١٢

حکومەتی هەرێمی کوردستان- عێراق
وەزارەتی پەروەردە - بەڕێوەبەرایەتی گشتی پرۆگرام و چاپەمەنییەکان

زانست بۆ هەمووان

فیزیا

کتێبی خوێندکار- پۆلی دوازدەهەمی زانستی

چاپی هەشتەم
٢٠١٨ز / ٢٧١٨ کوردی / ١٤٣٩ ک

G12 intr 2/1/18 8:44 AM Page 4

سەرپەرشتی زانستی چاپ

عبدالله بکر حسین

سەرپەرشتیکردنی هونەری

عثمان پیرداود کواز

ئاری محسن احمد

جێبەجێکردنی بژاری هونەری

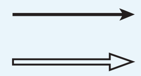
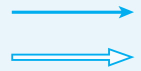
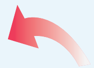
ئاری محسن احمد

G12 intr 2/1/18 8:44 AM Page 3

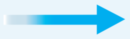
هێما ڕوونکەرەوەکان

ئەم زانیاریانەی لەم خشتەیەی خوارەوەدا هاتوون بەپێی ڕیزبەندییەکەیانە لە کتێبی خوێندکاردا بۆ قۆناغەکانی خوێندن

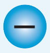
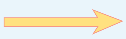
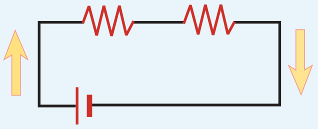
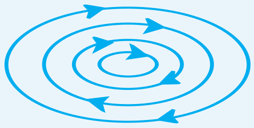
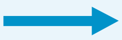
میکانیك

هێما	زاراوە
	ئاراستە داری لادان پێکنەری لادان
	ئاراستە داری خێرایی پێکنەری خێرایی
	ئاراستە داری تاودان
	ئاراستە داری هێز پێکنەری هێز
	ئاراستەداری تەوژم(بڕی جوولە)
	گۆشە
	ئاراستەی خولانەوە

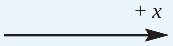
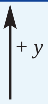
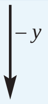
دینامیکی گەرمی

هێما	زاراوە
	وزەی گۆڕاو بۆ گەرمی
	وزەی گۆڕاو بۆ ئیش
	خول یان کردار

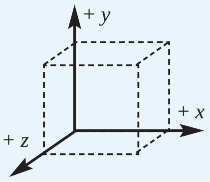
شەپۆلە کارۆموگناتیسیەکان

هێما	زاراوە
	تیشك (ڕووناکی یان دەنگ)
	بارگەی پۆزەتیڤ
	بارگەی نێگەتیڤ
	هێڵەکانی بواری کارەبا
	ئاراستە داری بواری کارەبا
	تەزووی کارەبا
	هێڵەکانی بواری موگناتیسی
	ئاراستە داری بواری موگناتیسی
	بۆ ناو لاپەڕەکە
	بۆ دەرەوەی لاپەڕەکە

ئاراستەکان

هێما	زاراوە
 + x	بەرەو لای ڕاست «خۆرهەڵات»
− x	بەرەو لای چەپ «خۆرئاوا»
 + y	بەرەو سەرەوەی لاپەڕەکە «باکور»
 − y	بەرەو خوارەوەی لاپەڕەکە «باشور»

هێما	زاراوە
+ z	بەرەو دەرەوەی لاپەڕەکە بەرەو سەرەوە «بەرەو ئاسمان»
− z	بەرەو ناوەوەی لاپەڕەکە بەرەو خوارەوە «بەرەو زەوی»



G12 intr 2/1/18 8:44 AM Page 6

ناوەڕۆك

1 جووڵەی بە خول و یاسای کێشکردن ... 2

1-1 پێوانەکردنی جووڵەی بەخول ... 4

چالاکییەکی کرداری خێرا: ڕادیەن و درێژی کەوانە ... 5

2-1 لێکەوتە تاودان و چەقەتاودان ... 13

3-1 ئەو هۆکارانەی جووڵەی بەسوڕ دروست دەکەن ... 19

پوختەی بەشی 1 ... 25

پێداچوونەوەی بەشی 1 ... 26

هەڵسەنگاندنی بەشی 1 ... 29

2 هاوسەنگ بوون و جووڵەی بەخول ... 30

1-2 زەبر ... 32

چالاکییەکی کرداری خێرا، پێشبڕکێی دووتەن ... 33

2-2 خولانەوەو بارنەگۆڕی ... 37

چالاکییەکی کرداری خێرا، دۆزینەوەی چەقی بارستایی لەتاقیگەدا ... 38

3-2 داینەمیکی خولانەوە ... 44

خوێندنەوەیەکی زانستیانە، مانگە دەستکردەکان و کونەڕەشەکان 52

پوختەی بەشی 2 ... 54

پێداچوونەوەی بەشی 2 ... 55

هەڵسەنگاندنی بەشی 2 ... 59

G12 intr 2/1/18 8:44 AM Page 5

3 لەرینەوەکان و شەپۆلەکان 60

1-3 جوولەی هارمۆنی سادە 62

ڕۆشناییەك لەسەر بابەتەکە، کپکەرەوەی تاسەکان 66

چالاکییەکی کرداری خێرا، وزەی پەندوڵ 68

2-3 پێوانەکردنی جوولەی هارمۆنی سادە 70

3-3 سیفەتەکانی شەپۆل 76

4-3 کارلێکە شەپۆلییەکان 83

پوختەی بەشی 3 89

پێداچوونەوەی بەشی 3 90

هەڵسەنگاندنی بەشی 3 94

4 دەنگ 96

1-4 شەپۆلە دەنگییەکان 98

ڕۆشناییەك لەسەر بابەتەکە، وێنەگرتن بەشەپۆلە سەرو بیستنیەکان 100

2-4 توندی دەنگ و زرنگانەوە 105

چالاکییەکی کرداری خێرا، زرنگانەوە 110

ڕۆشناییەك لەسەر بابەتەکە، لەدەستدانی تیژی بیستن 111

3-4 ئاوازە هارمۆنیەکان 112

چالاکییەکی کرداری خێرا، بۆریەکی یەك لا داخراو. 115

ڕۆشناییەك لەسەر بابەتەکە، دووبارە دانەوە 118

پوختەی بەشی 4 120

پێداچوونەوەی بەشی 4 121

هەڵسەنگاندنی بەشی 4 124

5 موگناتیسی 126

1-5 بوارە موگناتیسییەکان 128

2-5 موگناتیسی پەیدابوو لە کارەباوە 130

چالاکییەکی کرداری خێرا، کارۆ موگناتیسی 133

3-5 هێزی موگناتیسی 136
ڕۆشناییەك لەسەر بابەتەكە، شاشەكانی تەلەفزیۆن 137
ڕۆشناییەك لەسەر بابەتەكە، وێنەگرتن بەزرنگانەوەی موگناتیسی 143

پوختەی بەشی 5 144
پێداچوونەوەی بەشی 5 145
هەڵسەنگاندنی بەشی 5 148

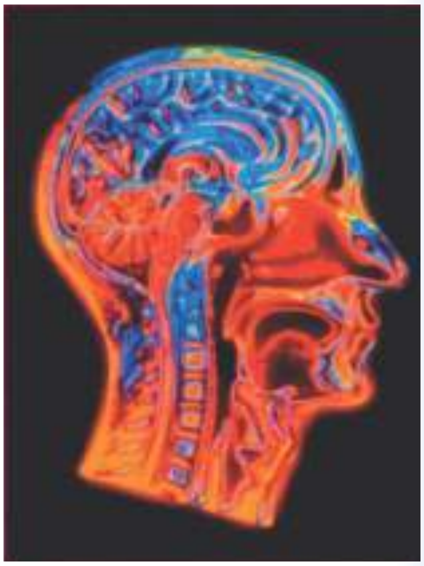
6 كارۆ موگنەكاری (هاندانی كارۆموگناتیسی) 150

1-6 كارەبای پەیدابوو لە موگناتیسەوە 152
ڕۆشناییەك لەسەر بابەتەكە، مایكرۆفۆن (وەرگری) گیتاری كارەبایی 161
2-6 دینەمۆكان و مۆتۆڕەكان و ئاڵوگۆڕە موگنەكاری 163
3-6 سوڕەكانی تەزوی گۆڕاو (AC) و ترانسفۆرمەرەكان ... 169

پوختەی بەشی 6 187
پێداچوونەوەی بەشی 6 188
هەڵسەنگاندنی بەشی 6 194

7 بەیەكداچوون و لادان 196

1-7 بەیەكداچوون 198
2-7 لادانی شەپۆلەكان 204
3-7 لەیزەر 211
ڕۆشناییەك لەسەر بابەتەكە، دەزگای ئیشپێكردنی پەپكەی CD 214
پیشە فیزیاییەكان، نەشتەرگەری جوانكاری.......... 215
پوختەی بەشی 7 217
پێداچوونەوەی بەشی 7 218
هەڵسەنگاندنی بەشی 7 221



8 فیزیای گەردیلەیی 222

1-8 بە بڕبوونی وزە 224
2-8 سامپڵەکانی گەردیلە 233
چالاکییەکی کرداری خێرا، شەبەنگە گەردیلەییەکان 236
پوختەی بەشی 8 243
پێداچوونەوەی بەشی 8 244
هەڵسەنگاندنی بەشی 8 246

9 ئەلیکترۆنیکسی نوێ 248

1-9 گەیاندن لە تەنە ڕەقەکاندا 250
2-9 بەجێهێنانەکانی مادده نیمچە گەیەنەرەکان 256
3-9 گەیەنەرە تێر گەیاندنەکان 265
پوختەی بەشی 9 269
پێداچوونەوەی بەشی 9 270
هەڵسەنگاندنی بەشی 9 273

بەشی پاشکۆکان 274

پاشکۆی (أ): پێداچوونەوەیەك لە بیرکاریدا 276
پاشکۆی (ب): هێماکان 285
پاشکۆی (ج): یەکەکان لە سیستمی نێودەوڵەتیدا SI 287
هەندێك لە پێشگرەکانی سیستمی نێودەوڵەتی 287
چەند یەکەیەکی تری پەسەندکراو تر لە سیستمی
نێودەوڵەتیدا SI 288
پاشکۆی (د): چەندخشتەیەکی سوودبەخش 289
وەڵامی پرسیارە هەڵبژێردراوەکان 292
زاراوەکان 296

بەشی 1

جووڵەی بەخول و یاسای کێشکردن

Rotational Motion and the Law of Gravity

کەشتیوانی بۆشایی ئاسمان کە لەم وێنەیەدا دیارە، لە مەکۆی بۆشایی ئاسماندا بەرڕەوی بارهەڵگرەکەدا دەڕوات بۆ چاککردنەوەی مانگێکی دەستکرد. لەگەڵ ئەوەشدا کە هەوڵی یەکەمی کەشتیوانەکە لە گرتنەوەی مانگە دەستکردەکەدا سەرکەوتوو نەبوو، بەڵام بەم دواییانە بە بەکارهێنانی کورسی فریو کە باسکی ڕۆبۆتی هەیە کارەکە ئەنجامدرا، ئەوکات کەشتیوانەکە توانی مانگە دەستکردەکە چاکبکاتەوە.

ئەوەی کە پێشبینی بەدیهێنانی دەکرێت

لەم بەشەدا وەسفی جووڵەی بەسوڕو ئەو هێزانەی جووڵەکە دروست دەکەن بەهێزی کێشکردنیشەوە دەخوێنیت.

گرنگییەکەی چییە

لە هەموو شوێنێك لە دەورو بەرمانەوە جووڵەی بەسوڕ دەبینین، هەر لەچەرخ و فەلەکی شاری یاریەوە بگرە تا دەگاتە خولانەوەی مەکۆی بۆشایی ئاسمان کەبە دەوری زەویدا دەسوڕێتەوە هەروەها سوڕانەوەی زەویش بە دەوری خۆردا.

ناوەڕۆکی بەشی 1

1 پێوانەکردنی جووڵەی بەخول
- هێندە بەخولەکان.
- بەراوردکردنی هێندە بەخولەکان بە هێندە بەهێڵەکان.

2 لێکەوتە تاودان وچەقە تاودان
- پەیوەندی نێوان هێندە بەهێڵەکان وهێندە گۆشەییەکان (هێندەکان لەجووڵەی بەخولدا)
- چەقە تاودان.

3 ئەو هۆکارانەی جووڵەی بەسوڕ دروست دەکەن.
- ئەو هێزەی کە جووڵەی بەسوڕی لێدەکەوێتەوە.
- جووڵەی بەخولی تەن.
- یاسای کێشکردنی گشتی نیوتن.

ch1 2/1/18 9:46 AM Page 6

بەندی 1-1

پێوانەکردنی جووڵەی بەخول
Measuring Rotational Motion

1-1 ئامانجەکانی بەندەکە

- ڕادیەن بە پلەوە دەبەستێتەوە.
- گۆشە لادان بە بەکارهێنانی درێژی کەوانەو ئەو دوورییە هەژمار دەکات کە لە تەوەرەی خولانەوەوە دەستپێدەکات (نیوەتیرە).
- گۆشە خێرایی و گۆشە تاودان هەژمار دەکات.
- ڕاهێنانەکان بە بەکارهێنانی هاوکێشەکانی جووڵەی بەخول شیکاردەکات.

جووڵەی بەخول

جووڵەی تەنێکە بە دەوری تەوەرەیەکی دیاریکراودا.

هێندە بە خولەکان

کاتێك تەنێك دەخولێتەوە دەڵێین جووڵەیەکی **بەخول دەکات** rotational motion. لەشاری یاریدا چەرخوفەلەك بەدەوری تەوەرەیەکی جێگیردا کە بەستونی بە چەقەکەیدا دەڕوات (پێی دەوترێت تەوەرەی خولانەوە) دەخولێتەوە. چۆن دەتوانین پێوانی ئەو دوورییە بکەین کە تەنێکی چەسپاو لە چێوەی چەرخەکەدا دەیبڕێت؟ خاڵەکانی ئەو تەنەی کە بە دەوری تەوەرەیەکی جێگیردا دەخولێتەوە بە شێوەی جووڵەی بەسوڕ دەجووڵێن.

وە جووڵەی هەرخاڵێك لەوتەنە بەدەوری تەوەرەکەدا بەسوڕ دەبێت، ئەگەر شێوەی تەنەکە هەرچۆنێك بێت. وەسفکردنی جووڵەی بەسوڕ بۆ خاڵێك بەتەنها بە بەکارهێنانی هێندە بەهێڵەکان کە لە کتێبی پۆلی یازدەهەمدا دراون گرانە، چونکە لە جووڵەی بازنەییدا ئاڕاستەی جووڵە بەردەوام دەگۆڕێت. بۆیە وسفکردنی جووڵەی بەسوڕ بە گوێرەی گۆشەی خولانەوەی خاڵەکەوە دەبێت. بەو پێیە هەموو خاڵەکانی تەنی ڕەق بە هەمان گۆشەو لە هەمان کاتدا دەسوڕێتەوە، جگە لەو خاڵانەی کە دەکەونە سەر تەوەرەی خولانەوە.

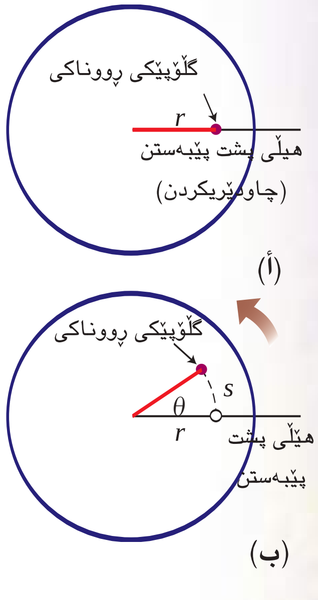
لە **وێنەی 1-1** دا گڵۆپێکی ڕووناکی لە دوری r لە چەقی چەرخەکەوە دەسوڕێتەوە. هەروەك لە **وێنەی 2-1** بە دەوری تەوەرەی بازنەیەکدا کە نیوەتیرەکەی r. لە ڕاستیدا هەر خاڵێك لە خاڵەکانی چەرخەکە جووڵەیەکی بە سوڕی هەیە بە دەوری چەقدا. بۆ شیکردنەوەی ئەم جووڵەیە هێڵی دەستپێکی جێگیری بۆ هەڵدەبژێردرێت، وای دادەنێین لەو کاتەی $t = 0$ خاڵەکە لەسەر هێڵی دەستپێك دەبێت کە چەقی چەرخەکە بە گڵۆپەکەوە دەگەیێنێت، هەروەك **وێنەی 1-1** (أ). دوای ماوەی Δt گڵۆپەکە دەچێتە خاڵێکی ترەوە، هەروەك **وێنەی 1-1** (ب) لەم ماوەیەدا ئەو هێڵە سورەی کە گڵۆپەکە بەچەق دەگەیێنێت بە گوێرەی هێڵی دەستپێك بە گۆشەی θ دەسوڕێتەوە، وە لە هەمان کاتدا گڵۆپەکە دوری s دەبڕێت کە لەسەر چێوەی بازنەکە پێوانە دەکرێت، کاتێك s درێژی کەوانەی بڕاو دەنوێنێت.

گۆشەکان بەرادیەن پێوانە دەکرێن (radians)

تا ئێستا گۆشەکانمان بە پلە (°) پێوانە دەکرد. بەڵام زۆربەی کات گۆشەکان بە یەکەیەکی تر دەپێورێن کە پێی دەوترێت **ڕادیەن** radian زۆربەی هاوکێشەکان لەم بەشەو بەشی دوای ئەویشدا پێویست بەوە دەکەن کە گۆشەکان بە ڕادیەن بپێورێن. لە وێنەی **1-1** (ب)دا، کاتێك درێژی کەوانەکە s وە نیوەتیرە r یەکسان دەبن، گۆشەی θ کە گۆشە لادانی بڕاوە بڕەکەی 1rad دەبێت.

وێنەی 2-1

هەموو خاڵەکانی چەرخەکە کە بە دەوری تەوەرەیەکی جێگیردا دەخولێنەوە جووڵەی بەسوڕیان هەیە.



وێنەی 1-1

گڵۆپێکی ڕووناکی لەسەر چەرخێکی خولاوە (أ) گڵۆپەکە لەسەر هێڵی دەستپێك دەست بە جووڵە دەکات. (ب) گڵۆپەکە درێژی کەوانەی s دەبڕێت لەکاتی خولانەوەیدا بە گۆشەی θ.

ch1 2/1/18 9:46 AM Page 5

به شێوەیەکی گشتی، هەر گۆشەیەك كە بەرادیەن پێوانە بكرێت بەم هاوكێشەیەی خوارەوە دەردەبڕێت:

$$\theta = \frac{s}{r}$$

رادیەن تەنها ڕەنووسێكە لە سیستمی SI دا ڕەهەند دار نیە وە θ ڕێژەی درێژی كەوانە (واتە دوری) بۆ درێژی نیوە تیرەیە، كە ئەوەش هەر دورییە. بۆیە یەكەكان لەگەڵ یەكتر كورت دەكرێنەوە و كورتكراوەی rad لە شوێنیان دادەنرێت.

كاتێك گڵۆپەكەی سەر چەرخەكە بە گۆشەی 360° دەسورێتەوە، واتە خولێكی تەواوی چەرخەكە، درێژی كەوانەكە یەكسان دەبێت بە چێوەی بازنەكە $2\pi r$. وە لە جیاتی دانانی ئەم نرخە بۆ s لە پەیوەندی پێشوودا نرخی θ بەڕادیەن دەردەچێت.

$$\theta = \frac{s}{r} = \frac{2\pi r}{r} = 2\pi$$

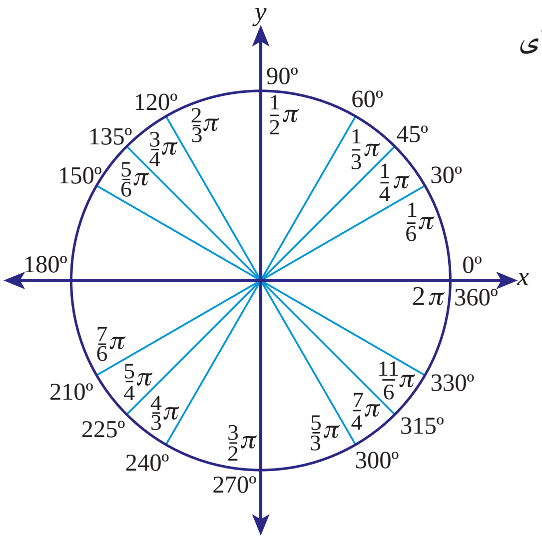
بەمەش 360° یەكسان دەبێت بە 2π rad یان خولێكی تەواو. گۆشەی هاوتای خولێكی تەواو بە نزیكەیی یەكسانە $2(3.14) = 6.28$ rad .

وێنەی 1-3 بازنەیەكی پلەكراو دەردەخات كە بە ڕادیەن پلە پلەكراوە. بۆیە دەتوانرێت بڕی هەر گۆشەیەك بە پلە بگۆڕدرێت بۆ ڕادیەن ئەمەش دەكرێت ئەگەر بڕی گۆشە پێوراوەكە بە پلە جارانی بڕی $2\pi /360^o$ بكرێت. ئەو كات پلەكان لەگەڵ یەكتر كورت دەكرێنەوە وە پێوانە كردنەكە بە رادیەن دەبێت. وە دەتوانرێت پەیوەندی گۆڕینەكە بەم شێوەی خوارەوە كورت بكرێتەوە.

$$\theta_{rad} = \frac{\pi}{180^o}\theta^o$$

رادیەن

چەقە گۆشەیەكە درێژی كەوانەكەی یەكسانە بە نیوە تیرەی بازنەكەی بە پلە بە نزیكەیی دەكاتە 57.3^o .



وێنەی 1-3

جووڵەی بەخول بە ڕادیەن پێوانە دەكرێت. وە لەبەر ئەوەی هەر خولێكی تەواو یەكسان دەبێت بە 2π rad زۆرجار ڕادیەن بە چەندجارەكانی π دەردەبڕێت.

چالاكییەكی كرداری خێرا

رادیەن ودرێژی كەوانە

كەرەستەكان

- ✓ پرگال بۆ وێنە كێشان
- ✓ پەڕە
- ✓ تەلی ورد (باریك)
- ✓ بڕەری تەل یان مەقەست

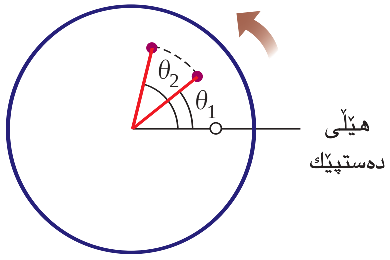
پرگالەكە بەكاربهێنە بۆ كێشانی بازنەیەك لەسەر پەڕەكە، چەقی بازنەكە دیاریبكە، نیوەتیرەی بازنەكە بپێوە، كە دوری نێوان چەقی بازنەكە وهەر خاڵێكی سەر چێوەكەیەتی. بڕەر بەكاربهێنە بۆ بڕینی چەند تەلێك كە درێژی هەر یەكەیان یەكسان بێت بە نیوەتیرەی بازنەكە ، تەلەكان بەیەكەوە بپێچەوەو بیانچەمێنەوە و بەهاوجووتی لەسەر بازنە كێشراوەكە دایانبنێ. چەند لەو تەلانەت پێویستە تا بە تەواوەتی چێوەی بازنەكە دابپۆشیت؟ لە چەقی بازنەكەوە چەند هێڵێك بۆ لایەكانی تەلە چەمێنراوەكانی هاوجووتی بازنەكە بكێشە. دیاری بكە كام دوو هێڵی دواییەك لەم هێڵانە یەكسان دەبێت بە 1 rad. ژمارەی ئەو گۆشانە چەندن كە بەدرێژایی بازنەكە هەن؟ بەهۆی پرگالەكەوە بازنەیەكی گەورەتر بكێشە. چەند تەلت پێویستە (كەدرێژی هەر یەكەیان یەكسان بێت بە نیوەتیرەی بازنەكە) تا بە تەواوەتی چێوەی بازنەكە دابپۆشێت.

گۆشە لادان و خولانەوە

هەروەك گۆشە بە ڕادیەن دەكاتە ڕێژەی درێژی كەوانە بۆ نیوەتیرە، ئەوا ئەو **گۆشە لادانەی** angular displacement كە گلۆپە جێگیرەكەی سەر چەرخە خولاوەكە دەیبڕێت دەكاتە گۆڕان لە درێژی كەوانە Δs دابەشی دوری نێوان گلۆپەكەو تەوەرەی خولانەوە. ئەم پەیوەندییەش لە **وێنەی 4-1** دا دەردەكەوێت.

گۆشە لادان

گۆشەی خولانەوەی خاڵێك یا تەوەرەیەك یان تەنێكە بە ئاراستەیەكی دیاریكراو بە دەوری تەوەرەیەكی جێگیردا.



وێنەی 4-1

گلۆپی روناكی لەسەر چەرخی خولانەوە بە گۆشە لادانێك دەخولێتەوە كە بریتیە لە $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$

گۆشە لادان

$$\Delta\theta = \frac{\Delta s}{r}$$

$$\text{گۆشە لادان بە (ڕادیەن)} = \frac{\text{گۆڕان لە درێژی كەوانەكەدا}}{\text{دوری نێوان تەنەكەو تەوەرەی خولانەوە}}$$

كاتێك سەیری تەنێك دەكەیت كە لەلای سەرەوە دەجووڵێت، درێژی كەوانەكەی بە پۆزەتیف دادەنرێت ئەگەر تەنەكە بە پێچەوانەی جووڵەی میلی كاتژمێرەوە بجووڵێت، وە نێگەتیف دەبێت كاتێك بە ئاراستەی جووڵەی میلی كاتژمێر دەجووڵێت، بە گوێرەی ئەمەش $\Delta\theta$ پۆزەتیف دەبێت ئەگەر خولانەوەكە بە پێچەوانەی میلی كاتژمێر بێت وە نێگەتیف دەبێت ئەگەر خولانەوەكە بە ئاراستەی میلی كاتژمێرەوە بێت.

نموونە 1 (أ)

گۆشە لادان

پرسیارەكە

شازاد سواری ئەسپێكی یاری دەبێت و بەئاراستەی جووڵەی میلی كاتژمێر لەسەر كەوانەیەك كە درێژییەكەی 11.5 m دەسوڕێتەوە. ئەگەر گۆشە لادانی شازاد 165° بێت، نیوەتیرەی سوڕانەكە چەندە؟

شیكار

1. دەزانم

دراو: $\Delta\theta = -165^o$ $\quad$ $\Delta s = -11.5\ m$

نەزانراو: $r = ?$

2. پلانادادەنێم

لەسەرەتادا. گۆشەلادان دەگۆڕین بۆ ڕادیەن بە بەكارهێنانی پەیوەندی باسكراو لە لاپەڕە (5)دا.

$$\Delta\theta\ (rad) = \frac{\pi}{180^o}\ \Delta\theta\ (deg) = \frac{\pi}{180^o}\ (-165^o)$$

$$\Delta\theta\ (rad) = -2.88\ rad$$

3. هەژماردەكەم

هاوكێشەی گۆشەلادان كە لەسەرەوەی لاپەڕەكە دراوە بەكاردەهێنم، و دووبارە ڕێكیدەخەمەوە.

$$\Delta\theta = \frac{\Delta s}{r}$$

$$r = \frac{\Delta s}{\Delta\theta} = \frac{-11.5\ m}{-2.88\ rad}$$

$$\boxed{r = 3.99\ m}$$

وەڵامی ئامێری ژمێرەر

زۆربەی ئامێرەكانی ژمێرەر دوگمەیەكی تێدایە كە ◀DEG لەسەر نووسراوە یەكەكان لەپلەوە دەگۆڕێت بۆ ڕادیەن.

ڕاهێنانی 1 (أ)

گۆشە لادان

.1 کوللەیەك لەسەر لێواری تایەی پاسکیلێك کە بە ئاڕاستەی جووڵەی میللی کاتژمێر دەجووڵێت وەستاوە. گۆشەلادانی کوللەکە دەگاتە π rad، وە درێژی کەوانە هاوتاکەی 1.2 m نیوەتیرەی تایەکە چەندە؟

.2 لەم خشتەیەی خوارەوەدا بۆشاییەکان بە هێندە نادیارەکان پڕ بکەرەوە.

	r	Δs	$\Delta\theta$
أ.	0.10 m	+0.25 m	? rad
ب.	8.5 m	?	+0.75 rad
ج.	0.75 m	– 4.2 m	? deg
د.	?	+2.6 m	+135°

گۆشە خێرایی و تێکرای خولانەوە

خێرایی بەهێڵ لادانی بڕاو لە کاتێکی دیاریکراودا وەسفدەکات. وە **گۆشە خێرایی** بە ڕێگەیەکی هاوشێوەی ئەوە پێناسە دەکرێت. وە ناوەندە گۆشە angular speed خێرایی خولانەوەی تەنێکی ڕەق ω_{avg} (ω پیتێکی یۆنانییە پێیدەووترێت ئۆمیگا) دەکاتە ئەنجامی ڕێژەی نێوان گۆشە لادان $\Delta\theta$ وە کاتی خایەنراو Δt بۆ بڕینی ئەم لادانە لە لایەن تەنەکەوە. گۆشە خێرایی وەسفی خێرایی خولانەوەی تەنەکە دەکات.

گۆشە خێرایی

تێکرای کاتی خولانەوەی تەنێکە بە دەوری تەوەرەیەکی دیاریکراودا. یان تێکرایی کاتی گۆڕانی گۆشە لادانە. وە بە ڕادیەن لەسەر چرکە دەپێورێت.

گۆشە خێرایی

$$\omega_{avg} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

ناوەندە گۆشە خێرایی = گۆشە لادان / کاتی خایەنراو

یەکەی پێوانەی گۆشە خێرایی بە ڕادیەن لەسەر چرکە (rad/s) دەبێت. وە هەندێك جار گۆشە خێرایی بە یەکەی خول لەسەر چرکە دەدرێت. لە بیرت بێت کە هەر خولێك دەکاتە 2π rad (1 rev = 2π rad).

نموونە 1 (ب)

گۆشە خێرایی

پرسیارەکە

ڕزگار لەسەر کورسییەکی خولاوە دادەنیشێت کە بە ئاراستەی پێچەوانەی جووڵەی میلی کاتژمێر بە ناوەندە گۆشە خێراییەك دەخولێتەوە بڕەکەی **4.0 rad/s**. بۆ ئەوەی ڕزگار گۆشە لادانی **8.0π rad** ببڕێت، کاتی خایەنراو چەندە؟

شیکار

1. دەزانم

دراو: $\Delta\theta = 8.0\pi$ rad $\qquad \omega_{avg} = 4.0$ rad/s

نەزانراو: $\Delta t = ?$

2. پلاندادەنێم

هاوکێشەی گۆشە خێرایی لە لاپەڕە 7 بەکاردەهێنم، دووبارە ڕێکیدەخەمەوە بۆ هەژمارکردنی Δt.

$$\omega_{avg} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta\theta}{\omega_{avg}}$$

3. هەژماردەکەم

$$\Delta t = \frac{8.0\ \pi \text{ rad}}{4.0 \text{ rad/s}} = 2.0\ \pi \text{ s}$$

$$\boxed{\Delta t = 6.3 \text{ s}}$$

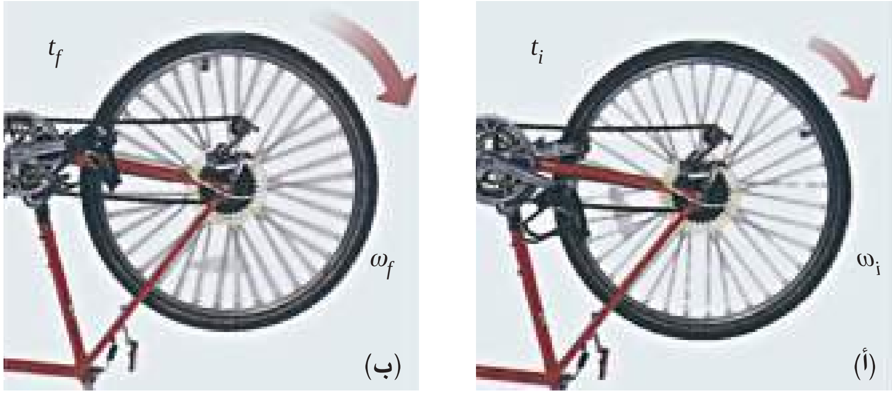
ڕاهێنانی 1 (ب)

گۆشە خێرایی

1. تایەی ئۆتۆمبێلێك بە ناوەندە گۆشە خێراییەك دەخولێتەوە کەبڕەکەی 29 rad/s. کاتی خایەنراو چەندە بۆ ئەوەی تایەکە سێ خول و نیو بخولێتەوە؟

2. لەم خشتەیەی خوارەوەدا بۆشاییەکان بە هێندە نادیارەکان پڕ بکەرەوە.

	Δt	$\Delta\theta$	ω_{avg}
أ.	10.0 s	+2.3 rad	?
ب.	0.050 s	?	+0.75 rad/s
ج.	1.2 s	–1.2 rev	?
د.	?	+1.5π rad	+2π rad/s



وێنەی 5-1
تایەیەکی پاسکیل خێراییەکەی لە زیادبووندایە و بە گۆشە خێرایی:
(أ) ω_i لە ساتی t_i
(ب) ω_f لە ساتی t_f دەخولێتەوە.

گۆشە تاودان و گۆڕانی گۆشە خێرایی

وێنەی 5-1 پاسکیلێك دەرکەوتووە کە سەرەوژێر دانراوە بۆ چاککردنەوەی تایەی دواوەی. پایدەرەکان بە جۆرێك دەخولێنەوە کە گۆشە خێرایی تایەکە ω_i لە ساتی t_i بێت، وەك **وێنەی 5-1** (أ)، وە ω_f لە ساتێکی دوای ئەوە t_f، وەك **وێنەی 5-1** (ب)، ناوەندە گۆشە **تاودانی** تەنێك angular acceleration α_{avg} (α پیتێکی یۆنانییە پێیدەووترێت ئەلفا) وەك لە هاوکێشەکەی خوارەوەدا پێناسەدەکرێت. یەکەی پێوانەی گۆشە تاودان بە ڕادیەن لەسەر چرکە لەسەر چرکەیە واتە (rad/s^2).

گۆشە تاودان

تێکرای کاتی گۆڕانی گۆشە خێراییە، بە rad/s^2 دەپێوڕێت.

گۆشە تاودان

$$\alpha_{avg} = \frac{\omega_f - \omega_i}{t_f - t_i} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

$$\text{ناوەندە گۆشە تاودان} = \frac{\text{گۆڕانی گۆشە خێرایی}}{\text{کاتی خایەنراو}}$$

نموونە 1 (ج)

گۆشە تاودان

پرسیارەکە

تایەی ئۆتۆمبیلێك بە گۆشە خێراییەکی سەرەتایی **21.5 rad/s** دەخولێتەوە. شوفێرەکەی خێرای دەکات و دوای **3.5 s** گۆشە خێراییەکەی دەبێتە **28.0 rad/s**. ناوەندە گۆشە تاودانی تایەکە لەم ماوەیەدا چەندە؟

شیکار

1. دەزانم

دراو: $\omega_1 = 21.5\ rad/s \quad \omega_2 = 28.0\ rad/s \quad \Delta t = 3.5\ s$

نەزانراو: $\alpha_{avg} = ?$

2. پلاندادەنێم

هاوکێشەی گۆشە تاودان کە لەم پەڕەدایە بەکاردەهێنم.

3. هەژماردەکەم

$$\alpha_{avg} = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\Delta t} = \frac{28.0\ rad/s - 21.5\ rad/s}{3.5\ s} = \frac{6.5\ rad/s}{3.5\ s}$$

$$\boxed{\alpha_{avg} = 1.9\ rad/s^2}$$

ڕاهێنانی 1 (ج)

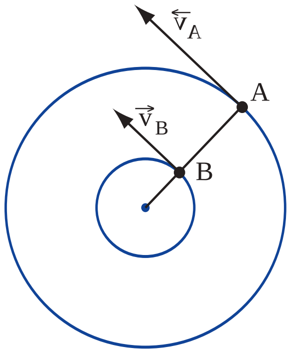
گۆشە تاودان

1. لەم خشتەیەی خوارەوەدا بۆشاییەکان بە هێندە نادیارەکان پڕبکەرەوە.

	Δt	$\Delta\omega$	α_{avg}
أ.	7.0 s	+121.5 rad/s	?
ب.	0.050 s	?	$+0.75\ rad/s^2$
ج.	1.2 s	–1.2 rev/s	?

گۆشە خێرایی وگۆشە تاودان بۆ خاڵەکانی تەنێکی پتەو کە بە دەوری تەوەرەیەکدا دەخولێتەوە

ئەگەر خاڵێکی وەک A کە لەسەر لێواری تایەی پاسکیلێك گۆشە خێراییەکی هەبێت گەورەتربێت لە گۆشە خێرایی خاڵێکی وەک B کە نزیکە لە چەقەکەی وەک لە **وێنەی (6-1)** دا دیارە، ئەوا شێوەی تایەکە دەگۆڕێت. وە بۆ ئەوەی تەنەکان لە کاتی خولانەوەدا پارێزگاری لە پتەوییەکەیان بکەن وەك ئەوەی لە تایەی پاسکیل یان چەرخ وفەلەکدا هەیە، پێویستە هەموو خاڵەکانی تەنەکە لە هەرساتێکدا بە هەمان گۆشە خێرایی و هەمان گۆشە تاودان بخولێنەوە. ئەمە گرنگی گۆشە خێرایی وگۆشە تاودان زیاد دەکات لە کاتی وەسفکردنی جوولەی بەخولدا.



وێنەی 6-1

هەردوو خاڵی A و B هەمان گۆشە خێراییان هەیە.

بەراوردکردنی هێندە بەخولەکان بە هێندە بەهێڵەکان

بەراورد بکە لە نێوان ئەو هاوکێشانەی کە تا ئێستا لە جوولەی بە خولدا دەستمان کەوتوون وە ئەو هاوکێشانەی کە لە پۆلی یازدەهەم دەستمان کەوتن. بۆ نموونە بەراورد بکە لە نێوان پێناسەی ناوەندە گۆشە خێرایی و ناوەندە خێرایی بە هێڵ:

$$\omega_{avg} = \frac{\theta_f - \theta_i}{t_f - t_i} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \qquad v_{avg} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

ئەم دوو هاوکێشەیە لە یەکدەچن لەبەر ئەوەی θ جێگای x دەگرێتەوە وە ω جێگای v دەگرێتەوە. لە کاتی خوێندنی جوولەی بەخولدا بە وردی سەرنجی ئەم هێندانە بدە، هەموو ئەو هێندە بە هێڵانەی کە تا ئێستا ناسیومانن لە بەرامبەریاندا هێندێکی بەخولی هاوشێوەی هەیە وەك لە **خشتەی 1-1** دا هەیە.

خشتە 1-1 هێندە بە خولەکانی هاوتای هێندە بە هێڵەکان

بەهێڵ	بەخول
x	θ
v	ω
a	α

هاوکێشەکان کاتێك گۆشە تاودان نەگۆڕبێت

لەژێر ڕۆشنایی لەیەکچوونی نێوان گۆڕاوەکان لە جوولەی بەهێڵ و گۆڕاوەکان لە جوولەی بەخولدا پێشبینی لەیەکچوونێکی هاوشێوە دەکەین لە نێوان هاوکێشەکانی جوولەی بەخول و جوولەی بەهێڵ کە لە پۆلی یازدەهەمدا خوێندراون.

خشتەی 2-1 هاوکێشەکانی جووڵە بە تاودانی ڕێك لەهەریەکە لە جووڵەی بەهێڵ و جووڵەی بەخول دەردەخات. ئاگاداربە کە هاوکێشەکانی جووڵەی بەخول تەنها لە کاتی خولانەوە بە دەوری تەوەرەیەکی جێگیردا بەکاردەهێنرێت.

خشتەی 2-1 هاوکێشەکانی جووڵەی بە خول وبەهێڵ

جووڵەی بەخول بە گۆشە تاودانێکی ڕێك	جووڵەی بەهێڵ بە تاودانێکی ڕێك
$\omega_f = \omega_i + \alpha\Delta t$	$v_f = v_i + a\Delta t$
$\Delta\theta = \omega_i\Delta t + \frac{1}{2}\alpha(\Delta t)^2$	$\Delta x = v_i\Delta t + \frac{1}{2}a(\Delta t)^2$
$\omega_f^2 = \omega_i^2 + 2\alpha(\Delta\theta)$	$v_f^2 = v_i^2 + 2a(\Delta x)$
$\Delta\theta = \frac{1}{2}(\omega_i + \omega_f)\Delta t$	$\Delta x = \frac{1}{2}(v_i + v_f)\Delta t$

تێبینی بکە هاوکێشەکانی جووڵەی بەخول کە گۆڕاوەکانی (θ و ω و α)ی تێدایە وە هاوکێشەکانی جووڵەی بەهێڵ کە گۆڕاوەکانی (x و v و a)ی تێدایە لە یەکدەچن. وە هێندی ω لە هاوکێشەکانی **خشتەی 2-1** دا گۆشە خێرایی ساتی خولانەوەی تەنەکە دەنوێنێت لە جیاتی ناوەندە گۆشە خێرایی.

نموونە 1 (د)

هاوکێشەکانی جووڵەی بەخول

پرسیارەکە

تایەی پاسکیلێکی هەڵگەڕاوە **11.0 rad** دەبڕێت لە **2.0 s** . گۆشە تاودانی تایەکە چەندە ئەگەر سەرەتا گۆشە خێراییەکەی **2.00 rad/s** بێت؟

شیکار

1.دەزانم

دراو: $\Delta\theta = 11.0$ rad $\quad \Delta t = 2.0$ s $\quad \omega_i = 2.00$ rad/s

نەزانراو: $\alpha = ?$

2.پلاندادەنێم

هاوکێشەی خوارەوە کە لە **خشتەی 2-1** دا هەیە بەکاردەهێنم و α هەژماردەکەم.

$$\Delta\theta = \omega_i\Delta t + \frac{1}{2}\alpha(\Delta t)^2$$

3.هەژماردەکەم

$$\alpha = \frac{2(\Delta\theta - \omega_i\Delta t)}{\Delta t^2}$$

$$\alpha = \frac{2[11.0 \text{ rad} - (2.00 \text{ rad/s})(2.0 \text{ s})]}{(2.0 \text{ s})^2}$$

$$\boxed{\alpha = 3.5 \text{ rad/s}^2}$$

ڕاهێنانی 1 (د)

هاوكێشەكانی جووڵەی بەخول

1. تایەی ئۆتۆمبیلێكی یاری كە لە دوورەوە بە كۆنترۆڵ ئیش دەكات خێرا دەبێت بە گۆشە تاودانی $22.4\ rad/s^2$. ئەگەر تایەكە بە گۆشە خێرایی 10.8 rad/s دەستی بە خولانەوە كرد گۆشە خێراییەكەی پاش سێ خولی تەواو دەبێتە چەند؟

2. تایەكەی پرسیاری 1 چەند كاتی پێویستە بۆ ئەوەی سێ خول ببڕێت؟

پێداچوونەوەی بەندی 1-1

1. ئەم دوو گۆشەیەی خوارەوە لە پلەوە بگۆڕە بۆ ڕادیەن.
أ. 35°
ب. 128°

2. مێشوولەیەك لە دوری 5.0 cm لە چەقی پەپكەیەكەوە دەنیشێتەوە كە بە ئاراستەی جووڵەی میلی كاتژمێر دەخولێتەوە، مێشوولەكە لەسەر كەوانەیەك دەسوڕێتەوە كە درێژییەكەی 5.0 cm. گۆشە لادانی مێشوولەكە چەندە؟

3. پاسكیل سوارێك لەسەر ڕێڕەوێكی بازنەیی دەجووڵێت، نیوەی ڕێڕەوەكە لە ماوەی 10.0 s دەبڕێت. ناوەندە گۆشە خێراییەكەی چەندە؟

4. **فیزیا لە ژیانی ڕۆژانەدا:** گۆشە تاودانی پەپكەیەكی خولاوە لە شاری یاریدا بدۆزەوە كە گۆشە خێراییەكەی لە 0.50 rad/s بۆ 0.60 rad/s زیاددەكات لە ماوەی 0.50 s.

5. **فیزیا لە ژیانی ڕۆژانەدا:** گۆشە خێرایی ساتی پەپكەیەكی خولاوە لە شاری یاریدا چەندە كە سەرەتا بە گۆشە خێرایی 0.50 rad/s دەستپێدەكات، وە گۆشە خێراییەكەی بە گۆشەتاودانی $0.20\ rad/s^2$ زیاددەكات لە ماوەی 1.0s .

ch1 2/1/18 9:46 AM Page 13

بەندی 2-1

لێکەوتە تاودان وچەقە تاودان

Tangential and Centripetal Acceleration

2-1 ئامانجەکانی بەندەکە

- لێکەوتە خێرایی خالێکی سەر تەنێکی ڕەق دەدۆزێتەوە، کە جووڵەیەکی بەخولی هەیە، بەبەکارهێنانی گۆشە خێرایی و نیوەتیرە.
- چەند پرسیارێك شیکار دەکات کە لێکەوتە تاودانیان تێدایە.
- چەند پرسیارێك شیکار دەکات کە چەقە تاودانیان تێدایە.

لێکەوتە خێرایی

خێرایی بەهێڵی ساتی تەنێکە کە بە ئاڕاستەی لێکەوتی ڕێڕەوە بازنەییەکەی دەخولێتەوە.

پەیوەندی نێوان هێندە بەهێڵەکان وهێندە گۆشەییەکان

وەك لە **بەندی** 1-1 بینیمان دەتوانرێت بە شێوەیەکی باشتر وەسفی جووڵەی خاڵێکی سەر تەنێك بکرێت کە بە دەوری تەوەرەیەکدا دەخولێتەوە کە ئەویش بە هۆی گۆشەی خولانەوەیە کە لە هێڵی دەسپێکی دیاریکراوەوە دەستپێدەکات، وا باشە لە هەندێ باردا، پەیوەندی نێوان گۆشە خێرایی و گۆشە تاودانی خاڵێك لەلایەکەوە، وە نێوان خێرایی بەهێڵ و تاودانی بەهێڵ لەلایەکی ترەوە تێبگەین.

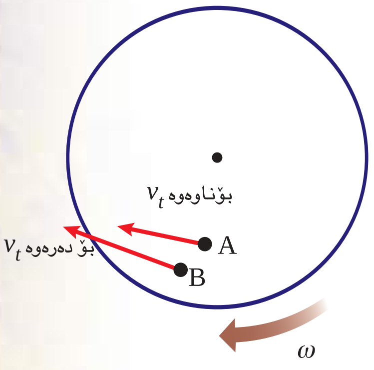
باشترین ڕێگا کە یاریزانی گۆڵف دەیگرێتە بەر بۆ دورخستنەوەی تۆپەکە بۆ دوورییەکی زۆر، ئەوەیە کە دارەکە بەر لە هاوێشتنی تۆپەکە بەدەوری لەشی خۆیدا بخولێنێتەوە. ئەگەر گۆشە تاودانی دارەکە گەورەبێت ئەوا تاودانی بەهێڵی سەری دارەکەش گەورە دەبێت لەکاتی خولانەوەیدا. ئەم تاودانە بە هێڵە گەورەیە وادەکات تۆپەکە بەخێراییەکی گەورە بهاوێژرێت چونکە هێزێکی گەورە کاریتێدەکات. ئەم بەندە پەیوەندی نێوان هێندە گۆشەییەکان و هێندە بەهێڵەکان ڕووندەکاتەوە.

لێکەوتە خێرایی جووڵەی بەسوڕ (بازنەیی)

پەپکەیەکی خولاوە لە شاری یاریدا بێنە بەرچاوی خۆت کە بە دەوری چەقەکەیدا دەخولێتەوە. لەبەر ئەوەی پەپکەکەو ئەو ئەسپەی لەسەری چەسپ کراوە تەنێکی ڕەقن، ئەوا گۆشە خێرایی وگۆشە تاودانی هەر یەکە لە دوو ئەسپەکەلە هەموو ساتێکدا وەك خۆیان دەبن و ناگۆڕێن با دوورییەکانیان لە تەوەرەی خولانەوە هەر چەندێك بێت، بەڵام **لێکەوتە خێرایی** tangential speeds دوو ئەسپەکە جیاوازدەبن لەیەکتر ئەگەر بێتو دورییەکانیان لە تەوەرەی خولانەوە جیاوازبێت. لێکەوتە خێرایی هەر خاڵێك کە بە دەوری تەوەرەیەکدا دەخولێتەوە بریتییە لە بڕی خێرایی بەهێڵی ئەوخاڵە. لێکەوتە خێرایی ئەو ئەسپەی کە لەگەڵ پەپکەکەدا دەخولێتەوە بریتییە لە بڕی خێراییەکەی بە ئاڕاستەی لێکەوتی ڕێڕەوە بازنەیەکە. (لەبیرت بێت کە لێکەوتی بازنە ئەو ڕاستە هێڵەیە کە تەنها لە یەك خاڵدا بەر چێوەکەی دەکەوێت) **وێنەی 1-7** لێکەوتە خێرایی دوو ئەسپەکە دەردەخات کە دورییەکانیان لە تەوەرەی خولانەوە جیاوازە.

سەرنج بدە ئەو تیراسایەی کە خێرایی ئەسپەکەی خاڵی A پێنوێنراوە کورترە لەو تیراسایەی کە خێرایی ئەسپەکەی خاڵی B پێنوێنراوە. ئەمەش جیاوازی لێکەوتە خێرایی دوو ئەسپەکە ڕووندەکاتەوە، هەردووکیان هەمان گۆشە لادان دەبڕن لە هەمان کاتدا. لەبەر ئەوە ئەو ئەسپەی کە لە تەوەرەی خولانەوە دورترە دورییەکی درێژتر Δs دەبڕێت لە ئەسپە نزیکەکە. بەپێی ئەوە ئەو تەنانەی کە دورترن لە تەوەرەی خولانەوە لێکەوتە خێراییەکی گەورەتریان دەبێت، هەر وەك کورسیەکانی چەرخ و فەلەك، کە هەمان ئەو گۆشە لادانە دەبڕن کە تەنە نزیکەکانی تەوەرەی خولانەوە دەیان بڕن.

چۆن دەتوانیت گۆشە خێرایی بە دەست بهێنیت؟ وا دابنێ لە نموونەی پەپکە خولاوەکەدا، درێژی ئەو کەوانەیەی کە یەکێك لە ئەسپەکان لە ماوەی Δt دا دەیبڕێت Δs بێت پەپکەکە بە گۆشەی $\Delta \theta$ دەخولێتەوە.



وێنەی 1-7

ئەسپەکەی سەر پەپکە خولاوەکە بە هەمان گۆشە خێرایی دەخولێتەوە بەڵام بە لێکەوتە خێراییەکی جیاواز.

گۆشە لادانی ئەسپەکە بەم هاوکێشەیە دەدۆزرێتەوە:

$$\Delta\theta = \frac{\Delta s}{r}$$

بۆ دەستکەوتنی لێکەوتە خێرایی ئەسپەکە، هەردوو لای هاوکێشەکە دابەشی Δt بکە ئەوکاتەی کە ئەسپەکە پێویستییەتی بۆ بڕینی دوری Δs.

$$\frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{1}{r}\frac{\Delta s}{\Delta t}$$

لە بەندی 1-1 زانیت کە لای چەپی هاوکێشەکە گوزارشت لە ω_{avg} دەکات وە Δs دوری بە هێڵە، لەبەر ئەوە ڕێژەی Δs بۆ Δt گوزارشت لە لێکەوتە خێرایی دەکات لەسەر کەوانەکە. ئەگەر Δt زۆر بچووک بێت ئەوا Δs زۆر بچووک دەبێت بە شێوەیەك دەبێتە لێکەوتی بازنەکە، لەبەر ئەوە ئەمە لێکەوتە خێرایی دەبێت.

لێکەوتە خێرایی

$$v_t = r\omega$$

لێکەوتە خێرایی = دوری نێوان تەن و تەوەرەی خولانەوە × گۆشە خێرایی

سەرنج بدە ئەگەر کاتەکە زۆر بچووک بێت ئەوا ω گۆشە خێرایی ساتی دەنوێنێت و ناوندە گۆشە خێرایی نییە. ئەم پەیوەندییە تەنها لەو کاتەدا ڕاستدەبێت کە ω بە rad/s دەپێورێت. پێویستە هیچ یەکەیەکی تری پێوانەکردنی ω بەکارنەهێنرێت لەم هاوکێشەیەدا بۆ نموونە (deg/s یان rev/s).

نموونە 1 (هـ)

لێکەوتە خێرایی

پرسیارەکە

نیوەتیرەی دیسکی CD کۆمپیوتەرێك **0.0600 m** . ئەگەر لێکەوتە خێرایی میکرۆبێك کە لەسەر لێواری پەپکەکەیە **1.88 m/s** بێت گۆشە خێرایی دیسکەکە چەندە؟

شیکار

1. دەزانم

دراو: $r = 0.0600\ \text{m}$ $\qquad v_t = 1.88\ \text{m/s}$

نەزانراو: $\omega = ?$

2. پلانداەنێم

هاوکێشەی لێکەوتە خێرایی کە لەم پەڕەدا هەیە بەکاردەهێنم بۆ هەژمارکردنی گۆشە خێرایی:

3. هەژماردەکەم

$$v_t = r\omega$$

$$\omega = \frac{v_t}{r} = \frac{1.88\ \text{m/s}}{0.0600\ \text{m}}$$

$$\boxed{\omega = 31.3\ \text{rad/s}}$$

ڕاهێنانی 1 (هـ)

لێکەوتە خێرایی

.1 ئەم خشتەیەی خوارەوە بە هێندە نەزانراوەکان پڕبکەرەوە:

	r	ω	v_t
أ.	0.030 m	121.5 rad/s	?
ب.	0.050 m	?	0.75 m/s
ج.	3.8 m	1.2 rev/s	?
د.	?	1.5π rad/s	2.0π m/s

لێکەوتە تاودان وجووڵەی بەسوڕ

کاتێك پەپکەیەکی خولاوە دەست بە جووڵە دەکات گۆشە تاودانێك پەیدا دەکات. تاودانی بەهێڵی بەستراوە بە گۆشە تاودانەکەوە بە شێوەی لێکەوتی ڕێرەوە بازنەییەکە دەبێت و پێی دەوترێت **لێکەوتە تاودان** tangential acceleration a_t.

تەنێك بێنە پێش چاو کە بە دەوری تەوەرەیەکی جێگیردا دەخولێتەوە و گۆشە خێراییەکەی بەبڕی $\Delta\omega$ دەگۆڕێت لە ماوەی Δt دا لە کۆتایی ماوەکەدا خێرایی تەنەکە دەبێتە v_t کەواتە بە بڕی Δv_t گۆڕاوە. بە بەکارهێنانی هاوکێشەی لێکەوتە خێرایی ئەوەی خوارەوەمان دەستدەکەوێت:

$$\Delta v_t = r\Delta\omega$$

بەدابەش کردنی هەردوولای هاوکێشەکەبەبەسەر Δt دا $\dfrac{\Delta v_t}{\Delta t} = r\dfrac{\Delta\omega}{\Delta t}$

ئەگەر ماوەکە Δt زۆر کەمبێت لای چەپی هاوکێشەکە گوزارشت لە لێکەوتە تاودانی خاڵەکە دەکات، وە هەروەها ڕێژەی گۆشە خێرایی بۆ کاتەکە لەلای ڕاست گوزارشت لە گۆشە تاودان دەکات لەبەر ئەوە لێکەوتە تاودان بەم شێوەیە دەبێت:

لێکەوتە تاودان

$$a_t = r\,\alpha$$

لێکەوتە تاودان = دوری نێوان تەن و تەوەرەی خولانەوە × گۆشە تاودان

دووبارە دەیڵێینەوە: گۆشە تاودان لەم هاوکێشەیەدا گۆشە تاودانی ساتی دەگەیەنێت. لەم هاوکێشەیەدا پێویستە یەکەی رادیەن rad بۆ پێوانی گۆشەکان بەکاربهێنرێت بە شێوەیەك کە یەکەی پێوانی گۆشە تاودان ببێتە rad/s^2.

لێکەوتە تاودان

تاودانی بەهێڵی ساتی تەنێکە بە ئاراستەی لێکەوتی جووڵەی بازنەیی تەنەکە. یان تێکڕای کاتی گۆڕانی بڕی خێرایی ساتی تەنێکە بە ئاراستەی لێکەوتی جووڵەی بازنەیی تەنەکە.

نموونە 1 (و)

لێکەوتە تاودان

پرسیارەکە

گۆشە تاودانی خولێنکەیەك لە کەرنەڤاڵێکی خۆشیدا $0.50\ rad/s^2$. دوری کچێك کە لەناو خولێنکەکەدا دانیشتوە لە چەقی خولانەوەوە چەندە ئەگەر لێکەوتە تاودانەکەی $3.3\ m/s^2$ بێت؟

شیکار

1. دەزانم

دراو: $\alpha = 0.5\ rad/s^2$ $\quad a_t = 3.3\ m/s^2$

نەزانراو: $r = ?$

2. پلاندادەنێم

هاوکێشەی لێکەوتە تاودان بەکاردەهێنم، وە دووبارە رێکیدەخەمەوە بۆ دەستکەوتنی r.

$$a_t = r\alpha$$

3. هەژماردەکەم

$$r = \frac{a_t}{\alpha} = \frac{3.3\ m/s^2}{0.50\ rad/s^2}$$

$$\boxed{r = 6.6\ m}$$

ڕاهێنانی 1 (و)

لێکەوتە تاودان

1. منداڵێکی وەستاو لەسەر پەیکەیەکی خولاوە لێکەوتە تاودانی بەهێڵی $1.5\ m/s^2$ی دەبێت. ئەگەر گۆشە تاودانی پەیکەکە $1.0\ rad/s^2$ بێت، دوری منداڵەکە لە تەوەرەی خولانەوەوە چەندە؟

2. گۆشە تاودانی چەرخەیەك (ڕەوڕەوەیەك) چەندە کاتێك لێکەوتە تاودانەکەی لە دوری $0.15\ m$ لە تەوەرەی خولانەوەوە بگاتە $9.4 \times 10^{-2}\ m/s^2$؛

چەقە تاودان Centripetal acceleration

لە **وێنەی 1-8** ئۆتۆمبێلێك لەسەر ڕێڕەوێکی بازنەیی دەجووڵێت بە لێکەوتە خێراییەکی نەگۆڕ $30\ km/h$. ئەم ئۆتومبیلە بە تاودانێکی دیاریکراو بە ئاراستەی چەقەکەی خێرادەبێت، سەرەڕای نەگۆڕی بڕی خێراییەکەی. بۆ زانینی هۆی ئەمە وا دابنێ ئەو هاوکێشەیەی کە پێناسەی تاودانەکە دەکات بریتییە لە:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{t_f - t_i}$$

سەرنج بدە کە تاودان لەهەر گۆڕانێکەوە کە بەسەر خێراییدابێت پەیدادەبێت. وە چونکە خێرایی هێندێکی ئاراستەییە، دوو ڕێگا هەیە بۆ دەستکەوتنی تاودان، یەکێکیان بە گۆڕانی بڕی خێرایی وە دووەمیان بە گۆڕانی ئاراستەکەی.

وێنەی 1-8
هەرچەندە ئۆتۆمبێلەکە بە خێراییەکی بڕنەگۆڕ $30\ km/h$ دەڕوات. بەڵام تاودانی هەیە چونکە ئاراستەی خێراییەکەی دەگۆڕێت.

ch1 2/1/18 9:46 AM Page 17

ئەو ئۆتۆمبێلەی کە لەسەر بازنەیەك بە خێراییەکی برنەگۆڕ دەجوولێت تاودانێکی دەبێت لە ئەنجامی گۆڕانی ئاڕاستەی خێراییەکەیەوە، بەم تاودانەش دەوترێت **چەقە تاودان** centripetal acceleration، وە بڕەکەی بەم هاوکێشەیە دەدۆزرێتەوە:

$$a_c = \frac{v_t^2}{r}$$

لە **وێنەی 1-9**(أ) تەنەکە یەکەمجار لە خاڵی A دەردەکەوێت بە لێکەوتە خێرایی $\vec{v}_i$ لە ساتی t_i، پاشان لە خاڵی B بە لێکەوتە خێرایی $\vec{v}_f$ لەساتێکی دواتردا t_f. وا دابنێ $\vec{v}_i$ و $\vec{v}_f$ تەنها لە ئاڕاستەدا جیاوازن بەڵام لەبڕدا یەکسانن.

دەتوانرێت گۆڕان لە خێرایی $\Delta\vec{v} = \vec{v}_f - \vec{v}_i$ بە هێڵکاری ڕوونکردنەوەیی دیاری بکرێت وەك لە سێگۆشەی ئاڕاستەدارەکان لە **وێنەی 1-9**(ب)دا دیارە. سەرنج بدە کاتێك Δt زۆر بچووك دەبێت (ونزیك دەبێتەوە لەسفر) بە نزیکەیی $\vec{v}_f$ تەریبی $\vec{v}_i$ دەبێت، وە بە نزیکەیی ئاڕاستەداری $\Delta\vec{v}$ لەسەر هەردووکیان ستون و بە ئاڕاستەی چەقی بازنەکە دەبێت. ئەمەش ئەوە دەگەیەنێت کە تاودانیش هەروەها بە ئاڕاستەی چەقی بازنەکە دەبێت، چونکە هەمان ئاڕاستەی $\Delta\vec{v}$ هەیە.

وە لەبەر ئەوەی لێکەوتە خێرایی بەگۆشە خێراییەوە پەیوەستە بەپێی ئەم هاوکێشەیە $v_t = r\omega$ دەتوانرێت گۆشە خێرایی بەکاربهێنرێت بۆ هەژمارکردنی چەقە تاودان.

چەقە تاودان

$$a_c = \frac{v_t^2}{r}$$

$$\text{چەقە تاودان} = \frac{(\text{لێکەوتە خێرایی})^2}{\text{دوری لەتەوەرەی خولانەوەوە}}$$

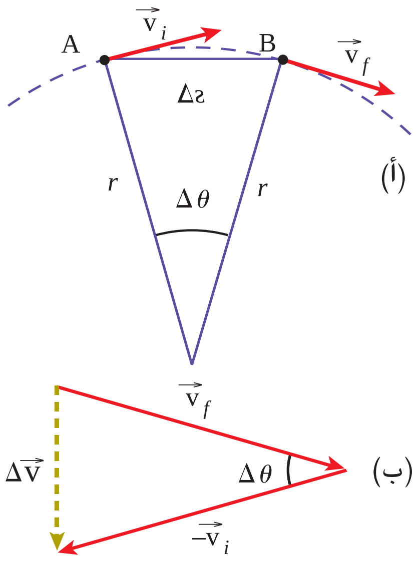
بەڵام $v_t = r\omega$

$$\therefore a_c = r\omega^2$$

چەقە تاودان = دوری لە تەوەرەی خولانەوە × $(\text{گۆشە خێرایی})^2$

چەقە تاودان

تێکڕای کاتی گۆڕانی ئاڕاستەی خێرایی تەنێکە کاتێ لەسەر ڕێڕەوێکی بازنەیی دەجولێت و بەرەو چەقی ڕێڕەوە بازنەییەکەیە.



$$\Delta\vec{v} = \vec{v}_f + (-\vec{v}_i) = \vec{v}_f - \vec{v}_i$$

وێنەی 1-9

(أ) کاتێك تەنەکە لە خاڵی (A)وە دەچێتە خاڵی B ئاڕاستەی خێراییەکە دەگۆڕێت.
(ب) کۆکردنەوەی ئاڕاستە دارەکان بەکاردەهێنرێت بۆ دەستکەوتنی گۆڕان لە خێرایی تەنەکەدا $\Delta\vec{v}$ ، وە بە شێوەیەکی ساتی بە ئاڕاستەی چەقی بازنەکەوە دەبێت.

نموونە 1 (ز)

چەقە تاودان

پرسیارەکە

ئۆتۆمبێلێك لە ڕێڕەوێکی بازنەییدا بە لێکەوتە خێراییەکی برنەگۆڕ دەسوڕێتەوە. ئەگەر ئۆتۆمبیلەکە 48.2 m دووربێت لە چەقی ڕێڕەوەکە و چەقە تاودانەکەی $8.05\ m/s^2$ بێت، لێکەوتە خێراییەکەی چەندە؟

شیکار

1. دەزانم

دراو: $r = 48.2\ m$ $a_c = 8.05\ m/s^2$

نەزانراو: $v_t = ?$

2. پلاندادەنێم

هاوکێشەی یەکەمی گۆشە تاودان بەکاردەهێنم، و دووبارە ڕێکیدەخەمەوە بۆ هەژمارکردنی v_t .

$$a_c = \frac{v_t^2}{r}$$

3. هەژماردەکەم

$$v_t = \sqrt{a_c r} = \sqrt{(8.05\ m/s^2)(48.2\ m)}$$

$$\boxed{v_t = 19.7\ m/s}$$

ch1 2/1/18 9:46 AM Page 20

ڕاهێنانی 1 (ز)

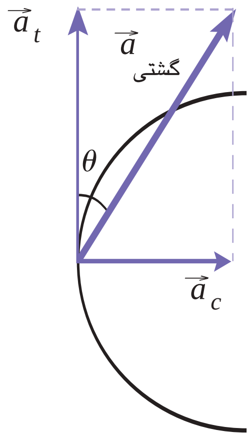
چەقە تاودان

.1 ئۆتۆمبیلێکی پێشبڕکێ لەسەر ڕێڕەوێکی بازنەیی بە گۆشە خێرایی 0.512 rad/s دەسوڕێتەوە. ئەگەر چەقە تاودانی ئۆتۆمبیلەکە $15.4\ m/s^2$ بێت، دوری نێوان ئۆتۆمبیلەکە و چەقی ڕێڕەوە بازنەیەکە چەندە؟

.2 تۆپەڵە قوڕێك لە دوری 0.20 m لە چەقەکەوە لەسەر ڕەوڕەوەیەکی لەگڵ دروستکراو (گلێنکە) دانراوە. ئەگەر گۆشە خێرایی ڕەوڕەوەکە 20.5 rad/s بێت. بڕی چەقە تاودانی تۆپەڵە قوڕەکەی سەر ڕەوڕەوەکە چەند دەبێت؟

ستونبوونی لێکەوتە تاودان وچەقە تاودان

لێکەوتە تاودان لە چەقە تاودان جیاوازە. بۆ تێگەیشتنی جیاوازییەکەیان، سەیری ئۆتۆمبیلێك دەکەین کە لەسەر ڕێڕەوێکی بازنەیی دەسوڕێتەوە. بە پێی ئەوەی کە جووڵەکەی بازنەییە بەردەوام چەقە تاودانی دەبێت، لە ئەنجامی گۆڕانی بەردەوامی ئاراستەی ڕۆیشتنەکەی، کەواتە ئاراستەی خێراییەکەی بەردەوام دەگۆڕێت. ئەگەر بڕی ئەو لێکەوتە خێراییە زیادیکرد یان کەمیکرد، ئەوا ئۆتۆمبیلەکە لێکەوتە پێکنەرێکی تاودانێکی دەبێت. بە کورتی، لێکەوتە تاودان لە گۆڕانی بڕی لێکەوتە خێراییەوە پەیدادەبێت بەڵام چەقە تاودان لە گۆڕانی ئاراستەی ئەو خێراییەوە پەیدا دەبێت.



وێنەی 1-10
دەتوانرێت ئاراستەی تاودانی گشتی بۆ تەنێك کە جوڵەی بەسوودی هەبێت بدۆزرێتەوە بە بەکارهێنانی نەخشەی سایەی پێچەوانە.

دۆزینەوەی تاودانی گشتی بەبەکارهێنانی بیردۆزی فیساگۆرس

کاتێك هەردوو پێکنەری تاودان لەهەمان کاتدا هەبێت، لێکەوتە تاودان لێکەوتی ڕێڕەوە بازنەیەکە و چەقە تاودان بە ئاراستەی چەقی ڕێڕەوەکە دەبێت. وە لەبەر ئەوەی ئەو دوو پێکنەرە ستوونن، دەتوانین تاودانی گشتی بەبەکارهێنانی بیردۆزی فیساگۆرس هەژماربکەین بەم شێوەی خوارەوە:

$$a_{\text{گشتی}} = \sqrt{a_t^2 + a_c^2}$$

ئاراستەی تاودانی گشتی دەوەستێتە سەر بڕی هەریەکە لە دوو پێکنەرەکەی تاودان، وەك لە **وێنەی 1-10** دیارە، وە دەتوانرێت ئاراستەکەی دیارییبکرێت بەبەکارهێنانی نەخشەی سایەی پێچەوانە:

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{a_c}{a_t}\right)$$

پێداچوونەوەی بەندی 1-2

.1 گۆیەك بە گۆشە خێراییەکی نەگۆڕ 5.0 rad/s لەسەر پەتێك کە درێژییەکەی 5.0 m دەسوڕێتەوە. لێکەوتە خێرایی گۆیەکە بدۆزەرەوە.

.2 ئەگەر لێکەوتە تاودانی تەنێك $+10.0\ m/s^2$ بێت، چی بەسەر گۆشە خێراییەکەیدا دێت؟

أ. کەم دەکات.

ب. وەك خۆی دەمێنێتەوە.

ج. زیاد دەکات.

.3 **فیزیا لە ژیانی ڕۆژانەدا:** ئەگەر گۆشە خێرایی پەپکەیەکی خولاوە 1.2 rad/s بێت، چەقە تاودانی ئەو کەسە چەندە کە لە دوری 12 m لە چەقی پەپکەکەوە وەستاوە؟

ch1 2/1/18 9:46 AM Page 19

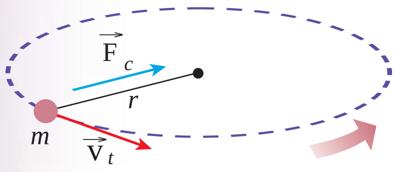
بەندی 3-1

ئەوهۆکارانەی جووڵەی بەسوڕ (بازنەیی) دروست دەکەن

Causes of Circular Motion

3-1 ئامانجەکانی بەندەکە

- ئەو هێزە هەژماردەکات کە جووڵەی بەسوڕ بەدیدێنێت.
- باسی ئەوە دەکات کە چۆن لە جووڵەی بازنەییدا، بارنەگۆڕی دەرچوونی تەنەکان بۆ دەرەوە لێکدەداتەوە.
- یاسای کێشکردنی گشتی نیوتن جێبەجێ دەکات بۆ دۆزینەوەی هێزی کێشکردن لە نێوان دووبارستاییدا.



وێنەی 11-1

گۆیەکە لە بازنەیەکدا دەسوڕێتەوە لە ئەنجامی چەقە هێزێك کە بەرەو چەقی بازنەکەیە لەو ڕێڕەوەدا دەیهێڵێتەوە.

چەقە هێز

بەرەنجامی هێزی کاریگەرە لەسەر تەنێك کە لە ڕێرەوێکی بازنەیی دا دەجووڵێت وە ئاراستەکەی بەرەو چەقی ڕێرەوەکەیە.

ئەو هێزەی کەجووڵەی بەسوڕ پەیدا دەکات

سەیری تۆپێك دەکەین کە بەسەری پەتێکەوە بەستراوە، وە لەسەر ڕێرەوێکی بازنەیی ئاسۆیی بە خێراییەکی بڕنەگۆڕ دەسوڕێتەوە وەك لە **وێنەی 11-1** دا دیارە. لەبەر ئەوەی ئاڕاستەی خێراییەکە بە بەردەوامی دەگۆڕێت لە کاتی جووڵە کردنەکەدا. ئەوا تۆپەکە چەقە تاودانێکی دەبێت بە ئاڕاستەی چەقی جووڵەکە کە بڕەکەی دەکاتە:

$$a_c = \frac{v_t^2}{r}$$

بارنەگۆڕیی تۆپەکە هەوڵدەدات پارێزگاری لەسەر ڕۆیشتنەکەی بکات بە هێڵێکی ڕاست، بەڵام پەتەکە ڕێ لەوە دەگرێت بۆ ئەوەش بە هێزێك کار لە تۆپەکە دەکات و لەسەر ڕێرەوێکی بازنەیی دەیجوڵێنێت، وەك وێنەی 11-1. دەتوانرێت یاسای دووەمی نیوتن بەکاربهێنرێت بۆ دۆزینەوەی بڕی ئەو هێزەی کە ئاڕاستەکەی ڕووەو چەقە:

$$F_c = ma_c$$

هێزی بەرئەنجام لەسەر تەنەکە ئاڕاستەکەی ڕووەو چەقی ڕێڕەوە بازنەیەکەیە هەر ئەویشە جووڵەی بەسوڕی تەنەکە پەیدادەکات، کە پێیدەوترێت چەقە هێز F_c.

ئەو هێزەی کە جووڵەی بە سوڕ پەیدادەکات

$$F_c = \frac{mv_t^2}{r}$$

ئەو هێزەی کە جووڵەی بەسوڕ پەیدا دەکات = $\dfrac{\text{بارستایی} \times (\text{لێکەوتە خێرایی})^2}{\text{دوری نێوان تەن و تەوەرەی خولانەوە}}$

$$F_c = mr\omega^2$$

ئەو هێزەی کە جووڵەی بەسوڕ پەیدادەکات = بارستایی × دوری لەتەوەرەوە × (گۆشە خێرایی)2

ئەو هێزەی کە جووڵەی بەسوڕ پەیدادەکات لە سیستمی نێودەوڵەتی یەکەکاندا بە نیوتن (N) دەپێورێت. ئەویش هیچ جیاوازییەکی نییە لەگەڵ ئەو هێزانەی کە لە پێشتردا خوێندراون. بۆ نموونە هێزی لێکخشاندنی نێوان تایەکانی ئۆتۆمبێلی پێشبڕکێ و زەوی چەقە هێزی پێویست پەیدادەکات بۆ ئەوەی ئۆتۆمبێلەکە بتوانێت بەردەوام بێت لەسەر جووڵە بەسوڕەکەی، وە هەروەها هێزی کێشکردنی نێوان زەوی و هەیڤ چەقە هێزی پێویست پەیدا دەکات بۆ هێشتنەوەی هەیڤ لە ڕێڕەوەکەی بە دەوری زەویدا.

ch1 2/1/18 9:46 AM Page 22

نموونە 1 (ح)

ئەو هێزەی کە جووڵەی بەسوڕ پەیدادەکات

پرسیارەکە

فرۆکەوانێك لە فرۆکەیەکدا بە لێکەوتە خێراییەك دەفرێت بڕەکەی **30.0 m/s** لەسەر ڕێڕەوێکی بازنەیی نیوە تیرەکەی **100.0 m**. ئەگەر بۆ هێشتنەوەی فرۆکەوانەکە لە ڕێڕەوە بازنەیەکەیدا پێویستمان بە هێزێك بێت بڕەکەی **635 N** بێت، بارستایی فرۆکەوانەکە چەندە؟

شیکار

1. دەزانم

دراو: $v_t = 30.0\ \text{m/s}$ $\quad r = 100.0\ \text{m}$ $\quad F_c = 635\ \text{N}$

نەزانراو: $m = ?$

2. پلاندادەنێم

هاوکێشەی هێز بەکاردەهێنم، و دووبارە ڕێکیدەخەمەوە بۆ هەژمارکردنی m .

$$F_c = m\frac{v_t^2}{r}$$

3. هەژماردەکەم

$$m = F_c\frac{r}{v_t^2} = 635\ \text{N}\frac{100.0\ \text{m}}{(30.0\ \text{m/s})^2}$$

$$\boxed{m = 70.6\ \text{kg}}$$

ڕاهێنانی 1 (ح)

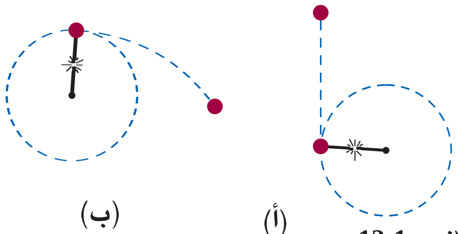
ئەو هێزەی کە جووڵەی بەسوڕ پەیدادەکات

1. منداڵێك لەسەر جۆڵانەیەك (دیلانێ)یەك دانیشتوە، جۆڵانەکە هەڵواسراوە بە لقی درەختێکەوە درێژی پەتەکەی 2.10 m، باوکی بە لێکەوتە خێرایی 2.50 m/s پاڵ بە منداڵەکەیەوە دەنێت. ئەگەر بڕی هێزی پێویست بۆ جووڵەی بازنەیی منداڵەکە 88.0 N بێت بارستایی منداڵەکە چەندە؟

2. ئۆتۆمبیلێك بارستاییەکەی 905 kg لە ڕێڕەوێکی بازنەییدا کەچێوەکەی 3.25 km دەسوڕێتەوە لێکەوتە خێرایی (خێرایی بەهێڵی) ئۆتۆمبیلەکە چەندە ئەگەر بڕی هێزی پێویست بۆ پەیداکردنی جووڵە بازنەیەکەی 2140 N بێت.

چەقە هێز و جووڵەی بەسوڕ

ئەو هێزەی کە پێویستە بۆ پەیداکردنی جووڵەی بەسوڕ ستون دەبێت لەسەر ئاراستەی جووڵەکە، لەبەر ئەوە هێزەکە ئاراستەی خێرایی ئەم جووڵەیە بە بەردەوامی دەگۆڕێت. وە ئەگەر کاریگەری ئەو هێزە نەما، ئەوا تەنەکە ناتوانێت لەسەر جووڵە بەسوڕەکەی بەردەوام بێت، بەڵکو درێژە بە ڕۆیشتنەکەی دەدات بە هێڵێکی ڕاست بە ئاراستەی لێکەوتی بازنەکە. بۆ تێبینی کردنی ئەوەش، سەیری ئەو تۆپە بکە کە لە **وێنەی 12-1** دا کە بەسەری پەتێکەوە بەستراوەو لە بازنەیەکی شاوڵیدا دەسوڕێتەوە. ئەگەر پەتەکە لەو ساتەدا بپچڕێت کە تۆپەکە لەو شوێنەدایە کە لە **وێنەی 12-1** (أ)دا دیارە. ئەوا ئەو هێزەی کە جووڵە بە سوڕەکە پەیدادەکات کاریگەری نامێنێت، وە تۆپەکە درێژە بە ڕۆیشتنەکەی دەدات بە ئاراستەیەکی ستون بەرەو سەرەوە تا زۆرترین بەرزی. وە بەردەوام دەبێت لەسەر جووڵەکەی وەك تەنێکی سەربەست کەوتوو لە ژێر کاریگەری کێشکردندا.



وێنەی 12-1

تۆپێکی بەستراو بەسەری پەتێکەوە لە بازنەیەکی شاوڵیدا دەسوڕێتەوە. کاتێ پەتەکە دەپچڕێت لە شوێنی (أ)دا تۆپەکە بەردەوام دەبێت لە جووڵەکەی بۆ سەرەوە تا دەگاتە زۆرترین بەرزی. ئینجا بەردەوام دەبێت لە جووڵەکەی لە باری کەوتنە خوارەوەی سەربەستدا. بەڵام ئەگەر پەتەکە لە شوێنی (ب)دا بچرا لە بەرزترین خاڵی ڕێڕەوە بازنەییەکەدا، تۆپەکە بەردەوام دەبێت لە ڕۆیشتنەکەی لە ڕێڕەوی برگەی هاوتادا.

بەڵام ئەگەر پەتەکە لەو کاتەدا پچڕا کە تۆپەکە لە بەرزترین شوێنی بازنەکەدابێت، وەك لە **وێنەی 1-12** (ب) ئەوا بە ئاڕاستەیەکی ئاسۆیی و لێکەوت بۆ بازنەکە دەردەچێت، وە بەردەوام دەبێت لە سەر ڕۆیشتنەکەی لە ڕێڕەوێکی برگە هاوتادا وەك جووڵەی تەنە هاوێژراوەکان.

جووڵەی بەخولی تەنێك

بۆ ئەوەی لە جووڵەی بەخولی تەنەکان تێبگەین، وا دادەنێن کە ئۆتۆمبیلێك بە خێراییەکی زۆر چووەناو پێچێکی بازنەیی لەلای چەپەوە. کاتێك شۆفێرەکە بە خێرایی بەرەو لای چەپ لادەدات، نەفەرەکە بەلای ڕاستدا بەخێرایی بەرەو دەرگای ئۆتۆمبێلەکە دەچێت. دەرگای ئۆتۆمبێلەکە ناهێڵێت نەفەرەکە لەناو ئۆتۆمبێلەکە دەرپەڕێت. چی پاڵ بە نەفەرەکەوە دەنێت بەرەو دەرگاکە لە بنەڕەتدا؟ یەکێك لە وەڵامە باوەکان ئەوەیە کە پێویستە هێزێك هەبێت بتوانێت پاڵ بە نەفەرەکەوە بنێت بۆ دەرەوە. ئەم هێزەش بە هەڵە پێی دەوترێت هێزی لە چەق دەرکەر (قوة الطرد المرکزیة)

لێکدانەوەی ڕاست بۆ ئەم دیاردەیە بەم شێوەیەیە: پێش چوونە ناووەی ئۆتۆمبێلەکە بۆ ناو ڕێڕەوە بازنەییەکە، نەفەرەکە لەناویدا لەسەر هێڵێکی ڕاست دەجووڵا، کاتێك ئۆتۆمبێلەکە دەچێتە ناو ڕێڕەوە لارەکەوە بەهۆی بارنەگۆڕییەوە نەفەرەکە هەوڵ دەدات لەسەر ڕێڕەوە بنەڕەتیەکەی بەهێڵێکی ڕاست لە ڕۆیشتنی بەردەوام بێت. ئەم لێکدانەوەیە لەگەڵ یاسای یەکەمی نیوتندا دەگونجێت کە دەڵێت ئارەزووی سروشتی تەنی جوڵاو ئەوەیە کە لەسەر هێڵێکی ڕاست بە خێراییەکی نەگۆڕ لە جووڵەکەیدا بەردەوام دەبێت، کە ئەمە دەبێتە هۆی لەگەڵ یەکتر تێکەڵبوونی بارنەگۆڕین و ئەوەی کە پێی دەوترێت هێزی لەچەق دەرکەر. ئەگەر چەقە هێزێك هەبێت کە بەشی ئەوە بکات جووڵەی بەسوڕ بە نەفەرەکە پەیدا بکات ئەوا لەگەڵ ئۆتۆمبێلەکە لە جووڵە بازنەییەکەی بەردەوام دەبێت. ئەو هێزەی کە جووڵەی بەسوڕ بە نەفەرەکە پەیدا دەکات لە هێزی لێکخشاندنی دەرکەوتوو لە نێوان شۆفێر و کورسی ئۆتۆمبێلەکەوە پەیدادەبێت. ئەگەر ئەم هێزی لێکخشاندنە بەش نەکات ئەوا نەفەرەکە لەکاتی پێچکردنەوەی ئۆتۆمبێلەکەدا لەسەر کورسیەکە دەخلیسکێت. ئەمەش لە ئەنجامی بارنەگۆڕی نەفەرەکەوە ڕوودەدات چونکە پاڵی پێوە دەنێت تاوەکو بەردەوام بێت لەسەر ڕۆیشتنەکەی بە ڕێڕەوێکی ڕاست. نەفەرەکە بەردەوام دەبێت لەسەر خلیسکانەکەی تا بەر دەرگاکە دەکەوێت و دەرگاکەش چەقە هێزی پێویستی بۆ دابین دەکات و وای لێدەکات بەردەوام بێت لەسەر جووڵە بەسوڕەکەی لەگەڵ ئۆتۆمبێلەکەدا. خلیسکانی نەفەرەکە بە ئاڕاستەی دەرگاکە لە ئەنجامی هێزێکی دەرکەری شاراوەوە نابێت، بەڵکو لە ئەنجامی نەبوونی چەقە هێزی پێویستە بۆ جووڵاندنی لەگەڵ ئۆتۆمبێلەکەدا دەبێت.

یاسای بۆ کێشکردنی گشتی نیوتن

دەزانین کە هەسارەکان بەدەوری خۆردا دەسوڕێنەوە بەخولگەی نیمچە بازنەیی. ئەو هێزەی کە ناهێڵێت هەسارەکان لەسەر ڕێڕەوی ڕاست بڕۆن بریتییە لە **هێزی کێش کردن** gravitational force. وەك لە پێشدا باسمان کرد. هێزی کێشکردن لە نێوان هەموو دوو تەنێکدا هێزێکی بوارییە، ئەگەر ئەو ناوەندەی کە لێکیان جیادەکاتەوە هەرچیەك بێت. ئەم هێزەش تەنها لە نێوان تەنە بارستایی گەورەکاندا نییە، وەك خۆرو زەوی و هەیڤ، بەڵکو لە نێوان هەموو دووتەنێکدا هەیە کە قەبارەکانیان هەر چەندێك بێت و پێکهاتەکانیشیان هەر چیەك بێت، بۆ نموونە هێزی کێشکردنی هاوبەش لە نێوان دوو کورسی ژووری پۆلێکدا هەیە، بەڵام بڕەکانیان زۆر بچووکە بە بەراورد بەو هێزی کێشکردنەی لە نێوان هەیڤ وزەویدا هەیە. هێزی کێشکردن ڕاستەوانە دەگونجێت لەگەڵ سەرئەنجامی لێکدانی بارستایی دووتەنەکە.

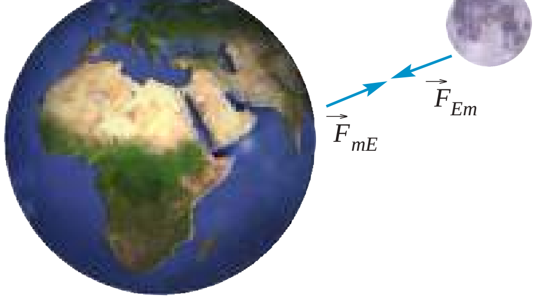
فیزیا و ژیان

1. پیزا Pizza لەپێناو دروستکردنی تەنکۆڵەی پیزا هەویرەکەی لە هەوادا دەخولێننەوە دوای ئەوەی بە توندی بایدەدەن. بۆچی لەهەوادا خولانەوەی هەویرەکەی پیزا دەبێتە هۆی زیاد بوونی ڕووبەرەکەی؟

2. جۆلانەی بازنەیی لە وێنەکەی خوارەوەدا جۆڵانەکەو نەفەرەکانی ناوی کە لەسەر کورسیەکان دانیشتوون کە بە چەند پەتێکی ستوونی بەسەرەوە بەستراون خول دەخوات. لەبەر چی جۆڵانەکە لادەدات و لەچەقەکە دور دەکەوێتەوە کاتێك ستونی جۆڵانەکە دەست بە خولانەوە دەکات.

هێزی کێشکردن

هێزی یەکتر کێشکردنی ئاڵوگۆڕە لە نێوان هەموو دوو تەنێکدا.



وێنەی 13-1
هێزی کارلێکردن لە نێوان زەوی و هەیڤدا بریتییە لە هێزی کێشکردن، بەپێی یاسای سێیەمی نیوتن: $\vec{F}_{Em} = -\vec{F}_{mE}$

هێزی کێشکردنی نێوان دووتەن هەر یەکەیان بە ئاڕاستەی ئەوی تر ڕادەکێشێت. **وێنەی 13-1** ئەو کارلێککردنە ڕووندەکاتەوە کە لە نێوان زەوی وهەیڤدا هەیە، هێزی کارلێککردنەکە کێشکردن دەبێت. بیرت دەخەینەوە کە دەقی یاسای سێیەمی نیوتن دەڵێت ئەو هێزەی کە زەوی کاری پێدەکاتە سەر هەیڤ $\vec{F}_{Em}$. لە بڕدا یەکسان ولە ئاڕاستەشدا پێچەوانەی ئەو هێزەیە کە $\vec{F}_{mE}$ هەیڤ کاری پێدەکاتە سەر زەوی.

پشتبەستنی هێزی کێشکردن بە دوری نێوان بارستاییەکان

ئەگەر r دوری نێوان چەقی دووبارستایی m_1 و m_2 بێت، ئەوا بڕی هێزی کێشکردنی نێوانیان بەپێی ئەم هاوکێشەیەی خوارەوە دەدۆزرێتەوە:

یاسای نیوتن بۆ کێش کردنی گشتی

$$F_g = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$\text{هێزی کێشکردن} = \text{نەگۆڕی کێشکردنی گشتی} \times \frac{\text{بارستایی } 1 \times \text{بارستایی } 2}{(\text{دوری نێوان چەقی دووبارستاییەکە})^2}$$

G نەگۆڕە و پێی دەوترێت نەگۆڕی کێش کردنی گشتی، وە دەتوانرێت بۆ هەژمارکردنی هێزی کێش کردن لە نێوان هەموو دووبارستاییەك بەکاربهێنرێت. وە نرخی تاقیگەیی ئەم نەگۆڕە بریتییە لە:

$$G = 6.673 \times 10^{-11}\ \frac{\text{N.m}^2}{\text{kg}^2}$$

یاسای کێش کردنی گشتی بە یەکێك لە نموونەکانی یاسای هەڵگەڕاوەی دووجا دادەنرێت، وە ئەمەش چونکە هێزەکە ڕاستەوانە دەگونجێت لەگەڵ هەڵگەڕاوەی دووجای دوری جیاکەرەوەی نێوانیان. ئەوش ئەوە دەگەیێنێت کە هێزی کێشکردن لە نێوان دوو بارستاییەکاندا کەمدەکات بە پێی زیاد بوونی دوری نێوان چەقەکانیان.

کاریگەری هێزی کێشکردن لە چەقی بارستاییەکی گۆییدا

ئەو هێزەی کە بارستاییەکی گۆیی کاری پێدەکاتە سەر تەنۆلکەیەك کە دەکەوێتە دەرەوەی گۆیەکە لەو هێزە دەچێت کە تەنۆلکەیەك هەمان بارستایی گۆیەکی هەبێت و لە چەقی گۆیەکە دانرابێت و کار بکاتە سەر تەنۆلکەی یەکەم. بۆ نموونە ئەو هێزەی گۆی زەوی کارییپێدەکاتە سەر تەنێك بارستاییەکەی m و لەسەر ڕووی زەوی دانراوە ئەم بڕەی دەبێت:

$$F_g = G\frac{M_E\, m}{R_E^2}$$

M_E بارستایی گۆی زەوییە وە R_E نیوە تیرەکەیەتی، وە ئاڕاستەی ئەم هێزە ڕووەو چەقی زەوی دەبێت. سەرنج بدە کە ئەم هێزە لە ڕاستیدا کێشی ئەو بارستاییەیە یا mg وە بڕەکەی دەکاتە

$$mg = G\frac{M_E\, m}{R_E^2}$$

بە لە جیاتی دانانی نرخی ڕاستەقینەی بارستایی زەوی و نیوە تیرەکەی دەتوانین نرخی g بدۆزینەوە، وە بەراوردی بکەین بە تاودانی کەوتنە خوارەوەی سەربەست کە لەم کتێبەدا بەکارهاتووە.

ئایا دەزانیت؟

لە پێشنیارەکەی گەردون ناس کیپلەردا هاتووە کە هەسارەکان بە دەوری خۆردا لەسەر ڕێرەوێکی هێلکەیی دەسورێتەوە. لەگەڵ ئەوەشدا هەندێك لە زاناکان بڕوایان وابوو کە زەوی چەقی کۆمەڵەی خۆرە تا ئیسحاق نیوتن سەلماندی کە بۆی هەیە پێشبینی بە ڕێرەوی هێلکەیی بکرێت بە بەکارهێنانی یاساکانی جوولە.

وە بەپێ ی یاسای سێیەمی کیپلەر دەتوانین خێرایی خولگەو کاتەلەرەی خولگەیی بنوسین:

$$V = \sqrt{\frac{MG}{R}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{MG}}$$

دەتوانین m لەهەردوو لای هاوکێشەکەدا کورت بکەینەوە، بەمەش ئەوەمان بۆ دەردەچێت:

$$g = G\frac{M_E}{R_E^2} = \left(6.673 \times 10^{-11}\,\frac{N{\bullet}m^2}{kg^2}\right)\frac{5.98 \times 10^{24}\,kg}{(6.37 \times 10^6\,m)^2} = 9.83\,m/s^2$$

ئەمەش بڕێکە نزیکە لەو بڕەی کە لەم کتێبەدا بەکارهاتووە. جیاوازییەکەی نێوانیان لە ئەنجامی نزیکخستنەوەی هەردوو بڕی بارستایی زەوی و نیوەتیرەکەیدایە.

نموونە 1 (ط)

هێزی کێشکردن

پرسیارەکە

دوری نێوان چەقی دوو تۆپی بلیارد بدۆزەوە، بارستایی یەکەمیان **0.300 kg** وە بارستایی دووەمیشیان **0.400 kg** و بڕی هێزی کێشکردنی نێوانیان **8.92×10^{-11} N** .

شیکار

1. دەزانم

دراو: $m_1 = 0.300$ kg $\quad m_2 = 0.400$ kg $\quad F_g = 8.92 \times 10^{-11}$ N

نەزانراو: $r = ?$

2. پلاندادەنێم

هاوکێشەی یاسای نیوتن لە کێشکردنی گشتیدا بەکاردەهێنم،

$F_g = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$ وە دووبارە ڕێکیدەخەمەوە بۆ دۆزینەوەی r:

3. هەژماردەکەم

$$r^2 = \frac{G}{F_g}m_1m_2 = \frac{6.673 \times 10^{-11}\,\frac{N{\bullet}m^2}{kg^2}}{8.92 \times 10^{-11}\,N}(0.300\,kg)(0.400\,kg) = 8.97 \times 10^{-2}\,m^2$$

$$\boxed{r = \sqrt{8.97 \times 10^{-2}\,m^2} = 3.00 \times 10^{-1}\,m}$$

ڕاهێنانی 1 (ط)

هێزی کێشکردن

1. لە نموونەی 1 (ط)دا ئەگەر بارستایی هەریەکە لە دوو گۆیەکە 0.800 kg بێت. دوری نێوان چەقەکانی دوو گۆیەکە پێویستە چەند بێت بۆ ئەوەی بڕی هێزی کێشکردنی نێوانیان وەک نموونەی 1 (ط) بمێنێتەوە؟ بارستایی چۆن کار لە هێزی کێشکردن دەکات؟

2. بڕی هێزی کێشکردن بدۆزەوە کە کاردەکاتە سەر کەسێك بارستاییەکەی 67.5 kg لەسەر ڕووی هەریەکە لەم هەسارانەی خوارەوە وەستاوە:

	هەسارە	m	r
أ.	زەوی	5.98×10^{24} kg	6.37×10^6 m
ب.	مەریخ	6.34×10^{23} kg	3.43×10^6 m

پێداچوونەوەی بەندی 3-1

1. گالیسکەیەکی خلیسکاو لەناو ئەڵقەیەکی شاوڵیدا بە خێراییەکی بڕ نەگۆڕ دەجووڵێت بە جۆرێك سواربووی گالیسکەکە لە بەرزترین خاڵدا سەرەوژێر دەبێتەوە. ئاڕاستەی ئەو هێزە چۆن دەبێت کەوا لە گالیسکەو کەسەکەی ناوی دەکات لە بازنەکەدا بسوڕێنەوە. چی ئەم هێزە دروست دەکات؟

2. لەم بارانەی خوارەوەدا، ئەو هێزە دیاری بکە کە جووڵەی بەسوڕ پەیدادەکات:

أ. پاسکیل سوارێك کە لەسەر ڕێڕەوێکی بازنەیی ئاسۆیی دەڕوات.

ب. ماتۆڕێك کە لەسەر ڕێڕەوێکی بازنەیی ئاسۆیی دەڕوات.

ج. خلیسکێنەیەك لە نزیك گۆشەی مەیدانی پێشبڕکێیەکەوە پێچ دەکاتەوە.

3. **فیزیا لە ژیانی ڕۆژانەدا:** کوڕێك بارستاییەکەی 90.0 kg لەناو خولێنکەیەکی شاری یاریدا کە بە گۆشە خێرایی 1.15 rad/s دەخولێتەوە دادەنیشێت. ئەگەر نیوە تیرەی خولێنکەکە 11.5 m بێت، بڕی ئەو هێزە چەندە کە جووڵەی بەسوڕ بەکوڕەکە پەیدادەکات؟

ch1 2/1/18 9:46 AM Page 25

پوختەی بەشی 1

بیرۆکە بنچینەییەکان

بەندی 1-1 پێوانەکردنی جووڵەی بەخول

- ناوەندە گۆشە خێرایی تەنێکی پتەوی خولاوە W_{avg} پێناسە دەکات بە ڕێژەی گۆشە لادان $\Delta\theta$ بۆکاتی خایەنراو Δt.
- ناوەندە گۆشە تاودانی تەنێکی پتەوی خولاوەیە α_{avg} پێناسە دەکات بە ڕێژەی گۆڕان لە گۆشە خێرایی $\Delta\omega$ بۆ کاتی خایەنراو Δt.

بەندی 1-2 لێکەوتە تاودان وگۆشە تاودان

- هەرخاڵێکی تەنێکی ڕەق کە بە دەوری تەوەرەیەکدا دەخولێتەوە لێکەوتە خێرایی دەبێت و لەسەر گۆشە خێرایی تەنەکە بەندە. ئەگەر گۆشە خێرایی تەنەکە بگۆڕێت لێکەوتە خێرایی هەر خاڵێکی ئەو تەنە دەگۆڕێت.
- جووڵەی بەسوڕی ڕێك پەیدا دەبێت کاتێك تاودان بڕ نەگۆڕ و ستون لەسەر لێکەوتە خێرایی هەبێت.

بەندی 1-3 ئەو هۆکارانەی جووڵەی بەسوڕ دروست دەکەن

- هێزی کاریگەری سەر تەنێك کە جووڵەیەکی بەسوڕی ڕێکی هەیە هەمیشە بەرەو چەقی بازنەکە دەبێت.
- لە نێوان هەموو دوو تەنێك لە گەردووندا هێزی کێشکردن هەیە ڕاستەوانە دەگونجێت لەگەڵ هەر یەك لە سەرئەنجامی لێکدانی بارستاییەکانیان وهەڵگەڕاوەی دووجای دوری نێوان چەقەکانیان.

هێمای گۆڕاوەکان (هێندەکان)

هێندەکە	یەکەکەی
s درێژی کەوانە	m
$\Delta\theta$ گۆشە لادان	rad
ω گۆشە خێرایی	rad/s
α گۆشە تاودان	rad/s^2
v_t لێکەوتە خێرایی	m/s
a_t لێکەوتە تاودان	m/s^2
a_c چەقە تاودان	m/s^2
F_c چەقە هێز	N
G نەگۆڕی کێش کردنی گشتی	$\frac{N \cdot m^2}{kg^2}$

زاراوە بنچینەییەکان

جووڵەی بەخول
(لا 4) Rotational motion

ڕادیان (لا 5) Radian

گۆشە لادان
(لا 6) Angular displacement

گۆشە خێرایی
(لا 7) Angular speed

گۆشە تاودان
(لا 9) Angular acceleration

لێکەوتە خێرایی
(لا 13) Tangential speed

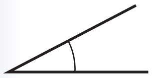
لێکەوتە تاودان
(لا 15) Tangential acceleration

چەقە تاودان
(لا 17) Centripetal Acceleration

هێزی کێشکردن
(لا 21) Gravitational force

هێمای هێڵکارییەکان

جووڵەی بەخول


دیاریکردنی گۆشە

ch1 2/1/18 9:46 AM Page 28

پێداچوونەوەی بەشی 1

پێیدابچۆرەوە و هەڵیبسەنگێنە

پێوانەکردنی جووڵەی بەخول

پرسیارەکانی پێداچوونەوە

1. بڕی π رادیەن (π rad) بە پلە چەندە؟ وە ژمارەی خولەکانی چەندە؟

2. جیاوازی بکە لە نێوان خێرایی بەهێڵ و گۆشە خێرایی.

3. ئایا هەموو خاڵەکانی ڕەوڕەوەیەک کاتێک بەدەوری تەوەرەیەکی جێگیردا دەخولێتەوە هەمان گۆشە خێراییان دەبێت؟

پرسیارەکانی ڕاهێنان

4. یەکێک لە کورسیەکانی چەرخ وفەلەکێک گۆشە لادانی 0.34 rad دەبڕێت لەسەر کەوانەیەک کە درێژییەکەی 12 m. نیوە تیرەی چەرخەکە چەندە؟

5. خاڵێک لەسەر چێوەی چەرخەیەک (ڕەوڕەوەیەک) کەوانەیەک دەبڕێت درێژییەکەی 2.5 m کاتێک بە گۆشەی 35° دەخولێتەوە. ئەگەر چەرخەکە بە گۆشەی 35 rad بخولێتەوە و پاشان 35 خول ببڕێت، خاڵەکە دوو کەوانە دەبڕێت کە درێژییەکانیان یەک بەدواییەک 143 m و 9.0×10^2 m. نیوە تیرەی چەرخەکە چەندە؟

6. کاتی پێویست چەندە بۆ ئەوەی میلی چرکەژمێری کاتژمێرێک گۆشەی 4.00 rad بخولێتەوە.

7. درێلێکی کارەبایی لە وەستانەوە بە گۆشە تاودانێکی نەگۆڕ دەخولێتەوە، گۆشە خێراییەکەی دەگاتە 2628 rad/s لە ماوەی 3.20 s .

أ. گۆشە تاودانە نەگۆڕەکەی درێلەکە بدۆزەوە.

ب. گۆشە لادانی درێلەکە لەو ماوەیەدا بدۆزەوە.

لێکەوتە تاودان و چەقە تاودان

پرسیارەکانی پێداچوونەوە

8. ئایا هەموو خاڵەکانی چەرخەیەک کاتێک بە دەوری تەوەرەیەکی جێگیردا دەخولێتەوە، هەمان لێکەوتە خێراییان دەبێت؟

9. ئەم دەقە ڕاست بکەرەوە: ئۆتۆمبێلێک بە خێراییەکی نەگۆڕ 145 km/h دەچێتە پێچێکەوە.

10. وەسفی ڕێڕەوی تەنێکی جووڵاو بکە کە تاودانەکەی برنەگۆڕە و ئاراستەکەشی ستوونە لەسەر خێراییەکەی.

11. تەنێك لە ڕێڕەوێکی بازنەیدا بە خێراییەکی برنەگۆڕ v دەجولێت.

أ. ئایا خێرایی تەنەکە نەگۆڕە؟ باسی بکە

ب. ئایا تاودانەکەی نەگۆڕە؟ باسی بکە

پرسیار دەربارەی چەمکەکان

12. نموونەیەك بهێنەوە کە تیایدا ئۆتۆمبێلێکی جووڵاو چەقە تاودانی هەبێت بەڵام لێکەوتە تاودانی نەبێت.

13. ئایا دەگونجێت ئۆتۆمبێلێك لەسەر ڕێڕەوێکی بازنەیی بڕوات بە جۆرێك لێکەوتە تاودانی هەبێت بەڵام چەقە تاودانی نەبێت؟

14. هەردوو پایدەری بەنزین و برێك (ئستۆپ) یەك بەدواییەك بەکاردەهێنرێت بۆ گۆڕینی خێرایی ئۆتۆمبێل (خێراکردن و هێواش کردنەوەی ئۆتۆمبێل) واتە (تاودانی ئۆتۆمبێلەکە). ئایا ستێرنی ئۆتۆمبێلەکە دەتوانێت ئەم کردارە ئەنجام بدات؟ واتە خێرایی بگۆڕێت باسی بکە.

پرسیارەکانی ڕاهێنان

15. زیخێك (چەوێك) لە درزی تایەی ئۆتۆمبێلێکەوە کە نیوە تیرەکەی 32 cm دەردەپەڕێ. ئەگەر بڕی لێکەوتە خێرایی زیخەکە 49 m/s بێت. گۆشە خێرایی تایەکە چەندە؟

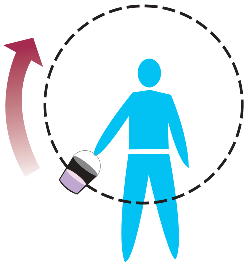
16. یەکێك کۆمەڵە کلیلێکی هەڵواسراو بە زنجیرێکەوە هەڵدەسوڕێنێت، ئەگەر چەقە تاودانی کلیلەکان $145\ m/s^2$ و درێژی زنجیرەکە 0.34 m بێت، لێکەوتە خێرایی کلیلەکان چەند دەبێت؟

هۆکارەکانی دروستبوونی جووڵەی بەسوڕ

پرسیارەکانی پێداچوونەوە

17. بێنە پێش چاوت، تەنێکی قورس بە سەرێکی سپرینگێکەوە دەبەستیت و بە دەوری سەرەکەی تریدا لە بازنەیەکی ئاسۆیدا دەیجوڵێنیت، ئایا درێژی سپرینگەکە زیاد دەکات؟ وەڵامەکەت ڕوونبکەرەوە بە پێی ئەو هێزەی کە جووڵەی بەسوڕ دروست دەکات.

.18 لەبەر چی ئاوی ناو سەتڵێک نارژێت کاتێک بەخێراییەکی گونجاو لە بازنەیەکی شاوڵیدا دەسوڕێنرێتەوە؟ وەک لە **وێنەی 14-1** دا دیارە.



وێنەی 14-1

.19 جیاوازی نێوان چەقە تاودان و گۆشە تاودان باس بکە.

.20 رای خۆت بڵێ لەسەر ئەم دەقە «لە شوێنە دوورەکانی بۆشایی ئاسماندا کێش کردن نیە».

پرسیار دەربارەی چەمکەکان

.21 روونی بکەرەوە لەبەر چی زەوی بە تەواوی شێوەی گۆیی نیە وە لەبەر چی لە هێڵی یەکسانیدا هەڵئاوساوە؟

.22 بە هۆی خولانەوەی زەوییەوە ئایا کێشەکەت لە هێڵی یەکسانیدا گەورەتردەبێت یان لە دوو جەمسەرەکەدا؟ باسی بکە.

.23 لەبەر چی ئەو تۆپەڵە قوڕانەی بە لێواری تایەی ئۆتۆمبێلێکەوە نوساون دەردەپەڕن کاتێک تایەکە بە خێراییەکی زۆر دەخولێتەوە؟

.24 کەشتیەوانەکانی بۆشایی ئاسمان لە کەشتیەکی ئاسمانیدا هەست بە نەمانی کێشیان دەکەن هەرچەندە کێشەکەشیان سفر نییە؟

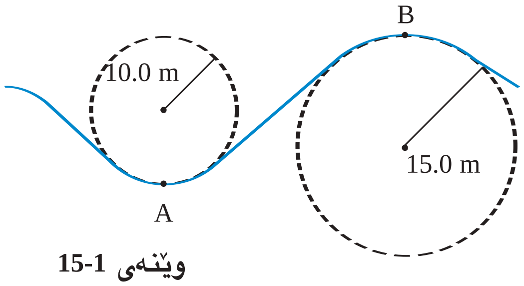
.25 کچێک گۆیەکی بە سەری پەتێکەوە بەستووە لە بازنەیەکی شاوڵیدا دەیجوڵێنێت. ئایا لە نزمترین خاڵی ڕێڕەوی گۆیەکەدا هێزی گرژی پەتەکە گەورەتردەبێت لە کێشی گۆیەکە؟

پرسیارەکانی ڕاهێنان

.26 لە **وێنەی 15-1** دا ئۆتۆمبێلێکی یاری منداڵان بەرەو خاڵی A دەخلیسکێت ئینجا سەردەکەوێت بۆ لوتکەی B.

أ. خێرایی ئۆتۆمبێلکە لە خاڵی Aدا 20.0 m/s ، لەو کاتەدا بەرەنجامی هێزی سەر ئۆتۆمبێلەکە رووەو چەق 2.06×10^4 N ، ئایا بارستایی ئۆتۆمبێلەکە چەندە؟

ب. گەورەترین خێرایی چەندە کە ئۆتۆمبێلەکە پەیدای دەکات لە B دا بەشێوەیەک تەنها لە ژێر کاریگەری کێش کردندا لەسەر ڕێڕەوەکەی بمێنێتەوە؟



وێنەی 15-1

پێداچوونەوەی گشتی

.27 زەوی هەر 365.25 رۆژجارێک بە دەوری خۆردا دەسوڕێتەوە. ناوەندە گۆشە خێرایی سوڕانەوەکەی بدۆزەوە بە یەکەی rad/s.

.28 حەوزی جلشۆرێکی کارەبایی لە وەستانەوە دەست بە خولانەوە دەکات، گۆشە خێراییەکەی دەگاتە 11π rad/s لە ماوەی 8.0 s دا. لەوکاتەدا کە لە ڕێگای سویچەکەیەوە وزەی لێدەبڕێت، خێرایی خولانەوەی حەوزەکە هێواش دەبێتەوە تا بە تەواوی پاش 12.0 s دەوەستێت. ژمارەی ئەو خولانە چەندە کە حەوزەکە تەواوی کردوە لە هەر یەکە لە ماوەی ئیش پێکردن و وەستانەوەیدا ئەگەر وا دابنێین کە گۆشە تاودانەکەی نەگۆڕە؟

.29 فڕۆکەیەک لە ڕێڕەوێکی بازنەیی ئاسۆیی دا دەفڕێت، بە خێراییەک برەکەی 105 m/s . فڕۆکەوانەکە کە بارستایی 80.0 kg نایەوێت چەقە تاودان لە حەوت ئەوەندەی تاودانی کەوتنە خوارەوەی سەربەست تێپەڕبکات.

أ. کەمترین نیوەتیرەی ڕێڕەوەکە چەندە کە دەکرێت فڕۆکەکە پێی بفڕێت.

ب. لەگەڵ ئەم نیوەتیرەی ڕێڕەوەدا ئەو هێزە بەرەنجامەی جووڵەی بەسوڕ بۆ فڕۆکەوانەکە پەیدادەکات چەندە؟ وە ئەو بەرەنجامەی کە هێزی لێکخشاندنی کورسی و پشتێنی سەلامەتی دروستی دەکات چەندە؟

.30 ئۆتۆمبێلێک بە خێرایی 30.0 m/s دەڕوات لەکاتی برێک گرتندا ڕوو بە ڕووی تاودانێکی نێگەتیڤ دەبێتەوە برەکەی $2.00\ m/s^2$. هەرتایەیەک چەند خول دەخولێتەوە تا تایەی ئۆتۆمبیلەکە بە تەواوی دەوەستێت. وا دابنێ تایەکان ناخلیسکێن وە نیوە تیرەی هەریەکەیان 0.300 m ؟

.31 دراوێکی کانزایی تیرەکەی 2.40 cm لەسەر ڕێڕەوێکی ئاسۆیی فڕێدرا دەستی بە خلۆربونەوەکرد بێ خلیسکان سەرەتا بە گۆشە خێرایی 18.0 rad/s. پاشان هێواش بووەوە بە گۆشە تاودانێک برەکەی $1.90\ rad/s^2$، ئەو دورییە چەندە کە لە خلۆربونەوەکەیدا دەیبڕێت پێش ئەوەی بوەستێتەوە؟

32. بارستاییەك بە پەتێکەوە بەسترا درێژییەکەی 50.0 cm و لەسەر ڕێڕەوێکی بازنەیی لە وەستانەوە دەست بە جووڵە دەکات، 40 خولی تەواو دەبڕێت لە ماوەی 1.00 min دا بەر لەوی بگاتە گۆشە خێراییە کۆتاییەکەی. گۆشە خێراییەکەی پاش تێپەڕبوونی 1.00 min چەندە؟

33. ئۆتۆمبێلێك کێشەکەی 13500 N بە خێراییەك دەڕوات بڕەکەی 50.0 km/h لەسەر ڕێڕەوێکی بازنەیی کە نیوە تیرەکەی 2.00×10^2 m ئەمانە بدۆزەرەوە:

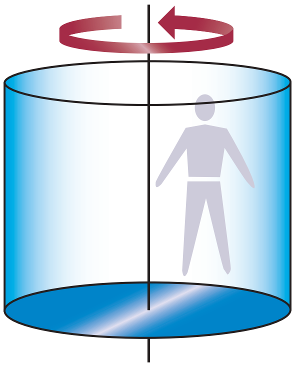
أ. چەقە تاودانی ئۆتۆمبێلەکە.

ب. کەمترین نرخی هاوکۆلکەی وەستاوە لێکخشاندنی نێوان تایەکان و زەویەکە کەوا لە ئۆتۆمبێلەکە بکات بتوانێت لەسەر ڕێڕەوە بازنەییەکەی بە سەلامەتی پێچ بکاتەوە.

34. ئۆتۆمبێلێك بارستاییەکەی 2.00×10^3 kg لەسەر ڕێڕەوێکی بازنەیی دەڕوات نیوە تیرەکەی 20.0 m. ئەگەر ڕێگاکە تەخت بێت و هاوکۆلکەی وەستاوە لێکخشاندنی نێوان تایەکان و ڕێگاکە 0.70 بێت. گەورەترین خێرایی چەندە کە ئۆتۆمبێلەکە دەتوانێت پێی بڕوات بێ ئەوەی بخلیسکێت؟

35. پارچەیەك مس لە دوری 30.0 cm لە چەقی مێزێکی پۆلایی کە توانای خولانەوەی هەیە دادەنرێت. هاوکۆلکەی وەستاوە لێکخشاندنی نێوان مسەکەو مێزەکە 0.53. مێزەکە لە وەستانەوە دەست بە خولانەوە دەکات بە گۆشە تاودانێکی نەگۆڕ، بڕەکەی $0.50\ rad/s^2$. ئەو کاتە چەندە کە دوای ئەوە پارچە مسەکە دەست بە خلیسکان دەکات لەسەر مێزەکە؟ (تێبینی: بڕی هێزە ئەستونەکە لەم بارەدا یەکسانە بە بڕی کێشی پارچەمسەکە).

36. لە شاری یاریدا، لولەکێکی گەورە نیوەتیرەکەی 3.00 m بە گۆشە خێراییەك کە بڕەکەی 5.00 rad/s دەخولێتەوە، وەك لە وێنەی **1-15** دا دیارە. یاری زانەکان بە دیواری ناوەوەی لولەکەکەوە دەنوسێن بێ ئەوەی بەربنکەکەی بکەون. کەمترین هاوکۆلکەی لێکخشاندنی نێوان جلەکانی یاریزانەکەو دیواری لولەکەکە چەندە کە بەشی ئەوە بکات نەهێڵێت یاریزانەکە بخلیسکێتە خوارەوەی دیوارەکە؟ (تێبینی: لە بیرت بێت $F_s = \mu_s F_n$ بە شێوەیەك هێزی ئەستوونەکە ئەو هێزەیە کە جووڵەی بە سوڕ پەیدادەکات.



وێنەی 1-15

پرۆژە و ڕاپۆرتەکان

1. پاسکیلێك سەرەو ژێر هەڵبگێڕەوە دوو نیشانە لەسەر یەکێك لە تەلەکانی تایەی پێشەوەی دابنێ، یەکێکیان نزیك لە لێواری تایەکە ئەویتریان لە نزیك تەوەرەکەیەوە بێت. تایەی پێشەوە بخولێنەوە، کام لە دوو خاڵەکە خێراتر دێتەبەر چاوت؟ داوا لە دوو لە هاوڕێکانت بکە ئەو خولانە بژمێرن کە هەریەکە لە دوو خاڵەکە دروستی دەکەن. گۆشە خێرایی و خێرایی بە هێڵی هەریەکەیان هەژماربکە. تاقیکردنەوەکە دووبارە بکەوە بۆ دوو خاڵی تر. هێڵکارییەکی ڕوونکردنەوەیی دابنێ پەیوەندی نێوان خێرایی بەهێڵ و گۆشە خێرایی شیبکەرەوە.

2. کاتێك پاسکیلێك لێدەخوریت جووڵە بەخولەکە لە پایدەرەکانەوە دەگوازرێتەوە بۆ تایە لاستیکەکەی دواوە بە هۆی ڕەوڕەوە داناویەکەی پێشەوە و زنجیرەکەو ڕەوڕەوە داناویەکەی دواوە. لە پەیوەندی ئەم پێکهێنەرانە بکۆڵەوە، وە جیاوازی نێوان هەریەکە لە گۆشە خێرایی و خێرایی بەهێڵ بپێوە لە شوێنێکەوە بۆ شوێنێکی تری پاسکیلەکە. خێرایی ڕەوڕەی دواوە بەراوردبکە بە گۆشە خێرایی پایدەرەکان. ئەوەی پێی دەگەی لەبەردەم هاوڕێکانت بیخەڕوو.

3. توێژینەوەیەك ئەنجامبدە، دەربارەی پەرەسەندنی مێژوویی چەمکی هێزی کێشکردن. سەرنجی چۆنیەتی پێشکەوتنی بیری زاناکان بدە لەسەر کێشکردن لەگەڵ تێپەڕ بوونی کاتدا. هاوبەشی زاناکان لەم بوارەدا دیاربکە، وە چۆن هەریەکە لە گالیلۆ و نیوتن و ئاینشتاین سوودیان لە هاوبەشی زاناکانی پێش خۆیان وەرگرتووە؟ شیبکەرەوە وە پیایدا بچۆرەوە ڕەخنەبگرە لە لێکدانەوە زانستیە جیاوازەکانی کێشکردن. تیشکێك بخە سەر گریمانەکان و بیردۆزەکانی هەموو زاناکان. خاڵی بەهێز و خاڵی لاوازی هەریەك لەم بیردۆزانە چییە؟ زاناکان ئەمڕۆ چۆن دەڕواننە کێشکردن؟ بەڵگە زانستیەکان و زانیارییەکانی تر بەکاربهێنە بۆ پشتگیری وەڵامەکانت. ڕاپۆرتێك بنووسە یان پێشکەش کردنێکی زارەکی ئامادەبکە بۆ ئەوەی بەشداری بەهاوڕێکانت بکەی لە ئەنجامەکانت.

ch1 2/1/18 9:46 AM Page 29

هەڵسەنگاندنی بەشی 1

هەڵبژاردنی وەڵامی ڕاست

1. تەنێک لەسەر بازنەیەک دەروات بە خێراییەکی بڕ نەگۆڕ. کام لەمانەی خوارەوە بۆ جووڵەی تەنەکە ڕاست نییە؟
أ. چەقە تاودانەکەی بە ئاراستەی چەقی بازنەکە دەبێت.
ب. لێکەوتە تاودانەکەی نەگۆڕە.
ج. ئاراستەداری خێراییەکەی ناگۆڕێت.
د. چەقە هێز کاری تێ نەکردووە

ئەم دەقەی خوارەوە بەکاربهێنە بۆ وەڵام دانەوەی هەردوو پرسیاری 2 و 3 .

ئۆتۆمبێلێک لەسەر ڕوویەکی ئاسۆیی دەروات بە خێراییەک بڕەکەی 15 m/s لا دەداتە سەر بازنەیەک نیوەتیرەکەی 25 m.

2. چەقە تاودانی ئۆتۆمبێلەکە چەندە؟
أ. 2.4×10^{-2} m/s^2 ج. 9.0 m/s^2
ب. 0.60 m/s^2 د. سفر

3. هۆی سەرەکی چەقە تاودانی ئۆتۆمبێلەکە چییە؟
أ. جووڵانی ئۆتۆمبێلەکە لەسەر هێڵێکی ڕاست.
ب. جووڵانی ئۆتۆمبێلەکە بە خێراییەکی نەگۆڕ.
ج. هێزی لێکخشاندن لە نێوان تایەکان و ڕێگاکە.
د. هێزە ئەستونەکەی نێوان تایەکان و ڕێگاکە.

4. زەوی کە بارستاییەکەی ($m = 5.97 \times 10^{24}$ kg) بە دەوری خۆردا کە بارستاییەکەی ($M = 1.99 \times 10^{30}$ kg) دەسوڕێتەوە بە تێکڕای دووری 1.5×10^{11} m . هێزی کێشکردنی خۆر کە کاریپێدەکاتە سەر زەوی چەندە؟
($G = 6.673 \times 10^{-11}$ N•m^2/kg^2)
أ. 5.29×10^{32} N ج. 5.90×10^{-2} N
ب. 3.52×10^{22} N د. 1.77×10^{-8} N

5. کام لەمانەی خوارەوە بە ڕوونکردنەوەیەکی گونجاو دادەنرێت بۆ ئەم دەربڕینە؟

$$a_g = g = G\frac{m_E}{r^2}$$

أ. توندی بواری کێشکردن دەگۆڕێت بە گۆڕینی دوری تەنەکە لە زەوییەوە.
ب. تاودانی کەوتنەخوارەوەی سەربەست دەگۆڕێت بە گۆڕانی دوری تەنەکە لە زەوییەوە.
ج. تاودانی کەوتنە خوارەوەی سەربەست لەسەر بارستایی تەنەکە بەند نییە.
د. هەموو بارەکانی پێشوو ڕاستە.

6. ئەو زانیاریانە چین کە پێویستیت پێی دەبێت بۆ هەژمارکردنی خێرایی خولگەیی مانگێکی دەستکرد بە دەوری هەسارەیەکدا؟
أ. بارستایی هەریەکە لە مانگەکە و هەسارەکە و نیوە تیرەی خولگەکە.
ب. بارستایی مانگەکە و نیوە تیرەی هەسارەکە و ڕووبەری خولگەکە.
ج. تەنها بارستایی مانگەکەو نیوە تیرەی خولگەکە.
د. تەنها بارستایی هەسارەکەو نیوە تیرەی خولگەکە.

7. کام لەمانەی خوارەوە بە شێوەیەکی ڕاست پەیوەندی خولگەیی نێوان زەوی و خۆر وەسفدەکات؟
أ. خۆر بە دەوری زەوی لە ڕێڕەوی بازنەیدا دەسوڕێتەوە.
ب. زەوی بەدەوری خۆردا لە ڕێڕەوێکی بازنەییدا دەسوڕێتەوە.
ج. خۆر لە ڕێڕەوێکی هێلکەیدا بەدەوری زەویدا دەسوڕێتەوە و زەوی دەبێتە یەکێك لە تیشکۆکانی.
د. زەوی لە ڕێڕەوێکی هێلکەییدا بەدەوری خۆردا دەسوڕێتەوە و خۆر دەبێتە یەکێك لە تیشکۆکانی.

8. کام لەم دەقانەی خوارەوە ڕاستە:
أ. هەریەك لە بارستایی وکێش دەگۆڕێن بە گۆڕانی شوێن.
ب. بارستایی بەگۆڕینی شوێن دەگۆڕێت بەڵام کێش ناگۆڕێت.
ج. کێش بە گۆڕینی شوێن دەگۆڕێت، بەڵام بارستایی ناگۆڕێت.
د. هەریەك لە بارستایی وکێش بەپێی شوێن ناگۆڕێن.

9. کام لە زاناکانی گەردووناسی ئەوەی دۆزییەوە کە هەسارەکان لەچەند ڕێڕەوێکی هێلکەیدا دەسوڕێنەوە نەك بازنەیی.
أ. جۆهانز کپلر ج. تایشوبریث
ب. نیکۆلاس کوبرنیکوس د. کلودیوس بتولمی

ئەو پرسیارانەی وەڵامی کورتیان هەیە

10. ئایا ئەو تەنەی جووڵەی بازنەیی هەیە تەنێکی هاوسەنگە؟ بۆچی؟

ئەو پرسیارانەی وەڵامی درێژیان هەیە

11. مەریخ بە دەوری خۆردا کە بارستایەکەی $M = 1.99 \times 10^{30}$ kg دەسورێتەوە لە خولگەیەکدا کە تێکڕای نیوە تیرەکەی 2.28×10^{11} m . ساڵێکی مەریخ هەژماربکە بەپێی ڕۆژەکان لەسەر ڕووی زەوی.
($G = 6.673 \times 10^{-11}$ N•m^2/kg^2)

ch2 2/1/18 9:51 AM Page 4

بـــــەشـــــی 2

هاوسەنگ بوون و جوولەی بەخول

Rotational Equilibrium and Dynamics

یەکێك لە هەرە ناودارترین ئەو پاسکیلانەی کە لەساڵی 1870 دا دەرکەوتن پاسکیلی (قرش – چارەکە قرش)ـە کە لە وێنەکەدا دیارە. پاسکیلەکە ئەم ناوەی لێنراوە چونکە ڕێژەی تیرەی تایە گەورەکەی بۆ بچوکەکەیان وەك ڕێژەی قرشی ئینگلیزیە بۆ چارەکی قرشی کۆن. پاسکیلەکان یەکەمجار ڕەوڕەوەی داناویان نەبوو بەڵکو پایدەرەکانی ڕاستەوخۆ بە تەوەرەی تایە گەورەکەیانەوە بەستراوبوو. تایە گەورەکە یەك خول تەواو دەکات کاتێك پایدەرەکان یەك خول دەخولێنەوە. بەڵام پاسکیلە تازەکان ڕەوڕەوەی داناوی و زنجیریان تێدایە.

ئەوەی کە پێشبینی بەدیهێنانی دەکرێت

لەم بەشەدا فێری مەرجەکانی هاوسەنگ بوونی تەنە ڕەقەکان و سیفەتەکانی جوولەی بەخولی تەنە ڕەقەکان بە دەوری تەوەرەیەکی جێگیردا دەبیت.

گرنگییەکەی چییە

جوولەی بەخول بەشێکی گرنگ لە ئیشی دینەمۆ کارەباییەکان و بزوێنەرەکان و زۆرێك لە دەزگاکانی ناو ماڵ وەك جل شۆر و میکسەر و ڕیکۆردەر وە هیتر پێکدێنێت. تێگەیشتنمان لە سیفەتەکانی جوولەی بە خول یارمەتیمان دەدات لە لێکدانەوەی چۆنیەتی ئیشکردنی ئەو دەزگایانەدا.

ناوەڕۆکی بەشی 2

1 زەبر

- بڕی زەبر.
- نیشانەی زەبر.

2 خولانەوە و بارنەگۆڕی

- چەقی بارستایی.
- زەبری بارنەگۆڕی.
- هاوسەنگ بوونی بەخول.

3 داینەمیکی خولانەوە

- یاسای دووەمی نیوتن لە جوولەی بەخولدا.
- گۆشە تەوژم.
- جوولە وزەی بەخول.

بەندی 1-2

زەبر

Torque

1-2 ئامانجەکانی بەندەکە

- جیاوازی نێوان تەنۆلکەو تەنی ڕەهەندەدار ڕووندەکاتەوە.
- هێزو زەبر لەیەکتر جیادەکاتەوە.
- بڕی زەبری سەر تەن هەژماردەکات.
- باسکی زەبری سەر تەن دیاری دەکات.

بڕی زەبر

داوات لێکرا ناوبژی بکەیت لە پێشبڕکێیەکی نێوان سێ تەندا، گۆیەکی پتەو و لولەکێکی پتەو و لولەکێکی ناوبۆش. ئامادەبووان داوایان لێکردیت کە تەنەکانی پێشبڕکێکە وەك یەك بواریان پێبدرێت. بۆ ئەوەش پێویستە لەسەرت دڵنیابیت لەوەی کە هەریەکەیان هەمان بارستایی وهەمان نیوە تیرەیان هەیە، وە هەمووشیان لەوەستانەوە دەردەچن. پاشان واز لەهەرسێ تەنەکە دێنیت لەسەر ڕۆویەکی لێژی درێژ خلۆر بنەوە لەهەمان کاتدا. ئایا هیچ ڕێگایەك هەیە بۆ پێشبینی کردنی ئەنجامی پێشبڕکێکە و زانینی ئەوەی کە کام لە تەنەکان پێش ئەوانی تر دەگات؟

ئەگەر بەکردار ئەم تاقیکردنەوەیەت ئەنجامدا (وەك ئەوەی لە چالاکییەکی کرداری خێرادا هەیە لە لاپەڕەی دواتردا)، دەبینیت کە گۆیەکە یەکەمجار دەگات، لە دوای ئەویش لولەکە پتەوەکە، ئینجا لولەکە ناوبۆشەکە. ئەم ئەنجامە تاڕادەیەك چاوەڕوان نەکراوە، لەکاتی نەبوونی لێکخشاندندا تاودان لە ئەنجامی کێشکردنەوە پەیدا دەبێت وە بۆ هەرسێ تەنەکە لە نزیك ڕووی زەوییەوە هەمان تاودان دەبێت، چونکە لەکاتی نەبوونی لێکخشاندندا خلۆر بوونەوە ڕونادات و هەموو تەنەکان بە هەمان تاودان دەخلیسکێن. لەگەڵ ئەوەشدا تاودانی تەنەکان یەکسان نابێت لە باری خلۆربونەوەدا. لە بەشەکانی پێشودا وەسفی جووڵەی تەنەکان کرا لەسەر بنچینەی ئەوەی کە بە تەنۆلکەی بێ ڕەهەند دانران بەڵام ئەم گریمانەیە جیاوازی جووڵەی تەنەکانی پێشبڕکێکە لێکناداتەوە. جیاوازیەکە بۆ ئەوە دەگەڕێتەوە کە تەنەکان قەبارەو شێوەی دیاریکراویان هەیە، لەم بارەدا ناتوانرێت تەنها بە تەنۆلکە دابنرێن. هەرچەندە کە تەنەکان ڕەهەندیان هەیە بەڵام دەتوانرێت بە تەنۆلکە دابنرێن بۆ مەبەستی وەسفکردنی جووڵەی چەقی بارستاییەکانیان، بەڵام ئێمە بۆ وەسفکردنی جووڵە بەخولەکە پێویستمان بە سامپلێکی پێشکەوتووتر هەیە.

وێنەی 1-2
تەنێکی ڕەهەنداری وەك تۆپی بۆڵینگ و نیشانەکانی، دەکرێت جووڵەی جێگۆڕو جووڵەی بەخولیان هەبێت.

جیاکردنەوەی جووڵەی بەخول لە جووڵەی جێگۆڕ

وادابنێ لە یاری بۆڵینگدا تۆپێك خلۆر دەکەیتەوە کاتێك تۆپەکە بەر نیشانەکە دەکەوێت چی ڕوودەدات وەك لە وێنەی **1-2** دا دیارە؟ نیشانەکان بۆ دواوە دەفڕن، وە لەهەوادا دەخولێنەوە. دەتوانرێت جووڵە ئاڵۆزەکەی هەریەك لە نیشانەکان بۆ دوو جووڵەی جیاواز دابەش بکەین، یەکێکیان جێگۆڕو ئەوی تریان بەخول، بە شێوەیەك کە دەتوانین هەریەکەیان بە جیا شیبکەینەوە. ئێستاش باسی جووڵەی بەخولی تەنێکی دیاریکراو دەکەین و پاشان دەتوانین جووڵەی بەخولی تەن لەگەڵ جووڵەی جێگۆڕدا لێکبدەین.

زەبر و خولانەوە

پشیلەیەك بێنەبەرچاوت هەوڵ دەدات لە کولانەکەی بێتە دەرەوە بۆ ئەوەش بەستونی پاڵ بەدەرگا خولاوەکەوە دەنێت، وەك لە **وێنەی 2-2** دا دیارە. دەرگاکە توانای خولانەوەی هەیە بە دەوری هێڵێکدا کە بە هەردوو جومگەکەیدا تێپەڕ دەبێت. ئەو هێڵەش تەوەرەی خولانەوەی دەرگاکەیە. کاتێك پشیلەکە بەهێزێکی ستونی پاڵ بەسەرە بەرەڵاکەی دەرگاکەوە دەنێت دەرگاکەی بۆدەکرێتەوە. توانستی هێز لەسەر خولانەوەی تەنێك بە دەوری تەوەرەیەکی دیاریکراودا بە بڕێك دەردەبڕێت پێی دەوترێت زەبر torque.

زەبر

برێکە توانستی هێز لەسەر خولانەوەی تەنێك بە دەوری تەوەرەیەکی دیاریکراودا دەردەبڕێت.

زەبر بەندە لەسەر هێز و باسکی خولانەوە

ئەگەر پشیلەکە بە هەمان هێز پاڵ بە دەرگاکەوە بنێت، بەڵام لە خاڵێکی نزیکتر لە تەوەرەی خولانەوەکەی، کردنەوەی گرانتر دەبێت. لەبەر ئەوە ئاسانی خولانەوەی تەنێکی دیاریکراو تەنها بەندنییە لەسەر ئەو هێزەی دەخرێتە سەری. بەڵکو لەسەر ئەو خاڵەش بەندە کە ئەو هێزەی دەخرێتە سەر. هەر چەندە هێزەکە دورتربێت لە تەوەرەی خولانەوە، خولانەوەی تەنەکە ئاسانتر دەبێت وە بڕی زەبرەکەش گەورەتر دەبێت. دوری ستونی نێوان تەوەرەی خولانەوەو ئەو هێڵەی دەکەوێتە سەر درێژکراوەی هێزەکە پێی دەوترێت باسکی خولانەوە lever arm یان باسکی زەبر.

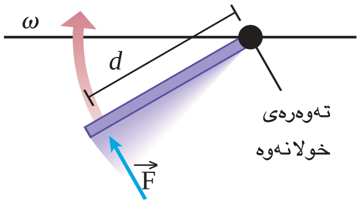
باسکی خولانەوە

دوری ستونییە لە نێوان تەوەرەی خولانەوە و ڕاستە هێڵێکی کێشراو لەسەر درێژکراوەی هێزەکە.

وێنەی 3-2 هێڵکاری ئەو هێزە ڕووندەکاتەوە کە پشیلەکە بەستونی دەیخاتە سەر دەرگایەك کە توانای خولانەوەی هەیە، بەبەراوردکردن لەگەڵ پێناسەی باسکی خولانەوە، تێبینی دەکەیت کە ئەم باسکە بریتییە لە دوری d لە لوتی پشیلەکەوە تا دوو جومگەی دەرگاکە، d بریتییە لە دوری ستونی لە تەوەرەی خولانەوەوە تا ئەو هێڵەی دەکەوێتە سەر درێژکراوەی هێزەکە. ئەگەر پشیلەکە لە خاڵێکی بەرزترەوە پاڵ بە دەرگاکەوە بنێت باسکی خولانەوە کورتتر دەبێتەوە، ئەمەش زەبرێکی کەمتر پەیدا دەکات وەك لە وێنەی 2-3 دا دیارە.

وێنەی 2-2

ئەو دەرگایەی کە توانای خولانەوەی هەیە بە دەوری دوو جومگەدا یارمەتی پشیلەکە دەدات لە چوونە ژوورەوەو هاتنە دەرەوە بۆ ناو کولانەکەی چ کاتێك بیەوێت.



وێنەی 3-2

ئەو هێزەی دەخرێتە سەرتەنێکی ڕەهەندار زەبر پەیدا دەکات و دەبێتە هۆی خولانەوەی.

چالاکییەکی کرداری
خێرا

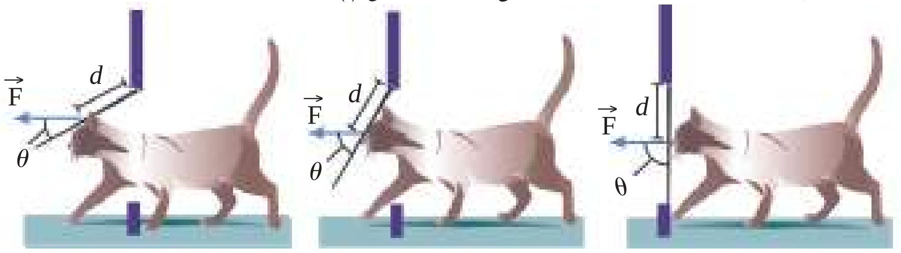
پێشبڕکێی دووتەن

کەرەستەکان

- ✓ چەند لولەکێکی پتەوی جیاواز، وەك قوتوی خواردنی نەکراوە.
- ✓ چەند لولەکێکی ناوبۆشی جیاواز وەك قوتوی بەتاڵی خواردن کە سەرو بنەکەی لێکرابێتەوە، یان بۆری کانزایی و پلاستیکی کە لە درێژی و تیرەکانیاندا جیاوازبن.
- ✓ چەند تۆپێکی جیاواز وەك تۆپی گۆڵف و تۆپی تێنس و تۆپی بیسبۆڵ.
- ✓ لێژییەك درێژییەکەی نزیکەی 1 m بێت.

هەر دوو تەنێك لەو تەنانەی کە لە لیستی کەرەستەکاندا هاتوە لەسەرەوەی لێژیەکە دابنێ، لە وەستانەوە وازیان لێبهێنە. کامیان یەکەم جار دەگاتە خوارەوەی لێژییەکە؟ پێشبڕکێکە دوبارە بکەرەوە بە بەکارهێنانی کۆمەڵە تەنێکی تر. هەوڵ بدە بگەیتە دەستورێکی گشتی بە هۆیەوە بتوانیت ئەو تەنە بناسیتەوە کە لە پێشبڕکێکەدا دەیباتەوە. (تێبینی: لەوانەیە بیر لە هۆکارەکانی وەك بارستایی و قەبارەو شێوە بکەیتەوە.)

ch2 2/1/18 9:51 AM Page 8



وێنەی 4-2
پشیلەکە پەستان دەخاتە سەر هەمان دەرگاوە لەهەمان دوری لەتەوەرەوە و بەهەمان هێز، بەڵام بڕی زەبرەکە لە جارێکەوە بۆ جارێکی تر جیاوازە.

زەبر و گۆشەی نێوان هێزو باسکی خولانەوە

مەرج نییە هێزەکە ستون بێت لەسەر تەنەکە بۆ ئەوەی ببێتە هۆی خولانەوەی. جارێکی تر بگەڕێوە بۆ دەرگا خولاوەکەو پشیلەکە. چی ڕوودەدات ئەگەر پشیلەکە بە هێزێك پاڵ بە دەرگاکەوە بنێت کە ستون نەبێت بەڵکو بە گۆشەیەکی تر، وەك لە **وێنەی 4-2** ؟ دەرگاکە دەخولێتەوە بەڵام بەو ئاسانیەنا.

زەبر بەپیتی یۆنانی تاو (τ) هێما دەکرێت وە بڕی زەبر بەم پەیوەندییە دەدۆزرێتەوە:

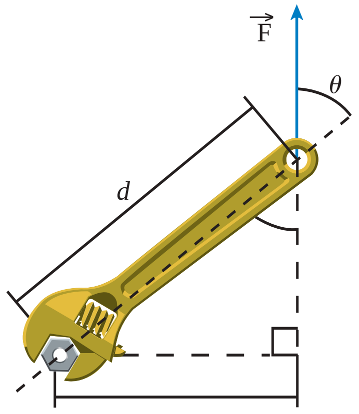
زەبر

$$\tau = Fd(\sin\theta)$$

زەبر = هێز × باسکی خولانەوە

یەکەی پێوانی زەبر لە سیستمی SI بریتییە لە N•m . سەرنج بدە کە دانانی θ لە پێناسەی زەبردا، ئەو گۆشەیەیە کە لە نێوان هێزو دووری ستونی لە تەوەرەی خولانەوەوە، گۆڕانکانی زەبر لە **وێنەی 4-2** دا لەبەرچاو دەگیرێت.

لە **وێنەی 5-2** دا سپانەیەك دەردەکەوێت کە بە دەوری سەمولەیەکدا دەخولێتەوە. لەم بارەدا گۆشەی θ هەیە لە نێوان هێزو و سپانەکەدا. بڕی $d(\sin\ \theta)$ دوری ستونییە لە تەوەرەی خولانەوەوە تا ئەو هێڵەی کە دەکەوێتە سەر درێژکراوەی هێزەکە، کە ئەوش باسکی خولانەوەیە.



وێنەی 5-2
ئاڕاستەی باسکی خولانەوە هەمیشە ستون دەبێت لەسەر ئاڕاستەی هێزی سەپێنراو.

نیشانەی زەبر

زەبر هێندێکی ئاڕاستەدارە وەك لادان و هێز. بەڵام ئێمە لەم کتێبەدا وەك هێندێکی ژمارەیی مامەڵەی لەگەڵ دەکەین، لەبەر ئەوە نیشانەی پۆزەتیف یان نێگەتیڤی دەدەینێ بەپێی ئاڕاستەی خولانەوەی تەنەکە لەژێر کاریگەری هێزەکەدا. نیشانەی زەبر پۆزەتیڤ دەبێت، ئەگەر ئاڕاستەی خولانەوە پێچەوانەی ئاڕاستەی خولانەوەی میلەکانی کاتژمێربێت، وە نێگەتیڤ دەبێت ئەگەر بە ئاڕاستەی میلی کاتژمێر بوو. هەروەها لەیادت بێت کە هێزەکان و لادانەکان نیشانەی پۆزەتیڤ و نێگەتیڤیان هەیە لە جووڵەیەك دوریدا، وەك لە کتێبی پۆلی یازدەهەمدا هاتووە.

بۆ دیاریکردنی نیشانەی زەبر، وا دابنێ کە ئەم زەبرە تاکە زەبرە کار لە خولانەوەی تەنەکە دەکات، وە ئاڕاستەی خولانەوەی تەنەکە لە ژێر کاریگەری ئەم زەبرەدا بێنە پێش چاوت. ئەگەر چەند هێزێك کاریان لەتەنەکە کرد ئەوا هەریەکەیان ئاڕاستەیەکی خولانەوە پەیدا دەکات کە بە جیا دیاریدەکرێت. لە یادت بێت کە هەر زەبرێك نیشانەی گونجاوی خۆی پێیبیە.

بۆ نموونە بێنە بەرچاوت کەتۆ دەرگایەك بە هێزێکی ستونی $\vec{F_1}$ پاڵدەنێیت، وە هاوڕێکەت بە ئاڕاستەی پێچەوانەوە بە هێزی $\vec{F_2}$ پاڵیپێوە دەنێت. وە تۆ دەرگاکە بە ئاڕاستەی پێچەوانەی خولانەوەی میلەکانی کاتژمێر دەخولێنیتەوە.

ch2 2/1/18 9:51 AM Page 7

ئەو کاتە بڕی ئەو زەبرەی کە دەیخەیتە سەری F_1d_1 . بەڵام بڕی ئەو زەبرەی کە هاوڕێکەت پەیدای دەکات $-F_2d_2$ دەبێت. وە بۆ هەژمارکردنی بەرەنجامی ئەو زەبرەی کارلە دەرگاکە دەکات دوو زەبرەکە کۆ دەکرێنەوە:

$$\tau_{\text{بەرەنجام}} = \Sigma\tau = \tau_1 + \tau_2 = F_1d_1 + (-F_2d_2)$$

بێنە بەرچاوت کاتێك نیشانەکە بەڕێگایەکی ڕاست بەکاردەهێنیت، دەتوانیت ئاڕاستەی خولانەوە لە نیشانەی بەرئەنجامی زەبرەکەوە بزانیت.

نموونە 2 (أ)

زەبر

پرسیارەکە

دوو یاریزان بە دوو ئاڕاستەی پێچەوانە کاردەکەنە سەر تۆپێکی سەبەتە. یەکێکیان بە هێزی **11 N** بۆ خوارەوە لە دووری **7.0 cm** لە تەوەرەی خولانەوەوە کاریتێدەکات ، لە کاتێکدا ئەوەی تریان بە هێزێك کاریتێدەکات بڕەکەی **15 N** بۆ سەرەوە لە دوری **14 cm** لە هەمان تەوەرەوە، بەڵام لە بەرامبەری یەکەمیانەوە. ئەو بەرئەنجامی زەبرە بدۆزەوە کە کار لە تۆپەکە دەکات.

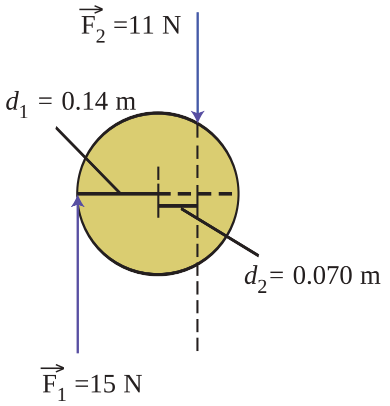
شیکار

1. دەزانم

دراو: $F_1 = 15\text{ N}$ $\quad F_2 = 11\text{ N}$

$d_1 = 0.14\text{ m}$ $\quad d_2 = 0.070\text{ m}$

نەزانراو: $\tau_{\text{بەرئەنجام}} = ?$



2. پلان دادەنێم

هاوکێشەکە هەڵدەبژێرم: پێناسەی زەبر بۆ هەریەکە لە هێزەکان بەکاردەهێنم پاشان دوو زەبرەکە کۆدەکەمەوە.

$$\tau = Fd$$

$$\tau_{\text{بەرەنجام}} = \tau_1 + \tau_2 = F_1d_1 + F_2d_2$$

لە هاوکێشەکەدا لە جیاتی دادەنێم و شیکاری دەکەم: یەکەمجار ئەو زەبرەی کە لەهەر هێزێکەوە پەیدادەبێت هەژماردەکەم.

لەبەر ئەوەی ئاڕاستەی خولانەوەی پەیدابوو لەهەر هێزێکەوە بریتییە لە ئاڕاستەی میلەکانی کاتژمێر، بەمەش هەردوو زەبرەکە نێگەتیف دەبن.

3. هەژمار دەکەم

$$\tau_1 = F_1d_1 = -(15\text{ N})(0.14\text{ m}) = -2.1\text{ N•m}$$

$$\tau_2 = F_2d_2 = -(11\text{ N})(0.070\text{ m}) = -0.77\text{ N•m}$$

$$\tau_{\text{بەرەئەنجام}} = -2.1\text{ N•m} - 0.77\text{ N•m}$$

$$\boxed{\tau_{\text{بەرەئەنجام}} = -2.9\text{ N•m}}$$

4. هەڵدەسەنگێنم

لەبەر ئەوەی بەرەنجامی زەبر نێگەتیڤە، ئەوا تۆپەکە بە ئاڕاستەی خولانەوەی میلەکانی کاتژمێر دەخولێتەوە.

وەڵامی ئامێری ژمێرەر

ئەو وەڵامەی ئامێری ژمێرەر دەیدات بریتییە لە 2.87. بەڵام وەڵامەکە لە 2.9 نزیك دەکرێتەوە بەپێی یاسای کۆکردنەوەی ڕەنووسە واتاییەکان.

ch2 2/1/18 9:51 AM Page 10

ڕاهێنانی 2 (أ)

زەبر

.1 پەندۆلێکی سادە لە تەنێك پێکدێت بارستاییەکەی 3.0 kg بە پەتێکی سوکەوە هەڵواسراوە درێژییەکەی 2.0 m بە خاڵێکەوە بەستراوە و بە دەوریدا دەخولێتەوە.

أ. بڕی زەبری خولانەوە لە ئەنجامی کێشی تەنەکە بەدەوری خاڵەکەدا بدۆزەرەوە، کاتێك گۆشە لە نێوان پەتەکەو ئاڕاستەی شاولدا 5.0^o بێت.

ب. هەژمارکردنەکان دووبارە بکەرەوە کاتێك گۆشەکە 15.0^o بێت.

.2 ئەگەر بڕی زەبری پێویست بۆ کردنەوەی سەمولەی تایەی ئۆتۆمبێلێك 40.0 N•m بێت. کەمترین هێزی پێویست چەندە کە میکانیکیەك بیخاتە سەر کۆتایی سپانەیەك درێژییەکەی 30.0 cm بێت بۆ کردنەوەی سەمولەکە؟

پێداچوونەوەی بەندی 2-1

.1 لەکام لەم بارانەی خوارەوەدا دەتوانرێت تەن تەنها بە بارستە خاڵێك (تەنۆلکە) دابنرێت؟ وە لەکام باردا پێویستە بەتەنێکی ڕەهەندار دابنرێت؟

أ. تۆپێك لەسەربانی ماڵێکەوە فرێدرا.

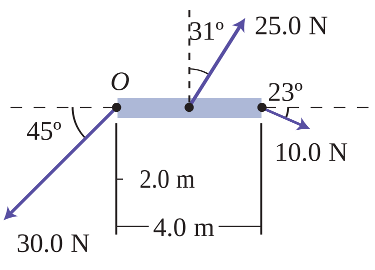
ب. تۆپێك بەرەو گۆڵ خلۆردەبێتەوە.

ج. ڕەوڕەوەیەك دەخولێتەوە.

د. زەوی بە دەوری خۆردا دەسوڕێتەوە.

.2 ئەو بڕەی جووڵەی بەخول چییە کە بەرامبەری هێزە؟ ئەو بڕانە چین کە لەسەریان بەندە؟

.3 لە **وێنەی 2-6** دا زەبری هەر هێزێك بدۆزەوە کە کار لە تولەکە دەکات. وا دابنێ کە تەوەرەی خولانەوە ستونە لەسەر پەڕەکە و بە خاڵی O دا تێپەڕدەبێت. تولەکە بە چ ئاڕاستەیەك دەخولێتەوە؟



وێنەی 2-6

.4 ئەو هێزەی پێویستە بۆ کردنەوەی دەرگایەك چۆن دەگۆڕێت ئەگەر دەسکی دەرگاکە لەناوەڕاستدا دانرا؟

.5 **فیزیا لە ژیانی ڕۆژانەدا:** درێژی باسکی پایدەر چۆن کارلە بڕی زەبری کاریگەر دەکات بۆ جووڵاندنی تایەی پێشەوەی پاسکیلێك؟

بەندی 2-2

خولانەوە و بارنەگۆڕی
Rotation and Inertia

2-2 ئامانجەکانی بەندەکە

- چەقی بارستایی تەن دیاریدەکات.
- بارستایی و زەبری بارنەگۆڕی لێك جیادەکاتەوە.
- مەرجی دووەمی هاوسەنگ بوون پێناسە دەکات.
- چەند پرسیارێك شیکار دەکات کە هەردوو مەرجی هاوسەنگ بوونی تێدایە.

چەقی بارستایی

ئەو خاڵەیە کە دەکرێت هەموو بارستایی تەنەکەی تێدا کۆبکرێتەوە لەکاتی لێکۆڵینەوەی جووڵە جێگۆڕەکەیدا.

چەقی بارستایی

دیاریکردنی تەوەرەی خولانەوەی دەرگا خولاوەکەی کولانەی پشیلەکە ئاسانە، دەرگاکە بە دەوری دوو جومگەکەیدا دەخولێتەوە، چونکە هێزێك کاریتێدەکات و دوو جومگەکەش لە جێگای خۆیان جێگیرن. بێنە پێش چاوی خۆت تۆ دارێکی ڕێك لەهەوادا فڕێ دەدەیت. چۆن دەتوانیت ئەو خاڵە دیاری بکەیت کە دارەکە بە دەوریدا لە هەوادا دەخولێتەوە؟ دارەکە لە هیچ خاڵێکدا جێگیر نەکراوە، بەڵام خاڵێکی دیاریکراو هەیە کە دارەکە بەدەوریدا دەخولێتەوە تەنها لە ژێر کاریگەری کێشکردندا، وە پێی دەوترێت چەقی بارستایی center of mass.

ئاوێتەکردنی هەردوو جووڵەی جێگۆڕ و بەخول

چەقی بارستایی تەنێکی دیاریکراو ئەو خاڵەیە کە دەکرێ وا دابنرێ هەموو بارستاییەکەی تێدا کۆدەبێتەوە، ئەمە ئەوە دەگەیێنێت کە جووڵەی دارەکە بریتییە لە بەرئەنجامی هەردوو جووڵەی جێگۆڕ و بەخول. دارەکە لە هەوادا بە دەوری چەقی بارستاییەکەیدا دەخولێتەوە، لە کاتێکدا ئەم چەقە وا دەجووڵێتەوە وەك ئەوەی کە خاڵێك بێت و هەموو بارستایی تەنەکەی تێدا کۆبوبێتەوە، ئەوەش یارمەتیدەرە لە شیکردنەوەی جووڵەی جێگۆڕی دارەکەدا.

سەرنج بدە کە چەکوشەکەی **وێنەی** 2-7 بە دەوری چەقی بارستاییەکەیدا دەخولێتەوە لەهەوادا، لەکاتێکدا هەموو خاڵەکانی چەکوشەکە جووڵەیەکی بەخولیان دەبێت، چەقی بارستاییەکەی بۆ سەر ڕێڕەوێکی شێوە برگە هاوتا دەجووڵێت. وە چەقی بارستایی لە تەنێکی شێوە ڕێك، وەك گۆ و خشتەك لە چەقە ئەندازەییەکەیدا دەبێت. بەڵام لە تەنانەی کە شێوەیان نارێکە دیاریکردنی چەقی بارستاییەکانیان قورسترە لەچوار چێوەی ئەم کتێبە دەردەچێت. هەروەك چۆن دەڵێین کە چەقی بارستایی تەنێکی ڕەهەندار ئەو خاڵەیە کە دەکرێ بارستاییەکەی تێدا کۆبکرێتەوە، چەقی کێشکردنیش ئەو خاڵەیە کە هێزی کێشکردن کاریتێدەکات، وەك ئەوەی کە هەموو بارستاییەکەی تێدا کۆبوبێتەوە. لە زۆربەی کاتدا چەقی بارستایی و چەقی کێشکردن یەك خاڵن.

زەبری بارنەگۆڕی

چەند تەوەرەیەکی خولانەوەی جیاجیا هەن کە دەکرێت تەنێکی دیاریکراو بە دەوریاندا بخولێتەوە. خولانەوەی تەنێك بەدەوری تەوەرەیەکی دیاریکراودا ئاسانترە لە خولانەوەی بەدەوری تەوەرەکانی تردا، لەگەڵ ئەوەی کە بارستایی تەنەکە لەهەردوو باردا هەر هەمان بارستاییە. بەرهەڵستی تەنێك بۆ هەر گۆڕانێك لە جووڵە بەخولەکەیدا بەهۆی برێکەوە دەپێورێت پێی دەوترێت **زەبری بارنەگۆڕی** moment of inertia.

وێنەی 2-7

ئەو خاڵەی کە خاڵەکانی ئەم تەنەی بەدەوردا دەخولێتەوە بریتییە لە چەقی بارستاییەکەی. چەقی بارستایی لەسەر برگە هاوتایەك دەجووڵێت.

وشەی زەبر لە فیزیادا مانایەکی جیاوازی لە مانا باوەکەی خۆی هەیە. زەبری بارنەگۆڕی تەنێکی دیاریکراو بریتییە لە پێوەری بەرهەڵستییەکەی بۆ هەر گۆڕانێك لە جووڵە بەخولەکەیدا بە دەوری تەوەرەیەکی دیاریکراودا. بەپیتی (I) هێما دەکرێت.

لەیەکچوونی زەبری بارنەگۆڕی لە جووڵەی بەخول وە بارستایی لە جوڵەی جێگۆڕدا

زەبری بارنەگۆڕی

بڕی بەرهەڵستی تەنێکە بۆ هەر گۆڕانێك لە جووڵە بە خولەکەیدا.

لەیەکچوونێك هەیە لە نێوان زەبری بارنەگۆڕی و بارستاییدا، چونکە هەریەکەیان ڕواڵەتێکە لە ڕواڵەتەکانی بارنە گۆڕین بەڵام جیاوازی هەیە لە نێوان ئەو بارنە گۆڕینەی کە بەرهەڵستی جووڵەی جێگۆڕ دەکات (بارستایی) وە ئەو بارنە گۆڕینەی کە بەرهەڵستی جووڵەی بەخول دەکات (زەبری بارنەگۆڕی). بارستایی هێندێکە تەنها پەیوەندی بە تەنەکەوە هەیە، بەڵام زەبری بارنەگۆڕی بێجگە لە بارستایی دەوەستێتە سەر چۆنێتی دابەشبوونی بارستایی بەسەر تەوەرەی خولانەوەدا. هەرچەندە بارستایی لە تەوەرەی خولانەوەوە دوربکەوێتەوە ئەوەندە زەبری بارنەگۆڕی زیاد دەکات لە ئەنجامدا خولانەوەی تەنەکە گرانتردەبێت. هەربۆیە گۆیە پتەوەکە پێش لولەکە پتەوەکەو لولەکە ناو بۆشەکە گەیشتە خوارەوە کاتێك لە لێژییەکەوە خلۆرکرانەوە. بارستایی لولەکە ناوبۆشەکە هەموو لەسەر چێوەکەی دابەش بووە، بۆیە زەبرێکی بارنەگۆڕی گەورەی هەیە، بەڵام بارستایی گۆیە پتەوەکە هەمووی بەسەر قەبارەکەیدا دابەش بووە. لە ئەنجامدا زەبرێکی بارنەگۆڕی کەمتری دەبێت.

هەژمارکردنی زەبری بارنەگۆڕی

لە دەقی یاسای دووەمی نیوتندا هاتووە کە ئەگەر هێزێك بخرێتە سەر تەنێکی دیاریکراو ئەوا ئەو تاودانەی پەیدا دەبێت لەسەر بارستایی تەنەکە بەند دەبێت. وە هەروەها کاتێك زەبرێك کار لە تەنێك دەکات ئەوا ئەو گۆڕانەی لە جووڵە بەخولەکەیدا ڕوودەدات (گۆشە تاودانەکەی) لەسەر زەبری بارنەگۆڕی تەنەکە بەندە.

ڕێگەیەکی دیاریکراو هەیە بۆ هەژمارکردنی زەبری بارنەگۆڕی، ئەویش لەم کتێبەدا داواکراونیە، بەڵام هەندێك نرخی ئاسانکراو هەیە بۆ هەندێك شێوەی ناسراو، وەك ئەوەی لە **خشتەی 1-2** دا روونکراوەتەوە. دەتوانرێت ئەم خشتەیە لەکاتی پێویستدا بۆ دەستکەوتنی زەبری بارنەگۆڕی بەکاربهێنرێت بۆ ئەو شێوانەی کە لە خشتەکەدا هاتوون.

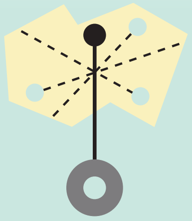
چالاکییەکی کرداری خێرا

دۆینەوەی چەقی بارستایی لە تاقیگەدا

کەرەستەکان

- ✓ پارچە کارتۆنێك.
- ✓ مقەست.
- ✓ کونکەر.
- ✓ دەمبوس یان بزمار.
- ✓ تەبەقە فلینێك.
- ✓ دەزوویەك درێژییەکەی 40 cm بێت.
- ✓ ڕاستە
- ✓ قەڵەمێك.
- ✓ سەنگێك (بۆنمونە ئەڵقەیەك).

پارچە کارتۆنێکی شێوە نارێك ببڕە ژمارەیەك کونی تێدا دروست بکە کە بەسەر لێوارکەیدا دابەش بووبێت، شێوەکە بە تەبەقە فلینەکەوە هەڵبواسە بە هۆی دەمبوسێکەوە کە بەناو یەکێك لە کونەکاندا تێپەڕ بووبێت، بەجۆرێك کە کارتۆنەکە بتوانێت بەسەربەستی بە دەوری دەموسەکەدا بخولێتەوە. (دەتوانیت شێوەکە یا کارتۆنەکە بە هۆی بزمارێکەوە لە دیوارێك چەسپ بکەیت. سەنگەکە بە سەرێکی دەزووەکەوە هەڵبواسە سەرەکەی تریشی لە دەموسەکە ببەستە. کاتێك



دەزووەکە لە جووڵە دەکەوێت، هێڵێك بە درێژایی دەزووەکە لەسەر لەوحەکە بکێشە. تاقیکردنەوەکە دووبارە بکەوە لە هەموو کونەکانی دەوری کارتۆنەکەوە، دەبینین کە چەقی بارستایی بریتییە لە خاڵی یەکتر بڕینی هێڵە کێشراوەکان لەسەر تەبەقەکە.

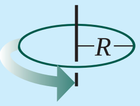
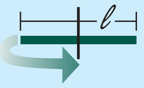
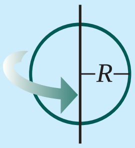
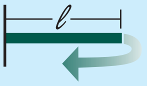
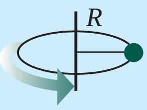
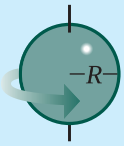
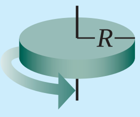
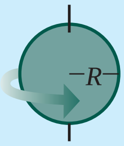
ch2 2/1/18 9:51 AM Page 11

زەبری بارنەگۆڕی بەیەکەی $kg{\cdot}m^2$ دەپێورێت. بیرۆکەیەکی سەرەتایمان دەربارەی ئەو یەکەیە دەستدەکەوێت کاتێك سەرنج دەدەین زەبری بارنەگۆڕی تۆپەکانی بۆڵینگ بە دەوری تیرەکانیاندا لە نێوان $0.70\ kg{\cdot}m^2$ وە $1.8\ kg{\cdot}m^2$ ئەمەش بە پێی بارستایی تۆپەکەو قەبارەکەیەتی. تێبینی بکە کە زەبری بارنەگۆڕی گۆیەکی پتەو کەمترە لە زەبری بارنەگۆڕی ئەڵقەیەکی تەنك وەك ئەوەی پێشبینی دەکرێت. لە ڕاستیدا زەبری بارنەگۆڕی ئەڵقەیەکی تەنك بە دەوری تەوەرەیەکدا کە بە چەقەکەیدا دەڕوات گەورەترین زەبری بارنەگۆڕییە بە بەراورد بە هەر شێوەیەکی تر.

هەروەها سەرنج بدە کە زەبری بارنەگۆڕی تەنۆلکەیەك لە بازنەیەکدا دەسوڕێتەوە وەك گۆیەك بە پەتێکەوە بەسترابێت، بریتییە لە هەمان زەبری ئەڵقەیەکی تەنك کە هەمان بارستایی گۆیەکەی هەبێت، ئەگەر درێژی پەتەکە یەکسان بێت بە نیوەتیرەی ئەڵقەکە. ئەمە ئەوە دەگەیێنێت کە دوری نێوان بارستایی و تەوەرەی خولانەوە بە تەنها کار لە هەژمارکردنی زەبری بارنەگۆڕی هەرشێوەیەك لە شێوەکان دەکات. ئەگەر دوری تەوەرەی خولانەوە نەگۆڕبوو، ئەوا دابەشبوونی بارستایی لەوکاتەدا کار لە نرخی زەبری بارنەگۆڕی ناکات.

ئەگەر ئەو دارەی تۆپەکەی پێلێدەدرێت لەسەرێکەوە بەدەست بگیرێت، درێژییەکەی بەگوێرەی تەوەرەی خولانەوە گەورەترین نرخی دەبێت. بەمەش زەبری بارنەگۆڕییەکەی گەورەترین بڕی دەبێت، تا تەوەرەی خولانەوە نزیکتر بێت لە چەقەوە، زەبری بارنە گۆڕییەکە کەم دەکات و خولانەوەی دارەکەش ئاسانتر دەبێت. یاریزانی بیسبۆل هەندێك جار دارەکە لە خاڵەکانی نزیك چەق دەگرێت، یا لەبەر ئەوەی بارستایی دارەکە M گەورەیە، یان چونکە درێژییەکەی l زۆرە، لەهەردووبارەدا یاریزانەکە لە زەبری بارنەگۆڕی دارەکە کەمدەکاتەوە.

خشتە 1-2 زەبری بارنەگۆڕی بۆ چەند تەنێکی ئەندازەیی

شێوە	زەبری بارنەگۆڕی	شێوە	زەبری بارنەگۆڕی
 ئەڵقەیەکی تەنك (یان لولەکێکی تەنك) بەدەوری تەوەرەیەکدا بە چەقەکەیدا دادەڕوات	MR^2	 تولێکی تەنك (باریك) بەدەوری تەوەرەیەکی ستون لەسەری و بەچەقەکەیدا دەڕوات	$\frac{1}{12}Ml^2$
 ئەڵقەیەکی تەنك بە دەوری تیرەکەیدا	$\frac{1}{2}MR^2$	 تولێکی تەنك (باریك) بەدەوری تەوەرەیەکی ستون لەسەری و بەلایکیدا دەڕوات	$\frac{1}{3}Ml^2$
 تەنۆلکەیەك بەدەوری تەوەرەیەکدا	MR^2	 گۆیەکی پتەو بەدەوری تیرەکەیدا	$\frac{2}{5}MR^2$
 پەپکەیەك یان لولەکێکی پتەو بەدەوری تەوەرەیەك لە ناوەڕاستیدا دەڕوات	$\frac{1}{2}MR^2$	 گۆیەکی ناوبۆش بەدەوری تیرەکەیدا	$\frac{2}{3}MR^2$

هاوسەنگ بوونی بەخول

بێنە پێش چاوت تۆ و هاورێیەکت هەوڵدەدەن مێزێکی قورس بجوولێنن، لەجیاتی ئەوەی هەردووکتان لەیەك ئاڕاستەوە پالیبدەن بە دوو ئاڕاستەی پێچەوانەوە پاڵیپێوە دەنێن، وەك لە وێنەی 2-8 دا دیارە. ئەگەر دوو هێزەکە هەمان بڕو دوو ئاڕاستەی پێچەوانەیان هەبێت، ئەوا هاورێکەت وای بۆ دەچێت کە هەردوو هێزەکە یەکتری هاوسەنگ دەکەن و مەرجی هاوسەنگ بوون بەدەست دێت. هاورێکەت دەڵێت مێزەکە ناجوولێت، بەڵام لە ڕاستیدا دەجوولێت! لە شوێنی خۆی دەخولێتەوە.

وێنەی 2-8

ئەو دوو هێزەی کار لە مێزەکە دەکەن یەکسان و پێچەوانەن، لەگەڵ ئەوەشدا مێزەکە دەجوولێت. ئەمە چۆن ڕوودەدات.

دوو مەرجەکەی هاوسەنگ بوون

مێزەکە دەجولێت چونکە هەرچەندە بەرئەنجامی ئەو هێزانەی کاری تێدەکەن سفرە. بەڵام بەرئەنجامی زەبرەکان سفر نییە، ئەگەر بەرەنجامی ئەو هێزانەی کە کار لە تەنێك دەکەن سفر بێت تەنەکە لە باری هاوسەنگ بوونی جێگۆڕدا دەبێت وە ئەگەر بەرئەنجامی ئەو زەبرانەی کە کار لە تەنێك دەکەن سفربێت ئەوا تەنەکە لەباری هاوسەنگ بوونی بەخولدا دەبێت. بۆ ئەوەی تەنێك لەباری هاوسەنگ بوونی تەواودا بێت، جێگۆڕ و بەخول، پێویستە بەرئەنجامی هەریەك لە هێزەکان و زەبرەکان سفربێت، لە **خشتەی 2-2** دا مەرجی یەکەم و دووەمی هاوسەنگ بوون یەکبەدواییەك ڕونکراوەتەوە.

بۆ بەجێهێنانی مەرجی یەکەم پێویستە هەموو ئەو هێزانەی کار لە تەنێك دەکەن ئاڕاستەییانە کۆبکرێنەوە. بەڵام بۆ بەجێهێنانی مەرجی دووەم ئاڕاستەی تەوەرەی خولانەوە دیاریدەکرێت و زەبری هەموو هێزەکان بە دەوریدا هەژماردەکرێت. کرداری هەڵبژاردنی تەوەرەی خولانەوە کردارێکی ئارەزومەندانەیە، چونکە بەجێهێنانی مەرجی هاوسەنگ بوونی خولاوە لەسەر هەڵبژاردنی تەوەرەی خولانەوە بەند نییە. ئەگەر بەگوێرەی تەوەرەیەکی خولانەوەی دیاریکراو $\Sigma\tau = 0$ ، ئەوا بۆ هەر تەوەرەیەکی تری خولانەوە هەر ئەوە دەبێت. سود لەم بیرۆکەیە وەردەگرین لە هەڵبژاردنی ئەو تەوەرەیەی خولانەوە کە لەگەڵ هێڵی نادیاری هێز یەکتردەبڕێت، کە زەبرەکەی بە گوێرەی ئەم تەوەرەیە سفر دەبێت. بۆیە باشترە ئەو تەوەرەی خولانەوەیە هەڵبژێردرێت کە زەبری هێز بە دەوریدا سفرە.

خشتە 2-2 دوو مەرجەکەی هاوسەنگ بوون

جۆری هاوسەنگ بوون	هاوکێشە	واتاکەی
جێگۆڕ	$\Sigma\vec{F} = 0$	بەرئەنجامی ئەو هێزانەی کارلە تەنێك دەکەن پێویستە سفر بێت
بەخول	$\Sigma\tau = 0$	بەرئەنجامی ئەو زەبرانەی کار لە تەنێك دەکەن پێویستە سفر بێت.

نموونە 2 (ب)

هاوسەنگ بوونی بەخول

پرسیارەکە

لەوحێکی ئاسۆیی هاوچەشن **b**، درێژییەکەی **5.00 m** و کێشەکەی **315 N**، سەرێکی بە هۆی جومگەیەکەوە بە دیوارێکەوە جێگیرکراوە لەوحەکە دەتوانێت بە دەوری خۆیدا بخولێتەوە. سەرەکەی تری لەوحەکە بە پەتێك کە گۆشەی **53°** لەگەڵ ئاسۆدا دروستدەکات ڕاگیرکراوە، لەو کاتەی کەسێك **p** کێشەکەی **545N** لە دوری **1.50m** لە جومگەکە وەستاوە، هێزی کرژی پەتەکە F_T و ئەو هێزەی جومگەکە کارپێدەکاتە سەر دیوارەکە **R** بدۆزەوە؟ لەوحەکە لەباری هاوسەنگبوون دایە. وەك لە وێنەکەدا دیارە.

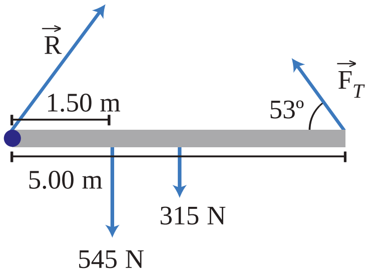
شیکار

1. دەزانم

دراو: $L = 5.00$ m $\quad F_{g,b} = 315$ N $\quad \theta = 53^o$

$F_{g,p} = 545$ N $\quad d = 1.50$ m

نەزانراو: $F_T = ?$ $\quad R = ?$



وێنەکە: وای دادەنێم بارستایی تەنێکی ڕێکی ڕەهەندار لەچەقی بارستاییەکەیدا کۆدەبێتەوە

2.پلان دادەنێم

هاوکێشەیەك یان هەڵوێستێك هەڵدەبژێرم: هێندە نەزانراوەکان بریتین لە R_x، R_y، F_T. مەرجی یەکەمی هاوسەنگ بوون بەکاردەهێنم لەهەردوو ئاڕاستەی x و y.

هاوکێشەکە بە ئاڕاستەی x: $F_x = R_x - F_T(\cos\theta) = 0$

هاوکێشەکە بە ئاڕاستەی y: $F_y = R_y + F_T(\sin\theta) - F_{g,p} - F_{g,b} = 0$

لەبەر ئەوەی سێ هێندی نادیارو تەنها دوو هاوکێشەمان هەیە، بۆیە بەبەکارهێنانی مەرجی یەکەمی هاوسەنگ بوون بە تەنها ناتوانین ئەنجامەکان بدۆزینەوە.

خاڵێك (تەوەرەیەك) هەڵدەبژێرم بۆ هەژمارکردنی بەرئەنجامی زەبر: جومگەی خولانەوە شوێنێکی گونجاوە بۆ هەڵبژاردنی تەوەرەی خولانەوە، چونکە زەبری هێزە نەزانراوەکە R بە گوێرەی ئەم تەوەرەیە دەبێتە سفر.

مەرجی دووەمی هاوسەنگ بوون جێبەجێ دەکەم: بەبەکارهێنانی مەرجی دووەمی هاوسەنگ بوون دەتوانرێت هاوکێشەی سێیەم بدۆزرێتەوە.

$$\tau = F_T L(\sin\theta) - F_{g,b}\frac{L}{2} - F_{g,p}d = 0$$

3. هەژماردەکەم

نرخەکان لە هاوکێشەکەدا لە جیاتی دادەنێم وشیکاردەکەم:

$$\tau = F_T(\sin 53^o)(5.00\text{ m}) - (315\text{ N})(2.50\text{ m}) - (545\text{ N})(1.50\text{ m}) = 0$$

$$\tau = F_T(4.0\text{ m}) - 788\text{ N•m} - 818\text{ N•m} = 0$$

$$F_T = \frac{1606\text{ N•m}}{4.0\text{ m}}$$

$$\boxed{F_T = 4.0 \times 10^2\text{ N}}$$

نرخی هێزی کرژی لە جیاتی دادەنێین لەهەردوو هاوکێشە ئاراستەییەکەی x و y بۆ دۆزینەوەی R.

$$F_x = R_x - F_T(\cos 53^o) = 0$$

$$R_x = (400\text{ N})(\cos 53^o)$$

$$R_x = 240\text{ N}$$

$$F_y = R_y + F_T(\sin 53^o) - 545\text{ N} - 315\text{ N} = 0$$

$$R_y = -3.2 \times 10^2\text{ N} + 8.60 \times 10^2\text{ N}$$

$$R_y = 540\text{ N}$$

$$R = \sqrt{R_x{}^2 + R_y{}^2}$$

$$R = \sqrt{(240\text{ N})^2 + (540\text{ N})^2}$$

$$\boxed{R = 5.9 \times 10^2\text{ N}}$$

4. هەڵدەسەنگێنم

پێویستە ئەنجامی کۆکردنەوەی هەردوو پێکنەر هێزی پەتەکە و هێزی دیوارەکە لە ئاراستەی y یەکسان بێت بە هەردوو کێش، کێشی لوحەکە و کێشی کەسەکە. بەم شێوەیە کۆی هەردوو بڕی هێزی پەتەکە و هێزی دیوارەکە گەورەترە لە کۆی هەردوو کێش، کێشی لوحەکە و کێشی کەسەکە.

$$400 + 590 > 545 + 315$$

ڕاهێنانی 2 (ب)

هاوسەنگ بوونی بەخول

1. پردێك درێژییەکەی 20.0 m وکێشەکەی 4.00×10^5 N لەسەر دوو ڕاگرجێگیرکراوە کە هەریەکەیان 3.00 m لەسەرەکانیانەوە دورە. ئەگەر ئۆتۆمبێلێك کێشەکەی 1.96×10^4 N بێت لە دووری 8.00 m لەسەرێکی پردەکەوە بوەستێنرێت، ئەو هێزە چەندە کە هەریەك لەدوو ڕاگرەکە بەرێیدەکەن؟

2. کارگوزارێکی پاککردنەوەی شووشە کێشەکەی 700.0 N لەسەر لەوحێکی هاوچەشن وەستاوە کە کێشەکەی 200.0 N وە درێژییەکەشی 3.00 m لە هەردوو سەرەکەیەوە بەدوو پەتی شاولی هەڵواسراوە. هێزی کرژی لەهەر پەتێکدا چەند دەبێت ئەگەر کارگوزارەکە لە دوری 1.00 m لەسەرێکەوە وەستابێت؟

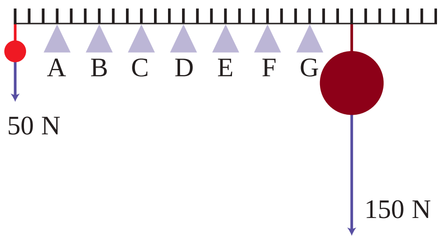
3. دوو کچ کێشەکانیان 400.0 N و 300.0 N لە هەردووسەری دارێکەوە دانیشتون کە درێژییەکەی 2.00 m.

أ. کام خاڵ لەسەر دارەکە پێویستە خاڵی ڕاگیربوون بێت، بۆ ئەوەی هاوسەنگی بەخول مسۆگەربکات؟ (کێشی دارەکە فەرامۆش بکە).

ب. وادابنێ کچێکی تر کە کێشەکەی 225 N لە دوری 0.200 m لەو کچەوە دانیشتوە کە کێشەکەی 400.0 N. کچی چوارەم کە کێشەکەی 325 N لە کوێ دابنیشێت بۆ ئەوەی هاوسەنگی مسۆگەربکات؟

پێداچوونەوەی بەندی 2-2

.1 لەکام لەو حەوت شوێنەی کە لە وێنەی 2-9 دا ڕوونکراوەتەوە.
پێویستە خاڵی ڕاگیربوون دابنرێت بۆ ئەوەی ئەمانەی خوارەوە بەدی بێت؟
أ. بەرەنجامی زەبر پۆزەتیڤ بێت.
ب. بەرەنجامی زەبر نێگەتیڤ بێت.
ج. هاوسەنگی بەخول.



وێنەی 2-9

.2 بەنزیکی شوێنی چەقی بارستایی هەریەك
لەم تەنانەی خوارەوە دیاری بکە:
أ. دارێکی یەك مەتری ڕێك.
ب. تۆپی بۆڵینگ.
ج. پارچە سەهۆڵێکی شێوە شەش پاڵو.
د. کێکێکی شێوە پەپکە.
ه. مۆزێك.

.3 یەکێك لە خوێندکارەکان بڕوای وایە کە بارستایی و زەبری بارنەگۆڕی هەمان بڕیان هەیە.
هەڵەی ئەم بڕوایە باس بکە.

.4 دیاری بکە کام لە دوو مەرجەکەی هاوسەنگ بوون بەدیدێت لەهەریەك لەم بارانەی خوارەوەدا:
أ. تایەی پاسکیلێك لەسەر ڕێگایەکی تەخت بەگۆشە خێراییەکی نەگۆڕ خلۆر دەبێتەوە.
ب. پاسکیلێك لە لێواری ڕێگایەك وەستێنراوە.
ج. تایەکانی ئۆتۆمبێلێك هێواش دەبنەوە.
د. تۆپێك لەهەوادا دەڕوات.

.5 دوو کوڕ کێشەکانیان 510 N و 350 N لەسەر لەوحێکی ڕێك وەستاون کە کێشەکەی 40.0 N . خاڵی جێگیربوون لە چەقی بارستایی لەوحەکە دانراوە، وە ئەو کوڕەیان کە کێشەکەی 510 N لە دوری 1.50 m لە چەقەوە وەستاوە.
أ. کوڕی دووەمیان پێویستە لەکوێ بوەستێت بەجۆرێك لەوحەکە بەهاوسەنگی بمێنێتەوە؟
ب. ئەو هێزە چەندە کە خاڵی ڕاگیربوونەکەی کاریپێدەکاتە سەر لەوحەکە.

.6 **فیزیا لە ژیانی ڕۆژانەدا:** لەبەرچی وا بەباش دادەنرێت کە شوێنی چەقی بارستایی پاسکیلێك لەزەوی نزیك بێت کاتێك پاسکیلەکە دەگاتە پێچێك؟

.7 **فیزیا لە ژیانی ڕۆژانەدا:** دیزاینەرێکی پاسکیل دەیەوێت جۆرێکی تازەی پەرەپێبدات بەزیادکردنی چەند سەنگێکی لولەکی بۆ تەلەکانی تایەی پاسکیلەکە. دیزاینەرەکە وای دانا کە بەشێوەیەکی گشتی ئەمە وادەکات بارستایی تایەکە نزیکتر بێت لە تەوەرەکەی بەمەش زەبری بارنەگۆڕیەکەی کەمتر دەبێت، لەئەنجامدا خولانەوەی تایەکە ئاسانتر دەبێت. هەڵە لەم بۆچوونەدا چییە؟

بەندی 3-2

داینەمیکی خولانەوە
Rotational dynamics

2-3 ئامانجەکانی بەندەکە

- یاسای دووەمی نیوتن لە جوولەی بەخولدا جێبەجێ دەکات.
- گۆشە تەوژمی چەند تەنێك لە جوولەی بەخولدا هەژماردەکات.
- چەند پرسیارێکی پەیوەندیدار بە جوولە وزەی بەخول شیکار دەکات.

یاسای دووەمی نیوتن لەجوولەی بەخولدا

لە بەندی 2-2 زانیت کە پەیوەندییەك لە نێوان بەرەنجامی ئەو زەبرانەی کە کارلە تەنێك دەکات و گۆشە تاودانەکەیدا هەیە. ئەم پەیوەندییە هاوشێوەی یاسای دووەمی نیوتنە لە جوولەی جێگۆڕدا کە بەرئەنجامی ئەو هێزانەی کار لە تەنێك دەکەن لەگەڵ تاودانە جێگۆڕەکەی بەیەکەوە دەبەستێتەوە. دەتوانرێت یاسای دووەمی نیوتن لەکاتی خولانەوەدا بەم شێوەی خوارەوە بنوسرێت:

یاسای دووەمی نیوتن لە جوولەی بەخولدا

$$\tau_{\text{بەرەنجام}} = I\alpha$$

بەرەنجامی زەبر = زەبری بارنەگۆڕی × گۆشە تاودان

لە بیرت بێت کە بەرئەنجامی زەبری پۆزەتیڤ دەبێتە هۆی خولانەوەی تەن بە ئاڕاستەی پێچەوانەی میلی کاتژمێر ئەوەش ئەوە دەگەیەنێت کە گۆشە تاودانیش بە ئاڕاستەی پێچەوانەی خولانەوەی میلی کاتژمێر دەبێت. هەروەها بەرەنجامی زەبری نێگەتیڤ دەبێتە هۆی گۆشە تاودانێك بە ئاڕاستەی خولانەوەی میلی کاتژمێر. لەبەر ئەوە پێویستە ئاگاداری نیشانەی ئەو زەبرانە بین کە کار لە تەنێك دەکەن لە کاتی هەژمارکردنی گۆشە تاودانەکەیدا.

سەیری وێنەی **10-2** بکە، کە ئاو بەردەوام بە خێرایی بەرەو ڕەوڕەوەکە دێت. ئەو ئاوەی کە دێتە خوارەوە بە هێزێك کار دەکاتە سەرلێواری ڕەوڕەوەکە زەبرێك پەیدادەکات کە دەبێتە هۆی خولانەوەی. لە کاتێکدا هەندێك هێزی تر وەك بەرهەڵستی هەوا و لێکخشاندن لە نێوان تەوەرەکەو ڕەوڕەوەکەدا زەبرێکی پێچەوانە پەیدا دەکەن. کاتێك بەرەنجامی ئەو زەبرانەی کار لە ڕەوڕەوەکە دەکەن ببێتە سفر ڕەوڕەوەکە بە گۆشە خێرایییەکی نەگۆڕ بەردەوام دەبێت لەسەر خولانەوەی، بەڵام بە وەستاوی دەمێنێتەوە ئەگەر لە بنەڕەتدا وەستاو بێت.

وێنەی 10-2
بەردەوام دەرپەڕینی ئاوەکە بە زەبرێك کار لە ڕەوڕەوەکە دەکات.

خشتەی 3-2 یاسای دووەمی نیوتن لە جوولەی جێگۆڕو بەخولدا

جێگۆڕ (هێڵی)	$F = ma$	هێز = بارستایی × تاودانی بەهێڵ
بەخول	$\tau = I\alpha$	زەبر = زەبری بارنەگۆڕی × گۆشەتاودان

نموونە 2 (ج)

یاسای دووەمی نیوتن لە جووڵەی بەخولدا

پرسیارەکە

یاریزانێك تیرێك بە ئاراستەی تابلۆیەك دەهاوێژێت ئەوەش بە خولاندنەوەی باسکی بەدەوری ئەنیشکیدا لە بازنەیەکی شاولیدا. زەبری بارنەگۆڕینی باسکی و تیرەکە بە دەوری تەوەرەی خولانەوەدا $0.075\ kg•m^2$. لە کاتێکدا درێژی باسکی $0.26\ m$. ئەگەر لێکەوتە تاودانی تیرەکە لەکاتی دەرچوونیدا $45\ m/s^2$ بوو بێت، ئەوا بەرەنجامی ئەو زەبرەی کار لەباسکی و تیرەکە دەکات چەند دەبێت؟

شیکار

1. دەزانم

دراو: $I = 0.075\ kg•m^2$ $a = 45\ m/s^2$ $d = 0.26\ m$

نەزانراو: $\tau = ?$

2. پلاندادەنێم

یاسای دووەمی نیوتن لە جووڵەی بەخولدا بەکاردەهێنم.

$$\tau = I\alpha \text{ کە } \alpha = \frac{a}{d}$$

$$\tau = I\left(\frac{a}{d}\right)$$

3. هەژماردەکەم

$$\tau = (0.075\ kg•m^2)\frac{(45\ m/s^2)}{0.26\ m}$$

$$\boxed{\tau = 13\ N•m}$$

ڕاهێنانی 2 (ج)

یاسای دووەمی نیوتن لە جووڵەی بەخولدا

1. ڕەوڕەوەی گۆزە دروستکەرێك لە شێوەی پەپکەدایە نیوەتیرەکەی $0.50\ m$ و بارستاییەکەی $100.0\ kg$ بە دەوری تەوەرەکەیدا دەخولێتەوە بە گۆشە خێرایی $50.0\ rev/min$. وەستاکە دەتوانێت ڕەوڕەوەکە بوەستێنێت بۆ ئەوەش پارچە قوڕێکی تەڕ بە لێواری ڕەوڕەوەکەوە دەنوسێنێت بۆ ماوەی $6.0\ s$.

أ. گۆشە تاودانی ڕەوڕەوەکە چەندە؟

ب. ئەو زەبرە چەندە کە وەستاکە دەیخاتە سەر ڕەوڕەوەکە؟

2. تایەی پاسکیلێك نیوەتیرەکەی $0.33\ m$ وە بارستاییەکەی $1.5\ kg$ بە گۆشە خێرایی $98.7\ rad/s$ دەخولێتەوە. ئەو زەبرە چەندە کە پێویستە بۆ وەستانی تایە خولانەوەکە لە ماوەی $2.0\ s$ دا؟ (تایەکە وەك ئەلقە دابنێ).

ch2 2/1/18 9:51 AM Page 20

گۆشە تەوژم

ئایا رۆژێك مناڵێكت لە خولێنكەیەكی بازنەییدا خولاندۆتەوە؟ لەوانەیە تێبینی ئەوەت كردبێت كە پێویستیت بە ئەركێك دەبێت بۆ خولاندنەوەی خولێنكەكە، وە هەروەها ئەركێكی تر بۆ وەستاندنەوەی لە خولانەوە. تەنەكان هەوڵ دەدەن بەرهەڵستی هەر گۆڕانێك بكەن كە لە جووڵە بە خولەكەیاندا روو دەدات هەروەك هەوڵدەدەن بەرهەڵستی هەر گۆڕانێك بكەن كە لە جووڵە جێگۆڕەكەیاندا ڕوو دەدات.

تەنە خولاوەكان گۆشە تەوژمیان هەیە

لەبەر ئەوەی تەنە خولاوەكان زەبری بارنەگۆڕیان هەیە، بۆیە لە ئەنجامی خولانەوەیانەوە تەوژمیان دەبێت. ئەوەش پێیدەوترێت **گۆشە تەوژم** angular momentum و بەم هاوكێشەیەی خوارەوە پێناسە دەكرێت:

گۆشە تەوژم

$$L = I\omega$$

گۆشە تەوژم = زەبری بارنەگۆڕی × گۆشە خێرایی

گۆشە تەوژم

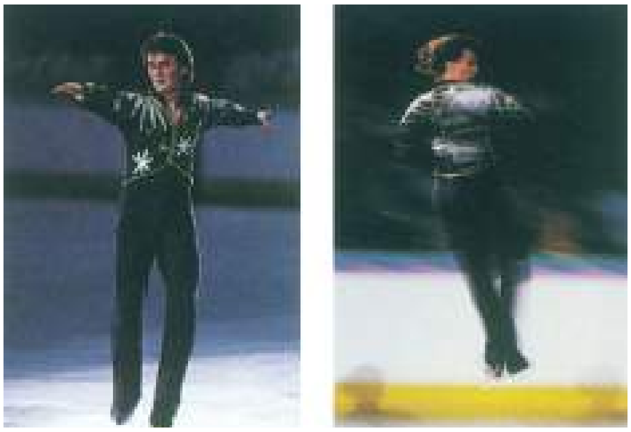
ئەنجامی لێكدانی زەبری بارنەگۆڕی تەنێكە بە دەوری تەوەرەی خولانەوەكەیدا لە گۆشە خێراییەكەی بەدەوری هەمان تەوەرەدا.

وە یەكەی پێوانی گۆشە تەوژم $kg{\cdot}m^2/s$. بۆ گەلاڵە كردنی بیرۆكەیەك دەربارەی گەورەیی ئەم یەكەیە، سەرنج بدە كە تۆپێكی بۆڵینگ بارستاییەكەی 35 kg وە بە گۆشە خێرایی 40 rad/s دەخولێتەوە گۆشە تەوژمێكی دەبێت برەكەی $80\ kg{\cdot}m^2/s$ **خشتەی 4-2** پەیوەندی نێوان هێندە جێگۆڕەكان و هێندە بەخولەكان پوخت دەكاتەوە.

خشتەی 4-2 تەوژمی جێگۆڕ (بەهێڵ) و گۆشە تەوژم

جێگۆڕ	$p = mv$	تەوژمی بەهێڵ = بارستایی × خێرایی بەهێڵ
بەخول	$L = I\omega$	گۆشەتەوژم = زەبری بارنە گۆڕی × گۆشە خێرایی

دەشێت گۆشە تەوژم پارێزراوبێت



وێنەی 11-2

گۆشە تەوژمی خۆخلیسكێنەكە بە پارێزراوی دەمێنێتەوە كاتێك هەر دوو دەستە درێژكراوەكەی لە جەستەی نزیكدەكاتەوە.

كاتێك بەرەنجامی ئەو زەبرانەی كارلەتەنێك دەكەن دەكاتە سفر، گۆشە تەوژمەكە لەسەر باری خۆی دەمێنێتەوە و ناگۆڕێت. ئەم یاسایە پێی دەوترێت یاسای پاراستنی گۆشە تەوژم. بۆ نموونە ئەگەر لێكخشاندن لە نێوان دوو تەختەی خلیسكاندن و بەفردا فەرامۆش بكرێت، ئەوا ئەو زەبرەی كار لە خۆخلیسكێنەكە دەكات لە **وێنەی 11-2** دا سفر دەبێت. بەمەش گۆشە تەوژمەكەی پارێزراو دەبێت. كاتێك خۆخلیسكێنەكە هەردوو دەست و قاچی لە جەستەی نزیك بكاتەوە، بەشێكی گەورەتر لە بارستاییەكەی نزیكی تەوەرەی خولانەوە دەبێت، بەمەش زەبری بارنەگۆڕییەكەی بە دەوری تەوەرەی خولانەوەكەیدا كەمدەكات. وە لەبەر ئەوەی گۆشە تەوژمەكەی پارێزراوە ئەوا پێویستە گۆشە خێراییەكەی زیاد بكات بۆ ئەوەی قەرەبوی ئەو كەمبوونەوەیە بكاتەوە كە لە زەبری بارنە گۆڕییەكەیدا ڕوویداوە.

نموونە 2 (د)

پاراستنی گۆشە تەوژم

پرسیارەکە

کچێك بارستاییەکەی **65 kg** خولێنکەیەکی شێوە پەپکە دەخولێنێتەوە بارستاییەکەی $\mathbf{5.25 \times 10^2}$ **kg** وە نیوەتیرەکەی **2.00m**. کچەکە لە خاڵێکی سەر لێواری خولێنکەکەوە بەرەو چەقەکەی دەڕوات. ئەگەر سەرەتا گۆشە خێرایی خولێنکەکە **0.20 rad/s** بێت. خێراییەکەی دەبێتە چەند کاتێك کچەکە **0.50 m** لە چەقەکەوە دووربێت؟

شیکار

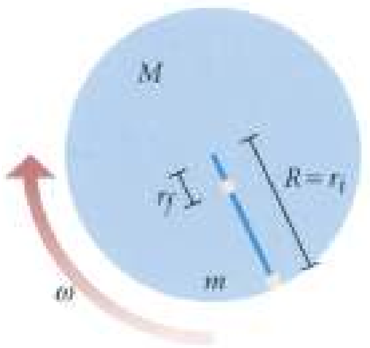
1. دەزانم

دراو:

$M = 5.25 \times 10^2$ kg $\quad r_i = R = 2.00$ m $\quad r_f = 0.50$ m

$m = 65$ kg $\quad \omega_i = 0.20$ rad/s

نەزانراو: $\omega_f = ?$



2. پلان دادەنێم

هاوکێشەیەك یان هەڵوێستێك هەڵدەبژێرم: لەبەر ئەوەی ئەو زەبرە دەرەکییەی کار لە سیستەمەکە (خولێنکە – کچەکە) دەکات سفر دەبێت، لەبەر ئەوە گۆشە تەوژمی ئەم سیستەمە پارێزراو دەبێت.

$$L_i = L_f$$

$$L_{m,i} + L_{s,i} = L_{m,f} + L_{s,f}$$

زەبری بارنەگۆڕی هەژمار دەکەم، وا دادەنێم خولێنکەکە بریتییە لە پەپکەیەکی سەخت، وە کچەکەش بارستاییەکی شێوە خاڵە.

$$I_m = \frac{1}{2} MR^2$$

$$I_{s,i} = mR^2$$

$$I_{s,f} = mr_f^2$$

3. هەژماردەکەم

نرخەکان لە هاوکێشەکاندا لە جیاتی دادەنێم: زەبری بارنەگۆڕی سەرەتایی I_m و $I_{s,i}$ ، و گۆشە تەوژمی سەرەتایی L_i دیاریدەکەم.

$$I_m = \left(\frac{1}{2}\right)(5.25 \times 10^2 \text{ kg})(2.00 \text{ m})^2 = 1.05 \times 10^3 \text{ kg•m}^2$$

$$I_{s,i} = (65 \text{ kg})(2.00 \text{ m})^2 = 260 \text{ kg•m}^2$$

$$L_i = L_{m,i} + L_{s,i} = I_m\omega_i + I_{s,i}\omega_i$$

$$L_i = (1.05 \times 10^3 \text{ kg•m}^2)(0.20 \text{ rad/s}) + (260 \text{ kg•m}^2)(0.20 \text{ rad/s})$$

$$L_i = 260 \text{ kg•m}^2\text{/s}$$

دوا زەبری بارنەگۆڕی $I_{s,f}$ و دوا گۆشە تەوژم L_f دیاریدەکەم

$$I_{s,f} = (65 \text{ kg})(0.50 \text{ m})^2 = 16 \text{ kg•m}^2$$

$$L_f = L_{m,f} + L_{s,f} = I_m\omega_f + I_{s,f}\,\omega_f$$

$$L_f = (1.05 \times 10^3 \text{ kg•m}^2 + 16 \text{ kg•m}^2)\omega_f$$

$$L_f = (1.07 \times 10^3 \text{ kg • m}^2)\omega_f$$

گۆشە تەوژمی سەرەتایی یەکسانی دوا گۆشە تەوژم دەکەم.

$$260 \text{ kg•m}^2\text{/s} = (1.07 \times 10^3 \text{ kg•m}^2)\omega_f$$

$$\boxed{\omega_f = 0.24 \text{ rad/s}}$$

4. هەڵدەسەنگێنم

لەبەر ئەوەی زەبری بارنەگۆڕی کەمدەکات لە ئەنجامی نزیکبوونەوەی کچەکە لە چەقی خولێنکەکە، ئەوا دوا گۆشە خێرایی لەسەرەتا گۆشە خێرایی گەورەتردەبێت.

$$0.24 \text{ rad/s} > 0.20 \text{ rad/s}$$

ڕاهێنانی 2 (د)

پاراستنی گۆشە تەوژم

1. تایەی پاسکیلێك بارستاییەکەی 2.0 kg و نیوەتیرەکەی 0.30 m بە گۆشە خێرایی 25 rad/s دەخولێتەوە، کاتێك بارستایی 0.30 kg لە دووری 0.19 m لە تەوەرەی خولانەوەی لەسەربوو. خێرایی خولانەوەی تایەکە دەبێتە چەند ئەگەر بارستاییەکە تا 0.25 m لە تەوەرەی خولانەوە دور بخرێتەوە؟

2. لولەکێکی سەختی شاوڵی بارستاییەکەی 10.0 kg وە نیوە تیرەکەی 1.00 m بە گۆشە خێرایی 7.00 rad/s بە دەوری تەوەرەکەیدا دەخولێتەوە. پارچە هەویرێك بارستاییەکەی 0.250 kg شاوڵیانە لە دووری 0.900 m لە تەوەرەکەیەوە فڕێدرایە سەر لولەکەکەو پێوەینوسا. دوا گۆشە خێرایی لولەکەکە هەژماربکە.

جووڵە وزەی بەخول

لە پۆلی یازدەهەمدا ئەوەت خوێند کە وزەی میکانیکی تەنێك جووڵە وزەی جێگۆڕو ماتە وزە دەگرێتەوە، ئەمە تەنها کاتێك ڕاست بوو کە وەك خاڵێك مامەڵەمان لەگەڵ تەنەکەدا دەکرد. واتە ئەم سامپڵە سادەیە توانای جووڵەی بە خولی تەنی بە دەوری خۆیدا سەرەڕای جووڵە جێگۆڕەکەی وەك بارستە خاڵێك دانەئەنا.

ئەو تەنانەی کە بەدەوری خۆیاندا دەخولێنەوە جووڵە وزەی بەخولیان هەیە

ئەو تەنانەی کە بە دەوری خۆیاندا دەخولێنەوە جووڵە وزەیەکیان هەیە بەندە بە گۆشە خێراییەکەیانەوە. ئەم جۆرە وزەیە پێی دەوترێت **جووڵە وزەی بەخول** rotational kinetic energy وە بەم پەیوەندییەی خوارەوە دەدۆزرێتەوە.

جووڵە وزەی بەخول

وزەی تەنێکە لە ئەنجامی خولانەوەیەوە پەیدا دەبێت.

جووڵە وزەی بەخول

$$KE_{\text{بەخول}} = \frac{1}{2} I\omega^2$$

جووڵە وزەی بەخول = $\frac{1}{2}$ × زەبری بارنەگۆڕی × دووجای گۆشە خێرایی

وە جووڵە وزەی جێگۆڕی تەنۆلکەیەك یەکسانە بە $\frac{1}{2}mv^2$، بە جۆرێك زەبری بارنەگۆڕی جێگای بارستاییەکە دەگرێتەوە، وە گۆشە خێرایی جێگای خێراییە جێگۆڕەکە دەگرێتەوە. یەکەی پێوانەی جووڵە وزەی بەخول لە سیستمی SI دا بریتییە لەجول joule. **خشتەی 5-2** پەیوەندی نێوان هێندە جێگۆڕەکان و هێندە بەخولەکان پوخت دەکاتەوە.

خشتەی 5-2 جووڵە وزەی جێگۆڕ و جووڵە وزەی بەخول

جێگۆڕ	$KE_{\text{جێگۆڕ}} = \frac{1}{2} mv^2$	جووڵە وزەی جێگۆڕ = $\frac{1}{2}$ × بارستایی × دووجای خێرایی
خولاوە	$KE_{\text{بەخول}} = \frac{1}{2} I\omega^2$	جووڵە وزەی بەخول = $\frac{1}{2}$ × زەبری بارنەگۆڕی × دووجای گۆشە خێرایی

دەشێت وزەی میکانیکی پارێزراوبێت

پێشبڕکێی نێوان گۆیە پتەوەکە و لولەکە پتەوەکەو لولەکە ناوبۆشەکەی بەندی یەکەمی ئەم بەشە بێنەوە بیری خۆت، چونکە وامان دانا ئەو تاکە هێزەی کە ئیشێك لەسەر جولاندنی گۆیەکان و لولەکان بەرێدەکات تەنها کێشە کانیانە، لەبەر ئەوە میکانیکە وزەی هەریەك لەو تەنانە پارێزراوە. ئەوەی لێرەدا جیایە لە بەشی ئیش و وزەی پۆلی یازدەهەم ئەوەیە، کە تەنەکان لێرەدا دەخولێنەوە. بیرت بێتەوە کە وزەی میکانیکی بریتییە لەسەرەنجامی کۆکردنەوەی هەموو جۆرەکانی جووڵە وزەو ماتە وزە، لەبەر ئەوە پێویستە لەسەرمان ووشەی جووڵە وزەی بەخول بۆ هاوکێشەی میکانیکە وزە زیادبکەین وەك ئەمەی خوارەوە:

$$ME = KE_{\text{جێگۆڕ}} + KE_{\text{بەخول}} + PE_g$$

$$ME = \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 + mgh$$

نموونە 2 (هـ)

پاراستنی وزەی میکانیکی

پرسیارەکە

گۆیەکی پتەو و بارستاییەکەی **4.10 kg** و نیوە تیرەکەی **0.050 m** لە وەستانەوە دەست بەخلۆربوونەوە دەکات لە بەرزی **2.00 m** لەسەر لێژییەك کە بە گۆشەی **30.0º** لەسەروی ئاسۆوە لارە، هەر وەك لە وێنەکە رونکراوەتەوە. خێرایی جێگۆڕی چەقی گۆیەکە چەندە کاتێك دەگاتە دامێنی لێژییەکە؟

شیکار

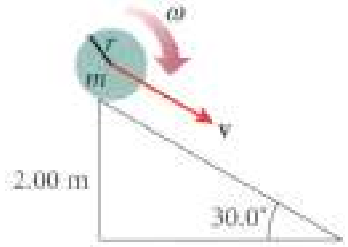
1. دەزانم

دراو: $h = 2.00$ m $\quad \theta = 30.0^o \quad m = 4.10$ kg

$r = 0.050$ m $\quad v_i = 0.0$ m/s

نەزانراو: $v_f = ?$

وێنەکە:



2.پلان دادەنێم

هاوکێشەیەك یان هەڵوێستێك هەڵدەبژێرم: یاسای پاراستنی وزەی میکانیکی بەکاردەهێنم

$$ME_i = ME_f$$

لەسەرەتادا، تەنەکە تەنها ماتەوزەی کێشکردنی هەیە. کاتێك دەگاتە دامێنی لێژییەکە، ماتەوزەی کێشکردنەکە دەگۆڕێت بۆ جووڵە وزەی جێگۆڕ و بەخول.

$$mgh = \frac{1}{2} mv_f^2 + \frac{1}{2} I\omega_f^2 \quad \text{کە} \quad \omega_f = \frac{v_f}{r}$$

زەبری بارنەگۆڕی گۆی پتەو: $I = \frac{2}{5} mr^2$

لەبەر ئەوەی وزەی میکانیکی سەرەتایی یەکسانە بە وزەی میکانیکی کۆتایی بەوەش:

$$mgh = \frac{1}{2} mv_f^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{2}{5} mr^2\right)\left(\frac{v_f}{r}\right)^2 = \frac{1}{2} mv_f^2 + \frac{1}{5} mv_f^2 = \frac{7}{10} mv_f^2$$

هاوکێشەکە دووبارە رێکدەخەمەوە نەزانراوەکە جیادەکەمەوە:

$$v_f^2 = \frac{10}{7} gh$$

3. هەژماردەکەم

نرخەکە لە هاوکێشەکەدا لە جیاتی دادەنێم و شیکاری دەکەم:

$$v_f^2 = \frac{10}{7} (9.81 \text{ m/s}^2)(2.00 \text{ m})$$

$$\boxed{v_f = 5.29 \text{ m/s}}$$

4. هەڵدەسەنگێنم

پێویستە دوا خێراییەکەی کەمتربێت لەو خێراییەی کە تەنێك پەیدای دەکات کاتێك لەهەمان بەرزییەوە کەوتنە خوارەوەیەکی سەربەست بکەوێتە خوارەوە چونکە بەشێك لە جووڵە وزە سەرەتاییەکەی دەگۆڕێت بۆ جووڵە وزەی بەخول.

$$v_{f\ \text{کەوتنە خوارەوەی سەربەست}} = \sqrt{2gh} = 6.26 \text{ m/s}$$

$$5.29 \text{ m/s} < 6.26 \text{ m/s}$$

ڕاهێنانی 2 (هـ)

پاراستنی وزەی میکانیکی

1. تایەی پاسکیلێك بارستاییەکەی 1.5 kg وە نیوە تیرەکەی 0.33 m لە وەستانەوە دەست بە خلۆربوونەوە دەکات لەلوتکەی گردێکەوە کە بەرزییەکەی 14.8 m. خێرایی جێگۆڕی چەقی تایەکە چەندە کاتێك دەگاتە دامێنی گردەکە؟ (وادابنێ کە تایەکە بریتییە لە ئەڵقەیەك کە $I = mr^2$).
2. وادابنێ تۆپێکی سەبەتە تیرەکەی 25 cm بریتییە لە تویکلێکی گۆیی. چەند کاتی پێویستە بۆ ئەوەی لە وەستانەوە ماوەی 4.0 m لەسەر ڕووریەکی لێژ خلۆربێتەوە کە بە گۆشەی 30.0° لەگەڵ ئاسۆدا لارە؟

پێداچوونەوەی بەندی 3-2

1. یاریزانێك لەسەر کورسیەکی خولاوە دانیشتوە هەریەك لە دەستەکانی بارستایی 3.0 kg هەڵگرتووە. کاتێك هەردوو دەستی ئاسۆییانە درێژ دەکات هەر بارستاییەکیان دەکەوێتە دوری 1.0 m لە تەوەرەی خولانەوەوە وە گۆشە خێراییەکەشی (0.75 rad/s)ـە. ئەگەر یاریزانەکە دوو بارستاییەکەی بۆ دووری 0.30 m لە تەوەرەی خولانەوە نزیکخستەوە گۆشە خێراییە تازەکەی دەبێتە چەند؟ وا دابنێ زەبری بارنەگۆڕی هاوبەشی یاریزانەکەو کورسیەکە بە دەوری تەوەرەی خولانەوەدا $3.0\ kg{\cdot}m^2$
2. **فیزیا لە ژیانی ڕۆژانەدا**: پاسکیل سوارێك هێزێك کە برەکەی 40.0 N دەخاتە سەر پایدەری پاسکیلەکەی کە 0.15 m لە تەوەرەی خولانەوەی تایەکەوە دوورە. نیوە تیرەی تایەکەی 50.0 cm . ئەگەر خێرایی جێگۆڕی پاسکیلەکە بگاتە 2.25 m/s پاش 3.0 s لە سەرەتای جووڵەکەیەوە لە وەستانەوە، زەبری بارنەگۆڕی تایەکە چەندە؟ (لێکخشاندن و زەبری بارنە گۆڕی تایەکەی تری پاسکیلەکە فەرامۆش بکە).

ch2 2/1/18 9:51 AM Page 26

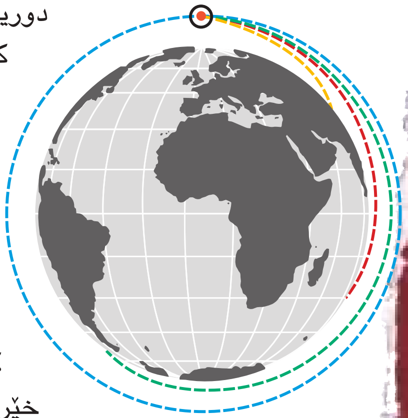
خوێندنەوەی زانستیانە

مانگە دەستکردەکان و کونە ڕەشەکان

هاوێژراوەکان و مانگەدەستکردەکان

وەك لە كتێبی پۆلی یازدەهەمدا باسمان كرد، كاتێك گۆیەك بەسەرەتا خێراییەكی تەریب بەرووی زەوی دەهاوێژرێت جووڵەكەی دوو پێكنەری دەبێت: خێراییەكی ئاسۆیی نەگۆڕ وە تاودانێكی شاوڵی یەكسان بە تاودانی كەوتنە خوارەوەی سەربەست.

لەژێر ڕۆشنایی ئەم شیكردنەوەیەدا تێگەیشتنی سوڕانەوەی مانگ و مانگە دەستكردەكان بە دەوری زەویدا وەك جووڵەی هاوێژراوەكان گرانە. بەڵام مانگە دەستكردەكان بەكردار لە هاوێژراوەكان دەچن وەك لە وێنەی 2-12دا دەردەكەوێت. تا ئەو سەرەتا خێراییەی هاوێژراوەكە كە تەریبە بە زەوی گەورەتربێت، هاوێژراوەكە دوورییەكی ئاسۆیی درێژتر دەبڕێت پێش ئەوەی بەر زەوی بكەوێت. تێبینی بكە كاتێك هاوێژراوەكە دەگاتە سەرەتا خێراییەكی دیاریكراو، دەگەڕێتەوە بۆ خاڵی دەرچوونەكەی بێ ئەوەی لە زەوی نزیكببێتەوە. هێزی كێشكردن لەم بارەدا ئەوەندە گەورەدەبێت بە جۆرێك كە ناهێڵێت هاوێژراوەكە لەسەر هێڵە راستە سەرەتاییەكەی لە ڕۆیشتنەكەی بەردەوام بێت وایلێدەكات لەسەر خولگەكەی بمێنێتەوە.



وێنەی 2-12
كاتێك سەرەتا خێرایی هاوێژراوەكە گەورەبێت بە بڕێكی پێویست، هاوێژراوەكە وەك مانگێكی دەستكرد بە دەوری زەویدا دەسوڕێتەوە.

خێرایی دەربازبوون Escape velocity

كاتێك بڕی خێرایی تەنێك یان كەشتیەكی بۆشایی گەورەتربێت لەو خێراییەی كە پێویستە بۆ ئەوەی لە خولگەیەكی دیاریكراودا دابنرێت، تەنەكە دەتوانێت لە ڕاكێشانی كێشكردنی زەوی دەربازی بێت و لە بۆشاییدا سەری هەڵگرێت. ئەمە كاتێك ڕوودەدات كە خێراییە سەرەتاییەكەی وابكات بواری كاریگەری هێزی كێشكردن ببەزێنێت وە نرخی بیركارییانەی خێرایی دەرباز بوون بەم شێوەی خوارەوە دەبێت:

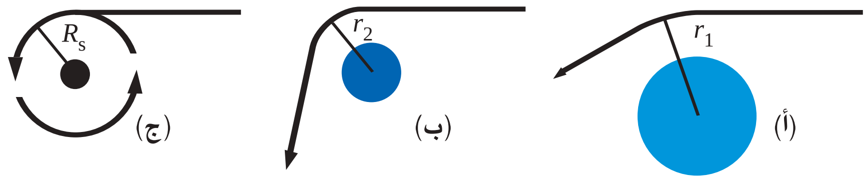
$$v_{\text{دەربازبوون}} = \sqrt{\frac{2MG}{R}}$$

كە R نیوەتیرەی گۆی زەوییە ($R = 6.37 \times 10^6$ m) و M بارستاییەكەیەتی و $M = 5.98 \times 10^{24}$ kg. لەبەر ئەوە خێرایی دەربازبوونی هاوێژراوەكە لە بواری كێشكردنی زەوی دەبێتە $v_{\text{دەربازبوون}} = 1.12 \times 10^4$ m/s، ئەوخێراییەش بەند نییە لەسەر بارستایی هاوێژراوەكە.

تابارستایی هەسارەكە زیاد بكات و نیوەتیرەكەی كەمبكات، بڕی خێرایی دەربازبوون لە بواری كێشكردنی ئەو هەسارەیە زیاد دەكات وەك لە **وێنەی 2-13** دا ڕوونكراوتەوە. ئەگەر بارستایی هەسارەكە زۆر گەورەبێت و نیوە تیرەكەی بچوك بێت بڕی خێرایی دەربازبوون لە كێشكردنەكەی دەگاتە نرخە زۆر گەورەكان.

ch2 2/1/18 9:51 AM Page 25

بۆ نموونە ئەگەر بارستایی تەنێکی دیاریکراو سێ ئەوەندەی بارستایی خۆربێت!!، وە تیرەکە لە 10 km زیاترنەبێت!!، ئەوا خێرایی دەربازبوون لە کێشکردنەکەی دەگاتە خێرایی رووناکی!!، بەمانا هێزی کێشکردنی ئەم تەنە بۆ سەر هەر هاوێژراوێك زۆر گەورە دەبێت بە جۆرێك هەتا خێرای رووناکیش ناتوانێت لەم کێشکردنە دەربازی ببێت.



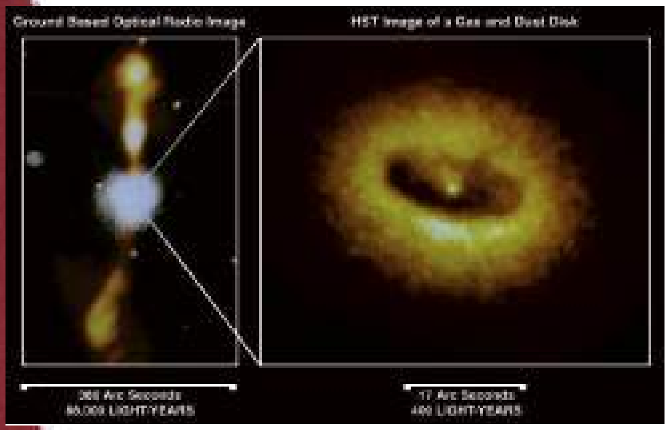
وێنەی 2-13

(أ) ئەو هاوێژراوەی لە نزیك تەنێکی بارستایی گەورەوە تێپەر ببێت لە ڕێڕەوەکەی لادەدات. (ب) تا قەبارەی تەنەکە بچوکتر ببێتەوە هاوێژراوەکە زیاتر لەسەر ڕێڕەوەکەی لادەدات وە خێرایی دەربازبوون لە بواری کێشکردن زیاتردەبێت. (ج) ئەگەر تەنەکە زۆر بچوك بێت وە بارستاییەکەی زۆر گەورە بێت خێرایی دەربازبوون لە کێشکردنەکەی لە دووری R_s لە خێرایی رووناکی زیاتر دەبێت. ئەو کاتە بەتەنەکە دەوترێت کونی ڕەش.

کونە ڕەشەکان black holes

زانا کارڵ یەکەم کەس بوو کە پێشبینی لە بوونی ئەو تەنە بارستایی گەورە و قەبارە بچوکانە کرد ئەمەش لە سویسرا بوو ساڵی 1916 کاتێك لێکدانەوەکانی خۆی بۆ هاوکێشەکانی ڕێژەیی گشتی ئاینشتاین بەکارهێنا ئەمەش بە مەبەستی پێشبینی کردنی سیفەتەکانی ئەم تەنانە. دوری لە چەقی تەنەوە بۆ ئەو خولگە بازنەییەی کە تێیدا خێرایی دەربازبوون یەکسانە بە خێرایی رووناکی، پێی دەوترێت نیوە تیرەی Schwarzchild (R_s)، وە رووناکی ناتوانێت بە هیچ خاڵێکی گۆی Schwarzchildدا تێپەرببێت. وە ناتوانین هیچ زانیارییەك دەربارەی ئەو ڕووداوانە بەدەست بهێنین کە دەکەوێتە ناویەوە. بە لێواری بازنەکە دەوترێت (ئاسۆی ڕوداوەکان) horizon وە ناوچە تاریکەکەی گۆیەکە پێی دەوترێت کونی ڕەش black holes.

بەم دواییانە تاقیکردنەوەکان بەڵگەی بەهێزیان دا بەدەستەوە لەسەر هەبوونی کونەڕەشەکان. تێبینی چەند برێکی گەورە لە تیشکی x و چەند تیشکێکی تر کراوە کە لە چەند ناوچەیەکی نزیکی ئەستێرە بینراوەکانەوە دێن، وە ئەستێرەکان سەرچاوەی ئەو تیشکانەنین. ئەگەر ئەستێرە کونێکی ڕەشی هەبێت و هاوەڵی بێت، لەوانەیە ئەستێرەکە هەندێك لە گازەکانی بۆشایی دەرەوەی لە دەست بدات وە بەرەو کونەکە کێش ببێت. وە ئەم گازانەی بۆشایی سەرچاوەی ئەو تیشکانە دەبن، کاتێك تاودەدرێن لە نزیك کونەکەوە. لە جۆرە گرنگەکانی کونە ڕەشەکان بریتین لە Scorpius x-1 و Cygnus x-1.



وێنەی 2-14

شوهبە گازییەکان وە چەقە پەیکەکەی لای ڕاست، کە لە تێکەڵکردنی وێنەیەکی رووناکی و وێنەیەکی ڕادیۆیی تیلسکۆبی بۆ NGC 4261 پێکهاتوون ئەوە دەردەخەن کە کونێکی ڕەش لە چەقی ئەم گەلە ئەستێرەیەدا هەیە.

ئەو برە گەورەیەی وزە کە هەندێك چەقی گۆی گەلە ئەستێرەکەمان (Center of our galaxy) دەینێرن وا لە زۆربەی گەردون ناسەکان دەکات باوەڕیان وابێت کە سەرچاوەی ئەو وزەیە کونە ڕەشە گەورەکان بن.

ئەگەری ئەوە هەیە کە گەلە ئەستێرەی NGC 4261 کونێکی ڕەشی لە چەقەکەیدا هەبێت وەك لە وێنەی 2-14 دا ڕونکراوەتەوە. هەندێك لە زاناکانی گەردونزانی باوەڕیان وایە کە گەلە ئەستێرەکەمان، (ڕێگای کاکێشان) کونێکی ڕەشی هەبێت بە قەبارەی کۆمەڵەی خۆر.

پوختەی بەشی 2

زاراوە بنچینەییەکان

زەبر Torque لا (33)

باسکی خولانەوە

Lever arm لا (33)

چەقی بارستایی

Center of mass لا (37)

زەبری بارنەگۆڕی

Moment of inertia لا (38)

گۆشە تەوژم

Angular momentum لا (46)

جوولە وزەی بەخول

Rotational kinetic energy لا (49)

بیرۆکە بنچینەییەکان

بەندی 2-1 زەبر

- زەبر پێوەری توانای هێزە لە خولانەوەی تەنێك بە دەوری تەوەرەیەکدا.
- زەبری سەر تەنێکی دیاریکراو بەندە لەسەر بڕی هێزی کاریگەر و درێژی باسکی خولانەوە بە پێی ئەم هاوکێشەیە $\tau = F(d\sin\theta)$.

بەندی 2-2 خولانەوە و بارنەگۆڕی

- زەبری بارنەگۆڕی تەنێك بریتییە لە پێوەری بەرهەڵستی تەنەکە بۆ گۆڕان لە جوولە بە خولەکەی بە دەوری تەوەرەیەکی دیاریکراودا.
- بۆ ئەوەی تەنێکی ڕەهەندار لە باری هاوسەنگی تەواودا بێت، پێویستە هاوسەنگی جێگۆڕ و هاوسەنگی بەخولی هەبێت.

بەندی 2-3 داینەمیکی خولانەوە

- یاسای دووەمی نیوتن لە جوولەی بەخولدا کە هاوچەشنی یاسای دووەمی نیوتنە لە جوولەی بەهێڵدا دەتوانرێت بەم شێوەیە بنووسرێت: $\tau = I\alpha$
- تەنە خولاوەکان گۆشە تەوژمیان هەیەو بەنەبوونی زەبرە دەرەکییەکان پارێزراودەبێت.
- تەنە خولاوەکان جوولە وزەی بەخولیان هەیەو بە نەبوونی زەبرە دەرەکییەکان پارێزراو دەبێت.

هێمای گۆڕاوەکان

هێندەکە	یەکەکەی
τ زەبر	N•m
I زەبری بارنەگۆڕی	$kg•m^2$
L گۆشە تەوژم	$kg•m^2/s$
$KE_{خولانەوە}$ جوولە وزەی بەخول	J

ch2 2/1/18 9:51 AM Page 27

پێداچوونەوەی بەشی 2

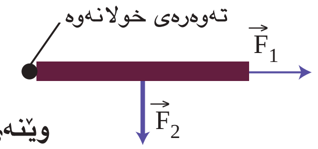
پێیدابچۆرەوە و هەڵیبسەنگێنە

زەبر

پرسیار دەربارەی چەمکەکان

1. پزیشکی ددان چۆن زەبر بەکاردەهێنێت بۆ ڕاستکردنەوەی ددانەکان؟ باسی بکە

2. کام لەو دوو هێزەی کار لە تولەکەی وێنەی 2-15 دەکەن، زەبرێك بە دەوری ئەو تەوەرەیەی کە دەکەوێتە لای چەپی تولەکە دروست دەکات؟

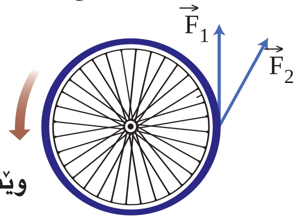


وێنەی 2-15

3. دوو کوڕ تایەی ئۆتۆمبێلێك لەسەر لێژاییەك خلۆر دەکەنەوە. بە بڕوای یەکێکیان تایەکە خێراتر دەخولێتەوە ئەگەر بێت وخۆی لەناو تایەکە گرموڵە بکات، بەڵام دووەمیان بڕوای وایە کە ئەمە دەبێتە هۆی خولانەوەیەکی هێواشتر کام لەم دوو بۆچوونە ڕاستە؟

4. زەبری بارنەگۆڕی تەنێکی ڕێك بە دەوری تەوەرەیەکدا کە بە چەقی بارستاییەکەیدا تێپەڕ دەبێت، ناکرێت لە نرخی MR^2 زیاتربێت، کە M بارستایی و R دوری چەقی بارستاییەکە بۆ دورترین لێواری تەنەکە. هۆی ئەمە چییە؟ (تێبینی: کام شێوە لە تەنەکان زەبری بارنەگۆڕییەکەی MR^2)ە.

5. دوو هێز هەمان بڕیان هەیە کار لە تایەیەك دەکەن، وەك لە وێنەی 2-16 دا دیارە. کامیان زەبرێکی گەورەتر دەخاتە سەر تایەکە؟



وێنەی 2-16

6. دوو هێز هەمان بڕیان هەیە و ئاراستەکانیان پێچەوانەیە کار لە تەنێکی دیاریکراو دەکەن لە هەمان خاڵدا، ئایا دەتوانن زەبرێکی دیاکراو لەسەر تەنەکە پەیدا بکەن؟ باسی بکە.

7. کاتێك لەسەر پشت ڕاکشاوی و دەستەکانت لەپشت سەرتەوە بێت هەستانەوەت زۆر گرانتر دەبێت لەچاو ئەوە بارەدا کە دەستەکانت بۆ بەردەمت درێژکردبێت! ڕای خۆت دەربڕە.

پرسیارەکانی ڕاهێنان

8. سەتڵێکی پڕ لە ئاو، بارستاییەکەی 54 kg ، بە پەتێکەوە هەڵواسراوە کە لەسەر لولەکێکی وەستاو هەڵکراوەکە نیوەتیرەکەی 0.050 m . ئەگەر لولەکەکە نەخولێتەوە و وە سەتڵەکەش بە پەتەکەوە شۆڕ بوبێتەوە بڕی ئەو زەبرە چەندە کە سەتڵەکە بە دەوری چەقی لولەکەکەدا پەیدای دەکات؟

9. درێژی باسکی بەرزکەرەوەیەك لە شوێنی دامەزراوەیەکدا دەگاتە 15.0 m وە گۆشەی نێوان باسکەکەو ئاسۆ 20.0° . وا دابنێ گەورەترین کێش کە دەتوانرێت بە هۆی بەرزکەرەوەکەیەوە بەرز بکرێتەوە بەو زەبرە دیاریدەکرێت کە ئەو کێشە بە دەوری بنکەی باسکی بەرزکەرەوەکەدا پەیدایدەکات.

أ. بڕی زۆرترین زەبر کە بەرزکەرەوەکە دەتوانێت بەرگەی بگرێت چەندە ئەگەر زۆرترین کێشی هەڵواسراو پێوەی 450 N بێت؟

ب. زۆرترین کێش کە بەم بەرزکەرەوەیەوە هەڵبواسرێت چەندە ئەگەر گۆشەکەی لەگەڵ ئاسۆ 40.0° بێت؟

خولانەوە و بارنەگۆڕی

پرسیارەکانی پێداچوونەوە

10. نمایشکەرێك لەشاری یاریدا یاری بە دوو پارچە دار دەکات و لە هەوادا بایاندەدات (دەیان خولێنێتەوە)، یەکێکیان لەوەی تریان قورسترە، کام لەم دەقانەی خوارەوە بەڕاست دادەنرێت:

أ. زەبری بارنەگۆڕی دارە سوکەکە گەورەترە.

ب. هەریەکە لە سەرەکانی دوو دارەکە لە سەر ڕێڕەوێکی برگە هاوتا دەجوولێن دوای هاوێشتنیان لە هەوادا.

ج. چەقی بارستایی هەریەکە لە دارەکان لەسەر ڕێڕەوێکی برگە هاوتا دەجوولێن دوای هاویشتنیان.

11. لە پرسیاری پێشودا، کاتێك نمایشکەرەکە بە شێوەیەکی ڕێك ڕادەوەستێت. دوو دارەکە بە درێژایی هەردوو دەستی لە سەرەکانیانەوە ڕادەگرێت. ئایا چەقی بارستاییەکەی:

أ. لە ناوەڕاستی جەستەکەیەوە دەبێت؟

ب. لەو دەستەی نزیکتردەبێت کە دارە سوکەکەی گرتووە؟

ج. لەو دەستە نزیکتر دەبێت کە دارە قورسەکەی گرتووە؟

.12 دوو مەرجەکەی هاوسەنگ بوون چین؟ بەجێهێنانەکانیان باس بکە لەکاتی دانیشتنی دوو کوڕ لەسەر لاکانی جۆلانەیەك.

.13 ئەو مەرجە چییە کە پێویستە تەنێك بەدیبهێنێت کاتێك دەروات و لە باری هاوسەنگبووندایە؟

.14 یاریزانێك دارێك لە هەواودا فڕێ دەدات.

أ. جووڵەی سەرەکانی دارەکە وەسف بکە لەوکاتەی لە هەوادا دەجووڵێت.

ب. جووڵەی چەقی بارستایی دارەکە وەسف بکە.

پرسیار دەربارەی چەمکەکان

.15 هاوێژراوێك لە هەوادا لە ناکاو تەقیەوە بۆ چەند پارچەیەك چی دەتوانرێت بگوترێت، پاش تەقینەوەکە دەربارەی جووڵەی چەقی پارستایی پارچە فریوەکان (بڵاوبووەکان)؟

.16 ئایا دەتوانیت بە بەکارهێنانی تەرازوی سادەی دوو تایی دوو تەن هاوسەنگ بکەیت کە بارستاییەکانیان جیاوازبێت (واتە کێشەکانیان جیاوازبێت)؟ باسی بکە.

.17 تەنۆلکەیەك لەسەر هێڵێکی ڕاست دەڕوات، ئەو زەبرەی کاریتێدەکات بە دەوری خاڵێکی دیاری نەکراودا. دەبێتە سفر. ئایا ئەمە ئەوە دەگەێنێت کە پێویستە بەرئەنجامی ئەو هێزانەی کار لە تەنۆلکەکە دەکەن سفر بێت؟ ئایا دەتوانیت بڵێیت کە گۆشە خێرایی تەنۆلکەکە نەگۆڕە؟ باسی بکە.

پرسیارەکانی ڕاهێنان

.18 کارگوزارێکی پاککردنەوەی شووشە لەسەر تەختەیەك وەستاوە کە لە هەردوو سەریەوە بە دوو پەتی شاوڵییەوە بەستراوە. کێشی تەختەکە 205 N و درێژییەکەی دەگاتە 3.00 m. ئەو هێزە چەندە کە هەریەك لە پەتەکان دەیخەنە سەر تەختەکە ئەگەر کێشی کارگوزارەکە 675 N بێت و لە دوری 1.00 m لە یەکێك لەسەرەکانیەوە وەستابێت؟

یاسای نیوتن لە جووڵەی بەخولدا

پرسیار دەربارەی چەمکەکان

.19 تەنێك بە گۆشە خێراییەکی نەگۆڕ دەخولێتەوە. ئایا هیچ بەرئەنجامی زەبرێك هەیە کە کاریتێبکات؟ باسی بکە.

.20 ئەگەر تەنێك لە باری وەستاندا بێت، ئایا ئەمە ئەوە دەگەێنێت کە هیچ زەبرێك نییە کاریتێبکات؟

.21 دوو لولەك کە هەمان نیوە تیرەیان هەیە لەسەر لێژیەك خلۆردەبنەوە بێ خلیسکان. بارستایی لولەکی یەکەم دوو ئەوەندەی بارستایی لولەکی دووەمە. بڕی ئەو زەبرە چەندە کە کاردەکاتە سەر لولەکی یەکەم بە بەراورد لەگەڵ ئەو زەبرەی کە کاردەکاتە سەر لولەکی دووەم؟

پرسیارەکانی ڕاهێنان

.22 لولەکێکی پتەو ورێك بارستاییەکەی دەگاتە 30.0 kg وە نیوەتیرەکەی 0.180 m . ئەگەر گۆشەتاوداني لولەکەکە بە دەوری تەوەرەکەیدا 2.30×10^{-2} rad/s^2 بێت، زەبری کاریگەر لەسەر لولەکەکە چەند دەبێت؟

.23 خولێنکەیەکی بازنەیی ئاسۆیی بارستاییەکەی 350 kg و نیوە تیرەکەی 1.5 m خولێنراوەوە بەهۆی ڕاکێشانی پەتێکەوە کە لەسەر چێوەکەی هەڵکراوە. زەبری پێویست بۆ خولانەوەی خولێنکەکە لە وەستانەوە دەبێت چەندبێت بۆ ئەوەی گۆشە خێرایی 3.14 rad/s پەیدابکات لە ماوەی 2.00 s دا؟

گۆشە تەوژم و جووڵە وزەی بەخول

پرسیارەکانی پێداچوونەوە

.24 ئایا گۆشە تەوژم بەردەوام پارێزراودەبێت؟ باسی بکە.

.25 ئایا دەگونجێت دوو تەن کە هەمان بارستایی و هەمان گۆشە خێراییان هەبێت گۆشە تەوژمەکانیان جیاوازبێت؟ باسی بکە.

.26 لەکاتی خولانەوەی خولێنکەیەکدا منداڵێك لە خاڵێکی نزیك تەوەرەی خولانەوەوە بەرەو لێواری دەرەوەی لەسەر خولێنکەکە دەڕوات. ئەمە چۆن کارلە گۆشە خێرایی خولێنکەکە دەکات؟ باسی بکە.

.27 ئایا خۆخلیسکێنێکی سەر سەهۆڵ دەتوانێت گۆشە خێراییەکەی بگۆڕێت بەبێ ئەوەی هیچ زەبرێکی دەرەکی کاری تێبکات؟ باسی بکە.

پرسیار دەربارەی چەمکەکان

.28 خۆ خلیسکێنەکانی سەر سەهۆڵ بنەمای پاراستنی گۆشە تەوژم بەکاردەهێنن بۆ بەدەستهێنانی گۆشە خێراییەکی خولانەوەی بەرز، ئەمەش بە بەخۆوە نوساندنی دەستەکانیان بەرەو تەوەرەی خولانەوە. وا دابنێ کە یەکێك لە خۆخلیسکێنەکان هەردوو باسکی بە سینگیەوە نوساند بەمەش زەبری بارنە گۆڕینەکەی کەمبووەوە بۆ نیوەی یەکەمجاری، وە گۆشە خێراییەکەی بووبە دوو ئەوەندە کاتێك لە جووڵە وزەی بەخولی خۆخلیسکێنەکە دەکۆڵینەوە لەم بارەدا دەبینین بووەتە دوو ئەوەندە هەرچەندە کە گۆشە تەوژمەکەش بە پارێزراوی ماوەتەوە. خۆخلیسکێنەکە ئەم جووڵە وزە بەخولە زیادەی لە کوێوە دەستکەوتووە؟

29. گۆیەکی پتەو بارستاییەکەی 2.0 kg و نیوە تیرەکەی 0.50 m لە بەرزی 3.0 m دەست بە خلۆربونەوە دەکات لەسەر لێژییەك کە بە گۆشەی 20° لارە لەگەڵ ئاسۆدا. هەروەها لەگەڵ گۆیەکە ئەڵقەیەکی پتەو و پەپکەیەکی پتەو کە هەمان بارستایی گۆیەکەو هەمان نیوە تیرەی گۆیەکەیان هەیە خلۆر دەبنەوە. کام لەم سێ تەنە یەکەمجار دەگاتە دامێنی لێژییەکە ئەگەر خلۆربوونەوەکە بێخلیسکان بێت؟

پرسیارەکانی ڕاهێنان

30. تۆپێکی بۆلینگ بارستاییەکەی 35 kg ونیوە تیرەکەی 13 cm لە وەستانەوە دەست بە خلۆربوونەوە دەکات لە بەرزی 3.5 m لەسەر لێژییەك. خێرایی بەهێلی چەقی تۆپەکە کاتێك دەگاتە دامێنی لێژییەکە هەژماربکە.

31. گۆیەکی پتەو کێشەکەی 240 N و نیوە تیرەکەی 0.20 m دوری 6.0 m لەسەر لێژییەك کە بە گۆشەی 37° لەگەڵ ئاسۆ لارە خلۆر دەبێتەوە. ئەگەر گۆیەکە لەسەروی لێژییەکە لەوەستانەوە دەست بە جووڵە بکات، گۆشە خێرایی خولانەوەی چەند دەبێت کاتێك دەگاتە دامێنی لێژییەکە؟

پێداچوونەوەی گشتی

32. وا دابنێ دوو گۆ هەمان نیوە تیرە و هەمان بارستاییان هەیە، یەکێکیان ناو بۆش و ئەوەی تریان پتەو. بە چ ڕێگایەك لە یەکیان جیادەکەیتەوە؟
أ. بەخلۆر بوونەوەیان لەسەر لێژییەك.
ب. بە فڕێدانیان لە هەمان بەرزییەوە.
ج. بەکێشانیان بە تەرازوو.

33. سەتڵێکی ئاو بارستاییەکەی 75 kg بە پەتێکەوە بەسترا پاشان سەرەکەی تری پەتەکە هەڵکراوە بە دەوری لولەکێکی ئاسۆیی جێگیردا کە نیوە تیرەکەی 0.075 m دەتوانرێت لولەکەکە بخولێنرێتەوە بە هۆی باسکێکەوە کە بەسەرێکیەوە جێگیرکراوە درێژییەکەی 0.25 m. کەمترین هێز چەندە کە دەتوانرێت بە شێوەیەکی ستونی بخرێتە سەر باسکەکە بۆ ئەوەی بتوانێت دەفرەکە بەرز بکاتەوە بە خێراییەکی نەگۆڕ؟

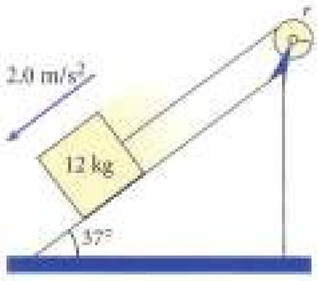
34. ئەگەر زەبری پێویست بۆ کردنەوەی سەموولەیەکی تایەی ئۆتۆمبێلێك 58 N•m بێت، ئەو هێزە چەندە کە دەبێت بخرێتە سەرلایەکی سپانەیەك کە درێژییەکەی 0.35 m بە گۆشەی 56° بۆ کردنەوەی سەمولەکە؟

35. دەرنەفیزێك درێژییەکەی 23.0 cm بەکارهات بۆ کردنەوەی سەری قوتویەکی بۆیە. ئەگەر تەوەرەی خولانەوە 2.00 cm دوربێت لەسەری دەرنەفیزەکەوە هێزێك بخرێتە سەر دەسکی دەرنەفیزەکە بڕەکەی 84.3 N بێت. ئەو هێزەی قوتوەکە دەیخاتە سەر دەمی دەرنەفیزەکە چەندە؟

36. ڕاستەیەکی مەتری بارستاییەکەی 0.100 kg لە شوێنی نیشانەی 40 cm بە هۆی پەتێکەوە بەبنمیچەوە هەڵواسرا، ئینجا بارستایی 0.700 kg بە شاوڵی بە شوێنی نیشانەی 5.00 cm لە ڕاستەکەدا هەڵواسرا وە بارستایی دووەم لە شوێنێك لەسەر ڕاستەکە هەڵواسرا بەجۆرێك ڕاستەکە لە باری هاوسەنگی جێگۆڕ و بەخولدا مایەوە. ئەگەر هێزی کرژی لەو پەتەی کە بە بنمیچەکەوە هەڵواسراوە و ڕاستەکەو دوو بارستاییەکەی هەڵگرتووە 19.6 N بێت ئەمانە هەژماربکە.
أ. بڕی بارستایی دووەم.
ب. شوێنی ئەو خاڵەی کە دەبێت بارستای دووەمی پێدا هەڵبواسرێت.

37. پارچە دراوێکی کانزایی تیرەکەی 0.0200 m دەست بە خلۆربونەوە دەکات بۆ سەرەوەی لێژییەکی زبر کە بە گۆشەی 15.0^{o} لەگەڵ ئاسۆدا لارە، بە گۆشە خێرایی 45.0 rad/s ، پارچە دراوەکە بەرەو سەرەوەی لێژییەکە خلۆر دەبێتەوە. بێخلیسکاندن. گەورەترین بەرزی چەندە کە لەسەر لێژییەکە دەیبڕێت پێش ئەوەی بۆ ساتێك لە خلۆربوونەوە بوەستێت.

38. بارستایی 12 kg بە پەتێکەوە بەستراوە کە بەسەر خلۆکەیەکدا تێپەڕبووە نیوە تیرەکەی 10.0 cm وەك لە **وێنەی 17-2** دا دیارە. تاودانی بارستاییەکە بەرەو دامێنی لێژییەکە $2.0\ m/s^2$ دەبێت. وا دابنێ تەوەرەی خلۆکەکەو ڕوە لێژەکە سافن، ئەمانە هەژماربکە.
أ. هێزی کرژی پەتەکە.
ب. زەبری بارنە گۆڕی خلۆکەکە.
ج. گۆشە خێرایی خلۆکەکە دوای 2.0 s لە دەستکردنی بە جووڵە لە وەستانەوە.



وێنەی 17-2

39. کاتێك هێزێك بۆ خولانەوەی تایەیەك بەکاردەهێنرێت، بەرئەنجامی ئەو زەبرانەی کە لە هێزە سەپێنراوەکە و هێزی لێکخشاندنەوە پەیدادەبێت بە دەوری تایەکەدا $36\ N{\cdot}m$ بێت. هێزەکە تا ماوەی $6.0\ s$ لەکاردابوو بەمەش گۆشە خێرایی تایەکە لە 0 بۆ $12\ rad/s$ بەرزبوەوە. پاشان هێزەکە لەسەر تایەکە لابراو دوای $65\ s$ وەستا. ئەم پرسیارانەی خوارەوە وەڵام بدەوە:

أ. زەبری بارنەگۆڕی تایەکە چەندە؟

ب. زەبری هێزی لێکخشاندنەکە چەندە؟

ج. ژمارەی ئەو خولانە چەندە کە تایەکە لە ماوەی $71\ s$ کردویەتی؟

40. پەتێك بەسەر خلۆکەیەکدا تێپەڕ دەبێت کە بە دەوری تەوەرەیەکی جێگیردا دەخولێتەوە. بەهۆی بارستایی خلۆکەکەو هێزی لێکخشاندنی نێوان پەتەکەو خلۆکەکە هێزی کرژی لە دوولای پەتەکەدا یەکسان نابێت. ئەگەر هێزی کرژی لە یەکێك لە لاکانی پەتەکەدا $120.0\ N$ و لە لاکەی تریدا $100.0\ N$ بێت وە خلۆکەکە لە شێوەی پەپکەیەکی ڕێکدا بێت کە بارستاییەکەی $2.1\ kg$ و نیوە تیرەکەی $0.81\ m$. گۆشە تاودانی خلۆکەکە هەژمار بکە.

41. گۆیەکی پتەو لەسەر ئاستێکی ئاسۆیی خلۆر دەبێتەوە بە خێراییەکی بەهێڵی نەگۆڕ و بێخلیسکان. بیسەلمێنە جووڵە وزەی بەخول بە دەوری تەوەرەی گۆیەکە دا دەکاتە $\frac{2}{7}$ ی جووڵە وزەی گشتی.

پڕۆژە و ڕاپۆرتەکان

1. تەرازوێك بێنە پێش چاوی خۆت کە دوو باسکی جیاوازی هەبێت. پارچە زێڕێك لەتای لای چەپی تەرازوەکە دانرابێت وە هاوسەنگ کرابێت بە بارستایی $5.00\ g$ لە تای لای ڕاستی، ئەگەر پارچەکە لە تای لای ڕاست دابنرێت بۆ هاوسەنگ کردنی دەبێت بارستایی $15.00\ g$ لە تای لای چەپ دابنێیت. کام باسکیان درێژترە؟ ئایا پێویستیت بە زانینی درێژی دوو باسکەکە دەبێت بۆ دیاریکردنی بارستایی پارچەکە؟ باسی بکە.

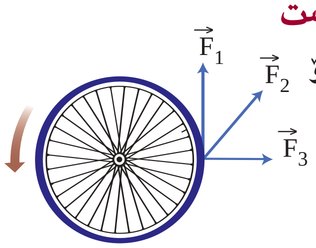
2. بە درێژی باسی ئەو پێوانانە بکە کە پێویستە لەسەرت ئەنجامی بدەیت بۆ دیاریکردنی ئەو زەبرانەی کە ڕوو دەدەن کاتێك پاسکیلێك لێدەخوڕی. (پێویستە پلانەکەت ئەو پێوانانە بگرێتە خۆی کە دەتوانێت بە هۆی ئەو ئامێرو دەزگایانەی لەبەردەستدان ئەنجامی بدەیت. ئەگەر هاوڕێکانت لە پۆلی خوێندندا دەستیان بە لێکۆلینەوەی چەند جۆرێکی تری پاسکیل کرد، تۆ لە نێوان چوستی جۆرە جیاجیاکاندا بەراوردبکە.

ch2 2/1/18 9:51 AM Page 31

هەڵسەنگاندنی بەشی 2

هەڵبژاردنی وەڵامی ڕاست

ئەم وێنەی خوارەوە بەکاربێنە بۆ وەڵامدانەوەی هەردوو پرسیاری **1** و **2** .



1. ئەو سێ هێزەی کار لە تایەکە دەکەن هەمان بڕیان هەیە. کامیان زەبرێکی گەورەتر لەسەر تایەکە پەیدادەکات؟

أ. $\vec{F}_1$ ج. $\vec{F}_3$

ب. $\vec{F}_2$ د. هەرسێ هێزەکە هەمان زەبر پەیدا دەکەن.

2. ئەگەر بڕی هەر هێزێك 6.0 N بێت وە گۆشەی نێوان $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ 60° بێت، وە نیوە تیرەی تایەکە 1.0 m ، ئەوا بەرەنجامی ئەو زەبرانەی کار لە تایەکە دەکات چەندە؟

أ. −18 N·m ج. 9.0 N·m

ب. −9.0 N·m د. 18 N·m

3. ئەگەر دوو خلۆکە هەمان زەبریان بخرێتە سەر وە هەمان نیوە تیرەیان هەبێت، وە بە هەمان گۆشە خێرایی نەخولێنەوە:

أ. زەبری بارنەگۆڕییان جیاوازە.

ب. زەبری بارنەگۆڕییان یەکسانە.

ج. جووڵە وزەی بەخولیان جیاوازە.

د. جووڵە وزەی بەخولیان یەکسانە.

4. ئەو هێندە بە خولە چییە کە بەرامبەر بارستاییە لە جووڵەی جێگۆڕدا؟

أ. زەبر. ج. زەبری بارنەگۆڕی.

ب. تەوژم. د. گۆشە جووڵە وزە (جووڵە وزەی بەخول).

5. هێزێك بڕەکەی 2.0 N بە شێوەیەکی لێکەوت خرایە سەر پەپکەیەك بارستایەکەی 5.0 kg و نیوە تیرەکەی 0.1 m گۆشە تاودانی پەپکەکە چەندە؟

أ. 80 rad/s² . ج. 8 rad/s² .

ب. 800 rad/s² . د. 0.8 rad/s² .

6. پیاوێك کێشەکەی 720 N لەسەر لەوحێکی سوك وەستاوە درێژییەکەی 2.0 m لە هەردوو سەرەکەیەوە لەسەر دوو ڕاگر جێگیرکراوە. ئەگەر دوری نێوان شوێنی پیاوەکە و ڕاگری یەکەم 0.5 m بێت. ئەو هێزە چەندە کە ڕاگری یەکەم کاری پێیدەکاتە سەر لەوحەکە؟

أ. 540 N . ج. 180 N .

ب. 720 N . د. 360 N .

7. پەپکەیەك بارستایەکەی 0.5 kg و نیوە تیرەکەی 0.1 m لە سەر لێژییەك خلۆر دەبێتەوە بێخلیسکاندن. جووڵە وزەی گشتی پەپکەکە هەژمار بکە لەو ساتەی کە خێرایی ساتی چەقەکەی دەبێتە 1 m/s .

أ. 0.375 J . ج. 375 J .

ب. 3.75 J . د. 3.75×10^3 J .

ئەو پرسیارانەی کە وەڵامی کورتیان هەیە

8. ئایا دەکرێت دوو گۆ تیرەکانیان و بارستاییەکانیان جیاوازبێت هەمان زەبری بارنە گۆڕییان هەبێت؟

9. لە کام باردا گۆشە تەوژم پارێزراودەبێت؟

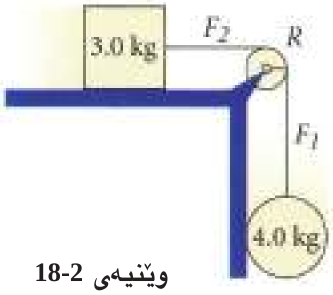
10. ئایا پاراستنی گۆشە تەوژم دەبێتە هۆی پاراستنی جووڵە وزەی بەخول؟

ئەو پرسیارانەی وەڵامی درێژیان هەیە

11. تەنێك بارستاییەکەی 3.0 kg لەسەر ڕوێکی ئاسۆیی ساف دانراوە بەسەری پەتێکەوە بەستراوە کە بەسەر خلۆکەیەکدا تێپەر دەبێت زەبری بارنەگۆڕییەکەی $0.50\ kg\cdot m^2$ و نیوە تیرەکەی 0.30 m وەك لە وێنەی **2-18**. بارستایی 4.0 kg بە سەرەکەی تری پەتەکەوە بەستراوە. خلۆکەکە بە دەوری تەوەرەیەکی سافدا دەخولێتەوە. وا دابنێ پەتەکە لەسەر خلۆکەکە ناخلیسکێت.

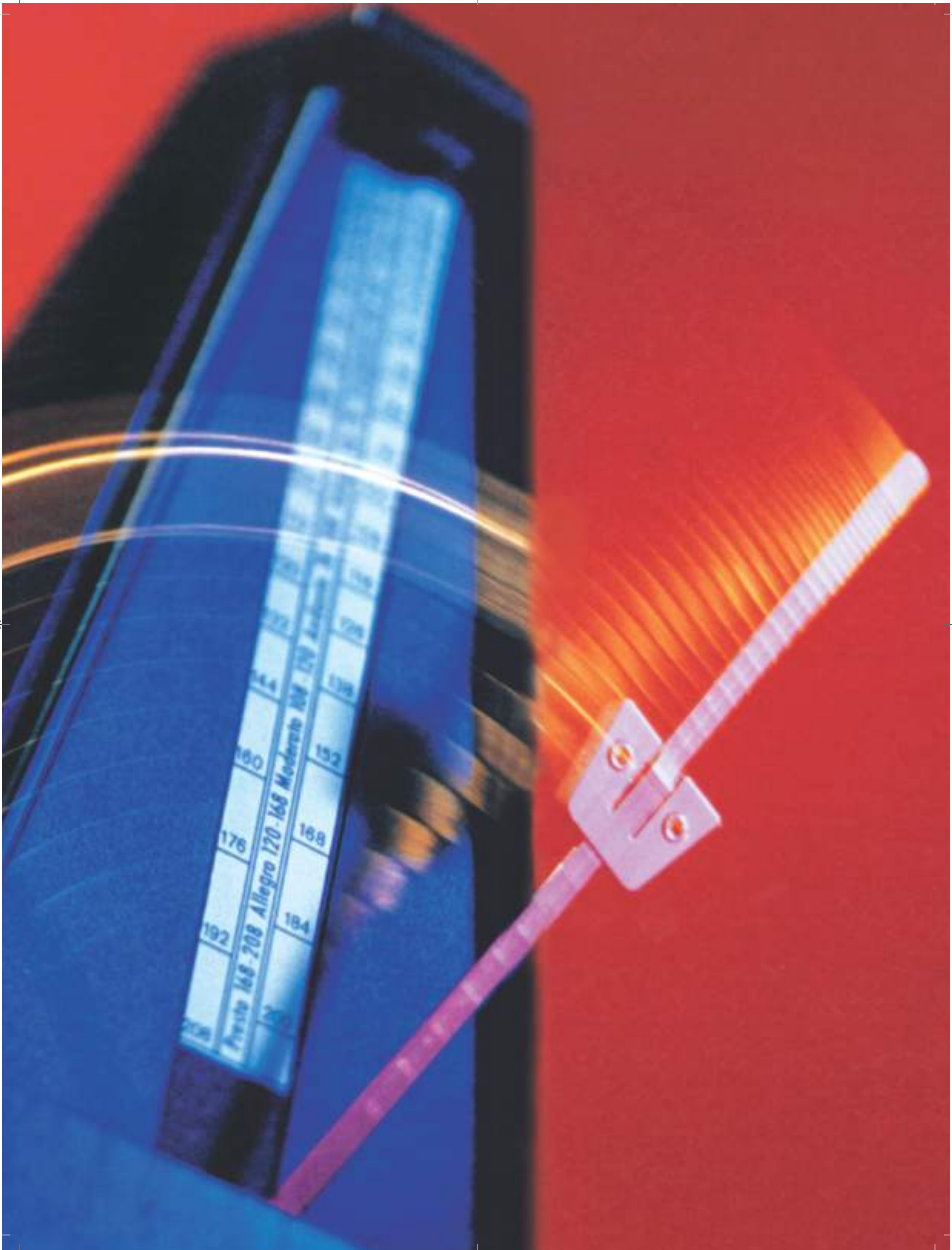
أ. تاودانی هەردوو بارستاییەکە چەندە؟

ب. هێزی کرژی لە هەردوو لای پەتەکە F_1 و F_2 چەندە؟



وێنەی **2-18**

ch3 2/1/18 10:01 AM Page 4

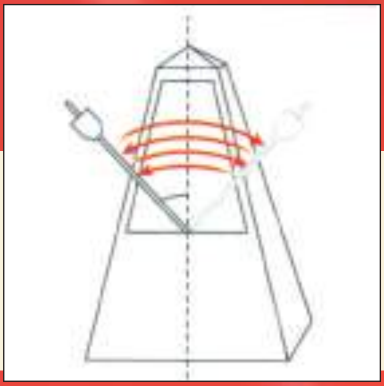


ch3 2/1/18 10:01 AM Page 3

بەشی 3

لەرینەوە و شەپۆلەکان

Vibrations and Waves



پەندۆلە کاتژمێری میکانیکی پێکدێت لە بەندۆلێکی هەڵگەڕاوەو قورساییەکی هاوسەنگ کەر لەسەر هەردوو لای بەرامبەری تەوەرەی جێگیربوون و سەنگێکی خلیسکاو کە دەکەوێتە سەر تەوەرەکە و بەکاردێت بۆ گۆڕینی خێرایی لەرینەوەکەی. کاتێك پەندۆلەکە دەلەرێتەوە چرکەچرکێك دەردەکات مۆزیك ژەنەکان بەکاریدەهێنن بۆ پارێزگاریکردنی ئاوازێکی یان ژەنینێکی ڕێك. لەرینەوەکانی پەندۆلی ئاوازرێکخەر نموونەیەکە لەسەر جووڵەی بەپات.

ئەوەی کە پێشبینی بەدیهێنانی دەکرێت

لەم بەشەدا بە جۆرێك لە جۆرەکانی جووڵەی بەپات ئاشنادەبیت کە پێی دەوترێت جووڵەی هارمۆنی سادە. وە پەیوەندی نێوان لەرینەوەکانی هارمۆنی سادەو شەپۆلەکان فێردەبیت.

گرنگییەکەی چییە

شەپۆلەکان زانیاری دەگوێزنەوە، لە شێوەی گفتوگۆکردن یان پەخشی تەلەفزیۆنیدا. زۆربەی ئەوشتانەی لە جیهانی فیزیادا ڕوودەدەن وەریان دەگریت لە شێوەی شەپولدان یان بەهۆی شەپۆلەوەن ئەگەر شەپۆلەکانی ڕوناکی و شەپۆلەکانی دەنگ نەبن ناتوانیت ببینیت و ببیستیت.

ناوەڕۆکی بەشی 3

1 جووڵەی هارمۆنی سادە
- یاسای هوك
- پەندۆلی سادە

2 پێوانەکردنی جووڵەی هارمۆنی سادە
- فراوانی و کاتەلەرەوە لەرەلە

3 سیفەتەکانی شەپۆل
- جووڵەی بە شەپۆل
- جۆرەکانی شەپۆل
- کاتە لەرەو لەرەلەرو خێرایی شەپۆل

4 کارلێکە شەپۆلیەکان
- بەیەکداچوونی شەپۆل
- دانەوەی شەپۆلەکان
- شەپۆلە وەستاوەکان

بەندی 3-1

جووڵەی هارمۆنی سادە

Simple Harmonic Motion

3-1 ئامانجەکانی بەندەکە

- مەرجەکانی جووڵەی هارمۆنی سادە دیاریدەکات.
- چۆنیەتی گۆڕانی هێزو خێرایی و تاودان لێکدەداتەوە کاتێك تەنێکی دیاریکراو (سپرینگ – بارستایی، پەندۆڵ) بە جووڵەی هارمۆنی سادە دەلەرێتەوە.
- بەبەکارهێنانی یاسای هوك نەگۆڕی سپرینگ هەژماردەکات.

یاسای هۆك

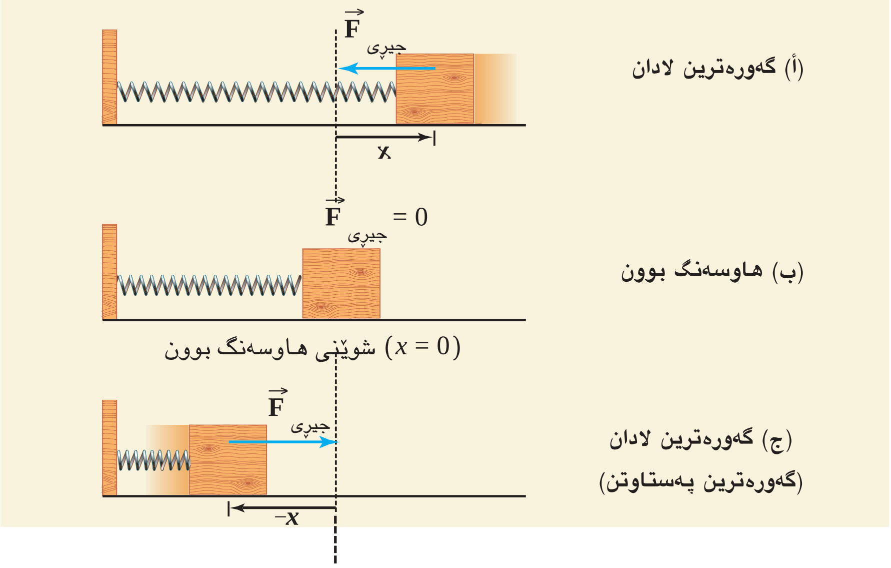
بە جووڵەی دووبارە بووەوە دەوترێت جووڵەی بەپات وەك جووڵەی یاریزانێکی سێرکی لەراوە یان جووڵەی منداڵێك لەسەر جۆڵانەیەك یا پەندۆلی کاتژمێر. لە هەموو ئەو بارانەدا جووڵەکە بەپات دەبێت لەسەر هەمان ڕێڕەو دێت و دەچێت.

لە سادەترین جۆرەکانی جووڵەی هاتن و چوونی بەپات جووڵەی ئەو بارستاییە کە بە سپرینگێکەوە بەستراوە وەك وێنەی **3-1**. با وا دابنێین بارستاییەکە لەسەر ڕوویەکی ئاسۆیی سافە. لەکاتی ڕاکێشان یان پەستاوتنی سپرینگەکەو ئینجا بەرەڵاکردنی بارستاییەکەدا دەست بە لەرینەوە دەکات و بەدەوری شوێنی یەکەمجاریدا دێت و دەچێت (شوێنی هاوسەنگ بوون $x = 0$) سەرەتا لەم نموونەیەوە دەست بە خوێندنی جووڵەکە دەکەین، ئینجا زانیارییە دەستکەوتووەکانمان لەسەر لەرینەوەی یاریزانی سێرکەکە لەسەر جۆڵانەکەی جێبەجێ دەکەین.

خێرایی لە شوێنی هاوسەنگ بووندا دەگاتە زۆرترین بڕی

لە وێنەی **3-1** (أ) دا کاتێك سپرینگەکە بە هێزی $\vec{F}$ بەرەولای ڕاست ڕادەکێشرێت، سپرینگەکە درێژدەبێت و لە شوێنی هاوسەنگبوون بە بڕی x دوردەکەوێتەوە، وە پاش بەرەڵاکردنی سپرینگەکە بە هێزێك کار لە بارستاییەکە دەکات بە ئاڕاستەی شوێنی هاوسەنگ بوون. ئەم هێزە کەم دەکات کاتێك سپرینگەکە بە ئاڕاستەی شوێنی هاوسەنگ بوون دەجووڵێت، تا لە شوێنی هاوسەنگ بووندا دەبێتە سفر وەك لە **وێنەی 3-1** (ب)دا دەردەکەوێت، هەروەها تاودانیش دەبێتە سفر.

لەگەڵ ئەوەی کە هێزی سپرینگەکەو تاودانەکە کەمدەکەن کاتێك بارستاییەکە بە ئاڕاستەی شوێنی هاوسەنگبوون دەجووڵێت بەڵام خێرایی بارستاییەکە زیاد دەکات و لە شوێنی هاوسەنگبووندا کاتێك تاودانەکە دەگاتە سفر خێراییەکەی دەگاتە گەورەترین بڕ سەرەڕای ئەوەی لەم خاڵەدا هیچ هێزێك کار لە بارستاییەکە ناکات، لەگەڵ ئەوەشدا سەرەتا خێراییەکی هەیە کە بەپێی یاسای یەکەمی نیوتن بە شوێنی هاوسەنگ بووندا تێپەڕدەبێت و دەبێتە هۆی پەستاوتنی سپرینگەکە، وەك لە وێنەی 3-1 (ج).



وێنەی 3-1
ئاڕاستەی ئەو هێزەی کار لە بارستاییەکە دەکات $\vec{F}_{جیری}$ بەردەوام پێچەوانەی ئاڕاستەی لادانی بارستاییەکەیە لە شوێنی هاوسەنگ بوونەوە $(x = 0)$. (أ) لە کاتی ڕاکێشانی سپرینگەکە بەرەو لای ڕاست هێزی جیری سپرینگەکە بارستاییەکە بەرەو لای چەپ ڕادەکێشێت. (ب) کاتێك سپرینگەکە لەباری درێژبووندانییە هێزی جیری سپرینگەکە سفر دەبێت. (ج) لەکاتی پەستاوتنی سپرینگەکە بەرەو لای چەپ ئاڕاستەی هێزی جیری سپرینگەکە بەرەو لای ڕاست دەبێت.

ch3 2/1/18 10:01 AM Page 5

هێزی جیرِی سپرینگ و تاودان لە گەورەترین لاداندا دەگەنە گەورەترین برِ

پاش ئەوەی بارستاییەکە شوێنی هاوسەنگ بوون بە جێدەهێڵێت هێزی جیرِی سپرینگەکە وە هەروەها تاودانەکەی زیاد دەکات، بەڵام بە ئاراستەی پێچەوانەی ئاراستەی جووڵەی بارستاییەکە، واتە بە ئاراستەی شوێنی هاوسەنگبوون، ئەوەش وادەکات بارستاییەکە دەست بە هێواش بوونەوە بکات. کاتێك کورتبوونەوەی «چونەوەیەکی» سپرینگەکە لە شوێنی هاوسەنگ بوونەوە یەکسان دەبێت بە درێژبوونی یەکەمجاری سپرینگەکە، لادانی بارستاییەکە دەگاتە گەورەترین برِی وەك لە **وێنەی 3-1** (ج) **دا دیارە**، هەروەها هێزی جیرِی سپرینگەکە و تاودانی بارستاییەکە دەگەنە گەورەترین برِ. لەم خاڵەدا خێرایی بارستاییەکە دەبێتە سفر. هێزی جیرِی سپرینگەکە کە بە ئاراستەی لای راست کارلە بارستاییەکە دەکات ئاراستەی جووڵەی بارستاییەکە دەگۆرِێت، لەبەر ئەوە بارستاییەکە دەست بە جووڵە دەکات بۆ دواوە بە ئاراستەی شوێنی هاوسەنگبوونەکەی. دوای ئەوە کردارەکە بە گشتی دووبارە دەبێتەوە وە بارستاییەکە لە لەرینەوە بەردەوام دەبێت بە هاتوچۆکردنی لەسەر هەمان رِێرِەو.

ئەگەر سیستمی (بارستایی – سپرینگ) نموونەیی بێت تا بێ کۆتایی دەلەرێتەوە، لە راستیدا لێکخشاندن جووڵەی بارستاییەکە هێواش دەکاتەوە وا لە سیستمەکە دەکات پاش ماوەیەك بوەستێت، ئەم کاریگەرە پێی دەوترێت کپکردن. بە پێی ئەوەی کە کپکردن لە ماوەیەکی کورتدا روودەدات، ئەوا کاریگەرەکەی زۆر کەمدەبێت، ئەمەش وا دەکات کە سیستمی (بارستایی – سپرینگ)ی نموونەیی نموونەیەکی فیزیایی راستەقینەی جووڵەی سیستمەکە بێت.

لە جووڵەی هارمۆنی سادەدا هێزی گەرِێنەرەوە راستەوانە دەگونجێت لەگەڵ لاداندا

لەوەی پێشەوە بینیمان کە هێزی سپرینگەکە بەردەوام بارستاییەکە رادەکێشێت یان پاڵیپێوەدەنێت بۆ دواوە دەیگەرِێنێتەوە بۆ شوێنی هاوسەنگ بوونی یەکەمی، پێوانەکان ئاماژە بەوە دەکەن کە هێزی گەرِێنەرەوە راستەوانە دەگونجێت لەگەڵ لادانی بارستاییەکەدا. رۆبەرت هوك ساڵی 1678 سەلماندی کە زۆربەی سیستمەکانی (بارستایی – سپرینگ) پشت بە پەیوەندییەکی سادەی نێوان هێزو لادان دەبەستن، کە بەم هاوکێشەیەی خوارەوە دەربدەبرِێت، ئەگەر لادانەکان لە شوێنی هاوسەنگبوونەوە کەمبن:

یاسای هوك

$$\vec{F}_{\text{جیری}} = -k\,\vec{x}$$

هێزی جیرِی سپرینگ = − (نەگۆرِی سپرینگ × لادان)

نیشانەی نێگەتیف لە هاوکێشەکەی سەرەوەدا ئاماژە بەوە دەکات کە ئاراستەی هێزی سپرینگەکە هەموو کات پێچەوانەی ئاراستەی لادانی بارستاییەکەیە لە شوێنی هاوسەنگبوونەوە. بە واتایەکی تر نیشانە نێگەتیفەکە ئارەزوی هێزی سپرینگەکە روندەکاتەوە بۆ جووڵاندنی تەنەکە و گێرانەوەی بۆ شوێنی هاوسەنگبوون. لە کتێبی پۆلی یازدەهەمدا لە بەشی ئیش و وزەدا باسی ئەوەمانکرد کە نەگۆرِی سپرینگ هەمووکات برِێکی پۆزەتیڤە، رادەی توندی سپرینگەکە دەپێوێت، وە لە پۆلی دەیەم لەبەشی هێزی بەرگەگرتنی تەنە رِەقەکاندا ئاماژە بۆ نەگۆرِی سپرینگ کرا. نرخی گەورەی نەگۆرِی k ئاماژە بۆ سپرنگێکی توندتردەکات چونکە پێویستی بە هێزێکی گەورەتر هەیە بۆ درێژکردنی یان پەستاوتنی. یەکەی k لە سیستمی نێودەوڵەتی SI بریتییە لە N/m.

هەموو جووڵەیەکی بەپات کە لە هێزێکی گەرِێنەرەوە پەیدا ببێت و راستەوانە لەگەڵ لاداندا بگونجێت و لەسەر رِێرِەوێکی راست بێت بە **جووڵەی هارمۆنی سادە** دادەنرێت simple harmonic motion لەبەر ئەوە بریتییە لە جووڵەی هاتن و چوون لەسەر هەمان رِێرِەو.

جووڵەی هارمۆنی سادە

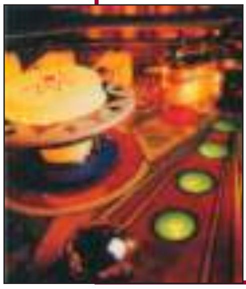
لەرینەوەی تەنێکە بە دەوری شوێنی هاوسەنگبووندا لەسەر هێڵێکی راست کە تێیدا هێزی گەرِێنەرەوە راستەوانە دەگونجێت لەگەڵ لادانەکەی لە شوێنی هاوسەنگبوونەوە بەڵام بە ئاراستەی پێچەوانە.

فیزیا و ژیان

1. خولگەی زەوی: جووڵەی زەوی لە خولگەکەیدا بە دەوری خۆردا جووڵەیەکی بەپاتە. ئایا بریتیە لە جووڵەیەکی هارمۆنی سادە؟ ئەمە لێکبدەوە.

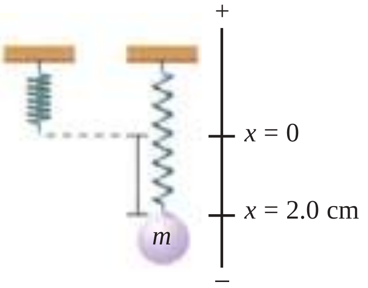
2. یاری (تۆپ و دەنبوس)

پینبۆڵ pinball : لەم یاریەدا ئەو هێزەی کە سپرینگێکی پەستێوراو پەیدای دەکات بەکار دێت بۆ هاوێشتنی تۆپێك. هێزی سپرینگەکە چی بەسەر دێت ئەگەر دوری پەستاوتنەکەی بکرێتە دوو ئەوەندە؟ ئەگەر سپرینگەکە بە سپرینگێکی تر بگۆرِدرێت کە پلەی توندییەکەی نیوەی پلەی توندی یەکەم بێت ئەو هێزەی کار لە تۆپەکە دەکات چۆن دەگۆرِێت؟



نموونە 3 (أ)

یاسای هۆك



پرسیارەکە

بارستایی **0.55 kg** بە سپرینگێکی شاوڵیەوە هەڵواسراو لە ئەنجامدا دووری **2.0 cm** درێژبوو لە شوێنی هاوسەنگبوونی بنەڕەتییەوە. نەگۆڕی سپرینگەکە چەندە؟

شیکار

1.دەزانم

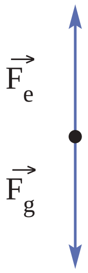
دراو: $m = 0.55$ kg

$x = -2.0 \text{ cm} = -0.020 \text{ m}$

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$

نەزانراو: $k = ?$

هێڵکاریەکە



2.پلان دادەنێم

هاوکێشەیەك یان هەڵویستێك هەڵدەبژێرم: کاتێك بارستاییەکە بە سپرینگەکەوە هەڵدەواسرێت شوێنی هاوسەنگبوون دەگۆڕێت لە شوێنە تازەکەی هاوسەنگبووندا بەرئەنجامی ئەو هێزانەی کار لە بارستاییەکە دەکەن سفر دەبێت. لەبەر ئەوە پێویستە هێزی سپرینگەکە (بەپێی یاسای هۆك) لەگەڵ کێشی بارستاییەکە لە بڕدا یەکسان بێت و لە ئاڕاستەدا پێچەوانەبێت.

$$\vec{F}_{\text{بەرئەنجام}} = 0 = \vec{F}_e + \vec{F}_g$$

$$F_e = -kx$$

$$F_e = -F_g$$

$$-F_g = -kx$$

$$-mg = -kx$$

هاوکێشەکە دووبارە ڕێکدەخەمەوە بۆ جیاکردنەوەی نەزانراوەکە:

$$k = \frac{-mg}{-x}$$

3. هەژماردەکەم

لە هاوکێشەکەدا نرخەکان لە جیاتی دادەنێم و هەژماردەکەم:

$$k = \frac{-(0.55 \text{ kg})(9.81 \text{ m/s}^2)}{-0.020 \text{ m}}$$

$$\boxed{k = 270 \text{ N/m}}$$

وەڵامی ئامێری ژمێرەر

وەڵامی ئامێری ژمێرەر بریتییە $k = 269.775$ دەبێت نزیك بکرێتەوە بۆ دوو ڕەنووسی واتایی، بەمەش دەبێتە $k = 270$ N/m.

4.هەڵدەسەنگێنم

ئەم بڕەی نەگۆڕی سپرینگ ئاماژە بەوە دەکات کە بۆ درێژکردنی سپرینگەکە بەبڕی 1 m پێویستی بە هێزێکە کە بڕەکەی 270 N بێت.

ڕاهێنانی 3 (أ)

یاسای هۆك

1. پارچە چەرمێکی تەنك بە دوو پارچە لاستیکەوە بەستراوە. بۆ درێژکردنی دوو پارچە لاستیکەکە تا دووری 1.2 cm پێویستیمان بە هێزێکە بڕەکەی 32 N بێت. نەگۆڕی سپرینگی هاوتا بۆ دوو پارچە لاستیکەکە چەندە؟

2. بڕی ئەو هێزە چەندە کە پێویستە بۆ ڕاکێشانی پارچە چەرمەکەی پرسیاری 1 تا دووری 3.0 cm لە شوێنی هاوسەنگ بوونیەوە؟

ماتەوزەی جیری سپرینگ لەهەردوو باری درێژبوون و پەستاوتندا

لەبەشی «ئیش و وزە»دا لە کتێبی پۆلی یازدەهەمدا ئەوەمان خوێند کە چۆن سپرینگێکی پەستێوراو یان درێژکراو بڕێك لە ماتەوزەی جیری خەزن دەکات. بۆ دڵنیابوون لەمە لە نموونەی ئەو تیروکەوانە دەکۆڵینەوە کە لە **وێنەی 3-2** دا دیارە. کاتێك پەتی کەوانەکە بۆ دواوە ڕادەکێشرێت کەوانەکە دەچەمێتەوە لەم بارەدا لە سپرینگێکی درێژکراو دەچێت. بۆ ئاسانکردنی بارەکە وا دادەنێین لێکخشاندن و وزەی ناوەکی نییە.

کەوانەکە ماتەوزەی جیری خەزن دەکات هەر کاتێك پەتی کەوانەکە بۆ دواوە ڕابکێشرێت. بە پێی ئەوەی کە سیستمی کەوان و تیرەکەو پەتی کەوانەکە لەو کاتەدا لە باری وەستاویدان، کەواتە جووڵە وزەی سیستەمەکە سفرە و وزە میکانیکییەکەی تەنها ماتە وزەی جیرییە.

کاتی بەردانی پەتەکە ماتەوزەی جیری لە کەوانەکە دەگۆڕێت بۆ جووڵە وزە لە تیرەکە. ساتی دەرچوونی تیرەکە لە پەتەکەوە تیرەکە زۆربەی ئەو ماتە وزە جیریە وەردەگرێت کە لە بنەڕەتدا لە کەوانەکەدا خەزن بووە. (ئەوەی دەمێنێتەوە دەگۆڕێت بۆ جووڵە وزە لە کەوانەکەو پەتەکەدا)، کەواتە لە هەموو جارێکدا کە تیرەکە دەهاوێژرێت وزەی میکانیکی سیستمەکە تەنها جووڵە وزە دەبێت. وە بەپێی بنەمای پاراستنی وزەی میکانیکی جووڵە وزەی سیستمەکە (کەوانەکە و تیرەکە و پەتەکە) یەکسان دەبێت بەو ماتە وزە جیرییەی کە لە بنەڕەتدا لە کەوانەکەدا خەزن بووە.

وێنەی 3-2
ماتە وزەی جیری خەزن بوو (هەڵگیراو) لە کەوانە درێژبووەکەدا گۆڕا بۆ جووڵە وزە لە تیرەکەدا.

ch3 2/1/18 10:01 AM Page 10

ڕۆشناییەك لەسەربابەتەكە
كپكەرەوەی تاسەكان (دەبڵەكان)

گومانی تێدانیە كە تاسەكانی سەر ڕێگاكان شوفێرەكان بێزاردەكەن. خۆئەگەر دەزگاكانی كپكردنەوە كرداری و گونجاو نەبن، ئەوا تاسەكان لەوانەیە كوشندەبن. بۆ ئەوەی شوفێر بتوانێت كۆنترۆڵی ئۆتۆمبێلەكەی بكات كاتێك بە خێرایی 110 km/h دەڕوات پێویستە هەر چوار تایەی ئۆتۆمبێلەكەی لەسەر زەوی بمێنێتەوە. ئەو تاسانە تایەكان لەسەر ڕێگاكان بەرز دەكەنەوە، بەمەش شوفێرەكان كۆنترۆڵی لێخوڕین لەدەستدەدەن. باشترین چارەسەر لەوەدا خۆی دەبینێتەوە كە هەر تایەیەك سپرینگێكی لەسەر دادەنرێت بۆ بەرزكردنەوەی ئۆتۆمبیلەكە. ئەم سپرینگانە لەكاتی بەرز بوونەوەی تایەكان لەسەر تاسەكان وزەكە هەڵدەمژن، وە دووبارە پاڵ بە تایەكانەوە دەنێن و وایان لێدەكەن لەسەر ڕێگاكە بمێننەوە، بەڵام لەكاتی جووڵەدا سپرینگەكان ئارەزوی ئەوە دەكەن كە بەردەوام بن لەسەر جووڵەكەیان بۆ سەرەوەو بۆ خوارەوە بە جووڵەیەكی هارمۆنی سادە كە كار لە كۆنترۆڵی شوفێرەكە دەكات لەسەر ئۆتۆمبێلەكە وە بێزارییەكی بۆ دروست دەكات.

یەكێك لە ڕێگاكانی كپكردنی لەرینەوە نەویستراوەكان بەكارهێنانی سپرینگی ڕەقە كە دەتوانرێت تەنها بۆ چەند سانتیمەترێك بپەستێورێت، بەهۆی ئەو هێزانەوە كە بڕەكانیان هەزارەها نیوتنە (N). ئەم سپرینگانە نەگۆڕێكی زۆر گەورەیان هەیە ئەمەش وا دەكات كە بەو نەرمی و ئاسانیەی سپرینگەكان كە نەگۆڕەكانیان كەمە پێی دەلەرنەوە ئەمان بەو نەرم و ئاسانیە نالەرنەوە. بەڵام ئەم چارەسەرە توانای شوفێرەكە لەسەر هێشتنەوەی تایەكان لەسەر زەوی لاواز دەكات. بۆ چارەسەركردنی ئەم كێشەیە بە یەكجاری لە هەندێك لە ئۆتۆمبێلەكاندا دەزگای مژینی وزە بە هاوڕێكی لەگەڵ سپرینگەكان چەسپ دەكرێن پێیان دەگوترێت كپكەرەوەی تاسەكان وەك لە وێنەی (أ) كە لە خوارەوە دەردەكەوێت دیارە. كپكەرەوەی تاسەكان بۆرییەكە پڕكراوە لە شلگازێك (دەبڵ) كە جووڵەی هارمۆنی سادەی سپرینگەكە دەگۆڕێت بۆ جووڵەیەكی هارمۆنی كپكراوە بەوەش هەر خولێكی درێژبوون و پەستاوتنی سپرینگەكە بچوكتر دەبێت لە خولی پێش خۆی.

دەزگاكانی پێوەبەستن و هەڵواسینی ئۆتۆمبێلە تازەكان بە شێوەیەك ئامادەكراون ڕێ بە كپكەرەكانی تاسەكان دەدەن كە هەموو وزەی سپرینگەكە هەڵمژێت، ئەمەش بۆ ڕزگاربوون لە لەرینەوەكان دەبێت لە ماوەی یەك خولدا بۆ سەرەوە و بۆ خوارەوە. ئەمەش ئۆتۆمبێلەكە لە هەڵبەزو و دابەزی بەردەوام دەپارێزێت بێ ئەوەی سپرینگەكە توانای ئەوە لەدەست بدات كە تایەكان لەسەر ڕێگاكە بهێڵێتەوە. نەگۆڕەكانی سپرینگەكان لەگەڵ پلەی كپكردنی كپكەرەوە جیاجیاكانی تاسەكان تێكەڵ دەكرێن بۆ ئەوەی بۆ هەموو جۆرە ڕێگایەك بگونجێت. بۆ نموونە ئۆتۆمبێلە گەورەكان سپرینگی شێوە پەرەی بەهێزیان بۆ دادەنرێت كە لە پەرەی پۆڵایی پەستێنراو دروستكراون، نەگۆڕی سپرینگیان لە نەگۆڕی سپرینگی پێچاوپێچ (لەولەبی) گەورەترە.

لەم جۆرە دەزگا پێوە هەڵواسراوانەدا كپكەرەوەی تاسەكان بە شێوەیەكی ستوون لەگەڵ سپرینگەكان چەسپ دەكرێن. وەك لە وێنەی (ب)دا دەردەكەوێت. لە كاتی لێخوڕیندا لەوانەیە پتەوی سپرینگەكە كارلەكاتی كاردانەوە و هەستی گشتی بكات كە لەگەڵ دەرچوون و ڕۆیشتنی ئۆتۆمبیلەكەدا پەیدادەبێت.

لە ئەنجامی زۆری جۆرەكانی ئۆتۆمبێلدا لەكاتی لێخوڕیندا هەست بە خۆشی لێخوڕینی ئۆتۆمبێلی ئاسودە و لەرینەوە ناخۆشەكانی ئۆتۆمبیلەكانی پێشبڕكێی بێزاركر دەكرێت.

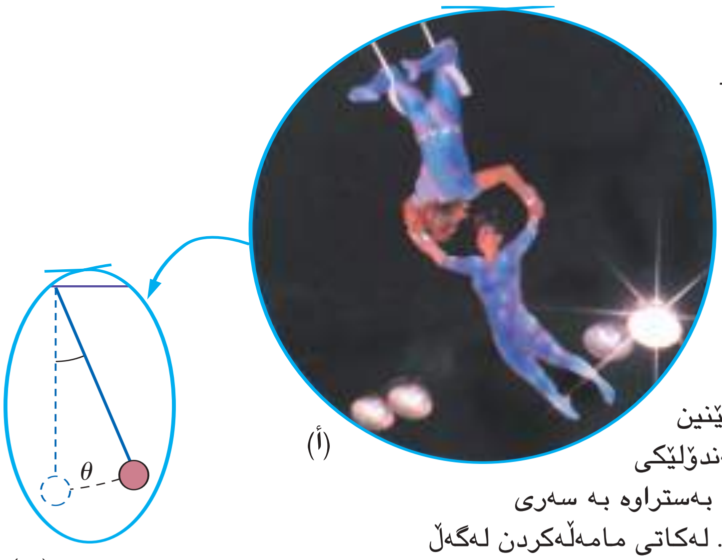
(أ)

(ب)

پەندۆلی سادە

لە پێشەوە بینیمان کە جوولەی بەپاتی سیستمی بارستایی – سپرینگ، بە نموونەیەك لەسەر جوولەی هارمۆنی سادە دەژمێردرێت. با لەو جوولە پاڵەوانییە وردبینەوە کە لە **وێنەی 3-3** (أ) لەیاری سێرکدا دەرکەوتووە. ئەو جوولەیەی پاڵەوانەکە پێی دەلەرێتەوە لە لەرینەوەی سیستمی (بارستایی – سپرینگ) دەچێت و بە لەرینەوەی بەپات دادەنرێت. ئایا جوولەی پاڵەوانەکە لەسەر جۆلانەکە بە نموونەیەك لەسەر جوولەی هارمۆنی سادە دادەنرێت؟

بۆ وەڵامدانەوەی ئەم پرسیارە پەندۆلێکی سادە بەکاردەهێنین وەك سامپڵێك لەسەر جوولەی پاڵەوانەکە کە بریتییە لە پەندۆلێکی فیزیایی. بەندۆلی سادە لە بارستاییەك یان گۆیەك پێکدێت بەستراوە بە سەری پەتێکەوە کە بە دەوری تەوەرەیەکی نەگۆڕدا هاتووچۆ دەکات. لەکاتی مامەڵەکردن لەگەڵ پەندۆلی سادەدا بارستایی پەتەکە فەرامۆش دەکەین وە وا دادەنێین کە بارستایی پەندۆلەکە لە خاڵێکدا کۆبۆتەوە. سەرەرای ئەمەش، وا دادەنێین لێکخشاندن و بەرگری هەوا هیچ کاریگەرێکی لە جوولەی پەندۆلەکەدا نییە. لە بەرامبەردا لە پەندۆلی فیزیاییدا دابەشبوونی بارستایی و لێکخشاندن و بەرگری هەوا رەچاودەکەین. بەمەبەستی ئاسانکردنی شیکردنەوە و رێگرتن لە ئاڵۆزی، پەندۆلی سادە بە سامپڵێکی نزیکراوەی پەسند بۆ پەندۆلی فیزیایی دادەنرێت لەو نموونانەی کە باسیان دەکرێت.



(ب)

وێنەی 3-3

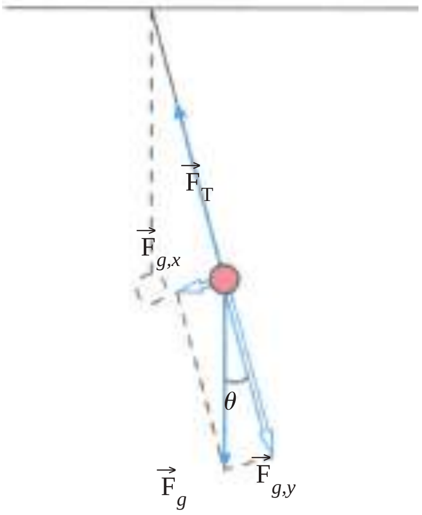
(أ) جوولەی پاڵەوانی جۆلانەکە لە سامپڵ

(ب) دا وەك پەندۆلێکی سادە دانراوە.

هێزی گەڕێنەرەوە لە پەندۆلدا یەکێك لە پێکنەرەکانی کێشی گۆیەکەیەتی

بۆ دڵنیابوون لەوەی کە جوولەی پەندۆل هارمۆنی سادەیە یان نا، پێویستە یەکەمجار لەو هێزانە ورد بینەوە کە کار لە گۆیەکە دەکەن بۆ دیاریکردنی هێزی گەڕێنەرەوە. ئەگەر دەرکەوت هێزی گەڕێنەرەوە راستەوانە دەگونجێت لەگەڵ لادان، ئەوا جوولەی پەندۆل هارمۆنی سادە دەبێت. با سیستمێکی پۆوتان هەڵبژێرین کە تەوەرەی x ببێتە لێکەوتی ئاراستەی جوولەکە، وە تەوەرەی y ستون بێت لەسەر ئاراستەی جوولەکە، لەبەر ئەوەی گۆیەکە بەردەوام شوێنەکەی دەگۆرێت بەمەش شوێنی ئەم سیستمە لەگەڵیدا دەگۆرێت لە هەر خاڵێك لە جوولەکەیدا.

ئەو دوو هێزەی کار لە گۆیەکە دەکەن لەسەر هەر خاڵێك لە رێرەوەکەی بریتین لە هێزی کرژی پەتەکە $\vec{F}_T$ و کێشی گۆیەکە $\vec{F}_g$. هێزی پەتەکە بەردەوام گۆیەکە بە ئاراستەی تەوەرەی y رادەکێشێت، واتە بە درێژایی پەتەکە. دەتوانرێت کێشی گۆیەکە لەهەر شوێنێکدا شیتەڵ بکرێت بۆ دوو پێکنەر لەسەر هەردوو تەوەرەی x و y، تەنها لە شوێنی هاوسەنگ بووندا نەبێت. وەك **وێنەی 4-3**. لەبەر ئەوەی هەردوو هێز، هێزی کرژی پەتەکە و پێکنەری y بۆ کێشی گۆیەکە، ستونن لەسەر ئاراستەی جوولەی گۆیەکە ئەوا پێکنەری x بۆ کێشی گۆیەکە دەبێتە ئەو هێزە بەرئەنجامەی کە کار لە گۆیەکە دەکات بە ئاراستەی جوولەکەی. لەم بارەدا پێکنەری x بۆ کێشی گۆیەکە بەردەوام هەوڵی راکێشانی گۆیەکە دەدات بە ئاراستەی شوێنی هاوسەنگ بوون رایدەکێشێت، بۆیە دەبێتە هێزی گەڕێنەرەوەوە سەرنج بدە کە هێزی گەڕێنەرەوەی $(F_{g,x} = F_g \sin\theta)$ یەکسانە بە سفر لە شوێنی هاوسەنگ بووندا چونکە گۆشەکە لەو خاڵەدا یەکسانە بە سفر.



وێنەی 4-3

لە هەر دوورییەك لە شوێنی هاوسەنگ بوونەوە، دەتوانرێت کێشی گۆیەکە $(\vec{F}_g)$ بۆ دوو پێکنەر شیتەڵ بکرێت. پێکنەری x $(\vec{F}_{g,x})$ ستوونە لەسەر پەتەکە ئەمەش تاکە هێزە کە کار لە گۆیەکە دەکات بە ئاراستەی جوولەکەی.

جوولەی پەندۆل هارمۆنی سادەدەبێت ئەگەر گۆشەلادانی بچوك بێت

هەروەك ئەوەی لە سیستمی (بارستایی – سپرینگ)دا هەیە هێزی گەڕێنەرەوە لە پەندۆلی سادەدا نەگۆڕ نییە. لە بەرامبەردا هێزی گەڕێنەرەوە بە گۆڕانی دوری گۆیەکە لە

ch3 2/1/18 10:01 AM Page 12

شوێنی هاوسەنگبوونەوە دەگۆڕێت. چەند لە شوێنی هاوسەنگ بوون نزیك بێتەوە هێزی گەڕێنەرەوە کەمدەکات تا لە شوێنی هاوسەنگ بووندا دەبێتە سفر. بەڵام لە لادانە گۆشەیەکی تا رادەیەك بچووکدا (کەمتر لە 15°) هێزی گەڕێنەرەوە لەگەڵ لادانی گۆیەکە لە شوێنی هاوسەنگبوونەوە راستەوانە دەگونجێت ئەگەر گۆشە لادان بچوك بوو ئەوا جووڵەی پەندوڵ هارمۆنی سادە دەبێت.

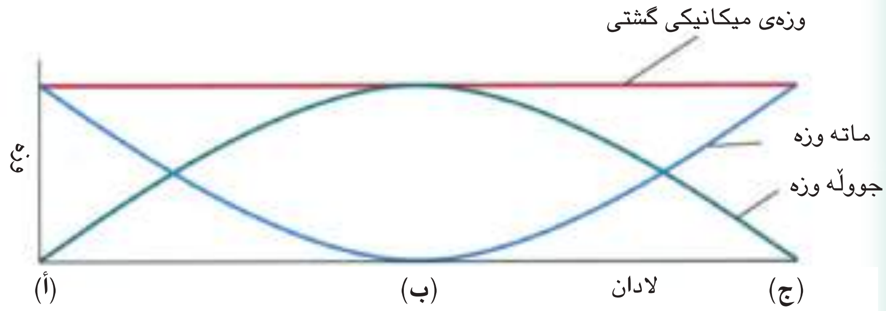
لەبەر ئەوەی جووڵەی بە لەرەی پەندوڵی سادە هارمۆنی سادەیە بۆیە لێرەدا زۆربەی زانیاریە بەدەستهاتووەکان دەربارەی سیستمی (بارستایی – سپرینگ) راست دەبێت. لە گەورەترین لاداندا هێزی گەڕێنەرەوە و تاودان دەگەنە گەورەترین بڕ بەڵام خێرایی دەبێتە سفر. لە بەرامبەردا هێزی گەڕێنەرەوەو تاودان دەبنە سفر لە شوێنی هاوسەنگبووندا بەڵام خێرایی دەگاتە گەورەترین بڕ. **خشتەی 3-1** بەراوردی نێوان پەندوڵ و سیستمی (بارستایی – سپرینگ) دەردەخات.

لەگەڵ زیادبوونی لادانی پەندوڵدا ماتەوزەی کێش زیاددەکات

هەروەك لە سیستمی (بارستایی – سپرینگدا)، میکانیکە وزەی پەندوڵی سادە لە سیستمێکی نموونەییدا (بێ لێکخشان) پارێزراوە بەڵام ماتە وزەی سپرینگەکە جیرییە و ماتە وزەی پەندوڵەکە ماتە وزەی کێشە. نرخی سفری ماتە وزەی کێش بۆ پەندوڵ لە نزمترین ئاستی لەرینەوەدا دەبێت.

لە **وێنەی 3-5** دا دەردەکەوێت کە چۆن ماتەوزەی کێشی پەندوڵ دەگۆڕێت لە گەورەترین لادان لە شوێنی سەروتنەوە وزەی پەندوڵەکە هەمووی ماتە وزەی کێشە وە کاتی هاتنە خوارەوەی بەرەو شوێنی هاوسەنگبوونی پەندوڵەکە جووڵە وزەیەك پەیدا دەکات و ماتە وزەکەی لەدەست دەدات تا هەموو وزەکە دەگۆڕێت بۆ جووڵە وزە لە شوێنی هاوسەنگبووندا.

پاش ئەوەی گۆیەکە شوێنی هاوسەنگبوون بەجێ دەهێڵێت جووڵە وزەکە دەست بە کەمبوونەوە دەکات وە لە گەورەترین بەرزی گۆیەکەدا، هەموو وزەی پەندوڵەکە دەگۆڕێت بۆ ماتە وزەی کێش.



وێنەی 3-5

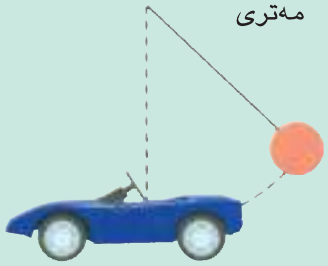
گەورەترین لادان (أ)، هاوسەنگ بوون (ب)، یان گەورەترین لادان بە ئاراستەکەی تر(ج)، وزەی میکانیکی وەك خۆی دەمێنێتەوە، بەڵام لە هێڵکاریە رونکردنەوەییەکەدا دەردەکەوێت ماتە وزە و جووڵە وزە هەردووکیان لە باری گۆڕانی بەردەوامدا دەبن.

چالاکییەکی کرداری خێرا

وزەی پەندوڵ

کەرەستەکان

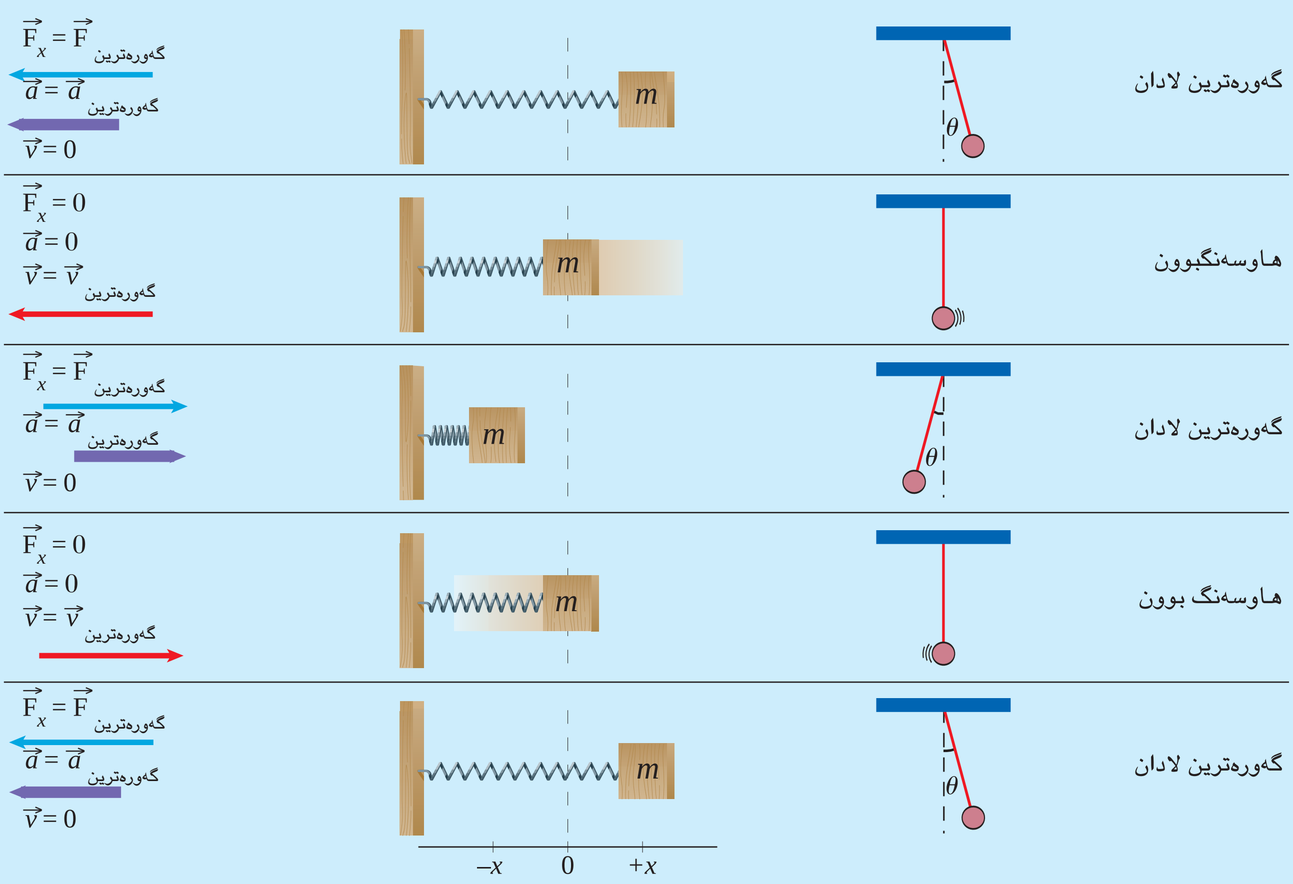
- ✓ پەندوڵێك لەگەڵ پەتێك
- ✓ تێپ
- ✓ ئۆتۆمبێلێکی یاری
- ✓ پرگال
- ✓ راستەیەکی مەتری یا شریتێکی مەتری



گۆی پەندوڵەکە بە سەرێکی پەتەکەوە ببەستە بۆ ئەمەش تێپەکە بەکاربهێنە. ئۆتۆمبێلەکەی یاری لەسەر روویەکی ساف دابنێ و دەزووەکە راستەوخۆ لە سەروی ئۆمبێلەکە رابگرە، بە جۆرێك گۆیەکە لەسەر ئۆتۆمبێلەکە بوەستێت، بە دەستەکەی تر گۆیەکە بەرز بکەوە بۆ شوێنێك کە هاورێکەت بتوانێت گۆشەی پەندوڵەکە بپێوێت بە بەکارهێنانی پرگالەکە. گۆیەکە بەربدە بۆ ئەوەی بلەرێتەوە و بەر ئۆتۆمبێلەکە بکەوێت. لادانی ئۆتۆمبێلەکە بپێوە. ماتە وزەی پەندوڵەکە چی بەسەرهات پاش بەردانی گۆیەکە؟ کردارەکە دووبارە بکەوە بە بەکارهێنانی گۆشەی جیاجیا. ئەنجامەکانت چۆن لێکدەدیتەوە.

ch3 2/1/18 10:01 AM Page 11

خشته 1-3 جووڵەی هارمۆنی سادە



پێداچوونەوەی بەندی 1-3

1. کام لەم جووڵە بە پاتانەی خوارەوە جووڵەیەکی هارمۆنی سادەیە؟
أ. منداڵێك لەناو جۆڵانەیەکدا دەلەرێتەوە $(\theta = 45^o)$.
ب. لولەکێك بە دەوری تەوەرەیەکی شاولی تێپەربوو بە چەقەکەیدا دەخولێتەوە.
ج. پەندۆلی لەراوەی کاتژمێری دیوار کە $(\theta = 10^o)$.

2. هێزی گەڕێنەرەوەی کارکردوو لەگۆی پەندۆل چۆن دەگۆڕێت کاتێك گۆیەکە بەرەو شوێنی هاوسەنگ بوون دەجولێت؟ تاودانی گۆیەکە و خێراییەکەی چۆن دەگۆڕێت (بە ئاراستەی جووڵەکە)؟

3. بیرکردنەوەی ڕەخنەگرانە: کاتێك پاڵەوانەکە دەگاتە شوێنی هاوسەنگبوون، بەرەنجامی هێزی کاریگەر بە ئاراستەی جووڵەکەی دەبێتە سفر. ئەو هۆکارە چییە کەوا لە پاڵەوانەکە دەکات بەردەوام بێت لە لەرینەوە کاتێك بە شوێنی هاوسەنگبووندا تێپەڕ دەبێت؟

ch3 2/1/18 10:01 AM Page 14

بەندی 2-3

پێوانەکردنی جووڵەی هارمۆنی سادە

Measuring Simple Harmonic Motion

2-3 ئامانجەکانی بەندەکە

- فراوانی لەرینەوە دیاری دەکات.
- پەیوەندی کاتەلەرە بە لەرەلەرەوە دیاری دەکات.
- کاتەلەرە و لەرەلەری تەنی لەراوە هەژمار دەکات لە جووڵەی هارمۆنی سادەدا.

فراوانی وکاتە لەرەو لەرەلەر

ئەگەر لێکخشان نەبێت پاڵەوانەکە دوای هەموو لەرینەوەیەك دەگەڕێتەوە بۆ گەورەترین لادان . گەورەترین لادان لە شوێنی هاوسەنگ بوونەوە پێی دەوترێت **فراوانی** amplitude . فراوانی لەرینەوەی پەندوڵ بەو گۆشەیە پێوانە دەکرێت کە دەکەوێتە نێوان شوێنی هاوسەنگ بوونی پەندۆلەکە و گەورەترین لادانی. بەڵام سیستمی (بارستایی – سپرینگ) فراوانییەکەی بریتییە لە گەورەترین درێژبوون یان پەستاوتن لە شوێنی هاوسەنگ بوونەوە.

پێوانەکردنی کات بەهۆی کاتە لەرەو و لەرەلەرەوە

بێنە بەرچاوی خۆت کە لەناو ئەو یارییەدا دانیشتویت کە لە **وێنەی 3-6** دا دەرکەوتووە. لە گەورەترین لادانەوە لە لایەکی هاوسەنگ بوونەوە بۆ گەورەترین لادانی لاکەی تر دەلەرێتەوە، وە جارێکی تر دەگەڕێتەوە بۆ خاڵی دەستپێکردن. بەم هات وچوونە دەوترێت لەرەیەکی تەواو (خولێکی تەواو)ی جووڵەکە. بەڵام **کاتە لەرە** T، period ئەو کاتەیە کە لە تەواوکردنی یەك لەرەدا خایەندویەتی.

بۆ نموونە ئەگەر لەرەیەکی تەواو 20 s خایاند ئەوا تەواوکردنی یەك لەرە 20 s دەبێت. سەرنج بدە کە تەنەکە دوای تێپەڕبوونی کاتە لەرەیەك T. دەگەڕێتەوە بۆ ئەو شوێنەی کە لێوەی دەرچووبوو. ژمارەی ئەو لەرانەی کە یارییەکە پێی دەلەرێتەوە لە ماوەی یەکەیەکی کاتدا پێی دەگوترێت لەرەلەری یارییەکە f، frequency. ئەگەر تەواوکردنی یەك لەرە 20 s خایاند لەرەلەری یاریەکە دەبێتە $\frac{1}{20}$ لەرە/چرکە یان 0.05 Hz . یەکەی لەرەلەر لە سیستمی SI بریتییە لە s^{-1} یان هێرتز (Hz).

لەوانەیە چەمکی کاتەلەرە و لەرەلەر تێکەڵ بکەیت. هەردووکیان پەیوەستن بە جووڵەی هارمۆنی سادەوە. لە بیرت بێت کە کاتەلەرە ئەو کاتەیە کە یەك لەرە دەیخایەنێت. بەڵام لەرەلەر ژمارەی لەرەکانە لە یەکەی کاتدا. پەیوەندی لە نێوانیاندا پەیوەندییەکی پێچەوانەیە

$$T = \frac{1}{f} \quad \text{یان} \quad f = \frac{1}{T}$$

ئەم پەیوەندییە بۆ هەژمارکردنی لەرەلەری یارییەکە بەکارهێنراوە.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{20\ \text{s}} = 0.05\ \text{Hz}$$

خشتەی 2-3 پێناسەی هەریەکە لە فراوانی و کاتە لەرەو لەرەلەر لەخۆ دەگرێت لەگەڵ نموونە بۆ هەریەکیان وە یەکەکانیان لە سیستمی SI .

فراوانی

گەورەترین لادانە لە شوێنی هاوسەنگ بوونەوە.

کاتەلەرە

کاتی خایەنراوە بۆ ئەنجامدانی لەرەیەکی (خولێکی) تەواو.

لەرەلەر

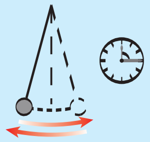
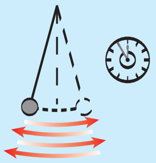
ژمارەی خولەکان یان لەرینەوەکان لە یەکەی کاتدا.

وێنەی 3-6

لەهەر جووڵەیەکی بەپاتدا لەرەلەر و کاتەلەرە پێچەوانە لەگەڵ یەکتر دەگونجێن.

ch3 2/1/18 10:01 AM Page 13

خشتە 2-3 پێوانەکانی جووڵەی هارمۆنی سادە

زاراوە	نموونە	پێناسە	یەکەی SI
فراوانی		گەورەترین لادانە لە شوێنی هاوسەنگ بوونەوە	ڕادیان rad مەتر m
کاتەلەرە T		ئەو کاتەیە کە دەخایەنرێت بۆ ئەنجامدانی لەرەیەکی تەواو	چرکە s
لەرەلەر f		ژمارەی خولەکان یان لەرینەوەکان لە یەکەی کاتدا	هێرتز Hz ($Hz = s^{-1}$)

پەیوەندی کاتەلەرەی پەندۆل بەدرێژی پەندۆل و تاودانی کەوتنە خوارەوەی سەربەستەوە

هەرچەندە هەریەکە لە پەندۆلی سادە و سیستمی (بارستایی – سپرینگ) بە جووڵەیەکی هارمۆنی سادە دەلەرنەوە بەڵام هەژمارکردنی کاتەلەرەو و لەرەلەری هەر یەکەیان پێویستی بە هاوکێشەیەکی جیا هەیە. هۆی ئەمەش ئەوەیە کە کاتەلەرە و لەرەلەر لە هەریەکەیاندا پشت بە چەند هۆکارێکی فیزیایی جیاواز دەبەستێت.

با دوو پەندۆلی تاقیگەیی وەربگرین درێژی هەریەکەیان L بێت. بەڵام بارستایی دوو گۆیەکەیان جیاوازبێت. درێژی پەندۆل لە خاڵی تەوەرەی لەرینەوەوە پێوانە دەکرێت تا چەقی بارستایی گۆیەکەی، ئەگەر گۆیەکانی دوو بەندۆڵەکە بۆ هەمان دوری بچوک ڕابکێشرێن ئینجا بەربدرێن دەبینیت هەردووکیان یەك لەرە لە هەمان کاتدا تەواو دەکەن. ئەگەر لە هەوڵی دووەمدا دوورییە بچووکەکەی یەکێك لە پەندۆلەکانت گۆڕی دەبینیت کە کاتەلەرەی دوو پەندۆلەکە هەر ئەوەیە و ناگۆڕێت. کەواتە لە فراوانی بچوکدا کاتەلەرەی پەندۆل لەسەر فراوانییەکەی بەند نابێت هەروەها لەسەر بارستایی پەندۆلەکەش بەند نابێت.

بەڵام کاتێك درێژی پەندۆلەکە دەگۆڕێت کاتەلەرەکەشی دەگۆڕێت. هەروەها هەر گۆڕانێك لە تاودانی کەوتنە خوارەوەی سەربەستدا کار لەکاتەکەرەی بەندۆلەکە دەکات دارژتنی ڕاست بۆ پەیوەندی نێوان ئەم گۆڕانە دەکرێت بیرکاریانە یان تاقیگەیانە بەدەست بێت.

کاتە لەرەی بەندۆل لە جووڵەی هارمۆنی سادەدا

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{a_g}}$$

کاتە لەرە = 2π × ڕەگی دووجا بۆ (درێژی دابەشی تاودانی کە وتنە خوارەوەی سەربەست)

لەبەرچی کاتەلەرەی پەندۆل بەندە لەسەر درێژی پەندۆل و تاودانی کەوتنە خوارەوەی سەربەست؟ ئەگەر دوو پەندۆلەکە هەمان فراوانیان هەبێت و درێژیان جیاوازبێت، پەندۆلە کورتەکەیان لەسەر کەوانەیەکی کورتتر دەجووڵێت،

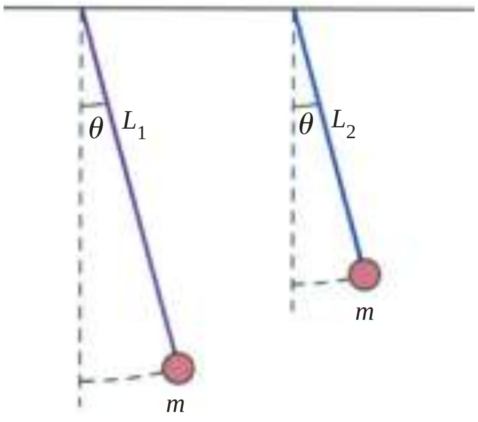
ئایا دەزانیت؟

چاکەی ئەوە بۆ گالیلۆ دەگەڕێتەوە، چونکە یەکەم کەس بوو تێبینی ئەوەی کرد کە جووڵەی پەندۆل (لەگۆشە لادانە بچوکەکاندا) بەندە لەسەر درێژییەکەی نەك لەسەر فراوانییەکەی. پەندۆلەکەی گالیلۆ سورەیایەك بوو چەند مۆمێکی هەڵگرتبوو کە بە بنمیچی خانویەکی بەرزەوە هەڵواسرابوو دەلەرییەوە، دوای ئەوەی لە کاتی داگیرساندنی مۆمەکانیدا بە هەڵە پاڵی پێوە نرابوو. باوەڕوایە کە گالیلۆ لەرەلەرەکەی و پاشان کاتە لەرەکەی بەهۆی لێدانەکانی دڵیەوە پێواوە.

وەك لە وێنەی **7-3** دا دیارە. لەبەر ئەوەی تاودانی کەوتنە خوارەوەی سەربەست بۆ هەردوو پەندۆڵەکە هەمان تاودانە، بەمەش کاتەلەرەی پەندۆڵە کورتەکە کەمتر دەبێت.

بۆچی بارستایی و فراوانی کار ناکەنە سەر کاتە لەرەی پەندۆل؟ کاتێك بارستایی گۆیەکە لە دوو پەندۆڵدا هەمان درێژیان هەبێت دەگۆڕێت بارستاییە گەورەکە هێزێکی گەڕێنەرەوەی گەورەتر پەیدا دەکات، بەڵام پێویستی بە هێزێکی گەورە دەبێت بۆ بەدەستهێنانی هەمان تاودان. ئەم بارە لەو تەنانە دەچێت کە بە کەوتنە خوارەوەی سەربەست بە هەمان تاودان دەکەونەخوارەوە، هەرچەندە بارستاییەکانیشیان جیاوازە.

لە گۆشە لادانە بچوکەکاندا (کەمتر لە 15°)، ئەگەر فراوانی پەندۆل زیادبکات هێزی گەڕێنەرەوە زیاد دەکات بە گۆڕانێکی ڕاستەوانە. لەبەر ئەوەی هێز ڕاستەوانە دەگونجێت لەگەڵ تاوداندا بەمەش تاودانی سەرەتایی گەورەتر دەبێت. وە هەروەها ئەو دورییەی کە پەندۆڵەکە دەبێت بیبڕێت گەورەتر دەبێت، لە گۆشەلادانە بچوکەکاندا ئەم دوو هێندە یەکێکیان کاریگەری ئەوەی تریان ناهێڵێت. وە کاتە لەرەی پەندۆڵەکە وەك خۆی دەمێنێتەوە.



وێنەی 7-3
کاتێك درێژی یەکێك لە پەندۆڵەکان کەمدەکرێتەوە، ئەو دورییەی کە لە خاڵی هاوسەنگ بوونیەوە دەیبڕێت کەمدەکات. لەبەر ئەوەی تاودانی هەردوو پەندۆڵەکە یەکسانن، بەمەش پەندۆڵە کورتەکە کاتەلەرەکەی کەمتر دەبێت.

نموونە 3 (ب)

جووڵەی هارمۆنی سادەی پەندۆڵێکی سادە

پرسیارەکە

لەوانەیە بتەوێت بەرزی قوللەیەکی (تاوەرێکی) بەرز بزانیت، بەڵام تاریکی ڕێ لە بینینی بنمیچەکەی دەگرێت. تێبینی دەکەیت پەندۆڵێك بە بنمیچەکەیەوە شۆڕبۆتەوە و خەریکە بەر زەوی دەکەوێت. بەرزی قوللەکە چەندە ئەگەر کاتەلەرەی پەندۆڵەکە 12 s بێت؟

شیکار

1. دەزانم

دراو: $T = 12$ s $\quad a_g = g = 9.81$ m/s^2

نەزانراو: $L = ?$

2. پلان دادەنێم

هاوکێشەی کاتەلەرە بەکاردەهێنم. وە ڕێکیدەخەمەوە بۆ دۆزینەوەی نەزانراوەکە.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{a_g}}$$

$$T^2 = 4\pi^2\,\frac{L}{a_g}$$

3. هەژمار دەکەم

$$L = \frac{T^2 a_g}{4\pi^2} = \frac{(12\text{s})^2\,(9.81\text{ m/s}^2)}{4\,\pi^2}$$

$$\boxed{L = 36\text{ m}}$$

تێبینی

لە بیرت بێت کە a_g لەسەر ڕووی زەوی دەکاتە $g = 9.81$ m/s^2. ئەم نرخە بۆ a_g لە هاوکێشەی کاتە لەرەی پەندۆڵدا بەکاربهێنە. ئەگەر شتێکی تری باس نەکردبێت. بەڵام لە پەرزییە زۆرەکاندا یان لەسەر ڕووی هەسارە جیاجیاکان، لە جیاتی بڕی دراوی a_g ئەوەی تایبەتە پێیانەوە بەکاردەهێنرێت.

ڕاهێنانی 3 (ب)

جووڵەی هارمۆنی سادەی پەندۆلێکی سادە

1. پاڵەوانێك لە یاری سێرکدا بە جووڵەیەکی هارمۆنی سادە دەلەرێتەوە و کاتە لەرەکەی 3.8 s . درێژی پەتی جۆلانەکە هەژماربکە.

2. کاتەلەرەو لەرەلەری پەندۆلێك کە درێژییەکەی 3.500 m لەم شوێنانەی خوارەوەدا هەژماربکە.

أ. جەمسەری باکوری گۆی زەوی، کە $a_g = 9.832\ m/s^2$.

ب. شاری شیکاگۆ لە وڵاتە یەکگرتوەکان، کە $a_g = 9.803\ m/s^2$

ج. جاکارتا لە ئیندۆنیسیا، کە $a_g = 9.782\ m/s^2$.

پشتبەستنی کاتەلەرە لە سیستمی (بارستایی – سپرینگ) بە هەر یەکە لە بارستایی و نەگۆڕی سپرینگەوە

با سیستمی (بارستایی – سپرینگ) وەربگرین، بەپێی یاسای هۆك ئەو هێزە گەڕێنەرەوەی کار لە بارستاییەکە دەکات بەپێی لادانی بارستاییەکەو نەگۆڕی سپرینگەکە دیاریدەکرێت ($\vec{F}_{جیری} = -k\vec{x}$). لە کاتێکدا کە بارستایی لەم سیستمەدا کارناکاتە سەر هێزی گەڕێنەرەوە، بارستاییەکی قورس لە پەندۆلدا دەبێتە هۆی زیادکردنی ئەو هێزەی کە کار لە گۆیەکەی دەکات، وە بارنەگۆڕی گۆیەکە زیاد دەکات. بەڵام بارستاییەکی قورس کە بە سپرینگێکەوە هەڵواسراوە، بارنەگۆڕی زیاد دەکات بێ ئەوەی لە بەرامبەردا هیچ زیادەیەك لە هێزەکەدا پەیدابکات.

بەهۆی ئەم زیادبوونە لە بارنەگۆڕیدا، بارستاییەکی قورس تاودانێکی کەمتری دەبێت لە چاو تاودانی بارستاییەکی سوکدا. لەبەر ئەوە بارستاییە قورسەکە کاتێکی زیاتر دەخایەنێت بۆ تەواوکردنی یەك لەرەی جووڵەکە. بە واتایەکی تر، بارستاییەکی قورستر کاتەلەرەیەکی گەورەتری دەبێت. کەواتە، تا بارستایی زیادبکات کاتە لەرەی لەرینەوە زیاد دەکات. کاتێك لە بەرامبەردا هیچ زیاد بوونێك لە هێزەکەدا نەبێت.

چەند نرخی نەگۆڕەکەی زیادبکات، پتەوی سپرینگ زیاد دەکات، ئەمەش وا دەکات پێویستی بە هێزێکی گەورەتربێت بۆ درێژکردنی یان پەستاوتنی، وازانراوە کە هێزێکی گەورەتر تاودانێکی گەورەتر پەیدا دەکات، وە بەمەش کاتی پێویست بۆ لەرەیەکی کەمدەکات (وا دادەنێین کە فراوانی نەگۆڕە). کەواتە لە فراوانییەکی دیاریکراودا ئەو سپرینگەی کە پتەوترە لە تەواوکردنی یەك لەرەدا کاتێکی کەمتر دەخایەنێت لەو سپرینگەی کە پتەویەکەی کەمتر بێت وەك ئەوەی لە پەندۆلدا هەیە دەتوانرێت هاوکێشەی کاتەلەرە بۆ سیستمی (بارستایی – سپرینگ) بیرکاریانە یان تاقیگەییانە دابرێژین.

کاتەلەرە بۆ سیستمی (بارستایی–سپرینگ) لە جووڵەی هارمۆنی سادەدا

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

کاتە لەرە = 2π × ڕەگی دووجا بۆ (بارستایی دابەشی نەگۆڕی سپرینگ)

تێبینی دەکەیت کە گۆڕانی فراوانی لەرینەوە کار لە کاتەلەرە ناکات، هەروەك لە پەندۆلی سادەدا. ئەمە تەنها لەسەر ئەو سیستم و بارانە ڕاستدەبێت کە سپرینگیان تێدایەو یاسای هۆکیان بەسەردا جێبەجێ دەبێت.

ch3 2/1/18 10:01 AM Page 18

فیزیا و ژیان

1. پەندۆلێك لەسەر هەیڤ

تاودانی کەوتنەخوارەوەی سەربەست لەسەر ڕووی هەیڤ نزیکەی شەش یەکی نرخەکەیەتی لە سەر رووی زەوی. بەراوردبکە لە نێوان کاتەلەرەی پەندۆلێك لەسەر هەیڤ وەکاتە لەرەی پەندۆلە هاوشێوەکەی لەسەر زەوی

2. کاتژمێرە پەندۆلدارەکانی دیوار

چی وا لە پەندۆل دەکات ببێتە دەزگایەکی کات ڕاگری ڕاست ئەگەر چی فراوانی لەرینەوەکەشی لەگەڵ تێپەڕبوونی کاتدا بەرە بەرە کەمبکات؟

نموونە 3 (ج)

جوولەی هارمۆنی سادەی سیستمی (بارستایی – سپرینگ)

پرسیارەکە

ئۆتۆمبێلێك بارستاییەکەی **1275 kg** بە چوار سپرینگەوە لەسەر پەیکەرێك ڕاگیر کراوە. ئۆتۆمبێلەکە شوفێرەکە و نەفەرێکی هەڵگرتووە، بارستاییەکانیان پێکەوە **153 kg**. کاتێك ئۆتۆمبێلەکە بەسەر کەندرێك لە ڕێگاکەدا تێپەڕبوو پەیکەرەکە دەلەرێتەوە و کاتە لەرەکەی **0.840 s**. بۆ چرکەکانی یەکەم وا دابنێ کە جوولەکە هارمۆنی سادەیە. نەگۆڕی سپرینگەکە بدۆزەوە.

شیکار

1. دەزانم

دراو: $m = \dfrac{1275\ \text{kg} + 153\ \text{kg}}{4} = 357\ \text{kg}$ $\qquad T = 0.840\ \text{s}$

نەزانراو: $k = ?$

2. پلان دادەنێم

هاوکێشەی کاتە لەرە بەکاردەهێنم بۆ سیستمی بارستایی – سپرینگ و k هەژماردەکەم.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$T^2 = 4\pi^2\left(\frac{m}{k}\right)$$

3. هەژمار دەکەم

$$k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} = \frac{4\ \pi^2\ (357)\ \text{kg}}{(0.840\ \text{s})^2}$$

$$\boxed{k = 2.00 \times 10^4\ \text{N/m}}$$

ڕاهێنانی 3 (ج)

جووڵەی هارمۆنی سادەی سیستمی (بارستایی – سپرینگ)

1. چەند بارستاییەکی جیاواز بە سپرینگێکەوە هەڵواسران کە نەگۆڕەکەی 30.0 N/m . کاتەلەرە و لەرەلەری لەرینەوە بۆ هەریەك لەم دوو بارستاییە بدۆزەوە.

أ. 2.3 kg .

ب. 15 g.

پێداچوونەوەی بەندی 2-3

1. خوێندنەوەی پەندۆلی ئاواز ڕێکخەر ژمارەی لەرەلەرەکان لە دەقیقەیەکدا دەنوێنێت. کاتەلەرە و لەرەلەری پەندۆلێکی ئاواز ڕێکخەر چەندە ئەگەر لەسەر 180 لەرە لە دەقیقەیەکدا ڕێك بخرێت؟

2. منداڵێك لەسەر جۆڵانەیەك دەلەرێتەوە درێژی پەتەکەی 2.5 m .

أ. کاتەلەرەی جووڵەی منداڵەکە چەندە؟

ب. لەرەلەری لەرینەوەکەی چەندە؟

3. بارستایی 0.75 kg بە سپرینگێکی شاوڵییەوە هەڵواسراو تادوری 0.30 m سپرینگەکەی درێژکرد ئەمانەی خوارەوە بدۆزەوە.

أ. نەگۆڕی سپرینگەکە؟

ب. دەزگاکە لەسەر ڕوویەکی ئاسۆیی دانرا و بە جووڵەیەکی هارمۆنی سادە لەرایەوە. کاتە لەرەکەی چەندە؟

4. **بیرکردنەوەی ڕەخنەگرانە:** دوو سیستمی (بارستایی – سپرینگ) بە جووڵەیەکی هارمۆنی سادە دەلەرنەوە. ئەگەر نەگۆڕەکانیان یەکسان بێت و بارستایی یەکێکیان دوو ئەوەندەی بارستایی ئەوی تریان بێت، کامیان کاتەلەرەکەی گەورەتر دەبێت؟

بەندی 3-3

سیفەتەکانی شەپۆل
Properties of Waves

3-3 ئامانجەکانی بەندەکە

- لەرینەوەی تەنۆلکەکان لە کۆی جووڵەی بە شەپۆل جیادەکاتەوە.
- پرتەکان لە شەپۆلە بەپاتەکان جیادەکاتەوە.
- شێوەکانی شەپۆل بۆ شەپۆلەکانی پانڕەو و درێژڕەو لێکدەداتەوە.
- پەیوەندی نێوان خێرایی شەپۆل و لەرەلەرەکەی و درێژییەکەی لە شیکارکردنی پرسیارەکاندا بەکاردەهێنێت.
- وزە بە فراوانی لەرینەوەوە دەبەستێتەوە.

جووڵەی بە شەپۆل

با لەوە وردبینەوە کە لەسەر ڕووی ئاوی گۆمێك ڕوودەدات کاتێك بەردێك دەکەوێتە ناویەوە. ئەو شێواندنەی کەبەردەکە پەیدای دەکات چەند شەپۆلێك لە ئاوەکەدا دروست دەکات لە خاڵی شێواندنەکە دوور دەکەونەوە وەك **وێنەی 3-8**. ئەگەر لە جووڵەی گەڵای درەختێك بکۆڵینەوە کە لە نزیك خاڵی شێواندنەکەوە سەر ئاو کەوتووە، دەبینین گەڵاکە دەجووڵێت و بە دەوری شوێنە بنەڕەتییەکەیدا بەرزو نزم دێت و دەچێت. بەڵام هیچ لادانێك بە ئاڕاستەی جووڵەی شەپۆلەکان نابڕێت.

جووڵەی گەڵاکە وەك جووڵەی تەنۆلکەکانی ئاوەکەیە لە شوێنی خۆیاندا، بەڵام تەنۆلکەکانی ئاوەکە لەناو گۆمەکەدا ناگوێزرێنەوە. بەواتایەکی تر، شەپۆلی ئاو لە شوێنێکەوە بۆ شوێنێکی تر دەجووڵێت، بەڵام ئاوەکە لەگەڵیدا ناگوێزرێتەوە.

وێنەی 3-8

وێنەکە ئەو شەپۆلانە دەردەخات کە بەردە کەوتوکە لەناو گۆمەکەدا پەیدای کردون.

شەپۆل جووڵەی شێواندنێکە

شەپۆلەکانی ئاو بە هۆی شێواندنی خاڵێکی دیاریکراوەوە لەسەر ئاودا پەیدادەبن دەست بەجووڵە دەکەن. ئەم شێواندنە جووڵەی ئاوەکە لە نزیك خاڵەکەوە دروست دەکات. جووڵەکەش لە لایەن خۆیەوە شێواندنەکان دەگوێزێتەوە بۆ خاڵەکانی دوورترو وادەکات بجووڵێن. بەم شێوەیە شەپۆلەکان بە شێوەی بازنەیی، دوور لە شێواندنە بنەڕەتیەکە دەگوێزرێنەوە.

لەم نموونەیەدا ئاوی ناو گۆمەکە دەبێتە ئەو **ناوەندەی** medium کە شێواندنەکە تێپەڕدەکات، وە تەنۆلکەکانی ناوەندەکەش، واتە گەردەکانی ئاو لەم بارەدا لەکاتی تێپەڕبوونی شەپۆلەکەدا دەلەرنەوەو بەرزو نزم دەبنەوە. سەرنج بدە کە ناوەندەکە بەکردار لەگەڵ شەپۆلەکەدا ناگوێزرێتەوە. لەپاش تێپەڕبوونی شەپۆلەکە ئاوەکە دەگەڕێتەوە شوێنە بنەڕەتیەکەی خۆی.

ناوەند

ئەو مادەیە کە شێواندنە شەپۆلیەکان تێپەڕ دەکات.

زۆربەی جۆرەکانی شەپۆل پێویستیان بەناوەندێك هەیە کە تیایدا بگوێزرێنەوە. بۆ نموونە شەپۆلەکانی دەنگ ناتوانن لە بۆشاییدا بگوێزرێنەوە، بەڵکو ناوەندێکی دەوێت وەك هەوا یان ئاو، وە بەو شەپۆلانەی کە پێویستیان بە ناوەندی مادی هەیە بۆگواستنەوەیان دەوترێت **شەپۆلە میکانیکییەکان** mechanical waves. هەموو شەپۆلەکان پێویستیان بە ناوەند نییە بۆ گواستنەوەیان. شەپۆلە کارۆموگناتیسییەکان، وەك ڕووناکی بینراو و شەپۆلە بێ تەلەکان و تیشکی x، دەتوانن بە بۆشاییدا تێپەڕبن. لە بەشەکانی داهاتوودا ئەم شەپۆلە کارۆموگناتیسیانە دەناسیت.

شەپۆلی میکانیکی

ئەو شەپۆلەیە کە بۆ گواستنەوەی پێویستی بە ناوەندێکی مادی هەیە.

جۆرەکانی شەپۆل

ئاسانترین ڕێگا بۆ ئەوەی جوولەیەکی بە شەپۆلت دەست بکەوێت، ئەوەیە کە بە خێرایی سەرێکی پەتێکی گرژ کراو بلەرێنیتەوە کاتێك سەرەکەی تری چەسپکرابێت. وەك لە **وێنەی 9-3** دەردەکەوێت. جوولەی مەچەکت پرتەیەك پەیدادەکات و دەگوێزرێتەوە بۆ لایە چەسپ کراوەکە بە خێراییەکی دیاریکراو.

وێنەی 9-3

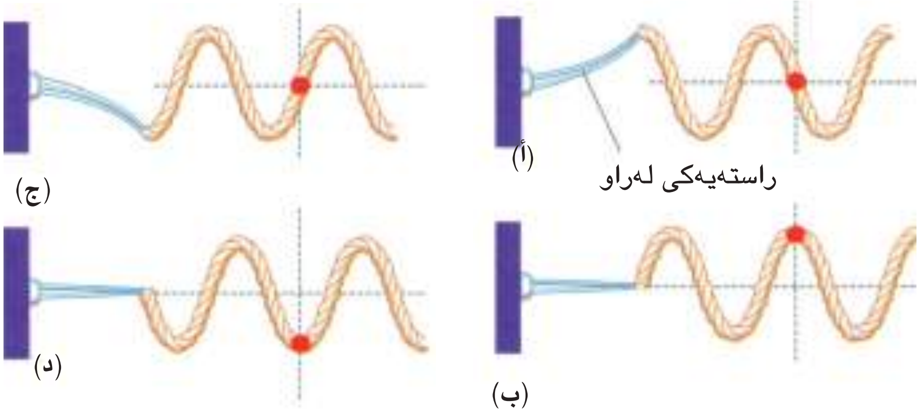
مەچەك یەك جوولەی خێرا بەسەری پەتە کرژ کراوەکە دەکات پرتەیەك پەیدادەکات.

بەردەوام بوون لەسەر پەیداکردنی چەند پرتەیەکی یەك لە دواییەك لەسەری پەتەکەدا شەپۆلێکی بەپات دروست دەکات. هەرکاتێك دروستکەری شەپۆلەکە جوولەکەی بە پات بێت، وەك جوولە دووبارەبووەوەکەی دەستت بۆ سەرەوە و بۆ خوارەوە، شەپۆلە پەیدا بووەکە شەپۆلێکی بەپات دەبێت.

شەپۆلە شێوە ساینیەکان و تەنۆلکە لەراوەکان بەجوولەیەکی هارمۆنی سادە

وێنەی 10-3 وێنەی شەپۆلێکی بەپاتە لە پەتێکدا، کە ڕاستەیەکی تەنك دروستی دەکات کاتێك بە جوولەیەکی هارمۆنی سادە دەلەرێتەوە کاتێك شەپۆلەکە بەلای ڕاستدا دەگوێزرێتەوە هەموو خاڵەکانی سەرپەتەکە دەلەرنەوە و بەرزو نزم دەبنەوە و جوولەیەکی هارمۆنی سادە دەکەن، چونکە جوولەی ڕاستەکە جوولەیەکی هارمۆنی سادەیە، ئەو شەپۆلەی کە سەرچاوەکەی بە جوولەیەکی هارمۆنی سادە دەلەرێتەوە پێی دەوترێت شەپۆلی ساین. ئەمە ئەوە دەگەێنێت کە شەپۆلی ساین بارێکی تایبەتی شەپۆلی بەپاتە، کە تێیدا جوولە بەپاتەکە هارمۆنی سادە دەبێت. ئەو شەپۆلەی کە لە **وێنەی 10-3** دا دیارە پێی دەوترێت شەپۆلی ساین، چونکە وێنەی ڕوونکردنەوەیی نەخشەی ساین $y = \sin x$ ئەم چەماوەیە دەدات لەکاتی وێنەکێشانیدا.

ئەگەر لە نزیکەوە سەیری یەك خاڵ لەسەر ئەو پەتە بکەین کە لە **وێنەی 10-3** دا دیارە دەردەکەوێت کە جوولەکەی لە جوولەی بارستاییەك دەچێت کە بە سپرینگێکی لەراوەوە هەڵواسراوە. کاتێك شەپۆلەکە بەلای ڕاستدا دەگوێزرێتەوە هەر خاڵێك بە دەوری شوێنی هاوسەنگ بوونیدا دەلەرێتەوە بە جوولەیەکی هارمۆنی سادە. وە ئەم پەیوەندییە لە نێوان جوولەی هارمۆنی سادە و جوولەی بەشەپۆلدا وامان لێدەکات کە بتوانین زاراوەکان و چەمکەکانی جوولەی هارمۆنی سادە لە خوێندنی جوولەی بەشەپۆلدا بەکاربهێنین.



وێنەی 10-3

لەکاتی گواستنەوەی شەپۆلی ساینی بەلای ڕاستدا کە ڕاستە دەمەتیژە لەراوەکە پەیدای کردووە، تاکە خاڵێکی سەر پەتەکە دەلەرێتەوە و بەرزو نزم دەبێتەوە بە جوولەیەکی هارمۆنی سادە.

ch3 2/1/18 10:01 AM Page 22

ستوونبوونی لەرینەوەی تەنۆلکەکانی ناوەندەکە لەگەڵ ئاڕاستەی جووڵەی شەپۆلەکە لە شەپۆلی پانڕەودا

وێنەی 3-11 (أ) وێنەی ئەو شەپۆلە دەردەخات کە لە **وێنەی 3-10** دا هەبوو لە ساتێکی دیاریکراودا t. کاتێك شەپۆلەکە بەرەو لای راست دەگوازرێتەوە تەنۆلکەکانی پەتەکە بە ئاڕاستەیەکی ستوون لەسەر ئاڕاستەی جووڵەی شەپۆلەکە دەلەرنەوە. هەر شەپۆلێك وەك ئەم شەپۆلە تەنۆلکەکانی ناوەندە شێواوەکە تیایدا بە ئاڕاستەیەکی ستوون لەسەر ئاڕاستەی جووڵەی شەپۆلەکە بلەرنەوە پێی دەووترێت شەپۆلی پانڕەو transverse wave.

دەتوانرێت ئەو شەپۆلەی کە لە **وێنەی 3-11** (أ)دا دیارە لە سیستمی پۆوتانەکان دابنرێت، وەك لە **وێنەی 3-11** (ب)دا دیارە. ئەوا هەندێك جار پێی دەووترێت شێوەی شەپۆلی. شێوەی شەپـۆلـی لادانـەکـانـی هـەر خـاڵێـکی شـەپـۆلـەکـە لـە سـاتێـکی دیـاریـکـراودا دەردەخـات، یـان لادانەکانی یەك تەنۆلکە لەگەڵ تێپەڕبوونی کاتدا دەردەخات. لەم بارەدا شێوە شەپۆلەکە وێنەی لادانەکان پیشان دەدات لەیەك ساتدا، تەوەرەی x شوێنی هاوسەنگ بوونی پەتەکە دەنوێنێت وە تەوەرەی y لادانی هەرخاڵێك لە پەتەکە دەنوێنێت لە ساتی t دا بۆ نموونە لەو خاڵانەی کە چەماوەکە تیایدا تەوەرەی x دەبڕێت لادان تیایاندا سفر دەبێت $(y = 0)$. وە بە پێچەوانەوە بەرزترین خاڵ و نزمترین خاڵ لە چەماوەکەدا کە لادان گەورەترین بڕی دەبێت، تیایاندا نرخی پەتی y لە گەورەترین بڕی دا دەبێت.

شەپۆلی پانڕەو

ئەو شەپۆلەیە کە تیایدا تەنۆلکەکانی ناوەندەکە بە ئاڕاستەیەکی ستوون لەسەر ئاڕاستەی جووڵەی شەپۆلەکە دەلەرنەوە.

سەرو بن و فراوانی و درێژی شەپۆڵ

ئەو خاڵەی کە گەورەترین لادانی پۆزەتیڤی لە شوێنی هاوسەنگ بوونەوە هەیە پێی دەووترێت **سـەر** crest، وە ئەو خاڵەی کە گەورەترین لادانی نێگەتیڤی لە شوێنی هاوسەنگ بوونەوە هەیە پێی دەووترێت **بـن** trough. وە وەك لە جووڵەی هارمۆنی سادەدا، فراوانی شەپۆل پێوەرە بۆ گەورەترین لادان لە هێڵی هاوسەنگ بوونەوە. بەپێی ئەوەی کە تەوەرەی x هێڵی هاوسەنگ بوونی پەتەکە دەنوێنێت، ئەوا فراوانی شەپۆل بریتییە لە دوری سەر یان بن لە هێڵی هاوسەنگ بوونەوە. وەك لە **وێنەی 3-11**ی (ب)دا دەردەکەوێت.

سەرنج بدە کە زنجیرەیەك سەرو بن لە شێوەی ئەو شەپۆلەدا هەیە کە لە وێنەی **3-11**ی (ب)دا دیارە. وە دووری نێوان دوو سەری یەك لەدواییەك یان دوو بنی یەك لە دواییەك هەمووکات وەك یەکە کەواتە دەتوانرێت جووڵەی شەپۆل بە جووڵەی بەپات دابنرێت. لە شەپۆلدا تەنۆلکەکە یەکەمجار بە ئاڕاستەیەکی دیاریکراو دەگوازرێتەوە، پاشان بە ئاڕاستەیەکی تر، بۆ ئەوەی لە کۆتایدا بگەڕێتەوە بۆ شوێنی هاوسەنگ بوونی بنەڕەتی و خۆی ئامادەبکات بۆ دەست پێکردنی لەرەیەکی تازە. وە ئەو دوورییەی کە شەپۆل دەیبڕێت لە یەك کاتە لەرەدا پێی دەووترێت درێژی شەپۆل wavelength. وە هێماکەی λ (بەلامدا دەخوێندرێتەوە) وە بریتییە لە هەمان ئەو دوورییەی کە دەکەوێتە نێوان دووسەری (گەورەترین لادانی پۆزەتیف) یەك لە دواییەك یان دوو بنی (گەورەترین لادانی نێگەتیف) یەك لە دوای یەك. بەڵام ڕێگای زانستی بۆ دۆزینەوەی درێژی شەپۆل بە پێوانی دووری نێوان هەموو دوو خاڵی یەك بەدواییەك کە بە هەمان خێرایی بجووڵێن لە ڕەو ئاڕاستەدا. سەرنج بدە کە دوورییەکان لە نێوان دوو سەری یەك بەدواییەك یان دوو بنی یەك بەدواییەك لە شێوەی شەپۆلیدا یەکسانە.

سـەر

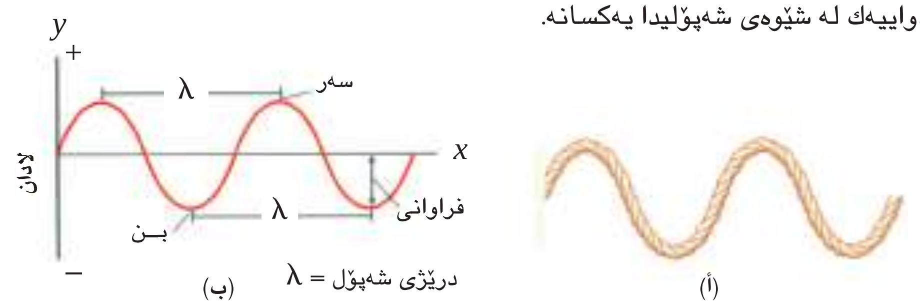
ئەو خاڵەیە کە گەورەترین لادانی پۆزەتیڤی لە شوێنی هاوسەنگ بوونەوە هەیە.

بـن

ئەو خاڵەیە کە گەورەترین لادانی نێگەتیڤی لە شوێنی هاوسەنگ بوونەوە هەیە.

درێژی شەپۆل

دوری نێوان هەموو دوو خاڵی یەك لە دواییەکە کە بە هەمان خێرایی لە ڕەو ئاڕاستەدا بجووڵێن.



وێنەی 3-11

(أ) وێنەی شەپۆلێکی پانڕەو لەهەر ساتێکدا t وە دەتوانرێت بگۆڕدرێت بۆ (ب) چەماوەیەکە کە تەوەرەی x هێڵی هاوسەنگ بوونی پەتەکەیەو، چەماوەکەش لادانەکانی پەتەکە لە کاتی t دیاریدەکات.

تەریب بوونی لەرینەوەی تەنۆلکەکانی ناوەندەکە لەگەڵ ئاڕاستەی جووڵەی شەپۆلەکە لە شەپۆلی درێژڕەودا

دەتوانیت جۆرێکی تری شەپۆلەکان لە سپرینگێکدا پەیدابکەی، بە چەسپکردنی سەرێکی سپرینگەکە و جوڵاندنی سەرەکەی تری بۆ پێشەوەو بۆ دواوە، چەند ناوچەیەکی پەستاوتن وشاشبوون بە درێژایی سپرینگەکە پەیدا دەبێت وەك لە **وێنەی 3-12** دا دەردەکەوێت. وە لادانی ئەڵقەکان بە ئاراستەی جووڵەی شەپۆلەکە دەبن. بۆمان دەردەکەوێت ئەو تەنۆلکانەی ناوەندەکە کە شەپۆلەکە پیایاندا دەڕوات دەبێت بە ئاڕاستەیەکی تەریب بە ئاڕاستەی جووڵەی شەپۆلەکە دەلەرنەوە.

وێنەی 3-12

لەکاتی گواستنەوەی شەپۆل بەلای راستدا ئەڵقەکان لە یەکترنزیك دەبنەوە وە سپرینگەکە لە هەندێك شوێن توند دەبێت و لە هەندێك شوێن خاو دەبێتەوە. لەبەرئەوەی لادانی ئەڵقەکان تەریبن لەگەڵ ئاڕاستەی جووڵەی شەپۆڵەکە بۆیە شەپۆلەکە درێژڕەوە.

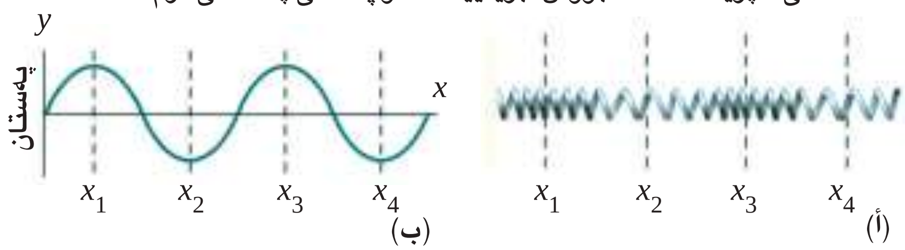
لەبەر ئەو هۆیە ئەم شەپۆلە پێی دەوترێت **شەپۆلی درێژڕەو** longitudinal wave. شەپۆلەکانی دەنگ لە هەوادا شەپۆلی درێژڕەون چونکە تەنۆلکەکانی هەوا بۆ پێشەوە و بۆ دواوە دەلەرنەوە بە ئاڕاستەیەکی تەریب بە ئاراستەی جووڵەی شەپۆلەکە.

شەپۆلی درێژڕەو

ئەو شەپۆلەیە کە تەنۆلکەکانی ناوەندەکە تیایدا بە ئاڕاستەیەکی تەریب بە ئاراستەی جووڵەی شەپۆلەکە دەلەرنەوە.

هەروەها دەتوانرێت ئەو شەپۆلە درێژڕەوەی کە لە **وێنەی 3-13** (أ)دا دیارە بەو چەماوە تەژێیە بنوێنرێت کە لە **وێنەی 3-13** (ب)دا دیارە، کە چەقی ناوچەکانی پەستاوتن لەگەڵ (سەر)ەکانی وێنەی شێوە شەپۆلەکە دەکەونە سەر یەکتر. وە چەقی ناوچەکانی شاشبوون لەگەڵ (بن)ەکانی وێنەی شێوە شەپۆلەکە دەکەونە سەریەکتر.

ئەم جۆرە چەماوانە کە لە **وێنەی 3-13** ی (ب)دا دەردەکەون پێیان دەوترێت ناوچەکانی پەستان چونکە سەرەکان، لەو شوێنانەی ئەڵقەکانی سپرینگەکە پەستێوراون، بریتییە لە ناوچەکانی پەستانی بەرز، وە بنەکان لەو شوێنانەی ئەڵقەکانی سپرینگەکە شاشبوونن، بریتییە لە ناوچەکانی پەستانی نزم.



وێنەی 3-13

(أ) شەپۆلی درێژڕەو لە ساتی t، دەتوانرێت بە چەماوەی (ب) بنوێنرێت. چەقی ناوچەکانی پەستاوتن لەگەڵ سەرەکانی شەپۆل دەکەونە سەریەك وە چەقی ناوچەکانی شاشبوون دەکەونە سەر بنەکان.

کاتە لەرەو ولەرەلەر و خێرایی شەپۆل

تێبینیت کرد کە جووڵاندنی سەرێکی سپرینگ بۆ سەرەوە و بۆ خوارەوە، یان پەیداکردنی لەرینەوەکان لەسەر راستەیەك کە بە پەتێکەوە بەستراوە، چەند شەپۆلێك بەناو پەتەکەدا یان سپرینگەکەدا پەیدا دەکەن. شەپۆلەکانی دەنگ لەوانەیە لە لەرینەوەی ژێیە دەنگیەکان، یان ژێیەکی گیتار یان پێستەی توندکراوی تەپڵێك پەیدابێت. دروستکەری جووڵە بە شەپۆلەکە لە هەموو ئەو بارانەدا بریتییە لە تەنێکی لەراوە. وە ئەو تەنە لەراوەیە کە هۆکاری چەماوە تەژێیەکەشە، هەمیشە لەرەلەرێکی تایبەتی هەیە. کاتی گواستنەوەی جووڵە بۆ تەنۆلکەکان لە شەپۆلدا تەنۆلکەکان بە لەرەلەرێك دەلەرنەوە یەکسانە بە لەرەلەری لەرینەوەی تەنەکە یان سەرچاوەکە. وە کاتێك تەنۆلکە لەراوەکان لەناوەندەکەدا یەك لەرە تەواو دەکەن، ئەوکاتە یەك درێژی شەپۆل بەخاڵێکی دیاریکراودا تێپەڕ بووە. ئەمەش ئەوە دەگەێنێت کە یەك لەرە دەبێتە هۆی دروستکردنی یەك شەپۆل، لەمەوە لەرەلەری شەپۆل بریتییە لە ژمارەی ئەو شەپۆلانەی کە بە خاڵێکی دیاریکراودا تێپەڕ دەبن لە یەکەی کاتدا.

بەڵام کاتەلەرەی شەپۆل: بریتییە لەکاتی پێویست بۆ تەواوکردنی لەرەیەکی تەواوی تەنۆلکەکانی ناوەندەکە. بەپێی ئەوەی کە ڕوودانی یەك لەرەی تەواو مانای تێپەڕبوونی یەك درێژی شەپۆلە بە خاڵێکی دیاریکراوی شەپۆلەکەدا، کەواتە کاتەلەرە بریتییە لەو کاتەی کە یەك درێژی شەپۆل دەیخایەنێت بۆ تێپەڕبوونی بەو خاڵەدا. وە پەیوەندی نێوان کاتەلەرەو لەرەلەر بەسەر شەپۆلەکاندا جێبەجێ دەکرێت، کە کاتەلەرە پێچەوانە لەگەڵ لەرەلەر دەگونجێت.

پەیوەندی نێوان خێرایی شەپۆل و لەرەلەرو درێژی شەپۆل

ئێستا دەتوانین دەربرینی خێرایی شەپۆل بەپێی کاتە لەرەو لەرەلەرەکەی دابرێژین. دەزانین کە خێرایی یەکسانە بە لادان دابەشی ئەو کاتەی کە پێویستە بۆ برینی ئەو لادانە.

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

لە شەپۆلەکاندا، لادانێك بەقەدەر یەك درێژی شەپۆل λ لە ماوەیەکی کاتی ڕوودەدات کە دەکاتە یەك کاتە لەرە (T).

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

لەمەو پێش پەیوەندی لەرەلەرمان بە کاتەلەرەوە خوێند کە پەیوەندیەکی پێچەوانەیە.

$$f = \frac{1}{T}$$

لەرەلەر لە هاوکێشەی خێراییدا لەجیاتی دادەنێین بۆ دەست کەوتنی هاوکێشەیەکی نوێی خێرایی شەپۆل

$$v = \frac{\lambda}{T} = f\,\lambda$$

خێرایی شەپۆل

$$v = f\,\lambda$$

خێرایی شەپۆل = لەرەلەر × درێژی شەپۆل

خێرایی شەپۆلی میکانیکی بە گوێرەی هەر ناوەندێکی دیاریکراو بە نەگۆڕ دادەنرێت. بۆ نموونە ئەو شەپۆلە دەنگیانەی کە لە ئامێرە مۆسیقییە جیاجیاکانەوە دەردەچن، لە هەمان ساتدا دەگەنە گوێمان هەرچەندە لەرەلەری شەپۆلەکانیان جیاوازە. کەواتە سەرەڕای جیاوازی ئەو لەرەلەرو درێژی شەپۆلانەی کە لەهەر ئامێرێکەوە دەردەچێت، بەڵام سەرئەنجامی لێکدانی هەر دوو هێندەکە هەمیشە هەروەك خۆی دەمێنێتەوە لە هەمان پلەی گەرمیدا.

لە ئەنجامی ئەوەوە زیاد بوونی لەرەلەری شەپۆل دەبێتە هۆی کەمبوونی درێژی شەپۆل، وە خێراییەکەی بەنەگۆڕی دەمێنێتەوە، خێرایی شەپۆل تەنها کاتێك دەگۆڕێت کە شەپۆل لە ناوەندێکەوە بۆ ناوەندێکی تری جیاوازدەچێت، یان کاتێك چەند سیفەتێکی دیاریکراوی ئەو ناوەندە کە تیایدا دەجووڵێت (وەك گەرمی) دەگۆڕێت.

ئایا دەزانیت؟

لەرەلەرە بیستراوەکانی شەپۆلی دەنگ دەکەوێتە نێوان 20 Hz و 20 000 Hz بەڵام شەپۆلە کارۆموگناتیسیەکان مەودایەکی لەرەلەری فراوانتریان هەیە، کە لە نزیکەی 10^4 Hz یان کەمتر دەست پێدەکات، وە دەگاتە 10^{25} Hz بەڵکو زیاتریش.

نموونە 3 (د)

خێرایی شەپۆل

پرسیارەکە

ژێیەك بەلەرەلەری 264 Hz دەلەریتەوە. وادابنێ کە خێرایی دەنگ لەهەوادا 343 m/s. درێژی ئەو شەپۆلەی کە ژێیەکە دەریدەکات چەندە؟

شیکار

1. دەزانم

دراو: $v = 343$ m/s $\quad f = 264$ Hz

نەزانراو: $\lambda = ?$

2. پلان دادەنێم

هاوکێشەی خێرایی بەپێی لەرەلەرو و درێژی شەپۆل بەکاردەهێنم.

$$v = f\,\lambda$$

3. هەژمار دەکەم

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{343\ \text{m/s}}{264\ \text{Hz}} = \frac{343\ \text{m.s}^{-1}}{264\ \text{s}^{-1}}$$

$$\lambda = \boxed{1.30\ \text{m}}$$

ڕاهێنانی 3 (د)

خێرایی شەپۆل

1. خێرایی هەموو شەپۆلە کارۆموگناتیسییەکان لە بۆشاییدا 3.00×10^8 m/s . درێژی شەپۆل بەپێی هەریەك لەم لەرەلەرانەی خوارەوە بدۆزەوە.

أ. چەند شەپۆلێکی بێتەل بە لەرەلەری 88.0 MHz .

ب. ڕوناکی بینراو بە لەرەلەری 6.0×10^8 MHz .

ج. تیشکی X بە لەرەلەری 3.0×10^{12} MHz .

2. دولکەیەکی سازدەر دەنگێك بە لەرەلەری 256 Hz وە درێژی شەپۆلی 1.35 m لە هەوادا دەردەکات.

أ. خێرایی بڵاوبوونەوەی ئەو دەنگەی لە دولکەکەوە دەردەچێت لە هەوادا چەندە؟

ب. درێژی شەپۆلی ئەو دەنگەی کە لە دولکەکەوە دەردەچێت لە ئاودا چەندە، کاتێك خێرایی دەنگ دەگاتە 1500 m/s ؟

شەپۆل و گواستنەوەی وزە

بەردێك فڕێ بدە ناو گۆمە ئاوێکەوە، دەبینیت کە ئەو شەپۆلەی پەیدا بووە برێکی دیاریکراو وزە هەڵدەگرێت. کاتێك شەپۆلەکە بەناو گۆمەکەدا بڵاو دەبێتەوە، هەروەها وزەش بەناو گۆمەکەدا دەگوازرێتەوە، کەواتە شەپۆلەکە وزە لە شوێنێکەوە بۆ شوێنێکی تری گۆمەکە دەگوێزرێتەوە. بەڵام بە کردار ئاوەکە لە شوێنی خۆیدا دەمێنێتەوە. بۆمان دەردەکەوێت کە شەپۆلەکان لە ڕێگای گواستنەوەی وزەی تەنۆلکەکانەوە وزە دەگوازنەوە نەك گواستنەوەی تەنۆلکەکان خۆیان. لەبەر ئەم هۆیە شەپۆلەکان دەتوانن وزە بە چالاکانە (چوستیانە) بگوازنەوە.

تێکڕای گواستنەوەی وزە بەندە لەسەر فراوانی لەرینەوەی تەنۆلکەکانی ئەو ناوەندەی کە شەپۆلەکەی تێدا دەگوازرێتەوە. کاتێك فراوانی شەپۆل زیاد دەکات بڕی ئەو وزەیە زیاد دەکات کە لە کاتێکی دیاریکراودا هەڵیدەگرێت، ئەو وزەیەی بەهۆی شەپۆلە میکانیکییەکانەوە دەگوازرێتەوە ڕاستەوانە دەگونجێت لەگەڵ دووجای فراوانی شەپۆلدا، کاتێ کە فراوانی شەپۆل دەبێتە دوو ئەوەندە وزەکە چوار ئەوەندە زیاد دەکات، وە پێچەوانەکەشی ڕاستە، واتە کاتێك فراوانی شەپۆل بۆ نیوەی کەمدەکات بڕی وزەکە بە بڕی چواریەکی نرخەکەی پێشتری کەمدەکات. وە هەروەك لە سیستمی (بارستایی – سپرینگ) یان پەندۆلی سادەدا، فراوانی شەپۆلەکە لەگەڵ تێپەڕبوونی کات بەرەبەرە کەمدەکات، بەهۆی ون بوونی وزەوە. بۆ ئاسانکردنی خوێندنەکە ئەم کاریگەریە پشت گوێ دەخەین لەکاتی خوێندنی جووڵەی بەشەپۆلدا.

پێداچوونەوەی بەندی 3-3

1. کاتێك شەپۆلێك لە دەریاچەیەکدا تێپەڕدەبێت ئەوا مراوییەکی سەر ئاو کەوتوو بۆ سەرەوەو بۆ خوارەوە دەجووڵێت، بەڵام لە شوێنی خۆیدا دەمێنێتەوە. لەبەرچی شەپۆلەکە مراویەکە بە درێژایی هێڵی بڵاوبوونەوەکەی ناگوێزێتەوە؟

2. وێنەی هێڵکاری هەریەك لەو شەپۆلانەی خوارەوە بکێشە، وەك ئەوەی لەسەر سپرینگێك دەردەکەوێت.
   أ. پرتەیەکی درێژڕەو.
   ب. شەپۆلێکی بەپاتی درێژڕەو.
   ج. پرتەیەکی پانڕەو.
   د. شەپۆلێکی بەپاتی پانڕەو.

3. هێڵکاری روونکردنەوەیی هەریەك لەو دوو شەپۆلەی کە لە هەردوو خاڵی (ب) و (د)ی پرسیاری رابردوودا هاتووە بکێشە، وە تەوەرەی y بەگۆڕاوی گونجاو هێما بکە، پاشان هەریەك لەمانە لەسەر وێنەکە دیاری بکە: سەر و بن وە درێژی شەپۆل وە فراوانی.

بەندی 4-3

کارلێکە شەپۆلییەکان
Wave Interactions

بەیەکداچوونی شەپۆل

کاتێك دوو بەلەم بەریەکدەکەون وەك لە **وێنەی 14-3** دا دیارە، هەریەکەیان بۆ دواوە دەگەڕێتەوە بە دوو ئاراستەی جیاواز. لەبەر ئەوەی کە ناتوانن هەمان بۆشایی لە هەمان کاتدا پڕبکەنەوە ناچارن ئاراستەی جووڵەکەیان بگۆڕن. ئەمە تەنها لەسەر بەلەمەکانی بەریەککەوتن جێبەجێ نابێت بەڵکو لەسەر هەموو تەنە مادەییەکان جێبەجێ دەبێت. دوو تەنی مادی جیاواز هەرگیز هەمان بۆشایی لەهەمان کاتدا پڕناکەنەوە.

4-3 ئامانجەکانی بەندەکە

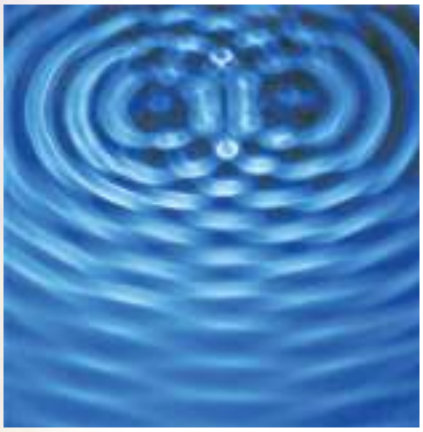
- بنەمای سەریەکچوون جێبەجێ دەکات.
- جیاوازی دەکات لە نێوان بەیەکداچوونی دروستکەر و بەیەکداچوونی لەناوبەر.
- پێشبینی دەکات کەی شەپۆلی دراوە هەڵدەگەڕێتەوە.
- پێشبینی ئەوە دەکات کە ئەگەر چەند شەپۆلێکی بڵاوبووەوەی دیاریکراو هەبن شەپۆلێکی وەستاو دروست دەکەن.
- گرێو قوڵفەکانی شەپۆلی وەستاو دیاریدەکات.

وێنەی 14-3
دوو بەلەمی بەریەککەوتن ناتوانن لەهەمان کاتدا لەهەمان شوێندا بن. بەڵام شەپۆلێك دەتوانێت لەگەڵ شەپۆلێکی تر یەکتر ببڕن بێ ئەوەی هیچیان کار لەویتریان بکات.

بەڵام لەکاتی گوێگرتن بۆ چەند دەنگێك کەلە هەمان کاتدا لە چەند سەرچاوەیەکی جیاوازەوە دەردەچن، دەتوانین لێکیان جیابکەینەوە. ئەمە ئەوە دەگەیێنێت کاتێك دوو شەپۆل دەگەنە یەکتر ناگەڕێنەوە بۆ دواوە هەروەك چۆن دوو بەلەمەکەی بەریەککەوتن گەڕانەوە، واتە شەپۆلەکانی دەنگ دەتوانن هەمان بۆشایی داگیر بکەن کاتێك لەهەمان شوێن و لەهەمان کاتدا یەکتردەبڕن. بەکۆبوونەوەی شەپۆلە بەیەکدا چووەکان دەووترێت سەریەکچوون Superposition.

وێنەی 15-3 دوو کۆمەڵ لە شەپۆلەکانی ئاو لە حەوزێکی دروستکردنی شەپۆلدا دەردەخات، لەو شوێنەی کە شەپۆلەکان بڵاودەبنەوە و لەسەرچاوەکە دوور دەکەونەوە، بەناویەکتردا تێپەڕ دەبن. کاتێك ئەمە ڕوودەدات شەپۆلەکان کارلێکدەکەن بۆ ئەوەی شێوازێکی بەیەکداچوون لە چەند هێڵێکی تاریك و ڕوناك پێکبهێنن.

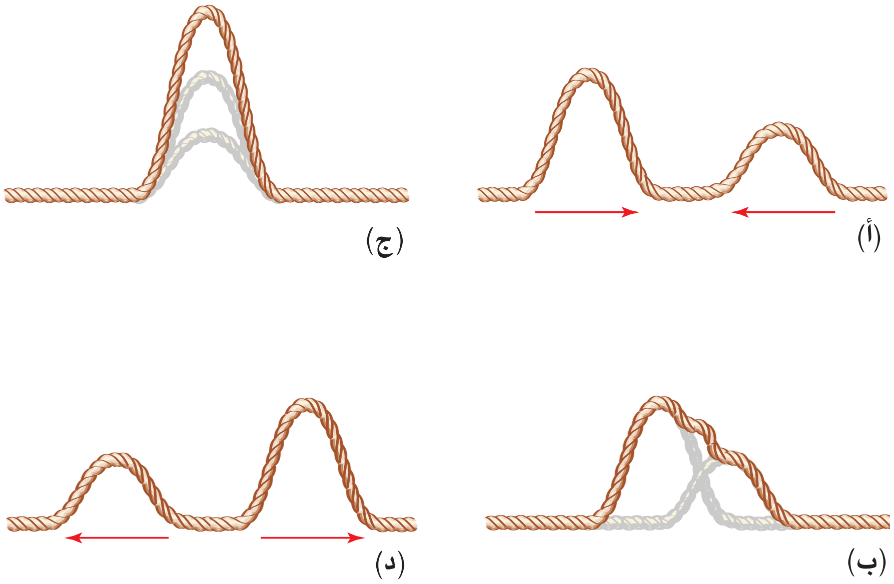
سەرەڕای ئەوەی کە تێبینی کردنی بەیەکداچوونی شەپۆلە میکانیکییەکان ڕوون و ئاشکرایە، بەڵام تاکە جۆری شەپۆل نییە کە بتوانن لە هەمان کاتدا بەهەمان شوێندا بڕۆن. هەروەها ڕووناکی بینراو، وە شێوەی تری تیشکی کارۆموگناتیسی بەیەکدا دەچن و کارلێکدەکەن وشێوازەکانی بەیەکداچوون پێکدێنن.



وێنەی 15-3
بەیەکداچوونی شەپۆلەکانی ئاو لە حەوزی دروستکردنی شەپۆلدا دەردەخات.

بەیەکداچوونی دروستکەر کاتێك ڕوودەدات کە لادانی تەنۆلکەکان بەهەمان ئاڕاستەی یەکتردەبن

وێنەی 16-3 (أ) دوو پرتەی شەپۆلی دەردەخات کە هەریەکێکیان بە ئاڕاستەی ئەویتریان بەناو پەتێکی توندکراودا دەجوولێت. پرتە گەورەکەیان ئاڕاستەکەی بەرەو لای ڕاست و پرتە بچوکەکەشیان ئاڕاستەکەی بەرەو لای چەپە، ساتی بە بەیەك گەشتنیان پرتەی بەرەنجام پەیدادەبێت وەك لە **وێنەی 16-3** (ب)دا دیارە.



وێنەی 16-3
کاتێك ئەو دوو پرتەیەی کە لە وێنەکەدا دەردەکەون بەیەکدەگەن، هەردوو لادانی هەرخاڵێکیان کۆ دەبێتەوە بۆ ئەوەی پرتەی بەرەنجام پێکبێنن. ئەمە نموونەیەکە لەسەر بەیەکداچوونی دروستکەر.

لەسەر هەر خاڵێك لە پەتەکە، هەردوو لادانی تەنۆلکەی ناوەندەکە لە دوو پرتەکەوە پەیدابووە کۆکرایەوە و ئەنجامەکەشی لادانی بەرەنجامی تەنۆلکەکانە. کاتێك دوو شەپۆل یان زیاتر بەیەکدەگەن، ئەوا لادانی هەر تەنۆلکەیەك لەناوەندەکەدا یەکسانە بە کۆی هەموو ئەو لادانانەی کە لەهەر شەپۆلێکەوە پەیدادەبێت. جێبەجێکردنی ئەمەش لەسەر هەموو جۆرەکانی شەپۆلی میکانیکی و کارۆموگناتیسی ڕاست دەبێت. ئەمە پێی دەوترێت **بنەمای سەریەکچوون** superpo- sition principle لە شەپۆلەکاندا. وەك تێبینی دەکرێت لە **وێنەی 16-3** (ج)دا کە دوو شەپۆلەکە بە تەواوی لەسەر یەکتر جووت دەبن، ئەوا فراوانی پرتەی بەرەنجام دەکاتە سەرئەنجامی کۆکردنەوەی فراوانی دوو پرتەکە. هەر چەندە تاقیکردنەوەکان دەریدەخەن کە توانای جێبەجێکردنی بنەمای سەریەکچوون تەنها کاتێك دەبێت کە فراوانی شەپۆلە تاکەکان بچووك بێت. ئەم بۆچوونەش لەهەموو نموونەکانی بەشەکەدا پەیڕەو دەکرێت.

بنەمای سەریەکچوونی شەپۆلەکان

کاتێك دوو شەپۆل یان زیاتر لەناوەندێکدا بەیەکدەگەن، لادانی تەنۆلکەکانی ناوەندەکە یەکسان دەبێت بە کۆی ئەو دوو لادانەی کە لە هەریەکە لە دوو شەپۆلەکەوە پەیدا دەبێت.

سەرنج بدە کە شێوەی دوو پرتەکە نەگۆڕاوە پاش ئەوەی بەیەکگەیشتن و هەریەکەیان بەوەی تردا تێپەڕبووە و هەریەکەیان پارێزگاری لەسەر جوولەی پێشوی کرد وەك لە **وێنەی 16-3** (د)دا دەردەکەوێت. ئەم سیفەتە بۆ شەپۆلەکانی دەنگ وشەپۆلەکانی ئاو و شەپۆلەکانی ڕوناکی و جۆری تری شەپۆل ڕاست دەبێت. پاش بەیەکداچوون هەر شەپۆلێك پارێزگاری لەسەر سیفەتە تایبەتییەکانی خۆی دەکات، بەتەواوی وەك ئەوەی لە دووپرتەکەی نموونەی پێشودا ڕوویدا. بینیمان، کاتێك زیاتر لە شەپۆلێکی بڵاوبووەوە لە هەمان شوێندا بەیەکدەگەن وەك وێنەی 16-3 ئەوا شەپۆلی بەرەنجام بریتییە لە کۆی لادانەکانی تەنۆلکەکانی ناوەندەکە لە شوێنی هاوسەنگبوونەوە بەرەو هەمان ئاڕاستە، وە لادانی شەپۆلی بەرەنجام گەورەترە لە لادانی هەریەکیان بەتەنیا. ئەمەش پێی دەووترێت **بەیەکداچوونی دروستکەر** con- structive Interference.

بەیەکداچوونی دروستکەر

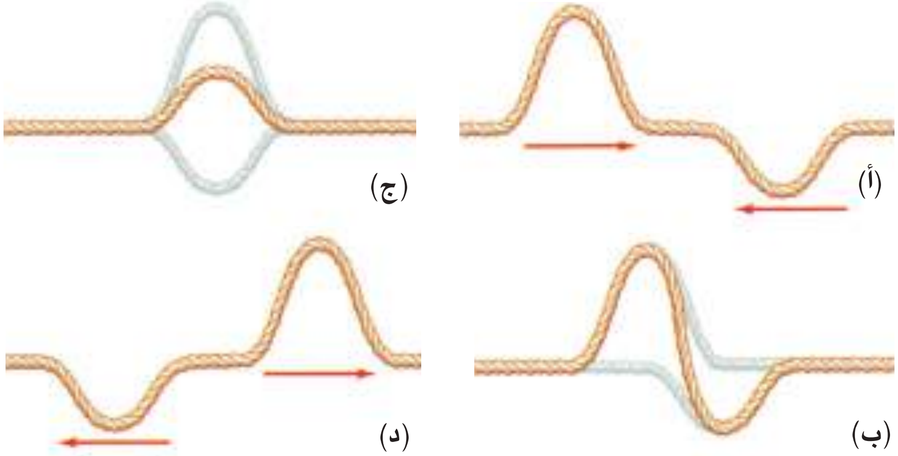
ئەو بەیەکداچوونەیە کە ڕوودەدات لەکاتی بەیەکگەیشتنی لادانەکانی ئەو تەنۆلکانەی ناوەندەکە کە دەکەونە یەك لا لە شوێنی هاوسەنگ بوونەوە بۆ پێکهێنانی لادانێکی بەرەنجامی گەورەتر لە هەر لادانێکی بەتەنهای هەر تەنۆلکەیەك.

بەیەکداچوونی لەناوبەر کاتێك ڕوودەدات کە لادانی تەنۆلکەکان بە ئاڕاستەی پێچەوانەی یەکترەوەبن

چی ڕوودەدات ئەگەر دووپرتەکە بکەونە دوولای پێچەوانەی یەکتری لە شوێنی هاوسەنگ بوونەوە، وەك لە **وێنەی 3-17** (أ)دا دیارە؟ لەم بارەدا دوو لادانەکە دوو نیشانەی جیاوازیان دەبێت، یەکێکیان پۆزەتیف وئەوی تریان نێگەتیف. وە لەکاتی کۆکردنەوەی لادانێکی پۆزەتیف لەگەڵ لادانێکی نێگەتیڤدا وەك لە **وێنەی 3-17** (ب) و **3-17**(ج) دا دەردەکەوێت، پرتەی بەرەنجام دەکاتە سەرئەنجامی جیاوازی نێوان دوو پرتەکە، ئەمەش دەبێتە هۆی پەیدابوونی بە یەکداچوونی لەناوبەر destructive interference. پاش جیابوونەوەی دوو پرتەکە پارێزگاری لەسەر شێوەکانیان دەکەن وەك لە **وێنەی 3-17** (د)دا دەردەکەوێت.

بەیەکداچوونی لەناوبەر « لاوازکەر»

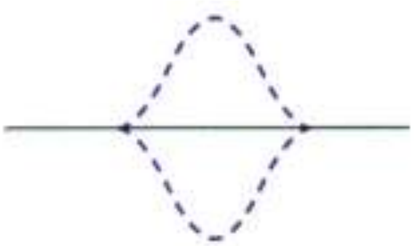
بەیەکداچوونێکە لەکاتی بەیەکگەیشتنی لادانە دژ بەیەکەکانی تەنۆلکەکەیەکی ناوەندێکدا ڕوودەدات وە تیایدا فراوانی شەپۆلی بەرهەمهاتوو لە فراوانی هەر شەپۆلێکیان بەتەنها کەمترە.



وێنەی 3-17

لەباری ئەم بەیەکداچوونە لەناوبەرەدا، لادانی پرتەیەك لە لادانی پرتەیەکی تر دەردەکرێت.

وێنەی 3-18 دوو پرتە نیشاندەدات کە لە فراوانیدا یەکسانن، بەڵام دوو لادانی پێچەوانەیان هەیە لە نیشانەدا. کاتێك دوو پرتەکە بە تەواوەتی دەکەونە بەرامبەر یەکتر، دوو لادانەکە کۆ دەکرێنەوە، لادانی شەپۆلە بەرەنجامەکە سفر دەبێت. ئەمە ئەوە دەگەیەنێت کە دوو پرتەکە هەریەکەیان ئەوی تریانی لەناو بردووە، وەك ئەوەی کە هیچ شێواندنێك ڕووینەدابێت لەو ساتەی کە دوو پرتەکەی تێیدا بەیەکداچوون. ئەمە دەبێتە هۆی ئەوەی کە پێی دەووترێت بەیەکداچوونی **لەناوبەری تەواو** Complete destructive Interference. ئەگەر دوو شەپۆلەکە شەپۆلی ئاو بوون یەکێکیان هەوڵ دەدات دڵۆپە ئاوەکە بۆ سەرەوە ڕابکێشێت، وە لەهەمان کاتدا شەپۆلەکەی تر هەوڵ دەدات بە هەمان هێز دڵۆپە ئاوەکە بۆ خوارەوە ڕابکێشێت. وە ئەنجامەکەی نەمانی هیچ هێزێکی بەرەنجامە لەسەر دڵۆپەکە، کە بەتەواوی نەمانی جووڵەی ئاوەکە دەگەیێنێت لەو ساتەدا. تا ئێستا ئەو بەیەکداچوونەی باسکراوە کە لە ئەنجامی دوو پرتەی پاڵنەوەوە ڕوودەدات، لە کاتێکدا دەزانین کە بنەمای سەریەکچوون لەسەر شەپۆلە درێژ ڕەوەکانیش جێبەجێ دەبێت.



وێنەی 3-18

لادانی بەرەنجام لەهەر خاڵێکی پەتەکەدا سفرە، کە دوو پرتەکە هەر یەکەیان ئەوەی تر لەناو دەبات بە بەیەکداچوونێکی لەناوبەری تەواو.

بەڵام لێرەدا پەستاوتنەکە پەیوەستە بە هێزێکەوە کە بە ئاڕاستەیەکی دیاریکراو کار لە تەنۆلکەکە دەکات. شاشبوون لە ئەنجامی هێزێکەوە ڕوودەدات کە کار لە هەمان تەنۆلکە دەکات بەڵام بە ئاڕاستەی پێچەوانە. کەواتە، لەکاتی بەیەکداچوونی پەستاوتن و شاشبوون بەیەکداچوونەکە لەناوبەر دەبێت، وە بڕی هێزی بەرەنجام لەسەر تەنۆلکەکە کەمدەکات. باسی بەیەکداچوونی دروستکەرو لەناوبەرمان کرد بە شێوەیەکی جیاجیا، وە لێکۆڵینەوەکەمان تەنها لەسەر پرتەکان بوو، لەکاتی بەکارهێنانی شەپۆلە بە پەتەکاندا شێوازی ئاڵۆزی بەیەکداچوون پەیدادەبێت کە ناوچەکانی بەیەکداچوونی دروستکەرو لەناوبەر لە خاڵە جیاجیاکان دەگرێتە خۆ. شوێنی ئەو ناوچانە لەوانەیە لەگەڵ تێپەڕبوونی کاتدا بگۆڕێت.

ch3 2/1/18 10:01 AM Page 30

دانەوەی شەپۆڵەکان

لە خستنەڕووی ئەم بابەتەدا وامان دانا، کە ئەو شەپۆڵە بڵاوبووانەی کە ڕوونکراونەتەوە دەتوانن تا بێ کۆتا بجووڵێن، ئەگەر بەر بەربەستێك نەکەون، بیانوەستێنێت یان ئاڕاستەی جووڵەیان بگۆڕێت. چی بەسەر جووڵەی بە شەپۆلدا دێت کاتێك دەگاتە کۆتایی ئەو ناوەندەی کە پێیدا تێپەڕ دەبێت؟

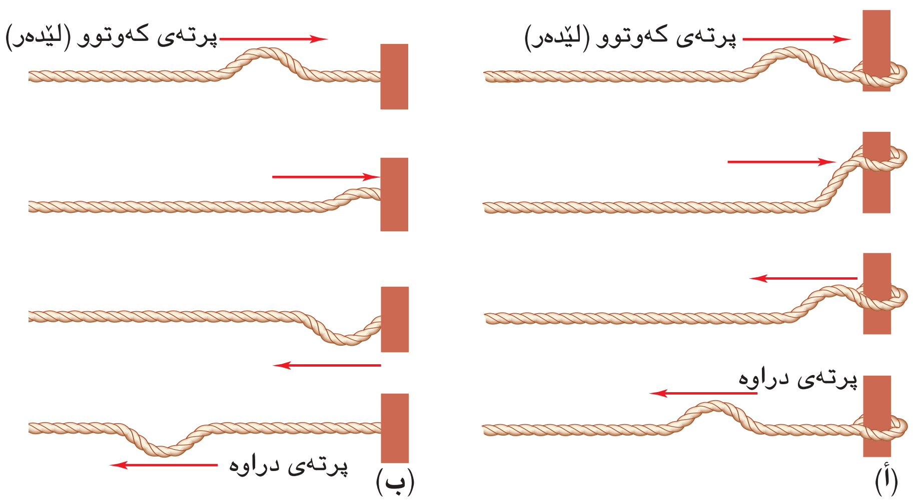
دانەوەی شەپۆل لە لابەرەڵاکانەوە (سەربەستەکان)

وادابنێین کە پرتەیەك بە پەتێکی توندکراودا تێپەڕ دەبێت کە لایەکی بە شێوەی ئەڵقەیەکی ساف خراوەتە سەر بەربەستێکی جێگیر وەك لە **وێنەی 3-19** (أ) دیارە.

کاتێك پرتەکە بەرەو لای ڕاست دەڕوات بە ئاڕاستەی سەرەکەی تری پەتەکە، دەبینین کە هەر خاڵێك لە پەتەکە جارێك بۆ سەرەوە دەلەرێتەوەو جارێکیش بۆ خوارەوە، تا پرتەکە دەگاتە سەرە بەرەڵاکە، و دەلەرێتەوە وە ئەلقەکە لەگەڵ خۆی هەڵدەگرێت بۆ سەرەوە، پاشان ئەڵقەکە دەگەرێتەوە شوێنی خۆی. جووڵەی پرتەکە، لەلای ئەڵقەکەوە لەو جووڵەیە دەچێت کە لە کاتی جووڵاندنی سەری پەتەکە بۆ سەرەوە ڕوویدا ئینجا سەرە پرتەیەکی بۆ لای چەپ ناردەوە ئەمەش دەبێتە هۆی گێڕانەوەی پرتەکە وە بە ئاڕاستەی پێچەوانەی ئاڕاستە بنەڕەتییەکەی دەگەڕێتەوە. پرتە نێردراوەکە پێی دەڵێن پرتەی، کەوتوو یا لێدەر، وە پرتە گەڕاوەکە پێی دەڵێن پرتەی دراوە. وە هەروەها بەگەڕانەوەی پرتە نێردراوەکە دەڵێن دانەوە. تێبینی بکە کە پرتەی دراوە سەرە پرتەیەکە کە هەمان فراوانی پرتەی کەوتووی (لێدەری) هەیە.

دانەوەی شەپۆڵەکان بە هەڵگەڕاوەیی لەلایەکی بەستراوەوە (جێگیر)

با پرتەیەك وەربگرین کە بەناو پەتێکی توندکراودا تێپەڕ دەبێت کە لایەکی جێگیرکراوە وەك لە **وێنەی 3-19** (ب)دا دەردەکەوێت. کاتێك پرتەکە دەگاتە بەربەستەکە پەتەکە بەهێزێك کار لەبەربەستەکە دەکات بەرەو سەرەوە، وە بەربەستەکەش لەلای خۆیەوە بە هێزی کاردانەوەی یەکسان و پێچەوانە کار لە پەتەکە دەکات. ئەم هێزەی کە ئاڕاستەکەی بەرەو خوارەوەیە دەبێتە هۆی دروستکردنی لادانێك لە پەتەکەدا بە ئاراستەیەك پێچەوانەی لادانی پرتە بنەڕەتییەکە بێت، پاش دانەوەی پرتەیەکی هەڵگەڕاوەی لێپەیدادەبێت.



وێنەی 3-19

(أ) لەکاتی ناردنی پرتەیەك بەناو پەتێکی لابەرەڵادا پرتەکە لە لا بەرەڵاکەوە دەدرێتەوە، (ب) وە لەکاتی ناردنی بەناو پەتێکی لاجێگیرکراودا پرتە دراوەکە هەڵدەگەڕێتەوە.

شەپۆلە وەستاوەکان

با پەتێك وەربگرین وسەرێکی بە بەربەستێکی جێگیرەوە ببەستین. ئینجا سەرەکەی تری بۆ سەرەوە و بۆ خوارەوە بە شێوەیەکی ڕێك بجووڵێنین. ئەم جووڵە ڕێکە چەند شەپۆلێك بەدرێژایی پەتەکە پەیدا دەکات بەلەرەلەرو درێژی شەپۆل و فراوانییەکی دیاریکراو لەکاتی تێپەڕبوونیدا. کاتێك شەپۆلەکان دەگەنە سەرە بەستراوەکەی پەتەکە بەناو پەتەکەدا بە ئاڕاستەی پێچەوانە دەگەڕێنەوە، لەگەڵ شەپۆلە کەوتووەکاندا دەگەنە یەك و لەگەڵیاندا بەیەکدا دەچن، لەرینەوەیەك بۆ پەتەکە پەیدا دەکەن. کاتی لەرینەوەی پەتەکە بە لەرەلەرێکی دیاریکراو جۆرە شەپۆلێك پەیدا دەکات وا دەردەکەوێت وەستاوبێت پێی دەووترێت **شەپۆلی وەستاو** standing wave. شەپۆلی وەستاو لەچەند ناوچەیەکی دروستکەر و لەناوبەری یەك بەدواییەك پێکدێت.

شەپۆلە وەستاوەکان گرێ و قوڵفیان هەیە

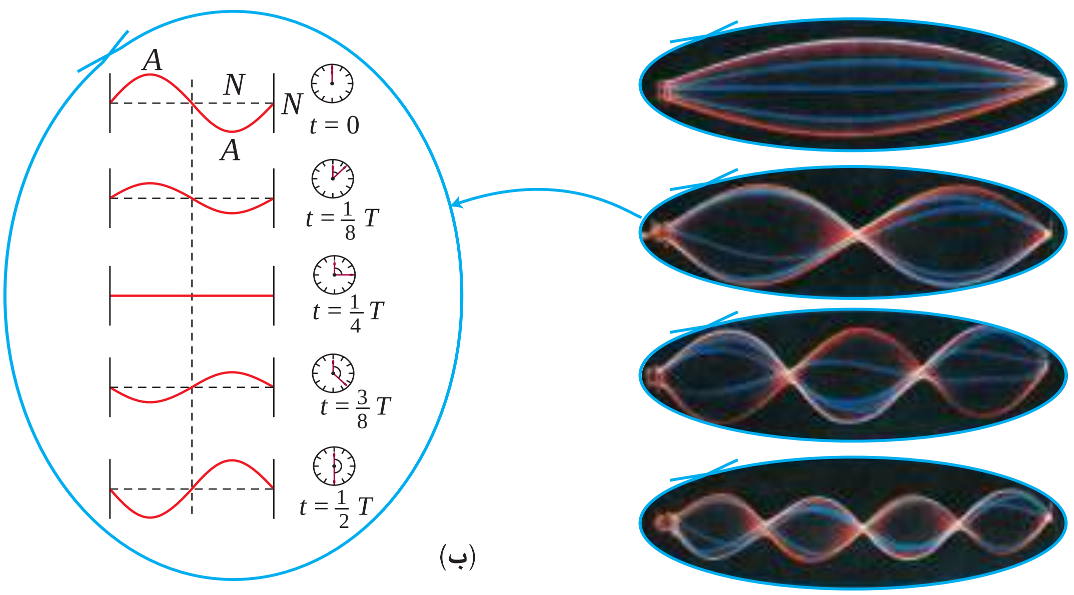
وێنەی 20-3 (أ) چوار شەپۆلی وەستاو لە پەتێکی دیاریکراودا نیشاندەدات. بەو خاڵە وەستاوانەی کە تێیدا هەردوو شەپۆلەکە نامێنن دەووترێت **گرێ** nodes. وە بەو خاڵانەی کە دەکەونە ناوەڕاستی دووری نێوان دوو گرێی یەك بەدواییەك کە پەتەکە تێیدا بە گەورەترین فراوانی دەلەرێتەوە دەووترێت قوڵف antinodes.

وێنەی 20-3 (ب) لەرینەوەی باری دووەمی **وێنەی 20-3** (أ)ـە لە ماوەی نیولەرەدا. هەموو خاڵەکانی سەرپەتەکە بە هەمان لەرەلەر بە شێوەیەکی ستون دەلەرنەوە، تەنها لە گرێکاندا بەوەستاوی دەمێنێتەوە. لەم بارەدا سێ گرێ هەیە (N) وە دووقوڵف (A). وەك لە وێنەکەدا دیارە. تێبینی دەکەی کە خاڵە جیاجیاکانی سەر پەتەکە فراوانی جیاوازیان هەیە.

$$A = N - 1$$

$$\lambda = \frac{2L}{A}$$

کاتێك: A = ژمارەی قوڵف
N = ژمارەی گرێ
L = درێژی ژێ (پەت)
λ = درێژی شەپۆلی وەستاو



(ب)

(أ)

وێنەی 20-3

(أ) وێنەکە چوار شەپۆلی وەستاو لەسەر پەتێك نیشان دەدات (ب) وێنەکە بەدواداهاتنی شەپۆلی وەستاوی دووەم بۆ نیو خول دەردەخات.

شەپۆلی وەستاو

جۆرێکی شەپۆلە لە بەیەکداچوونی دوو شەپۆل پەیدا دەبێت کە هەمان لەرەلەر و درێژی شەپۆل و فراوانیان هەبێت و بەدوو ئاڕاستەی پێچەوانە تێپەڕدەبن، لە ناوەندێکی سنورداردا.

گرێ

خاڵێکە لە شەپۆلی وەستاودا، کە هەمیشە تێیدا بەیەکداچوونی لەناوبەری تەواو ڕوودەدات و نەجووڵاوە.

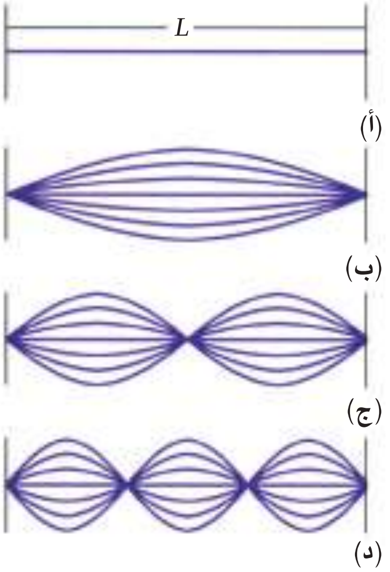
قوڵف

خاڵێکە لە شەپۆلی وەستاودا، دەکەوێتە ناوەڕاستی دووری نێوان دووگرێ. تێیدا فراوانی دەگاتە ئەوپەڕی.

تێبینی دەکرێت کە تەنها هەندێك لەرەلەری دیاریکراوی لەرینەوەکان شێوەکانی شەپۆلی وەستاو دروست دەکەن. لە **وێنەی 3-21** دا سێ شەپۆلی وەستاو لە پەتێکی دیاریکراودا نیشان دەدات. لەهەر بارێکدا، چەماوەکان شوێنی پەتەکە دەنوێنن لەچەند ساتێکی جیاجیادا. کاتێك پەتەکە بە خێرایی دەلەرێنینەوە شوێنەکانی پەتەکە بە شێوەیەکی نادیار بەیەکدادەچن بۆ پێکهێنانی قوڵفەکان وەك ئەوەی لە وێنەکەدا دیارە. قوڵف لە شێوەی سەر یان بن دایە بەڵام دوو قوڵف سەرێك و بنێك دەنوێنن یان یەك درێژی شەپۆل.

هەردوو سەری پەتەکە کە شەپۆلە وەستاوەکانی هەڵگرتووە بریتین لە دوو گرێ، چونکە نالەرنەوە. وەك لە **وێنەی 3-21** دا دەردەکەوێت دەتوانین شەپۆلە وەستاوەکان بۆ هەر درێژی شەپۆلێك پەیدا بکەین کە ڕێ بەهەردوو سەرە بەستراوەکەی پەتەکە بدات ببنە دوو گرێ. یەکێك لەم بارانە لە **وێنەی 3-21** (ب) دەردەکەوێت کە لەیەك قوڵف پێکدێت یان سەرێك یان بنێك وە دوو گرێ. وە ئەم شەپۆلە نیودرێژی شەپۆلی هەیە. بەڵام درێژی شەپۆلەکە یەکسان دەبێت بە دوو ئەوەندەی درێژی پەتەکە $(2L)$.

بەڵام ئەو شەپۆلە وەستاوەی کە لە **وێنەی 3-21** (ج)دا دەردەکەوێت سێ گرێی هەیە: لە هەر سەرێك گرێیەك و گرێیەکیشیان لەناوەڕاستدایە، وە لەم بارەدا دوو قوڵف هەیە، واتە بنێك و سەرێك. وە درێژی شەپۆلەکەش یەکسان دەبێت بە درێژی پەتەکە (L). وە دوا بار لە **وێنەی 3-21** (د) شەپۆلێکی وەستاو دەنوێنێت کە درێژییەکەی یەکسانە بە $2/3L$ وە هەروەها ... بزانە کە ئەو درێژییە شەپۆلانەی کە دەکەونە نێوان ئەم نرخانەوە و لەوێنەکەدا دەرکەوتوون شەپۆلی وەستاو پێکناهێنن، چونکە ڕێ بە پەیدا بوونی دوو گرێ نادات لە هەردوو سەرە بەستراوەکەی پەتەکەدا.



وێنەی 3-21

تەنها هەندێك لەرەلەری دیاریکراوی لەرینەوەکان هەیە کە شەپۆلی وەستاو لە پەتێکی جێگیردا دروست دەکەن. درێژی شەپۆل لەم شەپۆلانەدا بەندە لەسەر درێژی پەتەکە. ئەو درێژی شەپۆلانەی کە ئەگەری دروست بوونیان هەیە $2\,L$ (ب) و L (ج) و $\frac{2}{3}\,L$ (د)

پێداچوونەوەی بەندی 4-3

1. شەپۆلێك فراوانییەکەی 0.30 m لەگەڵ شەپۆلی دووەمدا کە فراوانییەکەی 0.20 m بە هەمان ئاڕاستە بە یەکدادەچن. گەورەترین لادانی بەرەنجام کە پەیدادەبێت چەندە؟

2. پەتێك لەسەرێکیەوە بە بەربەستێکەوە بەستراوە، چەند پرتەیەك بە درێژایی پەتەکە نێردران فراوانی هەریەکەیان 0.15 m، لەبەربەستەکەوە درانەوە ئینجا گەڕانەوە بێ ئەوەی هیچ لە فراوانییەکەیان ون بکەن، فراوانی پرتەکە لە خاڵێکی سەر پەتەکەدا چەندە کە تێیدا گەورەترین لادانی دووخاڵی سەر دوو پرتەکە یەکتری دەبڕن (دەچنە سەر یەکتر)؟ جۆری بەیەکداچوونەکە چییە؟

3. لە پرسیاری 2دا، ئەگەر سەری پەتەکە بەرەڵابێت فراوانی پرتەکە لە خاڵێکی سەر پەتەکە چەندە کە تێیدا گەورەترین لادانی دووخاڵ یەکتری دەبڕن (دەچنە سەر یەکتر)؟ جۆری بەیەکداچوونەکە چییە؟

4. درێژی پەتێکی توندکراو لە نێوان دووخاڵدا 2.0 m. ئەو سێ درێژییە شەپۆلەی کە شەپۆلە وەستاوەکان پەیدادەکەن لەم پەتەدا کامانەن؟ بەلایەنی کەمەوە یەك درێژی شەپۆل باس بکە کە شەپۆلی وەستاو پەیدانەکات، وەڵامەکەت لێکبدەرەوە.

پوختەی بەشی 3

بیرۆکە بنچینەییەکان

بەندی 3-1 جوولەی هارمۆنی سادە

- لە جوولەی هارمۆنی سادەدا هێزی گەڕێنەرەوە ڕاستەوانە دەگونجێت لەگەڵ لادانداا.
- سیستمی (بارستایی – سپرینگ) بەجوولەی هارمۆنی سادە دەلەرێتەوە، و هێزی جیرِی سپرینگ بە یاسای هۆك دەردەبڕێت: $\vec{F}_{\text{جیری}} = -k\vec{x}$
- لە گۆشەلادانە بچوکەکاندا $(\theta < 15^{o})$ پەندۆل بە جوولەی هارمۆنی سادە دەلەرێتەوە.
- لە جوولەی هارمۆنی سادەدا، کاتێك لادان دەگاتە ئەو پەڕی زۆری هەریەکە لە هێزی گەڕێنەرەوە و تاودان گەورەترین بڕیان دەبێت وە خێرایش لە شوێنی هاوسەنگ بووندا گەورەترین بڕی دەبێت.

بەندی 3-2 پێوانەکردنی جوولەی هارمۆنی سادە

- کاتەلەرەی سیستمی (بارستایی – سپرینگ)، تەنها لەسەر بارستایی و نەگۆڕی سپرینگەکە بەندە. کاتە لەرەی پەندۆلی سادە تەنها لەسەر درێژی پەتەکە و تاودانی کەوتنە خوارەوەی سەربەست بەندە.
- لەرەلەر بریتییە لە هەڵگەڕاوەی کاتەلەرە.

بەندی 3-3 سیفەتەکانی شەپۆل

- لەکاتی تێپەڕبوونی شەپۆلێکدا تەنۆلکەکانی شەپۆلەکە (ناوەندەکە) بە دەوری شوێنی هاوسەنگ بووندا دەلەرنەوە.
- لە شەپۆلی پانڕەوەدا، لەرینەوەکان لەگەڵ ئاڕاستەی جوولەی شەپۆلەکەدا ستون دەبن. وە لە شەپۆلی درێژڕەودا. لەرینەوەکان لەگەڵ ئاڕاستەی جوولەی شەپۆلەکەدا تەریب دەبن.
- خێرایی شەپۆل یەکسانە بە لەرەلەر جارانی درێژی شەپۆل $v = \lambda f$.

بەندی 3-4 کارلێکە شەپۆلییەکان

- کاتێك دوو شەپۆل یان زیاتر لەناوەندێکی دیاریکراودا دەجوولێن و بەیەکدەگەن. شەپۆلی بەرەنجام لە کۆکردنەوەی لادانەکانی خاڵ بە خاڵی لادانە جیاجیاکانەوە بە تەنها پەیدا دەبێت.
- شەپۆلە وەستاوەکان پەیدادەبن کاتێك دووشەپۆل بەیەکدادەچن کە هەمان لەرەلەرو فراوانی و درێژی شەپۆلیان هەبێت، وە بەدوو ئاڕاستەی پێچەوانە بە ناوەندێکی دیاریکراودا تێپەڕ دەبن.

هێمای گۆڕاوەکان

هێندەکە	هێمای هێندەکە	یەکەکەی	هێمای یەکەکە
هێزی جیری سپرینگ	$F_{\text{جیری}}$	نیوتن	N
نەگۆڕی سپرینگ	k	نیوتن/مەتر	N/m
کاتەلەرە	T	چرکە	s
لەرەلەر	f	هێرتز = s^{-1}	Hz
درێژیشەپۆل	λ	مەتر	m

زاراوە بنچینەییەکان

جوولەی هارمۆنی سادە
Simple harmonic motion (لا 63)

فراوانی Amplitude (لا 70)

کاتەلەرە Period (لا 70)

لەرەلەر Frequency (لا 70)

ناوەند Medium (لا 76)

شەپۆلی میکانیکی
Mechanical wave (لا 76)

شەپۆلی پانڕەو
Transverse wave (لا 78)

سەر Crest (لا 78)

بن Trough (لا 78)

درێژی شەپۆل
Wavelength (لا 78)

شەپۆلی درێژڕەو
Longitudinal wave (لا 79)

بنەمای سەریەکچوونی شەپۆلەکان
Superposition priniciple (لا 84)

بەیەکداچوونی دروستکەر
Constructive interference (لا 84)

بەیەکداچوونی لەناوبەر
Destructive interference (لا 85)

شەپۆلی وەستاو
Standing wave (لا 87)

گرێ Node (لا 87)

قوڵف Antinode (لا 87)

پێداچوونەوەی بەشی 3

پێیدابچۆرەوە و هەڵیسەنگێنە

جووڵەی هارمۆنی سادە

پرسیارەکانی پێداچوونەوە

.1 ئەو تایبەتمەندییە چییە کە پێویستە لە جووڵەی تەنێکدا هەبێت بۆ ئەوەی هارمۆنی سادە بێت؟

.2 ئایا تاودانی تەنێك کە بە جووڵەی هارمۆنی سادە دەلەرێتەوە بە نەگۆڕی دەمێنێتەوە؟ ئایا دەکرێت سفر بێت؟ ئەمە ڕوونبکەرەوە.

.3 جۆری وزەی گۆی پەندوڵ چییە پێش بەردانی؟ ئەم وزەیە چۆن دەگۆڕێت لەیەك کاتەلەرەی لەرینەوەدا؟

پرسیارەکانی ڕاهێنان

.4 سیستمی (بارستایی – سپرینگ)ی نموونەیی تا بێکۆتا بە جووڵەیەکی هارمۆنی سادە دەلەرێتەوە. ئەمە لێکبدەرەوە.

.5 لە پەندوڵی سادەدا دەتوانرێت کێشی گۆیەکە بۆ دوو پێکنەر شیتەڵ بکرێت، یەکێکیان لەسەر هێڵی لێکەوت بۆ ئاڕاستەی جووڵەی گۆیەکە و ئەوەی تریان ستوون لەگەڵ ئاڕاستەی جووڵەکە. کام لەو دوو پێکنەرە بریتییە لە هێزی گەڕێنەرەوە؟ بۆچی؟

کاتەلەرەو لەرەلەر

پرسیارەکانی پێداچوونەوە

.6 فراوانی تەنێکی لەراوە دەکاتە A. ئەو دوورییە گشتییەی ئەم تەنە لە یەك کاتەلەرەدا دەیبڕێت چەندە؟

پرسیار دەربارەی چەمکەکان

.7 چی بەسەر کاتە لەرەی پەندوڵێکی سادەدا دێت. کاتێك درێژییەکەی دەکرێتە دوو ئەوەندە؟ وە کاتێك بارستاییەکەی دەکرێتە دوو ئەوەندە؟

.8 گۆی پەندوڵێك پڕکراوە لەئاو. چی بەسەر لەرەلەری لەرینەوەی ئەم پەندوڵەدا دێت ئەگەر گۆیەکە کونێکی تێبکرێت و بەهێواشی ئاو لێیەوە بۆ دەرەوە دزە بکات تا خاڵی دەبێتەوە؟

.9 کاتژمێرێکی پەندوڵدار لە خوارەوەی چیایەکدا کات بەراستی ڕادەگرێت، ئایا لە لوتکەی چیاکەشدا هەروەها کات بەڕاستی ڕادەگرێت؟ ئەمەلێکبدەرەوە.

.10 ئەگەر کاتژمێرێکی دیوار لەکاتڕاگرتنە ڕاستەکەی دوابکەوێت، درێژی پەندوڵەکەی چۆن بگۆڕدرێت بەمەبەستی ڕاستکردنەوەی کات ڕاگرتنەکە؟

.11 هەندێك جار پەندوڵی سادە وەك پێوەرێکی بەرزایی لە فڕۆکەدا بەکاردێت. کاتەلەرەی ئەو پەندوڵە چۆن دەگۆڕێت کاتێك فڕۆکەکە لە ئاستی زەوییەوە بەرز دەبێتەوە بۆ بەرزی 1.00×10^4 m؟

.12 ئایا کاتەلەرەی سیستمی (بارستایی – سپرینگ)ی لەراوە لەسەر زەوی جیاوازە لەکاتەلەرەی سیستمێکی وەك خۆی لەسەر هەیڤ؟ لەبەر چی؟

پرسیارەکانی ڕاهێنان

.13 ئەو پەندوڵەی کە لە لەرینەوەکەیدا هەموو 1.000 s یەك جار بە شوێنی هاوسەنگبووندا تێپەڕ بێت پێی دەوترێت «پەندوڵی چرکە پێو».

أ. کاتە لەرەی هەر پەندوڵێکی چرکە پێو چەندە؟

ب. درێژی پەندوڵێکی چرکە پێو لە شاری کامبرج دەگاتە 0.9942 m بڕی تاودانی کەوتنە خوارەوەی سەربەست لە کامبرج چەندە؟

ج. لە شاری تۆکیۆ لە ژاپۆن، درێژی پەندوڵی چرکەپێو 0.9927 m بڕی تاودانی کەوتنە خوارەوەی سەربەست لە تۆکیۆ چەندە؟

14. بارستایی 1.5 kg بەسەرە بەرەڵاکەی سپرینگێکەوە هەڵواسرا کە نەگۆڕەکەی 1.8×10^2 N/m ئینجا سپرینگەکە بەرەڵاکرا بۆ ئەوەی جووڵەیەکی بەلەرە بکات.

أ. کاتەلەرەی سیستمی (بارستایی – سپرینگ)ەکە چەندە؟

ب. لەرەلەری لەرینەوەکە چەندە؟

سیفەتەکانی شەپۆڵ

پرسیارەکانی پێداچوونەوە

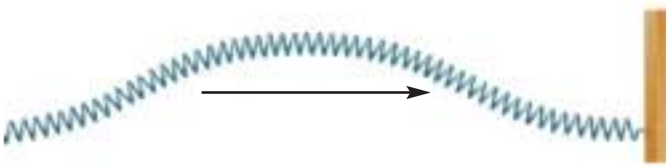
15. تایبەتمەندی هاوبەشی نێوان هەموو شەپۆلەکان چییە؟

16. جیاوازی نێوان شەپۆلە پانرەوەکان وشەپۆلە درێژرەوەکان چییە؟

17. ئەم وێنەیە پرتە شەپۆلێکی تێپەڕیوو بە سپرینگێکدا دەردەخات.

أ. بە چ ئاراستەیەك تەنۆلکەکانی ناوەندەکە دەلەرنەوە؟ بەگوێرەی ئاراستەی بڵاوبوونەوەی شەپۆڵەکە.

ب. ئایا شەپۆلەکە درێژرەوە یان پانرەوە؟



18. لە سپرینگێکدا کەلە باری درێژبووندایە، دەبینیت هەندێك لە ئەڵقەکانی پەستێوراوە و هەندێکیان لەیەکتر دوورکەوتونەتەوە (شاش بوون)، جۆری شەپۆلەکە چییە؟

19. ئەگەر سەری سپرینگێك لە چرکەیەکدا سیٚ جار بۆ سەرەوە و سیٚ جار بۆ خوارەوە بجووڵێنین، کاتەلەرەی لەرینەوەی شەپۆلەکان چەندە؟ وە لەرەلەرەکەی چەندە؟

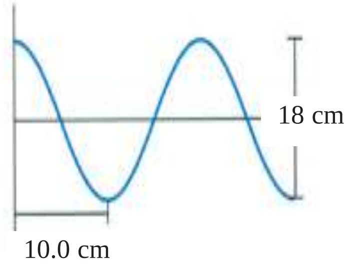
20. تاکە خاڵێك لەسەر پەتێك چۆن دەجووڵێت کاتێك شەپۆلێکی پانرەوی ئاسۆییانە پێدا تێپەردەبێت؟

21. چی بەسەر درێژی شەپۆلی شەپۆڵێکدا دێت لە پەتێکدا کاتێك لەرەلەر دەکرێتە دوو ئەوەندە؟ وە چی بەسەر خێرایییەکەیدا دێت؟

22. لەبەر چی شەپۆلەکانی دەنگ بۆ تێپەڕبوونیان پێویستیان بە ناوەند هەیە؟

23. دوو دولکەی سازدەر لێدران بە دوو لەرەلەری 256 Hz و 512 Hz. کام لەم دوو لەرەلەرە خێراترە لە هەوادا؟

24. یەکێك لەلایەنە باشەکانی گواستنەوەی وزەبە هۆی شەپۆلە کارۆموگناتیسیەکانەوە چییە؟



25. شەپۆلێك لەرەلەرەکەی بە ئاراستەی x ی پۆزەتیڤ بڵاودەبێتەوە 25.0 Hz هەروەك لە وێنەکەی سەرەوەدا دیارە. هەریەك لە مانەی خوارەوە بۆ ئەم شەپۆلە بدۆزەرەوە؟

أ. فراوانی.

ب. درێژی شەپۆڵ.

ج. کاتەلەرە.

د. خێرایی.

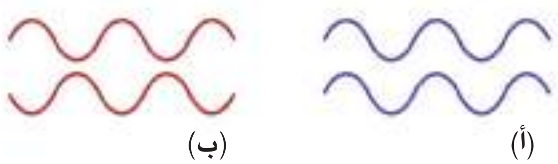
پرسیارەکانی ڕاهێنان

26. شەپۆلە وردیلەکان (مایکرۆیی) بە خێرایی ڕووناکی 3×10^8 m/s بڵاودەبنەوە. درێژی شەپۆلەکەی چەندە ئەگەر لەرەلەرەکەی 9.00×10^9 Hz بێت؟

کارلێکە شەپۆلیەکان

پرسیارەکانی پێداچوونەوە

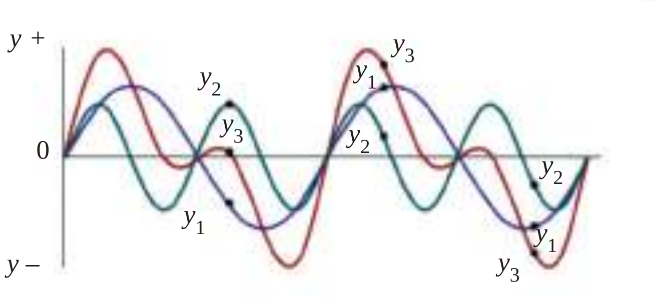
27. بنەمای سەریەکچوون بەکاربهێنە بۆ وێنەکێشانی شەپۆلەکانی بەرەنجام بۆ هەریەك لەم دوو نموونەیەی کە لە وێنەکەدا دەردەکەون.



28. جیاوازی چییە لە نێوان بەیەکداچوونی دروستکەرو بەیەکداچوونی لەناوبەر (لاوازکەر)؟

ch3 2/1/18 10:01 AM Page 36

29. کام لەم شێوە شەپۆلانەی لە وێنەکەدا دەردەکەون بریتییە لە شەپۆلی بەرەنجام؟



30. ڕەنج زنجیرەیەك پرتە دەنێرێت بە فراوانی 24 cm بەناو پەتێکدا کە سەرێکی بە بەربەستێکی جێگیرەوە بەستراوە، وا دابنێ کە پرتەکان دەدرێنەوە بێ ئەوەی هیچ لە فراوانییەکان ون بکەن. فراوانی لە خاڵێکی پەتەکەدا چەندە کە تێیدا دوو پرتەکە یەکتری دەبڕن (دەچنە سەر یەکتر)، کاتێك:

پەتەکە توندکراوەوە بە بەربەستێك گەیەنراوە. (بەربەستی جێگیر)

ب. ئەو سەرەی پەتەکە، کە دانەوەکەی تێدا ڕوودەدات لە جووڵەدا سەربەست بێت بۆ سەرەوە وبۆ خوارەوە.

پرسیار دەربارەی چەمکەکان

31. ئایا دەکرێت زیاتر لە دوو شەپۆل لەناوەندێکی دیاریکراودا بەیەکدابچن؟

32. لادانی بەرەنجام لە شوێنێکدا چەندە کە بەیەکداچوون تێیدا بە تەواوی لەناوبەر بێت؟

33. لەکاتی بەیەکداچوونی دوو شەپۆلدا ئایا دەکرێت لادانی بەرەنجام گەورەتر بێت لە لادانی هەریەکە لە شەپۆلە بنەڕەتییەکان؟ لەکاتی بەڵێدا؟ مەرجی پێویست بۆ ئەمە چییە؟

34. کام لەم درێژی شەپۆلانەی خوارەوە شەپۆلێکی وەستاو پەیدادەکات لە پەتێکدا 3.5 m بێت.

أ. 1.75 m   ج. 5.0 m

ب. 3.5 m   د. 7.0 m

پرسیارەکانی پێداچوونەوەی گشتی

35. لاوەند پەنجەی خۆی لە دەفرێکی ئاودا دوو جار لەیەك چرکەدا نقووم دەکات، چەند شەپۆلێك پەیدادەکات کە دووری نێوان سەرەکانیان 0.15 m. لەرەلەرو کاتەلەرەو خێرایی ئەو شەپۆلانە بدۆزەرەوە.

36. لەرەلەری ئەو ئاوازانەی کە لە ژێیەکی لەراوەوە دەردەچن بەنزیکی دەکەوێتە نێوان 196 Hz و 2367 Hz ڕادەی ئەو درێژییە شەپۆلانەی کە ژێیەکە لەهەوادا پەیدای دەکات بدۆزەوە کاتێك خێرایی دەنگ لە هەوادا 340 m/s.

37. پەندۆڵێکی سادە درێژییەکەی 0.850 m. تاودانی کەوتنە خوارەوەی سەربەست چەندە لە شوێنێکدا کە کاتەلەرەی پەندۆڵەکە تێیدا بکاتە 1.86 s؟

38. کاتژمێرێکی پەندۆڵدار بەکات ڕاگرتنێکی ڕاست لەسەر زەوی ئیش دەکات، نێردرایە سەر هەیڤ کە $g = 1.63\ m/s^2$. ئەگەر لە کاتژمێر 12:00 A.M ی نیوەڕۆ دەست بەکات ڕاگرتن بکات، ئەوکاتە چەندە کە پاش 24.0 h ئاماژەی پێدەکات؟

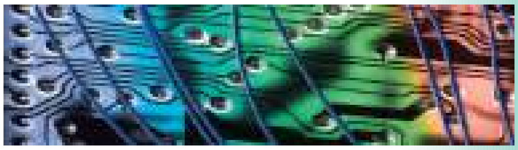
پرۆژە و راپۆرتەکان

1. تاقیکردنەوەیەك ئامادەبکە تێیدا بەراوردێك بکە لە نێوان نەگۆڕی سپرینگ و کاتەلەرەی لەرینەوەی سیستمێك کە لە دوو سپرینگ (یان زیاتر) پێکدێت بە دوو ڕێگا بەیەکەوە بەستراون ئەوانیش: لەدواییەك (سەری هەر سپرینگێك بە سەری سپرینگەکەی ترەوە بەستراوە)، وە هاورێك (سەری هەموو سپرینگەکان بە خاڵێکی هاوبەش گەیەنراوە). هەوڵ بدە پێداویستییەکان پەیدا بکەی و تاقیکردنەوەکە ئەنجام بدەیت دوای وەرگرتنی ڕەزامەندی مامۆستاکەت.

2. یاسای دیاریکردنی کاتەلەرەی پەندۆل بە پێی درێژییەکەی بە نموونەیەکی باش دادەنرێت بۆ فراوانیەك کە لە 15° کەمتربێت. تاقیکردنەوەیەك ئامادەبکە تێیدا لە کاریگەری فراوانی زیاتر لە 15° لەسەر جووڵەی پەندۆل بکۆڵیتەوە. لیستی کەرەستە پێویستەکان ئامادە بکە، وە ئەو پێوانانەی کە دەتەوێت ئەنجامی بدەیت، وە ئەو داتایانەی کە دەتەوێت تۆماریان بکەیت، وە ئەو هەژمارکردنانەی کە پێشبینی دەکەیت. کەرەستەکان ئامادە بکە و دەست بە ئەنجامدانی تاقیکردنەوەکە بکە، دوای رەزامەندی مامۆستاکەت.

3. لێکۆڵینەوەیەك ئەنجام بدە لەسەر بوومەلەرزە، وە جۆرە جیاجیاکانی بوومەلەرزە. خۆت ئامادە بکە بۆ پێشکەشکردنی چەند زانیارییەك دەربارەی بوومەلەرزە کە وەڵامی ئەم پرسیارانەی خوارەوە لەخۆ بگرێت: ئایا بوومەلەرزەکان زەریاکان دەبڕن؟ لەکاتی تێپەڕبوونی شەپۆلەکانی بوومەلەرزەدا چی دەگوازرێتەوە لە شوێنێکەوە بۆ شوێنێکی تر؟ چی خێراییەکەی دیاری دەکات؟

ch3 2/1/18 10:01 AM Page 38



هەڵسەنگاندنی بەشی 3

هەڵبژاردنی وەڵامی ڕاست

لە وەڵامدانەوەی پرسیارەکانی 1-5 پشت بەم زانیاریانەی خوارەوە ببەستە.

بارستاییەك بە سەرێکی سپرینگێکەوە گەیەنراوە لەسەر ڕوویەکی ئاسۆیی ساف بە جووڵەیەکی هارمۆنی سادە دەلەرێتەوە:

1. هێزی گەڕێنەرەوە بە چ ئاڕاستەیەك کاردەکات؟

أ. لای چەپ.

ب. لای ڕاست.

ج. لای چەپ یان لای ڕاست بەپێی باری سپرینگەکە ئەگەر درێژبوون بێت یان پەستاوتن.

د. ستوون دەبێت لەگەڵ ئاڕاستەی جووڵەی بارستاییەکە.

2. وزەی سیستمەکە چ شێوەیەکی دەبێت کاتێك بارستاییەکە بە شوێنی هاوسەنگبوونیدا تێپەڕدەبێت.

أ. ماتەوزەی جیری.

ب. ماتەوزەی کێش.

ج. جووڵە وزە.

د. جووڵە وزەو ماتە وزەی جیری.

3. وزەی سیستمەکە چ شێوەیەکی دەبێت کاتێك بارستاییەکە لەگەورەترین لاداندا دەبێت.

أ. ماتەوزەی جیری.

ب. ماتەوزەی کێش.

ج. جووڵە وزە.

د. جووڵە وزەو ماتە وزەی جیری.

4. کام لەمانەی خوارەوە کار لە کاتە لەرەی سیستمی (بارستایی – سپرینگ) ناکات؟

أ. بارستایی.

ب. نەگۆڕی سپرینگ.

ج. فراوانی لەرینەوە.

د. بارستایی و نەگۆڕی سپرینگ.

5. کاتە لەرەی لەرینەوەیەك چەند دەبێت ئەگەر بارستاییەکە 48 kg و نەگۆڕی سپرینگەکە 12 N/m بێت؟

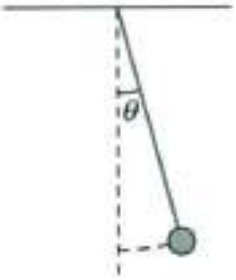
أ. 8π s.

ب. 4π s.

ج. π s.

د. $\frac{\pi}{2}$ s.

لە وەڵامدانەوەی پرسیارەکانی 6-9 دا پشت بەم زانیاریانەی خوارەوە ببەستە.



گۆیەکی پەندوڵ بە پەتێکەوە هەڵواسراوە، بە جووڵەیەکی هارمۆنی سادە دەلەرێتەوە.

6. هێزی گەڕێنەرەوە لە پەندوڵدا چییە؟

أ. کێشی گشتی گۆیەکەیە.

ب. ئەو پێکنەرەی کێشی گۆیەکەیە کە لێکەوتی ڕێڕەوی جووڵەکەیەتی.

ج. ئەو پێکنەرەی کێشی گۆیەکەیە کە ستونە لەسەر ئاڕاستەی جووڵەکەی.

د. هێزی جیری ئەو پەتەیە کە درێژبۆتەوە.

7. کام لەمانەی خوارەوە کار لە کاتە لەرەی پەندوڵ ناکات؟

أ. درێژی پەتەکە.

ب. بارستایی گۆیەکە.

ج. تاودانی کەوتنە خوارەوەی سەربەست لە شوێنی پەندوڵەکەدا.

د. درێژی پەتەکەو بارستایی گۆیەکە.

8. لەرەلەری ئەو پەندوڵە چەندە کە 12 خول (لەرە) تەواو دەکات لە ماوەی 2.0 min دا؟

أ. 0.10 Hz.

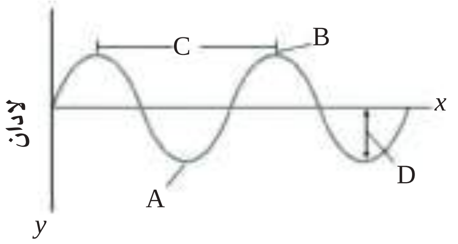
ب. 0.17 Hz.

ج. 6.0 Hz.

د. 10 Hz.

9. ژمارەی لەرینەوە تەواوەکانی پەندۆلێك چەند دەبێت لەماوەی 5.00 min دا ئەگەر درێژییەکەی 2.00 m و تاودانی کەوتنە خوارەوەی سەربەست $a_g = 9.80\ m/s^2$ ؟
أ. 1.76 .
ب. 21.6 .
ج. 106 .
د. 236 .

بۆ وەڵام دانەوەی پرسیارەکانی 10-12 پشت بەم هێڵکارییە روونکردنەوەییەی خوارەوە ببەستە:



10. جۆری ئەو شەپۆلە چییە کە هێڵکارییە روونکردنەوەییەکە دەینوێنێت؟
أ. شەپۆلێکی پانرەوە.
ب. شەپۆلێکی درێژ ڕەوە.
ج. شەپۆلێکی کارۆموگناتیسییە.
د. شەپۆلێکی درێژرەو وشەپۆلێکی پانرەوە.

11. کام پیت هێمایە بۆ درێژی شەپۆل؟
أ. A .
ب. B
ج. C
د. D

12. کام پیت هێمایە بۆ بن. ؟
أ. A .
ب. B
ج. C
د. D

بۆ وەڵامدانەوەی پرسیارەکانی 13 و 14 پشت بەم دەقەی خوارەوە ببەستە:

دوو شەپۆل بەیەکدادەچن کە هەمان درێژی شەپۆلیان هەیە، فراوانی یەکەمیان 0.75 m وە فراوانی دووەمیان 0.53 m .

13. فراوانی شەپۆلی بەرەنجام چەندە ئەگەر بەیەکداچوونەکە دروستکەربێت؟
أ. 0.22 m.
ب. 0.53 m .
ج. 0.75 m .
د. 1.28 m .

14. فراوانی شەپۆلی بەرەنجام چەند دەبێت ئەگەر بەیەکداچوونەکە (لاوازکەر بێت)؟
أ. 0.22 m .
ب. 0.53 m .
ج. 0.75 m .
د. 1.28 m .

15. لەهەر 12.0 s دا هەشت سەر بە خاڵێکی دیاریکراودا تێپەڕدەبن، خێرایی شەپۆلەکە چەندە ئەگەر دووری نێوان دوو سەری یەك لەدوایەك 1.20 m بێت؟
أ. 0.667 m/s
ب. 0.800 m/s
ج. 1.80 m/s
د. 9.60 m/s

ئەو پرسیارانەی وەڵامی کورتیان هەیە

16. درێژی شەپۆلی ڕووناکی سەوز 5.20×10^{-7} m خێراییەکەشی لە هەوادا 3.00×10^{8} m/s لەرەلەری ڕووناکییە سەوزەکە کاتە لەرەکەی هەژماربکە.

17. جۆری ئەو شەپۆلانە چیین کە پێویستییان بە ناوەندێك نیە بۆ گواستنەوەیان؟

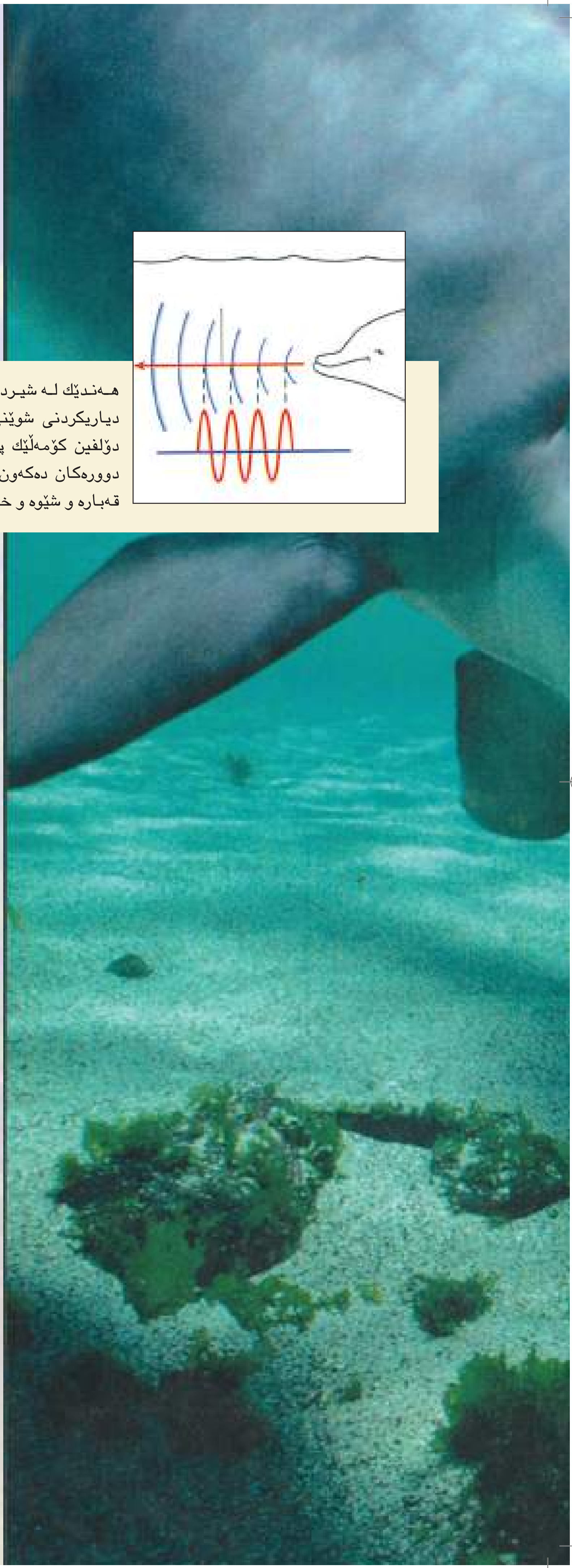
ئەو پرسیارانەی وەڵامی درێژیان هەیە

18. گەشتیارێك لەسەردانیدا بۆ منارە دێرینەکەی شاری هەولێر دەیەوێت بەرزییەکەی بزانێت، بۆ ئەمەش بەردێکی بچووك بەسەری پەتێکەوە دەبەستێت و پەندۆلێکی سادەی لێدروست دەکات. پەندۆلەکە هەڵدەواسێت بە شێوەیەك بۆ خوارەوە شۆڕ بووبێتەوە و پێپلیکانە پێچاوپێچەکانی منارەکە چوار دەوریان دابێت. ئەگەر کاتەلەرەی لەرینەوەکەی 12.1 s بێت. بەرزی منارەکە چەندە؟

19. شەپۆلێکی هارمۆنی بەناو پەتێکدا تێپەڕ دەبێت، سەرچاوە لەراوەکە 40.0 لەرە دەردەکات لە ماوەی 30.0 s دا، سەرێکی دیاریکراو لە شەپۆلەکە 425 cm بە ناو پەتەکەدا دەڕوات لە ماوەی 10.0 s، درێژی شەپۆلەکە چەندە؟ کارەکەت باس بکە.

بەشی 4

دەنگ
Sound



هەندێك لە شیردەرە دەریاییەكان بۆ نموونە وەك دۆلفین، شەپۆلە دەنگیەكان بەكاردەهێنن بۆ دیاریكردنی شوێنی ئەو تەنانەی كە لێیانەوە دوورن، بەڕێگای دیاریكردنی شوێن بە دەنگدانەوە. دۆلفین كۆمەڵێك پرتەی دەنگی كورت دەردەكات كە بەناو ئاودا تێپەڕدەبن، دوای ئەوەی بەر تەنە دوورەكان دەكەون دەدرێنەوە و دەگەڕێنەوە بۆ دۆلفینەكە. لە ڕێگای ئەو دەنگدانەوەوەیە دۆلفینەكە قەبارە و شێوە و خێرایی وە هەروەها دووری نێچیرەكە دیاریدەكات.

ئەوەی كە پێشبینی بەدیهێنانی دەكرێت

لەم بەشەدا لایەنە فیزیاییەكانی دەنگ دەخوێنیت، كە سروشتی شەپۆلە دەنگیەكان و لەرەلەرو توندی و زرنگانەوە و ئاوازە هارمۆنییەكان دەگرێتەوە.

گرنگییەكەی چییە

هەندێك ئاژەڵ، لەوانە دۆلفین و شەمشەمەكوێرە، شەپۆلە دەنگیەكان بەكاردەهێنن بۆ دۆزینەوەی شوێنی نێچیرەكانیان. ئامێرە مۆسیقیەكان بە هۆی هارمۆنیە جیاجیاكانەوە هەمەجۆرییەك لە دەنگە دڵخۆشكەرەكاندا پەیدادەكەن.

ناوەڕۆكی بەشی 4

1 شەپۆلە دەنگیەكان
- بەرهەمهێنانی شەپۆلە دەنگیەكان.
- سیفەتەكانی شەپۆلە دەنگیەكان.
- دیاردەی دۆپلەر.

2 توندی دەنگ و زرنگانەوە
- توندی دەنگ.
- لەرینەوە ناچارییەكان و زرنگانەوە.

3 ئاوازە هارمۆنیەكان
- شەپۆلە وەستاوەكان لە سەر ژێیەكی لەراوەدا.
- شەپۆلە وەستاوەكان لە ستونێكی هەواییدا.

بەندی 1-4

شەپۆلە دەنگیەکان
Sound Waves

1-4 ئامانجەکانی بەندەکە

- چۆنیەتی پەیدابوونی شەپۆلە دەنگیەکان لێکدەداتەوە.
- لەرەلەر دەبەستێتەوە بە پلەی دەنگەوە.
- بەراوردی خێرایی دەنگ دەکات لە ناوەندە جیاجیاکاندا.
- شەپۆلە تەختەکان دەبەستێتەوە بە شەپۆلە گۆییەکانەوە.
- دیاردەی «دۆپلەر» پێناسە دەکات وە گۆڕانی لەرەلەر لە ئەنجامی جووڵەی ڕێژەیی نێوان سەرچاوە و گوێگر دیاریدەکات.

پەستاوتن

ئەو ناوچەیەیە لە شەپۆلی درێژڕەودا کە پەستان تێیدا دەگاتە گەورەترین بڕ.

شاشبوون

ئەو ناوچەیەیە لە شەپۆلی درێژڕەودا کە پەستان تێیدا دەگاتە کەمترین بڕ.

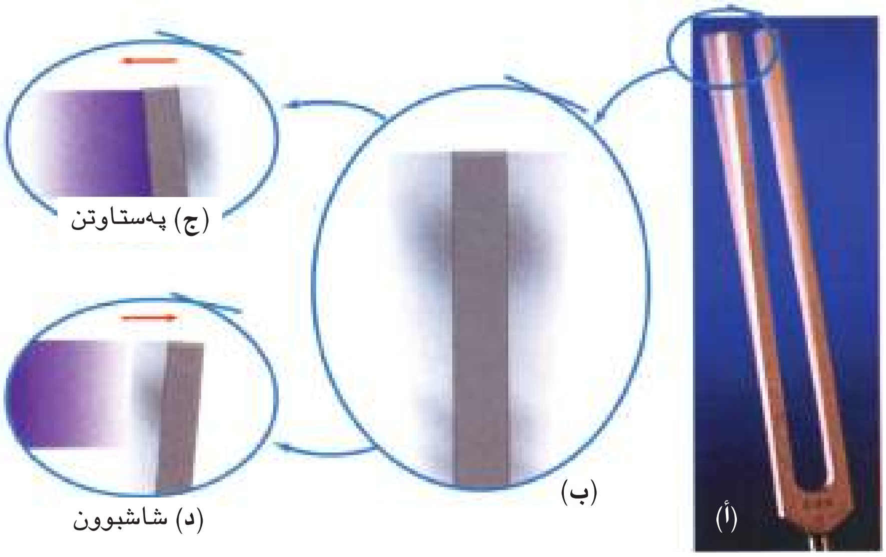
بەرهەمهێنانی شەپۆلە دەنگیەکان

دەنگی مەکینەی فرۆکە و جریوەجریوی باڵندە، هەردووکیان وەك شەپۆلێکی دەنگی بڵاو دەبنەوە، کە سەرچاوەکەیان تەنێکی لەراوەیە. بە پشت بەستن بەو دوولکە سازدەرەی کە لە **وێنەی 1-4** (أ)دا دیارە بۆمان ڕووندەبێتەوە کە چۆن شەپۆلە دەنگیەکان پەیدادەبن. کاتێك یەکێك لە لکەکانی دوولکەکە دەلەرێتەوە کە لە **وێنەی 1-4** (ب)دا دەردەکەوێت، وا لەو گەردە هەواییانەی کە لە لکەکەوە نزیکن دەکات بجووڵێن. کاتێك دوولکەکە بەرەو لای چەپ دەجووڵێت وەك **وێنەی 1-4** (ج)، ئەو گەردە هەواییانەی کە لە سەری لکەکەوە نزیکن بە ناچاری ڕیزدەبن و ئەم ناوچەیە کە پەستانی هەوا تێیدا بەرزە پێی دەووترێت **پەستاوتن** compression. وە کاتێك لکەکە بۆ لای ڕاست دەگەڕێتەوە وەك **وێنەی 1-4** (د)، گەردەکانی هەوا لە یەکتر دوور دەکەونەوە و پەستان لەو ناوچەیەدا کەمتر دەبێت لە پەستانی ئاسایی. ئەو ناوچەیە پێی دەوترێت **شاشبوون** rarefaction.

کاتێك دوولکە سازدەرەکە بەردەوام دەبێت لەسەر لەرینەوەکەی زنجیرەیەك لە پەستاوتن و شاشبوونی یەك لەدوایییەکدا پەیدا دەبێت وبڵاو دەبنەوە و لە هەر لکێك لە لکەکانی دوولکەکە بە هەموو ئاراستەیەك دووردەکەونەوە، وەك شەپۆلەکانی ئاو لە گۆمێکدا. وە کاتێك دوولکەکە بە جووڵەیەکی هارمۆنی سادە دەلەرێتەوە تەنۆلکەکانی هەواش بە جووڵەیەکی هارمۆنی سادە دەلەرنەوە و هاتووچۆ دەکەن.

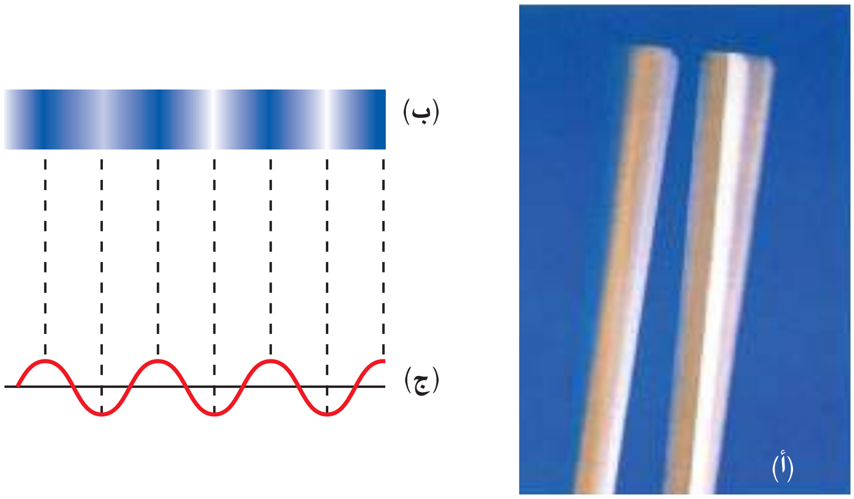
شەپۆلە دەنگیەکان شەپۆلی درێژڕەون

لە شەپۆلە دەنگیەکاندا لەرینەوەی گەردەکانی هەوا تەریب دەبێت لەگەڵ ئاراستەی جووڵەی شەپۆلەکەدا. کەواتە شەپۆلە دەنگیەکان شەپۆلی درێژڕەون، وە دەتوانرێت سادەترین ئەو شەپۆلانە کە لە تەنێکی لەراوەوە دەردەچن بە شێوەی چەماوەی ساین بنوێنرێت. لە **وێنەی 2-4** دا سەرەکان چەقی پەستاوتنەکان (ناوچەکانی پەستانی بەرز) دەنوێنن.



وێنەی 1-4

(أ) دەنگ لە دوولکە سازدەرەکەوە دەردەچێت (ب) لەرینەوەکانی هەرلکێك لەدوو لکە سازدەرەکە (ج) کاتێك لکەکە بەرەو لای چەپ دەلەرێتەوە ناوچەیەکی پەستانی بەرز دروست دەبێت (د) کاتێك لکەکە بەرەو لای راست دەلەرێتەوە ناوچەیەکی پەستانی نزم دروست دەبێت.



وێنەی 2-4

(أ) لەکاتی لەرینەوەی دوولکەکە
(ب) زنجیرەیەك لە پەستاوتن و شاش بوون دروست دەبێت و دەجووڵێت دووردەکەونەوە لەهەر لکێك.
(ج) سەرەکانی ئەم چەماوە تەژێیە دەکەونە بەرامبەر چەقی پەستاوتنەکان، وە بنەکانیشیان دەکەونە بەرامبەر چەقی شاشبوونەکان.

وە بنەکان چەقی شاشبوونەکان (ناوچەکانی پەستانی نزم) دەنوێنن، کەواتە چەماوەی ساین گۆڕانەکانی پەستانی هەوا لە ئەنجامی بڵاوبوونەوەی شەپۆلە دەنگیەکانەوە دەنوێنێت. لەگەڵ ئەوەی دەزانین کە ئەوەی وێنەی **2-4** دەریدەخات بارێکی نموونەییە، چونکە چاوپۆشی کردوە لە ونبوونی وزە کە دەبێتە هۆی کەمکردنەوەی فراوانی شەپۆلەکە.

سیفەتەکانی شەپۆلە دەنگیەکان

زانیمان کە لەرەلەر ژمارەی لەرینەوەکانە لە یەکەی کاتدا. ئەو شەپۆلە دەنگیانەی کە گوێی ئاسایی مرۆڤ دەتوانێت بیانبیستێت پێیان دەووترێت شەپۆلە بیستراوەکان، لەرەلەرەکانیان دەکەوێتە نێوان 20 Hz و 20 000 Hz. (تواناى کەسێك بۆ بیستن لەسەر چەند هۆکارێك بەندە، لەوانە تەمەنەکەی، وە توشبوونی بە دەنگی بەرزی بێزارکەر). وە ئەو شەپۆلە دەنگیانەی کە لەرەلەریان کەمترە لە 20 Hz وە گوێی ئاسایی ناتوانێت بیانبیستێت، پێیان دەووترێت شەپۆلەکانی خوار بیستن، بەڵام ئەو شەپۆلە دەنگیانەی لەرەلەرەکانیان لە 20 000 Hz زیاترە کە گوێی ئاسایی نایانبیستێت پێیان دەووترێت شەپۆلەکانی سەروبیستن. سەرەڕای ئەوەی کە شەپۆلەکانی خواربیستن و شەپۆلەکانی سەروبیستن نابیسترێن، بەڵام لەهەمان جۆری ئەو لەرەلەرانە پێکدێن کە دەنگە بیستراوەکانی لێپەیدادەبێت. بەڵام ڕادەی (مەودای) شەپۆلە دەنگیە بیستراوەکان بەندە لەسەر توانای کاریگەری لەرینەوەکان لەسەر گوێی مرۆڤ. بۆ نموونە سەگ و شەمشەمە کوێرە دەتوانن شەپۆلە سەروبیستنەکان ببیستن، کە گوێی مرۆڤ ناتوانێت بیانبیستێت.

ئایا دەزانیت؟

فیل لە کاتی پەیوەندی کردنیاندا شەپۆلەکانی خواربیستن بەکاردەهێنێت، هەرچەند ئەگەر چەند کیلۆمەترێکیش دوور بێت. گوێچکە گەورەکانی یارمەتی دەدات لە وەرگرتنی لەرەلەرە نزمەکان کە درێژی شەپۆلەکانیان تا ڕادەیەك درێژن.

لەرەلەر پلەی دەنگ دیاریدەکات

لەرەلەری شەپۆلی دەنگی بیستراو بەرزی و نزمی ئەو دەنگە دیاریدەکات کە دەیبیستین، وە پێی دەووترێت **پلەی دەنگ** pitch. دەنگە تیژەکان پلەیەکی بەرزیان هەیەو وە دەنگە گڕەکان پلەیەکی نزمیان هەیە. پلەی دەنگ زیاددەکات بە زیادبوونی لەرەلەرەکەی. پلەی دەنگ تەنها لەسەر لەرەلەرەکەی بەندنییە، بەڵکو لەسەر هەندێك هۆکاری تریش بەندە، وەك ژاوەژاوی دەرەوەو بەرزی دەنگ.

پلەی دەنگ

پێوەری ڕادەی تیژی یان گڕی دەنگی بیستراوە، بەپێی لەرەلەری شەپۆلە دەنگیەکە.

ڕۆشناییەك لەسەر بابەتەكە

وێنەگرتن بە شەپۆلە سەرو بیستنیەكان

شەپۆلەكانی سەرو بیستن بەكاردەهێنرێن بۆ دەستكەوتنی وێنەی شتەكانی ناولەش. ئەمەش ڕوودەدات بەهۆی سیفەتی دانەوەیەكی بەشی Partially reflected شەپۆلە دەنگیەكان، كاتێك دەگەنە ڕووە جیاكەرەكەی نێوان دوو مادەی چڕی جیاواز، وە ئەو وێنانەی كە لە شەپۆلە سەرو بیستنیەكانەوە پەیدا دەبن ڕوونترو وردترن لەو وێنانەی كە لە شەپۆلە دەنگیە لەرەلەر نزمەكانەوە پەیدادەبن، چونكە ئەو شەپۆلە دەنگیە سەرو بیستنانەی كە درێژی شەپۆلیان كورترە ڕێیان پێدەدرێت بە ئاسانی بدرێنەوە، بەڵام شەپۆلە دەنگیە بیستراوەكان و خوار بیستراوەكان بەپێی پێویست كاریگەرنین، چونكە درێژی شەپۆلەكانیان درێژە و بە دەوری تەنە بچووكەكاندا تێپەڕدەبن. بۆ ئەوەی شەپۆلە سەرو بیستەنیەكان بتوانن شتێك لەناو لەشدا ببینن، پێویستە ئەو شەپۆلانە بەكاربێن كە درێژی شەپۆلەكانیان نزیكی پێوانەی ئەو شتەبێت یان كەمتر بێت. باشترین لەرەلەری بەكارهاتوو لە دەزگای سەرو بیستن نزیكەی 10 MHz وە خێرایی شەپۆلە سەرو بیستەنیەكان لەناو شانەی مرۆییدا نزیكەی 1500 m/s لەوەوە درێژی شەپۆلەكە دەبێتە $\lambda = \frac{v}{f} = 0.15$ mm . ئەمە ئەوە دەگەێنێت كە دەزگای سەروبیستن ئەو شتانە كاریتێناكات كە پێوانەكەی لەو بڕە كەمترە. پزیشكەكان هەمیشە شەپۆلە سەروبیستنیەكان بەكاردەهێنن بۆ بینینی كۆرپەلە. لەم كردارەدا دەزگاكە شەپۆلە دەنگیەكان دەنێرێت و پاش دانەوەیان لە كۆرپەلەكەوە وەریاندەگرێتەوە. وە ئەم شەپۆلە دەنگیە دراوانە دەگۆڕێت بۆ نیشانەی كارەبایی و وێنەیەك پێكدێنێت لەسەر شاشەیەكی فلۆرەسنتی. بە دووبارە كردنەوەی ئەم كردارە بۆ بەشە جیاجیاكانی سكی دایك، پسپۆڕەكە دەتوانێت وێنەیەكی تەواوی كۆرپەلەكەی دەست بكەوێت، وەك ئەو وێنەیەی لەسەرەوە دیارە. بەهۆی ئەو وێنەیەوە پزیشكەكان دەتوانن هەندێك جۆری ناتەواوی (شێواوی) كۆرپەلە بدۆزنەوە.

بەندبوونی خێرایی دەنگ لەسەر ناوەند

شەپۆلە دەنگیەكان بەناو تەنە ڕەق و شل و گازیەكاندا بڵاودەبنەوە. بە پێی ئەوەی كە شەپۆلەكان لە لەرینەوەكانی تەنۆلكەیەكەوە پەیدادەبن، ئەوا خێرایی شەپۆل بەندە لەسەر بڕی ئەو خێراییەی كە تەنۆلكەكە جووڵەكەی پێ دەگوازێتەوە بۆ تەنۆلكەیەكی تر، بۆ نموونە خێرایی كاردانەوەی تەنۆلكەكانی مادەیەكی ڕەق گەورەترە لە خێرایی كاردانەوەی تەنۆلكەكانی مادەیەكی گازی چونكە تەنۆلكەكانی تەنی ڕەق لە یەكتری نزیكترن وەك لە تەنۆلكەكانی گاز، لە ئەنجامدا وە بە شێوەیەكی گشتی، شەپۆلە دەنگیەكان بەناو تەنەڕەقەكاندا خێراتر تێپەڕدەبن وەك لە تەنە گازییەكان، **خشتەی 1-4** خێرایی شەپۆلە دەنگیەكان دەردەخات لەناوەندە جیاوازەكاندا.

هەروەها خێرایی دەنگ بەندە لەسەر پلەی گەرمی ناوەندەكە. كاتێك پلەی گەرمی بەرز دەبێتەوە بەریەككەوتنی تەنۆلكەكانی گاز زیاددەكات، ئەمەش وا دەكات لە پلە گەرمییە بەرزەكاندا بڵاوبوونەوەی شێواندنە شەپۆلیەكە خێراتربێت وەك لە پلە گەرمییە نزمەكاندا. لە تەنە شلەكان و ڕەقەكاندا تەنۆلكەكان ئەوەندە لەیەكتر نزیكن بە شێوەیەك كە تێبینی كردنی ئەو جیاوازییەی خێرایی كە لە ئەنجامی گۆڕانەكانی پلەی گەرمی پەیدا دەبێت ئاسان نەبێت.

خشتەی 1-4
خێرایی دەنگ لەناوەندە جیاوازەكاندا

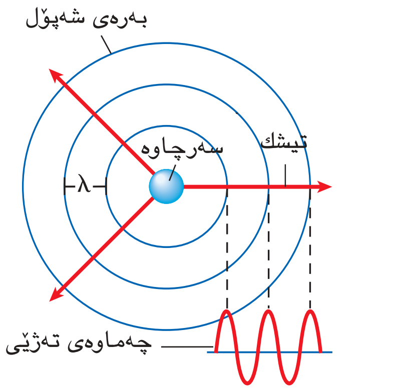
ناوەندەكە	v(m/s)
گازەكان	
هەوا (0°C)	331
هەوا (25°C)	346
هەوا (100°C)	366
هیلیۆم (0°C)	972
هیدرۆجین (0°C)	1290
ئۆكسجین (0°C)	317
شلەكان لە 25°C	
كحولی مەثیلی	1140
ئاوی دەریا	1530
ئاو	1490
تەنە ڕەقەكان	
ئەلەمنیۆم	5100
مس	3560
ئاسن	5130
قورقوشم	1320
لاستیكی پتەو	54

بڵاوبوونەوەی شەپۆلە دەنگیەكان لەسێ دووریدا

لەم بەشەدا شەپۆلەكان وا دەركەوتوون كە بەیەك دووری بڵاودەبنەوە. لە ڕاستیدا شەپۆلە دەنگیەكان بەسێ دووری بڵاودەبنەوەو لەسەرچاوەكانیان دووردەكەونەوە. كاتێك لەناوەڕاستی ژوورێكدا دەنگێك دەردەچێت، دەتوانرێت لەهەموو لایەكی ژوورەكە دەنگەكە ببیسترێت، چونكە شەپۆلەكانی دەنگ بەهەموو ئاڕاستەكاندا بڵاودەبنەوە. رووی پێشەوەی (بەرە)كانی ئەو شەپۆلە دەنگیانەی كە بەهەموو ئاراستەكاندا بڵاودەبنەوە، نزیكە گۆیی دەبن.

بۆ ئاسانکردنی لێکۆڵینەوە، وا دادەنێین کە بەرەی شەپۆلەکان بە تەواوی گۆیین، ئەگەر بێجگە لەوە شتێکی تر باس نەکرابێت.

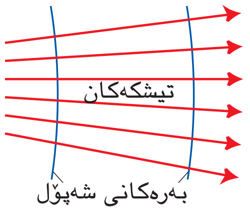
شەپۆلە گۆییەکان بە هێڵکاری ڕوونکردنەوەیی بە شێوەی زنجیرە بازنەیەک دەنوێنرێت کە دەوری سەرچاوەکەیان داوە لە دوو ڕەهەندا وەك لە **وێنەی 3-4** دیارە، کە بازنەکان چەقی پەستاوتنەکان دەنوێنن و پێیان دەووترێت بەرەکانی شەپۆل. لەبەر ئەوەی دیاردەیەکی سێ ڕەهەندی لەدوو دووریدا دەخوێنین ئەوا هەر بازنەیەك ڕوویەکی گۆیی دەنوێنێت.



وێنەی 3-4
لەم شەپۆلە گۆییەدا، بەرەی شەپۆلەکان پەستاوتنەکان دەنوێنن، وە تیشکەکان ئاماژە بۆ ئاراستەی جووڵەی شەپۆلەکە دەکەن. هەر بەرەیەکی شەپۆل دەکەوێتە بەرامبەر سەرێك لە سەر چەماوە ساینەکە. وە چەماوەکەش یەك تیشك دەنوێنێت.

لەبەر ئەوەی چەقی پەستاوتن بەرەی شەپۆل دیاریدەکات، ئەوا دووری نێوان دوو بەرەی شەپۆلی یەك بەدوایەك دەبێت بە درێژی شەپۆل. تیراسا ستوونەکانی سەر بەرەکانی شەپۆل پێیان دەووترێت تیشك، وە ئاراستەی جووڵەی شەپۆلەکەمان نیشاندەدات. بەڵام ئەو چەماوە ساینەی کە لە **وێنەی 3-4** دا دیارە دەکەوێتە بەرامبەر یەك تیشك. وە لەبەر ئەوەی سەرەکان لە چەماوەی سایندا پەستاوتنەکان دەنوێنن ئەوا هەر بەرەیەکی شەپۆل کە لەگەڵ ئەم تیشکەدا یەکتردەبڕن دەکەوێتە بەرامبەر سەرێك لەسەر چەماوە ساینەکە.

با بەشێکی بچووك لەبەرەی شەپۆلێکی گۆیی وەربگرین کە چەند درێژی شەپۆلێك لەسەرچاوەکەیەوە دووربێت، وەك لە **وێنەی 4-4** دا دەردەکەوێت. هەروەها لەم بارەدا تیشکەکان نیمچە تەریب دەبن. ئەو بەرە شەپۆلانەی کە زۆر دوورن لەسەرچاوەکەوە بە بەراورد لەگەڵ درێژی شەپۆل، دەتوانین وا دابنێین کە ڕووتەختی تەریبن. ئەو شەپۆلانە پێیان دەووترێت شەپۆلە تەختەکان. وە هەروەها هەر بەشێکی بچووك لە شەپۆلێکی گۆیی دوور لەسەرچاوەکە دەتوانرێت بە شەپۆلێکی تەخت دابنرێت. لە کۆتاییدا دەتوانین وا هەڵسوکەوت لەگەڵ هەموو شەپۆلە تەختەکاندا بکەین کە شەپۆلی یەك ڕەهەندبن، و بە هەمان ئاراستە بڵاودەبنەوە، هەروەك لە بەشی «لەرینەوەو شەپۆلەکان» دا باسکرا.

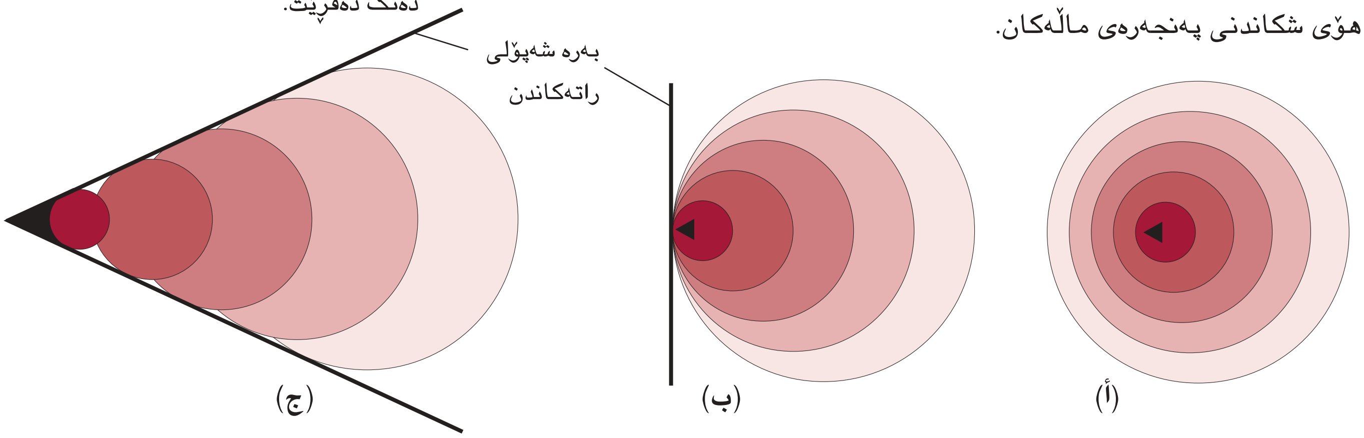


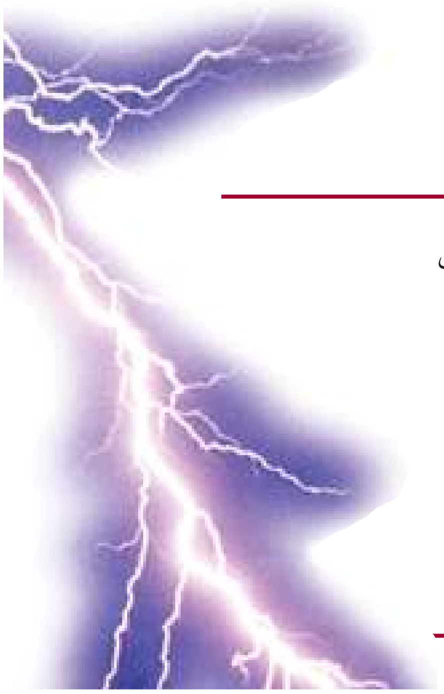
وێنەی 4-4
ئەو بەرە شەپۆلە گۆییانەی کە زۆر دوورن لەسەرچاوەکەوە دەکرێت بەچەند ڕووتەختێکی نزیکە تەریب دابنرێن پێیان دەووترێت شەپۆلە تەختەکان.

بەزاندنی دیواری دەنگ

کاتێك فرۆکەیەك بە خێراییەك کەمتر لە خێرایی دەنگ دەفرێت، لەکاتی فرینیدا چەند شێواندنێك لە پەستانی هەوادا پەیدادەکات وە ئەم شێواندنانە لە بەردەم فرۆکەکەدا بە خێرایی دەنگ دەجووڵێن و بڵاودەبنەوە وە فرۆکەکە بە خێراییەکی کەمتر دوای ئەم شێواندنانە دەکەوێت وەك لە **وێنەی 5-4** (أ)دا دیارە. وە کاتێك خێرایی فرۆکەکە دەگاتە خێرایی دەنگ ئەم شێواندنانە لە پێشەکی فرۆکەکەدا کەڵەکە دەبن و دەبێتە هۆی ڕوودانی شەپۆلی ڕاتەکاندن وەك لە **وێنەی 5-4** (ب)دا دیارە. بەڵام کاتێك خێرایی فرۆکەکە لە خێرایی دەنگ تێپەڕدەکات ئەوا شەپۆلە ڕاتەکاندنەکە لەلاتەنیشتەکانیەوە دروست دەبێت وەك لە **وێنەی 5-4** (ج)دا دیارە، وە سەرەکانی دەچنە سەریەك و گرمەیەکی گەورە (شەپۆلی ڕاتەکاندن)ی لێپەیدادەبێت و دەگاتە زەوی. هەندێك جار کاتێك فرۆکە دیواری دەنگ دەبەزێنێت وزەیەکی گەورەی لێپەیدادەبێت لەوانەیە ببێتە هۆی شکاندنی پەنجەرەی ماڵەکان.

وێنەی 5-4
وێنەیەکی هێڵکاری گواستنەوەی دەنگ بۆ فرۆکەیەك کە بە خێرایی:
(أ) کەمتر لە خێرایی دەنگ (ب) یەکسان بە خێرایی دەنگ (ج) گەورەتر لە خێرایی دەنگ دەفرێت.





فیزیا و ژیان

1. مەقام بێژ وا دابنێ تۆ گوێ لە دەنگی مەقام بێژێك ڕادەگریت كە لە ڕیكۆردەرێكەوە دەردەچێت لە بەرامبەرت لە ژوورەكەوە دانراوە، گوێت پەستاوتنەكان و شاشبوونەكانی شەپۆلە دەنگیەكە وەردەگرێت، تۆش هەڵدەستیت بە گۆڕینی ئەم لەرینەوانە بۆ دەنگ. ئایا تەنۆلكە لەراوەكانی هەوای نزیك گوێت بەهۆی شەپۆلە دەنگیەكانەوە گواستراونەتەوە بەناو ژوورەكەدا؟ چۆن دەزانیت؟

2. بروسكەو هەورە تریشقە شەپۆلەكانی ڕوناكی ملیۆنێك جار خێراتر بڵاودەبنەوە لە شەپۆلە دەنگیەكان لەهەوادا. ئەم زانیارییە بەهەند وەربگرە كاتێك ڕوونیدەكەیتەوە كە چۆن دووری بروسكەیەك هەژمار دەكرێت لە ڕێگای پێوانی كاتی نێوان بینینی بریسكەی ڕوناكیەكەو دەنگی هەورە تریشقەكە.

دیاردەی دۆپلەر

بێنە بەرچاوت كەتۆ لەسەر شۆستەیەك وەستاویت لەوساتەدا ئۆتۆمبێلێكی فریاكەوتن بەخێرایی تێپەڕدەبێت و شوتەكەی لێدەدات. تێبینی گۆڕانی پلەی دەنگی شوتەكە دەكەیت، بە شێوەیەك كە پلەكەی زیاد دەكات لەكاتی نزیكبوونەوەی وە كەمدەكات كاتی دووركەوتنەوەیدا. وەك دەزانیت پلەی دەنگ بەندە لەسەر لەرەلەرەكەی، بەڵام لەم بارەدا شوتەكە لەرەلەرەكەی خۆی ناگۆڕێت. كەواتە ئەم گۆڕانە لە پلەی دەنگدا چۆن لێكدەدەیتەوە؟

وێنەی 6-4

لەو كاتەی ئۆتۆمبێلی فریاكەوتن بەلای ڕاستدا دەجووڵێت گوێگری A شوتەكە دەبیستێت بە لەرەلەرێكی گەورەتر لە لەرەلەری ئەو دەنگەی كە شۆفێرەكە دەیبیستێت. بەڵام گوێگری B بە لەرەلەرێكی كەمتر دەیبیستێت.

جووڵەی ڕێژەیی گۆڕانێك لە لەرەلەردا پەیدادەكات

كاتێك ئۆتۆمبێلێكی فریاكەوتنی وەستاو شوتەكەی لێدەدات، پێشبینی دەكەیت كە گوێگرێك لە جادەكەدا وەستاوە بەهەمان ئەو لەرەلەرە گوێی لە دەنگەكە دەبێت كە شوفێری ئۆتۆمبێلی فریاكەوتنەكە دەیبیستێت. بەڵام لەباری ئۆتۆمبێلێكی فریاكەوتنی جووڵاودا وەك لە **وێنەی 6-4** دا دەردەكەوێت، جووڵەیەكی ڕێژەیی هەیە لە نێوان ئۆتۆمبیلە فریاكەوتنە جووڵاوەكەو گوێگرە وەستاوەكەدا. ئەم جووڵە ڕێژەییە كار دەكاتە سەر ئەوەی كە چۆن ئەوبەرە شەپۆلە دەنگیانە كە لە شوتەكەوە دەردەچن لە لایەن گوێگرەكەوە هەستی پێ دەكات. (بۆ ئاسانكردنی كارەكە وادادەنێین كە ئەو شەپۆلە دەنگیانەی كە شوتەكە دەریدەكات گۆیین)

هەر چەندە لەرەلەری دەنگی شوتەکە بەنەگۆڕی دەمێنێتەوە، ئەو بەرە شەپۆلانەی دەگەنە گوێگری (A) کە لە پێش ئۆتۆمبێلەکەوە وەستاوە زۆرتر دەبێت لەوەی کە ئۆتۆمبێلەکە وەستاوبێت. هۆیەکەش ئەوەیە کە سەرچاوەی دەنگەکە بەرەو گوێگرەکە دەجووڵێت. بەپێی ئەوەی کە خێرایی دەنگ لەهەوادا ناگۆڕێت چونکە خێرایی دەنگ بەندە لەسەر پلەی گەرمی هەوا، بۆیە سەرئەنجامی لێکدانی درێژی شەپۆل لە لەرەلەر بەنەگۆڕی دەمێنێتەوە. وە بەپێی ئەوەی کە درێژی شەپۆلەکە کەمترە ئەوا ئەو لەرەلەرەی کە گوێگرەکە دەیبیستێت گەورەتر دەبێت لە لەرەلەری سەرچاوەکە.

ئەگەر خێرایی ئۆتۆمبێلەکە بە گوێرەی گوێگری (A) وە بریتی بێت لە v_s وە خێرایی ئەو شەپۆلە دەنگیانەی کە ئۆتۆمبێلەکە لەهەوادا بڵاویاندەکاتەوە بریتی بێت لە v. لە ماوەی کاتە لەرەی T دا، شەپۆلەکە دووری $d_1 = vT = \lambda$ دەبڕێت لە هەمان کاتەلەرەدا، ئۆتۆمبێلی فریاکەوتنیش دووری $d_2 = v_sT$ دەبڕێت بەمەش درێژی شەپۆلی نوێ دەکاتە:

$$\lambda' = d_1 - d_2 = T\,(v - v_s) = \frac{v - v_s}{f}$$

یان $\lambda' = \dfrac{v}{f'}$

کە $f' = f\,\dfrac{v}{v - v_s}$

لەبەر ئەوەی $v - v_s < v$ بۆیە $f' > f$ دەبێت. لەمەوە گوێگری (A) دەنگی شوتی ئۆتۆمبێلەکە بە لەرەلەرێکی f' گەورەتر لە لەرەلەرە بنەرەتیەکەی f دەبیستێت.

وە لەبەر هەمان هۆ، ئەو بەرە شەپۆلانەی دەگەنە گوێگری (B) کە لە پشت ئۆتومبێلەکە وە وەستاوە کەمتر دەبێت وەك لەوەی کە ئۆتۆمبێلەکە وەستاوبێت. لە ئەنجامی ئەوەوە لەرەلەری ئەو دەنگەی کە گوێگرەکە دەیبیستێت کەمتر دەبێت لە لەرەلەری سەرچاوەکە، هۆی ئەمە ئەوەیە کە ئەو درێژی شەپۆلەی λ' کە دەگاتە گوێگرەکە لەمبارەدا دەکاتە:

$$\lambda' = d_1 + d_2 = T\,(v + v_s) = \frac{v + v_s}{f} = \frac{v}{f'}$$

$$f' = f\,\frac{v}{v + v_s}$$

لەبەر ئەوەی $v < v + v_s$، بەمەش $f' < f$

$$f' = f\,\frac{v - v_o}{v - v_s}$$

لەمەوە گوێگری (B) شوتی ئۆتۆمبێلەکە بە لەرەلەرێکی کەمتر لە لەرەلەرە بنەرەتییەکەی f دەبیستێت. ئەم گۆڕانەی لەرەلەر پێی دەووترێت دیاردەی دۆپلەر Doppler effect لەسەر ناوی یەکەم کەس کە دۆزییەوە فیزیازانی نەمساوی کریستیان دۆپلر (1803 – 1853)

دیاردەی دۆپلەر

گۆڕانێکی هەستپێکراوە لە لەرەلەردا لە ئەنجامی جووڵەی ڕێژەیی نێوان سەرچاوەی شەپۆلەکان و گوێگرەوە.

لەبەر ئەوەی لەرەلەر پلەی دەنگ دیاریدەکات، کەواتە ئەو پلە دەنگەی کە هەرگوێگرێك دەیبیستێت بەند دەبێت لەسەر دیاردەی دۆپلەر، لە کاتێکدا ئەو گوێگرەی کە لەپێش ئۆتۆمبێلی فریاکەوتنەکەوە وەستاوە پلە دەنگێکی بەرزتر دەبیستێت وە ئەو گوێگرەی کە لە پشت ئۆتۆمبێلەکەوە وەستاوە پلە دەنگێکی نزمتر دەبیستێت.

لە خوێندنەکەماندا باسی سەرچاوەیەکی دەنگی جووڵاومان کرد بەگوێرەی گوێگرێکی وەستاوەوە، بەڵام هەروەها دیاردەی دۆپلەر لەو کاتەشدا ڕوودەدات کە گوێگر جووڵاوبێت بەگوێرەی سەرچاوەیەکی وەستاوەوە، یان هەردووکیان لە باری جووڵەدابن بە دوو خێرایی جیاواز.

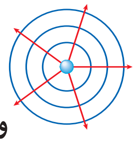
بەکورتی دیاردەی دۆپلەر ڕوودەدات کاتێك جووڵەیەکی ڕێژەیی لە نێوان سەرچاوەو گوێگردا هەبێت، هەرچەندە تاقیکردنەوەکانی دۆپلەر بەزۆری لەسەر شەپۆلە دەنگیەکان باوە، بەڵام دیاردەکە گشتییە بۆ هەموو شەپۆلەکان، وە لەوانەش شەپۆلە کارۆموگناتیسیەکان بۆ نموونە وەك ڕوناکی.

پێداچوونەوەی بەندی 1-4

1. پەیوەندی نێوان لەرەلەر و پلەی دەنگ چییە؟

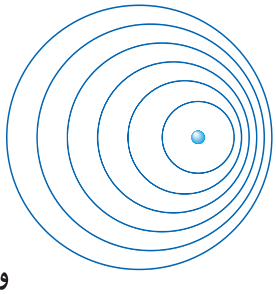
2. ئەو پرتە دەنگییانەی کە لە دۆلفینێکەوە دەردەچن بە تێکرای 1450 m/s بەناو ئاوی زەریادا بڵاو دەبنەوە لە پلەی گەرمی 20ºC، ئەگەر خێرایی ئەو پرتانە لەهەوادا بگاتە 342.9 m/s، لە پلەی گەرمی 20ºC، ئەم جیاوازییە لە خێراییدا چۆن لێکدەدەیتەوە؟

3. **لێکدانەوەی وێنە:** ئایا دەکرێت بەشی ناوەوەی ئەو بەرە شەپۆلەی کە لە **وێنەی 4-7** دا دەرکەوتووە بە شەپۆلێکی نیمچە تەخت دابنرێت؟ ئەمە لێکبدەرەوە.



وێنەی 4-7

4. **لێکدانەوەی وێنە:** **وێنەی 4-8** وێنەیەکی دیاردەی دۆپلەرە لە حەوزی شەپۆلەکاندا. سەرچاوەی ئەم شەپۆلانە بە چ ئاراستەیەك دەجووڵێت؟



وێنەی 4-8

بەندی 2-4

توندی دەنگ و زرنگانەوە
Sound Intensity and Resonance

توندی دەنــگ

له بەندی 1-4 دا هاتووه، ئەو شەپۆلە دەنگیانەی لە هەوادا بڵاو دەبنەوە شەپۆلی درێژەوون، وە کاتێك ئەم شەپۆلانە لەسەرچاوەكانیان دوور دەكەونەوە، وزە لە گەردێكی هەواوە بۆ گەردێكی تر دەگوازرێتەوە بە تێكرای كاتی تێپەڕ بوونی ئەو وزەیە لە یەكەی رووبەری شەپۆلی تەختدا دەوترێت **تووندی شەپۆل** wave intensity. بە پێی ئەوەی كە P بە تێكرای كاتی وزەی تێپەڕبوو پێناسە كراوە. دەتوانین تووندی (I) بە پێی توانا (P) بەم شێوەی خوارەوە بنووسین:

$$I = \frac{P}{\text{رووبەر}} = \frac{\Delta E/\Delta t}{\text{رووبەر}}$$

بەپێی ئەوەی كەیەكەی توانا لە سیستمی نێودەوڵەتی SI دا بریتییە لە وات (W)، كەواتە یەكەی توندی دەكاتە وات بۆ هەر مەتر دووجایەك (W/m^2). كاتێك شەپۆلەكە گوێی بێت وزە بە شێوەیەكی یەكسان بەهەموو ئاراستەیەكدا بڵاودەبێتەوە، لەم بارەدا توانای دەرچوو لەسەرچاوەكەوە (P) بەسەر رووە گۆییەكەدا دابەش دەبێت (رووبەری رووەكەی $= 4\pi r^2$). وا دادەنێین هیچ هەڵمژینێكی وزە لەو ناوەندەدا ڕوونادات كە شەپۆلەكەی پێدا دەگوازرێتەوە.

توندی شەپۆلی گۆیی

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

$$\text{توندی} = \frac{\text{توانا}}{4\pi(\text{دووری لەسەرچاوەكەوە})^2}$$

ئەم هاوكێشەیە ئەوە دەگەیێنێت كە توندی شەپۆلی دەنگ كەمدەكات هەرچەندە لەسەرچاوەكە دووربكەویتەوە. ئەمەش بەهۆی دابەشبوونی بڕی وزەكە بەسەر رووبەرێكی گەورەتردا ڕوودەدات.

2-4 ئامانجەكانی بەندەكە

- تووندی شەپۆلە دەنگیەكان هەژماردەكات.
- تووندی دەنگ بە ئاستی تووندی دەنگ و بەرزی دەنگی بیستراوەوە دەبەستێتەوە.
- ڕوونیدەكاتەوە كە چۆن زرنگانەوە ڕوودەدات.

توندی شەپۆل

تێكرای كاتی تێپەڕ بوونی وزەیە بەناو یەكەی ڕووبەری ستوون لەسەر ئاراستەی جوولەی شەپۆلەكە.

نموونە 4 (أ)

توندی شەپۆلە دەنگیەكان

پرسیارەكە

توندی ئەو شەپۆلە دەنگیانە چەندە كە لە رادیۆیەكەوە دەردەچن، ماوەی **3.2 m** دوورە، ئەگەر توانای بەرهەمهاتوو لە رادیۆكەوە یەكسان بێت بە **20.0 W**؟ وا دابنێ كە شەپۆلە دەنگیەكان گۆیین.

شیكار

1. دەزانە

دراو: $P = 20.0$ W $r = 3.2$ m

نەزانراو: $I = ?$

ch4 2/1/18 10:06 AM Page 14

.2 پلان دادەنێم

هاوکێشەی توندی لەباری شەپۆلی گۆیدا بەکاردەهێنم

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

$$= \frac{20.0 \ \text{W}}{4\pi(3.2 \text{ m})^2}$$

.3 هەژمار دەکەم

$$\boxed{I = 0.16 \text{ W/m}^2}$$

وەڵامی ئامێری ژمێرەر

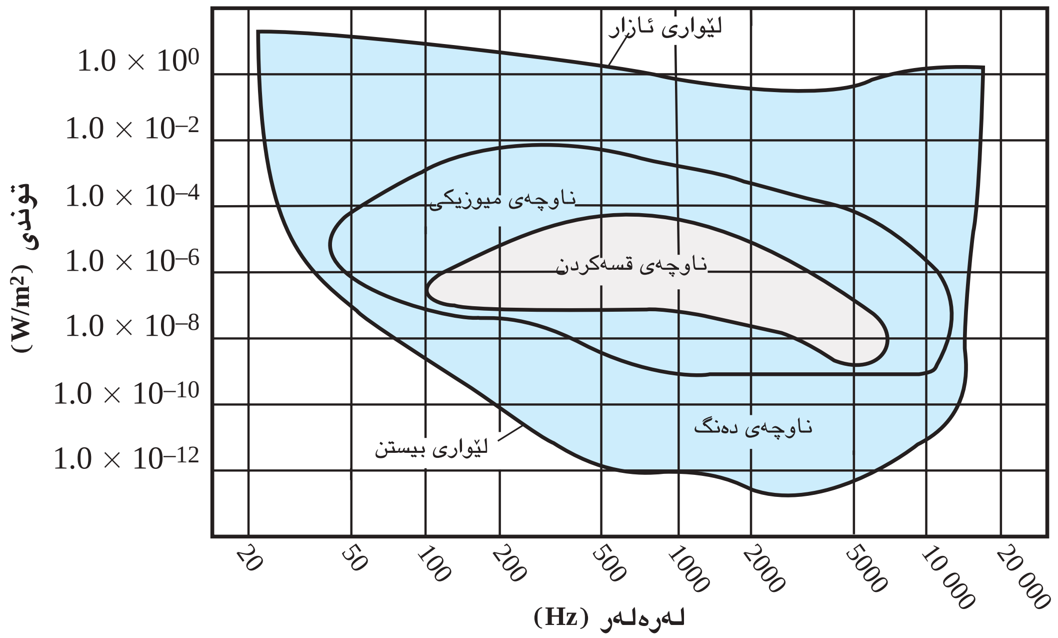
وەڵامی ئامێری ژمێرەر بۆ پرسیارەکە 0.155424799 وەڵامەکە لە 0.16 نزیکدەکرێتەوە بۆ ئەوەی لەگەڵ ژمارەی ڕەنووسە واتاییەکانی دراوەکە بگونجێت.

ڕاهێنانی 4 (أ)

توندی شەپۆلە دەنگیەکان

.1 لە سنوری گەورەترین بەرزی دەنگدا، توانای بەرهەمهاتوو (دەرچوو) لە 75 ئامێری ژێی و هەوایی دەکاتە 70.0 W. توندی ئەو شەپۆلە دەنگیانەی گوێگرێك دەیبیستێت چەندە کە لە دووری 25.0 m لەسەرچاوەی دەنگەکەوە دانیشتووە؟

.2 ئەگەر توندی دەنگی کەسێك 4.6×10^{-7} W/m^2 بێت لە دووری 2.0 m، ئەو توانا دەنگیەی کە لە کەسەکەوە بەرهەمدێت چەندە؟



وێنەی 4-9
بیستنی مرۆڤ بەندە لەسەر لەرەلەرو توندی شەپۆلە دەنگیەکان پێکەوە. ئەو دەنگانەی دەکەونە ناوەڕاستی مەودای (شەبەنگی) لەرەلەرەکان ئاسانتر دەبیستریێن (لە توندیەکی نزمدا) لە لەرەلەرە نزم یان بەرزەکان.

توندی و لەرەلەر دەنگە بیستراوەکان دیاریدەکەن

لە بەندی 4-1 دا ئەوەمان خوێند کە لەرەلەری ئەو شەپۆلە دەنگیانەی کە مرۆڤی ئاسایی دەیانبیستێت دەکەوێتە نێوان 20 Hz و 20 000 Hz . وە هەروەها توندیش هۆکارێکە بۆ دیاریکردنی ئەوەی کە کام دەنگ دەبیستریێت. **وێنەی 4-9** ئەوە دەردەخات کە چۆن ڕادەی (توانای) بیستن لە گوێی مرۆڤی ئاساییدا بەندە لەسەر لەرەلەرو توندی بەیەکەوە. لە وێنە ڕوونکردنەوەیەکەدا دەبینیت کە ئەو دەنگانەی لەرەلەریان نزمە (کەمتر لە 50 Hz) یان لەرلەریان بەرزە (زیاتر لە 12 000 Hz) پێویستە تاڕادەیەك توندیان زۆربێت تا ببیستریێن.

بەڵام ئەو دەنگانەی کە دەکەونە ناوەڕاستی شەبەنگەکە (مەوداکە)، لە ڕادەیەکی توندی نزمدا دەبیستریێن. کزترین دەنگ کە دەتوانرێت ببیسترێت بە لەرەلەری نزیکەی 1000 Hz، وە بە توندی 1.0×10^{-12} W/m^2، ئەو دەنگانە دەکەونە ناو لێواری بیستن. (سەرنج بدە کە گوێی هەندێك مرۆڤ دەتوانێت هەندێك دەنگ ببیستێت کە کزترن بە لەرەلەرێك دەگاتە نزیکەی 3300 Hz) وە چەماوەکەی خوارەوە لە **وێنەی 4-9** دا لێواری بیستن دەنوێنێت بۆ هەر لەرەلەرێك.

بەرزترین دەنگ کە گوێ دەتوانێت بەرگەی بگرێت، توندییەکەی دەگاتە نزیکەی 1.0 W/m^2 پێی دەوترێت لێواری ئازار، چونکە ئەگەر لەم توندییە زیاتر بێت بیستنی ئازارێك دروست دەکات. وە چەماوەکەی سەرەوە لە **وێنەی 4-9** دا لێواری ئازار دەنوێنێت بۆ هەر لەرەلەرێك.

بیستنی ئەو دەنگانەی لە سەروی لێواری ئازارن لەوانەیە زیانێکی دەستبەجێ بەگوێ بگەیەنن، هەتا ئەگەر هەست بە ئازارێکیش نەکەی. وە هەروەها بیستنی ئەو دەنگانەی توونديان نزمە بە بەردەوامی لەوانەیە زیانبەخش بن بۆ گوێ. لەبەر ئەم هۆکارە هەندێك لە مۆسیقاژەنەکان داخەری گوێ بەکاردێنن لەکاتی کارکردنیاندا. شایانی تێبینییە کە لێواری بیستن و لێواری ئازار لە بەرزترین و نزمترین لای شەبەنگەکەوە بەیەکدەگەن.

پێوانی ئاستی توندی دەنگ (β)

چۆن لەرەلەری شەپۆلی دەنگ پلەی دەنگەکە دیاریدەکات، توندی دەنگیش بەنزیکی بەرزی دەنگی بیستراو دیاریدەکات، بەڵام بەرزی دەنگ ڕاستەوانە ناگونجێت لەگەڵ توندی، چونکە هەستکردنی گوێی مرۆڤ بە بەرزی دەنگ بە نزیکەیی لۆگاریتمیە.

ئاستی توندی دەنگ β بریتییە لە ڕێژەی توندی شەپۆلێکی دەنگی دیاریکراو بۆ توندی شەپۆلێکی دەنگ لە لێواری بیستندا، وە یەکەی نییە. بەرزی دەنگ ڕاستەوانە دەگونجێت لەگەڵ لۆگاریتمی ڕێژەکە، و دیسبێل decibel (dB) بەکاردێت بۆ دەربڕینی ئاستی توندی دەنگ.

دیسیبێل

یەکەیەکی بێ ڕەهەندە ئاستی توندی دەنگ دەپێوێت.

ئاستی توندی دەنگ

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_o}$$

کە I = توندی دەنگ

I_o = توندی لێواری بیستن و یەکسانە بە 1.0×10^{-12} W/m^2

ئایا دەزانیت؟

یەکەی بنەڕەتی ئاستی توندی دەنگ دیسیبێل بریتییە لە «بێل» لەسەر ناوی داهێنەری تەلەفۆن ئەلکسەندەر بێل. دیسیبێل یەکسانە بە 0.1 بێل.

ئاستی توندی دەنگی لێواری بیستن سفر دەبێت چونکە $I = I_0$ بەمەش:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_o}$$

$$= 10 \log 1 = 0$$

بەڵام لێواری ئازار کە توندییەکەی 1.0×10^{0} W/m^2 بەمەش:

$$\beta = 10 \log \frac{1 \times 10^{0}}{1 \times 10^{-12}}$$

$$= 10 \log 10^{12} = 10 \times 12 = 120 \text{ dB}$$

خشتەی 4-2 توندی دەنگ و ئاستی توندی هەندێك سەرچاوەی دەنگ ڕوونەکاتەوە.

خشتەی 2-4 توندی دەنگ و ئاستی توندی هەندێك سەرچاوەی دەنگ

سەرچاوەکانی دەنگ	توندی (W/m^2)	ئاستی توندی دیسیبێڵ (dB)
لێواری بیستن	1.0×10^{-12}	0
ورشەی گەڵای دار	1.0×10^{-11}	10
چرپەیەکی لەسەرخۆ	1.0×10^{-10}	20
چرپە	1.0×10^{-9}	30
گیزەی مێشوولە	1.0×10^{-8}	40
گفتوگۆی ئاسایی	1.0×10^{-7}	50
هەواسازکەرێك کە 6 m دوورە	1.0×10^{-6}	60
گەسکێکی کارەبایی	1.0×10^{-5}	70
جەنجاڵی هاتو چۆ یان کاتژمێرێکی ئاگادارکەرەوە	1.0×10^{-4}	80
مشاری داربڕین	1.0×10^{-3}	90
دینەمۆیەکی کارەبایی	1.0×10^{-2}	100
هۆڕنی ئۆتۆمبێل لە دووری 1m	1.0×10^{-1}	110
لێواری ئازار	1.0×10^{0}	120
گرمەی هەور، شەستیر	1.0×10^{1}	130
فڕۆکەیەکی فیشکەداری نزیك	1.0×10^{3}	150

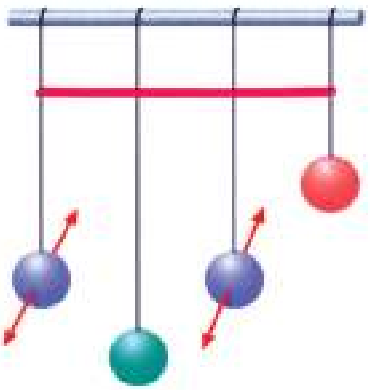
فیزیا و ژیان

کارگەکان یاساکانی شارەوانی وشیاری دەدەن بەوەی کە کرێکارەکان نەخرێنە بەر ئاستی ئەو ژاوەژاوانەی کە لەسەروی 90 dB بۆ ماوەیەك کە لە هەشت کاتژمێر زیاتربێت لە ڕۆژێکدا. ئەمە ئەوە دەگەێنێت ئەگەر کارگەیەك ژاوەژاوەکەی 100 dB بێت پێویستە 10 dB کەمبکرێتەوە، وادابنێ کە هەر ئامێرێك هەمان بڕی ژاوەژاو دەردەکات. ڕێژەی سەدی ئەم ئامێرانە کە پێویستە لابدرێن چەندە؟ ئەمە ڕوونبکەرەوە.

لەرینەوە ناچارییەکان و زرنگانەوە

کاتێك لە ژێیەکی توندکراوی جیاکراوە دەدەین بە ئاستەم گوێمان لەو دەنگە دەبێت کە دەریدەکات. بەڵام کاتێك هەمان ژێ لەسەر گیتارێك دادەنرێت ئینجا لێدەدرێت، تێبینی دەکەین کە توندی دەنگەکە بە شێوەیەکی زۆر گەورە زیاددەکات. هۆی ئەو جیاوازیە چییە؟ بۆ وەڵامدانەوەی ئەم پرسیارە کۆمەڵێك پەندوڵ وەردەگرین کە بە تولێکەوە هەڵواسراون و پێکبەستێکی لاستیکی توندنەکراو بە یەکیان دەگەێنێت وەك لە **وێنەی 4-10** دا دیارە. کاتێك یەکێك لە پەندوڵەکان دەجووڵێنرێت، لەرینەوەکانی لە ڕێی پێکبەستەکەوە دەگوازرێنەوە، و پەندوڵەکانی تریش دەست بە لەرینەوە دەکەن. ئەم دیاردەیە پێی دەووترێت لەرینەوەی ناچاری.

ژێیە لەراوەکان لە گیتارەکەدا وا لە پردی گیتارەکە دەکەن کە بلەریتەوە و پردەکەش لە لایەن خۆیەوە لەرینەوەکان دەگوێزێتەوە بۆ پەیکەری گیتارەکە. بەم لەرینەوە ناچارییانە دەووترێت لەرینەوە بەکارتێکردن، لەبەر ئەوەی ڕووبەری پەیکەری گیتارەکە گەورەترە لە ڕووبەری ژێیەکان، ئەوا لەرینەوەکانی ژێیەکان دەتوانن چالاکتر بگوازرێنەوە بۆ هەوا، وە لە ئەنجامی ئەوەدا توندی دەنگ زیاد دەکات و لەرینەوەی ژێیەکان خێراتر کپ دەبنەوە لەوەی کە بە گیتارەکەوە نەبەسترابوون، ئەمەش ئەوە دەگەیەنێت کە پەیکەری گیتارەکە ڕێ بە ئاڵوگۆڕی وزە دەدات لە نێوان



وێنەی 4-10
کاتێك یەك پەندوڵی شین دەجووڵێنین تەنها پەندوڵە شینەکەی تر کە هەمان درێژی هەیە دەجووڵێت و دەلەرێتەوە بە فراوانییەکی گەورەتر وە سیستەمەکە دەکەوێتە باری زرنگانەوەوە.

زرنگانەوە

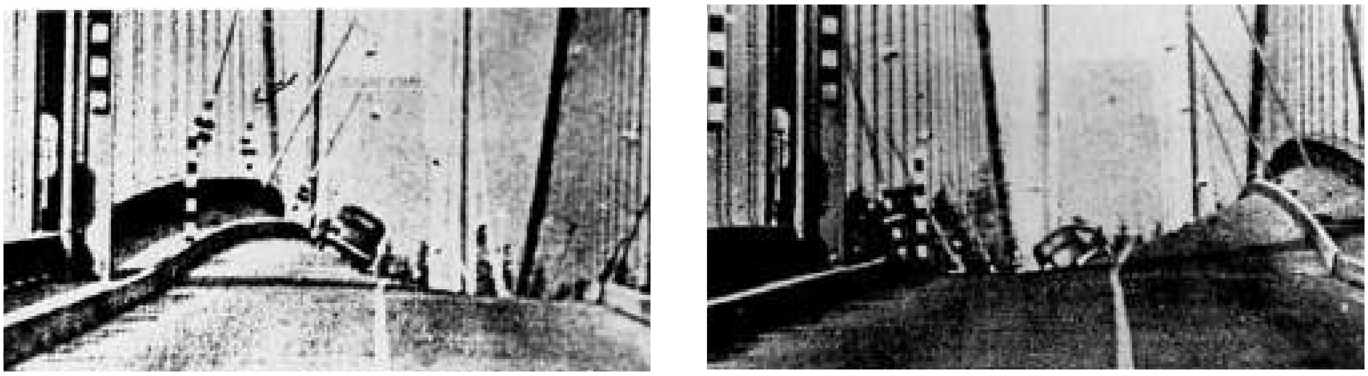
دیاردەیەکە کاتێك ڕوودەدات کە لەرەلەری ئەو هێزەی دەخرێتە سەر سیستمێکی دیاریکراو یەکسان دەبێت بە لەرەلەری سروشتی سیستمەکە و دەبێتە هۆی لەرینەوەی بە فراوانییەکی گەورە.

ژێیەکان و هەوادا بە شێوەیەکی چالاکتر، بەوەش توندی دەنگی دەرچوو زیاد دەکات. لە گیتاری کارەباییدا، لەرینەوەی ژێیەکان دەگۆڕێن بۆ نیشانەی کارەبایی کە دەتوانرێت بە پێی پێویست گەورەبکرێن، گیتاری کارەبایی دەتوانێت دەنگەکان بە توندییەکی زۆر گەورەتر دەربکات لە دەنگە گەورەنەکراوەکانی گیتارێکی دەنگی، لەرینەوە ناچارییەکانی پەیکەری گیتار تەنها بۆ زیادکردنی توندی دەنگی ژێیە لەراوەکان بەکاردێن.

لەرینەوەیەك بە لەرەلەرێکی سروشتی زرنگانەوە پەیدادەکات

لەبەشی شەپۆلەکاندا هاتووە کە لەرەلەری پەندۆل بەندە لەسەر درێژی پەتەکە، کەواتە هەر بەندۆلێك بە لەرەلەرێکی دیاریکراو دەلەرێتەوە پێی دەووترێت لەرەلەری سروشتی. لە **وێنەی 4-10** دا دەبینیت کە دوو پەندۆلە شینەکە هەمان لەرەلەری سروشتیان هەیە لە کاتێکدا هەردوو پەندۆلی شین و سەوزەکە لەرەلەری سروشتیان جیاوازە، لەکاتی لەرینەوەی پەندۆلە شینەکەی یەکەم، پەندۆلە سەوزو سورەکە کەمێك دەلەرنەوە، بەڵام پەندۆلە شینەکەی دووەم بە فراوانییەکی زۆر گەورەتر دەلەرێتەوە، چونکە لەرەلەرە سروشتییەکەی یەکسانە بە لەرەلەری ئەو پەندۆلەی کە یەکەمجار جووڵایەوە، بەم سیستەمە دەوترێت لەباری **زرنگانەوە** دایە resonance، بەپێی ئەوەی کە وزە لە پەندۆلێکەوە بۆ یەکێکی تر دەچێت ئەوا فراوانی لەرینەوەی پەندۆلە شینەکەی یەکەمیان فراوانییەکەی کەمدەبێتەوە، بەڵام فراوانی پەندۆلە شینەکەی دووەمیان زیاد دەکات.

نموونەیەکی سەرنج ڕاکێشی زرنگانەوە ئەوەیە کە لەساڵی 1940 دا ڕوویدا، کاتێك پردی تاکۆماناروز لە واشنتۆن بەهۆی باوە لەرییەوە، سەیری **وێنەی 4-11** بکە کە شەپۆلە وەستاوەکان لە پردەکەدا دروست بوون بەهۆی بایەکی توندەوە، کە وای لە پردەکە کرد بەیەکێك لە لەرەلەرە سروشتیەکانی بلەرێتەوە و فراوانی لەرینەوەکەی زیاد بکات و پردەکە رووخا. نموونەیەکی تر لەسەر زرنگانەوە ئەو کارەساتەیە کە لە ساڵی 1989 ڕوویدا بەهۆی بومەلەرزەی لوماپریتای کالیفۆرنیا، کاتێك بەشێك لە ڕووی سەرەوەی ڕێگایەکی خێرا رووخا لە ئەنجامی چەند شەپۆلێکی بومەلەرزەوە کەلەرەلەرەکەی 1.5 Hz بوو ئەوەش زۆر نزیکە لە لەرەلەری سروشتی ئەو بەشەی ڕێگا خێراکە.



وێنەی 4-11

لە نۆڤەمبەری 1940 بەرزە پردی تاکۆماناروز دوای تەنها چوارمانگ لە کردنەوەی ڕوخا. چەند شەپۆلێکی وەستاوکە هۆیەکەی بایەکی توندو تیژ بوو پردەکەی جووڵاند و وایلێکرد بروخێ.

ch4 2/1/18 10:06 AM Page 18

چالاکییەکی کرداری
خێرا

زرنگانەوە

کەرەستەکان

✓ دەزگایەکی لەراندنەوە (پەندوڵ)

پەندوڵێك بەکاربهێنە و بەچەند هێزێکی جیاجیا پاڵی پێوە بنێ هەر کاتێك دەگاتە گەورەترین بەرزی لە هەر جارێکدا، تێبینی کاریگەری هێزەکە لەسەر فراوانی لەرینەوەکەی پەندوڵەکە بکە. تێبینی کاریگەری هێزەکە بکە لە ئاسان زیادکردنی فراوانی لەرینەوە ئایا هێزێك هەیە کاریگەری زۆرتربێت لە زیادکردنی فراوانی لەرینەوەکەی پەندوڵ لە تێکرای ئەوانی تر؟

پێویستە بگەیتە ئەو ئەنجامەی کە کاریگەری هێز زۆرتر کاریگەر دەبێت، کاتێك ئەو لەرەلەرەی پەندوڵ کە لە هێزەکەوە پەیدابووە یەکسان دەبێت بە لەرەلەری سروشتی پەندوڵەکە. رونیبکەوە کە ئەنجامەکانت چۆن پشتگیری ئەو لێدوانانە دەکەن کە دەڵێت زرنگانەوە باشتردەبێت کاتێك لەرەلەری هێزی سەپێنراو لەگەڵ لەرەلەری سروشتی سیستمەکە یەکسان دەبێت.

پێداچوونەوەی بەندی 4-2

1. کاتێك ئاستی توندی دەنگی جووڵەی هاتوچۆ لە شەقامێکدا زیاد دەکات لە 40 dB بۆ 60 dB، توندی ژاوەژاوەکە چەند زیاد دەکات؟

2. هەردوو لکە کانزاییەکەی دولکەیەکی سازدەر بەیەك لەرەلەر دەلەرنەوە کاتێك لێدەدرێن، چی ڕوودەدات ئەگەر دولکە سازدەرە لەراوەکە لە نزیك دولکەیەکی تر دابنرێت کە بەهەمان لەرەلەر دەلەرێتەوە؟ ئەمە ڕوونبکەوە.

3. **بیرکردنەوەیەکی ڕەخنەگرانە:** کام لەم هۆکارانەی خوارەوە بۆ سەرچاوەیەکی دیاریکراو دەگۆڕێت لەکاتی بەرزبوونەوەی دەنگدا؟ وەکام هۆکاریان دەگۆڕێت لەکاتی بەرزبوونەوەی پلەی دەنگدا؟

أ. توندی
ب. خێرایی شەپۆلەکانی دەنگ
ج. لەرەلەر
د. ئاستی توندی دەنگ
هـ. درێژی شەپۆل
و. فراوانی

ch4 2/1/18 10:06 AM Page 17

ڕۆشناییەك لەسەر بابەتەكە

لەدەستدانی تیژی بیستن

نزیكەی 10 % خەڵك بەدەست لەدەستدانی تیژی بیستنەوە بە پلەی جیاجیا دەناڵێنن. جۆرە بنەڕەتییەكانی لە دەستدان ئەمانەن:

1. لەدەستدانی گەیەنەری بیستن.
2. لەدەستدانی دەماری بیستن.
3. لەدەستدانی هەستی بیستن.

لەدەست دانی گەیەنەری بیستن لە ئەنجامی كەمو كوڕی لە گواستنەوەی شەپۆلە دەنگییەكان بە ناو گوێی دەرەكیدا پەیدا دەبێت. یان گواستنەوەی لەرینەوەكان لە گوێی ناوەڕاستدا، وە هۆی كەموكوڕییەكە لە زۆربەی كاتدا زەرەرمەند بوونی هەندێك بەشەكانی گوێی ناوەڕاست یان دەرەوەیە لە ئەنجامی ڕووداوێك یان نەخۆشیەك، یان گەشە كردنێكی ناتەواوی ئەو بەشانە. وە دەتوانرێت ئەم جۆرە بەهۆی دەرمان یان نەشتەگەریەوە چارەسەربكرێت. بەڵام لە دەستاندنی دەماری بیستن هۆیەكەی ئەو كێشانەیە كە تووشی ئەو دەمارە بیستەنییانە دەبێت كە نیشانەكان لە گوێی ناوەوە بۆ مێشك دەگوێزێتەوە، لە هۆیە باوەكانی لەدەستدانی تیژی بیستن ئەو هۆیانەن كە پەیوەندیان بە لەدەستدانی هەستی بیستنەوە هەیە، كە دەگەڕێتەوە بۆ زیانەكانی گوێی ناوەوە بەتایبەتی هەستە خانە وردبینییەكانی ناو لوولپێچی گوێ.

لەوانەیە لەدەستدانی هەستی بیستن لەكاتی لەدایك بوونەوەبێت، یان لەوانەیە بۆ ماوەیی بێت یان لە ئەنجامی نەخۆشیەك یان شێواندنەكانی گەشەدا بێت، بەڵام باوترین سەرچاوە بۆ نەخۆشكەوتنی هەستە خانەكان بریتییە لە بەركەوتنیان بە ژاوژاوی بەرز،

بەركەوتن بۆ ماوەیەكی كورت لەوانەیە ببێتە هۆی زرنگانەوە لەهەر دووگوێدا لەگەڵ لەناوچونێكی كاتی بیستن. وە لە بەرامبەردا بەركەوتنی بەردەوام و درێژخایەن بۆ هەندێك جۆر لە ژاوەژاو كە سەروی 70 dB بێت، لەوانەیە ئەو ژاوەژاوەی كە لەو سەرچاوانەوە پەیدادەبێت وەك قژ وشكەرەوە یان ئامێری بڕینی گژو گیا ببێتە هۆی تێكچوونی بەردەوامی هەستە خانەكانی ناو لوولپێچەكە. هەستە خانەكانی ناو لوولپێچ لە مووەكانی قژ یان دەست ناچێت. ئەوانە ئەو دەمارە خانانەن كە هەستیاریان زۆر بەرزە. كاتێك تووشی تێكچوون یان نەخۆشیەكی كوشندە دەبن ناتوانرێت چاكبكرێنەوە یان بگۆڕدرێن. وە هەستە خانەكانی لوولپێچ دەتوانن چاكببنەوە ئەگەر تێكچوونەكانیان سوك بێت. بەڵام لە باری دووبارە بوونەوەی تێكچوون هەرچەندە ئەگەر پلەی خراپ بوونەكە ناوەندی بێت لەوانەیە چاكبوونەوەیان ئاسان نەبێت و توشی زیانێكی بەردەوام دەبێت، لەبەر ئەمە گرنگە كە خۆت بپارێزیت لە لەدەستدانی هەستی بیستن. ئەمەش بەكەمكردنەوەی بەركەوتن بە ژاوەژاوی بەرز یان بە بەكارهێنانی هێدفۆن یان گوێ داخەرەكان، كە بە تەواوی جۆگەی گوێ دادەخەن، كاتێك بەر ژاوەژاوی بەرز دەكەوێت. لەدەستدانی هەستی بیستن بەرە بەرە ڕوو دەدات لەوانەیە ٢٠ ساڵ یان زیاتر بخایەنێت. لەبەر ئەوەی هەستیارە خانەكان ئەو دەنگانە وەردەگرن كە پلەكانیان بەرزە كورترو كزترن، بەمەش یەكەم شت كە لە دەستدەدات بریتیە لە هەستیاری بۆ ئەو دەنگانەی كە لەرەلەرەكانیان نزیكە لە 20 KHz . بەڵام لەدەستدانی هەستیاری ئەو دەنگانەی كە لەرەلەرەكانیان نزیكە لە 4 KHz هەمیشە یەكەمجار تێبینی دەكرێت، چونكە ئەم لەرە لەرانە دەكەونە ناوچەی سەرەوەی گوفتی مرۆیی. وە ئەو كەسانەی كە لەدەستدانی بیستن لە لایانەوە دەستپێدەكات كێشەی بیستنیان دەبێت بۆ ئەو دەنگانەی پلەیان بەرزە یان بۆ هەندێك پیتی دیاریكراو وەك

لەكاتی مامەڵەكردن لەگەڵ دەزگا كارەباییەكان پێویستە پارێزەری گوێ دابنێی بۆ خۆپاراستن لەهەر ئازارێك

س، ب، ف. لەگەڵ بەرەو پێشچوونی لەدەستدانی بیستن لەدەستدانی هەستیاری بۆ بوارێكی فراوانتریدەنگەكان زیاددەكات.

هەرچەندە كە چارەسەرێكی بنبڕكەری راستەقینە بۆ لەدەستدانی هەستیاری بیستن تا ئێستا نییە. هەندێك هۆكاری چارەسەركردنی بەردەست هەیە. ئامێرەكانی بیستن ڕۆڵی گەورەكردنی دەنگ دەبینن، وا لەو دەنگانە دەكات كە گوێ وەریان دەگرێت بەرزتربن. ئامانجی ئامێرە بیستنیە یارمەتیدەرەكان گەورەكردنی بوارێكی بچوكی دیاریكراوی لەرەلەرەكانە، بۆ ئەو كەسانەی كێشەی نیمچە لەدەستدانی بیستنیان هەیە.

بەڵام لە كردارەكانی چاندن لە لولپێچدا ئەلیكترۆدیك بەكاردەهێنرێت وە دەچێنرێت بە نەشتەرگەری لەناو لوولپێچدا لە ڕێگای كونێكەوە لە پشت گوێی دەرەوە بەمەش نیشانە كارەباییەكان لە ئەلیكترۆدەكەوە ڕاستەوخۆ دەمارەكانی بیستن هاندەدات و هەموو هەستیارە خانەكان دەبڕێت.

بەندی 3-4

ئاوازە هارمۆنیەکان
Harmonics

3-4 ئامانجەکانی بەندەکە

- جیاوازی لە نێوان زنجیرە هارمۆنییەکانی بۆریە داخراو و کراوەکاندا دەکات.
- ئاوازە هارمۆنییەکانی ژێیەکی لەراوە وە بۆریەکی داخراو و کراوە هەژماردەکات.
- ئاوازە هارمۆنیەکان بەجۆری دەنگەوە دەبەستێتەوە.

شەپۆلە وەستاوەکان لەسەر ژێیەکی لەراوە

لە بەشی (لەرینەوە و شەپۆلەکان)دا باسمان کرد کە زۆر لە شەپۆلە وەستاوەکان دەتوانن دروست ببن کاتێك ژێیەکی توندکراو لە هەردوو سەرەوە چەسپ بکەین و بیلەرێنینەوە. لەرینەوەکان لە ژێیەکدا هەمیشە لەچەند شەپۆلێکی وەستاو لەگەڵ یەك پێکدێن لەهەمان کاتدا، وە هەریەکەیان درێژی شەپۆل و لەرەلەری جیاوازیان هەیە، ئەمە ئەوە دەگەیێنێت کە ئەو دەنگانەی لە ئامێرێکی ژێدارەوە دەیانبیستین تەنانەت ئەوانەی کە بەیەك پلەش دەردەچن، لە ڕاستیدا لەچەند لەرەلەرێکی چەندجارەکراو پێکدین.

خشتەی 3-4 لە لاپەڕەکەی دواتر چەند لەرینەوەیەکی چاوەڕوانکراو دەردەخات لە ژێیەکی نموونەیدا. هەردوو سەری ژێیەکە کە نالەرنەوە پێویستە هەمیشە دوو گرێ بن (N). بەڵام ساکارترین لەرینەوە کە لەوانەیە ڕوودات لەریزی یەکەم دەردەکەوێت لە **خشتەی 3-4**. وە لەم بارەدا ناوەڕاستی ژێیەکە گەورەترین لادانی دەبێت ئەمەش بریتییە لە قوڵف (A). وە لەبەر ئەوەی دووری نێوان دوو گرێی یەك بەدواییەك هەمیشە بریتییە لە نیوەی درێژی شەپۆل، ئەوا درێژی ژێیەکە پێویستە یەکسان بێت بە $\lambda_1/2$. وە بەمەش درێژی شەپۆل دەکاتە دوو ئەوەندەی درێژی ژێیەکە $(\lambda_1 = 2L)$. وەك لەبەشی سێیەمدا هاتبوو، خێرایی شەپۆل یەکسانە بە لەرەلەر جارانی درێژی شەپۆل. وە دەکرێت هاوکێشەکە ڕێکبخرێتەوە وەك ئەمەی خوارەوە:

$$f = \frac{v}{\lambda} \quad \text{یان} \quad v = \lambda f$$

لەکاتی لەجیاتی دانانی نرخی درێژی شەپۆڵ لە هاوکێشەکەی پێشوودا بۆ لەرەلەری بنەڕەتی:

$$\text{لەرەلەری بنەڕەتی} = f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{2L}$$

بە لەرەلەری ئەم لەرینەوەیە دەووترێت **لەرەلەری بنەڕەتی** fundamental frequency ژێیە لەراوەکە. بەپێی ئەوەی کە لەرەلەر پێچەوانە دەگونجێت لەگەڵ درێژی شەپۆل، وە لەبەر ئەوەی درێژی شەپۆل گەورەترینە ئەوا لەرەلەری بنەڕەت دەبێتە کەمترین لەرلەری شەپۆلی وەستاو کە ئەگەری پەیدابوونی هەیە لەم ژێیەدا.

لەرەلەرەی بنەڕەتی

کەمترین لەرەلەری شەپۆلی وەستاوە کە ئەگەری دروستبوونی هەیە.

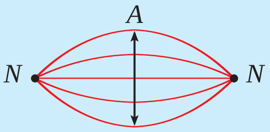
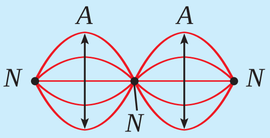
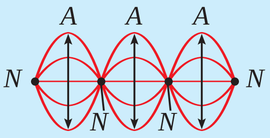
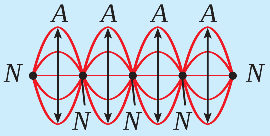
ئاوازە هارمۆنیەکان چەندجارەی تەواوی لەرەلەری بنەڕەتین

شەپۆلە وەستاوەکەی تر کە ئەگەری دروستبوونی هەیە لە ژێیەکەدا و لە ریزی دووەمی **خشتەی 3-4** دا دەرکەوتووە، لەم بارەدا سێ گرێی دەبێت لە جیاتی دوو گرێ، لەبەر ئەوە درێژی ژێیەکە یەکسان دەبێت بەیەك درێژی شەپۆل. وە بەپێی ئەوەی کە ئەم درێژی شەپۆلە یەکسانە بە نیو درێژی شەپۆلی رابردوو لەرەلەری ئەم شەپۆلە دوو ئەوەندەی لەرەلەری بنەڕەتی دەبێت.

$$f_2 = 2\,f_1$$

ch4 2/1/18 10:06 AM Page 19

خشتەی 3-4 زنجیرە هارمۆنییەکان

	$\lambda_1 = 2L$	f_1	لەرەلەری بنەڕەتی، (ئاوازی هارمۆنی یەکەم)
	$\lambda_2 = L$	$f_2 = 2\,f_1$	ئاوازی هارمۆنی دووەم
	$\lambda_3 = \frac{2}{3}L$	$f_3 = 3\,f_1$	ئاوازی هارمۆنی سێیەم
	$\lambda_4 = \frac{1}{2}L$	$f_4 = 4\,f_1$	ئاوازی هارمۆنی چوارەم

ئەم شێوازە بەردەوام دەبێت. وە لەرەلەری شەپۆلە وەستاوەکەی کە لە ڕیزی سێیەم لە **خشتەی 3-4** دا دەرکەوتووە سێ ئەوەندەی لەرەلەری بنەڕەتی دەبێت، بە شێوەیەکی گشتی، لەرەلەری شێوازەکانی شەپۆلە وەستاوەکان هەمویان چەندجارەی تەواوی لەرەلەری بنەڕەتین. ئەم لەرەلەرانە **زنجیرە هارمۆنییەکان** harmonic series پێکدێنن. لەرەلەری بنەڕەتی (f_1) دەکەوێتە بەرامبەر ئاوازی هارمۆنی یەکەم، وە لەرەلەری دووەم (f_2) دەکەوێتە بەرامبەر ئاوازی هارمۆنی دووەم، وە هەروەها ...

زنجیرە هارمۆنییەکان

زنجیرەیەکە لە لەرەلەرەکان، لەرەلەری بنەڕەتی و چەند جارەکانی دەگرێتەوە.

بەپێی ئەوەی کە هەر ئاوازێکی هارمۆنی چەندجارەی تەواوی لەرەلەری بنەڕەتییە، دەتوانرێت هاوکێشەی لەرەلەری بنەڕەتی بگشتێنرێت بۆ ئەوەی هەموو زنجیرە هارمۆنییەکان بە تەواوی بگرێتەوە کەواتە $f_n = nf_1$ کە f_1 بریتییە لە لەرەلەری بنەڕەتی ($f_1 = \frac{v}{2L}$)، وە f_n بریتییە لە لەرەلەری ئاوازی هارمۆنی ژمارە n. شێوەی گشتی هاوکێشەکە بەم شێوەی خوارەوە دەنوسرێت:

زنجیرەی هارمۆنی شەپۆلە وەستاوەکان لە ژێیەکی لەراوەدا

$$f_n = n\frac{v}{2L} \quad ، \quad n = 1,2,3...$$

$$\text{لەرەلەر} = \text{ژمارەی هارمۆنی} \times \frac{\text{خێرایی شەپۆلەکان لە ژێیەکەدا}}{(2)\ \text{درێژی ژێی لەراوە}}$$

سەرنج بدە v لە هاوکێشەکەدا خێرایی شەپۆلەکان لە ژێیە لەراوەکەدا دەنوێنێت، نەك خێرایی شەپۆلەکانی دەنگ لە هەوادا. ئەگەر ژێیەکە بەیەکێك لەم لەرەلەرانە بلەرێتەوە، ئەوا شەپۆلە دەرچووەکانی دەنگ لە هەوای دەوروبەری ژێیەکەدا بەهەمان لەرەلەر دەلەرنەوە، وە خێرایی ئەم شەپۆلانە دەکاتە خێرایی شەپۆلەکانی دەنگ لە هەوادا. وە درێژی شەپۆلەکەی یەکسانە بە خێراییەکەی دابەشی لەرەلەرەکەی.

ch4 2/1/18 10:06 AM Page 22

شەپۆلە وەستاوەکان لە ستوونێکی هەواییدا

هەروەها دەتوانین شەپۆلە وەستاوەکان لە بۆرییەکدا پەیدا بکەین کەهەوای تێدابێت (ستوونێکی هەوا) وەك کلارنێت و زورنا، لەوکاتەی هەندێك لە شەپۆلەکان بەناو بۆرییەکەدا تێپەڕ دەبن، هەندێك شەپۆلی تر بە ئاراستەی پێچەوانە دەدرێنەوە و دەگەنە شەپۆلە کەوتووەکان و شەپۆلی وەستاو پێکدێنن.

ئاوازە هارمۆنیەکان لە بۆرییەکی دوولاکراوەدا

ئەو زنجیرە هارمۆنیەی کە لە بۆرییەکی هەوادا هەیە بەندە لەسەر ئەوەی کە ئەو سەرەی شەپۆلەکان دەداتەوە کراوەیە یان داخراوە. ئەگەر سەرەکە کراوەبوو وەك لە **وێنەی 12-4 دەردەکەوێت**، گەردیلەکانی هەوا سەربەستیەکی تەواویان دەبێت لە جووڵەدا. لەبەر ئەوە لەو سەرەدا قوڵفێك دروست دەبێت (لەلادان). وە ئەگەر بۆرییەکە لەهەر دوولاوە کراوە بوو لە هەر سەرێکدا قوڵفێك دروست دەبێت (لە لادان). وە ئەم بارە بەتەواوی پێچەوانەی باری ژێیەکی توندکراوە کە لەهەردوو سەرە چەسپکراوەکەیدا دوو گرێی هەبوو.

بەپێی ئەوەی کە دووری نێوان دووگرێی یەکبەدواییەك $(\frac{1}{2}\lambda)$ یەکسانە بەدووری نێوان دوو قوڵفی یەکبەدواییەك، شێوەی شەپۆلی وەستاو لە بۆری دوولاکراوەدا لە ژێیەکی لەراوە دەچێت، ئەم بارە هەموو زنجیرە هارمۆنیەکانی تێدا پەیدادەبێت. وەك لە **وێنەی** 12-4، وە هاوکێشەی پێشوو بۆ زنجیرەی هارمۆنی ژێیەکی لەراوە دەتوانرێت بۆ بۆرییەکی دوولاکراوە بەکاربهێنرێت.

ئایا دەزانیت؟

فلوت لە بۆرییەك دەچێت کە لە هەردوو لایەوە کراوەبێت. کاتێك هەموو کونەکانی دابخرێت درێژی ستوونە هەوا لەراوەکە بە نزیکی یەکسان دەبێت بە درێژی کلارنێتەکە. کاتێك کونەکان یەك لەدوای یەك دەکرێنەوە، درێژی ستوونە هەواکە کەمدەکات، بەمەش لەرەلەری بنەڕەتی زیاد دەکات.

یەك لەدوا یەکی هارمۆنی شەپۆلە وەستاوەکان لەبۆرییەکی دوولاکراوەدا

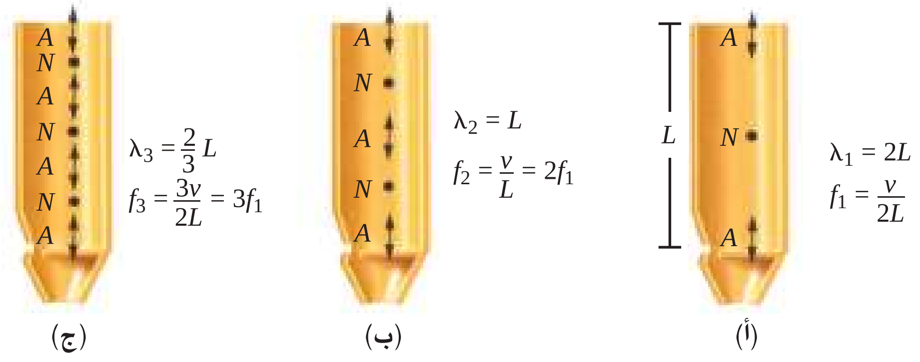
(هەموو ئاوازە هارمۆنیەکان)

$$f_n = n\frac{v}{2L} \quad ، \quad n = 1,2,3...$$

$$\text{لەرەلەر} = \text{ژمارەی هارمۆنیەکە} \times \frac{\text{خێرایی دەنگ لە بۆرییەکەدا}}{(2)(\text{درێژی ستوونی هەوای لەراوە})}$$

لەم هاوکێشەیەدا، L درێژی ستوونە هەوا لەراوەکە دەنوێنێت. وەك چۆن لەرەلەری بنەڕەتی ئامێرێکی ژێدار دەکرێت بگۆڕێت بە گۆڕانی درێژی ژێیەکە، هەروەها دەکرێت لەرەلەری بنەڕەتی هەندێك ئامێری میوزیکی هەوایی کە لە مسی زەرد دروستکراون وە هەندێکی تر کە لە تەختە دروستکراون بگۆڕێت بە گۆڕینی درێژی ستوونە هەوا لەراوەکە.

هارمۆنیەکان لە بۆرییەکی دوولا کراوەدا



وێنەی 12-4

لە بۆری دوولاکراوەدا هەر سەرێکی دەبێتە قوڵفێك، وە هەموو هارمۆنییەکانی تێدا دەبێت. بەلاّم ئەوانەی لێرەدا دەردەکەون بریتیین لە هارمۆنییەکانی: یەکەم (أ) وە دووەم (ب) وە سێیەم (ج).

ئاوازە هارمۆنیەکان لەبۆرییەکی یەك لا کراوەدا (یەك لاداخراودا)

کاتێك یەکێك لە سەرەکانی بۆری ئۆرگۆن داخراوبێت، وەك لە وێنەی **13-4** دا دەردەکەوێت، جووڵەی گەردەکانی هەوا لەو سەردا قەتیس دەبێت و دەبێتە گرێ، لەم بارەدا یەك لە سەرەکانی بۆریەکە دەبێتە گرێ وە ئەوەی تریش قوڵف. لە ئەنجامدا دەکرێ کۆمەڵێك شەپۆلی وەستاوی جیاواز لەناو بۆریەکەدا دروست ببێت.

لە **وێنەی 13-4** (أ) ساکارترین شەپۆلی وەستاو کە ئەگەری پەیدابوونی هەیە لەم بۆڕیەدا بریتییە لەو شەپۆلەی کە تێیدا درێژی بۆریەکە یەکسان دەبێت بە چواریەکی درێژی شەپۆل، وە لەم بارەدا لەرەلەری بنەڕەتی یەکسانە بە خێرایی دابەشی چوار ئەوەندەی درێژی بۆرییەکە.

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{4L}$$

لەو بارەی کە **وێنەی 13-4** (ب) دەریدەخات، درێژی بۆریەکە یەکسانە بە سێ لەسەر چواری درێژی شەپۆل، واتە درێژی شەپۆل یەکسان دەبێت بە چوار لەسەر سێی درێژی بۆڕیەکە $(\lambda_3 = \frac{4}{3}L)$. وە دوای لەجیاتی دانانی ئەم نرخە لە هاوکێشەی لەرەلەردا لەرەلەرە هارمۆنیەکەمان دەستدەکەوێت

$$f_3 = \frac{v}{\lambda_3} = \frac{v}{\frac{4}{3}L} = \frac{3v}{4L} = 3f_1$$

لەرەلەری ئەم هارمۆنیە یەکسانە بە سێ ئەوەندەی لەرەلەری بنەڕەتی، وە دوای ئەوەی هەژمارکردنەکە بۆ ئەو بارەی کە لە **وێنەی 13-4** (ج)دا دەرکەوتووە ئەنجام دەدەین، لەرەلەرێکمان دەست دەکەوێت کە یەکسانە بە پێنج ئەوەندەی لەرەلەری بنەڕەتی. ئەمەش ئەوە دەگەیەنێت کە تەنها هارمۆنیە تاکەکان لە بۆری یەك لا داخراودا دەلەرنەوە. هاوکێشەی زنجیرەی هارمۆنی لەسەر بۆری یەك لا داخراو وەك خوارەوە جێبەجێ دەکەین:

زنجیرەی هارمۆنی بۆڕی یەك لا داخراو

(تەنها ئاوازە هارمۆنیە تاکەکان)

$$f_n = n\frac{v}{4L} \quad ، \quad n = 1,3,5...$$

لەرەلەر = ژمارەی هارمۆنی × (خێرایی دەنگ لەهەوای بۆڕیەکەدا) ÷ [4 × (درێژی ستوونی هەوای لەراوە)]

چالاکییەکی کرداری خێرا

بۆریەکی یەك لا داخراو

کەرەستەکان

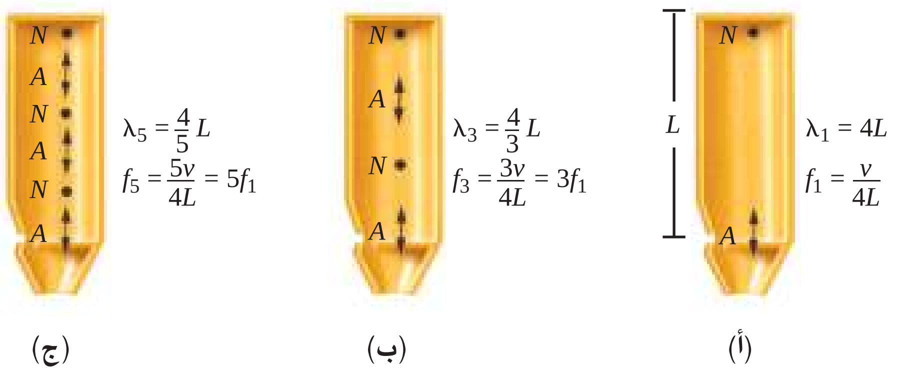
- ✓ قامیشی هەڵمژینی شلە
- ✓ مەقەست

ڕێنمایەکانی سەلامەتی

لەکاتی بەکارهێنانی مەقەستدا هەمیشە ئاگاداربە

سەرێکی قامیشەکە تیژبکە بە بڕینی هەردوولای وەك لە وێنەکەی سەرەوە دیارە. بۆ ئەوەی پان ببێتەوە وتەخت بێت، زورنایەکی زماندارت دەستدەکەوێت. لێوەکانت لەسەر ئەو لایە دابنێ کە تیژت کردوە ئینجا فوبکە بەناو قامیشەکەدا. کاتێك گوێت لە ئاوازێکی دیاریکراو دەبێت. لەسەر خۆ پارچە پارچە لەسەرەکەی تری قامیشەکە ببڕە. هەوڵ بدە پاڵ پێوەنانی لێوەکانت وەك خۆی بمێنێتەوە. پلەی دەنگ چۆن دەگۆڕێت بە کورتکردنەوەی قامیشەکە؟ ئەم گۆڕانە لە پلەی دەنگدا چۆن لێکدەدیتەوە؟ دەتوانرێت لە ئاوازێك زیاتر دەستبکەوێت بەهۆی هەر درێژیەکی دیاریکراو لە قامیشەکە. ئەمە چۆن ڕوودەدات.

هارمۆنیەکان لە بۆرییەکی یەك لا داخراودا



وێنەی 13-4

لە بۆری یەك لا داخراودا، لاداخراوەکە دەبێتە گرێ وە لایە کراوەکە دەبێتە قوڵف. وەك لە وێنەکەدا دیارە لەم بارەدا تەنها هارمۆنیە تاکەکان هەیە: یەکەم (أ) و سێیەم (ب) وە پێنجەم (ج).

ch4 2/1/18 10:06 AM Page 24

نموونە 4 (ب)

هارمۆنیەکان

پرسیارەکە

لەرەلەری سێ ئاوازی هارمۆنی یەکەم لە بۆرییەکی دوولا کراوەدا کە درێژییەکەی **2.45 m** چەندە؟ وە لەرەلەرەکەی لەناو ئەم بۆریەدا چەند دەبێت کاتێك یەکێك لە سەرەکانی دادەخرێت؟ وادابنێ کە خێرایی دەنگ لەهەوای ناو بۆریەکەدا **345 m/s**.

شیکار

1. دەزانم

دراو: $L = 2.45$ m $\quad v = 345$ m/s

نەزانراو: لەباری ئەو بۆرییەی کە دوولای کراوەیە $f_1 = ?\quad f_2 = ?\quad f_3 = ?$

لەباری ئەو بۆرییەی کە لایەکی داخراوە $f_1 = ?\quad f_3 = ?\quad f_5 = ?$

2.پلان دادەنێم

هاوکێشەیەك یان هەڵوێستێك هەڵدەبژێرم لەباری ئەو بۆرییەی کە دوولای کراوەیە، لەرەلەری بنەڕەتی هەژمار دەکرێت بە بەکارهێنانی هاوکێشەی زنجیرەی هارمۆنی تەواو:

$$f_n = n\frac{v}{2L} \quad , \quad n = 1, 2, 3, \ldots$$

وە لە باری ئەو بۆرییەی کە لایەکی داخراوە، ئەم هاوکێشەی خوارەوە بەکاردەهێنرێت:

$$f_n = n\frac{v}{4L} \quad , \quad n = 1,3,5\ldots$$

لە هەردوو باردا هەردوو هارمۆنی دووەم وسێیەم هەژماردەکرێن بە لێکدانی ژمارەی هارمۆنیەکە لە لەرەلەری بنەڕەتیدا.

3. هەژماردەکەم

نرخەکان لە هاوکێشەکەدا لە جیاتی دادەنێم و شیکاردەکەم:

لەو بۆرییەی کە دوو لاکەی کراوەیە:

$$f_n = n\frac{v}{2L} = (1)\left(\frac{345 \text{ m/s}}{(2)(2.45 \text{ m})}\right) = \boxed{70.4 \text{ Hz}}$$

دوو هارمۆنی دوای ئەو هارمۆنی دووەم و سێیەم:

$$f_2 = 2f_1 = (2)(70.4 \text{ Hz}) = \boxed{141 \text{ Hz}}$$

$$f_3 = 3f_1 = (3)(70.4 \text{ Hz}) = \boxed{211 \text{ Hz}}$$

لەو بۆرییەی کە لایەکی داخراوە:

$$f_n = n\frac{v}{4L} = (1)\left(\frac{345 \text{ m/s}}{(4)(2.45 \text{ m})}\right) = \boxed{35.2 \text{ Hz}}$$

دوو هارمۆنیەکەی دوای ئەو کە ئەگەری پەیدابوونیان هەیە هارمۆنی سێیەم و پێنجەمە:

$$f_3 = 3f_1 = (3)(35.2 \text{ Hz}) = \boxed{106 \text{ Hz}}$$

$$f_5 = 5f_1 = (5)(35.2 \text{ Hz}) = \boxed{176 \text{ Hz}}$$

> **تێبینی**
>
> دڵنیابەوە لە راست بەکارهێنانی ژمارەی هارمۆنییەکان لەهەر بارێکدا. لە بۆری دوولاکراوەدا $n =$ 1,2,3,... وە لە بۆری یەك لا داخراودا تەنها هارمۆنی تاك دروست دەبن، بەمەش $n = 1,3,5,\ldots$.

4. هەڵدەسەنگێنم

لەو بۆرییەی کە دوو لاکەی کراوەیە یەکەم درێژی شەپۆل کە ئەگەری پەیدابوونی هەیە یەکسانە بە $2L$. وە لەو بۆرییەی کە لایەکی داخراوە یەکەم درێژی شەپۆل کە ئەگەری پەیدابوونی هەیە یەکسانە بە $4L$. وە بەپێی ئەوەی کە لەرەلەرو درێژی شەپۆل پێچەوانە لەگەڵ یەکتر دەگونجێن، ئەوا لەرەلەری بنەڕەتی لە بۆرییە دوو لاکراوەکەدا دوو ئەوەندەی لەرەلەری بنەڕەتی ئەو بۆرییە دەبێت کە یەك لای داخراوە، واتە $70.4 = (2)(35.2)$.

ڕاهێنانی 4 (ب)

هارمۆنیەکان

1. لەرەلەری بنەڕەتی لە بۆرییەکی هەوایی ئۆرگۆنی یەك لاداخراودا چەندە کە درێژییەکەی 0.20 m ئەگەر خێرایی دەنگ لە بۆریەکەدا 352 m/s بێت؟
2. درێژی کلارنێتێك (بۆریەکی دوولاکراوە) نزیکەی 66.0 cm، لەرلەری سێ ‌هارمۆنی یەکەمی کلارنێتەکە چەندە، کاتێك هەموو کلیلەکانی داخرابێت، بە شێوەیەك کە درێژی ستوونە هەوایە لەراوەکە بە نزیکی یەکسان بێت بە درێژی کلارنێتەکە؟ ئەگەر بزانیت خێرایی دەنگ لەناو کلارنێتەکەدا 340 m/s بێت.
3. خێرایی شەپۆلەکان لە ژێیەکدا چەندە ئەگەر لەرەلەری بنەڕەتی 440 Hz بێت و درێژی ژێیەکە 50.0 cm بێت؟

هارمۆنیەکان جۆری دەنگ یان ئاوازەکە دیاریدەکەن

خشتەی 4-4 هارمۆنیەکانی دوولکەیەکی سازدەرو کلارنێتێك دەردەخات کاتێك هەریەکەیان ئاوازی میوزیکی A- سروشتی دەردەکەن. هەر ئامێرێك تێکەڵێك هارمۆنی تایبەتی توندی جیاوازی هەیە کە لە ئامێرێکی تر جیایدەکاتەوە.

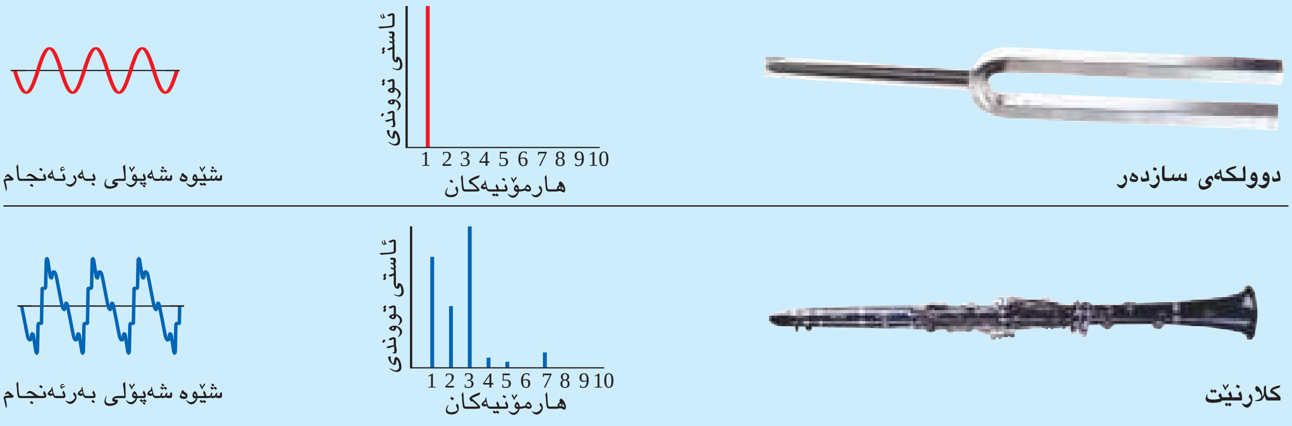
ئەو هارمۆنیانەی کە لە ستوونی دووەمی **خشتەی 4-4** دا دەردەکەون بەپێی بنەمای سەریەکچوون پێکەوە کۆدەکرێنەوە بۆ دەستکەوتنی شێوە شەپۆلێکی بەرئەنجام، کە لە ستوونی سێیەمدا دەردەکەوێت. بەپێی ئەوەی کە دوولکە سازدەرەکە تەنها بە لەرەلەری بنەڕەتی دەلەرێتەوە شێوەی شەپۆلەکەی چەماوەیەکی تەژێی دەبێت، بەڵام شەپۆلی بەرئەنجام لەوە ئاڵۆزترە کە وەك چەماوەیەکی تەژێی دەربکەوێت چونکە هەر شێوەیەکی شەپۆلی بەتەنها لەرەلەرێکی جیاوازی هەیە.

ئەو تێکەڵە هارمۆنییەی کە دەنگێکی تایبەت بۆ ئامێرە میوزیکیەکە پەیدادەکات پێی دەووترێت جۆری دەنگ یان **ئاواز** timbre. دەنگی کلارنێت لە دەنگی دوولکەی سازدەر جیایە بە هۆی جۆری دەنگەوە، ئەگەر هەمان ئاوازیش دەربکەن بەهەمان قەبارە. ئەمە ئەوە دەگەیێنێت زۆری هارمۆنیەکانی زۆربەی ئامێرەکان دەنگێکی دەوڵەمەندتر بە ئاواز دەدەن لە دەنگی دوولکەی سازدەر.

ئاواز (جۆری دەنگ)

ئەو ئاوازەیە کە لە تێکەڵکردنی هارمۆنییە توندی جیاوازەکانەوە پەیدا دەبێت.

خشتەی 4-4 هارمۆنیەکانی دوولکەی سادەر وکلارنێت



توندی هارمۆنی ئامێرێکی مۆسیقا بەپێی لەرەلەر و فراوانی لەرینەوەو چەند هۆکارێکی تر دەگۆڕێت.

هەرچەندە شێوە شەپۆلیەکانی کلارنێت ئاڵۆزترە لە شێوە شەپۆلیەکانی دوولکەی سازدەر، دەبینین هەریەکەیان چەند شێوازێکی ڕێکوپێکی دووبارە بووەوە پێکدێن. ئەم شێوە شەپۆلیانە پێیان دەووترێت بەپات بووەوە. شێوازەکان دروست دەبن چونکە هەر لەرەلەرێك بریتییە لە چەند جارەیەکی تەواوی لەرەلەری بنەڕەتی.

لەرەلەری بنەڕەتی پلەی دەنگ دیاریدەکات

لە بەندی 4-1 دا خوێندمان کە لەرەلەری دەنگ پلەکەی دیاریدەکات. لە ڕاستیدا لە ئامێرە میوزیکییەکاندا لەرەلەری بنەڕەتی لەرینەوە پلەی دەنگە کە دیاریدەکات. هارمۆنیەکانی تر هەندێك جار پێیان دەووترێت ئاوازە هارمۆنیەکان. لە پێوەری پلیکانەی میوزیکیدا 12 نیشانە هەیە، هەریەکەیان لەرەلەرێکی تایبەتی خۆی هەیە، وە لەرەلەری نیشانەی سیانزەهەم بە تەواوی یەکسانە بە دوو ئەوەندەی لەرەلەری نیشانەی یەکەم. وە پێکەوە هەر سیانزە نیشانەکە ئەوە پێکدەهێنن کە پێی دەووترێت وەلأم. وە لە ئامێرە ژێیەکان و هەواییە لا کراوەکاوەکاندا، لەرەلەری هارمۆنی دووەمی هەر نیشانەیەك لە بەرامبەریدا لەرەلەرێکی وەڵامی هەیە لەسەروی ئەو نیشانەوەیە.

ڕۆشناییەك لەسەر بابەتەکە

دووبارەدانەوە Reverberation

تەلاری کۆبوونەوە گشتییەکان و مزگەوتەکان و هۆڵەکانی ئاهەنگ گێڕان و کتێبخانەکان بۆ مەبەستی جیاجیا دیزاین دەکرێن. یەکێکیان ئامانجی سازدانی ئاهەنگە بەڵام ئەوەی تریان بۆ بەکارهێنانی هۆڵی وانە وتنەوە دیزاین دەکرێت، بە شێوەیەك کە هەموویان لە شوێنی خۆیانەوە گوێیان لە وانە بێژەکە بێت.

بە زۆری ژوورەکان وا دیزاین دەکرێن کە ڕێ بەدەنگی وتار بێژەکە یان قسەکەرەکە بدات کە بگەڕێتەوە پاش ئەوەی بەر بنمیچ و دیوارەکان و زەوی دەکەوێت. بە چەند جارە بوونەوەی دەنگدانەوە دەوترێت «دووبارەدانەوە». بەڵام کاتی دووبارە دانەوە بریتییە لەو کاتەی کە پێویستە بۆ کەم بوونەوەی ئاستی توندی دەنگ بە 60 dB. وە بۆ وتارخوێندنەوە پێویستە هۆڵەکە بە شێوەیەکی وا دیزاین بکرێت کە کاتی دووبارە دانەوەکە تا ڕادەیەك کورت بێت. چەند جارە بوونەوەی دەنگدانەوە کە ژاوەژاو لای گوێگرەکان دروست دەکات.

لەبەر ئەو هەموو هۆکارانە جیاوازیەك تێبینی دەکرێت لە ڕووپۆش کردنی بنمیچ و دیوارەکان بەپێی ئامانجی بەکارهێنانی ژوورەکان یان هۆڵەکان. بۆ نموونە ئەو بنمیچانەی کە بۆ دووبارە دانەوەیەکی بەرز دیزاین کراون هەمیشە تەخت و ڕەقن. بەڵام بنمیچی کتێبخانەو شوێنە هێمنەکان بە زۆری بە مادەیەکی نەرم ڕووپۆش دەکرێن کە دەنگ دەمژێت. فەرشەکان و ڕووەکەکانی جوانی لە ژوورەکە دا بە شێوەیەك دابەشدەکرێن کە دەنگ بمژن. ئەو هۆکارە جیاجیایانە هەموویان دەبنە هۆی پەیداکردنی بیستنێکی باش لە ژوورەکەدا.

پێداچوونەوەی بەندی 3-4

.1 لە رەلەری بنەڕەتی ئاوازی C ناوەند لە ژێیەکدا دەکاتە 262 Hz. لەرەلەری هارمۆنی دووەمی ئەم ئاوازە چەندە؟

.2 ئەگەر درێژی ژێیەکە لە پرسیاری «1»دا یەکسان بێت بە 66.0 cm، خێرایی شەپۆل لە ژێیەدا چەندە؟

.3 سەری زمانەی کلارنێت بەگرێ دادەنرێت، وە یەکەم کونی دانەخراوی بەقوڵف دادەنرێت، بەڵام کلارنێت بە بۆرییەکی یەك لا داخراو دادەنرێت. ئەو زنجیرە هارمۆنیانە کامانەن کە لە کلارنێتەکەوە پەیدادەبێت؟

.4 **بیرکردنەوەی رەخنەگرانە**: کام لەمانەی خوارەوە لە ترامپێت و بانجۆدا ***(Trumpet , Banjo)*** جیاواز دەبێت کاتێك ئاوازێکیان بە هەمان لەرەلەری بنەڕەتی لێوە دەردەچێت؟

أ. درێژی شەپۆلی هارمۆنی یەکەم لەهەوادا.

ب. ئەو هارمۆنیانەی کە هەن.

ج. توندی هەر هارمۆنیەك.

د. خێرایی دەنگ لەهەوادا.

ch4 2/1/18 10:06 AM Page 28

پوختەی بەشی 4

زاراوە بنچینەییەکان

پەستاوتن Compression (ل 98)

شاشبوون Rarefaction (ل 98)

پلەی دەنگ Pitch (ل 99)

دیاردەی دۆپلەر
Doppler effect (ل 103)

توندی شەپۆل Wave intensity (ل 105)

دیسیبێل Decibel (ل 107)

زرنگانەوە Resonance (ل 109)

لەرەلەری بنەڕەتی
Fundamental frequency (ل 112)

زنجیرە هارمۆنیەکان
Harmonic series (ل 113)

ئاواز (جۆری دەنگ) Timbre (ل 117)

بیرۆکە بنچینەیەکان

بەندی 4-1 شەپۆلە دەنگییەکان

- لەرەلەری دەنگ پلەی دەنگ دیاریدەکات.
- خێرایی دەنگ بەندە لەسەر ناوەندەکە.
- جووڵەی ڕێژەیی نێوان سەرچاوەی شەپۆلەکان و گوێگر گۆڕانێکی بەرچاو لە لەرەلەردا پەیدا دەکات پێی دەووترێت دیاردەی دۆپلەر.

بەندی 4-2 توندی دەنگ و زرنگانەوە

- توندی دەنگی شەپۆلێکی گۆیی یەکسانە بە توانا بۆ هەر یەکەیەکی ڕووبەر.
- توندی دەنگ لە خاڵێکدا پێچەوانە دەگونجێت لەگەڵ دووجای دوورییەکەی لەسەرچاوەی دەنگەکەوە.
- توندی و لەرەلەر بەرزی هەر دەنگێکی بیستراو دیاریدەکەن.
- ئاستی توندی دەنگ پێوەری ڕێژەی توندییە بە پێوەرێکی لۆگاریتمی.
- لەرینەوەی ناچاری بە لەرەلەرێك کە یەکسان بێت بە لەرەلەری سروشتی سیستمێك زرنگانەوە پەیدا دەکات.

بەندی 4-3 ئاوازە هارمۆنیەکان

- هارمۆنیەکان چەند جارەی تەواوی لەرەلەرە بنەڕەتیەکانن.
- ژێیەکی لەراوە یان بۆرییەکی دوولا کراوە هەموو هارمۆنییەکان بەرهەمدێنن.
- بۆری یەك لاداخراو تەنها هارمۆنیە تاکەکان بەرهەمدێنێت.
- ژمارەی هارمۆنیەکان و توندییەکانیان جۆری دەنگی ئامێرەکە دیاریدەکەن کە بە ئاواز دەناسرێت.

هێمای گۆڕاوەکان

هێندەکە	یەکەکەی
توندی دەنگ I	W/m^2
ئاستی توندی دەنگ β	dB
لەرەلەری هارمۆنی n، f_n	Hz
درێژی ژێی لەراوە یان ستونە هەوا L	m

پێداچوونەوەی بەشی 4

پێیدابچۆرەوە و هەڵیبسەنگێنە

شەپۆلە دەنگیەکان

پرسیارەکانی پێداچوونەوە

.1 لەبەرچی شەپۆلە دەنگیەکان لەهەوادا بە درێژەوە دادەنرێن؟

.2 وێنەی چەماوەی تەژێی بۆ ئەم شەپۆلە دەنگەی خوارەوە بکێشە.

.3 جیاوازی نێوان لەرەلەر و پلەی دەنگ چییە؟

.4 ئەو جیاوازیانە چین کە لە نێوان شەپۆلە دەنگە خوار بیستنیەکان و بیستراوەکان و سەرو بیستنیەکاندا هەیە؟

.5 خێرایی دەنگ بەندە لەسەر پلەی گەرمی ناوەندەکە. لێکبدەرەوە لەبەر چی ئەم بەند بوونە لە گازدا بەرچاوترە وەك لە شل یان رەق؟

.6 لەو کاتەی لەسەر شۆستەیەك وەستاویت و گوێت لە ئۆتۆمبێلێکی فریاکەوتنە، چۆن بێ سەیرکردن دیاریدەکەیت کەی ئۆتۆمبێلەکەی فریاکەوتن بەلاتا تێپەڕ دەبێت.

.7 لەبەر چی وێنەی ئەو شتانەی کە شەپۆلە سەرو بیستنییەکان لەناو لەشدا دروستی دەکەن کاریگەرترن لەوانەی کە شەپۆلە دەنگە بیستراوەکان دروستی دەکەن؟

پرسیار دەربارەی چەمکەکان

.8 ئەگەر درێژی شەپۆلی سەرچاوەیەکی دەنگ کەمکرایەوە بۆ نیوەی، چی بەسەر لەرەلەری شەپۆلەکەدا دێت؟ وە چی بەسەر خێراییەکەیدا دێت؟

.9 لە ئەنجامی تەقینەوەیەکی دوور گوێگرێك هەست بە لەرینەوەو هەژانی زەوی دەکات ئینجا گوێی لە گرمەی تەقینەوەکە دەبێت. ئەم دوا کەوتنە چۆن لێکدەدەیتەوە؟

.10 ئۆتۆمبێلێکی ئاگرکوژێنەوە، شوتەکەی لێدەدات کاتێك بە خێرایی 40 m/s دەجووڵێت. ئۆتۆمبێلێکی تر لە پێشیەوە بە خێرایی 30 m/s بە هەمان ئاراستە دەڕوات، هەروەها لە لێواری ڕێگاکەدا پاسێك لە پێشیەوە وەستاوە. کام لەو دوو گوێگرە شوتەکە بە پلەیەکی بەرزتر دەبیستێت، شوفێری ئۆتۆمبێلەکە یان شوفێری پاسەکە؟

.11 شەمشەمەکوێرەیەك بە ئاراستەی دیوارێك دەفڕێت، دەنگێك دەردەکات بە لەرەلەری 40 kHz. ئایا ئەو لەرەلەری دەنگدانەوەیەی کە شەمشەمەکوێرەکە وەریدەگرێتەوە زیاترە لە 40 kHz یان کەمترە یان یەکسانیەتی؟

.12 ئۆتۆمبێلێکی فریاکەوتنی وەستاو دەنگێك دەردەکات لەرەلەرەکەی 1200 Hz. ئەو لەرەلەرە چەندە کە گوێگرێك لەناو ئۆتۆمبێلێکی ترەوە دەیبیستێت کە خێراییەکەی بە گوێرەی ئۆتۆمبێلەکەی فریاکەوتن 20 m/s بێت کاتێك:

أ. نزیك دەبێتەوە لە ئۆتۆمبیلەکەی فریاکەوتن.

ب. دوور دەکەوێتەوە لە ئۆتۆمبێلەکەی فریاکەوتن.

(خێرایی دەنگ لە هەوادا 340 m/s بەکاربهێنە)

.13 ئۆتۆمبێلێکی پۆلیس بەخێرایی 90 km/h دەڕوات و شوتەیەك دەردەکات لەرەلەرەکەی 1000 Hz. لەرەلەری شوتەکە چەند دەبێت وەك ئەوەی کەسێك دەیبیستێت کە لەسەر شوستەکە وەستاوە و دەبینێت ئۆتۆمبێلەکەی پۆلیس لێی نزیکدەبێتەوە. (خێرای دەنگ لە هەوادا بە 340m/s دابنێ).

توندی دەنگ و زرنگانەوە

پرسیارەکانی پێداچوونەوە

.14 جیاوازی چییە لە نێوان توندی و ئاستی توندی دەنگ؟

.15 مەرجی ڕوودانی زرنگانەوە چییە؟

پرسیار دەربارەی چەمکەکان

.16 لە کارگەیەکدا ئامێرێك ژاوەژاوێك دەردەکات ئاستەکەی 80 dB. دەتوانیت چەند ئامێری هاوشێوەی بۆ کارگەکە زیادبکەین بێ ئەوەی لە سنوری ڕێپێدراو دەربچێت کە 90 dB؟

.17 لە بەرچی توندی دەنگی دەنگدانەوە کەمتر دەبێت لە دەنگە بنەڕەتییەکە؟

.18 بۆچی پاڵپێوەنانەکانی جوڵانەیەك کاریگەرتر دەبن ئەگەر بێتو لەکاتی دیاریکراو و ڕێکدا ئەنجامبدرێن لە چاو ئەوەی کە بە شێوەیەکی هەرەمەکی ئەنجامبدرێت لەکاتی هاتوچۆی جوڵانەکەدا؟

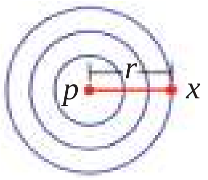
.19 هەرچەندە داوا لە سەربازەکان دەکرێت بەیەك هەنگاو (شێواز) بڕۆن، بەڵام کاتێك بەسەر پردێکدا دەپەڕنەوە ئەو داوایە جێبەجێ ناکەن. ئەو مەترسییە ڕوونبکەرەوە کە ئەگەری ڕوودانی هەیە ئەگەر بێتو سەربازەکان ئاگادار نەبن و بە یەك شێواز بڕۆن؟

ch4 2/1/18 10:06 AM Page 30

پرسیارەکانی ڕاهێنان

20. ڕاهێنەری تیمێکی وەرزشی بە دەنگێکی بەرز بانگی ناوبژیوانی یاریەکە دەکات کە لە دووری 5.00 m لێیەوە وەستاوە. ئەگەر توانای دەنگی ڕاهێنەرەکە 3.1×10^{-3} W بێت. ئاستی توندی دەنگەکەی کە دەگاتە ناوبژیوانەکە چەندە؟ (تێبینی: خشتەی 4-2 کە لەم بەشەدا هەیە بەکاربهێنە).

21. گەورەکەرێکی دەنگ P کە لە وێنەکەدا دیارە شەپۆلەکانی دەنگ بە توانای 100.0 W دەردەکات. توندی شەپۆلەکانی دەنگ لەسەر خاڵی x چەندە کە r = 10.0 m ؟

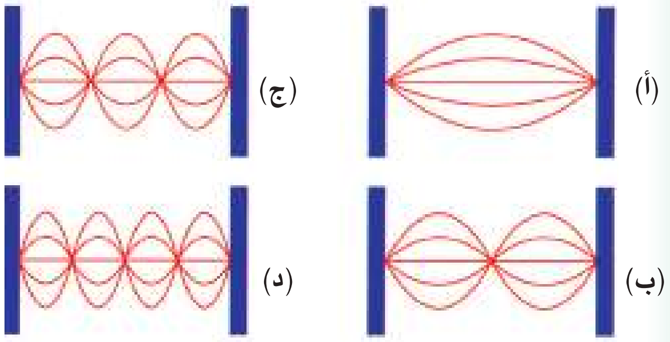


ئاوازە هارمۆنیەکان

پرسیارەکانی پێداچوونەوە

22. لەرەلەری بنەڕەتی چییە؟ پەیوەندی هارمۆنیەکان بە لەرەلەری بنەڕەتیەوە چییە؟

23. ئەم وێنانەی خوارەوە پەتێکی توندکراو (کرژکراو) دەردەخات کە بە چەند شێوەیەك دەلەرێتەوە، ئەگەر درێژی پەتەکە 2.0 m بێت، درێژی شەپۆلی ئەو شەپۆلەی سەر پەتەکە چەندە لە (أ) و (ب) و (ج) و (د) دا؟



24. بۆچی زنجیرە هارمۆنیەکانی بۆریەکی یەکلا داخراو جیاوازە لە زنجیرە هارمۆنیەکانی بۆرییەکی دوولاکراوە؟

پرسیار دەربارەی چەمکەکان

25. بۆچی دەنگی لەرینەوەی ژێی ئامێرێك بەرزترە ئەگەر لەسەر مێزێك یا (سندوقێك) توندکرابێت؟

26. خوێندکارێك یەکەم دە هارمۆنی بۆرییەك تۆمار دەکات. ئایا دەتوانێت ئەوە دیاریبکات کە بۆریەکە دوولا کراوەیە یان داخراوە، لە ڕێگەی بەراوردکردنی جیاوازی لەرەلەر لە نێوان هارمۆنیە یەك لەدواییەکەکان و لەرەلەری بنەڕەتی؟ ئەمە ڕوونبکەرەوە.

27. فلوت لە بۆریەکی دوو لاکراوە دەچێت، بەڵام کلارنێت لە بۆریەکی یەك لاداخراو دەچێت. لەبەرچی لەرەلەری بنەڕەتی فلوت نزیکەی دوو ئەوەندەی لەرەلەری بنەڕەتی کلارنێتە، هەرچەندە بەنزیکەی هەمان درێژییان هەیە.

28. لەرەلەری بنەڕەتی هەر ئاوازێك کە لە فلوت دەردەچێت کەمێك دەگۆڕێت بە گۆڕانی پلەی گەرمی هەوا. ئایا بەرزبوونەوەی پلەی گەرمی وادەکات لەرەلەری بنەڕەتی ئاوازێکی دیاریکراو لەرەلەرێکی کەمێك بەرزتر یان نزمتر دەربکات؟

پرسیارەکانی ڕاهێنان

29. لەرەلەری یەکەم سێ هارمۆنی چەندە بۆ ئاوازێك کە لە ژێیەکەوە دەردەچێت درێژییەکەی 31.0 cm، ئەگەر خێرایی شەپۆلەکان لەو ژێیەدا 274.4 m/s بێت؟

30. درێژی جۆگەی گوێی مرۆڤ دەگاتە 2.8 cm، دەکرێت وەك بۆرییەکی یەك لاکراوە دابنرێت، و لەلای پەردەی گوێوە داخراوە، لە دەوروبەری کام لەرەلەردا پێشبینی دەکەیت کە باشترین بیستن هەبێت، ئەگەر خێرایی دەنگ لەهەوادا 340 m/s بێت؟ (تێبینی: لەرەلەری بنەڕەتی جۆگەی گوێ بدۆزەوە).

پێداچوونەوەی گشتی

31. لەرەلەری بنەڕەتی بۆرییەکی دوولاکراوە یەکسانە بە 320 Hz کاتێك خێرایی دەنگ لە هەوادا 331 m/s.

أ. درێژی بۆریەکە چەندە؟

ب. لەرەلەری دوو هارمۆنیەکەی دوای ئەوە چەندە؟

32. ڕادەی بیستنی مرۆڤ بە نزیکەیی دەکەوێتە نێوان 20 Hz و 20 000 Hz. درێژی شەپۆلی ئەم دوو لەرەلەرە بدۆزەرەوە ئەگەر خێرایی دەنگ لەهەوادا 343 m/s؟

33. دۆلفینێك لەئاوی دەریایەکدا کە پلەی گەرمیەکەی 25°C مەلە دەکات، دەنگێك بە ئاڕاستەی بنی دەریاکە لە قوڵایی 150 m دەردەکات، چەند کات تێپەڕ دەبێت تا دەنگدانەوەکەی دەبیسترێت؟ (سەیری خێرایی دەنگ بکە لە **خشتەی 4-1**)دا.

34. بۆریەکی دوولاکراوە درێژییەکەی 2.46 m، وە خێرایی دەنگ لەهەوای ناو بۆریەکەدا 345 m/s.

أ. لەرەلەری بنەڕەتی ئەم بۆریە چەندە؟

ب. ژمارەی هارمۆنیەکان کە ئەگەری دروستبوونیان هەیە لە مەودای ئاسایی بیستندا 20 Hz → 20 KHz چەندە؟

35. بۆریەکی دوو لاکراوە لەرلەرە بنەڕەتییەکەی بەرانبەر، ئاوازی ناوەندیەتی C (f = 261.6 Hz)، وە بۆریەکی تر کە لەسەریەکەوە داخراوە، هارمۆنی سێیەم بەلەرلەری بنەڕەتی بۆری یەکەم دەردەکات. بەراورد لە نێوان درێژی دوو بۆریەکە بکە؟

36. ئۆتۆمبێلێکی «فۆرمیولا یەك» formula one لە گوێگرێك دور دەکەوێتەوە. گوێگرەکە دەنگێك دەبیستێت لەرلەرەکەی 20%ی کەمترە لەو لەرلەرەی کە لە باری وەستاندا دەری دەکات، خێرایی ئۆتۆمبێلەکە چەندە؟ وادابنێ v = 340 m/s

37. شەمشەمەکوێرەیەك بە ئاڕاستەی دیوارێکی جێگیر دەفرێت، شەپۆلێکی سەروبیستن بە لەرلەری 80 kHz دەردەکات وە شەپۆلی دراوە لە دیوارەکەوە بە لەرلەری kHz 90 دەبیستێت.

أ. هاوکێشەی لەرلەری بیستراوی رووکەشی شەپۆلەکە بنووسە کاتێك بەر دیوارەکە دەکەوێت.

ب. سەرچاوەی ئەو شەپۆلانە چییە کە بەرەو شەمشەمە کوێرەکە دەگەڕێنەوە.

ج. خێرایی شەمشەمەکوێرەکە هەژماربکە.

(340 m/s بۆ خێرایی دەنگ لە هەوادا بەکاربێنە).

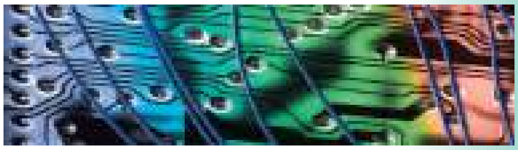
پرۆژەو ڕاپۆرتەکان

1. فرۆکەخانەیەك لە دووری 750 m لە خوێندنگاکەتەوە دروستکرا، ئاستی توندی ژاوەژاوی فرۆکەیەك کە لە دووری 50 m لە خوێندنگاکەوە دەنیشێتەوە 130 dB. لە شوێنە کراوەکانی وەك کێڵگەکاندا کە دەکەوێتە نێوان خوێندنگەکەو فرۆکەخانەکە، ئاستەکە 20 dB کەمدەکات کاتێك دوورییەکە دە ئەوەندە زیادبکات. لەگەڵ تیمێکی هاوکاردا لێکۆڵینەوەیەك ئەنجامبدەن دەربارەی ئەو بۆچونانەی کە دەتوانن پارێزگاری لەسەر ئاستێکی ژاوەژاوی گونجاو بکەن لە قوتابخانەکەدا. بۆ چ دوورییەك پێویستە قوتابخانەکە دوور بخرێتەوە بۆ ئەوەی دەنگەکە پەسند بێت؟ پرسیاری نرخەکانی زەویوزار بکە لە نزیك خوێندنگاکەت. ئەو بۆچوونانە چییە کە وادەکات دەنگەکە لە تەلاری خوێندنگاکە ببڕێت. ئەم بۆچوونانە چەندی تێدەچێت؟ داوا لە هەر هاوبەشێك لە تیمەکە بکە باشی و خراپی ئەو بۆچوونانە بخەنەڕو.

2. چەند بوتڵێکی ئاو بەکاربێنە بۆ دروستکردنی ئامێری بۆریە هەواییەکان، بڕی ئاوی ناو بوتڵە جیاجیاکان ڕێك بخە بۆ پەیداکردنی ئاوازی میوزیکی. وەك ئامێری پیاکێشان و فوتێکردن بەکاریان بێنە. ناوەندی لەراوە لەهەردوو بارەکەدا چییە؟ چی کار لە لەرلەری بنەڕەتی دەکات؟ مایکرۆفۆن و ئۆسیلۆسکۆب (وێنە کێشی لەرلەرەکان) بەکاربێنە بۆ شیکردنەوەی جێبەجێکردنەکەت.

3. چاوپێکەوتن لەگەڵ پزیشکەکان ئەنجامبدە بۆ ئەوەی دەربارەی بیستن فێربیت. هەندێك لەو ئامێرانە باسبکە کە یارمەتی بیستن دەدەن. وە پەیوەندیان بە نەخۆشی و تەمەن و پیشەو مەترسیەکانی ژینگەوە روونبکەرەوە؟ ڕێگاکان و ئامێرەکانی بەکارهاتوو لە پشکنینی بیستندا چین؟ ئامێرە یاریدەرەکانی بیستن چۆن کاردەکەن؟ سنوری توانای بەکارهێنانی ئامێرە یاریدەدەرەکانی بیستن چییە؟ ئەنجامەکان لە پۆلدا بە هاوڕێکانت ڕابگەیەنە؟

4. لێکۆڵینەوەیەك ئەنجامبدە دەربارەی کاریگەرە دەنگیەکانی تەلارسازی خواردنگەیەك. هەندێك لەو گیروگرفتە دەنگیانە چیە کە لە شوێنی کۆبونەوەی خەڵکدا هەیە؟ کاریگەری بنمیچە شێوە ڕۆژئاواییەکان و لەوحەکانی ڕازاندنەوە و پەردەکان و شوشەکانی پەنجەرە لەسەر دەنگدانەوە و ژاوەژاو چییە؟ کورترین ئەو درێژی شەپۆلە دەنگیانە بدۆزەرەوە کە پێویستە بمژرێن، وا دابنێ کە دەنگەکانی گفتوگۆکردن لەرلەرەکانی لە نێوان (500 Hz و 5000 Hz)یە هێڵکاریەك یان سامپڵێك ئامادەبکە بۆ کافتیریای قوتابخانەکەت، روونکردنەوەیەکی با تیابێت دەربارەی ئەو نزیکخستنەوانەی بەکاریدەهێنیت بۆ ئەوەی پارێزگاری لەسەر نزمترین ئاستی ژاوەژاو بکەیت.

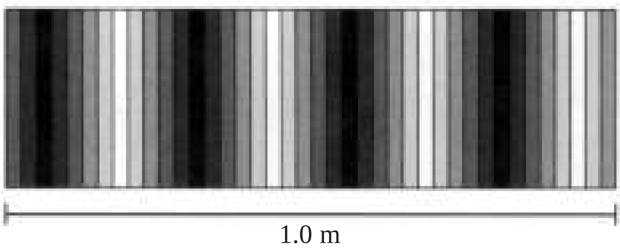


هەڵسەنگاندنی بەشی 4

هەڵبژاردنی وەڵامی ڕاست

.1 کاتێك بەشێك لە شەپۆلێکی دەنگ لەهەواوە دەپەڕێتەوە بۆ ناو ئاو، کام سیفەتی شەپۆلەکە وەك خۆی دەمێنێتەوە؟
- أ. خێرایی
- ب. لەرەلەر
- ج. درێژی شەپۆل
- د. فراوانی

.2 درێژی شەپۆلی ئەو شەپۆلە دەنگیە چەندە کە لە وێنەکەی خوارەوە دەردەکەوێت؟
- أ. 1.00 m
- ب. 0.75 m
- ج. 0.50 m
- د. 0.25 m



.3 ئەگەر دەرکەوت کە دەنگ بەرز دەبێتەوە، کام لەمانەی خوارەوە ئەگەری ئەوەی هەیە کە زیادبوبێت؟
- أ. خێرایی دەنگ.
- ب. لەرەلەر.
- ج. درێژی شەپۆل.
- د. توندی.

.4 توندی دەنگێکی دیاریکراو دەبێتە هەزار ئەوەندەی یەکەمجاری، بڕی زیادبوون لە ئاستی توندی دەنگەکەدا بەیەکەی دیسیبێڵ چەندە؟
- أ. 10
- ب. 20
- ج. 30
- د. 150

.5 لە کام لەمانەی خوارەوەدا دیاردەی دۆپلەر ڕوندادات؟
- أ. سەرچاوەی دەنگ بە ئاڕاستەی گوێگر دەجووڵێت.
- ب. گوێگر بە ئاڕاستەی سەرچاوەی دەنگەکە دەجووڵێت.
- ج. گوێگر و سەرچاوە وەستاون هەریەکەیان بەگوێرەی ئەویترەوە.
- د. گوێگر وسەرچاوە لەیەکتر نزیك دەبنەوە یان لەیەکتر دووردەکەوتنەوە.

.6 ئەگەر دوری لەسەرچاوەوە ببێتە سێ ئەوەندە، بەکام کۆلکە توندی دەنگەکە دەگۆڕێت؟
- أ. $\frac{1}{9}$
- ب. $\frac{1}{3}$
- ج. 3
- د. 9

.7 سەگێك چۆن دەتوانێت ئەو دەنگە ببیستێت کە لە شاوری سەگەوە دەردەچێت، لە کاتێکدا خاوەنەکەی ناتوانێت بیانبیستێت.
- أ. سەگەکان ئەو دەنگانە دەبیستن کە توونديان کەمترە لەو دەنگانەی مرۆڤ دەیانبیستێت.
- ب. سەگەکان ئەو دەنگانە دەبیستن کە لەرەلەریان بەرزترە لەو دەنگانەی کە مرۆڤ دەیانبیستێت.
- ج. سەگەکان ئەو دەنگانە دەبیستن کە لەرەلەریان نزمترە لەو دەنگانەی کە مرۆڤ دەیانبیستێت.
- د. سەگەکان ئەو دەنگانە دەبیستن کە خێراییان بەرزترە لەو دەنگانەی کە مرۆڤ دەیانبیستێت.

.8 بەرزترین نرخی خێرایی دەنگ کە لە هەوادا بەدیهاتووە نزیکەی دەگاتە 1.0×10^4 m/s، وە بەرزترین لەرەلەر نزیکەی دەگاتە 2.0×10^{10} Hz، درێژی شەپۆلێکی دەنگ بەم خێرایی و لەرەلەرە چەندە؟
- أ. 5.0×10^{-6} m
- ب. 5.0×10^{-7} m
- ج. 2.0×10^{6} m
- د. 2.0×10^{14} m

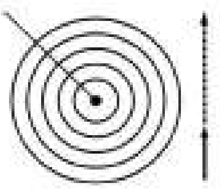
.9 سواری پاسێك بویت و بە نزیك ئۆتۆمبێلێكی وەستاودا تێپەڕ دەبێت، شوفێری ئۆتۆمبێلە وەستاوەكە هۆڕنی لێدا، وەك لە وێنەكەی خوارەوە دەردەكەوێت. سروشتی ئەو دەنگەی كە دەیبیستێت چییە؟

أ. پلەی دەنگی بنەڕەتی هۆڕنەكە بەرز دەبێتەوە.

ب. پلەی دەنگی بنەڕەتی هۆڕنەكە نزمدەبێتەوە.

ج. دەنگێك لە پلەیەكی نزمەوە بەرز دەبێتەوە بۆ پلەیەكی بەرزتر.

د. دەنگێك لە پلەیەكی بەرزەوە نزمدەبێتەوە بۆ پلەیەكی نزمتر.



.10 هارمۆنی دووەمی ژێیەكی ئامێرێك لەرەلەرێكی هەیە برەكەی 165 Hz، ئەگەر خێرایی شەپۆلەكان لە ژێیەكەدا 120 m/s بێت، درێژی ژێیەكە چەندە؟

أ. 0.36 m

ب. 0.73 m

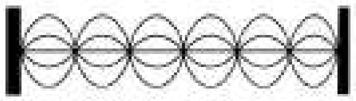
ج. 1.1 m

د. 1.4 m

ئەو پرسیارانەی وەڵامی كورتیان هەیە

.11 ئەگەر فوت كردە دەمی بوتڵێك لە ئەنجامدا ئاوازێكی دەركرد بە لەرەلەری 250 Hz، لەرەلەری هارمۆنی بیستراوی دوای ئەوە چەندە ئەگەر بەهێزتر فوی تێبكرێت؟

.12 ئەم وێنەی خوارەوە ژێیەكی لەراوە دەردەخات كە بە هارمۆنی شەشەم دەلەرێتەوە. درێژی شەپۆلەكە چەندە ئەگەر درێژی ژێیەكە 1.0 m بێت؟



.13 توانای دەرچوو لە ئەمپلیفایەرێك (دەنگ گەورەكەر) 250.0 W، توندی ئەو دەنگەی كەسێك دەیبیستێت چەندە كە لە دوری 6.5 m لە ئەمپلیفایەرەكەوە دانیشتوە؟

ئەو پرسیارانەی وەڵامی درێژیان هەیە

ئەم زانیاریەی خوارەوە بەكاربهێنە بۆ شیكاركردنی پرسیارەكانی 15-14 لەگەڵ دەرخستنی ڕێگای شیكاركردنەكە.

ڕوبەری پەردەی گوێ بە نزیكەی یەكسانە بە 5.0×10^{-5} m^2 .

.14 ئەو توانا دەنگەی دەكەوێتە سەر پەردەی گوێ چەندە، لە لێواری ئازاردا (1.0 W/m^2)؟

.15 ئەو توانا دەنگەی دەكەوێتە سەر پەردەی گوێ چەندە، لە لێواری بیستندا (1.0×10^{-12} W/m^2) ؟

ئەم زانیارانەی خوارەوە بەكاربهێنە بۆ شیكاركردنی پرسیارەكانی 18-16 لەگەڵ دەرخستنی ڕێگای شیكاركردنەكە.

بۆریەكی دوو لاكراوە لەرەلەرێكی بنەڕەتی هەیە، یەكسانە بە 456 Hz ، كاتێك خێرایی دەنگ لە هەوادا 331 m/s بێت.

.16 درێژی بۆریەكە چەندە؟

.17 لەرەلەری هارمۆنی دووەمی بۆریەكە چەندە؟

.18 لەرەلەری بنەڕەتی ئەم بۆریە چەندە، ئەگەر خێرای دەنگ لەهەوادا بەرزببێتەوە بۆ 367 m/s لە ئەنجامی بەرزبوونەوەی پلەی گەرمی هەواكەوە؟

ch5 2/1/18 10:13 AM Page 3

بـــەشـــی 5

موگناتیسی

Magnetism

مانگە دەستکردەکان چەند تەلێکی هەڵپێچراویان تێدایە پێیان دەگوترێت کۆیلەکانی زەبری موگناتیسی، ئەم کۆیلانە دەتوانرێت دەستیان بەسەردابگرێت و کاریان پێبکرێت لەسەر زەوی یەوە بەهۆی کارمەندی پسپۆر. کاتێك تەزوی کارەبایی بەم کۆیلانەدا تێپەڕدەبێت، بواری موگناتیسی زەوی بەزەبرێك کاریان تێدەکات. کۆیلەکانی زەبر بۆ دانانی مانگە دەستکردەکان بەو ئاڕاستەیەی دەمانەوێت بەکاردێت تا ئامێرەکانی کاربکەن.

ئەوەی کە پێشبینی بەدیهێنانی دەکرێت

لەم بەشەدا، ئەوە فێردەبیت کەوا کۆیلی تەزو هەڵگر وەك موگناتیس ڕەفتاردەکات. هەروەها ئەو هێزە دەخوێنیت کە کار لە تەنۆلکە بارگاویە جووڵاوەکانی ناو بواری موگناتیسی دەکات.

گرنگییەکەی چییە

موگناتیسە هەمیشەییەکان و موگناتیسە کارەباییەکان لە زۆر بەجێهێنانی ڕۆژانەو زانستیدا بەکاردێن. موگناتیسە کارەباییە گەورەکان بۆ هەڵگرتن و گواستنەوەی بارە قورسەکان بەکاردێن. وەك پارچە ئاسنەبەکاربردراوەکان (کۆنەکان) (scrap iron) کە لەوێزگەکانی ڕیسایکلین(recycling plant) (دووبارە بەکارهێنانەوە) بۆ دووبارە دروستکردنەوەی ئامێرەکان بەکاردەهێنرێت.

ناوەڕۆکی بەشی 5

1 بوارە موگناتیسیەکان

- بوارو لێشاوی موگناتیسی.

2 موگناتیسی پەیدابوو لە کارەباوە.

- بواری موگناتیسی پەیدابوو لە تەلێك کە تەزوی نەگۆڕی هەڵگرتوە.
- بواری موگناتیسی لە کۆیلەکانی هەڵگری تەزوی کارەباییدا

3 هێزی موگناتیسی

- تەنۆلکە بارگاویەکان لەناو بواری موگناتیسیدا
- هێزی موگناتیسی سەر گەیەنەرێك کە تەزوی نەگۆڕی پێدادەڕوات.

ch5 2/1/18 10:13 AM Page 6

بەندى 1-5

بواره موگناتيسييەكان
Magnetic Fields

1-5 ئامانجەكانی بەندەكە

- باسی ئەو بوارە موگناتیسیە دەكات كە دەوری موگناتیسێكی هەمیشەیی دەدات.
- ئەو لێشاوە موگناتیسیە هەژمار دەكات كە ڕوێك دەیبڕێت.

بواری موگناتیسی

ناوچەیەكە دەتوانرێت تیایدا هێزی موگناتیسی پێوانە بكرێت.

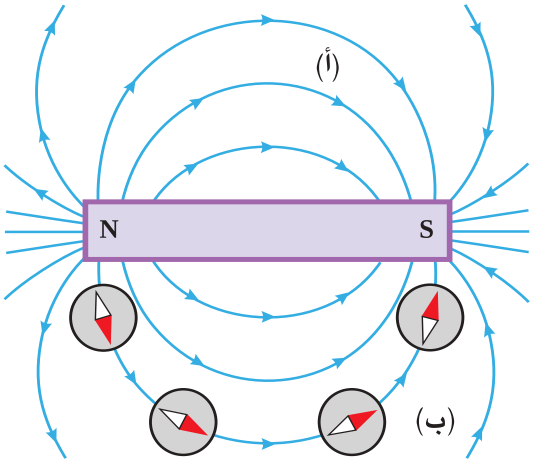
بوارو لێشاوی موگناتیسی

ئـەوە دەزانـیت كـەوا دەشێت وەسفـی ئـەو كـارلـێكـانـە بـكـەیت كـە لـە نـێوان تـەنۆلكە بـارگاویەكاندا ڕوودەدات، بە بەكارهێنانی چەمكی بواری كارەبایی. هـەروەهـا دەشێت ڕێگـەیـەكـی هـاوشێوە بـۆ وەسفكردنی ئـەو **بـوارە مـوگـنـاتـیسـیـیە** magnetic field بەكاربهێنرێت كە دەوری هەر موگناتیسێك دەدات. بواری موگناتیسی $\vec{B}$ هـەروەكو بواری كارەبایی هێندێكی ئاراستەییە و بڕو ئاراستەی هەیە. وە بڕەكەی ڕاستەوانە دەگۆڕێت لەگەڵ ژمارەی هێڵەكانی بواری موگناتیسی كە بە شێوەیەكی ستوون یەكەی ڕووبەر دەبڕن.

لە ڕابردوودا ئەوە فێربوویت كەوا هەر موگناتیسێك دوو جەمسەری هەیە. ئەوانیش باكور وباشورن، هەروەها ئەوەت زانیوە كەوا جەمسەرە لە یەكچووەكان لە یەكتر دوور دەكەونـەوە و جـەمسەرە جیـاوازەكـانیش یـەكتری كێش دەكـەن، هـەروەهـا موگنـاتیس دەتوانێت ئەو مادانە بكات بە موگناتیس كە پێیان دەگوترێت مادە موگناتیسیەكان.

وێنەكێشانی هێڵەكانی بواری موگناتیسی بە بەكارهێنانی قیبلەنما

دەكرێت بواری موگناتیسی تولّە موگناتیسێك كەشف بكەین هەروەك لە **وێنەی 1-5** دا دیارە. ئەویش بە دانانی دەرزییەكی قیبلەنمای بچوك كە توانای جولاّنی هەبێت لەناو بوارێكی موگناتیسیدا، دەبینین دەرزیەكە لە شوێنە یەك لەدوایـیەكانیدا بە ئاراستەی هێڵە هێزەكان ڕیز دەبن. هێڵەكانی بواری موگناتیسی وا دەردەكەون كە لە جەمسەری بـاكـورەوە دەربـچـن و لـە جـەمسەری بـاشوری موگـنـاتیسەكـەدا كـۆتـایـیان بێت، بـەلاّم هێڵەكانی بواری موگناتیسی نە سەرەتایان هەیە و نە كۆتایی، بەڵكو هەمیشە ڕێڕەوی داخراو پێكدێنن. لە موگناتیسی هەمیشەییدا هێڵەكانی بوارەكە بەناو موگناتیسەكەدا دەڕۆن، بەوەش ڕێڕەوێكی داخراو دروستدەكەن (ئەم بەشەی هێڵەكان لە وێنەكەدا دەرناكەون). لەم كتێبەدا یاسایەكی زۆر سادە بەكاردێنین بۆ دیاریكردنی ئاراستەی بوارە موگناتیسیەكە $\vec{B}$: بۆ نـواندنی ئـاراستەی بـواری مـوگـنـاتـیسی لـە لاپـەڕەكـەدا تیراسایەك بەكاردێنین هەروەك لە **خشتەی 1-5** دا ڕوونكراوەتەوە.



وێنەی 1-5
دەتوانرێت ئاراستەی بواری موگناتیسی دیاری بكرێت (أ) بەهۆی قیبلەنماوە. (ب) بڕوانە كە جەمسەری باكوری دەرزی قیبلەنماكە ئاراستەی هێڵەكانی بوارەكە دەنوێنێت كە لە جەمسەری باكورەوە دەردەچن و بۆ جەمسەری باشور دەچن.

نیشانەی **x** بەڕەنگی شین، کلکی تیراساکەیەو ئەوە دەنوێنێت کەوا بوارەکە بەرەو ناوەوەی پەڕەکەیە. وەنیشانەی • بە ڕەنگی شین سەری تیراساکەیەو ئەوە دەنوێنێت کە بوارەکە بە ستونی لە پەڕەکە دێتە دەرەوە.

خشتەی 1-5

نواندنی ئاڕاستەی بواری موگناتیسی

↑	لە ئاستی لاپەڕەکەدا
✖	بەرەو ناوەوەی پەرەکەیە
●	لە پەڕەکە دێتە دەرەوە

پەیوەندی لێشاوە موگناتیسی بە توندی بواری موگناتیسیەوە

یەکێك لە ڕێگە بەسودەکانی بەساماڵکردنی توندی بواری موگناتیسی پێناسەکردنی هێندێکە کە پێی دەگوترێت لێشاوە موگناتیسی ($\Phi_{\text{موگناتیسی}}$). لێشاو بە ژمارەی ئەو هێڵانە پێناسە دەکرێت کە بە ستونی دەکەونە سەر ڕووبەرێکی دیاریکراو. دەکرێت لێشاوە موگناتیسی بەم هاوکێشەیە هەژماربکرێت:

ئاڕاستەداری ڕووبەر

ئاڕاستە دارێکە برەکەی ڕوبەری دراوەکەیە و ئاڕاستەکەشی ستونە لەسەر ڕووبەرەکە.

لێشاوە موگناتیسی

$$\Phi_{\text{موگناتیسی}} = \vec{A} \cdot \vec{B}$$

$\vec{A}$ ئاڕاستەداری ڕووبەرە area vector

وە $\vec{B}$ ئاڕاستەداری بواری موگناتیسیە

وە θ گۆشەی نێوان ئاراستەی بوارەکە و ئەستوونی سەر ڕووەکەیە.

$$\Phi_{\text{موگناتیسی}} = A(B\cos\theta)$$

لێشاوە موگناتیسی = (ڕووبەری ڕوەکە) × پێکنەری بوارە موگناتیسییەکە لەسەر ئاستی ڕووەکە ئەستوونە)

لە سیستمی نێودەوڵەتی دا SI لێشاوی موگناتیسی بە وەیبەر (weber) دەپێورێت کە هێماکەی (wb) یە. با جارێکی دی سەیری **وێنەی 1-5** بکەین، وا دابنێ دووبازنەی یەکسان لە ڕوبەرو ئەستون لەسەر تەوەرەی موگناتیسیەکە هەن، یەکێك لەم دووبازنەیە لە نزیك جەمسەرە موگناتیسیەکەوە و ئەوەی تریان لە تەنیشت موگناتیسەکەوە دانراون. ئەوا ژمارەیەکی زیاتر لە هێڵەکانی بوارەکە بازنەی یەکەم دەبڕن کە لە جەمسەرەکەوە نزیکە، ئەم لێشاوە موگناتیسیە گەورەیە (زۆرە) ئەوە دەگەیەنێت کەوا توندی بواری موگناتیسی لە نزیك جەمسەرەکەوە زیاترە.

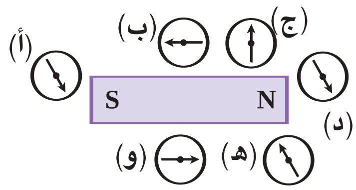
دواکەوتنی موگناتیسی (هەستەرەی موگناتیسی)

کاتێك ماددەیەکی فیرۆموگناتیسی (تولە ئاسنێك) لە بوارێکی موگناتیسیدا دادەنرێت ئەوا دەبێتە موگناتیس و چڕی لێشاوە موگناتیسیەکەش لەگەڵ زیادبوونی بوارەکەدا زیاددەکات بەڵام ڕاستەوانە نا، کاتێکیش بوارە موگناتیسیەکە نامێنێت، ئەوا هەندێك لەو سیفەتە موگناتیسییە لەناو ماددەکەدا دەمێنێتەوە، ئەم دیاردەیە پێی دەگوترێت دواکەوتنی موگناتیسی یان **هەستەرەی موگناتیسی** magnetic hysteresis. ئەو چەماوەیەی لە گۆڕانی توندی بوارەکە و چڕی لێشاوە موگناتیسیەکەوە پەیدادەبێت پێی دەگوترێت چەماوەی دواکەوتنی موگناتیسی.

پێداچوونەوەی بەندی 1-5

1. کاتێك تولە موگناتیسێك دەکرێت بە دوو کەرتەوە، ئایا چەند جەمسەر بۆ هەر کەرتێك پەیدادەبێت؟

2. لێکدانەوەی هێڵکارییەکان: لەم وێنەیەی تەنیشتدا کام لە ئاڕاستەکانی دەرزیە موگناتیسییەکەی قیبلەنماکە بە دروستی ئاڕاستەی بواری موگناتیسی لە خاڵە دیاریکراوەکەدا دەنوێنێت؟



ch5 2/1/18 10:13 AM Page 8

بەندی 2-5

موگناتیسی پەیدابوو لە کارەباوە
Magnetism from Electricity

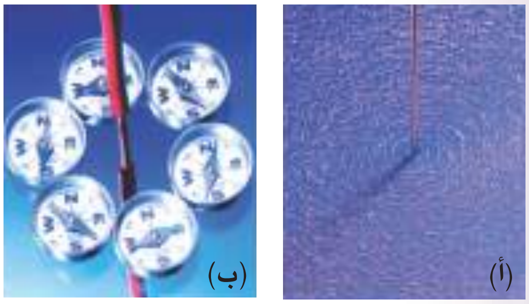
2-5 ئامانجەکانی بەندەکە

- ئەو بوارە موگناتیسیە وەسف دەکات کە لە تەزوی نەگۆڕەوە پەیدا دەبێت. کاتێك بە تەلێکی ڕێك یان کۆیلێکدا تێپەڕدەبێت.
- یاسای لەپی دەستی ڕاست بەکاردێنێت بۆ دیاریکردنی ئاراستەی بواری موگناتیسی دەوری تەلێك کە تەزوی نەگۆڕی پێدادەڕوات.
- پرسیار شیکاردەکات بۆ هەژمارکردنی ئەو بوارە موگناتیسیەی لە تەزویەکی نەگۆڕەوە پەیدا دەبێت کاتێك بە تەلێکی گەیەنەر یان بە کۆیلێکدا دەڕوات.

بواری موگناتیسی پەیدابوو لە تەلێك کە تەزوی نەگۆڕی هەڵگرتوە

لە کۆتایی سەدەی هەژدەهەمدا زانایان لەو باوەڕەدابوون کەوا پەیوەندییەك لە نێوان کارەبایی و موگناتیسیدا هەیە، بەڵام لەو کاتەدا هیچ بیردۆزێك نەبوو کە ڕێنماییان بکات لەو چوارچێوەیەدا. لە ساڵی 1820 دا ئۆرستدی فیزیایی ڕێگەیەکی داهێنا بۆ لێکۆڵینەوەی ئەو پەیوەندییە. تێبینی ئەوەی کرد کەوا هەر کاتێك قیبلەنمایەك لە تەلێك نزیك بکرێتەوە کە تەزوی کارەبایی پێدادەڕوات، ئەوا لە ئاراستە باوەکەی خۆی باکور – باشور لادەدات. ئۆرستد ئەم دۆزینەوەیەی خۆی لە ساڵی 1820 دا بڵاوکردەوە. ئەم کارەی ئۆرستد زانایانی تری ئەوروپای هاندا کە لە ئەنجامەکانی تاقیکردنەوەکەی دڵنیاببنەوە.

بواری موگناتیسی بۆ تەزوویەکی نەگۆڕ کە بە تەلێکی گەیەنەری ڕێکدا تێپەڕ دەبێت



وێنەی 2-5 (أ)

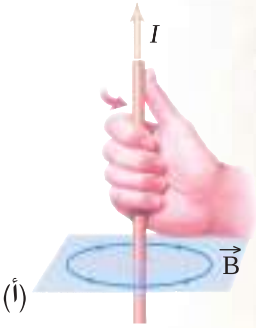
کاتێك تەزویەکی بە هێز بە تەلەکەدا دەڕوات، ڕێزبوونی وردە ئاسنەکان ئاراستەی بواری موگناتیسی پەیدابوو بە هۆی تەزوەکەوە دەنوێنێت، کە بە شێوەی بازنەی هاوچەق ڕیز دەبن بە دەوری تەلەکەدا. (ب) دەکرێت قیبلەنما بەکاربهێنرێت بۆ دیاریکردنی ئاراستەی بواری موگناتیسی پەیدابوو لە تەزوی کارەباییەوە.

لەو تاقیکردنەوەیەی کە لە **وێنەی 2-5** (أ)دا دیارە. وردە ئاسن بەکاردێنین بۆ دڵنیابوون لەوەی کەوا تێپەڕبونی تەزوی کارەبایی بوارێکی موگناتیسی دروست دەکات. لە تاقیکردنەوەیەکی هاوشێوەدا، چەند دەرزییەکی قیبلەنما ئاسۆییانە بە دەوری تەلێکی شاوڵیدا دانراون، هەروەك لە **وێنەی 2-5** (ب)دا دیارە. پێش تێپەڕ بوونی تەزو بە تەلەکەدا، هەر یەکە لە دەرزی قیبلەنماکان ئاماژە بە هەمان ئاراستە دەکەن، کە ئەویش ئاراستەی بواری موگناتیسی زەوییە، بەڵام لەکاتی تێپەڕبوونی تەزویەکی بەهێز بە تەلەکەدا، هەریەکە لە قیبلەنماکان ئاراستەیەك وەردەگرن کە لێکەوتە بۆ بازنە هاوچەقەکانی دەوری تەلە گەیەنەرەکە. ئەوەش ئاراستەی بوارە موگناتیسیە پەیدابووەکە دەنوێنێت کەبە هۆی تەزووەکەوە پەیدابووە کاتێك تەزوەکە لادەبرێتەوە، دەرزییەکان دەگەڕێنەوە ئاراستە بنەڕەتیەکانی خۆیان.

بەکارهێنانی یاسای لەپی دەستی ڕاست بۆ دیاریکردنی ئاراستەی بواری موگناتیسی

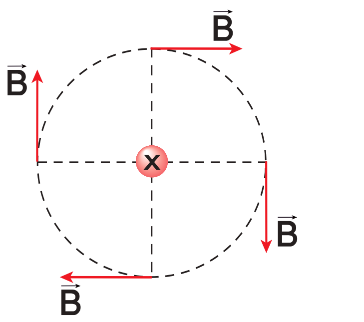
تاقیکردنەوەکانی پێشو ڕوونیدەکەنەوە کەوا دەتوانرێت ئاراستەی بواری موگناتیسی $\vec{B}$ دەوری گەیەنەرێکی ڕێك کە تەزوی پێدابڕوات دیاری بکرێت بە بەکارهێنانی یاسایەکی سادەی تەزوی زاراوەیی، کە ئەویش پێی دەگوترێت یاسای لەپی دەستی ڕاست و بەم شێوەیەی خوارەوەیە: ئەگەر تەلەکە بەدەستی ڕاست بگیرێت، بە شێوەیەك کە ئاراستەی پەنجە گەورە لەگەڵ ئاراستەی تەزوە کارەباییەکەدا بێت، ئەوا ئاراستەی نوقاندنی (خولانەوەی) چوار پەنجەکە بە ئاراستەی بوارە موگناتیسییەکە $\vec{B}$ دەبێت.

وێنەی 3-5 (أ) ئەوە ڕووندەکاتەوە کە هێڵەکانی بواری موگناتیسی $\vec{B}$ چەند بازنەیەکی هاوچەق بەدەوری تەلەکەدا دروست دەکەن بەهەمان شێوە، بڕی $\vec{B}$ لە هەموو خاڵەکانی سەربازنەکەدا کە چەقەکەی تەلەکەیە یەکسانە و لە ئاستێکی ئەستونیشدایە لەسەری. تاقیکردنەوەکان ئەوە دەردەخەن کە بڕی $\vec{B}$ لەخاڵێکدا ڕاستەوانە دەگۆڕێت لەگەڵ توندی تەزوی تێپەڕبوو بە تەلەکەدا و پێچەوانەش لەگەڵ دووریە ستونیەکەی خاڵەکە لە تەلەکەوە هاوڕێژە دەبێت و دەگۆڕێت بە گۆڕانی ئەو ناوەندەی دەوری تەلەکە دەدات.



وێنەی 3-5

(أ) دەتوانین یاسای لەپی دەستی ڕاست بەکاربهێنین بۆ دیاریکردنی ئاراستەی بواری موگناتیسی.



وێنەی 5-3(ب)
لێكەوت بۆ هێڵی بوارەكە لەهەر خاڵێكدا ئاراستەی بوارەكە دیاریدەكات.

B لە هەر خاڵێكی نزیك تەلەكەوە بەم هاوكێشەیە هەژمار دەكرێت:

$$B = \frac{\mu}{2\pi}\frac{I}{d}$$

بە شێوەیەك μ هاوكۆلكەی هێڵگۆڕەی موگناتیسی ناوەندەكەیە وە μ_o هاوكۆلكەی هێڵگۆڕەی موگناتیسی بۆشایی یان هەوایە، و d دووری خاڵەكەیە لە تەلەكەوە. بزانە $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ T•m/A و T (تێسلا) یەكەی پێوانەی (چڕی لێشاوی موگناتیسییە و ئاراستەی $\vec{B}$ لە هەر خاڵێكدا دیاریدەكرێت بە ئاراستەی لێكەوتی هێڵی بوارەكە لە و خاڵەدا هەروەك لە **وێنەی 5-3 (ب)** دا دیارە.

نموونە 5 (أ)

بواری موگناتیسی پەیدابوو لە تەلێك كە تەزوی نەگۆڕی هەڵگرتوە.

پرسیارەكە

بڕی بواری موگناتیسی لە خاڵێكی ناو هەوادا هەژماربكە كە **0.10 m** لە تەلێكی درێژی ڕێكەوە دوورە و تەزویەكی نەگۆڕی پێدادەڕوات كە توندییەكەی **10.0 A**، وا دابنێ **$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ T.m/A**.

شیكار

1. دەزانم

دراو: $d = 0.10$ m $\quad I = 10.0$ A $\quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ T.m/A

نەزانراو: $B = ?$

2.پلان دادەنێم

هاوكێشەیەك هەڵدەبژێرم: ئەم هاوكێشەیە بەكاردێنم $B = \frac{\mu}{2\pi}\frac{I}{d}$

3.هەژماردەكەم

نرخەكان لە هاوكێشەكە دادەنێم و شیكاردەكەم:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} = \frac{\qquad}{2\pi \times 0.10} = \boxed{2.0 \times 10^{-5}\ \text{T}}$$

ڕاهێنانی 5 (أ)

بواری موگناتیسی پەیدابوو لە تەلێك كە تەزوی نەگۆڕی هەڵگرتوە

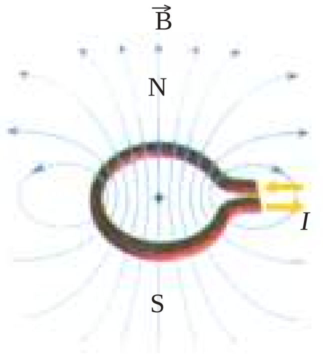
$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ T•m/A بەكاربهێنە

1. تەلێكی گەیەنەری ڕێك بە درێژایی تەوەرەی x دانرا بواری موگناتیسی دروست بوو هەژماربكە لە خاڵ M كە (10.0 cm) لە تەلەكەوە دوورە و دەكەوێتە سەر تەوەرەی (y) پۆزەتیڤ كاتێك كە تەزوی (10 A) بە تەلەكەدا دەڕوات:
   أ. بە ئاراستەی x پۆزەتیڤ.
   ب. بە ئاراستەی x نێگەتیڤ.
2. توندی بواری موگناتیسی لە دوری 10 cm لە تەلێكی ڕێكەوە (2×10^{-5} T) یە. توندی تەزوی كارەبایی تێپەڕیوو بە تەلەكەدا چەندە؟

ch5 2/1/18 10:13 AM Page 10

بواری موگناتیسی لە کۆیلەکانی هەڵگری تەزوی کارەباییدا

بواری موگناتیسی ئەو تەزوە نەگۆڕەی کە بە کۆیلێکی بازنەیی تێپەڕدەبێت

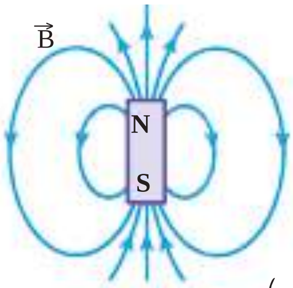


دەتوانین یاسای دەستی ڕاست بەکاربهێنین بۆ زانینی ئاڕاستەی بواری موگناتیسی ئەڵقەیەك كە تەزوی پێدا تێپەڕدەبێت. وەك ئەو ئەڵقەیەی لە **وێنەی 4-5** (أ)دا دیارە. بەپێ گوێدانە ئەو خاڵەی سەر ئەڵقەکە کە یاسای دەستی ڕاستی تێدا جێبەجێ دەکەیت، بواری ناوەوەی ئەڵقەکە بۆ سەرەوە دەبێت. بڕوانە هێڵەکانی بواری ئەڵقە تەزوهەڵگرەکە، لە هێڵەکانی تایبەت بە تولە موگناتیس دەچن، هەروەك لە **وێنەی 4-5** (ب)دا دیارە.

بڕی بوارە موگناتیسییەکە لە چەقی کۆیلە بازنەییەکەدا کە نیوە تیرەکەی r و توندی ئەو تەزوەی کە پیایدەدەڕوات I و ژمارەی پێچەکانی N بێت، بەم پەیوەندییە هەژماردەکرێت:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2r}$$

(أ)



(ب)

وێنەی 4-5

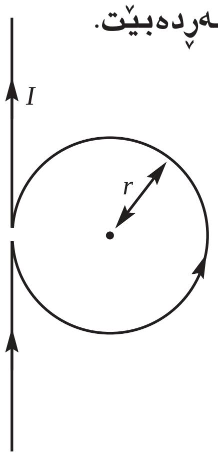
(أ) بواری موگناتیسی ئەو تەزوەی بە کۆیلێکی بازنەییدا دەڕوات (ب) لەو بوارە دەچێت کە تولە موگناتیسێك دروستی دەکات.

نموونە 5 (ب)

بواری موگناتیسی ئەو تەزوە نەگۆڕەی کە بە کۆیلێکی بازنەیی تێپەڕدەبێت.

پرسیارەکە

تەلێکی ڕێك و درێژ تەزوویەکی پێدادەڕوات توندییەکەی **6.0 A** و بەشێکی ئەم تەلە لە شێوەی ئەڵقەیەکی بازنەیی (یەك پێچ) لەهەواد‌ا هەڵکراوە کە نیوەتیرەکەی **0.04 m** وەك لە وێنەکەدا دیارە. بڕی بوارە موگناتیسییەکە هەژمار بکە و ئاڕاستەکەی لە چەقی ئەڵقەکەدا دیاری بکە. (ئاستی ئەڵقەکەو تەلەکە لەسەر لاپەڕەکە جووت دەبن).



شیکار

1. دەزانم

دراو: $I = 6.0\ A$ $r = 0.04\ m$

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ T.m/A$

نەزانراو: $B_{گشتی} = ?$

2.پلان دادەنێم

هاوکێشەیەك هەڵدەبژێرم: پەیوەندی بواری موگناتیسی کۆیلێکی بازنەیی کە تەزوی نەگۆڕی پێدادەڕوات، لە چەقی کۆیلەکەدا بەکاردەهێنم:

$$B_1 = \frac{\mu_0 NI}{2r}$$

پاشان پەیوەندی بواری موگناتیسی تەلێکی درێژی تەزو هەڵگر بەکاردێنم: $B_2 = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi d}$

3.هەژماردەکەم

نرخەکان لە هاوکێشەکاندا دادەنێم و شیکاردەکەم

$$B_1 = \frac{\mu_0 NI}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 1 \times 6.0}{2 \times 0.04}$$

$$B_1 = 9.4 \times 10^{-5}\ \text{T}$$ بەرەو دەرەوەی پەڕەکە

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 6.0}{2\pi \times 0.04}$$

$$B_2 = 3.0 \times 10^{-5}\ \text{T}$$ بەرەو ناو پەڕەکە

هەردوو بوارەکە دژ ئاڕاستەی یەکترن بۆیە بڕی بەرەنجامەکەیان دەبێتە

$$B_{\text{گشتی}} = B_1 - B_2$$

$$B_{\text{گشتی}} = 9.4 \times 10^{-5}\ \text{T} - 3.0 \times 10^{-5}\ \text{T}$$

$$\boxed{B_{\text{گشتی}} = 6.4 \times 10^{-5}\ \text{T}}$$

وە ئاڕاستەکەش ئەستون لەسەر لاپەڕەکە و ڕووەودەرەوە دەبێت.

ڕاهێنانی 5 (ب)

بواری موگناتیسی ئەو تەزوە نەگۆڕەی کە بە کۆیلێکی بازنەیی تێپەڕدەبێت.

بەکاربهێنە $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ T•m/A

1. بڕی بواری موگناتیسی لە چەقی کۆیلێکی بازنەییدا هەژماربکە. کۆیلەکە لە 10 پێچ پێکهاتووە نیوەتیرەکەی 10 cm و تەزوێکی پێدادەڕوات توندییەکەی 20 A.

2. تەزویەکی کارەبایی بە ئەڵقەیەکی بازنەییدا دەڕوات (کە لەیەك پێچ پێکهاتووە) تیرەکەی 50 cm . بوارێکی موگناتیسی دروستکرد کە توندییەکەی لە چەقی ئەڵقەکەدا $2\pi \times 10^{-5}$ T . ئایا توندی تەزوەکە چەندە؟

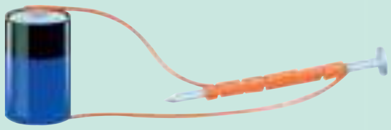
چالاکییەکی کرداری خێرا

کارۆموگناتیسی

کەرەستەکان

- ✓ پاتریەکی وشك *D*
- ✓ تەلێکی جیاکراوە درێژییەکەی 1 m
- ✓ بزمارێکی گەورە
- ✓ قیبلەنما compass
- ✓ کاغەزگرەی کانزایی

تەلەکە لەسەر بزمارەکە هەڵبکە، وەك لەخوارەوە دیارە، نەگەیەنەری هەردوو سەری تەلەکە لابدە و بەپاترییەکەی بگەیەنە. قیبلە نماکە بەکاربهێنە بۆ ئەوەی بزانیت کە ئایا بزمارەکە بووە بە موگناتیس یان نا.

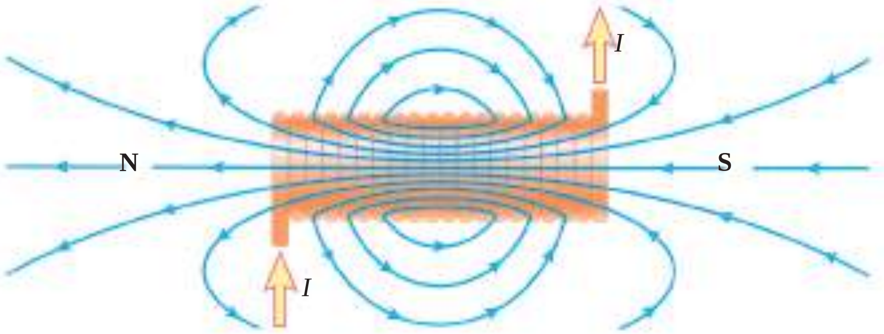


پاشان جەمسەرەکانی پاتریەکە پێچەوانە بکەرەوە، بە شێوەیەك کە ئاڕاستەی تەزو لە تەلەکەدا پێچەوانە ببێتەوە. جارێکی تر قیبلەنماکە لە هەمان خاڵی نزیك بزمارەکەوە دابنێ، ئایا دەتوانی لادانی قیبلە نماکە بە ئاڕاستەی پێچەوانە لێکبدەیتەوە؟ کاغەزگرە کانزاییەکان لە نزیك بزمارەکەوە دابنێ پاش گەیاندنی بە پاترییەکە، چی بەسەر کاغەزگرەکان دێت؟ ئایا دەتوانیت چەند کاغەزگرە بگریتەوە؟

ch5 2/1/18 10:13 AM Page 12

بواری موگناتیسی تەزوی نەگۆڕی تێپەڕبوو بە کۆیلێکی لوول پێچ

ئەگەر تەلێکی درێژ هەڵبکرێت ئەوا چەند ئەڵقەیەکی یەك بەدوایەکی ڕیزبوو پەیدادەکات. هەروەك لە **وێنەی 5-5** دادیارە، ئامێرە بەرهەمهاتووەکە پێی دەگوترێت کۆیلی لوولپێچ یا «لوولەکی».



وێنەی 5-5

بواری موگناتیسی لەناو کۆیلێکی لوولپێچدا بەهێز و نیمچە ڕێکە. بڕوانە هێڵەکانی بوارەکە لە هێڵەکانی بواری دەوری تۆڵە موگناتیسێك دەچێت. بۆیە کۆیلەکە جەمسەری باکورو جەمسەری باشوری دەبێت.

کۆیلی لوولپێچی لەزۆربەی بەجێهێنانەکاندا زۆرگرنگە، چونکە کاتێك تەزوی پیادەڕوات وەك تۆڵە موگناتیسێك ئیش دەکات. توندی بواری موگناتیسی لەناو کۆیلەکەدا بەزیادبوونی تەزوی تێپەڕبوو پیایدا زیاد دەکات و هەروەها ڕاستەوانە لەگەڵ ژمارەی پێچەکانی یەکەی درێژیدا دەگۆڕێت. دەتوانرێت توندی بواری موگناتیسی ناو کۆیلەکە زیادبکرێت بە هۆی بردنە ناوەوەی تۆڵە ئاسنێك بۆ بۆشایی ناو کۆیلەکە. لەمەوە دەردەکەوێت کەوا توندی بواری موگناتیسی لەهەر خاڵێکی سەر تەوەرەی کۆیلە لوولپێچییەکە بەندە لەسەر توندی تەزوی کارەبایی I و ژمارەی پێچەکانی یەکەی درێژییەکەی و هێڵە گۆڕەی موگناتیسی ماددەی ناواخنەکە هەروەك لەم پەیوەندییەدا دیارە

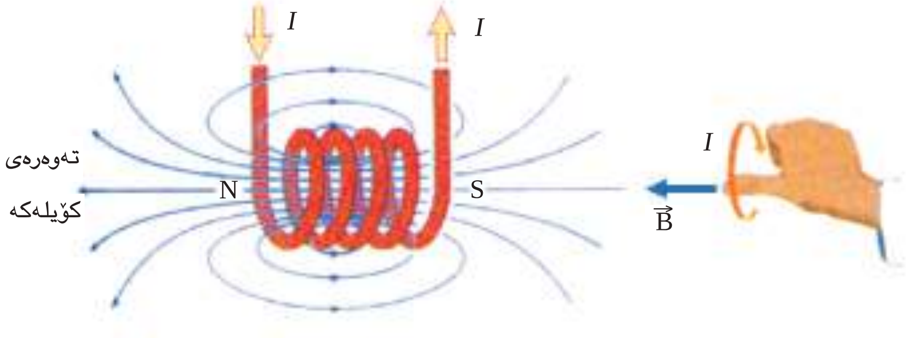
$$B = \frac{\mu IN}{l}$$

$$\mu NI$$

N ژمارەی هەموو پێچەکانی کۆیلە لوولپێچییەکەیەو l درێژی کۆیلە لوولپێچییەکەیە.

وێنەی 5-5 هێڵەکانی بواری موگناتیسی کۆیلێکی لوولپێچی دەردەخات. بڕوانە کە هێڵەکانی بوارەکە لەناو کۆیلەکەدا هەموویان یەك ئاڕاستە وەردەگرن، کە وا دەردەکەوێت بە یەکتر تەریب بن و ماوەی یەکسانیش لە یەکتریان جیادەکاتەوە. ئەمەش ئەوە دەگەیەنێت کەوا بوارەکە لەناو کۆیلەکەدا بەهێز و نزیکە نەگۆڕە. لە کاتێکدا بوارەکە لە دەرەوەی کۆیلەکەدا نارێکەو زۆر لە بواری ناو کۆیلەکە لاوازترە. کۆیلە لوولپێچییەکان بەکارهێنانیان زۆرە، هەر لە دەزگا کارەباییەکانی ناو ماڵەوە تا دەگاتە ئامێرە پزیشکیە زۆر وردەکان.

بۆ دیاریکردنی هەردوو جەمسەری کۆیلە لوولپێچییەکە کە تەزوی کارەبایی پێدا دەڕوات. یاسای لەپی دەستی ڕاست بەکاردێنین هەروەك لە **وێنەی 6-5** دا دیارە.



وێنەی 6-5

یاسای لەپی دەستی ڕاست بۆ دیاریکردنی ئاڕاستەی بواری موگناتیسی ناو کۆیلێکی لوولپێچدا بەکاردێت.

نموونە 5 (ج)

بواری موگناتیسی تەزوی نەگۆڕی تێپەڕبوو بە کۆیلێکی لوول پێچ.

پرسیارەکە

کۆیلێکی لوولپێچی درێژ، درێژییەکەی **70.0 cm** لە **1400** پێچ پێکهاتووە. بواری موگناتیسی خاڵێکی ناوەڕاستی کۆیلە لوولپێچییەکە کە دەکەوێتە سەر تەوەرە بنچینەکەی و دوورییەکەی لە هەردوو لاکەیەوە یەکسانە چەندە؟ ئەگەر بزانی تەزوی کۆیلەکە **4.7 A** .

شیکار

1. دەزانم

دراو: $N = 1400$ پێچ $\quad l = 70.0\ \text{cm} \quad I = 4.7\ \text{A}$

نەزانراو: $B = ?$

2.پلان دادەنێم

هاوکێشەیەک هەڵدەبژێرم: پەیوەندی $B = \dfrac{\mu N I'}{l}$ بەکاردێنم

3.هەژماردەکەم

نرخەکان لە هاوکێشەکە دادەنێم و شیکاردەکەم

$$B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 1400 \times 4.7}{70.0 \times 10^{-2}} = \boxed{1.2 \times 10^{-2}\ \text{T}}$$

ڕاهێنانی 5 (ج)

بواری موگناتیسی تەزوی نەگۆڕی تێپەڕبوو بە کۆیلێکی لوول پێچدا

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ \text{T.m/A}$ بەکاربهێنە

1. کۆیلێکی لوولپێچی درێژییەکەی 50 cm و لە 2000 پێچ پێکهاتووە.
   - أ. ژمارەی پێچەکان لە یەکەی درێژیدا چەندە؟
   - ب. بواری موگناتیسی لەناوەڕاستی کۆیلەکە لەسەر تەوەرەکەی بدۆزەرەوە کاتێک تەزویەک بە پێچەکانیدا دەڕوات توندییەکەی 10 A
2. توندی تەزوی کارەبای تێپەڕبوو بە کۆیلێکی لوولپێچدا چەندە کە درێژییەکەی 100 cm و ژمارەی پێچەکانی 1500 پێچ و بواری موگناتیسی لە ناوەڕاستیدا و لەسەر تەوەرەکەیدا دەکاتە $6\pi \times 10^{-3}$ T؟

پێداچوونەوەی بەندی 2-5

1. شێوەی ئەو بوارە موگناتیسیە چۆنە کە لە تەلێکی درێژی ڕێکەوە پەیدادەبێت کاتێک تەزوی کارەبایی نەگۆڕی پێدادەڕوات.
2. بۆچی بواری موگناتیسی لەناو کۆیلێکی لوولپێچیدا بە هێزترە لە بوارە موگناتیسییەکەی دەرەوەی کۆیلەکە؟
3. هەرچەندە ئەلیکترۆنەکان وەکو موگناتیس ڕەفتار دەکەن، بۆچی هەموو گەردیلەکانی ماددە نابن بە موگناتیس؟

بەندی 3-5

هێزی موگناتیسی
Magnetic Force

3-5 ئامانجەکانی بەندەکە

- بەهۆی زانینی ئەو هێزەوە کە کار لە بارگە جووڵاوەکانی ناو بوارێکی موگناتیسی دەکات توندی بواری موگناتیسی دیاری دەکات.
- یاسای لەپی دەستی ڕاست بەکاردێنێت بۆ دیاریکردنی ئاڕاستەی ئەو هێزەی کار لە بارگەیەکی جووڵاوی ناو بواری موگناتسی دەکات.
- بروئاڕاستەی ئەو هێزە دیاری دەکات کە کار لە تەلێکی تەزوو هەڵگر دەکات کە لە ناو بوارێکی موگناتیسیدا دانراوە..

تەنۆلکە بارگاوییەکان لەناو بواری موگناتیسیدا

هەرچەندە تاقیکردنەوەکان ئەوەیان دەرخستووە کەوا بواری موگناتیسی نەگۆڕ هیچ هێزێك ناخاتە سەر بارگە کارەباییە جێگیرەکان. بەڵام بارگە کارەباییە جووڵاوەکان هێزێکی موگناتیسییان دەکەوێتە سەر، بڕی ئەم هێزە لەوپەڕی زۆریدا دەبێت کاتێك ئاڕاستەی جووڵەی بارگەکە ئەستوون بێت لەسەر ئاڕاستەی بوارە موگناتیسییەکە. وە بڕی هێزەکەش لە گۆشەکانی تردا کەمتر دەبێت و کاتێکیش بارگەکە بە ئاڕاستەی هێڵەکانی بوارەکە دەجووڵێت بڕەکەی دەبێتە سفر، بۆ ئاسانکردن، تەنها باس لەو دووبارە دەکەین کە ئاڕاستەی جووڵەی بارگەکە تەریبە یان ئەستوونە لەسەر ئاڕاستەی بوارە موگناتیسییەکە.

ئەو هێزەی کار لە بارگەیەکی جووڵاوی ناو بوارێکی موگناتیسی دەکات

بیرمان دێتەوە کەوا بواری کارەبایی لە خاڵێکی دیاریکراوی بۆشاییدا، بەو هێزە پێناسە دەکرێت کە کار لە بارگەیەکی تاقیکار دەکات لەو خاڵەدا. دەتوانین وەسفی خاسیەتەکانی بواری موگناتیسی $\vec{B}$ بە ڕێگەیەکی هاوشێوە بەپێی هێزە موگناتیسییە کاریگەرەکەی سەر بارگە تاقیکارەکە لە خاڵێکی دیاریکراودا بکەین. با بارگە تاقیکارەکەمان بارگەیەکی پۆزەتیڤ q بێت، بە خێرایی $\vec{v}$ ئەستوون لەسەر ئاڕاستەی $\vec{B}$ بجووڵێت. بەهۆی تاقیکردنەوە وە ئەوە سەلمێنراوە کە بڕی هێزە موگناتیسییەکەی سەر بارگەیەکی ئەستوون لەسەر بواری موگناتیسی B جووڵاو دەکاتە سەرەنجامی لێکدانی بڕی بارگەکە q لە بڕی خێراییەکە و هەروەها لە بڕی توندی بوارە موگناتیسییەکە B هەروەك لەم پەیوەندییەدا دیارە:

$$F_{\text{موگناتیسی}} = qvB$$

دەکرێت هاوکێشەکە بەم شێوەیە ڕێکبخەینەوە

بڕی بواری موگناتیسی

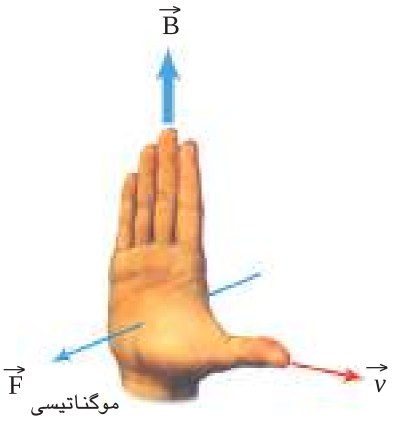
$$B = \frac{F_{\text{موگناتیسی}}}{qv}$$

بڕی بواری موگناتیسی = بڕی هێزە موگناتیسییەکەی سەر تەنە بارگاوییەکە ÷ (بڕی خێرایی بارگەکە × بڕی بارگەکە)

ئەگەر هێزەکە بە یەکەی نیوتن بپێورێت و بارگەکە بە یەکەی کۆلۆم و خێراییش بە یەکەی مەتر بۆ هەر چرکەیەك بێت، ئەوا یەکەی پێوانی توندی بواری موگناتیسی تێسلا T دەبێت. بە پشت بەستن بەوە ئەگەر بارگەیەکی 1 C بە خێرایی 1 m/s بە ستوونی لەناو بوارێکی موگناتیسیدا بجووڵێت و هێزێکی موگناتیسی بکەوێتە سەر کە بڕەکەی 1N بێت، ئەوا توندی بوارە موگناتیسییەکە 1T دەبێت. زۆربەی بوارە موگناتیسییەکان زۆر لە 1T کەمترن. دەتوانین یەکەی پێوانی بواری موگناتیسی بەم شێوەیەی خوارەوە بنووسین.

$$T = \frac{N}{C\bullet m/s} = \frac{N}{A\bullet m} = \frac{V\bullet s}{m^2} = \frac{Web}{m^2}$$

موگناتیسەکانی تاقیگە ئاساییەکان دەتوانن بوارێکی موگناتیسی پەیدابکەن کە توندییەکەی بگاتە $1.5\ T$. هەروەها توانراوە موگناتیسی تێر گەیاندنی وا دروست بکرێت کە توندی بوارە موگناتیسییەکەی بگاتە $30\ T$. لە کاتێکدا توندی بواری موگناتیسی سەر ڕووی زەوی لە $50\ \mu T$ $(5 \times 10^{-5}\ T)$ تێپەڕ ناکات.



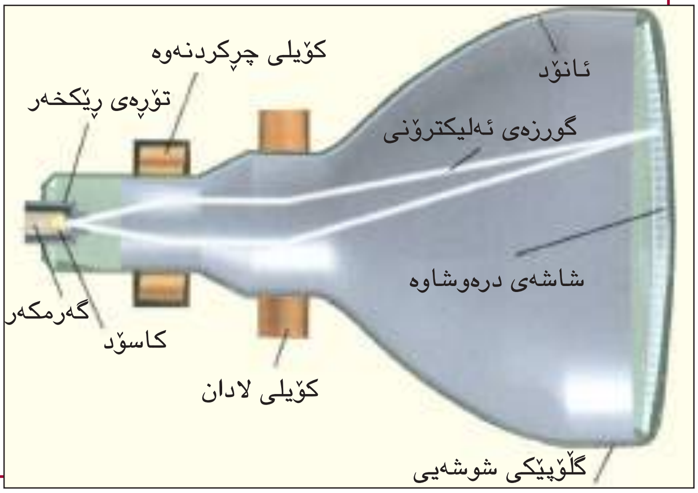
وێنەی 7-5
بەکارهێنانی یاسای لەپی دەستی ڕاست بۆ دۆزینەوەی ئاراستەی هێزە موگناتیسییەکەی سەر بارگەیەکی پۆزەتیف.

یاسای لەپی دەستی ڕاست کە بۆ دیاریکردنی ئاراستەی هێزە موگناتیسییەکان بەکاردەهێنرێت

تاقیکردنەوەکان وادەردەخەن کە هەمیشە ئاراستەی هێزە موگناتیسییەکە ئەستوونە لەسەر هەریەکە لە $\vec{v}$ وە بوارە موگناتیسییەکە $\vec{B}$. بۆ دۆزینەوەی ئەم هێزە، یاسای لەپی دەستی ڕاست بەکاربهێنە، هەروەك لە پێشەوە فێربوویت، با چوار پەنجەکەت بە ئاراستەی $\vec{B}$ بێت و پەنجە گەورەکەت بە ئاراستەی $\vec{v}$ بێت ئەوا ئاراستەی هێزە موگناتیسییەکە $\vec{F}_{\text{موگناتیسی}}$ بەرەو دەرەوەی لەپی دەستت دەبێت. هەروەك لە **وێنەی 7-5** دا دیارە.
ئەگەر بارگەکە نێگەتیڤ بێت، ئەوا ئاراستەی هێزەکە پێچەوانەی ئەو ئاراستەیە دەبێت کە لە وێنەی **9-5** دا دیارە، واتە ئەگەر q نێگەتیڤ بێت، ئەوا یاسای لەپی دەستی ڕاست بەکاربهێنە بۆ دیاریکردنی ئاراستەی $\vec{F}_{\text{موگناتیسی}}$ سەر بارگەیەکی پۆزەتیف. پاشان پێچەوانەی بکەرەوە بۆ دیاریکردنی ئاراستەی هێزەکە لەسەر بارگەی نێگەتیڤ.

ڕۆشنایەك لەسەر بابەتەکە
شاشەکانی تەلەفزیۆن

هێزی کاریگەری سەر بارگەی جوولاو لە ناو بواری موگناتیسی بەکاردەهێنرێت بۆ دروستکردنی وێنە لەسەر شاشەی تەلەفزیۆنەکان. بەشە سەرەکییەکەی ئامێری تەلەفزیۆن، بۆریەکی تیشکە کاسۆدە، واتە بۆریەکی خاڵیکردنەوەیە کە بواری کارەبایی گورزەیەك ئەلیکترۆن دروست دەکات، کاتێك دەکەوێتە سەر شاشەکە، فۆسفۆری سەر شاشەکە دەدەرەوشێتەوە.



ئەگەر گورزە ئەلیکترۆنەکە ڕاستەوخۆ بکەوێتە سەر شاشەکە بەبێ موگناتیس ئەوا تەنها یەك خاڵ لە چەقی شاشەکە ڕووناك دەکاتەوە، دەکرێت ئاراستەی گورزەکە بەهۆی دوو موگناتیسی کارەباییەوە بجوولێنرێت یەکێکیان ئاسۆییانە و ئەویتریان شاولیانە دەیجولێنێت. ئاراستەی گورزەکە بەهۆی گۆڕینی ئاراستەی تەزووی موگناتیسە کارەباییەکەوە دەگۆڕێت. بەوەش دەتوانین هەربەشێکی شاشەکە کە دەمانەوێت ڕووناك بکەینەوە.
لە تەلەفزیۆنە ڕەنگاوڕەنگەکاندا سێ ڕەنگی فۆسفۆڕی بەکاردەهێنرێت کە ئەوانیش سوور و سەوز و شینن. وە هەروەها سێ گورزەی ئەلیکترۆنی هەیە هەریەکەیان بۆ ڕەنگێك کە لە هەموو شوێنەکانی سەرشاشەکەدا دەجوولێت بۆ دروستکردنی وێنەیەکی ڕەنگاو ڕەنگ.
لە لوولەی تیشکە کاسۆددا، کاسۆد پلێتەیەکی گەرمکەرە لە ناو بۆرییەکی بادەرکێشراودایە کە لە پلێتەی گلۆپێکی داگیرساو دەچێت. تیشکە ڕووناکییەکە لێشاوێك ئەلیکترۆنە لە پلێتەکەوە دەردەچن و بەرەو ناوەوەی لوولە با دەرکێشراوەکە دەچن.

نموونە 5 (د)

تەنۆلکە بارگاوییەکان لەناو بواری موگناتیسیدا

پرسیارەکە

پرۆتۆنێك بەرەو خۆرهەڵات دەجووڵێت، وە بەرەنگاری هێزێکی موگناتیسی دەبێتەوە برەکەی 8.8×10^{-19} N بەرەو سەرەوە، ئەم هێزە بە هۆی بواری موگناتیسی گۆی زەوییەوە پەیدادەبێت، کە لەو خاڵەدا برەکەی 5.5×10^{-5} T یە. خێرایی پرۆتۆنەکە بدۆزەرەوە.

شیکار

1. دەزانم

دراو: $q = 1.60 \times 10^{-19}$ C $\qquad B = 5.5 \times 10^{-5}$ T

$F_{\text{موگناتیسی}} = 8.8 \times 10^{-19}$ N

نەزانراو: $v = ?$

2.پلان دادەنێم

پێناسەی توندی بواری موگناتیسی بەکاردێنم: دووبارە هاوکێشەکە ڕێکدەخەمەوە بۆ ئەوەی v هەژمار بکەم.

$$B = \frac{F_{\text{موگناتیسی}}}{qv}$$

$$v = \frac{F_{\text{موگناتیسی}}}{qB}$$

3.هەژماردەکەم

$$v = \frac{8.8 \times 10^{-19}\ \text{N}}{(1.60 \times 10^{-19}\ \text{C})(5.5 \times 10^{-5}\ \text{T})} = 1.0 \times 10^{5}\ \text{m/s}$$

تێبینی

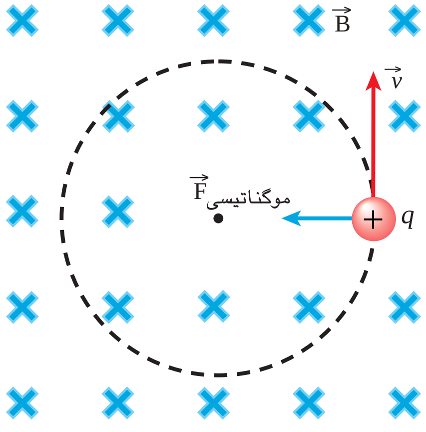
دەتوانرێت ئاراستە دراوەکە بەکاربهێنرێت بۆ دڵنیابوونەوە لە یاسای دەستی ڕاست. وا دابنێ تۆ لەم خاڵەدا دەوەستیت و ڕووت لە باکورە. بالەپی دەستی ڕاستت ڕووەو سەرەوە بێت و ئاراستەی هێزەکە بنوێنێت. پەنجە گەورەکەت بەرەو خۆرهەڵات و ئاراستەی خێرایی بنوێنێت. ئەگەر لەپی دەستت و پەنجە گەورەکەت بەو دوو ئاراستەیە بێ ئەوا چوار پەنجەکەت کە بەرەو باکورن ئاراستەی بواری موگناتیسی زەوی دەنوێنێت، وەك لەو بارەدا هەیە.

ڕاهێنانی 5 (د)

تەنۆلکە بارگاوییەکان لەناو بواری موگناتیسیدا

1. ئەلیکترۆنێکی ناو گورزە ئەلیکترۆنێك کە لەناو بوارێکی موگناتیسیدا دەجووڵێت توندی بوارەکەی 8.3×10^{-2} T ئاراستەکەی بەرەو خۆرئاوایە، هێزێکی بەرەو خوارەوە کەوتە سەر کە برەکەی 2.0×10^{-14} N بوو، ئایا بڕی خێراییەکەی چەندە؟ و ئاراستەکەی بۆ کوێوەیە؟
2. بوارێکی موگناتیسی توندییەکەی 1.5 T ئاراستەکەی بەرەو باکورە ئەلیکترۆنێکی تێدادەجووڵێت شاوڵیانە بەرەو خوارەوە (ڕووەو زەوی) بە خێراییەك برەکەی 2.5×10^{7} m/s بوو، برو ئاراستەی هێزە کاریگەرەکەی سەری بدۆزەرەوە.

ch5 2/1/18 10:13 AM Page 15



وێنەی 5-8
کاتێك خێرایی $\vec{v}$ تەنۆلکە بارگاویەکە لەسەر بوارە موگناتیسیەکە ئەستونە. تەنۆلکەکە لەسەر ڕێڕەوێکی بازنەیی دەجولێت کە ئاستەکەی لەسەر $\vec{B}$ ئەستونە.

ڕێڕەوێکی بازنەیی بۆ بارگەیەکی ناو بواری موگناتیسی

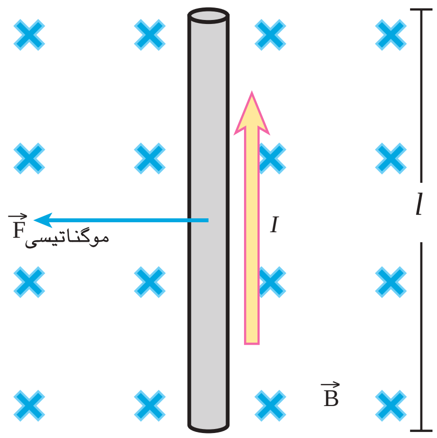
وا دابنێ تەنۆلکەیەکی بارگە پۆزەتیڤ لەناو بوارێکی موگناتیسیدا دەجوولێت و ئاڕاستەی سەرەتا خێراییەکەی لەسەر بوارەکە ئەستونە، هەر وەك لە **وێنەی 5-8** داندراوە. یاسای لەپی دەستی ڕاست ئەوە ڕووندەکاتەوە کە ئاڕاستەی هێزە موگناتیسییەکە $\vec{F}_{موگناتیسی}$ لەسەر بارگەکە q بەرەو لای چەپە، هەروەها یاسای دەستی ڕاست ئەوە نیشاندەدات کە لەهەر خاڵێکدا ئاڕاستەی هێزەکە هەمیشە بەرەو چەقی ڕێڕەوە بازنەییەکە دەبێت، ئەمەش ئەوە دەگەیەنێت کەوا هێزەکە دەبێتە هۆی دروستکردنی جووڵەیەکی بەسوڕ و گۆڕان هەمیشە لە ئاڕاستەی $\vec{v}$ دادەبێت بە تەنها و بەهیچ شێوەیەك بڕەکەی ناگۆڕێت.

ئێستا وا دابنێ کە بارگەیەکی کارەبایی بەسەرەتا خێراییەك دەجوولێت و ئاڕاستەکەی لەسەر بوارەکە ئەستون نیە، یەکێك لە پێکنەرەکانی سەرەتا خێراییەکە بە بوارەکە تەریب دەبێت و بوارە موگناتیسییەکە کار لەم پێکنەریان ناکات، ئەم بەشەی جووڵەکە بە نەگۆڕی دەمێنێتەوە. بەڵام پێکنەرە ستونیەکەی سەرەتا خێراییەکە جووڵەیەکی بەسوڕ بە تەنەکە پەیدا دەکات، هەروەك لە پێشەوە باسکرا. بەوەش بارگەکە ڕێڕەوێکی لوولپێچی وەردەگرێت کە تەوەرەکەی بە بوارە موگناتیسیەکە تەریبە.

هێزی موگناتیسی سەر گەیەنەرێك کە تەزوی نەگۆڕی پێدادەڕوات

دێتەوە بیرمان کە تەزوی کارەبایی، تەنۆلکەی بارگاوی جووڵاوە. لەبەر ئەوەی هێزی موگناتیسی کاردەکاتە سەر بارگەی جووڵاو لەناو بواری موگناتیسیدا، بۆیە کارکردنە سەر تەلێکی گەیەنەری تەزو هەڵگری دانراو لەناو بواری موگناتیسیدا بە هێزێکی موگناتیسی هیچ سەیرنیە، بەرەنجامی هێزی کاریگەری سەر تەلەکە کۆی هەموو هێزە موگناتیسیە کاریگەرەکانی سەر تەنۆلکە بارگاویە جیاوازەکانیەتی. کاریگەری هێزەکان لەسەر تەنۆلکەکانی تەلەکە بەرەو قولایی تەلەکە دەچن بە هۆی بەریەککەوتنی ئەو گەردانەی تەلەکەیان لێپێکهاتووە.

وا دابنێ پارچەیەکی ڕێك لە تەلێك درێژییەکەی l و تەزوویەکی پێدا دەڕوات بڕەکەی I و لەناو بوارێکی موگناتیسی $\vec{B}$ دا دانراوە، هەروەك لە **وێنەی 5-9** دا هەیە. کاتێك تەزووکە و بوارە موگناتیسیەکە لەسەر یەکتر ئەستون بن، بڕی بەرەنجامی هێزە موگناتیسیەکەی سەر تەلەکە بەم پەیوەندییە دەدرێت:



وێنەی 5-9
گەیەنەرە تەزو هەڵگرەکە هێزێکی ستوونی دەکەوێتە سەر، کاتێك لەناو بوارێکی موگناتیسیدا دادەنرێت.

هێزی کاریگەری سەر تەلێکی تەزو هەڵگری ئەستون لەسەر بواری موگناتیسی

$$F_{موگناتیسی} = BlI$$

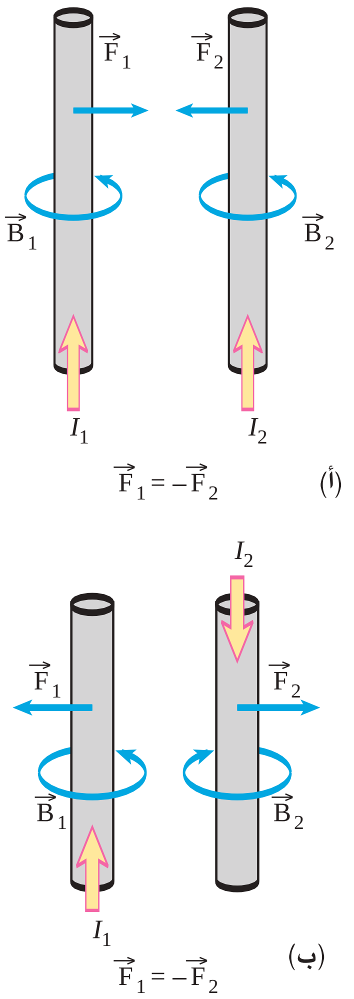
هێزی موگناتیسی = بڕی بواری موگناتیسی × درێژی ئەو بەشەی گەیەنەرەکە کە لەناو بوارەکەدایە × تەزوو

دەکرێت ئاڕاستەی هێزە موگناتیسیەکەی سەر تەلەکە بە بەکارهێنانی یاسای دەستی ڕاست دیاری بکرێت. لەم بارەدا پەنجە گەورە بە ئاڕاستەی تەزوەوە لە جیاتی خێرایی $\vec{v}$.
لە **وێنەی 5-9** دا ئاڕاستەی هێزی موگناتیسی سەر تەلەکە بەرەو لای چەپە، کاتێکیش ئاڕاستەی تەزو و بوارە موگناتیسیەکە وەك یەك بن یان پێچەوانەبن. هێزە موگناتیسیەکەی سەر تەلەکە سفر دەبێت.

ئەو هێزە ئاڵوگۆڕەی لە نێوان دوو گەیەنەری تەریبی تەزوو هەڵگردا هەیە

لەبەر ئەوەی تەزوی تێپەڕبوو بە گەیەنەردا بواری موگناتیسی تایبەت بە خۆی دروست دەکات، دروستبوونی ئەم بوارە تێگەیشتنی بوونی ئەو هێزە موگناتیسییە ئاڵوگۆڕەی نێوان دووتەلی تەزوو هەڵگری تەنیشت یەکتر ئاسان دەکات، کاتێك دوو تەلەکە بە یەکتری تەریب دەبن. ئەوا ئەو بوارەی بە دەوری یەکێکیاندا پەیدا دەبێت ئەستون دەبێت لەسەر ئەو تەزوەی بەوی تریاندا تێپەڕدەبێت. وە بە پێچەوانەشەوە. لەم بارەدا هێزێکی موگناتیسی $F_{\text{موگناتیسی}} = BlI$ کاردەکاتە سەر هەر تەلێکیان. B ئەو بوارە موگناتیسییەیە کە بە دەوری تەلەکەی تریاندا دروست بووە.

وادابنێ دوو تەلی درێژی تەریب بە یەکترمان هەیە. هەروەك لە **وێنەی 5-10** دا دیارە. کاتێك تەزوی هەردوو تەلەکە بە هەمان ئاراستە دەبن دوو تەلەکە یەکتری ڕادەکێشن. بە بەکارهێنانی یاسای دەستی ڕاست لەوە دڵنیابەرەوە. پەنجە گەورەت بە ئاراستەی تەزوبێت و چوارپەنجەکەت بە ئاراستەی ئەوبواربێت کە تەزوی تەلەکە دروستی دەکات. دەبینیت ئاراستەی هێزە موگناتیسیەکە (کە لەبەری دەستەوە دەردەچێت) ڕووەدکاتە تەلەکەی تریان. کاتێکیش ئاراستەی تەزوەکان لە دوو تەلەکەدا پێچەوانەی یەکتربن. لە نێوان دوو تەلەکەدا هێزی لێکدوورکەوتنەوە پەیدادەبێت.



وێنەی 5-10
دوو تەلی تەریب تەزوی نەگۆڕیان پێدادەڕوات یەکێکیان بە هێزێك کار لەویتریان دەکات. هێزەکە (أ) کێشکردن دەبێت ئەگەر دوو تەزووکە بە هەمان ئاراستە بن و (ب) دوورکەوتنەوە دەبێت ئەگەر دوو تەزوەکە دژ ئاراستە بن.

بەکارهێنانی موگناتیس لەدەنگ گەورەکەرەکاندا

دەنگ گەورەکەرەکان لەزۆربەی ئامێرە دەنگییەکاندا، ئەو هێزەی کار لە تەلی تەزو هەڵگردەکات بەکاردێنێت بۆ پەیداکردنی شەپۆلە دەنگییەکان. یەکێك لە جۆرەکانی ئەم دەنگ گەورەکەرانە لە **وێنەی 5-11** دا پیشاندراوە، لە کاغەزێکی جیری شێوە قوچەك پێکهاتووە وبەو کۆیلەوە بەستراوە کە بەکرداری گەورەکردنی دەنگەکە هەڵدەستێت. ئەمەیش بە موگناتیسێکی هەمیشەییەوە بەستراوە. لە سیستەمی دەنگ گەورەکەردا نیشانە دەنگیەکە دەگۆڕێت بۆ نیشانەی کارەبایی گۆڕاو بە هۆی دەنگبەرێکەوە (مایکرۆفۆن). پاشان ئەم نیشانەیە گەورەدەکرێت و دەنێردرێت بۆ دەنگ گەورەکەرەکە، ئەم نیشانە گۆڕاوە دەبێتە هۆی پەیداکردنی هێزێکی موگناتیسی گۆڕاو کە کار لە کۆیلەکە دەکات. ئەم هێزە گۆڕاوەی سەر کۆیلەکە دەبێتە هۆی لەراندنەوەی ئەو قوچەکەی کە پێوەی بەستراوە و لەراندنەوەی قوچەکەکەش تێکچونێك لە چڕی هەواکەی بەردەمیدا دروست دەکات و بەم شێوەیە نیشانە کارەباییەکە بۆ شەپۆلێکی دەنگ دەگۆڕێت کە لە هەمان ئەو شەپۆلە دەنگییە دەچێت کەلەبنەڕەتدا لەسەرچاوەکەوە بەرهەمهاتووە.

وێنەی 5-11
کاتێك بڕو ئاراستەی تەزوەکە لە کۆیلە گەورەکەی دەنگەکەدا دەگۆڕێت، ئەو قوچەکە دەلەرێتەوە کە بە کۆیلەکەوە بەستراوە، بەوەش شەپۆلە دەنگیەکان دەردەکات.

نموونە 5 (هـ)

هێزی موگناتیسی سەر گەیەنەرێكی تەزو هەڵگر

پرسیارەكە

تەلێك درێژییەكەی 36 m و تەزویەكی پێدادەڕوات تونديیەكەی 22 A وە ئاڕاستەی لە خۆرهەڵاتەوە بۆ خۆرئاوا، ئەگەر ئەو هێزەی بە هۆی بواری موگناتیسی زەوییەوە كار لەو تەلە دەكات بۆ خوارەوە (ڕووەو زەوی) بێت و بڕەكەی 4.0×10^{-2} N بێت، ئایا بڕی بواری موگناتیسی لەو خاڵەدا چەندە؟ هەروەها ئاڕاستەكەشی دیاری بكە؟

شیكار

1. دەزانم

دراو: $l = 36$ m $\qquad I = 22$ A

$F_{\text{موگناتیسی}} = 4.0 \times 10^{-2}$ N

نەزانراو: $B = ?$

2.پلان دادەنێم

هاوكێشەی هێزی كاریگەری سەرتەلێكی تەزو هەڵگری ئەستون لە سەر بواری موگناتیسی بەكاردێنم.

$$F_{\text{موگناتیسی}} = BlI$$

3.هەژماردەكەم

هاوكێشەكە دووبارە ڕێكدەخەمەوە بۆ ئەوەی B هەژماربەكەم

$$B = \frac{F_{\text{موگناتیسی}}}{l\,I} = \frac{4.0 \times 10^{-2}\ \text{N}}{(22\ \text{A})\ (36\ \text{m})} = 5.0 \times 10^{-5}\ \text{T}$$

بۆ دیاریكردنی ئاڕاستەی $\vec{B}$ یاسای دەستی ڕاست بەكاردێنم وروو دەكەمە باكورو پەنجەگەورەم بەرەو خۆرئاوا بە (ئاڕاستەی تەزو) وبەری دەستم بەرەو خوارەوەیە (ئاڕاستەی هێزەكە). بەوەش چوارپەنجەكە بەرەو باكوردەبن، لەبەر ئەوە ئاڕاستەی بواری موگناتیسی لە باشورەوە بۆ باكور دەبێت.

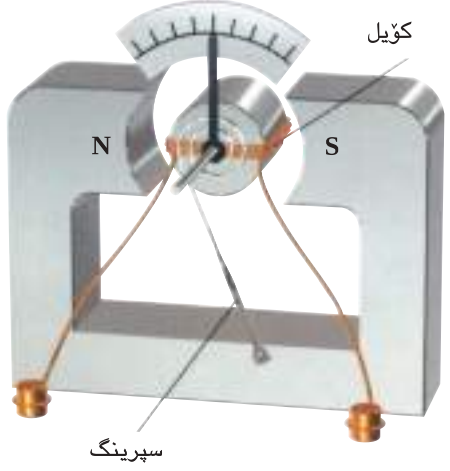
ڕاهێنانی 5 (هـ)

هێزی موگناتیسی سەر گەیەنەرێكی تەزو هەڵگر

1. تەلێك درێژییەكەی 6.0 m و تەزویەكی پێدادەڕوات تونديیەكەی 7.0 A بە ئاڕاستەی x ی پۆزەتیڤ. هێزێك كاردەكاتە سەر تەلەكە بڕەكەی 7.0×10^{-6} N بە ئاڕاستەی y نێگەتیڤ. بڕو ئاڕاستەی ئەو بوارە موگناتیسیە بدۆزەرەوە كە ئەو هێزە دروستی دەكات.

2. تەلێك درێژییەكەی 1.0 m و هێزێكی موگناتیسی بڕەكەی 0.50 N لەسەر بوارە موگناتیسییە ڕێككە ئەستونە. ئەگەر تەزوی تێپەڕبوو بە تەلەكەدا 10.0 A بێت، ئایا بڕی بوارە موگناتیسیەكە چەندە؟

3. ئەو هێزە موگناتیسییەی كار لە بەشێكی توڵەگەیەنەرێكی ڕێكدەكات 1.0 N ئەگەر درێژی ئەو تەلە 0.15 m. تەزوی تێپەڕبووش 4.5 A ، ئایا بڕی پێكنەری ستونی بوارە موگناتیسیەكە لەسەر تەلەكە چەندە؟



وێنەی 12-5
کاتێکدا تەزو بەو کۆیلەی لەناو بواری موگناتیسی گلڤانۆمیتەرەکەدا دانراوە دەڕوات، دەبێتە هۆی خولانەوەی کۆیلەکە.

گلڤـــانۆمیتـــەر Galvanometer

گلڤانۆمیتەر دەزگایەکە بەکاردەهێنرێت بۆ دروستکردنی هەر یەکە لە ڤۆڵتمیتەر (بۆ پێوانی جیاوازی ئەرك) و ئەمیتەر (بۆ پێوانی توندی تەزو). ڕێگەی ئیش کردنی بەندە لەسەر ئەو هێزە موگناتیسییەی کە بواری موگناتیسی کاری پێ دەکاتە سەر تەلی تەزو هەڵگر. **وێنەی 12-5** پێکهاتە سەرەکییەکانی گلڤانۆمیتەر نیشاندەدات. دەزگاکە لە تەلێکی هەڵپێچراو لەسەر پارچە ئاسنێکی گونجاو پێکدێت دەتوانێت بە ئاسانی لەناو ئەو بوارەدا بخولێتەوە کە لە موگناتیسێکی هەمیشەییەوە پەیدابووە. ئەو زەبرەی کار لە کۆیلەکە دەکات لەگەڵ توندی تەزووەکەدا ڕاستەوانە دەگۆڕێت، واتە هەتا تەزوی تێپەڕبوو زیاتربێت زەبری خولێنەری کۆیلەکە زیاتردەبێت پێش ئەوەی زەبرە گەڕێنەرەوەکەی سپرینگەکە بیوەستێنێتەوە. بۆیە لادانی نیشاندەری دەرزی گلڤانۆمیتەرەکە لەگەڵ توندی ئەو تەزوەی کە پیایدا تێپەڕ دەبێت ڕاستەوانە دەگۆڕێت. ئەگەر هیچ تەزوییەك بە کۆیلەکەدا نەڕوات ئەوا سپرینگەکە دەرزییەکە دەگەڕێنێتەوە سەر سفر. دوای ڕێکخستنی پێوەری دەزگاکە دەکرێت لەگەڵ بەشی تری سوری کارەبایی وەك ئەمیتەر (بۆ پێوانەکردنی توندی تەزو) یان وەك ڤۆڵتمیتەر (بۆپێوانەکردنی جیاوازی ئەرك) بەکاربهێنرێت.

گلڤانۆمیتەر تەزوە زۆر لاوازەکان دەپێوێت بە یەکەی mA یان µA . بەڵام دەکرێت گلڤانۆمیتەر بکرێت بە ئەمیتەرێك کە تەزوی بەرز بپێوێت ئەویش بە بەستنی بەرگرییەکی زۆر بچووك بە هاوڕێکی لەگەڵیدا. ئەم بەرگرییە پێی دەگوترێت تەزو بەشکەر shunt. ئەم دوانە بە شێوەیەك ڕێکدەخرێن زۆربەی تەزوەکە بە بەرگرییەکەدا بڕوات و تەزوییەکی زۆر کەم بە گلڤانۆمیتەرەکەدا بڕوات کە بتوانێت بپێورێت. هەروەها دەکرێت گلڤانۆمیتەر بگۆڕدرێت بۆ ڤۆڵتمیتەر ئەویش بە بەستنی بەرگرییەکی زۆر گەورە بەدوایەك لەگەڵیدا.

لەبەر ئەوەی جیاوازی ئەرك لەگەڵ بەرگریدا ڕاستەوانە دەگۆڕێت بۆیە زۆرترین جیاوازی ئەرك لە نێوان جەمسەرەکانی بەرگرییەکەدا دەبێت و جیاوازییەکی ئەرکی زۆرکەم لەسەر جەمسەرەکانی گلڤانۆمیتەرەکە دەبێت. بەوەش تەزوی ئەم لقە زۆر لاوازدەبێت چونکە نرخی بەرگرییە دوایییەکە زۆر گەورەیە.

پێداچوونەوەی بەندی 3-5

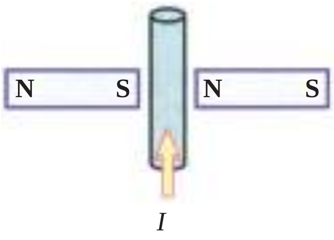
1. تەنۆلکەیەك بارگەکەی 0.030 C و هێزێکی موگناتیسی کاردەکاتە سەری بڕەکەی 1.5 N، کاتێك بە ستوونی لەناو بوارێکی موگناتیسی ڕێکدا دەجولێت. ئەگەر خێرایی تەنۆلکەکە 620 m/s بێت ئایا بڕی ئەو بوارە موگناتیسیە چەندە کە تەنۆلکەکە لەناویدا دەجولێت؟

2. ئەلەکترۆنێك لەناو بوارێکی موگناتیسی ڕێکدا بەرەو باکور دەجولێت، ئەگەر ئاراستەی بوارە موگناتیسیەکە بەرەو خۆر هەڵات بێت، ئایا ئاراستەی ئەو هێزە موگناتیسیەی کار لە ئەلەکترۆنەکە دەکات چەندە؟

3. تەلێکی ڕێك درێژییەکەی 25 cm و تەزوییەکی پێدادەڕوات توندییەکەی 5.0 A. ئەگەر تەلەکە لەناو بوارێکی موگناتیسیدا بەستونی دابنرێت و توندی بوارەکە 0.60 T بێت، ئایا بڕی هێزە موگناتیسیە کاریگەرەکەی سەر تەلەکە چەندە؟

4. ئەلەکترۆنەکان لە دوو تەلی تەریبدا بەهەمان ئاراستە دەجولێن، ئایا هێزی نێوانیان کێشکردنە یان لە یەکتر دوورکەوتنەوەیە؟

5. **لێکدانەوەی هێڵکارییەکان:** ئاراستەی هێزی موگناتیسی سەر ئەو تەلە تەزو هەڵگرەی **وێنەی 13-5** چۆنە؟



وێنەی 13-5

ch5 2/1/18 10:13 AM Page 19

ڕۆشناییەك لەسەر بابەتەكە

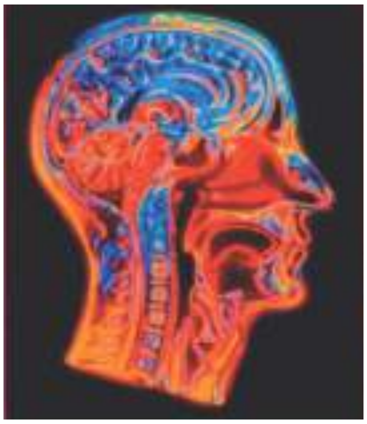
وێنەگرتن بەزرنگانەوەی موگناتیسی

وێنەگرتن بە زرنگانەوەی موگناتیسی، یان MRI. تەكنیكێكە لە بوارەكانی پزشیكیدا لە سەرەتای هەشتاكانی سەدەی ڕابردووەوە بەكاردێت. MRI ڕێگە بە پزیشكەكان دەدات كە وێنەی دوو دووری بۆ سامپڵە سێ دووریيەكانی بەشەكانی لەشی مرۆڤیان دەست بكەوێت. MRI لە بواری پزیشكیدا بە خێرایی پەرەی سەندووە، چونكە MRI وێنەی وردوو ڕوون دەدات، كە هاوبەشی دەكات لە لێكۆڵینەوەی جۆرە جیاوازەكانی شانەدا، بە پێی بەكارهێنانە داواكراوەكان. هەروەها MRI لە وێنەگرتنی چین چینی تەوەرەیی (CAT) كە تیایدا مرۆڤ تیشكە Xی زۆری بەردەكەوێت. بێ مەترسی ترە.

دەزگای MRI وەك شەشپاڵوويەكی گەورە دەردەكەوێت كە درێژی هەرلايەكی لە نێوان دوو مەترو سێ مەتردایە، بۆشاییەكی لوولەك شێوەی تێدایە بۆ چونە ژوورەوەی نەخۆش بۆ ناو دەزگاكە وەك لە وێنەكەدادیارە. دەزگای MRI بوارێكی موگناتیسی دروست دەكات توندییەكەی لە نێوان 0.5 T و 2.0 T دایە، ئەوەش توندییەكە دەتوانێت ئەو زانیاریانە دەربارەی كارتی زانیاری بپشكنێت یان دەتوانێت قەڵەم لە گیرفان دەربهێنێت. لەهەر شوێنێكدا كە ئامێرەكەی لێیە. لەبەر ئەوەی بەرگری دەبێتە هۆی بە فیرۆچونی بڕێكی زۆر لە وزە بە شێوەی گەرمی لەناو موگناتیسە كارەباییەكەدا. بۆیە لەكاتی دروستكردنی بواری موگناتیسی گەورەدا موگناتیسە كارەباییەكان لە زۆربەی دەزگاكانی MRI دا تەلی وایان تێدایە كە توانای تێر گەیاندنیان هەیە و بەرگرييەكەيان سفرە.

دروستبوونی وێنە لە دەزگای MRI دا پشت بە ڕەفتاری گەردیلە لە ژێر بواری موگناتیسیدا دەبەستێت. لە بواری موگناتیسی توندی زۆردا، ناوكی گەردیلەكان ئارەزوو دەكەن بە ئاڕاستەی بوارەكە ڕێزببن. ئەم ڕەفتارە بە تایبەتی گەردیلەكانی هایدرۆجین هەیانە، كە ئەوانیش بەربڵاوترین گەردیلەی ناو لەشی مرۆڤن. موگناتیسە بنچینەییەكە لە سیستمی MRI دا بوارێكی موگناتیسی بەهێز وڕێك بەرهەمدێنێت، كار لەو بەشەی لەشی مرۆڤ دەكات كە پشكنیی بۆ دەكرێت، ئەم بوارە وا لەناوكی گەردیلەكانی هایدرۆجینی ناو لەشی مرۆڤ دەكەن كە بە ئاڕاستەی بوارەكە ڕیزببن. بەوەش موگناتیسی بچوك كە پێیان دەگوترێت (موگناتیسەكانی لادان) ئیشیان پێدەكرێت و لە كاردەخرێن ئەم موگناتیسانە گۆڕانەكان و پرتە بچوكەكان لەناو بوارە موگناتیسیە گشتییەكەدا دروست دەكەن، ئەم پرتانە پاڵ بە گەردیلەكانی هایدرۆجینەوە دەنێن و لە ڕیزبوونەكەی خۆی لایان دەدەن دوای لاچونی پرتەكە ناوكەكان دووبارە ڕیزدەبنەوە بەوەش شەپۆلی كارۆموگناتیسی لە سنوری لەرەلەرە ڕادیۆییە و بێ تەلەكان دەردەكەون. پشكنەرەكان (رامالەكان) لە ناو دەزگای MRI دا ئەم شەپۆڵە ڕادیۆییانە كەشف دەكەن و كۆمپیوتەرەكەش دەیانكات بە وێنە. دەكرێت جۆرە جیاوازەكانی خانە بە هۆی دەزگای MRI ەوە ببینرێت، ئەویش بە پێی لەرەلەرو ماوەی كاركردنی پرتەكانەوە.

دەزگای MRI بە شێوەیەكی باش لە وێنەگرتنی دەماغ، لە شانەكانی پشتەدەماردا بەكار دەهێنرێن. هەروەها دەكرێت بۆ لێكۆڵینەوەی ئیشكردنی دەماغ و هەڵئاوسانە شێرپەنجەییەكان و ڕەقبونی گەدەو كێشەكانی تری دەماردا بەكار بهێنرێت. هەروەها MRI بەكاردێت بۆ دروستكردنی وێنە بۆ لولە خوێنەكان بەبێ دەركەوتنی شانەكانی دەوروبەری، لەوانەیە ئەم وێنانە لە لێكۆڵینەوەی كۆئەندامی خوێندا بەسودبن. گرنگترین خراپیەكانی دەزگای MRI گرانی نرخەكەیەتی. بێجگە لەوەی كە ناتوانرێت ئەم تەكنیكە بۆ هەندێك نەخۆش بەكاربهێنرێت.



موگناتیسی وێنەگرتن لە زۆربەی دەزگاكانی MRI دا، لە جۆرێك مادەی تێر گەیاندنە. ئەم موگناتیسانە گرانترین پارچەی دەزگای MRI ن.

پوختەی بەشی 5

زاراوە بنچینەییەکان

بواری موگناتیسی
(128 لا) Magnetic field

ئاڕاستەداری ڕووبەر
(129 لا) Area vector

بیرۆکە بنچینەییەکان

بەندی 1-5 بوارە موگناتیسییەکان

- جەمسەرە لە یەکچووەکان دووردەکەونەوە و جەمسەرە جیاوازەکان یەکتر کێشدەکەن.
- ئاڕاستەی بواری موگناتیسی بەو ئاڕاستەیە پێناسە دەکرێت کە جەمسەری باکوری موگناتیسێکی دانراو لەناو بوارێکدا ئاماژەی بۆ دەکات. بواری موگناتیسێك لە جەمسەری باکوری موگناتیسێکەوە دەردەچێت بەرەو جەمسەرە باشورەکەی.

بەندی 2-5 موگناتیسی پەیدابوو لە کارەباوە

- بواری موگناتیسی بە دەوری تەلێکی گەیەنەری تەزو هەڵگردا دروست دەبێت، شێوەی ئەم بوارە بازنەیی دەبێت بە دەوری تەلەکەدا.
- بواری موگناتیسی پەیدابوو لە کۆیلێکی لوولپێچی یان کۆیلێکی بازنەییەوە لە بواری موگناتیسێکی هەمیشەیی دەچێت.

بەندی 3-5 هێزی موگناتیسی

- دەکرێت ئاڕاستەی ئەو هێزەی کارلە بارگەیەکی پۆزەتیڤی جووڵاو لەناو بوارێکی موگناتیسیدا دەکات، بە بەکارهێنانی یاسای لەپی دەستی ڕاست دیاری بکرێت.
- تەلی تەزو هەڵگری دانراو لەناو بواری موگناتیسیدا، هێزێکی موگناتیسی دەکەوێتە سەر، دەکرێت ئاڕاستەی ئەم هێزە بە بەکارهێنانی یاسای دەستی ڕاست دیاری بکرێت.
- دوو تەلی تەزو هەڵگری تەریب یەکێکیان بەهێزێك کار لەوی تریان دەکات بە دوو هێزی یەکسان لە برو پێچەوانە لە ئاڕاستەدا. ئەگەر تەزووەکان بەهەمان ئاڕاستەبن ئەوا دوو تەلەکە یەکترکێشدەکەن وە ئەگەر تەزووەکان دژ بە یەکتربن تەلەکان لە یەکتری دوور دەکەونەوە.

هێما ڕوونکردنەوەییەکان

ئاڕاستەداری بواری موگناتیسی

بواری موگناتیسی بەرەو ناو پەڕەکەیە

بواری موگناتیسی بەرەو دەرەوەی پەڕەکەیە

هێمای گۆڕاوەکان

هێندەکە	هێماکەی	یەکەکەی	یەکە هاوتاکان
بواری موگناتیسی	$\vec{B}$	T (تسێلا)	$\frac{N}{C \cdot m/s} = \frac{N}{A \cdot m}$
هێزی موگناتیسی	$\vec{F}_{\text{موگناتیسی}}$	N (نیوتن)	$\frac{kg \cdot m}{s^2}$
درێژی گەیەنەرەکە لەناو بوارەکەدا	l	m (مەتر)	

پێداچوونەوەی بەشی 5

پێیدابچۆرەوە و هەڵیبسەنگێنە

بوارە موگناتیسیەکان

پرسیارەکانی پێداچوونەوە

1. کەمترین ژمارەی جەمسەرە موگناتیسیەکانی موگناتیس چەندە؟

2. کاتێك موگناتیسێك دەکرێت بە دوو کەرتەوە، ژمارەی جەمسەرەکانی هەر کەرتێکیان چەندە؟

پرسیاردەربارەی چەمکەکان

3. دوو تولّە ئاسن و کلافەیەك دەزوت هەیەو یەکێك لە دوو تولّە ئاسنەکە موگناتیسی بووەو ئەوی تریان موگناتیسی نیە، چۆن دەستنیشانی تولّە بە موگناتیس بووەکەیان دەکەیت؟

4. بۆچی موگناتیسێکی زۆر بەهێز هەردوو جەمسەرەکەی موگناتیسێکی لاواز کێش دەکات؟

موگناتیسی پەیدابوو لە کارەباوە

پرسیارەکانی پێداچوونەوە

5. تەلێك تەزوی پێدادەڕوات، جووڵەی ئەلیکترۆنەکانی ناو بەشێکی تەلەکە لە خۆر هەڵاتەوە بەرەو خۆرئاوایە. ئەگەر قیبلەنمایەك لەسەر ئەم بەشەی تەلەکە دابنێیت، بەکام ئاراستە لادەدات؟ (تێبینی: تەزوی کارەبایی بە ئاراستەی جووڵەی بارگە پۆزەتیڤەکان دەناسرێنەوە).

6. ئەو هۆکارانە کامانەن کە توندی بواری موگناتیسی کۆیلێکی لولپێچیان لەسەر بەندە؟

پرسیاردەربارەی چەمکەکان

7. هەردوو لای کۆیلێکی لولپێچی A و B بە دەزوویەکەوە هەڵواسران، بە شێوەیەك کە کۆیلەکە دەتوانێت لە ئاستێکی ئاسۆییدا بخولێتەوە. تەزوییەکی کارەبایی بەکۆیلەکەدا دەڕوات و ئەلیکترۆنەکان بە ئاراستەی خولانەوەی میلی کاتژمێر دەخولێنەوە. ئەگەر لەلای A وە بەرەو لای B بڕوانین، ئایا کۆیلەکە چۆن لەبواری موگناتیسی زەویدا دەوەستێت؟

8. ئایا دەکرێت پێچکێکی بازنەیی تەزو هەڵگر بە شێوەیەك لەناو بوارێکی موگناتیسیدا دابنرێت کە توشی هیچ خولانەوەیەك نەبێت؟

9. ئەگەر کۆیلێکی لولپێچ بە دەزویەکەوە هەڵبواسرێت، بەجۆرێك بتوانێت بەسەربەستی بخولێتەوە. ئایا دەکرێت ئەم کۆیلە وەك قیبلەنمایەك بەکاربهێنرێت کاتێك تەزوی پێدابڕوات؟ ئەگەر تەزوی گۆڕاو بەو کۆیلەدا بڕوات ئایا دەکرێت بۆ هەمان مەبەست بەکاربهێنرێت؟

هێزی موگناتیسی

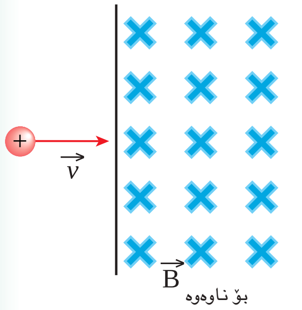
پرسیارەکانی پێداچوونەوە

10. دوو تەنۆلکەی بارگاوی لەناو بوارێکی موگناتیسیدا بە ستونی دەجووڵێن. ئەگەر هەردوو بارگەکە بە دوو ئاراستەی دژ بەیەکتر بجووڵێن. چی دەربارەیان دەرئەنجام دەکەیت؟

11. وادابنێ کە ئەلیکترۆنێك بەدوای پرۆتۆنێك کەوتووە بەرەو سەرەوەی ئەم پەڕەیە دەجووڵێت. لەو کاتەشدا کتوپڕ بوارێکی موگناتیسی بەرەو ناوەوەی پەڕەکە خرایە سەریان، ئایا چی لە دوو تەنۆلکەکە دێت؟

12. بۆچی کە موگناتیسێك لە شاشەی تەلەفزیۆن نزیك دەکەیتەوە وێنەی سەر شاشەکە دەشێوێت؟

13. پرۆتۆنێك ئاسۆییانە دەجووڵێت و دەچێتە ناوبوارێکی موگناتیسی ڕێك کە ئەستونە لەسەر ئاراستەی جووڵەی پرۆتۆنەکە. هەر وەك لەم وێنەیەدا دیارە. وەسفی جووڵەی پرۆتۆنەکە بکە لەناو بوارەکە؟ ئەگەر لەجیاتی پرۆتۆنەکە ئەلیکترۆنێك بچێتە ناو بوارەکەوە جووڵەکەی چۆن دەبێت؟



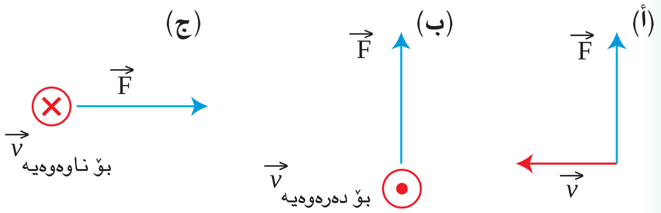
14. ڕوونیبکەرەوە بۆچی کاتێك تەزو بە دوو ئاراستەی دژ بەیەکتر بە دوو تەلی تەریبدا دەڕوات. تەلەکان لەیەکتر دوور دەکەونەوە؟

15. ئایا بواری موگناتیسی دەتوانێت جووڵە بە ئەلیکترۆنێکی وەستاو بکات، وەڵامەکەت لێکبدەرەوە.

ch5 2/1/18 10:13 AM Page 24

16. لە ساتێکی دیاریکراودا پرۆتۆنێك بە ئاراستەی تەوەرەی X ی پۆزەتیڤ دەردەچێت، لەناو بوارێکی موگناتیسیدا کەبە ئاراستەی تەوەرەی Z ی نێگەتیڤە. ئاراستەی هێزە موگناتیسیە پەیدابووەکە چۆنە؟ ئایا پرۆتۆنەکە لەجووڵەکەی لەسەر تەوەرەی X ی پۆزەتیڤ بەردەوام دەبێت؟ وەڵامەکەت روونبکەرەوە.

17. لە هەریەك لەم بارانەی خوارەوەدا، ئاراستەی جووڵەی تەنۆلکە بارگاویە پۆزەتیڤە جوولاوەکەو ئاراستەی هێزە موگناتیسیە پەیدا بووەکە بەکاربهێنە بۆ دیاریکردنی ئاراستەی بوارە موگناتیسیەکە.



پرسیاردەربارەی چەمکەکان

18. لێشاوێك ئەلیکترۆن ئاسۆییانە بەرەو لای راست هاوێژرا، تەلێکی تەزوو هەڵگری راست لەسەر ئەلیکترۆنەکان و تەریب بە جووڵەکەیان دانرا.

أ. چ کارێك لە لێشاوە ئەلیکترۆنیەکە دەکات ئەگەر تەزو بە تەلەکەدا لە چەپەوە بۆ راست بجووڵێت؟

ب. ئەگەر ئاراستەی تەزو پێچەوانە بێتەوە چ کاریگەرییەکی لەسەر ئەلیکترۆنەکان هەیە؟

19. ئەگەر تەلەکەی پرسیاری 18 بە موگناتیسێك بگۆردرێت کە ئاراستەی بوارەکەی بەرەو باشوور بێت. ئایا چ کاریگەرییەکی لەسەر لێشاوە ئەلیکترۆنیەکە هەیە؟

20. لەکاتی دروستکردنی سورە کارەباییەکەدا، دوو تەل کە دوو تەزوی دژ ئاراستەو بڕ یەکسانیان پێدا دەروات لەسەر یەکتر پێچراون. بۆچی ئەوە دەبێتە هۆی کەمکردنەوەی هەر بوارێکی موگناتیسی نەویستراو لەسورەکەدا؟

پرسیارەکانی ڕاهێنان

21. پرۆتۆنێك بەرەو خۆرهەڵات دەجووڵێت لە رووتەختی کەمەرەی موگناتیسی زەویدا، بوارە موگناتیسیەکەی زەوی بە ئاراستەی باکورە و بڕەکەی 5.0×10^{-5} T دەبێت. پرۆتۆنەکە بە چ خێراییەك بجووڵێت تا هێزە موگناتیسیەکە هاوتای هێزی کێشکردنی زەوی بێت لەسەر پرۆتۆنەکە؟

22. تولێکی مسی باریك درێژییەکەی 1.00 m، و بارستاییەکەی 50.0 g، و لە ناو بوارێکی موگناتیسی رێکدا دانرا، تێپەڕبوونی تەزوییەکی 0.245 A بە تولەکەدا دەبێتە هۆی هاوسەنگ راگرتنی لە بوارە موگناتیسییەکەدا. ئایا توندی بوارە موگناتیسییەکە چەندە؟

23. دەمانەوێت ئەمیتەرێك کە بەرگرییەکەی 5 Ω بێت بۆ پێوانی تەزوییەکی کارەبایی بەکاربهێنرێت توندییەکەی 10 A، بەڵام ئەم ئەمیتەرە دەتوانێت ئەو تەزوانە بپێوێت کە لە نێوان (0 و 1 A) دایە بڕی ئەو بەرگرییەی کە پێویستە لەگەڵ ئەم ئەمیتەرەدا ببەسترێت چەندە تا بتوانرێت بۆ ئەو مەبەستە بەکاربهێنرێت؟

پێداچوونەوەی گشتی

بزانە بارگەی پرۆتۆن 1.60×10^{-19} C و بارستاییەکەی 1.67×10^{-27} kg .

24. پرۆتۆنێك ئاسۆییانە بە خێرایی 2.50×10^{6} m/s بە ستونی لەسەر بوارێکی موگناتیسی دەجووڵێت.

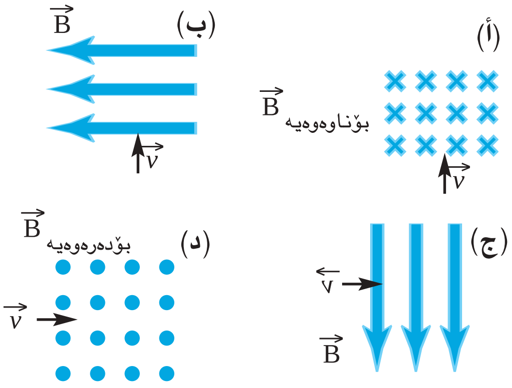
أ. توندی ئەو بوارە موگناتیسیە داواکراوە چەندە؟ بۆ ئەوەی کێشی پرۆتۆنەکە بە تەواوی هاوسەنگ بێت و لە جووڵە ئاسۆییەکەیدا بمێنێتەوە؟

ب. ئایا ئاراستەی بوارە موگناتیسیەکە ئاسۆییە یان شاولییە؟

25. A و B دوو تەلی درێژی تەریبن، لە نێوانیاندا ماوەی 1 m هەیە، دوو تەزوی دژ ئاراستەیان پێدادەروات. ئەگەر تەزوی تەلی A یەکسان بێت بە سێیەکی تەزوی تەلی B ($I_A = \frac{1}{3} I_B$)، شوێنی ئەو خاڵە لەسەر هێڵی ئەستونی سەردوو تەلەکە دیاری بکە کە تیایدا بەرەنجامی بوارە موگناتیسیەکە یەکسانە بە سفر؟

26. دوو کۆیلی بازنەیی هەمان چەقیان هەیە و دەکەونە یەك رووتەختەوە، ئەگەر کۆیلە ناوەکیەکە 120 پێچ و نیوە تیرەکەی 0.012 m بێت و تەزوی 6A، پێدابڕوات، و کۆیلە دەرەکیەکەش 150 پێچو نیوەتیرەکەی 0.017 m . ئایا توندی تەزو و ئاراستەکەی لە کۆیلی دەرەکیدا دەبێت چۆن بێت، تا بەرەنجامی بواری موگناتیسی لە چەقەکەیدا بکاتە سفر؟

27. ئاراستەی هێزی موگناتیسی سەر پرۆتۆنێك دیاری بکە، کاتێك لەناو بوارێکی موگناتیسیدا دەجووڵێت، لەهەریەك لەم چوار بارەی خوارەوەدا.



28. پرۆتۆنێك بە خێرایی 2.0×10^{7} m/s و بە ستونی لەسەر بوارێکی موگناتیسی دەجووڵێت کە توندییەکەی 0.10 T برِی تاودانی پرۆتۆنەکە دیاری بکە.

29. پرۆتۆنێك بە ستونی لەناو بوارێکی موگناتیسی ڕێکدا دەجووڵێت، خێراییەکەی 1.0×10^{7} m/s و تاودانێك پەیدادەکات برِەکەی 2.0×10^{13} m/s^2 بە ئاڕاستەی x پۆزەتیڤ، لەوکاتەدا کە خێراییەکەی بە ئاڕاستەی z پۆزەتیڤ بێت، برِی بواری موگناتیسی و ئاڕاستەکەی بدۆزەرەوە.

30. پرۆتۆنێك بەخێرایی 3.0×10^{6} m/s و بە گۆشەی 37° خوار ئاوای باکور لەناو بوارێکی موگناتیسیدا دەجووڵێت کە برِەکەی 0.30 T و ئاڕاستەکەی بەرەو باکورە. ئەمانە بدۆزەرەوە:

أ. برِی هێزە موگناتیسییەکەی سەر پرۆتۆنەکە.

ب. ئاڕاستەی هێزە موگناتیسییەکەی سەر پرۆتۆنەکە.

ج. تاودانی پرۆتۆنەکە لەکاتی جووڵەکەی لەناو بوارەکەدا.

(تێبینی: ئەو هێزە موگناتیسییەی کار لە پرۆتۆنەکە دەکات لەناو بوارە موگناتیسییەکەدا لەگەڵ پێکنەرە ستوونیەکەی خێرایی پرۆتۆنەکە لەسەر بوارە موگناتیسیەکە دەگونجێت.

31. تەزویەك توندییەکەی $I = 15$ A بە ئاڕاستەی تەوەرەی x پۆزەتیڤ، بە ستونی لەسەر بوارێکی موگناتیسی ڕێك بەتەلێکدا دەڕوات، هێزێك دەکەوێتە سەر یەکەی درێژەی تەلەکە برِەکەی 0.12 N/m و بە ئاڕاستەی تەوەرەی y نێگەتیڤ. برِو ئاڕاستەی بواری موگناتیسی ئەو شوێنەی تەزووەکەی پێدا دەڕوات هەژمار بکە.

32. پرۆتۆنێك هێزێکی موگناتیسی دەکەوێتە سەر برِەکەی 4.5×10^{-21} N. کاتێك بەستونی لەسەر بوارێکی موگناتیسی دەجووڵێت توندییەکەی 3.5 mT ئەمانە هەژماربکە.

أ. خێرایی پرۆتۆنەکە.

ب. جووڵە وزەی پرۆتۆنەکە.

33. ئایۆنێك بارستاییەکەی 6.68×10^{-27} kg بارگەیەکی پۆزەتیڤی هەڵگرتووە، بە ونکردنی ئەلەکترۆنێك. و بەئاڕاستەی میلی کاتژمێر دەجولێت، بەخێراییەك برِەکەی 1.00×10^{4} m/s، جولەی ئایۆنەکە لەسەر ڕێرەوێکی بازنەیی دەبێت کە نیوە تیرەکەی 3.00 cm. برِو ئاڕاستەی بوارە موگناتیسیە ڕێکەکە بدۆزەرەوە. کە ئایۆنەکە تیایدا دەجولێت؟

(تێبینی: ئەو هێزە موگناتیسیەی کار لە ئایۆنە پۆزەتیڤەکە دەکات چەقە هێزە و خێراییەکەی لێکەوتە خێراییە).

34. ڤۆڵتمیتەرێکی کۆیل خولاوە ئەو جیاوازی ئەرکانە دەپێوێت کە لە نێوان 0 و 5 V دایە:

أ. ئەگەر بەرگری ڤۆڵتمیتەرەکە 500 Ω بێت. توندی تەزوی تێپەڕبوو بدۆزەرەوە کاتێك خوێندنەوەی ڤۆڵتمیتەرەکە 5V بێت.

ب. دەمانەوێت ئەم ڤۆڵتمیتەرە بۆ پێوانی جیاوازی ئەرکی زیاتر لە 5V بەکاربێنین. برِی ئەو بەرگرییە چەندە کە پێویستە دواییەك لەگەڵ ڤۆڵتمیتەرەکەدا ببەستریت بۆ پێوانی جیاوازی ئەرکێك برِەکەی 30 V و 150 Vبێت.

پرۆژە و ڕاپۆرتەکان

1. لە گەشتێکی مەیدانی قوتابخانەکەتدا، پارچە کانزایەکی بازنەییت دۆزیەوە کە پارچەی بچوکی ئاسنی کێش دەکرد ڕێگەیەك دیزاین بکە بۆ دڵنیابوون لەوەی تەنەکە موگناتیسیە، و جەمسەرەکانیشی دیاری بکە. سنورداریتی ڕیگەکەت وەسف بکە، چ کەرەستەیەکت پێویستە بۆ ئەو مەبەستە؟ چۆن دەگەیتە ئەنجامەکانت؟ هەموو ئەو ئەنجامانە بلێ کە دەتوانیت بەدەستیان بهێنیٚ هەروەها ئەو هەڵهێنجانەی دەتوانیت بیانگەیتێ لەهەر ئەنجامێکەوە.

2. زەنگ و ئامێرەکانی تەلەفۆن و گەورەکەری دەنگ و بزوێنەری ئامێرەکانی ناو ماڵ پەیدا بکە، بۆ ئەوەی بیانکەیتەوە و بیانناسی. پێکهاتە میکانیکی و کارۆموگناتیسیەکان لە یەکتر جیا بکەرەوە، باسی چۆنیەتی بەیەکەوە بەستنیان بکە. چۆن ئەم پێکهاتانە بواری موگناتیسی پەیدادەکەن؟ لە شێوەی چەند گروپێکی هاریکاردا ئەنجامەکان دەربارەی ئامێرە جیاوازەکان وەسف بکەو ڕێکیان بخە و لە پێشانگایەکدا بەناوی (جیهانی ئامێرە کارۆموگناتیسیەکان)وە پیشانیان بدەن.

3. لە هەندێك مانگی دەستکردا، لە جیاتی کۆیلی زەبرەکان دەزگایەك بەکاردێت پێی دەگوترێت تولەکانی زەبر. لە تولەکانی زەبردا مادەیەکی موگناتیسی ئاسنی دەخرێتە ناو کۆیلێکەوە. بۆچی تولەکانی زەبر بوارێکی موگناتیسی گەورەتر لە کۆیلەکانی زەبر دروست دەکەن؟

هەڵسەنگاندنی بەشی 5

هەڵبژاردنی وەڵامی ڕاست

1. چۆن بڕی بواری موگناتیسی لەناو کۆیلێکی لوولپێچدا زیاددەکرێت؟

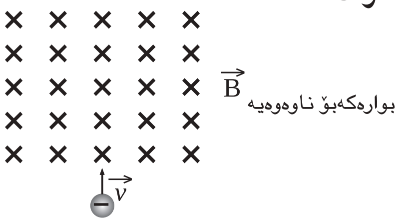
أ. بە زیادکردنی ژمارەی پێچەکانی لە یەکەی درێژیدا.

ب. بەزیادکردنی تەزوو.

ج. بە دانانی تولَە ئاسنێك لەناو کۆیلەکەدا.

د. هەموو ئەوانەی سەرەوە.

ئەم وێنەیەی خوارەوە بەکاربهێنە بۆ وەڵامدانەوەی هەردوو پرسیاری 2 و 3 .



2. کاتێك ئەلیکترۆن دەچێتە ناو بوارێکی موگناتیسی چۆن دەجووڵێت؟

أ. بەرەو لای ڕاست لادەدات و پاشان بە هێڵێکی ڕاست دەڕوات، بەرەو لای ڕاست.

ب. بەرەو لای چەپ لادەدات پاشان بەرەو لای چەپ بە هێڵێکی ڕاست بەردەوام دەبێت.

ج. لەسەر ڕێڕەوێکی نیوە بازنەیی دەجووڵێت بە ئاراستەی میلی کاتژمێر.

د. لەسەر ڕێڕەوێکی نیوە بازنەیی دەجووڵێت بە پێچەوانەی میلی کاتژمێر.

3. بڕی هێزی موگناتیسی سەر ئەلیکترۆنێك چەندە کاتێك دەچێتە ناو بوارێکی موگناتیسییەوە؟

أ. qvB ج. $\frac{q}{vB}$

ب. $-qvB$ د. BIl

4. تەنۆلکەیەکی ئەلفا $(q = 3.2 \times 10^{-19}\ C)$ بەخێرایی $2.5 \times 10^{6}\ m/s$ بە ستونی لەسەر بوارێکی موگناتیسی بڕەکەی $2.0 \times 10^{-4}\ T$ دەجووڵێت بڕی هێزە موگناتیسیە کاریگەرەکەی سەر تەنۆلکەکە چەندە؟

أ. $1.6 \times 10^{-16}\ N$ ج. $4.0 \times 10^{-9}\ N$

ب. $-1.6 \times 10^{-16}\ N$ د. سفر

ئەم دەقەی خوارەوە بۆ وەڵامدانەوەی هەردوو پرسیاری 5 و 6 بەکاربهێنە.

تەلێك درێژییەکەی $25\ cm$ و تەزوویەکی پێدا دەڕوات تونديیەکەی $12\ A$ بە ئاراستەی لە خۆرهەڵاتەوە بۆ خۆرئاوا، بڕی بوارە موگناتیسی زەوی لەدەوروبەری تەلەکەدا $4.8 \times 10^{-5}\ T$ و ئاراستەکەی لە باشورەوە بۆ باکورە.

5. بڕی هێزی موگناتیسی کاریگەری سەر تەلەکە چەندە؟

أ. $2.3 \times 10^{-5}\ N$ ج. $2.3 \times 10^{-3}\ N$

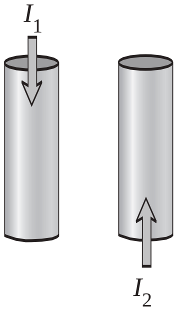
ب. $1.4 \times 10^{-4}\ N$ د. $1.4 \times 10^{-2}\ N$

6. ئاراستەی هێزی موگناتیسی کاریگەری سەر تەلەکە چۆنە؟

أ. باکور   ج. بۆسەرەوە، دوور لەزەوی

ب. باشور   د. بۆ خوارەوە،بەرەو زەوی

ئەم وێنەیەی خوارەوە بۆ وەڵامدانەوەی هەردوو پرسیاری 7-9 بەکاربهێنە



تەلی 1 تەزوی I_1 پێدارەڕوات و بواری موگناتیسی B_1 پەیدادەکات.

تەلی 2 تەزوی I_2 پێدادەڕوات و بواری موگناتیسی B_2 پەیدادەکات.

7. ئاراستەی بواری موگناتیسی B_1 لە خاڵەکانی سەر تەلی 2 دا چۆنە؟

أ. بەرەو لای چەپە.

ب. بەرەو لای ڕاستە.

ج. بەرەو ناوەوەی پەڕەکەیە.

د. بەرەو دەرەوەی پەڕەکەیە.

8. ئاراستەی هێزە کاریگەرەکەی سەر تەلی 2 بە هۆی بواری موگناتیسی B_1 چۆنە؟

أ. بەرەو لای چەپە.

ب. بەرەو لای ڕاستە.

ج. بۆ ناو پەڕەکەیە.

د. بۆ دەرەوەی پەڕەکەیە.

9. بڕی هێزی موگناتیسی کاریگەری سەر تەلی 2 چەندە؟

أ. $B_1 I_1 l_1$

ب. $B_1 I_1 l_2$

ج. $B_1 I_2 l_2$

د. $B_2 I_2 l_2$

ئەو پرسیارانەی وەڵامی کورتیان هەیە

10. چۆن یاسای دەستی ڕاست بۆ دیاریکردنی ئاراستەی بواری موگناتیسی دەوری تەلێکی گەیەنەر بەکاردەهێنرێت؟ باسی بکە.

11. هێلکارییەك وێنە بکێشە، ڕێرەوی بارگەیەکی پۆزەتیڤ نیشانبدات کە لە ڕووتەختی پەڕەکەدا لەناو بوارێکی موگناتیسیدا دەجوڵێت، ئاراستەکەی بۆ دەرەوەی پەڕەکەیە.

ئەو پرسیارانەی وەڵامی درێژیان هەیە

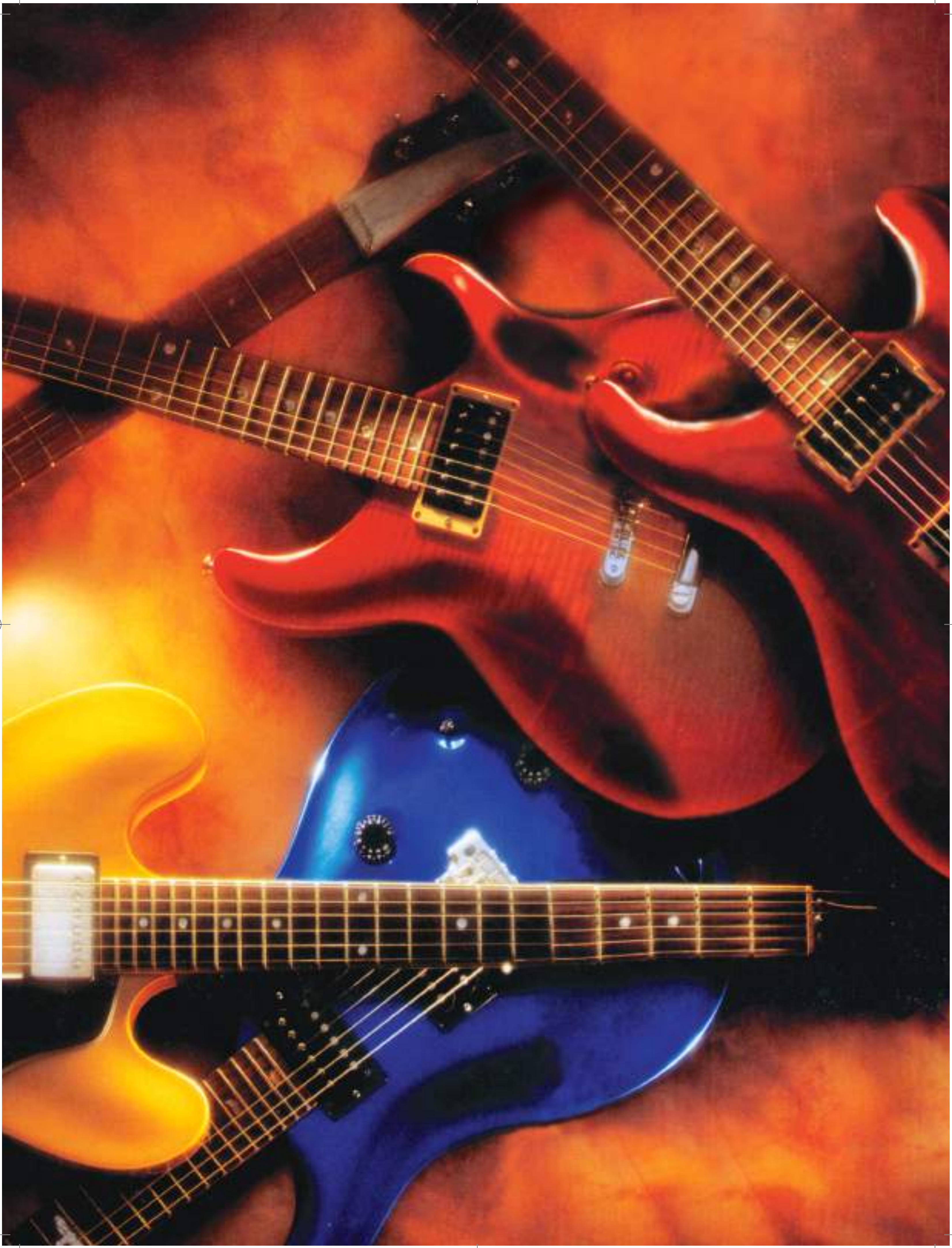
12. پرۆتۆنێك ($m = 1.7 \times 10^{-27}$ kg ، $q = 1.6 \times 10^{-19}$ C) لەناو بوارێکی موگناتیسی ڕێکدا کە بڕەکەی 0.25 T لەسەر ڕێڕەوێکی بازنەیی بە ئاراستەی میلی کاتژمێر دەجوڵێت بە لێکەوتە خێراییەکی 2.8×10^5 m/s.

أ. ئاراستەی بوارە موگناتیسییەکە چۆنە؟ ئەو ڕێگەیەی ئەوەت پێ دیاریکرد ڕوونبکەرەوە.

ب. نیوەتیرەی ڕێڕەوە بازنەییەکە چەندە؟

تێبینی

لەم کتێبەدا کە دەڵێت بۆسەرەوە ***(Up Ward)*** مەبەستی دەرەوەی پەڕەکەیە، وە کە دەڵێت بۆ خوارەوە ***(Down Ward)*** مەبەستی ناو پەڕەکەیە.



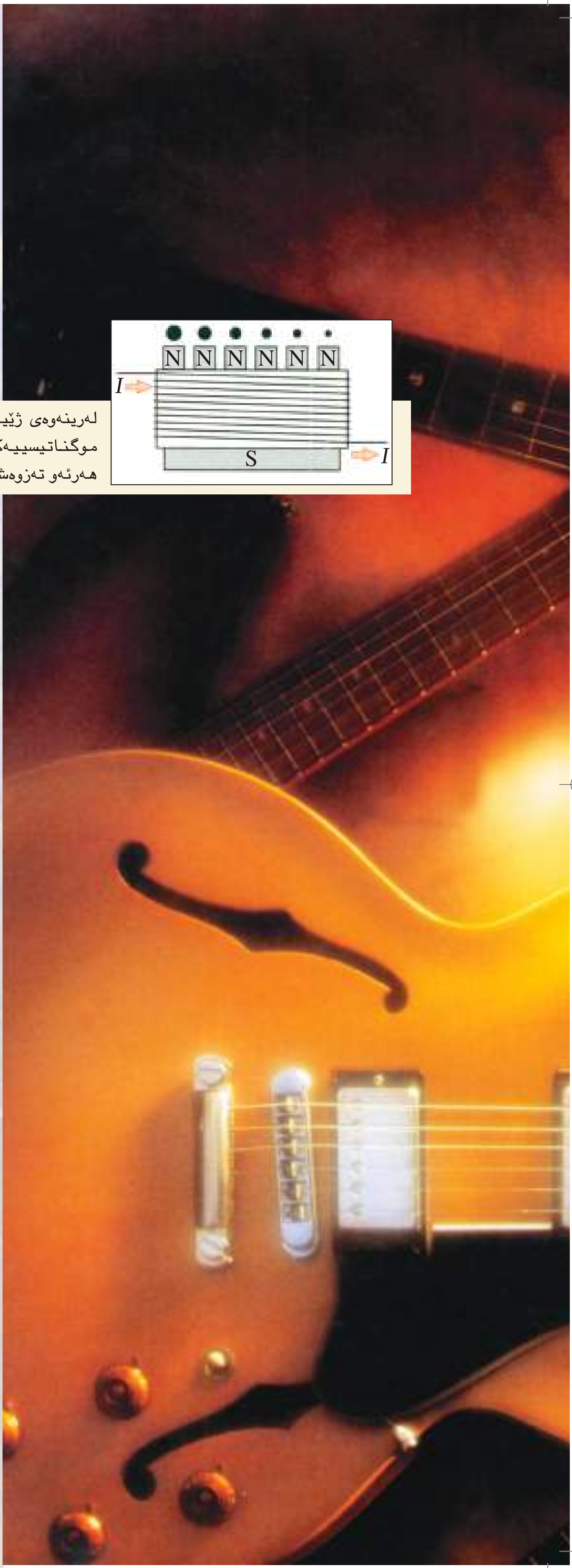
ch6 2/1/18 10:20 AM Page 3

بـــــەشـــــی 6

کارۆموگنەکاری

«هاندانی کارۆموگناتیسی»

Electro Mognatic Induction



لەرینەوەی ژێیەکانی گیتاری کارەبایی لە نزیك کۆیلێکەوە کە بە مایکرۆفۆن ناودەبرێێت بوارە موگناتیسییەکە دەگۆڕێت. ئەوەش دەبێتە هۆی پەیدابوونی تەزویەکی موگنەکار لە کۆیلەکەدا، هەرئەو تەزووەشە کە گەورەدەکرێت و دەنگی گیتارە کارەباییەکە دروست دەکات.

ئەوەی کە پێشبینی بەدیهێنانی دەکرێت

لەم بەشەدا ئەوە فێر دەبیت کە چۆن کارۆموگنەکاری دەبێتە هۆی بەرهەمهێنانی تەزوە گۆڕاوەکان و چۆنیش دەپێورێن، هەروەها بە شەپۆلە کارۆموناتیسیەکان و شەبەنگی کارۆموگناتیسیش ئاشنا دەبیت.

گرنگییەکەی چییە

گیتارە کارەباییەکان چەند جۆرێکی جیاوازیان هەیە ئەوانیش مایکرۆفۆنی جیاجیایان هەیە، بەڵام لە هەموویاندا تەزوی کارەبایی بەهۆی کرداری کارۆموگنەکارییەوە پەیدادەبێت. تێگەیشتنی کارۆموگنەکاری کارێکی پێویستە بۆ دیزاینکردنێکی باشی گیتاری کارەبایی.

ناوەڕۆکی بەشی 6

1 کارەبای پەیدابوو لە موگناتیسەوە.
- کارۆموگنەکاری (هاندانی کارۆموگناتیسی)
- خاسیەتەکانی تەزوی موگنەکار.
- خود موگنەکاری.

2 دینەمۆکان و مۆتۆڕەکان و ئاڵوگۆڕە موگنەکاری
- دینەمۆکان و تەزوی گۆڕاو
- مۆتۆڕەکان
- ئاڵوگۆڕە موگنەکاری

3 سورەکانی تەزوی گۆڕاو و ترانسفۆرمەرەکان
- تەزوی کاریگەر
- بەجێهێنانی یاسای ئۆم لە سورەکانی تەزوی گۆڕاودا.
- ترانسفۆرمەرەکان
- گواستنەوەی وزە.

ch6 2/1/18 10:20 AM Page 6

بەندی 1-6

کارەبای پەیدابوو لە موگناتیسەوە
Electricity from Magnetism

1-6 ئامانجەکانی بەندەکە

- ئەوە دەرەنجام دەکات کەوا جووڵەی ڕێژەیی لە نێوان گەیەنەرو بواری موگناتیسیدا پاڵهێزی کارەبایی موگنەکار لەگەیەنەردا پەیدادەکات.
- وەسفی ئەوە دەکات کەوا چۆن گۆڕانی ژمارەی هێڵە هێزەکانی بواری موگناتیسی سەر ئەڵقەیەکی بازنەیی کار لە بڕو ئاڕاستەی تەزوی موگنەکار دەکات.
- هەردوو یاسای لێنزو فارادای لە کارۆموگنەکاریدا بەکار دەهێنێت لە شیکارکردنی ئەو پرسیارانەی پەیوەستن بە پاڵهێزی کارەبایی موگنەکارو تەزوی موگنەکارەوە.

کارۆموگنەکاری (هاندانی کارۆموگناتیسی)

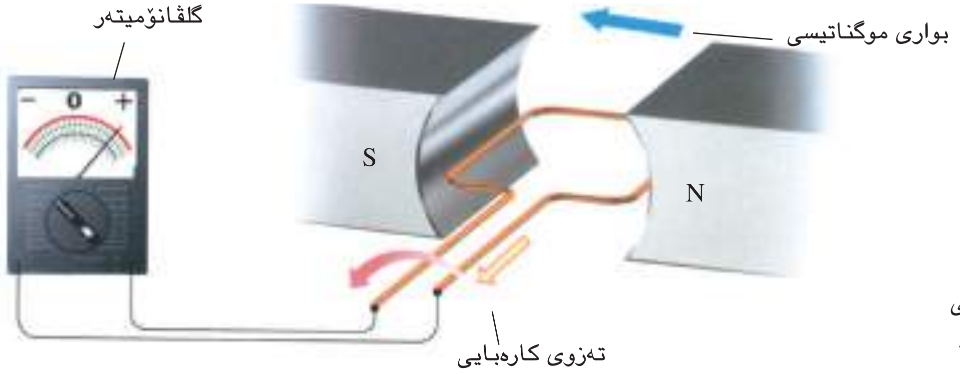
کاتێك سورە کارەباییەکانت خوێند، ئەوە باسکرا کەوا دەکرێت تەزوی کارەبایی بەتەنها لە کۆیل بەدەست بهێنرێت، بەبێ بەکارهێنانی هیچ پاترییەك. هەموو ئەو سورە کارەباییانەی تائێستا خوێندوتە بۆ مەبەستی پەیداکردنی جیاوازییەکی ئەرك پاترییەك یان سەرچاوەیەکی وزەی کارەبایی لە سورەکەدا هەبووە. ئەو بوارە کارەباییەی لە جیاوازی ئەرکەکەوە پەیدابووە دەبێتە هۆی جووڵاندنی بارگە کارەباییەکانی سورەکەو بەوەش تەزوی کارەبایی پەیدادەبێت.

بە هەمان شێوە دەتوانرێت تەزوی کارەبایی لە سورێکدا پەیدابکەین بەبێ ئەوەی پاترییەك یان سەرچاوەیەکی وزەی کارەبایی بەکاربهێنرێت. ئەوەت زانیوە کەوا تەزوی کارەبایی لە سورێکدا سەرچاوەی ئەو بوارە موگناتیسیەیە کە پەیدابووە، هەروەها پێچەوانەکەشیت زانیوە کەوا چۆن تەزوی کارەبایی بەرهەمدێت کاتێك سورێکی داخراو لەچاو بوارێکی موگناتیسیدا دەجووڵێنیت، وەك ئەوەی چۆن لە **وێنەی 1-6** دا ڕوونکراوەتەوە. کرداری بەرهەمهێنانی تەزوی موگنەکار لە سورێکدا بەهۆی گۆڕانی ئەو بوارە موگناتیسییەوەیە کە دەوری داوە پێی دەگوترێت **کارۆموگنەکاری** electromagnetic induction.

با سورێکی داخراوت هەبێت تەنها کۆیلێکی تێدابێت لە نزیك موگناتیسێکەوە دانرابێت، بەبێ بوونی پاترییەك کە دەبێتە هۆی پەیدابوونی تەزو. ئێستا ئەگەر هیچ جووڵەیەکی ڕێژەی لە نێوانیاندا نەبێت ئەوا هیچ تەزوییەك لە سورەکەدا پەیدا نابێت. بەڵام ئەگەر کۆیلەکە بە ئاڕاستەی موگناتیسەکە بجووڵێت یان لێی دووربکەوێتەوە یا موگناتیسەکە بە ئاڕاستەی کۆیلەکە بجووڵێت یا لێی دوربکەوێتەوە. ئەوا تەزوییەك لە سورەکەدا پەیدادەبێت. وەهەتا ئەو جووڵە ڕێژەییەش بەردەوام بێت تێپەڕبوونی تەزو بە سورەکەدا بەردەوام دەبێت.

کارۆموگنەکاری

کرداری بەرهەمهێنانی تەزوی کارەباییە لەگەیەنەرێکدا کە بەشێك بێت لە سورێکی داخراو بەهۆی گۆڕینی لێشاوە موگناتیسی دەوروبەرییەوە.



وێنەی 1-6
کاتێك پێچی سورەکە هێڵەکانی بواری موگناتیسی دەبڕێت، تەزوییەکی کارەبایی موگنەکار لە سورەکەدا پەیدادەبێت، جووڵەی نیشاندەری گلڤانۆمیتەرەکە بەڵگەی ئەوەیە.

پاڵێهزی کارەبای موگنەکار (ε) لە گەیەنەرێکی ڕێکدا

تەزوی موگنەکار

تەزوی کارەبایی پەیدابووە لە سورێکی کارەبایی داخراودا بە هۆی گۆڕینی لیشاوی موگناتیسی دەوروبەرییەوە.

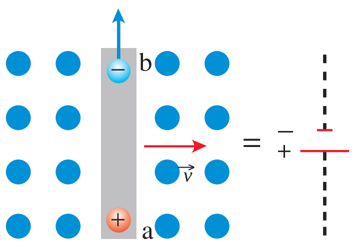
لەوانەیە ئەگەری پەیداکردنی پاڵهێزی کارەبایی (ε) و تەزوی کارەبا لە سورێکدا کە پاترییەك یان سەرچاوەیەکی وزەی کارەبایی تێدا نەبێت بەشتێکی سەیرو نامۆ بزانرێت. لەبەشی پێشودا ئەوەتزانی کەوا کاتێك بارگەیەکی کارەبایی دەچێتە ناو بوارێکی موگناتیسی لە ڕێڕەوەکەی خۆی لادەدات دەتوانرێت چەمکی ئەم لادانە بۆ ڕوونکردنەوەی بوونی ε لە تولێکدا کە لە بوارێکی موگناتیسیدا بجووڵێت بەکاربهێنرێت

ch6 2/1/18 10:20 AM Page 5

وادابنێ کە تولەگەیەنەری ab لەناو بوارێکی موگناتیسیدا دەجووڵێت وەك لە **وێنەی 2-6** دادیارە. تۆ لە خوێندنی موگناتیسیەوە ئەوە دەزانیت کەوا ئەو تەنۆلکە بارگاویانەی بە گۆشەیەکی دیاریکراو لەناو بوارە موگناتیسیەکەدا دەجووڵێن، بەرەنگاری هێزێکی موگناتیسی دەبنەوە، بەپێی یاسای لەپی دەستی ڕاست، ئەم هێزە ئەستون دەبێت لە سەر هەریەکە لە بوارە موگناتیسیەکەو خێرایی بارگەکان. ئەم هێزەش بە درێژایی تولەکە بەرەو خوارەوە دەبێت بە گوێرەی بارگە پۆزەتیڤە سەربەستەکانەوە و بەرەو سەرەوە دەبێت بە گوێرەی بارگە نێگەتیڤە سەربەستەکانەوە. ئەم کاریگەریە هاوتای دانانی پاتریەك دەبێت لە جێگەی تولە گەیەنەرەکەو وبوارە موگناتیسیەکە کە جیاوازییەکی ئەرك یان ε لە نێوان دوو جەمسەرەکەیدا هەبێت. هەروەك لە **وێنەی 2-6**دا ڕوونیدەکاتەوە دەکرێت پارێزگاری لەم پاڵهێزە کارەباییە بکرێت بە هۆی بەردەوامبوون لە جووڵاندنی تولەکە لەناو بوارە موگناتیسیەکەدا.

جەمسەرەکانی ε موگنەکار پابەندی ئاڕاستەی جووڵەی تولە گەیەنەرەکە دەبن لەناو بوارە موگناتیسییەکەدا. بۆ نموونە لە **وێنەی 2-6** دا کە تولەکە بەرەو لای ڕاست دەجووڵێت یاسای لەپی دەستی ڕاست پێشبینی ئەوە دەکات کەوا بارگە نێگەتیڤەکان بەرەو سەرەوەی تولەکە دەجووڵێن، ئەگەر تولەکە بەرەو لای چەپ بجووڵایە ئەوا بارگە نێگەتیڤەکان بەرەو خوارەوەی تولەکە دەجووڵان. بەڵام بڕی ε موگنەکارەکە پابەندی هەریەکە لە خێرایی جووڵانی v تولەکە لە ناو بوارە موگناتیسیەکەداو درێژی تولە گەیەنەرەکە l کە کەوتووتە ناو بوارەکەوە هەروەها توندی بواری موگناتیسی B دەبێت. (ε) لەم پەیوەندییەوە دەدۆزرێتەوە:

$$\varepsilon = B\,l\,v$$



$\vec{B}$ بەرەو دەرەوەی لاپەڕەکە یە

وێنەی 2-6

جیاکردنەوەی بارگە پۆزەتیڤەکان لە بارگە نێگەتیڤەکان بەهۆی بواری موگناتیسیەوە دەبێتە هۆی دروستبوونی جیاوازی ئەرك (ε) لە نێوان دوو لایەکەی گەیەنەرەکەدا.

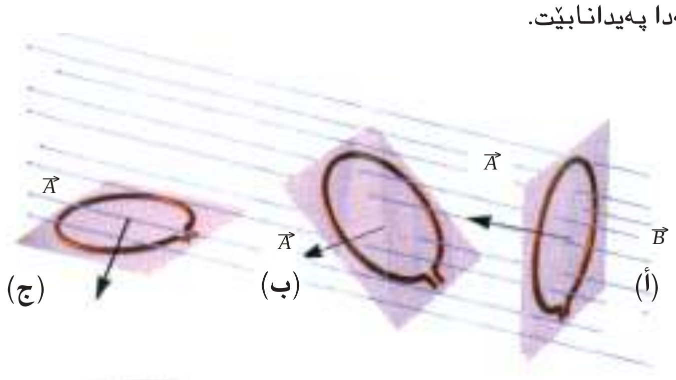
کاریگەری گۆشەی نێوان بوارەکەو گەیەنەرەکە لەسەر تەزوی موگنەکار

یەکێك لە ڕێگەکانی پەیداکردنی ε لە ئەڵقەیەکی داخراوی گەیەنەردا، جووڵاندنی هەموو ئەڵقەکە یان بەشێکیەتی بەرەو ناوەوەی بوارە موگناتیسیە ڕێکەکە یان بەرەو دەرەوەی بوارەکە. بەهیچ شێوەیەك ε پەیدا نابێت ئەگەر بێت و ئەڵقەکە نەجووڵێت و بوارەکەش جێگیربێت. یەکێك لەو هۆکارانەی بڕی هەریەکە لە ε و تەزوی موگنەکاری (هاندراوی) لەسەر بەندە ئاڕاستەی جووڵەی تولەکەیە لەناو بوارە موگناتیسیەکەدا. هەروەك لە **وێنەی 3-6** دا دیارە بڕی تەزو لەوپەڕی زۆریدادەبێت کاتێکیش ئاستی ئەڵقەکە ئەستون بێت لەسەر بوارە موگناتیسیەکە هەروەك **وێنەی 3-6** (أ). وە کاتێکیش ئاستی ئەڵقەکە لەسەر بوارەکە لار دەبێت بڕی ε کەمتر دەبێت وەك **وێنەی 3-6** (ب)، بەڵام کاتێك ئاستی ئەڵقەکە تەریب بێت بە ئاڕاستەی بوارەکە بڕی ε سفردەبێت وەك **وێنەی 3-6** (ج).

دەتوانرێ ئەو ڕۆڵەی ئاڕاستەی ئەڵقەکە لەسەر دروستبونی تەزوی موگنەکار هەیەتی بە هۆی ئەو هێزەوە کە بوارە موگناتیسیەکە دەیخاتە سەر بارگە کارەباییە جووڵاوەکان ڕوونبکرێتەوە. بەتەنها پێکنەرە ستونیەکەی بواری موگناتیسی کار لە هەریەکە لە ئەڵقەکەو ئاڕاستەی جووڵەکەی دەکات و بەهێزێکی موگناتیسی کاردەکاتە سەر بارگەکانی ئەڵقەکە. ئەگەر ئاستی ئەڵقەکە تەریب بە ئاڕاستەی بوارە موگناتیسیەکە بجووڵێنین، ئەوا هیچ پێکنەرێکی ستونی بۆ بوارەکە لەسەر ئەڵقەکە نابێت بەوەش ε بۆ جووڵاندنەوەی بارگەکان لە سورەکەدا پەیدانابێت.

وێنەی 3-6

هەرسێ ئەڵقەکە بەرەو دەرەوەی بوارە موگناتیسییە نەگۆڕەکە دەجووڵێن. ε و تەزوی موگنەکار لەو پەڕی زۆریدا دەبن کاتێك ئاستی ئەڵقەکە ئەستون بێت لەسەر بوارەکە. (أ) نرخەکەی کەمدەبێتەوە وە کاتێك ئاستی ئەڵقەکە لاربێت (ب) و دەبێت بە سفر کاتێك ئاستی ئەڵقەکە تەریب بێت بە هێڵە هێزەکانی بواری موگناتیسی (ج).



ch6 2/1/18 10:20 AM Page 8

کاریگەری گۆڕانی ژمارەی هێڵەکانی بواری موگناتیسی لەسەر تەزوی موگنەکار

ئەوەی کە لەلات زانراوە، ئەوەیە کەوا لەوانەیە جوولەی ئەڵقەیەك بەرەو ناوەوەی بوارێکی موگناتیسی یان بەرەو دەرەوەی ببێتە هۆی پەیدابوونی ε و تەزویەکی موگنەکار لە ئەڵقەکەدا. هەروەها گۆڕانی شێوەی ئەڵقەکە یان توندی بوارە موگناتیسیەکە دەبێتە هۆی پەیدابوونی ε موگنەکار (هاندراو) لە ئەڵقەکەدا.

یەکێك لە ڕێگەکان کە توانای پەیدابوونی تەزوی موگنەکاری لە بارێکی دیاریکراودا پێدەزانرێت، زانینی ژمارەی ئەو هێڵە هێزە موگناتیسیانەیە کە ئەڵقەکە دەبڕێت لە کاتی جووڵەکەدا. بۆ نموونە جووڵاندنی ئەڵقەکە بەرەو ناوەوەی بوارەکە وا دەکات کە هەندێك هێڵە هێز بچنە ناو ڕووبەری ئەڵقەکەوە. هەروەها گۆڕانی شێوەی ئەڵقەکە یان خولاندنەوەکەی دەبێتە هۆی گۆڕینی ژمارەی ئەو هێڵانەی کە ئەڵقەکە دەبڕن. بەهەمان شێوەش گۆڕانی توندی بواری موگناتیسی یان ئاڕاستەکەی دەبێتە هۆی دروستکردنی گۆڕان لە ژمارەی هێڵە هێزەکاندا. **خشتەی 1-6** هەرسێ ڕێگەکەی پەیداکردنی تەزوی موگنەکار پوخت دەکاتەوە.

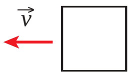
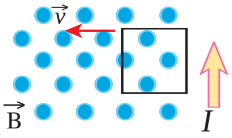
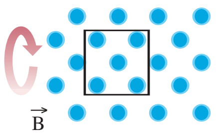
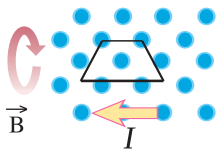
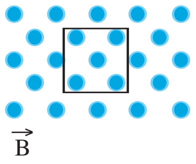
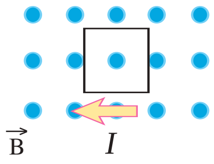
خاسیەتەکانی تەزوی موگنەکار

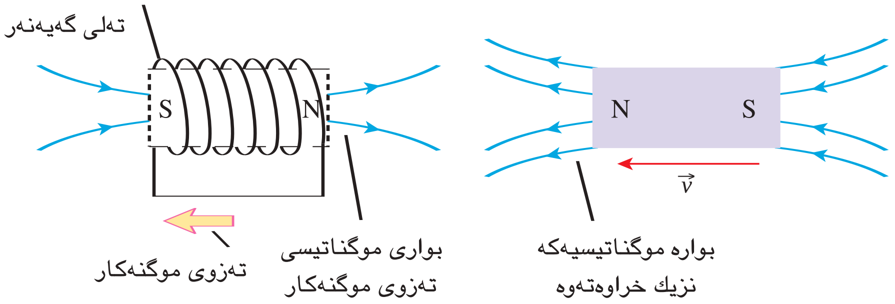
وا دابنێ تولە موگناتیسێك بەرەو ناوەوەی کۆیلێك پاڵنرا، ئەوا هەتا تولە موگناتیسیەکە لە کۆیلەکە زیاتر نزیك ببێتەوە توندی بوارە موگناتیسییەکەلە ناو کۆیلەکە زیاتر دەبێت، بەوەش تەزوی موگنەکار لە سوڕەکەدا پەیدادەبێت. تەزوە موگنەکارەکەش بوارێکی موگناتیسی تایبەت بە خۆی دروست دەکات کە دەکرێت بە بەکارهێنانی یاسای لەپی دەستی ڕاست ئاڕاستەکەی بزانرێت. لەکاتی جێبەجێکردنی ئەم یاسایە لە بارە جیاجیاکاندا، دەبینیت کەوا بواری موگناتیسی تەزوی موگنەکار لەسەر ئەو ڕێگەیە بەندە کە بوارە موگناتیسیە دانراوەکە (بنەڕەتیەکە)ی پێدەگۆڕدرێت. هەتا موگناتیسەکە نزیکتربکەوێتەوە، توندی ئەو بوارە موگناتیسیە زیاد دەکات کە کۆیلەکە دەبڕێت. تەزوە موگنەکارەکە بە ئاڕاستەیەك دەخولێتەوە دەبێتە هۆی دروستکردنی بوارێکی موگناتیسی کە بەرهەڵستی زیادبوونی بوارە موگناتیسیە بنەڕەتیەکە دەکات.

ئایا دەزانیت؟

لە ساڵی 1996 دا کەشتیەوانەکانی بۆشایی ئاسمان لە کەشتی کۆلۆمبیادا هەوڵیاندا تەلێکی گەیەنەر کە درێژیەکەی 20.7 km بوو بەکاربهێنن بۆ لێکۆڵینەوە لە بواری موگناتیسی زەوی لە بۆشاییدا. پلانەکە ئەوەی دەخواست کەوا تەلەکە لەناو بوارە موگناتیسیەکەی زەویدا ڕابکێشرێت بۆ ئەوەی پاڵهێزی کارەبایی موگنەکار ε پەیدا ببێت. بڕی ε ڕاستەوانە لەگەڵ توندی بوارە موگناتیسیەکەدا دەگۆڕێت لە بەدبەختیەوە پێش ئەوەی تەلەکە بە تەواوەتی درێژ بکرێت پچڕا بۆیە واز لە تاقیکردنەوەکە هێنرا.

خشتەی 1-6 ڕێگەکانی بەرهەمهێنانی تەزوی موگنەکار لە سوڕەکارەبادا

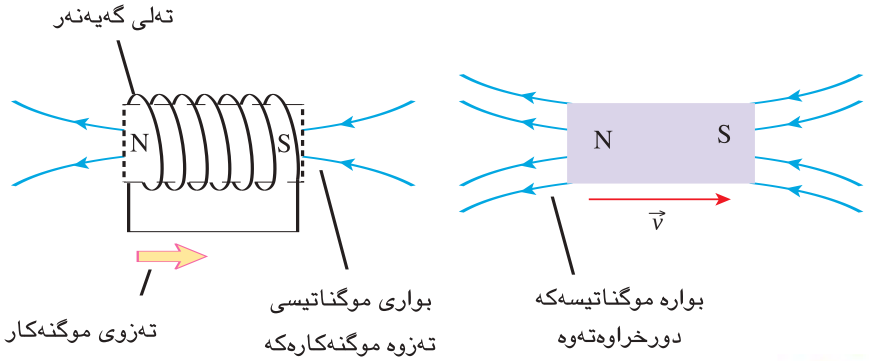
وەسفی ڕێگاکە	پێش	پاش
ئەڵقەکە بەرەو ناوەوەی یان دەرەوەی بوارە موگناتیسیەکە دەجوولێت (دەشێت ئەڵقەکە یان موگناتیسەکە بجوولێت).		
ئەڵقەیەك لەناو بوارە موگناتیسەکەدا دەخولێتەوە (گۆشەی نێوان ئاستی ڕوبەری ئەڵقەکە و بوارە موگناتیسیەکە دەگۆڕێت)		
توندی بواری موگناتیسی یان ئاڕاستەکەی یان هەردووکیان دەگۆڕێن		



وێنەی 6-4
کاتێك تولّە موگناتیسیەکە بە ئاڕاستەی کۆیلەکە دەجوولێت بوارە موگناتیسیەکەی تەزوە موگنەکارەکە بەرهەڵستی گۆڕانی بوارە موگناتیسیە نزیکخراوەکە دەکات.

بۆیە ئاڕاستەی بواری موگناتیسی تەزوە موگنەکارەکە بەرهەڵستی زیادبوونی بوارە موگناتیسیە بنەڕەتیەکە دەکات.

بواری موگناتیسی تەزوە موگنەکارەکە لە بواری موگناتیسی تولّە موگناتیسیەکەی **وێنەی 6-4** دەچێت. لە کۆیلەکەو موگناتیسە نزیکخراوەکەوە جووتێك (دوو) هێزی لە یەکتر دوورکەوتنەوە پەیدادەبێت. کاتێك موگناتیسەکە لە کۆیلەکە دوور دەخرێتەوە، ئەو بوارە موگناتیسیە کەمدەکات کە کۆیلەکە دەیبڕێت. بەوەش جارێکی تر تەزوی موگنەکار لە کۆیلەکەدا بوارێکی موگناتیسی وا دروست دەکات کە بەرهەڵستی کەمبوونی بوارە موگناتیسیە دوورخراوە بنەڕەتیەکە دەکات. ئەوەش ئەوە دەگەیەنێت کەوا بواری موگناتیسی تەزوەکە بەهەمان ئاڕاستەی بوارە موگناتیسیە دوورخراوەکە دەبێت. بوارە موگناتیسیەکەی تەزوە موگنەکارەکە لە بواری موگناتیسی تولّە موگناتیسەکەی وێنەی 6-5 دەچێت. لەم بارەدا کۆیلەکە و موگناتیسەکە یەکتر کێش دەکەن.



وێنەی 6-5
کاتێك تولّە موگناتیسیەکە لە کۆیلەکە دوور دەخرێتەوە بواری موگناتیسی تەزوە موگنەکارەکە لە بواری موگناتیسی تولّە موگناتیسە دوور خراوەکە دەچێت.

فیزیا و ژیان

1. کەوتنە خوارەوەی سەربەستی موگناتیس
تولّە موگناتیسێك بەرەو زەوی خرایە خوارەوە، ئەڵقەیەکی گەورەی گەیەنەری کانزایش لەسەر زەوییەکە دانراوە. درێژی تولّە موگناتیسەکەو ئاڕاستەی جەمسەرەکانی تەریب دەبن بە ئاڕاستەی جوولەکەی. ئەگەر بەرگری هەوا فەرامۆشبکرێت، ئایا موگناتیسەکە سەربەستانە بەرەو ئەڵقەکە بە تاودانی تەنی سەربەست کەوتو دەکەوێتە خوارەوە؟ وەڵامەکەت ڕوونبکەرەوە.

2. کارۆموگنەکاری لە بازندا وا دابنێ کەوا ژنێك بازنێکی لە مس دروستکراوی نەپچڕاوی (داخراوی) کردە دەستی و بەخێرایی بەناو بوارێکی موگناتیسی بەهێزدا جوولا، ئایا دەبێت ئاڕاستەی بازنە مسەکە بە گوێرەی بوارەکەوە چۆن بێت، بۆ ئەوەی تەزوی موگنەکار لە بازنەکەدا پەیدا نەبێت؟

ئەو یاسایەی کە بە هۆیەوە ئاراستەی تەزوی موگنەکار دیاری دەکرێت پێی دەگوترێت **یاسای لێنز**. دەقەکەی بەم شێوەیە دەبێت: **ئاڕاستەی ئەو بوارە موگناتیسیەی کە تەزویەکی موگنەکار لە سورە کارەبایەکی داخراودا دروستی دەکات دژ کاری گۆڕان دەبێت لەو بوارەدا کە ئەو تەزوەی دروستکردووە.**

بزانە کە ئاراستەی بواری موگناتیسی تەزوە موگنەکارەکە پێچەوانەی بوارە دەرەکیەکە نیە، بەڵکو دژی ئەو گۆڕانەیە کە لە بوارە دەرەکییەکەدا ڕوودەدات. ئەگەر ئاڕاستەی بوارە دەرەکیەکە (دانراوەکە) گۆڕا ئەوا بواری تەزوە موگنەکارەکە هەوڵدەدات کەوا بوارە گشتییەکە بە نەگۆڕی بهێڵێتەوە.

یاسای فارادای لەکارۆموگنەکاریدا وبڕی پاڵهێزی کارەبای موگنەکار

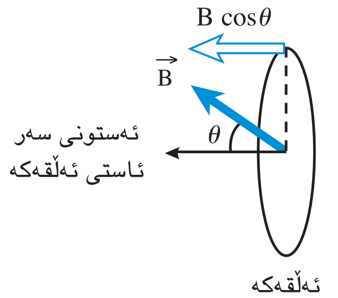
بەهۆی یاسای لێنزەوە دەتوانیت ئاڕاستەی تەزوی موگنەکار لە سوڕێکدا دیاری بکەیت. بەڵام بەهیچ شێوەیەك یاسای لێنز هیچ زانیاریەکت دەربارەی بڕی تەزوی موگنەکار یان ε موگنەکار ناداتێ. بۆیە بۆ زانینی بڕی ε موگنەکار دەبێت یاسای فارادای لە کارۆموگنەکاریدا بەکاربهێنیت. لە سوڕێکی کارەباییدا کە تاقە پێچێکی تێدابێت دەقی یاساکە بەم شێوەیە دەبێت:

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi_{\text{موگناتیسی}}}{\Delta t}$$

ئەوە بە بیرخۆت بهێنەرەوە (لە بەشی پێشودا) کەوا دەکرێت لێشاوی موگناتیسی بەم شێوەیە $AB\cos\theta$ بنوسرێت. ئەم هاوکێشەیە ئەوە دەگەیەنێت کەوا هەر گۆڕانێکی سێ گۆڕاوەکە بە پێی کات کە ئەمانەن: بواری موگناتیسی B یان ڕووبەری پێچەکە A یان ئاڕاستەکەی θ. لەوانەیە ببێتە هۆی پەیداکردنی پاڵهێزی کارەبایی موگنەکار. هێندی $B\cos\theta$ پێکنەرە ستونیەکەی بوارە موگناتیسیەکەی سەر ئاستی ئەڵقەکە دەنوێنێت. θ گۆشەی نێوان ستونی سەر ئاستی ئەڵقەکەو ئاڕاستەی بوارە موگناتیسیە دانراوەکە (بنەڕەتیەکە) وەکو ئەوەی **وێنەی 6-6** دەپێورێت.

نیشانە نێگەتیڤەکە بۆ هاوکێشەکەی فارادای زیاددەکرێت. بۆ ئەوەی جەمسەرەکانی پاڵهێزە کارەباییە موگنەکارەکە بنوێنێت. ئەم نیشانەیە ئەوە دەگەیەنێت کەوا بواری موگناتیسی تەزوە موگنەکارەکە دژی گۆڕانی بوارە موگناتیسیە دەرەکییەکە (بنەڕەتیەکە) دەبێت، هەروەکو چۆن یاسای لێنز دەڵێت.

ئەگەر کۆیلی سورەکە (ئەڵقەکە) لە چەند پێچێك N پێکهاتبێت ئەوا تێکرای پاڵهێزە کارەباییە موگنەکارەکە سەرەنجامی لێکدانی N دەبێت لە پاڵهێزی کارەبایی یەك پێچ. لەو کاتەشدا هاوکێشەکە شێوە گشتییەکەی یاسای فارادای لە کارۆموگنەکاریدا وەردەگرێت.



وێنەی 6-6

گۆشەی θ بەوە پێناسە دەکرێت کە گۆشەی نێوان ئاڕاستەی بواری موگناتیسی و ئەستونی سەر ئاستی ئەڵقەکەیە. $B\cos\theta$ پێکنەری ستونی بواری موگناتیسی سەر ئەڵقەکە دەنوێنێت.

یاسای فارادای لە کارۆموگنەکاریدا

$$\varepsilon = -N\frac{\Delta\Phi_{\text{موگناتیسی}}}{\Delta t}$$

تێکرای ε موگنەکار = −ژمارەی پێچەکانی کۆیلەکە × تێکرای کاتی گۆڕانی لێشاوە موگناتیسی یەك پێچ

لەم بەشەدا هەمیشە N ژمارەی تەواو دەبێت. ئەوەش بە بیرخۆمان دەهێنینەوە کەوا یەکەی پێوانی توندی بواری موگناتیسی لە سیستمی SI دا تسیلا (T) یە، کە یەکسانە بە نیوتن لەسەر ئەمپێر. مەتر $\frac{N}{A\cdot m}$.

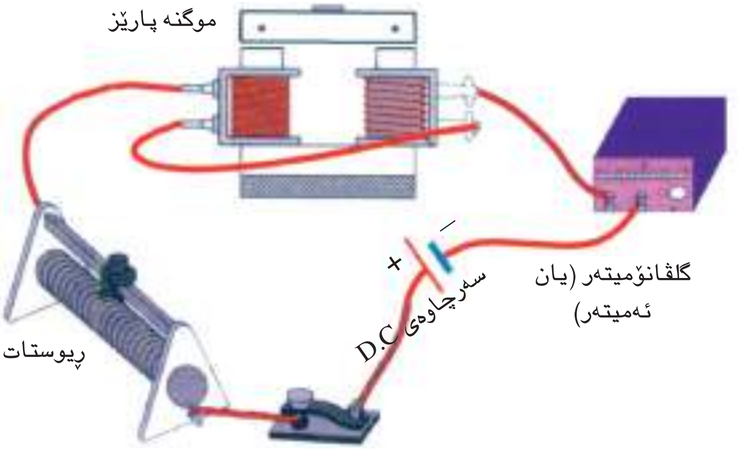
هەروەها دەکرێت تێسلا بە شێوەی (ڤۆڵت. چرکە) لەسەر مەتر دووجا بنوسرێتواتە $\frac{V\cdot s}{m^2}$، بۆیە یەکەی پێوانی ε لە یەکەی پێوانی ئەرکی کارەبایی دەچێت کە ئەویش ڤۆڵتە (V).

ch6 4/24/18 9:58 AM Page 9

خودموگنەکاری Self Induction

لە **وێنەی 7-6** دا سورەکە گلڤانۆمیتەرێك (یان ئەمیتەرێك) و موگناتیسێکی کارەبایی کە لە دوو کۆیل پێکهاتووە کە هەریەکەیان 1200 پێچەو، ریوستاتێك و سەرچاوەیەکی کارەبایی گونجاوی تێدایە.

ریوستاتەکە دەجوولێنین، تا نیشاندەری ئەمیتەرەکە بۆ نموونە 50 mA نیشاندەدات. کاتێك موگنەپارێزەکە دادەنرێت خوێندنەوەی ئەمیتەرەکە کەمدەکات کە ئەوش بەڵگەی کەمبوونەوەی توندی تەزوە لەسورەکەدا و پاشان دەگەڕێتەوە باری ئاسایی خۆی. کاتێکیش موگنە پارێزەکە لادەبرێت لێشاوەکە کەم دەکات، بۆیە ئەمیتەرەکە زیادبوونێکی کاتی توندی تەزو پیشاندەدات.



وێنەی 7-6

سوری خودموگنەکاری کە لە موگناتیسێکی کارەبایی و ریۆستات و سەرچاوەیەکی کارەبایی گونجاو پێکدێت.

کاتێکیش تەزوی سورەکە زیاد یان کەم دەکەین بری ئەو لێشاوە موگناتیسیەی کە پێچەکانی کۆیلەکە دەبرێت دەگۆڕێت. بۆیە پاڵهێزێکی کارەبایی خۆیی دژ ئاراستە لە کاتی زیادبوونی توندی تەزوو، وە بە هەمان ئاراستە لە کاتی کەمبوونی توندی تەزوەکەدا پەیدا دەبێت. لەوەی پێشەوە ئەوە روونبووەوە کەوا هەرکاتێك گۆڕان لە لێشاوە موگناتیسی دەوری کۆیلیکدا روودەدات بە هۆی گۆڕانی توندی تەزوی تێپەڕبووەوە، ئەوا پاڵهێزێکی کارەبای موگنەکاری تێدا پەیدا دەبێت کە بەرهەڵستی گۆڕانی ئەو تەزوە دەکات کە بە کۆیلەکەدا دەڕوات. ئەم دیاردەیەش بە دیاردەی **خودموگنەکاری** self induction ناودەبرێت کە ئەویش (کرداری پەیدابوونی پاڵهێزی کارەبای موگنەکارە لە کۆیلێکدا بە هۆی گۆڕانی تەزوەکەی ناوییەوە).

خودموگنەکاری

پەیدابوونی پاڵهێزی کارەبایی موگنەکار لە کۆیلێکدا بەهۆی گۆڕانی توندی تەزوی تێپەڕ بو بەناویدا.

بۆ هەژمارکردنی بری ئەو پاڵهێزە کارەباییەی کە بە هاندانی خۆیی دروستبووە، وا دادەنێین کە ئەگەر بێتو تەزوی I بە کۆیلێکدا بڕوات دەبێتە هۆی پەیدابوونی لێشاوێکی موگناتیسی کە بڕەکەی Φ و هەر پێچێك لە پێچەکانی کۆیلەکە دەبڕێت، و بڕەکەی ڕاستەوانە دەگۆڕێت لەگەڵ توندی تەزوەکەدا.

ئەگەر توندی تەزوەکە بە تێکرایی $\frac{\Delta I}{\Delta J}$ بگۆڕێت ئەوا لێشاوە پەیدابووەکەش بە تێکرایی $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ دەگۆڕێت. کە ئەویش ڕاستەوانە لەگەڵ تێکرای کاتی گۆڕانی توندی تەزودا دەگۆڕێت و دەبێتە هۆی پەیدابوونی پاڵهێزێکی کارەبایی خۆیی ε. کە بڕەکەی ڕاستەوانە لەگەڵ تێکرایی کاتی گۆڕانی توندی تەزودا دەگۆڕێت، واتە:

$$\varepsilon = -N\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

بەڵام

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \propto \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

بۆیە

$$\varepsilon = -(N \times \text{نەگۆڕ})\left(\frac{\Delta I}{\Delta t}\right)$$

بڕە نەگۆڕەکەش (نەگۆڕ × N) بۆ یەك کۆیل نەگۆڕدەبێت و پێی دەگوترێت **هاوکۆلکەی خودموگنەکاری** coefficient of self inductance کۆیلەکە کە بەهێمای L هێما دەکرێت و بەیەکەی ڤۆڵت. چرکە/ئەمپێر دەپێورێت و پێی دەگوترێت **هێنری** (H)، بە ناوی ئەو زانایەوە کە دیاردەی خود موگنەکاری دۆزیەوە بۆیە پەیوەندی ئەم پاڵهێزە کارەباییە خۆییە کە لە کۆیلەکەدا پەیدابووە بەم شێوەیەی لیَ دێت

$$\boldsymbol{\varepsilon = -L\,\frac{\Delta I}{\Delta t}}$$

هاوکۆلکەی خودموگنەکاری L

ڕێژەی نێوان پالهێزی کارەبایی موگنەکارە لە کۆیلێکدا بۆ تێکرای کاتی گۆڕانی توندی تەزووی پێپەڕبوو پیایدا.

یان

ڕێژەی نێوان ئەو لێشاوە موگناتیسیەیە کە کۆیلێك دەبڕێت بۆ ئەو تەزووەی کە پیایدا دەڕوات.

لەمەشەوە دەردەکەوێت کە

$$L = \frac{-\varepsilon}{\frac{\Delta I}{\Delta t}}$$

بۆیە L بەوە پێناسە دەکرێت کەوا ژمارەییانە یەکسانە بە بڕی پاڵهێزە کارەبای پەیدابوو لە کۆیلەکە خۆیدا بەهۆی گۆڕانی توندی تەزوو لە کۆیلەکەدا بە تێکڕای یەک ئەمپێر لە یەک چرکەدا.

هاوکۆلکەی خودموگنەکاری بۆ کۆیلێکی شێوە لوول پێچ

لە **وێنەی 8-6** دا سوڕە کارەبایەك هەیە لە کۆیلێکی لوولپێچ و سەرچاوەیەکی کارەبایی پێکدێت. ژمارەی پێچەکانی کۆیلەکە N پێچە و درێژییەکەی l و ڕووبەری برگەکەی A. لە ساتی داخستنی سوڕەکەدا تەزو لە سفرەوە زیاددەکات و دەگاتە برە نەگۆڕەکەی I. لەم ساتەشدا لێشاوێکی موگناتیسی دروست دەبێت کە نرخەکەی ئەویش لە سفرەوە زیاددەکات و دەگاتە Φ بەوەش پاڵهێزێکی کارەبای دژ ئاراستەی پاڵهێزە کارەبا بنەڕەتیەکە پەیدادەبێت. لەوەشەوە:

$$\varepsilon = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$-N\,\Delta\Phi = -L\,\Delta I$$

لەوەشەوە: $-N(\Phi - 0) = -L(I - 0)$

بەوەش: $N\Phi = LI$

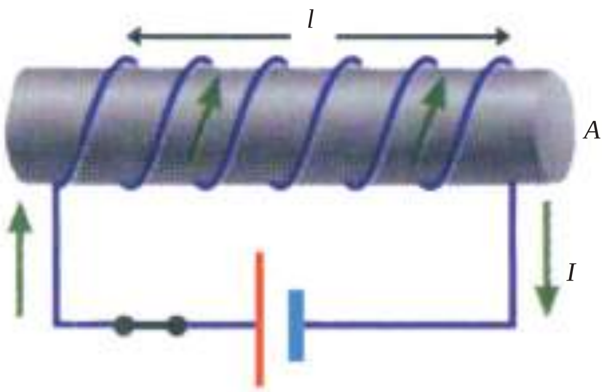
لەبەر ئەوەی: $\Phi = B \bullet A$

بە گۆڕینی B بە $\frac{\mu NI}{l}$ بۆ کۆیلە لوولپێچەکە بۆیە:

$$LI = \frac{NIA\mu N}{l}$$

بەوەش هاوکۆلکەی خودموگنەکاری کۆیلە لوولپێچەکە دەکاتە

$$\boldsymbol{L = \frac{\mu N^2 A}{l}}$$



وێنەی 8-6
هاوکۆلکەی خودموگنەکاری کۆیلی شێوە لوولپێچ بەندە لەسەر دووریەکانی کۆیلەکەو ژمارەی پێچەکانی و جۆری ناوەخنەکەی.

نموونە 6 (أ)

خودموگنەکاری

پرسیارەکە

کۆیلێکی کارەبایی درێژییەکەی **10 cm** و ڕووبەری برگەکەی **25 cm^2** و ژمارەی پێچەکانی **400** پێچەو ناواخنەکەی هەوایە، تەزویەکی پێدادەڕوات توندییەکەی **4.0 A**. ئەو لێشاوە موگناتیسییە بدۆزەرەوە کە پانە برگەی کۆیلەکە دەبڕێت. ئەگەر ئاراستەی تەزووەکە لە ماوەی **0.1 s** دا پێچەوانەبووەوە، پاڵهێزی کارەبای موگنەکاری پەیدابوو هەژماربکە.

شیکار

1. دەزانم

دراو: $l = 10\ \text{cm}$ $\quad A = 25\ \text{cm}^2$ $\quad N = 400$

$I = 4.0\ \text{A}$ $\quad \mu_o = 4\pi \times 10^{-7}\text{T•m/A}$

نەزانراو: $\Phi = ?$ $\quad \varepsilon = ?$

2.پلان دادەنێم

هاوکێشەیەك هەڵدەبژێرم: پەیوەندی هاوکۆلکەی خودموگنەکاری بەکاردەهێنم

$$L = \frac{\mu N^2 A}{l}$$

3. هەژماردەکەم

نرخەکان لە هاوکێشەکەدا دادەنێم و هەژماردەکەم

$$L = \frac{\mu N^2 A}{l} = \frac{(4\pi \times 10^{-7}\ \text{T•m/A})\ (400)^2\ (25 \times 10^{-4}\ \text{m}^2)}{(10 \times 10^{-2})\text{m}}$$

$$L = 5.03 \times 10^{-3}\ \text{H}$$

بەڵام

$$N\Phi = LI$$

$$400 \times \Phi = (5.03 \times 10^{-3}\ \text{H}) \times (4\ \text{A})$$

$$\Phi = \frac{(5.03 \times 10^{-3}\ \text{H})\ (4\text{A})}{400} = 5 \times 10^{-5}\ \text{T•m}^2$$

$$\varepsilon = -L\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{(-5.03 \times 10^{-3}\ \text{H})\ (-8\text{A})}{0.1\ \text{s}} = \boxed{0.4\ \text{V}}$$

ڕاهێنانی 6 (أ)

خودموگنەکاری

1. تەزوی کارەبا لە سورێکدا لە $0.0\ \text{A}$ ەوە زیاددەکات بۆ $10\ \text{A}$ لە ماوەی 0.1 دا، ئایا پاڵهێزی کارەبای موگنەکار چەندە؟ وا دابنێ هاوکۆلکەی خودموگنەکاریەکەی $0.02\ \text{H}$.

2. کامیان هاوکۆلکەی خودموگنەکاری کۆیلێك زیاتردەکات؟ دوو هێندەکردنی ژمارەی پێچەکانی یان دوو هێندەکردنی ڕووبەری پانە برگەکەی؟ بۆچی؟

ch6 2/1/18 10:20 AM Page 14

نموونە 6 (ب)

پاڵهێزی كارەبای موگنەكارو تەزوی موگنەكار

پرسیارەكە

كۆیلێك لە 25 پێچ پێكهاتووە لەسەر بۆریەكی هەوایی هەڵكراوە كە ڕووبەری پانە بڕگەكەی **$1.8\ m^2$**، هەر پێچێك ڕووبەری بڕگەی بۆریە هەواییەكەی هەیە، بوارێكی موگناتیسی ڕێك بە ستونی خرایە سەر ئاستی كۆیلەكە، ئەگەر توندی بوارە موگناتیسیەكە بەرێكی لە **0.00 T** بۆ **0.55 T** لە ماوەی **0.85 s** دا زیادبكات. ئەوا بڕی ε موگنەكار لە كۆیلەكەدا هەژماربكە. هەروەها توندی تەزوی موگنەكاریش هەژماربكە ئەگەر بەرگری كۆیلەكە **2.5 Ω** بێت.

شیكار

1. دەزانم

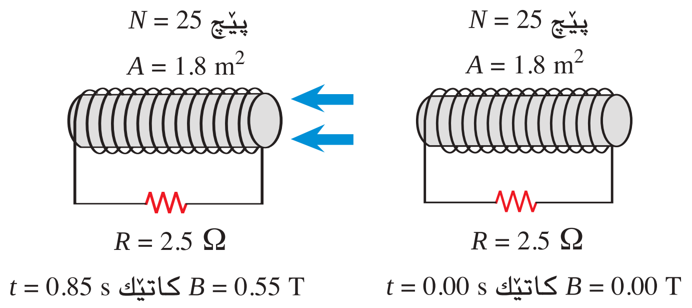
دراو: $\Delta t = 0.85\ s$ $\quad A = 1.8\ m^2$ $\quad \theta = 0.0^{o}$ $\quad N_{\text{پێچ}} = 25$

$B_{\text{سەرەتایی}} = 0.00\ T = 0.00\ V\bullet s/m^2$ $\quad B_{\text{كۆتایی}} = 0.55\ T = 0.55\ V\bullet s/m^2$

$R = 2.5\ \Omega$

نەزانراو: $\varepsilon = ?$ $\quad I = ?$

وێنەكێشان: كۆیلەكە لە پێش ڕودانی گۆڕانی توندی بوارەكەو لە دوای گۆڕانەكە وێنە دەكێشم.



2.پلان دادەنێم

هاوكێشەیەك هەڵدەبژێرم: یاسای فارادای لە كارۆموگنەكاریدا بەكاردێنم بۆ دۆزینەوەی ε لە كۆیلەكەدا.

$$\varepsilon = -N\frac{\Delta \Phi_{\text{موگناتیسی}}}{\Delta t} = -N\frac{\Delta[AB\cos\ \theta]}{\Delta t}$$

نرخی ε لە پێناسەی بەرگریدا دادەنێم، بۆ ئەوەی تەزوی موگنەكار لە كۆیلەكەدا بدۆزمەوە. $I = \dfrac{\varepsilon}{R}$

دووبارە هاوكێشەكە ڕێكدەخەمەوە بۆ ئەوەی نەزانراوەكە جیابكەمەوە، لەم نموونەیەدا تەنها توندی بواری موگناتیسی لەگەڵ كات دەگۆڕێت. بەڵام پێكنەرەكانی تر (ڕوبەری كۆیل و گۆشەی نێوان بوارو كۆیلەكە) بە نەگۆڕی دەمێنێتەوە.

$$\varepsilon = -NA\cos\theta\frac{\Delta B}{\Delta t}$$

3. هەژماردەكەم

نرخەكان لە هاوكێشەكەدا دادەنێم و شیكاردەكەم:

$$\varepsilon = (-25)(1.8\ \cancel{m^2})(\cos 0.0^{o})\frac{\left((0.55-0.00)\cdot\dfrac{V\bullet \cancel{s}}{\cancel{m^2}}\right)}{(0.85\ \cancel{s})} = -29\ V$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{-29\ V}{2.5\ \Omega} = -12\ A$$

$$\varepsilon = -29\ V$$
$$I = -12\ A$$

تێبینی
لە بەرئەوەی کەمترین ژمارەی خانە واتاییەکان تەنها 2، بۆیە پێوستە وەلآمی ئامێری ژمێرەرەکە 29.11764706 لە دوو ڕەنوسی واتایی 29 نزیك بخەینەوە

4. هەڵدەسەنگێنم

ئاڕاستەی ε موگنەکارو تەزوی موگنەکار لە کۆیلەکەدا بە شێوەیەك دەبێت کە ئەو بوارە موگناتیسییەی تەزوە موگنەکارەکە دروستی دەکات دژکاری گۆڕان دەبێت لە بوارە بنەڕەتیەکەدا، لەو وێنەیەی لە لاپەڕەی پێشودا هەیە، ئاڕاستەی بوارە موگناتیسییە پەیدابووەکە بەرەو لای ڕاستە، ئەو تەزوەش کە بووەتە هۆی دروستکردنی لە چەپەوە ڕوودەکاتە لای ڕاست لەناو بەرگرییەکەدا.

ڕاهێنانی 6 (ب)

پاڵهێزی کارەبای موگنەکارو تەزوی موگنەکار

1. تاکە ئەڵقەیەکی بازنەیی کە نیوە تیرەکەی 22 cm بوو لەناو بوارێکی موگناتیسی دەرەکی ڕێکدا دانرا کە توندییەکەی 0.50 T بوو. بە شێوەیەك ئاستی ئەڵقەکە لەسەر ئاڕاستەی بوارەکە ئەستون بوو. لە ماوەی 0.25 s دا ئەڵقەکە لەناو بوارەکە دەرهێنرا، تێکڕای ε موگنەکاری پەیدابوو لەو ماوەیەدا لە ئەڵقەکەدا هەژماربکە.

2. کۆیلێك لە 205 پێچ پێکهاتووە و بەرگرییەکەی 23 Ω و ڕووبەری پانەبڕگەکەی $0.25\ m^2$ و لەناو بوارێکی موگناتیسی بەهێزدا دانراوە و ئاستەکەی ئەستونە لەسەر بوارەکە. تێکڕای تەزوی پەیدابوو لەو کۆیلەدا چەندە ئەگەر بزانیت بوارەکە لە ماوەی 0.25 s دا، توندییەکەی لە 1.6 T وە بۆ 0.0 T کەمدەکات؟

3. ئەڵقەیەکی گەیەنەری بازنەیی نیوەتیرەکەی 0.33 m و لەناو بوارێکی موگناتیسی دەرەکیدا دانرا کە توندییەکەی +0.35 T و ئەستونە لەسەر ئاستی ئەڵقەکە توندی بوارەکە لە ماوەی 1.5 s دا بوو بە 0.25 T – (نیشانە نیگەتیڤەکە واتە بوارەکە دژی ئاڕاستەی ئەڵقەکەیە) بڕی ε لەوماوەیەدا بدۆزەرەوە.

ڕۆشناییەك لەسەر بابەتەکە

مایکرۆفۆن (وەرگرەی) گیتاری کارەبایی

وەرگرە بەو ئامێرە دەگوترێت کە دەنگی دەزگایەکی دیاریکراو وەردەگرێت و دەیگۆڕێت بۆ نیشانەیەکی کارەبایی، بەناو بانگترین جۆرەکانی وەرگرەی گیتاری کارەبایی دیاردەی کارۆموگنەکاری بۆ گۆڕینی لەرینەوەی ژێیەکان بۆ وزەی کارەبایی بەکاردەهێنن. بەشە بنچینەییەکەی وەرگرە موگناتیسیەکان لە موگناتیسێکی هەمیشەیی و کویلێکی لە تەلی مس دروستکراو پێکدێت. لەژێر هەر ژێیەکدا پارچە جەمسەرێك هەیە کە بوارە موگناتیسیەکە چڕ دەکاتەوە و شێوەیەکی دیاریکراوی دەداتێ. لەبەر ئەوەی ژێیەکانی گیتار لە ماددە موگناتیسیەکان (پۆلا یان نیکل) دروستکراوە، بۆیە لەرینەوەی ژێیەکان بواری موگناتیسی سەر وەرگرەکە دەگۆڕێت. بەوەش لێشاوە موگناتیسە گۆڕاوەکە تەزوی موگنەکار لە وەرگرەکەدا دروستدەکات. بەدەوری هەر جەمسەرێکدا چەند پێچێك لە تەلێکی باریکی پێوانە دیاریکراو هەڵکراوە. ژمارەی پێچەکان توندی ئەو تەزوە دیاری دەکات کە وەرگرەکە بەرهەمی دەهێنێت، تا پێچ زۆرتربێت تەزوی زیاتر دروست دەبێت. وەرگرەکانی گیتاری کارەبایی جۆری جیاجیایان هەیە، هەروەك چۆن دەشێت تەنها گیتارێك دوو جۆر یان زیاتر لە وەرگرەی هەبێت، یەکێك لەم وەرگرانە دیزاینکراوە بۆ کەمکردنەوەی ژاوەژاو (خشەخشی) ئەو وەرگرە یەك کۆیلیانەی تەزوی گۆڕاو دروستی دەکات. پێچەکان و موگناتیسەکانی شوێنی وەرگرەکان هەموویان بە یەکەوە کار لەو دەنگە دەکەن کە گیتارو وەرگرەکە دەریدەکەن ئەوەی کە چۆن لەرینەوەکانی ژێیە لێدراوەکان دەبنە هۆی بەرهەمهێنانی نیشانە کارەباییەکان کە هەمان لەرلەری ژێیە لەراوەکانیان هەبێت.

ch6 2/1/18 10:20 AM Page 16

وێڵە تەزووەکان

کاتێك لەوحە کانزایەك لە بوارێکی موگناتیسیدا دەجوولێت، دیاردەی کارۆموگنەکاری کە لە گۆڕانی لێشاوە موگناتیسیەوە پەیدادەبێت، دەبێتە هۆی پەیداکردنی تەزوی شێوە ئەڵقەی موگنەکار کە پێی دەگوترێت **وێڵە تەزووەکان** eddy currents، کە لەلای خۆیەوە بەرهەڵستی گۆڕانی لێشاوە موگناتیسیە بنەڕەتیەکە دەکات، بەوەش جووڵە وزەی پەیدابوو لە جووڵاندنی مادە فلزیەکەوە لەناو بواری موگناتیسیدا دەگۆڕێت بۆ وزەی گەرمی و بەسەر قەبارەی ماددەکەدا دابەش دەبێت.

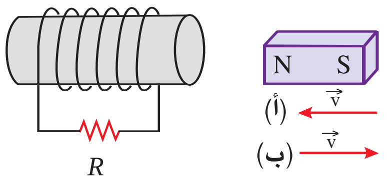
وێڵە تەزوو لە فرنەکان و سیستمی برێکگرتنی ئۆتۆمبێل و کەشفکردنی کانزاکان لە فرۆکە خانەکان و ژێر زەویدا بەکاردێت.

وێڵە تەزووەکان

ئەو تەزووە موگنەکارە شێوە ئەڵقانەن کە لەناو کانزاکاندا پەیدا دەبن.

پێداچوونەوەی بەندی 1-6

.1 ئەڵقەیەکی بازنەیی لە تەلێکی جیرِ دروستکراوە، لەناو بوارێکی موگناتیسیدا دادەنرێت سێ ڕێگە بڵێ بە هۆیەوە بتوانیت ε لەو ئەڵقەیەدا دروست بکەیت.



.2 تولە موکناتیسێك لە نزیك کۆیلێکی گەیەنەرەوە دانراوە وەك لە وێنەکەدا دیارە. ئاڕاستەی تەزوو لەبەرگرییەکەدا چۆنە؟ ئەگەر موگناتیسەکە بەرەو لای چەپ (أ) وە بەرەو لای ڕاست (ب) بجولێت؟

.3 کۆیلێك 256 پێچە و ڕووبەری پانەبڕگەکەی $0.0025\ m^2$ و لەناو بوارێکی دەرەکی ڕێکدا دانرا کە توندییەکەی $0.25\ T$ بوو بە شێوەیەك کە ئاستەکەی لەسەر بوارەکە ئەستون بوو، کۆیلەکە بەرێکی لەناو بوارەکدا ڕاکێشرا $0.75\ s$ خایاند و تێکرای ε موگنەکاری پەیدابوو لەو ماوەیەدا بدۆزەرەوە.

.4 **بیرکردنەوەی ڕەخنەگرانە**: ژێیەکانی گیتاری کارەبایی لە ماددەی موگناتیسی کانزایی دروست دەکرێت کە دەتوانرێت بە موگناتیس بکرێن، ژێیەکان لە نزیك کۆیلێکەوەن و ئەستونیشن لەسەری، موگناتیسی هەمیشەیی لەناو کۆیلەکەدا هەیە و بەشەکانی ئەو ژێیانە بە موگناتیس دەکەن کە دەکەونە سەری. ئەم زانیاریانە بەکاربهێنە بۆ ڕوونکردنەوەی ئەوەی چۆن لەرەلەری ژێیەکان دەبێتە هۆی بەدەستهێنانی نیشانەی کارەبایی کە هەمان لەرەلەری ژێیەکەی هەیە؟

ch6 2/1/18 10:20 AM Page 15

بەندی 2-6

دینەمۆکان ومۆتۆرەکان وئاڵوگۆڕە موگنەکاری
Generators, Motors, and Mutual Inductance

2-6 ئامانجەکانی بەندەکە

- باسی ڕێگەی کارکردنی دینەمۆ و مۆتۆرەکان دەکات.
- وەسفی ئەو گۆڕانی وزەیە دەکات کە لەناو دینەمۆو مۆتۆڕەکاندا ڕوودەدات.
- چۆنێتی ڕوودانی ئاڵوگۆڕە موگنەکاری لە نێوان سورەکاندا ڕوودەکاتەوە.
- پرسیار لەسەر پاڵهێزی کارەبایی شیکاردەکات.

دینەمۆ

دەزگایەکە وزەی میکانیکی دەگۆڕێت بۆ وزەی کارەبایی.

دینەمۆکان و تەزوی گۆڕاو

لە بەندی پێشودا، ئەوەتزانی کە چۆن دەتوانیت تەزوی موگنەکار لە سورێکدا پەیدابکەیت، ئەویش یان بە گۆڕینی توندی بواری موگناتیسی وە یان بە جووڵاندنی کۆیلەکە بەرەو ناو بوارێکی موگناتیسی یان بەرەو دەرەوەی، بێجگە لەمانە دەکرێت بە ڕێگەیەکی تریش تەزوی موگنەکار دروستبکرێت ئەویش گۆڕینی ئاڕاستەی ئەڵقەکەیە لە بوارەکەدا، ئەم ڕێگەیەی دوایی بۆ دروستکردنی تەزو. ڕێگەیەکی کرداریە بۆ بەدەستهێنانی وزەی کارەبایی. لە ڕاستیدا وزەی میکانیکی بەکارهێنراو بۆ خولاندنەوەی ئەڵقەکە دەگۆڕێت بۆ وزەی کارەبایی. ئەو دەزگایەی ئەم ئیشە دەکات پێی دەگوترێت **دینەمۆی کارەبایی** generator . لە زۆربەی وێستگەکانی بەرهەمهێنانی وزەدا، وزەی میکانیکی بە شێوەی جووڵەوزە دەبێت، بۆ نموونە لە وێستگەکانی بەرهەمهێنانی وزەی کارەبا بە هۆی ئاوەوە، ئاوی تاڤگەکان دەکەونە سەر پەرەی توربینەکان و دەبێتە هۆی خولاندنەوەی، وە لە وێستگەکانی خەڵوزی بەردین یان گازیدا وزەی بەرهەمهاتوو لە سوتاندنی سوتەمەنیەکەوە بۆ بەهەڵم کردنی ئاو بەکاردەهێنرێت و هەڵمەکەش بەرەو پەرەی توربینەکان ئاڕاستە دەکرێت و دەبێتە هۆی خولاندنەوەی.

دینەمۆ لە بنچینەدا جووڵەی توربینە خولاوەکە بۆ خولاندنەوەی تەلە ئەڵقەییەکان (کۆیلەکە) لەناو بواری موگناتیسیدا بەکاردەهێنێت **وێنەی 6-9** دینەمۆیەکی سادە پیشاندەدات، لەکاتی خولاندنەوەی ئەڵقەکەدا ڕووبەرە کاریگەرەکەی لەگەڵ کاتدا دەگۆڕێت، ئەوەش دەبێتە هۆی دروستکردنی ε موگنەکار و تەزوی موگنەکار لە سورە دەرەکیەکەدا کە بەهەردوو لای ئەڵقەکە گەیەنراون.

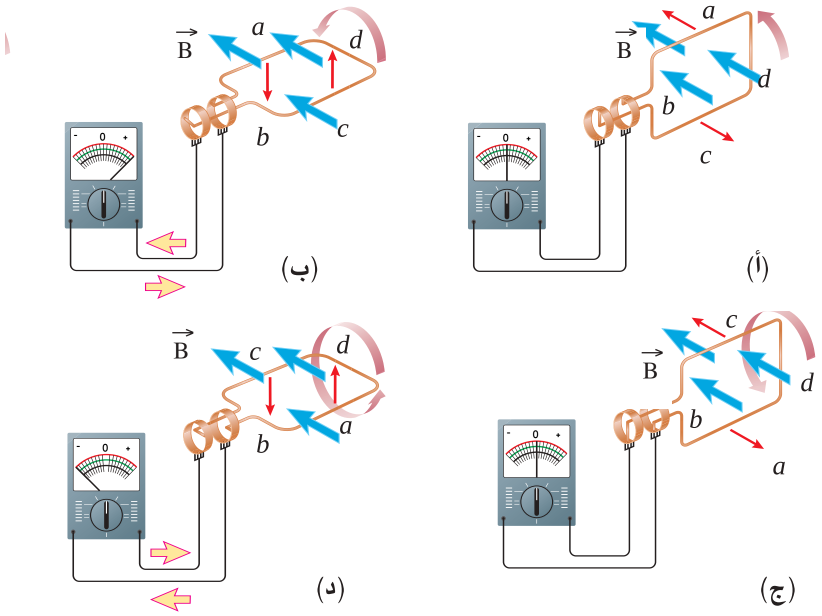
وێنەی 6-9

لە دینەمۆی سادەدا خولاندنەوەی ئەڵقە گەیەنەرەکە لەناو بوارە موگناتیسییە ڕێکەکەدا دەبێتە هۆی پەیدابوونی تەزوی گۆڕاو لە ئەڵقەکەدا.

دینەمۆ و بەرهەمهێنانی پاڵهێزی کارەبایی گۆڕاو بە شێوەیەکی بەردەوام

وا دابنێ ئەڵقەیەکی لاکێشەی دروستکراو لە تەلی گەیەنەر بە خێراییەکی نەگۆڕ لەناو بوارێکی موگناتیسی ڕێکدا دەخولێتەوە. دەکرێت ئەڵقەکە بە چوار پارچە تەلی جیاجیا دابنرێت، لەم بارەدا ئەڵقەکە بە پێچەوانەی میلی کاتژمێر دەخولێتەوە لەناو بوارێکی موگناتیسیدا کە ئاڕاستەکەی بەرەو لای چەپە.

کاتێك ڕووبەری ئەڵقەکە لەسەر هێڵە هێزە موگناتیسیەکان ئەستون دەبێت وەك لە **وێنەی 6-10** (أ) دا دیارە. هەر پارچەیەك لە پارچەکانی ئەڵقەکە بە شێوەیەکی تەریب بە هێڵە هێزەکانی بوارە موگناتیسیەکە دەجووڵێت. لەم ساتەدا بوارە موگناتیسیەکە هیچ هێزێك ناخاتە سەر بارگەکان لە هیچ کام لە پارچەکانی تەلەکەدا بۆیە ε موگنەکاری پەیدابوو لە هەموو پارچەکاندا سفر دەبێت. دوای ئەوەی ئەڵقەکە بۆ جێگەیەکی تر دەجولێت، هەردوو لای a و c هێڵە هێزەکانی بوارە موگناتیسیەکە دەبرن. بەوەش هێزە موگناتیسیەکە لەسەر بارگەکان لەم دوولایەدا زیاددەکات وبەوەش پاڵهێزی کارەبایی موگنەکار زیاددەکات.



وێنەی 10-6

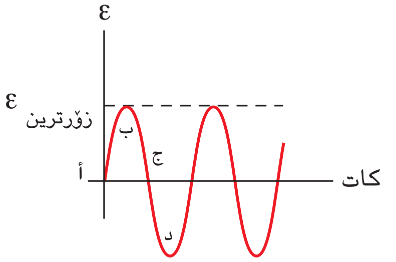
لەو ئەڵقە خولاوەدا لەناو بوارێکی موگناتیسیدا. ε موگنەکار سفر دەبێت کاتێك ئەڵقەکە ئەستون بێت لەسەر هێڵەکانی بوارەکە. وەك لە (أ)، (ج)دا وە گەورەترین بڕی دەبێت کاتێك ئەڵقەکە تەریب دەبێت بە هێڵەکانی بوارەکە وەك لە (ب) و (د)دا.

لە هەردوو لای b و d دا ئاڕاستەی هێزە موگناتیسیەکە بەرەو دەرەوەی تەلەکە دەبێت. بەوەش جووڵەی ئەم دوولایە نابێتە هۆی پەیدابوونی ε و تەزوی موگنەکار. لەو ساتەدا کە ئاڕاستەی جووڵەی هەردوولای a و c لەسەر هێڵەکانی بوارە موگناتیسییەکە ئەستون دەبێت ε لە زۆرترین بڕیدادەبێت. هەروەك **وێنەی 10-6** (ب)دا. ئەوەش کاتێك ڕوودەدات کە ئاستی ئەڵقەکە تەریب بێت بە هێڵەکانی بوارەکە.

لەبەر ئەوەی لای a بەرەو خوارەوە لەناو بوارەکەدا دەجووڵێت ولای c بەرەو سەرەوە دەجووڵێت بۆیە ε موگنەکار لەهەردوو لای a و c دا پێچەوانەی یەکتردەبن بەڵام تەزویەك بە هەمان ئاڕاستە پەیدادەکەن کە ئەویش ئاڕاستەی خولانەوەی میلەکانی کاتژمێرە. کاتێك ئەڵقەکە لەسەر جووڵەکەی بەردەوام دەبێت هەردوو لای a و c ژمارەیەکی کەمتر لە هێڵەکانی بوارەکە دەبڕن، بەوەش پاڵهێزە کارەباییەکە کەمدەکات. کاتێکیش ئاستی ئەڵقەکە ئەستون دەبێت لەسەر بوارەکە ئاڕاستەی جووڵەی هەریەکە لەلای a و c تەریب دەبن بە هێڵەکانی بوارەکە، بەوەش ε موگنەکار جارێکی تر دەبێتەوە بە سفر. هەروەك **وێنەی 10-6** (ج) پاش ئەوە جووڵەی هەردوو لای a و c پێچەوانەی ئاڕاستەی جووڵەی ئەو ساتەیان دەبن کە لە (أ) وە چوون بۆ (ب). بۆیە جەمسەرەکانی ε موگنەکار پێچەوانە دەبنەوە و ئاڕاستەی تەزوەکەشی پێچەوانە دەبێتەوە. هەروەك **وێنەی 10-6** (د).

وێنەی 11-6 هێڵکارییەکی ڕوونکردنەوەیی گۆڕانی ε بە پێی کات، لەکاتی خولانەوەی ئەڵقەکەدا نیشاندەدات. تێبینی لە یەکچونی ئەو هێڵکارییە ڕوونکردنەوەییە و چەماوەی نەخشەی تەژێ بکە. هەر چوار جێگەکە لەسەر هێڵکارییە ڕوونکردنەوەییەکە ئاڕاستەی ئەڵقەکە بە گوێرەی بوارە موگناتیسیەکەوە دەنوێنێت لە **وێنەی 10-6** دا، لە هەردوو شوێنی (أ) و (ج) دا ε سفر دەبێت ئەم دوو شوێنە ئەو ساتانەن کە تیایدا ئەڵقەکە ئەستون دەبێت لەسەر ئاڕاستەی بوارە موگناتیسیەکە. بەڵام لە هەردوو شوێنی (ب) و(د)دا ε دەگاتە گەورەترین بڕەکەی، ئەوەش کاتێك ڕوودەدات کە ئەڵقەکە تەریب بێت بە ئاڕاستەی بوارە موگناتیسیەکە.

پاڵهێزی کارەبای موگنەکار بە هۆی گۆڕانی بەردەوامی گۆشەی (θ)وە پەیدادەبێت کە دەکەوێتە نێوان ئاڕاستەی بوارە موگناتیسیەکەو ئەستونی سەر ئاستی ئەڵقەکە. هاوکێشەکەی خوارەوە کە پاڵهێزی کارەبای موگنەکار لە دینەمۆدا دەنوێنێت. دەتوانرێت لە یاسای فارادای لەکارۆموگنەکارییەوە دەربهێنرێت. دەرهێنانەکە لێرەدا نەنوسراوە چونکە پێویستی بە شیکردنەوەی بیرکاریانە هەیە، لەم هاوکێشەیەدا لە جیاتی گۆشەی ئاڕاستەی θ دەستەواژە هاوتاکەی ωt دانراوە. بە شێوەیەك ω گۆشە لەرەی خولانەوەیە ($2\pi f$) .



وێنەی 11-6

گۆڕانی ε موگنەکار بە پێی کات لە ئەڵقە خولاوەکەدا بە شێوەی شەپۆلێکی تەژێی شێوە دەردەکەوێت، پیتەکانی سەر وێنەکە شوێنەکانی کۆیلەکە لە وێنەی 10-6 دا دەنوێنن.

$$\varepsilon = NAB\omega \sin(\omega t)$$

ئەم هاوکێشەیە ئەو گۆڕانە تەژێ شێوەییەی پاڵهێزی کارەبایی لەگەڵ کات وەسف دەکات. هەروەك لە **وێنەی 6-11** دا ڕوونکراوەتەوە.

دەکرێت گەورەترین بڕی پاڵهێزی کارەبایی شێوە ساین بەدەست بهێنرێت. ε گەورەترین بڕی دەبێت کاتێك ئاستی ئەڵقەکە تەریب بێت بە هێڵەکانی بواری موگناتیسی، واتە کاتێك $\sin(\omega t) = 1$، ئەمەش کاتێك دەبێت کە گۆشەی $\omega t = \theta = 90^{o}$ لەم بارەشدا هاوکێشەکە وای لێدێت:

$$\varepsilon_m = NAB\omega$$

بڕوانە گەورەترین بڕی ε لەسەر چوار هۆکار (گۆڕاو) بەندە کە ئەمانەن: ژمارەی پێچەکان N، ڕووبەری ئەڵقەکە A، توندی بواری موگناتیسی B، لەرەلەری خولانەوەی ئەڵقەکە ω.

گۆڕانی ئاراستەی تەزوی گۆڕاو

بڕوانە نرخەکانی ε لە **وێنەی 6-11** دا لە نێوان نرخە پۆزەتیڤ و نێگەتیڤەکاندا دەگۆڕێن. بە هۆی ئەوەشەوە تەزوە بەرهەمهاتووەکە لە دینەمۆکەوە ئاراستەکەی لەکاتە یەکسانەکاندا دەگۆڕێت. ئەم جۆرە تەزوە پێی دەگوترێت تەزوی گۆڕاو alternating current یان AC.

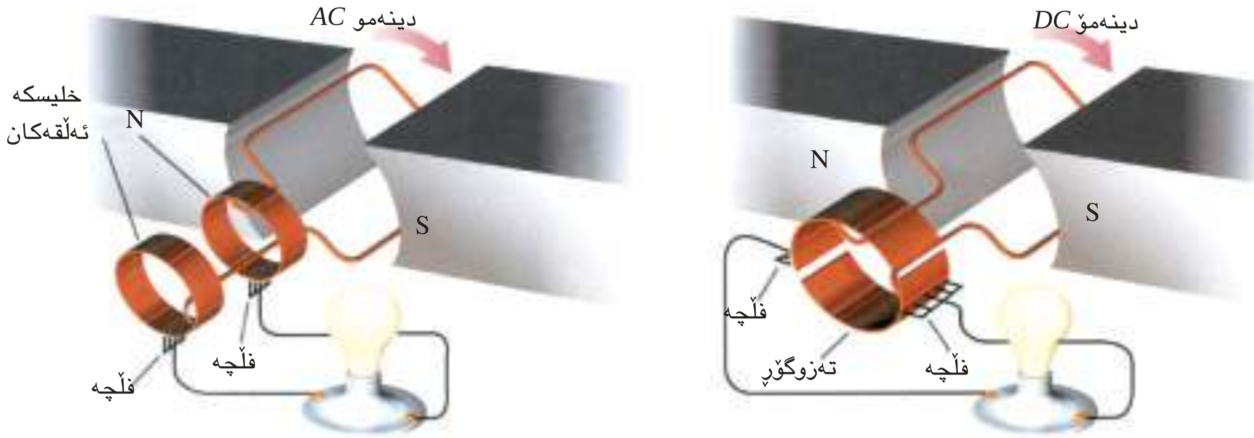
تەزوی گۆڕاو

تەزویەکی کارەباییە کە بڕو ئاراستەکەی لە کاتە یەکسانەکاندا دەگۆڕێت.

چۆنیەتی خولانەوەی کۆیلی دینەمۆی AC گەورەترین بڕی ε بەرهەمهاتوو دیاری دەکات. لەرەلەری تەزوی گۆڕاو لە وڵاتێکەوە بۆ وڵاتێکی تر دەگۆڕێت، لە وڵاتە یەکگرتووەکانی ئەمریکاو کەنەدا و ئەمریکای ناوەڕاست لەرەلەری خولانەوەی دینەمۆ بازرگانیەکان 60 Hz. ئەمەش ئەوە دەگەیەنێت کەوا ε ئاراستەکەی خۆی لە چرکەیەکدا 60جار بە شێوەی خولی تەواو دەگۆڕێت. بەڵام لە (بەریتانیای مەزن) و ئەورووپاو زۆربەی وڵاتانی ئاسیاو ئەفریقیادا لەرەلەری تەزوەکە 50 Hz (بیرت بێت $\omega = 2\pi f$ بە جۆرێك f لەرەلەرە بە یەکەی Hz)، دەکرێت لە بەجێهێنانەکانی هەریەکە لە سورِەکانی تەزوی نەگۆڕو گۆڕاودا بەرگری بەکاربهێنرێت، بەرگری بەرهەڵستی جووڵەی بارگەکان دەکات، بەبێ گوێدانە ئەوەی کە ئایا جووڵەی ڕێکە یان ئاراستەکەی بە شێوەیەکی دەوری دەگۆڕێت. هەمان ئەو پێناسەیەی بۆ بەرگری کرا لە سورِەکانی تەزوی نە گۆڕاودا بەهەمان شێوەی لە سورِەکانی تەزوی گۆڕاو و پاڵهێزی کارەبای گۆڕاویشدا ڕاستە.

گۆڕینی تەزوی گۆڕاو بۆ تەزوی نەگۆڕ

دەبێت ئەڵقە گەیەنەرەکە (کۆیلەکە) لە دینەمۆی AC دا بە سەربەستی لەناو بوارە موگناتیسیەکەدا بجووڵێت. هەروەها پێویستە کە هەمیشە بەشێك بێت لە سورِە کارەباییەکە، لە پێناو بەدیهێنانی ئەوەدا هەردوو جەمسەری ئەم کۆیلە بە ئەڵقەی ترەوە دەبەسترێت کە پێیان دەگوترێت ئەڵقەکانی هەڵخلیسکاندن ودەبنە هۆی خولاندنەوەی کۆیلە (ئەڵقە) بنەڕەتیەکە. گەیاندنیشی بە سورِە دەرەکیەکە بە هۆی دوو شریتی گرافیتی جێگیرەوە دەبێت کە پێیان دەگوترێت فڵچەکان، بە شێوەیەك لە ڕێگەی ئەمانەوە گەیاندن بە خلیسکە ئەڵقەکان دەکرێت. لەبەر ئەوەی تەزو لە کۆیلەکەدا (ئەڵقە بنەڕەتیەکە) ئاراستەکەی خۆی دەگۆڕێت بۆیە ئەو تەزوەی لە دوو فڵچەکەوە دەردەچن هەروەها ئاراستەکەی خۆیان دەگۆڕن. بە تۆزێك گۆڕینی ئەم دیزاینە، دەکرێت دینەمۆی AC بگۆڕین بۆ دینەمۆی DC. بڕوانە **وێنەی 6-12** دەبینیت کە پێکنەرەکانی دینەمۆی DC بەشێکی زۆریان هەمان پێکنەرەکانی دینەمۆی (AC) ـە بێجگە لەوەی کە گەیاندنەکە بە هۆی یەك خلیسکە ئەڵقەوە (دوو نیوەئەلقەی لەیەك جیاکراوە) دەبێت کە پێی دەگوترێت تەزوگۆڕ.

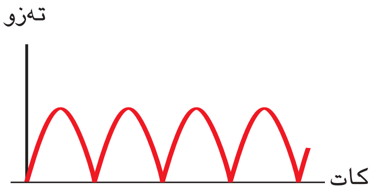


وێنەی 6-12

دینەمۆی سادەی AC (لەلای چەپەوە) هەمان دیزاینی دینەمۆی DC هەیە(لای ڕاست)وە دوونیوە ئەڵقەی جیاکراوەکە تەزوی گۆڕاو دەگۆڕن بۆ تەزوی نەگۆڕ.

کاتێك تەزو نزمدەبێتەوە بۆ سفر لەم خاڵەی خولانەوەی ناوکەکەدا کە ئاراستەکەی خۆی دەگۆڕێت، هەر یەکە لە نیوە ئەڵقەکانی تەزو گۆڕەکە بەر ئەو فڵچەیە دەکەون کە هەتا ئەو ساتە لە باری بەرکەوتندا بووە لەگەڵ نیوەکەی تردا. بەوەش ئەو تەزووەی لە بنچینەدا پێچەوانەکراوەتەوە جارێکی تر ئاراستەکەی خۆی دەگۆڕێت لەناوکەکەدا و دەگەڕێتەوە بارە بنەڕەتیەکەی خۆی، هەرچەندە لە گەورەترین بڕیشەوە بڕەکەی دابەزیوە بۆ سفر. **وێنەی 6-13** هێڵکارییەکی تەزوی نەگۆڕی شێوە پرتە دەنوێنێت.

دەکرێت تەزوی تەواو نەگۆڕ بەبەکارهێنانی چەند کۆیلێك و چەند تەزو گۆڕێك (ئەڵقەکە کراوە بە چەندین بەشەوە) کە دابەشبون بە دەوری تەوەرەی خولانەوەی دینەمۆی *DC* دا دەست بکەوێت. ئەم دینەمۆیە چەند بەشە خلیسکە ئەڵقەیەك بەکاردەهێنێت کە هەمیشە دەرچەی دینەمۆکە بۆ ئەو تەزو گۆڕە ئاراستە دەکەن کە تیایدا ε گەورەترینە. ئەم کردارە تەزوویەك بەرهەم دێنێت کە نزیکە نەگۆڕە و پرتەپرتی کەمەو کەمێك بەرزو نزمی تێدایە.



وێنەی 6-13

تەزوی بەرهەمهاتوو لە دینەمۆی DC یەك کۆیلەوە. نەخشەیەکی شێوە تەژێیە کە تیایدا بەشە نێگەتیڤەکە گۆڕاوە بە بەشێکی پۆزەتیڤی پێچەوانە.

مۆتۆڕەکان Motors

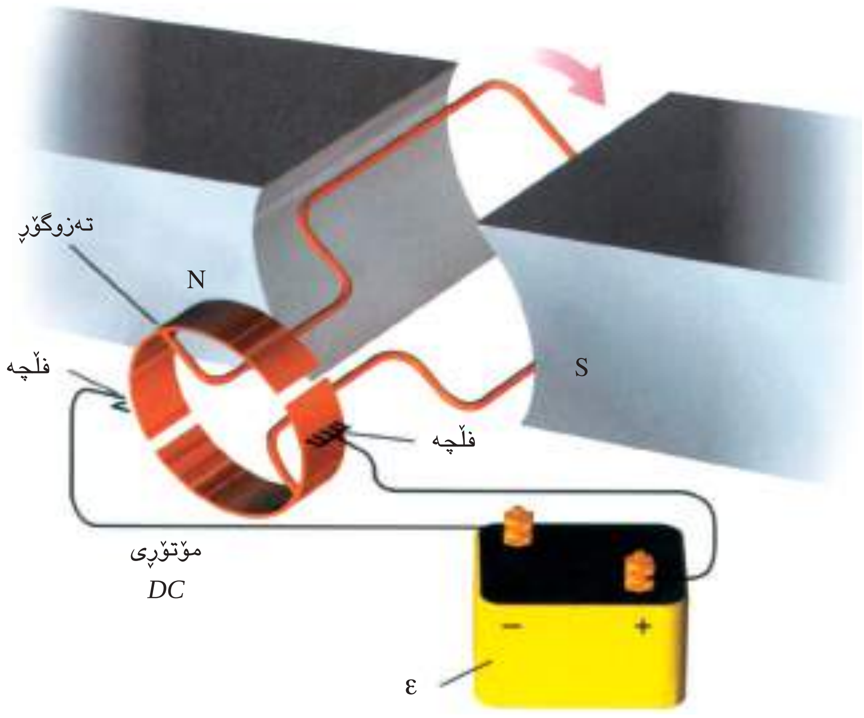
مۆتۆڕەکان دەزگایەکن وزەی کارەبایی دەگۆڕن بۆ وزەی میکانیکی لەجیاتی ئەو تەزووەی کە کۆیلێکی خولاوە لەناو بوارێکی موگناتیسیدا دروستی دەکات، کۆیلەکە تەزوییەکی دەدرێتێ کە لەسەرچاوەیەکی دەرەکیەوە ε وەرگیراوە و هێزە موگناتیسیەکەی سەر کۆیلەکەش جوولەیەکی بەخولی پێدروستدەکات (**وێنەی 6-14**).

لە پێکهاتندا مۆتۆڕ تا ڕادەیەکی زۆر لە دینەمۆی *DC* دەچێت کە تیایدا کۆیلێك لەسەر شیشێکی (شەفتێکی) خولاوە دادەنرێت و دەخرێتە نێوان دوو جەمسەری موگناتیسێکەوە. هەردوو فڵچەکە گەیاندن لەگەڵ تەزوو گۆڕەکەدا دابین دەکەن کە دەبێتە هۆی گۆڕینی ئاراستەی تەزوو لە کۆیلەکەدا. ئەم نۆرە کردنەی ئاراستەی تەزوو دەبێتە هۆی نۆرەکردنی بوارە موگناتیسە بەرهەمهاتووەکە (لە تەزووەکەوە). بەوەش هەمیشە لە بوارە موگناتیسیە نەگۆڕەکە دووردەکەوێتەوە، بۆیە هەر یەکە لە کۆیلەکەو شەفتەکە لە جووڵەیەکی بەخولی بەردەوامدادەبن. مۆتۆڕ دەتوانێت ئیشێکی میکانیکی بەڕێبکات، ئەویش کاتێك ئەو شەفتەی بە کۆیلە خولاوەکەوە بەستراوە لەگەڵ دەزگایەکی دەرەکیدا دەبەسترێت. کاتێك کۆیلی مۆتۆڕەکە دەخولێتەوە پێکنەرە ستونیەکەی بواری موگناتیسی ε موگنەکار لەناویدا دروست دەکات کە دەبێتە هۆی کەمبوونەوەی تەزوی کۆیلەکە. بەپێی یاسای لێنز ئەم پاڵهێزە کارەبا موگنەکارە پێی دەگوترێت دژە پاڵهێزی کارەبای موگنەکار back emf.

بڕی دژە ε زیاددەکات بە زیادبوونی گۆڕانی بوارە موگناتیسیەکە. هەرچەندە خێرایی خولانەوەی کۆیلەکە زیاد بکات بڕی دژە ε زیاددەکات. ئەو جیاوازی ئەرکەی تەزوی مۆتۆڕەکەدابین دەکات یەکسانە بە جیاوازی نێوان جیاوازی ئەرکی دانراو ε و دژە ε. بۆیە تەزوی کۆیلەکە بە هۆی بوونی دژە ε وە کەمدەکات. هەرچەندە خێرایی خولانەوەی کۆیلی مۆتۆڕەکە زیاتربێت ε بەرەنجام و تەزوی کۆیلەکە کەمدەکات.

دژەپاڵهێزی کارەبای موگنەکار

ئەو پاڵهێزە کارەبا موگنەکارە کە لە کۆیلی مۆتۆڕدا پەیدادەبێت و دەبێتە هۆی کەمبوونەوەی ئەو تەزووەی پیایدا تێپەڕ دەبێت.

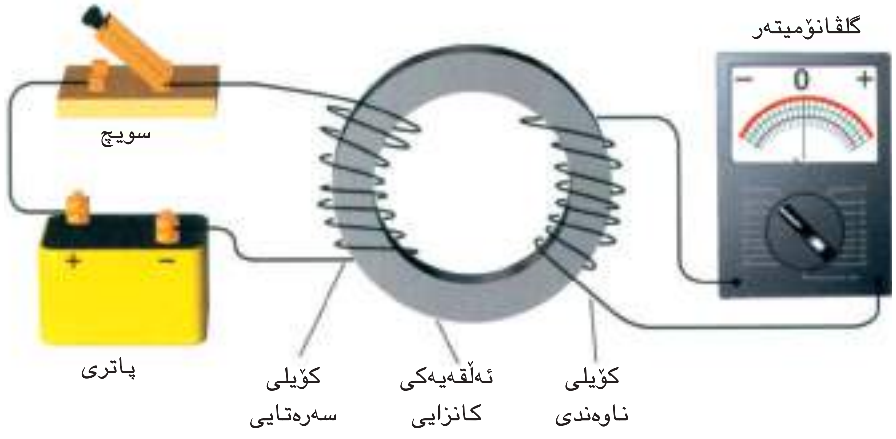


وێنەی 14-6
لە مۆتۆڕدا، تەزوی تێپەڕبوو لەگەڵ بوارە موگناتیسیەکەدا کارلێك دەکەن و دەبێتە هۆی خولانەوەی کۆیلەکەو شەفتەکە.

ئاڵوگۆڕە موگنەکاری (ئاڵوگۆڕە هانان) Mutual Inductance

فارادای یەکەم کەس بوو کە سەرەتا بنچینەییەکانی کارۆموگنەکاری خستەڕوو. لەیەکەم تاقیکردنەوەیدا وەك ئەوەی لە **وێنەی** (15-6) دا کۆیلێکی بەکارهێنا کە بە سویچێك و پاترییەکەوە بەسترابوو. لەجیاتی موگناتیسی هەمیشەیی ئەویش بە مەبەستی دەستکەوتنی بواری موگناتیسی، ئەم کۆیلە پێی دەگوترێت کۆیلی سەرەتایی و سورەکەی پێی دەگوترێت سوری کۆیلی سەرەتایی، بوارە موگناتیسییەکە بە هۆی خاسیەتە موگناتیسیەکانی ئەو ئەڵقە ئاسنینەوە بەهێز دەکرێت کە کۆیلەکەی لەسەر هەڵکراوە.

کۆیلێکی تر بە دەوری بەشەکەی تری ئەڵقە ئاسنینەکەدا هەڵدەکرێت وبە گلڤانۆمیتەرێکەوە دەبەسترێت. وپێی دەگوترێت کۆیلی ناوەندی لەم کۆیلەدا ε موگنەکار پەیدادەبێت، کاتێك بواری موگناتیسی لە کۆیلە سەرەتاییەکەدا دەگۆڕێت، بە هۆی داخستنی سورەکەیەوە. نیشاندەری گلڤانۆمیتەرەکە بەرەو لایەکەی تر لادەدات و دەست بەجێ دەگەڕێتەوە سەر سفر.



وێنەی 15-6
لە تاقیکردنەوەی کارۆموگنەکاری فارادایدا تەزوی گۆڕاو بەکاردەهێنرێت بۆ دروستکردنی تەزو لە سورێکی تردا.

ch6 4/24/18 9:58 AM Page 22

دەتوانین پێشبینی بڕی ئەم پاڵهێزی کارەبایی موگنەکارە بکەین بە هۆی یاساکەی فارادای لەکارۆموگنەکاریدا. هەروەها دەکرێت یاساکەی فارادای دووبارە بنوسینەوە بە شێوەیەك کە ε موگنەکار لەگەڵ گۆڕانی تەزو لە کۆیلی سەرەتاییدا بگونجێت، ئەوەش دەگەڕێتەوە بۆ بوونی پەیوەندییەکی ڕاستەوانە لە نێوان بوارە موگناتیسییە بەرهەمهاتووەکە بەهۆی تەزوی کۆیلەکەو تەزوەکە خۆی، یاسای فارادای بە پێی گۆڕانی تەزوی سەرەتاییەکەوە بەم شێوەیەی خوارەوە دەبێت:

$$\varepsilon_2 = -N_2 \frac{\Delta\Phi_{\text{موگناتیسی}}}{\Delta t} \qquad = -M\left(\frac{\Delta I}{\Delta t}\right)_1$$

نەگۆڕی M پێی دەگوترێت هاوکۆلکەی **ئاڵوگۆڕە موگنەکاری coefficient of mutual inductance** لە نێوان هەردوو کۆیلی سیستمەکەدا. ئاڵوگۆڕە موگنەکاری بەندە لەسەر سیفەتە ئەندازەییەکانی هەردوو کۆیلەکەو هەروەها لەسەر ئاڕاستەکانیان بەگوێرەی یەکترەوە. دەشێت گۆڕانی تەزو لە کۆیلی ناوەندیدا ε موگنەکار لە کۆیلێ سەرەتاییدا دروست بکات. لە ڕاستیدا کاتێك تەزو لە کۆیلی دووەمدا دەگۆڕێت ε موگنەکاری پەیدابوو لە کۆیلی یەکەمدا پەیڕەوی یاسایەکی هاوشێوە دەکات بە هەمان بڕی M.

دەتوانرێت پاڵهێزی کارەبای موگنەکاری پەیدابوو لە کۆیلی ناوەندیدا بەهۆی گۆڕینی ژمارەی پێچەکانی کۆیلی ناوەندییەوە بگۆڕین، ئەمەش بنچینەی ئیشکردنی دەزگایەکی زۆر گرنگە کە ئەویش ترانسفۆرمەرە.

ئاڵوگۆڕە موگنەکاری

کرداری دروستبوونی پاڵهێزی کارەباییە لە یەکێك لە دوو کۆیلدا بەهۆی گۆڕانی توندی تەزو لە سوڕەکەی تردا.

پێداچوونەوەی بەندی 2-6

1. کۆیلێك لە 37 پێچ پێکهاتووە، ڕوبەری بڕگەکەی $0.33\ m^2$ و بە گۆشە خێرایی 281 rad/s دەخولێتەوە. تەوەرەی خولاندنەوەی کۆیلەکە لەسەر بوارێکی موگناتیسی ڕێك ئەستونە کە توندییەکەی 0.035 T. گەورەترین بڕی پاڵهێزی کارەبایی موگنەکار چەندە؟

2. کۆیلی دینەمۆیەك 25 پێچی هەیە کە ڕووبەری بڕگەکەی $36\ cm^2$، زۆرترین بڕی پاڵهێزی کارەبایی بەرهەمهاتوو لەم دینەمۆیەدا 2.8 V بوو لە لەرەلەری 60.0 Hz دا. بڕی ئەو بوارە موگناتیسییە چەندە کە کۆیلەکەی تێدادەخولێتەوە.

3. ڕوونی بکەرەوە چی ڕوودەدات ئەگەر بێت و تەزوگۆڕ لە موتۆڕدا بەکارنەهێنرێت؟

4. **بیرکردنەوەی ڕەخنەگرانە:** وا دابنێ کە دوورییەکی نەگۆڕ چەقی دوو کۆیلی بازنەیی لەیەکتر جیادەکاتەوە. کام ئاڕاستەی ڕێژەیی بۆ دوو کۆیلەکە زۆرترین نرخی ئاڵوگۆڕە موگنەکاری دەدات؟ کام ئاڕاستەی ڕێژەیی نزمترین نرخی ئاڵوگۆڕە موگنەکاری دەدات؟

بەندی 3-6

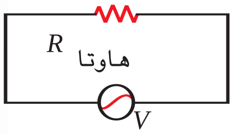
سورەکانی تەزوی گۆڕاو (AC) وترانسفۆرمەرەکان

AC Circuits and Transformers

3-6 ئامانجەکانی بەندەکە

- جیاوازی دەکات لە نێوان نرخی ڕەگی تێکرایی دووجاکان (نرخە کاریگەرەکان) وگەورەترین نرخەکان تەزو و جیاوازی ئەرکدا.
- پرسیاری پەیوەست بە نرخە کاریگەرەکان و گەورەترین بڕی تەزو و پاڵهێزی کارەبایی لە سورەکانی تەزوی گۆڕاودا شیکاردەکات.
- یاسای ئۆم لەسەر سوڕی تەزوی گۆڕاو جێبەجێ دەکات.
- ڕوونکردنەوەییانە ئاراستەدارە ڕەوگەییەکان بۆ هەریەکە لە تەزوو جیاوازی ئەرک دەنوێنێت.
- چۆنێتی ڕودانی زرنگانەوە لە سورەکانی تەزوی گۆڕاودا ڕوندەکاتەوە.
- هاوکێشەی ترانسفۆرمەرەکان بۆ شیکارکردنی پرسیاری ترانسفۆرمەرە بەرز کەرەوە و نزمکەرەوەکان بەکاردێنێت.
- چوستی گواستنەوەی وزەی کارەبایی هەژماردەکات.

وێنەی 6-16
دەکرێت نرخە کاریگەرەکەی تەزوو جیاوازی ئەرکی گۆڕاو بە پێوەرێکی ڕەنووسی پێوان جیاجیا بپێوین.



وێنەی 6-17
سوڕێکی تەزوی گۆڕاو کە بە سەرچاوەیەکی تەزو و بەرگرە هاوتایەك نوێنراوە.

تەزوی کاریگەر **Effective current**

لەبەندی پێشوودا زانیت کەوا دینەمۆی کارەبایی دەتوانێت تەزویەکی گۆڕاو بەرهەم بهێنێت کە بە تێپەڕبوونی کات وەك نەخشەیەکی شێوە تەژێ دەگۆڕێت. وێستگە بازرگانیەکانی بەرهەمهێنانی وزە دینەمۆ بەکاردەهێنن بۆ دابینکردنی وزە بۆ ئامێرە کارەباییەکانی ناو ماڵ و دامەزراوەکان. لەم بەندەدا خاسیەتەکانی سوڕێکی تەزوی گۆڕاوی سادە دەخوێنین.

هەروەکو سورەکانی تەزوی نەگۆڕ، لە سورەکانی تەزوی گۆڕاودا باس لە بەرگرییەکان و تەزوی کارەبایی و جیاوازی ئەرك دەکەین. پاڵهێزی کارەبایی لەسوڕە گۆڕاوەکاندا لە جیاوازی ئەرکی سوڕەکانی تەزوی نەگۆڕ دەچێت. یەکێك لە ڕێگەکانی پێوانی ئەم سێ گۆڕاوە (هۆکارە) لەسوڕەکەدا، بەکارهێنانی پێوەری کارەبایی ڕەنووسیە کە چەند پێوانێکی هەیە، هەروەك لە **وێنەی 6-16** دا دیارە. دەکرێت هەر یەکە لە بەرگری و تەزو و ε. بە هەڵبژاردنی سویچێکی ڕێکخستنی گونجاو لەسەر پێوەرەکە و شوێنێکی گونجاو لە سوڕەکەدا بپێوین، ئەمەش پێی دەڵێن ئەڤۆمیتەر.

تەزوی کاریگەرو پاڵهێزی کارەبایی کاریگەر لە سورەکانی تەزوی گۆڕاودا

سوڕی تەزوی گۆڕاو لە چەند بەشێك پێکدێت لەگەڵ دینەمۆیەك یان سەرچاوەیەکی تەزوی گۆڕاو. لە پێشەوە بینیمان کەوا ε بەرهەمهاتوو لە دینەمۆوە شێوە تەژێ دەبێت و لەگەڵ کاتدا دەگۆڕێت. دەکرێت ε موگنەکار بە (V) و گەورەترین نرخیشی بە (V_m) بنوسرێت وەك ئەمە:

$$V = V_m \sin(\omega t)$$

دەکرێت لەگەڵ سوڕێکی سادەی تەزوی گۆڕاودا وەك بەرگرە هاوتا و سەرچاوەیەکی تەزوی کارەبایی ڕەفتاربکەین لە هێڵکاری سوڕە کارەباییەکەدا. سەرچاوەی تەزوە گۆڕاوەکە بە هێمای ⏦ دەنوێنرێت، وەك لە **وێنەی 6-17** دایە. تەزوی ساتیش کەوا بڕەکەی بە گۆڕانی جیاوازی ئەرکەکە دەگۆڕێت بە بەکارهێنانی پێناسەی بەرگری هەژماردەکرێت. تەزوە ساتیەکە بە گەورەترین نرخی تەزوەکەوە بەستراوە لە ڕێگەی ئەم پەیوەندییەی خوارەوە.

$$I = I_m \sin(\omega t)$$

ئەو کردارەی کە تیایدا تێکرای کاتی وزەی کارەبایی بۆ وزەی ناوەکی لە بەرگریدا (توانا P) دەگۆڕێت هەمان شێوەکەی تەزوی نەگۆڕی هەیە. وزە کارەباییە گۆڕاوەکە بۆ وزەی ناوەکی لە بەرگریدا لە هەر ساتێکدا لەگەڵ دوجای نرخی تەزوە ساتیەکەدا دەگۆڕێت وە لەسەر ئاراستەکەی لە سوڕەکەدا بەند نییە. بەڵام ئەو وزەیەی کە تەزویەکی گۆڕاو بەرهەمی دێنێت گەورەترین نرخەکەی I_m بێت، یەکسان نابێت بەو وزەیەی کە تەزویەکی نەگۆڕ بەرهەمی دێنێت کە هەمان گەورەترین نرخی I_m هەبێت. هەردوو وزەکە لەیەکتر جیاوازن چونکە نرخی ساتی تەزوی گۆڕاو لە خولێکدا تەنها لە ساتێکدا یەکسان دەبێت بەگەورەترین نرخی.

نرخە کاریگەرەکەی تەزو

نرخێکی تەزوی گۆڕاوە کە هەمان کاریگەری گەرمی تەزویەکی نەگۆڕ لە هەمان کاتدا پەیدادەکات.

یەکێك لە پێوانە گرنگەکانی تەزوی گۆڕاو پێوانی **نرخی کاریگەری تەزوە** effective current. نرخی کاریگەری تەزوی گۆڕاو هەمان نرخی تەزویەکی نەگۆڕە کە لە خولێکی تەواودا هەمان بڕ وزە بەفیرۆ دەدات (گەرمی دروست دەکات) لەهەمان بەرگریدا. ئەم نرخەی تەزوی گۆڕاو پێی دەگوترێت نرخی کاریگەری تەزو I_e.

وێنەی 18-6 هێڵکارییەکی ڕوونکردنەوەیی دەردەخات بەراورد دەکات لە نێوان نرخی ساتی و نرخی کاریگەری تەزوی گۆڕاو، هەروەها **خشتەی 2-6** هەموو ئەو هێماو دەستەواژانە پوخت دەکاتەوە کە پەیوەستن بە تەزوی گۆڕاوەوە:

هاوکێشەی تێکرایی توانا لە سوڕێکی تەزوی گۆڕاودا هەمان شێوەی سوڕی تەزوی نەگۆڕی هەیە. بێجگە لەوەی کە تەنها I بە I_e واتە نرخی کاریگەری تەزو دەگۆڕدرێت.

$$P = (I_e)^2 R$$

ئەم هاوکێشەیە تەواو لەو هاوکێشەیە دەچێت کە لە تەزوی نەگۆڕدا بەکارهێنرا. بەڵام توانای بەفیرۆچوو لە سوڕی تەزوی گۆڕاودا دەکاتە نیوەی توانای بە فیرۆچوو لە سوڕی تەزوی نەگۆڕدا ئەگەر لە جیاتی تەزوی نەگۆڕ I_m مان دانا.

$$P = (I_e)^2 R = \frac{1}{2}(I_m)^2 R$$

دەکرێت تێبینی ئەوە بکەیت کەوا I_e بە I_m ی تەزوی گۆڕاوەوە بەستراوە. لە ڕێگەی ئەم هاوکێشەیەی خوارەوەوە.

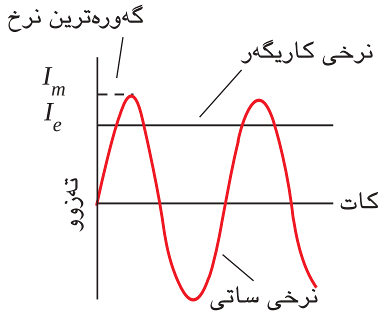
$$(I_e)^2 = \frac{(I_m)^2}{2}$$

$$I_e = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

ئەم هاوکێشەیە ئەوە دەگەیەنێت کەوا تەزویەکی گۆڕاو کە زۆرترین نرخی $I_m = 5A$ بێت هەمان کاریگەری گەرمی ئەو تەزوە نەگۆڕە لە بەرگرییەکدا دروست دەکات کە نرخەکەی $\frac{5}{\sqrt{2}}$ A، یان دەوروبەری 3.5 A بێت.

هەروەها لە ڕێگەی نرخە کاریگەرەکەیەوە نرخەکانی ε گۆڕاو بە ڕێگەی باشتر دەردەبڕدرێت، بە شێوەیەك پەیوەندی نێوان نرخە کاریگەرەکان و گەورەترین نرخەکان هاوشێوەی پەیوەندی نێوان تەزوەکانە.

$$V_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$



وێنەی 18-6
تەزوی کاریگەر I_e کەمێك لە دوو لەسەر سێی گەورەترین نرخی زیاترە.

خشتەی 2-6 زاراوە بەکارهێنراوەکان لە سوڕەکانی تەزوی گۆڕاودا

	ε دانراو یان موگنەکار	تەزوو
نرخە ساتیەکەی	V	I
گەورەترین نرخی	V_m	I_m
نرخە کاریگەرەکەی	$V_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$	$I_e = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$

ch6 2/1/18 10:20 AM Page 23

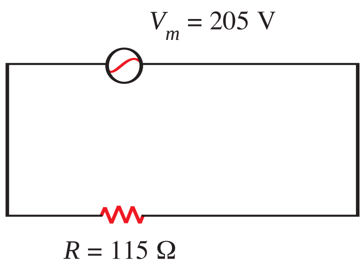
نموونە 6 (ج)

نرخی کاریگەری تەزو و پاڵهێزی کارەبایی

پرسیارەکە

دینەمۆیەك گەورەترین پاڵهێزە کارەباییەکەی **205 V** وەبەستراوە بە بەرگریەکی **115 Ω** ییەوە. بڕی کاریگەری جیاوازی ئەرك و بڕی کاریگەری تەزو لە بەرگرەکەدا بدۆزەرەوە. پاشان بۆ تەزوی I_m سورە گۆڕاوەکە بدۆزەرەوە.

شیکار



1. دەزانم

دراو: $V_m = 205$ V $\quad R = 115\ \Omega$

نەزانراو: $V_e = ?$ $\quad I_e = ?$ $\quad I_m = ?$

هێڵکارییەکە:

2.پلان دادەنێم

هاوکێشەیەك هەڵدەبژێرم: هاوکێشەی نرخی کاریگەری جیاوازی ئەرك هەڵدەبژێرم بۆ ئەوەی V_e هەژماربکەم.

$$V_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

دووبارە هاوکێشەی پێناسەی بەرگری ڕێکدەخەمەوە، بۆ ئەوەی I_e هەژماربکەم.

$$I_e = \frac{V_e}{R}$$

هاوکێشەی I_e هەڵدەبژێرم بۆ ئەوەی I_m هەژماربکەم.

$$I_e = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

دووبارە هاوکێشەکە ڕێکدەخەمەوە بۆ جیاکردنەوەی نەزانراوەکە:

ئەو هاوکێشەیە دووبارە ڕێکدەخەمەوە کە بە I_e بە I_m وە دەبەستێتەوە بۆ ئەوەی بتوانم I_m هەژماربکەم.

$$I_m = I_e\sqrt{2}$$

3. هەژماردەکەم

نرخەکان لە هاوکێشەکەدا دادەنێم وشیکاردەکەم:

$$V_e = \frac{I}{\sqrt{2}}(205\text{ V}) = 145\text{ V}$$

$$I_e = \frac{145\text{ V}}{115\ \Omega} = 1.26\text{ A}$$

$$I_m = 1.26\text{ A} \times \sqrt{2} = 1.78\text{ A}$$

$$\boxed{\begin{aligned} V_e &= 145\text{ V} \\ I_e &= 1.26\text{ A} \\ I_m &= 1.78\text{ A} \end{aligned}}$$

4. هەڵدەسەنگێنم

دەبینین نرخی کاریگەری پاڵهێزی کارەبایی و تەزو کەمێك لە دوو لەسەر سێی گەورەترین نرخی زیاترە، هەروەك چۆن پێشبینی کراوبوو.

تێبینی

لەبەر ئەوەی ε بە ڤۆلت دەپێورێت بۆیە زۆرجار گەورەترین نرخی ε بۆ V_m کورت دەکرێتەوە و نرخە کاریگەرەکەی (ε) یش بۆ V_e کورت دەکرێتەوە.

ch6 2/1/18 10:20 AM Page 26

ڕاهێنانی 6 (ج)

نرخی کاریگەری تەزو پاڵهێزی کارەبایی

1. فرنێکی نان برژاندن بەسەرچاوەیەکی تەزوی گۆڕاوەوە بەسترا کە نرخە کاریگەرەکەی 110 V بوو، وا دیزاین کراوە کە تەزویەك بدات گەورەترین بڕی 10.5 A بێت. ئەمانە بدۆزەرەوە:

أ. نرخی کاریگەری تەزو لەگەرمکەرەکەدا.

ب. بەرگری گەرمکەرەکە.

2. گەورەکەرێکی دەنگ ε بەرهەمدەهێنێت نرخە کاریگەرەکەی 15.0 V بیستۆکێك بەرگرییەکەی 10.4 Ω بوو بە گەورەکەرەکەوە بەسترا. نرخی کاریگەری تەزو لە بیستۆکەکەدا چەندە؟ گەورەترین نرخی تەزو و پاڵهێزی کارەبایی چەندە؟

3. دینەمۆیەکی تەزوی گۆڕاو (ε) یەکی هەیە گەورەترین نرخی 155 V.

أ. نرخی کاریگەری پاڵهێزی کارەبایی بەرهەمهاتوو بدۆزەرەوە.

ب. نرخی کاریگەری تەزو لە سوڕەکەدا بدۆزەرەوە، کاتێك دینەمۆکە بە بەرگرییەکی 53 Ω دەبەسترێت.

4. گەورەترین نرخی ε کە دەتوانرێت بخرێتە سەر هەردوو لای بارگەگرێك 451 V. گەورەترین نرخی کاریگەری ε چەندە کە دەتوانرێت بخرێتە سەر بارگەگرەکە بەبێ ئەوەی لەکاربکەوێت؟

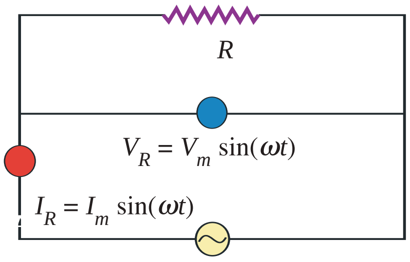
بەجێهێنانی یاسای ئۆم لەسوڕەکانی تەزوی گۆڕاودا

سوڕی بەرگری پوخت (ئۆمی)

بەرگری پوخت

بەرگرییەکە خود موگنەکاری نیە ($L = 0$).

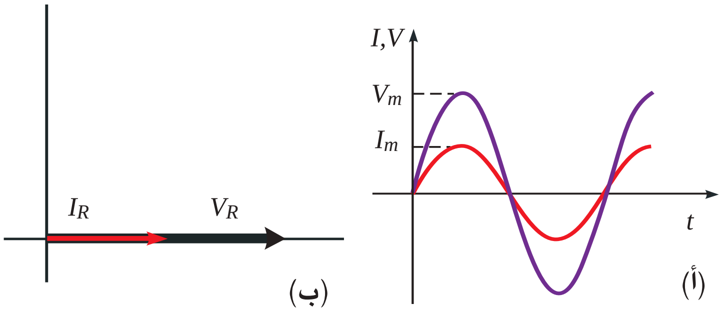
بەرگری پوخت pure resistance بەرگرییەکە هاوکۆڵکەی خودموگنەکاری نیە ($L = 0$). لە **وێنەی 19-6** دا بەرگرییەکی پوخت بە سەرچاوەیەکی ئەرکی کارەباییەوە بەستراوە کە لەرەلەرەکەی لە سنوری 0.1 Hz دایە، بۆ ئەوەی بتوانین ڤۆڵتمیتەر و ئەمیتەرێك بەکار بهێنین کە سفرەکەی لەناوڕاستدابێت. بڕوانە کە خوێندنەوەی هەر یەکە لە ئەمیتەرو ڤۆڵتمیتەرەکە بە یەکەوە زیاد و کەم دەکەن، وە هەر یەکە لە جیاوازی ئەرك و توندی تەزو بەهەمان ڕەوگە دەبن ئەمەش مانای وایە بڕی بەرگری ئۆمی پەیوەندی بە لەرەلەری ڤۆڵتیەکەوە نیە. دەتوانیت جیاوازی ئەرك و توندی تەزوو ڕونکردنەوەییانە بنوێنرێت هەروەك **وێنەی 20-6** (أ). بە شێوەیەك دەبینیت کە گۆڕانەکە شێوە تەژێیە و ωt گۆشەی ڕەوگەی سەرچاوەی (V)ـە لە دوای t. هەروەها دەتوانین ئەوە بەدەست بهێنین کەوا توندی تەزوو جیاوازی ئەرك هاوڕەوگەن لە ڕێگەی نواندنی ڕەوگەیی وئاڕاستەییەوە بۆ هەر یەکەیان. هەروەك **وێنەی 20-6** (ب). دەکرێت بەرگرییە پوختەکە لەهەر ساتێکدا بدۆزرێتەوە لە یەکێك لەم پەیوەندییانەی خوارەوەدا:



وێنەی 19-6

سوڕی بەرگری پوخت بەسەرچاوەی ئەرکی گۆڕاوەوە.

$$R = \frac{V_m}{I_m} = \frac{V_R}{I_R} = \frac{V_e}{I_e}$$



وێنەی 20-6

توندی تەزو وجیاوازی ئەرکی دوو جەمسەرەکەی بەرگری لە سوڕی تەزوی گۆڕاودا هەمان ڕەوگەیان دەبێت. (أ) V_R و I_R بەپێی کات (ب) (نواندی ڕەوگەیی و ئاڕاستەیی بۆ هەریەکە لە I_R ، V_R) V_R بە گۆڕێری I_R بەپێی ئەم پەیوەندییە دەدرێت $V_R = RI_R$.

نموونە 6 (د)

یاسای ئۆم لە سوڕی بەرگری پوختدا

پرسیارەکە

سۆبایەکی کارەبایی بە جیاوازی ئەرکی گۆڕاو کاردەکات کە گەورەترین نرخی $V_m = 282.8$ V. ئەگەر بەرگری سۆباکە 500 Ω بێت و بۆ ماوەی نیو سەعات تەزوی پیایدابڕوات ئەوا بڕی گەرمی پەیدابوو بدۆزەرەوە. نرخی کاریگەری تەزو چەندە؟ وادابنێ $\sqrt{2} = 1.414$.

شیکار

1. دەزانم

دراو: $V_m = 282.8$ V $\quad R = 500\ \Omega \quad t = 1800$ s

$$V_e = \frac{1}{\sqrt{2}} V_m = \frac{282.8}{1.414} = 200 \text{ V}$$

نەزانراو: $I_e = ?$ $\quad E = ?$

2. پلان دادەنێم

هاوکێشەیەك هەڵدەبژێرم: هاوکێشەی توانای کارەبای کارکراو لە بەرگریدا دەنوسم.

$$E = \frac{V_e^2}{R} t$$

3. هەژماردەکەم

هەروەها هاوکێشەی نرخی کاریگەری تەزو بە گوێرەی جیاوازی ئەرکی کاریگەریش $I_e = \frac{V_e}{R}$

نرخەکان لە هاوکێشەکاندا دادەنێم و هەژماردەکەم

$$E = \frac{V_e^2}{R} t = \frac{(200)^2}{500} \times 1800 = \boxed{144 \times 10^3 \text{ J}}$$

$$I_e = \frac{V_e}{R} = \frac{200 \text{ V}}{500\ \Omega} = 0.4 \text{ A}$$

$$I_m = \frac{V_m}{R} = \frac{282.8 \text{ V}}{500\ \Omega} = 0.5656 \text{ A}$$

$$I_e = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{0.5656 \text{ A}}{1.414} = \boxed{0.4 \text{ A}}$$

ڕاهێنانی 6 (د)

یاسای ئۆم لە سوڕی بەرگری پوختدا

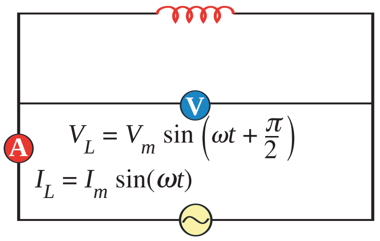
1. بەرگرییەك 20 Ω بەسترا بەدوو جەمسەری سەرچاوەیەکی تەزوی گۆڕاوەوە کە نرخە کاریگەرەکەی 10 V بوو. گەورەترین بڕو نرخە کاریگەرەکەی تەزوی تێپەڕیوو بە بەرگرییەکەدا هەژماربکە.

2. ئەگەر لە پرسیارەکەی پێشودا لەرەلەری سەرچاوەکە 50 Hz بێت، هاوکێشە ساتیەکەی هەر یەکە لە تەزوو جیاوازی ئەرك لەسەر دوو جەمسەرەکەی بەرگرییەکە بنوسە بەگوێرەی کاتەوە.

3. بڕی وزەی گۆڕاو بۆ گەرمی (بەفیرۆچوو) لە بەرگریەکەی پرسیاری 2 دا لە ماوەی 5 خولەکدا چەندە؟

ch6 2/1/18 10:20 AM Page 28

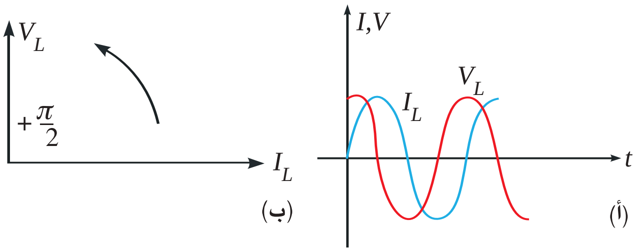
سوڕی موگنەبارگی پوخت pure Inductor



وێنەی 21-6
سوڕی موگنەبارگی پوخت لەگەڵ سەرچاوەی گۆڕاودا.

موگنەبارگی پوخت، هەر کۆیلێکە کە هاوکۆلکەی خود موگنەکاری هەیە و بەرگری ئۆمی نیە $(R = 0)$. لە **وێنەی 21-6** دا، موگنەبارگێکی پوخت بەسەرچاوەیەکی ئەرکی کارەباییەوە بەستراوە کە لەرەلەرەکەی لە سنوری 0.1 Hz دایە. بۆ ئەوەی بتوانین ئەو ڤۆڵتمیتەرو ئەمیتەرە بەکاربهێنین کە سفرەکەیان لەناوەڕاستدایە.

لەوساتەدا کە خوێندنەوەی ڤۆڵتمیتەرەکە لە گەورەترین نرخیدا دەبێت، دەبینیت کە هێشتا ئەمیتەرەکە هیچی نەخوێندۆتەوە. وە کاتێکیش خوێندنەوەی ڤۆڵتمیتەرەکە دەبێتە سفر خوێندنەوەی ئەمیتەرەکە لە گەورەترین کۆتاییدا دەبێت. واتە جیاوازی ئەرك پێش تەزو دەکەوێت بە گۆشەیەکی ڕەوگە کە بڕەکەی $(\frac{\pi}{2})$.



وێنەی 22-6
توندی تەزو و جیاوازی ئەرکی دەوری دوو جەمسەری موگنەبارگێکی پوخت لە سوڕی تەزوی گۆڕاودا. (أ) V_L و I_L بە گوێرەی کات، (ب) V_L بە گوێرەی I_L کەبە گۆشەی $\frac{\pi}{2}$ لە پێشیەوەیەتی.

دەتوانرێت ئەوە ڕوونکردنەوەیانە بنوێنرێت، هەروەك لە **وێنەی 22-6** دا دیارە و نواندنی ڕەوگەیی و ئاراستەیی هەریەکە لە V_L و I_L ڕوونددکاتەوە. لەم بارەدا دەتوانرێت نرخە ساتیەکانی جیاوازی ئەرك و توندی تەزوی گۆڕاو هەژماربکرێت بەم دوو هاوکێشەیەی خوارەوە:

$$V_L = V_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$I_L = I_m \sin(\omega t)$$

ئەو بەربەستە **موگنەكارییەی** inductive impedance X_L كە كۆیلەكە دژی تەزوە كارەباییە گۆڕاوەكە دەینوێنێت لە سوڕێكدا كە تەنها موگنەبارگێكی پوختی تێدابێت بەم پەیوەندییەی خوارەوە پێناسە دەكرێت:

$$X_L = \frac{V_m}{I_m} = \frac{V_e}{I_e} = \omega L = 2\pi fL$$

ئەم بەربەستیەش لە دروستبونی پاڵهێزی كارەبایی موگنەكارەوە لە كۆیلەكەدا پەیدادەبێت.

بەربەستە موگنەکاری

ڕێژەی نێوان گەورەترین بڕی جیاوازی ئەرکی دەوری دوو جەمسەری موگنەبارگێکی پوختە بۆ گەورەترین نرخی تەزوی تێپەڕبوو پیایدا لە سوڕی تەزوی گۆڕاودا یا ئەو بەرهەڵستەیە کە موگنەبارگ نیشانی دەدات دژی ئەو تەزووە گۆڕاوەی کە پیایدا دەڕوات.

نموونە 6 (هـ)

یاسای ئۆم بۆ موگنەبارگی پوخت

پرسیارەکە

کۆیلێك هاوکۆلکەی خود موگنەکاریەکەی L یەکسانە بە 0.2 H و بەرگرییە ئۆمیەکەی فەرامۆشکراوە، بە سەرچاوەیەکی ئەرکی گۆڕاوەوە بەسترا کە لەرەلەرەکەی 50 Hz بوو، بەربەستە موگنەکاری کۆیلەکەو توندی تەزوی کاریگەری تێپەڕبوو هەژمار بکە. ئەگەر بێت و جیاوازی ئەرکی کاریگەر 125.6 V بێت، هەردوو هاوکێشەی توندی تەزوی تێپەڕبوو جیاوازی ئەرکی ساتی نێوان جەمسەرەکانی کۆیلەکە بە گوێرەی کات بنوسە.

شیکار

1. دەزانم

دراو: $L = 0.2\ \text{H}$ $\quad f = 50\ \text{Hz}$

نەزانراو: $X_L = ?$ ، $I_e = ?$ ، $I_L = ?$ ، $V_L = ?$

2.پلان دادەنێم

هاوکێشەیەك هەڵدەبژێرم: هەردوو هاوکێشەی $X_L = 2\pi fL$ و $I_e = \frac{V_e}{X_L}$ دەنوسم.

3. هەژماردەکەم

یەکەم: $X_L = 2\pi fL = 2 \times 3.14\ (50\ \text{Hz})\ (0.2\ \text{H}) = 62.8\ \Omega$

دووەم: $I_e = \frac{V_e}{X_L} = \frac{125.6\ \text{V}}{62.8\ \Omega} = 2\ \text{A}$

ch6 2/1/18 10:20 AM Page 27

$$I_L = I_m \sin(\omega t)$$
$$I_m = I_e\sqrt{2} = 2\sqrt{2}\ \text{A}$$
$$\omega = 2\pi f = 100\pi\ \text{rad/s}$$

هاوكێشەی تەزوی ساتی:

$$I_L = 2\sqrt{2}\sin(100\pi t)$$

هاوكێشەی جیاوازی ئەركی ساتی

$$V_L = V_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$
$$V_m = V_e\sqrt{2} = 125.6\sqrt{2}\ \text{V}$$
$$V_L = 125.6\sqrt{2}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$$

ڕاهێنانی 6 (هـ)

یاسای ئۆم بۆ موگنەبارگی پوخت

.1 كۆیلێكی بەرگری فەرامۆشكراو هاوكۆلكەی خودموگنەكارییەكەی 0.04 H و بەسەرچاوەیەكەوە بەسترا كە لەرەلەرەكەی 100 Hz بوو. ئەوا بەربەستە موگنەكاری كۆیلەكە هەژماربكە؟

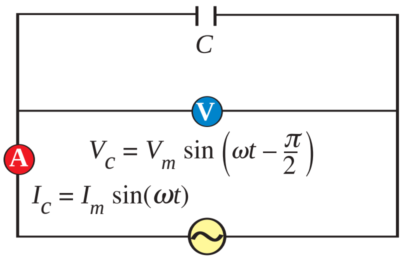
.2 سەرچاوەیەكی تەزوی گۆڕاو جیاوازی ئەركی ساتیەكەی $V = 10\sin(50\ \pi\ t + \frac{\pi}{2})$ وزە دەداتە كۆیلێكی بەرگری فەرامۆشكراو كە هاوكۆلكەی خودموگنەكارییەكەی 0.1 H. گەورەترین نرخی تەزوی تێپەڕبوو بە كۆیلەكەدا و جیاوازی ڕەوگەی نێوان تەزوو جیاوازی ئەرك بدۆزەرەوە.

سوڕی بارگەگر Capacitor circuits

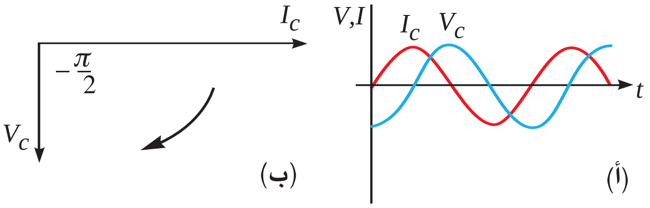
لە **وێنەی 6-23** دا بارگەگرێك لە سوڕێكدا بەستراوە كە لەرەلەرەكەی نزیكەی 0.1 Hz تا بتوانین ڤۆڵتمیتەرو ئەمیتەرێك بەكاربهێنین كە سفرەكەی لەناوەڕاستدایە خوێندنەوەی ڤۆڵتمیتەرەكە بە سفری دەمێنێتەوە هەتا ئەو كاتەی خوێندنەوەی ئەمیتەرەكە دەگاتە گەورەترین نرخی. خوێندنەوەی ڤۆڵتمیتەرەكە گەورەترین نرخی دەبێت كاتێك خوێندنەوەی ئەمیتەرەكە دەبێتە سفر.

لەوەشەوە دەرئەنجامی ئەوە دەكەین كەوا جیاوازی ئەرك دوای تەزوو دەكەوێت بە گۆشەیەكی جیاوازی ڕەوگە برەكەی $\left(\frac{\pi}{2}\right)$. دەكرێت نرخە ساتیەكانی جیاوازی ئەرك و توندی تەزو بەم دوو هاوكێشەیەی خوارەوە هەژماربكەین:

$$V_c = V_m \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$
$$I_c = I_m \sin(\omega t)$$



وێنەی 6-23
سوڕی تەزوی گۆڕاوی باگەگر.



وێنەی 6-24
توندی تەزو و جیاوازی ئەركی نێوان دوو جەمسەرەكەی بارگەگر لە سوڕی تەزوی گۆڕاودا (أ) V_c و I_c بە گوێرەی كات (ب) V_c بە گوێرەی I_c و بە گۆشەی $\frac{\pi}{2}$ دوای دەكەوێت.

هەر یەكەیان وەك لە **وێنەی 6-24** دەنوێنرێت لەگەڵ ئەوەشدا بارگەگر بەرهەڵستی تێپەڕبوونی تەزو دەكات لە سوڕەكەیدا و ئەو بەرهەڵستییەش پێی دەگوترێت بەربەستە بارگەگری capacitive impedance X_c

$$X_c = \frac{V_m}{I_m} = \frac{V_e}{I_e} = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC}$$

بەربەستە بارگەگری

ڕێژەی نێوان گەورەترین نرخی جیاوازی ئەركی سەر دوو جەمسەری بارگەگرەكەیە بۆ گەورەترین بڕی تەزو لەسوڕی تەزوی گۆڕاودا. یاخود ئەو بەرهەڵستەیە كە بارگەگر نیشانی دەدات بۆ تێپەڕبوونی تەزووی گۆڕاو.

نموونە 6 (و)

یاسای ئۆم لە سوڕی بارگەگردا

پرسیارەکە

سەرچاوەیەکی ئەرک لەرەلەرەکەی $\frac{100}{\pi}$ **Hz** و جیاوازی ئەرکی کاریگەر لە نێوان جەمسەرەکانیدا **200 V** بە بارگەگرێکی کارەباییەوە بەسترا کە بارگە گرییەکەی **200 μF** بەربەستە بارگە گری بارگە گرەکە و تونـدی تەزوی کاریگەر لە سوڕەکەدا و گەورەترین بڕی ئەو بارگەیە کە بارگەگرەکە خەزنی دەکات هەژماربکە.

شیکار

1. دەزانم

دراو: $f = \frac{100}{\pi}$ Hz $\quad V_e = 200$ V $\quad C = 200\ \mu$F

نەزانراو: $X_c = ?$ ، $I_e = ?$ ، $q_m = ?$

2. پلان دادەنێم

هاوکێشەیەک هەڵدەبژێرم: ئەم هاوکێشانە بەکاردێنم.

$$X_c = \frac{1}{2\pi fC} \ ; \ I_e = \frac{Ve}{X_c} \ ; \ q_m = V_m C$$

3. هەژماردەکەم

لە هاوکێشەکاندا لە جیاتی دانان دەکەم و نرخەکان هەژمادەکەم

$$X_c = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi\left(\frac{100}{\pi}\text{ Hz}\right)\left(200 \times 10^{-6}\text{ F}\right)} = 25\ \Omega$$

$$I_e = \frac{V_e}{X_L} = \frac{200\text{ V}}{25\ \Omega} = 8\text{ A}$$

$$q_m = V_m C = \left(200\sqrt{2}\text{ V}\right)\left(200 \times 10^{-6}\text{ F}\right)$$

$$q_m = 4\ \sqrt{2} \times 10^{-2}$$

$$q_m = 5.65 \times 10^{-2}\text{C}$$

ڕاهێنانی 6 (و)

یاسای ئۆم لە سوڕی بارگەگردا

1. بەربەستە بارگەگری بارگەگرێك هەژماربکە کە بارگەگرییەکەی $2\ \mu$F و بە سەرچاوەیەکەوە بەستراوە لەرەلەرەکەی 100 Hz.
2. سەرچاوەیەکی گۆڕاو ئەرکە ساتیەکەی $V = 10\sin(100\ \pi\, t - \frac{\pi}{2})$ جە مسەری بارگەگرێکەوە بەستراوە کە بارگە گرییەکەی $1\ \mu$F بوو. گەورەترین نرخی تەزو هەژماربکەو جیاوازی ڕەوگەی نێوان تەزوو جیاوازی ئەرک چەندە؟

ch6 2/1/18 10:20 AM Page 29

سوڕی بەرگری پوخت و موگنەبارگی پوخت و بارگەگری دواییەك بەستراو

لە **وێنەی 6-25** دا بەرگرییەكی پوخت و موگنەبارگێكی پوخت وبارگەگرێك دواییەك بەستراون بە سەرچاوەیەك كە لەرلەرەكەی 0.1 Hz، هێڵكاری ڕەوگەیی بۆ هەر یەك لە توندی تەزوو جیاوازی ئەرك بۆ بەرگری وكۆیل وبارگەگرەكە بەم شێوەیە دەنوێنین:

1. بەرگری ئۆمی: جیاوازی ئەرك و توندی تەزو بەیەك ئاڕاستەن و جیاوازی ڕەوگەی نێوانیان سفرە و هاوكێشەی هەریەكەیان بەم شێوەیە:

$$I_R = I_m \sin(\omega t) \quad ، V_R = V_m \sin(\omega t)$$

2. موگنەبارگی پوخت: جیاوازی ئەرك بە گۆشەی $\frac{\pi}{2}$ پێش تەزو دەكەوێت و هاوكێشەی هەریەكەیان بەم شێوەیە:

$$V_L = V_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$
$$I_L = I_m \sin(\omega t)$$

3. بارگەگر: جیاوازی ئەرك دوای تەزوی دەكەوێت بە گۆشەی $\frac{\pi}{2}$ وە هاوكێشەی هەر یەكەیان بەم جۆرەیە:

$$V_c = V_m \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$
$$I_L = I_m \sin(\omega t)$$

بە نواندنی هەر یەكە لە $(V_c ، V_L ، V_R)$ بە بەكارهێنانی ئاڕاستەدارە ڕەوگەییەكان دەتوانین **وێنەی 6-26** بەدەست بهێنین لەكاتی وێنەكێشانی ئەم ئاڕاستەدارانە بە شێوەی یەك لەدواییەك **وێنەی 6-27** بەدەست دەهێنین. V_{mT} گەورەترین نرخی جیاوازی ئەركی گشتی دەنوێنێت، لە **وێنەی 6-27** ەوە دەگەینە

$$V_{mT} = \sqrt{V^2_{mR} + (V_{mL} - V_{mC})^2} \quad \text{(یان بە نرخە كاریگەرەكەی)}$$

بەرهەڵستی گشتی سوڕەكە پێی دەگوترێت ڕێگری Impedance وهێمای Z ی بۆ دادەنرێت:

$$V_{mT} = I_m Z$$

لەم هاوكێشانەوە:

$$V_{mc} = I_m X_c \quad ، V_{mL} = I_m X_L \quad ، V_{mR} = I_m R$$

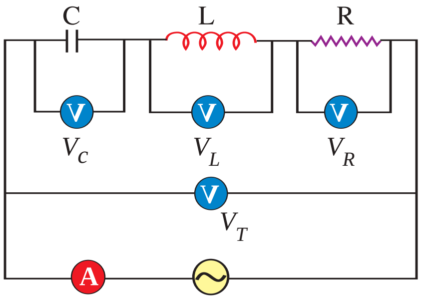
بە لەجیاتی دانان لە هاوكێشەی V_T دا:

$$I_m Z = \sqrt{I_m^2 R^2 + I_m^2 (X_L - X_C)^2}$$
$$I_m Z = I_m \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$
$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

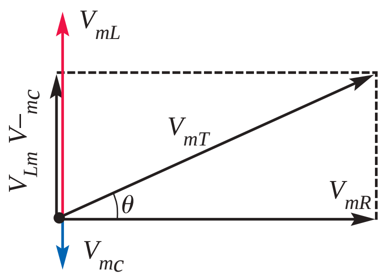
Z بەرگرە هاوتای بەرگری ئۆمی و بەربەستە موگنەكاری و بەربەستە بارگەگری دەنوێنێت لە سوڕە كارەباییەكەدا. دەتوانین لە وێنەكەوە بگەینە ئەمە:

$$\tan\theta = \frac{V_{mL} - V_{mc}}{V_{mR}} = \frac{X_L - X_C}{R}$$

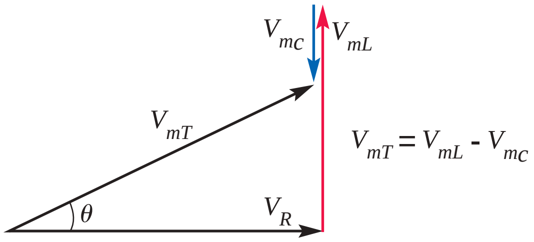
θ گۆشەی جیاوازی ڕەوگەی نێوان جیاوازی ئەركی گشتی و توندی تەزوو دەنوێنێت.



وێنەی 6-25
سوڕی تەزوی گۆڕاو بۆ بەرگری و موگنەبارگ و بارگەگری دواییەك لە نێوان دوو جەمسەری سەرچاوەیەكی ئەركی گۆڕاودا.



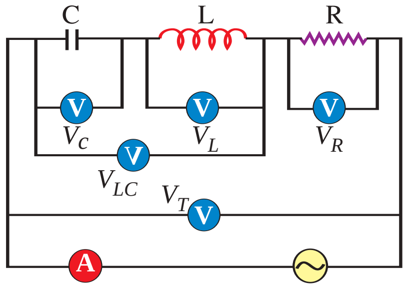
وێنەی 6-26
ئاڕاستەدارە ڕەوگەییەكان بۆ هەر یەكە لە V_R و V_L و V_c و هەموویان لە خاڵی بنەڕەت 0 دەردەچن.



وێنەی 6-27
ئاڕاستەدارە و ڕەوگەییەكان بۆ هەر یەكە لە V_R و V_L و V_c یەك لەدواییەك.

نموونە 6 (ز)

سوڕی بەرگری پوخت و موگنەبارگی پوخت و بارگەگری دواییەك بەستراو



وێنەی 6-28

پرسیارەکە

لە وێنەی 6-28، خوێندنەوەی ئەو ئەمیتەرو ڤۆڵتمیتەرانە بدۆزەرەوە کە لە هێڵکارییەکەدا دیارن. وە هەروەها گۆشەی جیاوازی ڕەوگەی نێوان V_R و V_T بدۆزەرەوە ئەگەر بزانیت $V_{Te} = 30\ \text{V}$، $f = 50\ \text{Hz}$ ، $R = 12\ \Omega$، $X_C = 5\ \Omega$، $X_L = 14\ \Omega$.

شیکار

1. دەزانم

دراو: $V_{Te} = 30\ \text{V}$ $\quad f = 50\ \text{Hz}$ $\quad R = 12\ \Omega$

$X_C = 5\ \Omega$ $\quad X_L = 14\ \Omega$

نەزانراو: $I_e = ?$ ، $V_{ce} = ?$ ، $V_{Le} = ?$ ، $V_{Re} = ?$ ، $V_{LCe} = ?$

2.پلان دادەنێم

هاوکێشەیەك هەڵدەبژێرم: ئەم هاوکێشانە بەکاردێنم:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$I_e = \frac{V_e}{Z}$$

$$V_R = IR$$

$$V_L = X_L I$$

$$V_C = X_C I$$

$$V_{LC} = V_L - V_C$$

3. هەژماردەکەم

لەجیاتی دانان دەکەم لە هاوکێشەکاندا و نرخەکان هەژمار دەکەم:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{12^2 + (14 - 5)^2} = 15\ \Omega$$

$$I_e = \frac{V_e}{Z} = \frac{30}{15} = 2\ \text{A}$$

$$V_{Re} = RI_e = 12(\ \Omega)\ (2\ \text{A}) = 24\ \text{V}$$

$$V_{Le} = X_L I_e = (14\ \Omega)\ (2\ )\text{A} = 28\ \text{V}$$

$$V_{Ce} = X_C I_e = (5\ \Omega)\ (2\ )\text{A} = 10\ \text{V}$$

بەوەش

$$V_{LCe} = V_{Le} - V_{Ce} = 28\ \text{V} - 10\ \text{V} = 18\ \text{V}$$

گۆشەی جیاوازی ڕەوگە لەم پەیوەندییەوە دەدۆزرێتەوە:

$$\tan\theta = \frac{V_{Le} - V_{ce}}{V_{Re}} = \frac{18\ \text{V}}{24\ \text{V}} = \frac{3}{4} = 0.75$$

یان $$\tan\theta = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{14 - 5}{12} = \frac{3}{4} = 0.75$$

بۆیە:

$$\theta = 36.87^{\circ}$$

ڕاهێنان 6 (ز)

سوڕی (بەرگری پوخت و موگنەبارگی پوخت و بارگەگر)ی دواییەك بەستراو

.1 سەرچاوەیەکی ئەرکی گۆڕاو نرخە ساتیەکەی $V = 20\sin(100\,\pi\, t)$ بە دوو جەمسەری سوڕێکەوە بەسترا بەرگرییەکی پوختی $100\ \Omega$ و موگنەبارگێکی پوخت هاوکۆلکەی خود موگنەکارییەکەی $0.2\ H$ ی دواییەك بەستراوی تێدایە، بڕی ڕێگری سوڕەکە و جیاوازی ڕەوگەی نێوان توندی تەزوو جیاوازی ئەرك بدۆزەرەوە.

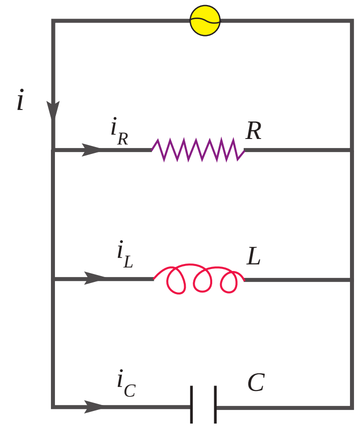
.2 ئەگەر سەرچاوەکەی پرسیاری 1 بە بارگەگرێکەوە کە بارگەگرییەکەی $2\mu F$ و بە بەرگرییەکی $50\ \Omega$ ی دواییەکەوە ببەسترێت. بڕی ڕێگری سوڕەکە و جیاوازی ڕەوگەی نێوان توندی تەزوو جیاوازی ئەرك بدۆزەرەوە.

.3 سەرچاوەکەی پرسیاری 1 بە بەرگرییەکی $20\ \Omega$ و بارگەگرێکی $4\mu F$ وکۆیلێك بەرگریەکەی فەرامۆش کراوە هاوکۆلکەی خود موگنەکارییەکەی $2 \times 10^{-3}\ H$ دواییەك بەستراو ببەسترێت. ئەوا گۆشەی جیاوازی ڕەوگەی نێوان تەزو وجیاوازی ئەرك بدۆزەرەوە.

سوڕی (بەرگری پوخت وموگنەبارگی پوخت و بارگەگر)ی هاوڕێك بەستراو

لە **وێنەی 6-29** دا بەرگرییەکی پوخت وموگنەبارگێکی پوخت و بارگەگرێك هاوڕێك بەستراون گەیەنراون بە سەرچاوەیەکی تەزوی گۆڕاو، لەم بارەدا تەزو دابەش دەبێت بۆ سێ تەزوی i_R و i_L و i_C بە شێوەیەك لەهەر ساتێکدا ئاڕاستەییانە کۆ دەکرێنەوە.

$$i = i_R + i_L + i_C \quad \text{(بەمەرجێك ئاڕاستەییانە کۆبکرێنەوە)}$$



وێنەی 6-29

سوڕی بەرگرو موگنەبارگ وبارگەگری هاوڕێك.

لەم بارەدا جیاوازی ئەرك بۆ هەموو لقەکان هەرخۆی دەبێت و ناگۆڕێت، بۆیە جیاوازی ئەرك بە تەوەرەی سەرچاوە (پشت بێ بەستراو) دادەنێین وەك لە **وێنەی 6-30** دا.

لەبەر ئەوەی بەستنەکە هاوڕێکە بۆیە:

$$V = V_R = V_L = V_C$$

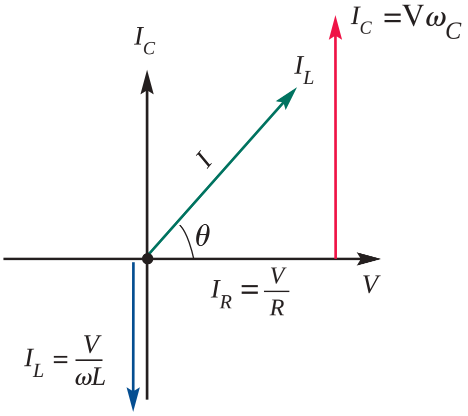
بەجێبەجێ کردنی یاسای ئۆم لەسەر هەر لقێك لە لقەکانی سوڕەکە:

$$I_R = \frac{V}{R} \ ،\ I_L = \frac{V}{\omega L} \ ،\ I_C = V\omega_C$$

I_L دوای جیاوازی ئەرکی دانراو دەکەوێت بە گۆشە ڕەوگەی 90°

I_C پێش جیاوازی ئەرکی دانراو دەکەوێت بە گۆشەی ڕەوگەی 90° بۆیە جیاوازی گۆشەی ڕەوگە لە نێوان I_L ، I_C یەکسانەبە 180°، بەڵام لە بەرگریدا R ڕەوگە لە نێوان I_R و V_R جیاوازی ئەرکدا یەکسانە بە سفر.

ئەم بڕانە دەتوانرێت بنوێنرین بە ئاڕاستەداری خولخۆرەك وێنەی 6-30:



وێنەی 6-30

$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2}$$

$$\frac{V}{Z} = V \times \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)^2}$$

$$\frac{1}{Z} = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)^2}$$

$$Z = \frac{V}{I}$$

$$\therefore\ Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)^2}}$$

ch6 2/1/18 10:20 AM Page 34

بەمەش:

$$I = \frac{V}{Z} = V\sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)^2}$$

بەو پێیە نرخی کاریگەر بۆ تەزوی گشتی I کەمترین برە.

کاتێك کە $\sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)^2}$ لە کەمترین بڕی دەبێت،

واتە کاتێك کە $\omega C = \frac{1}{\omega L}$ ، بەمانای $\omega = \frac{1}{\sqrt{CL}}$.

لەم بارەدا سوڕەکە لەباری زرنگانەوەدا دەبێت. وە $I = \frac{V}{R}$ تەزوەکە کەمترین بڕی دەبێت.

سوڕی لەرینەوەی کارەبایی

سوڕی لەرینەوەی کارەبایی لە موگنەبارگێك و بارگەگرێکی گۆڕاو پێکدێت هەروەك وێنەی **31-6** . بارگاوی کردنی بارگەگرەکە بە هەر سەرچاوەیەکی کارەبایی، لەرینەوەیەکی کارەبایی دروست دەکات کە بۆ هەر سوڕێك بەندە لەسەر هەردوو نرخی L و C. ئەگەر بارگەی بارگەگرەکە q_o بێت ئەوا وزەی کارەبایی بەشێوەی بواری کارەبایی تیایدا کۆدەبێتەوە.

بارگەگرەکە بارگەکەی خۆی لە موگنەبارگەکەدا خاڵی دەکاتەوە، بەوەش تەزو بە هێواشی زیاددەکات هەتا دەگاتە گەورەترین بڕی لەوکاتەشدا بارگەگرەکە هەموو بارگەکەی خۆی خاڵی دەکاتەوە، و وزە کارەباییەکەش لە موگنەبارگەکەدا بە شێوەی بواری موگناتیسی کۆدەبێتەوە پاشان بارگەکان بۆ بارگەگرەکە دەگەڕێتەوە تا تەزوی کۆیلەکە دەبێتە سفر و وزەکارەباییەکەش جارێکی دی لە بارگەگرەکەدا بە شێوەی بواری کارەبایی کۆدەبێتەوە پاشان بارگەگرەکە لە موگنەبارگەکەدا خاڵی دەکاتەوە و ئەم کردارەش چەندەها جار دووبارە دەبێتەوە و وزە لە نێوان بارگەگرو موگنەبارگەکەدا ئاڵوگۆڕدەکرێت ئەگەر هیچ ون بوونێك لە وزەکەدا نەبێت بە هۆی بەرگری مادەی کۆیلەکەوە، بەڵام بەبوونی بەرگری بەشێك لە وزەکە بە شێوەی گەرمی لە کۆیلەکەدا لەناودەچێت، ئەوەش دەبێتە هۆی لەناوچوونی لەرینەوەکە. ئەگەر تەزویەکی گۆڕاو بخرێتە سەر سوڕەکە، کە لەرلەرەکەی ورەوگەکەی لەگەڵ لەرلەری سوڕەکەدا گونجاوبێت ئەوا سوڕەکە دەکەوێتە باری زرنگانەوە.

دەکرێت باری زرنگانەوە لە سوڕەکەدا بەدەستبهێنرێت ئەگەربێت و تەزویەکی لەراوە بە لەرلەرێکی دیاریکراو بخەینەسەری وپاشان بارگەگری بارگەگرەکە بگۆڕین هەتا سوڕەکە ساف دەکرێت و یەکسان بوون لە نێوان لەرلەری سوڕەکە و لەرلەری تەزوی تێچوودا دێتەدی.

بەم شێوەیە سازدان (سافکردن) لە نێوان لەرلەری وێستگەکانی ڕادیۆو تەلەفزیۆن و لەرلەری دەزگاکانی وەرگرتن لە ماڵەکاندا دەکرێت. ئەگەر زرنگانەوە ڕوویدات ئەوا وەرگرتن بۆ شەپۆلە نێردراوەکان لە وێزگەکانەوە ڕوودەدات. ئەگەر بێت و $X_L = X_C$ ئەوا تەزوو لە سوڕەکەدا دەلەرێتەوە بەبێ ئەوەی توشی بەرهەڵستییەکی زۆر ببێت.

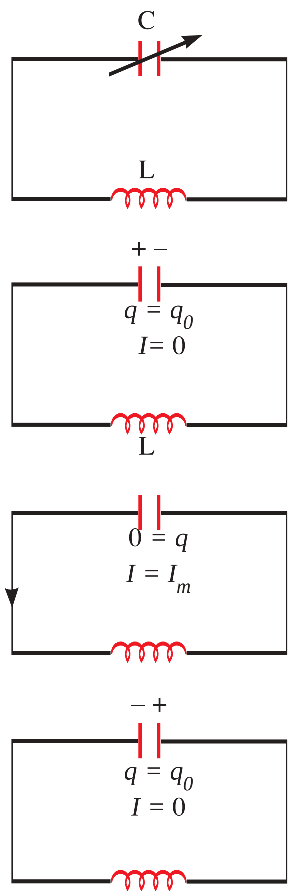
کاتێك $X_L = 2\pi f L$

$X_c = \frac{1}{2\pi fC}$

کاتێك $X_L = X_C$

ئەوا $2\pi f L = \frac{1}{2\pi fC}$

یان $f^2 = \frac{1}{2(\pi)^2 LC}$



وێنەی 31-6
سوڕێکی لەرینەوەی کارەبایی لە موگنەبارگێك و بارگەگرێکی گۆڕاو پێکهاتووە.

ch6 2/1/18 10:20 AM Page 33

لەرەلەری سوڕەکەو وێستگەی ناردنەکە یەکسان دەبن بە f. بەوەش

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

ئەگەر $C = 0.25\ \mu F$ و $L = 5\ mH$ ئەو زرنگە لەرەی سوڕەکە دەبێتە

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{(0.25 \times 10^{-6}\ F)(5 \times 10^{-3}\ H)}} = 4504\ Hz$$

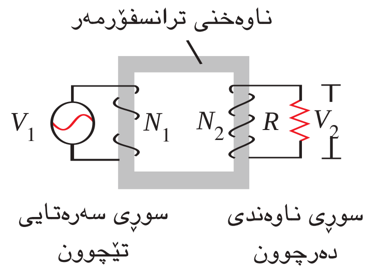
ترانسفۆرمەرەکان Transformers

ترانسفۆرمەر

دەزگایەکە پاڵهێزی کارەبای موگنەکاری تەزوی گۆڕاو بەرز یان نزم دەکاتەوە.

هەندێک جار وا پێویست دەکات کە ε بۆ نرخێکی گەورەتر بەرزبکرێتەوە، یان برێکی گەورە لە ε بۆ نرخێکی کەمتر نزمبکرێتەوە، ئەوەی ئەوە بەدەست دەهێنێت دەزگایەکە پێی دەگوترێت **ترانسفۆرمەر** transformer.

سادەترین جۆری ترانسفۆرمەر لە دوو کۆیل پێکدێت کە لەسەر ناوئاخنێک (چەند تەبەقێک لە ئاسنی گونجاو) هەڵکراوە. هەروەک دەزگاکەی تاقیکردنەوەکەی فارادای. کۆیلی لای چەپ لە **وێنەی 32-6** دا ژمارەی پێچەکانی N_1 و جیاوازی ئەرکی گۆڕاوی لێوە دەچێتە ناووەوە و پێی دەگوترێت کۆیلی سەرەتایی، بەڵام کۆیلەکەی لای ڕاست بە بەرگری R ەوە بەستراوە و ژمارەی پێچەکانی N_2 و بە کۆیلی ناوەندی ناودەبرێت هەروەک لە تاقیکردنەوەکەی فارادایدا پارچە ئاسنە گونجاوەکە گواستنەوەی هێڵە هێزە موگناتیسەکان ئاسان دەکات، بە شێوەیەک زۆربەی هێڵە هێزەکان بە هەردوو کۆیلەکەدا تێپەڕدەبن.



وێنەی 32-6
ترانسفۆرمەر تەزوی گۆڕاو بەکاردێنێت لە سوڕە سەرەتاییەکەیدا بۆ پەیداکردنی تەزوییەکی گۆڕاوی تر لە کۆیلە ناوەندیەکەیدا.

لەبەر ئەوەی توندی بواری موگناتیسی لە ناواخنە ئاسنەکەی ترانسفۆرمەر و لە هەردوو برگەکەیدا واتە کۆیلی سەرەتایی و ناوەندی یەکسانن. بۆیەجیاوازی ئەرکی گۆڕاو لە نێوان دوو کۆیلەکەدا جیاوازدەبێت، ئەویش بە پێی جیاوازییان لە ژمارەی پێچەکاندا. پاڵهێزی کارەبایی دانراو کە دەبێتە هۆی دروستکردنی بوارێکی موگناتیسی گۆڕاو لە کۆیلی سەرەتاییدا پەیوەست بە بوارە گۆڕاوەکە دەبێت بە پێی یاسای فارادای لە کارۆموگنەکارییدا.

$$V_1 = -N_1 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

هەروەها پاڵهێزی کارەبایی موگنەکاریش لە کۆیلی ناوەندیدا بەم شێوەیە دەبێت:

$$V_2 = -N_2 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

بە دابەشکردنی هەردوو هاوکێشەکە بەسەر یەکتردا دەستەواژەکانی لای ڕاست کورت دەبنەوە تەنها N_1 و N_2 و دەمێنێتەوە بەوەش هاوکێشەی ترانسفۆرمەرمان دەستدەکەوێت.

هاوکێشەی ترانسفۆرمەر

$$V_2 = \frac{N_2}{N_1} V_1$$

ε موگنەکر لە کۆیلی ناوەندیدا = ε دانراو لەسەر کۆیلی سەرەتایی ×

$$\frac{\text{ژمارەی پێچەکانی کۆیلی ناوەندی}}{\text{ژمارەی پێچەکانی کۆیلی سەرەتایی}}$$

ڕێژەی $\frac{N_2}{N_1}$ پێی دەگوترێت ڕێژەی گۆڕین لە ترانسفۆرمەردا. دەکرێت جارێکی تر ئەم هاوکێشەیە بنوسرێتەوە بە شێوەی یەکسانکردنی ڕێژەی نێوان جیاوازی ئەرکەکان و ڕێژەی نێوان ژمارەی پێچەکان

$$\frac{V_2}{V_2}=\frac{N_2}{N_1}$$

کاتێك N_2 گەورتربێت لە N_1 ئەوا ε لە کۆیلی دووەمدا (ناوەندی) گەورتر دەبێت لە چاوکۆیلی سەرەتایدا، و بە ترانسفۆرمەرەکەش دەگوترێت ترانسفۆرمەری بەرزکەرەوە.
بەڵام کاتێك N_2 بچوکتر بێت لە N_1 ئەوا ε لە کۆیلی ناوەندیدا کەمتر دەبێت لەچاو ε لە کۆیلی سەرەتاییدا، بە ترانسفۆرمەرەکەش دەگوترێت نزمکەرەوە.

لەوانەیە وابزانین کە ترانسفۆرمەر شت لە نەبوونەوە بەرهەمبهێنێت، بۆ نموونە ترانسفۆرمەر دەتوانێت ε دانراو لە 10 V بەرزبکاتەوە بۆ 100 V. لە کاتێکدا پێویستە توانا لە سوڕی ناوەندیدا (دەرچوو) یەکسان بێت بە توانای کۆیلی سەرەتایی (تێچوو). بەڵام لە ڕاستیدا هەندێك وزە بە شێوەی گەرمی یان تیشکدان ون دەبێت بەوەش توانای دەرچوو لە توانای تێچوو کەمتر دەبێت. ئەمەش ئەوە دەگەیەنێت کەوا هەر زیادبوونێك لە ε کۆیلی ناوەندیدا نزمبوونەوەیەکی گونجاو لە تەزوی کارەبایی کۆیلی ناوەندی (هەمان کۆیل دەنوێنێت.

نموونە 6 (ح)

ترانسفۆرمەرەکان

پرسیارەکە

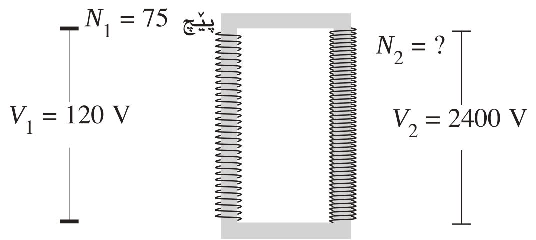
ترانسفۆرمەرێکی بەرزکەرەوە 120 V بۆ 2400 V بەرزدەکاتەوە. ئەگەر ژمارەی پێچەکانی کۆیلی سەرەتایی 75 پێچ بێت ئایا ژمارەی پێچەکانی کۆیلی ناوەندی چەندە؟

شیکار

1. دەزانم دراو: $V_1 = 120\ V$ $V_2 = 2400\ V$ $N_1 = 75$ پێچ

نەزانراو: $N_2 = ?$

هێلکارییەکە:



2.پلان دادەنێم هاوکێشەیەك هەڵدەبژێرم: هاوکێشەی ترانسفۆرمەر بەکاردێنم.

$$V_2=\frac{N_2}{N_1}V_1$$

3. هەژماردەکەم دووبارە هاوکێشەکە ڕێکدەخەمەوە بۆ جیاکردنەوەی نەزانراوەکە.

$$N_2=\frac{V_2}{V_1}N_1$$

نرخەکان لە هاوکێشەکەدا دادەنێم و شیکاردەکەم.

$$N_2=\left(\frac{2400\ V}{120\ V}\right)(75\ \text{پێچ}) = 1500\ \text{پێچ}$$

$$\boxed{N_2 = 1500\ \text{پێچ}}$$

4. هەڵدەسەنگێنم ژمارە زۆرەکەی پێچەکان لە کۆیلی ناوەندیدا دەبێتە هۆی زیادبوونی نرخی ε لە سوڕی ناوەندیدا.

ڕاهێنانی 6 (ح)

ترانسفۆرمەر

1. لە ئۆتۆمبێلدا ترانسفۆرمەری بەرزکەرەوە بەکاردەهێنرێت، جیاوازی ئەرکی سەرەتاییەکەی 12 V و وە ناوەندیەکەی 2.0×10^4 V. ئەگەر ژمارەی پێچەکانی کۆیلی سەرەتایی 21 پێچ بێت، ئایا ژمارەی پێچەکانی کۆیلی ناوەندی چەندە؟

2. بە پەیداکردنی تەزویەکی بەرز لە دەزگای لەحیم کردندا پێویستمان بە جیاوازی ئەرکی 0.750 V دەبێت. ئەگەر جیاوازی ئەرکی سەرەتایی ترانسفۆرمەرێکی نزمکەرەوە 117 V بێت ئایا ڕێژەی نێوان ژمارەی پێچەکانی کۆیلی سەرەتایی بۆ ژمارەی پێچەکانی کۆیلی ناوەندی چەندە؟

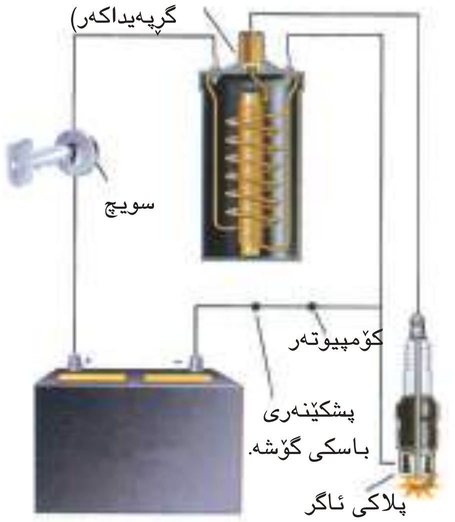
نەبوونی چوستی نمونەیی لە ترانسفۆرمەرە ڕاستیەکاندا

هاوکێشەی ترانسفۆرمەر وا دادەنێت کە هیچ توانایەك لە نێوان پێچەکانی کۆیلی سەرەتایی و ناوەندیدا ون نابێت. ترانسفۆرمەرە ڕاستیەکان چوستیان لە نێوان 90% و 99% دادەگۆڕێت، هەندێك وزە لە ترانسفۆرمەردا بە فیرۆ دەچێت بە هۆی ئەو تەزوە (وێڵە تەزووە) بچوکە موگنەکارانەوە کە لە گۆڕانی بواری موگناتیسیەوە لەناوەخنەکەدا پەیدادەبن (وێڵە تەزووەکان)، هەروەها بەهۆی بەرگری تەلی کۆیلەکانەوە. لەگەڵ هەستەرەی موگناتیسی (موگنەمانەوە). توانای ون بووی گۆڕاو بۆ گەرمی لە تەلە گوێزەرەوەکاندا بەپێی هاوکێشەی I^2R دەگۆڕێت، لە پێناو کەمکردنەوەی I^2R بۆ کەمترین بڕی وبەدەستهێنانی زۆرترین توانای گوێزراوە، دامەزراوەکانی وزە ε بەرزو تەزوی نزم بەکاردێنن.

لە کاتی گواستنەوەی وزە بۆ شوێنە دوورەکان. ئەگەر بە کۆلکەی 10 تەزوو نزمبکرێتەوە ئەوا توانای بە فیرۆچوو بە کۆلکەی 100 کەمدەکات. لە ڕاستیدا ε لە وێستگەی بەرهەمهێناندا بۆ 230 000 V بەرزدەکرێتەوە، پاشان نزمدەکرێتەوە بۆ 20 000 V لە وێستگەکانی دابەشکردنی ناوخۆییدا. لە کۆتاییشدا نزمدەکرێنەوە بۆ 220 V لەکاتی بەکارهێنانیدا لای کڕیار. (واتە لە ماڵ و شوێنە گشتییەکاندا) ε بەرز لە تەلە گوێزەرەوەکانی دووریەیە زۆرەکاندا کارێك دەکات کە تەلەکان مەترسیداربن لە کاتی هەڵکردنی بادا و وە لەوانەیە بیانخاتە سەر زەوی.

کۆیلی ئیشپێکردن (داگیرساندن) لە مەکینەی بەنزیندا ترانسفۆرمەرە

پاتری ئوتومبێل پاڵهێزێکی کارەبای 12 V دەداتە دەزگاکانی، لەپێناو ئیشپێکردنی هەموو سیستەمەکانی ئۆتۆمبێلدا، سیستەمی ئیشپێکردن (ئاگرپێدان) ترانسفۆرمەرێك بەکاردێنێت پێی دەگوترێت کۆیلی ئاگر پەیداکردن. لەپێناو بەرزکردنەوەی 12 V ی پاتریەکە بۆ جیاوازیەکی ئەرکی بەرز کە بتوانێت پریشکێك لەنێوان دوو جەمسەرەکەی پلاکی ئاگرپەیداکردندا پەیدابکات. **وێنەی 33-6** سامپڵێك پیشاندەدات کە وەك سیستمی ئاگر پەیداکردن لە ئۆتۆمبیلدا بەکاردەهێنرێت لە ساڵی 1900 ەوە. لەم سیستەمەدا کەپێی دەگوترێت ئاگر پەیداکەری ئەلیکترۆنی، هەر سلندەرێك کۆیلێکی ئاگر پەیداکەرێکی تایبەتی خۆی هەیە. پێویستە سیستەمی ئاگرپەیداکردنی ئۆتۆمبیلەکەت تەواو لەگەڵ بەشەکانی تری مەکینەکەدا گونجاو بێت، ئامانج سوتاندنی سوتەمەنیە لەو ساتەدا کە غازەکە کشاوە و دەتوانێت گەورەترین ئیش بەڕێ بکات. لەم ساتەدا پشکنەرێکی کارۆرووناکی کە پێی دەگوترێت پشکنەری باسکی گۆشە هەڵدەستێت بە بەکارهێنانی شوێنی باسکە تولەکە، بۆ دیاریکردنی ئەو ساتەی کە پێکهێنەرەکانی سلندەرەکە لە گەورەترین باری پەستاوتندادەبن.



وێنەی 33-6
ترانسفۆرمەر لە مەکینەی ئۆتۆمبێلدا جیاوازی ئەرکی نێوان جەمسەرەکانی پلاکی ئاگر پەیداکردن بەرز دەکاتەوە بەوەش پریشکە پەیدادەبێت.

لەو کاتەدا پشکنەرەکە نیشانە بۆ کۆمپیوتەری ئۆتۆمبیلەکە دەنێرێت. کاتێك نیشانەکە دەگاتە کۆمپیوتەرەکە سوڕە سەرەتاییەکە دادەخات کە بە کۆیلی سلندەرەکەوە بەستراوە. ئەوەش دەبێتە هۆی کتوپڕ بەرزکردنەوەی تەزوی سەرەتایی، پێشتر ئەوەمان زانی کەوا بەرزبوونەوەی تەزو دەبێتە هۆی خێرا گۆڕانی بواری موگناتیسی ترانسفۆرمەرەکە. لەبەرئەوەی گۆڕانی بواری موگناتیسی سوڕەکە زۆر خێرایە، بۆیە دەبێتەهۆی پەیدابوونی ε موگنەکاری زۆر بەرز، کە بڕەکەی لەنێوان 40000V و 100 000 V دا دەبێت. ئەم پاڵهێزە کارەباییە دەخرێتەسەر هەردوو جەمسەری پلاکی ئاگر پەیداکردنەکە، و بریسکەیەك (پریشکێك) پەیدادەکات و دەبێتەهۆی سوتاندنی سوتەمەنییەکە و وزە دەدات بە ئۆتۆمبیلەکە.

گواستنەوەی وزە

وزەی کارەبایی باوترین جۆرەکانی وزەیە و زۆرترین بەکارهێنانی هەیە لەماڵ و کارگەکاندا، هەر ئەوە لە ڕووناککردنەوە و گەرمکردنەوە و ئیشپێکردنی ئامێرە کارەباییەکاندا بەکاردێت، هەروەها بۆ ئیشپێکردنی ئامێرە پیشەسازییەکانیش. گواستنەوەی وزەی کارەبایی لە وێستگەکانی بەرهەمهێنانەوە دەگوێزرێتەوە بۆ ماڵ و کارگەکان لە ڕێی تۆڕەکانی تەلی گەیەنەرەوە کە پێیان دەگوترێت تۆڕەکانی گواستنەوەی وزەی کارەبایی و تەزوی کارەبا. بەم تەلانەدا دەڕوات و لە وێستگەکانەوە دەگاتە شوێنی بەکارهێنانی، لەبەرئەوەی تەلەکان بۆ شوێنی دوور ڕاکێشراون (بۆ سەدەها کیلۆمەتر) بۆیە بەرگرییەکی کەمیان نابێت بۆ تەزوی کارەبایی، ئەم بەرگرییە زۆرەش دەبێتە هۆی بەفیڕۆچوونی بڕێك لە وزەی کارەبایی لەسەر تەلەکان کە بڕەکەی بەند دەبێت لەسەر بەرگری تەلەکان و توندی تەزوی تێپەڕبووپیایدا. دەتوانرێت وزەی بەفیڕۆچوو لەم پەیوەندییەوە هەژماربکرێت:

$$E_{\text{ونبوو}} = I^2 \times Rt$$

وە توانای بە فیڕۆچوو P لە پەیوەندی $P = I^2R$ هەژماردەکرێت.

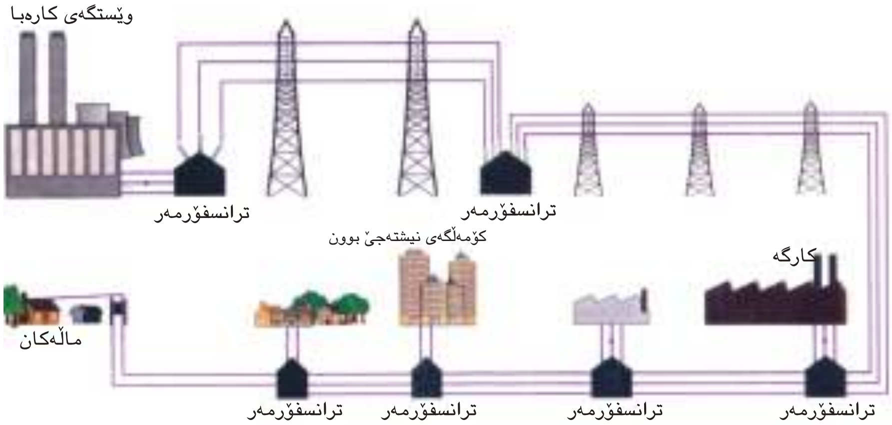
I توندی تەزوە R بەرگری تەلەکانەو t کاتە.

لە یاساکەوە دەبینین کە وزەی بە فیڕۆچوو ڕاستەوانە لەگەڵ بەرگری تەلەکان و دووجای تەزودا دەگۆڕێت.

ئەوەش ئەوە دەگەیەنێت کەوا توندی تەزو کاریگەریەکی زۆری هەیە لە ونبوونی وزەدا و کاریگەرییەکەی لە هی بەرگری زیاترە. بۆیە گرنگی بە نزمکردنەوەی توندی تەزو دەدرێت لەو تەلانەدا کە وزەکە دەگوێزنەوە، ئەویش بە بەکارهێنانی ترانسفۆرمەری کارەبایی بەرزکەرەوەی ڤۆڵتیە (ئەرك). ئەگەر تەزوی کۆیلی سەرەتایی I گەورەبێت و جیاوازی ئەرکەکەی بچوك بێت، ئەوە دەبێتە هۆی ئەوەی کە لە کۆیلی ناوەندیدا کە ژمارەی پێچەکانی (N_2) گەورەترە تەزوییەکی کەم و جیاوازییەکی ئەرکی گەورە پەیدا ببێت.

کاتێکیش دەگاتە شوێنی بەکارهێنان جارێکی تر لە پێش بەکارهێنانیدا بە هۆی ترانسفۆرمەری نزمکەرەوە ئەرکەکە نزمدەکرێتەوە. هەروەها دەتوانرێت وزەی بەفیڕۆچوو کەمبکرێتەوە ئەویش بەزیادکردنی ئەستوری تەلەکان یان تەلەکان لە مادەیەك دروستبکرێت کە بەرگری تایبەتیان تا ڕادەیەك کەمبێت.

چوستی گواستنەوە: بریتیە لە ڕێژەی سەدی نێوان توانای گەیشتوو بە ماڵێك یان بەکارگەیەك بۆ ئەو توانایەی کە لە وێستگەی بەرهەمهێنانەوە نێردراوە.



وێنەی 6-34
وزەی کارەبا دەگوازرێتەوە لە وێستگەی بەرهەم هێنان بۆ شوێنی بەکاربردن بە هۆی تەلی گواستنەوە و ترانسفۆرمەرەکان.

$$\text{چوستی گواستنەوە} = \frac{\text{توانای گەیشتو بە سوری بەکارهێنان}}{\text{توانای نێردراو لە ویستگەی بەرهەمهێنانەوە}} \times 100\ \%$$

$$\text{چوستی گواستنەوە} = \frac{\text{توانای نێردراو} - \text{توانای بە فیرۆچوی سەر تەل}}{\text{توانای نێردراو}} \times 100\ \%$$

$$\text{چوستی گواستنەوە} = \frac{p_{\text{نێردراو}} - p_{\text{بە فیرۆچوو}}}{p_{\text{نێردراو}}}\ \%\ 100 = \frac{p_{\text{گەیشتوو}}}{p_{\text{نێردراو}}} \times 100\ \%$$

نموونە 6 (ط)

گواستنەوەی وزە

پرسیارەکە

وێستگەیەکی بەرهەمهێنانی وزەی کارەبایی، توانای کۆیلی ناوەندی ترانسفۆرمەرەکەی 1 MW. ئەم وێستگەیە تواناکەی خۆی بۆ شارێك دەنێرێت بە هۆی تەلی گەیەنەرەوە کە بەرگرییەکەی 10 Ω ـە لە ژێر جیاوازی ئەرکی 1×10^5 V دا چوستی گواستنەوە هەژماربکە.

شیکار

1. دەزانم

دراو: $P_{\text{نێردراو}} = 1\ \text{MW}$ ، $R = 10\ \Omega$ ، $\Delta V = 1 \times 10^5\ \text{V}$

نەزانراو: چوستی = ؟

2.پلان دادەنێم

هاوکێشەیەك هەڵدەبژێرم: ئەم دوو پەیوەندییە بەکاردێنم.

$$P_{\text{نێردراو}} = I\Delta V$$

$$= \frac{P_{\text{گەیشتوو}}}{P_{\text{نێردراو}}}$$

3. هەژماردەکەم

لەجیاتی دانان لە هاوکێشەکاندا دەکەم و شیکاردەکەم.

$$P_{\text{نێردراو}} = I\Delta V$$

$$I = \frac{P_{\text{نێردراو}}}{\Delta V} = \frac{1 \times 10^6\ \text{W}}{1 \times 10^5\ \text{V}}$$

$$I = 10\ \text{A}$$

$$P = I^2 \times R = (10\ \text{A})^2 \times (10\ \Omega) = 10^3\ \text{W}$$

$$P_{\text{گەیشتوو}} = P_{\text{نێردراو}} - P_{\text{بەفیڕۆچوو}}$$

$$P_{\text{گەیشتوو}} = 10^6\ W - 10^3\ W = 999 \times 10^3\ ط$$

$$\text{چوستی} = \frac{P_{\text{گەیشتوو}}}{P_{\text{نێردراو}}} \times 100\% = \frac{999 \times 10^3 W}{10^6\ W} \times 100\% = \frac{999}{10^3} \times 100\% = \boxed{0.999 \times 100\% = 99.9\ \%}$$

ڕاهێنانی 6 (ط)

گواستنەوەی وزە

1. توانای بەفیڕۆچووو لە شێوەی گەرمیدا لە تەلێکدا هەژماربکە کە بەرگرییەکەی Ω 120 و تەزوییەکی پێدادەڕوات تونددییەکەی 50 A.

2. ئەگەر وزەیەک کە تواناکەی 3 MW بێت بە تەلەکەی پرسیاری 1 دا بنێردرێت توانای گەیشتوو بە کۆتایی تەلەکە هەژماربکەو، چوستی گواستنەوەی وزە دەرەنجام بکە.

پێداچوونەوەی بەندی 3-6

1. نرخی کاریگەری تەزو لە کۆیلێکی تاکی گیتاردا 0.025 A و بەرگری کۆیلەکە 4.3 kΩ. گەورەترین نرخی تەزوی ساتی بدۆزەرەوە؟ هەروەها بڕی کاریگەری ε بەرهەمهاتوو لە کۆیلەکەدا وە گەورەترین بڕی جیاوازی ئەرک چەندە؟

2. بۆچی بارگاویکردنی بارگەگر تەنها بە دانانی جیاوازی ئەرکی نەگۆڕ لەسەری دەکرێت.

3. **بیرکردنەوەی ڕەخنەگرانە**: تێکڕای تەزوی گۆڕاو لە خولێکی تەواودا چەندە؟ کەواتە بۆچی تەل گەرمدەبێت کاتێك تەزوی گۆڕاوی پێدادەڕوات؟

پوختەی بەشی 6

بیرۆکە بنچینەییەکان

بەندی 1-6 کارەبای پەیدابوو لە موگناتیسەوە

- گۆڕانی لێشاوە موگناتیسیی دەوری کۆیلێکی گەیەنەر تەزوویەکی کارەبایی لە کۆیلەکەدا دروست دەکات ئەم چەمکە پێی دەگوترێت کارۆموگنەکاری.
- یاسای لێنز دەڵێت: بواری موگناتیسی پەیدابوو لە تەزوی موگنەکارەوە دژی گۆڕانی ئەو بوارەیە کە بوەتە هۆی دروستبوونی.
- دەتوانین بڕی ε موگنەکار بەبەکارهێنانی یاسای فارادای بدۆزینەوە.

بەندی 2-6 دینەمۆکان و مۆتۆڕەکان وئاڵوگۆڕە موگنەکاری

- دینەمۆکان دیاردەی کارۆموگنەکاری بەکاردێنن بۆ گۆڕینی وزەی میکیانیکی بۆ وزەی کارەبایی.
- لە مۆتۆڕدا هەمان پێکهاتەی دینەمۆ بەکاردێت، تا وزەی کارەبایی بگۆڕدرێت بۆ وزەی میکانیکی.
- ئاڵوگۆڕە موگنەکاری کرداری دروستکردنی ε لەیەکێك لە سورەکاندا بەهۆی گۆڕانی تەزو لە سورە هاوسێکەیدا.

بەندی 3-6 سورەکانی تەزوی گۆڕاو و ترانسفۆرمەرەکان

- نرخی کاریگەری تەزو پاڵهێزی کارەبایی، لە سورێکی تەزوی گۆڕاودا، دوو پێوەری گرنگن بۆ سیفەتەکانی سوری تەزوە گۆڕاوەکە.
- جیاوازی ئەرکی نێوان دوو جەمسەرەکەی بەرگری پوخت لە سورێکی تەزوی گۆڕاودا، لەگەڵ ئەو تەزوەی پیایدا دەڕوات، هەمان ڕەوگەیان دەبێت.
- لە نێوان جیاوازی ئەرکی دوو جەمسەرەکەی بارگەگر یان موگنەبارگ و تەزوی تێپەڕبوو پیایاندا جیاوازی ڕەوگە هەیە.
- زرنگە لەرەی سورێکی ($L-C$) بێ بەرگری بریتییە لە $f=\dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$.
- ترانسفۆرمەرەکان پاڵهێزی کارەبایی گۆڕاو لە سورەکاندا دەگۆڕن.

زاراوە بنچینەییەکان

کارۆموگنەکاری (هاندانی کارۆموگناتیسی)
(ل 152) Electromagnetic induction

خود موگنەکاری (هاندانی خۆیی)
(ل 157) Self inductance

هاوکۆلکەی خودموگنەکاری
(ل 157) Coefficient of self inductance

ویڵە تەزوو (ل 162) Eddy currents

دینەمۆ (ل 163) Generator

تەزوی گۆڕاو
(ل 165) Alternating current

دژە پاڵهێزی کارەبای موگنەکار
(ل 166) Back emf

ئاڵوگۆڕە موگنەکاری
(168) Mutual inductance

نرخی کاریگەری تەزوو
(ل 170) Effective current

بەرگری پوخت (ل 172) Pure resistance

بەربەستە موگنەکاری
(ل 174) Inductive impedance

بەربەستە بارگەکری
(ل 175) Capactive impedance

ترانسفۆرمەر (ل 181) Transformer

پێداچوونەوەی بەشی 6

پێیدابچۆرەوە و هەڵیبسەنگێنە

کارەبای پەیدابوو لە موگناتیسەوە

پرسیارەکانی پێداچوونەوە

1. وادابنێ دوو سوڕی کارەباییت هەیە، سوڕی یەکەم لە موگناتیسێکی کارەبایی و سەرچاوەیەکی ε تەزوی نەگۆڕ و بەرگرییەکی گۆڕاو (ڕیۆستات) کە بە هۆیەوە گۆڕان لە توندی بواری موگناتیسیدا دەکرێت پێکدێت سوڕی دووەم لە کۆیلێکی لە تەل دروستکراو کە بەگلڤانۆمیتەرێکەوە بەستراوە پێکدێت. سێ ڕێگە بڵێ کە بە هۆیانەوە بتوانیت تەزوی موگنەکار لە سوڕی دووەمدا دروست بکەیت.

2. ڕوونیبکەرەوە چۆن بەهۆی یاسای لێنزەوە دەتوانرێت ئاراستەی تەزوی موگنەکار دیاری بکرێت.

3. ئەو چوار هۆکارە کامانەن کە کار لە بڕی ε موگنەکار لە کۆیلێکدا دەکەن.

4. ئەگەر بوارێکی موگناتیسی ڕێکت هەبێت و تەلێکی درێژی دیاریکراوت هەبێت، چۆن ε موگنەکار لەسەر جەمسەرەکانی تەلەکە زیاددەکەیت؟

پرسیار دەربارەی چەمککەکان

5. خێرا بردنە ناوەوەی جەمسەری باکوری موگناتیسێك بۆ ناو کۆیلێك کە بە گلڤانۆمیتەرێکەوە بەستراوە، دەبێتە هۆی لادانی نیشاندەری گلڤانۆمیتەرەکە بە لای ڕاستدا. نیشاندەرەکە چۆن لادەدات؟ ئەگەر بێت و ئەمانە ئەنجام بدەیت؟

أ. موگناتیسەکە بەرەو دەرەوەی کۆیلەکە ڕابکێشیت.

ب. موگناتیسەکە بە وەستاوی لەناو کۆیلەکەدا جێ بهێڵیت.

ج. جەمسەری باشوری موگناتیسەکە بەرەو ناوەوەی کۆیلەکە پاڵ پێوە بنێت.

6. باس بکە چۆن یاسای لێنز یاسای پاراستنی وزە ڕووندەکاتەوە.

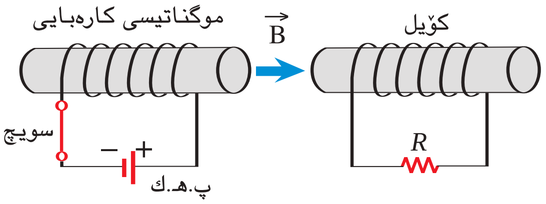
7. ئایا کەوتنە خوارەوەی موگناتیسی بە هێز بۆ ناو بۆریەکی لە مس دروستکراوی درێژ دەبێتە هۆی پەیدابوونی تەزوی موگنەکار لە بۆڕیەکەدا؟ ئەگەر بە بەڵێ وەڵامتدایەوە، ئایا تەزوە موگنەکارەکە چۆن کارلەجووڵەی موگناتیسەکە دەکات؟

8. دوو تولەی موگناتیسی لە تەنیشت یەکترەوە دانران بە شێوەیەك جەمسەری باکوری یەکێکیان لە نزیك جەمسەری باشوری ئەویتریانەوە بوو. ئەگەر هەردووکیان بەرەوناو کۆیلێك پاڵیان پێوەبنرێت، ئایا لەو باوەڕەدای کە εموگنەکار لە کۆیلەکەدا پەیدابێت؟ وەڵامەکەت ڕوونبکەرەوە.

9. موگناتیسێکی کارەبایی لە نزیك کۆیلێکەوە دانرا هەروەك لە وێنەکەی خوارەوەدا دیارە. بەپێی یاسای لێنز، ئاراستەی تەزوی موگنەکار لە بەرگری Rدا چۆن دەبێت لەم دووبارەی خوارەوەدا؟

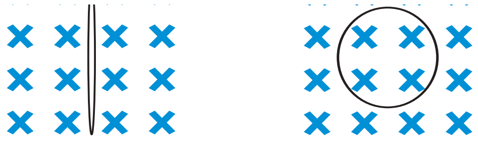
أ. بوارەکە کتوپڕ کەمدەکات بەهۆی کردنەوەی سویچەکەوە.

ب. کۆیلەکە زیاتر لە موگناتیسە کارەباییەکە نزیکخرایەوە.



پرسیارەکانی ڕاهێنان

10. ئەڵقەیەکی بازنەیی لە تەلێکی گەیەنەر دروستکراوە، نیوە تیرەکەی $0.12\ \mathrm{m}$ و ئەستونە لەسەر بوارێکی موگناتیسی کە توندییەکەی $0.15\ \mathrm{T}$، هەروەك لە وێنەی (أ)ی خوارەوەدا دیارە. ئەڵقەکە لە هەردوو سەرەوە ڕاکێشرا بە شێوەیەك بەروبەری $3 \times 10^{-3}\ \mathrm{m}^2$ داخرا. وەك لە وێنەی (ب)دا. ئەگەر داخستنی ئەڵقەکە $0.2\ \mathrm{s}$ بخایەنێت، تێکڕایی ε موگنەکار لە سوڕەکەدا، لەو ماوەیەدا بدۆزەرەوە.



(ب) (أ)

11. کۆیلێکی لاکێشەیی درێژییەکەی $0.085\ m$ و پانیەکەی $0.055\ m$ بوو بە شێوەیەك دانرا کە ڕووبەرەکەی ستون بوو لەسەر ئاڕاستەی بوارێکی موگناتیسی $\vec{B}$. ئەگەر کۆیلەکە 75 پێچی هەبێت و بەرگرییە گشتییەکەی $8.7\ \Omega$ بێت و بوارەکە بە تێکڕای $3.0\ T/s$ کەمبکات، ئایا بڕی تەزوی موگنەکار لە کۆیلەکەدا چەندە؟

12. کۆیلێکی 52 پێچی کە ڕوبەری برگەکەی $5.5 \times 10^{-3}\ m^2$ بوو، لە شوێنێکەوە خرایە خوارەوە کە توندی بواری موگناتیسی تێدا $B = 0.00\ T$ بوو بۆ شوێنێك کە توندی بواری موگناتیسی تێیدا $B = 0.55\ T$. ئەگەر کەوتنە خوارەوەکە لە $0.25\ s$ دا ڕوویدابێت ڕووبەری کۆیلەکە لەسەر هێڵە هێزەکان ئەستون بێت، ئایا تێکڕایی ε موگنەکار لە کۆیلەکەدا چەند دەبێت؟

دینەمۆکان ومۆتۆڕەکان وئاڵوگۆڕە موگنەکاری

پرسیارەکانی پێداچوونەوە

13. پێکهێنەرە سەرەکیەکانی دینەمۆی کارەبایی بڵێ، ڕۆڵی هەریەکەیان لە پەیداکردنی ε دا ڕوونبکەرەوە.

14. خوێندکارێك دەسکی دینەمۆیەکی بچوك بادەدات، دینەمۆکە بە هۆڵدەرێکەوە بەستراوە کە گڵۆپێکی $15\ W$ پێوەیە، گڵۆپەکە بە شەوقێکی زۆر کەم دادەگیرسێت. ئایا دەبێت خوێندکارەکە چی بکات بۆ ئەوەی شەوقی گڵۆپەکە زیادبکات؟

15. وشەی لەرەلەر لە تەزوی گۆڕاودا چی دەگەیەنێت؟

16. چۆن دینەمۆی AC دەگۆڕێت بۆ دینەمۆی DC؟ وەڵامەکەت ڕوونبکەرەوە.

17. مانای دژە پاڵهێزی کارەبایی چییە؟ چۆن ئەم پاڵهێزە موگنەکارە لە مۆتۆڕدا پەیدادەبێت؟

18. ڕوونیبکەرەوە چۆن ئاڵوگۆڕە موگنەکاری ڕوودەدات؟

19. جیاوازی نێوان ترانسفۆرمەری بەرزکەرەوەو ترانسفۆرمەری نزمکەرەوە چییە؟

20. ئایا ترانسفۆرمەری بەرزکەرەوە توانا بەرز دەکاتەوە (گەورەدەکات)؟ وەڵامەکەت ڕوونبکەوە.

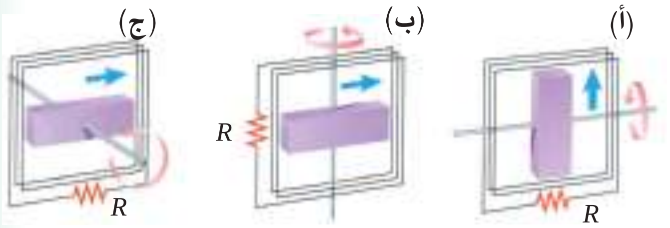
پرسیاردەربارەی چەمکەکان

21. کاتێك ئاستی بازنەیەکی (ئەڵقەیەکی) خولاوە تەریب بێت بە هێڵە هێزەکانی بواری موگناتیسی، ژمارەی ئەو هێڵانەی بازنەکە دەبڕن سفر دەبێت، بۆچی تەزوی موگنەکار لەم ساتەی خولاندنەوەی بازنەکەدا (ئەڵقەکەدا) زۆرترین بڕی دەبێت؟

22. ئەگەر ژمارەی پێچەکانی کۆیلێك بکرێت بەدوو هێندە لە ڕێگەی هەڵکردنی چینێکی تری پێچ لەسەرچینی یەکەم و بە هەمان ئاڕاستە، ئایا چی بەسەر هاوکۆلکەی خودموگنەکاری L کۆیلەکەدا دێت؟

23. لەزۆربەی ترانسفۆرمەرەکاندا، ئەو تەلەی یەکێك لە کۆیلەکانی لێدروستکراوە لەویتریان ئەستورتردەبێت. بەوەش بەرگریەکەی کەمتردەبێت لەچاو ئەو تەلەی کە کۆیلەکەی تریانی لێدروستکراوە. ئەگەر تەلە ئەستور ترەکە بە دەوری کۆیلی ناوەندیدا هەڵبکرێت ئایا ترانسفۆرمەرەکە بەرزکەرەوە دەبێت یان نزمکەرەوە؟ وەڵامەکەت ڕوونکەرەوە.

24. تولێکی موگناتیسی ستونیانە بە دەسکێکی خولاوەوە بەسترا، پاشان موگناتیسیەکە خرایە ناوەڕاستی بۆشایی ناو کۆیلەکەوە لەکام بار لەم بارانەی خوارەوەدا دەتوانرێت دەزگاکە وەك دینەمۆیەکی کارەبایی بەکاربهێنرێت؟ وەڵامەکەت ڕوونبکەرەوە.



25. ئایا ترانسفۆرمەر بە تەزوی نەگۆڕی شێوە پرتە ئیش دەکات؟ وەڵامەکەت ڕوونبکەرەوە.

26. هەتا خولانەوەی کۆیلی دینەمۆی AC خێراتربێت، خولانەوەکەی گرانتردەبێت. یاسای لێنز بەکاربهێنە بۆ لێکدانەوەی ئەوە.

پرسیارەکانی ڕاهێنان

27. نرخی کاریگەری پاڵهێزی کارەبایی لە هێڵێکی ئەرك بەرزی یەکێك لە وڵاتەکاندا دەگاتە $220\ 000\ V$، گەورەترین نرخی ε چەندە؟

28. گەورەترین نرخی ئەو تەزوەی بە گڵۆپێکی ڕووناکیدا تێپەڕ دەبێت $0.909\ A$ بوو کاتێك بەرگرییەکەی $182\ \Omega$ ئۆم بێت.

أ. نرخی کاریگەری تەزوی تێپەڕبوو بە دەزولەی گڵۆپەکەدا چەندە؟

ب. نرخی کاریگەری پاڵهێزی کارەبایی نێوان دوو جەمسەری دەزولەکە چەندە؟

ج. ئەو توانایەی گڵۆپەکە کاری پێدەکات چەندە؟

سورِەکانی تەزوی گۆڕاو وترانسفۆرمەر

پرسیارەکانی پێداچوونەوە

29. لەکاتی بەرهەمهێنانی تەزوی گۆڕاودا کام لە هێندەکان بە نەگۆڕی دەمێنێتەوە؟

30. پەیوەندی توانای بەفیڕۆ چوو لە بەرگریدا بە هۆی تێپەڕبوونی تەزوی گۆڕاوەوە چییە بە توانای بە فیڕۆچوو بە هۆی تێپەڕبوونی تەزوی نەگۆڕەوە. ئەگەربزانیت کە توندی تەزوە نەگۆڕەکەو جیاوازی ئەرکەکەی یەکسانن بە گەورەترین بڕی تەزو جیاوازی ئەرکی گۆڕاو؟

31. گۆڕانی لەرەلەر چۆن کار لە بەربەستە بارگەگری دەکات لە سورِی تەزووی گۆڕاودا؟

32. روونیبکەرەوە، بۆچی گواستنەوەی وزەی کارەبایی بە جیاوازی ئەرکی بەرزو تەزوی نزم، زۆر کاریگەرتر دەبێت لە گواستنەوەکەی بە جیاوازی ئەرکی نزم و تەزوییەکی بەرز؟

پرسیاردەربارەی چەمکەکان

33. لە بڕەرِی گرفتی زەمینی دا (GFI) Ground Fault Interrupter ، ئایا جیاوازی تەزوەکان لە سۆکێتەکاندا بەپێی نرخە کاریگەرەکەی تەزو دەپێورێت یان بەپێی نرخە ساتیەکەی تەزوو لەهەر ساتێکدا؟ وەڵامەکەت روونبکەرەوە.

34. ئەو ڤۆڵتمیتەرو ئەمیتەرانەی کە هێندە گۆڕاوەکان دەپێون، بۆ پێوانی نرخە کاریگەرەکەی پاڵهێزو تەزوییەك لەدواییەك رێکخراون. بۆچی ئەوە لە پێوانی گەورەترین نرخیان بۆ هەر یەك لە تەزو ε بە باشتر دادەنرێت؟

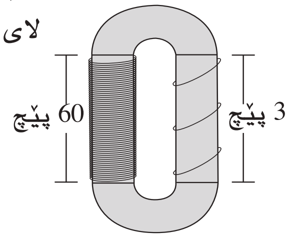
پرسیارەکانی پێداچوونەوە

35. ترانسفۆرمەرێك بەکاردەهێنرێت بۆ گۆڕینی 120 V بۆ 9.0 V بۆ ئەوەی ئیشپێکەرێکی CD ئیش پێبکات. ئەگەر ژمارەی پێچەکانی سورِە سەرەتاییەکەی کە بەسەرچاوەکەوە بەستراوە 640 پێچ بێت، ئایا ژمارەی پێچەکانی سورِە ناوەندییەکەی چەند دەبێت؟

36. وادابنێ کە ئیشپێکەرێکی CD لە وڵاتێکدا بە جیاوازی ئەرکی 9.00 V ئیش دەکات ، ترانسفۆرمەرێکی تێدایە بۆ گۆڕینی تەزو و جیاوازی ئەرك، ئەگەر رێژەی نێوان ژمارەی پێچەکانی کۆیلی سەرەتایی بۆ کۆیلی ناوەندی $\frac{24.6}{1}$ بێت، ئایا جیاوازی ئەرکی سەرچاوەکە لەو وڵاتەدا چەندە؟

37. ترانسفۆرمەرێك بەکاردەهێنرێت بۆ گۆڕینی 120 V بۆ 6.3 V بە مەبەستی ئیشپێکردنی شەمەندەفەرێکی یاری، ئەگەر ژمارەی پێچەکانی کۆیلە سەرەتاییەکە 210 پێچ بێت. ئایا ژمارەی پێچەکانی کۆیلە ناوەندییەکە چەندە؟

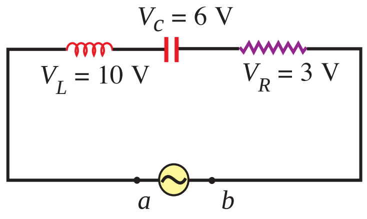
38. ئەو ترانسفۆرمەرەی لە وێنەکەدا دیارە لە کۆیلی لای چەپ پێکهاتووە کە ژمارەی پێچەکانی بە 20 ئەوەندەجار لە پێچەکانی کۆیلی لای راست زیاترە.



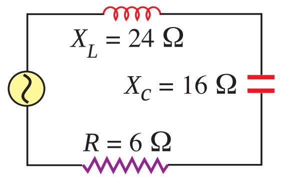
أ. ئەگەر جیاوازی ئەرکی تێچوو وخرابێتەسەر کۆیلی لای چەپ، ئایا جۆری ترانسفۆرمەرەکە چیە؟

ب. ئەگەر جیاوازی ئەرکی تێچوو 24 000 V بێت، ئایا جیاوازی ئەرکی دەرچوو چەندە؟

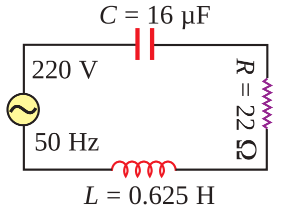
39. لەم سورِە کارەباییەی خوارەوەدا، جیاوازی ئەرکی گشتی V_T لە نێوان a ،b هەژماربکە.



40. لەم سورِە کارەباییەی لە وێنەکەی خوارەوەدا دیارە، رێگری سورِەکە هەژمار بکە.



41. ئەگەر ئەو سورەی لە خوارەوەدا دیارە لە باری زرنگانەوەدابێت لەگەڵ تەزوی تێچوودا. ئایا توندی تەزوی کاریگەری گۆڕاو چەندە؟



42. سورێکی زرنگانەوە پێکهاتووە لە کۆیلێکی موگنەکار و بارگەگرێکی بارگەگری گۆڕاو، ئەگەر بارگەگری بارگەگرەکە لە

400μF بۆ 100μF کەمبکات ئایا لەرەلەری سورەکە دەبێتە چەند؟

43. کۆیلێکی موگنەکار بەرگرییەکەی 10 Ω و هاوکۆلکەی خودموگنەکارییەکەی 0.5 H و دواییەك بە بارگەگرێکەوە بەسترا کە بارگەگرییەکەی150μF و هەردووکیان بەستران بەسەرچاوەیەکی تەزوی کارەبایی کە جیاوازی ئەرکە کاریگەرەکەی 250 V و لەرەلەرەکەی 50 Hz ئەمانە بدۆزەرەوە.

أ. توندی تەزوی گۆڕاوی کاریگەر.

ب. نرخی کاریگەری جیاوازی ئەرك لە نێوان جەمسەرەکانی هەریەکە لە کۆیل و بارگەگرەکەدا.

44. کلۆپێك تواناکەی 100 W لە ژێر جیاوازی ئەرکی کاریگەری 120 V دا، دەمانەوێت ئیشی پێبکەین بەهۆی سەرچاوەیەکی کارەبایی گۆڕاوەوە کە جیاوازی ئەرکە کاریگەرەکەی 240 V و لەرەلەرەکەی 50 Hz. بارگەگری ئەو بارگەگرە بدۆزەرەوە کە ئەگەر بێت و دواییەك لەگەڵ گڵۆپەکەدا ببەسترێت ئەوا بە هەمان توانا دادەگیرسێت.

45. کۆیلێك هاوکۆلکەی خودموگنەکاریەکەی $L = 50$ mH و تەزویەکی پێدادەڕوات توندیەکەی 2 A، کاتێك جیاوازی ئەرکی نەگۆڕی نێوان دوو جەمسەرەکەی 20 V بێت. گەورەترین توندی تەزوی تێپەڕبوو بە کۆیلەکەدا چەندە؟ کاتێك لە نێوان دوو جەمسەرەکەیدا جیاوازیەکی ئەرکی گۆڕاو هەبێت کە نرخەکاریگەرەکەی 20 V و لەرەلەرەی 60 Hz بێت.

پێداچوونەوەی گشتی

46. خوێندکارێك دەیەوێت دینەمۆیەکی سادە دروست بکات، بە دانانی یەك ئەڵقە لە نێوان جەمسەرەکانی موگناتیسێکی شێوە ناڵی ئەسپدا، کە توندی بوارەکەی 2.5×10^{-2} T و ڕووبەری ئەڵقەکە 7.54×10^{-3} m^2 و بە ستونی لەسەر هێڵەکانی بوارەکە دەجووڵێت. دەبێت بردنە دەرەوەی ئەڵقەکە لەناو بوارەکە لە لایەن خوێندکارەکەوە چەندە کات بخایەنێت تا بتوانێت ε موگنەکار دروست بکات کە بڕەکەی 1.5 V بێت؟ ئایا ئەم دینەمۆیە باشە؟

47. کۆیلێك 325 پێچی هەیە و ڕووبەرەکەی 19.5×10^{-4} m^2 لەناوچەیەکدا لابرا کە بوارێکی موگناتیسی ڕێکی هەیە، ئەگەر کاتی خایەنراو 1.25 s و ε موگنەکار 15 mV بێت و ئاراستەی جووڵەکەشی 45° لەگەڵ بوارەکەدا دروست بکات، ئایا توندی بوارە موگناتیسیەکە چەندە؟

48. جیاوازی ئەرکی نێوان دووهێڵ کە وزە بۆ ماڵێك دەگوێزنەوە 20.0 kV. ڕێژەی نێوان پێچەکانی کۆیلی سەرەتایی بۆ پێچەکانی کۆیلی ناوەندی ترانسفۆرمەرێك چەندە؟ تا جیاوازی ئەرکی نێوان دووجەمسەرەکەی کۆیلی ناوەندی 117 V بێت؟

49. ε دینەمۆیەك بەم هاوکێشەیە دەنوێنرێت $\varepsilon = 245 \sin 560\, t$ بە جۆرێك ε بە ڤۆڵت و t بە چرکە بپێورێت. ئەم نرخانە بەکاربهێنە بۆ هەژمارکردنی لەرەلەرو گەورەترین نرخی جیاوازی ئەرکی سەرچاوەکە.

50. هاوکۆلکەی ئاڵوگۆڕە موگنەکاری نێوان دوو کۆیل 1.06 H. ئەگەر تەزوی کۆیلە سەرەتاییەکە لە ماوەی 0.0336 s دا لە 0 A بۆ 9.50 A بگۆڕێت، تێکرایی ε موگنەکار لە کۆیلە ناوەندییەکەدا هەژماربکە.

51. دینەمۆیەك توانایەکی هەیە بڕەکەی 5.0×10^3 kW و جیاوازی ئەرکی دەرچوو 510 kV و هی تێچوو 4500 V کارەباکە دوری 6.44×10^5 m دەبرێت بە هۆی تەلێکی گەینەرەوە کە بەرگرییەکەی لە یەکەی درێژیدا 4.5×10^{-4} Ω/m بوو.

أ. توانای بەفیڕۆچوو لەسەر تەلەکە لەکاتی کارەبا گواستنەوەکەدا بە درێژایی هێڵەکە چەندە؟

ب. توانای بەفیڕۆچووو لەسەر هێڵە گوێزەرەوەکە چەند دەبێت ئەگەر جیاوازی ئەرکی دەرچوو لە دینەمۆکە 4500 V بێت واتە بەبێ ترانسفۆرمەری بەرزکەرەوە وزەکە بگوێزرێتەوە، ئەم وەڵامە چی دەگەیەنێت بە گوێرەی جیاوازییە ئەرکە بەرزەکانەوە لە گواستنەوەی وزەدا؟

.52 کۆیلێك هاوکۆلکەی خودموگنەکاریەکەی $L = 15$ mH و بەرگرییە ئۆمیەکەی 10 Ω ودواییەك بەستراوە بە بارگەگرێکی$200\ \mu F$ و بەرگرییەکی پوختی 12 Ω ەوە. ئەگەر جیاوازی ئەرکی کاریگەری سەرچاوەیەکی تەزو گۆڕاوی لەرلەر 60 Hz ی 100 V بێت، ئەمانە بدۆزەرەوە:

أ. نرخی کاریگەری جیاوازی ئەرك لە نێوان جەمسەرەکانی هەریەك لە کۆیل و بارگەگرو بەرگرییە پوختەکە.

ب. لەرەلەری ئەو تەزووە گۆڕاوە چەندە کەوا لە سورِەکە دەکات بکەوێتە باری زرنگانەوەوە.

.53 کۆیلێکی موگنەکاری بەرگرییە ئۆمیەکەی 80 Ω و بەربەستە موگنەکارییەکەی 60 Ω بە جیاوازییەکی ئەرکی گۆڕاوەوە بەسترا کە نرخە کاریگەرەکەی 200 V و لەرلەرەکەی 60 Hz بوو. ئەمانە بدۆزەرەوە:

أ. ڕێگری سورِەکە.

ب. توندی کاریگەری تەزوی سورِەکە.

ج. بارگەگری ئەو بارگەگرەی کە پێویستە لە سورِەکەدا بەدواییەك ببەسترێت بۆ ئەوەی بکەوێتە باری زرنگانەوە.

د. هاوکێشەی توندی تەزوی ساتی تێپەڕبوو بەسورِەکەدا لە باری زرنگانەوەدا.

.54 سەرچاوەیەکی تەزوی گۆڕاو هاوکێشەی جیاوازی ئەرکی ساتی نێوان دوو جەمسەرەکەی بەم پەیوەندییە دەدرێت: $V = 100\ \sqrt{2}\sin(100\ \pi\, t)$ لە نێوان دوو جەمسەرەکەیدا ئەمانە بەدواییەك بەستران. بەرگرییەکی پوختی 20 Ω و کۆیلێك هاوکۆلکەی خودموگنەکاریەکەی $\left(\frac{3}{5\pi}\text{H}\right)$ یەو بەرگرییەکەی فەرامۆشکراوە، بارگەگرێك کە بارگەگرییەکەی $\frac{1}{4500\ \pi}$F ئەمانە هەژماربکە:

أ. بەربەستە موگنەکاری موگنەبارگەکە و بەربەستە بارگەگری بارگەگرەکەو ڕێگری سورِەکە.

ب. توندی تەزوی کاریگەری تێپەڕبوو بە سورِەکەدا.

.55 بارگەگرێك بارگەگرییەکەی $400\mu F$ و دواییەك لەگەڵ بەرگرییەکی ئۆمی پوختی 10 Ω و سەرچاوەیەکی تەزوی گۆڕاوی لەرلەر $\frac{250}{\pi}$ Hz بەستراوە، ئەگەر جیاوازی ئەرکی کاریگەر لە نێوان دوو لەوحەکەی بارگەگرەکەدا 18 V بێت، ئەمانە هەژماربکە:

أ. جیاوازی ئەرکی کاریگەر لە نێوان جەمسەرەکانی بەرگرییە پوختەکەدا.

ب. گەورەترین نرخی جیاوازی ئەرکی کارەبایی سەرچاوەی سورِەکە.

ج. بەوردی و بەپشت بەستن بە ئاڕاستەدارەکان هەریەکە لە جیاوازی ئەرکی نێوان جەمسەرەکانی بارگەگرەکە وبەرگریەکە و جیاوازی ئەرکی گشتی بەکارهێنراو بنوێنە.

.56 سەرچاوەیەکی ئەرکی گۆڕاو لەرەلەرەکەی 1 MHz و نرخی کاریگەری ڤۆڵتیەکەی 50 V، بە سورِێکەوە بەسترا کە پێکهاتبوو لە بەرگرییەکی R=300 Ω و موگنەبارگێکی پوخت $X_L = 600\ \Omega$ و بارگەگرێك $X_c = 200\ \Omega$ هەموویان هاوڕێك بەستراون ئەمانە هەژماربکە.

أ. ڕێگری سورِەکە.

ب. نرخی کاریگەری تەزوی تێپەڕبوو بە هەر یەکە لە بەرگری و موگنەبارگ و بارگەگرەکەدا.

ج. نرخی کاریگەری تەزوی گشتی سورِەکە.

د. گۆشەی جیاوازی ڕەوگەی نێوان تەزوی گشتی وجیاوازی ئەرکی سەرچاوەکە.

پڕۆژە و ڕاپۆرتەکان

1. دوو موگناتیسی هاوشێوە لە هەمان کاتدا و لە هەمان خاڵەوە خرانە خوارەوە، یەکێکیان بەناو کۆیلێکدا ڕۆیشت کە لە سوڕە کارەبایەکی داخراودا بەسترابوو. ئایا هەردوو موگناتیسەکە بە یەکەوە دەگەنە زەوی؟ هۆیەکان ڕوونبکەرەوە، پاشان پلان بۆ تاقیکردنەوەیەك دابنێ کە تیایدا ئەوە تاقیبکەیتەوە ئایا کام لەم هۆکارانە ی خوارەوە کار لەکاتی گەیشتنی دوو موگناتیسەکە دەکەن؟ توندی موگناتیسەکە، یان ڕووبەری بڕگەی کۆیلەکە، یان ژمارەی پێچەکانی، ئەو پێوانانە چین کە پێویستە بیان کەیت؟ سنورەکانی وردی پێوانەکانت کامانەن؟ دوای ڕەزامەندی مامۆستاکەت، ئامێرە پێویستەکان پەیدابکەو دەست بکە بە تاقیکردنەوەکان. ئەنجامەکانت پیشانی هاوڕێکانت بدە لە پۆلدا و باسی ئەو ڕێگایە بکە کە پێوانەکانت تێدا ئەنجام داوە، هەروەها باس لەو ئەنجامانە بکە کە بەدەستتهێناون، لەگەڵ ئەو لایەنانەی کە زیاتر پێویستیان بە لێکۆڵینەوەیە.

2. ڕێکخەری جیاوازی ئەرك و تەزو لەرەلەرو توانا Adapter چی دەکات؟ ئەو داتایانە (زانیاریانە) بپشکنە کە دەچێتە ناو چەند ڕێکخەرێکەوە یان لێوەی دەردەچن، بۆ وەڵامدانەوەی ئەوەی کە ئایا ڕێکخەر ترانسفۆرمەرێکی بەرزکەرەوەیە یان نزمکەرەوە؟ چی بەسەر لەرەلەردا دێت؟ ڕێژەی ئەو وزەیە چەندە کە ڕێکخەرەکە دەیگوازێتەوە؟ وە هەروەها چی بەکاردەهێنێت؟

ch6 2/1/18 10:20 AM Page 48

هەڵسەنگاندنی بەشی 6

هەڵبژاردنی وەڵامی ڕاست

.1 کام لەو هاوکێشانەی خوارەوە وەسفی یاسای فارادای لە کارۆموگنەکاریدا دەکەن،

أ. $\varepsilon = -N\dfrac{\Delta(AB\tan\theta)}{\Delta t}$

ب. $\varepsilon = N\dfrac{\Delta(AB\cos\theta)}{\Delta t}$

ج. $\varepsilon = -N\dfrac{\Delta(AB\cos\theta)}{\Delta t}$

د. $\varepsilon = M\dfrac{\Delta(AB\cos\theta)}{\Delta t}$

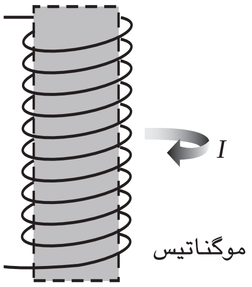
.2 چی پێویستە بکرێت بۆ ئەوەی ئاراستەی تەزووی موگنەکاری پەیدابوو لەم کۆیلەی خوارەوەدا بە ئاراستەی میلی کاتژمێربێت؟

أ. یان بە جوولاندنی جەمسەری باکوری موگناتیسێک بۆ خوارەوە بەرەو ناو کۆیلەکە، وە یان بە جوولاندنی جەمسەری باشوری موگناتیسەکە بۆ سەرەوە بەرەو دەرەوەی کۆیلەکە.

ب. یان بە جوولاندنی جەمسەری باشوری موگناتیسێک بۆ خوارەوە بەرەو ناو کۆیلەکە، وەیان بە جوولاندنی جەمسەری باکوری موگناتیسەکە لەسەرەوە بەرەو دەرەوەی کۆیلەکە.

ج. بە جوولاندنی هەر جەمسەرێکیان لەلای سەرەوە بۆ ناوکۆیلەکە.

د. بە جوولاندنی هەر جەمسەرێکیان لەلای سەرەوە بۆ دەرەوەی کۆیلەکە.



.3 کام لەمانەی خوارەوە نابێتە هۆی زیاد بوونی ε بەرهەمهاتوو لە دینەمۆدا.

أ. خولاندنەوەی کۆیلەکە بە شێوەیەکی خێراتر.

ب. زیادکردنی هێزی موگناتیسی موگناتیسی دینەمۆکە.

ج. زیادکردنی ژمارەی پێچەکانی کۆیلی دینەمۆکە.

د. کەمکردنەوەی ڕووبەری برگەی کۆیلەکە.

.4 دەبێت گەورەترین بڕی پاڵهێزی کارەبایی لە چ کۆلکەیەك بدرێت، بۆ هەژمارکردنی نرخی کاریگەری ڤۆلتیەی گۆڕاو؟

أ. 2

ب. $\sqrt{2}$

ج. $\dfrac{1}{\sqrt{2}}$

د. $\frac{1}{2}$

.5 کۆیلێك لەناو بوارێکی موگناتیسیدا ڕاکێشرا بە مەبەستی پەیداکردنی ε موگنەکار، پاشان هەڵپێچرایەوە بە شێوەیەك کە ڕووبەری برگەکەی بە بڕی 1.5 ئەوەندە زیادی کرد. تەلێکی تر لە کۆیلەکەدا بەکارهێنرا، تا ژمارەی پێچەکانی بوو بە دوو ئەوەندە، ئەگەر کاتی پێویست بۆ ڕاکێشانی کۆیلەکە کەمبکرێتەوە بۆ نیو ئەوەندە و توندی بواری موگناتیسی هەروەك خۆی بمێنێتەوە، ئایا پاڵهێزی کارەبای موگنەکار چەند زیادەکات؟

أ. دوو ئەوەندە و نیو.

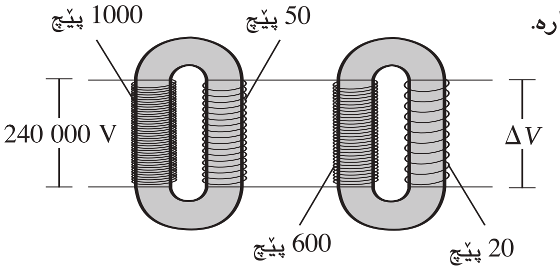
ب. دوو ئەوەندە.

ج. سێ ئەوەندە.

د. شەش ئەوەندە.

ئەم دەقەی خوارەوە بۆ وەڵامدانەوەی هەردوو پرسیاری 6 و 7 بەکاربێنە:

دوو ترانسفۆرمەر دواییەك بەستران، وەك لەم وێنەی خوارەوەدا دیارە.



.6 لە چەپەوە بۆ ڕاست جۆری هەردوو ترانسفۆرمەرەکە چییە؟

أ. هەردووکیان نزمکەرەوەن.

ب. هەردووکیان بەرزکەرەوەن.

ج. یەکەم نزمکەرەوە و دووەم بەرزکەرەوەیە.

د. یەکەم بەرزکەرەوە و دووەم نزمکەرەوەیە.

7. جیاوازی ئەرکی ناوەندی لەسەر کۆیلی ناوەندی بۆ ئەو ترانسفۆرمەری کە لەلای ڕاستەوەیە چەندە؟
أ. 400 V
ب. 12 000 V
ج. 160 000 V
د. 360 000 V

8. گەورەترین نرخی تەزو و جیاوازی ئەرك لە سوریکی تەزوی گۆڕاودا 3.5 A و 340 V یە ك لەدواییەك. توانای کارکراو لە سورەکەدا چەندە؟
أ. 300 W
ب. 600 W
ج. 1200 W
د. 2400 W

ئەو پرسیارانەی وەڵامی کورتیان هەیە

9. گەورەترین نرخی ئەو تەزوەی بە برژێنەرێکی کارەباییدا دەڕوات 12.0 A، نرخی کاریگەری تەزوەکە چەندە؟

10. ئیشی تەزوگۆڕ لە دینەمۆی تەزوی نەگۆڕدا چییە؟

11. ژمارەی پێچەکانی کۆیلی سەرەتایی ترانسفۆرمەرێك 150 پێچەو هی ناوەندییەکەی 75 000 پێچە ئەگەر جیاوازی ئەرکی سەرەتاییەکەی 120 V بێت، ئایا جیاوازی ئەرکی ناوەندییەکە چەندە؟

ئەو پرسیارانەی وەڵامی درێژییان هەیە

12. بۆچی لە ترانسفۆرمەرەکانی وزەدا تەزوی گۆڕاو بەکاردەهێنرێت لە جیاتی تەزوی نەگۆڕ؟ لەوە دڵنیاببەرەوە کە وەڵامەکەت توانای بە فیرۆچوو و ڕێگەکانی سەلامەتی کارەبایی تێدابێت.

بەپێی ئەم زانیاریانە وەڵامی پرسیارەکانی **13-15** بدەرەوە.

ئەو ئامێرەی لە چادرگەی دیدەوانیدا بەکاردێت ئەڵقەیەکی کانزایی هەیە کە بەرزدەبێتەوە و بەسەر مێزێکدا دەفڕێت لەو کاتەدا یەکێك بەنزیك مێزەکەدا دەڕوات. دەزگاکە (ئامێرەکە) لە سویچێکی کارۆڕووناکی پێکدێت کە هەر کاتێك یەکێك بەنزیك سویچەکەدا بڕوات سورەکە ئیش پێدەکات و هەروەها کۆیلێکی تێدایە کە هەرکاتێك سویچەکە ئیشی کرد تەزوی پێدادەڕوات.

13. بۆچی کاتێك یەکێك بەنزیك مێزەکەدا دەڕوات تەزو بە کۆیلەکەدا تێپەڕ دەبێت؟

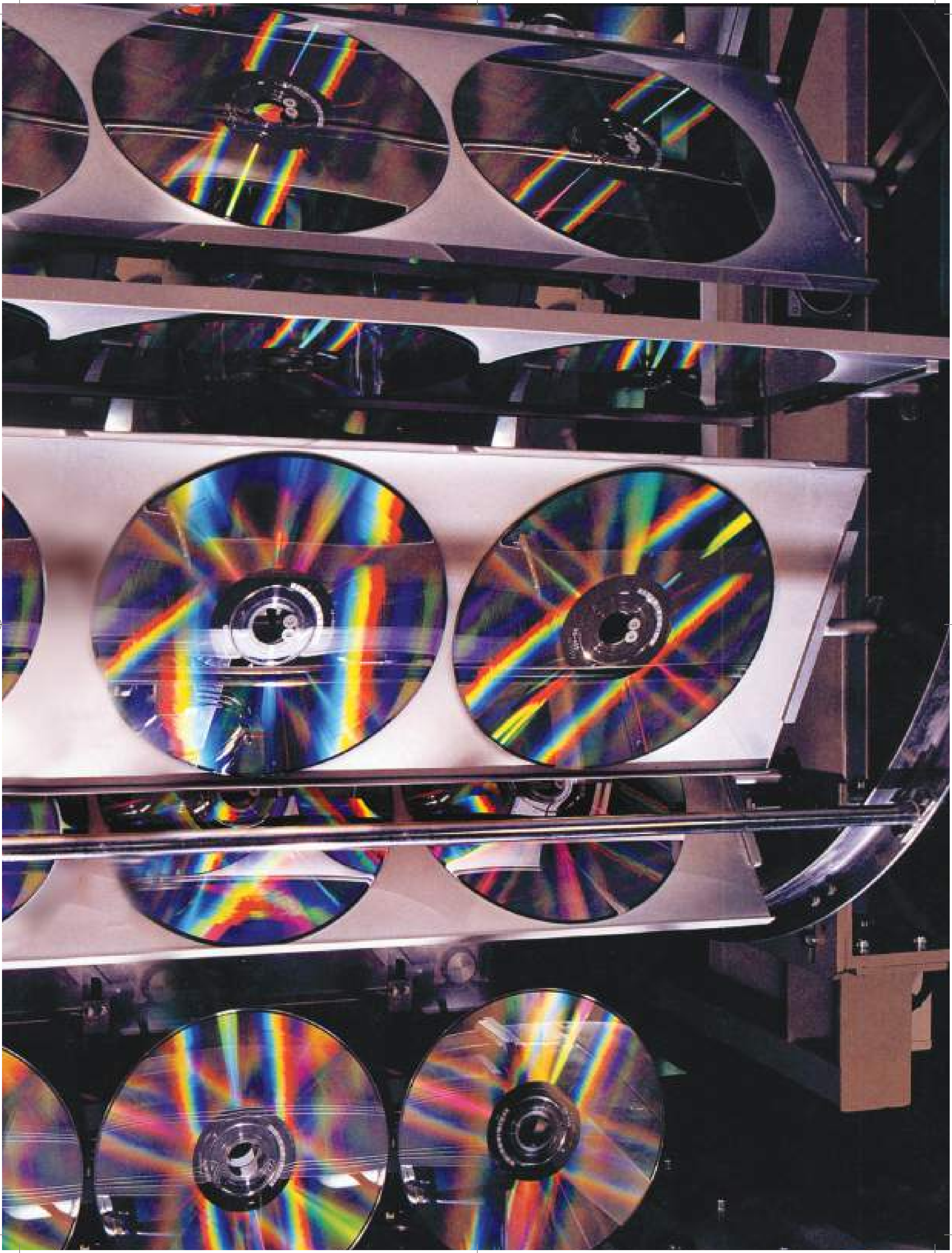
14. یاسای لێنز بەکاربهێنە بۆ لێکدانەوەی فرینی ئەڵقەکە بەرەو سەرەوە کاتێك تەزویەکی بەرەو زیادبوون بە سورەکەدا دەڕوات؟

15. وادابنێ کە تێکرای کاتی کەم بوون لە بواری موگناتیسیدا 0.10 T/s ئەگەر نیوە تیرەی ئەڵقەکە 2.4 cm و لە دوو پێچ پێکدێت. ئایا پاڵهێزی کارەبایی موگنەکاری پەیدا بوو لە ئەڵقەکەدا چەندە؟

بیرۆکەیەکی بەسوود بۆ ئەزموونەکە

لە گۆڕینی گشت یەکەکانی هەموو هێندەکان بۆ یەکەکانی SI گونجاو دڵنیاببەرەوە.

ch7 2/1/18 10:23 AM Page 4



ch7 2/1/18 10:23 AM Page 3

بــــەشـــــی 7

بەیەکداچوون و لادان

Interference and Diffraction

ئەو ڕەنگە ڕووناکیانەی کە لە پەپکەی «سیدی»یەکەوە دەر ئەچێت و دەیبینیت، ئەوە ئەو ڕەنگانەت دەخاتەوە یاد کە لە ئاوێزەیەکەوە پەیدا دەبێت کاتێك کە ڕووناکی سپی بکەوێتە سەری. بەڵام پەپکەی سیدی ڕەنگەکان بەهۆی شکانەوەوە شیتەڵ ناکات بەڵکو شەپۆلە ڕووناکیەکان لەم بارەدا توشی لادان دەبن.

ئەوەی پێشبینی بەدیهێنانی دەکرێت

لەم بەشەدا بەیەکدا چوونی ڕووناکی دەخوێنیت، لە بەیەکدا چوونـدا شەپـۆلـە ڕوونـاکـیـیـەکـان دەچـنـە سەریـەك بـۆ ئـەوەی شەپـولـە بەرەنجامەکان بەرهەمبهێنن، کە توندی ڕۆشناییەکەیان زیاتر یان کەمترە لە توندی ڕۆشنایی ئەو شەپۆلانەی کەلێی پێکهاتووە.

گرنگییەکەی چییە

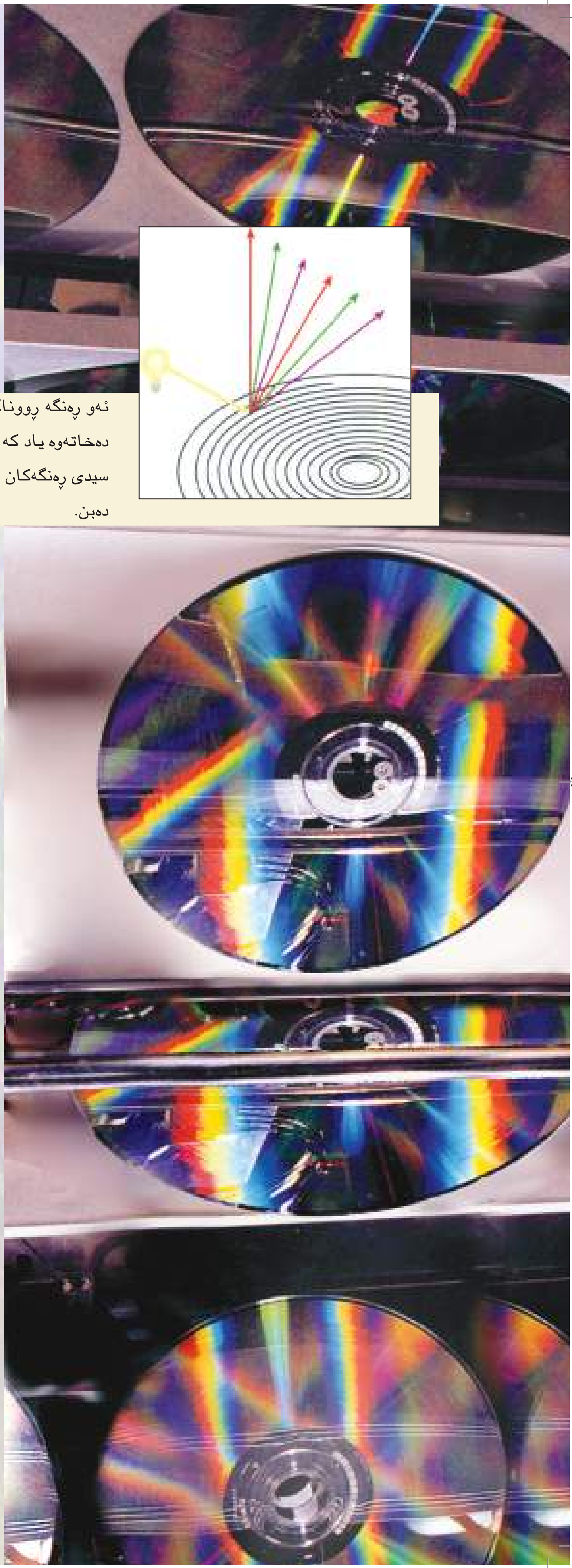
درزەکی لادان ئامێرێکە بنەمای بەیەکداچوون بەکار دەهێنێت بۆ شیتەڵکردنی ڕووناکی بۆ پێکهاتەکانی کە درێژیە شەپۆلی جیاجیان هەیە. درزەکی لادان لە دەزگای شەبەنگ بیندا (سپێکترۆمیتر) بەکار دەهێنرێت بۆ لێکۆڵینەوەی پێکهاتەی کیمیاوی ئەستێرەکان و پلەی گەرمیەکانیان.

ناوەڕۆکی بەشی 7

1 بەیەکدا چوون
- تێکەڵکردنی شەپۆلە ڕووناکیەکان
- نیشاندانی بەیەکداچوون

2 لادان
- چەمانەوەی شەپۆلەکانی ڕووناکی
- درزەکی لادان

3 لەیزەر
- لەیزەر و هاوباریەتی
- بەجێهێنانەکانی (بەکارهێنانەکانی) لەیزەر



ch7 2/1/18 10:23 AM Page 6

بەندی 1-7

بەیەکداچوون
Interference

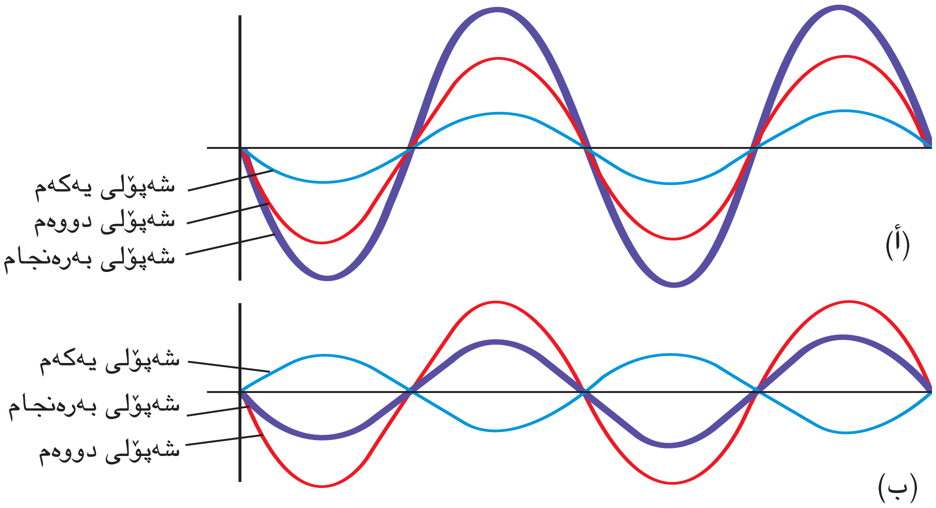
بەیەکداچوونی شەپۆلە ڕووناکیەکان:

لەوانەیە گورزەی ڕەنگەکانی سەر ڕووی بلّقێکی سابوونت تێبینی کردبێت، وەك لە وێنەی 1-7 دیارە. کە ئەمەش جیاوازە لەو ڕەنگانەی بەهۆی تێپەڕبوونی ڕووناکی بە ناو مادەیەکی ڕووناکی شکێنەردا دروستدەبێت، چونکە دروستبوونی ڕەنگەکان لەم بارەدا لە ئەنجامی بەیکداچوونی شەپۆلەکانی ڕووناکییەوە دەبێت.

بەیەکداچوون لە نێوان دوو شەپۆلدا کە هەمان درێژی شەپۆلیان هەبێ: ئەگەر دوو شەپۆل کە هەمان درێژە شەپۆلیان هەبێ و بەیەکدابچن. ئەوا بەرەنجام شەپۆلێك پێکدەهێنن کە هەمان درێژە شەپۆلی هەریەکە لە دوو شەپۆلەکەی هەیە. بەڵام بەپێی بنەمای سەریەکچوون، فراوانی شەپۆلە بەرهەمهاتوەکە لە هەر ساتێکدا دەکاتە سەرەنجامی کۆکردنەوەی فراوانی هەردوو شەپۆلە یەکگرتووەکە لە هەمان ساتدا، شەپۆلی بەرەنجامیش بەهۆی بەیەکداچوونی دووشەپۆلەکەوە دروستدەبێت.

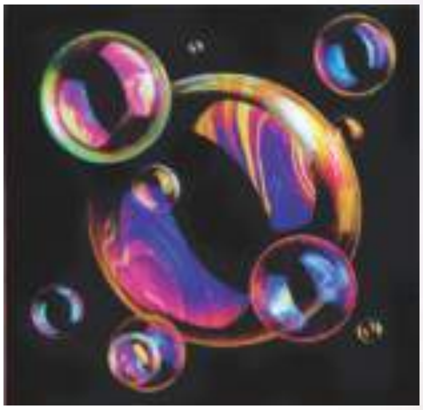
دەتوانین وێنەی 2-7 بەکار بهێنین بۆ باسکردنی جووتێك لە شەپۆلە میکانیکیەکان یان کارۆموگناتیسیەکان کە هەمان درێژی شەپۆلیان هەبێ، ئەو سەرچاوە ڕووناکیانەی کە ڕووناکیەکەیان تەنها یەك درێژی شەپۆلیان هەیە پێیان دەوترێت «تاك ڕەنگ» لە بەیەکداچوونی دروستکەردا شەپۆلەکان یەکدەگرن بۆ بەرهەمهێنانی بەرەنجامە شەپۆلێك کە فراوانیەکەی گەورەترە لە فراوانی هەریەکە لە دوو شەپۆلەکە، لە ڕووناکیدا بەرەنجامی شەپۆلە دروستکەرەکان توندی ڕۆشناییەکەیان زیاترە لە ڕووناکی هەرەیەکە لە دوو شەپۆلە بەیەکداچووەکە بەتەنها.

بەڵام لە بەیەکداچوونی لاوازکەردا بەرەنجامی فراوانی شەپۆلەکان کەمترە لە فراوانی ئەو شەپۆلەی کە فراوانیەکەی گەورەترە. لە بەیەکداچوونی «لە ناوبەر» دا وە لە ڕووناکیدا ناوچەی تاریك یان خاڵی تاریك دروست دەبێ. وە فراوانی شەپۆلی بەرەنجام یەکسانە بە سفر.



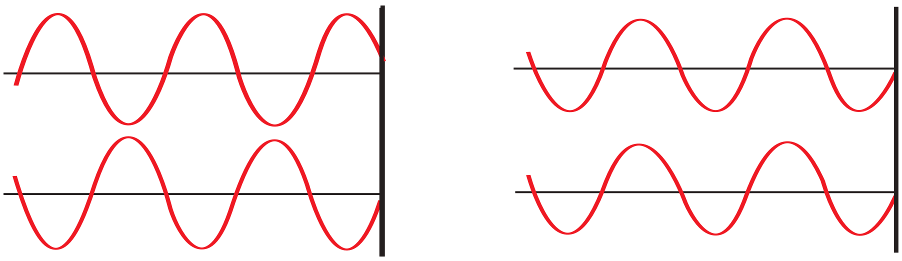
1-7 ئامانجەکان

- باسی چۆنیەتی بەیەکداچوونی شەپۆلەکانی ڕووناکی دەکات بۆ بەرهەمهێنانی برژۆڵەی ڕووناك و تاریك.
- مەرجەکانی ڕوودانی بەیەکداچوون دیاری دەکات.
- پێشبینی شوێنی بەیەکداچوون دەکات بەهۆی بەکارهێنانی هاوکێشەی بەیەکداچوونی جووت درزەکەوە.



وێنەی 1-7
شەپۆلە ڕوناکیەکان بەیەکدادەچن بۆ پێکهێنانی گورزەی ڕووناکی ڕەنگاوڕەنگ لەسەر ڕووی بلّقی سابونەکە.

وێنەی 2-7
لە وانەیە دوو شەپۆل بەیەکدابچن (أ) بە شێوەی دروستکەر یان (ب) بەشێوەی لاوازکەر لە دیاریدەی بەیەکداچووندا وزە نافەوتێ بەڵکو دووبارە دابەشدەبێتەوە.



(أ) (ب)

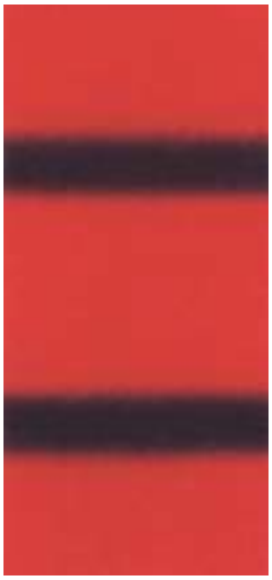
وێنەی 3-7
(أ) دوو شەپۆلی «هاورەوگە»، (ب) دوو شەپۆلی «ڕەوگەپێچەوانە».

هاوباری Coherence

نەگۆڕانی جیاوازی ڕەوگەیە لە نێوان دووشەپۆل یان زیاتردا .

نەگۆڕانی جیاوازی ڕەوگەی نێوان دووشەپۆل مەرجە بۆ بەیەکداچوونی بەردەوام

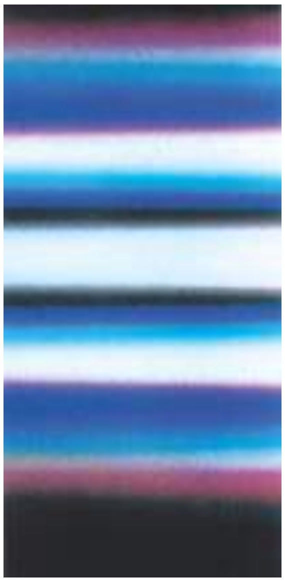
بۆ ئەوەی جۆری بەیەکداچوون بەردەوام بێت دەبێت جیاوازی ڕەوگەی نێوان دوو شەپۆلەکە نەگۆڕ بێت. ئەگەر سەری شەپۆلێك لەگەڵ سەری شەپۆلێکی تردا جووت بوو وەك لە وێنەی 3-7 (أ)دا دیارە ئەوا جیاوازی ڕەوگەی نێوانیان «سفر» دەبێت. واتە هەمان ڕەوگەیان هەیە «هاورەوگەن». بەڵام ئەگەر سەری یەکێك لە شەپۆلەکان لەگەڵ (بن)ی شەپۆلەکەی تردا جووت بوون وەك لە وێنەی 3-7 (ب) دا دیارە، ئەوا جیاوازی ڕەوگە لە نێوانیاندا (180°) (π) واتە پێچەوانەن لە ڕەوگەدا دوو شەپۆل هاوبار دەبن coherence کاتێك جیاوازی ڕەوگەی نێوانیان جێگیر بێت، وە شوێنی یەکێکیان لەوی تریانەوە نەگۆڕێت بە تێپەڕبوونی کات، ئەوا ئەم جۆرە سەرچاوانە پێیان دەووترێت سەرچاوە «هاوبارەکان» ئەگەر دوو سەرچاوەی ڕووناکی لە نزیك یەکتر دانرابن، ئەوا ناتوانرێت تێبینی بەیەکداچوونی «بەردەوام» بکرێت، تەنانەت ئەگەر هەمان ڕەنگیشیان هەبێ، هۆیەکەش ئەوەیە کە گۆڕانە هەڕەمەکیەکانی پەیدا بوو لە ڕووناکی سەرچاوەی یەکەمەوە ناگونجێ لەگەڵ ڕەوگەی شەپۆلەکانی سەرچاوەی ڕووناکی دووەمدا لە سەر ئەو بنچینەیە جیاوازی ڕەوگەی نێوان دوو شەپۆلەکە جێگیر نابێت، وە بەردەوام دوو شەپۆلەکە بەیەکدا دەچن، بەڵام مەرجەکانی بەیەکداچوون، لەگەڵ گۆڕانی جیاوازی ڕەوگەی نێوانیاندا دەگۆڕێت. لەبەر ئەوە جۆرەکانی بەیەکداچوون لەم بارەدا نابینرێت یان تێبینی ناکرێت چونکە سەرچاوەکان لەم بارەدا «ناهاوبارن».



وێنەی 4-7
سامپڵی برژۆڵەکان لە برژۆڵە ڕووناك و تاریکە یەك لە دواییەکەکان پێکهاتووە.

دەرخستنی بەیەکداچوون Demonstrating Interfrenee

دەتوانین بەیەکداچوونی ڕووناکی کە لە نێوان دوو سەرچاوەی ڕووناکیدا ڕوو دەدات بەم ڕێگەیەی خوارەوە تێبگەین بەربەستێك دادەنێین کە تاکە درزێکی تەسکی تێدابێ وە لەبەردەم ئەم بەربەستەدا بەربەستێکی تر دا دەنێن کە دوو درزی زۆر تەسکی تەریب بە یەکتری تێدابێت، ئەوا ئەو دوو درزە هاوڕێکە دەوری دوو سەرچاوەی هاوبار دەبینن لەبەر ئەوەی ئەو دوو شەپۆلەی کە لێوەی دەردەچن بەرهەمی یەك سەرچاوەی بنچینەیی ڕووناکیین. بۆیە هەر گۆڕانێکی هەڕەمەکی کە ڕوودات لە ڕووناکی دەرچوو لە سەرچاوە بنچینەییەکەوە هەمان کاریگەری لە سەر ڕووناکی دەرچوو لە دوو درزەکەوە دەبێت. ئەگەر ڕووناکیەکی تاك ڕەنگ بەکاربهێنین، ئەوا ڕووناکیە دەرچووەکە لە دوو درزەکەوە. زنجیرەیەك لە برژۆڵە ڕووناك و تاریکی یەك لە دواییەکەکان لەسەر شاشەکە بەدیدەکرێت هەر وەك لە وێنەی 4-7 دا دیارە کاتێك ڕووناکی دەرچوو لە هەردوو درزەکەوە دەگاتە خاڵی بەیەکدا چوونی دروستکەر لە سەرشاشە، برژۆلەیەکی ڕووناك دەردەکەوێت.

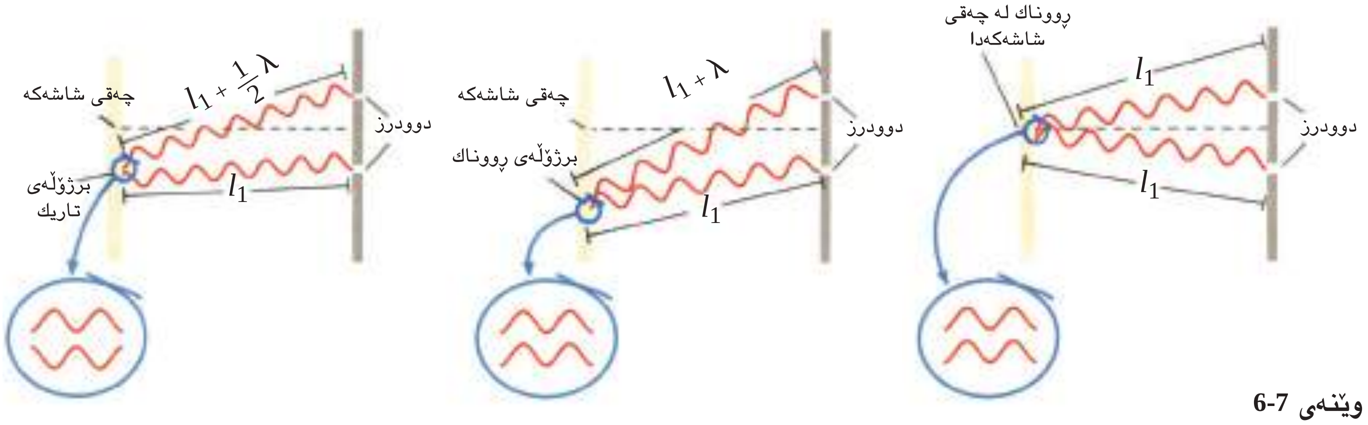


وێنەی 7-5
کاتێك کە ڕەنگی سپی لە دوو سەرچاوەی هاوبارەوە بەیەکدابچن ئەوا سامپڵەکە ڕووناك و ئاشکرا نابێت، لە ئەنجامی بەیەکدا چوونی ڕەنگە جۆراو جۆرەکان بە شێوەیەکی دروستکەر و شێوەیەکی لە ناوبەر لە خاڵە جیاوازەکاندا.

کاتێك ڕەنگی سپی بۆ بینینی بەیەکداچوون بەکار بهێنرێت، ئەوا تاقیکردنەوەکە زیاتر ئاڵۆز دەبێت وێنەکان ڕەنگاوڕەنگ دەردەکەون هۆکەش ئەوەیە کە ڕەنگی سپی چەند درێژە شەپۆلێکی جیاواز دەگرێتە خۆ، وێنەی 7-5 سامپڵێکی بەیەکدا چوونی ڕەنگی سپی نیشان دەدات، وە سامپڵی بەیەکدا چوونەکە شێوەیەکی جێگیری دیاریکراو (سنوردار)ی هەیە لەو شوێنانەی کە بەیەکەدا چوونەکە دروستکەرە، ئەوەش دەرکەوتنی هێڵە ڕەنگاو ڕەنگەکان بە دەوری برژۆڵەی ناوەندیدا ڕووندەکاتەوە، هەر بەم پێیەش ڕەنگەکانی سەر بڵقەکانی سابوون لێکدەدرێتەوە.

وێنەی **7-6** هەندێ لە ڕێگەکانی یەکگرتنی دوو شەپۆلی هاوباری دەرچوو لە دوو درزەوە لەسەر شاشەیەك نیشان دەدات لەکاتی گەیشتنی هەردوو شەپۆلەکە بۆ ناوچەی ناوەند لەسەر شاشەکە وەك لە وێنەی 7-6 (أ) دایە، هەمان دووریان بڕیوە، جا لەبەر ئەوە هەردوو شەپۆلەکە بەهەمان ڕەوگە دەگەنە ناوەندی شاشەکە، وە لە ئەنجامدا بەیەکداچوونێکی دروستکەر پەیدا دەبێت کە برژۆڵەیەکی ڕووناکە لەو ناوچەیەدا، کاتێك یەکگرتنی دوو شەپۆلەکە لە خاڵێکی دیاریکراودا لە دەرەوەی چەقی شاشەکە بێت وەك لە وێنەی 7-6 (ب) دایە، ئەو کات شەپۆلە دەرچووەکەی لە درزە دورەکەیانەوە یەك درێژە شەپۆلی (λ) زیاتر بڕیوە لەو شەپۆلەی کە دەرچووە لە درزە نزیکەکەیانەوە، ئەوکاتە جیاوازی ڕەوگەی نێوان دووشەپۆلەکە 2π دەبێت. واتە جیاوازی ڕێگەی بینای ($\Delta\lambda$) لە نێوان دوو شەپۆلەکەدا یەك درێژی شەپۆل دەبێت (λ) کاتێك دەگەنە هەمان خاڵ، لە ئەنجامدا بەیەکداچوونی دروستکەری دووەم لەسەر شاشەکە پەیدا دەبێ.

کاتی بەیەکگەیشتنی هەردوو شەپۆلەکە لە خاڵێکی ناوەڕاستی نێوان هەردوو برژۆڵە ڕووناکەکەدا، وەك لە وێنەی7-6 (ج)دا ئەوا شەپۆلی یەکەم نیو درێژە شەپۆلی ($\frac{1}{2}\lambda$) زیاتر بڕیوە لە شەپۆلی دووەم. لە ئەنجامدا (بن)ی شەپۆلی یەکەم جووت دەبێت لەگەڵ سەری شەپۆلی دووەمدا، ئەوا بەیەکداچوونێکی لەناو بەر ڕوودەدات، لەبەر ئەوە برژۆڵەیەکی تاریك لە نێوان هەموو دوو برژۆڵەیەکی ڕووناکی سەر شاشەکەدا پەیدا دەبێت



وێنەی 7-6
(أ)کاتێك کە هەردوو شەپۆلە ڕوناکییەکە هەمان دووری ببڕن (l_1) ئەوا بەهەمان ڕەوگە دەگەنە شاشەکەو بە شێوەیەکی دروستکەر بەیەکدا دەچن.
(ب) جیاوازی نێوان دووری بڕاو لەلایەن هەردوو شەپۆلەکەوە دەکاتە یەك درێژە شەپۆل (λ) وە بەشێوەیەکی دروستکەر بەیەکدا دەچن وە جیاوازی ڕەوگەی نێوانیان 2π.
(ج) جیاوازی نێوان هەردوو دووریە بڕاوەکە (جیاوازی ڕێگەی بینایی) بکاتە نیوەی درێژی شەپۆل ($\frac{1}{2}\lambda$)، ئەوا بەیەکدا چوونی هەردوو شەپۆلەکە لە ناوبەرە.

پێشبینی کردنی شوێنی برژۆڵەکانی بەیەکداچوون

وا دابنێ کە (d) ماوەی نێوان دوو درزی تەسکە وەك لە وێنەی 7-7 دا دیارە، ئەوا دوو شەپۆلی رووناکی هاوباری تاك رەنگ کە بریتین لە (l_2,l_1) لە هەردوو درزەکەوە دەکەونە سەر شاشەکە، ئەگەر دووری نێوان هەردوو درزەکە و شاشەکە زۆر گەورەتربێ لە ماوەی نێوان دوو درزەکە خۆی، ئەوا l_2,l_1 بە نزیکی تەریب دەبن، بەو هۆیەوە دوو گۆشەکەی نێوان هەریەکە لە l_2,l_1 وە ئەو هێڵە ئاسۆیەی کە بە «بەخاڵ کێشراوە» و ستوونە لەسەر هەردوو درزەکە یەکسان دەبن، وە نرخی هەر یەکەیان θ یە، هەروەها گۆشەی θ جێگەی ئەو دوو شەپۆلە یەکگرتووە لە خاڵی ناوەندەوە لەسەر شاشەکە دیاری دەکات.

جیاوازی نێوان ئەو دوو دوورییەی کە هەردوو شەپۆلەکە دەیبرن پێی دەوترێت جیاوازی رێرەو path difference.

بروانە ئەو سێگۆشە گۆشە وەستاوەی کە لە وێنەی (7-7) دایە وە تێبینی بکە کە جیاوازی نێوان رێرەوی هەردوو شەپۆلەکە دەکاتە «$d \sin \theta$» هەروەها تێبینی بکە کە جیاوازی رێرەوە «رێباز» دەگۆرێت بەگۆرانی θ وە هەموو نرخێکی θ ، جێگەیەك یان شوێنێك لەسەر شاشەکە دیاری دەکات.

نرخی جیاوازی رێرەوەکە ئەوە دیاری دەکات کە دوو شەپۆلەکە هاورەوەگەن یان پێچەوانەن لە رەوگەدا کاتێك دەگەنە سەرشاشەکە. ئەگەر جیاوازی رێرەو «سفر یان ژمارەیەکی تەواو»ی درێژە شەپۆل بێت، ئەوا دوو شەپۆلەکە هاورەوگەن، وە جیاوازی رەوگەی نێوانیان دەکاتە (0, 2π , 4π, 6π....) وەبەیەکدا چوونیشیان دروستکەرە. وە مەرجی دروست بوونی پرژوڵە رووناکەکان کە بەیەکداچوونیان دروستکەرە)بەم پەیوەندیەی خوارەوەیە.

هاوکێشەی بەیەکداچوونی دروستکەر

$$d \sin \theta = \pm m \lambda \qquad m = 0,1,2,3,....$$

جیاوازی رێرەوی نێوان دوو شەپۆلەکە = ژمارەی تەواوی درێژی شەپۆڵەکانە.

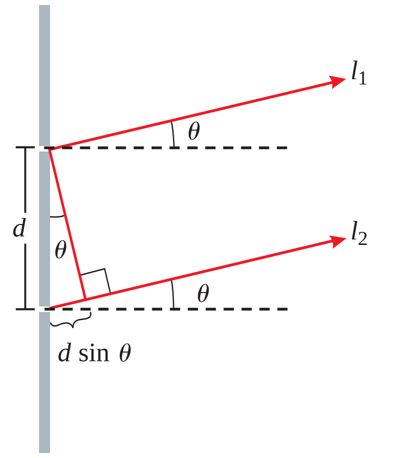
لەم هاوکێشەیەدا m دەربرینە بۆ پلەی برژۆڵەکە (وێنەکە) کاتێك $\theta = 0$ واتە ($m = 0$) ئەوا بەو برژۆڵە رووناکە دەگوترێت برژۆڵەی ناوەراست، یا (برژۆڵەی رووناکی پلە سفر). هەروەها بەو جووتە برژۆڵە رووناکەی لە هەردوو تەنیشتی برژۆڵە ناوەندەکەوە دەردەکەون دەڵێن: برژۆڵەی رووناکی پلەی یەکەم وە هتد.. وە کاتێك کە جیاوازی رێرەو لە نێوان دوو شەپۆلدا ژمارەیەکی تاکی چەند جارەی ($\frac{1}{2}\lambda$) بێت. ئەوا جیاوازی رەوگەی نێوان دوو شەپۆلە بەیەکگەیشتوەکە لەسەر شاشەکە دەبێتە ژمارەی تاکی و ئەنجامەکەش بەیەکداچوونی لەناوبەرە؛ وە مەرجی برژۆڵە تاریك یان بەیەکداچوونی لە ناوبەر بەم پەیوەندی خوارەوەیە:

هاوکێشەی بەیەکداچوونی لەناوبەر

$$d \sin \theta = \pm (m + \tfrac{1}{2})\lambda \qquad m = 0,1,2,3,.....$$

جیاوازی رێرەوی نێوان دوو شەپۆل = ژمارەی تاکی چەند جارەی نیوەی درێژی شەپۆلەکە

ئەگەر m=0 ئەوا جیاوازی رێرەو $\pm \frac{1}{2}\lambda$ کە ئەوەش مەرجی پێویستە بۆ دروستبوونی برژۆڵەی تاریکی یەکەم لە دەوری برژۆڵەی ناوەند، وە کاتێك m=1 ، ئەوا جیاوازی رێرەو $\pm \frac{3}{2}\lambda$،کە ئەمەش مەرجی پێویستە بۆ دروستبوونی برژۆڵەی تاریکی دووەم، بە دەوری برژۆڵەی ناوەنددا، وە هتد......



وێنەی 7-7
جیاوازی رێرەوی نێوان دووشەپۆلەکە $d \sin \theta$ بۆ دڵنیابوون لە رێرەوەکە، وێنەکە بە پێوەرێکی دیاریکراو نەکێشراوە.

جیاوازی رێرەو path difference

جیاوازی نێوان ئەو دوو دوورییەیە کە دوو شەپۆلی دەرچوو لە دووسەرچاوەوە دەیبرن تا دەگەنە هەمان خاڵ.

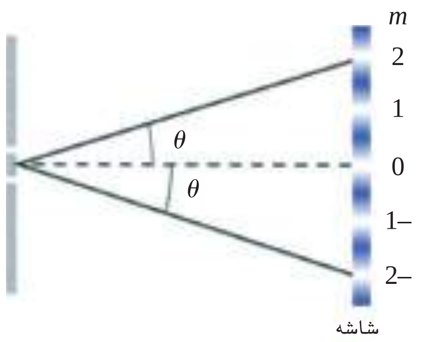
پلەی برژۆڵە order number

ژمارەی برژۆڵەکەیە بە پێی برژۆڵە رووناکەکەی ناوەند.

ch7 2/1/18 10:23 AM Page 10

وێنەی 7-8 دا سامپڵی بەیەکدا چوونە بەهۆی دوو درزەوە، کە تیدا پلەکانی برژۆڵە ڕوناکەکان دەنوێنێت لە هەردوو لای برژۆڵە ڕووناکەکەی ناوەندەوە، بەڵام ئەو شوێنانەی کە تاریکیان زیاترە ئەوانە برژۆڵە تاریکەکانن لە سامپڵی بەیەکداچووندا.

لەبەر ئەوەی کە ماوەی نێوان برژۆڵەکانی بەیەکداچوون لەسەر شاشەکە دەگۆڕێت بە گۆڕانی درێژییە شەپۆلی ڕووناکی، ئەوا بەهۆی بەیەکداچوون لە دوو درزەوە دەتوانین درێژی شەپۆلی ڕووناکی بپێوین. لە ڕاستیدا ئەمە یەکەم ڕێگە بوو کە بەکارهێنرا بۆ پێوانی درێژی شەپۆلی ڕووناکی.



وێنەی 7-8
برژۆڵە ڕووناکە پلە بەرزەکان $(m = 1,2,...)$ لەسەر هەردوو لای برژۆڵەی ڕووناکی ناوەندەوە $(m = 0)$ دەردەکەون.

نموونە 7 (أ)

بەیەکداچوون

پرسیار

ماوەی نێوان دوو درز $0.030\ mm$ بوو، دووەم برژۆڵەی ڕووناك لەسەر شاشەکە دەرکەوت بە گۆشەلادانی $\theta = 2.15°$ لەگەڵ برژۆڵەی ناوەندا، درێژی شەپۆلی ڕووناکییەکە هەژماربکە؟

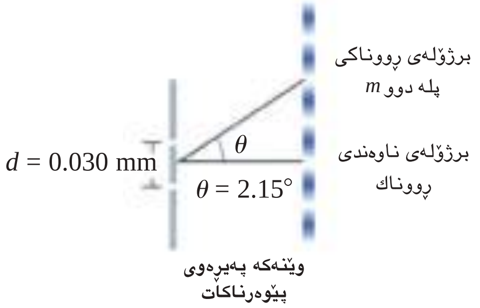
شیکار

1.دەزانم

دراو: $d = 3.0 \times 10^{-5}\ m$ $\quad m = 2 \quad \theta = 2.15°$

نەزانراو: $\lambda = ?$

وێنە:



2.پلاندادەنێم

هاوکێشەیەك یان پەیوەندیەك هەڵدەبژێرم: هاوکێشەی بەیەکداچوونی دروستکەر بەکار دەهێنم

$$d \sin \theta = m \lambda$$

هاوکێشەکە ڕێکدەخەمەوە بۆ جیاکردنەوەی نەزانراوەکە

$$\lambda = \frac{d \sin \theta}{m}$$

3.هەژماردەکەم

نرخە زانراوەکان لە هاوکێشەکەدا دادەنێم وە شیکار دەکەم

$$\lambda = \frac{(3.0 \times 10^{-5}\ m)(\sin 2.15°)}{2}$$

$$\lambda = 5.6 \times 10^{-7}\ m = 5.6 \times 10^{2}\ nm$$

$$\boxed{\lambda = 5.6 \times 10^{2}\ nm}$$

وەڵامی ئامێری ژمێرەر

لەبەر ئەوەی کەمترین ژمارەی «ڕەنووسە واتاکان لە داتاکاندا بریتییە لە 2، ئەوا پێویستە وەڵامەکە 5.627366×10^{-7} بۆ دوو «ڕەنووسی واتایی» نزیك بکرێتەوە بە 2 دەبێت بە $5.6 \times 10^{-2}nm$.

4.هەڵدەسەنگێنم

درێژی شەپۆلی ئەم ڕووناکیە دەکەوێتە مەودای ڕووناکی بینراوەوە، کە ئەویش تایبەتە بە ڕەنگی (سەوز–زەرد) واتە سەوزی زەردباو.

ڕاهێنانی 7 (أ)

بەیەکداچوون

1. ڕووناکیەك دەکەوێتە سەر دوو درز کە ماوەی نێوانیان 2.02×10^{-6} m وە یەکەم برژۆڵەی ڕووناك بە گۆشەی 16.5° لەگەڵ برژۆڵەی ڕووناکی ناوەندا، لا دەدات درێژە شەپۆلی ڕووناکییەکە بدۆزەرەوە؟

2. دوو درزی تەسکی هاورێك ماوەی نێوانیان 0.250 mm ڕووناك کرایەوە بەڕەنگی سەوزی دەرچوو لە گڵۆپێکی هەڵمی جیوەییەوە (λ = 546.1 nm) ئەوا گۆشەی نێوان برژۆڵەی ناوەندی و برژۆڵەی ڕووناکی پلەیەك هەژماربکە.

3. زانیاریەکانی پرسیاری (1) بەکاربهێنە بۆ پێوانی گۆشەی نێوان برژۆڵەی ناوەندو، برژۆڵە تاریکەکەی دووەم، لە سامپڵی بەیەکداچووندا.

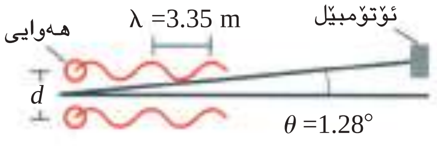
پێداچوونەوەی 1-7

1. دەبێت جیاوازی ڕێڕەوی نێوان دوو شەپۆل چەندبێت بۆ ئەوەی مەرجی بەیەکداچوونی دروستکەر وە بەیەکداچوونی لەناوبەر بێتەدی.

2. ئەگەر ڕەنگی سپی بەکارهێنرا لە جیاتی سەرچاوەیەکی تاك ڕەنگ بۆ هێنانە دی بەیەکداچوون، ئایا چۆن سامپڵی بەیەکدا چوونەکە دەگۆڕێت.

3. ئەگەر دووری نێوان دوو درز 0.0550 mm ئەوا گۆشەی نێوان برژۆڵەی ڕووناکی یەکەم و برژۆڵە ڕووناکی دووەمی ڕەنگی زەرد کە درێژە شەپۆلەکەی605 nm هەژماربکە.

4. لێکدانەوەی وێنەکان: هەوایی بێتەلێك (ئەنتینا) دوو شەپۆلی هاوبار دەنێرێت. کە درێژە شەپۆلەکەیان 3.35 m وەك لە **وێنەی 9-7** دایە، وە ئەو ڕادیۆیەی کە لە ناو ئۆتۆمبێلێك دایە کە تەریب بەو هێڵە دەجووڵێت کە دوو ئەنتینا کە دەگەیەنێت، دوو نیشانەکە وەردەگرێت ئەگەر گۆشەلادانی دروستکەری پلە دوو (1.28°)بێت لەسەرو دروستکەری ناوەندەوە بۆ دوو شەپۆلە بەیەکداچووەکە ئایا دووری (d) نێوان دوو هەواییەکە چەندە؟



وێنە 9-7

بەندی 2-7

لادانی شەپۆلەکان
Diffraction

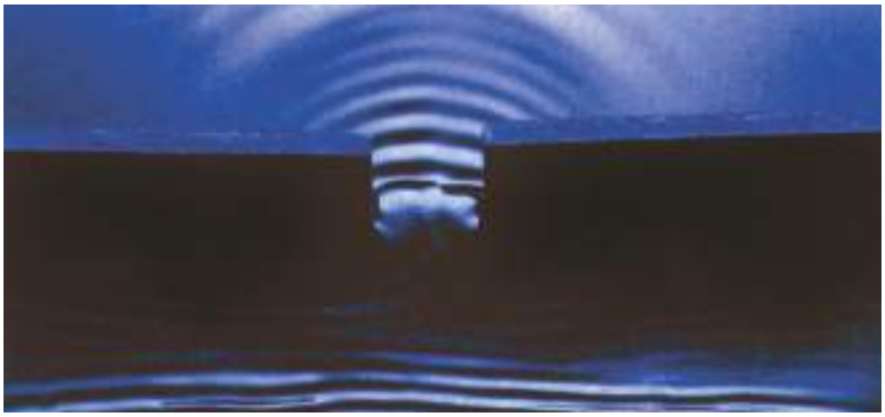
لادانی شەپۆلە ڕووناکیەکان

ئەگەر لە نزیك گۆشەی بنایەکەوە وەستابیت، ئەوا گوێت لە دەنگی ئەو کەسە دەبێت کە لە لایەکەی ترەوە قسە دەکات هەر چەندە کە نایبینیت. ئەمە ئەوە دەگەیەنێت کەوا شەپۆلە دەنگەکان لە ڕێڕەوەکەی خۆیان لادەدەن کاتێك بەر گۆشەکان دەکەون، هەروەها شەپۆلەکانی ئاو لە ڕێڕەوەکەی خۆیان لادەدن کاتێك بەر بەربەستێك یان کاتێك لە دەرچەی بەنداوێکەوە دێنە دەرەوە وەك لە وێنەی (7-10) دا دیارە، هەروەها شەپۆلەکانی ڕووناکیش لادەدرێن، کاتێك بەر لایەکانی بەربەستێك دەکەون، بەڵام لادانەکەیان زۆر کەمە، بەچاو نابینرێت، چونکە درێژی شەپۆلەکەیان زۆر کورتە.

ئەگەر ڕووناکی تەنها بەهێڵی ڕاست بڕوات ئەوا ناتوانیت جۆرەکانی بەیەکداچوون لە تاقیکردنەوەی دوو درزەکەوە ببینیت بەڵکو لە جیاتی ئەوە دوو هێڵی باریکی ڕووناك کە لەگەڵ بەربەستەکە و سەرچاوەکەوە لە ڕیزی یەکتر دەردەکەون و بەشەکەی تری شاشەکەش بە تەواوی تاریك دەبێت وە بۆ دوو درزەکەش سێبەرێکی ئاشکراو سنوردار لەسەر شاشەکە دروستدەبێت، بەڵام ئەمە بە کردەوە ڕونادات بەڵکوهەندێك لە تیشکەکان بەلای چەپ و ڕاستدا لادەدەن کاتێك دەچنەناو دوو درزەکەوە.

دەتوانین لادانی ڕووناکی تێبگەین کاتێك ڕووناکی دەچێتە ناو هەریەکێك لە دوو درزەکەوە، ئەویش بە بەکارهێنانی دەستوری هایگنز کە دەڵێت: (دەتوانین هەر خاڵێکی سەر بەرەی شەپۆلێك وەك سەرچاوەیەکی نوێی ڕووناکی دابنرێت بۆ پەیداکردنی شەپۆلی نوێ)، لەبەر ئەوەی ئێمە هەر درزێکمان وەك سەرچاوەیەکی شێوە خاڵ داناوە، بۆیە لە هەر درزێکەوە شەپۆلی نوێ پەیدا دەبێت و بڵاو دەبێتەوە بەوەش شەپۆلە ڕووناکیەکان لە ڕێڕەوی خۆیان لادەدەن و دەچنە ئەو ناوچانەوە کەوا دانراوە تاریك بن. بە جیابوونەوەو بڵاوبوونەوەی ڕووناکی لە ڕێڕەوە بنەڕەتییەکەی خۆی پێی دەگوترێت لادان .

بەشێوەیەکی گشتی لادان لەو کاتەدا ڕوودەدات کە شەپۆلەکانی ڕووناکی بەکونێکی بچوك یان بەدرزێکی تەسکدا دەڕوات یان بەر لێوارێکی تیژ دەکەوێت، کاتێك درزێك کە پانیەکەی (1mm یان زیاتر) لە نێوان سەرچاوەیەکی ڕووناکی دەر وشاشەیەکدا دادەنرێت، لەسەر شاشەکە ناوچەیەکی ڕووناکی شێوە لاکێشەیی و دەوروبەر دیاریکراو دەبینین، بەڵام ئەگەر بەرە بەرە درزەکە تەسك بکەینەوە ئەوا ناوچە ڕووناکەکە دەست بەفراوانبوون دەکات، بەوەش لادان دروست دەبێت.



ئامانجەکان 2-7

- باس لەوە دەکات کەچۆن شەپۆڵەکان لە بەربەستەکانەوە لادەدرێن، وە چۆن برژۆڵەی تاریك و ڕووناك دروست دەکات.
- جێگەی برژۆڵەکان لە درزەکی لادادا هەژمار دەکات.

لادانی شەپۆلەکان

گۆڕانی ئاڕاستەی ڕێڕەوی شەپۆل لە ئەنجامی بەرکەوتنی بە بەربەستێك یان کونێکی بچوك یان لێوارێکی تیژ.

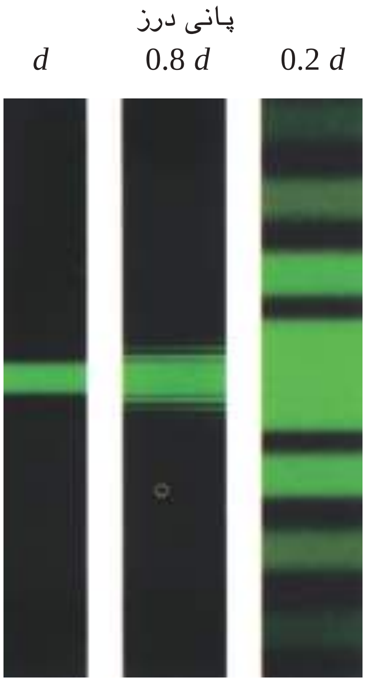
یان بڵاوبوونەوەی شەپۆلەکانە لە پشت ئەو بەربەستانەوە کە دێنە ڕێی کە لە شێوەی تەلێکی باریك یان کونێکی بچوك یان درزێکی تەسك یان لێوارێکی تیژ دابن.

وێنەی 7-10
یەکێك لە تایبەتمەندیەکانی هەموو شەپۆلەکان چەمانەوە و لادانیانە بە دەوری تەن و بەربەستەکاندا.

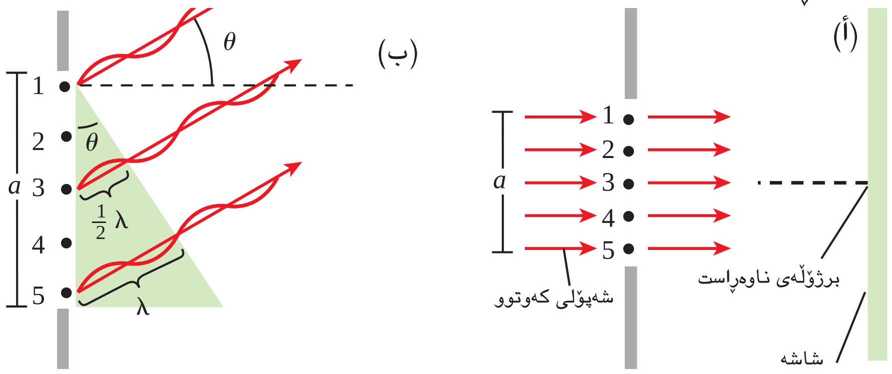
وەک لە وێنەی (**11-7**)دا دیارە وە وەک لە برژۆڵەکانی بەیەکداچون لە تاقیکردنەوەی دوو درزەکە دا هەیە، ئەم جۆرەی برژۆڵە ڕووناک و تاریکەکان لەیەکگرتنی شەپۆلە ڕووناکیەکانەوە بەرهەمدێت،

بەیەکداچوونی شەپۆلە ناوەندییەکانی سەر بەرەی شەپۆل

ساماپڵەکانی لادان لەگەڵ ساماپڵەکانی بەیەکداچوون لەیەك دەچن، چونکە ئەمانیش لە ئەنجامی بەیەکداچوونی دوستکەر و لەناوربەرەوە پەیدابوونە هەروەك لە دیاردەی بەیەکداچووندا، وا دا دەنێین کە هەر درزێك لە دوو درزەکە وەك سەرچاوەیەکی شێوە خاڵ وایە، بەڵام لە دیاردەی لاداندا پانی ڕاستەقینەی هەر درزێك لەبەر چاو دەگیرێت؛ بەپێی دەستوری هایگنز هەر خاڵێکی سەر بەرەی ئەو شەپۆلەی لە درزەکەوە دێتە دەرەوە وەك سەرچاوەیەکی ناوەندی شەپۆل دادەنرێن، بۆیە ئەو شەپۆلانەی لە هەر خاڵێکەوە هاتوون دەتوانن لەگەڵ ئەو شەپۆلانەدا کە لە خاڵەکانی ترەوە هاتون بەیەکدابچن. توندی بەرەنجامی ڕووناکی لادەر کە دەکەوێتە سەر شاشەکە لەسەر گۆشە لادانی ئەو ڕووناکیە بەندە کە بە ئاڕاستەکەی لایداوە. بۆتێگەیشتنی ساماپڵەکەی لادان لە تاکە درزێکەوە، وا دابنێ وێنەی **12-7** (أ) بەرە شەپۆلێکی ڕوتەخت دەر دەخات کە کەوتوتە سەر درزێك پانیەکەی (a). هەرخاڵێك (یان هەر درزێکی زۆر بچووك) لە درزە بنەڕەتیە پانەکە سەرچاوەیەکە بۆ دروستکردنی شەپۆلەکانی هایگنز. لە وێنە ئاسان کراوەکەدا تەنها پێنج سەرچاوە دەردەکەوێت لەناو ئەو ژمارە بێکۆتاییەی سەرچاوەکاندا، وە بەهەمان شێوەی بەیەکداچون لە دوو درزەوە، وا دادەنێین کە شاشەکە زۆر لە درزەکەوە دورە، بەشێوەیەك کە دەتوانین بڵێین ئەو تیشکانەی کە لە درزەکانەوە دەردەچن تەریب دەبن بە یەکتر و لەناوەڕاستی شاشەکەدا هەموو ئەو تیشکانەی لە درزەکانەوە هاتوون هەمان لادانیان بریوە، بۆیە لەو ناوچەیەدا برژۆڵەی ڕووناك دەردەکەوێت. هەروەها ئەو شەپۆلانەی لە پێنج سەرچاوەکەوە هاتوون دەکرێت بەیەکداچوونێکی لە ناوبەرانە بەیەکدابچن لەسەر شاشەکە وەك لە وێنەی (12-7)(ب)دا هەیە. لەو کاتەدا ئەو لادانە زیادەی ئەو شەپۆلە دەیبرێت کە لە خاڵی (3)وە هاتووە دەکاتە نیوەی درێژی شەپۆل بەبەراورد لەگەڵ ئەو لادانەی ئەو شەپۆلە دەیبرێت کە لە خاڵی (1)وە هاتووە ئەوا ئەو دوو شەپۆلە لەسەر شاشەکە چوونە سەر یەکێکی لە ناوبەریان دەبێت. لە هەمان کاتدا ئەو شەپۆلەی لە خاڵی (5)وەە هاتووە لادانێکی زیاتری بریوە کە دەکاتە نیوەی درێژی شەپۆل بە بەراورد لەگەڵ ئەو شەپۆلەی کە لە خاڵی (3)وە هاتووە بەوەش بەیەکداچوونی نێوان ئەو دوو شەپۆلە دیسان لەناوبەر دەبێت. کاتێکیش هەموو ئەو دوو شەپۆلە لەناوبەرانە بەیەکدا بچن ئەوا لەسەر شاشەکە ناوچەیەکی تاریك پەیدا دەبێت. لە گۆشەکانی تردا کە بەیەکداچوون تیایدا بەتەواوەتی لە ناوبەرنییە، ئەوا بەشێك لە ڕووناکی لەو گۆشانەدا دەمێنێتەوە. بەوەش ڕووناکیەکە لەسەر شاشەکە وا دەردەکەوێت کە بەشێکە لە برژۆڵەی ڕووناك. ڕووناکترین و پرشنگدارترین برژۆڵە لە ناوەڕاستی شاشەکەدا دەردەکەوێت، بەڵام تا لە ناوەڕاست دوربکەوینەوە توندی ڕووناکی برژۆڵەکان کەمدەکات.

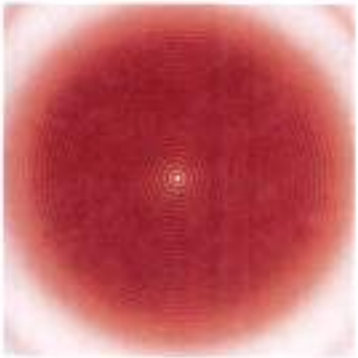


وێنەی 11-7
لادان ئاشکراتر دەبێت هەرچەند پانی درزەکان. کەمبکات (تێبینی درێژی شەپۆلی ڕووناکی بەکارهێنراوە 510 nm)



وێنەی 12-7
(أ) وا دادەنرێت ئەو ڕووناکیەی لە درزەکەوە هاتووە تیشکێکە لەسەرچاوەیەکی زۆر وردەوە بە ئاراستەی پانی درزەکە دەچێت (ب) دەتوانین ئەو مەرجانە دیاری بکەین کە بە هۆیەوە بەیەکداچوونی لەناوبەر لە نێوان ئەو شەپۆلانەی کە لە بەشی سەرەوەی درزەکەوە هاتوون وە ئەو شەپۆلانەی لە بەشی خوارەوەی درزەکەوە دەرچوون.

وێنەی 7-13
پانی برژۆڵەی ناوەڕاست لە سامپڵەکەی لاداندا دوو هێندەی برژۆڵەکانی ترە.



وێنەی 7-14
جۆرەکانی بەیکداچوون کە بەهۆی لادانی ڕووناکیەوە لە سێبەری پارچە دراوێکی کانزاییەوە دروست بوە لە لێوارەکانەوە ڕووناکی لادەدات. تێبینی ئەو پەڵە ڕووناکە بکە کە لە ناوەڕاستی سێبەرەکەدایە.

جۆری ئەو بەیەکداچوونەی لە لادانی ڕووناکی لە بەربەستێکەوە بەرهەمدێت

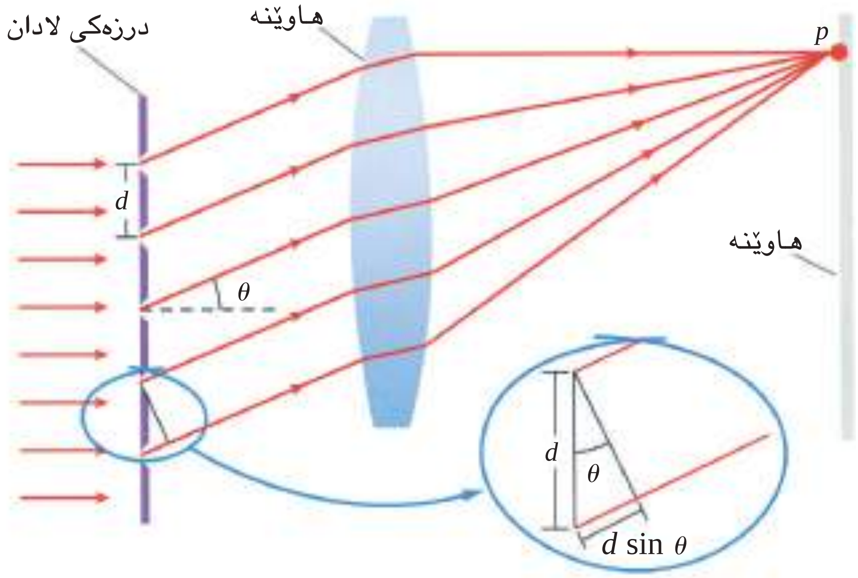
جۆری بەیەکداچوون لە لاداندا کە بۆ سەرچاوەیەکی تاك ڕەنگ لەیەك درزەوە بەرهەمدێت پێکدێت لە برژۆڵەیەکی ناوەندی ڕووناك کە ناوچەی زۆر ڕووناکی ناوەڕاستەو دەورە دراوە بە زنجیرەیەك برژۆڵەی تری ڕووناکی کەمتر کە پێیان دەگوترێت برژوڵە ڕووناکەکانی پلە (1 , 2 , 3 .....) وە هەروەها زنجیرەیەکی تر لە برژوڵەی تاریك کە توندی ڕووناکی تێدا زۆر کەمە. وێنەی **7-13** سامپڵێکی ئەم جۆرە بەیەکداچوونە ڕووندەکاتەوە، ئەو ناوچانەی بەیەکداچوون تیایاندا دروست کەرەو برژۆڵەی ڕووناکیان هەیە (توندی ڕووناکی تیا زۆرە)، دەکەونە ناوەڕاستی دووری نێوان برژۆڵە تاریکەکانەوە، تێبینی بکە کە برژۆڵەی ناوەڕاست توندی ڕووناکیەکەی زۆرترە و پانیەکەشی نزیکەی دوو هێندەی پانی برژۆڵە ڕوناکەکەی تەنیشتێتی.
لە قەراغەکانی هەموو تەنەکانەوە لادان ڕودەدات و وێنەی **7-14** جۆری ئەو لادانە ڕووندەکاتەوە کەبەهۆی پارچە دراوێکی کانزاییەوە ڕوویداوە، لە وێنەکەدا پەڵەیەکی ڕووناکی لە ناوەڕاستدا هەیە زنجیرەیەك برژۆڵەی تاریك و ڕووناکی تر دەوریان داوە درێژ دەبنەوە هەتا قەراغی تاریکەکە. وە لەبەر ئەوەی پێوانەکانی پارچە دراوەکە لە چاو درێژی شەپۆلدا گەورەن بۆیە پێویستمان بە هاوێنەیەکی گەورەکەر دەبێت بۆ ئەوەی جۆرەکانی بەیەکداچوون ببینین.

درزەکی لادان Diffraction Gratings

لەوانەیە تێبینی ئەو کۆمەڵە ڕەنگە جیاوازانەت کردبێت لەسەر ڕووی پەپکەیەکی (**CD**) دەرئەکەون، کاتێك ڕووناکی سپییان دەکەوێتە سەر ئەم کۆمەڵە ڕەنگە دەردەکەون، چونکە ئەو زانیارییە ڕەنووسییانەی لەسەر پەپکەکە (درزە یەك لەدوای یەکەکان و ڕووە ڕووناکی دەرەوەکان) چەند ڕیزێکی یەك لە دواییەك پێکدەهێنن، ئەم ڕیزە زانیاریانە بڕی یەکسان لە ڕووناکی لە ناوچە تەسکەکانی پەپکەکەوە کە ڕیزەکان لەیەکتر جیادەکەنەوە ناداتەوە، ئەم ناوچانە هەموویان لە ناوچەی ڕووناکی دەرەوە پێکدێن بەشێوەیەك، ڕووناکیە دراوەکە بە هەندێك ئاڕاستە بەیەکداچوونی دروستکەریان دەبێت. وە بەیەکداچوونی دروستکەر لەسەر ئاڕاستەی تیشکە لێدەرەکە و شوێنی پەپکە و درێژی شەپۆلی ڕووناکیەکە بەندە، وە دەتوانرێت هەردرێژیەکی شەپۆل لە گۆشەیەکی دیاری کراو لەگەڵ ڕووی پەپکەکەوە ببینین، وە بەوەش ڕەنگەکانی پەلکە زێڕینە دەبینیت وەك وێنەی **7-15**

وێنەی 7-15
پەپکەی **CD** ڕووناکی شیتەڵ دەکات بۆ ڕەنگە پێکهێنەرەکانی بە هەمان ئەو شێوەیەی کە درزەکی لادان دەیکات.

ch7 2/1/18 10:23 AM Page 13



وێنەی 16-7
ڕووناکی‌یەکی تاك درێژی شەپۆل بەهەر درزێك لە درزەکانی درزەکی لاندا دەچێتە ژوورەوە کاتێك بەگۆشە لادانی θ لادەدات بەیەکدا چوونێکی دروستکەرانە دروست دەبێت.

ئەم دیاردەیە بەکردار لە دەزگایەکەدا بەکارهێنراوە کە پێی دەگوترێت درزەکی لادان. درزەکی لادان بە شێوەیەك دروست دەکرێت کە ڕێگە بەڕووناکی دەدات بەناویدا بڕوات یان ڕێگە بە ڕووناکی دانەوە بدات، ئەو لادانە یان بەیەکداچوونە بەکاردەهێنرێت بۆ شیتەڵکردنی ڕووناکی بۆ ڕەنگە بنەڕەتییەکانی هەروەکو ئەوەی کە لە ئاوێزەدا ڕوودەدات کاتێك کە ڕووناکی پێدا تێپەر دەبێت. درزەکی لادانی تێپەرکەر لە ژمارەیەکی زۆر درزی تەریب پێکهاتووە. کە دووری یەکسانیان لە نێواندا هەیە. درزەکی لادان. لە پارچە شوشەیەك پێکدێت کە بەهۆی نوکێکی ئەڵماسی تێژەوە ژمارەیەکی زۆر تاڵ (شوخت)ی تەریبی دوری یەکسانی تێدەکرێت، نوکە ئەڵماسەکە بزوێنەرێکی شوشە بڕین پاڵی پێوەدەنێت و دوای ئەوە پلاستیکی شل دەکرێتە سەر شوختەکە و دوای وشکبونەوەی پلاستیکەکەی لێدەردەهێنرێت درزە پلاستیکییەکە لەسەر هەڵگرێکی شووشەیی یان پلاستیکی دادەنرێت، **وێنەی 16-7** هێڵکاری بڕگەیەکی درزەکی لادان نیشان دەدات کە شەپۆلێکی بەرە شەپۆل تەخت لە لای چەپەوە بەستونی دەکەوێتە سەر درزەکەکە، بە شێوەیەکی نیمچە تەریب لێوەی دەردەچێت و لە پاشاندا بەهۆی هاوێنکۆیەکەوە لە خالێکی سەر شاشەکەدا (أ) کۆدەکرێتەوە، ئەوەی لەسەر شاشەکە دەبینرێت بەهۆی کاریگەری دیاردەی لادان و بەیەکدا چوونەوەیە، هەموو درزێك لادان دروست دەکات، ئینجا شەپۆلە لادراوەکان بەیەکدا دەچن و ئەوە پێکدەهێنن کە لەسەر شاشەکە دەبینرێت، وە هەرچەندە گۆشە لادانی (θ)ی تیشکەکان جیاوازبن لەگەڵ ڕێرەوی تیشکەلێدەرەکەدا، ئەوا تیشکەکان ڕێرەوی جیاجیا دەبڕن تا دەگەنە خالّی P لەسەر شاشەکە، تێبینی بکە کە جیاوازی ڕێڕەو لە نێوان هەردوو شەپۆلێکی دەرچوو لە دوو درزی تەنیشت یەکەوە دەکاتە $d\sin\theta$ ، ئەگەر جیاوازی ڕێرەوەکە بکاتە یەك درێژی شەپۆل یان ژمارە تەواوەکانی درێژی شەپۆل، ئەوا شەپۆلەکان کاتێك دەگەنەخالّی p ، لە ڕەوگەدا گونجاودەبن. بۆیە برژۆڵەیەکی ڕووناك لەو شوێنە دەرەکەوێت، بەوەش مەرجی برژۆڵەی ڕووناك لە گۆشەی (θ) دا بە هاوکێشەی بەیەکداچوونی دروستکەر دەردەبرێت:

$$d \sin \theta = \pm m\lambda \qquad m = 0,1,2,3,........$$

دەتوانرێت ئەم هاوکێشەیە بۆ پێوانی درێژی شەپۆلی ڕووناکی بەکار بهێنرێت ئەویش بەزانینی دوری نێوان دوو درزی یەك لە دوای یەکی درزەکەکەو گۆشەلادانی برژۆڵەکە. ژمارەی تەواوی (m) پلەی برژۆڵە ڕووناکەکە بۆ درێژە شەپۆلی دیاریکراو دەنوێنێت، ئەگەر ڕووناکیە لێدەرەکە کۆمەڵێك درێژی شەپۆلی تێدا بوو ئەوا هەر درێژە شەپۆلێك بە گۆشەیەکی دیاریکراو لادەدات کە دەتوانرێت بەپێی ئەو هاوکێشەیەی سەرەوە بدۆزرێتەوە.

فیزیاو ژیان

1 . ئەستێرە درەوشاوەکان
وێنەی ئەستێرەکان ئەوە دەردەخات کە نوکی تیژیان تێدابێت، ڕوونیبکەرەوە کە چۆن لادان لەو نوکانەوە ڕوودەدات، ئەگەر بزانیت کەوا دەرچە لاکێشەییەکەی داخەری ئامێری وێنەگرتن لایەکانیان ڕێکە.

2 . لادانی بێ تەل (لاسلکی)
لادانی شەپۆلەکانی ڕووناکی بینراو، لە گۆشەی بیناکان و بەربەستەکانەوە تێبینی ناکرێت بەلاّم شەپۆلە رادیۆییە بێ تەلەکان دەتوانرێت لە پشت بیناو شاخەکانەوە وەربگیرێنەوە، هەتا ئەگەر هەوایی ناردنەکەش دیار نەبێت، هۆی ئەوەلێکبدەرەوە بۆچی لادانی شەپۆلە بێ تەلەکان لە لادانی ڕووناکی بینراو زیاترە.

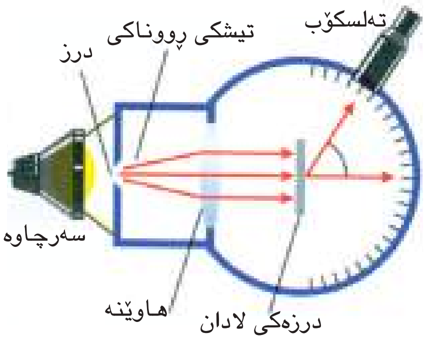
ch7 2/1/18 10:23 AM Page 16

وێنەی 7-17
ڕووناکی بەهۆی درزەکی لادانەوە پەرەوازە دەکرێت، گۆشەلادانی بڕژۆڵەی ڕووناك بۆ ڕەنگی زەرد زیاترە بە بەراورد لەگەڵ ڕەنگی شین.

تێبینی **وێنەی 7-17** بکە دەبینیت هەموو درێژە شەپۆلەکان لەوکاتەدا یەکیان گرتووە کە $m = 0$ واتە $\theta = 0$ ئەو ناوچەیەش بەبڕژۆڵەی ناوەندی ناودەبرێت بەڵام بڕژۆڵەی پلە یەك لەوکاتەدا دروست دەبێت کە $m = 1$ ئەوەیش گۆشە لادانەکەی دەکاتە (θ) ئەم پەیوەندییە $\sin\,\theta = \dfrac{\lambda}{d}$ دەچەسپێت.

توندی ڕووناکی بڕژۆڵە ناوەندییەکەو فراوانی ناوچە تاریکەکان لەسەر ژمارەی درزەکانی درزەکە کە بەندە ژمارەی درزەکان لە یەکەی درێژی درزەکێکدا دەکاتە هەڵگەڕاوەی دوری نێوان دوو درزی یەك لە دواییەك (ئەوەش پێی دەگوترێت نەگۆڕی درزەك) بۆ نموونە ئەو درزەکەی 5000 درزی لە (1 cm) تێدایە ماوەی نێوان هەموو دوو درزێکی یەك لەدواییەك (نەگۆڕی درزەك d) دەکاتە
$d = 1/5000 = 2 \times 10^{-4}$ cm. هەرکاتێك ژمارەی درزەکان لەیەکەی درێژیدا زیادبکرێت ئەوا ماوەی نێوان درزە تەنیشت یەکەکان کەمدەبێتەوە، بەوەش دوری نێوان بڕژۆڵەکان بۆ درێژە شەپۆلە جیاوازەکان زیاد دەکات.

درزەکی لادان لە دەزگایەکدا بەکاردەهێنرێت پێیّ دەوترێت شەبەنگ بین، شەبەنگ بین ئەو ڕووناکیە شیتەڵ دەکات کە لە سەرچاوەیەکی دیاریکراوەوە دێت بۆ پێکهێنەرە تاك ڕەنگەکانی. **وێنەی 7-18** پێکهێنەرە بنچینەییەکانی شەبەنگ بین ڕوندەکاتەوە، ئەو ڕووناکیەی کە دەمانەوێت شیتەڵی بکەین لە درزەکەوە دەچێتە ژورەوە و دەبێتە گورزەیەکی هاورێك بەهۆی هاوێنکۆیەکەوە پاشان دەکەوێتە سەر درزەکەکەو لەوێشەوە بە گۆشەی جیاجیا دەردەچێت و لادەدات، کە پاسادانی هاوکێشەی درزەکی لادان دەکات، پاشان بەهۆی تەلیسکۆبە پلەپلە کراوەکەوە بڕژۆڵە جیاوازەکان و گۆشەلادانیان دەبینین و دەپێوین، بەوەش دەتوانرێت درێژی شەپۆلی ڕووناکی بەکارهێنراو بپێورێت، وە دەتوانرێت بەهۆی ئەو پێوانانەوە پێکهاتنی کیمیاوی سەرچاوە ڕووناکیەکە دیاریبکرێت. وێنەی (7-19) نموونەیەك لە شەبەنگی بەدەستهێنراو بەهۆی شەبەنگ بینەوە ڕوندەکاتەوە تەلیسکۆب بەشێوەیەکی فراوان لە زانستی بۆشایی ئاسماندا (گەردوونزانی) بەکاردەهێنرێت بۆ لێکۆڵینەوەی پێکهاتەی کیمیاوی و پلەی گەرمی ئەستێرە و هەورەگازیەکان و گالاگسییەکان (گەلە ئەستێرەکان).



وێنەی 7-18
شەبەنگبین بۆ پەرەوازکردنی ئەو تیشکانە بەکاردەهێنرێت کە لە سەرچاوەیەکی دیاریکراوەوە هاتوون.

وێنەی 7-19
ئەو تیشکەی لە گڵۆپێکی جیوەییەوە هاتووە بەناو درزەکی لاداندا تێپەڕ دەبێت بۆ ئەوەی ئەو شەبەنگە دروست بکات کە لە وێنەکەدا هەیە.

نموونە 7 (ب)

درزەکی لادان

پرسیارەکە

گورزەیەکی لەیزەری (هیلیۆم– نیۆن) درێژی شەپۆلەکەی $\lambda = 632.8\ nm$ بە ئەستوونی کەوتە سەر ڕووی درزەکێکی لادان کە m /هێڵ **150 500**ی تێدایە، گۆشە لادانی هەر یەکە لە برژۆڵەی ڕووناکی پلەیەك و پلە دوو بدۆزەرەوە.

شیکار

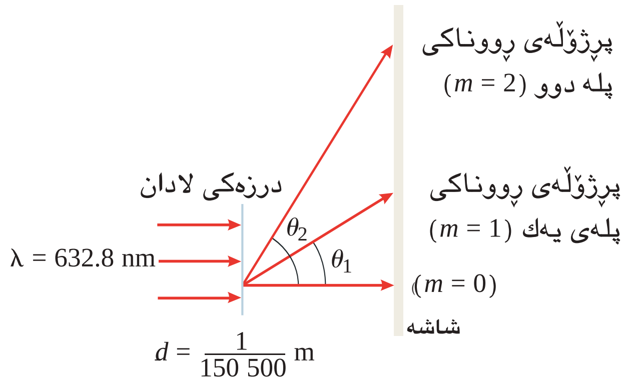
1. دەزانم

دراو $\lambda = 632.8\ nm = 6.328 \times 10^{-7}\ m$ $\qquad m = 1,2$

$$d = \frac{1}{150500\ \text{هێڵ}\ /m} = \frac{1}{150500}\ m$$

نەزانراو: $\theta_1 = ?$ $\qquad \theta_2 = ?$

وێنەکە:



2. پلاندادەنێم

هاوکێشەیەك هەڵدەبژێرم: بەکارهێنانی هاوکێشەی درزە لادان.

$$d \sin \theta \pm = m\lambda$$

هاوکێشەکە ڕێکدەخەم بۆ دۆزینەوەی نەزانراو

$$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{m\lambda}{d}\right)$$

3. هەژماردەکەم

بڕەکان لە هاوکێشەدا دادەنێم و شیکار دەکەم بۆ برژۆڵەی پلەی یەك

$$\theta_1 = \sin^{-1}\left(\frac{\lambda}{d}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{6.328 \times 10^{-7}\ m}{\frac{1}{150\ 500}\ m}\right) = \boxed{5.465^\circ}$$

پرژۆڵە ڕوناکی پلە دوو $m = 2$:

$$\theta_2 = \sin^{-1}\left(\frac{2\lambda}{d}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{2(6.328 \times 10^{-7}\ m)}{\frac{1}{150\ 500}\ m}\right) = \boxed{10.98^\circ}$$

وەڵامی ئامێری ژمێرەر

لەبەرئەوەی کەمترین ژمارەی ڕەنووسە واتایەکان لە داتاکاندا چوارە دەبێت هەردوو وەڵامی 10.98037754 و 5.464926226 نزیکبکەینەوە بۆ چوار ژمارەی واتایی.

4. هەڵدەسەنگێنم

دووری گۆشەی برژۆڵەی ڕووناکی پلە دوو لە برژۆڵەی ڕووناکی ناوەندییەوە کەمێك زیاترە لە دوو هێندەی دووری برژۆڵەی پلەیەك لە برژۆڵە ڕووناکیەکەی ناوەندییەوە، بۆیە ئەم درزەکە توانایەکی زۆری بۆ پەرتەوازەکردن نییە تەنها دەتوانێت برژۆڵە ڕووناکی پلە دە نیشان بدات لەکاتێکدا $(\sin\theta = 0.9524)$

ڕاهێنان 7 (ب)

درزەکی لادان

1. درزەکێکی لادان کە 5.000×10^3 هێڵ/cm ی تێدایە بۆ لێکۆڵینەوەی شەبەنگی سۆدیۆم بەکارهێنرا، دووری گۆشەی نێوان هەردوو هێڵە زەردەکە (588.995 nm و 589.592 nm)ـە لەهەر یەکە لە پلەکانی سێ پرژۆڵەکەی یەکەمدا بدۆزەوە.

2. درزەکێکی لادان 4525 هێڵ/cm ی تێدایە راستەوخۆ ڕووناکی خۆر ڕوناك کرایەوە، بەوەش پرژۆڵەی ڕووناکی پلەیەك لەسەر شاشەیەکی هەڵواسراو بەدیوارێکەوە، لە ڕووە بەرامبەرەکەی درزەکەکە دەرکەوت ئایا:

أ. گۆشە لادانی پرژۆڵەی ڕووناکی پلە یەك بۆ ڕەنگی شین کە درێژی شەپۆلەکەی 422 nm چەندە؟

ب. گۆشە لادانی پرژۆڵەی ڕووناکی پلە یەك بۆ ڕەنگی سور کە درێژی شەپۆلەکەی 655 nm چەندە؟

3. درزەکێکی لادان کە 1555 تال/cm ی تێدایە بە ڕووناکییەك ڕووناك کرایەوە کە درێژی شەپۆلەکەی 565 nm بوو، ئایا گەورەترین پلە پرژۆڵەی ڕووناك چەندە کە دەتوانرێت بەهۆی ئەم درزەکەوە ببینرێت؟ (تێبینی بزانە بڕی $\sin\theta$ نابێت لە 1 زیاتر بێت).

4. شەبەنگێکی جیوەیی درێژی شەپۆلەکەی 546.1 nm بوو بەکارهێنرا لە درزەکێکی لاداندا، بەوەش گۆشە لادانی پرژۆڵەی ڕووناکی پلە یەك 21.2^o ، ئایا ژمارەی درزەکانی درزەکە لادانە بەکارهێنراوەکە لە هەر سانتیمەترێکدا چەندە؟

پێداچوونەوەی بەندی 2-7

1. ڕووناکییەك کەوتە سەر درزەکێکی لادان کە 3550هێڵ/cm ی تێدایە بەوەش گۆشەلادانی پرژۆڵەی پلەیەکی ڕووناك 12.07^o یە.

أ. ئایا درێژی شەپۆلی ڕووناکی بەکارهێنراو چەندە؟

ب. لە چ گۆشە لادانێکدا پرژۆڵەی ڕووناکی پلە دوو دەردەکەوێت؟

2. وەسفی ئەو گۆڕانە بکە کە لە پانی پرژۆڵەی ناوەندیدا دروست دەبێت بەبەکارهێنانی یەك درز، کاتێك پانی درزەکە کەمدەکات؟

3. کام لەم تەنانەی خوارەوە لادان تیایاندا زۆرتر ئاشکرایە، سێوێك، نوکی پێنووسێك، موی سەری مرۆڤێك، وەڵامەکەت لێکبدەرەوە.

4. ئایا پرژۆڵەکانی بەیەکداچوون بۆ هەر یەك لە ڕەنگەکانی پرتەقاڵی و شین، کامیان لەوی دیکەیان پانترە؟ ئەوە ڕوونبکەرەوە.

ch7 2/1/18 10:23 AM Page 17

بەندی 3-7

لەیزەر
Lasers

3-7 ئامانجەکان

- تایبەتمەندییەکانی تیشکی لەیزەر باس دەکات.
- ئەوە ڕووندەکاتەوە کە لە هەندێك لە بەجێهێنانەکاندا لەیزەر باشترە.

دەزگای لەیزەر

دەزگایەکە ڕووناکییەکی هاوباری تاك شەپۆلی لێوە دەردەچێت.

لەیزەر

بەتین کردنی ڕووناکییە بە هۆی بزوێنە دەرچوونی تیشکدانەوە.

ئایا دەزانیت؟

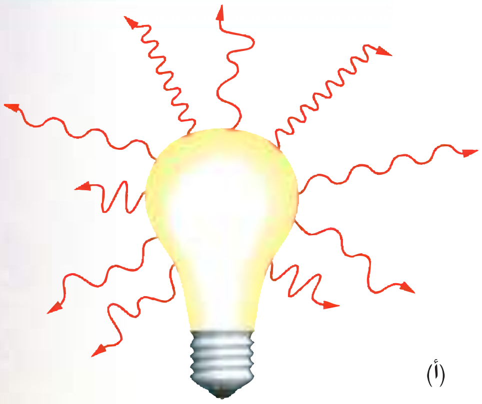
ئـەو ڕووناکـیـیـەی لـە گـڵـۆپـێـکی کارەبایی ئاساییەوە دەردەچێت لە هەر چرکەیەکدا سەد ملیۆن گۆڕانی هەرەمەکی تێدا ڕوودەدات.

لەیزەر و هاوباری

تا ئێستا ئەو شەپۆلە کارۆموگناتیسییانەمان ناسیوە کە لە سەرچاوە درەوشاوەکانەوە دەردەچن، وەك گڵۆپەکانی ڕووناکی و گڕی ئاگرو خۆر. یان لەوانەیە هەر جۆرێکی تری ڕووناکیت دیبێت کە جیاواز بێت لەو ڕووناکییەی کە لە گڵۆپە درەوشاوەکانەوە دەرچووبێت، بۆ نموونە ڕووناکی لەیزەر laser تایبەتمەندی دەگمەنی هەیە کە وایلێکردووە بەکارهێنانی لە بەجێهێنانەکاندا زۆر بێت.

بۆ تێگەیشتنی جیاوازی نێوان لەیزەرو ڕووناکی ئاسایی، وادادەنێین کە ڕووناکی لە گڵۆپێکی کارەبایی داگیرساوەوە دەرچووە وەك لە **وێنەی 7-20** (أ)دا دیارە، کاتێك ئەلەکترۆنەکان لەناو تەلی گڵۆپەکەدا دەلەرێنەوە شەپۆلێکی کارۆموگناتیسی دروست دەکەن لە شێوەی ڕووناکی بینراودا، شێوەی تەلەکەو ڕێگەی گواستنەوەی بارگەکان لە خاڵێکەوە بۆ خاڵێکی دیکەی ناو تەلەکە جیاوازە بەهۆی ئەوەشەوە شەپۆلی کارۆموگناتیسی لەکاتی جیاجیاداو لە شوێنی جیاجیای تەلەکەوە دەردەچن کە لە توندیدا جیاواز دەبن و بە ئاراستەی جیاجیا بڵاودەبنەوە. ڕووناکی بەرهەمهاتوو ناوچەیەکی بەرفراوان لە شەبەنگی کارۆموگناتیسی دادەپۆشێت، چونکە چەند درێژە شەپۆلێکی جیاوازی تێدایە، لەبەرئەوەی کۆمەڵێکی زۆر درێژی شەپۆل هەیەو ڕووناکییە بەرهەمهاتووەکەش بەبەردەوام لە گۆڕاندایە، بۆیە ڕووناکییەکە هاوبار نابێت، ئەمەش مانای ئەوەیە کەوا پێکنەری شەپۆلەکە ڕەوگەیەکی نەگۆڕی لە گشت کاتەکاندا نابێت، بەرەی شەپۆلی شەپۆلە ڕووناکیە ناهاوبارەکان لە بەرەی شەپۆلی ئەو شەپۆلانە دەچن کە لە دەریاچەکاندا دروست دەبن بەهۆی کەوتنی دڵۆپە بارانەکانەوە، بەرەی شەپۆلەکان لە هۆکاری جیاجیاوە دروستبوون، بۆیە جۆری بەیەکداچوونەکەیان بەشێوەیەکی بەردەوام نابێت.

لەلایەکی دیکەوە، سەرچاوەی لەیزەری **وێنەی 7-20** (ب) گورزەیەکی ڕووناکی تەسکی هاوبار دەردەکات کە هەموو شەپۆلەکانی هاوبارن و بە تێپەڕبوونی کاتیش هەر بە هاوباری دەمێننەوە، لەبەرئەوەی شەپۆلەکانی لێزەر هاوبارن، بۆیە بەیەکداچوونیان لە هەموو خاڵەکاندا دروستکەر دەبێت و شەپۆلی بەرهەمهاتووش وەك تاکە شەپۆلێکی فراوانی زۆر دەردەکەوێت. هەروەها ڕووناکییە بەرهەمهاتووەکە لەسەرچاوەی لێزەرەوە تاك ڕەنگ دەبێت و درێژی شەپۆلی هەموو شەپۆلەکانی یەکسان دەبێت، بەهۆی ئەو تایبەتمەندییانەی لێزەرەوە دەتوانرێت تیشکی لەیزەر وای لێبکرێت کە فراوانی ڕووناکییان زۆر بێت و توندی ڕووناکی لەیزەر زۆر زیاترە لە توندی ڕووناکی ئاسایی ناهاوبار، فراوانی شەپۆلی ڕووناکی پێوەری ئەو وزەیەیە کە لە یەکەی کاتدا بەسەر ڕووبەرێکی دیاریکراودا تێپەڕدەبێت.



(أ) ڕوناکی ناهاوبار

(ب) ڕوناکی هاوبار

وێنە 7-20

(أ) ئەو شەپۆلانەی لەسەر چاوەیەکی ڕووناکی ناهاوبارەوە دەردەچن بەبەردەوام ڕەوگەکانیان دەگۆڕێت.

(ب) بەڵام ئەو شەپۆلانەی کە لەسەرچاوە هاوبارەکانەوە دەردەچن ئەوا ڕەوگە ڕێژەییەکانیان نە گۆڕە.

دەزگای لەیزەر وزە دەگۆڕێت بۆ ڕووناکی هاوبار

دەزگای لەیزەر، کارەبا وزە یان ڕووناکییە وزە یان کیمیا وزە دەگۆڕێت بۆ ڕووناکییەکی هاوبار، چەند جۆرێکی جیاوازی سەرچاوەی لەیزەری هەیە، بەڵام هەموویان کۆمەڵێك ڕووخساری هاوبەشیان هەیە. بۆ هەر یەك لە سەرچاوەکان ناوەندی چالاك هەیە، کاتێك وزەی دەدرێتێ ڕووناکییەکی هاوبار بەرهەمدێنێت. لەوانەیە ئەو ناوەندە چالاکە ڕەق یان شل یان گاز بێت و پێکهاتەی ناوەندە چالاکەکە درێژی شەپۆلی ڕووناکی لەیزەرەکە دیاریدەکات.

ch7 2/1/18 10:23 AM Page 20

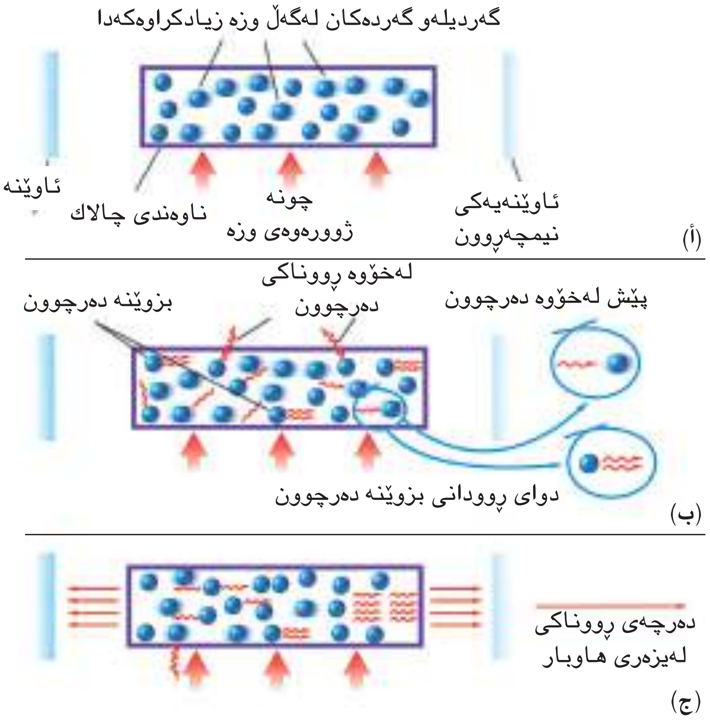
وێنەی 7-21 ڕێگەی ئیشکردنی بنچینەی لەیزەر ڕووندەکاتەوە، کاتێك کە ڕووناکییەکی وزە بەرز یان وزەیەکی کارەبایی یان کیمیایی بە ناوەندە چالاکەکەی ناو بۆڕیە شوشەکە بدرێت. وەك **وێنەی 7-21** (أ) ئەوا گەردیلەکانی ناوەندە چالاکەکە بڕێك لەو وزەیە هەڵدەمژن (لە بەندی فیزیای گەردیلەییدا ئەوە تێدەگەین کەوا چۆن گەردیلەکان ئاستە وزەی جیاوازیان هەیەو کاتێك وزە دەدرێت بە گەردیلەیەکی دامرکاو دەوروژێت و دەگوێزرێتەوە بۆ ئاستێکی وزە بەرزتر).

کاتێك ڕووناکییەکی درێژی شەپۆل دیاریکراو دەکەوێتە سەر گەردیلە وروژاوەکان ئەوا گەردیلەکان هاندەدات کە فۆتۆنێك دەربکەن هەمان تایبەتمەندی فۆتۆنە هاندەرەکەی هەبێت، هەر کاتێکیش یەکێك لە گەردیلەکان لەخۆیەوە وزەکەی ون بکات (تیشك بدات) لە خۆوە تیشکدان ڕوو ئەدات و ڕووناکی ئاسایی بەرهەمدێت، ئەم شەپۆلە سەرەتاییە یارمەتی گەردیلە وزە بەرزەکانی (وروژاوەکانی) تر دەدات کە وزە زیادەکەی خۆیان ون بکەن بەشێوەی شەپۆلی ڕووناکی کە هەمان سیفەتەکانی شەپۆلە سەرەتاییەکەیان هەیە لە ڕووی درێژی شەپۆل و ڕەوگەو ئاڕاستەی بلاّبوونەوەوە. وەك لە **وێنەی 7-21** (ب) هەیە، ئەم کرداری دەرچوونە پێی دەوترێت بزوێنە دەرچوون (دەرچوون بە بزواندن).

زۆربەی ئەو وزە ڕووناکییەی لە بزوێنە دەرچوونەوە پەیدا دەبێ لە لا تەنیشتەکانی بۆریە شووشەکەوە دەردەچن، بەڵام هەندێك لە ڕووناکییەکە بەدرێژایی بۆرییە شوشەکە دەڕۆن کە دەبێتە هۆی زیادکردنی ژمارەی دەرچوونەکان لەگەڵ ئاراستەی بلاّوبوونەوەکەیاندا، ئەو دوو ئاوێنەیەی لە هەردوو کۆتایی بۆڕییە شووشەکەوە دانراون تیشکەکە دەگێڕنەوە بۆ ناو ناوەندە چالاکەکەو دەبێتە هۆی زیادکردنی بزوێنە دەرچوون و بەرهەمهێنانی ڕووناکییەکی هاوبار بە بڕێکی زۆر، وەك لە **وێنەی 7-21** (ج) دا دیارە. لەگەڵ هاتوچۆکردنی تیشکەکە لەناو ناوەندە چالاکەکەدا توندییەکەی بەرە بەرە زیاد دەکات و لە ئاوێنە نیمچە ڕوونەکەیانەوە بڕێك ڕووناکی توندی زۆری هاوباری لەیزەری دەچێتە دەرەوە.

ئایا دەزانیت؟

وشەی لەیزەر (laser) پیتی یەکەمی چەند وشەیەکی ئینگلیزییە «Ligth amplification by stimulated emission of radiation » بە تینکردنی ڕووناکی بەبەکارهێنانی تیشکدان بە بزوێنە دەرچوون.



وێنەی 7-21

(أ) گەردیلەو گەردەکانی ناوەندە چالاکەکە وزە لەسەرچاوە دەرەکییەکەوە هەڵدەمژن.

(ب) کاتێك ڕووناکییە لەخۆوە دەرچووەکە کار دەکاتە سەر ناوەندە چالاکەکە ئەوا گەردیلەکە شەپۆلێکی هاوشێوەی خۆی بەرهەمدێنێت.

(ج) بزوێنە دەرچوون بڕی ڕووناکی هاوباری ناوەندە چالاکەکە زیاد دەکات و هەموو شەپۆلە هاوبارەکان وەك یەك شەپۆل کار دەکەن.

بەکارهێنانەکانی لەیزەر

لەیزەر چەندەها جۆری زۆری هەیە درێژە شەپۆلەکانیان لە خوار سوورەوە دەستپێدەکات تا دەگاتە تیشکی X ی شەبەنگی کارۆموگناتیسی، هەروەها زاناکان دەزگای مەیزەر (maser) یان داهێناوە کە لەمەودای شەپۆلە وردیلەکان (مایکرۆییەکاندا) کار دەکات، لەیزەر لە زۆر بواردا بەکاردەهێنرێت هەر لە بەکارهێنانەکانی ناو ماڵەوە تا دەگاتە بەجێهێنانەکانی لە پیشەسازیداو هەروەها لە هەندێك بواری دیاریکردن و چارەسەری پزیشکیدا بەکاردەهێنرێت.

پێوانی زۆر وردی دوورییەکان بەبەکارهێنانی لەیزەر

یەکێك لە گرنگترین تایبەتمەندییەکانی لەیزەر ئەوەیە کەوا تیشکێکە بەشێوەی گورزەیەکی تەسك ئاڕاستە دەکرێت، بەپێچەوانەی ڕووناکی گڵۆپی ئاساییەوە یان ئەو ڕووناکییەی بەهۆی ڕویەکی ڕووناکی دەرەوەی شێوە بڕگە هاوتاوە چڕکراوەتەوە، لەکاتێکدا لەیزەر بۆ شوێنە دوورەکان دەنێردرێت زۆر بەکەمی بەملاولادا بلاّودەبنەوە، بۆیە دەتوانرێت ئاڕاستە بکرێت، لەبەرئەوە دەتوانرێت لەیزەر بۆ پێوانی دووری بەکاربهێنرێت بەوەی کە لەیزەرەکە ئاراستەی ڕوویەکی ڕووناکی دەرەوەی زۆر دووردەکرێت پاشان ئەوەی لە

ڕووەکەوە دەدرێتەوە وەردەگیرێتەوە.

وێنەی 7-22 ئەوە ڕووندەکاتەوە کەوا چۆن زاناکانی گەردووناسی تیشکی لەیزەر ئاڕاستەی چەند خاڵێکی دیاریکراوی سەر ڕووی هەیڤ دەکەن بۆ پێوانەکردنی دووری نێوان زەوی و هەیڤ. پرتەیەکی ڕووناکی ئاڕاستەی یەکێك لە ڕووە تیشکدەرەوەکان دەکرێت کە ڕووبەری هەر یەکێکیان ($0.25\ m^2$) کە کەشتییەوانەکانی گەشتەکەی (ئەپۆلۆ) لەسەر ڕووی هەیڤ جێگیریان کردووە، بەزانینی خێرایی ڕووناکی و ئەو کاتەی کە پرتەکە دەیخایەنێت تا دەگەڕێتەوە سەر زەوی، زاناکان توانیان ماوەی نێوان زەوی و هەیڤ بپێون کە یەکسانە بە(3.84×10^5 km) زاناکانی زەویناسی بەهۆی چەند جارە کردنەوەی پێوانە کردنەوەوە دەتوانن ئەو گۆڕانە کتوپڕانە تۆمار بکەن کە لە بەرزییەکاتی تویکڵی زەویدا ڕوودەدەن لە ئەنجامی کرداره جیۆلۆجییەکانەوە. دەتوانرێت لەیزەر بۆ ئەو پێوانانە بەکاربهێنرێت هەرچەندە گۆڕان لە بەرزییەکانیشدا لە چەند سەنتیمەترێك تێپەڕ نەکات.

وێنەی 7-22

تیشکی لەیزەر ئاڕاستەی ڕوویەکی تیشکدەرەوە لەسەر ڕووی هەیڤ دەکرێت کە لە زەوییەوە 380 000 km دوورە.

بەجێهێنانەکانی لەیزەر لە نۆژداریدا

لەیزەر لە زۆربەی بەجێهێنانە پزیشکییەکاندا بەکاردەهێنرێت بەسوود وەرگرتن لەوەی کەوا هەندێك لە شانەکان دەتوانن چەند درێژییە شەپۆلێکی جیاوازی لەیزەر هەڵبمژن، بۆ نموونە دەتوانرێت لەیزەر بەکاربهێنرێت بۆ لابردنی پەڵەکانی سەر پێست یان کاڵکردنەوەیان، وەیان بۆ لابردنی ئەو پەڵانە لەسەر دەم و چاوی ئافرەتان دروست دەبن بەهۆی منداڵبوونەوە بەبێ ئەوەی کار لە شانەکانی دەوروبەریان بکات، شانەی نیشانەکانی سەر پێست بە هەندێك لە درێژییە شەپۆلەکانی لەیزەر کاریان تێدەکرێت و لادەبرێن، بەڵام شانەکانی تر پارێزراو دەبن.

زۆر لە بەجێهێنانە پزیشکییەکان سوود لە کرداری بە هەڵم کردنی ئاو دەبینن بەهۆی تیشکی لەیزەری توندی زۆری خوار سوورەوە کە لە ئامێری لەیزەری دوانە ئۆکسیدی کاربۆنەوە بەرهەمدێت کە درێژی شەپۆلەکەی $10\ \mu m$ لەیزەری دوانە ئۆکسیدی کاربۆن دەتوانێت ماسولکەی شانەکان بسوتێنێت. ئەویش بەهۆی گەرمکردن و بە هەڵمکردنی ئەو ئاوەی لەناو خانەکاندا هەیە. یەکێك لەلایەنە باشەکانی لەیزەر ئەوەیە کە توانای وزە بەرهەمهاتووەکە یارمەتی خوێن مەین دەدات لە لوولەکانی خوێندا ئەوەش دەبێتە هۆی کەمکردنەوەی خوێنبەربوون و تووشبوون بە هەوکردن هەروەها دەتوانرێت تیشکی لەیزەر لەناو دەزگا ناوبینەکاندا (ئیندۆسکۆپ) endoscope قەتیس بکرێت کاتێك دەخرێتە ناو لەشی مرۆڤەوە، پزیشکە نەشتەرگەرەکان دەتوانن بەهۆیەوە خوێن بەربوونی هەر بەشێکی ناوەوەی پێبوەستێننەوە یان هەوکردنە شێرپەنجەییەکانی پێلابەن، بەبێ ئەوەی کرداری نەشتەرگەری گەورەیان بۆ بکرێت.

هەروەها بەهۆی لەیزەرەوە چارەسەری ئەو شانانە دەکرێت کە چارەسەریان بە ڕێگە نەشتەرگەرییە باوەکان گرانە، بۆ نموونە: هەندێك درێژە شەپۆلی لەیزەر دەتوانێت ناوچەکانی پێشەوەی چاو (گلێنەی چاو) بسمن بەبێ ئەوەی زیانی پێبگەیەنێت، بۆیە دەتوانرێت لەیزەر بەشێوەیەکی کاریگەر لە چارەسەرکردنی تۆڕەی چاودا یان لە نەشتەرگەری تری چاودا بەکاربهێنرێت، وەك چارەسەرکردنی ئاوی ڕەشی چاو کاتێك پەستانی شلەی ناو چاو زۆر دەبێت، ئاوی ڕەشی چاو ئەگەر چارەسەر نەکرێت دەبێتە هۆی زیان گەیاندن بە دەمارەکانی چاو و دەبێتە هۆی کوێربوون، ئاڕاستەکردنی لەیزەر بە گورزەیەکی تەسك و چڕ بۆ سەر ڕێڕەوێکی داخراو دەبێتە هۆی سوتاندنی شانەیەکی بچووك بەوەش پەستانەکە نزمدەبێتەوەو داخرانەکەش کەمدەبێتەوە، هەروەها لەیزەر بۆ ڕاستکردنەوەی کورتبینی چاو بەکاردەهێنرێت ئەویش بە ئاڕاستەکردنی گورزەیەکی لەیزەری بۆ ناوچەی ناوەڕاستی گلێنەی چاو بۆ ئەوەی تەخت تر بێت.

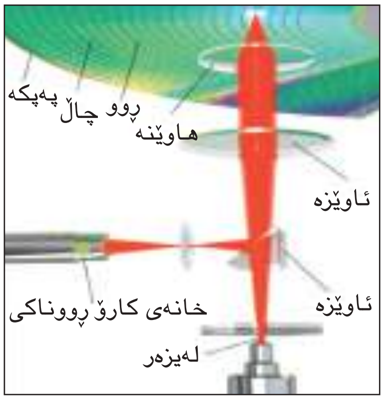
ئایا دەزانیت؟

ئەو بنەمایەی کە ئیشی پێدەکرێت بۆ خوێندنەوەی ئەو زانیارییانەی لەناو پەپکەیەکی (CD)دا دانراون هەمان ئەو بنەمایانەن کە بۆ خوێندنەوەی هێڵە ستونییە تۆمارکراوەکانی سەر کەلوپەلەبەکارهێنراوەکان بەکاردێن، ڕووناکی لەیزەر لە هێڵەکانی دووری نێوانیان دەدرێتەوە. بەوەش هێمایەکی ژمارەیی پەیدا دەبێت کە ژمارەی دروستکردنی بەرهەمەکەیەو ئەو زانیارییە بۆ کۆمپیوتەری بازاڕەکە دەگوازێتەوە، ژمێریارەکە لە ناوی بەرهەمەکەو نرخەکەی ئاگادار دەکاتەوە.

ڕۆشناییەك لەسەر بابەتەكە
دەزگای ئیشپێكردنی پەپكەی CD

ئیشپێكەری پەپكەی (CD) یەكێكە لە بەجێهێنانە گرنگەكانی لەیزەرو لەم ئامێرەدا ڕووناكی لەیزەر لە سەرچاوەیەكی لەیزەرەوە دەردەچێت و بەناو زنجیرەیەك دەزگای بیناییدا بەرەو پەپكەی (CD)كە دەچێت كە مۆزیك یان داتای تۆماركراوی لەسەرە، ئیشپێكەرەكە داتاكان بەپێی چۆنێتی دانەوەی تیشكە لەیزەرەكە لە پەپكەكەوە دەخوێنێتەوە، لە كرداری تۆماركردنی دیجیتاڵی (ڕەنووسی) هەموو نیشانە دەنگییەكان لە ماوەیەكی كاتی دیاریكراودا كۆدەكرێنەوەو هەر نیشانەیەك دەگۆڕێت بۆ نیشانەی كارەبایی پاشانیش بۆ زنجیرەیەك ژمارەی دووانی كە لە خانەكانی (0 وە 1) بەتەنها پێكدێت، ژمارە دووانییەكان وا هێما دەكرێن كە زانیاری دەربارەی نیشانەكە بگرێتە خۆی وەك لەرەلەرو هارمۆنییەكان، دوگمەی گۆڕینی بەرزی دەنگ و (بەهەردوو لای ڕاست و چەپ) و خێرایی بزوێنەرەكەی كە پەپكەكە دەسوڕێنێتەوە دەچێت، ئەم كردارە پێی دەگوترێت گۆڕین لە پێوانەییەوە بۆ ژمارەیی (a-d).

زانیاری ژمارە دووانییەكان لەسەر



تیشكی لەیزەر ئاڕاستەی ڕووی پەپكەی (C.D) دەكرێت و لە ناوچە سافكراوەكەی پەپكەكەوە دەدرێنەوەو بۆ خانەی كارۆموگناتیسییەكە.

پەپكەیەكی CD تۆمار دەكرێت بە شێوەی چاڵ و ڕووی سافكراو، وە ناودەنرێت بە بەزەوییەكانی سەر ڕووی پەپكەكە. لە چەقی پەپكەكەوە تۆماركردنی چاڵ و ڕووەكان دەستپێدەكات و بەشێوەیەكی لوولپێچی بەرەو دەرەوە دەچێت لەسەر ڕێڕەوەكانی پەپكەكە كە پانی هەر یەكەیان 500 nm و ماوەی نێوان دوو ڕێڕەویش 1600 nm ئەگەر ڕێڕەوی زانیارییەكان لەسەر پەپكەكە ڕابكێشرێت بەرەو دەرەوە ئەوا درێژییەكەی دەگاتە 5 km.

كاتێك پەپكەكە ئیشپێدەكرێت ڕووناكی لەیزەر لە زنجیرە چاڵ و ڕووە ساف كراوەكانەوە دەدرێتەوە بۆ پشكێنەر، قوڵی چاڵەكان بەشێوەیەك هەڵدەبژێرێت كە بەیەكداچوونی لەناوبەر دروست بكات، كاتێك لەیزەرەكە لە چاڵەوە بەرەو ڕووەكەوە دەچێت یان بە پێچەوانەوە لە ڕووەكە بۆ چاڵەكە دەچێت، پشكێنەرەكە ئەو گۆڕانەی لە ڕووناكی دانەوەكەدا ڕودەدات لە نێوان چاڵ و ڕووەكەدا بە ژمارە (1)دادەنێن وە ڕووناكی دانەوە لە ناوچە سافەكانەوە بە ژمارە 0 دادەنێن. پاشان زانیارییە دووانیەكان دەگۆڕێن بۆ نیشانەی پێوانەیی و وەك مۆزێك دەبیسترێت، ئەم هەنگاوە پێی دەگوترێت گۆڕین لە دوانیەوە بۆ پێوانەیی (a-d) لەو كاتەدا دەتوانرێت نیشانەكە گەورە بكرێت و بۆ بیستۆك بنێردرێت، لە ئامێری كۆمپیوتەردا پەپكەی خوێندنەوەی میمۆری (CD-ROM) بەهەمان شێوە كار دەكات. لەبەرئەوەی ئەو زانیاریانەی لە كۆمپیوتەردا هەن لە بنەڕەتدا ڕەنووسین، بۆیە پێویست ناكات گواستنەوەی (a-d) یا (d-a) بۆ بكرێت. تیشكی لەیزەر ئاڕاستەی ڕووی پەپكەی CD دەكرێت و لە بەشە سافكراوەكانی سەر پەپكەكەوە بۆ خانەیەكی كارۆ ڕووناكی دەدرێنەوە. لەوانەیە لە جیاوازی ڕێگەی ئیشكردنی تۆماركەری پەپكەی CDی بپرسین.

ئەو پەپكانە هیچ چاڵ و ڕوویەكیان تێدا نییە لەجیاتی ئەوە چینێكی تەنك و هەستیاریان لەبۆیە پێوەیە كە لە نێوان ڕوویەكی كانزایی سافكراوی ڕووناكی دەرەوەی وەك ئەلەمنیۆم و چینێكی پلاستیكی ڕووندایە.

ئیشپێكەری (CD-R) لەیزەرێكی زیادەی تری هەیە كە تواناكەی نزیكەی دە هێندەی توانای لەیزەری بەكارهێنراوە لە خوێندنەوەی پەپكە تۆماركراوەكەدا كە زانیارییە ڕەنووسییەكان لەسەر ڕێڕەوەكانی پەپكەی (CD-R) نووسراون.

كاتێك لەیزەرەكە نووسراوی سەر بۆیە تەنكە هەستیارەكە ڕووناك دەكاتەوە، بۆیەكە بۆ ڕەنگێكی تۆخ دەگۆڕێت و ناوچەی وا دروست دەكات لەسەر ڕێڕەوەكە ڕووناكی ناداتەوە، بەم كردارەش سامپڵێكی ژمارەیی وەكو چاڵ و ڕووەكان پەیدا دەكات و ئیشپێكەری CD دەتوانێت بیخوێنێتەوە.

ئیشپێكەری ئەو پەپكە ڕەنووسیانە كە بەكارهێنانی زۆریان هەیە (DVD) لەسەر هەمان بنەما كاردەكات، تەنها ئەوەندە نەبێت كە لەیزەر لە ئیشپێكەری (DVD) دا درێژی شەپۆلەكەی كورتترە لەو لەیزەرەی كە لە ئیشپێكەری CD دا بەكاردەهێنرێت، بەشێوەیەك درێژییە شەپۆلە كورتەكەی ئیشپێكەری (DVD) ڕێگە بە خوێندنەوەی زانیارییە زۆر لەیەكەوە نزیكەكان دەدات، بەبەراورد لەگەڵ زانیارییەكانی سەر CD . هەندێك پەپكەی (DVD) دوو چین زانیاری لەسەرەو لەسەر هەردوو تەنیشتەكەی پەپكەكە دەنووسرێت.

لای خوارەوەی پەپكەی (DVD)ی دوو چینە، چینێكی تەنكی بە مادەیەكی ڕووناكی دەرەوە ڕووكەش دەكرێت. بەشێوەیەكی گشتی زێڕ بەكاردەهێنرێت بۆ ئەم مەبەستە ڕێگە بە هەندێك ڕوناكی دەدات كە بەناویدا بڕوات بۆ ئەوەی ڕووی سەرەوەی پەپكەكە بخوێنێتەوە.

پێداچوونەوەی بەندی 3-7

1. بەچی ڕووناكی لەیزەر لەو ڕووناكییە ئاساییە جیادەكرێتەوە كە یەك درێژی شەپۆلی هەیە.

2. كرداری بزوێنە دەرچوون بەرهەمهێنانی فۆتۆنێكی (شەپۆلێكی) تەواو لە یەكچوی فۆتۆنە هاندەرەكەی یەكەمجار دەگرێتە خۆی، ئایا بەدەستهێنانی ئەو شەپۆلی دووەمە لەگەڵ یاسای پاراستنی وزەدا ناكۆكە؟ وەڵامەكەت ڕوونبكەرەوە.

3. **بیركردنەوەی ڕەخنەگرانە:** دەزگاكانی ڕیشاڵە بیناییەكان ڕووناكی دەگوێزنەوە بەهۆی دیاردەی ڕووناكی دانەوەی تەواوەتی بەناو ڕیشاڵە شووشەییە باریكەكاندا، تیشكی لەیزەر لە ئامێرەكانی ڕیشاڵە بیناییەكاندا لەجیاتی ڕووناكی سپی بۆ گواستنەوەی شەپۆلەكان بەكاردەهێنرێت، زانیارییەكانت دەربارەی شكانەوەی ڕووناكی بەكاربهێنە بۆ ڕوونكردنەوەی هۆی ئەوە؟

ch7 2/1/18 10:23 AM Page 21

پیشە فیزیاییەکان

لەیزەر لە زۆر لە بەجێهێنانەکانی پزیشکیدا بەکاردەهێنرێ، بە سوود وەرگرتن لەوەی کە زۆرێك لە شانەکانی لەش درێژی شەپۆلی جیاواز لە ڕووناکی لەیزەر هەڵدەمژن، لەیزەر بەکاردەهێنرێ بۆ لابردنی پەڵەی سەر پێست و بۆ کەمکردنەوەی شوێنەوارەکانی لەسەر پێستی مرۆڤ، هەروەها دەچێتە ناو بوارەکانی تری پزیشکییەوە، بۆ ناسینی یەکێك لە پیشە پزیشکییەکان کە پەیوەندی بە بواری فیزیاوە هەیە لەیزەرە تیا بەکاردەهێنرێ، ئەم چاوپێکەوتنە بخوێنەوە کە لەگەڵ پزیشکێکی پسپۆڕ لە بواری نەشتەرگەری جوانکاریدا ئەنجامدراوە.

جۆری ئەو خوێندنە چی بوو کە یارمەتیدایت بۆ ئەوەی ببیتە نەشتەرگەر لە جوانکاریدا

پاش خوێندنی پزیشکی و ڕاهێنانی پزیشکی کە ئەنجاممدا، زۆرێك لە زانیاری ئەندازەیی بەکاردەهێنم بۆ کارەکەم، هەروەها بابەتەکانی فیزیاو بیرکاری زۆر سوودمەندن لەم بوارەدا، چونکە زانیاری فیزیا پەیوەندی ڕاستەوخۆی هەیە بە نەشتەرگەرییەوە، بەتایبەتی نەشتەرگەری جوانکاری، زۆر لە کەرەسەو ئامێرە بەکارهاتووەکان شێوەی ئەندازەیی وەردەگرن پێویستی بە زانیاری لە بیرکاری و فیزیادا هەیە، ئەوەی گرنگە پلانی تۆکمەو باش هەبێ پێش بەجێهێنانی هەر نەشتەرگەرییەك. وە دروستکردنی شێوەو وێنەی هەر کردارێکی نەشتەرگەرییەك کە پێویستە لەسەر نەشتەرگەرەکە ئەنجامی بدات لەکاتی کردنی نەشتەرگەرییەکەدا.

چی یارمەتیدایت کە ئەم پیشەیە هەڵبژێرێت؟

ئەو زانیارییانەی لە قۆناغی دواناوەندی فێربووین بنچینەیە، وەهەرچەندە ئەم بنچینەیە بەهێز بێت ئەوا هەڵبژاردن ئاسانتر دەبێت و لە هەڵبژاردنەکەشدا سەرکەوتوو دەبیت، ئێمە لە پەیوەندییەکی بەردەوام و ڕۆژانەداین بەفیزیاوە لە ڕێگەی ئەو ئامێرو دەزگا پزیشکیانەوە، کیمیا لە ڕێگەی دەرمانەکانەوە، بیرکاری لە پێوانەکردنی دەرمانەکان و ژماردنی و پلانی حیسابی بۆ کراوە، مادەی زیندەزانی بۆ زانینی کارو ئیشی لەش و شانەکانی لەش.

چی وایلێکردیت کە گرنگی بە نەشتەرگەری جوانکاری بدەیت؟

گرنگیدانم بە نەشتەرگەری ڕاستەوخۆ پاش ڕاهێنانی پزیشکی بوو، چونکە نەشتەرگەری چارەسەرێکی خێرایە، زۆرجاریش تاکە چارەسەرە بۆ لابردنی نەخۆشی، کاتێ نەخۆش بە ئازاری سکەوە دەناڵێنێ، بەنەشتەرگەرییەکی سادە چارەسەر دەکرێت کە بۆی هەیە ببێتەهۆی ڕزگارکردنی

نەشتەرگەری جوانکاری

ژیانی، ئەوە وایکرد کە بەرەو نەشتەرگەری هەنگاو بنێم، کە ئەوەش تەنها جوانکاری نییە، بەڵکو تەواوکەریشە، چونکە چارەسەری سوتان و شێواندن و پێکانەکان و لوە پیسەکان (لوە شێر پەنجەییەکان) دەکات.

سروشتی کارکەت چۆنە؟

نەشتەرگەری جوانکاری لقی زۆرە، لەوانە ئەو نەشتەرگەری جوانکارییەی کە تیایدا ئەو نەنگیە چارەسەر دەکات کە مرۆڤ پێوە دەناڵێنێ و چاکردنی شێوەی نەخۆش، وە لە پەرەسەندنێکی بەردەوام دایە، وە لەبارە هەرە گرنگەکانن کە تیایدا لەیزەر بەکاردەهێنرێت بۆ نموونە (بردنی شوێنەوارە خراپ بووەکانی پێست و نەهێشتنی پەڵەو چرچ و لۆچییەکانی، وە هەروەها بۆ لابردنی نەخۆشی دەوالی و دەمارەکانی بچووکی خوێن، لابردنی ئەو موانەی کە خوازراو نین).

بەڵام لقەکەی تر لە نەشتەرگەری جوانکاری، بریتییە لە نەشتەرگەری تەواوکاری، کە تیایدا فریای لە دەستدانی ژیانی مرۆڤ دەکەوێت، وە باری ژیانی چاك دەکات، وەك چارەسەرکردنی نەنگی زکماك و پێکانەکان و ڕووداوەکان و سووتان، وە بابەتی تازە تیایدا چاندنی مایکرۆسکۆبی، وەك دانانی دەست یان بەشێکی لەش، وەك ڕوو (دەم و چاو) ئەویش بە وەرگرتنی ئەو ئەندامەی لەش لە کەسێکی دەماغ مردوو، دانانی بۆ کەسێکی تری زیندوو.

چی بە باشتر دەزانی لە کارەکەتدا؟ دەتەوێت چی بگۆڕیت؟

نەشتەرگەری جوانکاری نەشتەرگەریەکی لە ڕوو وەستانە، لەگەڵ زۆر پسپۆڕی تردا هاوبەشە کەواتە ڕاوێژکاری لەگەڵ پسپۆڕی نەشتەرگەری جوانکاری دەکرێت لە زۆرێك لە نەشتەرگەرییەکاندا کە تیایدا پزیشکەکان تووشی کێشە دەبنەوە. دەمەوێ تیایدا تێگەیشتنی مرۆڤ دەربارەی نەشتەری جوانکاری بگۆڕم، چونکە مرۆڤەکان بیرکردنەوەیان تەنها لە ڕووی جوانکارییەوەیە. وەڵامە گرنگەکەیان لە یاد نییە، کە ئەویش نەشتەرگەری ڕاستکردنەوەیە؟ کە بنچینەی نەشتەرگەری جوانکارییە.

پەیوەندی سروشتی کارکەت بە فیزیاوە چییە؟

پەیوەندیەکی پتەو هەیە لە نێوانیاندا، زۆر لە ئامێرە بەکارهاتووەکان پەیوەندی بە فیزیاوە هەیە، وەك لەیزەرو بەکارهێنانەکانی، بە شێوەیەك کە هەڵدەستین بە وێنەکێشانی ئەندازەیی وەلەکاتی نەشتەرگەریدا پەیڕەوی دەکەین وەك (z-plasty)، بۆ ئەوەی نەشتەرگەرییەکە بەڕاستی و باشترین شێوە ئەنجام بدرێت.

ئامۆژگاریت چییە بۆ هەر کەسێك کە بیەوێت پسپۆڕی لە بواری نەشتەرگەری جوانکاری بهێنێتەوە؟

گرنگترین ئامۆژگاریم بوونی بنچینەیەکی ڕاستە، کاتێ بنچینە باش بێت، ئەوا یارمەتیدەر دەبێت بۆ سەرکەوتنی دوارۆژ، مرۆڤ بە زانایی لە دایك نابێت، بەڵکو لەخۆبوردەیی و لێکۆڵینەوەو شەونخونی و بەردەوامی وا دەکات مرۆڤ بگاتە ئامانجەکانی و تیایدا دیارو سەرکەوتوو بێت.

پوختەی بەشی 7

بیرۆکە بنچینەییەکان

بەندی 7-1 بەیەکداچوون

- ئەو شەپۆلە ڕووناکیانەی هەمان درێژی شەپۆلیان هەیەو جیاوازی ڕەوگەی نێوانیان نەگۆڕە، بەیەکدادەچن و بڕژۆڵەکانی ڕووناك و تاریك بەرهەمدێنن.
- لە بەیەکداچوونی دوو درزەکەدا جێگەی بڕژۆڵە ڕووناکەکە وا پێویست دەکات کە جیاوازی ڕێڕەوی نێوان دوو شەپۆلە بەیەکداچووەکە یەکسان بێت بە ژمارەی تەواو لە درێژی شەپۆلەکان.
- لەبەیەکداچوونی دوو درزەکەدا، جێگەی بڕژۆڵە تاریکەکە وا پێویست دەکات کە جیاوازی نێوان ڕێڕەوی دوو شەپۆلە بەیەکداچووەکە یەکسان بێت بە ژمارەی تاك لە نیوەی درێژی شەپۆلەکان.

بەندی 7-2 لادان

- بڵاوبوونەوەی شەپۆلەکانە لە پشت ئەو بەربەستانەوە کە بەشێوەی تەلی باریك یان کونی بچووك یان درزێکی تەسك وەیان لێوارێکی تیژدابن.
- جێگەی پرژۆڵەی ناوەند لە سامپڵی pattem دروست بوو لە درزەکی لادانا بەندە لەسەر دووری نێوان درزەکان و پلەی وێنەکەو درێژی شەپۆلە ڕووناکییەکە.

بەندی 7-3 لەیزەر

- ئامێری لەیزەر وزە دەگۆڕێت بۆ گورزەیەك ڕووناکی هاوباری تاك ڕەنگ.

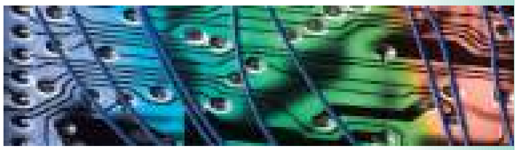
زاراوە بنچینەییەکان

هاوباری	Coherence	ل(199)
جیاوازی ڕێڕەو	Path difference	ل(201)
پلەی وێنە (برژۆڵە)	Order number	ل(201)
لادان	Diffraction	ل(204)
لەیزەر	Laser	ل(211)

هێما گۆڕاوەکان

بڕ (زاراوە)	هێما	یەکە
درێژە شەپۆل	λ	m مەتر
گۆشەی نێوان خاڵێك و پرژۆڵەی ناوەندی	θ	° پلە
دووری نێوان دوو درز	d	m مەتر
پلەی وێنە	m	بێ یەکەیە

ch7 2/1/18 10:23 AM Page 26



پێداچوونەوەی بەشی 7

پێیدابچۆرەوە و هەڵیبسەنگێنە

بەیەکداچوون

پرسیارەکانی پێداچوونەوە

1. چی ڕوودەدات کاتێك دوو شەپۆلە بەیەکداچووەکە هەمان فراوانیان هەبێ، وە بەیەکداچوونەکە لە شێوەی دروستکەر بێ؟ چی ڕوودەدات ئەگەر بەیەکداچوونەکە لەناوبەر بێت؟

2. بەیەکداچوونی دەنگ بەهۆی جیاوازی فراوانییەکانیان هەستی پێدەکرێت، ئایا چۆن هەست بە بەیەکداچوونی ڕووناکی دەکەیت؟

3. تاقیکردنەوەی بەیەکداچوونی جووت درزەکە بۆ ڕەنگی سوور بەرێکرا، پاشان بۆ شین، ئایا سامپڵی ئەو دوو بەیەکداچوونە لە چیدا جیاوازن؟ (تێبینی: جیاوازی درێژی شەپۆلیان بەهەند وەربگرە)

4. کامانەن ئەو زانیاریانەی (داتاکانی) کە پێویستە بیزانیت بۆ ئەوەی درێژی شەپۆلی ڕووناکی بەشێوەیەکی ڕاست هەژمێر بکەیت، لە تاقیکردنەوەکانی بەیەکداچوونی جووت درزەکەدا؟

پرسیار دەربارەی چەمکەکان

5. ئەگەر تاقیکردنەوەکەی دوو درزەکە لەژێر ئاودا ئەنجامبدرێت ئایا سامپڵی بەیەکداچوونەکە بە چ شێوەیەك کاری تێدەکرێت؟ (تێبینی: لێکۆڵینەوە بکە لەسەر ئەو گۆڕانکاریەی بەسەر ڕووناکیدا دێت لە ناوەندێکدا کە هاوکۆلکەی شکانەوەی گەورەتر بێ).

6. بەهۆی دووری بێشوماری ئەستێرەکان لێمانەوە، وەك سەرچاوەی ڕووناکی شێوە خاڵ دەردەکەون، ئەگەر وا دەرکەوت دوو ئەستێرەی ئاسمان لە نزیك یەکترەوە بوون ئایا ئەو ڕووناکییەی کە لێیانەوە دەردەچێت سامپڵی بەیەکداچوونی بەردەوام پێکدەهێنن؟ وەڵامەکەت ڕوونبکەرەوە؟

7. وا دابنێ کە ڕووناکی سپی لە تاکە سەرچاوەیەکەوە بەرهەمهاتووە لە تاقیکردنەوەکەی جووت درزەکەدا بەکارهێنرا ئەوا باسی سامپڵی بەیەکداچوونەکە بکە کاتێك یەکێك لە درزەکان، بە ڕەنگ پاڵێوێکی سوورو درزەکەی تریش بە ڕەنگ پاڵێوێکی شین داپۆشرێت.

8. سامپڵێکی بەیەکداچوون بەدەستکەوت بەبەکارهێنانی ڕەنگی سەوز لە ئامێرێکدا کە تێدا بتوانین دووری نێوان دوو درزەکە بەپێی پێویست بگۆڕین. ئەگەر دووری نێوان دوو درزەکە زیاد بکات ئایا دووری نێوان برژۆڵە ڕووناکەکان زیاددەکات؟ یان کەم دەکات؟ وە یا بە نەگۆڕی دەمێنێتەوە؟ بۆچی؟

پرسیارەکانی ڕاهێنان

9. ڕووناکیەك دەکەوێتە سەر دوو درز کە ماوەی 0.33 mm لە نێوانیاندایە، ئەگەر گۆشەی نێوان برژۆڵە تاریکەکەی یەکەم و برژۆڵەی ناوەندی ڕووناکی 0.055°، ئایا درێژە شەپۆلی ڕووناکییەکە چەندە؟

10. یەکێك لە گڵۆپەکانی گازی سۆدیۆم لەسەر شەقامەکان ڕووناکییەکی نیمچە تاك ڕەنگ دەردەکات ئەگەر ئەو ڕووناکییە بکەوێتە سەر دەرگایەکی تەختە کە دوو درزی ڕێکی هاوڕێکیان تێدابێ، ئەوا سامپڵی بەیەکداچوون لەسەر دیواری پشت دەرگاکە دەردەکەوێت، دووری نێوان دوو درزەکە 0.3096 mm وە برژۆڵەی ڕووناکی دووەم دەکەوێتە سەر گۆشەی 0.218° لە برژۆڵەی ناوەندییەوە ئەوا ئەمانەی خوارەوە هەژمێر بکە:
   أ. درێژی شەپۆلی ڕووناکییەکە.
   ب. گۆشە لادانی برژۆڵەی ڕووناکی سێیەم.
   ج. گۆشە لادانی برژۆڵەی ڕووناکی چوارەم.

لادان

پرسیارەکانی پێداچوونەوە

11. بۆچی ڕووناکی تێپەڕبوو بە تاکە درزێکدا سامپڵێك بەرهەمدێنێ کە لە سامپڵی بەیەکداچوون دەچێت؟

12. چۆن فراوانی برژۆڵەی ناوەندی لە سامپڵی لادانی تاک درزیدا دەگۆڕێت ئەگەر درێژە شەپۆلی ڕووناکی زیاد بکات.

13. بۆچی ڕەنگی سپی شیتەڵ دەبێت بۆ شەبەنگی ڕەنگە پێکهێنەرەکانی کاتێك بەناو درزەکی لادانا دەڕوات.

پرسیار دەربارەی چەمکەکان

14. تیشکێکی تاك ڕەنگ کەوتە سەر دوو درزەکی لادانی جیاواز، لە درزەکی دووەمدا برژۆڵەی ڕووناکی دووەم لە برژۆڵەی ناوەندی دوورتر بوو. ئەوە بەکاربهێنە بۆ لێکۆڵینەوەکە ئایا لە درزەکی دووەمدا ژمارەیەکی زیاتر یان کەمتر درز لە هەر سانتیمەترێکدا هەیە بەبەراورد لەگەڵ درزەکی یەکەم.

پرسیارەکانی ڕاهێنان

15. تیشکێکی ڕووناکی کە درێژە شەپۆلەکەی 353 nm دەکەوێتە سەر درزەکێکی لادان کە 795 هێڵ/cm تێدایە، ئایا گۆشەی برژۆڵەی ڕووناکی دووەم چەندە؟

16. دەتوانین ڕەنگەکانی شەبەنگی ئەستێرەکان ڕوانگە بکەین و لێکۆڵینەوە لە پێکهاتە کیمیاییەکانیان بکەین بە بەستنی تەلسکۆبی درزەکی لادان لە تەلیسکۆبی گەردوونی، وادابنێ کە درزەکەکە 3661 هێڵ/cm تێدایە.

أ. ئەگەر درێژە شەپۆلەکانی ڕووناکی ئەستێرەکە 478.5 nm، 647.4 nm و 696.4 nm بن ئەو گۆشەیە چەندە کە لێیەوە برژۆڵەی یەکەمی شەبەنگەکە ڕوانگە دەکرێت.

ب. گۆشەی ڕوانگەکردنەکە چەندە بۆ ئەوەی برژۆڵەی دووەمی هێڵەکانی شەبەنگەکە ببینرێت.

لەیزەر

پرسیارەکانی پێداچوونەوە

17. ئەو تایبەتمەندیانە کامانەن کە لە ڕووناکی لەیزەردا هەیەو لەو ڕووناکییە ئاساییەدا نییە کە لە ماڵاندا بەکاردەهێنرێت.

18. تیشکی لەیزەر جێبەجێکردنێکی فراوانی هەیە، بۆ بەدەستهێنانی بەیەکداچوون لە جووت درزدا، ڕوونیبکەوە کە بۆچی بەکارهێنانی ڕووناکی لەیزەر بەباشتر دەزانیت لە ڕووناکی ئاسایی بۆ ڕوانگەکردنی بەیەکداچوون.

19. دوو نموونە بهێنەرەوە کە تیایدا سوود لە ئاراستە نەگۆڕەکەی لەیزەر وەربگیرێت، هەروەها دوو نموونەی تر بهێنەوە کە تیایدا سوود لە توندی زۆرەکەی لەیزەر وەربگیرێت.

پێداچوونەوەی گشتی

20. کاتێك هێڵە ڕووناکەکەی جیوە درێژی شەپۆلەکەی 546.1 nm بوو کەوتە سەر درزەکێکی لادان، برژۆڵەی ڕووناکی پلە سێ لە گۆشە لادانی 81.0^o دا پێورا، ئایا ژمارەی درزەکان لەهەر سانتیمەترێکی درزەکەدا چەندە؟

21. تاقیکردنەوەیەکی جووت درزی کرا بەبەکارهێنانی ڕەنگی شین لە گڵۆپی هایدرۆجیندا کە (λ = 486 nm)، برژۆڵەی ڕووناکی پێنجەمی دەکەوێتە گۆشەی 0.578^o لە برژۆڵەی ناوەندەوە، ئایا دووری نێوان دوو درزەکە چەندە؟

22. گورزەیەکی ڕووناکی کە درێژە شەپۆلەکانی λ_1 و λ_2 دەکەوێتە سەر کۆمەڵێك لە درزە هاوڕێکەکان لە نموونەیەکی بەیەکداچووندا، برژۆڵەی چوارەمی ڕووناك بۆ درێژە شەپۆلی λ_1 وە برژۆڵەی پێنجەمی ڕووناك بۆ درێژە شەپۆلی λ_2 لە هەمان شوێندان ئەگەر λ_1 = 540.0 nm بێت ئایا نرخی λ_2 چەندە؟

23. درێژە شەپۆلی ڕووناکی دەرچوو لە گڵۆپێکی داگیرساوەوە، لە نێوان (400.0 nm و 700.0 nm) دایە، ئەگەر ئەو تیشکە ڕووناکییە بخرێتە سەر درزەکی لادان، ئەوا دەتوانین شەبەنگی برژۆڵەی پلەیەك بە تەواوی ببینن، بەڵام هیچ لە شەبەنگی برژۆڵەی پلە دووی نابینرێت، ئایا زۆرترین دووری نێوان درزەکانی درزەکەکە چەندە (نەگۆڕی درزەکەکە)؟

24. لە تاقیکردنەوەی بەیەکداچوونی جووت درزەکەدا ئەم نرخانەمان هەیە λ = 643 nm ، $\theta = 0.737^o$ ، d = 0.150 mm ئایا جیاوازی ڕێڕەو بە (ملیمەتر) وە بەدرێژی شەپۆلەکانی ڕووناکی دەرچوو لە دوو درزەکەوە بەپێی گۆشە دراوەکە چەندە؟ وە ئایا لەم خاڵەدا برژۆڵەی ڕووناك یان برژۆڵەی تاریك یان ناوچەیەکی تر لە ناوەڕاستی ئەو دووانەدا وەدەست دەهێنێن؟

ch7 2/1/18 10:23 AM Page 28

پڕۆژە و ڕاپۆرتەکان

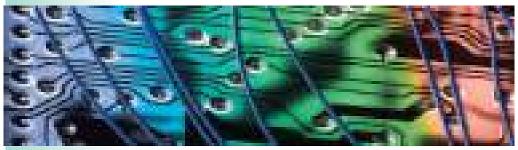
1. سامپڵێك دروست بكە هاوشێوەی سامپڵی بەیەکداچوون بێ، کۆمپیوتەر بەکاربهێنە بۆ وێنەکێشانی چەند بازنەیەکی هاوچەق کە ماوەی یەکسان لێکیان جیابکاتەوە، بۆ نواندنی شەپۆلە بڵاوبووەکانی سەرچاوەیەکی دیاریکراو، وێنەیەکی فۆتۆگرافیانە بۆ ئەو لاپەڕەیە بگرە لەسەر دوو سلیڤان (شریتی ڕوونکە) وە لەسەر دەزگای ژوور ئاستی سەر «over head» دایان بنێ، پاشان ماوەی نێوان «دوو خاڵی سەرچاوەکە بگۆڕەو تێبینی کاریگەری ئەوە لەسەر «سامپڵی بەیەکداچوونەکە» بکە، ئێنجا سلیڤانەکان بگۆڕە بە هێڵی ئەستوورتر وە ماوەی دوورتری بۆ دابنێ بۆ دیاریکردنی کاریگەری درێژە شەپۆل لەسەر بەیەکداچوون.

2. لێکۆڵینەوەیەك بکە لەسەر کاریگەری دووری نێوان دوو درزەکەی سامپڵی بەیەکداچوون، بە پەڕەیەکی ئەلەمنیۆم ڕووناکی دەرچوو بگرە، چەند کونێك لە پەڕە ئەلەمنیۆمەکە بکە، یەکەمجار تێبینی سامپڵەکە بکە لەسەر شاشەکە لە دووری (20 cm) لە ئەنجامی یەك کوندا، پاشان تێبینی سامپڵەکە بکە کە دوو کونی تێدابێ، چۆن دووری نێوان دوو کونەکە کار دەکاتە سەر ماوەی نێوان برژۆڵە ڕووناکەکانی سامپڵەکە؟ ئەوەی کە بینیوتە بە وێنەی هێڵکاری دیاری بکە، بەراوردی بکە لەگەڵ ئەنجامەکانی تاقیکردنەوەی جووت درزەکەدا، چۆن دەتوانیت پەرە بدەیت بە ئامێرەکەت؟

3. بڵقی سابوون ڕەنگە جیاوازەکانی ڕووناکی دەردەخات لە ئەنجامی بەیەکداچوونی ڕووناکی دراوە لە ڕووی دەرەوەی لەگەڵ ڕووناکی شکاوە بۆ ڕووی ناوەوەو پاشان دانەوەی ئەو ڕووناکییە لە ڕووی ناوەوە دەرچوونی بۆ دەرەوە. هاوکۆلکەی شکانەوە $n = 1.35$ وە ئەستووری بڵقەکە لە نێوان 600 nm و 1000 nm دابنێت. ئایا لە تواناتدایە پێشبینی ڕەنگەکانی بڵقەکە بکەیت؟ لە وەڵامەکەت بکۆڵەرەوە بەهۆی وەدەستهێنانی چەند بڵقێکی سابوون، وە تێبینی ڕیزبەندی ڕەنگە دەرچووەکان، بکە، ئایا لە تواناتدایە بزانیت ئەستووری بڵقەکە چەندە لە ڕێگەی ڕەنگەکانیانەوە؟ ئەنجامەکانت ڕیزبەند بکە لە خشتەیەکدا یان بەبەرنامەیەکی کۆمپیوتەر بۆ پێشبینیکردنی ئەستووری بڵقە سابوونەکە لەسەر بنچینەی درێژە شەپۆلی ڕووناکی دراوە لێوەی.

4. تاقیکردنەوەکەی تۆماس یونگ ساڵی 1803 بەڵگەیەکی تەواوی لەسەر سروشتی شەپۆلی ڕووناکی پێشکەشکرد، بەڵام بەرەنگاری ڕەخنەیەکی توندبووەوە لە ئینگلترا، تاوەکو (ئۆگستین فرنیل) بیردۆزە شەپۆلیەکەی ڕووناکی پێشکەش بە ئەکادیمیای فەرەنسی بۆ زانستەکان کرد ساڵی 1819، دوو توێژینەوە سەبارەت بە ژیانی ئەو دوو زانایەو کارەکانیان بنووسە، یەکێکیان با لەسەر شێوەی ڕاپۆرت یان پۆستەر یان ڤیدیۆ یان کۆمپیوتەر بێت.

5. توێژینەوەیەك سەبارەت بە شەپۆلەکانی دەورووبەرمان پێشکەش بکە، کە تیایاندا باسی ئەو شەپۆلانەش بکە کە لە بواری جێبەجێکردنە بازرگانی و پیشەسازی و پزیشکەکاندا ڕۆڵ دەبینن، ڕوونیبکەرەوە کە چۆن تایبەتمەندییەکانی شەپۆلەکان هاوبەشی دەکەن لە گرنگی و بەجێهێنانەکاندا، بۆ نموونە دەسنیشانی ئەو شەپۆلانە بکە کە بەکاردەهێنرێن لە بواری بەجێهێنانی پزیشکیدا وەك وێنەگرتنی زرنگانەوەی موگناتیسی MRI ، تیشکە X وە سەرو دەنگییەکان (سۆنار)، وە درێژە شەپۆلەکانیان دیاری بکە. پاشان بوارەکانی بەکارهێنانی لەیزەر لە کارە پزیشکییەکان و پیشەسازییەکاندا باس بکە، خشتەیەك ئامادە بکە کە ئەو ئەنجامانەی تێدا بێ و پێشکەشی برادەرەکانتی بکە لە پۆلدا.



هەڵسەنگاندنی بەشی 7

هەڵبژاردنی وەڵامی ڕاست

.1 دەستەواژەی d لە هاوکێشەی بەیەکداچوون چی دەنوێنێ؟
أ. دووری نێوان خاڵی ناوەڕاستی دوو درزەکەو شاشەکە.
ب. دووری نێوان دوو درزەکە کە شەپۆلەکانی ڕووناکی پیادا تێپەڕ دەبێت.
ج. دووری نێوان دوو برژۆڵەی بەیەکداچوونی ڕووناک.
د. دووری نێوان دوو برژۆڵەی بەیەکداچوونی تاریک.

.2 بۆ وەدەستهێنانی بەیەکداچوونی لەناوبەری تەواو بۆ دوو شەپۆل کە هەمان فراوانی و درێژە شەپۆلیان هەیە، کام لەمانە پێویستە بێتەدی.
أ. پێویستە دوو شەپۆلەکە هەردەم لەهەمان ڕەوگەدابن.
ب. پێویستە جیاوازی ڕەوگە لە نێوانیاندا هەردەم 90° بێت.
ج. پێویستە جیاوازی ڕەوگە لە نێوانیاندا هەردەم 180° بێت.
د. پێویستە جیاوازی ڕەوگە لەنێوانیاندا هەردەم 270° بێت.

.3 کام لەم هاوکێشانەی خوارەوە مەرجی داواکراو دەنوێنێ بۆ بینینی برژۆڵەی تاریکی سێیەم لە سامپڵی بەیەکداچووندا.
أ. $d \sin\theta = \lambda/2$ ب. $d \sin\theta = 3\lambda/2$
ج. $d \sin\theta = 5\lambda/2$ د. $d \sin\theta = 3\lambda$

.4 بۆچی هەستکردن بەلادانی دەنگ ئاسانترە لە هەستکردن بە لادانی ڕووناکی بینراو.
أ. چاودێریکردنی شەپۆلەکانی دەنگ ئاسانترە لە شەپۆلەکانی ڕووناکی بینراو.
ب. درێژی شەپۆلی شەپۆلەکانی دەنگ درێژترە لە درێژی شەپۆلی شەپۆلەکانی ڕووناکی بینراو، بۆیە بەدەوری بەربەستەکاندا پێچدەکەنەوە.
ج. شەپۆلەکانی دەنگ شەپۆلی درێژڕەون، بۆیە لادانیان لە شەپۆلە پانڕەوەکان زیاترە.
د. فراوانی شەپۆلی دەنگ گەورەترە لە فراوانی شەپۆلی ڕووناکی.

.5 شەپۆلە تاک ڕەنگەکانی خوار سوور، درێژی شەپۆلەکەی 750 nm بەدوو درزی تەسکدا تێپەردەبێت، ئەگەر دووری نێوان دوو درزەکەی 25 µm بێت، ئەوا بری گۆشەی برژۆڵەی چوارەمی ڕووناک لەسەر شاشەکە چەندە؟
أ. 4.3^o ب. 6.0^o
ج. 6.9^o د. 7.8^o

.6 ڕووناکییەکی تاک ڕەنگ درێژی شەپۆلەکەی 640 nm، بە درزەکێکی لاداندا تێپەڕ دەبێت کە 5.0×10^4 هێڵ/m ی تێدایە، برژۆڵەیەکی ڕووناک لەسەر شاشەکە لە گۆشەی 11.1^o لەگەڵ برژۆڵەی ناوەندی ڕووناک دەردەکەوێت، پلەی ئەم برژۆڵەیە چەندە؟
أ. $m = 2$ ب. $m = 4$
ج. $m = 6$ د. $m = 8$

.7 کام تایبەتمەندی لەیزەر دەبێتە هۆی دەرچوونی ڕووناکی هاوبار؟
أ. توندی جیا ب. گەورەکردنی ڕووناکی.
ج. تاک ڕەنگی. د. بزوێنە دەرچوون.

.8 کام لەمانەی خوارەوە بەشێکی گرنگ نین لە دەزگای لەیزەر؟
أ. ئاوێنەی نیمچە ڕوون. ب. ئاوێنەی ڕووناکی دەرەوەی تەواو.
ج. هاوێنکۆ. د. ناوەندی چالاک.

ئەو پرسیارانەی وەڵامی کورتیان هەیە

.9 بۆچی بەکارهێنانی لەیزەر بۆ پێوانە گەردوونییەکان بەباشتر دەزانرێت.

.10 درزەکێکی لادان لە شەبەنگ بیندا دەبێتە هۆی بەرهەمهێنانی برژۆڵەی ڕووناکی سێیەم بەگۆشەی 6.33^o لەگەڵ برژۆڵەی ناوەندا ($m = 0$)، بەبەکارهێنانی ڕووناکی شین کە درێژی شەپۆلەکەی 490 nm، ژمارەی هێڵەکانی درزەکەکە لە 1 cm چەندە؟

ئەو پرسیارانەی وەڵامی درێژیان هەیە

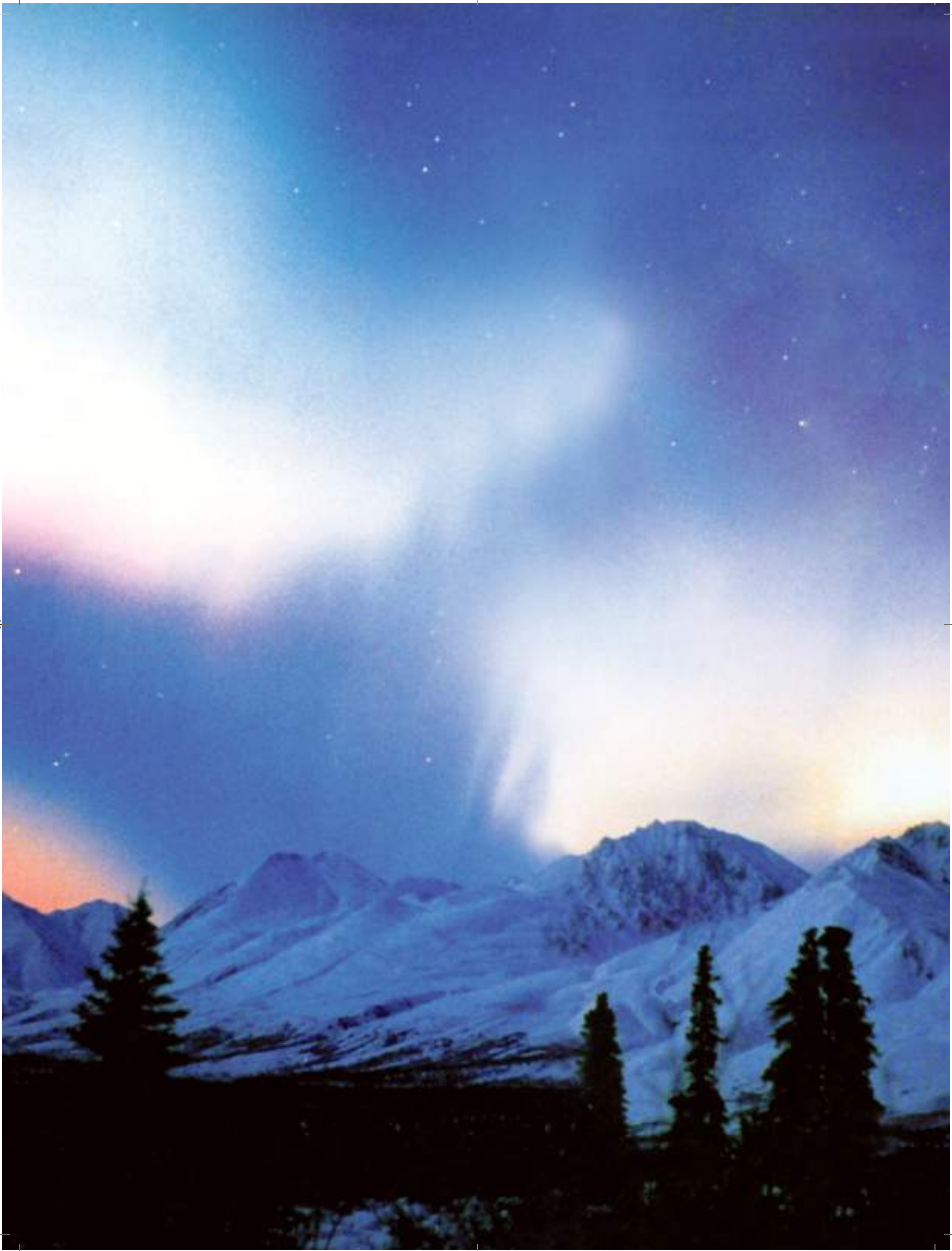
وەڵامی پرسیارەکانی **11-13** بدەرەوە، بەپێی ئەم زانیارییەی خوارەوە: ئامێرێکی بەیەکداچوونی دوو درزی دروستکرا، کە دووری نێوان دوو درزەکەکە 15.0 µm برژۆڵەی یەکەمی بەیەکداچوونی دروستکەر لە گۆشەی 2.25^o لەگەڵ برژۆڵەی ناوەندی (m=0) دەردەکەوێت.

.11 درێژی شەپۆلی ڕووناکی بەکارهاتوو چەندە؟

.12 لەکام گۆشەدا برژۆڵەی ڕوناکی سێیەم ($m = 3$) دەردەکەوێت.

.13 لەکام گۆشەدا برژۆڵەی تاریکی سێیەم ($m = 2$) دەردەکەوێت.

ch8 2/1/18 10:28 AM Page 4

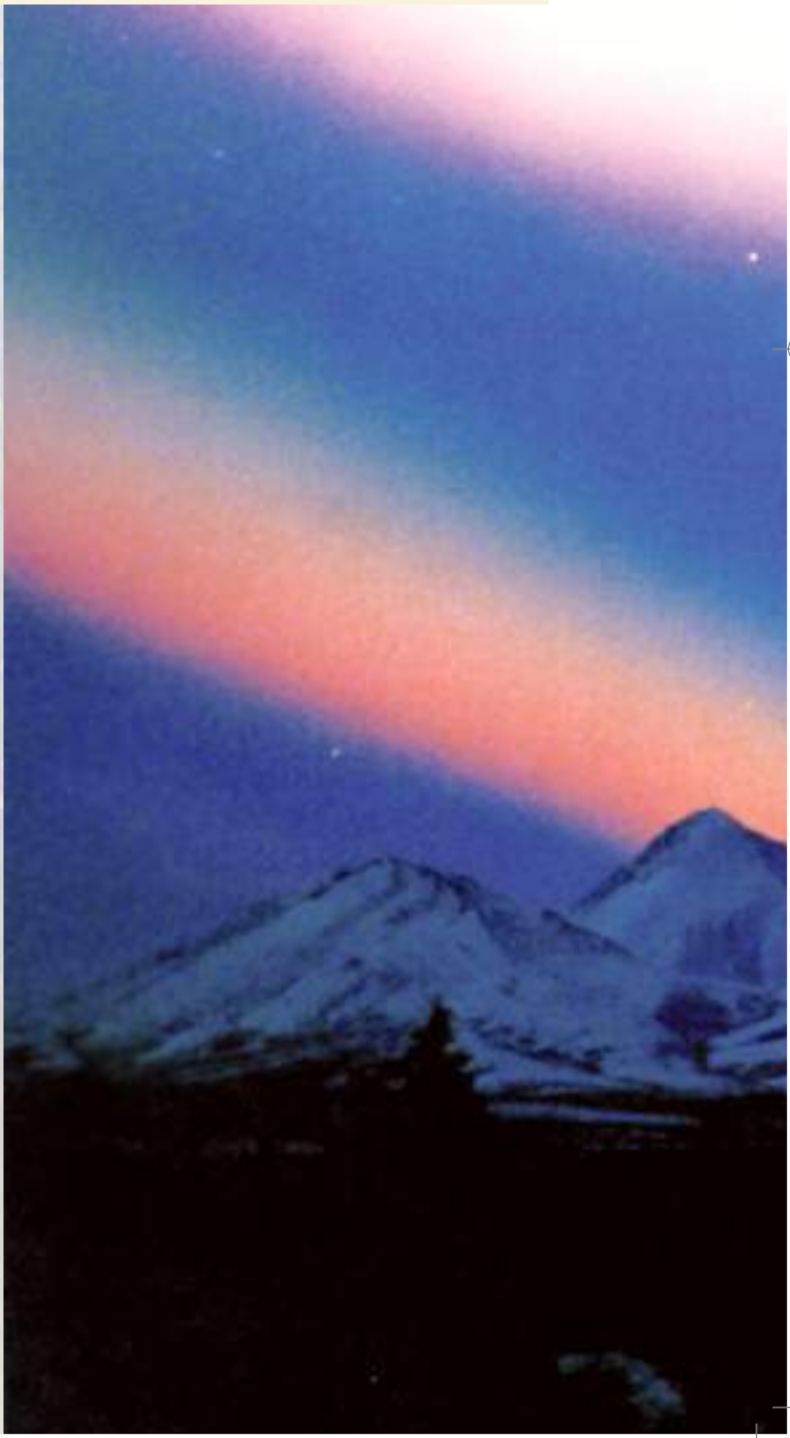


ch8 2/1/18 10:28 AM Page 3

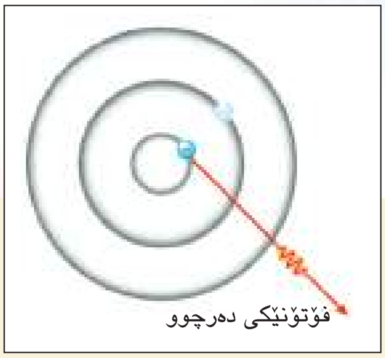
بـــــەشـــــی 8

فیزیای گەردیلەیی

Atomic Physics



ئەو ڕووناکیانەی لە وێنەکەدا دەردەکەون بە ڕەنگەکان ڕازاونەتەوەو، لەوانەیە بۆ چەند کیلۆمەتر درێژببنەوەو بەشێوەی کەوانە یان شریت یان چەند گورزە ڕەنگێکی لەراوە دەردەکەون،بریسکە دەدات و نامێنێت،هۆی ئەم دیاردەیەش بلیۆنەها بازدانی گەردیلەییە.



ئەوەی پێشبینی بەدیهاتنی دەکرێت

لەم بەشەدا فێری بەبڕبوونی وزەو گرنگییەکەی دەبیت لە وەسفکردنی تیشکدان لە تەنی ڕەشدا.

گرنگییەکەی چییە

ئەو ناکۆکی و دژایەتییەی کە بە شکستی سەرو وەنەوشەی ناودەبرێت هەڵەی پێشبینیکردنی فیزیای کلاسیکی دەردەخات سەبارەت بە وزەی گشتی بێکۆتایی تیشکدان لە تەنی ڕەشدا.

ناوەڕۆکی بەشی 8

1 بەبڕبوونی وزە
- تیشکدانی تەنی ڕەش.
- دیاردەی کارۆڕووناکی.

2 سامپڵەکانی گەردیلە
- سامپڵەیەکەمەکانی گەردیلە.
- شەبەنگە گەردیلەییەکان.
- نموونەی بۆر بۆ گەردیلەی هایدرۆجین.

بەندی 1-8

بەبڕبوونی وزە

Quantization of Energy

1-8 ئامانجەکانی بەندەکە

- دەریدەخات کە چۆن پلانك توانی شکستی سەرو وەنەوشەیی لە تیشکدانی تەنی ڕەشدا شیکار بکات.
- وزەی بڕەکانی فۆتۆن هەژمار دەکات بەبەکارهێنانی هاوکێشەی پلانك.
- ئەو پرسیارانە شیکار دەکات کە پەیوەندییان بە گەورەترین جوولە وزەو پابەندە ئیش و لەرەلەری مۆلەقەوە هەیە لە دیاردەی کارۆڕووناکیدا.

تیشکدانی تەنی ڕەش

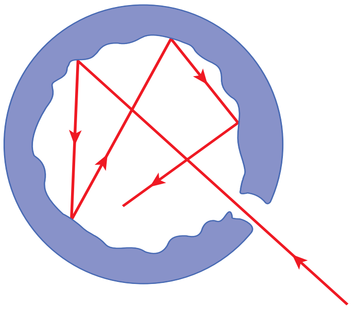
لەگەڵ کۆتایی هاتنی سەدەی نۆزدەهەم، زاناکان باوەڕیان وابوو کە فیزیای کلاسیکی نزیکی تەواوبوونە، یەکێك لەو چەند پرسیارە کەمەی کە ماوەتەوەو پێویستە شیکار بکرێت پەیوەستە بە تیشکدانی کارۆموگناتیسی و داینەمیکی گەرمییەوە. لەبەرئەوە گرنگیدانی زاناکان بە تەواوی کەوتە سەر درەوشانەوەی تەنەکان کاتێك دەگەنە پلەیەکی گەرمی بەرز.

له هەموو تەنەکانەوە تیشکی کارۆموگناتیسی دەردەچێت، ئەم تیشکدانەش کە لەسەر پلەی گەرمی و سیفەتەکانی تری تەنەکە بەندە بەڕاستی لە دابەشبوونێکی لێکنەپچڕاوی درێژییە بەشەپۆلەکان پێکدێت، کە لەخوار سوورەوە دەستپێدەکات و بە ڕووناکی بینراودا تێپەڕ دەبێت و بە ناوچەکانی سەرو وەنەوشەیی شەبەنگ کۆتایی دێت. لە پلە گەرمییە نزمەکاندا درێژی شەپۆلەکانی تیشکدان دەکەونە ناوچەی خوار سوورەوە، ئەمەش وادەکات کە چاوی مرۆڤ نەتوانێت بیبینێت، لەکاتی بەرزبوونەوەی پلەی گەرمی تەنەکەدا درێژی شەپۆلە دەرچووەکان بە ئاراستەی ناوچەی بینراوی شەبەنگی کارۆموگناتیسی لادەدات بۆ نموونە کانزای شلبوەوە، لە **وێنەی 1-8**دا درەوشانەوەیەکی زەرد نیشان دەدات وە لە پلەیەکی گەرمی بەرزتردا درەوشانەوەی تەنەکە بە سپی دەردەکەوێت، وەك ئەوەی لە دەزوولەی تەنگستنی گڵۆپی ڕووناکیدا دەردەچێت ئینجا تەنەکە بە ڕەنگی شین دەدرەوشێتەوە.

فیزیای کلاسیکی و تیشکدانی تەنی ڕەش

یەکێك لەو گیروگرفتانەی کە لە کۆتایی سەدەی هەژدەهەمدا سەری هەڵدا دابەشبوونی درێژی شەپۆلە دەرچووەکان بوو لە تەنە ڕەشەکانەوە، زۆربەی تەنەکان هەندێك لەو تیشکانە هەڵدەمژن کە دەکەونە سەریان ئەوەی دەمێنێتەوە دەیدەنەوە.

ئەو سیستمە نموونەییەی هەموو ئەو تیشکانە هەڵدەمژێت کە دەکەوێتە سەری پێی دەگوترێت تەنی ڕەش، **فیزیاییەکان لە تیشکدانی تەنی ڕەش** blackbody radiation دەکۆڵنەوە لە ڕێگەی تەنێکی ناو بۆشەوە وەك لە **وێنەی 2-8** دا دیارە ئەم سیستمە کەتیشکەکان قەتیس دەکات بە سامپڵێکی باش دادەنرێت بۆ چۆنیەتی ئیشکردنی تەنی ڕەش، ئەو ڕووناکیەی لە ڕێگەی کونەکەوە دێتە ژوورەوە لە باری هاوسەنگیدا دەبێت لەگەڵ ئەو ڕووناکییەی کە لە کونەکەوە تێپەڕ دەبێت و چەند جارێك لەلایەن کلۆری تەنەکەوە هەڵدەمژرێت.

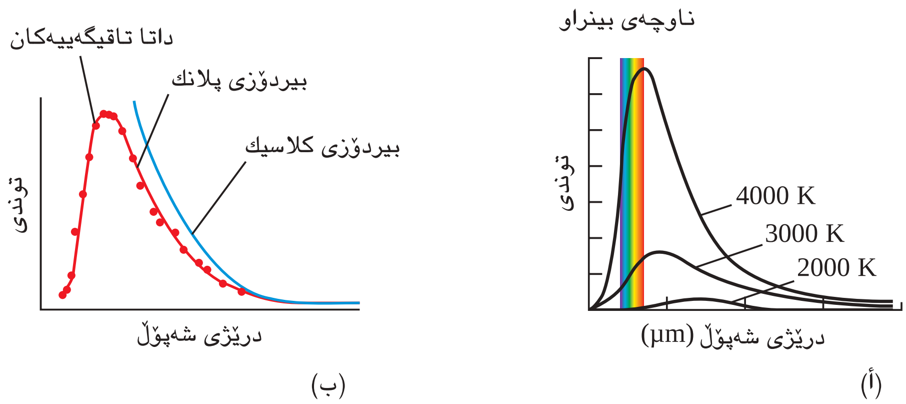


وێنەی 2-8
ڕووناکی دەچێتە ناو ئەم تەنە کلۆرەوە لە ڕێگەی کونێکی بچووکەوە، بەر دیواری ناوەوەی دەکەوێت و دیوارەکە بەشێکی وزە کە هەڵدەمژێت وە بەشەکەی تری بەگۆشەیەکی هەڕەمەکی دەداتەوە پاش چەند دانەوەیەك دیواری ناوەوەی تەنەکە هەموو وزە کەوتووەکە بە تەواوی هەڵدەمژێت جگە لە بەشێکی زۆر کەمی نەبێت کە لە ڕێگەی کونەکەوە دزە دەکات بۆ دەرەوە.

وێنەی 1-8
ئەم کانزا شلبووە بە ڕەنگی زەردێکی گەش دەدرەوشێتەوە، چونکە لە پلەیەکی گەرمی بەرزدایە.

تیشکدانی تەنی ڕەش

ئەو تیشکدانەیە کە لە تەنێکی ڕەشەوە دەردەچێت، و بەشێوەیەکی نموونەیی تیشکدەدرێن و دەمژرێن، تیشکدانەکەش بە تەنها بەندە لەسەر پلەی گەرمییەکەی.



وێنەی 3-8
(أ) وێنەکە توندی تیشکدانی تەنی ڕەش دەردەخات لە سێ پلەی گەرمی جیاوازدا.
(ب) پێشبینییەکانی بیردۆزە کلاسیکەکە بۆ تیشکدانی تەنی ڕەش (چەماوە شینەکە) لەگەڵ داتا تاقیگەییەکان، (خاڵە ڕوونکردنەوەییە سورەکان) بۆ هەموو درێژی شەپۆڵەکان یەك ناگرێتەوە، لە کاتێکدا بیردۆزی پلانك (چەماوە سورەکە) یەك دەگرێتەوە.

وێنەی 3-8 (أ) داتا تاقیگەییەکانی ئەو تیشکانە نیشان دەدات کە تەنێکی ڕەش دەریدەکات لە سێ پلەی گەرمی جیاوازدا. تێبینی دەکرێت کە لەگەڵ بەرزبوونەوەی پلەی گەرمی بڕی وزەی گشتی دەرچوو لە تەنەکەوە (ڕووبەری ژێر چەماوەکە) زیاد دەکات، هەروەها لوتکەی دابەشبوونەکەش بەلای درێژە شەپۆلە کورتەکاندا لادەدات.

زاناکان نەیانتوانی ئەم ئەنجامە تاقیگەییانە بەهۆی فیزیا کلاسیکەکەوە لێکبدەنەوە. **وێنەی 3-8** (ب) هێڵکاری ڕوونکردنەوەیی تاقیگەیی تیشکدانی تەنی ڕەش (خاڵە سورەکان) بەراورد دەکات لەگەڵ وێنەی بیردۆزەیی ئەو شێوەی کە پێویستە چەماوەکە هەبێت بەپێی بیردۆزە کلاسیکەکان (چەماوە شینەکە) بیردۆزە کلاسیکەکە وا پێشبینی دەکەن کەوا بە کەمبوونەوەی درێژی شەپۆڵ (زیاد بوونی لەرەلەر) توندی تیشکدان زیاد دەکات وە کاتێك درێژی شەپۆڵەکان نزیك سفر دەبنەوە توندی تیشکدان بێ شومار زیاد دەکات دەبێتە بێ کۆتا ئەمەش ناگونجێت لەگەڵ داتا تاقیگەییە کردارییەکان، چونکە بەپێی ئەم داتایانە توندی تیشکدان بە کەمبوونەوەی درێژی شەپۆڵ زیاد دەکات تا دەگاتە ڕادەیەك، ئەگەر بێت و دوای ئەوە کەمبوونەوەی درێژی شەپۆڵ بەردەوام بێت ئەوا توندی تیشکدانەکە کەم دەکات و لە درێژە شەپۆڵە زۆر کورتەکاندا (لەرەلەری تیشکی سەرو وەنەوشەیی) لە سفر نزیك دەبێتەوە. ئەوەش بە شکستی «گرفتی» سەرو وەنەوشەیی ultraviolet catastrophe ناسراوە.

شکستی سەرو وەنەوشەیی

پێشبینی هەڵەی فیزیایی کلاسیکییە کەوا دادەنێت تەنی ڕەش لە درێژییە شەپۆڵە زۆر کورتەکان کە نزیکن لە سفر وزەیەکی بێ شومار تیشك دەدات.

داتا تاقیگەییەکانی تیشکدانی تەنی ڕەش وبەبڕبوونی وزە

لە ساڵی 1900 دا ماکس پلانك (1858-1947) هاوکێشەی تیشکدانی تەنی ڕەشی پەرەپێدا، بە تەواوی لەگەڵ داتا تاقیگەییەکان بۆ هەموو درێژی شەپۆڵەکان یەکدەگرێتەوە. بیردۆزە بنەڕەتییەکەی پلانك تا ڕادەیەك بەداماڵراو (مجردة) دادەنرێت، چونکە مشتومرێکی تێدایە کە بە ئەنترۆپی و داینەمیکی گەرمی پشتدەبەستێت، ئەم مشتومرە بەشێوازێکی ئاسان لە کتێبەکەدا هاتووە بەجۆرێك کە کرۆکی کاری بنەڕەتی پلانك دەردەخات و گەورەیی ئەو خورپەیەش دەردەخات کە پەیدایکرد.

پلانك وای بۆ دەچوو کە تیشکدانی تەنی ڕەش لە چەند لەرینەوەیەکی کارەبایی ئێجگار بچووکەوە پەیدا دەبێت کە پێیان دەوترێت زرنگێنە Resonators. وای دانا کە دیوارەکانی کلۆرە تیشکدەرەکە لە بلیۆنەها زرنگێنە پێکدێت، هەموویان بە لەرەلەری جیاواز دەلەرنەوە، سەرەڕای ئەوەی کە زۆربەی زاناکان وایاندانابوو، بەشێوەیەکی سروشتی وزەی ئەم زرنگێنانە لێکنەپچڕاوە، بۆچوونی پلانك بەتەواوی پێچەوانەی ئەمە بوو کە ئەم زرنگێنانە دەتوانن چەند بڕە وزەیەکی دیاریکراو و جیاکراوە هەڵمژن و بیدەنەوە.

لەسەرەتادا کاتێك کە پلانك ئەم بیرۆکەی دۆزییەوە، وردەکارییەکی بیرکاری بەکاردەهێنا، کەوا دادەنێت بڕە زانراوەکان لێکنەپچڕاون وە بەشێوەیەکی کاتی دیاریکراو و جیاکراوەن. کاتێك لە هەژمارکردنەکان تەواو بوو، وا دانرا کە ئەم یەکە جیاکراوانە ئێجگار بچووکن، پلانك گەیشتە ئەوەی کە ئەم هەژمارکردنانە سوودمەند دەبێت ئەگەر بێت و ئەم هەنگاوە لابرێت. وە لە هەموو هەژمارکردنەکانیدا وای دانا کە وزە بەشێوەی یەکەی جیاکراوە دێت. بەم ڕێگایە، پلانك بینی کە وزەی گشی (E_n) بۆ

زرنگێنەیەك لەرەلەرەكەی f بێت یەكسانە بە ژمارەی تەواوی hf واتە:

$$E_n = nhf$$

كاتێك n ژمارەیەكی تەواوی پۆزەتیڤەو پێی دەگوترێت بڕە ژمارە، وە كۆڵكەی h نەگۆڕی پلانكە كە یەكسانە بە $6.626\ 0693 \times 10^{-34}$ J•s. بۆ ئاسانكاری لە هەژماركردندا نرخە نزیككراوەكەی بەكاردەهێنین كە دەكاتە $h = 6.63 \times 10^{-34}$ J•s.

لەبەرئەوەی وزەی هەر زرنگێنەیەك لەم كتێبەدا بە چەند یەكەیەكی جیاكراوە دەردەبڕین، بۆیە دەگوترێت زرنگێنە بڕكراوە (بڕێكی دیاریكراوی وزە)، وە بارەكانی وزەی ڕێ پێدراو پێی دەگوترێت بارەكانی بڕ. یان ئاستەكانی وزە بەپێی ئەو گریمانەی كەوا دادەنێت وزە بەبڕكراوە، پلانك توانی ئەو چەماوە سوورە دابڕێژێت كە لە **وێنەی 8-3** (ب)دا دیارە.

بەپێی بیردۆزی پلانك زرنگێنەكان بەشێوەی چەند جارەی جیاكراوە لە hf . وزە هەڵدەمژن وزە دەردەكەن. ئانیشتاین لەم دواییانەدا توانی چەمكی وزەی بەبڕكراو لەسەر ڕووناكی جێبەجێ بكات، یەكەكانی وزەی ڕووناكی، كە پێیان دەگوترێت بڕەكان (ئێستا پێیان دەگوترێت فۆتۆنەكان) لە ئەنجامی بازدانی ئەلیكترۆنەكان لە بارێكی بە بڕەوە بۆ بارێكی تری بڕ هەڵدەمژرێن و دەدرێنەوە. ئەم هاوكێشەی خوارەوە ئەوە دەردەخات كاتێك كە بڕە ژمارەكە n بەیەك یەكە دەگۆڕێت ئەوا بڕی وزەی دەرچوو بەبڕی hf دەگۆڕێت، لەبەرئەوە وزەی بڕی ڕووناكی كە دەكاتە جیاوازی نێوان وزەی دوو ئاستی تەنیشت یەك بەم هاوكێشەیە بەدەست دێت.

وزەی بڕی ڕووناكی (فۆتۆن)

كاتێك (n = 1)

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

وزەی فۆتۆن=نەگۆڕی پلانك× لەرەلەر=

$$\frac{\text{نەگۆڕی پلانك×خێرایی ڕووناكی لە بۆشاییدا}}{\text{درێژی شەپۆل}}$$

زرنگێنە تەنها كاتێك بارەكانی بڕ دەگۆڕێت كە وزە تیشك دەدات یان هەڵدەمژێت، وە بیرۆكەی ئەوەی كە وزە چەند یەكەیەكی جیاكراوەیە لە دایكبوونی بیردۆزێكی نوێی هێنایەكایەوە كە پێی دەگوترێت میكانیكی بڕ.

كاتێك نەگۆڕی پلانك بەیەكەی J•s دەردەبڕێت وزە لە هاوكێشەی $E = hf$ بەیەكەی J دەردەبڕێت. بەڵام لەكاتی مامەڵەكردن لەگەڵ بەشەكانی گەردیلەدا وا بەباشتر دادەنرێت كە وزە بەیەكەی ئەلیكترۆن ڤۆڵت (eV) دەربببڕێت. وە پێناسە دەكرێت بەو وزەیەی كە ئەلیكترۆن یان پرۆتۆن پەیدای دەكات، كاتێك لە ڕێگەی جیاوازی ئەركێكەوە تاوبرێت، بڕەكەی 1 V بێت. بەپێی ئەوەی كە 1 V = 1 J/C ئەوا پەیوەندی نێوان ئەلیكترۆن ڤۆڵت (e V) و جول (J) بەم شێوەیەی خوارەوە دەبێت:

$$1\ \text{eV} = 1.60 \times 10^{-19}\ \text{C•V} = 1.60 \times 10^{-19}\ \text{C•J/C} = 1.60 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

بیرۆكەی پلانك لە بارەی بەبڕبوونی وزەوە ڕیشەیی بوو، بە ڕادەیەك هانی زۆربەی زاناكانیدا لەوانەش پلانك وای دابنێن كە لە ڕاستییەوە دوورە. لەبەرئەمە پلانك ئەم گریمانەی بە ڕێگەیەكی بیركاری دانا كە بۆ هەژماركردن بشێت نەك بۆ لێكدانەوەی فیزیایی، لەبەرئەوە پلانك و زاناكانی تر بەردەوام بوون لە گەڕان بەدوای لێكدانەوەیەكی جیاواز بۆ تیشكدانی تەنی ڕەش كە لەگەڵ فیزیای كلاسیكدا بگونجێت.

نموونە 8 (أ)

وزەی بڕ (فۆتۆن)

پرسیارەکە

لە لوتکەی شەبەنگی تیشکدانی خۆردا، هەر فۆتۆنێك نزیکەی **2.7 eV** وزە هەڵدەگرێت. لەرەلەری ئەم ڕوناکییە چەندە؟

شیکار

1. دەزانم

دراو: $E = 2.7\ eV$ $h = 6.63 \times 10^{-34}\ J{\cdot}s$

نەزانراو: $f = ?$

2. پلاندادەنێم

هاوکێشەی وزەی بڕی ڕوناکی بەکاردەهێنم و لەرەلەر جیادەکەمەوە

$E = hf$ یان $f = \frac{E}{h}$

3. هەژماردەکەم

$$f = \frac{E}{h} = \frac{(2.7\ eV)(1.60 \times 10^{-19}\ J/eV)}{6.63 \times 10^{-34}\ J{\cdot}s}$$

$$\boxed{f = 6.5 \times 10^{14}\ Hz}$$

تێبینی

ئاگاداری ئەوەبە کە دەبێت هەمیشە کورتکردنەوەی یەکەکان ڕاست بێت، لەم پرسیارەدا پێویستیت بەوە دەبێت کە وزە لە eV بگۆڕی بۆ J لەبەرئەوە هۆیە لە 2.7 eV کۆڵکەی گۆڕین 1.60×10^{-19} J/eV دراوە.

ڕاهێنانی 8 (أ)

وزەی بڕ (فۆتۆن)

1. وادابنێ پەندۆلی کاتژمێرێکی دیوار یەکێك لە زرنگێنەکانی پلانك دەنوێنێت. لەرەلەرەکەی چەندە ئەگەر لەکاتی گواستنەوەیدا یەك گۆڕانی بڕ ڕوودەدات کە وزەکەی 8.1×10^{-15} eV بێت؟ (سەرنج بدە کە گۆڕانێکی بچووکی وەك ئەمە لە وزەدا پێوانەکردنی گران دەبێت، لەبەرئەوە ناتوانین تێبینی کاریگەرییەکانی بڕ بکەین لە جیهانێکی بەر فراواندا).

2. سیستمێکی (سپرینگ – بارستایی) بە لەرەلەری 0.56 Hz دەلەرێتەوە. چەند لە وزەی ئەم لەرینەوەیە دەگوازرێتەوە لە یەك گۆڕانی بڕیدا.

3. لە تاقیکردنەوەیەکی تاقیگەییدا، وزەی فۆتۆنێك دەگاتە 5.0 eV لەرەلەری فۆتۆنەکە چەندە؟

4. تیشکدانی دەرچوو لە پێستی مرۆڤەوە دەگاتە لوتکەی لە $\lambda = 940\mu m$ دا.

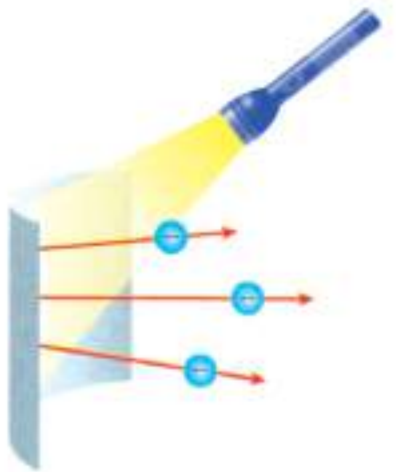
أ. لەرەلەری ئەم تیشکدانە چەندە؟

ب. جۆری ئەو شەپۆلە کارۆموگناتیسیانە چییە؟

ج. ئەو وزەیەی کە فۆتۆنێك لەم تیشکدانەدا هەڵیدەگرێت چەندە بەیەکەی eV ؟

دیاردەی کارۆڕووناکی Photoelectric Effect

لە بەشی (کارۆموگنەکاری)دا خوێندت کە چۆن جێمس ماکسوێل لە ساڵی 1873 ئەوەی دۆزییەوە کە ڕووناکی شێوەیەکە لە شەپۆلە کارۆموگناتیسیەکان. ئەو تاقیکردنەوانەی هاینرتش هێرتز Heinrich Hertz ئەنجامیدا پشگیرییەکی تاقیگەیی بوون بۆ بیردۆزەکانی ماکسوێل. بەڵام نەتوانرا ئەنجامەکانی هەندێك لە تاقیکردنەوەکانی دوایی هێرتز بەهۆی ڕەفتاری شەپۆلی بۆ سروشتی ڕووناکی لێکبدرێتەوە، یەکێك لەو تاقیکردنەوانەش دیاردەی **کارۆڕووناکی** بوو photoelectric effect. کاتێك ڕووناکی بەر ڕوویەکی کانزایی دەکەوێت، لەوانەیە لە ڕووەکەوە ئەلیکترۆن دەربچێت، وەك لە **وێنەی 8-4**دا دەردەکەوێت. زاناکان بەم دیاردەیە دەڵێن دیاردەی کارۆڕووناکی، بە ئەلیکترۆنە دەرچووەکانیش دەگوترێت ئەلیکترۆنەکانی ڕووناکی. ئەو ڕوانەی سیفەتی کاریگەری کارۆڕووناکییان هەیە، وا وەسف دەکرێن کە هەستیارن بۆ ڕووناکی.



وێنەی 8-4
گورزەیەکی ڕووناکی دەکەوێتە سەر کانزایەك لەوانەیە چەندها ئەلیکترۆن لە کانزاکەوە دەربپەڕێنێت ئەم کارلێکەی کە پەیوەستە بە ڕووناکی و ئەلیکترۆنەکان پێکەوە، پێی دەگوترێت دیاردەی کارۆ ڕووناکی.

فیزیای کلاسیك و دیاردەی کارۆ ڕووناکی

ئەو ڕاستییەی کە دەڵێت شەپۆلەکانی ڕووناکی دەتوانن ئەلیکترۆن لە ڕوویەکی کانزایی بکەنەوە، دژی بنەماکانی فیزیایی کلاسیك نییە. شەپۆلەکانی ڕووناکی وزەیەکیان هەیە ئەگەر ئەو وزەیە بەشی ئەوەی کرد ئەوا ئەلیکترۆنەکە دەتوانێت جیابێتەوە بە وزەیەك بەشی ئەوەی دەکات کە ئازاد بێت و لە ڕووی کانزاکە دەربچێت، ئا لەم ئاستەدا ناتوانرێت ئەوەی ماوەتەوە لە وردەکارییەکانی دیاردەی کارۆڕووناکی لێکبدرێتەوە بە پشتبەستن بە بیردۆزە کلاسیکییەکان.

دوای ئەوە بەراوردی ئەم پێشبینیانە دەکەین لەگەڵ ئەنجام و تێبینییە تاقیگەییەکان، لە ڕابردوودا ئەوەت خوێند کە تووندی شەپۆل بە زیادبوونی وزەکەی زیاد دەکات، کەواتە بەپێی فیزیای کلاسیکی دەبێت شەپۆلی ڕووناکی لەرەلەرەکەی هەر چەندێك بێت ئەو وزەیەی هەبێت کە بەشی لێکردنەوەی ئەلیکترۆن لە کانزاکە بکات بەمەرجێك تووندی ڕووناکییەکە بەپێی پێویست بەرز بێت.

سەرەڕای ئەوەش دەتوانرێت لەژێر تووندی ڕووناکییەکی نزمیشدا ئەلیکترۆنەکان لێبکرێنەوە ئەگەر ڕووناکییەکە بۆ کاتێکی گونجاو تیشك بدرێتە سەر کانزاکە. (لەوانەیە ئەلیکترۆنەکان هەندێك کات بخایەنن بۆ مژینی ئەو وزەیەی دەکەوێتە سەریان تا ئەو جووڵە وزەیە پەیدا دەکەن کە بەشی دەرچوونیان بکات لە ڕووی کانزاکەوە)، لەگەڵ ئەوەشدا زیادبوونی تووندی شەپۆلی ڕووناکی پێویستە جووڵە وزەی ئەلیکترۆنە ڕووناکییەکان زیاد بکات، لەم کاتەدا پێویستە تووندی ڕووناکی بەکاربهێنرێت بۆ دیاریکردنی گەورەترین جووڵە وزەی هەر ئەلیکترۆنێك. ئەو پێشبینییە کلاسیکانە لە ستوونی دووەمی خشتەی **8-1** دا کورتکراوەتەوە.

دیاردەی کارۆڕووناکی

دەرچوونی ئەلیکترۆنەکانە لە ڕووی مادەیەك کاتێك ڕوودەدات ڕووناکییەك بەلەرەلەرێکی دیاریکراو دەکەوێتە سەر ڕووی مادەکە.

خشتەی 8-1 کاریگەری کارۆڕووناکی

	پێشبینییە کلاسیکییەکان	بەڵگەی تاقیگەیی
ڕزگاربوونی ئەلیکترۆن بەندە لەسەر..	تونذی ڕووناکی	لەرەلەری ڕووناکی
جووڵە وزەی ئەلیکترۆنە دەرچووەکان بەندە لەسەر..	تونذی ڕووناکی	لەرەلەری ڕووناکی
لە توندییە ڕووناکییە نزمەکاندا ڕزگاربوونی ئەلیکترۆن.	کاتێك دەخایەنێت	لە زۆربەی کاتەکاندا بەشێوەیەکی ساتی ڕوودەدات لە لەرەلەرێکی دیاریکراودا.

زاناكان بۆیان دەركەوت كەهیچ یەكێك لەم پێشبینیە كلاسیكیانە لەتاقیگەدا جێبەجێ نابێت. ئەلیكترۆنەكان ڕزگاریان نابێت ئەگەر لەرەلەری ڕووناكی كەوتوو كەمتر بێت لە لەرەلەرێكی دیاریكراو هەتا ئەگەر توندی ڕووناكیەكەش بەرز بێت. ئەو لەرەلەرەش پێی دەگوترێت لەرەلەری مۆلەقەكە (f_o) كە لە كانزایەكەوە بۆ كانزایەكی تر جیاوازە.

ئەگەر لەرەلەری ڕووناكییەكە لە لەرەلەری مۆلەقە زیاتر بێت دیاردەی كارۆڕووناكی ڕوودەدات و ژمارەیەك ئەلیكترۆنی ڕووناكی دەردەچێت، ژمارەی ئەلیكترۆنە دەرچووەكانیش ڕاستەوانە دەگونجێت لەگەڵ توندی ڕووناكییەكەدا، بەڵام گەورەترین جووڵە وزەی ئەلیكترۆنەكان پشت نابەستێت بە توندی ڕووناكییەوە، بەڵكو زیاد دەكات بە زیادبوونی لەرەلەری ڕووناكییەكە لەناوچەی لەرەلەرە كاریگەرەكاندا. وە دەرچوونی ئەلیكترۆنە ڕووناكییەكان لەڕووەكەوە زۆربەی كات ساتی (دەستبەجێ) دەبێت تەنانەت لە توندییە ڕووناكییە نزمەكانیشدا سەیری **خشتەی 1-8** بكە.

ئانیشتاین وبەبڕكردنی هەموو شەپۆلە كارۆ موگناتیسییەكان

ئەلبەرت ئانیشتاین توانی ئەم گیروگرفتە (تەنگژەیە) چارەسەر بكات لەمیانەی لێكۆڵینەوەیەكەوە لەسەر دیاردەی كارۆ ڕووناكی كە ساڵی 1905دا نووسیویەتی، كاتێك چەمكی بەبڕبوونی ماكس پلانكی فراوانتر كرد بۆ ئەوەی هەموو شەپۆلە كارۆموگناتیسییەكان بگرێتەوە. لەسەر ئەوە ساڵی 1921 دا خەڵاتی نۆبڵی بەدەستهێنا. ئانیشتاین وای دانا كە دەكرێ شەپۆلە كارۆموگناتیسییەكان وا دابنێن كە لە لێشاوێك تەنۆلكە دەچێت كە ئێستا پێیان دەگوترێت فۆتۆنەكان photons وە هەر فۆتۆنێكیش بڕێك وزەی (E) هەیە كە هاوكێشەكەی پلانك $(E = hf)$ گوزارشتی لێكردووە، لەم بیردۆزەدا هەر فۆتۆنێك وەك یەكەیەك لەلایەن ئەلیكترۆنێكەوە هەڵدەمژرێت، وەكاتێك وزەی فۆتۆنێك بۆ ئەلیكترۆنێك دەگوازرێتەوە لە كانزایەكدا ئەلیكترۆنەكە ئەو وزەیە پەیدا دەكات كە یەكسانە بە hf.

فۆتۆن

كەمترین بڕی وزەی كارۆموگناتیسیی سەربەخۆیە لە گەردووندا وە بارستاییەكەی سفرە.

پابەندە ئیش

كەمترین وزەی پێویستە بۆ جیاكردنەوەی ئەلیكترۆنێك لە ڕووی كانزاكە.

لەرەلەری مۆلەق (f_o)

كەمترین لەرەلەرە كە دیاردەی كارۆ ڕووناكی لە كانزایەكدا ڕوودەدات.

لەرەلەری مۆلەقە و پابەندە ئیش

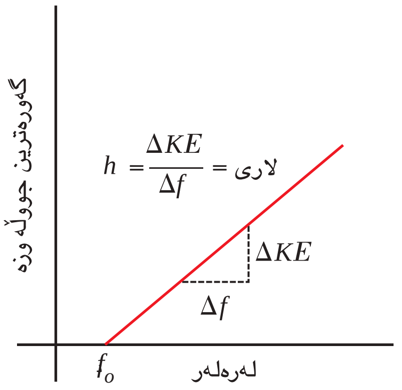
بۆ ئەوەی ئەلیكترۆنێك لە كانزایەك جیابێتەوە، دەبێت بەسەر ئەو هێزەدا زاڵ بێت كە بە كانزاكەوە دەیبەستێتەوە، بۆ ئەم جیابوونەوەش لە ڕووی كانزاكەوە دەبێت ئەلیكترۆنەكان كەمترین بڕی وزەیان هەبێت كە پێی دەگوترێت پابەندە ئیشی كانزاكە work function، پابەندە ئیش یەكسانە بە hf_o كاتێك f_o لەرەلەری مۆلەقەی كانزاكەیە. ئەو فۆتۆنانەی كە وزەیەكی گەورەتریان هەیە لە hf_o دەتوانن ئەلیكترۆن لەسەر ڕووی كانزاكەو لەناو كانزاكەوە دەرپەڕێنن، بەپێی ئەوەی كە وزە دەبێت پارێزراو بێت ئەوا گەورەترین جووڵە وزەی (ئەو ئەلیكترۆنانەی كە لە ڕووی كانزاكە دەردەچن) یەكسانە بەجیاوازی نێوان وزەی فۆتۆنەكەو پابەندە ئیشی كانزاكە. بیركارییانە ئەم پەیوەندییە بەم هاوكێشەی خوارەوە دەردەبڕێت.

گەورەترین جووڵە وزەی ئەلیكترۆنە ڕووناكییەكان

$$KE_m = hf - hf_o$$

گەورەترین جووڵە وزە = نەگۆڕی پلانك × لەرەلەری فۆتۆنی كەوتوو− پابەندە ئیش

بەپێی ئەم هاوكێشەیە پێویستە پەیوەندییەكی هێڵی هەبێت لە نێوان f و KE_m چونكە h بڕێكی نەگۆڕە، پابەندە ئیش hf_o بۆ هەر كانزایەك نەگۆڕە، تاقیكردنەوەكان ڕاستی ئەم پەیوەندیەیان سەلماندووە وەك لە **وێنەی 5-8** دەردەكەوێت وە هەژماركردنی لاری چەماوەكەش $(\Delta KE/\Delta f)$ نرخی h دەدات كەبەتەواوی یەكسانە بەنرخی نەگۆڕی پلانك.



وێنەی 5-8
وێنەكە پەیوەندی هێڵی نێوان گەورەترین جووڵە وزەی ئەلیكترۆنە ڕووناكییە دەرچووەكان و لەرەلەری ڕووناكی كەوتوو دیاری دەكات خاڵی یەكتربڕینی چەماوەكە لەگەڵ تەوەرەی ئاسۆیی لەرەلەری مۆلەقە دەنوێنێت.

نموونە 8 (ب)

دیاردەی کارۆڕووناکی

پرسیارەکە

ڕووناکییەك لەرلەرەکەی 1.00×10^{15} Hz دەکەوێتە سەر ڕوویەکی سۆدیۆم لە ئەنجامدا چەندەها ئەلیکترۆنی ڕووناکی دەردەکات کە گەورەترین جووڵە وزەیان یەکسانە بە 1.78 eV لەرلەری مۆڵەقەی ئەم کانزایە بدۆزەوە.

شیکار

1.دەزانم

دراو:

$$KE_m = (1.78\ \text{eV})(1.60 \times 10^{-19}\ \text{J/eV}) = 2.85 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

$$f = 1.00 \times 10^{15}\ \text{Hz}$$

نەزانراو:

$$f_o = ?$$

2.پلانداده‌نێم

دەربڕینی گەورەترین جووڵە وزە بەکاردێنم و شیکاری دەکەم بۆ دۆزینەوەی f_o.

$$KE_m = hf - hf_o$$

$$f_o = \frac{hf - \text{KE}_\text{m}}{h}$$

3.هەژمارده‌کەم

$$f_o = \frac{(6.63 \times 10^{-34}\ \text{J·s})(1.00 \times 10^{15}\ \text{Hz}) - (2.85 \times 10^{-19}\ \text{J})}{6.63 \times 10^{-34}\ \text{J·s}}$$

$$\boxed{f_o = 5.70 \times 10^{14}\ \text{Hz}}$$

ڕاهێنانی 8 (ب)

دیاردەی کارۆڕووناکی

1. لە بارێکی دیاردەی کارۆڕووناکیدا دەرکەوت، ئەو فۆتۆنانەی بە وزەی 5.00 eV دەکەونە سەر مادەیەك ئەلیکترۆنەکان دەردەپەڕێنن بە گەورەترین جووڵە وزەی 3.00 eV لەرلەری مۆڵەقەی ئەم مادەدیە چەندە؟

2. ڕووناکییەك درێژی شەپۆلەکەی 350 nm خرایە سەر ڕوویەکی پۆتاسیۆم، پابەندە ئیشی پۆتاسیۆم چەندە ئەگەر گەورەترین جووڵە وزەی ئەلیکترۆنە ڕووناکییەکان 1.3 eV بێت؟ وە لەرلەری مۆڵەقەی پۆتاسیۆم چەندە؟

3. پابەندە ئیشی سۆدیۆم هەژمار بکە بەبەکارهێنانی ئەو زانیاریانەی لە نموونەی 8 (ب)دا دراون.

4. کام لەم کانزایانەی خوارەوە دیاردەی کارۆڕووناکیان تێدا ڕوودەدات کاتێك تیشکە ڕووناکیەکیان دەکەوێتە سەر لەرلەرەکەی 7.0×10^{14} Hz؟

   أ. لیسیۆم، $hf_o = 2.3$ eV

   ب. زیو، $hf_o = 4.7$ eV

   ج. سیزیۆم، $hf_o = 2.14$ eV

ch8 2/1/18 10:28 AM Page 11

بیردۆزی فۆتۆن و دیاردەی کارۆڕووناکی

فۆتۆنە بیردۆزی ڕووناکی ئەو لایەنانەی دیاردەی کارۆڕووناکی لێکدەداتەوە کە ناتوانرێت لە ڕێگەی چەمکە کلاسیکییەکانەوە لێکبدرێنەوە، دیاردەی کارۆڕووناکی ڕوونادات، ئەگەر لەرەلەرەکەی کەمتر بێت لە لەرەلەری مۆلەقە، چونکە وزەی فۆتۆنەکە پێویستە گەورەتر یان یەکسان بێت بە پابەندە ئیشی مادەکە، ئەگەر وزەی هەر فۆتۆنێکی کەوتوو گەورەتر یان یەکسان نەبێت بە پابەندە ئیش بەهیچ شێوەیەك ناتوانرێت ئەلیکترۆن لە ڕووەکە هەڵبکەندرێت ئەگەر ژمارەی فۆتۆنەکان (ڕادەی توندی ڕووناکییەکە) هەر چەندێك بێت، بەپێی ئەوەی کە وزەی هەر فۆتۆنێك بەندە لەسەر لەرەلەری ڕووناکی کەوتوو $(E = hf)$)، دیاردەی کارۆڕووناکی ڕوونادات کاتێك لەرەلەری کەوتوو کەمتر بێت لە لەرەلەرێکی دیاریکراوە (f_o) (لەرەلەری مۆلەقە).

ئەگەر توندی ڕووناکی ببێتە دوو ئەوەندە ژمارەی فۆتۆنەکانیش دەبێتە دوو ئەوەندە، بەمەش ژمارەی ئەو ئەلیکترۆنانەی لە کانزاکەوە دەردەچن دەبێتە دوو ئەوەندە، بەڵام هاوکێشەی گەورەترین جووڵە وزەی ئەلیکترۆن دەریدەخات کە جووڵە وزە تەنها لەسەر لەرەلەری ڕووناکی و پابەندە ئیش بەندە، وە لەسەر تووندی ڕووناکی بەند نییە، کەواتە هەر چەندە ئەلیکترۆنە دەرچووەکان زیاتربێت، بەڵام گەورەترین جووڵە وزەی ئەلیکترۆنەکان وەك خۆی دەمێنێتەوە.

دیاردەی دەستبەجێی دەرچوونی ئەلیکترۆنەکان، لە زۆربەی کاتدا، لەگەڵ گەردە بیردۆزی ڕووناکیدا دەگونجێت، کە وزە بەشێوەی چەند گورزەیەکی بچووك دەردەکەوێت، بەپێی ئەوەی کە هەر فۆتۆنێك کار لە یەك ئەلیکترۆن دەکات، هیچ جیاوازیەکی کات (t) لە نێوان تیشکدانی ڕووناکییەکە بۆ سەر کانزاکە وە تێبینیکردنی دەرچوونی ئەلیکترۆنەکاندا نییە.

سەرکەوتنی ئانیشتاین، لە لێکدانەوەی دیاردەی کارۆڕووناکیدا بە هاندەرێك دادەنرێت بۆ زاناکان، کاتێك وای دانا کە شەپۆلە کارۆموگناتیسییەکان بە بڕ کراون، بۆ ئەوەی بزانن کە بە بڕبوونی وزە پێویستە بە وەسفێکی ڕاستەقینەی جیهانی فیزیا دابنرێت، داهێنانێکی بیرکاری نییە، وەك ئەوەی زۆربەی ئەم زانایانە گومانیان وابوو، کە بەشکردنی وزە بۆ چەند یەکەیەکی جیا ئەگەرێکی پەسەند نەبوو بۆ جێبەجێکردن، چونکە بڕی وزە لە ئەزموونەکانی ڕۆژانەماندا هەستی پێناکرێ، لە ئەنجامی ئەوەوە زاناکان باوەڕیان بەوە هێنا کە دەتوانرێت سروشتی ڕاستەقینەی وزە لە ئاستی میکرۆسکۆبی گەردیلەو گەردەکاندا ببینرێت، کە لەوێدا کاریگەرییەکانی بە بڕکردن گرنگ و پێوراو دەبێت.

ئایا دەزانیت؟

لە ساڵی 1905 ئانیشتاین لێکۆڵینەوەکەی لەسەر دیاردەی کارۆ ڕووناکی بڵاوکردەوە، کاتێك کە لە نووسینگەکەی لە برن، کاری دەکرد لە سویسرا، لە هەمان ساڵدا ئانیشتاین توانی سێ لێکۆڵینەوەی ناوداری تر بڵاوبکاتەوە، یەکێکیان بیردۆزی ڕێژەیی بوو.

فیزیا و ژیان

1. **دیاردەی کارۆڕووناکی** هەرچەندە ڕووناکیەکی سووری گەش لە چرکەیەکدا وزەیەکی زیاتر لە ڕووناکییەکی وەنەوشەیی کز دەخاتە سەر ڕوویەك، بەڵام ناتوانێت ئەلیکترۆنەکان لە ڕوویەکی کانزایی دیاریکراو جیابکاتەوە، لەکاتێکدا ڕووناکیە وەنەوشەییە کزەکە دەتوانێت ئەمە بکات، بیردۆزی فۆتۆنی ئانیشتاین ئەم تێبینیەی چۆن لێکدایەوە؟

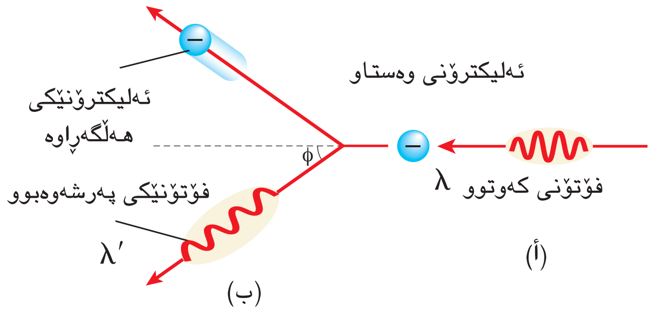
2. **وێنە فۆتۆگرافییەکان** وادابنێ کە وێنەی ڕووی یەکێك بەبەکارهێنانی تەنها چەند فۆتۆنێك گیرا بەپێی بیردۆزی فۆتۆنی ئانیشتاین، ئایا ئەنجامەکەی وێنەیەکی زۆر کاڵی دەموچاوەکە دەبێت بە تەواوی؟ وەڵامەکەت شیبکەرەوە.

3. **تەنە تیشکدەرەکان** ڕەنگی تەنی گەرم بەندە لەسەر پلەی گەرمییەکەی، کاتێك پلەی گەرمی بەرزدەبێتەوە ڕەنگی سوور دەگۆڕێت بۆ پرتەقاڵی وە بۆ زەردو سپی لە کۆتاییدا بۆ شین، فیزیای کلاسیکی ناتوانێت ئەم گۆڕانی ڕەنگە لێکبداتەوە لە کاتێکدا میکانیکی بڕ دەتوانێت ئەمە بکات ئەو لێکدانەوەیە چییە کە میکانیکی بڕ دەیکات بۆ ئەمە.

ch8 2/1/18 10:28 AM Page 14

دیاردەی لادانی کۆمپتن و بیردۆزی فۆتۆنی ڕووناکی

فیزیایی ئەمەریکی ئارسەر کۆمپتن Arthur compton (1962-1892) بۆیدەرکەوت کە ئەگەر ڕووناکی وەك تەنۆلکە ڕەفتار بکات دەبێت بەریەککەوتنی ئەلیکترۆنێك و فۆتۆنێك لەو بەریەککەوتنە بچێت کە لە نێوان دوو تۆپی بلیارددا ڕوودەدات، وە بەپێی ئەوەی کە هەردوو بڕی تەوژمی بەهێڵ و وزە لەبەریەککەوتنە جیرەکاندا پارێزراون، ئەوا کاتێك فۆتۆنێك بەر ئەلیکترۆنێکی وەستاو دەکەوێت وەك لە **وێنە 8-6**، فۆتۆنەکە هەندێك لە وزەکەی و تەوژمەکەی دەگوازێتەوە بۆ ئەلیکترۆنەکە، لە ئەنجامی ئەوە وزەی فۆتۆنەکەو لەرەلەرەکەی کەمدەبێتەوە، بەلاّم درێژی شەپۆلەکەی زیاد دەکات.



وێنەی 8-6

(أ) کاتێك فۆتۆنێك لەگەڵ ئەلیکترۆنێك بەریەك دەکەون، (ب) فۆتۆنە پەرش بووەکە وزەیەکی کەمترو درێژی شەپۆلێکی درێژتری دەبێت لە فۆتۆنە کەوتووەکە.

ساڵی 1923 کۆمپتن ئەم بیردۆزەی تاقیکردەوە، کاتێك کە چەند شەپۆلێکی کارۆموگناتیسی (تیشکی X) ئاڕاستەی قاڵبێکی گرافیت کرد (قورقوشمی ڕەش). دیتی کە درێژی شەپۆلی (λ') فۆتۆنە پەرشبووەوەکە زیاترە لە درێژی شەپۆلی فۆتۆنی کەوتوو λ ، بەتەواوی وەك ئەوەی پێشبینی دەکرد. ئەم گۆڕانە لە درێژی شەپۆلدا پێی دەگوترێت لادانی کۆمپتن ($\Delta\lambda$) compton shift لە $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$ ئەوەش پشتگیری بیردۆزی فۆتۆنی ئانیشتاین دەکات. وە پشتگیری سیفەتی تەنۆلکەیی ڕووناکی دەکات.

لادانی کۆمپتن بەندە لەسەر گۆشەی پەرشبوونەوەی فۆتۆنەکە (ϕ) بەبەراوردکردن لەگەڵ درێژی شەپۆلی ڕووناکی بینراو، کە زۆربەی گۆڕانەکانی درێژی شەپۆل زۆر بچووك دەبێت، وا دەکات کە پێوانی لادانی کۆمپتن زۆر گران بێت، بەلاّم دەکرێ بەبەکارهێنانی ئەو شەپۆلە کارۆموگناتیسیانەی کە درێژی شەپۆلیان زۆر کورتە وەك تیشکی X. گۆڕانەکە ($\Delta\lambda$) بپێورێت.

لادانی کۆمپتن $\Delta\lambda$

زیادبوونی درێژی شەپۆلی فۆتۆنی پەرش بووە بەهۆی ئەلیکترۆنێکەوە، بەگوێرەی درێژی شەپۆلی فۆتۆنە لێدەرەکە.

پێداچوونەوەی بەندی 8-1

.1 ئەو شکستە وەسف بکە کە ناسراوە بە شکستی سەرو وەنەوشەیی، پلانك چۆن توانی ئەم شکستە چارەسەر بکات؟ گریمانەکەی پلانك چۆن لە لێکدانەوەی فیزیای کلاسیکی جیاواز بوو؟

.2 بڕی ئەو وزەیە بە (یەکەی eV) چەندە کە فۆتۆنێکی ڕووناکی وەنەوشەیی هەڵیدەگرێت کە درێژی شەپۆلەکەی 4.5×10^{-7} m؟

.3 کاریگەرییە پێشبینیکراوەکانی فیزیای کلاسیك بۆ توندی ڕووناکی تیشکدراو چییە لەسەر ئەو ئەلیکترۆنانەی لە ڕوویەکی هەستیار بۆ ڕووناکییەوە دەردەچن؟ جیاوازی ئەم پێشبینییانە چییە لەگەڵ تێبینییەکان؟

.4 بیردۆزەکەی ئانیشتاین، کە وا دادەنێت شەپۆلە کارۆموگناتیسییەکان بە بڕ کراون، چۆن ئەوە لێکدەداتەوە، کە ئەوەی دەرچوونی ئەلیکترۆنەکان لە ڕوویەکی هەستیار بۆ ڕووناکی دیاری دەکات لەرەلەری ڕووناکییەکەیە نەك توونديیەکەی؟

.5 ڕووناکییەك بەدرێژی شەپۆلی 1.00×10^{-7} m تیشك دەدخاتە سەر تەنگستنێك کە پابەندە ئیشەکەی یەکسانە بە 4.6 eV، ئایا ئەلیکترۆنەکان لە تەنگستنەکەوە دەردەچن؟ ئەگەر ئەمە ڕوویدا، گەورەترین جووڵە وزەیان چەند دەبێت؟

.6 **بیرکردنەوەی ڕەخنەگرانە**: ئایا ژمارەی فۆتۆنەکان لە 1J لە ڕووناکی سوور (650 nm) گەورەترە لە ژمارەی فۆتۆنەکانی 1 J لە ڕووناکی شین (450 nm)، یان یەکسانیەتی، یان بچوکترە لەوە؟ ئەوە ڕوونبکەرەوە.

بەندی 2-8
لێکۆڵینەوەیەکی خۆیی

سامپڵەکانی گەردیلە
Models of the Atom

2-8 ئامانجەکانی بەشەکە

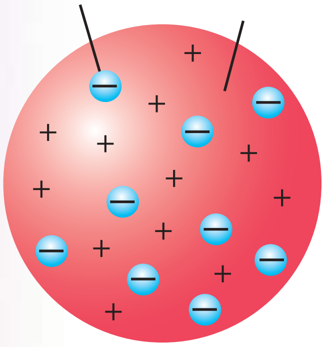
- خاڵە بەهێزو لاوازەکانی سامپڵی ڕەزەرفۆرد بۆ گەردیلە دیاری دەکات.
- دەگاتە ئەوەی کە هەر توخمێك شەبەنگی دەرچو و هەڵمژراوی تایبەتی خۆی هەیە.
- شەبەنگە گەردیلەییەکان ڕوونەدەکاتەوە بەبەکارهێنانی سامپڵی بۆر بۆ گەردیلە.
- هێڵکاری ئاستەکانی وزە لێکدەداتەوە.

سامپڵە سەرەتاییەکانی گەردیلە

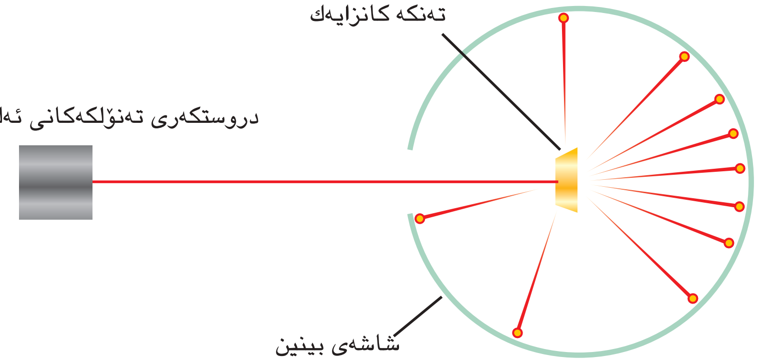
سامپڵی نیوتن بۆ گەردیلە بریتی بوو لە گۆیەکی زۆر بچووکی ڕەقی پتەو کە ناشکێت، ئەم سامپڵە بنچینەیەکی باش بوو بۆ جووڵە بیردۆزی گازەکان، بەڵام دوای ئەوەی تاقیکردنەوەکان سروشتی کارەبایی گەردیلەکانیان دەرخست، پێویست بوو سامپڵێکی نوێ بۆ گەردیلە دابڕێژرێت، دۆزینەوەی ئەلیکترۆن ساڵی 1897، زانای فیزیای جەی جەی تۆمسۆنی J.J Thomson (1856-1940) هاندا کە پێشنیاری سامپڵە نوێیەکەی بکات، لە سامپڵی تۆمسۆندا ئەلیکترۆنەکان لەناو قەبارەیەکی گۆییدا لە بارگەی پۆزەتیف نقومبوون هەر وەك تۆو لە شوتیدا، وەك لە **وێنەی 8-7** دا دیارە.

سامپڵی ڕەزەرفۆرد بۆ گەردیلە

ساڵی 1911، لەژێر سەرپەرشتی ئەرنست ڕەزەرفۆرد (1871-1937)دا، هانز گایگەر Hans Geiger و ئەرنست مارسدن Ernest marsden تاقیکردنەوەیەکی گرنگیان ئەنجامدا، بۆ دەرخستنی ناڕاستی سامپڵی تۆمسۆن، لەم تاقیکردنەوەیەدا، گورزەیەك بارگەی پۆزەتیف (تەنۆلکەکانی ئەلفا) کە پێکدێت لە دوو پرۆتۆن و دوو نیوترۆن هاوێژرا بۆ سەر تەنکە کانزایەك، وەك لە **وێنەی 8-8** دا دیارە، تاقیکردنەوەکە دەریخست کە زۆربەی تەنۆلکەکانی ئەلفا بەناو تەنکە کانزاکەدا تێپەڕ بوون. وەك ئەوەی بۆشاییەکی بەتاڵ بێت، هەندێك لە تەنۆلکەکان بەگۆشەیەکی زۆر گەورە لە ڕێڕەوی بنەڕەتی خۆیان لایاندا وە هەندێکیان بەرەو دواوە هەڵگەڕانەوە، ئەم لادانانە لەسەر بنچینەی سامپڵی تۆمسۆن بەتەواوی چاوەڕوان نەکراو بوون، ڕەزەرفۆرد نووسی: «ئەمە کارێکی باوەڕپێنەکراوە، لە گرنگترین ئەو ڕووداوانەیە کە لە ژیانمدا ڕوویداوە، ئەوە بەڕاستی ڕووداوێکی نامۆیە وەك ئەوەوایە کە تۆ گوللەیەکت گرتبێتە پارچە کاغەزێکی تەنك و ببینی گوللەکە بۆ تۆ دەگەڕێتەوە. لادانی گەورەی وەك ئەوە لەسەر بنچینەی سامپڵی تۆمسۆن ڕوونادات، کە تیایدا بارگەی پۆزەتیف بەیەکسانی لە هەموو شوێنێکی گەردیلەدا دابەش بووە، هەروەها تەنۆلکەکانی ئەلفای پۆزەتیف کە بەرەو گەردیلە ئاڕاستە کراون لەوانەیە نەتوانن زۆر لە بارگە دابەشبووەکان نزیك ببنەوە، بەڵکو لە دوورەوە لێی لادەدەن، وە لەوانەیە ئەو دابەشبوونە یەکسانەی بارگەکانی گەردیلە بەشی ئەوەندەکات کە ببێتە هۆی لادانی گەورەی تەنۆلکەکان یان هەڵگەڕانەوەیان.



وێنەی 8-7
لە سامپڵی تۆمسۆن بۆ گەردیلەدا ئەلیکترۆنەکان لەناوچەیەکی گەورەتر لە بارگەی پۆزەتیف نوقوم بوون وەك تۆو لە شوتیدا.



وێنەی 8-8
لەم تاقیکردنەوەیەدا، تەنۆلکەکانی ئەلفای پۆزەتیف دەهاوێژێن بۆ سەر تەنکە کانزایەك، لەبەرئەوەی زۆربەی تەنۆلکەکانی ئەلفا بەناو تەنکە کانزاکەدا تێپەڕ دەبن وە کەمێکیان لادەدەن، ڕەزەرفۆرد بۆی دەرکەوت کە بارگەی پۆزەتیفی گەردیلە لە چەقی گەردیلەدا کۆبۆتەوە.

ch8 2/1/18 10:28 AM Page 16

لە ڕێی تێبینییەکانیەوە ڕەزەرفۆرد بۆی دەرکەوت هەموو بارگە پۆزەتیڤەکانی گەردیلەو زۆربەی بارستاییەکەی دەکەونە ناوچەیەکی بچوکەوە بەبەراورد لەگەڵ قەبارەی گەردیلەدا، ئەم چڕبوونەوەیەی بارگە پۆزەتیڤەکان و بارستاییەکان، ناوی لێنرا ناوکی گەردیلە. وادادەنرێت کە هەموو ئەلیکترۆنەکانی گەردیلە بکەونە دەرەوەی ناوك، لەناو قەبارەیەکی تا ڕادەیەك گەورەدا، بەپێی بیردۆزی ڕەزەرفۆرد، زۆربەی تەنۆلکەکانی ئەلفا بەتەواوی بەر ناوکی گەردیلەکانی کانزاکە نەکەوتوون و بەناو تەنکە کانزاکەدا تێپەڕبوون لەکاتێکدا تەنها کەمێکیان ئەوەندە لەناوکەکان نزیکبوونەوە کە لابدەن.

سامپڵی ڕەزەرفۆرد

وێنەی 8-9
لە سامپڵی ڕەزەرفۆردا ئەلیکترۆنەکان بە دەوری ناوکدا دەسوڕێنەوە بەشێوازێك کە لە سووڕانەوەی هەسارەکان دەچن بەدەوری خۆردا.

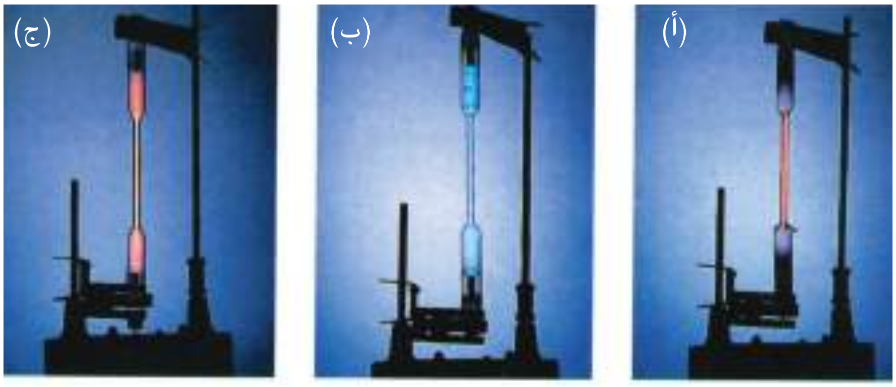
سامپڵی ڕەزەرفۆرد و گەردیلە ناجێگیرەکان

ڕەزەرفۆرد بۆ ئەوەی کێشنەبوونی ئەو ئەلیکترۆنانەی دەکەونە ناوچەی دەرەکی گەردیلە بۆ ناوك لێکبداتەوە، وای دانا کە ئەلیکترۆنەکان لە چەند خولگەیەکدا بە دەوری ناوکدا دەجوڵێن، بەتەواوی وەك جووڵەی هەسارەکان لە خولگەکانیاندا بە دەوری خۆردا، وەك لە **وێنەی 8-9** دا دەردەکەوێت.

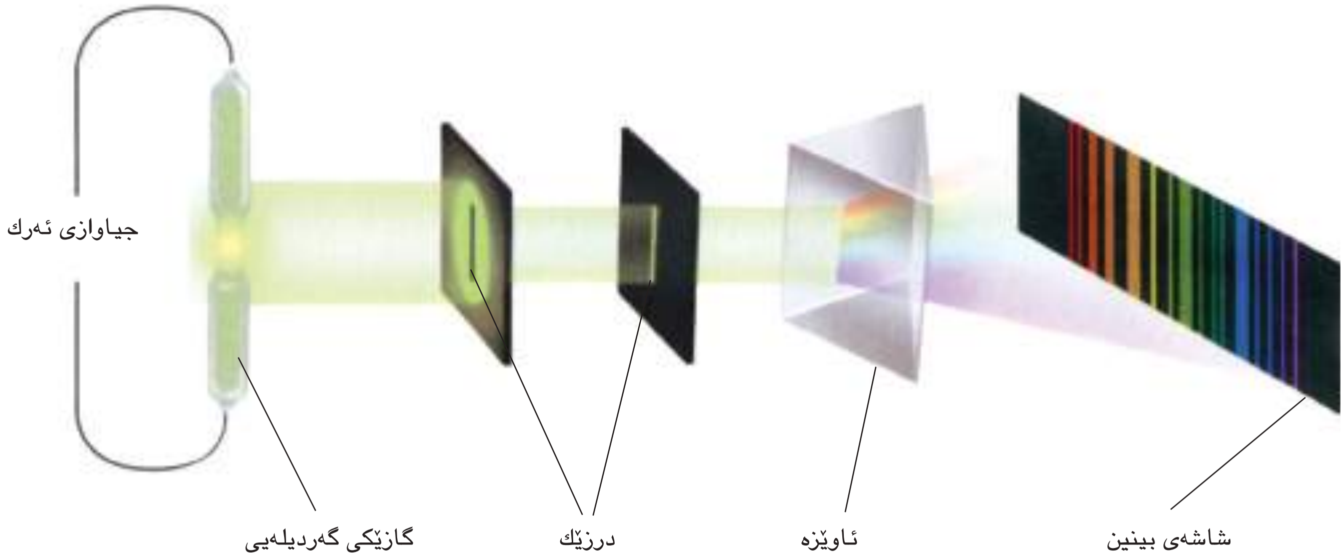
بەڵام ئەم بۆچوونە گرفتێکی ترسناکی خستەڕوو، ئەگەر ئەلیکترۆنەکان بەدەوری ناوکدا بسوورێنەوە چەقە تاودانێکیان دەبێت، بەپێی (بیردۆزی کارۆموگناتیسی ماکسوێل) بارگە تاودراوەکان پێویستە شەپۆلی کارۆموگناتیسی بنێرن بەمەش وزە ون دەکەن. کەواتە نیوەتیرەی خولگەی گەردیلە بە ڕێکی کەمدەکات، کە دەبێتە هۆی زیادبوونێکی ڕێکی لەرەلەری تیشکی دەرچوو، وە داڕووخانی خێرای گەردیلەکە کاتێك ئەلیکترۆنەکان دەکەونە ناو ناووك، لە ڕاستیدا هەژمارکردنەکان دەریانخستووە کە بەپێی ئەم سامپڵە گەردیلە بە نزیکی لە ماوەی یەك بەش لە بلیۆنێك بەشی چرکەدا دەڕوخێت ئەم گرفتە لە سامپڵی ڕەزەرفۆردا هانی زاناکانی دا بۆ بەردەوام بوون لەسەر گەڕان بەدوای سامپڵێکی نوێی گەردیلەدا.

شەبەنگە گەردیلەییەکان Atomic Spectra

سامپڵی ڕەزەرفۆرد وەڵامی زۆر لە پرسیارەکانی دایەوە، زاناکان بە هیوابوون کە بگەنە سامپڵێکی نوێی گەردیلە کە ڕاستییەکی دیکەی شاراوە دەربارەی گازەکان لێکبداتەوە. کاتێك بۆرییەکی شووشەی بەتاڵ پڕ بکرێت لە گازێکی گەردیلەیی پوخت، وە جیاوازی ئەرکێکی بەرز بخرێتە نێوان دوو جەمسەرە کانزاییەکەی بۆرییەکە، تەزوییەك لە گازەکەدا پەیدا دەبێت، وە بۆرییەکەش ڕووناکییەکی لێوە دەردەچێت وەك لە **وێنەی 8-10** دا دەردەکەوێت. ڕەنگی ڕووناکییەکەش بە سیفەتێکی گازی ناو بۆرییەکە دادەنرێت، بەم شێوەیە لەوحی نیۆنی ڕیکلامەکان کاردەکەن، ئەو ڕەنگە جیاجیایانەی کە لە لەوحەکانی نیۆندا دیاردەکەون بریتیین لەو ڕوناکییانەی کە گازە جیاوازەکانی ناو بۆرییەکان دەریان دەکەن.



وێنەی 8-10
کاتێك جیاوازی ئەرکێك دەخرێتە نێوان هەردوو سەری بۆڕییەك کە گازێکی گەردیلەیی تێدایە، هایدرۆجین (أ) وە جیوە (ب) وە نایترۆجین (ج) گازەکە تیشك دەدات، ڕەنگی تیشکدانەکە بەندە لەسەر جۆری گازەکە.



وێنەی 8-11

کە ڕوناکی لەگازێکی گەردیلەییەوە دەردەچێت و بەناو ئاوێزەیەکدا تێپەڕ دەبێت، ڕووناکیە پەرەوازە بووەکە وەك زنجیرەیەك هێڵی شەبەنگی لەیەك جیای گەش دەردەکەوێت.

شەبەنگی دەرچوو و شەبەنگی هەڵمژراوی هەر گازێك لە گازێکی تر جیاوازە

کاتێك ڕوناکی دەرچوو لە گازێکی گەردیلەییەوە بەناو ئاوێزەیەکدا تێپەڕ دەبێت، وەك لە وێنەی 8-11 زنجیرەیەك هێڵی گەشی لەیەك جیا دەبینیت، لە بەرامبەر هەر هێڵێك درێژی شەپۆلێکی یان ڕەنگێکی یان ڕووناکییەکی جیاواز هەیە ئەم زنجیرە هێڵە بە شەبەنگی دەرچوو emission spectrum دەناسرێت.

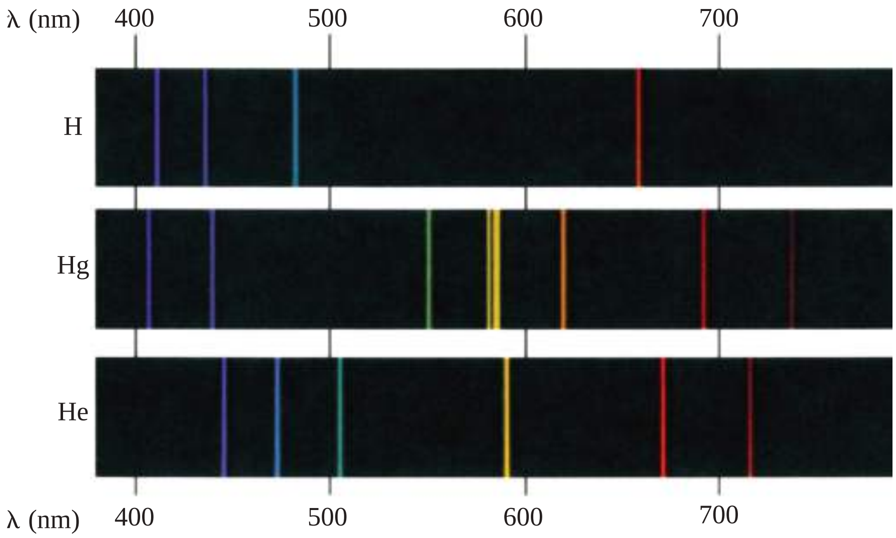
وێنەی 8-12 دەریدەخات کە هەر یەك لە هایدرۆجین و جیوە و هیلیۆم شەبەنگی دەرچووی تایبەتیان هەیە، وە شیکردنەوەی زیاتری ماددەکانی تر دەریدەخات کە هەر توخمێك شەبەنگی دەرچووی دیاریکراوی تایبەتی بەخۆی هەیە. بەواتایەکی تر ئەو درێژی شەپۆلانەی لە شەبەنگێکی دیاریکراودا هەن سیفەتی ئەو توخمەیە کە ڕووناکییەکە تیشك دەدات، بەپێی ئەوەی کە ناکرێت دوو توخم هەمان شەبەنگی هێڵی تیشك بدەن کەواتە دەتوانرێت (زانستی شەبەنگ) بەکاربهێنرێت بۆ ناسینەوەی توخمەکان لە تێکەڵەیەکدا (دارشتیەکدا).

ئایا دەزانیت؟

کاتی دەستپێکردنی لێکۆڵینەوەی شەبەنگی خۆر هەندێك هێڵ دۆزرانەوە کە لەگەڵ هیچ توخمێکی ناسراودا نەدەگونجا، ئەمەش وایکرد توخمێکی نوێ دەربکەوێت، وە بەپێی ئەوەی هیلۆس لە یۆنانیدا هاو واتای وشەی خۆرە، توخمە نوێیەکە ناونرا هیلیۆم.

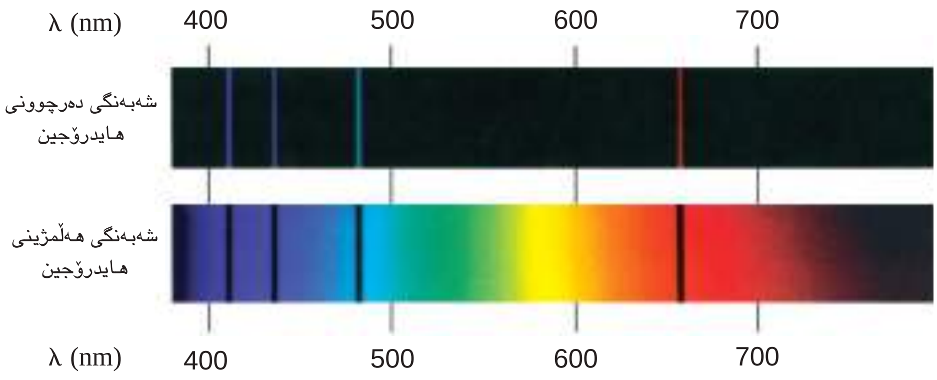
شەبەنگی دەرچوون

چەند هێڵێکی ڕەنگاوڕەنگە، ئاماژە بۆ درێژی شەپۆلەکانی وزەی تیشکی دراو و دەرچوو لە مادەوە دەکات.



وێنەی 8-12

هەر گازێك لە هایدرۆجین و جیوەو هیلیۆم، شەبەنگی دەرچوونی تایبەتی خۆیان هەیە.



وێنەی 8-13
هێڵە ڕەشە هەڵمژراوەکانی هایدرۆجین هەمان درێژی شەپۆلی هێڵە گەشە دەرچووەکانیان دەبێت.

شەبەنگی هەڵمژراو

چەند هێڵێکی ڕەشن ئاماژە بۆ درێژی شەپۆلەکانی ئەو وزەیە دەکەن کەوا مادەکە دەیمژێت.

سەرەڕای دەرچوونی ڕووناکی بەچەند درێژە شەپۆلێکی دیاریکراو، توخم بەساردی دەتوانێت ڕووناکی چەند درێژە شەپۆلێکی دیاریکراو هەڵبمژێت، ئەو هێڵە شەبەنگانەی کە لەگەڵ ئەم کردارەدا پەیدا دەبن پێیان دەگوترێت شەبەنگی هەڵمژراو.

دەتوانین شەبەنگی هەڵمژراوی توخمێك ببینین بە تێپەڕکردنی ڕووناکییەك کە هەموو درێژییە شەپۆلەکانی تێدا بێت بەناو هەڵمی ساردی ئەو توخمەی کە دەمانەوێت شی بکەینەوە، شەبەنگی هەڵمژراو لە زنجیرەیەك هێڵی ڕەش پێکدێت، کە لەسەر شەبەنگی لێکنەپچڕاو دانراون، هەر هێڵێك لە شەبەنگی هەڵمژراوی توخمێکی دیاریکراودا دەکەوێتە هەمان ناوچەی هێڵەکە، لە شەبەنگی دەرچووی ئەو توخمەدا وەك لە **وێنەی 8-13** دا بۆ هایدرۆجین دەردەکەوێت، لە ڕاستیدا هەمیشە هێڵە بریقەدارە دەرچووەکان زیاتر لە هێڵە هەڵمژراوەکان دەردەکەون. هۆی ئەمەش لە داهاتوودا باس دەکرێت.

شەبەنگی هەڵمژراو چەند جێبەجێکردنێکی کرداری هەیە، بۆ نموونە شەبەنگی لێکنەپچڕاوی تیشکی دەرچوو لە خۆرەوە کاتێك بەناو ئەو گازانەی بەرگە گازییەکەی خۆردا تێپەڕ دەبن کە ساردترن وە دوای ئەوە بەناو بەرگە هەوای زەویدا تێپەڕ دەبن لە ئەنجامدا چەند هێڵێکی هەڵمژراو لە شەبەنگی خۆردا پەیدا دەبێت کە بەهۆی توخمە ساردەکانی بەرگە گازییەکەی خۆرو بەرگە هەوای زەویەوە هەڵدەمژرێن، بەهۆی هێڵەکانی هەڵمژراوی شەبەنگی خۆرەوە دەتوانرێت توخمەکانی ناو بەرگە گازی خۆر بناسرێنەوە. هەروەها زاناکان توانیان ئەو ڕووناکییەی کە لە ئەستێرەکانەوە دێن جگە لە خۆر بە هەمان ڕێگا بپشکنن. زاناکانی بۆشایی ئاسمان لە ڕێگەی تێبینی وردو شیکردنەوەوە، توانیان ڕێژەی ئەو توخمە جیاجیایانە دیاری بکەن کە لە ئەستێرەکاندا هەیە.

بەگەڕانەوە بۆ مێژوو دروستبوونی شەبەنگە گەردیلەییەکان وێستگەیەکی گرنگ پێکدەهێنێت بۆ ئەوەی زاناکان هەوڵی دۆزینەوەی سامپڵێکی نوێ بۆ گەردیلە بدەن وەهۆی پەیدابوونی ئەم شەبەنگانە بۆ ماوەیەکی دوورو درێژ پاش دۆزینەوەیان بە نادیاری مایەوە، سامپڵی ڕەزەرفۆردی هەسارەیی نەیتوانی ئەو ڕاستییە لێکبداتەوە کە: هەر توخمێك زنجیرەیەکی تایبەت و جیاوازی هێڵەکانی شەبەنگی هەیە، سەرەڕای ئەوە زاناکان بەهیوای سامپڵێکی نوێی گەردیلە بوون کە ئەم دیاردەیە لێکبداتەوە.

چالاکییەکی کرداری خێرا

شەبەنگە گەردیلەییەکان

کەرەستەکان

- ✓ درزەکی لادان یا (ئاوێزە)
- ✓ چەند سەرچاوەیەکی ڕووناکی جیاواز وەك گڵۆپی ڕووناکی فلورسنت.
- گڵۆپی ڕووناکی پێچاوپێچ.
- گڵۆپی ناو حەوزی ئاو.
- گڵۆپی هەڵمی سۆدیۆم.
- گڵۆپی یانەی وەرزشی.
- گڵۆپی نیۆن.

ڕێنمایەکانی سەلامەتی

ئاگات لە جیاوازی ئەرکی بەرزبێت لە نزیك هەندێك لەم سەرچاوە ڕووناکیانەوە

هەندێك جۆری دیاریکراوی سەرچاوەی ڕووناکی شەبەنگێکی لێکنەپچڕاو پەیدا دەکەن، کاتێك لە ڕێگەی درزەکێکی لادانەوە سەیری دەکەین، بەڵام هەندێك جۆری تر چەند هێڵێکی لەیەك جیا پەیدا دەکەن، ئەنجامەکانت بەراورد بکەو هەوڵ بدە بەلایەنی کەمەوە نموونەیەك بۆ شەبەنگی لێکنەپچڕاو بدۆزیتەوە، هەندێك نموونەش لەسەر هێڵی لەیەك جیاجیا.

سامپڵی بۆر بۆ گەردیلەی هایدرۆجین

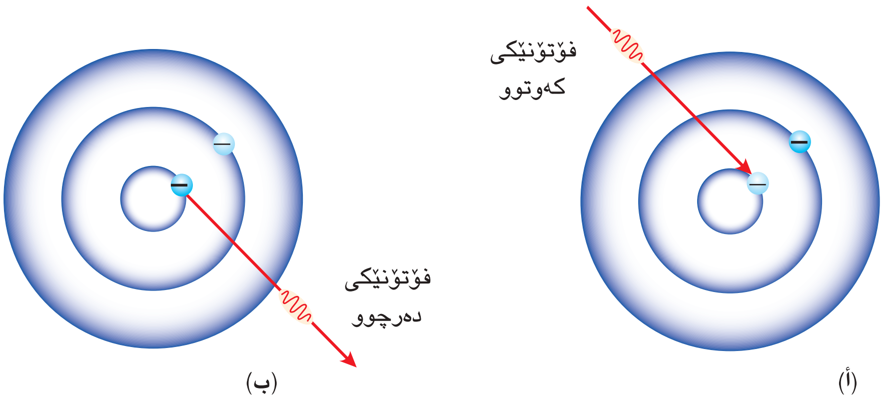
لە ساڵی 1913دا فیزیایی دانیمارکی نیلزبۆر (1885-1962) سامپڵێکی نوێی بۆ گەردیلەی هایدرۆجین دانا، کە شەبەنگە گەردیلەییەکان لێکدەداتەوە. سامپڵی بۆر هەندێك لایەنی کلاسیکی و هەندێك بنەمای تر کە فیزیای کلاسیکی نەیتوانی لێکیبداتەوە دەگرێتە خۆی.

سامپڵی بۆر لە سامپڵی ڕەزەرفۆرد دەچێت لەوەی کە ئەلیکترۆنەکان بە دەوری ناووکدا دەجووڵێن لە چەند خولگەیەکی بازنەییداوە ئەو هێزەی کە ئەلیکترۆن لە خولگەکەیدا دەهێڵێتەوە بریتییە لە هێزی کارەبایی نێوان پرۆتۆنی پۆزەتیف لەناو ناووك و ئەلکترۆنی نێگەتیف، بەڵام لە سامپڵی بۆردا تەنها ڕێ بە چەند خولگەیەکی دیاریکراو دەدرێت، لە نێوان ئەم خولگانەدا هیچ جێگایەك بۆ ئەلیکترۆنەکان نییە بەهیچ شێوەیەك، لەجیاتی ئەوە، دەوترێت ئەلکترۆن بەشێوەیەکی ساتی لە خولگەیەکەوە باز دەدات بۆ خولگەیەکی تر بێ ئەوەی بەهیچ شێوەیەك لە نێوان خولگەکاندا بمێنێتەوە.

سامپڵی بۆر زیاتر لە فیزیایی کلاسیکی لادەدات، بەوەی کەوا دادەنێت گەردیلەی هایدرۆجین وزە تیشك نادات ئەگەر ئەلیکترۆن لەهەر یەکێك لەم خولگانەدا بسووڕێتەوە. ئەمەش ئەوە دەگەیەنێت کە وزەی گشتی گەردیلە بە نەگۆڕی دەمێنێتەوە، وە ئەمە چارەسەری یەکێك لە گرفتەکانی سامپڵی ڕەزەرفۆردە (ناجێگیری گەردیلە) بۆر پێیوایە کە ئەلیکترۆن لەجیاتی ئەوەی وزە بەشێوەیەکی لێکنەپچڕاو تیشك بدات تەنها کاتێك وزەی لێوە دەردەچێت کە لە خولگەیەکی دەرەکییەوە باز بدات بۆ خولگەیەکی ناوەکی، وە لەرەلەری تیشکی دەرچوو لەم بازدانەدا پەیوەستە بەگۆڕانی وزەی گەردیلەکەوە، بەپێی ئەوەی کە وزەی فۆتۆنی دەرچوو (E) یەکسانە بە بڕی ئەو کەمبوونەی کە لە وزەی گەردیلەکەدا ڕوودەدات، بەهۆی هاوکێشەی پلانکەوە دەتوانین لەرەلەری تیشکی دەرچوو بەم شێوەی خوارەوە هەژمار بکەین:

$$E = E_{\text{سەرەتایی}} - E_{\text{کۆتایی}} = hf$$

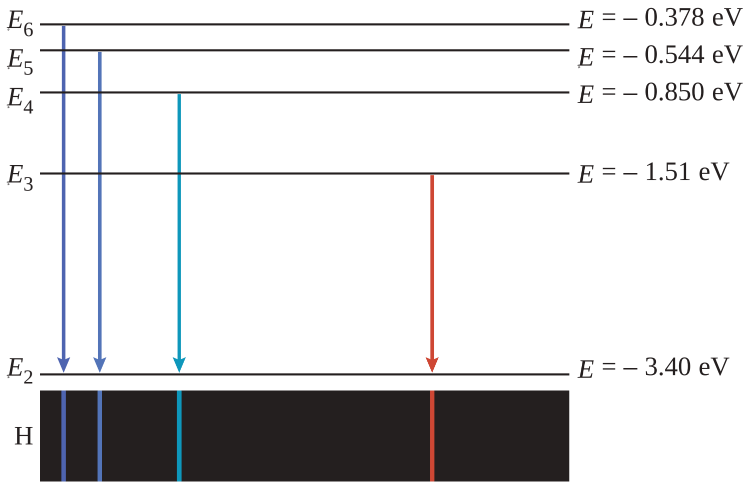
نزمترین ئاستی وزە لە سامپڵی بۆردا، بەرامبەر بچووکترین نیوەتیرەیە کە هەبێت وە هەمیشە پێی دەوترێت نزمترین بار (باری جێگیری)، وە نیوەتیرەی ئەم خولگەیە پێی دەوترێت نیوەتیرەی بۆر، زۆربەی ئەلیکترۆنەکان لە پلەی گەرمی ئاساییدا لەباری جێگیریدا دەبن، بەجۆرێك ئەلیکترۆنەکان تا ڕادەیەك لە ناوك نزیك دەبن، کاتێك ڕووناکییەك کە شەبەنگێکی لێکنەپچڕاوی هەبێت تیشك بخاتە سەر گەردیلەیەك، گەردیلەکە بۆی هەیە تەنها ئەو فۆتۆنانە هەڵبمژێت کە وزەکانیان دەکاتە hf ، کە بەتەواوی دەکاتە جیاوازی نێوان دوو ئاست، کاتێك ئەمە ڕوودەدات ئەلیکترۆن لە ئاستی وزەی نزمەوە باز دەدات بۆ ئاستێکی وزە بەرزتر کە دەکەوێتە بەرامبەر خولگەیەکی دوورتر لە ناووك، وەك لە **وێنەی 14-8** (أ) دەردەکەوێت ئەم بارە پێی دەوترێت باری ورووژاو، فۆتۆنە مژراوەکان هێڵە تاریکەکانی شەبەنگی هەڵمژراو لێکدەدەنەوە.



وێنەی 14-8

(أ) کاتێك گەردیلە فۆتۆنێك هەڵدەمژێت، ئەلیکترۆن بۆ ئاستێکی وزەی بەرزتر بازدەدات. (ب) کاتێك ئەلیکترۆن بۆ ئاستێکی وزەی نزمتر دێتە خوارەوە، گەردیلە فۆتۆنێك دەردەکات.

ch8 2/1/18 10:28 AM Page 20



وێنەی 15-8
هەر بازدانێك لە ئاستێکی وزەوە بۆ ئاستێکی تر، هێڵێکی شەبەنگی دیاریکراوی دەکەوێتە بەرامبەر، ئەم نموونەیە ئەو گواستنەوانە ڕووندەکاتەوە کە لە هێڵەکانی شەبەنگی بینراوی هایدرۆجیندا ڕوودەدات نزمترین ئاستی وزە E_1 لە وێنەکەدا دەرناکەوێت.

کاتێك ئەلیکترۆن لە بارێکی وروژاندا بێت، ئەگەرێکی دیاریکراو هەیە کە ئەلیکترۆن بازبدات و بگەڕێتەوە نزمترین ئاستی وزەو فۆتۆنێك دەربکات، وەك لە **وێنەی 14-8** (ب) دەردەکەوێت، ئەم ڕێگەیە پێی دەگوترێت لەخۆوە دەرچوون، وە فۆتۆنە دەرچووەکان بەرپرسن لە هێڵە گەشەکانی شەبەنگی دەرچوو.

لە هەردوو باردا، پەیوەندییەك هەیە لە نێوان بڕی بازدانی ئەلیکترۆن و وزەی فۆتۆنەکاندا، بۆ نموونە: ئەلیکترۆن دەتوانێت لە ئاستی چوارەمی وزەوە باز بدات بۆ ئاستی سێیەم یان ئاستی دووەم، یان ئاستی جێگیربوون، بەپێی ئەوەی کە هاوکێشەی پلانك وزەی نێوان دوو ئاستمان دەداتێ ئەوا بازدانێکی گەورە واتە دەرچوونی بڕێکی گەورەتری وزە دەگەیەنێت، کەواتە بازدانەکان لە نێوان ئاستە جیاجیاکاندا هێڵەکانی شەبەنگی جیاجیاو بینراوی لێ پەیدا دەبێت.

وێنەی 15-8 هەر چوار هێڵەکەی شەبەنگی بینراوی هایدرۆجین دەردەخات هەژمارکردنی بۆر لە لێکدانەوەی درێژی شەپۆلەکانی هەموو هێڵەکانی شەبەنگی هایدرۆجین سەرکەوتوو بوو، لە پێشدا ئاماژەمان بۆ ئەوە کرد کە هێڵە هەڵمژراوەکان لە هێڵە دەرچووەکان کەمتر دەبینرێن هۆی ئەوەش ئەوەیە کە شەبەنگە هەڵمژراوەکان هەمیشە لەو کاتەدا تێبینی دەکرێت کە گازەکە لە پلەی گەرمی ژووردا بێت، کەواتە زۆربەی ئەلیکترۆنەکان لە باری جێگیریدا دەبن، لەبەرئەوە هەموو ئەو گواستنەوانەی

فیزیا و ژیان

1. گڵۆپی نیۆن کاتێك جیاوازی ئەرکێك دەخرێتە سەر هەردوو جەمسەری بۆرییەك کە گازی نیۆنی تێدابێت، وەك گڵۆپی نیۆن یان لەوحی ڕیکلامەکان، نیۆنەکە دەدرەوشێتەوە، ئایا ڕووناکی دەرچوو لە لەوحەکەوە لە شەبەنگێکی لێکپچڕاو پێکدێت یان تەنها لە چەند هێڵێك؟ وەڵامەکەت لێکبدەرەوە.

2. ئاستەکانی وزە ئەگەر گەردیلەیەکی دیاریکراو چوار ئاستە وزەی هەبێت، وە لە توانای ئەلیکترۆنێکدا بێت کە لە نێوان هەردوو ئاستە وزەیەك لە گەردیلەکەدا بازبدات، ژمارەی ئەو هێڵە شەبەنگە جیاوازانەی کە لەوانەیە دەربچن چەندە؟

3. ناسینەوەی گازەکان نیۆن تاکە جۆری گاز نییە کە لە لەوحەکانی نیۆندا بەکاردەهێنرێت دەزانیت زۆر لە گازەکان کاریگەری هاوشێوەیان هەیە کاتێك جیاوازی ئەرکێکیان دەخرێتە سەر، لەوانەیە ئەو ڕەنگانەی تێبینی دەکرێن لە هەندێ کاتدا جیاواز بن، بەڵام گازێکی دیاریکراو هەمیشە بە هەمان ڕەنگ دەدرەوشێتەوە، چۆن دەتوانیت دوو گازی لەم جۆرە لە یەك جیابکەیتەوە؟

ch8 2/1/18 10:28 AM Page 19

کە ڕوودەدەن لە ئاستی دیاریکراوی (E_1) بۆ ئاستە بەرزترەکان دەبێت، لەلاکەی ترەوە شەبەنگی دەرچوو دەبینرێن، کاتێك پلەی گەرمی گازێك بۆ پلەیەکی بەرزتر بەرزبکرێتەوە، وە چاودێری دابەزینی ئەلیکترۆن بکەین لەهەر ئاستێکەوە بۆ ئاستێکی نزمتر. لەمبارەدا هەموو گواستنەوەکان لەوانەیە ڕووبدەن، بەمەش ژمارەیەکی زیاتر هێڵی شەبەنگی دەردەکەوێت.

بیرۆکەی بۆر، دەربارەی بازدانی بەبڕ لە نێوان ئاستەکانی وزەدا، لێکدانەوەیەکی بۆ دیاردەی ئاسۆی باکووری (تیشکەکانی جەمسەری باکوور) پێشکەش کرد، تەنۆلکەی بارگاوییەکانی خۆر هەندێك جار لەناو بواری موگناتیسی زەویدا قەتیس دەکرێن، لە دەوری جەمسەری باکورو باشوری موگناتیسیدا دەنیشن، ئەو ڕووناکییانەی لە هێڵەکانی پانی باشووردا دەبینرێن پێیان دەڵێن ئاسۆی باشوری (تیشکەکانی جەمسەری باشوور) کاتێك ئەم تەنۆلکە بارگاویانەی خۆر دەنیشن، بەر ئەلیکترۆنەکانی گەردیلەکان دەکەون لە بواری هەوای زەویدا، وزە بۆ ئەو ئەلیکترۆنانە دەگوازنەوەو وایان لێدەکەن کە بۆ ئاستێکی وزەی بەرزتر باز بدەن، وە کاتێك ئەلیکترۆنەکان دەگەڕێنەوە بۆ خولگە بنەڕەتییەکانیان، وزە زیادەکەیان بەشێوەی فۆتۆنێك دەهاون (فرێ دەدەن)، ڕووناکییە جەمسەرییەکانی باکور لە ئەنجامی چەند بلیۆنێك لەم بەبڕ بازدانانە پەیدا دەبێت، کە لە هەمانکاتدا ڕوودەدەن.

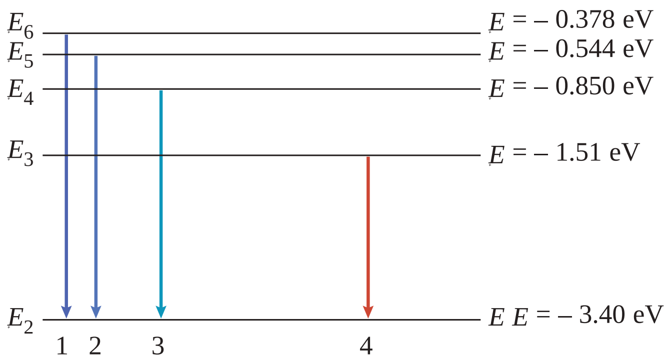
ڕەنگەکانی ئاسۆی باکووری بەپێی جۆری گازەکان لە هەوادا یەکدەگرن، تەنۆلکە بارگاوییەکانی خۆر زۆربەیان ئەو تەنۆلکانەن کە لە بواری موگناتیسی زەوییەوە بۆ ناو بەشێکی هەوا کە گازی ئۆکسجینی تێدایە هاوێژراون، ئۆکسجین ڕووناکی سەوزی لێوە دەردەچێت، لەبەرئەوە ڕووناکی سەوز ڕووناکی زاڵە بەسەر ئاسۆی باکوریدا، بەڵام ڕەنگە سوورەکان لە ئەنجامی بەریەککەوتنەوەیە لەگەڵ گەردەکانی نایترۆجیندا بەپێی ئەوەی کە هەر گازێك ڕەنگێکی تایبەت دەردەکات، ڕووناکییەکانی جەمسەری باکور تەنها هەندێك ڕەنگی دیاریکراو و جیابووەوە لە یەکتری تێدایەو شەبەنگێکی لێکنەپچڕاو نییە.

نموونە 8 (ج)

لێکدانەوەی هێڵکارییەکانی ئاستە وزە

پرسیارەکە

ئەلیکترۆنێکی گەردیلەی هایدرۆجین لە ئاستی وزەی E_4 بۆ ئاستی وزەی E_2 دێتە خوارەوە. لەرەلەری فۆتۆنی دەرچوو چەندە؟ وە کام هێڵ لە شەبەنگی دەرچوو لەگەڵ ئەم بارەدا ڕێکدەکەوێت؟



شیکار

.1 **وزەی فۆتۆنەکە دەدۆزمەوە**

وزەی فۆتۆنەکە یەکسانە بە گۆڕان لە وزەی ئەلیکترۆنەکەدا، E_4 بریتییە لە ئاستی وزەی سەرەتایی ئەلیکترۆنەکە، وە E_2 ئاستی وزەی کۆتایی، بە بەکارهێنانی نرخەکانی هێڵکاری پرسیارەکە ئەم ئەنجامەم دەست دەکەوێت:

$$E = E_{\text{سەرەتایی}} - E_{\text{کۆتایی}}$$

.2

$$E = (-0.850\ \text{eV}) - (-3,40\ \text{eV}) = 2.55\ \text{eV}$$

> **تێبینی** تێبینی بکە کە وزەی ئاستەکانی وزە نێگەتیڤە، هۆی ئەوە پێناسەی وزەی ئەلیکترۆنی گەردیلەیە بەپێی بڕی ئەو ئیشەی پێویستە بۆ جیاکردنەوەی ئەلیکترۆنێك لە گەردیلەدا، لە هەندێك هێڵکاری ئاستە وزەدا، نرخی سفر بە وزەی E_1 دەدرێت، وە ئاستە وزە بەرزەکان پۆزەتیڤن بەگشتی جیاوازی نێوان ئاستێکی وزەی بەرزو ئاستێکی نزمتر هەمیشە پۆزەتیڤ دەبێت، ئاماژە بۆ ئەوە دەکات کە ئەلیکترۆنەکان وزە ون دەکەن کاتێك بۆ ئاستێکی نزمتر دێنە خوارەوە.

هاوکێشەی پلانك بەکاردێنم بۆ دۆزینەوەی لەرەلەر:

$$E = hf$$

$$f = \frac{E}{h} = \frac{(2.55\ \text{eV})(1.60 \times 10^{-19}\ \text{J/eV})}{6.63 \times 10^{-34}\ \text{J·s}}$$

$$\boxed{f = 6.15 \times 10^{14}\ \text{Hz}}$$

> **تێبینی** تێبینی گۆڕین لە eV وە بۆ J بۆ ئەوەیە یەکەکان بەشێوەیەکی دروست کورت بینەوە.

.3 **ئەو هێڵە دەدۆزمەوە کە لەگەڵ شەبەنگە دەرچووەکەدا دەگونجێت**

ئەگەر سەیری هێڵکارییەکە بکەین دەردەکەوێت کە بازدانی ئەلیکترۆن لە E_4 بۆ E_2 لەگەڵ هێڵی 3 شەبەنگە دەرچووەکەدا دەگونجێت. (سود لە خشتەی ناوچەکانی شەبەنگی شەپۆلە کارۆموگناتیسییەکان وەربگرە، لە بەشی پاشکۆکان «د»).

.4 **وەڵامەکەم هەڵدەسەنگێنم**

هێڵی 3 دەکەوێتە بەشی بینراوەوە لە شەبەنگی کارۆ موگناتیسیدا، وە دەردەکەوێت کە شینەو لەرەلەرەکەی $f = 6.15 \times 10^{14}$ Hz دەکەوێتە ناوچەی شەبەنگی بینراو بە ئاراستەی لای وەنەوشەییەوە، کەواتە گونجاوە کە ئەم لەرەلەرە شین بێت.

ch8 2/1/18 10:28 AM Page 21

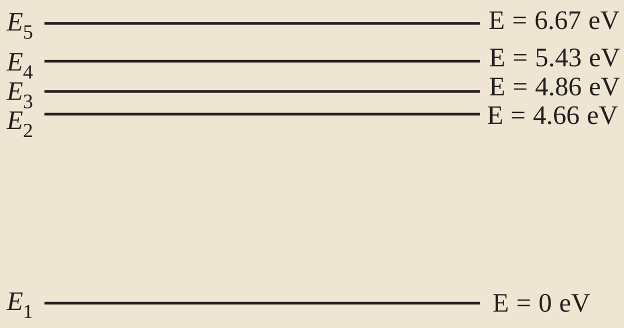
ڕاهێنانی 8 (ج)

لێکدانەوەی هێڵکاریەکانی ئاستی وزە

1. ئەلیکترۆنێك لە گەردیلەی هایدرۆجیندا لە ئاستی وزەی E_3 بۆ E_2 دەکەوێتە خوارەوە، لەرەلەری فۆتۆنی دەرچوو چەندە؟ کام لە هێڵەکانی شەبەنگی دەرچووی **نموونەی 7** (ج) لەگەڵ ئەم بارەدا دەگونجێت؟

2. ئەلیکترۆنێك لە گەردیلەی هایدرۆجیندا لە ئاستی وزەی E_6 بۆ E_3 دەکەوێتە خوارەوە. لەرەلەری فۆتۆنی دەرچوو چەندە؟ ئەم فۆتۆنە دەکەوێتە کام ناوچە لە شەبەنگی کارۆموگناتیسیدا؟ (سەیری **پاشکۆی** «د» خشتەی بەسوود بکە ناوچەکانی شەبەنگی شەپۆلە کارۆموگناتیسییەکان).

3. هێڵکاری ئاستەکانی وزە لە **وێنەی 8-16** دا، هەر پێنج ئاستی وزەی یەکەمی هەڵمی جیوە دەردەخات، ئاستی E_1 نرخی سفری دەداتێ، لەرەلەری فۆتۆنی دەرچوو چەندە کاتێك ئەلیکترۆنێکی گەردیلەی جیوە لە ئاستی E_3 بۆ E_2 دەکەوێتە خوارەوە؟



وێنەی 8-16

4. ئەگەری ژمارەی هێڵە جیاجیاکانی شەبەنگی دەرچوو چەند دەبێت، ئەگەر هەڵمی جیوە بەهۆی چەند فۆتۆنێکەوە بوروژێنرێت کە 6.67 eV وزەیان هەڵگرتووە؟ (تێبینی: ئەلیکترۆن دەتوانێت بگوازرێتەوە، بۆ نموونە، لە ئاستی E_5 بۆ E_3، ئینجا لە E_3 بۆ E_2، ئینجا لە E_2 بۆ E_1).

5. لە شەبەنگی دەرچووی گەردیلەی هایدرۆجیندا یەك هێڵی دەرچوو هەیە لەرەلەرەکەی 7.29×10^{14} Hz ، ئەو دوو ئاستە بدۆزەرەوە کە دەبێت ئەلیکترۆن لە نێوانیاندا باز بدات بۆ ئەوەی ئەم هێڵە دەربکات، وە هێڵەکە لە هێڵکاری ئاستی وزەدا دیاری بکە لە **نموونەی 8** (ج)دا، (تێبینی: یەکەمجار، وزەی فۆتۆنەکان بدۆزەوە، ئینجا هێڵکاری ئاستی وزە بەکاربێنە).

Bohr's model is in complete سامپڵی بۆر سامپڵێكی ناتەواوە

سامپڵی بۆر، لە هەندێك لایەنیدا سەركەوتنی گەورەی بەدەستهێنا، چونكە توانی زۆر سیفەتی شەبەنگەكانی هایدرۆجین لێكبداتەوە، كە لە پێشتر لێكدانەوەیان بۆ نەكرابوو، سامپڵەكە دەربڕینێكی بۆ تیشكدانی گەردیلە دارشت، وە پێشبینی ئاستەكانی وزەی هایدرۆجینی كرد، هەروەها لەكاتی جێبەجێكردنی ئەم سامپڵە لەسەر ئەو گەردیلانەی لە هایدرۆجین دەچن سەركەوتنی خۆی سەلماند، واتە ئەو گەردیلانەی یەك ئەلیكترۆنیان هەیە، هەر چەندە هەوڵێكی زۆر درا بۆ فراوانكردنی بواری جێبەجێكردنی ئەم سامپڵە بەسەر ئەو گەردیلانەی كە چەند ئەلیكترۆنێكیان هەیە، بەڵام ئەنجامەكان سەركەوتوو نەبوون.

سامپڵی بۆر بۆ گەردیلە چەند پرسیارێكی وروژاند، بۆ نموونە: بۆر وای دانا كە ئەلیكترۆنەكان كاتێك لە خولگەیەكی جێگیردا بن وزە تیشك نادەن، بەڵام سامپڵەكە نەیتوانی پاساو بۆ ئەمە بێنێتەوە، كێشەیەكی دی دەركەوت لەبەرئەوەی سامپڵەكە نەیتوانی ئەوە لێكبداتەوە كە ئەلیكترۆنەكان خولگەی جێگیری هەمیشەییان هەیە، و هیچ خولگەی تریان نییە.

لە كۆتاییدا، سامپڵەكە لە هەندێك لایەنی دیاریكراودا پەیرەوی فیزیایی كلاسیكی كردو، وە لە هەندێك لایەنی تر بە تەواوی لەگەڵی ناكۆك بوو، لەبەر ئەم هۆیانە بەگشتی سامپڵی بۆر وێنەیەكی تەواوی پێكهاتەی گەردیلەی دروست نەكرد، زاناكان تا ئێستاش بەردەوامن لە گەڕان بەدوای سامپڵێكی نوێدا كەئەم كێشانە چارەسەر بكات.

پێداچوونەوەی بەندی 8-2

1. بەبەكارهێنانی سامپڵی تۆمسۆن بۆ گەردیلە، ڕەزەرفۆرد پێشبینی كرد چی ڕوودات كاتێك تەنۆلكەكانی ئەلفای پۆزەتیڤی هاوێشت بۆ سەر تەنكە كانزایەك؟

2. لەبەرچی ڕەزەرفۆرد وایبۆچوو كە بارگەی پۆزەتیڤی گەردیلەو زۆربەی بارستایی گەردیلە لە چەقەكەیدا كۆبووەتەوە؟

3. دوو گرفتەكەی سامپڵی ڕەزەرفۆرد بۆ گەردیلە چی بوون؟

4. چۆن دەتوانرێت شەبەنگی گەردیلەیی گازەكان بەكاربهێنرێت بۆ ناسینەوەی ئەو توخمانەی كە لە ئەستێرە دوورەكاندا هەیە؟

5. سامپڵی بۆر لە هەندێك لایەندا پەیرەوی فیزیای كلاسیكی كرد، بەڵام میكانیكی بڕ پەیرەوی شتێكی جیا لەوەیكرد، چی لەگەڵ میكانیكی بڕدا دەگونجێت؟

6. سامپڵی بۆر چۆن توانی شەبەنگی دەرچوو و هەڵمژراوی توخمێكی دیاریكراو لێكبداتەوە.

7. **بیركردنەوەی ڕەخنەگرانە**: یەكێك لە زاناكانی نەرویج توانی چەند درێژی شەپۆلێكی جیاجیا دیاری بكات، كە بەشێك لە ئاسۆی باكوری پێكدێنن، بۆی دەركەوت كە تەنها چەند درێژی شەپۆلێك هەیە لە ڕووناكییەكاندا، نەك شەبەنگی لێكنەپچڕاو سامپڵی بۆر چۆن ئەو دیاردەیە لێكدەداتەوە؟

پوختەی بەشی 8

بیرۆکە بنچینەییەکان

بەندی 8-1 بەبڕبوونی وزە

- تیشکدانی تەنی ڕەش و دیاردەی کارۆڕووناکی لەگەڵ فیزیای کلاسیکی یەکناگرنەوە، بەڵام دەتوانرێت لێکبدرێنەوە ئەگەر وادابنرێت کە وزە بەشێوەی یەکەی جیاجیا دێت یان وزە بەبڕ کراوە.
- وزەی بڕە ڕووناکی یان فۆتۆن بەتەواوی بەندە لەسەر لەرەلەری ڕووناکیەکە، وزەی فۆتۆن یەکسانە بە لەرەلەر کەڕەتی نەگۆڕی پلانك.
- نەگۆڕی پلانك بە نزیکی یەکسانە بە 6.63×10^{-34} J•s.
- پەیوەندی نێوان eV و J ئەمەیە $1\ \text{eV} = 1.60 \times 10^{-19}\ \text{J}$.
- کەمترین وزە کە ئەلیکترۆن پێویستی پێیەتی بۆ ڕزگاربوونی لە کانزاکە بەندە لەسەر لەرەلەری مۆڵەقەی کانزاکە.
- گەورەترین جووڵە وزەی ئەلیکترۆنە ڕووناکییەکان بەندە لەسەر پابەندە ئیش و لەرەلەری ئەو ڕووناکییەی کە تیشکدراوە بۆ سەر کانزاکە.

بەندی 8-2 سامپڵەکانی گەردیلە

- تاقیکردنەوەی ڕەزەرفۆرد دەریدەخات کە هەموو بارگە پۆزەتیفەکەی گەردیلەو زۆربەی بارستایی گەردیلە لە چەقی گەردیلەدا کۆبوونەتەوە.
- هەر گازێك دوو شەبەنگی تایبەتی خۆی هەیە دەرچوون و هەڵمژین.
- شەبەنگە گەردیلەییەکان بەهۆی سامپڵی بۆر بۆ گەردیلە لێکدراوەتەوە، کەوا ئەلیکترۆنەکان دەگوێزرێنەوە لە ئاستە وزەیەکەوە بۆ ئاستێکی تر، کاتێك فۆتۆنەکان هەڵدەمژن یان فۆتۆنەکان تیشك بدەن.

زاراوە بنچینەییەکان

تیشکدانی تەنی ڕەش
Blackbody radiation (ل224)

شکستی سەرو وەنەوشەیی
Ultraviolet catastrophe (ل225)

دیاردەی کارۆڕووناکی
Photoelectric effect (ل 228)

فۆتۆن photon (ل 229)

پابەندە ئیش
Work function (ل 229)

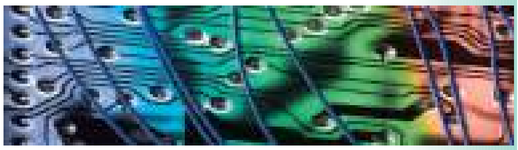
لادانی کۆمپتن
Compton shift (ل 232)

شەبەنگی دەرچوون
Emission spectrum (ل 235)

شەبەنگی هەڵمژین
Absorption spectrum (ل 236)

هێمای گۆڕاوەکان

هێندەکە	هێماکەی	یەکەکەی
وزەی فۆتۆن	E	J
لەرەلەری مۆڵەقە	f_o	Hz
پابەندە ئیش	hf_o	J و eV
گەورەترین جووڵە وزە	KE_m	J و eV



8 پێداچوونەوەی بەشی

پێدابچۆرەوە و هەڵیبسەنگێنە

بەبرپبوونی وزە

پرسیارەکانی پێداچوونەوە

1. لەبەرچی دەستەواژەی شکستی سەرو وەنەوشەیی بەکاردەهێنرێت بۆ وەسفکردنی جیاوازی نێوان بۆچوونەکانی (گریمانەکانی) فیزیای کلاسیکی و داتا تاقیگەییەکانی تیشکدانی تەنی ڕەش.

2. دەستەواژەی (بڕ) چی دەگەیەنێت؟

3. پلانك گریمانی چی کرد بۆ ئەوەی داتا تاقیگەییەکانی تیشکدانی تەنی ڕەش لێکبداتەوە، گریمانەکەی پلانك جیاوازییەکەی چی بوو لەگەڵ فیزیای کلاسیکی؟

4. پەیوەندی نێوان جوول و eV چییە؟

5. تێبینییەکانی دیاردەی کارۆڕووناکی لەچیدا یەك ناگرنەوە لەگەڵ پێشبینییەکانی فیزیایی کلاسیکی.

6. دیاردەی لادانی کۆمپتن چی دەردەخات؟

پرسیار دەربارەی چەمکەکان

7. کام لەم دوو فۆتۆنە وزەیەکی گەورەتری هەیە، فۆتۆنێکی تیشکی سەرو ونەوشەیی یان فۆتۆنێکی ڕووناکی زەرد؟

8. ئەگەر تێبینی دیاردەی کارۆڕووناکی کانزایەکی دیاریکراوت کرد، بەبەکارهێنانی درێژی شەپۆلێکی دیاریکراو، ئایا دەتوانی پێشبینی ئەوە بکەی کە دیاردەکە تێبینی دەکرێت بەبەکارهێنانی کانزایەکی تر لەژێر هەمان بارودۆخدا؟

9. ئەو کاریگەریە چییە کە پێشبینی دەکەیت (ئەگەر هەبێت) بۆ پلەی گەرمی ڕوویەکی کانزایی لەسەر ئاسانی دەرچوونی ئەلیکترۆنەکان لە کانزاکەوە لە دیاردەی کارۆڕووناکیدا؟

10. فۆتۆنێك لایدا لە ئەنجامی بەریەککەوتنی لەگەڵ ئەلیکترۆنێکی جووڵاودا، ئایا دەکرێ لەرلەری فۆتۆنەکە کەمبکات لە ئەنجامی بەریەککەوتن؟ وەڵامەکەت ڕوونبکەرەوە.

پرسیارەکانی ڕاهێنان

11. بڕێك لە تیشکی کارۆ موگناتیسی وزەکەی 2.0 keV لەرلەرەکەی چەندە؟

12. بەیەکەی eV وزەی فۆتۆنێك هەژمار بکە کە درێژی شەپۆلەکەی وەك ئەمانەی خوارەوە بێت:
    أ. مایکرۆوەیڤ $5.00\ cm$
    ب. ڕووناکی بینراو $5.00 \times 10^{-7}\ m$
    ج. تیشکی (X)، $5.00 \times 10^{-8}\ m$

13. ڕووناکییەك لەرلەرەکەی $1.5 \times 10^{15}\ Hz$ تیشکدرایە سەر پارچەیەك توتیا، لە ئەنجامدا ئەلیکترۆنەکانی ڕووناکی لە کانزاکەوە دەردەچن بە گەورەترین جووڵە وزە کە بڕەکەی $1.2\ eV$ لەرلەری مۆڵەقەی کانزاکە چەندە؟

14. لەرلەری مۆڵەقەی زیو یەکسانە بە $1.14 \times 10^{15}\ Hz$ پابەندە ئیشی زیو چەندە؟

سامپڵەکانی گەردیلە

پرسیارەکانی پێداچوونەوە

15. تاقیکردنەوەی تەنکە کانزاکە چی لای ڕەزەرفۆرد دەرخست؟

16. ئەگەر ڕاستی سامپڵی ڕەزەرفۆرد سەلمێنرا، گەردیلەکان دەکەونە بارێکی تەواو ناجێگیرەوە؟ ئەمە لێکبدەرەوە؟

17. چۆن دەتوانین شەبەنگی هەڵمژراوی گازێك بەکاربێنین بۆ ناسینەوەی ئەو گازە؟

18. ئەو مەرجانە چی بوون کە سامپڵی بۆر داینا لەسەر جووڵەی ئەلیکترۆن لەناو گەردیلەدا؟

19. سامپڵی بۆر بۆ گەردیلەی هایدرۆجین لەچیدا لە سامپڵی ڕەزەرفۆرد دەچێت.

20. سامپڵی بۆر چۆن شەبەنگە گەردیلەییەکان لێکدەداتەوە؟

پرسیار دەربارەی چەمکەکان

.21 ڕوونیبکەرەوە بۆچی ئەو درێژی شەپۆلانەی لە شەبەنگی هەڵمژراوی هەر توخمێکدا هەیە لە شەبەنگی دەرچوونیشیدا هەیە.

.22 هەمیشە تێبینی ئەوە دەکرێت کە هێڵەکانی دەرچوون زیاترن لە هێڵە هەڵمژراوەکان لە شەبەنگە گەردیلەییەکانی زۆربەی توخمەکاندا، ئەمە لێکبدەرەوە.

پرسیارەکانی ڕاهێنان

.23 وزەی ئەلیکترۆنەکانی هایدرۆجین لە باری جێگیریدا (E_1) یەکسانە بە $-13.6\ eV$ بەبەکارهێنانی ئەم نرخەو هێڵکاری ئاستەکانی وزە لە نموونەی 8 (ج)دا لەرەلەری فۆتۆنە دەرچووەکان هەژمار بکە کاتێك ئەلیکترۆنەکان دادەبەزن لەم ئاستانەوەبۆ ئاستی جێگیر:

أ. E_2
ب. E_3
ج. E_4
د. E_5

.24 هێڵکاری شەبەنگی دەرچوون بکێشە کە شوێنە ڕێژەییەکانی هێڵەکانی دەرچوون دەربخات کە فۆتۆنەکان پەیدای دەکەن لە پرسیاری 23دا، ئەم هێڵانە دەکەونە چ بەشێکی شەبەنگە کارۆموگناتیسییەکانەوە؟

پێداچوونەوەی گشتی

.25 سەرچاوەیەکی ڕووناکی درێژی شەپۆلەکەی λ یە دەکەوێتە سەر کانزایەك و ئەلیکترۆنە ڕووناکییەکان دەردەکات کە گەورەترین جووڵە وزەیان 1.00 eV، سەرچاوەیەکی ڕووناکی تر (دووەم) درێژی شەپۆلەکەی $\frac{1}{2}\lambda$ یە ئەلیکترۆنە ڕووناکییەکان دەردەکات کە گەورەترین جووڵە وزەیان 4.00 eV پابەندە ئیشی کانزاکە چەندە؟

.26 بارستاییەکی 0.50 kg لە بەرزی 3.0 m دەکەوێتە خوارەوە ئەگەر بتوانرێت هەموو وزەی ئەم بارستاییە بگۆڕێت بۆ ڕووناکی بینراو، کە درێژی شەپۆلەکەی 5.0×10^{-7} m بێت، ئایا ژمارەی فۆتۆنە بەرهەمهاتووەکان چەند دەبێت؟

.27 ڕووناکییەکی سوور ($\lambda = 670.0$ nm) ئەلیکترۆنە ڕووناکییەکان لە کانزایەکی دیاریکراو پەیدادەکات، لەکاتێکدا ڕووناکییەکە سەوز ($\lambda = 520.0$ nm) ئەلیکترۆنە ڕووناکییەکان لە هەمان مادە پەیدادەکات بەگەورەترین جووڵە وزە کە دەکاتە 1.50 ئەوەندەی گەورەترین جووڵە وزەکەی لە باری پێشوودا، پابەندە ئیشی ئەم مادەیە چەندە؟

پرۆژە و ڕاپۆرتەکان

.1 ڕووداوەکانی جەنگی جیهانی دووەم تارادەیەکی زۆر کاریگەریان هەبووە لەسەر ژیانی هەریەك لەو زانایانە بۆر، ئەنیشتاین، پلانك و هایزنبرگ. توانیان خەڵاتی نۆبڵ وەربگرن بە هۆی بەشداریکردنیان لە پەرەپێدانی فیزیا لەسەدەی بیستەمدا. لە ژیانی هەریەك لەم زانایانە بکۆڵەرەوە سەبارەت بە کاریگەری جەنگ لەسەریان، بیر و بۆچوونیان چبوە دەربارەی جەنگ و زانست و سیاسەت لە ماوەی جەنگ و دوای جەنگ؟ ڕاپۆرتێك بنوسە دەربارەی ئەو زانیاریانەی بەدەست کەوتووە لەسەر هەریەکەیان. بیرو بۆچوونی ئەو گروپەی بەشداری لێکۆڵینەوەکەیان کردوو دەربخە دەربارەی ڕۆڵ و بەپرسیاریەتی زاناکان لە سیاسەتدا.

.2 لێکۆڵینەوەیەك ئەنجام بدە دەربارەی هێڵی کاتی (t) پەرپێدانی بیردۆزە گەردیلەییەکان. ئەو دیاریدانە بلێ کە بووەتە هۆی پەرەپێدانی بیردۆزەکە لە هەر جارێکدا. وەناوی ئەو زانایەی هەڵساوە بە پەرەپێدانی، ئینجا بەردەوام بووە لە پەرەپێدانی لەسەر بنەمای بیردۆزی میکانیکی بڕ.

هەڵسەنگاندنی بەشی 8

هەڵبژاردنی وەڵامی ڕاست

.1 هاومانای (برێك لە ڕووناكی) چییە؟

أ. تیشكدانی تەنی ڕەش. ج. لەرەلەر.

ب. ئاستی وزە. د. فۆتۆن.

.2 پشت بە فیزیای كلاسیك ببەستە، وا دابنێ كە ڕووناكی تیشك دەدرێت بۆ سەر ڕوویەكی هەستیار بۆ ڕووناكی، چی ئەو كاتە دیاری دەكات كە ئەلیكترۆنەكان دەیخایەنن پێش دەرچوونیان لە ڕووەكەوە؟

أ. لەرەلەر. ج. وزەی فۆتۆن.

ب. توندی. د. درێژی شەپۆل.

.3 بەپێی بیردۆزی فۆتۆنی ئانیشتاین، توندی ئەو ڕووناكییەی دەكەوێتە سەر كانزاكە چی دیاری دەكات؟

أ. ژمارەی ئەو فۆتۆنانەی دەكەونە سەر كانزاكە لە كاتێكی دیاریكراودا.

ب. وزەی ئەو فۆتۆنانەی دەكەونە سەر كانزاكە.

ج. ئەگەر ئەلیكترۆنە ڕووناكی هەبێت و دەرچووبێت.

د. KE_m ی ئەلیكترۆنە ڕوناكییە دەرچووەكان.

.4 فۆتۆنێكی تیشكی X پەرشبووەوە كاتێك بەر ئەلیكترۆنێكی وەستاو كەوت، چۆن بەراوردی لەرەلەری فۆتۆنە پەرشبووەكە دەكەیت لەگەڵ لەرەلەری پێش پەرشبوونەوەی:

أ. لەرەلەرە نوێیەكە بەرزترە.

ب. لەرەلەرە نوێیەكە كەمترە.

ج. لەرەلەرەكە هەمان لەرەلەرە.

د. فۆتۆنە پەرشبووەكە لەرەلەری نیە.

.5 كام لەمانەی خوارەوە سامپڵی تومسون بۆ گەردیلە پوخت دەكاتەوە:

أ. گەردیلەكان پتەو چونیەكن و ناشكێن.

ب. ئەلیكترۆنەكان نوقم بوون لەناو گۆیەكدا كە بارگەی پۆزەتیڤە.

ج. ئەلیكترۆنەكان بە دەوری ناوكدا دەسوڕێنەوە بەشێوەیەك كە لە سوڕانەوەی هەسارەكان دەچێت بە دەوری خۆردا.

د. ئەلیكترۆنەكان تەنها لە ئاستە وزە لەیەكجیاكاندا هەن.

.6 چی ڕوودەدات كاتێك ئەلیكترۆنێك دەگوازرێتەوە لە ئاستێكی دیاریكراو بۆ ئاستێكی نزمتر لە گەردیلەدا؟

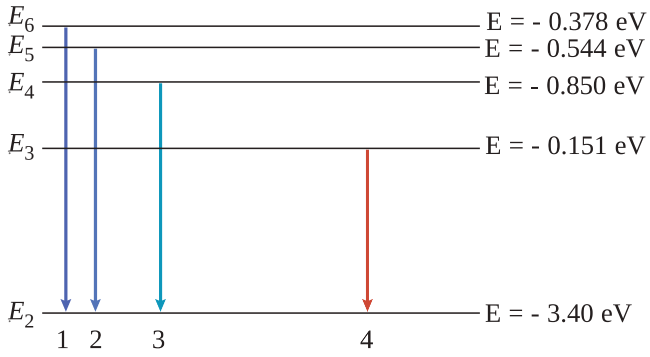
أ. وزە هەڵدەمژێت لەسەرچاوەیەكی دەرەوەی گەردیلەكەوە.

ب. ئەو وزەیە زیاد دەبێت كە لە بواری كارۆ موگناتیسی ناو گەردیلەدا هەیە.

ج. وزە دەردەكات لە ڕادەیەكی لێكنەپچڕاوی نرخەكاندا.

د. فۆتۆن دەردەكات كە وزەكەی دەكاتە جیاوازی وزەی نێوان دوو ئاستەكە.

هێڵكاری ئاستە وزەی هایدرۆجین كە لە خوارەوەیە بەكاربهێنە بۆ وەڵامدانەوەی پرسیاری 7، 8.



.7 لەرەلەری فۆتۆنی دەرچوو چەندە؟ كاتێك ئەلیكترۆن بازدەدات لە E_5 بۆ E_2 ؟

أ. 2.86 eV

ب. 6.15×10^{14} Hz

ج. 6.90×10^{14} Hz

د. 4.31×10^{33} Hz

.8 لەرەلەری ئەو فۆتۆنە چەندە كە هەڵدەمژرێت كاتێ ئەلیكترۆن باز دەدات لە E_2 بۆ E_3؟

أ. 1.89 eV

ب. 4.56×10^{14} Hz

ج. 6.89×10^{14} Hz

د. 2.85×10^{33} Hz

9. جۆری ئەو شەبەنگە چییە کە پەیدا دەبێت کاتێك جیاوازی ئەرکێکی بەرز بخرێتە سەر گازێکی گەردیلەیی پوخت؟

أ. شەبەنگی دەرچوون.

ب. شەبەنگی هەڵمژراو.

ج. شەبەنگی لێکنەپچڕاو.

د. شەبەنگی بینراو.

10. جۆری ئەو شەبەنگە چییە کە بەکاردەهێنرێت بۆ ناسینەوەی توخمەکان لە کەشی (گازەکانی دەوری ئەستێرەکان.

أ. شەبەنگی دەرچوون.

ب. شەبەنگی هەڵمژراو.

ج. شەبەنگی لێکنەپچڕاو.

د. شەبەنگی بینراو.

ئەو پرسیارانەی وەڵامی کورتیان هەیە

11. وزەی فۆتۆنێکی ڕووناکی چەندە کە لەرەلەرەکەی $f = 2.80 \times 10^{14}$ Hz ؟ وەڵامەکەت بە یەکەی J و eV بنووسە.

12. ڕووناکییەك دریژی شەپۆلەکەی 3.0×10^{-7} m بوو خرایە سەر کانزاکانی لیثیۆم و ئاسن و جیوە، کە پابەندە ئیشەکانیان 2.3 eV و 3.9 eV و 4.5 eV بوو یەك لە دواییەك، کام لەم کانزایانە دیاردەی کارۆڕووناکیان تێدا ڕوودەدات؟ گەورەترین جووڵە وزەی ئەلیکترۆنە ڕووناکییەکان هەژمار بکە بۆ هەر کانزایەك کە دیاردەی کارۆڕووناکی تێدا ڕوودەدات.

ئەو پرسیارانەی وەڵامی درێژیان هەیە

13. وەسفی سامپڵی بۆر بۆ گەردیلە بکە. گریمانەکانی بۆر باس بکە کە وەرچەرخانێکی دروستکرد لە گریمانەکانی فیزیای کلاسیکیدا، ڕوونیبکەرەوە چۆن سامپڵی بۆر شەبەنگە گەردیلەییەکان لێکدەداتەوە.

14. ئەلیکترۆنەکان لە ڕوویەکەوە دەردەچن بە خێراییەك کە دەگاتە 4.6×10^{5} m/s بەبەکارهێنانی ڕووناکییەك درێژی شەپۆلەکەی 625 nm.

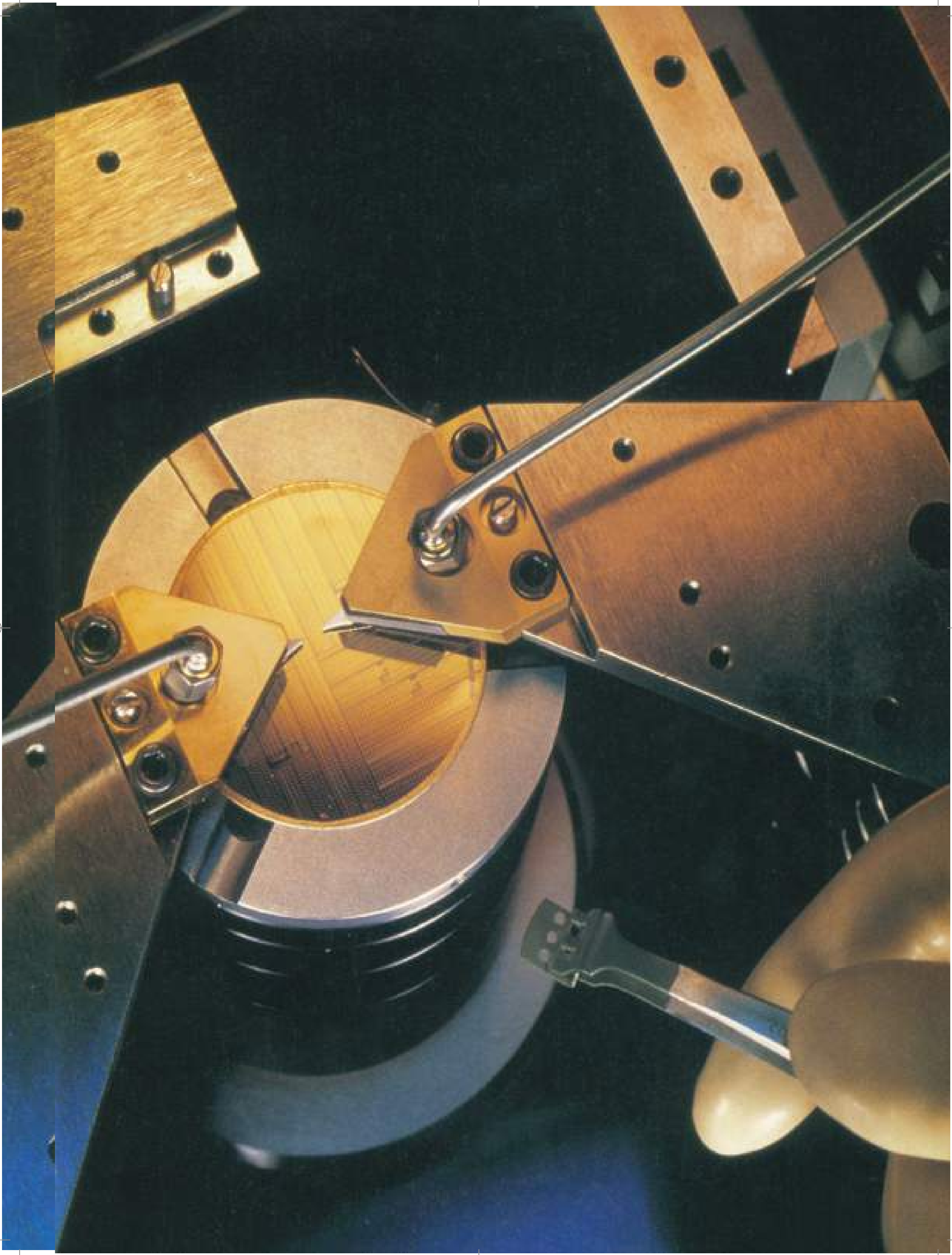
أ. پابەندە ئیشی ڕووەکە چەندە؟

ب. لەرەلەری مۆلەقەی ئەو ڕووە چەندە؟ ڕێگەی کارکردنت ڕوونبکەرەوە.

بیرۆکەیەکی بەسوود بۆ تاقیکردنەوە

هەموو وەڵامەکان بە وردی بخوێنەرەوە لەکاتی هەڵبژاردنی وەڵامی ڕاستدا، بە وەڵامە هەڵەکان هەڵمەخەڵەتێ کە یەکەمجار تەماشای دەکەیت لەوانەیە وا دەربکەوێت کە ڕاستە.

ch9 2/1/18 10:32 AM Page 4



ch9 2/1/18 10:32 AM Page 3

بەشی 9

ئەلیکترۆنیکسی نوێ

Modern Electronics

وێنەکە تەنکۆڵەیەکی سلیکۆن پیشاندەدات کە چەندەها بەللورە لەخۆ دەگرێت و لە لم دەرهێنراوە (دروستکراوە)، هەرچەندە سلیکۆن مادەیەکی نیمچە گەیەنەرە، بەڵام دەکرێت بە تێکردنی چەند گەردیلەیەك خڵتە بەرێژەیەکی بەرچاو گەیاندنەکەی بگۆڕدرێت، بەتێکردنی خڵتە بە وردی و وریایی هاوکات هەڵکۆڵینێکی ورد لەگەڵیدا دەکرێت لەسەر ڕووی تەنکۆڵەکە سوڕە کارەبایی تەواوکراو پێکبێت کە خاسیەتی کارەبایی تایبەتی دەبێت، ئەگەر لەکاتی تاقیکردنەوەی تەنکۆڵەکەدا، هیچ ناتەواوییەك دەرنەکەوێت ئەوا تەنکۆڵەکە بەهۆی مقەستێکی ئەڵماسەوە توێ توێ دەکرێت و پاشان کۆدەکرێنەوەو لە دەزگا ئەلیکترۆنییەکاندا بەکاردەهێنرێن.

ئەوەی کە پێشبینی بەدیهێنانی دەکرێت

لەم بەشەدا مادە گەیەنەرو نیمچە گەیەنەرو نەگەیەنەرەکان دەناسیت، هەروەها ئەوەش فێردەبیت کە چۆن بەکارهێنانی پارچەی لە نیمچە گەیەنەر دروستکراو کۆنترۆڵی تەزووی کارەبایی دەکات.

گرنگییەکەی چییە

هیچ دەزگایەکی کارەبایی کە لەم سەردەمەدا بەکاری دێنین، نیە ترانستەر یان تەنکۆڵەی تێدا نەبێت، هەر لە یارییە کارەباییەکانەوە تا دەگاتە کۆمپیوتەرو مانگە دەستکردەکان.

ناوەڕۆکی بەشی 9

1 گەیاندن لە تەنە ڕەقەکاندا.
- پۆلێنکردنی تەنە ڕەقەکان.
- بیردۆزی گورزەکان.
- گەیاندن و گواستنەوەی ئەلیکترۆنەکان.

2 بەجێهێنانەکانی مادە نیمچە گەیەنەرەکان
- بەخڵتەکردنی مادە نیمچە گەیەنەرەکان
- بللورە (کریستاڵە) دوانییەکان (دایۆد).
- ترانزستەرەکان.
- سوڕە کارەباییە تەواوکراوەکان.

3 گەیەنەرە تێرگەیاندنەکان
- پلەی گەرمی و توانای گەیاندن.
- بیردۆزی باردین- کوپر- شریفر (**BCS**).
- بەجێهێنانەکانی تێر گەیاندن.

بەندی 1-9

گەیاندن لە تەنە ڕەقەکاندا

Conduction in the solid state

1-9 ئامانجەکانی بەندەکە

- جیاوازی دەکات لە نێوان گەیەنەرو نەگەیەنەرو نیمچە گەیەنەرەکاندا.
- ئەلیکترۆنەکانی هاوهێزی دیاری دەکات.
- ڕۆڵی گورزەکانی وزە لە توانای گەیاندنی کارەباییدا وەسف دەکات.

پۆلێنکردنی تەنە ڕەقەکان

فێری ئەوە بوویت، کە دەکرێت مادەکان بەپێی توانای گەیاندنی کارەباییان پۆلێن بکرێن، گەیەنەری باش ژمارەیەکی زۆر بارگە هەڵگری سەربەستیان تێدایە کە دەتوانن زۆر بەئاسانی بەناو مادەکەدا بجووڵێن، و نەگەیەنەرەکانیش ژمارەیەکی کەم بارگەی کارەبایی سەربەستیان تێدایەو هەمیشە بەنزیکراوەیی وەستاوو جێگیرن، بەڵام نیمچەگەیەنەرەکان خاسیەتێکیان هەیە دەکەوێتە نێوان خاسیەتەکانی گەیەنەرو نەگەیەنەرەکانەوە، جیاوازییەکی گەورە هەیە لە نێوان توانای گەیاندنی گەیەنەرو نیمچەگەیەنەرو نەگەیەنەرەکاندا، بۆی هەیە ئەم جیاوازیانە بەهۆی جیاوازی گورزەکانی وزەوە بێت، کە لەم بەندەدا باسیان دەکرێت.

لە داهێنانەکانی فیزیای دۆخی ڕەقی پەرەپێدانی بیردۆزێکە کە بنەما بنچینەییەکانی فیزیا بەکاردێنێت بۆ ڕوونکردنەوەی هەندێك لە خاسیەتەکانی هەرسێ جۆری مادەکان.

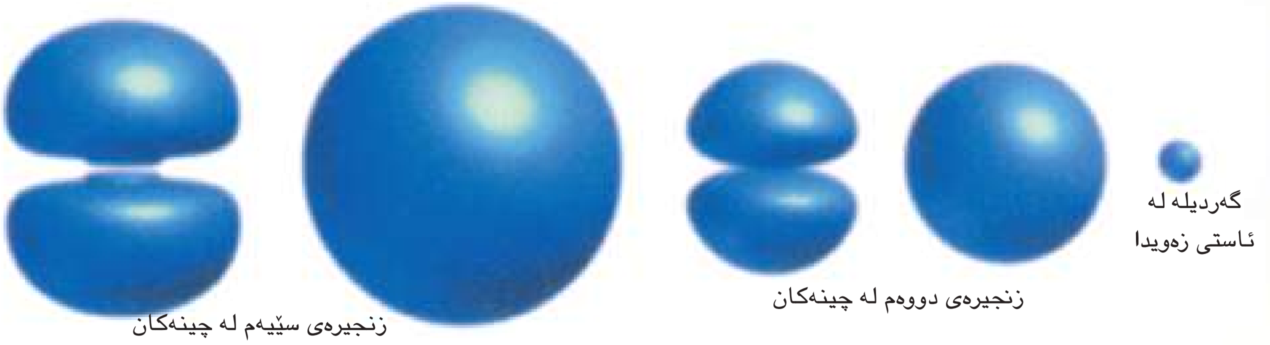
پێویستی بۆ بوونی سامپڵێکی زیاتر ئاڵۆز بۆ گەردیلەو بۆ تەنە ڕەقەکان

ئەو سامپڵانەی لە سەرەوە باسکران، تەنی ڕەق وا پیشان دەدەن هەروەك لە کۆمەڵە ناوکێکی گەردیلەکان پێکهاتبێت کە بارگەی پۆزەتیڤیان هەیەو بە دەوریاندا چەندەها ئەلیکترۆنی تایبەت بە خۆی هەن، ئەم سامپڵە ساکارە وردییەکی تەواوی نییە، بۆ نموونە ڕوونیناکاتەوە بۆچی ئەلیکترۆن هەندێك جار سەربەستەو هەندێکجار بەناوکەکانەوە بەستراون. هەروەها ئەم سامپڵە جیاوازی توانای گەیاندنی مادەی گەیەنەرو نەگەیەنەر وەك دوو کۆمەڵ ڕوون ناکاتەوە، هەروەها جیاوازی توانای گەیاندنی مادەکان لە کۆمەڵەی گەیەنەرەکان یان نەگەیەنەرەکان ڕوون ناکاتەوە، بۆیە پێویستیمان بەبوونی سامپڵێکی تایبەت بە گەردیلەو هەروەها تایبەت بە تەنە ڕەقەکان هەیە، لەم بەندەدا هەوڵی ئەوە دەدەین.

ناووك ناوچەیەکە چڕی زۆرە لە چەقی گەردیلەکەدایە. لە پرۆتۆنی بارگە پۆزەتیڤ و نیوترۆنی بێ بارگە پێکهاتووە، ناوکەکانیش بە ئەلیکترۆنی بارگە نێگەتیڤ دەورە دراون کە بەسەر زنجیرەیەك چیندا دابەشبوونە، هەروەك لە وێنەی 1-9 دا ڕوونکراوەتەوە، گەردیلەی بێ بارگەیە واتە هاوتایە بارگەی گشتی کارەبایی نییە.

وێنەی 1-9

ئەمە شێوەکان و قەبارە نزیکەییەکانی ناوچەکانی دەوری ناووك، کە ئەلیکترۆنیان بەپێی ئاستەکانی وزەی تێدایە.



ئەلیکترۆنەکانی هاوهێزی سیفەتە کیمیاییەکانی گەردیلە دیاری دەکەن

ژمارەی ئەلیکترۆنەکانی گەردیلەیەك لە نێوان (1) تا زیاتر لە (100) ئەلیکترۆندا دەگۆڕێت، بەپێی جۆری گەردیلەکە. دەتوانیت دابەشبوونە ئاڵۆزەکەی ئەلیکترۆن بە دەوری ناوکە بارگە پۆزەتیڤەکاندا ئاسان بکەیت، بۆ ئەوەش سامپڵێك بەکاردێنین کە تیایدا ئەلیکترۆنەکان لە چەند کۆمەڵێك یان چینێکدان، هەر کۆمەڵێك لە ناوچەیەکدایە کە شێوەیەکی تایبەتی وەك گۆی هەیە، هەروەك **وێنەی 9-1**.

کاتێك ماوەی نێوان ئەلیکترۆن و ناووکی گەردیلە (کە بارگەی پۆزەتیڤی هەیە) زیاد دەکات هێزی کارەبایی نێوانیان کەمدەکات بەوەش ئەلیکترۆنەکە بەهێزێکی کەمتر بە گەردیلەکەوە دەبەسترێت، ئەم ئەنجامە تا رادەیەك ئەوە ڕووندەکاتەوە کە بۆچی ئەلیکترۆنەکانی هاوهێزی (ئەلیکترۆنەکانی چینی دەرەوەی گەردیلەکان) بە هێزێکی کەمتر بەناوکی گەردیلەوە بەستراون لەچاو ئەلیکترۆنەکانی چینەکانی ناوەوەدا.

لەبەرئەوەی ئەلیکترۆنەکانی چینە دەرەکییە دوورترەکان، کە پێیان دەگوترێت **ئەلیکترۆنەکانی هاوهێزی** Valence electrons کەمتر بە گەردیلەکەوە بەستراون، ئەو ئەلیکترۆنانەن کە دەبنە هۆی ڕوودانی کارلێکە کیمیاوییە توندی زۆرترەکان لەگەڵ گەردیلەکانی تردا، لە ئەنجامدا ڕەوشتی ئەلیکترۆنە هاوهێزییەکان خاسیەتە کیمیاییەکانی گەردیلە دیاری دەکات، دەکرێت ئەلیکترۆنەکانی چینەکانی ناوەوەی گەردیلەو ناوکەکەی وەك تەنها بارگە خاڵێك دابنرێن کە بە ئەلیکترۆنی هاوهێزی دەورە دراون.

ئەلیکترۆنی هاوهێزی

ئەلیکترۆنێکە لە دوورترین چینی دەرەوەی ناووکی گەردیلەدا هەیە.

ئەلیکترۆنەکان لە ئاستە وزەکاندا دابەشدەبن

لەکاتی خوێندنی نمونە گەردیلەکەی (بۆر)دا زانیمان کەوا ئەلیکترۆنەکانی گەردیلە وزەکانیان نرخێکی دیاریکراویان هەیە، بۆیە هەندێکجار دەگوترێت ئەلیکترۆنەکانی ئاستە وزەی تایبەت داگیر دەکەن، ئەو ئەلیکترۆنانەی لە هەر چینێکدان هەندێکجار کۆمەڵێك ئاستە وزەی زۆر نزیك لە یەکتر پێکدێنن، هەمیشە ئەلیکترۆنەکان لە ئاستە وزە نزمەکاندا دەبن، ئەو ڕیزبوونە تایبەتیەی ئەلیکترۆنەکان کاتێك لە ئاستە وزە نزمەکاندا دەبن پێی دەگوترێت **باری زەمینی** Ground state گەردیلە.

هەندێکجار گەردیلە دەتوانێت وزە لە دەورووبەرەکەیەوە بمژێت، ئەگەر وزە هەڵمژراوەکە بەش بکات ئەوا ئەلیکترۆنێك دەتوانێت بچێتە ئاستە وزەیەکی بەرزترەوە، هەر کاتێك ئەوە ڕوویدا دەگوترێت گەردیلەکە چووە باری **وروژاوییەوە** Excited state. هەروەها دەشێت ئەلیکترۆن وزەیەکی زیاتر هەڵبمژێت و هیچ پەیوەندییەکی بەناووکەوە نەمێنێت، لەو کاتەدا دەگوترێت ئەلیکترۆنەکە سەربەست دەبێت.

باری زەمینی گەردیلە

باری نزمترین وزەیە بۆ سیستمێکی برپرکراو.

باری وروژاو

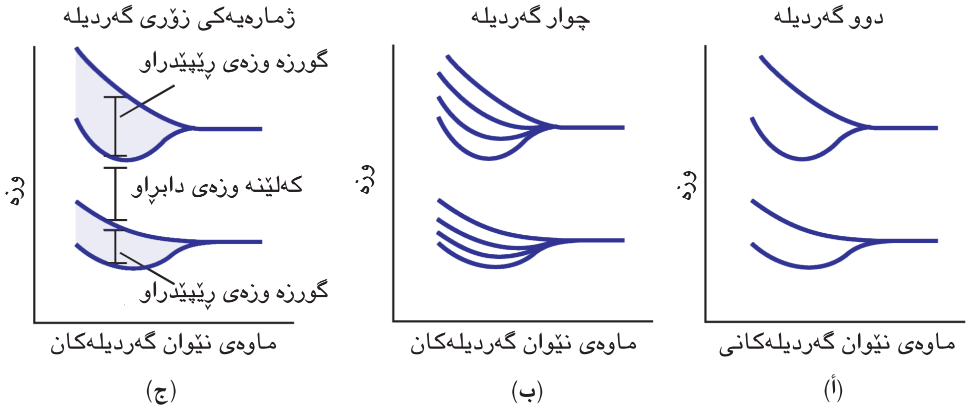
بارێکە گەردیلە تیایدا لە باری زەمینیدا نییە.

بیردۆزی گورزەکان

ئەو سامپڵەی کە دەکرێت بەکار بهێنرێت بۆ ئەوەی هۆی دابەشکردنی مادە ڕەقەکان بۆ سێ جۆر گەیەنەرو نەگەیەنەرو نیمچەگەیەنەر بزانین، پێی دەگوترێت بیردۆزی گورزەکان. بیردۆزی گورزەکان دەتوانێت میکانیزمی گەیاندن لە زۆربەی تەنە ڕەقەکان و ئەو گۆڕانە گەورانەی لە توانای گەیاندنی کارەبایی ئەم مادانەدا ڕوودەدات لێکبداتەوە، کاتێك چەند گەردیلەیەکی هاوشێوە لە یەکتر دووردەبن چەند جۆرێك لە ئاستەوزەی هاوشێوەو نەخشەی شێوە شەپۆلی هاوشێوەیان دەبێت، کاتێکیش ئەم گەردیلانە لە یەکتر نزیك دەخرێنەوە نەخشە شەپۆلەکانیان بەیەکدا دەچن، وە لەبەرئەوەی ناکرێت دوو ئەلیکترۆنی سیستمەکە لە هەمان باردا بن، بۆیە ئاستی وزە لە گەردیلەیەکی دیاریکراودا، لەژێر کاریگەری بواری کارەبایی گەردیلەکەی تردا دەگۆڕێت، ئەگەر دوو گەردیلە لە یەکتر نزیك بن ئەوا ئاستە وزەکە دابەش دەبێت بۆ دوو ئاستە وزەی جیاوازو لەیەکتر نزیك.

وێنەی 2-9

کاتێك دوو گەردیلە لە یەکتر نزیك بن ئاستەکانی وزە دابەش دەبن (أ) نزیك ختنەوەی هەندێك گەردیلەی تر دەبێتە هۆی زیاتر دابەشبوون. (ب) کاتێك چەند گەردیلەیەك لەگەڵ یەکتردا کارلێکدەکەن ئاستەکانی وزە ئەوەندە لە یەکتر نزیك دەبنەوە دەشێت بەشێوەی گورزە بنوێنرێن (ج).



لە **وێنەی 2-9** دا دابەشبوونی دوو ئاستە وزەکە پیشاندەدات کاتێك دوو گەردیلەکە لە یەکتر نزیك بن، سەیرکە جیاوازی وزە لەنێوان دوو ئاستە وزە تازەکەدا لەسەر دووری نێوان دوو گەردیلەکە بەندە.

کاتێك چەند گەردیلەیەك لە یەکترنزیك دەخرێنەوە هەر ئاستە وزەیەك دابەش دەبێت بۆ چەند ئاستێك، ژمارەی دابەشبوونەکان لەسەر ژمارەی گەردیلە کارلێکردووەکان بەندە، کاتێك چەند گەردیلەیەك لە یەکدی نزیك بن ئەوا ئاستە وزەکە چەند جارێك دابەش دەبێت و ئاستەوزە تازەکانیش زۆر لە یەکتر نزیك دەکەونەوە، وە جیاوازی وزە لە نێوان دوو ئاستی تەنیشت یەك زۆر کەمە بەجۆرێك دەشێت بە گورزە وزە دابنرێن.

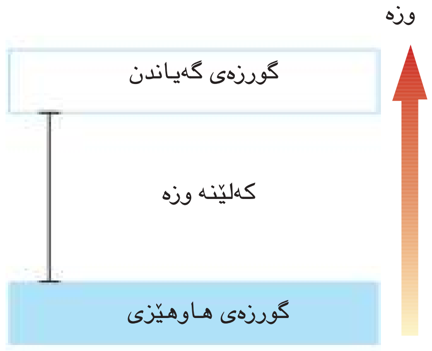
کاتێك گەردیلەکان زۆر لە یەکتر نزیك بن هەندێك لە ئاستە وزەکان دەبن بە گورزە وزە

کاتێك گەردیلەکانی تەنی ڕەق بەیەکترەوە دەبەسترێن ئاستەکانی وزەی تاکە گەردیلەیەك فراوان دەبێت و دەبێتە گورزە وزە هەروەك ئەوەی لە **وێنەی 3-9** دا دیارە.

گرنگترین گورزە وزە بەرزترین گورزەیە کە ئاستە وزەی پڕ لە ئەلیکترۆنی تێدایە، و پێی دەگوترێت گورزەی هاوهێزی. لە تەنە ڕەقە نەگەیەنەرو نیمچەگەیەنەرەکاندا ئەلیکترۆنە هاوهێزییەکانیان کارەبا ناگەیەنن، بەڵام لە تەنە ڕەقە گەیەنەرەکاندا ئەلیکترۆنەکانی هاوهێزی توانای کارەبا گەیاندنیان دەبێت.

دەشێت ژمارەیەکی زیاتر لە گورزە هەبن، کە وزەکەیان لە وزەی گورزەی هاوهێزی کەمتر بێت و ئەم گورزانەش تەواو پڕن لە ئەلیکترۆن، بۆیە لە دیاریکردنی خاسیەتە کارەباییەکانی تەنە ڕەقەکاندا دەورێکی کەمیان هەیە.

بێجگە لە گورزەی هاوهێزی گورزەی دیکەش هەیە کە وزەی زیاتریان هەیەو ئەلیکترۆنیان تێدا نییە، ئەو گورزە بەرزەی ڕاستەوخۆ لە دوای گورزەی هاوهێزییەوە دێت لە مادده نیمچە گەیەنەرەکاندا پێی دەگوترێت گورزەی گەیاندن. کاتێك گەردیلەیەك دەورووژێنرێت لەوانەیە ئەلیکترۆنەکانی هاوهێزی بگوێزرێنەوە بۆ ئەم گورزەی گەیاندنە، بەوەش ئەم ئەلیکترۆنانە هاوبەشی لە کارەبا گەیاندندا دەکەن، وەك لە دواوە باسی دێت.



وێنەی 3-9

ئاستەکانی وزە لە گەردیلەکاندا دەبن بە گورزەکانی وزە لە تەنە ڕەقەکەدا. گورزەی هاوهێزی بەرزترین گورزەیە کە ئەلیکترۆنەکان داگیری دەکەن.

جاروبار لە نێوان گورزەکاندا کەلێنە وزە هەیە

ئەو مەودا وزەیەی لە نێوان گورزەی هاوهێزی و گورزەی گەیاندندا هەیە پێی دەگوترێت گورزە وزە یان کەلێنە گورزە Band gap هەروەك لە **وێنەی 3-9** دا دیارە. کەلێنە وزە لە مادەی نەگەیەنەرو نیمچەگەیەنەردا هیچ ئەلیکترۆنێکی تێدا نابێت کە وزەی هەبێت، وە لەبەرئەوەی ڕێگە بە ئەلیکترۆن نادرێت کە لە ئاستە وزەکانی کەلێنە وزەی مادەیەکی ڕەقی نەگەیەنەر یان نیمچەگەیەنەردا هەبێت، بۆیە جاروبار بەناوی (کەلێنە وزەی دابڕاو) دەناسرێت.

کەلێنە وزە

مەودایەکی وزەیە کە بەرزترین گورزە وزەی پڕ لە ئەلیکترۆن و نزمترین گورزە وزەی بێ ئەلیکترۆن لە یەکتر جیادەکاتەوە.

ch9 2/1/18 10:32 AM Page 7

پێوانەی کەلێنە گورزەکان بەپێی مادەکان دەگۆڕێت و لەم جیاوازیەشەوە خاسیەتی جیاجیا پەیدا دەبێت. لە تەنی ڕەقی نەگەیەنەردا کەلێنەکە ئەوەندە فراوانە هیچ ئەلیکترۆنێك ناتوانێت وزەیەکی وا وەربگرێت و لە گورزەی هاوهێزییەوە بچێت بۆ گورزەی گەیاندن، لە نیمچەگەیەنەردا کەلێنەکە تاڕادەیەك بچوکترە، بۆیە دەشێت ئەلیکترۆن لە هاوهێزییەوە بۆ گەیاندن بچێت، لە گەیەنەریشدا کەلێنە وزەکە دیار نامێنێت بەوەش گورزەی هاوهێزی تا ڕادەیەك ئەلیکترۆنی تێدا دەبێت.

دەشێت گورزە وزەکان تەواو پڕ بن یان پڕ نەبن

هەمیشە ئەلیکترۆنەکانی تەنە ڕەقەکان لە ئاستە وزە نزمەکانی گەردیلەکاندا دەبن، لە گەردیلەدا ئەلیکترۆنەکان لە پێشدا ئاستە وزە نزمەکان پڕ دەکەن، هەتا ئەم ئاستانە بە تەواوەتی پڕ نەبن ئەلیکترۆن ناچێتە گورزە وزە بەرزەکان.

لە تەنی ڕەقدا ئەگەر هاتوو ژمارەی ئەلیکترۆنەکان لە ئاستە وزە نزمەکاندا زۆرتر بوو، ئەوا ئەو ئاستە وزەیە پڕ دەبێت، وە لەبەرئەوەی هەر ئاستە وزەیەك ژمارەیەکی دیاریکراو ئەلیکترۆن دەگرێتەخۆ، بۆیە ئەلیکترۆنە زیادەکان دەچنە ئاستە وزەیەکی بەرزتری ڕاستەوخۆ دوای ئەو ئاستە وزەیەی پێشوو.

لە گورزە وزەی هەندێك مادەدا ژمارەی ئاستە وزەکان لە ژمارەی ئەلیکترۆنەکان زیاترە، لەم بارەدا گورزەکە بەتەواوی پڕ نابێت لە ئەلیکترۆن، تەواو پڕبوون یان پڕنەبوونی ئاستەوزە بەرزەکە لە دیاریکردنی خاسیەتە کارەباییەکانی مادەیەکی دیاریکراودا گرنگە، ئەوەش ئەوە دەگەیەنێت کە خاسیەتە کارەباییەکانی ئەو مادانەی گورزە وزەکەیان تەواو پڕ نییە جیاوازە لە خاسیەتەکانی ئەو مادانەی گورزە وزەکەیان تەواو پڕە.

ئەلیکترۆنەکان دەتوانن لە نێوان ئاستە وزەکانی تەنێکی ڕەقدا بگوێزرێنەوە

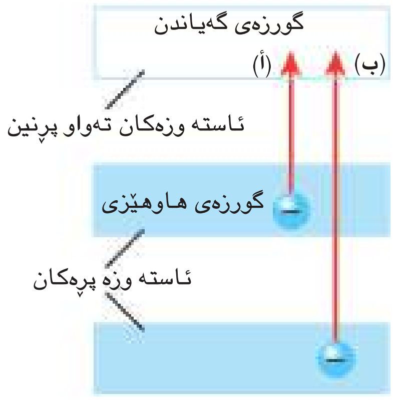
تۆ ئەوە دەزانیت کەوا هەر کاتێك گەردیلە وزە بمژێت لەوانەیە ئەلیکترۆن لە ئاستە وزەی نزمەوە بەرزبێتەوە بۆ ئاستە وزەیەکی بەرزتر، بەڵام ئەلیکترۆن تەنها دەتوانێت ئەو وزانە بمژێت کە بڕەکەیان بەقەدەر جیاوازی نێوان ئاستە وزەکانە.

لە تەنی ڕەقیشدا دەکرێت ئەوە ڕووبدات و ئەلیکترۆن دەتوانێ وزە بمژێت و بچێتە ئاستە وزەیەکی بەرزتر. پێویستە ئەلیکترۆن بۆ ئەو مەبەستە وزەی گونجاوی بدرێتێ. **وێنەی 4-9** جۆرێکە هەرسێ گورزەکەی تەنی ڕەق دەردەخات لەگەڵ کەلێنەوزەی نێوان هەموو دوو گورزەیەکیان، هەر چەندە ئەو گورزانە یەك ڕەنگیان هەیەو پارچە پارچەش نەکراون، بەڵام لە ڕاستیدا لە چەند ئاستە وزەیەکی زۆرو نزیك یەکتر پێکدێت، هەموو ئاستە وزەکانی دوو گورزە نزمەکە بەتەواوەتی پڕن لە ئەلیکترۆن.

گواستنەوە شیاوەکانی ئەلیکترۆن لەم تەنە ڕەقەدا کامانەن؟ لەبەرئەوەی ئاستە وزەکانی گورزەی گەیاندن پڕ نین، بۆیە تەنها ئەو گواستنەوانەی بە (أ) و (ب) نوێنراون شیاون، بەڵام گواستنەوەی (أ) ئاسانتر ڕوودەدات لە چاو گواستنەوەی (ب) چونکە گواستنەوەی (أ) وزەی کەمتر دەوێت، لەبەر ئەم هۆیە ئەو ئاستە وزانەی دەکەونە خوار گورزەی هاوهێزییەوە هیچ کاریگەرییەکی بەرچاویان. لە دیاریکردنی خاسیەتە کارەباییەکانی مادەکاندا نابێت، بۆ وروژاندنی ئەو ئەلیکترۆنانەی لە ئاستە وزە نزمەکاندان و گواستنەوەیان بۆ ئاستێکی بەرزتری نیوە پڕ بڕێکی زۆر وزەمان دەوێت، بەبێ پێدانی وزەیەکی گونجاو ئەلیکترۆنەکە لە جێگەکەی خۆیدا دەمێنێتەوەو هیچ کارێك لە خاسیەتە کارەباییەکان ناکات، هەروەك ئەلیکترۆنە هاوهێزییەکانی تر.

ئایا دەزانیت؟

هەرچەندە گورزەکانی وزە لە هەموو تەنە ڕەقەکاندا هەیە، بەڵام دەستەواژەی (گورزەکانی وزە) تەنها لە مادده ڕەقە بەللوریەکاندا بەکاردەهێنرێت، مادەی بەللوری ئەو ماددانەن کە گەردیلەکان تیایاندا بەچەندەها شێوەی ڕێك و دووبارەبووەوە ریز بوونە.



وێنەی 4-9

گواستنەوەکانی ئەلیکترۆن تەنها لە نێوان ئەو ئاستە وزانەدا ڕوودەدات کە تەواو پڕنین، هەروەك هەردوو گواستنەوەکەی (أ) و (ب)، بەڵام گواستنەوەی (ب) وزەیەکی زیاتری دەوێت لەبەرئەوە بە ئاسانی ڕوونادات.

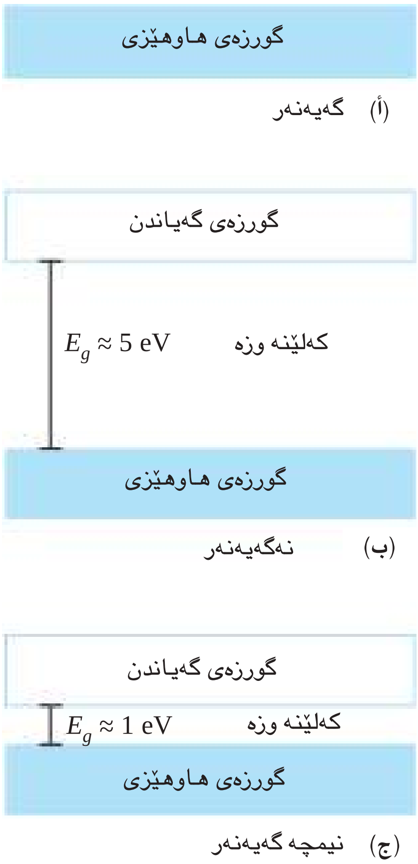
گەیاندن و گواستنەوەی ئەلیکترۆنەکان

لەوەی پێشەوە بیردۆزی گورزەکانمان بۆ تەنە ڕەقەکان و ڕێگەکانی گواستنەوەی ئەلیکترۆن لە ئاستێکەوە بۆ ئاستێکی تر لەناو یەك گورزەدا یان لە گورزەیەکەوە بۆ گورزەیەکی تر زانی، ئەم گواستنەوانە گواستنەوەی ئەلیکترۆنەکان نانوێنێت، بەڵکو ئەو گۆڕانانە دەنوێنێت کە لە وزەی ئەلیکترۆنەکاندا ڕوودەدات.

جوڵەی ئەلیکترۆنەکان خۆیان لەناو تەنی ڕەقدا، واتە گەیاندنی کارەبا، بەندە لەسەر دابەشبوونی ئەلیکترۆنەکان بەسەر گورزەکانی تەنە ڕەقەکەدا، چونکە ئەلیکترۆنە جوڵاوەکان بە ئاڕاستەی ئاستە وزە خاڵییەکە دەجوڵێن. ئەلیکترۆنە وا بەستەکانی (بەستراوەکانی) گەردیلە بۆ ڕزگاربوون لەو هێزە کارەباییەی وادەکات لەناو گەردیلەکەدا بیهێڵێتەوە، پێویستی بە وزە هەیە، دەکرێت ئەلیکترۆنێك بۆ ئاستە وزەیەکی بەرزتر بگوێزرێتەوە، بەیەکێك لەم دوو ڕێگە گرنگەی خوارەوە، ئەوانیش دانانی بواری کارەبا، یان ورووژاندنە بە گەرمی (پێدانی وزەی گەرمییە).

کاتێك بواری کارەبایی دەخرێتە سەر تەنێکی ڕەق ئەم بوارە ئیشێك لەسەر هەر یەکە لە ئەلیکترۆنەکانی گەردیلەکە دەکات، بەوەش وزەیەکی گونجاویان دەداتێ بۆ ئەوەی بیانگوێزێتەوە بۆ ئاستە وزەیەکی بەرزتر لەناو گەردیلەکەدا.

لەوانەیە هەڵمژینی وزەی گەرمی ئەلیکترۆنەکانی تەنی ڕەق بورووژێنن، گەردیلەکانی تەنی ڕەق لەرینەوەی هەرەمەکیان هەیە، واتە وزەی گەرمیان دەبێت، هەندێکجار ئەم لەرینەوانە وزە دەگوێزنەوە بۆ ئەلیکترۆنەکان بەوەش دەیانگوێزنەوە بۆ ئاستێکی وزە بەرزتر، کاتێك تەنی ڕەق لە پلەی گەرمی ژووردا (ئاساییدا) بێت هەندێك لە ئەلیکترۆنەکانی دەورووژێن و دەچن بۆ ئاستە وزە ناپڕە نزیکەکانی.



وێنەی 5-9

گەیەنەر (أ) گورزە وزە هاوهێزییەکەی تەواو پڕ نییە. نەگەیەنەرەکان (ب) و نیمچەگەیەنەرەکان (ج) گورزەی گەیاندنیان خاڵییەو گورزەی هاوهێزیان پڕە، بەڵام کەلێنە وزەکە لە نیمچەگەیەنەردا بچووکترە لە چاو هی نەگەیەنەردا.

گەیەنەر گورزە ئاستێکی هاوهێزی هەیە کە تەواو پڕ نییە

ئەگەر گورزەی هاوهێزی و گورزەی گەیاندن بچنە ناو یەکترەوە ئەوا تەنەڕەقەکە گەیەنەر دەبێت، بۆ نموونە لە **وێنەی 5-9** (أ) دا، گورزەی هاوهێزی لەهەمان کاتدا گورزەی گەیاندنە، لەمبارەدا گورزەی هاوهێزی تەواو پڕ نابێت، بەرزترین ئاستە وزە پڕەکان لە ناوەڕاستی گورزەکاندا دەبن، کاتێك وزەیان دەدرێتێ ئەلیکترۆنەکان دەورووژێن و لە ئاستە پڕەکانی وزەوە دەچنە ئاستە وزە خاڵییەکان یان بەرزتر.

لە تەنی ڕەقی گەیەنەردا چەند ئەلیکترۆنێك پێویستیان بە وزەیەکی کەم هەیە بۆ ئەوەی بچنە ئاستە وزە نزیکە ناپڕەکان. دەکرێت ئەو بڕە وزەیە بە دانانی بواری کارەبایی یان بە پێدانی گەرمی بێت بە تەنەکە. بەوەش ئەو ئەلیکترۆنانە دەتوانن بەسەربەستی لەناو تەنە گەیەنەرەکەدا بجووڵێن. (کاتێك بوارێکی کارەبایی لاواز دادەنرێت)، لە خاسیەتە سەرەکییەکانی گەیەنەر ئەوەیە کە گورزە گەیاندنێکی نیمچە پڕیان هەیەو کەلێنە وزەکەش کاریگەرییەکی ئەوتۆی نابێت شایانی باس بێت.

نەگەیەنەر گورزەی هاوهێزی تەواو پڕەو کەلێنە وزەکەشی فراوانە

گورزەی گەیاندن لە تەنی نەگەیەنەردا بەتاڵە و گورزەی هاوهێزی تیایدا بەتەواوەتی پڕە هەروەك لە **وێنەی 5-9** (ب) دا دیارە.

هەروەها کەلێنە وزەیەکی فراوان (5-10 eV) گوڕزەی هاوهێزی و گوڕزەی گەیاندن لە یەکترجیادەکاتەوە. لە ڕاستیدا کەلێنەوزە ئەوەندە فراوانە بەڕادەیەك کە ئاسان نیە ئەلیکترۆن وزەیەکی وا وەربگرێت بتوانێت لە گوڕزەی هاوهێزییەوە بچێتە گوڕزەی گەیاندن.

بۆ نموونە لە پلەی گەرمی ژووردا (ئاسایی) گەرمی وزەیەك دەدات بە ئەلیکترۆن برِەکەی لە دەوری (0.025 eV) دایە، ئەوەش زۆر لە کەلێنە وزەکەی کەمترە. لەم بارەشدا چەند ئەلیکترۆنێکی کەم دەوروژێت و دەچنە گوڕزەی گەیاندن. بەم شێوەیە کە هەرچەندە نەگەیەنەر چەندەها ئاستە وزەی خاڵی لە گوڕزەی گەیاندنی تایبەت بەخۆی هەیە، بەڵام ژمارەیەکی کەم ئەلیکترۆن ئەو ئاستە وزانە داگیر دەکەن، بەوەش توانای گەیاندنی گشتی زۆر کەمدەبێت و بەرگری کارەبای مادە نەگەیەنەرەکان زۆر گەورەیە.

نیمچە گەیەنەر گوڕزەیەکی هاوهێزی پڕو کەلێنە وزەیەکی بچووکی هەیە

نیمچە گەیەنەر بارێکی مامناوەندی نێوان گەیەنەرو نەگەیەنەرە، گوڕزە وزەی هاوهێزی نیمچە گەیەنەر پڕە، وەك هی نەگەیەنەرەکان وایەو **وێنە 9-5** (ب) ئەوە ڕووندەکاتەوە، بەڵام کەلێنە وزەی نیمچەگەیەنەر لە کەلێنە وزەی نەگەیەنەر بچووکترە (دەورووبەری 1 eV)، لە ڕاستیدا کەلێنە وزەی زۆربەی نیمچە گەیەنەرەکان بچووکەو لە ڕادەیەکدایە کە ئەلیکترۆن بە ئاسانی لە هاوهێزییەوە دەگاتە گەیاندن، توانای گەیاندنی زۆربەی نیمچە گەیەنەرەکان بەزۆری لەسەر پلەی گەرمی بەندە.

بۆ نموونە لە پلەی گەرمی نزیکی 0 K، زۆربەی ئەلیکترۆنەکان لە گوڕزەی هاوهێزیدان، وزەیەکی زۆر لاواز هەیە بۆ وروژاندن، ئەمەش وادەکات نیمچەگەیەنەر لە پلەی گەرمی نزمدا توانای گەیاندنیان لاواز بێت، لە پلە گەرمییە بەرزەکاندا دەکرێت ژمارەیەکی زۆر ئەلیکترۆن بوروژێنرێت و لە هاوهێزییەوە بچن بۆ گوڕزەی گەیاندن کە ژمارەیەکی زۆر لە ئاستەوزەی خاڵی تێدایە، وە لەبەرئەوەی ئەگەری ڕوودانی گواستنەوە بە گەرمی بەسەر کەلێنە تەسکەکەدا لە پلە گەرمیە بەرزەکاندا زۆرە، بۆیە توانای گەیاندنی نیمچە گەیەنەرەکان بەزۆری لەگەڵ زیادبوونی پلەی گەرمیدا زیاد دەکات، دانانی بوارێکی کارەبایی لەسەر نیمچەگەیەنەر ئیش لەسەر ئەلیکترۆنەکان دەکات، وزەکەیان زیاد دەبێت و دەتوانن تەزووی کارەبایی پێکبهێنن و بیگەیەنن.

پێداچوونەوەی بەندی 1-9

1. تۆ دەزانی کە بەرگری گەیەنەرەکان بەزیادبوونی پلەی گەرمی زیاد دەکات، بەڵام بەرگری نیمچەگەیەنەرەکان بە زیادبوونی پلەی گەرمی کەمدەکات، چۆن دەتوانیت ئەم خاسیەتە لە نیمچەگەیەنەرەکاندا ڕوونبکەیتەوە؟

2. کام لەم ئەلیکترۆنانەی خوارەوە ئەلیکترۆنی هاوهێزین؟

أ. ئەلیکترۆنە هەرە نزیکەکەی گەردیلەی یۆرانیۆم لە ناووکەوە.

ب. ئەلیکترۆنی ئاستە وزە هەرە دوورەکەی گەردیلەی کالیسیۆم.

ج. ئەلیکترۆنی ئاستە وزە هەرە دوورەکەی دووەم (پێش کۆتایی) گەردیلەی برۆمین.

3. کام گوڕزە لە ئاستەکانی وزە ئەلیکترۆنی تێدایە کە دەتوانێت بەسەربەستی لە نیمچەگەیەنەرەکاندا بجووڵێت؟ وە کام گوڕزە لە ئاستەکانی وزە ئەلیکترۆنی تێدایە ناتوانێت بەسەربەستی لەناو نیمچە گەیەنەرەکەدا بجووڵێت؟

بەندی 2-9

بەجێهێنانەکانی مادە نیمچەگەیەنەرەکان

Semiconductor applications

2-9 ئامانجەکانی بەندەکە

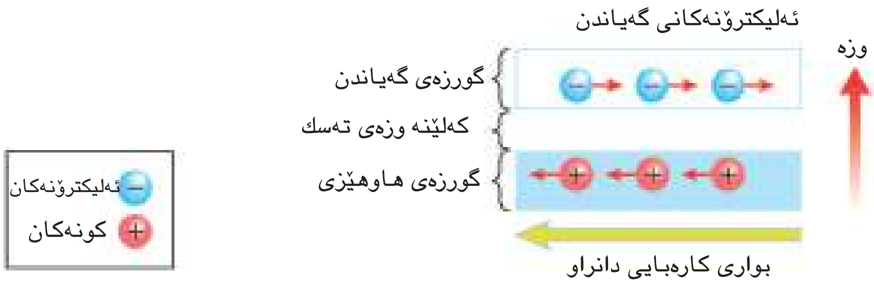
- بەراوردی نێوان ڕۆڵی هەریەك لە ئەلیکترۆن و کونە بارگە پۆزەتیڤەکان دەکات لە گەیاندنی تەزوی کارەباییدا.
- کرداری خلّتەتێکردن بۆ دروستکردنی نیمچەگەیەنەری جۆری **N** و جۆری **P** باس دەکات.
- باسی بەللورەی (**P-N**) و ڕۆڵی لە دەزگاکانی نیمچەگەیەنەردا دەکات.
- ڕۆڵی بەللورەی دوانی (دایۆد) لە ڕاستکردنەوەدا ڕوونەدەکاتەوە،
- چۆنیەتی بەکارهێنانی ترانزستەر وەك گەورەکەر ڕوونەدەکاتەوە.

به خلّتەکردنی مادە نیمچە گەیەنەرەکان

دەکرێت هەڵگری بارگە لە نیمچەگەیەنەردا نێگەتیڤ یان پۆزەتیڤ بێت، بۆ زانینی هۆی ئەوە دەڕوانینە هەردوو گورزەی هاوهێزی و گەیاندنی نیمچەگەیەنەر لە وێنەی **9-6** دا.

بێنە پێش چاوت کەوا چەند ئەلیکترۆنێك لە گورزەی هاوهێزییەوە بۆ گورزەی گەیاندن وروژێنراون (براون) بەهۆی بواری کارەباییەوە، ئەو ئەلیکترۆنانەی لە گورزەی گەیاندندان بەسەربەستی لەناو ماددەکەدا دەجووڵێن، بەڵام ئەلیکترۆنەکانی گورزە وزەی هاوهێزی ناتوانن لەناو ماددەکەدا بجووڵێن، چونکە ئاستە وزە نزیك لە یەکەکان پڕن لە ئەلیکترۆن، بەڵام کاتێك ئەلیکترۆنێك لە هاوهێزییەوە دەچێتە گەیاندن بۆشاییەك یان کونێك Hole لە جێگەکەی خۆیدا لە گورزە وزەی هاوهێزی پڕ لە ئەلەکترۆندا بەجێ دەهێڵێت، وە لەبەر ئەوەی ئەم کونە ئاستە وزەیەکی بەتاڵ لە گورزەی هاوهێزیدا دروست دەکات، بۆیە ئەلیکترۆنێکی هاوهێزی تر، لەهەمان گەردیلەدا یان لە گەردیلەیەکی نزیکیدا لە جووڵەکەیدا سەربەست دەبێت و ئەو کونە پڕدەکاتەوە، کاتێکیش ئەلیکترۆن ئەوە دەکات کونێك لە جێگە بنەڕەتییەکەی خۆیدا پەیدا دەبێت، دەکرێت بەشێوەیەك بۆ ئەو دیاردەیە بڕوانین لەوە بچێت کە کونەکان لەناو ماددەدا بە ئاراستەی پێچەوانەی جووڵەی ئەلیکترۆنەکانی ناو گورزە وزەکەوە بجووڵێن.

لە ماددەیەکدا کە تەنها لە توخمێك یان دارشتەیەك پێکهاتبێت هەمان ژمارە لە ئەلیکترۆن و کون هەیە، ئەو کۆمەڵە بارگەیە پێیان دەگوترێت جووت ئەلیکترۆن– کونەکان. ئەو نیمچەگەیەنەرەش کە ئەم جووت ئەلیکترۆن– کونەی تێدایە پێی دەگوترێت نیمچەگەیەنەری ڕەسەن (پوخت)، **وێنەی 9-6** هێڵکارییەکی ڕوونکردنەوەیی نیمچەگەیەنەری ڕەسەن دەنوێنێت، کاتێك بوارێکی کارەبایی دەخرێتە سەری، کونەکان بە ئاراستەی بوارەکەو ئەلیکترۆنەکانیش بە ئاراستەی پێچەوانەی بوارەکە دەجووڵێن، ئەوە بیر خۆت بهێنەرەوە کەوا هەمیشە کونەکان بە ئاراستەی پێچەوانەی جووڵەی ئەلیکترۆنەکان دەجووڵێن.



وێنەی 9-6

دەکرێت بواری کارەبایی ئەلیکترۆنەکانی هاوهێزی بباتە گورزەی گەیاندن و دەتوانن بەسەربەستی لەناو مادەکەدا بجووڵێن، لەو کاتەدا جووڵەی کونەکان پێچەوانەی جووڵەی ئەلیکترۆنەکان دەبێت.

کون

ئاستە وزەیەکی نیمچە گەیەنەرە کە ئەلیکترۆنی تێدا نییە.

بەخلّتەکردن خلّتە زیاد دەکات و بەوەش گەیاندن باشتردەبێت

لە بەندی پێشوودا ڕوونمان کردەوە کەوا چڕبوونەوەی بارگە هەڵگرەکان (واتە ژمارەیان لە یەکەی قەبارەدا) لە نیمچەگەیەنەردا دەوەستێتە سەر پلەی گەرمی، جگە لەمە ڕێگەیەکی تریش بۆ چڕکردنەوەی (زیادکردنی) بارگە بەرەکان لە نیمچە گەیەنەرەکاندا هەیە، ئەویش تێکردنی خلّتەیە بۆ ناو نیمچەگەیەنەری ڕەسەن (پوخت)، خلّتەکانیش گەردیلەی جیاوازن لە گەردیلەکانی نیمچەگەیەنەری ڕەسەن (پوخت).

ch9 2/1/18 10:32 AM Page 11

بەخڵتەکردن

تێکردنی گەردیلەی خڵتەیە بۆ نیمچەگەیەنەر.

تێکردنی خڵتە بۆ نیمچەگەیەنەرەکان پێی دەگوترێت بەخڵتەکردن ، چەند گەردیلەیەك لە خڵتەیەکی دیاریکراو (یەك بەش لە ملیۆنێك) بەشی ئەوە دەکات کە گۆڕانێکی گەورە لە بەرگری نیمچەگەیەنەردا بکات. بەزیادبوونی ئاستی بەخڵتەکردن توانای گەیاندنی نیمچەگەیەنەر زیاد دەکات. لەو کاتەدا کە خڵتەکان کۆنترۆڵی توانای گەیاندن دەکەن بە ماددەکە دەگوترێت نیمچەگەیەنەری بەخڵتەکراو، دوو ڕێگە بۆ بەخڵتەکردنی نیمچەگەیەنەر هەیە، یان تێکردنی ئەو خڵتانەی کە ئەلیکترۆنی هاوهێزی زیادیان هەیە یان تێکردنی ئەو خڵتانەی کە ئەلیکترۆنی هاوهێزی کەمیان هەیە، لەچاو گەردیلەی نیمچەگەیەنەرە ڕەسەنەکەدا (پوختەکەدا).

ئەو نیمچە گەیەنەرانەی لە دەزگا بازرگانییەکاندا بەکاردێن لە سلیکۆن یان جرمانیۆم پێکهاتوون کە خڵتەیان تێکراوە. بۆ هەریەك لەم دوو توخمە چوار ئەلیکترۆنی هاوهێزی هەیە، کرداری بە خڵتەکردنی نیمچەگەیەنەر بەگۆڕینی گەردیلەیەك دەبێت کە سێ یان پێنج ئەلیکترۆنی هاوهێزی هەیە، بەگەردیلەیەك لە گەردیلەکانی سلیکۆن یان جرمانیۆم نیمچەگەیەنەری بەخڵتەکراو لە ڕووی کارەباییەوە هاوبارگە دەبێت، نیمچەگەیەنەرەکەو خڵتەکە هاوبارگە دەبن، گەردیلەکانی نیمچەگەیەنەرو خڵتەکە بەبێ بارگەیی هەروەکو خۆیان دەمێننەوە، بەوەش هاوسەنگی لە نێوان بارگە پۆزەتیڤەکان و بارگە نێگەتیڤەکان تێك ناچێت، بەڵام ژمارەی بارگە سەربەستەکان کە دەتوانن بجوولێن زیاد دەکات، ئەم بارگە جووڵاوانە هاوبەشی کارەبا گەیاندن دەکەن.

ئایا دەزانیت؟

تێکڕای گەرما وزەی ئەلیکترۆن لە پلەی گەرمی (22ºC) دا نزیکەی 0.025 eV.

لە نیمچەگەیەنەری جۆری N دا ئەلیکترۆنەکان زۆرینەی بارگەبەرەکان پێکدێنن

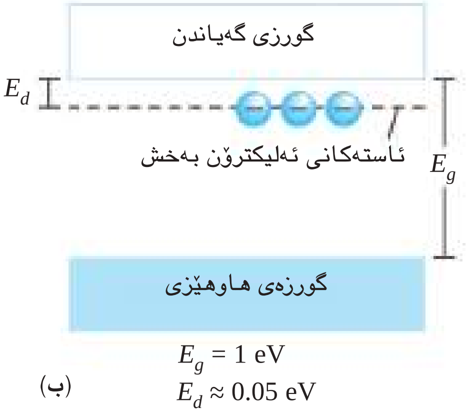
لە **وێنەی 7-9** دا گەردیلەیەك کە پێنج ئەلیکترۆنی هاوهێزی هەیە، بە نموونە گەردیلەی زەرنیخ، کراوەتە ماددەیەکی نیمچەگەیەنەرەوە، چوار لە ئەلیکترۆنە هاوهێزییەکان بەشداری پێکهێنانی بۆند دەکەن لەگەڵ گەردیلە هاوسێکانیاندا، و تاکە ئەلیکترۆنێك دەمێنێتەوە، ئەم خڵتەیە ئەم ئەلیکترۆنە زیادەیە دەداتە گەردیلەی نیمچەگەیەنەرەکە، بۆیە پێی دەگوترێت گەردیلەی ئەلیکترۆن بەخش، خڵتەکە پێکهاتەی گورزەی تەنە ڕەقەکە دەگۆڕێت، ئەلیکترۆنە زیادەکە ئاستە وزەیەك داگیر دەکات، پێی دەگوترێت ئاستی ئەلیکترۆن بەخش، کە دەکەوێتە خوار گورزەی گەیاندنەوە لەناو کەلێنەوزەدا هەروەك لە **وێنەی 7-9** (ب) دیارە.

ماوەی نێوان ئاستەکانی ئەلیکترۆن بەخش و خوارەوەی گورزەی گەیاندن زۆر بچوکە (دەورووبەری 0.05 eV) بەوەش بڕێکی کەم لە وزەی گەرمی ئەلیکترۆنەکانی ئاستی ئەلیکترۆن بەخش دەبەن بۆ گورزەی گەیاندن، ئەو نیمچە گەیەنەرەی خڵتەی ئەلیکترۆن بەخشی تێدەکرێت پێی دەگوترێت نیمچەگەیەنەری جۆری N، چونکە زۆربەی بارگە بەرەکان بریتین لە ئەلیکترۆنە بارگە نێگەتیڤەکان، کونە پەیدابووەکانی ئاستە وزەی ئەلیکترۆن بەخش بە ئاسانی ناجووڵێن.

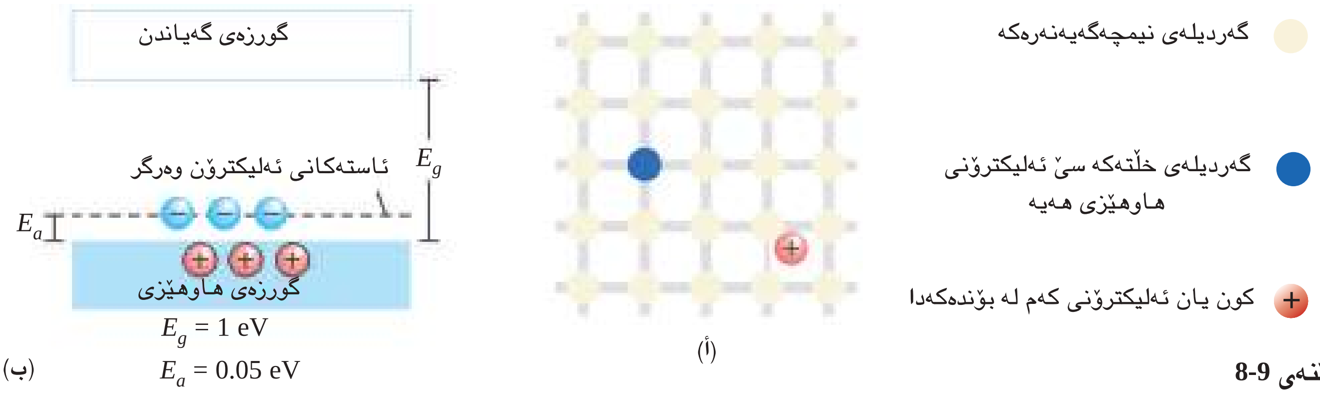
وێنەی 7-9

نیمچەگەیەنەری جۆری N خڵتەیەکی تێکراوە کە ئەلیکترۆنی هاوهێزی زیادەی هەیە.

(أ)



(ب)



وێنەی 9-8

نیمچەگەیەنەری جۆری p گەردیلەی خڵتەیەکی تێکراوە کە سێ ئەلیکترۆنی هاوهێزی هەیە.

لە نیمچەگەیەنەری جۆری p دا کونەکان زۆرینەی بارگەبەرەکان پێکدێنن

ئەگەر نیمچەگەیەنەر خڵتەی وای تێبکرێت کە سێ ئەلیکترۆنی هاوهێزی هەبێت، وەك ئەندیوٚم و ئەلەمنیوٚم، ئەوا سێ ئەلیکترۆنەکە بۆند لەگەڵ گەردیلە هاوسێکانی لە نیمچەگەیەنەری جۆری p دا پێکدێنن، ئەوەش کەمی ئەلیکترۆنێك یان کونێك لە بۆندی چوارەمدا دروست دەکات هەروەك لە **وێنەی 9-8** (أ) دا دیارە، ئاستە وزەکانی ئەم جۆرە خڵتانە، یان ئاستی وەرگر ڕاستەوخۆ لەسەروی گورزەی هاوهێزییەوەو لەناو کەلێنە وزەدا دەبێت هەروەك لە **وێنەی 9-8** (ب) دا دیارە.

ئەلیکترۆنە هاوهێزییەکان لە پلەی گەرمی ژووردا وزەیەکی گەرمی گونجاویان دەبێت بۆ ئەوەی ئاستی وەرگر پربکەنەوە گورزەی هاوهێزی جێبهێڵن و کونی تێدا دروست بکەن، بەوەش بارگە پۆزەتیڤەکان، واتە کونەکان، لەناو ماددەکەدا دەجووڵێن تەنانەت ئەگەر لە گورزەی گەیاندنیدا هیچ ئەلیکترۆنێك نەبێت.

چونکە ئەم جۆرە خڵتانە ئەلیکترۆن لە گورزەی هاوهێزییەوە وەردەگرن، وەك ئەلیکترۆن وەرگر ئاماژەیان بۆ دەکرێت، ئەو نیمچەگەیەنەرەی کە ئەلیکترۆن وەرگریان تێدایە پێیان دەگوترێت نیمچە گەیەنەری جۆری p، چونکە زۆرینەی بارگە هەڵگرەکانی بریتین لەکونی بارگە پۆزەتیڤ.

کریستاڵی دووانی

دەزگایەکی ئەلیکترۆنییە ڕێگە بە تێپەڕبوونی تەزوو بە ئاراستەیەك دەدات بە بەراورد لەگەڵ ئاراستەکەی تری.

بللورە دووانییەکان (Diode) (کریستاڵی دووانی)

کریستاڵی دووانی Diode دەزگایەکە بەرگرییەکەی نزیکەی ناکۆتاییە بە ئاراستەیەك و نزیکەی نەمانە بە ئاراستەی پێچەوانە، کریستاڵی دووانی دەهێڵێت تەزوو تەنها بەیەك ئاراستە تێپەڕ ببێت، ئەو کریستاڵەی بەمشێوەیە ئیش دەکات پێی دەگوترێت ڕاستەکەرەوە rectifier، **وێنەی 9-9** هێمای کریستاڵێکی دووانیە لە وێنەکێشانی سوورێکی کارەباییدا، تیراساکە لە هێماکەدا ئاراستەی تەزووی کارەبایی لە کریستاڵە دووانییەکەدا دەنوێنێت.

وێنەی 9-9

هێمای کریستاڵی دووانی بەکارهێنراو لە وێنەکێشانی سورە کارەباییەکاندا ئەوە دەگەیەنێت کە تەزوو بەیەك ئاراستە تێپەڕ دەبێت.

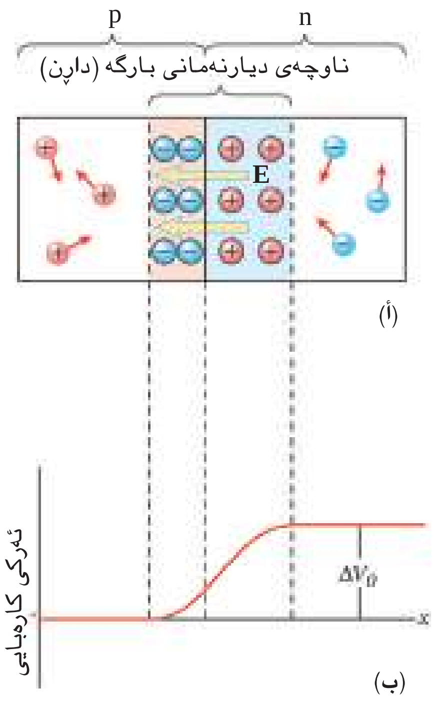
پێکبەستی P-N بەیەکگەیشتنی نیمچەگەیەنەری جۆری p و نیمچەگەیەنەری جۆری N

با سەیری ئەوە بکەین کە ڕوودەدات کاتێك نیمچەگەیەنەرێکی جۆری p لەگەڵ نیمچەگەیەنەرێکی جۆری N بەریەکتر دەکەون بۆ پێکهێنانی کریستاڵێکی دووانی، دەکرێ ئەو دەزگایەی پێکبەستی P-N ی تێدایە وەك کریستاڵێکی دووانی بەکاربهێنین، کریستاڵی دووانی بەیەك ئاراستە ڕێگە بە تێپەڕبوونی تەزوو دەدات، چونکە ئەو کون و ئەلیکترۆنانەی هەردوو لای پێکبەستی P-N دەتوانن بەناو پێکبەستەکەدا بۆ لای یەکتر برۆن.

کاتێکیش ئەوە ڕوودەدات، ئەوا ئەلیکترۆن و کونەکان بەربەستێکی پەستانکار (ناوچەیەکی کارەبایی ناوەوە) پێکدێنن کە ڕێگە بە بارگە کارەباییەکان دەدات تەنها بە ئاراستەیەك بڕۆن و بە ئاراستەی پێچەوانەش ناهێڵێن، فەرموون با ئەم دیاردەیە زیاتر باس بکەین.

بیرت بێت نیمچەگەیەنەری جۆری N ئەلیکترۆنی سەربەست و نیمچەگەیەنەری جۆری P کونی سەربەستیان تێدایە، کاتێك نیمچەگەیەنەرێکی جۆری N بەنیمچەگەیەنەرێکی جۆری P وە دەلکێنرێت و پێکبەستی P-N پێکدێت، سەربەستەکان بەهۆی وزە گەرمیەکەیانەوە دەجووڵێنن بەوەش ئەلیکترۆنەکان لەلا نزیکەکەی N دا بەرەو ناوچەی P (ناوچە شینەکەی **وێنەی 10-9** (أ) دەجووڵێن و لەدوای خۆیانەوە ئایۆنی پۆزەتیڤی جێگیر لە جێگەکەی خۆیاندا لەناو تەنە ڕەقەکەدا بەجێدەهێڵێن بەهەمان ڕێگە کونەکان لەلا نزیکەی pیەوە بە ئاراستەی لای N دەجووڵێن و لەدوای خۆیانەوە ئایۆنی جێگیری نێگەتیڤ بەجێدەهێڵن. کاتێکیش بارگە سەربەستە نێگەتیڤ و پۆزەتیڤەکان بەیەکدەگەن یەکێکیان ئەوی تریان ناهێڵێت بەوەش بارگە هەڵگر نامێنێت لە ئەنجامدا بارگە هەڵگری جووڵاو لە ناوچەی بەریەککەوتنی هەردوو نیمچەگەیەنەری جۆری N و P دا نامێنێت، لەبەر ئەم هۆیە ئەو ناوچەیە پێی دەگوترێت ناوچەی دیارنەمانی بارگە یا (ناوچەی داڕن). قەبارەی ناوچەی دیارنەمان نەگۆڕە، چونکە بوونی ئایۆن تیایدا بوارێکی کارەبایی پەیدا دەکات دژی گوێزانەوەی هەر ئەلیکترۆن یان کونێکی زیادەیە کە ببێتە هۆی فراوانکردنی ئەو ناوچەیە، ئەم بوارە کارەباییە ناوەکییە ئاراستەکەی لەلای ڕاستەوە بەرەو لای چەپە لە **وێنەی 10-9** (أ) دا.

لە هەردوو لای ناوچەی (داڕن) دیارە نەمانی بارگەوە ناوچەی جۆری P و ناوچەی جۆری N دەبێت، لەبەرئەوە پێکبەستی P-N لە کریستاڵی دووانیدا لە سێ ناوچە پێکدێت وەك لە **وێنەی 10-9** (أ) دا. دیارە.



وێنەی 10-9

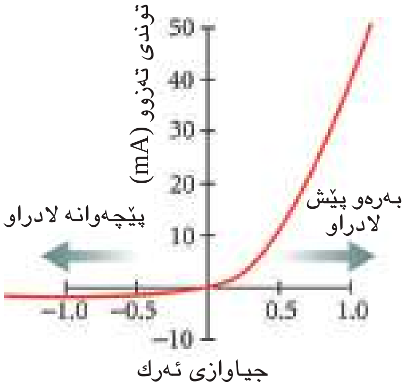
لە ئەنجامی گواستنەوەی بارگەبەرەکان بەناو پێکبەستی P-N دا بوارێکی کارەبایی لە ناوچەی دیارنەمانی بارگە (داڕن) پەیدا دەبێت.

کریستاڵە دووانییەکان (دایۆدەکان) تەنها بەیەك ئاراستە ڕێگە بەجووڵەی بارگە دەدەن

بەتێڕوانینی ئەو هێڵکارییە ڕوونکردنەوەییەی لە **وێنەی 10-9** (ب) دا هەیە، دەتوانین ناوچە جیاوازەکانی کریستاڵی دووانی تێبگەین، بەهۆی بوونی بواری کارەباییەوە لەناوچەی دیارنەمانی بارگەدا (داڕن) پێویستە ئەرکی کارەبایی لەلایەکی پێکبەستەکەدا گەورەتر بێت لە ئەرکی لایەکەی تری، بارگەبەرە پۆزەتیڤەکان ناتوانن لەلای چەپەوە بەرەو لای ڕاست بجووڵێن، چونکە ئەم جۆرە جووڵەیە وزەیەکی سەرباری دەوێت بڕەکەی $q\cdot\Delta V_o$ بێت بۆ ئەوەی بەسەر بواری کارەبایی ناوەکی ناوچەی دیارنەمانی بارگەدا زاڵ ببێت، وە لەبەر هەمان هۆ بارگەبەرە نێگەتیڤەکانیش ناتوانن لە ڕاستەوە بەرەو لای چەپ بجووڵێن.

دەکرێت لە ڕێگەی بەکارهێنانی سەرچاوەیەکی دەرەکییەوە ئەو وزە سەربارەی کە پێویستە بۆ جوڵاندنی بارگەبەرەکان پەیدا دەکرێت، ئەگەر ئەرکێکی دەرەکی پۆزەتیڤی پێویست بخرێتە سەر لای p ئەوا ئەرکی کارەبایی (پۆزەتیڤ) لەلای چەپ زیاد دەکات لەچاو ئەرکە (نێگەتیڤەکەی) لای ڕاست، وەلەبەرئەوەی ئەرکی کارەبایی لەلای چەپدا لە ئەرکی کارەبایی لای ڕاست زیاترە، بۆیە بارگەکان دەجووڵێن و تەزوویەکی کارەبایی پێکدێنن، کاتێك کریستاڵە دووانیەکە بەم شێوەیە سەرچاوەیەکی دەرەکی جیاوازی ئەرکەوە دەبەسترێت دەگوترێت کەوا کریستاڵە دووانیەکە بەرەو پێش لادراوە. بەڵام کاتێك ئەرکێکی دەرەکی پۆزەتیڤ دەخرێتە سەر لای Nی پێکبەستەکە بەربەستە پەستانکار زیاد دەکات و دەبێتە هۆی کەمبوونەوەی توندی تەزوو بەپێکبەستەکەدا، بەم جۆرە بەللورەیە (کریستاڵە) دەگوترێت کەوا پێچەوانە لادراوە .

ch9 2/1/18 10:32 AM Page 16



وێنەی 9-11

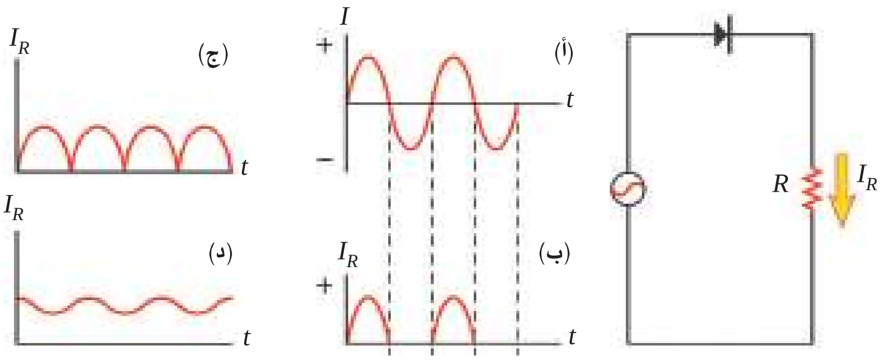
لاری ئەم چەماوەیە لە هەر خاڵێکدا یەکسانە بەهەڵگەڕاوەی بەرگری کریستاڵی دووانی بەپێی جیاوازی ئەرك و تۆندی تەزووی ئەو خاڵە.

وێنەی 9-11 نواندنێکی ڕوونکردنەوەیی نموونەییە بۆ تۆندی تەزوو لە کریستاڵی دووانیدا بەپێی جیاوازی ئەرکی دانراو لەسەر کریستاڵەکە، بڕوانە کە کریستاڵی دووانی پەیڕەوی یاسای ئۆم ناکات، بەپێی یاسای ئۆم نواندنی ڕوونکردنەوەیی تۆندی تەزوو بەپێی جیاوازی ئەرك هێڵێکی ڕاست دەبێت کە لارییەکەی یەکسان دەبێت بە هەڵگەڕاوەی بەرگری. لەلایەکی دیکەوە تێبینی ئەوە دەکەین کەوا بەرگری کریستاڵی دووانی جێگیر نییە. کاتێك کریستاڵەکە پێچەوانە لادرابێت چەماوەکە بەنزیکەیی ئاسۆیی دەبێت واتە لە ڕاستیدا بەرگرییەکەی بێکۆتاییە. (سەیرکە لەم بارەدا تۆندی تەزوو نێگەتیڤە، ئەوەش ئەوە دەگەیەنێت کە لە ڕاستیدا هێشتا تێپەڕبوونی تەزوویەکی لاواز بە ئاڕاستەیەکی (هەڵە) لە کریستاڵە دووانییە پێچەوانە لادراوەکەدا هەر بەردەوامە، وە لەبەرئەوەی تەزووی تێپەڕبوو زۆر لاوازە، بۆیە فەرامۆش دەکرێت)، کاتێك کریستاڵی دووانی بەرەو پێش لادەدرێت بەرگری دەگۆڕێت، و لە سفر نزیك دەبێتەوەو تۆندی تەزووەکەش زۆر گەورە دەبێت، دەبینین گەورەترین نرخی جیاوازی ئەرکی سەر کریستاڵی دووانی بەرەو پێش لادراو کەمە دەورووبەری (0.5–0.8 V).

دەکرێت کریستاڵی دووانی بۆ گۆڕینی تەزووی گۆڕاو بۆ تەزووی نەگۆڕ بەکاربهێنرێت (وەك ڕاستکەرەوەیەك)

وێنەی 9-12 کاریگەری جیاوازی ئەرك دەردەخات لەسەر جیاوازی ئەرکی گۆڕاو، **وێنەی 9-12** (أ) تۆندی تەزووی بەرهەمهاتوو لە نەبوونی کریستاڵی دووانیدا دەنوێنێت، وە **وێنەی 9-12** (ب) تۆندی تەزووی دەنوێنێت بەبوونی کریستاڵی دووانی، تەنها بەشە پۆزەتیڤەکەی تۆندی تەزوو دەمێنێتەوە، چونکە لەو ماوانەدا کریستاڵە دووانیەکە لادانەکەی بەرەو پێش دەبێت، و بەرگرییەکەی کەمدەبێت، وەکاتێکیش کریستاڵە دووانیەکە پێچەوانە لادەدرێت بەرگرییەکەی زۆر گەورە دەبێت بەوەش کریستاڵە دووانیەکە بەشە نێگەتیڤەکەی تۆندی تەزوو لەناو دەبات و تەزووەکە لە بەرگرییەکەدا نامێنێت، کرداری گۆڕینی تەزووی گۆڕاو بۆ تەزووی نەگۆڕ پێی دەگوترێت ڕاستکردنەوە، کاتێك کریستاڵی دووانی وەك ڕاستکەرەوە بەکاردێت تۆندی تەزوو جێگیر (نەگۆڕ) نابێت، بەڵکو بەشێوەی پرتە دەبێت، بەو تەزووەش دەگوترێت تەزووی نەگۆڕی پرتەکەر.

دەکرێت تەزوویەکی نەگۆڕی زیاتر ڕاستکراوە بەرهەمبهێنرێت ئەویش بەدانانی چەند دایۆدێك و چەند بارگەگرێك لەکرداری ڕاستکردنەوەکەدا، دایۆدە زیادەکان پرتەی زیاتری تەزووی نەگۆڕ لە نێوان ئەو پرتانەدا دروست دەکەن کە دایۆدەکەی یەکەم ڕێگەی پێدابوون هەروەك لە **وێنەی 9-12** (ج) دا دیارە، بارگەگرەکانیش لەوکاتەدا کە جیاوازی ئەرك دانراوە بارگە کۆدەکەنەوەو کاتێکیش جیاوازی ئەرك نەبێت بارگەکان فڕێدەدەنەوە، بۆیە ڕۆڵی فلتەر دەبینین کەوا لە تەزووە بەرهەمهاتووەکە دەکات زیاتر ڕێکبێت، واتە بارگەگرەکان تەزووەکە بە نەگۆڕی لە سوڕە کارەباییەکەدا دەهێڵنەوە هەروەك لە **وێنەی 9-12** (د) دا پیشاندراوە.



وێنەی 9-12

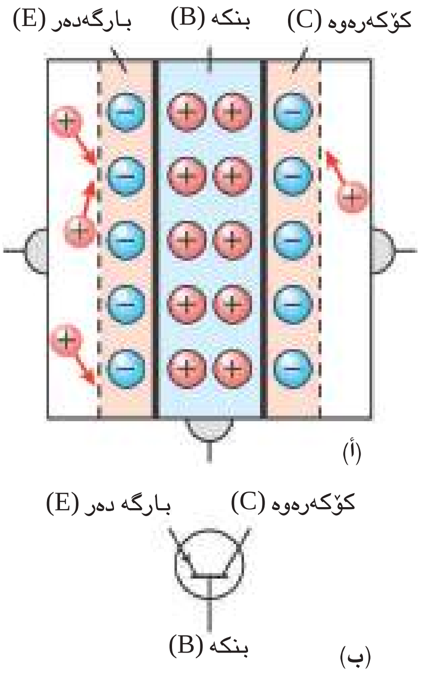
کریستاڵی دووانی تەزووی گۆڕاو ڕاست دەکاتەوە (أ) بۆ تەزوویەکی نەگۆڕی شێوە پرتە (ب) بە دانانی کریستاڵێکی دووانی تر دەتوانرێت پرتەی دیکە بۆ نیشانەکە زیاد بکرێت. (ج) بارگە گرەکان. دەتوانن وەك فلتەر کاربکەن و تۆندی تەزوو زیاتر ڕاست بکەنەوە (د).

ترانزستەرەكان Transistors

ترانزستەر Transistor دەزگایەكی ئەلیكترۆنی ئاڵۆزترە لە كریستاڵی دووانی و لە زۆر بەجێهێناندا بەكاردەهێنرێت، ترانزستەر لەجیاتی یەك پێكبەست دوو پێكبەستی P-Nی تێدایە، لەم بەندەدا فێری چۆنیەتی بەكارهێنانی ترانزستەر بۆ گەورەكردنی نیشانە دەبیت، ئەم خاسیەتەی ترانزستەر دەگەڕێتەوە بۆ سروشتی پێكبەستی P-N.

چەندەها جۆری ترانزستەر هەیە، بەڵام ئەو جۆرەی كە ئێمە لێرەدا گرنگی پێدەدەین ترانزستەری پێكگەیاندنە، ئەو ترانزستەرەی پێكگەیاندنەكەی لە **وێنەی 9-13** (أ) دا دیارە لە ماددەی نیمچەگەیەنەر پێكدێت كە ناوچەیەكی جۆری N ی تەسكی تێدایە بە دوو ناوچەی جۆری P دەوروەدراوە. ئەم پێكهاتەیە پێی دەگوترێت ترانزستەری P-N-P، پێكهاتەیەكی تری ئەم جۆرە ترانزستەرە هەیە پێی دەگوترێت ترانستەری N-P-N كە ئەمەیان ناوچەیەكی تەسكی جۆری P بە دوو ناوچەی جۆری N دەوروەدراوە. لەبەرئەوەی ڕێگەی كاركردنی هەردوو جۆرە ترانزستەرەكە لە یەكدەچن، بۆیە تەنها باسی ئیشكردنی ترانزستەری P-N-P دەكەین.

وێنەی 9-13 پەیكەری ترانزستەرێكی P-N-P دەنوێنێت لەگەڵ هێمای سورە كارەباییەكەی، بوونی سەری تیرێك لەسەر بارگەدەر لە **وێنەی 9-13**ی(ب) دا زۆر پێویستە بۆ جیاكردنەوەی ترانزستەری P-N-P لە ترانزستەری N-P-N، لە هێمای ترانزستەری N-P-N دا ئاڕاستەی تیرەكە بەپێچەوانەوە دەبێت، هەردوو ناوچەكەی لاتەنیشتی ترانزستەر پێیان دەگوترێت بارگەدەرو كۆكەرەوە، بەڵام ناوچە تەسكەكەی ناوەڕاست پێی دەگوترێت بنكە. بڕوانە ترانزستەری پێكگەیاندن دوو پێكبەستی هەیە كە ئەوانیش پێكبەستی (بارگەدەر– بنكە) و پێكبەستی (كۆكەرەوە– بنكە)یە، هەمیشە خڵتەی بارگەدەر لە خڵتەی بنكە زیاترە بەوەش ژمارەی هەڵگرانی بارگە لە بارگەدەردا لە ژمارەی هەڵگرانی بارگە لە بنكەدا زیاترە، جیاواز لە پێكهاتە كارەباییەكانی تر ترازستەر لەجیاتی دوو تەلی گەیاندن سێ تەلی گەیاندنی هەیە (سێ جەمسەرە).



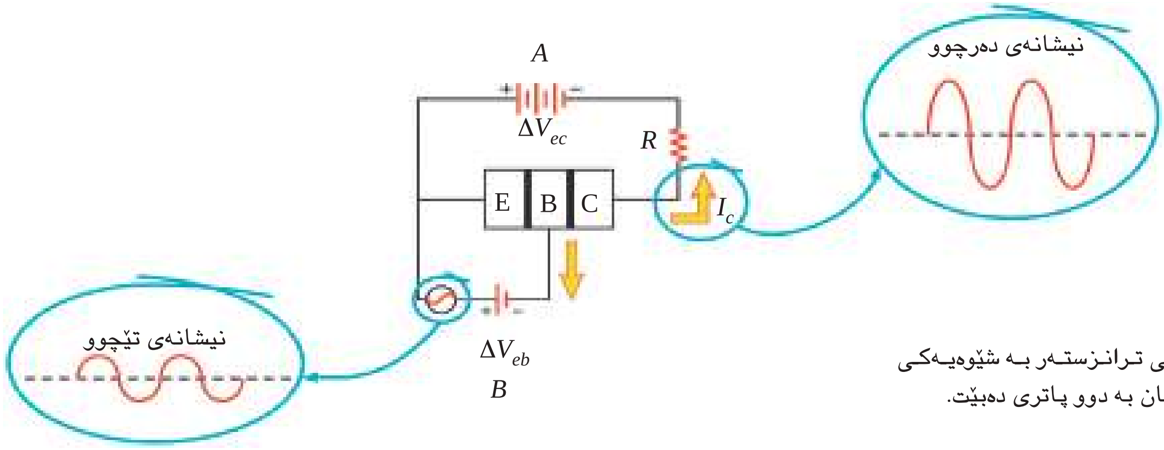
وێنەی 9-13

(أ) ترانزستەری جۆری P-N-P لە نیمچەگەیەنەرێكی جۆری N پێكدێت كە بە دوو نیمچەگەیەنەری جۆری P دەورە دراوە.

(ب) هێمای سورە كارەباییەكەی ئەم ترانزستەرە لە سێ تەلی گەیاندن پێكدێت.

ڕێكخستنی جیاوازی ئەرك زۆر گرنگە بۆ ئیشپێكردنی ترانزستەر

كاتێك جیاوازییەكی ئەرك (ΔV_{ec}) دەخرێتە سەر بارگەدەرو كۆكەرەوە ئەركی كارەبایی لە بارگەدەردا زیاترە لە ئەركی كارەبایی سەر كۆكەرەوە، هەروەك لە خانەی (A)ی **وێنەی 9-14** دا دیارە. ئەركی كارەبایی لە بنكەدا لە نێوان ئەركی كارەبایی بارگەدەرو ئەركی كارەبایی كۆكەرەوەدا دەبێت، و بە ΔV_{eb} لە خانەی B دا دەنوێنرێت، وە بیری خۆتی بهێنەرەوە لەكاتی باسكردنی كریستاڵە دووانییەكاندا كاتێك ئەركی كارەبایی ناوچەی P زیاتربێت لە ئەركی كارەبایی ناوچەی N ی پێكبەستی P-N دا ئەوە پێكبەستە كە لادانی بەرەوپێش دەبێت. ئەوا پێكبەستەكە لادانی بەرەوپێش دەبێت،



وێنەی 9-14

بۆ ئیشپێكردنی ترانزستەر بە شێوەیەكی گونجاو پێویستمان بە دوو پاتری دەبێت.

دەزگایەكە سێ تەلی گەیاندنی هەیەو دەتوانێت نیشانە گەورە بكات.

ترانزستەر

ئەگەر وەك دوو كریستاڵی دووانی لە پشتەوە بەیەكەوە بەستراو سەیری ترانزستەر بكەین ئەوا پێكبەستی بارگەدەر– بنكە لادانی بەرەو پێش و پێكبەستی بنكە– كۆكەرەوە لادانی پێچەوانەی دەبێت. ئەم دوو لادانە تایبەتەی هەردوو پێكبەستەكە بۆ ئیشپێكردنی ترانزستەرەكە پێویستە.

دەكرێت ترانزستەری پێكگەیاندن وەك گەورەكەر بەكاربهێنرێت

ئێستا دەتوانین ببینین كە چۆن ترانزستەر نیشانە گەورە دەكات، با یەكەمجار سەیری پێكبەستی بارگەدەر– بنكە بكەین كە بەرەو پێش لادراوە، بەوەش تەزوو لە ڕێگەی تەلی گەیەنەرەوە دەچێتە بارگەدەرو بارگەش بە ئاسانی بەناو پێكبەستی بارگەدەر– بنكەدا دەردەچێت. وە لەبەرئەوەی بارگەدەر لە چاو بنكەدا خڵتەكەی زۆر زیاترە، بۆیە بەشی هەرە زۆری تەزووەكە لە كون پێكدێت كە لە بارگەدەرەوە (لە جۆری p)، بەرەو بنكە دەچن، ژمارەیەكی زۆر كەمیش ئەلەكترۆن لە بنكەوە بەرەو بارگەدەر دەچن، وەلەبەرئەوەی بنكە زۆر تەنكە، بۆیە بەشی هەرە زۆری كونەكان لەگەڵ ئەلەكترۆنەكانی بنكەدا یەكناگرن.

هەرچەندە ژمارەیەكی كەم لە كون لەگەڵ ئەلەكترۆنەكانی بنكەدا یەكدەگرن، بەڵام ئەو یەكگرتنە لە توندی ئەو تەزووە كەمدەكاتەوە كە لە بارگەدەرەوە بەناو بنكەدا بۆ كۆكەرەوە دەچێت، ئەویش لەبەرئەوەی بارگەبەرە پۆزەتیڤەكان لە بنكەدا كۆدەبنەوە، بۆیە ڕێگە لە تێپەڕبوونی كونەكان دەگرن كە بەناویدا تێپەڕ دەبن.

كاتێك پاشماوەی كونەكان لە بنكە تێپەڕ دەبن دەگەنە پێكبەستی بنكە– كۆكەرەوە. ئەم پێكبەستە لادانی پێچەوانەیە، بۆیە نەبوونی تەزوو لەم شوێنەدا زۆر ئاساییە، بەربەستی بنكە– كۆكەرەوەو ناوچەی دیارنەمانی بارگە (داڕن) تایبەت بەخۆی بەرگری جووڵەی كونەكان بەرەو لای ڕاست یان چەپ دەكەن، بەڵام لەمبارەدا كونەكان لەلای (N)ی پێكبەستەكەدان كە تیایدا ئەلیكترۆنەكان بارگەبەری سەرەكین، بەوەش بەربەستەكە كاریگەرییەكی پێچەوانەی لەسەر جووڵەی كونەكان دەبێت بەرەو لای ڕاست، بەوەش كونەكان بەرەو پێكبەستی بنكە– كۆكەرەوە كە لادانەكەی پێچەوانەیە تاو دەدرێن.

گۆڕانێكی كەم لە خاسییەتەكانی بنكەدا لەوانەیە كاریگەرییەكی گەورەی لەسەر جووڵەی بارگەكان هەبێت لە بارگە دەرەوە بۆ كۆكەرەوە، ڕێگە ڕاستەوخۆكەی دروستكردنی ئەم گۆڕانە بەبەستنی بنكە دەبێت، بەسەرچاوەیەكی دووەمی جیاوازی ئەركەوە كە بە ΔV_{eb} لە **وێنەی 9-14** دا بە خاڵی B ناونیشانی دەدرێتێ. هەرچەندە تەزووی دەرچوو لەم بارگەدەرەوە لاوازە، بەڵام لەگەڵ خۆیدا هەندێك بارگەی پۆزەتیڤ ڕادەكێشێت و دەكرێت لە بنكەدا كۆببنەوە، بەهۆی ئەمەوە ژمارەیەكی زۆری بارگە لە بارگەدەرەوە بۆ كۆكەرەوە بەناو بنكەدا پەیدا دەبێت، ئەو جیاوازی ئەركە كەمەی كە دەمانەوێت گەورەی بكەین، دواییەك لەگەڵ پاتریەكەدا دادەنرێت. نیشانەی تێچوو گۆڕانێكی كەم لە توندی تەزووی بنكەدا دروستدەكات ئەوەش گۆڕانێكی گەورە لە تەزووی كۆكەرەوەدا پەیدادەكات و بەمەش گۆڕانێكی گەورە لە جیاوازی ئەركی سەر بەرگری دەرچوودا دروست دەكات، ئەگەر ترانزستەرەكە وەك پێویست لادرابێت ئەوا توندی تەزووی كۆكەرەوە (دەرچوو) لەگەڵ توندی تەزووی بنكەدا (تێچو) ڕاستەوانە دەگۆڕێت، بەوەش ترانزستەر وەك گەورەكەرێك بۆ توندی تەزوو كار دەكات، دەكرێت پەیوەندی نێوان تەزووی دەرچوو و تەزووی تێچوو بەم شێوەیە بنوسرێت:

$$I_c = \beta I_b$$

هێندی β (بێتا) پێی دەگوترێت قازانج لە تەزوودا كە بڕەكەی لە نێوان(10 و 100) دا دەگۆڕێت.

ئایا دەزانیت؟

دۆزینەوەی ترانزستەر لەلایەن جۆن باردین وە وۆڵتەر بریتین وە ولیەم شوكلی لە ساڵی 1948 دا شۆڕشێكی لە زانستی ئەلیكترۆنیكسدا دروستكرد، لە پاداشتی ئەوەدا هەرسێ زاناكە خەڵاتی نۆبڵی فیزیایان لە ساڵی 1956 دا پێدرا.

سورە کارەبايیە تەواوکراوەکان

سورە کارەبايیە تەواوکراوەکان بنچینەی دەزگاکانی کۆمپیوتەرو کاتژمێرەکان و کامێراکان و ئۆتۆمبێلەکان و فڕۆکەکان و کەشتییەکانی بۆشایی ئاسمان و ڕۆبۆتەکان و هەموو جۆرە پەیوەندییەکان و تۆرە جاڵجاڵۆکەییەکانە Internets .

سوری کارەبايی تەواوکراو بەسادەیی کۆمەڵێکی پێکەوە بەستراوی ترانزستەرو کریستاڵە دووانییەکان و بەرگری و بارگەگرەکانە کە لە یەك پارچە سلیکۆن دروستکراوەو پێی دەگوترێت تەنکۆڵە. ئەو تەنکۆڵانەی ئێستا هەن سەدەهاو هەزارەها پێکهاتەی ڕووبەر زۆر بچووك دەگرێتە خۆی وەك لە **وێنەی 9-15** دا دیارە.

سورە کارەبايیە تەواوکراوەکان بەمەبەستی بەرهەمهێنانی سورە کارەبايی زۆر بچووك سەربارى چارەسەرکردنی کێشەی بەیەگگەیاندن کە بوونی ترانزستەرەکان دروستیان کردبوو، هاتنە دی، پێش داهێنانی ترانزستەر، قەبارەی پێکهێنەرەکان و سەرچاوەکانی وزە ژمارەی ئەو پێکهێنەرانە دیاری دەکرد کە دەبوایە لە سوورێکی دیاریکراودا بەیەکتر بگەیەنرانایە. لەگەڵ پەرەپێدان و داهێنانی ترانزستەری زۆر وردو، کەم وزەو پاشان کەمکردنەوەی ژمارەی پێکهێنەرەکاندا، کێشەی بەیەکگەیاندنی سەدەها، بەڵکو هەزارەها پێکهێنەر بەیەکترییەوە سەری هەڵدا، **وێنەی 9-16** هێڵکارییەکی یەکێك لە جۆرە سەرەتاییەکانی سورە کارەبايیە تەواوکراوەکان پیشاندەدات کە ئەویش گەورەکەری کردارەکانە. (مضخم العملیاتی).

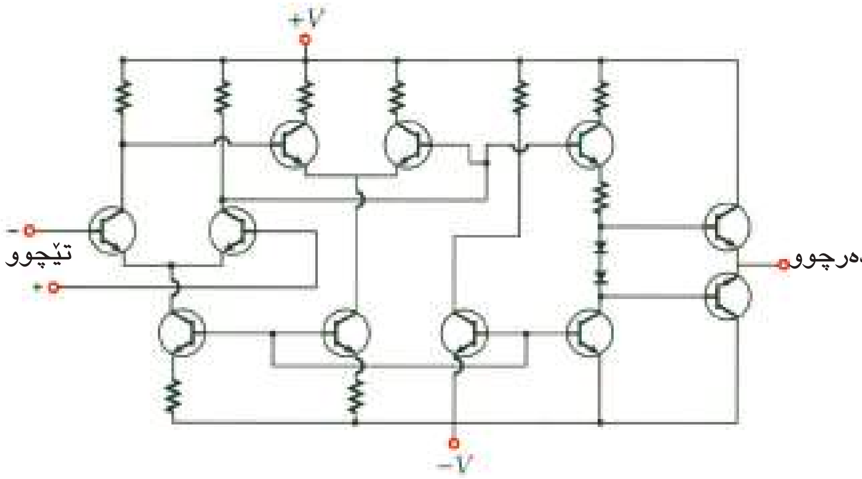
گەورەکەری کردارەکان *amps op* بەشێوەیەکی فراوان لە ئەلیکترۆنیکسە بنچینەییەکانی وەك کۆکردنەوەو لێدەرکردندا بەکاردێت، ئەو ژمارانەی کە ئەم کردارانە دەیانگرێتەوە بڕەکانی جیاوازی ئەرکی تێچوون و دەرچوونە.

بە نموونە لە پێکهاتەیەکی گەورەکەری کردارەکاندا یەك دەرچوون بۆ یەك تێچوون هەیە، و کە یەکسانە بەسەر ئەنجامی لێکدانی توندی جیاوازی ئەرکی دەرچوو لە توندی جیاوازی ئەرکی تێچو کەرەتی قازانجی دەزگاکە.

لە پێکهاتەیەکی دیکەدا چەند جیاوازییەکی ئەرکی دانراو وەك تێچوو بۆ گەورەکەری کردارەکان هەیە، لە ئەنجامدا یەك دەرچوو هەیە کە توندییەکەی دەکاتە کۆی توندی هەموو جیاوازییە ئەرکە تێچووەکان.

وێنەی 9-15

هەرچەندە میمۆری کۆمپیوتەرەکە لە سەنتەکە بچووکترە، بەڵام دەتوانێت زیاتر لە ملیۆنێك بایت (شوێنی)ی ڕەنووسی بگرێت.



وێنەی 9-16

هێڵکارییەکی ئاسانکراوی گەورەکەری کردارەکانە، کە یەکێکە لە جۆرە سەرەتاییەکانی سورە کارەبايیە تەواوکراوەکان، سەیری ژمارەی ئەو بەرگری و کریستاڵی دووانی و ترانزستەرو بەیەگگەیاندنانە بکە کە بۆ دروستکردنی سوورە کەدا بەکارهاتوون.

ئایا دەزانیت؟

سورە کارەباییە تەواوکراوەکان لە کۆتایی ساڵی 1958 دا لەلایەن زانا جاك کیلبی و زانا رۆبەرت نویس لە سەرەتای ساڵی 1959 دا هێنرا، ئەم دوو زانایە بەجیاو لە دوو تاقیگەی جیاوازدا کاریان دەکرد.

سوورە تەواوکراوەکان بێجگە لە چارەسەرکردنی کێشەی گەیاندن، سوودی تریشی هەیە، لەوانە خێرایی لەکارکردن و قەبارە زۆر بچووکەکەشی کە دوو خاسیەتن لە ئیشپێکردنی کۆمپیوتەری زۆر خێرادا گرنگیان هەیە، کارکردنی خێرا بەهۆی بچووککردنەوەی قەبارەی پێکهاتەکانی و نزیکیان لە یەکترەوە پەیدا دەبێت، کاتی وەڵامدانەوە (کاردانەوە)ی سوورێکی کارەبایی لەسەر ئەو کاتە بەندە کە نیشانەیەکی کارەبایی بەخێرایی 0.3 m/ns لە پێکهاتەیەکەوە پێی دەچێتە پێکهاتەیەکی تر، ئەم کاتە بە لە یەکتر نزیککردنەوەی پارچەکانی بەشەکان لە یەکتری کەمدەکرێتەوە، تا ئێستاش ئەم چاکیانە هەر ماون ئەویش بە گرتنەبەری رێوشوێنی تازە کە رێگە بە کۆمپیوتەر دەدات کردارە هەژمارکردنە ئاڵۆزەکان بەش بەش بکات، بەوەش کۆمپیوتەرەکان قەبارەیان بچووکتر بووەتەوەو خێراتر کردارەکان جێبەجێ دەکەن، لە ساڵی 1997 دا کۆمپیوتەرێك داهێنرا دەتوانێت لە یەك چرکەدا زیاتر لە تریلیۆنێك کرداری هەژمارکردن بکات.

پێداچوونەوەی بەندی 9-2

.1 کام لەمانە هاوتای تەزوویەکی کارەباییین کە لە چەپەوە بەرەو لای راست دەڕوات بەپێی ئاراستەی رێککەوتوو لەسەری؟

أ. ئەلیکترۆنەکان لەلای چەپەوە بۆ لای راست دەڕۆن.

ب. ئەلیکترۆنەکان لەلای راستەوە بۆ لای چەپ دەڕۆن.

ج. کونەکان لە چەپەوە بۆ راست دەچن.

د. کونەکان لە راستەوە بۆ چەپ دەچن.

.2 روونیبکەرەوە بۆچی مەرج نییە بارگەی نیمچەگەیەنەری جۆری N نێگەتیف بێت؟

.3 جۆری بارگەی جێگیری باو لەناوچەی دیارنەمانی بارگەدا(داڕن) نیمچەگەیەنەری جۆری P لە پێکبەستی P-Nدا چییە؟

.4 کریستاڵێکی دووانی بەسەرچاوەیەکی تەزووی گۆڕاوەوە بەستراوە، توندی تەزووەکە لە نێوان ($1.0\ \text{mA}$ و $-1.0\ \text{mA}$)دا دەگۆڕێت، ئایا مەودای تەزووە راستکراوەکە چەندە؟

.5 ئەگەر توندی تەزوو لەو تەلەدا کە بە بنکەی ترانزستەرەوە بەستراوە کەمبکات، ئایا ئەوە چۆن کار لە تەزووی دەرچووی ناو تەلی گەیەنەری کۆکەرەوە دەکات؟

.6 ترانزستەرەکان بەشێوەیەکی فراوان لە دەزگاکانی رادیۆ و مایکرۆفۆن و گەورەکەرەکاندا بەکاردێن، هۆیەکەشی بۆ ئەوە دەگەڕێتەوە کەوا ئەو تەزووەی لە هەوایی رادیۆوە دێت تووندییەکەی چەند مایکرۆ ئەمپێرێکە، بۆ ئەوەی گەورەکەری دەنگ بەباشی کاربکات دەبێت توندی تەزوو لە دەورووبەری $0.1\ \text{A}$ دا بێت.

أ. ئەگەر ترانزستەرێك بۆ گەورەکردنی نیشانەیەك لە $2.5\ \mu\text{A}$ بۆ $0.1\ \text{A}$ بەکاربهێنرێت، ئایا دەبێت بەلایکەمەوە قازانج کردن لە سووڕی ترانزستەرەکەدا چەند بێت؟

ب. وادابنێ گەورەکەرەکە لە چەند ترانزستەرێکی دواییەك بەستراو پێکدێت و قازانج کردن لە هەر یەکەیاندا، یەکسان بێت بە 10، ئایا ژمارەی ترانزستەرە پێویستەکان لەم سوورەدا چەندە؟ (تێبینی قازانج کردن لە دوان لەم ترانزستەرە دواییەك بەستراوانە دەکاتە $10 \times 10 = 100$)

ch9 2/1/18 10:32 AM Page 19

بەندی 3-9

گەیەنەرە تێر گەیاندنەکان

Superconductors

پلەی گەرمی و توانای گەیاندن

3-9 ئامانجەکانی بەندەکە

- هۆی بەرگری کارەبایی هەندێك گەیەنەر لە پلەی گەرمی سفری گلڤندا دیاری دەکات.
- بیردۆزی باردین- کوپەر- شریفر (BCS) دەربارەی تێر گەیاندن ڕوونددەکاتەوە.
- هەندێك بەجێهێنانەکانی تێرگەیاندن وەسف دەکات.

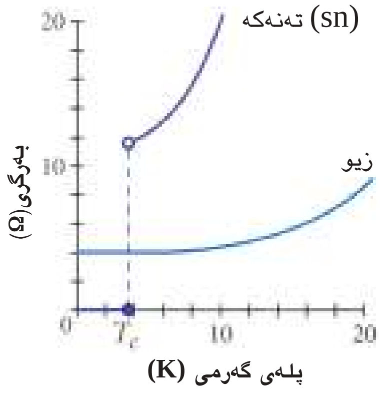
لەوانەکانی پێشوودا زانیمان کەوا بەرگری کارەبایی زۆربەی تەنە ڕەقەکان، بێجگە لەتەنە نیمچەگەیەنەرەکان بەبەرزبونەوەی پلەی گەرمی زیاد دەکات، ئەوەش دەگەڕێنەوە بۆ ئەوەی کە گەردیلەکانی تەنە ڕەقەکان لە پلەی گەرمی زیاتر لە پلەی گەرمی سفری کلڤن، لە لەرینەوەی بەردەوامدان. هەتا پلەی گەرمی بەرزتر بێتەوە فراوانی لەرینەوەی ئەو لەرینەوانە زیاد دەکات، بەوەش جوولەی ئەلیکترۆنەکان لەناو تەنە ڕەقەکاندا گرانتر دەبێت، ئەوەش لە جوولەی زەلامێك دەچێت لە ژوورێکی پڕ لە خەڵکدا، وە کاتێکیش خەڵکەکە جووڵاو بن، جوولەی زەلامەکە زۆر گرانتر دەبێت لە چاو ئەو بارەدا کە هەموویان لە جێگەکەی خۆیاندا جێگیر بن.

ئەگەر بەرگری کارەبایی تەنها لەسەر لەرینەوەی گەردیلەکان بەند بێت ئەوا دەتوانین پێشبینی ئەوە بکەین کە بەرگری مادەیەك نزیك دەبێتەوە لە سفر ئەگەر هاتوو پلەی گەرمییەکەی بگاتە پلەی گەرمی سفری کلڤن، لەو ساتەشدا تێر گەیاندن دەستپێدەکات، بەڵام تاقیکردنەوەکان دەریانخستووە کە ئەوە ڕوونادات، لە ڕاستیدا بەرگری زۆربەی تەنە ڕەقە ساردکراوەکان بە دوو شێوە ڕەفتار دەکەن، یان کتوپڕ مادەکە دەگاتە تێر گەیاندن لە پلەیەکی گەرمی سەرو سفری کلڤن، یان هەرگیز ناگاتە تێر گەیاندن ئەگەر پلەی گەرمییەکەی هەرچەندیش بێت.

ناتەواوییەکانی (نەنگییەکانی) تۆڕە کریستاڵیەکە لە هەندێك مادەدا بەرگری پەیدا دەکەن

هێڵکارییە ڕوونکردنەوەییەکەی وێنەی 17-9 پەیوەندی نێوان بەرگری و پلەی گەرمی دوو تەنی هاوشێوە دەنوێنێت یەکێکیان زیوە ئەوی ترشیان تەنەکەیە. گۆڕانی بەرگری تەنی لە زیو دروستکراو لەگەڵ پلەی گەرمیدا تەواو لەوە دەچێت کە لە کانزای نموونەییدا ڕوودەدات، لە پلە گەرمییە بەرزەکاندا کاتێك تەنەکە سارد دەکرێتەوە (پلەی گەرمی نزمدەبێتەوە) بەرگریش کەمدەبێتەوە، چونکە فراوانی لەرینەوەی تۆڕە بەللوریەکە کەمدەکات، هەروەك پێشبینی کراوە، بەڵام لە پلەی گەرمی نزیکی 10 K دا بەرگری جێگیر دەبێت، بەساردکردنەوەی زیاتری فلزەکە (کانزاکە) بەرگری بەشێوەیەکی بەرچاو کەمناکات، هەرچەندە فراوانی لەرینەوەی گەردیلەکانیش کەمدەکات.

هۆی بەتەواوی نەمانی بەرگری لە پلەی سفری کلڤندا دەگەڕێتەوە بۆ ئەو نەنگییەی لە تۆڕە بەللورییەکەدا هەیە، لەوانەیە شێوە ڕێکەکەی تۆڕە بەللورییەکە ناتەواوی تێدابێت و نەنگییەك لە تۆڕەکەدا دروست بکات بەوەش گەردیلەکان بەتەواوی لەسەر هێڵێکی ڕاست ڕێکنەخراون، وادابنێ تۆ لە ژوورێکدا دەڕۆیت، خەڵکەکانی هەموویان لە ڕیزی ڕێکدا وەستاون، بەو شێوەیە دەتوانیت بە ئاسانی لە نێوان ڕیزەکاندا لە ژوورەکەدا بڕۆیت، وا دابنێ ئێستا بەرێکەوت کەسێك هاتوو لەو ڕیزانەدا بەرێکی نەوەستا، بەوەش ڕۆیشتنەکەت تەگەرەی بۆ دروست دەبێت، ئەمە هاوشێوەی کاریگەری نەنگییەکەیە لە بەللورەکەدا، تەنانەت لە نەبوونی لەرینەوەی گەرمییەکانیشدا هەندێك مادە بەرگرییان هەر تێدا دەمێنێتەوە ئەوەش بۆ ئەو نەنگییە دەگەڕێتەوە کە لە ڕیزبوونی گەردیلەکاندا هەیە.



وێنەی 17-9

بەرگری زیو ڕەفتارێکی هاوشێوەی ڕەفتاری فلزی ئاسایی هەیە، بەڵام بەرگری تەنەکە لە سفر نزیك دەبێتەوە لە پلەی گەرمی T_c دا، ئەوەش ئەو پلە گەرمییەیە کە تەنەکە تیایدا دەگاتە تێر گەیاندن.

ch9 2/1/18 10:32 AM Page 22

وێنەی 9-17 ڕوونیدەکاتەوە کەوا بەرگری تەنەکە لە پلەیەکی گەرمی کەمێك بەرزتر لە پلەی سفری کلڤن نزیکدەبێتەوە لە سفر، ئەو تەنە ڕەقەی بەرگرییەکەی لە پلەیەکی گەرمیدا دیار نامێنێت کە پلەی سفری کلڤن نییە، پێی دەگوترێت گەیەنەری تێرگەیاندن، ئەو پلە گەرمییەش کە تیایدا بەرگری لە سفری کلڤن نزیکدەبێتەوە پێی دەگوترێت پلەی گەرمی مۆڵەقە بۆ گەیەنەرێکی تێرگەیاندن.

بیردۆزی باردین- کوپر- شریفر (BCS)

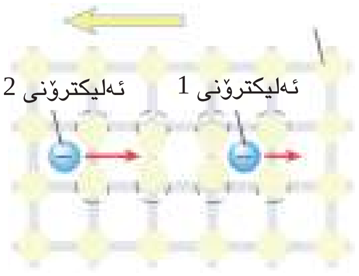
پێش ئەوەی تێرگەیاندن بدۆزرێتەوە، لەو باوەڕەدابوون کە هەموو مادەکان هەندێك بەرگریان دەبێت بەهۆی لەرینەوەکانی تۆڕە بەللورییەکەو نەنگییەکانییەوە، ئەوە ڕەفتاری زیو لە **وێنەی 9-17** دا ڕووندەکاتەوە، بەڵام یەکەم بیردۆزی وردبینی تەواو بۆ تێرگەیاندن لە ساڵی 1957 دا دەرکەوت، واتە دوای نیو سەدە لە دۆزینەوەی دیاردەی تێرگەیاندن، ئەم بیردۆزە بەناوی بیردۆزی BCS ناونرا ئەویش پیتی یەکەمی ناوی هەرسێ زاناکەیە کە ئەم بیردۆزەیان دانا. ئەوانیش: جون باردین، لیون کوپر، ڕۆبەرت شریفر پێشکەوتنی یەکلاکەرەوە لە بیردۆزی BCSدا تێڕوانینە نوێکە ئەو ڕێگە تایبەتیە بوو کە ئەلیکترۆنەکان بەجووت بەناو تۆڕە بەللورییەکەی نیمچەگەیەنەردا تێپەڕ دەبێت، هەروەك چۆن لە مادەکانی تریشدا ڕوودەدات، بەڵام بەریەککەوتنەکان تەوژمی بەهێڵی جووت ئەلیکترۆنەکە ناگۆڕن، بەرەنجامی ئەوەش ئەلیکترۆنەکان وادەردەکەون بە جیانەکراوەیی دەجووڵێن بەناو تۆڕە کریستاڵیەکەدا.

وادابنێ ئەلیکترۆنێك بەناو تۆڕە ئەلیکترۆنیەکەدا دەجووڵێت، هەروەك ئەلیکترۆنی 1 لە **وێنەی 9-18** دا. هێزی کێشکردن لە نێوان ئەم ئەلیکترۆنەو ئایۆنە پۆزەتیڤە نزیکەکانی ناو تۆڕە کریستاڵیەکەدا هەیە، کاتێك ئەلیکترۆنەکە لە نزیك ئایۆنەکانی تۆڕە کریستاڵیەکەوە دەجووڵێت، ئایۆنەکان بەهۆی هێزی کێشکردنەوە بەرەو ئەلیکترۆنەکە کێش دەبن، بەوەش چڕبوونەوەیەکی ئایۆنە پۆزەتیڤەکان لە نزیك ئەلیکترۆنەکەوە ڕوودەدات، ئەگەر ئەلیکترۆنێکی تری نزیك هەبێت بەرەو لای بارگە پۆزەتیڤە زیادەکانی ناو تۆڕە کریستاڵیەکە کێش دەبێت پێش ئەوەی تۆڕە بەرگرییەکە بگەڕێتەوە باری هاوسەنگی خۆی، لەمیانەی گۆڕانی شێوەی تۆڕە کریستاڵیەکەوە ئەلیکترۆنی یەکەم دەستبەرداری هەندێك لە تەوژمە بەهێڵەکەی خۆی دەبێت، ئەو ناوچەیەی تۆڕە کریستاڵیەکە کە شێوەکەی گۆڕاوە ئەلیکترۆنەکەی تر ڕادەکێشێت ئەویش تەوژمە بەهێڵە زیادەکەی دەداتێ، لەم کردارە دوو هەنگاوییەوە هێزێکی کێشکردنی لاواز لەنێوان دوو ئەلیکترۆنەکەدا پەیدا دەبێت، کە ئەویش بەهۆی جووڵەی تۆڕە کریستاڵیەکەوە دەبێت کاتێك بەهۆی ئەلیکترۆنەکەی یەکەمەوە چڕییەکەی دەگۆڕێت هێزی. کێشکردنی نێوان دوو ئەلیکترۆنەکە کارلێکی نێوان (ئەلیکترۆن- تۆڕەی کریستاڵی- ئەلیکترۆن)ە، بەشێوەیەك تۆڕە کریستاڵیەکە دەوری یارمەتیدەرێك دەبینێت بۆ هێزی کێشکردنەکە دوو ئەلیکترۆنەکە لەم تۆڕەوە بۆ یەك تەن دەچن ئەو تەنە پێی دەگوترێت دوو جووتەکەی کوپر. بەپێی بیردۆزی BCS جوتەکانی کوپر بەرپرسی تێرگەیاندنن.

بوونی تێرگەیاندن لە پلەی گەرمی زۆر نزمدا تەنها بۆ بوونی پەیوەندی لاواز لە نێوان جووتەکانی کوپردا دەگەڕێتەوە، ئەم جووڵە هەڕەمەکییە گەرمیانە لە تۆڕە کریستاڵیەکەدا هەیە پەیوەندییە لاوازەکەی نێوان جووتەکانی کوپر ناهێڵێت. لە مادده تێرگەیاندنەکاندا تەنانەت لە پلەی گەرمییە زۆر نزمەکاندا جووتەکانی کوپر پەیدادەبن و لەناو دەچن و پاشان بەتێکڕاییەکی نەگۆڕ دروست دەبنەوە.

ئایا دەزانیت؟

تێرگەیاندن لە ساڵی 1911 دا لەسەر دەستی زانای ئەڵمانی (ئۆمیز Ommes) دۆزرایەوە، لەکاتێکدا کە خۆی و خوێندکارەکەی لە بەرگری جیوەیان دەکۆڵیەوە لە پلە گەرمییە نزمەکاندا، ئۆمیز لە ساڵی 1913 دا خەڵاتی نۆبڵی لە فیزیادا وەرگرت.



وێنەی 9-18

ئەلیکترۆنی یەکەم شێوەی تۆڕە کریستاڵیەکە دەگۆڕێت ئەم گۆڕانی شێوەیە کار لە ئەلیکترۆنی دووەم دەکات. بەرەنجام هەردوو ئەلیکترۆنەکە پەیوەندییەکی بەیەکەوە بەستنی لاواز لە نێوانیاندا هەیە ئەم جۆرە بەیەکەوە بەستنەی نێوان دوو ئەلیکترۆنەکە پێی دەگوترێت جووتی کوپر.

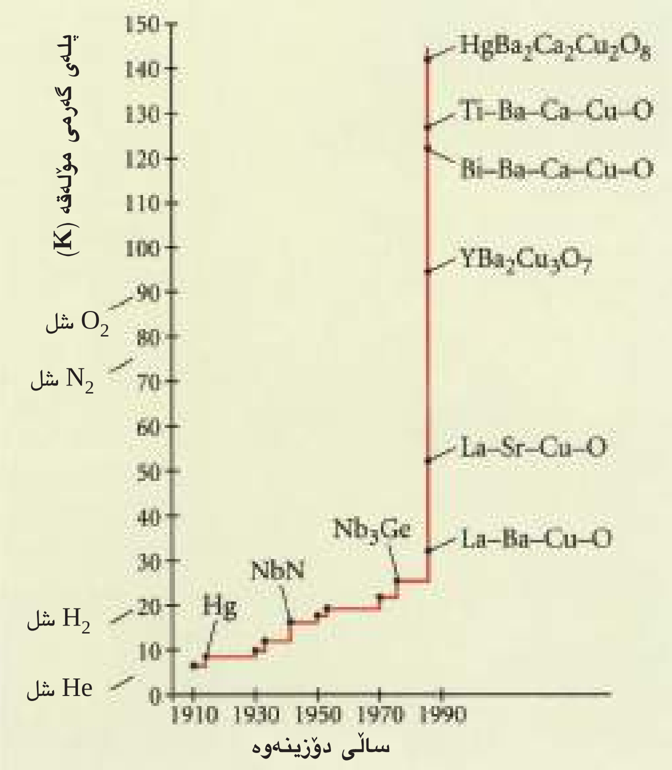
ch9 2/1/18 10:32 AM Page 21

تەوژمی بەهێڵی جووتەکانی کوپر پارێزراوە کاتێك لەناو تۆڕە کریستاڵیەکەشدا دەجوڵێت

هەژمارکردنەکان دەربارەی خاسیەتەکانی جووتەکانی کوپر دەریانخستووە ئەگەر بێت و بواری کارەبایی دەرەکی لەسەریان دا نەنرێت ئەوا تەوژمی بەهێڵی گشتی هەردوو ئەلیکترۆنەکە دەکاتە سفر، بەڵام لەکاتی دانانی بوارێکی کارەبایی دەرەکیدا جووتەکانی کوپر لە تۆڕە کریستاڵیەکەدا بەهۆی ئەو بوارەوە دەجووڵێن، بەڵام تەوژمی بەهێڵی چەقی بارستایی (قورسایی) هەر جووتێکی کوپر پارێزراو دەبێت، واتە هەمان بڕیان دەبێت، ئەمە سیفەتی بنچینەیی جووتەکانی کوپرە کە دیاردەی تێرگەیاندن ڕوونەدەکاتەوە. ئەگەر یەکێك لە ئەلیکترۆنەکان بە ئاڕاستەیەك پەرەوازە ببێت ئەوا هاوبەشەکەی واتە ئەلیکترۆنی دووەمیش پەرەوازە دەبێت، ئەم پەرەوازەبوونە بەشێوەیەك دەبێت کە تەوژمی بەهێڵی هەردوو ئەلیکترۆنەکە تیایدا نەگۆڕە. بەهۆی ئەوەوە پەرەوازە بوونە پەیدابووەکان لە خلتەکانی تۆڕە کریستاڵیەکەو لەرینەوەکانیان هیچ کاریگەرییەکیان لەسەر جووتەکانی کوپر نابێت.

بەجێهێنانەکانی تێرگەیاندن

لە پێشەوە بینیمان کەوا بۆ ئەوەی هەندێك مادە بگەنە تێرگەیاندن، دەبێت سارد بکرێنەوە بۆ پلەیەکی گەرمی نزیکی سفری کلڤن. ئەمەش وادەکات کە بەکارهێنانی ئەم مادە گەیەنەرانە لە ژیانی ڕۆژانەدا گران بێت. چونکە ساردکردنەوەی تەنەکان بۆ پلە گەرمییە نزمەکان پارەیەکی زۆری تێدەچێت، گەیەنەرە تێرگەیاندنەکانی یەکەمجار حەوزی ساردکردنەوەی هیلیۆمیان دەوێت، کە ئەویش غازێکی دەگمەن و گرانە، هەروەها حەوزی هایدرۆجینیان دەویست کە ئەویش توخمێکە زوو دەتەقێتەوە، پاشان کۆمەڵێکی تر لە مادە دەرکەوتن لە پلەی گەرمی بەرزتردا دەگەنە تێرگەیاندن، بۆ نموونە هەندێك مادە لە پلەی گەرمی 77 K دا دەگاتە تێرگەیاندن کە ئەویش پلەی گەرمی کوڵانی گازی نایترۆجینی شلە. ئەمەش کارێکی گرنگە، چونکە نایترۆجینی شل بەبڕێکی زۆر لە هەوادا هەیەو زۆریش گران نییە، تا ئێستاش لێکۆڵینەوە بەردەوامە بۆ دۆزینەوەی ئەو مادانەی لە پلەی گەرمی ژووردا دەگەنە تێرگەیاندن، **وێنەی 19-9** ئەوبەرزبوونەوە سەرنج ڕاکێشەی پلەی گەرمی مۆڵەقەی گەیەنەرە تێرگەیاندنەکان نیشاندەدات لەو ساتەوەی کە تێرگەیاندن دۆزراوەتەوە.



وێنەی 19-9

ئەم سی ساڵەی دوایی بەرزبوونەوەیەکی سەرنجراکێشی لەو پلە گەرمییەدا بینیوە کە تیایدا ماددەکان تێرگەیاندن پەیدادەکەن.

تێرگەیاندنەکان بەفیرۆچوونی وزە کەمدەکەنەوەو شۆڕشێك لە ئەلیکترۆنیکسدا بەرپا دەکەن

خاسیەتی سفری بەرگری لە تەزووی نەگۆڕدا لەوانەیە لە کرداری گواستنەوەی وزەی کارەبایی بەفیرۆچووی کەمدا زۆر بەسوود بێت، بەشێکی بەرچاوی وزەی کارەبایی گواستراوە لەناو گەیەنەرە ئاساییەکاندا دەگۆڕێت بۆ وزەی ناوەکی. ئەگەر بتوانرێت هێڵەکانی گواستنەوەی وزەی کارەبایی لە مادەی تێرگەیاندن دروستبکرێت ئەوا دەکرێت ئەم زیانانە نەهێڵرێن و پاشەکەوتێکی بەرچاویش لە پارەی تێچوونی وزەدا دەکرێت.

دەشێت گەیەنەرە تێرگەیاندنەکان لە پلە گەرمییە بەرزەکاندا کاریگەرییەکی زۆریان هەبێت لە بواری ئەلیکترۆنیکسدا، بۆ نموونە پێکبەستی دوو گەیەنەری تێرگەیاندن، هەروەك پێکبەستی دوو نیمچەگەیەنەر خاسیەتی تایبەتی هەیە، دوو گەیەنەری تێرگەیاندن وەك سویچێکی ئەلیکترۆنی کاردەکەن دەکرێت فلیمی تێرگەیاندن، بۆیە یەکگەیاندنی پارچە وردەکانی کۆمپیوتەر بەکاربهێنرێت، کە ئەوەش دەبێتە هۆی خێراکردنی کۆمپیوتەر لە کردارەکانیدا.

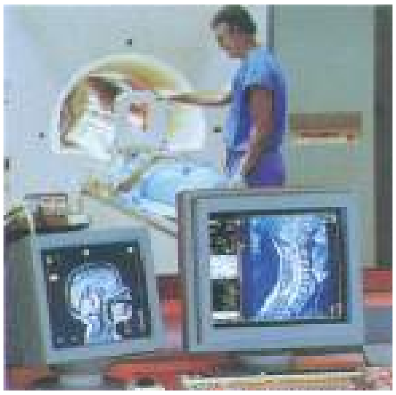
دەکرێت ئەڵقەکانی تێرگەیاندن وەك دەزگای خەزنکردنی وزەی کارەبایی بەکاربهێنرێت، لەبەرئەوەی بەرگری کارەبایی لە گەیەنەری تێرگەیاندندا نامێنێت، بۆیە تەزووی تێپەڕبوو بە ئەڵقەیەکی تێرگەیاندندا هەتا هەتایە بەردەوام دەبێت، دەتوانرێت پاشان ئەو وزەیەی لێدەربهێنرێتەوە.

تەزوو هەڵگرە تێرگەیاندنەکان خاسیەتی موگناتسی تایبەتییان هەیە

پێشتر بینیمان هەر کاتێك تەزووی کارەبایی بەگەیەنەردا بڕوات بوارێکی موگناتیسی بەدەوری گەیەنەرەکەدا پەیدا دەبێت، ئەگەر تولە موگناتیسێك لەو گەیەنەرە نزیك بخرێتەوە ئەوا یان یەکتر کێش دەکەن یان لە یەکتر دووردەکەونەوە. ئەم کارلێکە بنچینەی دیاردەی بە هەواخستنی (سەرهەواخستنی) موگناتیسییە، کە تیایدا تەنێك سەر هەوا دەکەوێت بەهۆی ئەو هێزی لێکدوورکەوتنەوەیەی لە نێوان تەنەکەو موگناتیسەکەی ژێریدا هەیە، ئەو موگناتیسانە هەمیشە موگناتیسی کارەباین و وزەیەکی کارەبایی زۆر بەفیڕۆ دەدەن بەهۆی بەرگرییەکەیانەوە بۆ تەزووی کارەبایی، چارەسەرکردنی ئەم کێشەیە بەبەکارهێنانی تەلی تێرگەیاندن لە دروستکردنی موگناتیسدا دەکرێت.

بەهەواکەوتنی موگناتیسی بەکارهێنانی زۆری هەیە لە بواری گواستنەوەدا، ژاپۆن شەمەندەفەرێکی دروستکردووە کە لەسەر بنەمای سەرهەواخستنی موگناتیسی کاردەکات.

هەروەها موگناتیسە تێرگەیاندنەکان لە تاودەری تەنۆلکە خێراییە زۆرەکاندا بەکاردەهێنرێن، لە بەکارهێنانە گرنگەکانی دیکەی موگناتیسە تێرگەیاندنەکان، هۆیەکانی پشکنین و دیاریکردنی نەخۆشییەکە پێی دەگوترێت وێنەگرتن بە زرنگانەوەی موگناتیسی (MRI). ئەم تەکنیکە لە پشکنین و دیاریکردنی نەخۆشیدا ڕۆڵێکی دیاری هەیە، چونکە لە جیاتی تیشکی x ی وزە بەرز تیشکی ڕادیۆیی سەلامەت بۆ وێنەگرتنی ئەندامەکانی لەش بەکاردێنێت، **وێنەی 9-20** نەخۆشێك پیشاندەدات کە بەهۆی وێنەگرتنی زرنگانەوەی میکانیکییەوە وێنە بۆ دەماغی دەگیرێت.



وێنەی 9-20

وێنەگرتن بە زرنگانەوەی موگناتیسی (MRI) یەکێکە لە بەجێهێنانە پزیشکییەکانی موگناتیسە تێرگەیاندنەکان.

پێداچوونەوەی بەندی 9-3

.1 بەرگری یەکێك لە ماددەکان هەر دەمێنێت هەرچەند سارديش بکرێتەوە بۆ سفری کلڤن؟ چی دەربارەی پێکهاتەی ئەو ماددەیە پێشبینی دەکەین؟

.2 ئایا لە گەیەنەری تێرگەیاندندا ئەلیکترۆنەکان بەر گەردیلەکان دەکەون؟ وەڵامەکەت ڕوونبکەرەوە.

.3 ڕووەکانی لەیەکچوون لە نێوان گەیەنەری تێرگەیاندن و بارگەگردا کامانەن؟ هەروەها ڕووەکانی جیاوازییان کامانەن؟

.4 لە وێنەگرتنی دەماغدا بەهۆی زرنگانەوەی موگناتیسییەوە (MRI) شەپۆلی ڕادیۆی لەجیاتی تیشکی x بەکاردەهێنرێت، وزەی فۆتۆنێکی تیشکی x هەژمار بکە کە درێژی شەپۆلەکەی 1.0×10^{-10}m ، پاشان وزەی فۆتۆنێکی شەپۆلێکی ڕادیۆیی هەژمار بکە لەرەلەرەکەی 100 MHZ بێت.

ch9 2/1/18 10:32 AM Page 23

پوختەی بەشی 9

بیرۆکە بنچینەییەکان

بەندی 9-1 گەیاندن لە تەنە ڕەقەکاندا

- دەتوانین بەپێی خاسیەتە ئەلیکترۆنییەکانیان، تەنە ڕەقەکان پۆلێن بکەین بۆ گەیەنەرەکان، نەگەیەنەرەکان و نیمچەگەیەنەرەکان.
- ئەلیکترۆنەکانی تەنە ڕەقەکان چەند کۆمەڵێك لە ئاستەکانی وزە داگیر دەکەن پێیان دەگوترێت گورزەکان.
- دەکرێت ئەلیکترۆنەکانی نیمچەگەیەنەرەکان بورووژێنرێن و لە گورزەی هاوهێزییەوە بچن بۆ گورزەیەکی جیاواز، پێی دەگوترێت گورزەی گەیاندن، کاتێکیش ئەوە ڕوودەدات نیمچەگەیەنەرەکە بارگەی کارەبایی دەگەیەنێت.

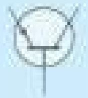
بەندی 9-2 بەجێهێنانەکانی مادده نیمچەگەیەنەرەکان

- دەشێت لەناو ماددادا بارگە بەشێوەی ئەلیکترۆن یان کونی بارگە پۆزەتیڤ کە لە کەمبوونی ژمارەی ئەلیکترۆن لە بۆندەکانەوە پەیدا دەبن بجولێت.
- نیمچەگەیەنەری جۆری N خلتەی پێنجە هاوهێزی تێدایە لەجیاتی چوارە هاوهێزی، بەوەش ئەلیکترۆن زۆرینەی بارگە هەڵگرەکان پێکدێنن.
- نیمچەگەیەنەری جۆری p خلتەی سیانە هاوهێزی تێدایە لەجیاتی چوارە هاوهێزی، بەوەش کونە بارگە پۆزەتیڤەکان زۆرینەی بارگە هەڵگرەکان پێکدێنن.
- کریستاڵی دووانی ڕێگە دەدات تەزوو تەنها بەیەك ئاراستە بەناویدا بڕوات و بە ئاراستەکەی تر ناهێڵێت.
- ترانزستەر لە دوو کریستاڵی دووانی لە پشتەوە بەیەکەوە بەستراو پێکهاتووە، بەشێوەیەکی گونجاو بەهۆی پاترییەوە لادراون، دەتوانین ترانزستەر بۆ گەورەکردنی نیشانە لاوازەکان بەکاربهێنین.

بەندی 9-3 گەیەنەرە تێرگەیاندنەکان

- گەیەنەری تێرگەیاندن تەنێکی ڕەقە لە پلەیەکی گەرمی نزمتر لە پلەی گەرمی مۆڵەقە بەرگری نابێت.
- بەپێی بیردۆزی BCS ئەلیکترۆنەکان بەجووت دەگوێزرێنەوە، بەبێ ئەوەی تەوژمی بەهێڵی جووتەکان بگۆڕێت.

هێمای هێڵکارییەکان

ئەلیکترۆن		تیراسای تەزووی کارەبایی	
کون		کریستاڵی دووانی	
ئاراستەداری بواری کارەبایی		ترانزستەر	

زاراوە بنچینەییەکان

ئەلیکترۆنی هاوهێزی
(251) ل **Valence electrons**

باری زەمینی
(251) ل **Ground state**

باری وروژاو
(251) ل **Excited state**

کەلێنە وزە
(252) ل **Energy gap**

کون
(256) ل **Hole**

بەخلتەکردن
(257) ل **Doping**

کریستاڵی دووانی
(258) ل **Diode**

ترانزستەر
(261) ل **Transistor**

ch9 2/1/18 10:32 AM Page 26

پێداچوونەوەی بەشی 9

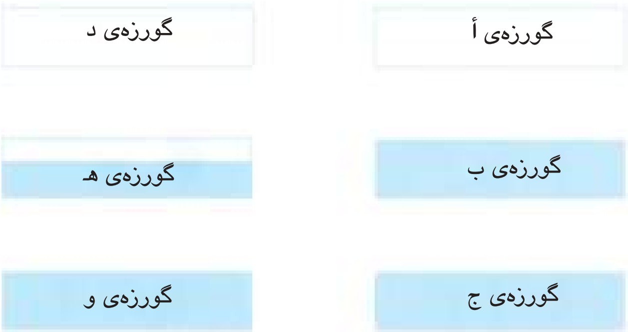
پێداچوونەوە و هەڵسەنگاندن

ئەلیکترۆنە هاوهێزییەکان و بیردۆزی گوڕزەکان

پرسیارەکانی پێداچوونەوە

.1 جیاوازیەکانی نێوان گوڕزەکانی فلزەکان (گەیەنەرەکان) و نەگەیەنەرەکان و نیمچەگەیەنەرەکان لێکبدەوە، چۆن سامپڵی گوڕزەکان یارمەتیت دەدات خاسیەتە کارەباییەکانی ئەم مادانە تێبگەیت؟

.2 کام لە گوڕزەکانی وزە لە **وێنەی 9-21** دا ئەلیکترۆنی هاوهێزی نەوروژاوی تێدایە.



وێنەی 9-21

.3 کام لەمانەی خوارەوە دەتوانێت بجووڵێت و کارەبا بگەیەنێت؟

أ. ئەلیکترۆنێکی چینی ناوەوەی نزیکترینیان لە ناووکی گەردیلەی ئەندیۆم.

ب. ئەلیکترۆنێکی چینی ناوەوە و نزیکترینیان لە ناووکی گەردیلەی مس.

ج. ئەلیکترۆنێکی هاوهێزی گەردیلەی مس لە تەلێکدا.

د. ئەلیکترۆنێکی هاوهێزی لە سیلینیۆمی نیمچەگەیەنەردا.

هـ. ئەلیکترۆنێکی وروژاو لە گوڕزەی گەیاندنی سیلینیۆمی نیمچەگەیەنەردا.

و. ئەلیکترۆنێکی گوڕزەی گەیاندنی جرمانیۆمی نیمچەگەیەنەر.

.4 کامیان کەلێنە گوڕزەیەکی فراوانتری هەیە ئایۆدینی نەگەیەنەر یان سلیکۆنی نیمچەگەیەنەر؟

پرسیار دەربارەی چەمکەکان

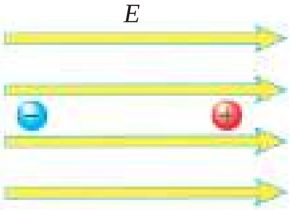
.5 کاتێك نیمچەگەیەنەرێك فۆتۆنێك هەڵدەمژێت جووت ئەلیکترۆن– کونێك پەیدا دەبێت، سامپڵی گوڕزە وزە بەکاربهێنە بۆ ڕوونکردنەوەی ئەوەی کە ئەو دیاردەیە چۆن ڕێگە دەدات بە نیمچەگەیەنەر کارەبا بگەیەنێت.

.6 وزەی ڕووناکی بینراو لە نێوان 1.8 eV و 3.2 eV دایە، ئەم ڕاستییە بەکاربهێنە بۆ ڕوونکردنەوەی ئەوەی کە بۆچی سلیکۆن ڕووناکی گرە، بەڵام ئەڵماس ڕوونە، ئەوە بزانە کە کەلێنەوزەی سلیکۆن 1.1 eV، بەڵام بۆ ئەڵماس 5.5 eV، وە گەردیلەو پێکهاتەشیان لە یەکدەچن.

گەیەنەرەکان، کریستاڵە دووانییەکان و ترانزستەرەکان

پرسیارەکانی پێداچوونەوە

.7 بواری کارەبایی بەو ئاراستەیەیە کە لە **وێنەی 9-22** دا دیارە، هەریەکە لە ئەلیکترۆنەکان و کونەکان بە چ ئاراستەیەك لەناو ئەو بوارەدا دەجووڵێن؟



وێنەی 9-22

.8 کام لەم نیمچەگەیەنەرانەی خوارەوە ژمارەیەکی زیاتر کونی تێدایە، نیمچەگەیەنەری خڵتەی سیانە هاوهێزی تێکراو، یان چوارە هاوهێزی یان پێنجە هاوهێزی تێکراو؟

.9 جۆری بارگەهەڵگرە زۆرینەکان لە نیمچەگەیەنەری جۆری N دا چییە؟

.10 جۆری بارگەهەڵگرە زۆرینەکان لە نیمچەگەیەنەری جۆری pدا چییە؟

.11 جیاوازی نێوان کریستاڵی دووانی و بەرگری ڕوونبکەرەوە.

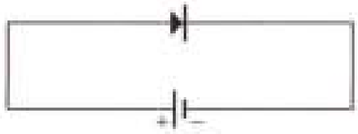
ch9 2/1/18 10:32 AM Page 25

12. کاتێك بلورێکی (کریستاڵێکی) دووانی وەك ڕاستکەرەوە بەکاردێت، ئایا تەزوویەکی توندی کارەبایی نەگۆڕ دەدات؟

13. کریستاڵی دووانی P-N لە **وێنەی 9-23** گەیەنەری کارەبایە.

أ. ئەلیکترۆنەکان چۆن لە سورە کارەباکەدا دەجووڵێن؟

ب. کونەکان چۆن لە سورە کارەباکەدا دەجووڵێن؟



سورێکی کارەبایی کریستاڵەێکی دووانی کارەبایی گەیەنەری تێدایە **وێنەی 9-23**

14. ئەگەر گەیاندنی سورەکە لە **وێنە 9-23**دا بە هەردوو جەمسەری پاترییەکەوە پێچەوانە بکرێتەوە، ئایا کریستاڵە دووانییەکە هەر بەگەیەنەری دەمێنێتەوە.

15. ڕوونیبکەرەوە کە ترانستەر لەچیدا لە کریستاڵی دووانی جیاوازە؟

16. نیشانەی تێچوو بەکام دوو خاڵی ئەو ترانزستەرە (P-N-P)ەی لەلاپەڕەی 261 دا وەسفکراوە، بەستراوە؟

17. نیشانەی دەرچوو بەکام دوو خاڵی ئەو ترانزستەرە (P-N-P)ەی لەلاپەڕەی 261 دا وەسفکراوە، بەستراوە؟

پرسیار دەربارەی چەمکەکان

18. ئەو گەردیلانەی پێنج ئەلیکترۆنی هاوهێزیان هەیە، وەك زەرنیخ، گەردیلەی ئەلیکترۆن بەخش دەبن، بەلاَم ئەو گەردیلانەی کە سێ ئەلیکترۆنی هاوهێزییان هەیە، وەك گالیۆم، گەردیلەی ئەلیکترۆن وەرگرن، بەخشتەی خولیدا بچۆرەوە بۆ دیاریکردنی ئەو توخمانەی کە دەشێت ئەلیکترۆن بەخش یان ئەلیکترۆن وەرگری باش بن.

19. ئایا کامیان باشترە لە ترانزستەری گەورەکەردا؟ ئەگەر بێت و نرخی قازانج کردنی تەزوو یەکسان بێت بەیەك یان زیاتر بێت. لە یەك یان کەمتربێت لە یەك؟

گەیەنەرە تێرگەیاندنەکان

پرسیارەکانی پێداچوونەوە

20. ئەگەر ماددەیەك لە تێرگەیاندندا بێت، ئایا شێوەی تۆڕە کریستاڵیەکەی خلّتەی تێدا دەبێت؟

21. کاتێك جووتەکانی کوپر بەناو گەیەنەرێکی تێر گەیاندندا دەڕۆن، ئایا چی پارێزراو دەبێت؟

22. ئایا یەکتر کێشکردنی ڕاستەوخۆ لە نێوان جووتەکانی کوپردا دەبێت؟

پرسیار دەربارەی چەمکەکان

23. ئایا دەکرێت مادەیەکی تێر گەیاندن وەك ئامێرێکی گەرمکەر لە فرن یان برژێنەرێکدا بەکاربهێنرێت؟ ئەوە لێکبدەرەوە.

24. ئایا دەکرێت مادەیەکی تێر گەیاندن بۆ گواستنەوەی ئەرکی بەرز بەکاربهێنرێت؟ وەلاَمەکەت لێکبدەرەوە.

پێداچوونەوەی گشتی

25. بڕی کەلێنە وزەی سلیکۆن لە پلەی گەرمی 300 K دا 1.14 eV.

أ. کەمترین نرخی لەرەلەری فۆتۆنێك چەندە کە ئەلەکترۆنێك لە گورزەی هاوهێزی سلیکۆنەوە ببات بۆ گورزەی گەیاندنی؟

ب. درێژی شەپۆلی ئەم فۆتۆنە چەندە؟

26. کریستاڵێکی دووانی ڕووناکیدەر LED لە نیمچەگەیەنەری GaAsP دا ڕووناکییەکی سوور دەردەکات درێژی شەپۆلەکەی 650 nm، نرخی کەلێنە وزەی نیمچەگەیەنەرەکە دیاری بکە.

27. زۆربەی درێژە شەپۆلەکانی تیشکدانی خۆر پلە بڕیان 10^{-6}m یان کەمترە، ئایا کەلێنە وزەی مادەیەکی دیاریکراو چەندە؟ کە وەك خانەی خۆرکار بەکاربهێنرێت و بتوانێت تیشکەکانی تیشکدانی خۆر بمژێت.

ch9 2/1/18 10:32 AM Page 28

پرۆژە و ڕاپۆرتەکان

1. گەردیلەکانی سلیکۆن چوار ئەلیکترۆنی هاوهێزیان هەیە، گەردیلەکانی زەرنیخ As کە وەك خلّتە بەکارهێنراون پێنج ئەلیکترۆنی هاوهێزیان هەیە. ئایا نیمچەگەیەنەری جۆری Nی پەیدابوو بارگەکەی نێگەتیڤە؟ هێڵکارییەك بکێشە کە پشگیری بۆچوونەکەت یان دژی بۆچوونەکەت بێت، بیانووەکانت لەبەردەم پۆلەکەدا نمایش بکە.

2. تاقیکردنەوەیەك دیزاین بکە، بۆ بەدواداچوونی (لێکۆڵینەوەی) کاریگەری گۆڕانی پلەی گەرمی لەسەر بەرگری گەیەنەرێکی فلزی لەمەودای $100^{o}C$ دا، پێش ئەوەی پلان بۆ تاقیکردنەوەکەت دابنێیت سەیری یاسای ئۆم بکەرەوە. ئەو مادانەی کە پێویستن بژمێرە، ئەو هەنگاوانە وەسف بکە کە دەیانگریتەبەر لەناویشاندا ئەو پێوانانەی کە وەریان دەگریت، پاش ئەوەی مامۆستا بە پلانەکەت قایل دەبێت، کەرەستە پێویستەکان بەدەست بهێنەو تاقیکردنەوەکە بکە، لە ئەنجامەکانتەوە چی دەربارەی بەرگرییەکە لە سفری کلڤندا پێشبینی دەکەیت؟

3. بەدوای زانیاریدا بگەڕێ لەبارەی خاسیەتە فیزیاییەکان و سەرچاوەکانی بەکارهێنانی تر بۆ ئەو مادانەی کە دەکرێت لە گەیەنەرەتێر گەیاندنەکاندا بەکاربهێنرێن، وێنەی ئەو مۆدێلانە بگرە ئەگەر توانیت، ئەوەی دەستتکەوت لە بڵاوکراوەیەکی دیواری یان نامیلکەیەك یان نمایشێك بە کۆمپیوتەر ڕێك بخە.

4. چاوپێکەوتنێك لەگەڵ یەکێکدا ئەنجام بدە کە لە پیشەسازی ئەلیکترۆنیکسدا کار بکات، یان پرسیار لە پیشەکان بکە لەم کارگەیەدا، جۆرەکانی کارکردن فێر ببە، ئەو فێربوون و ڕاهێنانانە بزانە کە بۆ ئەم کارکردنە پێویستن، دۆسییەیەك ئامادە بکە کرداری گەڕان و لیکۆڵینەوەکەت لەگەڵ نامەو تێبینییەکانت لەکاتی چاوپێکەوتندا، هەروەها سەرچاوەکانی زانیارییەکانی دیکەی تێدا تۆمار بکە.

بەپشت بەستن بە لێکۆڵینەوەکەت ڕاپۆرتێکی کورت یان نامیلکەیەك یان نمایشێك ئامادە بکە، دەکرێت وەك ڕێبەرێك لە مەڵبەندێکی ئاراستەکردنی پیشەییدا بەکاربهێنرێت.

ch9 2/1/18 10:32 AM Page 27

هەڵسەنگاندنی بەشی 9

هەڵبژاردنی وەڵامی ڕاست

.1 بەرزترین گوررزە وزە کەدەشێت ئەلیکترۆنی تێدابێت پێی دەگوترێت:

أ. گوررزەی گەیاندن.

ب. گوررزەی کەلێن.

ج. گوررزەی هاوهێزی.

د. گوررزە وزە.

.2 ئەوەی کە نەگەیەنەر لە نیمچەگەیەنەر جیادەکاتەوە:

أ. ژمارەی ئەلیکترۆنەکانە لە گوررزەی هاوهێزیدا.

ب. پلەی گەرمی مادەکەیە.

ج. بڕی کەلێنە وزەیە.

د. پشت بەستنە بەبیردۆزی بۆر لە جووڵەی ئەلیکترۆنەکاندا.

.3 لە گەیەنەرەکاندا:

أ. کەلێنە وزە دەبێت زۆر گەورە بێت.

ب. گەیاندنی کارەبایی لە پلەی گەرمی بەرزدا نەبێت ڕوونادات.

ج. گوررزەی هاوهێزی خاڵیە لە ئەلیکترۆن.

د. گوررزەی هاوهێزییان نیوە پڕە لە ئەلیکترۆن.

.4 نیمچەگەیەنەری ڕەسەن لە نیمچەگەیەنەری خڵتەدار جیادەکرێتەوە بە:

أ. نەبوونی ئاستە وزە لە کەلێنە وزەدا.

ب. باشتر گەیاندنی تەزووی کارەبایی.

ج. کارتێنەکردنی بە پلەی گەرمی.

د. نەبوونی گوررزەی هاوهێزی.

.5 لە نیمچەگەیەنەری جۆری N دا، ئاستەکانی وزەی:

أ. ئەلیکترۆن بەخش لە گوررزەی هاوهێزی نزیکترە.

ب. ئەلیکترۆن بەخش لە گوررزەی گەیاندنی نزیکترە.

ج. ئەلیکترۆن وەرگر لە گوررزەی گەیاندنی نزیکترە.

د. ئەلیکترۆن وەرگر لە گوررزەی هاوهێزی نزیکترە.

.6 بەللوری دووانی P-N تەزووی کارەبا دەگەیەنێت:

أ. بەهەردوو ئاڕاستە بەهەمان بڕ.

ب. لەباری لادانی پێچەوانەدا.

ج. لەباری لادانی بەرەو پێشدا.

د. بەتەنها لەکاتی دانانی جیاوازییەکی ئەرکی بەرز.

.7 پەیوەندی تەزوو بەپێی جیاوازی ئەرکی نێوان جەمسەرەکان بەللورەیەکی دووانی P-N:

أ. هێڵییە.

ب. ڕاستەوانەیە.

ج. ناهێڵییە.

د. پێچەوانەیە.

.8 ترانزستەری *p-n-p* لە ترانزستەری *n-p-n* جیادەکرێتەوە بەوەی:

أ. مادە بنچینەییەکەی سلیکۆن یان جەرمانیۆمە.

ب. P-N-P نیشانە گەورە ناکات.

ج. P-N-P دوو پێکبەستی هەیە، بەڵام N-P-N سیانی هەیە.

د. چۆنیەتی ڕێکخستنی جۆری نیمچە گەیەنەرەکانیان جیاوازە.

ئەو پرسیارانەی وەڵامی کورتیان هەیە

.9 گرنگترین بەکارهێنانەکانی بەللورەی دووانی P-N چییە؟

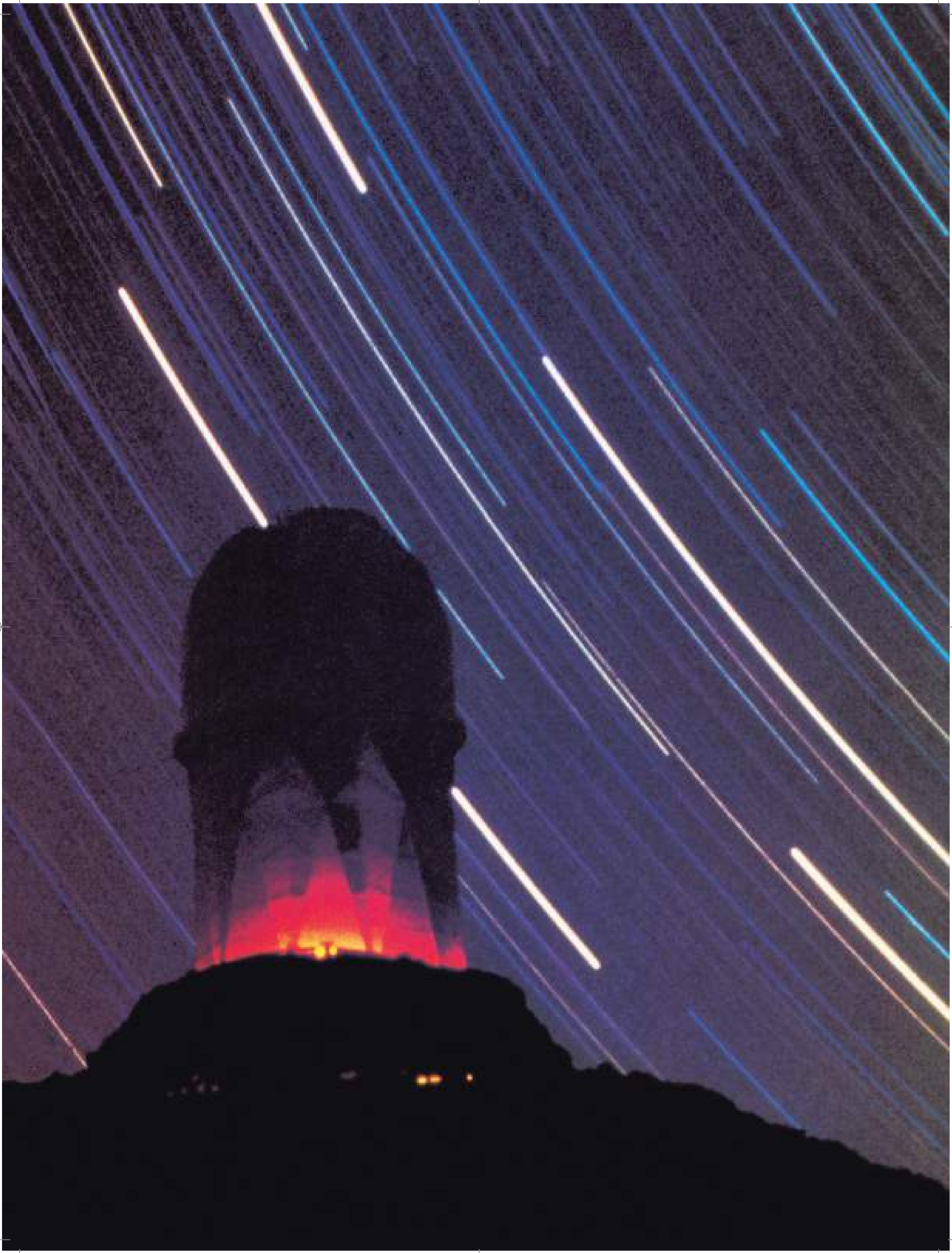
.10 پەیوەندی نێوان تەزووی دەرچوو تەزووی بنکە لە ترانزستەردا چییە؟

ئەو پرسیارانەی وەڵامی درێژیان هەیە

.11 جیاوازی نێوان گەیەنەرەکان و گەیەنەرەکانی تێر گەیاندن باس بکە هەروەها باسی بکە چۆن دەشێت گەیەنەر بکرێتە گەیەنەری تێر گەیاندن؟

.12 گرنگترین چاکییەکانی سوڕە کارەباییە تەواوکراوەکان و هەندێك بەکارهێنانیان بڵێ.

Appendix g12 2/1/18 10:36 AM Page 3



Appendix g12 2/1/18 10:36 AM Page 2

بەشی پاشکۆکان

پاشکۆ 276

وەڵامی پرسیارە هەڵبژێردراوەکان 292

زاراوەکان 296

پاشکۆ

پاشکۆی (أ) : پێداچوونەوەیەك لە بیرکاریدا

زانستی هێماکاری

هێزی دەی پۆزەتیڤ Positive exponents

زۆربەی زۆری ئەو بڕانەی کە زاناکان مامەڵەی پێ دەکەن، زۆر گەورەن یان زۆر بچوکن بۆ نموونە بڕی خێرایی ڕووناکی نزیکەی 300 000 000 m/s و مەرکەبی پێویست بۆ دانانی خاڵێك لەسەر پیتێك بارستاییەکەی دەگاتە 0.000 000 001 kg ، مامەڵەکردن لەگەڵ ئەو ژمارانەدا ماندومان دەکات بۆ ڕزگاربون لەم ماندوبونە ئەو ڕێگایە بەکاردەهێنین کە بەندە لەسەر هێزی ژمارە 10 .

$$10^0 = 1$$

$$10^1 = 10$$

$$10^2 = 10 \times 10 = 100$$

$$10^3 = 10 \times 10 \times 10 = 1000$$

$$10^4 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10\ 000$$

$$10^5 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 100\ 000$$

هێزی ژمارە 10 یان توانی ژمارە 10 ، ژمارەی سفرەکان دیاری دەکات، لەبەر ئەوە خێرایی ڕووناکی کە دەکاتە 300 000 000 m/s دەنوسرێت لەسەر شێوەی 3×10^8 m/s لەم بارەدا توانی 10 ژمارە 8 .

هێزی دەیی نێگەتیڤ Negative exponents

بۆ ئەو ژمارانەی کە کەمترە لە 1 ئەمانەی خوارەوە تێبینی دەکەین:

$$10^{-1} = \frac{1}{10} = 0.1$$

$$10^{-2} = \frac{1}{10 \times 10} = 0.01$$

$$10^{-3} = \frac{1}{10 \times 10 \times 10} = 0.001$$

$$10^{-4} = \frac{1}{10 \times 10 \times 10 \times 10} = 0.0001$$

$$10^{-5} = \frac{1}{10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10} = 0.000\ 01$$

بڕی هێزی نێگەتیڤ دەکاتە ژمارەی ئەو خانانەی کە پێویستە «وێرگوڵی» بەلای ڕاستدا ببرێت. بۆ ئەوەی لەلای ڕاستی خانەی ژمارە یەکیدا بێ جگە لە سفر (خانەکە لەم بارەدا 1)ـە، وە ئەو ڕێگەیەی کە ژمارەکانی پێدەنووسرێت بریتین لە 1 بۆ کەمتر لە دە. لەسەر شێوەی ژمارە کەرتی بە هێزی دەی پۆزەتیڤ یان نێگەتیڤ، کە پێی دەوترێت زاستی هێماکاری. بۆ نموونە ژمارە 5 943 000 000 لەسەر شێوەی 5.943×10^9 دەنووسرێت وە بە ڕێگەی زانستی هێماکاری 0.000 083 2 لەسەر شێوەی 8.32×10^{-5} دەنووسرێت.

لێكدان ودابەشكردن بە بەكارهێنانی زانستی هێماكاری

لەكاتی لێكدانی ژمارە نووسراوەكان بە ڕێگەی زانستی هێماكاری دەتوانین ئەم ڕێسایەی خوارەوە بەكاربهێنین:

$$10^n \times 10^m = 10^{(m+n)}$$

لەوانەیە كە n و m هەر یەكەیان ژمارەیەك بێ، وە مەرج نیە كە ژمارەی تەواوبێ. بۆ نموونە $10^2 \times 10^5 = 10^7$ لە كاتێكدا $10^{1/4} \times 10^{1/2} = 10^{3/4}$. ئەو ڕێسایە لەسەر هێزی نێگەتیڤەكانیش جێبەجێ دەكرێت، بۆ نموونە $10^3 \times 10^{-8} = 10^{-5}$ وە لەكاتی دابەشكردنی ژمارەكان بە زانستی هێماكاری ئەمەی خوارەوە تێبینی دەكەین:

$$\frac{10^n}{10^m} = 10^n \times 10^{-m} = 10^{(n-m)}$$

بۆ نموونە ، $\frac{10^3}{10^2} = 10^{(3-2)} = 10^1$

كەرتەكان

خشتەی 1 (أ) كورتەی ڕێسای كردارەكانی لێكدانی كەرتەكان ودابەشكردنیان و كۆكردنەوەو لێكدەركردنیانە كاتێك كە a و b و c و d چوار ژمارەبن.

خشتەی 1 (أ) كردارە بنچینەییەكان لە كەرتەكاندا

كردار	ڕێسا	نموونە
لێكدان	$\left(\frac{a}{b}\right)\left(\frac{c}{d}\right) = \frac{ac}{bd}$	$\left(\frac{2}{3}\right)\left(\frac{4}{5}\right) = \frac{(2)(4)}{(3)(5)} = \frac{8}{15}$
دابەشكردن	$\frac{\left(\frac{a}{b}\right)}{\left(\frac{c}{d}\right)} = \frac{ad}{bc}$	$\frac{\left(\frac{2}{3}\right)}{\left(\frac{4}{5}\right)} = \frac{(2)(5)}{(3)(4)} = \frac{5}{6}$
كۆكردنەوەو لێكدەركردن	$\frac{a}{b} \pm \frac{c}{d} = \frac{ad \pm bc}{bd}$	$\frac{2}{3} - \frac{4}{5} = \frac{(2)(5) - (3)(4)}{(3)(5)} = -\frac{2}{15}$

هێزەكان Powers

ڕێساكانی توان Rules of expnents

لە كاتی لێكدانی بڕێكی دیاریكراو (x) كە هێزەكەی (m) بە هەمان بڕ كە هێزەكەی (n) بێ، ئەوا ڕێسای زانستی هێماكاری بەم شێوەی خوارەوە جێبەجێ دەكەین:

$$(x^n)(x^m) = x^{(n+m)}$$

بۆنموونە: $(x^2)(x^4) = x^{(2+4)} = x^6$

كاتی دابەشكردنی هێزە جیاوازەكان بۆ هەمان بڕ تێبینی دەكەین:

$$\frac{x^n}{x^m} = x^{(n-m)}$$

بۆ نموونە، $\frac{x^8}{x^2} = x^{(8-2)} = x^6$

ئەو هێزەی کە لە شێوەی کەرتدا بێت وەك $\frac{1}{3}$ دەبێتە ڕەگ وەك ئەمەی خوارەوە:

$$x^{1/n} = \sqrt[n]{x}$$

بۆنموونە: $4^{1/3} = \sqrt[3]{4} = 1.5874$ (دەتوانین سوود وەربگرین لە ئامێری ژمێرەر بۆ ئەم هەژمارکردنە) لە کۆتایی دا، بۆ بەرزکردنەوەی x^n بۆ هێزی m بەم شێوەیە لێ دێت:

$$(x^n)^m = x^{mn}$$

بۆنموونە: $(x^2)^3 = x^{(2)(3)} = x^6$

خشتەی 2 (أ) کورتەی ڕێسا بنچینەییەکانی توانە.

خشتەی 2 (أ) ڕێسا بنچینەییەکانی توان

$(x^n)(x^m) = x^{(n+m)}$	$x^1 = x$	$x^0 = 1$
$(x^n)^m = x^{(nm)}$	$x^{1/n} = \sqrt[n]{x}$	$\frac{x^n}{x^m} = x^{(n-m)}$

جـــەبـــر Algebra

ژمێرکردنی نادیار «نەزانراو» Solving for unknowns

لە کاتی ئەنجامدانی کردارە جەبرییەکاندا، ئەوا یاساکانی هەژمارکردن جێبەجێ دەکەین، کە هێماکانی وەك (x، y، z ...) برە نادیارەکان «نەزانراوەکان» دەنوێنین.

با یەکەم جار ئەم هاوکێشەیە وەربگرین:

$$8x = 32$$

گەر ویستمان x هەژماربکەین، ئەوا هەردوولای هاوکێشەکە دابەشی هەمان کۆلکە دەکەین بێ ئەوەی هاوکێشەکە هیچ بگۆڕێت: لەم بارەدا ئەگەر هەردوو لا دابەشی 8 بکەین:

$$\frac{8x}{8} = \frac{32}{8}$$

$$x = 4$$

پاشان با ئەم هاوکێشەیە وەربگرین.

$$x + 2 = 8$$

لەم جۆرە هاوکێشانەدا، ئەوا یەك بڕ لەگەڵ هەردوو لای هاوکێشەکە کۆ دەکەینەوە یان لێی دەردەکەین. ئەگەر ژمارە 2 لەهەردوو لا دەربکەین ئەوا:

$$x + 2 - 2 = 8 - 2$$

$$x = 6$$

Appendix g12 2/1/18 10:36 AM Page 6

بە شێوەیەکی گشتی $x + a = b$ دەگۆڕێت بۆ $x = b - a$.

ئێستا با ئەم هاوکێشەیە وەربگرین.

$$\frac{x}{5} = 9$$

ئەگەر هەر لایەك لە 5 بدرێت، ئەوا بە تەنها x دەمێنێتەوە لە لای چەپ وە بڕی 45 لە لای ڕاست.

$$(5)\left(\frac{x}{5}\right) = (9)(5)$$

$$x = 45$$

لە هەموو بارەکاندا، ئەو کردارانەی کە لەسەر لای چەپ جێبەجێ بکرێت پێویستە لەسەر لای ڕاستیش جێبەجێ بکرێت.

شیتەڵ کردن بۆ کۆلکەکان

Factoring

لە **خشتەی 3** (أ) دا هەندێ لە هاوکێشە بەکەڵکەکان نیشان دراوە بۆ شیتەڵکردنی هاوکێشە بۆ کۆلکەکان. بۆ نموونە دەتوانین هاوکێشەی $5x + 5y + 5z = 0$ لەسەر شێوەی $5(x + y + z) = 0$ بنووسین، کە ژمارەی 5 پێی دەووترێت کۆلکەی هاوبەش. بەڵام دەربڕینی $a^2 + 2ab + b^2$ کە دائەنرێت بە نموونەیەك بۆ دووجای تەواو، دەتوانین بنووسین $(a + b)^2$. ئەگەر $a = 2$ و $b = 3$ ئەوا هاوکێشەکە دەبێتە $2^2 + (2)(2)(3) + 3^2 = (2 + 3)^2$ ، یان $25 = (4 + 12 + 9)$ ، و لەکۆتاییدا $5^2 = 25$.

وەك نموونە لەسەر جیاوازی نێوان دوو ژمارەی دووجا ئەگەر $a = 6$ ، $b = 3$. لەم بارەدا $(6 - 3)(6 + 3) = (6^2 - 3^2)$ یان $(36 - 9) = (9)(3) = 27$.

خشتەی 3 (أ) هاوکێشەکانی شیتەڵکردن بۆ کۆلکەکان

کۆلکەی هاوبەش	$ax + ay + az = a(x + y + z)$
دووجای تەواو	$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$
جیاوازی نێوان دوو ژمارەی دووجا	$a^2 - b^2 = (a + b)(a - b)$

هاوکێشە هێڵیەکان

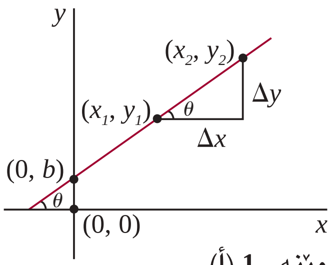
Linear Equations

هاوکێشەی هێڵی بە گشتی ئەم شێوەیەی خوارەوەی هەیە:

$$y = ax + b$$

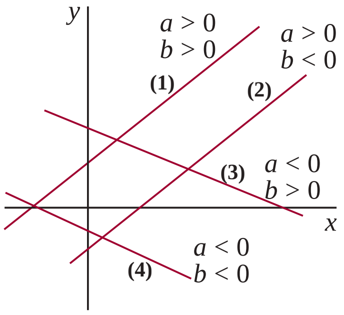
لە کاتێکدا کە a و b جێگیرن و نەگۆڕن. ئەم هاوکێشەیە پێی دەووترێت هاوکێشەی بەهێڵی، لەبەر ئەوەی چەماوەی y بە ڕێژەی x هێڵێکی ڕاستە، وەك دیارە لە **وێنەی 1** (أ). بە نەگۆڕی b دەوترێت یەکتربڕین لەگەڵ تەوەری y . وە نەگۆڕی a پێی دەووترێت «لاری» ڕاستەهێڵ کە یەکسانیشە بە «سایە»ی گۆشەی نێوان ئەو ڕاستەهێڵەو تەوەرەی x ، $\tan\theta$ واتە θ . ئەگەر لەسەر هێڵەکە پۆ و تانی (x_1, y_1) و (x_2, y_2) هەروەك لە **وێنەی 1** (أ) دیارە، «لاری» ڕاستەهێڵەکەیە:

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \text{لاری}$$



وێنەی 1 (أ)

Appendix g12 2/1/18 10:36 AM Page 9



وێنەی 2 (أ)

بۆ نموونە، دوو خاڵی (2،4) و (6،9) ، لەگەڵ نرخانەدا لاری هێڵەکەیە:

$$\text{لاری} = \frac{(9-4)}{(6-2)} = \frac{5}{4}$$

تێبینی بکە کە لەوانەیە هەریەکە a ، b پۆزەتیڤ یان نێگەتیڤ بن لاری ڕاستە هێڵەکە پۆزەتیڤ دەبێت ئەگەر $a > 0$. وە نێگەتیڤ دەبێت ئەگەر $a < 0$. سەرەڕای ئەوە کە یەکتر برین لەگەڵ تەوەرەی y پۆزەتیڤ، ئەگەر $b > 0$ ، وە نێگەتیڤ دەبێت ئەگەر $b < 0$. **وێنەی 2** (أ) ئەو نموونانە پیشان ئەدات کە لەسەر ئەو چوار بارەی پێشوو، کە کورتەکەی لە **خشتەی 4** (أ) دایە.

خشتەی 4 (أ) هاوکێشە هێڵیەکان

نەگۆڕەکان	لاری	یەکتربری لەگەڵ y
$a > 0, b > 0$	پۆزەتیڤ	پۆزەتیڤ
$a > 0, b < 0$	پۆزەتیڤ	نێگەتیڤ
$a < 0, b > 0$	نێگەتیڤ	پۆزەتیڤ
$a < 0, b < 0$	نێگەتیڤ	نێگەتیڤ

گۆڕان لە نێوان کەرتەکان و ژمارە دەییەکان و ڕێژەکانی سەدیدا

خشتەی 5 (أ) کورتەی ڕێساکانی گۆڕینی ژمارەکانە لە کەرتەکانەوە بۆ ژمارە دەییەکان وڕێژەی سەدییەکان وە لە ڕێژە سەدییەکانەوە بۆ ژمارە دەییەکان.

خشتەی 5 (أ) گۆڕینەکان

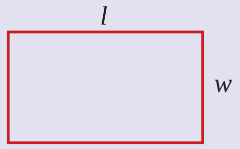
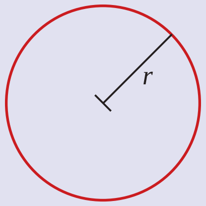
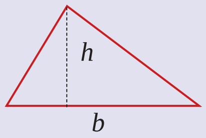
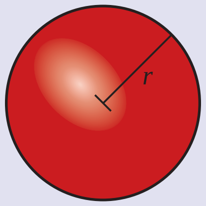
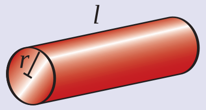
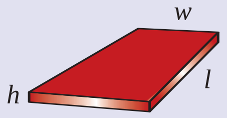
گۆڕین	ڕێسا	نموونە
لە کەرتەوە بۆ ژمارەی دەیی	«سەرە» دابەش «ژێرە» بکە	$\frac{31}{45} = 0.69$
لەکەرتەوە بۆ ڕێژەی سەدی	بیگۆڕە بۆ ژمارەی دەیی پاشان کەرەتی 100% بکە	$\frac{31}{45} = (0.69)(100\%) = 69\%$
لە ڕێژەی سەدیەوە بۆ ژمارەی دەیی	«وێرگول» دوو خانە بجووڵێنە بۆ لای چەپ ولە هێمای ڕێژەی سەدی خۆت ڕزگار بکە	$69\% = 0.69$

Appendix g12 2/1/18 10:36 AM Page 8

ئـەنـــدازە Geometry

لە خشتەی 6 (أ) دا هاوکێشەی ڕووبەر و قەبارەکانی هەندێ لە شێوە ئەندازەییە جۆراو جۆرەکانی تێدایە کە لەم کتێبەدا هاتووە.

خشتەی 6 (أ) ڕووبەرەکان و قەبارە ئەندازەییەکان

شێوە ئەندازەییەکان		هاوکێشەکان
	لاکێشە	ڕووبەر = wl چێوە = $2(l+w)$
	بازنە	ڕووبەر = πr^2 چێوە = $2\pi r$
	سێگۆشە	ڕووبەر = $\frac{1}{2}bh$
	گۆ «تۆپ»	ڕووبەری ڕووەکەی = $4\pi r^2$ قەبارە = $\frac{4}{3}\pi r^3$
	لولەك	قەبارە = $\pi r^2 l$ لا تەنیشتە ڕووبەر = $2\pi rl$
	لاکێشەکانی تەریبی «سەندوقی لاکێشەیی»	ڕووبەری ڕوو = $2(lh + lw + hw)$ قەبارە = lwh

Appendix g12 2/1/18 10:36 AM Page 11

زانستی سێگۆشەکاری و بیردۆزی فیساگۆرس

زانستی سێگۆشەکاری ئەو لقەی بیرکارییە کە پەیوەستە بە تایبەتمەندییەکانی سێگۆشەی گۆشە وەستاو زۆربەی زۆری چەمکەکانی ئەم لقە گرنگیەکی گەورەی هەیە لە خوێندنی فیزیادا. بۆ پێداچوونەوەی هەندێ لە چەمکە بنچینەییەکان لە زانستی سێگۆشەکاریدا، بۆ نموونە سێگۆشەیەکی گۆشە وەستاو وەردەگرین وەك ئەوەی لە **وێنەی 3** (أ) دایە، کە تیایدا لای a بەرامبەرە بە گۆشەی θ وە لای b تەنیشتیەتی، وەلای c ژێی سێگۆشەکەیە **خشتەی 7** (أ) وە بە پاڵپشت بە **وێنەی 3** (أ). پوختەی زۆربەی نەخشە سێگۆشە بنچینەییەکان.

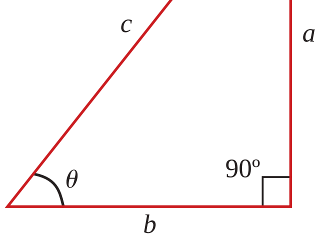
خشتەی 7 (أ) نەخشەی سێگۆشەییەکان (ڕێژە سێگۆشەییەکان)

تەژێ (sin)	$\sin\theta = \dfrac{a}{c} = \dfrac{\text{لای بەرامبەری}}{\text{ژێ}}$
تەژێ تەواو (cos)	$\cos\theta = \dfrac{b}{c} = \dfrac{\text{لای تەنیشتی } \theta}{\text{ژێ}}$
سایە (tan)	$\tan\theta = \dfrac{a}{b} = \dfrac{\text{لای بەرامبەر } \theta}{\text{لا تەنیشتی } \theta}$
هەڵگەڕاوەی تەژێ ($\sin^{-1}$)	$\sin^{-1}\left(\dfrac{a}{c}\right) = \sin^{-1}\left(\dfrac{\text{لای بەرامبەر } \theta}{\text{ژێ}}\right) = \theta$
هەڵگەڕاوەی تەژێ تەوا ($\cos^{-1}$)	$\cos^{-1}\left(\dfrac{b}{c}\right) = \cos^{-1}\left(\dfrac{\theta \text{ لا تەنیشت}}{\text{ژێ}}\right) = \theta$
هەڵگەڕاوەی سایە ($\tan^{-1}$)	$\tan^{-1}\left(\dfrac{a}{b}\right) = \tan^{-1}\left(\dfrac{\text{لای بەرامبەر } \theta}{\theta \text{ لا تەنیشت}}\right) = \theta$

$\sin\theta = \dfrac{a}{c}$

$\cos\theta = \dfrac{b}{c}$

$\tan\theta = \dfrac{a}{b}$



وێنەی 3 (أ)

بۆ نموونە ئەگەر پێوانەی گۆشەی $\theta = 30°$ ، ئەوا درێژی a بۆ c دەکاتە 0.50 . کە ئەمەش مانای وایە کە $\sin 30° = 0.50$ نەخشەکانی (sin، cos ، tan) هیچ یەکەیەکی پێوانە کردنیان نییە لەبەر ئەوەی ڕێژەن لە نێوان دوو درێژیدا هەروەها بڕوانە ئەم پەیوەندیەی خوارەوە:

$$\frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \frac{\dfrac{\text{لای بەرامبەر } \theta}{\text{ژێ}}}{\dfrac{\text{لای تەنیشت } \theta}{\text{ژێ}}} = \frac{\text{لای بەرامبەر } \theta}{\text{لای تەنیشت } \theta} = \tan\theta$$

ئەمانەی خوارەوە هەندێ لە پەیوەندیە سێگۆشەییەکانی ترن:

$$\sin^2\theta + \cos^2\theta = 1$$

$$\sin\theta = \cos(90° - \theta)$$

$$\cos\theta = \sin(90° - \theta)$$

پێوانە كردنی (ژمێرەكردنی) درێژی لایەكی نەزانراو

بە بەكارهێنانی هەرسێ نەخشە سێگۆشەیەكان كە لە **خشتەی 7** (أ) دا هاتووە، دەتوانین كە درێژی لایەكی سێگۆشەی گۆشە وەستاوی نەزانراو هەژمێربكەین كاتێك كە درێژی یەكێك لە لاكانی وپێوانەی یەكێك لە دوو گۆشەكەی تری (جگە لە گۆشە وەستاوەكە) زانراوبێت بۆ نموونە: ئەگەر $\theta = 30°$ و $a = 1.0\ \text{m}$ ئەوا درێژی دوو لاكەی تری سێگۆشەكە ئەدۆزینەوە بەم شێوەیەی خوارەوە:

$$\sin\,\theta = \frac{a}{c}$$

$$c = \frac{a}{\sin\theta} = \frac{1.0\ \text{m}}{\sin 30°}$$

$$\boxed{c = 2.0\ \text{m}}$$

$$\tan\,\theta = \frac{a}{b}$$

$$b = \frac{a}{\tan\theta} = \frac{1.0\text{m}}{\tan 30°}$$

$$\boxed{b = 1.7\ \text{m}}$$

پێوانە كردنی (هەژمێركردنی) گۆشەیەكی نادیار

لەوانەیە لە هەندێ جاردا كە (sin، cos، tan)ی گۆشەیەك بزانین وە پێویستمان بەدیاریكردنی نرخی گۆشەكە بێ، بۆ ئەم مەبەستە نەخشەكانی هەڵگەڕاوەی sin یان هەڵگەڕاوەی cos یان هەڵگەڕاوەی tan ، بەكاربهێنین كە لە **خشتەی 7** (أ) دا هاتووە. بۆ نموونە ئەگەر $a = 1.0\ \text{m}$ وە $c = 2.0\ \text{m}$ گۆشەی θ هەژمێر دەكەین بە بەكارهێنانی نەخشەی پێچەوانەی $\sin^{-1}$ بەم شێوەیە:

$$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{a}{c}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{1.0\ \text{m}}{2.0\ \text{m}}\right) = \sin^{-1}(0.50)$$

$$\boxed{\theta = 30°}$$

بیردۆزی فیساگۆرس

بیردۆزێكی بە كەڵكە لە سێگۆشەیەكی گۆشە وەستاودا ئەگەر a و b دوولای سێگۆشەیەكی گۆشە وەستاوبێت وە c ژێیەكەی بێت وەك لە **وێنەی 4** (أ) دیارە، ئەوا بیردۆزی فیساگۆرس بەم شێوەیەی خوارەوە دەنووسرێ:

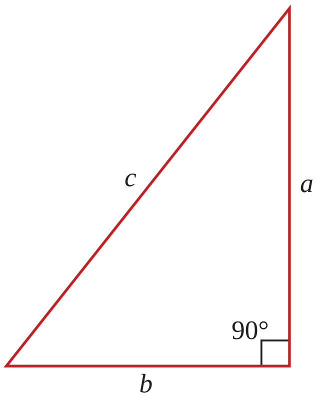
$$c^2 = a^2 + b^2$$

ئەمەش مانای ئەوەیە كە دووجای ژێ دەكاتە سەرەنجامی كۆكردنەوەی دووجای ئەو دوولاكەی تر كە ماون. بیردۆزی فیساگۆرس بەكاردەهێنین بۆ هەژماركردنی لایەك لە لاكانی سێگۆشە كاتێك درێژی دوولای تر زانراوبن بۆ نموونە: ئەگەر $c = 2.0\ \text{m}$ و $a = 1.0\ \text{m}$ ، دەتوانیت b هەژماربكەیت بە هۆی بیردۆزی فیساگۆرسەوە. وەك:

$$b = \sqrt{c^2 - a^2} = \sqrt{(2.0\ \text{m})^2 - (1.0\ \text{m})^2}$$

$$b = \sqrt{4.0\ \text{m}^2 - 1.0\ \text{m}^2} = \sqrt{3.0\ \text{m}^2}$$

$$\boxed{b = 1.7\ \text{m}}$$



وێنەی 4 (أ)

ووردی لە هەژمێرکردنە تاقیگەییەکاندا

هەڵەی پەتی

هەندێ لەو تاقیکردنەوانەی لەم کتێبەدا هاتووە، رێگەیەکی تێدایە بۆ هەژمێرکردنی بەهایەك کە پێشتر زانراوبێت. وەك تاودانی کەوتنە خوارەوەی سەربەست. لەم چەشنە تاقیکردنەوانەدا ووردەکاری تاقیکردنەوەکانت دیاری دەکرێت لە رێگەی بەراوردکردن لە نێوان ئەنجامەکانت و بەها پەسندکراوەکە. وە هەڵەی پەتی پێناسە دەکرێت بەو نرخە پەتیەی کە لە ئەنجامی لێکدەرکردنی نرخی ئەنجامە تاقیگەیەکان لە نرخە دانراوەکەی (پەسندکراوەکە) پەیدا دەبێ.

هەڵەی پەتی = |بەهای تاقیگەیی ـ بەهای پەسندکراو|

دڵنیابە لە تێکەڵنەکردنی نێوان چەمکی (واتای) ووردی و تەواوی یا (رێکی) ووردی پێوانەکردن بەوە پێناسە دەکرێت کە رادەی نزیکی پێوانە کردنەکەیە لە نرخی پەسندکراوی برە پێوراوەکە. بەڵام تەواوی یا رێکی بەندە لەسەر ئامێرەکانی پێوانەکردن بۆ نموونە ئەو راستە مەتریەی کە بە مللیمتر پلە کراوە تەواوی زیاترە لەو راستە مەترییەی کە بە سنتیمەتر پلەکرابێت. کەواتە بری $9.61\ m/s^2$ پێوراو بۆ تاودانی کەوتنە خوارەوەی سەربەست رێکترە لە بری $9.8\ m/s^2$. لەگەڵ ئەوەی کە $9.8\ m/s^2$ ووردی زیاترە لە $9.61\ m/s^2$.

هەڵەی رێژەیی

تێبینی بکە ئەو پێوراوانەی کە رێژەییانە، هەڵەی پەتی گەورەیان هەیە، لەوانەیە ووردتربێت لە پێوانێکی تر کە هەڵەی پەتی کەمترە، ئەگەر پێوانە کردنەکەی یەکەمجاری بری زۆر گەورەی تێدابێ. لەبەر ئەم هۆیەیە هەڵەی رێژەیی یان هەڵەی سەدی گرنگیەکی گەورەتری هەیە لە هەڵەی پەتی. وە هەڵەی رێژەیی پێناسە دەکرێت بە:

$$\text{هەڵەی رێژەیی} = \frac{|\text{بەهای تاقیگەیی ـ بەهای پەسندکراو}|}{\text{بەهای پەسندکراو}}$$

وە لەبەر ئەوەی هەڵەی رێژەیی بری هێندە پێوراوەکە رەچاو دەکات بۆیە دەتوانین بەراوردێکی ووردی دوو پێوانەکردنی جیاواز بکەین لە نێو بەراوردکردنی هەردوو هەڵە رێژەییەکانیاندا.

Appendix g12 2/1/18 10:36 AM Page 12

پاشکۆی (ب): هێماکان

هێما بیرکاریەکان

هێما	زاراوه	هێما	زاراوه
Δ	(دەلتا) بە یۆنانی گۆڕانە لە بڕێکدا	$\leq$	بچووکترە لە یان یەکسانە(لەچەپەوە بۆ ڕاست دەخوێندرێتەوە
Σ	(سیگما) بەیۆنانی کۆکردنەوەی بڕەکانە	$\propto$	هاوڕێژە بوون
θ	(ثێتا) بە یۆنانی گۆشەیەکە	$\approx$	نزیکە یەکسانە بە
$=$	یەکسانی یان یەکسان بوون	$\|n\|$	بڕی نرخی پەتی
$>$	گەورەترە لە (لەچەپەوە بۆ ڕاست دەخوێندرێتەوە)	sin	ساین (تەژێ)
$\geq$	گەورەترە یان یەکسانە لە (لەچەپەوە بۆ ڕاست دەخوێندرێتەوە)	cos	کۆساین (تەژێ تەواو)
$<$	بچوکترە لە (لەچەپەوە بۆ ڕاست دەخوێندرێتەوە)	tan	تانجن (سایە)

هێمای بڕە بەکارهاتووەکان

هێندی ئاراستەدار بە پیتێك هێما دەکرێت تیراسایەکی لەسەردانراوە بەڵام وشە لار نووسراوەکان *italic* هێمایە بۆ بڕە پێوانەیەکان (نائاڕاستەبڕەکان) کە تەنها بڕیان هەیە.

هێما	زاراوه	هێما	زاراوه
A	ڕووبەر	M	بارستایی گشتی
D	تیرەی بازنە	R	نیوەتیرە
$\vec{F}$	هێز	t	کات
F	بڕی هێز	V	قەبارە
m	بارستایی		

هێماکانی فیزیای میکانیکی (جووڵاوەی) بەکارهاتوو لەم کتێبەدا

ئەو هێمایانەی کە تیراسایەك لەسەریانە بڕە ئاڕاستەدارەکان دەنوێنێ کە بڕو ئاڕاستەیان هەیە، بەڵام هێما «لارەکان» بڕە نائاڕاستەدارەکان دەنوێنێت کە تەنها بڕیان هەیە یان بڕی هێندە ئاڕاستە دارەکان و هێماکانی تر یەکەکان دەنوێنێت.

هێما	زاراوه	
a_t	لێکەوتە تاودان	tangential acceleration
a_c	چەقە تاودان	centripetal acceleration
α	(پیتی ئەلفای یۆنانی) گۆشە تاودان	(Greek alpha) angular acceleration
$d\ (\sin\theta)$	درێژی باسکی زەبر	length of lever arm
$\vec{F}_c,\ F_c$	هێزی دابینکەری جووڵەی بەسووڕ	force that maintains circular motion
ℓ	درێژی تولّی خولانەوە	length of a rotating rod
s	درێژی کەوانە	arc length
τ	(پیتی تاوی یۆنانی) زەبر	(Greek tau) torque
$\tau_{\text{بەرەنجام}}$	بەرەنجامی زەبر	net torque
θ	(پیتی ثێتای یۆنانی) گۆشەی خولانەوە	(Greek theta) angle of rotation
$\Delta\theta$	(پیتی دەلتاو ثێتای یۆنانی) گۆشە لادان بە ڕادیەن	(Greek delta and theta) angular displacment (in radians)
v_t	لێکەوتە خێرایی	tangential speed
ω	(پیتی ئۆمێگای یۆنانی) گۆشەی خێرایی	(Greek omega) angular speed

Appendix g12 2/1/18 10:36 AM Page 15

هێماکانی لەرینەوەکان و شەپۆلەکان و بینایییەکانی بەکارهاتوو لەم کتێبەدا

هێما	بڕ	
d	دووری نێوان دوو درز لە تاقیکردنەوەی جووت درزدا	slit separation in double-slit interference of light
$d\sin\theta$	جیاوازی ڕێڕەو لە نێوان دوو شەپۆلی ڕوناکی بەیەکداچوو	path difference for interfering light waves
$\vec{F}_{\text{جیری}}$ $F_{\text{جیری}}$	هێزی سپرینگ	spring force
f	لەرەلەر	frequency
f_n	لەرەلەری هارمۆنی پلە *n*	*n*th harmonic frequency
k	نەگۆڕی سپرینگ	spring constant
L	درێژی بەندۆل یان پەتێکی لەراوە یان ستوونێکی هەوای لەراوە	length of a pendulum, vibrating string, or vibrating column of air
ℓ	درێژی ڕێڕەوی شەپۆلی ڕووناکی	path length of light wave
λ	(لامدای یۆنانی) درێژی شەپۆل	(Greek lambda) wavelength
m	پلەی برژۆڵەی بەیەکداچوون	order number for interference fringes
n	ژمارەی هارمۆنی (دەنگ)	harmonic number (sound)
n	هاوکۆلکەی شکانەوە	index of refraction
T	کاتەلەرەی بەندۆل (جوڵەی هارمۆنی سادە)	period of a pendulum (simple harmonic motion)
θ	(ثێتایۆنانی) لادانە گۆشەی برژۆڵە بەگوێرەی برژۆڵەی بەیەکداچوونی ناوەند.	(Greek theta) angle of fringe separation from center of interference pattern

هێماکانی کارۆموگناتیسی بەکارهاتوو لەم کتێبەدا

هێما	بڕ	
$\vec{B}$, B	بواری موگناتیسی	magnatic field
(emf) ε	پ. هـ. ك (جیاوازی ئەرك) بەرهەمهاتوو لە پاترییەك کارۆموگنەکاری	e.m.f (potential difference) produced by a battery or electromagnetic induction
$\vec{F}_{\text{موگناتیسی}}$ $F_{\text{موگناتیسی}}$	هێزی موگناتیسی	magnetic force
I	تەزووی کارەبایی	electric current
i	تەزووی ساتی (سوڕی کارەبای گۆڕاو)	instantaneous current (ac circuit)
I_m	گەورەترین بڕی تەزوو (سوڕی کارەبای گۆڕاو)	maximum current (ac circuit)
I_e	بڕی تەزووی کاریگەر	root-mean-square current (ac circuit)
L	هاوکۆلکەی خودموگنەکاری	coefficient of self inductance
ℓ	درێژی گەیەنەرێکی کارەبایی لە بوارێکی موگناتیسیدا	length of an electrical conductor in a magnetic field
M	هاوکۆلکەی ئاڵوگۆڕە موگنەکاری	coefficient of mutual inductance
N	ژمارەی پێچەکانی کۆیلی تەزوو هەڵگریان کۆیلی ترانسفۆرمەر	number of turns in a current-carrying loop or a transformer coil
ΔV_e	بڕی کاریگەر بۆ جیاوازی ئەرك	root-mean-square potential difference (ac circuit)
ω	ئۆمێگای یۆنانی (گۆشە لەرە)	(Greek omega) angular frequency

Appendix g12 2/1/18 10:36 AM Page 14

پاشکۆی (ج)

یەکەکان لە سیستمی نێودەوڵەتی SI

هێما	زاراوە	بڕ	هێما	زاراوە	بڕ
A	ئەمپێر	تەزووی کارەبا	s	چرکە	کات
K	کالڤن	پلەی گەرمی پەتی	mol	مۆڵ	بڕی ماددە
kg	کیلۆگرام	بارستایی	cd	کاندێلا	توندی ڕۆشنایی
m	مەتر	درێژی			

هەندێك لە پێشگرەکانی سیستمی نێودەوڵەتی SI

بنچینە	هێما	کۆلکەی توانا	واتای	نموونە
Mega مێگا	**M**	**10^6**	**1 000 000**	مێگا مەترێك (Mm) = 1×10^6 مەتر
Kilo کیلۆ	**k**	**10^3**	**1 000**	کیلۆمەترێك (km) = 1×10^3 مەتر
Centi سەنتی	**c**	**10^{-2}**	**1/100**	سنتیمەترێك (cm) = 1×10^{-2} مەتر
Milli مللی	**m**	**10^{-3}**	**1/1000**	مللیمەترێك (mm) = 1×10^{-3} مەتر
Micro مایکرۆ	**µ**	**10^{-6}**	**1/1 000 000**	مایکرۆمەترێك (mµ) = 1×10^{-6} مەتر

Appendix g12 2/1/18 10:36 AM Page 17

چەند یەکەیەکی تری پەسەندکراو لە سیستمی نێودەوڵەتی SI

هێما	ناو	بڕ	یەکەی هاوتا
C	کوڵۆم	بارگەی کارەبا	$1\ A\cdot s$
°C	پلەی سیلیزی	پلەی گەرمی	$1\ K$
dB	دێسی بێل	ئاستی توندی دەنگ	بێ یەکەی پێوانەییە
eV	ئەلیکترۆن ڤۆڵت	وزە	$1.60 \times 10^{-19}\ J$
F	فاراد	بارگەگری بارگەگر	$1\frac{A^2\cdot s^4}{kg\cdot m^2} = 1\frac{C}{V}$
H	هینری	موگنەکاری (هاندان)	$1\frac{kg\cdot m^2}{A^2\cdot s^2} = 1\frac{J}{A^2}$
h	کاژێر (سەعات)	کات	$3.600 \times 10^{3}\ s$
Hz	هێرتز	لەرەلەر	$\frac{1}{s}$
J	جووڵ	وزە	$1\frac{kg\cdot m^2}{s^2} = 1\ N\cdot m$
kW•h	کیلۆوات. کاژێر	وزە	$3.60 \times 10^{6}\ J$
L	لیتر	قەبارە	$10^{-3}\ m^3$
min	خولەک (دەقیقە)	کات	$6.0 \times 10^{1}\ s$
N	نیوتن	هێز	$1\frac{kg\cdot m}{s^2}$
Pa	باسکال	پەستان	$1\frac{kg}{m\cdot s^2} = 1\frac{N}{m^2}$
rad	ڕادیەن	گۆشەلادان	بێ یەکەی پێوانەییە
T	تێسلا	توندی بواری موگناتیسی	$1\frac{kg}{A\cdot s^2} = 1\frac{N}{A\cdot m} = 1\frac{V\cdot s}{m^2}$
u	یەکەی بارستایی	بارستایی (بارستە گەردیلەیی)	$1.660\ 538\ 86 \times 10^{-27}\ kg$
V	ڤۆڵت	جیاوازی ئەرکی کارەبایی (ڤۆڵتیە)	$1\frac{kg\cdot m^2}{A\cdot s^3} = 1\frac{J}{C}$
W	وات	توانا	$1\frac{kg\cdot m^2}{s^3} = 1\frac{J}{s}$
Ω	ئۆم	بەرگری	$1\frac{kg\cdot m^2}{A^2\cdot s^3} = 1\frac{V}{A}$

Appendix g12 2/1/18 10:36 AM Page 16

پاشکۆی (د): چەند خشتەیەکی سودبەخش

خێرایی دەنگ لە ناوەندە جیاکاندا

ناوەند	v(m/s)	ناوەند	v(m/s)	ناوەند	v(m/s)
گازەکان		شلەکان لە 25°C		تەنی ڕەق	
هەوا (0°C)	331	کهولی مەثیل	1140	فافۆن	5100
هەوا (25°C)	346	ئاوی دەریا	1530	مس	3560
هەوا (100°C)	366	ئاو	1490	ئاسن	5130
هیلیۆم (0°C)	972			قورقوشم	1320
هایدرۆجین (0°C)	1290			تەپەدۆری بتەو	54
ئۆکسجین (0°C)	317				

گۆڕینی توندی بۆ ئاستی توندی (dB)

توندی (W/m^2)	ئاستی توندی (dB)	نموونە	توندی (W/m^2)	ئاستی توندی (dB)	نموونە
1.0×10^{-12}	0	نزمترین لێواری بیستن	1.0×10^{-4}	80	ئاپۆرەی ڕۆیشتن یان کاتژمێری ئاگادارکەرەوە
1.0×10^{-11}	10	ورشەی گەڵای دار	0.1×01^{-3}	90	مشاری داربڕین
1.0×10^{-10}	20	چرپەیەکی لەسەرخۆ	1.0×10^{-2}	100	شەمەندەفەری کارەباییبە تونێلی (میترۆ) دادەڕوات دینەمۆی کارەبایی
1.0×10^{-9}	30	چرپە			
1.0×10^{-8}	40	گیزەی مێشولە	1.0×10^{-1}	110	هۆڕنی ئۆتۆمبێل لە دووری 1 m
1.0×10^{-7}	50	گفتوگۆیەکی ئاسایی	1.0×10^{0}	120	بەرزترین ئاستی دەنگ (لێواری ئازار)
1.0×10^{-6}	60	هەواسازکەرێك لە دووری 6 m	1.0×10^{1}	130	گرمەی هەور، شەست تیر
1.0×10^{-5}	70	گسکی کارەبایی	1.0×10^{3}	150	فڕۆکەیەکی فیشکەداری نزیك

زانیارییە گەردیلەییە بەسودەکان

هێما	ناو	نرخی پێوراو (بنچینەیی)	نرخی باوەڕپێکراو لە هەژمێرکردندا
m_e	بارستایی ئەلیکترۆن	$9.109\ 3826 \times 10^{-31}$ kg	9.109×10^{-31} kg
		$5.485\ 799\ 0945 \times 10^{-4}$ u	5.49×10^{-4} u
		0.510 998 918 MeV	5.110×10^{-1} MeV
m_n	بارستایی نیوترۆن	$1.674\ 927\ 28 \times 10^{-27}$ gk	1.675×10^{-27} kg
		1.008 664 915 60 u	1.008 665 u
		939.565 360 MeV	9.396×10^{2} MeV
m_p	بارستایی پرۆتۆن	$1.672\ 621\ 71 \times 10^{-27}$ kg	$1.672\ 621\ 71 \times 10^{-27}$ kg
		1.007 276 466 88 u	1.007 276 u
		938.272 029 MeV	9.383×10^{2} MeV

Appendix g12 2/1/18 10:36 AM Page 19

شەبەنگی شەپۆلە کارۆموگناتیسییەکان

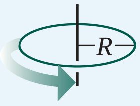
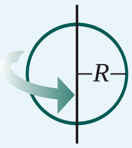
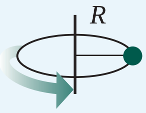
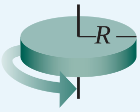
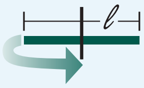
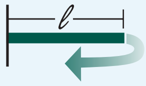
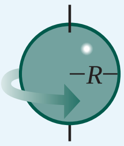
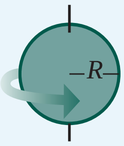
ناوی شەپۆلەکان	مەوداکەی	بەکارهێنانی
شەپۆلی ڕادیۆیی (بێ تەل)	$\lambda > 30$ cm $f < 1.0 \times 10^9$ Hz	شەپۆلە ڕادیۆییەکانی AM و FM و شەپۆلەکانی تەلەڤزیۆنی.
شەپۆلە مایکرۆییەکان (وردیلەکان)	30 cm $> \lambda > 1$ mm 1.0×10^9 Hz $< f < 3.0 \times 10^{11}$ Hz	لە ڕادارداو، لێکۆڵینەوەی گەردیلەو گەردی مادەکان، فرۆکەوانی، کەشتییەوانی، فرنی شەپۆلە مایکرۆییەکان.
شەپۆلی خوار سور (IR)	1 mm $> \lambda > 700$ nm 3.0×10^{11} Hz $< f < 4.3 \times 10^{14}$ Hz	لەشەبەنگە گەردییە لەراوەکان و وێنەگرتنی فۆتۆگرافی و چارەسەری فیزیایی (سروشتی) ماسولکەکانی لەش
ڕووناکی بینراو	(سور) 700 nm $> \lambda > 400$ nm (بنەوشی) 4.3×10^{14} Hz $< f < 7.5 \times 10^{14}$ Hz	وێنەگرتنی فۆتۆگرافی، ووردبینی ڕووناکی و زانستی گەردونی بینایی.
تیشکی سەرو وەنەوشەیی (UV)	400 nm $> \lambda > 60$ nm 7.5×10^{14} Hz $< f < 5.0 \times 10^{15}$ Hz	پاکژکردنەوەی ئامێرە پزیشکیەکان، جیاکردنەوەی کانزا فلۆرییەکان.
تیشکی X	60 nm $> \lambda > 10^{-4}$ nm 5.0×10^{15} Hz $< f < 3.0 \times 10^{21}$ Hz	پشکنینی پزیشکی بۆ ئێسقان و ددان وشانە گرنگەکان وە چارەسەرکردنی لووە شێرپەنجەیەکان
تیشکی گاما	0.1 nm $> \lambda > 10^{-5}$ nm 3.0×10^{18} Hz $< f < 3.0 \times 10^{22}$ Hz	لێکۆڵینەوەی کەلێنەکان لە پێکهاتەی مادە ئەستورەکان. چارەسەرکردنی نەخۆشییەکانی شێرپەنجە و بەرکەوتنی خواردن بەو تیشکانە.

بڕە جێگیرە بنچینەییەکان

هێما	بڕ	بڕی فەرمی (بنچینەیی)	بڕە باوەڕپێکراوەکان لەهەژمێری کتێبەکاندا
c	خێرایی ڕوناکی لەبۆشایی	299 792 458 m/s	3.00×10^8 m/s
e^-	بارگەی سەرەتایی	$1.602\ 176\ 53 \times 10^{-19}$ C	1.60×10^{-19} C
e^1	بنچینەی لۆگاریتمی ئاسایی	2.718 281 828	2.72
ε_0	نەگۆڕە نەگەیاندن لەبۆشاییدا	$8.854\ 187\ 817 \times 10^{-12}$ $C^2/(N\cdot m^2)$	8.85×10^{-12} $C^2/(N\cdot m^2)$
G	نەگۆڕی کێشکردنی گشتی	$6.672\ 59 \times 10^{-11}$ $N\cdot m^2/kg^2$	6.673×10^{-11} $N\cdot m^2/kg^2$
g	تاودانی زەوی	9.806 65 m/s^2	9.81 m/s^2
h	نەگۆڕی پلانێك	$6.626\ 0693 \times 10^{-34}$ J•s	6.63×10^{-34} J•s
k_C	نەگۆڕی کۆڵۆم	$8.987\ 551\ 787 \times 10^9$ $N\cdot m^2/C^2$	8.99×10^9 $N\cdot m^2/C^2$
R	نەگۆڕی جیهانی مۆڵی بۆ گاز	8.314 472 J/(mol•K)	8.31 J/(mol•K)
π	ڕێژەی چێوەی بازنەیەك بۆ تیرەکەی	3.141 592 654	ئەو بڕەی کە بژمێر دەیدات
μ_0	هاوکۆلکەی هێڵەگۆڕەی موگناتیسی لە بۆشایی		$4\pi \times 10^{-7}$ T.m/A

Appendix g12 2/1/18 10:36 AM Page 18

زەبری بارنەگۆڕی بۆ چەند تەنێکی ئەندازەیی

شێوە		زەبری بارنەگۆڕی
	ئەڵقەیەکی تەنك بە دەوری تەوەرەیەکدا کە بە ناوەڕاستی دا دەڕوات	MR^2
	ئەڵقەیەکی تەنك بە دەوری تیرەکەیدا	$\frac{1}{2} MR^2$
	تەنۆلکەیەك بە دەوری تەوەرەیەکدا	MR^2
	پەپکەیەك یان لوولەکێك بە دەوری تەوەرەیەك کە بە ناوەڕاستی دادەڕوات	$\frac{1}{2} MR^2$
	تولێکی تەنك (باریك) بە دەوری تەوەرەیەکی ستوون لەسەری و بە چەقەکەیدا دەڕوات	$\frac{1}{12} Ml^2$
	تولێکی تەنك (باریك) بە دەوری تەوەرەیەکی ستوون لەسەری و بەلایەکی دادەڕوات	$\frac{1}{3} Ml^2$
	گۆیەکی پتەو بە دەوری تیرەکەیدا	$\frac{2}{5} MR^2$
	گۆیەکی ناوبۆش بە دەوری تیرەکەیدا	$\frac{2}{3} MR^2$

وەڵامی پرسیارە هەڵبژێردراوەکان

بەشی 1

ڕاهێنانی 1 (أ)

.1 0.38 m

ڕاهێنانی 1 (ب)

.1 0.76 s

ڕاهێنانی 1 (ج)

.1 أ. $17\ rad/s^2$ ب. 0.038 rad/s
ج. $-6.3\ rad/s^2$

ڕاهێنانی 1 (د)

.1 31.0 rad/s

ڕاهێنانی 1 (ه)

.1 أ.3.6 m/s ب. 15 rad/s
ج. 29 m/s د. 1.3 m

ڕاهێنانی 1 (و)

.1 1.5 m

ڕاهێنانی 1 (ز)

.1 58.7 m

ڕاهێنانی 1 (ح)

.1 29.6 kg

ڕاهێنانی 1 (ط)

.1 0.692 m

پێدابچۆرەوەو هەڵیبسەنگێنە

.1 180° نیو خول
.5 4.1m
.7 أ. $821\ rad/s^2$
ب. 4.20×10^3 rad

.15 1.5×10^2 rad/s

.27 1.99×10^{-7} rad/s

.29 أ. 161 m
ب. 5.49×10^3 N

.31 1.02 m

.33 أ. $0.965\ m/s^2$
ب. 0.0985

.35 8.3 s

بەشی 2

ڕاهێنانی 2 (أ)

.1 أ. 5.1 N•m ب. 15 N•m .

ڕاهێنانی 2 (ب)

.1 2.08×10^5 N ، 2.12×10^5 N

.3 أ. 0.86 m بەگوێرەی ئەو کچەی کە کێشەکەی 400.0N
ب. 0.49 m بەگوێرەی تەوەری خولانەوە بەلای ئەو کچەی کە کێشی 300.0 N

ڕاهێنانی 2 (ج)

.1 أ. $-0.87\ rad/s^2$ ب. –11 N•m .

ڕاهێنانی 2 (د)

.1 24 rad/s

ڕاهێنانی 2 (ه)

.1 12.0 m/s

پێدابچۆرەوەو هەڵیبسەنگێنە

.9 أ. 6300 N•m ب. 550 N

.11 ج

.21 دوو هێندەی زەبری کارکردووە لە لولەکی دووەم

.23 620 N•m

31. 36 rad/s

33. 220 **N**

35. 885 N

38. أ. 47 N
ب. $0.24\ kg{\cdot}m^2$
ج. 4.0×10^1 rad/s

40. $24\ rad/s^2$

بەشی 3

ڕاهێنانی 3 (أ)

1. 2.7×10^3 N/m

ڕاهێنانی 3 (ب)

1. 3.6 m

ڕاهێنانی 3 (ج)

1. أ. 1.7 s، 0.59 Hz
ب. 0.14 s، 7.1 Hz

ڕاهێنانی 3 (د)

1. أ. 3.41 m
ب. 5.0×10^{-7} m
ج. 1.0×10^{-10} m

پێدابچۆرەوەو هەڵیبسەنگێنە

13. أ. 2.000 s
ب. 9.812 m/s
ج. 9.798 m/s

19. $\frac{1}{3}$ s؛ 3 Hz

25. أ. 0.9 cm 2
ب. 20.0 cm
ج. 0.0400 s
د. 5.00 m/s

29. y_3

35. 2.0 Hz، 0.50 s، 0.30 m/s

37. $9.70\ m/s^2$

بەشی 4

ڕاهێنانی 4 (أ)

1. $8.91 \times 10^{-3}\ W/m^2$

ڕاهێنانی 4 (ب)

1. 440 Hz

3. 440 m/s

پێدابچۆرەوەو هەڵبسەنگێنە

13. 1079.4 Hz

21. $7.96 \times 10^{-2}\ W/m^2$

23. أ. 4.0 m ب. 2.0 m
ج. 1.3 m د. 1.0 m

29. 443 Hz، 886 Hz، 1330 Hz

31. أ. 52 cm ب. 640 Hz ، 960 Hz

33. 0.20 s

35. $L_{\text{داخراو}} = 1.5\,(L_{\text{کراوە}})$

37. أ. $f' = f\frac{v}{v - v_s}$
ب. دیوارەکە
ج. 20 m/s

بەشی 5

ڕاهێنانی 5 (أ)

1. أ. 2×10^{-5} T بە ئاڕاستەی تەوەرەی z پۆزەتیڤ
ب. 2×10^{-5} T بە ئاڕاستەی تەوەرەی z نێگەتیڤ

ڕاهێنانی 5 (ب)

1. 1.3×10^{-3} T

ڕاهێنانی 5 (ج)

1. أ. 40000 پێچ /m
ب. 0.05 T

ڕاهێنانی 5 (د)

1. 1.5×10^6 m/s بەرەو باکوور

ڕاهێنانی 5 (ه)

1. 1.7×10^{-7} T بە ئاڕاستەی تەوەری z پۆزەتیڤ
3. 1.5 T

پێداچوونەوەو هەڵبسەنگێنە

1. دووان
21. 2.1×10^{-3} m/s
23. 0.55 Ω
25. لە دووری 0.5 m لە تولّی A
29. 2.1×10^{-2} T بە ئاڕاستەی تەوەرەی y نێگەتیڤ
31. 8.0×10^{-3} T بە ئاڕاستەی تەوەرەی z پۆزەتیڤ
33. 1.39×10^{-2} T بە ئاڕاستەی چاودێرەکە
34. أ. 0.01 A
ب. 2500 Ω، 14500 Ω

بەشی 6

ڕاهێنانی 6 (أ)

1. –2 V

ڕاهێنانی 6 (ب)

1. 0.30 V
3. 0.14 V

ڕاهێنانی 6 (ج)

1. أ. 7.42 A
ب. 14.8 Ω
3. أ. 1.10×10^2 V
ب. 2.1 A

ڕاهێنانی 6 (د)

1. 0.707 A ، 0.5 A
3. 1500 J

ڕاهێنانی 6 (ه)

1. 25 Ω

ڕاهێنانی 6 (و)

1. 795 Ω

ڕاهێنانی 6 (ز)

1. 118 Ω، جیاوازی ئەرك پێش تەزوو دەکەوێت بەڕەوگەی 0.56 rad
3. تەزوو پێش جیاوازی ئەرك دەکەوێ بەڕەوگەی 1.54 rad

ڕاهێنانی 6 (ح)

1. 3.5×10^4 پێچ

ڕاهێنانی 6 (ط)

1. 300 kW

پێداچوونەوەو هەڵبسەنگێنە

11. 0.12 A
27. 3.1×10^5 V
35. 48 پێچ
37. 11 پێچ
39. 5 V
41. 10 A
43. أ. 1.84 A
ب. 289 V ، 39 V
45. 1.33 A
47. 4.2×10^{-2} T
49. 89 Hz ، 245 V

Appendix g12 2/1/18 10:36 AM Page 22

51. أ. 28 kW
ب. 3.6×10^{5} kW

53. أ. 100 Ω
ب. 2 A
ج. 44μF
د. $2.5\sqrt{2}\ \sin(120\ \pi t)$

55. أ. 36 V
ب. 56.92 V
ج. وێنە

بەشی 7

ڕاهێنانی 7 (أ)

1. 574 nm

3. 25.2°

ڕاهێنانی 7 (ب)

1. 0.11° ،0.04° ،0.02°

3. 11

پێداچوۆرەوە و هەلیبسەنگێنە

9. 630 nm

15. 3.22°

21. 2.41×10^{-4} m

23. 8.000×10^{-7} m

بەشی 8

ڕاهێنانی 8 (أ)

1. 2.0 Hz

3. 1.2×10^{15} Hz

ڕاهێنانی 8 (ب)

1. 4.83×10^{14} Hz

3. 2.36 eV

ڕاهێنانی 8 (ج)

1. 4.56×10^{14} Hz ، ئاستی 4

3. 4.83×10^{13} Hz

5. لە E_6 بۆ E_2، ئاستی 1

پێداچوۆرەوە و هەڵیبسەنگێنە

11. 4.8×10^{17} Hz

13. 1.2×10^{15} Hz

23. أ. 2.46×10^{15} Hz
ب. 2.92×10^{15} Hz
ج. 3.08×10^{15} Hz
د. 3.15×10^{15} Hz

25. 2.00 eV

27. 0.80 eV

بەشی 9

پێداچوۆرەوە و هەڵبسەنگێنە

3. ج–هـ–و

7. بۆ چەپ، بۆ ڕاست

9. ئەلیکترۆنە نێگەتیڤەکان

13. أ. پێچەوانەی ئاراستەی تیراساکە
ب. بە ئاڕاستەی تیراساکە

19. گەورەتر لە یەك

21. تەوژمی بەهێڵ

25. أ. 2.75×10^{14} Hz
ب. 1.09×10^{-6} m

27. 1 eV

زاراوەکان

ئـ

ئاڵوگۆڕە موگنەکاری Mutual inductance :
کرداری دروستبوونی پاڵهێزە کارەباییە لە یەکێك لە دووسوڕدا بەهۆی گۆڕانی توندی تەزوو لەسورەکەی تردا

ئاڕاستەداری ڕووبەر Area Vector :
ئاڕاستەدارێکە برەکەی ڕووبەرە دراوەکەیە و ئاڕاستەکەشی ستوونە لەسەر ڕووبەرەکە.

ئاواز (جۆری دەنگ) Timbre
ئەو ئاوازەیە کە لە تێکەڵکردنی هارمۆنیە توندی جیاوازەکانەوە پەیدادەبێت.

ئەلەکترۆنی هاوهێزی Valence electron
ئەلەکترۆنێکە لە دوورترین چینی دەرەوەی ناوکی گەردیلەدا هەیە.

ب ، پ

باسکی خولانەوە Lever arm :
دووری ستوونییە لە نێوان تەوەری خولانەوەو ڕاستەهێڵێکی کێشراو لەسەر درێژکراوەی هێزەکە.

پەستاوتن Compression
ئەو ناوچەیەیە لە شەپۆلی درێژەدا و کە پەستان تێیدا دەگاتە گەورەترین بڕ.

پلەی دەنگ Pitch :
پێوەری ڕادەی تیژی یان گڕی دەنگی بیستراوە، بەپێی لەرلەری شەپۆلە دەنگیەکە.

بن Crest :
ئەو خاڵەیە کە گەورەترین لادانی نێگەتیڤی لە شوێنی هاوسەنگبوونەوە هەیە.

بنەمای سەریەکچوونی شەپۆلەکان
Superposition principle : کاتێك دوو شەپۆڵ یان زیاتر لە ناوەندێکدا بەیەکدەگەن، لادانی تەنۆلکەکانی ناوەندەکە یەکسان دەبێت بە کۆی ئەو دوولادانەی کە لە هەریەکە لە دوو شەپۆڵەکەوە پەیدادەبێت.

بەیەکداچوونی دروستکەر
Constructive interference : ئەو بەیەکداچوونەیە کە ڕوودەدات لەکاتی بەیەکگەیشتنی لادانەکانی ئەو تەنۆلکانەی ناوەندەکە کە دەکەونە یەك لا لە شوێنی هاوسەنگ بوونەوە بۆ پێکهێنانی لادانێکی بەرئەنجامی گەورەتر لەهەر لادانێکی بەتەنهای هەر تەنۆلکەیەك.

بەیەکداچوونی لەناوبەر
Destructive interference : ئەو بەیەکداچوونەیە کە ڕوودەدات لەکاتی بەیەکگەیشتنی لادانە دژ بە یەکەکانی تەنۆلکەیەکی ناوەندێك وە تیایدا فراوانی شەپۆلی بەرهەمهاتوو لە فراوانی هەر شەپۆڵێکیان بەتەنها کەمترە

بواری موگناتیسی Magnetic Field : ناوچەیەکە دەتوانرێت تیایدا هێزی موگناتیسی پێوانە بکرێت.

بەرگری پوخت Pure resistance : بەرگرییەکە خودموگنەکاری نییە (L = 0).

بەربەستە موگنەکاری Inductive impedance :
ڕێژەی نێوان گەورەترین بڕی جیاوازی ئەرکی دەوری دوو جەمسەری موگنەبارگێکی پوختە بۆ گەورەترین نرخی تەزوی تێپەڕبوو پیایدا لەسوڕی تەزوی گۆڕاودا یان بەرهەڵستیەکە موگنە بارگ نیشانی دەدات دژی گۆڕانی تەزو تیایدا.

باری زەمینی گەردیلە Ground state :
باری نزمترین وزەیە بۆ سیستمێکی برپرکراو.

باری وروژاو Excited state :
بارێکە گەردیلە تیایدا لەباری زەمینیدا نییە.

کریستاڵی دووانی Diode :
دەزگایەکی ئەلەکترۆنییە ڕێگا بە تێپەڕ بوونی تەزوو بە ئاڕاستەیەك دەدات بە بەراورد لەگەڵ ئاڕاستەکەی تر.

بە خڵتەکردن Doping :
تێکردنی گەردیلە خڵتەیە لە نیمچە گەیەنەرەکاندا.

پلەی برژۆڵە Order number: ژمارەی برژۆڵەکەیە بەپێی برژۆڵەی ڕووناکی ناوەند.

پابەندە ئیش Work function: کەمترین وزەی پێویستە بۆ جیاکردنەوەی ئەلیکترۆنێك لە ڕووی کانزاکە.

ت

توندی شەپۆل Wave intensity :
تێکرای کاتی تێپەڕبوونی وزەیە بەناو یەکەی ڕووبەری ستوون لەسەر ئاڕاستەی جووڵەی شەپۆلەکە.

تەزووی گۆڕاو Alternating current :
تەزوویەکی کارەباییە کە بڕ و ئاڕاستەکەی لە کاتە یەکسانەکاندا دەگۆڕێت لە هەر چرکەیەکدا.

تەزوی موگنەکار Induced current : تەزوی کارەبایی پەیدابووە لە سوڕێکی کارەبایی داخراودا بە هۆی گۆڕینی لیشاوی موگناتیسی دەورو بەریەوە.

ترانسفۆرمەر Transformer :
دەزگایەکە پاڵهێزی کارەبای موگنەکاری تەزووی گۆڕاو بەرز یان نزمدەکاتەوە.

ترانزستەر Transistor :
دەزگایەکە سێ تەلی گەیاندنی هەیە و دەتوانێت نیشانە گەورە بکات.

تیشکدانی کارۆ موگناتیسی
Electromagnetic radiation :
گواستنەوەی وزەیە بە یاوەری بواری کارەبایی و بواری موگناتیسی کە ئەویش بەشێوەیەکی ڕێك دەگۆڕێت و بە خێرایی ڕووناکی بڵاودەبێتەوە.

تیشکدانی تەنی ڕەش
Blackbody radiation :
ئەو تیشکدانەیە کە لە تەنێکی ڕەشەوە دەردەچێت، کە بە شێوەیەکی نموونەیی تیشکدەرێن و دەمژرێن، تیشکدانەکەش بە تەنها بەندە لەسەر پلەی گەرمی.

ج ، چ

جووڵەی بە خول Rotational motion : جووڵەی تەنێکە بە دەوری تەوەرەیەکی دیاریکراودا.

جووڵەی هارمۆنی سادە
Simple harmonic motion لەرینەوەی تەنێکە بە دەوری شوێنی هاوسەنگ بووندا لەسەر هێڵێکی ڕاست، تێیدا هێزی گەڕێنەرەوە ڕاستەوانە دەگونجێت لەگەڵ لادانەکەی لە شوێنی هاوسەنگ بوونەوە، وە بە ئاڕاستەی پێچەوانە.

جووڵە وزەی بە خول
Rotational kinetic energy : وزەی تەنێکە کە لە ئەنجامی خولانەوەیەوە پەیدادەبێت.

جیاوازی ڕێڕەو Path difference : جیاوازی نێوان ئەو دوو دوورییە کە دوو شەپۆلی دەرچوو لە دوو سەرچاوەوە دەیبڕن تا دەگەنە هەمان خاڵ.

چەقی بارستایی Center of mass : ئەو خاڵەیە کە دەکرێت هەموو بارستایی تەنەکەی تێدا کۆبکرێتەوە لەکاتی لێکۆڵینەوە لە جووڵەی جێگۆڕدا.

چەقە هێز Centripetal force : بەرەنجامی هێزی کاریگەرە لەسەر تەنێك کە لە ڕێڕەوێکی بازنەیدا دەجووڵێت وە ئاراستەکەی بەرەو چەقی ڕێڕەوەکەیە.

چەقە تاودان Centripetal acceleration : تێکرای کاتی گۆڕانە لە ئاڕاستەی خێرایی تەنێکدا کاتێ لەسەر ڕێڕەوێکی بازنەیی دەجولێت.

ح ، خ

خود موگنەکاری Self induction : پەیدابوونی پاڵهێزی کارەبای موگنەکارە لە کۆیلێکدا بەهۆی گۆڕانی توندی تەزووەکەی ناوییەوە.

د

درێژی شەپۆل Wave length : دووری نێوان هەموو دووخاڵی یەك لە دوای یەکە، کە بە هەمان خێرایی لە برو ئاڕاستەدا بجووڵێن.

دیاریدەی دۆپلەر Doppler effect : گۆڕانێکی هەستپێکراو لە لەرەلەردا لە ئەنجامی جووڵەی ڕێژەیی نێوان سەرچاوەی شەپۆڵەکان و گوێگر.

دێسیبێل Decible : یەکەیەکی بێ ڕەهەندە ئاستی توندی دەنگ دەپێوێت.

دژە پاڵهێزی کارەبای موگنەکار Back emf : ئەو پاڵهێزە کارەبا موگنەکارەیە کە لە کۆیلی مۆتۆردا پەیدادەبێت و دەبێتە هۆی کەمبوونەوەی ئەو تەزووەی پیایدا تێپەڕ دەبێت.

دینەمۆ Generator : دەزگایەکە وزەی میکانیکی دەگۆڕێت بۆ وزەی کارەبایی.

دەزگای لەیزەر Laser source : دەزگایەکە ڕووناکییەکی هاوباری تاك شەپۆلی لێوەدەردەچێت.

Appendix g12 2/1/18 10:36 AM Page 27

ر ، ز

ڕادیەن Radian : چەقە گۆشەیەکە درێژی کەوانەکە یەکسانە بە نیوەتیرەی بازنەکەی. بە پلە بە نزیکەیی دەکاتە 57.3 ° .

زەبر Torque : بڕێکە توانستی هێز لەسەر خولانەوەی تەنێك بە دەوری تەوەرەیەکی دیاریکراو دەردەبڕێت.

زەبری بارنەگۆڕی Moment of interia : بڕی بەرهەڵستی تەنێکە بۆ هەر گۆڕانێك لە جووڵە بە خولەکەیدا.

زنجیرە هارمۆنییەکان Harmonic seires : زنجیرەیەکە لە لەرەلەرەکان، لەرەلەری بنەڕەتی و چەند جارەکانی دەگرێتەوە.

زرنگانەوە Resonance : دیاریدەیەکە کاتێك ڕوودەدات کە لەرەلەری سیستمێکی دیاریکراو یەکسان دەبێت بە لەرەلەری سرووشتی ئەو هێزەی کە کاری پێدەکات و دەبێتە هۆی لەرینەوە بە فراوانیەکی گەورە.

س ، ش

سەر Crest : ئەو خاڵەیە کە گەورەترین لادانی پۆزەتیڤی لە شوێنی هاوسەنگ بوونەوە هەیە.

شاشبوون Rarefaction : ئەو ناوچەیەیە لە شەپۆلی درێژڕەودا کە پەستان تێیدا دەگاتە کەمترین بڕ.

شەپۆلی درێژەو Longitudinal wave : ئەو شەپۆلەیە کە تەنۆلکەکانی ناوەندەکە تیایدا بە ئاڕاستەیەکی تەریب بە ئاڕاستەی جووڵەی شەپۆلەکە دەلەرنەوە.

شەپۆلی پانڕەو Transverse wave : ئەو شەپۆلەیە کە تیایدا تەنۆلکەکانی ناوەندەکە بەئاڕاستەیەکی ستون لەسەر ئاڕاستەی جولەی شەپۆلەکە دەلەرنەوە.

شەپۆلی وەستاو Standing wave : جۆرێکی شەپۆلە لە بەیەکداچوونی دوو شەپۆل پەیدادەبێت کە هەمان لەرەلەر و درێژی شەپۆل و فراوانیان هەبێت و بەدوو ئاڕاستەی پێچەوانە تێپەڕبن، لە ناوەندێکی سنووردارادا.

شەپۆلی میکانیکی Mechanical wave : ئەو شەپۆلەیە پێویستی بە ناوەندی ماددی هەیە بۆ تێپەڕبوونی.

شەبەنگی دەرچوون Emission spectrum: چەند هێڵێکی ڕەنگاوڕەنگە ئاماژە بۆ درێژی شەپۆلەکانی وزەی تیشکی دراو دەرچوو لە مادەوە دەکات.

شەبەنگی هەڵمژین Absorption spectrum: چەند هێڵێکی ڕەشن ئاماژە بۆ درێژی شەپۆلەکانی ئەو وزەیە دەکەن کە مادەکە دەیمژێت.

شکستی سەرەو وەنەوشەیی Ultrauiolet catastrophe : پێشبینی هەڵەی فیزیای کلاسیکی کەوا دادەنێت تەنی ڕەش وزەیەکی بێ شومار تیشکدەدات لە درێژییە شەپۆلە زۆر کورتەکان کە نزیکن لە سفر.

ف ، ق

فراوانی Amplitude : گەورەترین لادانە لە شوێنی هاوسەنگبوونەوە.

فۆتۆن Photon : کەمترین بڕی وزەی کارۆموگناتیسی سەر بەخۆیە لە گەردوندا وە بارستاییەکەی سفرە.

قوڵف Node : خاڵێکە لە شەپۆلی وەستاودا دەکەوێتە ناوەڕاستی دووری نێوان دووگرێ. تێیدا فراوانی دەگاتە ئەوپەڕی.

ك ، گ

کارۆموگنەکاری Electromagnetic induction : کرداری بەرهەمهێنانی تەزووی کارەباییە لە گەیەنەرێکدا کە بەشێك بێت لە سورێکی داخراو، بەهۆی گۆڕینی لێشاوە موگناتیسی دەوروبەریەوە.

کاریگەری کارۆڕووناکی Photoelectric effect : دەرچوونی ئەلەکترۆنەکانە لە ڕووی ماددەیەك ڕوودەدات کاتێك ڕووناکییەك بە لەرەلەرێکی دیاریکراو تیشك دەخاتە سەر ڕووەکە.

کەلێنە گورزە (کەلێنەوزە) Bond gap : مەودایەکی وزەیە کە بەرزترین گورزە وزەی پڕ لە ئەلەکترۆن و نزمترین گورزە وزەی بێ ئەلەکترۆن لەیەکتر جیادەکاتەوە.

کون Hole : ئاستەوزەیەکی نیمچە گەیەنەرە کە ئەلەکترۆنی تێدانییە.

کاتەلەرە Period : کاتی خایەنراو بۆ ئەنجامدانی لەرەیەکی (خولێکی) تەواو.

گرێ Node : خاڵێکە لە شەپۆلی وەستاودا کە هەمیشە تێیدا بەیەکداچوونی لەناوبەری تەواو ڕوودەدات و نەجووڵاوە.

گۆشەلادان Angular displacement : گۆشەی خولانەوەی خاڵێك یا تەوەرەیەك یان تەنێکە بە ئاراستەیەکی دیاریکراو بە دەوری تەوەرەیەکی جێگیردا.

گۆشەخێرایی Angular speed : تێکڕای کاتی خولانەوەی تەنێکە بە دەوری تەوەرەیەکی دیاریکراودا، یان تێکڕای کاتی گۆڕانی گۆشە لادانە، وە بەراپەن لەسەر چرکە دەپێورێت.

گۆشە تاودان Angular acceleration : تێکڕای کاتی گۆڕانی گۆشەخێراییە، بەراپەن لەسەر (چرکە)^2 دەپێورێت.

گۆشە تەوژم Angular momentum : ئەنجامی لێکدانی زەبری بارنەگۆڕی تەنێکە بە دەوری تەوەرەی خولانەوەدا لە گۆشە خێراییەکەی بە دەوری هەمان تەوەرە.

ل، ڵ

لەرەلەری بنەرەتی Fundamental frequency : کەمترین لەرەلەری شەپۆلی وەستاوە کە ئەگەری دروستبوونی هەیە.

لێکەوتە خێرایی Tangential speed : خێرایی بەهێڵی ساتی تەنێکە کە بە ئاراستەی لێکەوتی ڕێڕەوە بازنەییەکەی دەخولێتەوە.

لادانی شەپۆلەکان Diffraction : گۆڕانی ڕێڕەوی شەپۆلە، لە ئەنجامی بەرکەوتنی بە بەربەستێك یان کونێکی بچووك یان لێوارێکی تیژ.

یان: بڵاوبوونەوەی شەپۆلەکانە لە پشت ئەو بەربەستانەوە کە دێنە ڕێی بەشێوەی تەلێکی باریك یان کونێکی بچووك یان درزێکی تەسك یان لێوارێکی تیژ وابن.

لەیزەر Laser : بەتین کردنی ڕوناکییە بە هۆی بزوێنەدەرچوونی تیشکدانەوە.

لادانی کۆمبتن Compton shift : زیادبوونی درێژی شەپۆلی فۆتۆنی پەرەوازە بووە بەهۆی ئەلەکترۆنێك، بەگوێرەی درێژی شەپۆلی فۆتۆنە کەوتووەکە.

لێکەوتە تاودان Tangential acceleration : تێکڕای کاتی گۆڕانی بڕی خێرایی ساتی تەنێکە بە ئاراستەی لێکەوتی جووڵەی بازنەیی تەنەکە.

لەرەلەر Frequency : ژمارەی خولەکان یان لەرینەوەکانە لە یەکەی کاتدا.

ن

نرخە کاریگەرەکەی تەزوو Effective current : نرخێکی تەزووی گۆڕاوە کە هەمان کاریگەری گەرمی تەزوویەکی نەگۆڕ لەهەمان کاتدا پەیدا دەکات.

ناوەند Medium : ئەو ماددەیەکە شێواندنە شەپۆلیەکان تێپەڕ دەکات.

هـ

هاوباری Coherence : نەگۆڕانی جیاوازی ڕەوگەیە لە نێوان دوو شەپۆل یان زیاتردا.

هێزی کێشکردن Gravitational Force : هێزی کێشکردنی ئالوگۆڕە لە نێوان هەموو دوو تەنێکدا.

هاوکۆلکەی خودموگنەکاری

Coefficient Self induction : ڕێژەی نێوان پالهێزی کارەبای موگنەکارە لە سورێکدا بۆ تێکڕای کاتی گۆڕانی توندی تەزوی تێپەڕبوو تیایدا.

و

وێڵە تەزووەکان Eddy currents : ئەو تەزووە موگنەکارە شێوە ئەڵقانەن کە لەناو کانزاکاندا پەیدادەبن.

Content-Student-g12 Literary 3/7/18 10:27 AM Page 4