



9

# FIZIKA



DƏRSLİK



## AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ DÖVLƏT HİMNİ

*Musiqisi Üzeyir Hacıbəylinin,  
sözləri Əhməd Cavadındır.*

Azərbaycan! Azərbaycan!  
Ey qəhrəman övladın şanlı Vətəni!  
Səndən ötrü can verməyə cümlə hazırız!  
Səndən ötrü qan tökməyə cümlə qadiriz!  
Üçrəngli bayrağınla məsud yaşa!  
Minlərlə can qurban oldu!  
Sinən hər bə meydan oldu!  
Hüququndan keçən əsgər  
Hərə bir qəhrəman oldu!

Sən olasan gülüstan,  
Sənə hər an can qurban!  
Sənə min bir məhəbbət  
Sinəmdə tutmuş məkan!

Namusunu hifz etməyə,  
Bayrağını yüksəltməyə  
Cümlə gənclər müştəqdir!  
Şanlı Vətən! Şanlı Vətən!  
Azərbaycan! Azərbaycan!



**HEYDƏR ƏLİYEV**  
**AZƏRBAYCAN XALQININ ÜMUMMİLLİ LİDERİ**





9

MİRZƏLİ MURQUZOV  
RASİM ABDURAZAQOV  
RÖVŞƏN ƏLİYEV  
DİLBƏR ƏLİYEVA

# FİZİKA

Ümumtəhsil məktəblərinin  
9-cu sinfi üçün Fizika fənni üzrə  
DƏRSLİK

Bu nəşrlə bağlı irad və təkliflərinizi  
[bn@bakineshr.az](mailto:bn@bakineshr.az) və [derslik@edu.gov.az](mailto:derslik@edu.gov.az)  
elektron ünvanlarına göndərməyiniz xahiş olunur.  
Əməkdaşlığınız üçün əvvəlcədən təşəkkür edirik!

B

A

K

I



N

Ə

Ş

R

# 9

## FİZİKA

### Mündəricat

Dərslə tanış olun! . . . . . 7

#### Fəsil 1. MÜXTƏLİF MÜHİTLƏRDƏ ELEKTRİK CƏRƏYANI

1.1. Metalların elektrik keçiriciliyinin klassik elektron nəzəriyyəsi . . . . .	8
1.2. Metalların müqavimətinin temperaturdan asılılığı . . . . .	11
<b>Çalışma – 1.1.</b> . . . . .	14
1.3. Elektrolitlərdə elektrik cərəyanı . . . . .	15
<b>Çalışma – 1.2.</b> . . . . .	19
<b>Praktik iş – 1.</b> Elektroliz hadisəsinin araşdırılması . . . . .	20
1.4. Vakuumda elektrik cərəyanı . . . . .	21
<b>Çalışma – 1.3.</b> . . . . .	24
1.5. Qazlarda elektrik cərəyanı. Qeyri-müstəqil qaz boşalması . . . . .	25
1.6. Müstəqil qaz boşalması və onun növləri . . . . .	28
<b>Çalışma – 1.4.</b> . . . . .	31
1.7. Yarımqeçiricilər. Yarımqeçiricilərin məxsusi elektrik keçiriciliyi . . . . .	32
1.8. Yarımqeçiricilərin aşqar keçiriciliyi . . . . .	35
1.9. p-n keçidi. Yarımqeçirici diod (əlavə oxu materialı) . . . . .	38
1.10. Yarımqeçirici cihazlar . . . . .	42
<b>Çalışma-1.5.</b> . . . . .	45
1.11. Müxtəlif mühitlərdə elektrik cərəyanı (dərs-təqdimat) . . . . .	46
<b>Ümumiləşdirici tapşırıqlar</b> . . . . .	47



## Fəsil 2. MAQNİT SAHƏSİ

2.1. Maqnit hadisələri. Sabit maqnitlər . . . . .	48
2.2. Maqnit sahəsi. Maqnit sahəsinin mənşəyi . . . . .	52
<b>Çalışma – 2.1.</b> . . . . .	54
2.3. Maqnit sahəsinin induksiyası . . . . .	54
2.4. Yer in maqnit sahəsi . . . . .	57
2.5. Cərəyanlı düz naqilin maqnit induksiyası . . . . .	60
<b>Çalışma – 2.2.</b> . . . . .	63
2.6. Dairəvi cərəyanın və cərəyanlı sarğacın maqnit sahəsi . . . . .	64
2.7. Elektromaqnit və onun tətbiqləri . . . . .	67
<b>Çalışma – 2.3.</b> . . . . .	70
2.8. Cərəyanların maqnit qarşılıqlı təsiri . . . . .	71
2.9. Maqnit sahəsinin cərəyanlı düz naqilə təsiri. Maqnit induksiyasının modulu . . . . .	73
<b>Çalışma – 2.4.</b> . . . . .	76
2.10. Maqnit sahəsinin cərəyanlı çərçivəyə təsiri . . . . .	77
2.11. Amper qüvvəsinin tətbiqləri: elektrik mühərriki və elektrik ölçü cihazları . . . . .	80
<b>Çalışma – 2.5.</b> . . . . .	83
2.12. Maqnit sahəsinin hərəkətdə olan yüklü zərrəciklərə təsiri. Lorens qüvvəsi . . . . .	83
<b>Çalışma – 2.6.</b> . . . . .	86
2.13. Elektromaqnit induksiya hadisəsi . . . . .	87
2.14. İnduksiya cərəyanının istiqaməti . . . . .	90
<b>Praktik iş – 2.</b> Elektromaqnit induksiya hadisəsinin öyrənilməsi . . . . .	92
<b>Çalışma – 2.7.</b> . . . . .	93
2.15. Maddənin maqnit nüfuzluğu . . . . .	94
2.16. Qravitasiya, elektrik və maqnit sahələrinin müqayisəsi (dərs-təqdimat) . . . . .	96
2.17. Biz Yer in qravitasiya, elektrik və maqnit sahəsinin hansı təsiri altındayıq? (dərs-debat) . . . . .	100
<b>Ümumiləşdirici tapşırıqlar</b> . . . . .	105

## Fəsil 3. İŞIQ HADİSƏLƏRİ

3.1. İşıq mənbələri . . . . .	106
3.2. İşığın düz xətt boyunca yayılması . . . . .	109
3.3. İşığın düzxətli yayılma qanununun izah etdiyi hadisələr . . . . .	112
<b>Çalışma – 3.1.</b> . . . . .	115
3.4. İşığın yayılma sürəti və onun təyini üsulları . . . . .	116
<b>Çalışma – 3.2.</b> . . . . .	119
3.5. İşığın qayıtma qanunu . . . . .	120
3.6. Müstəvi güzgüdə xəyalın qurulması . . . . .	123
<b>Çalışma – 3.3.</b> . . . . .	127
3.7. Sferik güzgü . . . . .	128
3.8. Sferik güzgüdə xəyalın qurulması . . . . .	131
3.9. İşığın sınması. İşığın sınma qanunu . . . . .	133
<b>Çalışma – 3.4.</b> . . . . .	136
3.10. İşığın paralel üzlü şüşə lövhədən və üçüzlü şüşə prizmadan keçməsi . . . . .	137
<b>Praktik iş – 3.</b> Şüşənin sındırma əmsalının təyini . . . . .	139

3.11. Tam daxili qayıtma . . . . .	141
<b>Çalışma – 3.5.</b> . . . . .	144
3.12. Linzalar . . . . .	145
3.13. Nazik linzada cismin xəyalının qurulması . . . . .	148
<b>Çalışma – 3.6.</b> . . . . .	152
3.14. Nazik linza düsturu . . . . .	153
<b>Praktik iş – 4:</b> Toplayıcı linzanın baş fokus məsafəsinin və optik qüvvəsinin təyini . . . . .	156
<b>Çalışma – 3.7.</b> . . . . .	156
3.15. Göz və görmə . . . . .	157
3.16. Görmə qüsurları. Eynək . . . . .	162
3.17. Fotoaparat . . . . .	165
<b>Çalışma – 3.8.</b> . . . . .	168
<b>Ümumiləşdirici tapşırıqlar</b> . . . . .	169

## Fəsil 4. ATOM VƏ ATOM NÜVƏSİ

4.1. Radioaktivlik . . . . .	171
4.2. Atom müəkkəb əlaqəli sistemdir . . . . .	173
4.3. Lazer . . . . .	177
<b>Çalışma – 4.1.</b> . . . . .	180
4.4. Atom nüvəsi əlaqəli sistemdir. Nüvənin kütlə və yük ədədi . . . . .	181
4.5. İzotoplar . . . . .	184
4.6. İzotopların tətbiqləri (dərs-təqdimat) . . . . .	186
<b>Çalışma – 4.2.</b> . . . . .	186
4.7. Atom nüvələrinin radioaktiv çevrilmələri: $\alpha$ -, $\beta$ - və $\gamma$ - şüalanma. Radioaktiv yerdəyişmə qaydası . . . . .	187
<b>Çalışma – 4.3.</b> . . . . .	188
4.8. Radioaktiv çevrilmə qanunu . . . . .	189
4.9. Atom-nüvə hadisələrində bəzi fiziki kəmiyyətlər və onların vahidləri . . . . .	191
<b>Çalışma – 4.4</b> . . . . .	193
4.10. Nüvənin rabitə enerjisi. Kütlə defekti . . . . .	193
4.11. Nüvə reaksiyaları . . . . .	196
<b>Çalışma – 4.5.</b> . . . . .	198
4.12. Uran nüvəsinin bölünməsi . . . . .	199
4.13. Zəncirvari nüvə reaksiyası. Atom bombası . . . . .	201
<b>Çalışma – 4.6.</b> . . . . .	204
4.14. Şüalanmanın bioloji təsiri. Şüalanmanın udulma dozası . . . . .	205
4.15. Nüvə reaktoru . . . . .	207
<b>Çalışma – 4.7.</b> . . . . .	210
4.16. Alternativ enerji mənbələri (dərs-təqdimat) . . . . .	211
4.17. İstilik nüvə reaksiyaları . . . . .	213
<b>Çalışma – 4.8.</b> . . . . .	215
4.18. Nüvə silahı beynəlxalq sülhün qarantıdırımı? (dərs-debat) . . . . .	215
<b>Ümumiləşdirici tapşırıqlar</b> . . . . .	217
<b>Terminlər lüğəti</b> . . . . .	218

# DƏRSLİYİNİZLƏ TANIŞ OLUN!

**1 Maraşoyatma.** Müxtəlif situasiya və hadisələr təsvir edilir, əvvəllər qazanılmış biliklərə əsaslanan suallarla yekunlaşır.

**2 Araşdırma.** Təcrübə və laboratoriya işləri. Fərdi və qrup şəklində yerinə yetirilə bilər. Bildiyiniz və öyrənəcəyiniz məlumatlar arasında əlaqə yaradır.

**3 İzahlar.** Əsas anlayışlar, mövzu ilə bağlı izahlar, təriflər, qaydalar və dərsin əsas məzmunu.

**6 Yaradıcı tətbiqetmə.** Mövzuda öyrənilənləri möhkəmləndirmək, tətbiq etmək və onlara münasibət bildirmək məqsədilə verilən təcrübə və tapşırıqlardır.

**7 Nə öyrəndiniz?** Dərsdə öyrəndiyiniz yeni açar sözlərdən istifadə etməklə mövzunun xülasəsini özünü tamamlayacaqsınız.

**8 Açar sözlər.** Hər mövzu üzrə öyrənilən yeni termin və anlayışlardır.

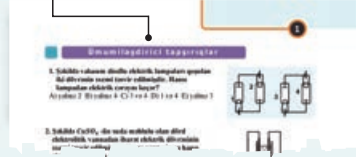
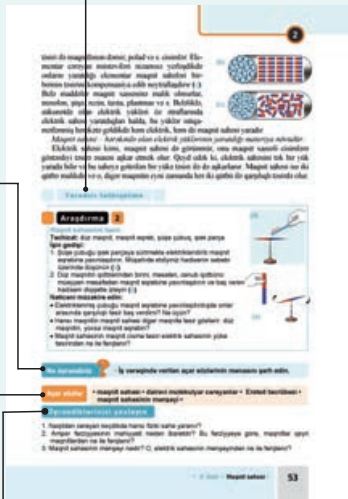
**9 Öyrəndiklərinizi yoxlayın.** Öyrəndiklərinizi qiymətləndirmək, zəif cəhətlərinizi müəyyən etmək üçün nəzərdə tutulur. Yaradıcılıq bacarığınızı inkişaf etdirmək və onlara münasibət bildirmək məqsədi daşıyır.

**4 Çalışmalar.** Mövzuya aid bilikləri genişləndirmək üçün.

**5 Praktiki iş.** Mövzu üzrə eksperiment xarakterli fəaliyyət.

**10 Layihə.** Evdə yerinə yetirilməsi nəzərdə tutulur. Eksperiment xarakterlidir və onları yerinə yetirmək üçün müxtəlif mənbələrdən istifadə edilə bilər.

**11 Ümumiləşdirici tapşırıqlar.** Bölmənin sonunda öyrəndiklərinizi tətbiqinə dair sual və tapşırıqlar verilir.



# MÜXTƏLİF MÜHİTLƏRDƏ ELEKTRİK CƏRƏYANI

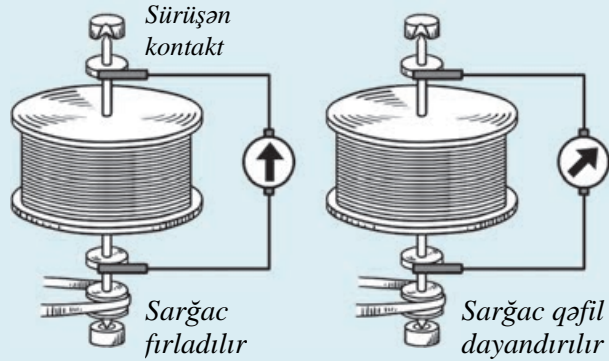
## 1.1

## METALLARIN ELEKTRİK KEÇİRİCİLİYİNİN KLASSİK ELEKTRON NƏZƏRİYYƏSİ

1916-cı ildə amerika alimləri Riçard Tolman və Tomas Stüart maraqlı təcrübə aparırlar. Çoxlu sayda mis dolaqdan ibarət sarğacın ucları sürüşkən kontaktlar vasitəsi ilə qalvanometrə birləşdirilir.

Böyük sürətlə fırladılan sarğac qəfil dayandırıldıqda qalvanometr əqrəbi meyil etməklə sarğac dövrəsində elektrik cərəyanı yarandığını göstərdi.

- Alimlər bu təcrübədən hansı nəticəyə gəldilər?



“Metalların elektrik keçiriciliyi sərbəst elektronların nizamlı hərəkətindən ibarətdir” fərziyyəsini ilk dəfə alman fiziki *Karl Rikke* irəli sürmüşdür. O bu fərziyyənin doğruluğunu 1901-ci ildə apardığı klassik eksperimentlə təsdiq etmişdir.

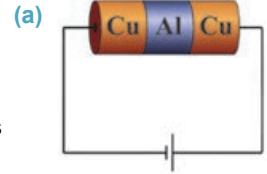
### Araşdırma 1

#### K.Rikke eksperimentindən çıxan nəticə.

**İşin gedişi:** “Rikke eksperimenti”nin aşağıda verilən qısa məzmununu diqqətlə oxuyun və eksperimentin nəticəsinə dair fərziyyənizi formalaşdırın.

Sabit cərəyan dövrəsinə ardıcıl olaraq bir-birinə sıxılmış üç eyniölçülü metal silindr birləşdirilir. Kənar silindrlər mis, ortadakı isə alüminium silindir (a).

Bu silindrlərdən bir il fasiləsiz elektrik cərəyanı keçdikdən sonra onların səthlərinin toxunduğu hissələr tədqiq edilmişdir. Məlum olmuşdur ki, uzun müddət elektrik cərəyanı keçməsinə baxmayaraq, mis ionlarının alüminiuma, alüminium ionlarının isə misə daşınması baş verməyibdir.



#### Nəticəni müzakirə edin:

- Araşdırmadan hansı nəticəyə gəlmək olar: metal naqillərdə elektrik cərəyanı hansı yükdaşıyıcıların hərəkətindən ibarətdir? Niyə?



Maddələrin elektrik keçiriciliyinin klassik elektron nəzəriyyəsini 1900–1904-cü illərdə alman alimi Paul Drude (1863–1906), ingilis alimi Cozef Con Tomson (1856–1940) və Niderland alimi Hendrik Lorens (1853–1928) vermişdir.

Klassik elektron nəzəriyyəsinə əsasən, maddələr elektrikkeçirmə qabiliyyətinə görə üç qrupa ayrılır: *naqillər, dielektriklər və yarımkəçiricilər*.

• **Naqil** – *elektrik cərəyanını yaxşı keçirən maddədir*. Naqillərə aiddir: metallar, elektrolit məhlul və ərintiləri, plazma. Rütubətli hava, insan və heyvan bədəni də elektrik cərəyanı keçirir.

• **Dielektrik** – *sərbəst yükdaşıyıcılarının konsentrasiyası çox az olan, əsasən bağlı yüklərdən ibarət maddədir*. Bu yüklər güclü ion-elektron rabitəsi nəticəsində yaranır və yalnız tarazlıq vəziyyətləri yaxınlığında çox cüzi yerdəyişmə edə bilər. Ona görə də dielektriklər elektrik cərəyanı keçirmir. Dielektriklərə aiddir: adi şəraitdə qazlar, bəzi mayelər (distillə edilmiş su, yağ və s.), şüşə, kauçuk, saxsı və s.

• **Yarımkəçirici** – *sərbəst yükdaşıyıcılarının sayı xarici təsirlərdən (temperatur, işıqlanma, tərkibinə aşqar daxil etmək və s.) asılı olan maddədir*. Yarımkəçiricilərə aiddir: germanium, silisium, boz qalay, bəzi oksidlər və sulfidlər, telluridlər və s.

### **Metal naqillərin elektrik keçiriciliyinin fiziki mexanizmi nədən ibarətdir?**

Metal naqillərin elektrik keçiriciliyinin fiziki mexanizmi *klassik elektron nəzəriyyəsinin əsas müddəaları* ilə müəyyənləşir:

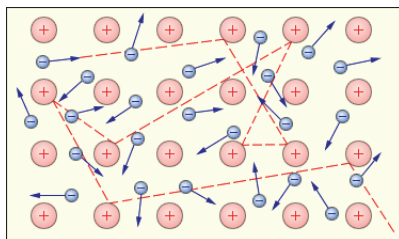
• **Metallar** – *kristal quruluşa malik fiziki sistemdir*. Adi halda metal atomları valent elektronunu itirərək müsbət iona çevrilir. Kristal qəfəsin diünlərində yerləşən bu ionlar müəyyən tarazlıq vəziyyətləri ətrafında rəqsi hərəkət edir. Ona görə də ionlar metallarda elektrik cərəyanının yaranması prosesində iştirak edə bilmir.

• **Metaldakı valent elektronlar atomu asanlıqla tərk edib ionlararası fəzada sərbəst hərəkət edə bilər**. Ona görə də belə elektronlar **sərbəst elektronlar** adlanır. Müəyyən olunmuşdur ki, metallarda sərbəst elektronların konsentrasiyası

$$10^{26} \div 10^{28} \frac{1}{m^3} - \text{dir.}$$

• **Elektrik sahəsi olmadıqda sərbəst elektronlar çoxsaylı toqquşmalar nəticəsində xaosik hərəkət edir**. Bu hərəkət qaz molekullarının nizamsız istilik hərəkətinə bənzədiyindən metallardakı sərbəst elektronlara **elektron qazı modeli** kimi baxılır. Şəkilə elektron qazında bir elektronun hərəkət trayektoriyası qırıq xətlərlə göstərilmişdir (b).

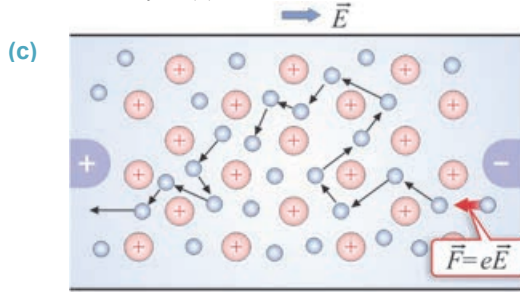
(b)



• **Naqili cərəyan mənbəyinə birləşdirdikdə onun daxilində yaranan elektrik sahəsi sərbəst elektronların xaosik hərəkətinə müəyyən istiqamətdə nizamlılıq verir**.

Bu zaman hər bir elektronun nizamlı hərəkət sürəti iki amildən asılı olur: a) ionlarla toqquşmaların sayından; b) elektrik sahəsindən.

Naqillərdə sərbəst elektronların nizamlı hərəkətinin sürəti çox kiçikdir: ( $\approx 0,1 \div 10 \text{ mm/san}$ ). Buna səbəb elektronların öz hərəkətləri zamanı kristal qəfəsini ionları ilə saysız-hesabsız toqquşmasıdır. Belə toqquşmalar elektronların nizamlı hərəkətlərini tormozlayır (c).



Beləliklə, metal naqillərdə elektrik cərəyanı – onların kimyəvi tərkibində heç bir dəyişiklik etməyən sərbəst elektronların nizamlı hərəkətinin nəticəsidir.

**Əgər elektronlar naqildə belə kiçik sürətlə hərəkət edirsə, nə üçün evdə açarı qapadıqda bütün lampalar dərhal işıqlanır?**

Cərəyanın naqildə yayılma sürəti heç də sərbəst elektronların nizamlı hərəkətinin sürəti demək deyildir.

Elektrik cərəyanının naqildəki sürəti – elektrik sahəsinin naqildə yayılma sürətinə bərabərdir. Naqildə elektrik sahəsi çox böyük sürətlə – işığın vakuumda yayılma sürətinə yaxın olan  $\approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/san}$  sürəti ilə yayılır.

## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 2

**Məsələ.** Elektrik cərəyanı Bakıdan Balakənə ümumi uzunluğu 450 km olan naqillərlə hansı müddətə çatar? Elektrik cərəyanının naqildəki sürəti  $2,5 \cdot 10^5 \text{ km/san}$ -dir.

### Nə öyrəndiniz

• Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

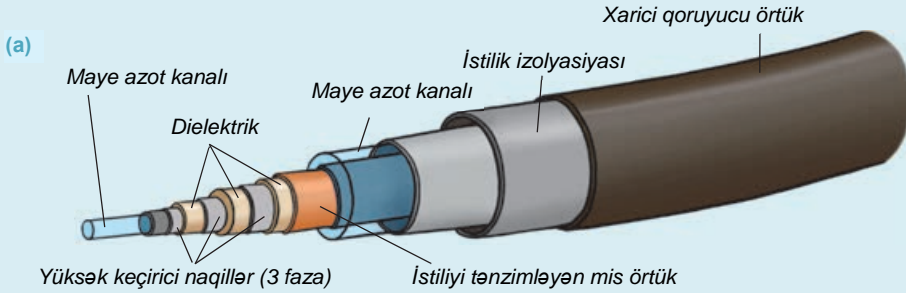
1. Maddələr elektrikkeçirmə qabiliyyətinə görə üç qrupa bölünür ...
2. Elektron qazı modeli ...
3. Elektrik cərəyanının naqildəki sürəti ...
4. Metalların klassik elektron nəzəriyyəsinin əsas müddəaları ...

### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Rikke eksperimentindən hansı nəticə çıxdı? Cavabınızı əsaslandırın.
2. Metallar niyə adi şəraitdə elektrik cəhətdən neytraldır?
3. Metaldə elektrik sahəsi yaratmaq üçün nə etmək lazımdır?
4. Metalların klassik elektron nəzəriyyəsinin əsas müddəalarını necə ümumiləşdirmək olar?

## 1.2 METALLARIN MÜQAVİMƏTİNİN TEMPERATURDAN ASILILIĞI

Cənubi Koreyada dünyada ilk dəfə olaraq paytaxt Seulun mərkəzini onun kənar rayonu ilə birləşdirən qeyri-adi elektrik xətti tikilir. Uzunluğu 20 km olan bu elektrik xəttində istifadə olunan metal naqıl maye azotun içərisində yerləşdirilən elektrik kabelindən ibarətdir (a). Gözlənilir ki, azot kanallı bu elektrik xətti ilə, eyni en kəsikli adi elektrik xətlərinə nisbətən, istehlakçılara verilən elektrik enerjisi 800 dəfə artırılsın.



• Niyə bu tipli naqıldə adi naqillə müqayisədə çox yüksək elektrik enerjisi ötürmək olur?

### Araşdırma

1

#### Müqavimətin naqılın temperaturundan asılılığının yoxlanılması.

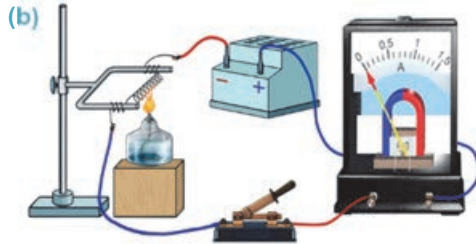
**Təchizat:** sabit cərəyan mənbəyi, polad spiral, ampermetr, spirt lampası (və ya şam), alışqan, ştativ, açar, birləşdirici naqillər.

#### İşin gedişi:

1. Şəkildə təsvir olunduğu kimi ardıcıl elektrik dövrəsi qurun (b).
2. Açarı qapayın və dövrədəki cərəyan şiddətini qeyd edin. Spirt lampasını yandıraraq cərəyanlı spirali 1–2 dəqiqə qızdırın və cərəyan şiddətinin necə dəyişdiyini izləyin.
3. Spirt lampasını söndürün və cərəyanlı spiral soyuduqca ampermetrin göstəricisini müşahidə edin.

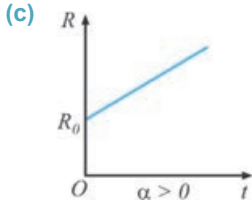
#### Nəticəni müzakirə edin:

- Cərəyanlı metal spirali qızdırdıqda və soyutduqda dövrədə cərəyan şiddəti necə dəyişdi?
- Araşdırmadan hansı nəticəyə gəldiniz?



Araşdırmadan məlum oldu ki, temperaturun dəyişməsi ilə metal naqılın müqaviməti də dəyişir: *temperatur artdıqda metal naqılın müqaviməti artır, temperatur azaldıqda isə onun müqaviməti azalır.*

**Niyə metal naqili qızdırdıqda onun müqaviməti artır?** Klassik elektron nəzəriyyəsinə görə cərəyanlı metal naqili qızdırdıqda onun kristal qəfəsinin düyün nöqtələrində yerləşən müsbət ionların rəqsi hərəkətləri intensivləşir. Nəticədə nizamlı hərəkət edən sərbəst elektronların ionlarla toqquşmalarının sayı artır – metal naqildəki cərəyan şiddəti azalır. Deməli, metal naqili qızdırdıqda onun müqaviməti artır.



Kiçik temperatur intervalında metal naqillərin müqaviməti temperaturdan xətti asılıdır və bu asılılıq aşağıdakı düsturla ifadə olunur (c):

$$R = R_0(1 + \alpha t) = R_0(1 + \alpha \Delta T). \quad (1.1)$$

Burada  $R_0$  – naqilin  $0^\circ\text{C}$  ( $273\text{K}$ ) temperaturundakı müqaviməti,  $R$  – naqilin müəyyən  $t$  ( $T$ ) temperaturundakı müqaviməti,  $\alpha$  – müqavimətin temperatur əmsalidir.

• *Müqavimətin temperatur əmsalı ədədi qiymətə naqili  $1^\circ\text{C}$  ( $1\text{K}$ ) qızdırdıqda onun müqavimətinin nisbi dəyişməsinə bərabərdir:*

$$\alpha = \frac{R - R_0}{R_0 t} = \frac{R - R_0}{R_0 \Delta T}. \quad (1.2)$$

*Naqilin müqavimətinin nisbi dəyişməsi onun mütləq temperaturunun dəyişməsindən düz mütənasib asılıdır:*

$$\frac{R - R_0}{R_0} = \alpha \Delta T. \quad (1.3)$$

Təmiz metallar üçün müqavimətin temperatur əmsalı həmişə  $\alpha > 0$  olur və aşağıdakı qiymətə bərabərdir:

$$\alpha \approx \frac{1}{273} \frac{1}{^\circ\text{C}} = \frac{1}{273} \frac{1}{\text{K}}$$

(1.1) ifadəsinə analogi olaraq metal naqilin xüsusi müqaviməti üçün də temperaturdan asılılıq düsturunu yazmaq olar:

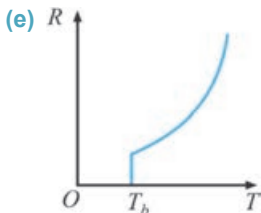
$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t) = \rho_0(1 + \alpha \Delta T). \quad (1.4)$$

Metalların müqavimətinin temperaturdan asılılığından xüsusi cihazlarda istifadə olunur, məsələn, müqavimət termometrlərində (d). Saf metallardan hazırlanan bu termometrler çox yüksək və ya çox aşağı temperaturları ölçməyə imkan verir. Məsələn, platin müqavimət termometri  $-264^\circ\text{C} \div 1064^\circ\text{C}$ , mis müqavimət termometri isə  $-50^\circ\text{C} \div 180^\circ\text{C}$  temperatur intervallarını ölçə bilir.

(d)



**Yüksək keçiriciliyə malik, elektrik müqaviməti sifıra bərabər olan metal naqıl almaq mümkündürmü?** Çox aşağı temperaturlarda bəzi metal naqılların müqaviməti sıçrayışla sifıra qədər azalır. Metallarda bu effekti ilk dəfə 1911-ci ildə Niderland alimi *Kamerling Onnes* aşkar etmişdir. O, təcrübi olaraq müəyyən etmişdir ki, 4,15 K temperaturda civənin müqaviməti sıçrayışla sifıra qədər azalır. Sonralar aparılan çoxsaylı araşdırmalar nəticəsində bu xassə bir çox naqıllarda da aşkarlandı.



• *Naqilin elektrik müqavimətinin sifıra qədər azaldığı temperatur böhran temperaturu, ondan aşağı temperaturlardakı keçiricilik isə ifratkeçiricilik adlanır (e).*

Əgər ifratkeçirici naqıldə elektrik cərəyanı yaradılsa, o həmin naqıldə cərəyan mənbəyi olmadıqda belə uzun müddət qalacaqdır.



Hayke Kamerling Onnes  
(1853–1926)  
Niderland alimi

• Çox aşağı temperaturlarda maddələrin xassələrini araşdırmış, maye heliumun alınma texnologiyasını vermişdir. O, 1913-cü ildə bu sahədəki işlərinə görə Nobel mükafatına layiq görülmüşdür.

## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 2

**Nümunəyə uyğun olaraq məsələni həll edin.**

**Nümunə.** Mis naqılın  $0^{\circ}\text{C}$  temperaturda müqaviməti 4 Om-dur. Naqılın  $80^{\circ}\text{C}$  temperaturunda müqavimətini təyin edin ( $\alpha_{Cu} = 4,3 \cdot 10^{-3} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$ ).

Verilir	Həlli	Hesablanması
$t_0 = 0^{\circ}\text{C}, t = 80^{\circ}\text{C},$ $R_0 = 4 \text{ Om},$ $\alpha_{Cu} = 4,3 \cdot 10^{-3} \frac{1}{^{\circ}\text{C}},$ $R = ?$	$R = R_0(1 + \alpha t).$	$R = 4 \text{ Om} \cdot \left(1 + 4,3 \cdot 10^{-3} \frac{1}{^{\circ}\text{C}} \cdot 80^{\circ}\text{C}\right) =$ $= 5,376 \text{ Om}.$
Cavab: 5,376 Om		

**Məsələ.** Alüminium naqılın  $0^{\circ}\text{C}$  temperaturda müqaviməti 4,8 Om-dur. Naqılın  $-110^{\circ}\text{C}$  temperaturunda müqavimətini təyin edin ( $\alpha_{Al} = 3,8 \cdot 10^{-3} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$ ).

### Nə öyrəndiniz?

• **Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.**

1. Müqavimətin temperatur əmsali ədədi qiymətcə ...
2. Naqılın müqavimətinin nisbi dəyişməsi ...
3. Naqılın elektrik müqavimətinin sifıra çevrildiyi temperatur ...
4. İfratkeçiricilik ...

## Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Klassik elektron nəzəriyyəsinə görə, niyə naqili qızdırdıqda onun elektrik müqaviməti artır?
2. Müqavimətin temperatur əmsalı nəyə bərabərdir?
3. Naqilin müqavimətinin nisbi dəyişməsi necə hesablanır?
4. İfratkeçiricilik nədir?

### Çalışma

### 1.1

1. Elektron naqil boyunca  $v = 0,006 \frac{sm}{san}$  sürətlə hərəkət edir. O, 24 saat müddətində nə qədər yol gedər?
2. Mis naqilin  $0^{\circ}C$  temperaturunda müqaviməti 4 Om-dur. Naqilin  $-180^{\circ}C$  temperaturunda müqavimətini təyin edin ( $\alpha_{Cu} = 4,3 \cdot 10^{-3} \frac{1}{^{\circ}C}$ ).
3. Elektrik sahəsi vakuumda  $300\,000 \frac{km}{san}$  sürətlə yayılır. O, Yer kürəsinin radiusuna bərabər məsafəyə (Yerin orta radiusu  $R_{Yer} = 6,4 \cdot 10^6 m$ ) və Yerdən Günəşə qədərki məsafəyə (Günəşə qədərki orta məsafə  $R_{Y-G} = 1,5 \cdot 10^{11} m$ ) hansı müddətə yayılır?
4. Coul-Lens qanununu elektron nəzəriyyəsinə əsasən necə izah etmək olar?
5. Naqilin müqavimətinin temperatur əmsalı hansı ifadə ilə təyin olunur ( $R_0$  – naqilin  $0^{\circ}C$  temperaturunda müqaviməti,  $R$  – naqilin  $t$  temperaturunda müqavimətidir)?

A)  $\frac{R-R_0}{t}$     B)  $\frac{(R-R_0)t}{R_0}$     C)  $\frac{R-R_0}{R_0}$     D)  $\frac{R-R_0}{R_0 t}$     E)  $\frac{(R-R_0)t}{R}$



### 1.3 ELEKTROLİTLƏRDƏ ELEKTRİK CƏRƏYANI

Qrup müzakirəsində Ömər, Aynur və Nəzrinin söylədikləri:

**Aynur:** – xeyir, əksinə “Badamlı” şəkərli suya nisbətən daha yaxşı keçirir.

**Nəzrin:** – düşünürəm ki, qar suyu və şəkərli su elektriki keçirmir.

**Ömər:** – tərkibində şəkər həll edilmiş su elektrik cərəyanını “Badamlı”ya nisbətən yaxşı keçirir.



• Şagirdlərdən kimin söylədiyi ifadə doğrudur? Niyə?

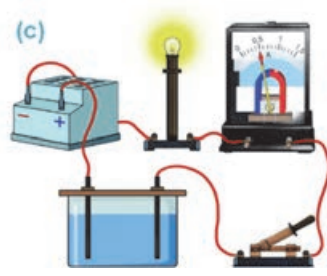
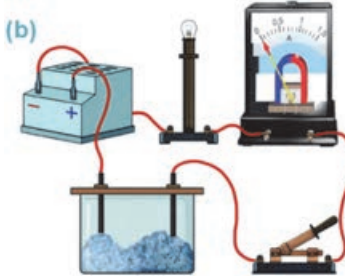
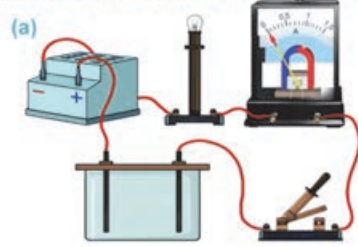
#### Araşdırma 1

İki dielektrik maddənin qarışığından yaranan məhluldan nə üçün cərəyan keçdi?

**Təchizat:** sabit cərəyan mənbəyi, kömür elektrodlarla təchiz edilmiş qab (elektrolitik vanna), lampa, ampermetr, quru xörək duzu ( $NaCl$ , 200–300 q), distillə edilmiş su (1 litr), qaşığıq, açar, birləşdirici naqillər.

**İşin gedişi:**

1. Cərəyan mənbəyinə lampa, ampermetr, açar və içərisinə iki elektrod daxil edilmiş vannanın ardıcıl qoşulduğu elektrik dövrəsi yığın (a).
2. Qaba xörək duzu töküb elektrodların uclarını ona batırın. Açarı qapayın, ampermetrin göstəricisini və lampanın işıqlanıb-ışıqlanmadığını müşahidə edin (b).
3. Qabdakı xörək duzunu boşaldın, yerinə distillə edilmiş su töküb təcrübəni təkrarlayın və dövrdən cərəyanın keçib-keçmədiyini müəyyən edin. Distillə edilmiş suya bir qaşığıq xörək duzu əlavə edib qarışdırın və baş verən hadisəni müşahidə edin (c).



**Nəticəni müzakirə edin:**

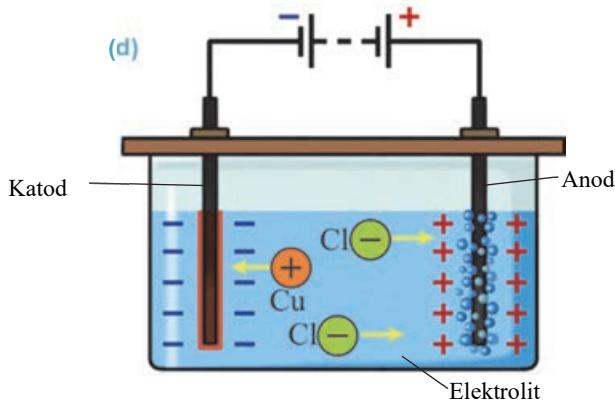
- Araşdırmadan nə müəyyən etdiniz: ayrılıqda götürülmüş xörək duzu və distillə edilmiş su keçiricidir, yoxsa dielektrik?
- Bu iki maddəni qarışdırdıqda elektrik dövrəsində təəccüblü nə baş verdi? Niyə?

**Elektrolitik dissosiasiya.** Bir sıra maddələrin molekulları müsbət və mənfi ionlardan ibarət möhkəm əlaqəli sistemdir. Belə sistemi ionlar arasındakı güclü cazibə xarakterli elektrik qüvvələri yaradır. Məsələn, xörək duzu ( $\text{NaCl}$ ) molekulu müsbət natrium ionu ( $\text{Na}^+$ ) və mənfi xlor ionundan ( $\text{Cl}^-$ ), mis 2-xlorid ( $\text{CuCl}_2$ ) molekulu müsbət mis ionu ( $\text{Cu}^{+2}$ ) və mənfi xlor ionlarından ( $2\text{Cl}^-$ ) ibarət güclü əlaqəli sistemdir. Ona görə də bu maddələri xarici elektrik dövrəsinə qoşduqda tərkibində sərbəst yükdaşıyıcılar olmadığı üçün elektrik cərəyanını keçirmir – dielektrikdir. Əgər bu maddələr suda həll edilərsə, maddənin molekulları müsbət və mənfi ionlara ayrılır. Məhlulda ionlardan ibarət sərbəst yükdaşıyıcılar yaranır və o, keçiriciyə çevrilir.

- Məhlulları (və ya ərintiləri) elektrik cərəyanını keçirən maddələr (duz, turşu və qələvi) elektrolitlər adlanır.

- Suda neytral molekulların parçalanması zamanı müsbət və mənfi ionların yaranma prosesi elektrolitik dissosiasiya adlanır.

**İon keçiriciliyinin təbiəti.** Təcrübi olaraq müəyyənləşdirilmişdir ki, elektrolitdən cərəyan keçdikdə maddə və yükün daşınması nəticəsində elektrodlar üzərində onların ayrılması baş verir. Şəkilə belə təcrübələrdən birinin sxemi təsvir edilmişdir (d): iki kömür elektrod cərəyan mənbəyinin qütblərinə birləşdirilir. Cərəyan mənbəyinin müsbət qütbünə birləşdirilən elektrod – **anod**, mənfi qütbünə birləşdirilən elektrod isə **katod** adlanır. Elektrodlar elektrolitik vannaya, məsələn, mis 2-xloridin suda məhluluna daxil edilir və dövrə qapanır. Yaranan elektrik sahəsi  $\text{Cu}^{+2}$  ionlarına katoda doğru,  $2\text{Cl}^-$  ionlarına isə anoda doğru istiqamətlənmiş hərəkət verir – elektrolitdə cərəyan yaranır.



- Elektrolitdə elektrik cərəyanı müsbət və mənfi ionların nizamlı hərəkətidir.

Katoda çatan müsbət yüklü ionlar ondan elektron alaraq neytral atoma çevrilir və katod üzərində toplanaraq mis təbəqəsi yaradır:  $\text{Cu}^{+2} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}^0$ .

Mənfi yüklü ionlar isə artıq elektronlarını anoda verməklə neytrallaşır, onun səthində qaz qabarcıqları şəklində xlor ayrılır (bax: d):  $2\text{Cl}^- - 2e^- \rightarrow \text{Cl}_2$ .

Deməli, ion keçiriciliyinin xarakterik xüsusiyyəti elektrik yükü ilə bərabər kütlə (maddə) daşınmasıdır:

• Elektrolitdən cərəyan keçərkən elektrodlar üzərində maddə ayrılması prosesi **elektroliz** adlanır.

İngilis alimi *Maykl Faradey* (1791-1867) elektroliz zamanı elektrodlar üzərində ayrılan maddənin kütləsinin hansı fiziki kəmiyyətlərdən asılı olduğunu müəyyənləşdirmişdir. *Elektroliz qanunu* adlanan bu asılılıq belə ifadə olunur:

• *Elektroliz zamanı elektrodlar üzərində ayrılan maddənin kütləsi elektrolitdən keçən elektrik yükünün miqdarı ilə düz mütənasibdir.*

$$m = k \cdot q$$

və ya

$$m = kIt.$$

Burada  $m$  – elektrod üzərində ayrılan maddənin kütləsi,  $q$  – elektrolitdən keçən elektrik yükünün miqdarı,  $k$  – mütənasiblik əmsalı olub maddənin elektrokimyəvi ekvivalentidir. Elektrokimyəvi ekvivalentin BS-də vahidi:

$$[k] = \frac{[m]}{[q]} = 1 \frac{kq}{Kl}.$$

*Maddənin elektrokimyəvi ekvivalenti ədədi qiymətə elektrolitdən 1Kl yük keçərkən elektrod üzərində ayrılan maddənin kütləsinə bərabərdir. Elektrokimyəvi ekvivalent valentlikdən və maddənin növiindən asılı olaraq müxtəlif qiymətə malikdir (cədvəl 1.1).*

**Cədvəl 1.1.** Bəzi ionların elektrokimyəvi ekvivalenti.

Maddə	Valentliyi	Elektrokimyəvi ekvivalent $k, \left(\frac{mq}{Kl}\right)$
Civə	1	2,0736
Gümüş	1	1,1179
Qurğuşun	2	1,0736
Brom	1	0,8282
Qızıl	3	0,6812
Mis	1	0,6588
Mis	2	0,3294
Qalay	2	0,6150
Platin	4	0,5058
Xlor	1	0,3674
Sink	2	0,3388
Nikel	2	0,3041
Nikel	3	0,2027
Natrium	1	0,2383
Dəmir	3	0,1929
OH qrupu	1	0,1763
Kükürd	2	0,1661
Alüminium	3	0,0932
Oksigen	2	0,0829
Hidrogen	1	0,01045

## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 3

**Ayrılan xromun kütləsini təyin edin.**

**Məsələ.** Polad lövhənin səthinin xrom təbəqəsi ilə örtülmə prosesi (xromlama prosesi) elektrolitik vannada cərəyan şiddətinin  $I = 2A$  qiymətində həyata keçirilmişdir. Polad lövhə üzərində  $t = 3$  saat müddətində ayrılan xrom təbəqəsinin kütləsini təyin edin ( $k_{xrom} = 18 \cdot 10^{-8} \frac{kq}{Kl}$ ).

### Nə öyrəndiniz

• Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

1. Elektrolit – ...
2. Elektrolitik dissosiasiya – ...
3. Elektrolitdə elektrik cərəyanı – ...
4. Elektroliz – ...
5. Elektroliz qanunu – ...

### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Elektrolitik dissosiasyanın mexanizmi nədən ibarətdir?
2. Elektrolit nədir və onun elektrik keçiriciliyi metalların elektrik keçiriciliyindən nə ilə fərqlənir?
3. Elektroliz prosesini izah edin.
4. Elektroliz qanunu necə ifadə olunur?

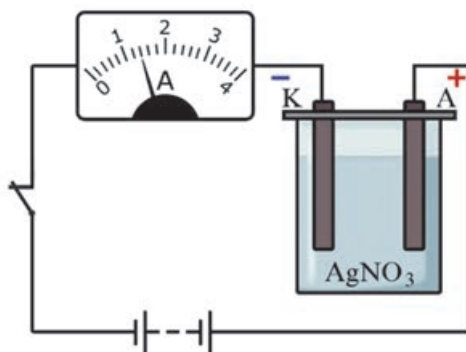
### Layihə

Elektron resurslarından istifadə edərək “Elektrolizin praktik tətbiqləri” adlı elektron təqdimat hazırlayın.

## Çalışma

## 1.2

1. Gümüş-nitrat məhlulunun elektrolizi zamanı 7,84 q gümüş ayrıldı. Məhluldan keçən elektrik yükünü təyin edin ( $k_{\text{gümüş}} = 1,12 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Kq}}{\text{Kl}}$ ).
2. Cərəyan şiddətinin 6A qiymətində 10 dəq müddətində elektrolitik vannada 1,224 q sink ayrıldı. Sinkin elektrokimyəvi ekvivalentini təyin edin.
3. Göydaş məhlulunun elektrolizi zamanı 50 dəq müddətində katodda 1,98 q mis ayrıldı. Elektroliz hansı cərəyan şiddətində baş vermişdir ( $k_{\text{mis}} = 0,33 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Kq}}{\text{Kl}}$ )?
4. Şəkilə gümüş-nitrat məhlulunun elektrolizində istifadə olunan sxem təsvir edilmişdir. Təsvirdəki verilənlərə əsasən katod üzərində 2,52 q gümüşün hansı müddətə ayrıldığını təyin edin (bax: cədvəl 1.1).



5. Gümüş-nitrat məhlulundan 1 Kl elektrik yükü keçdikdə katod üzərində 1,11 mq gümüş ayrıldı. Məhluldan 1500 Kl elektrik yükü keçdikdə katod üzərində nə qədər gümüş ayrılır?

## Praktik iş

### Elektroliz hadisəsinin araşdırılması.

**Təchizat:** sabit cərəyan mənbəyi, elektrolitik vanna, mis-sulfatın ( $CuSO_4$ ) suda məhlulu, elektrodlar, saniyəölçən, ampermetr, reostat, açar, tərəzi, çəki daşları, kağız salfet, birləşdirici naqillər (a).

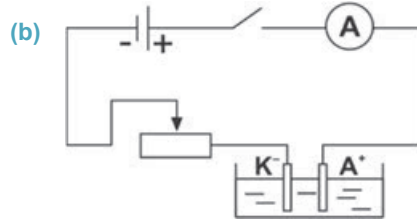


### Diqqət!

- unutmayın ki, kütləsinə təyin etdiyiniz elektrod katoddur və o, cərəyan mənbəyinin mənfəi qütbünə birləşdirilir;
- təcrübə zamanı dövredəki cərəyan şiddəti reostat vasitəsilə sabit saxlanılır;
- cədvəl 1.2-ni iş vərəqinə köçürün və ölçmələrin nəticələrini orada qeyd edin.

### İşin gedişi:

- Tərəzidə katodun  $m_1$  kütləsini təyin edin.
- Şəkilə təsvir edilən sxemi iş vərəqinə çəkin və bu sxemə əsasən elektrik dövrəsini yığın (b).



- Elektrodları məhlul olan vannaya daxil edin, açarı qapayın və eyni anda saniyəölçəni işə salın. Dövredə cərəyan şiddətini 2 A-də saxlayın.
- 8 dəqiqə sonra dövrəni açın, katodu salfetlə qurulayın və onun tərəzi vasitəsilə  $m_2$  kütləsini təyin edin.
- Təcrübəni daha iki dəfə təkrarlayın: hər 8 dəqiqədən bir kütləsinə təyin etdiyiniz katodu dövrenin mənfəi qütbünə birləşdirin.
- 8 dəqiqə, 16 dəqiqə və 24 dəqiqə zaman fasilələrində katoddan ayrılan misin kütləsini  $m = m_2 - m_1$  ifadəsinə əsasən hesablayın.
- $q = It$  düsturuna əsasən uyğun zaman fasilələrində elektrolitdən keçən yükün miqdarını hesablayın.

**Cədvəl 1.2.**

Təc. sayı	Katodun kütləsi		Katod üzərində ayrılan misin kütləsi	Zaman		Cərəyan şiddəti	Elektrik yükü
	$m_1,$ (kq)	$m_2,$ (kq)	$m,$ (kq)	$t,$ (dəq)	$t,$ (san)	$I,$ (A)	$q,$ (Kl)
1				8			
2				16			
3				24			

### Nəticəni müzakirə edin:

- Elektrod üzərində ayrılan misin kütləsi elektrolitdən keçən yükün miqdarından necə asılıdır? Asılılığı qrafik təsvir edin.



## 1.4 VAKUUMDA ELEKTRİK CƏRƏYANI

Sərbəst elektronların metalda nizamlı hərəkət sürətləri  $\approx 0,5 \frac{mm}{san}$ , vakuumda isə  $\approx 10^4 \frac{km}{san}$ -dir. Deməli, vakuumda sərbəst elektronlar olarsa, o elektrik cərəyanını keçirən mühit ola bilər.



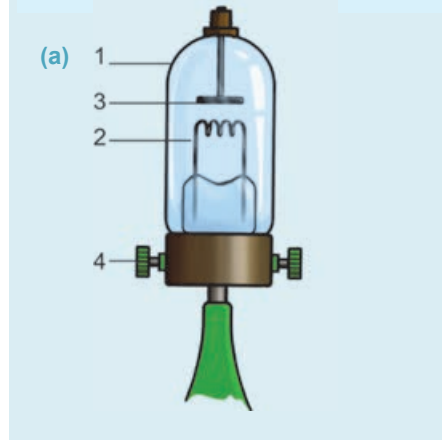
- Vakuumda sərbəst elektronlar dəstəsi necə yarana bilər?
- Vakuum keçirici naqıl kimi necə istifadə oluna bilər?

### Araşdırma 1

#### Vakuum dielektrikdir, yoxsa keçirici?

**Təchizat:** sabit cərəyan mənbəyi, elektrometr, şüşə çubuq, ikielektrodlu nümayiş vakuum lampası, birləşdirici naqillər.

**İkielektrodlu nümayiş vakuum lampasının quruluşu:** o, qapalı vakuum şüşə balonundan (1) ibarətdir. Lampa **elektrod** adlanan iki naqillə – **katod** (2) və **anodla** (3) təchiz edilmişdir. Katod ya spiral tel olub birbaşa qızdırılır, yaxud əlavə qızdırıcı tellə altdan qızdırılır. Lampanın spiralı iki sıxacla (4) cərəyan mənbəyinə qoşulur (a).

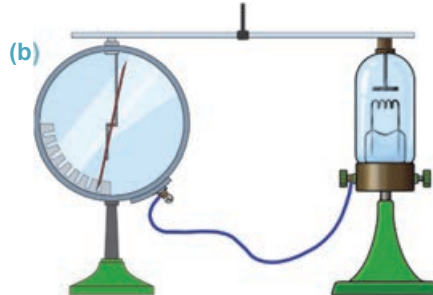


#### İşin gedişi:

1. Elektrometrin metal çubuğunu vakuum lampasının elektrodlarından birinə, gövdəsinə isə digər elektroda birləşdirin (b).
2. Elektrometri yükləyin və onun boşalıb-boşalmadığını müşahidə edin.
3. Vakuum lampasının sıxaclarını cərəyan mənbəyinə birləşdirin və lampadakı telin qızması ilə baş verən hadisəni müşahidə edin.

#### Nəticəni müzakirə edin:

- Hansı səbəbdən yüklənmiş elektrometri vakuum lampasına birləşdirdikdə o boşalmadı?
- Lampanın teli qızdırıldıqda nə baş verdi? Nə üçün?



**Termoelektron emissiya.** Metallarda xaoslu hərəkətdə olan sərbəst elektronların bəziləri onu tərk edir – maye molekulları kimi buxarlanır.

Elektronların metalın səthindən “buxarlanması” **elektron emissiyası** (“emissiya” latın sözü olub, “tərketmə, şüalanma” mənasını verir) adlanır. Buxarlanan elektronlar metal ətrafında toplanaraq **elektron buludu** əmələ gətirir.

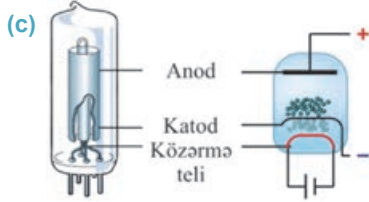
Emissiyanın sadə və mühüm növlərindən biri **termoelektron emissiyasıdır**.

Elektronların yüksək temperatura qədər qızdırılan metalı tərk etməsi hadisəsi **termoelektron emissiyası** adlanır.

Metali qızdırdıqda sərbəst elektronların kinetik enerjisi artır, nəticədə enerjisi daha böyük olan elektronlar metali tərk edir.

**Termoelektron emissiyası hadisəsindən praktik məqsədlər üçün necə faydalanmaq olar?** Əgər qapalı elektrik dövrəsinə termoelektron emissiyası baş verən qurğu qoşub metaldan buxarlanan elektronlara istiqamətlənmiş hərəkət verilərsə, o, dövrədən biristiqamətli çərəyan keçməsinə təmin edə bilər.

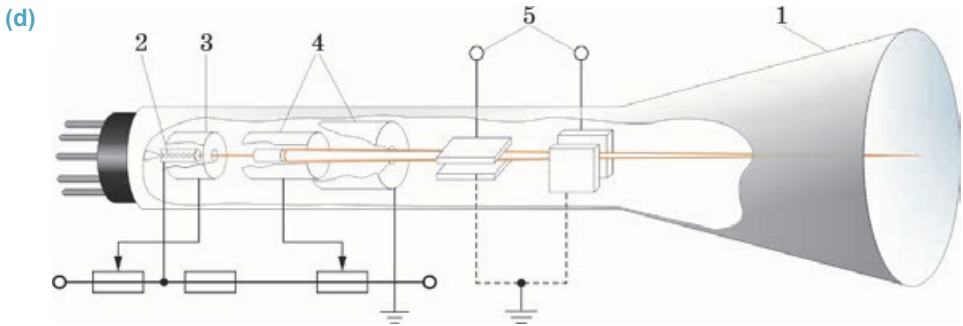
**Vakuum diodu.** *İş prinsipi termoelektron emissiyasına əsaslanan, katod və anoddan ibarət ikielektrodlu vakuum balonu ikielektrodlu elektron lampası və ya vakuum diodu adlanır.*



Vakuum diodunun başlıca xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, orada elektronlar yalnız bir istiqamətdə – katoddan anoda doğru hərəkət edə bilər. Belə ki, qızdırılan katodun səthindən emissiya edən elektronların onun ətrafında elektron buludu yaranır. Katod çərəyan mənbəyinin mənfisi, anod isə müsbət qütbünə birləşdirilərsə, bu elektrodlar arasında yaranan elektrik sahəsinin təsiri ilə elektronlar anoda doğru nizamlı hərəkət edir. Onlar anoda çatdıqda dövrə qapanır, ondan çərəyan keçir. Şəkilə ikielektrodlu vakuum lampasının kəsiyi və onun sxemlərdəki şərti işarəsi təsvir edilmişdir (c). Əksinə, katod çərəyan mənbəyinin müsbət, anod isə mənfii qütbünə birləşdirilərsə, buluddakı elektronlar geriyyə, katodun səthinə qayıdaraq dövrəni qapamır – dövrədən çərəyan keçməsinə təmin etmir. Deməli, vakuum diodunda çərəyanın əks keçidi yoxdur. Hazırda lampalı diod yarımqeçirici diodlarla əvəz edilmişdir.

**Elektron-şüa borusu.** Elektron-şüa borusu uzun illər kompüter, radiolokator, elektron mikroskopu, televizor və başqa cihazların mühüm hissələrindən biri olmuşdur.

*Nazik elektron selini (dəstəsini) sürətləndirməklə elektrik siqnallarını işıq siqnallarına çevirən vakuum cihazı – elektron-şüa borusudur (d).*



Elektron-şüa borusunun enli divarı ekran rolunu oynayan konusvarı vakuum balonundan (1) ibarətdir. Borunun dar ucunda elektron topu yerləşir. Elektron topu qızdırılan katoddan (2), silindrik formalı idarəedici elektrodan (3) və anoddan (4) ibarətdir. Qızdırılan katoddan buraxılan elektronlar katodla anod arasında yaranan elektrik sahəsinin təsiri ilə anoda doğru istiqamətləndirilməklə sürətli elektron seli (dəstəsi) yaranır. Katodla anod arasındakı gərginlik  $500V \div 20 kV$  intervalında olur. Belə güclü sahədə elektron selinin kinetik enerjisi çox böyük olduğu üçün onlar anodun daxilindən böyük

sürətlə keçərək xüsusi təbəqə ilə örtülən ekrana düşür və orada işıqlanma yaradır. Bir-birinə nəzərən perpendikulyar yerləşdirilən kondensatorlar sistemi (5) elektron selini şaquli və üfüqi istiqamətlərdə meyil etdirir. Meyiletirici lövhələrdə verilən gərginlik müəyyən qanunla dəyişdirilsə, elektron seli də uyğun olaraq müxtəlif təsvirlər verir. Bu cür təsvirlər monitor, ossiloqraf və televizor ekranlarında müşahidə olunur.

## Yaradıcı tətbiqetmə

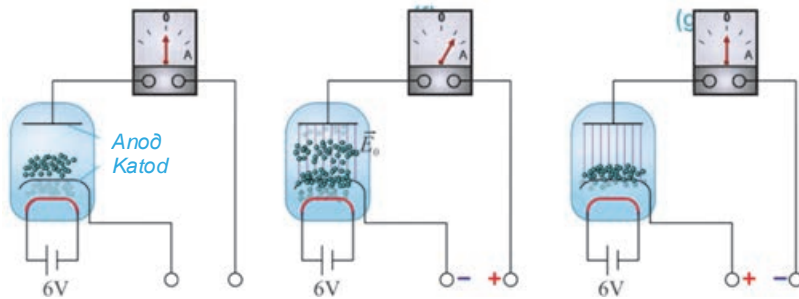
### Araşdırma 2

#### Vakuum diodu hansı məqsədlər üçün istifadə olunur?

**Təchizat:** vakuum diodunun sabit cərəyan dövrəsinə qoşulma sxemi.

**İşin gedişi.** Verilən sxemlərə əsasən vakuum diodu qoşulmuş sabit cərəyan dövrəsindən cərəyanın keçib-keçmədiyini araşdırın:

- katod 6 V-luq cərəyan mənbəyinə qoşulmuş spiralla qızdırılır, lakin dövrənin uçları açıqdır (e);
- anod cərəyan mənbəyinin müsbət, katod mənfi qutbünə birləşdirilmişdir (f);
- katod dövrənin müsbət, anod isə mənfi qutbünə birləşdirilmişdir (g).



#### Nəticəni müzakirə edin:

- Diodda közərmə teli nə üçündür?
- Katodu və anodu uyğun olaraq cərəyan mənbəyinin hansı qutbünə birləşdirdikdə elektrik dövrəsindən cərəyan keçər, hansı qutbünə birləşdirdikdə isə cərəyan keçməz? Nə üçün? Fərziyyəni söyləyin.

#### Nə öyrəndiniz?

#### • Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

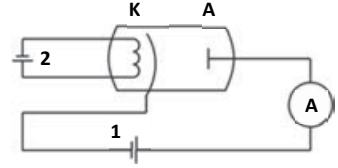
1. Termoelektron emissiyası ...
2. Vakuum diodu ...
3. Elektron-şüa borusu ...

#### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Vakuumda sərbəst elektronları necə almaq olar?
2. Nə üçün lampalı diodda vakuum yaradılır?
3. Vakuum diodunun iş prinsipi nədən ibarətdir? O hansı məqsədlər üçün istifadə edilirdi?
4. Elektron-şüa borusunda elektron seli kondensator lövhələri arasından keçdikdə onun hansı yüklü lövhəsinə doğru meyil edir?

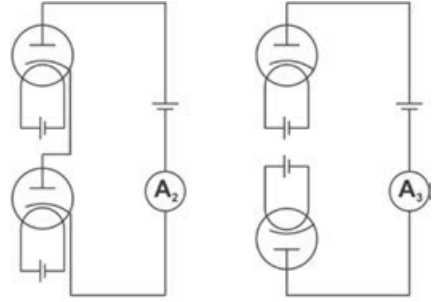
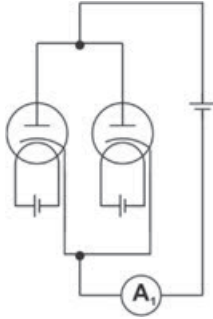
**Çalışma****1.3**

1. Şəkilə vakuüm diodunun elektrik dövrəsinə qoşulma sxemi təsvir edilmişdir. Hansı halda anod dövrəsində cərəyan olar: 1 batareyasının qütblərinin yeri dəyişdirilərsə, yoxsa 2 batareyasında qütblərin yeri dəyişdirilərsə?



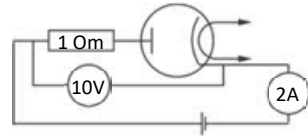
2. Şüşəsi sınımış vakuüm diodu kosmosda işləyərmi? Nə üçün?
3. Elektron-şüa borusunun ekranında müxtəlif təsvirləri elektron seli yaradır. Elektron seli hansı hadisə nəticəsində yaranır?
- A) Elektroliz hadisəsi nəticəsində katodun səthindən qopmaqla  
B) Termoelektron emissiyası nəticəsində katodun səthindən qopmaqla  
C) Termoelektron emissiyası nəticəsində anodun səthindən qopmaqla  
D) Katodla anod arasındakı elektrik sahəsinin təsiri ilə katodun səthindən qopmaqla  
E) Elektron zərbəsi ilə katodun səthindən qoparılmaqla
4. İki eyni diodun qoşulduğu dövrələrdəki ampermetrlərin göstəriciləri arasında hansı münasibət var (dövrədə  $U = \text{const}$ -dir)?

- A)  $I_1 < I_2 < I_3$   
B)  $I_1 > I_2 > I_3$   
C)  $I_1 > 0; I_2 = I_3$   
D)  $I_1 > I_2; I_3 = 0$   
E)  $I_1 < I_2; I_3 = 0$



5. Hansı mühitdə bir-birindən eyni məsafədə olan yüklü zərrəciklər arasındakı qarşılıqlı təsir qüvvəsi daha böyükdür?
- A) qazlarda  
B) mayelərdə  
C) metallarda  
D) vakuümə  
E) şüşədə

6. Şəkilə verilən məlumata əsasən diodun müqavimətini təyin edin.



## 1.5 QAZLARDA ELEKTRİK CƏRƏYANI. QEYRİ-MÜSTƏQİL QAZ BOŞALMASI

Dərsin adını oxuduqda təəccüblənəcəksiniz: axı qazlar dielektrikdir. Dielektrlərdə isə sərbəst yükdaşıyıcılar olmadığından onlar elektrik cərəyanını keçirmir (bax: səh. 9).



- Belə olan halda qazlarda hansı elektrik keçiriciliyindən danışmaq olar?
- Qazlar hansı şəraitdə elektrik cərəyanını keçirə bilər?

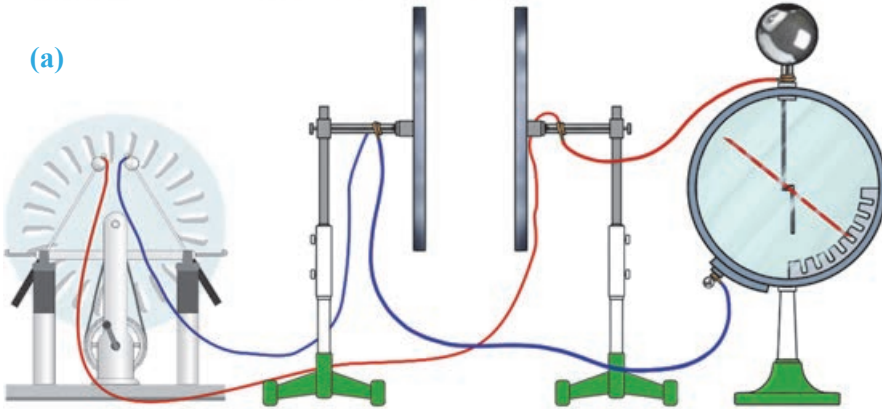
### Araşdırma 1

#### Qazlar dielektrikdir!

**Təchizat:** elektrofor maşını, müstəvi nümayiş kondensatoru, elektrometr, birləşdirici naqillər.

#### İşin gedişi:

1. Müstəvi kondensatorun lövhələrindən birini elektrometrin çubuğuna, digərini isə elektrometrin gövdəsindəki sıxaca birləşdirin (a).
2. Elektrofor maşını ilə lövhələri əksişarəli elektrik yükü ilə elektricləndirin. Bu zaman elektrometr lövhələr arasında elektrik sahəsinin yarandığını göstərir.
3. Lövhələri yaxınlaşdıraraq bir-birinə toxundururun və baş verən hadisəni izləyin.
4. Lövhələri aralayıb onların arasında hava qatı saxlayın (hava kondensatoru yaradın) və lövhələri yenə əksişarəli elektrik yükü ilə yükləndirin. Bu zaman elektrometr yenə lövhələr arasında elektrik sahəsinin yarandığını göstərir. Cihazlara toxunmadan bir neçə dəqiqə elektrometr əqrəbinin vəziyyətini müşahidə edin.



#### Nəticəni müzakirə edin:

- Elektriclənmiş lövhələri bir-birinə toxundurduqda nə üçün elektrometrin əqrəbi sıfır bölgüsünə düşdü?
- Hava kondensatorunun lövhələri uzun müddət yüklü olsa da, nə üçün boşalmadı – elektrometr əqrəbinin vəziyyətində dəyişiklik baş vermədi?

Qaz adı şəraitdə dielektrikdir: qazı təşkil edən atom və molekullar neytraldır. Qaz o zaman elektrik cərəyanını keçirən naqilə çevrilir ki, onda sərbəst yükdaşıyıcılar yaransın.

Qazda iki üsulla sərbəst yükdaşıyıcılar yaratmaq olar:

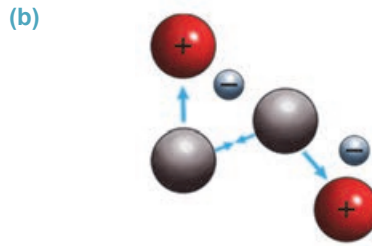
1. Qaz molekullarını xarici təsirlə ionlaşdırmaqla.

Qazın neytral atom və molekullarını ionlaşdıran xarici təsirlər **ionlaşdırıcı** adlanır. Xarici təsirlər olan yüksək temperatur, şüalandırma, yüksəksürətli zərrəciklərlə "bombardman" etmək və s. ionlaşdırıcıdır.

2. Qaz mühitinə xaricdən yüklü zərrəciklər (elektron, ion) daxil etməklə.

Məsələn, şamı yandırdıqda onun alovu havanı sərbəst yükdaşıyıcılar olan müsbət və mənfi ionlarla təchiz edir.

**Xarici təsirlə qaz necə ionlaşdırılır?** Yüksək temperatura qədər qızdırılan qazın atomları (və ya molekulları) elə böyük sürətə malik olur ki, onlar bir-biri ilə toqquşduqda elektrona və müsbət iona parçalanır (b).



Bu proseslə yanaşı neytral qaz atomları sərbəstləşmiş elektronları özünə birləşdirərək mənfi iona çevrilir və qazda mənfi ionlar da yaranır (c). Beləliklə, *qazın ionlaşması* baş verir. İonlaşmış qaz xarici elektrik sahəsinə gətirildikdə sərbəstləşmiş elektronlar, müsbət və mənfi ionlar nizamlı hərəkət alaraq qazın elektrik keçiriciliyini təmin edir.



• Qazlarda elektrik cərəyanı **qaz boşalması** adlanır. Qazlarda elektrik cərəyanı elektrik sahəsinin təsiri altında elektronların, müsbət və mənfi ionların nizamlı hərəkətidir.

İonlaşdırıcının təsiri kəsildikdə elektronlar və müsbət ionlar bir-birinə yaxınlaşaraq yenidən neytral atoma çevrilir. Bu proses *rekombinasiya* adlanır. Zərrəciklərinin rekombinasiyası nəticəsində qaz yenidən dielektrikə çevrilir və xarici elektrik sahəsinin olmasına baxmayaraq, qaz boşalması kəsilir.

• İonlaşdırıcının təsiri altında baş verən qaz boşalması **qeyri-müstəqil qaz boşalması** adlanır.

## Yaradıcı tətbiqetmə

## Araşdırma 2

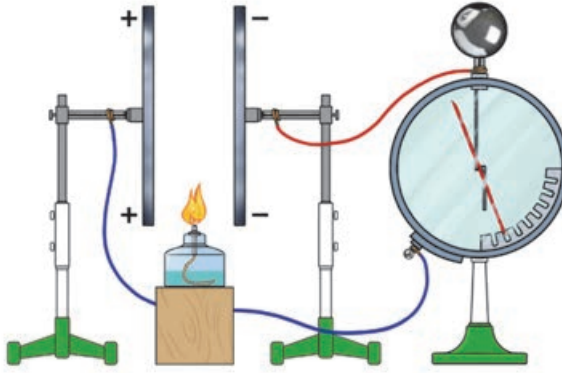
## Alovla qaz boşalması.

**Təchizat:** elektrofor maşını, müstəvi nümayiş kondensatoru, spirt lampası (və ya şam), elektrometr, birləşdirici naqillər.

**İşin gedişi:**

1. Kondensatorun lövhələrini elektrometrə birləşdirin və onları elektrofor maşını ilə yükləndirin.
2. Lövhələr arasındakı hava qatına spirt lampasının yanan alovunu daxil edin və dərhal oradan kənarlaşdırın. Hava qatının elektrik keçiriciliyinin necə dəyişdiyini izləyin (d).

(d)

**Nəticəni müzakirə edin:**

- Elektriklənmiş kondensator lövhələri arasındakı hava qatına lampa alovunu daxil etdikdə nə müşahidə etdiniz?
- Alovu mühitdən kənarlaşdırdıqda nə baş verdi? Nə üçün?

## Nə öyrəndiniz ?

## • Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

1. Qazlar adi halda ona görə dielektrikdir ki, ...
2. İonlaşmış qazda sərbəst yükdaşıyıcılar ...
3. Qaz boşalması – ...
4. Qeyri-müstəqil qaz boşalması – ...

## Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Qazlar adi şəraitdə nə üçün dielektrikdir?
2. Qazın ionlaşması nə deməkdir?
3. Qaz boşalması nədir?
4. Spirt lampası qazın elektrik keçiriciliyini necə təmin edir?
5. Qeyri-müstəqil qaz boşalması nəyə deyilir?



## 1.6

## MÜSTƏQİL QAZ BOŞALMASI VƏ ONUN NÖVLƏRİ



2011-ci ildə Parisdə qeyri-adi hadisə baş verir. Eyfel qülləsini ildırım vurur. Bu zaman qüllənin dirəkləri öz-özünə işıqlanaraq izləyiciləri heyretləndirir.



• Havada ildırımın yaranmasına səbəb nədir?

Yəqin ki, bəzələriniz gecə vaxtı təəccüblü atmosfer hadisəsini müşahidə etmisiniz: yüksək gərginlik xətləri yaxınlığındakı məfillərin iti ucluqları öz-özünə tacabənzər formada işıldaıdır.



• Görəsən, iti ucluqlar hansı şəraitdə belə işıldaıdır?

## Araşdırma 1

## Alovsuz qaz boşalması.

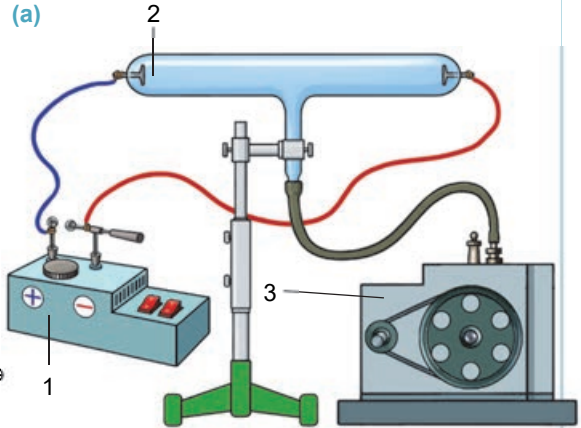
**Təchizat:** yüksək gərginlikli sabit cərəyan çeviricisi, ikielektrodlu şüşə boru, Komovski nasosu, ştativ, birləşdirici naqillər.

**İşin gedişi:**

1. Şüşə borunu (2) ştativə bərkidin və onun elektrodlarını çeviricinin (1) qütblərinə, ortadakı çıxıntısını isə nasosa (3) birləşdirin (a).
2. Çeviricini işə salıb elektrodlar arasında güclü elektrik sahəsi yaradın və şüşə borunun elektrodları arasındakı hava qatında nə baş verdiyini izləyin.
3. Nasosu işə salıb şüşə borudakı havanı seyrəldin və baş verən hadisəni müşahidə edin.

**Nəticəni müzakirə edin:**

- Havası çıxarılmayan borunun elektrodları arasında güclü elektrik sahəsi yaratdıqda nə üçün orada qaz boşalması baş vermədi?
- Borudakı hava seyrəldikcə elektrodlar arasındakı mühitdə nə müşahidə etdiniz?
- Xarici ionlaşdırıcının təsiri olmadan burada qaz boşalmasının yaranma səbəbi nədir?



Müəyyən şəraitdə xarici ionlaşdırıcının təsiri olmadan da qazlar elektrik cərəyanını keçirə bilər.

• *Xarici təsir olmadan qazın elektrik cərəyanını keçirməsi müstəqil qaz boşalması adlanır.*

Bu necə baş verir? Normal şəraitdə qaz dielektrikdir, lakin bu şəraitdə də qazda çox cüzi sayda sərbəst elektronlar mövcuddur.

Güclü elektrik sahəsinin təsiri ilə hər bir sərbəst elektron çox böyük sürətə qızdırılaraq çıxan neytral atom və ya molekullarla toqquşduqda onların bir qismini



ionlaşdırır. İonlaşma nəticəsində yaranan yeni nəsil elektronlar da sürətlənərək digər atom və molekulları ionlaşdırır. Beləliklə, qazda elektron-ion *sel boşalması* yaranır: elektronlar anoda, müsbət ionlar isə katoda doğru sürətlənir (b). Lakin qaz boşalması bununla bitmir. Katoda doğru sürətlənən müsbət ionlar da bu prosesdə mühüm rol oynayır. Belə ki, elektrik sahəsinin təsiri ilə böyük kinetik enerji alan bu ionlar katoda zərbələr endirərək onun səthindən elektronların emissiyasına nail olur. Həmin elektronlar da dərhal sel boşalmasına qoşulur.

Bu proses *zərbə ionlaşması hadisəsi* adlanır.

Beləliklə, müstəqil qaz boşalması zərbə ionlaşması və katodun səthindən elektronların emissiyası vasitəsilə baş verir.

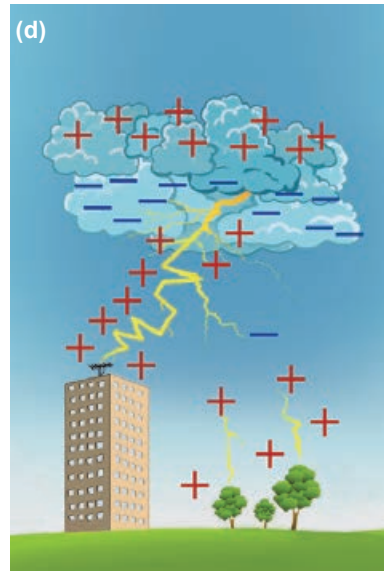
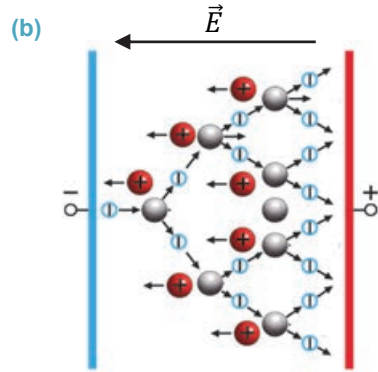
Müstəqil qaz boşalmasının dörd növü var: *alovsuz boşalma, qılgılcım boşalması, qövs boşalması, tac boşalması*.

• *Alovsuz boşalma* – *aşağı təzyiqlərdə şüşə boru daxilindəki anod və katod aralığında işıqlanan zolaq şəklində müşahidə olunur.* Araşdırmada alovşuz boşalmanı müşahidə etdiniz. Bu boşalmadan işıq mənbəyi kimi reklam borularında geniş istifadə olunur. Əgər boruya neon qazı vurulubsa, o, qırmızı rəngdə, arqon qazı vurulubsa – yaşıl-mavi rəngdə işıqlanır (c).

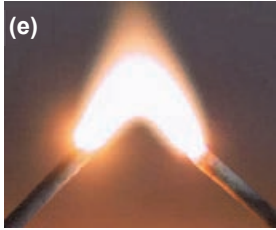
• *Qılgılcım boşalması* – *havadə elektrodlar arasında yüksək gərginlik olduqda baş verir və nazik ziqzaq formalı işıqlı kanallar dəstəsi şəklində müşahidə edilir.* Belə boşalmaya sintetik geyimi çıxaran vaxt və ya elektriclənmiş elektrofor maşınının konduktorlarını bir-birinə yaxınlaşdırən vaxt qılgılcımın, tufanlı havada şimşəyin yaranmasını misal göstərmək olar.

**Maraqlı atmosfer hadisəsi olan ildırım necə yaranır?** İldırım – *buludla Yer arasında və ya iki müxtəlif yüklü bulud arasında yaranan müstəqil qaz boşalmasıdır.* Yuxarı qalxan hava axını buludun içərisindən sürətlə keçdikdə sürtünmə nəticəsində buludun elektriclənməsi baş verir.

Havanın müsbət ionları buludun yuxarı hissəsinə, mənfi su ionları isə aşağı hissəsinə toplanır. Elektriclənmiş hissələr arasında güclü elektrik sahəsi əmələ gəlir. Bir buludun müsbət qütbü ilə digər buludun mənfi qütbü və ya Yer səthindəki yüklü



cisimlər arasında gərginlik müəyyən həddə çatdıqda *havada deşilmə* (*havada elektrik cərəyanının keçməsi*) baş verir. Bu zaman buludda olan mənfi yüklər Yerə, Yerdə olan müsbət yüklər isə buluda tərəf axır – qaz boşalması baş verir. Sürətli axın zamanı güclü parıltı görünür, gurultu səsi eşidilir. Gurultu havanın sürətli genişlənməsi və partlayışı nəticəsində baş verir (**d**). Boşalma kanalında temperatur  $20\,000^{\circ}\text{C}$ , cərəyan şiddəti  $500\,000\text{ A}$ -ə qədər, gərginlik isə  $10^9\text{ V}$ -a qədər ola bilər. İldırımın işığı parlaq əyri xətlərlə bir neçə km uzanır, çoxlu qollara bölünür ki, bu da *şimşək* adlanır.



• **Qövs boşalması** – cərəyan mənbəyinə qoşulan iki kömür elektrodu bir-birinə toxundurub sonra araladıqda onlar arasında çox parlaq qövsşəkilli işıqlanma müşahidə olunur (**e**). Bu boşalmada cərəyan şiddəti çox böyük qiymət alır. Qövs boşalmasının səbəbi yüksək temperatura qədər qızmış katodlar arasındakı havanın ionlaşmasıdır – elektrik boşalmasıdır. Qövs boşalmasından elektrik qaynaq işlərində, kinoprojektorlarda istifadə olunur.

• **Tac boşalması** – iti ucluqlu yüklü naqillərin ətrafında yaranan güclü elektrik sahəsinin təsiri ilə havanın elektron zərbəsi ilə ionlaşmasıdır. Havanın ionlaşması bu naqillərin uçlarında işıldayan tac formasında müşahidə olunur. Tac boşalması yüksək gərginlik xətlərinin yaxınlığında daha çox yaranır.

**Plazma.** Qazın qismən və ya tamamilə ionlaşmış halı **plazma** adlanır.

Plazma ümumilikdə neytral qazdır, çünki orada müsbət və mənfi yüklərin miqdarı, demək olar ki, eynidir. Plazma alçaq və ya yüksək temperaturlu ola bilər. O, yüksək elektrikkeçirmə xassəsinə malikdir. Plazma bu xassəsinə görə ifratkeçiricilərə daha yaxındır. Plazma Kainatda geniş yayılmışdır: Günəş və digər ulduzlar, onların atmosferi yüksək temperaturlu plazmadan ibarətdir.

## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 2

**Bu hansı boşalmadır?**

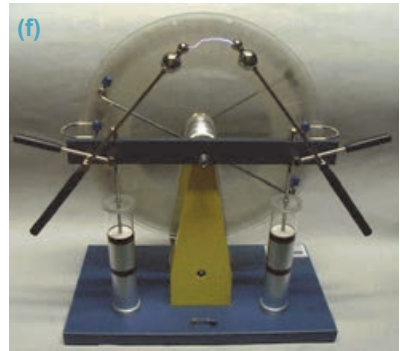
**Təchizat:** elektrofor maşını.

**Təhlükəsizlik qaydası:** elektrofor maşınının işlək vəziyyətində onun konduktorlarını yalnız plastmas dəstəyindən tutmaqla idarə edin.

**İşin gedişi:** 1. Elektrofor maşınının konduktorlarını aralarındakı məsafə  $3\text{--}5\text{ sm}$  olana qədər bir-birinə yaxınlaşdırın (**f**). 2. Maşını işə salıb konduktorları  $10\text{ saniyə}$  fasiləsiz elektricləndirin və baş verən hadisəni izləyin.

**Nəticəni müzakirə edin:**

- Eksperimentdə hansı boşalmayı müşahidə etdiniz?
- Bu boşalmada əsas yükdaşıyıcılar nədir?



## Nə öyrəndiniz?

## • Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın:

1. Müstəqil qaz boşalması – ...
2. Zərbə ionlaşması – ...
3. Müstəqil boşalmanın dörd növü var, bunlar: ...
4. Plazma – ...

## Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Müstəqil qaz boşalması nəyə deyilir?
2. Zərbə ionlaşması necə baş verir?
3. Atmosfer təzyiqində hansı qaz boşalmaları baş verir?
4. Alovuz boşalma qövs boşalmasından nə ilə fərqlənir?
5. Qığılcım boşalması necə baş verir?

## Çalışma

1.4

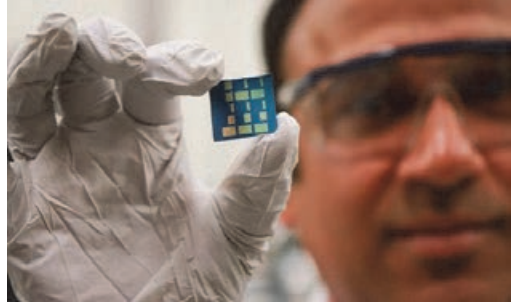
1. Tufanlı havada yağış sizi çöllükdə yaxaladı. Bir qədər aralıda hündür pahlı ağacı var. Yağışdan qorunmaq üçün onun altında daldalanmaq olarmı? Niyə?
2. Qazda elektrik yükdaşıyıcıları ...
  - A) elektronlar, müsbət və mənfi ionlardır
  - B) yalnız müsbət ionlardır
  - C) yalnız elektronlardır
  - D) yalnız mənfi ionlardır
  - E) yalnız müsbət və mənfi ionlardır
3. Elektrod – ...
  - A) elektrik cərəyanı keçirən mayedir
  - B) elektrik yükdaşıyıcısıdır
  - C) keçirici naqildir
  - D) elektrik cərəyanını keçirən qazdır
  - E) işıqlanma qurğusudur
4. Neft lampasının alovu elektrik sahəsində yerləşdirildikdə o, dərhal haçalanır. Niyə?
5. Elektrik qaynağında hansı qaz boşalması tətbiq edilir?
  - A) Alovuz boşalma
  - B) Qığılcım boşalması
  - C) Tac boşalması
  - D) Qövs boşalması
  - E) Qeyri-müstəqil boşalma

## 1.7

## YARIMKEÇİRİCİLƏR.

## YARIMKEÇİRİCİLƏRİN MƏXSUSİ ELEKTRİK KEÇİRİCİLİYİ

Yuta ştatındakı Universitetin (ABŞ) mühendisleri müstəvi yarımkeçirici materialın yeni növünü hazırlaya biliblər. Qalınlığı cəmi bir atom diametrində olan qalay oksidindən ibarət olan belə yarımkeçirici materialdan elektronlar və müsbət yüklər (deşiklər) silisium (və ya germanium) yarımkeçiricilərinə nisbətən daha sürətlə keçir. Bu isə çox böyük sürətli yeni nəsill elektron aparatların (kompüterlər, mobil telefonlar, sürətli internet sistemləri və s.) yaradılmasına imkan verir.



- Niyə alim və mühendisler yeni növ yarımkeçirici maddələrin hazırlanması üzərində elmi axtarışlar aparırlar?
- Yarımkeçiricilərin elektrik keçiriciliyi digər maddələrin keçiriciliyindən nə ilə fərqlənir?

## Araşdırma 1

**Yarımkeçirici maddələrə aid edilə bilən kimyəvi elementlərin təyini.**

**Təchizat:** "Kimyəvi elementlərin dövri sistemi" cədvəli.

**İşin gedişi:**

1. "Kimyəvi elementlərin dövri sistemi" cədvəlindən yarımkeçirici maddələrə aid edilə bilən kimyəvi elementləri təyin edin və onların şərti işarələrini iş vərəqində sıralayın.
2. "Kimya" fənnindən aldığınız biliklərə əsaslanmaqla təyin etdiyiniz bu elementlərin qarşısında hər biri üçün mühüm bildiyiniz kimyəvi xüsusiyyətlərini qeyd edin.

**Nəticəni müzakirə edin:**

- Hansı kimyəvi elementlərin yarımkeçirici maddələrə aid oluna bildiyini ehtimal etdiniz? Nə üçün?
- Təyin etdiyiniz bu kimyəvi elementlərin xassələri hansı kimyəvi rabitə əsasında formalaşmışdır?

**Yarımkeçiricilərin daxili quruluşu metal və dielektriklərdən nə ilə fərqlənir?**

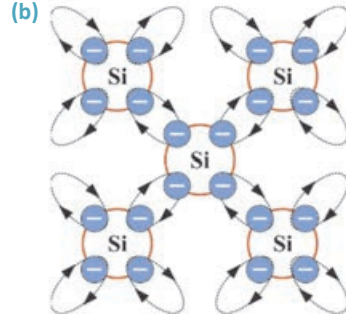
Yarımkeçirici maddələrə aiddir: kimyəvi elementlərin dövri sistemində orta qrupların (IV, V və VI qruplar) 12 elementi (cədvəldə çəhrayı rənglə göstərilmişdir) (a); II və IV, III və V, III və VI qrup elementlərinin birləşmələri; demək olar ki, bütün qeyri-üzvi maddələr.

(a)

	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
4	Be	5	6	7	8		
		B	C	N	O		
		13	14	15	16	17	
		Al	Si	P	S	Cl	
		31	32	33	34	35	
		Ga	Ge	As	Se	Br	
		49	50	51	52	53	54
		In	Sn	Sb	Te	I	Xe
			82	83	84	85	
			Pb	Bi	Po	At	

Orta qrup elementləri kimi yarımkəçiricilərin valent elektronlarının nüvə ilə əlaqəsi metalların valent elektronlarının əlaqəsindən möhkəmdir, lakin dielektriklərin valent elektronlarının nüvə ilə əlaqəsindən zəifdir. Yarımkəçirici maddələrin xassələri *kovalent* (və ya *cüt-elektron*) *kimyəvi rabitəsi* əsasında formalaşmışdır.

**Bu rabitə necə yaranır?** Nümunə olaraq silisium kristalına baxaq. Silisium IV qrup elementidir. Onun atomunun xarici elektron təbəqəsində 4 valent elektron yerləşir. Silisium bərk halda olduqda onun hər bir atomu dörd “qonşu” atomla kristal qəfəs yaradır. Bu zaman kristal qəfəsin hər atomunun valent elektronları qonşu atomların valent elektronları ilə ümumi orbit (hər orbitdə iki elektron olmaqla) əmələ gətirir. “Ümumiləşmiş” elektronlar kristal qəfəsdə atomları bir-biri ilə əlaqələndirərək onlar arasında *kovalent* və ya *cüt-elektron rabitəsi* yaradır (b).



**Yarımkəçiricilərin məxsusi elektrik keçiriciliyinin təbiəti.** *Yarımkəçirici* – sərbəst yükdaşıyıcılarının sayı xarici təsirlərdən (temperatur, işıqlanma, tərkibinə aşqar daxil etmək və s.) asılı olan maddədir. Yarımkəçirici təmizdirsə (tərkibində kənar maddə yoxdursa), o, *məxsusi elektrik keçiriciliyinə* malik olur. Yarımkəçiricilərdə elektrik keçiriciliyinin iki növü var:

**1. Elektron və ya n-tip keçiricilik** – *yarımkəçiricidə sərbəst elektronların hərəkəti ilə yaranan elektrik keçiriciliyidir. n* – “neqativ” (mənfə) mənasında işlədilən latın sözünün ilk hərfidir.

Adi şəraitdə (məsələn, otaq temperaturunda) yarımkəçiricinin elektrik müqaviməti metalların müqavimətindən böyükdür, çünki ondakı sərbəst elektronların sayı metallarla müqayisədə azdır. Belə yarımkəçirici elektrik dövrəsinə qoşulduqda, ondakı sərbəst elektronlar kristal qəfəsində nizamlı hərəkət edərək elektron keçiriciliyi əmələ gətirir – zəif də olsa, elektrik cərəyanını keçirir. Ən yaxşı elektron keçiricilik metallara məxsusdur.

**2. Deşik və ya p-tip keçiricilik** – *yarımkəçiricidə dəşiklərin (onun valent elektronlarının) hərəkəti ilə yaranan elektrik keçiriciliyidir. p* – “pozitiv” (müsbət) mənasında işlədilən latın sözünün ilk hərfidir.

Yarımkəçirici xarici təsirə məruz qaldıqda, məsələn, qızdırıldıqda onun valent elektronlarının bir qismi böyük kinetik enerji alır. Nəticədə yarımkəçirici kristalda eyni zamanda iki hadisə baş verir:

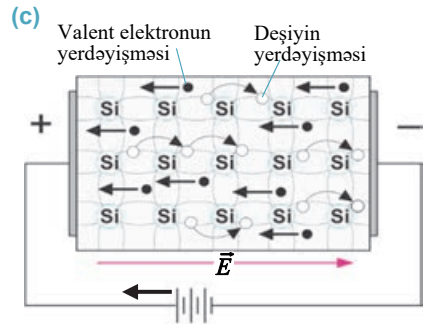
1) *valent elektronlar aldıqları əlavə enerji hesabına kovalent rabitələri qıraraq atomları tərk edir. Nəticədə kristalda sərbəst elektronların miqdarı kəskin artır, yarımkəçiricinin müqaviməti isə kəskin azalır;*

2) *valent elektronu atomu tərk etdikdə kovalent rabitədə deşik adlanan boş yer yaranır. Nəticədə atom müsbət iona çevrilir. Yaranan belə deşiyə qonşu atomun kovalent rabitəsini qırmış digər valent elektronu sıçrayaraq onu doldurur – rabitə bərpa olunur, müsbət ion yenidən neytral atoma çevrilir. Lakin bu elektronun öz əvvəlki yerində deşik adlanan yeni müsbət ion yaranır. Beləliklə, valent elektronların bir-birini əvəz edən belə ardıcıl sıçrayışları onların yaratdıqları deşiklər hesabına müsbət ionları da bütün kristal boyunca “hərəkət” etdirir.*

Yarımkəçirici kristal sabit elektrik dövrəsinə qoşulduqda sərbəstləşmiş valent elektronları sahənin intensivlik vektorunun əksi istiqamətində, müsbət yüklü dəşiklər isə sahənin intensivlik vektoru istiqamətində nizamlı “hərəkət” edərək elektrik cərəyanı yaradır (c).

Beləliklə, yarımkəçiricidə məxsusi elektrik keçiriciliyi yaranır.

• *Təmiz yarımkəçiricilərin məxsusi elektrik keçiriciliyi eyni sayda sərbəst elektronlar və dəşiklər tərəfindən yaranır.*



## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 2

**Məsələ.** Yarımkəçiricilərin elektrik keçiriciliyinin təbiətini metallarla müqayisə edin və verilən cədvəl təammlayın.

Elektrik keçiriciliyinin təbiəti	Metallar	Yarımkəçiricilər
Daxili quruluşu	...	...
Elektrik yükdaşıyıcıları	...	...
Elektrik keçiriciliyinin temperaturdan asılılığı	Temperatur artdıqda elektrik keçiriciliyi azalır	...
Mütləq sıfır temperaturunda elektrik keçiriciliyi	...	...
Elektrik keçiriciliyində maddə daşınır-mı?	...	...

**Nəticəni müzakirə edin:**

- Yarımkəçiricilərin və metalların elektrik keçiriciliyinin oxşar və fərqli xüsusiyyətləri nədir?

**Nə öyrəndiniz**

• **Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları təammlayın.**

1. Yarımkəçirici maddələrə aiddir: ...
2. Yarımkəçiricilərin məxsusi elektrik keçiriciliyi – ...
3. Yarımkəçiricilərdə elektron keçiricilik – ...
4. Yarımkəçiricilərdə dəşik keçiricilik – ...

## Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Hansı maddələrə yarımkəçirici deyilir?
2. Yarımkəçiricilər kimyəvi elementlərin dövrə sistemində hansı qrup elementləridir? Bu elementlər digər qrup elementlərindən nə ilə fərqlənir?
3. Kovalent və ya cüt-elektron rabitəsi nədir?
4. Yarımkəçiricidə elektrik cərəyanını hansı yükdaşıyıcıların nizamlı hərəkəti yaradır?



## 1.8 YARIMKEÇİRİCİLƏRİN AŞQAR KEÇİRİCİLİYİ

Yarımkeçiricilərin xassələri ilə tanış olduqda müəyyən etdiniz ki, onların elektrik keçiriciliyi bütün mühitlərin – metalların, elektrolitlərin, qaz və vakuumin elektrik keçiriciliyindən tamamilə fərqlənir. Müəyyən etdiniz ki, yarımkeçiricilərin elektrik keçiriciliyi digər mühitlərlə müqayisədə xarici təsirlərə daha həssaslıqla “reaksiya” göstərir: bu təsirlər nəticəsində keçiricilik kəskin dəyişir. Belə xarici təsirlərdən biri də təmiz yarımkeçiricinin tərkibinə kənar maddə – aşqar qatılmasıdır.

- Təmiz yarımkeçiricinin tərkibinə aşqar qatılarsa, onun elektrik keçiriciliyində qeyri-adi nə baş verər?

### Araşdırma 1

Təmiz yarımkeçiriciyə aşqar qatıldıqda onun yükdaşıyıcılarının miqdarı necə dəyişər?

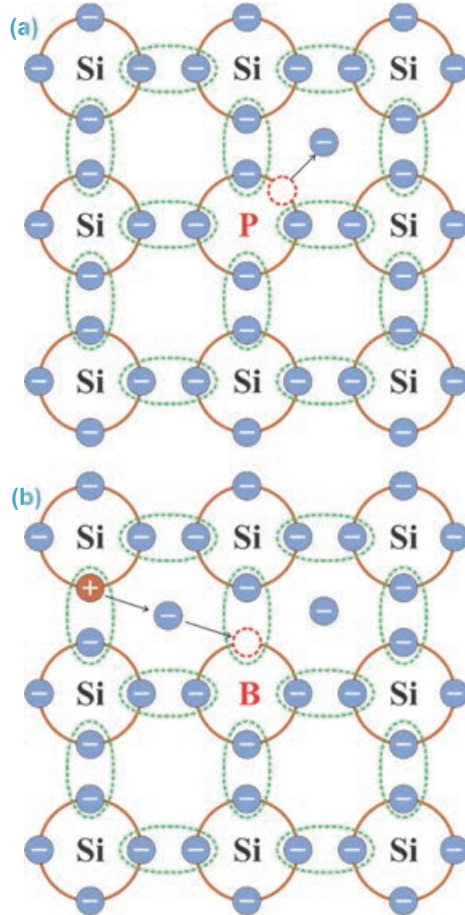
**Təchizat:** Si-P və Si-B birləşmələrinin atomları arasında kovalent rabitələrin sxemi.

**İşin gedişi:**

1. Təmiz yarımkeçirici olan *silisium* kristalına (Si – IV qrup elementi) aşqar olaraq V qrup elementi *fosfor* (P) qatılır. Bu zaman kristalda baş verən dəyişikliyi araşdırın (a).
2. Təmiz yarımkeçirici olan *silisium* kristalına (Si) aşqar olaraq III qrup elementi *bor* (B) qatılır. Kristalda baş verən dəyişikliyi araşdırın (b).

**Nəticəni müzakirə edin:**

- V qrup elementi olan fosfor (P) neçə valent elektronuna malikdir?
- Silisium kristalına (Si) aşqar olaraq fosfor (P) qatılarsa, kristalda hansı sərbəst yükdaşıyıcıların miqdarı artar? Nə üçün?
- III qrup elementi olan bor (B) neçə valent elektronuna malikdir?
- Silisium kristalına (Si) aşqar olaraq bor (B) qatılarsa, kristaldakı sərbəst yükdaşıyıcıların miqdarı necə dəyişər?



Təmiz yarımkeçiriciyə cüzi miqdarda aşqar qatıldığında onun keçiriciliyi kəskin artır. Buna səbəb yarımkeçiricidə məxsusi keçiriciliklə yanaşı, aşqar keçiriciliyin də yaranmasıdır.

- *Qatılan aşqar atomunun valent elektronlarının sayı yarımkeçiricinin atomunun valent elektronlarının sayından çox olarsa, o, donor aşqar (“donor” latın sözü olub, “verirəm” deməkdir) adlanır. Qatılan aşqar atomunun valent elektronlarının sayı yarımkeçirici atomunun valent elektronlarının sayından az olarsa, bu aşqar – akseptor aşqar adlanır (latın sözü “akseptor” – “qəbul edirəm” deməkdir).*

- **Donor aşqarlar** – yarımkeçirici kristal əlavə elektronla təmin edir: öz valent elektronunu asanlıqla verərək yarımkeçiricidə sərbəst elektronların sayını artırır. Məsələn, silisium kristalına aşqar kimi beşvalentli element olan fosfor qatıldığında aşqarın dörd valent elektronu qonşu silisium atomları ilə kovalent rabitə yaradır. Fosforun beşinci elektronu isə onun atomunun əhatəsində dövr edir. Lakin o, atomla zəif əlaqədə olduğundan onu asanlıqla tərk edərək sərbəstləşir (bax: **a**).

Silisium kristalında bir neçə atom fosfor atomu ilə əvəz olunarsa, qəfəsin istilik hərəkəti sayəsində aşqarların hərəsi bir elektron verəcək. Xarici təsirə məruz qaldıqda aşqarın verdiyi bu elektronlara kovalent rabitədən qopan digər elektronlar və yaranan müsbət yüklü dəşiklər də əlavə olunur.

Bu cür aşqarlı yarımkeçirici kristalında elektrik sahəsi yaradıldıqda ondan elektrik cərəyanı keçir. Lakin yaranan cərəyanda əsas yükdaşıyıcılar sayca böyük üstünlüyə malik elektronlar, qeyri-əsas yükdaşıyıcılar isə sayları nisbətən “az” olan müsbət yüklü dəşiklərdir.

- *Donor aşqarlı yarımkeçirici – əsasən elektron aşqar keçiriciliyə (n-tip keçiriciliyə) malikdir.*

- **Akseptor aşqarlar** – yarımkeçirici kristal əlavə dəşiklərlə təmin edir: özünə əlavə valent elektronu birləşdirərək yarımkeçiricidə dəşiklərin sayını artırır. Məsələn, silisium kristalına aşqar olaraq üçvalentli bor qatıldığında aşqarın üç valent elektronu qonşu silisium atomları ilə yalnız üç cüt elektron rabitəsi yaradacaq. Dördüncü cüt rabitənin yaranması üçünsə bir elektron çatışmadığından onun yerində dəşik qalır. Ora qonşu silisium atomundan bir valent elektronu keçə bilər. Bu halda qonşu atomun verdiyi elektron hesabına üçvalentli atom mənfi iona çevrilir, rabitə tamamlanır. Lakin elektronunu verən qonşu atomda isə dəşik yaranır (bax: **b**).

Beləliklə, üçvalentli aşqar silisium atomundan elektron alaraq kristalda əlavə dəşik yaradır. Nəticədə dəşiklərin sayı elektronların sayından çox olur. Odur ki akseptor aşqarlı yarımkeçiricilərdə əsas yükdaşıyıcılar dəşiklər, qeyri-əsas yükdaşıyıcılar isə elektronlardır.

- *Akseptor aşqarlı yarımkeçirici – əsasən dəşik aşqar keçiriciliyə (p-tip keçiriciliyə) malikdir.*



## Yaradıcı tətbiqetmə

## Araşdırma 2

Verilən nümunə əsasında məsələni həll edin.

**Nümunə:**

- Məlumdur ki,  $1\text{m}^3$  germanium kristalında təqribən  $10^{28}$  atom var. Otaq temperaturunda təmiz germaniumdakı sərbəst elektronların konsentrasiyası  $n = 10^{17}\text{m}^{-3}$  təşkil edir. Germanium kristalına aşqar olaraq onun atomlarının sayının 1%-i qədər (0,01 hissəsi qədər) beşvalentli arsen atomu qatılmışdır.

Bu o deməkdir ki, germanium kristalının atomları arasına hər  $1\text{m}^3$ -də  $10^{26}$  aşqar atomu daxil edilmişdir. Nəzərə alsaq ki, hər bir arsen atomu bir valent elektronunu sərbəstləşdirir, bu cür elektronların kristalda konsentrasiyası  $n = 10^{26}\text{m}^{-3}$  olar. Bu ədəd təmiz germanium kristalındakı elektronların konsentrasiyasından  $10^9$  dəfə, yəni milyard dəfə çoxdur.

**Məsələ.** Təmiz 4 valentli germanium kristalına aşqar olaraq 0,8% üçvalentli indium (In) atomu qatılırsa, hansı tip aşqarlı yarımkəçirici yaranar? Bu yarımkəçiricidə əsas yükdaşıyıcıların miqdarı təmiz germaniumdakı uyğun yükdaşıyıcıların miqdarından neçə dəfə fərqlənər?

## Nə öyrəndiniz ?

• Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

1. Donor aşqarlar – ...
2. Akseptor aşqarlar – ...
3. Donor aşqarlı yarımkəçirici – ...
4. Akseptor aşqarlı yarımkəçirici – ...

## Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Yarımkəçiricidə aşqar elektron keçiricilik necə yaranır?
2. Yarımkəçiricidə aşqar dəşik keçiricilik necə yaranır?
3. Aşqar yarımkəçiricinin elektrik müqavimətinə necə təsir edir?
4. Germaniuma arsen qatılırsa; bor qatılırsa; fosfor qatılırsa, o uyğun olaraq hansı aşqarlı keçiriciyə çevrilər?

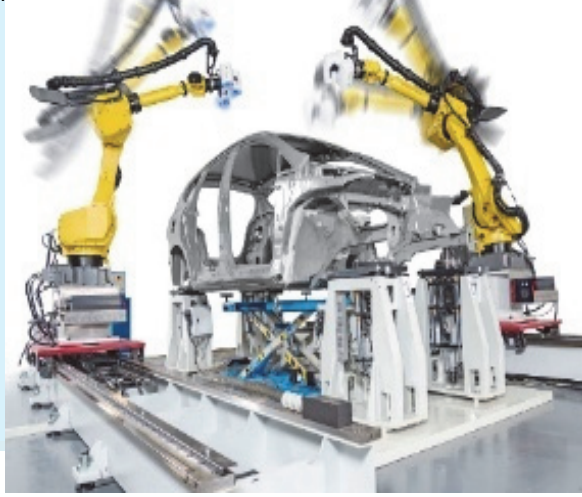
## 1.9

## p-n KEÇİDİ. YARIMKEÇİRİCİ DİOD (əlavə oxu materialı)

Mürəkkəb elektrik cihazlarının – cib telefonu, noutbuk, mikrodalğalı soba, paltar və qabyuyan maşınlar, özünüsürən qazan, televizor və s-nin elektrik inteqral sxemlərində əsas elementlər yarımkeçirici cihazlardır.

Müasir elm, texnika və istehsal sahələri olan avtomatika, robot sənayesi, radioelektronika və s-də yarımkeçirici cihazlar əvəzsiz rol oynayır.

- Nə üçün yarımkeçirici cihazlar belə mürəkkəb tətbiq sahələrinə malikdir?
- Yarımkeçiricilərin digər keçiricilərdən üstünlüyü nədədir?



### Araşdırma

1

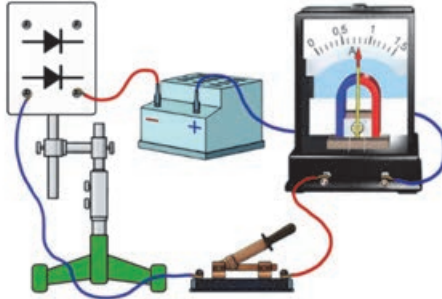
#### Elektrik cərəyanı nə üçün keçmədi?

**Təchizat:** sabit cərəyan mənbəyi (4V), ampermetr, yarımkeçirici diod ("Yarımkeçiricilərdə elektrik cərəyanı" cihaz dəstindən), açar, birləşdirici naqillər.

#### İşin gedişi:

1. Yarımkeçirici diodun sıxaclarını elektrik dövrəsinə birləşdirib açarı qapayın və dövrədən cərəyanın keçib-keçmədiyini araşdırın (a).
2. Dövrədə diodun sıxaclarına birləşdirdiyiniz naqillərin yerini dəyişin və baş verən hadisəni izləyin.

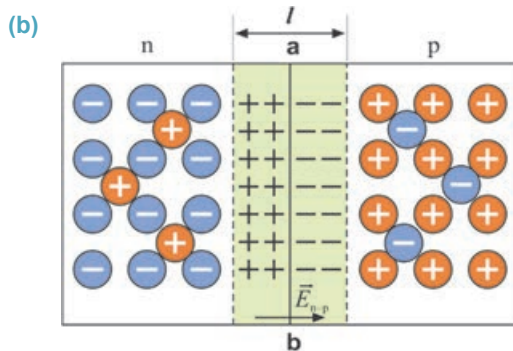
(a)



#### Nəticəni müzakirə edin:

- Yarımkeçirici diod hansı halda elektrik cərəyanını keçirdi?
- Araşdırmadan hansı nəticəyə gəldiniz?
- Yarımkeçirici diod hansı keçiriciliyə malikdir: məxsusi, yoxsa aşqarlı?

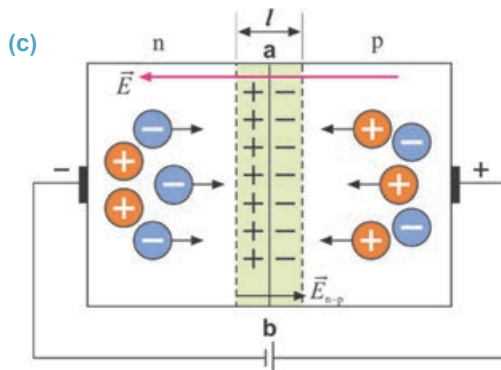
**Elektron-deşik keçidi (və ya p-n keçidi).** İki yarımkeçirici kristalın, p- və n-tip kristallarının toxunma hissəsində *elektron-deşik keçidi* (və ya *p-n keçidi*) yaranar. Bu zaman n-tip kristaldan elektronlar, p-tip kristaldan isə deşiklər hərəkətə gələrək toxunma sərhədindən qarşı tərəflərə diffuziya edəcəkdir. Nəticədə toxunma sərhədinin n- hissəsində müsbət, p- hissəsində isə mənfi yüklərin miqdarı artacaqdır – *yarımkeçirici kristalın p-n keçidində müxtəlif işarəli yüklərin öz-özünə toplandığı a təbəqəsi yaranacaqdır* (b).



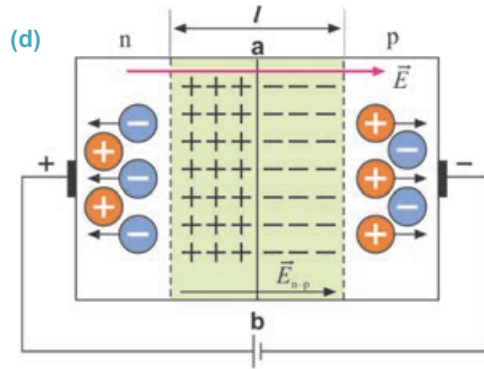
Bu təbəqənin yükləri arasında yaranan elektrik sahəsi ( $\vec{E}_{n-p}$ ) kristalların toxunduğu  $ab$  sərhədində elektronların n-hissədən p-hissəyə, deşiklərin isə p-hissədən n-hissəyə sonrakı keçidlərinin qarşısını alır. P-n keçidinə malik kristal sabit cərəyan dövrəsinə qoşularsa, o, cərəyanı yalnız bir istiqamətdə yaxşı keçirəcəkdir. Bu istiqaməti təyin etmək çətin deyildir.

**Düz keçid.** Fərz edək ki, n-tip kristal cərəyan mənbəyinin mənfi, p-tip kristal isə müsbət qütbünə birləşdirilmişdir. Bu zaman cərəyan mənbəyinin yaratdığı elektrik sahəsinin təsiri ilə n-tip kristaldan elektronlar, p-tip kristaldan isə deşiklər bir-birinə qarşı  $ab$  sərhədində doğru hərəkət edəcəkdir. Sərhədi keçən elektronlar deşikləri “dolduraraq”  $a-b$  sərhədinin qalınlığını və deməli, kristalın ümumi elektrik müqavimətini azaldacaqdır – dövrədən elektrik cərəyanı asanlıqla keçəcəkdir (c).

• *Elektrik yükdaşıyıcılarının yarımkeçirici kristallardan belə p-n keçidi düz keçid adlanır.*



**Tərs keçid.** Fərz edək ki, n-tip kristal cərəyan mənbəyinin müsbət, p-tip kristal isə mənfi qütbünə birləşdirilmişdir (d).

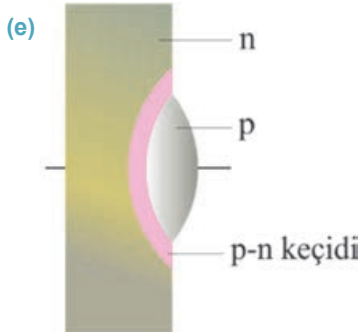


Bu zaman cərəyan mənbəyinin yaratdığı elektrik sahəsinin intensivlik vektoru ikiqat təbəqənin elektrik sahə intensivliyi ilə üst-üstə düşəcək. Xarici elektrik sahəsinin təsiri ilə n-tip kristaldan elektronlar, p-tip kristaldan deşiklər qarşılıqlı əks istiqamətlərə, ab sərhədindən kristalın əks uclarına doğru hərəkət edəcək.

Nəticədə, ab sərhədindəki ikiqat təbəqənin qalınlığı və deməli, kristalın ümumi elektrik müqaviməti artacaq – dövrədən, demək olar, elektrik cərəyanı keçməyəcəkdir (bax: sxem d).

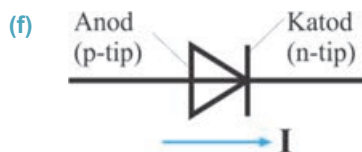
• **Elektrik yükdaşıyıcılarının yarımkəçirici kristallardan belə p-n keçidi tərs keçidi adlanır.**

**Yarımkəçirici diod** – bir p-n keçidindən və elektrik dövrəsinə birləşdirmək üçün iki kontaktdan ibarət cihazdır (e).

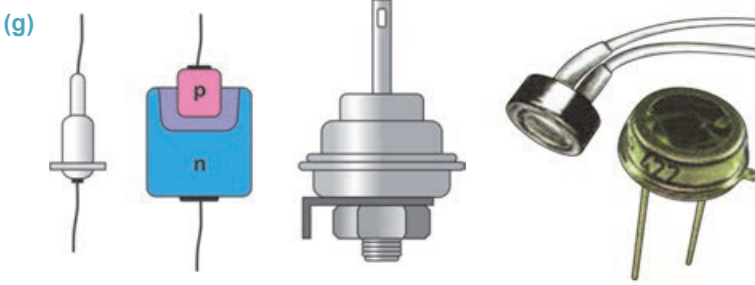


Yarımkəçirici diod n-tip keçiriciliyə malik germanium və ya silisium kristalından hazırlanır. Kristalın səthinə indium damcısı lehimlənir. İndium atomlarının əsas kristalın içərilərinə diffuziyası sayəsində kristalın həmin hissəsində p-tip keçiriciliyə malik sahə əmələ gəlir. Kristalın **n-** və **p-tip** keçiriciliyə malik sahələrinin sərhədində p-n keçidi yaranır. İndium kristalına lehimlənən kontakt anod, silisium (və ya germanium) kristalına lehimlənən kontakt isə katod olur.

Beləliklə, p-n keçidinə malik yarımkəçirici diod sabit cərəyanı yalnız bir istiqamətdə keçirir. Yarımkəçirici diodun biristiqamətli keçiriciliyi elektrik dövrələrində sxematik olaraq xüsusi işarə ilə göstərilir (f).



Rütubətdən və xarici mexaniki təsirlərdən qorumaq üçün yarımkeçirici diodlar hermetik metal, yaxud plastmas gövdə daxilində yerləşdirilir. O, vakuum diodu ilə müqayisədə bir sıra üstünlüklərə malikdir: miniatur ölçülüdür, elektrik enerjisinə “qənaətçidir”, uzun müddət istismara yararlıdır (g).



### Yaradıcı tətbiqetmə

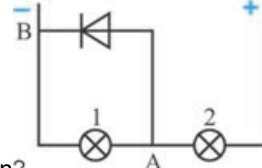
#### Araşdırma 2

##### Hansı lampa daha parlaq işıqlanar?

Şəkilə yarımkeçirici diod və iki lampadan ibarət dövrə hissəsi təsvir edilmişdir.

##### Nəticəni müzakirə edin:

- Hansı lampa daha parlaq (və ya daha zəif) işıqlanar? Nə üçün?



#### Nə öyrəndiniz?

##### • Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

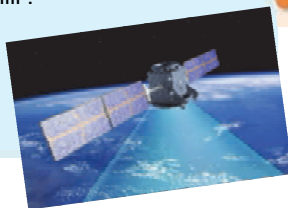
1. Elektron-deşik keçidi (və ya p-n keçidi) – ...
2. Düz keçid – ...
3. Tərs keçid – ...
4. Yarımkeçirici diod – ...

#### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Elektron-deşik keçiricilik nədir?
2. İki müxtəlif tip yarımkeçirici kristalın toxunma sərhədində ikiqat təbəqə necə yaranır?
3. Yarımkeçirici kristalların toxunma sərhədindəki ikiqat təbəqə p-n keçidində nə kimi rola malikdir?
4. p-n keçidinin başlıca xassəsi nədir?
5. Yarımkeçirici diodun iş prinsipi nəyə əsaslanır?

## 1.10 YARIMKEÇİRİCİ CİHAZLAR

- Bilirsinizmi ki, Yerətrafi orbitdə və planetlərarası fəzada uzun müddət hərəkət edən kosmik aparatlarda elektrik enerjisi yarımkeçirici cihazlar vasitəsilə əldə edilir?
- Bilirsinizmi ki, son model cib telefonları elə yarımkeçirici cihazlarla təchiz edilmişdir ki, bu cihazlar akkumulyator boşaldıqca telefonu əlavə elektrik enerjisi ilə təmin edir?



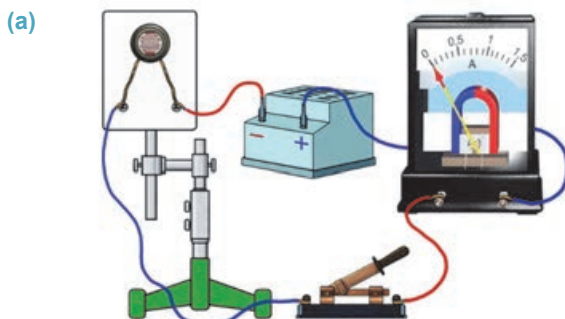
- Yarımkeçiricilər hansı xassələrinə görə belə möcüzələr yaradır?

### Araşdırma 1

#### Elektrik dövrəsində cərəyan şiddətini dəyişən yarımkeçirici.

**Təchizat:** sabit cərəyan mənbəyi (4V), ampermetr, fotorezistor ("Yarımkeçiricilərdə elektrik cərəyanı" cihaz dəstindən), açar, birləşdirici naqillər.

**İşin gedişi:** 1. Cihazları şəkiləki kimi ardıcıl birləşdirin (a). 2. Fotorezistorun səthini işıq düşməsin deyə kitabla örtün və açarı qapayıb dövrdən cərəyanın keçib-keçmədiyini araşdırın. 3. Dövrənin qapalı vəziyyətində kitabı fotorezistorun səthindən uzaqlaşdırın və baş verən hadisəni müşahidə edin.



#### Nəticəni müzakirə edin:

- Yarımkeçirici fotorezistorun müqavimətinin işıqlanmadan asılılığına dair hansı nəticəyə gəlmək olar?
- Fotorezistorun iş prinsipinin mexanizmini necə izah edərdiniz?

**Termorezistor və fotorezistor.** Bunlar sadə yarımkeçirici cihazlardır, çünki onlar məxsusi keçiriciliyə malik yalnız bir yarımkeçiricidən ibarətdir.

*Termorezistorlar istiliyin, fotorezistorlar isə işıqlanmanın təsiri ilə müqavimətlərini dəyişməklə elektrik dövrəsində cərəyan şiddətini artırıb-azalda bilir.* Belə ki, istiliyin və ya işıq şüalarının təsiri ilə yarımkeçirici kristalın valent elektronları kovalent rabitədən qopur. Nəticədə kristalda sərbəst elektronların və deşiklərin sayı artır, yarımkeçiricinin elektrik müqaviməti azalır və onun keçiriciliyi yüksəlir.

• **Termorezistor** – temperaturun dəyişməsi ilə müqaviməti geniş intervalda dəyişə bilən rezistordur. Şəkildə termorezistorun xarici görünüşü və elektrik sxemlərindəki şərti işarəsi təsvir edilmişdir (b).

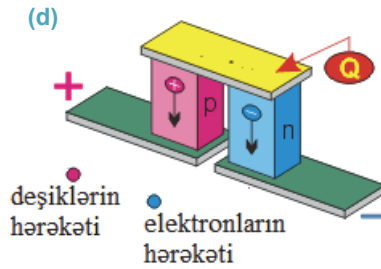
• **Fotorezistor** – işıqlanmanın dəyişməsi ilə müqaviməti geniş intervalda dəyişə bilən rezistordur. Şəkildə fotorezistorun xarici görünüşü və elektrik sxemlərindəki şərti işarəsi təsvir edilmişdir (c).

Termorezistor və fotorezistorların yüksək həssaslığından müasir radioelektronika, robot texnikası, telemexanika və s. elm-texnika sahələrində geniş istifadə edilir.

**Termoelement və fotoelement.** Bu yarımkeçirici cihazlar bir neçə aşqarlı yarımkeçiricidən hazırlanmışdır.

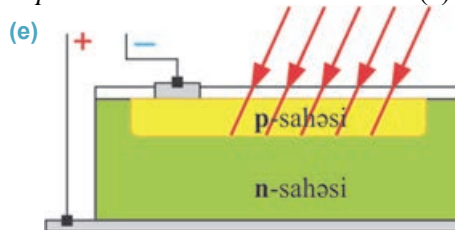
*Termo- və fotoelementlər elektrik cərəyanını yaradan mənbə ola bilər.*

**Yarımkeçirici termoelement** – ayrı-ayrı **p-tip** və **n-tip** yarımkeçirici kristallardan ibarətdir (d).



Onların yuxarı ucları qızdırıla bilən metal lövhəyə (sarı rənglə göstərilmişdir), aşağı ucları isə ayrı-ayrı metal kontaktlara bərkidilir. Bu kontaktlar (yaşıl rənglə göstərilmişdir) hava ilə soyudulur. Metal lövhəyə verilən istilik miqdarının təsiri ilə p-tip yarımkeçiricidə deşiklərin, n-tip yarımkeçiricidə isə elektronların sayı artır. Bu zərrəciklər kristaldakı eyniadlı zərrəciklərdən itələnərək onun aşağı hissəsinə doğru hərəkətə başlayır. Nəticədə kristalların aşağı uclarına birləşdirilən kontaktlarda əksişarəli yüklər toplanır – ekoloji təmiz cərəyan mənbəyi yaranır.

**Yarımkeçirici fotoelement** – tərkibinə aşqar əlavə edilməklə səthində p-tip keçidli sahə yaradılmış n-tip silisium kristalından ibarətdir (e).



Bilirsiniz ki, p-n keçidinin kontaktlarında öz-özünə əksişarəli yüklər yaranır. Ona görə də, bu kontaktlara qısamüddətli cərəyan yaradan mənbə kimi baxmaq olar. Əgər p-n keçidi fasiləsiz işıqlandırılarsa, orada fasiləsiz olaraq yeni elektron-deşik cütləri yaranar – fasiləsiz fəaliyyət göstərən ekoloji təmiz cərəyan mənbəyi alınır, məsələn, günəş batareyası.

Termoelement və fotoelementlər Yerdə və kosmosda – əlçatmaz yerlərdə, bir çox məişət cihazlarında istifadə olunan əsas cərəyan mənbələridir.

## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 2

#### Fotoelementin işini yoxlayaq.

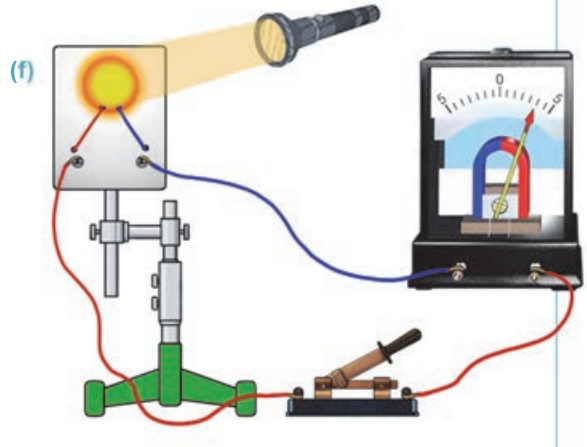
**Təchizat:** qalvanometr, fotoelement ("Yarımqeçiricilərdə elektrik cərəyanı" cihaz dəstindən), açar, cib fənəri, birləşdirici naqillər.

#### İşin gedişi:

1. Fotoelement, açar və qalvanometrdən ibarət dövrə yığın (f).
2. Açarı qapayıb dövrdə cərəyanın yaranıb-yaranmadığını araşdırın.
3. Açarı qapalı vəziyyətində fotoelementin səthini fənərlə işıqlandırın və baş verən hadisəni müşahidə edin.

#### Nəticəni müzakirə edin:

- Fotoelementin səthini işıqlandırdıqda nə müşahidə etdiniz?
- Hadisənin başvermə səbəbini necə izah edərdiniz?



### Nə öyrəndiniz?

#### • Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

1. Termorezistor – ...
2. Termoelement – ...
3. Fotorezistor – ...
4. Fotoelement – ...

### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Rezistor və termorezistor bir-birindən nə ilə fərqlənir?
2. Termorezistorun iş prinsipi yarımqeçiricinin hansı xassəsinə əsaslanır?
3. Termoelement və termorezistor bir-birindən nə ilə fərqlənir?
4. Fotorezistor və fotoelement bir-birindən nə ilə fərqlənir?
5. Fotorezistorun iş prinsipi yarımqeçiricinin hansı xassəsinə əsaslanır?
6. Fotoelement nə üçün ekoloji təmiz cərəyan mənbəyi hesab olunur?



## Çalışma

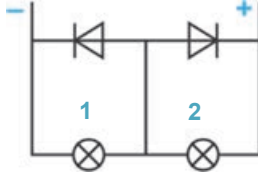
1.5

1. Yarımkeçiricidə deşik və müsbət ion bir-birindən nə ilə fərqlənir? Cavabınızı əsaslandırın.
2. Yarımkeçiricidə elektron və deşiklərin sayı eynidirsə, o hansı tip keçiriciliyə malikdir?

1. p-tip; 2. n-tip; 3. Məxsusi; 4. Aşqar.

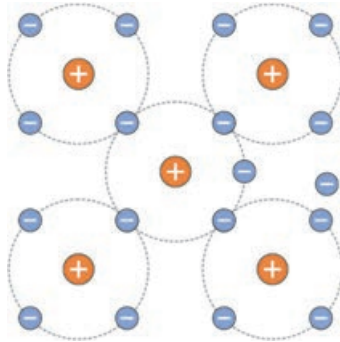
A) Yalnız 3 B) Yalnız 4 C) 1, 2, 3 və 4 D) 1 və 2 E) 3 və 4

3. Sxemdə təsvir edilən hansı lampa işqlanar (hansı işqlanmaz)? Nə üçün?

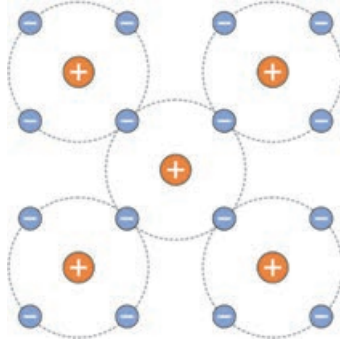


4. Şəkildə atomların valent elektronlarının qarşılıqlı vəziyyəti sxematik göstərilmişdir (a) və (b). Bu yarımkeçiricilərə hansı keçiricilik uyğundur?

(a)



(b)



**1.11****MÜXTƏLİF MÜHİTLƏRDƏ ELEKTRİK CƏRƏYANI  
(DƏRS-TƏQDİMAT)**

“Müxtəlif mühitlərdə elektrik cərəyanı” mövzusunda təqdimat hazırlayın. Təqdimatı hazırlayarkən verilən plandan istifadə edə bilərsiniz.

**Təqdimatın hazırlanma planı.**

Təchizat: “Microsoft Office PowerPoint”, “Promethean” elektron lövhənin “Activ Inspire” və ya “Mimio Studio” proqramlarından biri.

Təqdimatda aşağıdakı **açar söz** və **cümlələrdən** istifadə edin.

**Açar sözlər və açar cümlələr**

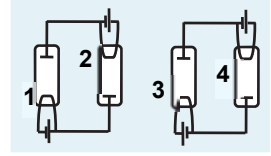
1. ion	12. elektrik qövsü	23. akseptor aşqar	34. elektron buludu
2. sərbəst elektronlar	13. qeyri-müstəqil boşalma	24. anod	35. ifratkeçiricilik
3. aşqar	14. dielektrik	25. elektrodlar	36. zərbə ionlaşması
4. deşik	15. yarımkeçirici	26. qığılcımlı boşalma	37. elektroliz
5. temperatur artdıqca müqaviməti artır	16. naqil	27. məxsusi keçiricilik	38. vakuum
6. rekombinasiya	17. donor aşqar	28. alovşuz boşalma	39. elektron-şüa borusu
7. kovalent rabitə	18. müstəqil boşalma	29. valent elektronları	40. xarici təsirlər nəticəsində müqaviməti kəskin dəyişir
8. qızdırdıqda müqaviməti azalır	19. emissiya	30. şimşək	41. birtərəfli keçiricilik
9. keçirici	20. elektrolit	31. vakuum diodu	42. n-tip keçiricilik
10. p-tip keçiricilik	21. tac boşalması	32. katod	43. müsbət və mənfi ionlar
11. kristal qəfəs	22. termoelektron emissiya	33. elektrolitik dissosiasiya	44. əsas və qeyri-əsas yükdaşıyıcılar

<b>Müxtəlif mühitlərdə elektrik cərəyanı</b>	
<b>1-ci slayd</b>	Hazırladı: ...
<b>2-ci slayd</b>	• Metallarda elektrik cərəyanı
<b>3-cü slayd</b>	• Elektrolitlərdə elektrik cərəyanı
<b>4-cü slayd</b>	• Vakuumda elektrik cərəyanı
<b>5-ci slayd</b>	• Qazlarda elektrik cərəyanı
<b>6-cı slayd</b>	• Yarımkeçiricilərdə elektrik cərəyanı

## Ümumiləşdirici tapşırıqlar

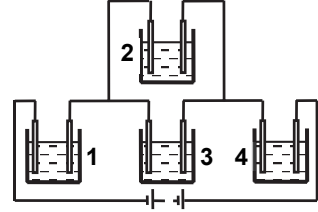
1. Şəkildə vakuüm diodlu elektrik lampaları qoşulan iki dövrənin sxemi təsvir edilmişdir. Hansı lampadan elektrik cərəynı keçər?

A) yalnız 2 B) yalnız 4 C) 3 və 4 D) 1 və 4 E) yalnız 3



2. Şəkildə  $CuSO_4$ -ün suda məhlulu olan dörd elektrolitik vannadan ibarət elektrik dövrəsinin sxemi təsvir edilmişdir. Hansı vannada və hansı elektrod üzərində misin ayrılması baş verər?

A) yalnız 2 vannasındakı anod üzərində  
B) 2 və 3 vannalarındakı katod üzərində  
C) bütün vannalardakı katod üzərində  
D) 1, 3 və 4 vannalarındakı anod üzərində  
E) 1 və 4 vannalarındakı katod üzərində



3. Aşağıda verilən ifadələrdən doğru olanının qarşısındakı mötərizədə “D”, yanlış olanının isə – “Y” hərfi yazın.

- ( ) Qövs boşalmasının yaranmasının başlıca səbəbi elektrodlar arasında mövcud olan yüksək gərginlikdir.  
 ( ) Bütün mayelər elektrik cərəyanını keçirir.  
 ( ) Elektrolit məhlulundan elektrik cərəyanı keçdikdə maddə daşınması baş verir.  
 ( ) Aşqarlı yarımqeçiricilərdə əsas yükdaşıyıcılar ya elektronlar, yaxud da deşiklər ola bilər.  
 ( ) Donor aşqarlı yarımqeçiricidə elektron keçiricilik üstünlük təşkil edir.  
 ( ) Vakuüm elektrik cərəyanını yaxşı keçirən mühitdir.  
 ( ) Qılgılcım qaz boşalması aşağı təzyiqlərdə baş verir.  
 ( ) Saf su dielektrik maddədir.  
 ( ) Limonlu su elektrik cərəyanını keçirir.  
 ( ) Akseptor aşqarlı yarımqeçiricidə elektron keçiricilik üstünlük təşkil edir.

4. Elektrik cərəyanı yaranır:

1 – metallarda  
2 – elektrolitlərdə  
3 – vakuüm cihazlarında  
4 – qazlarda

- A) ionların nizamlı hərəkəti nəticəsində – 2 və 4;  
elektronların nizamlı hərəkəti nəticəsində – 1, 3 və 4  
B) ionların nizamlı hərəkəti nəticəsində – 2 və 3;  
elektronların nizamlı hərəkəti nəticəsində – 1 və 4  
C) ionların nizamlı hərəkəti nəticəsində – 4;  
elektronların nizamlı hərəkəti nəticəsində – 1, 2, 3 və 4  
D) ionların nizamlı hərəkəti nəticəsində – 1, 2, 3 və 4;  
elektronların nizamlı hərəkəti nəticəsində – 4  
E) ionların nizamlı hərəkəti nəticəsində – 1, 3 və 4;  
elektronların nizamlı hərəkəti nəticəsində – 2 və 3.

## 2

## MAQNİT SAHƏSİ

## 2.1 MAQNİT HADİSƏLƏRİ. SABİT MAQNİTLƏR

Yəqin ki, rast gəlmisiniz: bəzi ustalar iş görəkən istifadəsi rahat olsun və yerə düşüb itməsin deyə kiçikölçülü dəmir alət və vasitələri, məsələn, vint, mismar, bolt, qayka və s-ni “maqnit bilərziyə” yapışdırırlar.



- Maqnit nədir, ondan daha hərələrdə istifadə olunduğunu müşahidə etmisiniz?
- Maqnit hansı cisimləri özünə cəzb edir, hansıları cəzb etmir?
- Maqnit necə əldə edilir, o hansı xassələrə malikdir?

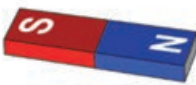


Qədim yunanlar dəmir cisimləri özünə cəzb edən xüsusi bir mineralın mövcud olduğunu bilirdilər. *Maqnit* kimi tanıdığımız həmin minerallar e.ə. 600-cü illərdə Türkiyənin şimalında yerləşən Maqneziya şəhəri yaxınlığındakı dəmir mədənlərindən çıxarılırdı (“*maqnit*” sözü yunanca “*Maqneziyadan olan daş*” deməkdir). Sonralar insanlar maqnit hadisələrini *maqnetizm*, maqnit mineralları isə *təbii maqnitlər* adlandırdılar. Onlar məişət ehtiyaclarını ödəmək üçün müxtəlif formalı süni, *sabit maqnitlər* hazırlamağı öyrəndilər.

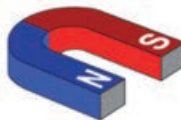
• *Maqnit xassəsini uzun müddət özündə saxlayan maddələr sabit maqnitlər* və ya, *sadəcə, maqnitlər* adlanır.

Fizika laboratoriyasında ən çox düz, nalşəkilli və halqəşəkilli sabit maqnitlərdən istifadə olunur (a).

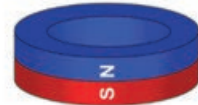
(a)



Düz maqnit



Nalşəkilli maqnit



Halqəşəkilli maqnit

## Araşdırma 1

### Maqnit xassəli cisim.

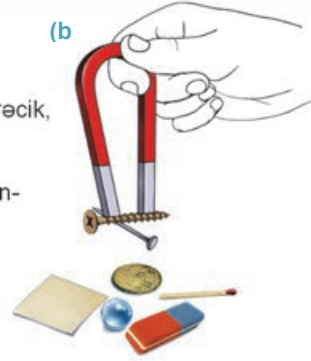
**Təchizat:** sabit maqnit, müxtəlif cisimlər: şurup, şüşə kürecik, mismar, qəpik, kağız parçası, pozan, kibrit dənəsi və s.

### İşin gedişi:

Maqnitə masa üzərinə səpələnmiş müxtəlif cisimlərə yaxınlaşdırın (b). Hansı cisimlərin maqnitə cəzb olunduğunu, hansıların isə cəzb olunmadığını araşdırın.

### Nəticəni müzakirə edin:

- Maqnitə cisimlərə yaxınlaşdırdıqda hansı cisimlər ona cəzb olundu, hansı cisimlər isə masanın üzərində qaldı? Nə üçün?



Tərkibi dəmir, polad, nikel, çuqundan ibarət olan cisimlər maqnitə cəzb olunur. Maqnit mis və alüminiumdan hazırlanan cisimləri zəif cəzb etdiyi halda, şüşə, taxta və plastmasdan hazırlanan cisimləri isə cəzb etmir.

## Sabit maqnitlər hansı xassələrə malikdir?

## Araşdırma 2

### Maqnitin hansı hissəsində maqnit təsiri daha böyükdür?

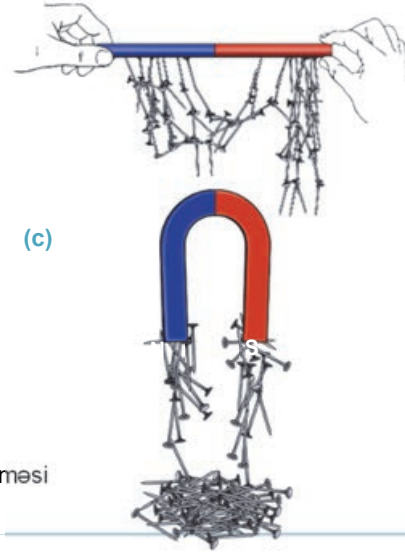
**Təchizat:** düz və nalşəkilli maqnitlər, mismar və ya şurup dənələri.

### İşin gedişi:

Mismarları masa üzərinə səpələyin. Maqnitləri növbə ilə mismarlara toxunana qədər yaxınlaşdırıb yuxarı qaldırın və onların hansı hissəsinə daha çox mismar yapışdığını izləyin (c).

### Nəticəni müzakirə edin:

- Maqnitlərin hansı hissəsinə daha çox mismar cəzb olundu, hansı hissəsinə isə heç cəzb olunmadı?
- Təcrübə zamanı mismarların bir-birini cəzb etməsi hadisəsindən hansı nəticəyə gəlmək olar?



- *Maqnitdə maqnit təsiri daha güclü olan yerlər onun **qütbləri** adlanır.*

Maqnitin qütblərindən uzaqlaşdıqca onun hissələrinin maqnit təsiri də zəifləyir, həmin hissələr, məsələn daha az mismar cəzb edir. Düz maqnitin orta hissəsində maqnit sahəsi ən zəif maqnit təsirinə malikdir.

Araşdırmadan məlum oldu ki, maqnitlərin dəmir cisimləri, məsələn, dəmir mismarları maqnitləndirə bilmək xassəsi vardır. Maqnitlənən mismarlar digər mismarları da özlərinə cəzb edir.

## Maqnitin neçə qütbü var və onlar necə təyin edilir?

### Araşdırma 3

#### Maqnitin qütblərinin təyin edilməsi.

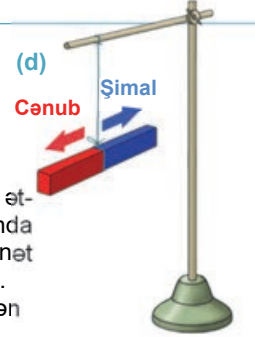
**Təchizat:** dielektrik ştativ, ipək sap, düz maqnit.

#### İşin gedişi:

1. Maqnit dielektrik ştativdən üfüqi vəziyyətdə elə asın ki, o, sap etrafında sərbəst fırlana bilsin (diqqət edin ki, maqnitin yaxınlığında dəmir əşyalar olmasın). Bu zaman sapdan asılan maqnitin sükunət vəziyyətində uclarının hansı istiqamətdə durduğuna diqqət edin.
2. Maqnit azacıq fırlatmaqla tarazlıqdan çıxarın və onun yenidən sükunət halını aldığı vəziyyəti izləyin (d).

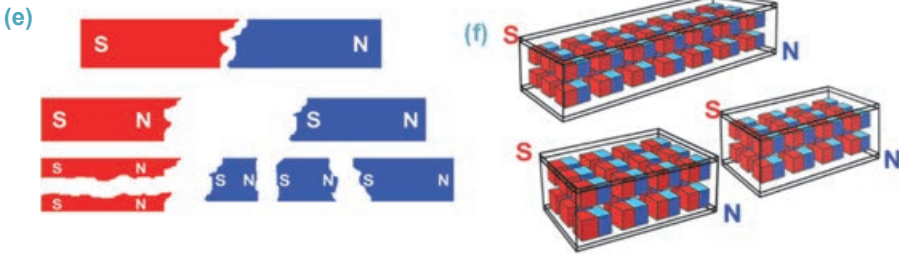
#### Nəticəni müzakirə edin:

- Sapdan asılan maqnit sükunət halında hansı vəziyyət alır: onun ucları Yerin hansı qütbünə yönəlir?



Araşdırmadan görünür ki, sapdan asılan maqnit hansı istiqamətdə fırladılmasına baxmayaraq, o, bütün hallarda eyni vəziyyət – şimal-cənub istiqamətini alır. Bu onunla əlaqədardır ki, Yer kürəsi iki maqnit qütbünə malikdir (bax: dərs 2.4). Ona görə də Yerin Şimal coğrafi qütbünə istiqamətlənən maqnit qütbü şimal (N – *ingilis sözü* “North”), Yerin Cənub coğrafi qütbünə istiqamətlənən maqnit qütbü isə cənub (S – *ingilis sözü* “South”) adlandırıldı. Adətən maqnitlərin qütblərini fərqləndirmək üçün onlar iki rənglə boyanır: şimal (N) tərəfi göy (və ya ağ), cənub (S) tərəfi isə qırmızı. Rənglərin sərhədi maqnitin orta xəttinə uyğundur.

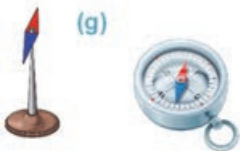
**Yalnız bir qütbü olan maqnit mövcuddurmu?** Maqnit ixtiyari istiqamətdə iki (və ya daha çox) hissəyə bölünərsə, bu hissələr, hər biri – *şimal və cənub qütblərindən ibarət kiçik maqnitə çevrilər* (e). Bu o deməkdir ki, ixtiyari maqnit hər biri iki qütbdən ibarət çoxlu sayda kiçik maqnitlərdən ibarətdir (f).



*Hər bir maqnitin mütləq iki qütbü olur: şimal (N) və cənub (S). Maqnitlərin müxtəlifadlı qütbləri bir-birini cəzb edir, eyniadlı qütbləri isə bir-birini itələyir.*

Maqnitin bu xassəsindən praktikada geniş istifadə olunur, məsələn, *maqnit əqrəbində*.

*Maqnit əqrəbi* – iki qütbə malik kiçik sabit maqnitdir. O, yüngül polad lövhədən hazırlanır. Əqrəbin ortasında şüşədən yataq vardır. Bu yataq itiüclü milə söykənir, onun sayəsində əqrəb üfüqi müstəvidə istənilən tərəfə asanlıqla dönür. Əqrəbin şimal qütbü Yer kürəsinin Şimal, cənub qütbü isə Yerin Cənub coğrafi qütbünə doğru yönəlir. *Kompasın* əsas hissəsi maqnit əqrəbidir (g).



### Maddənin maqnit xassəsi temperaturdan necə asılıdır?

Sabit maqnit müəyyən temperatūra qədər qızdırdıqda o, maqnit xassəsini itirir.

• *Sabit maqnitlərin maqnit xassələrini itirdiyi temperatur Küri nöqtəsi adlanır.*

*Məsələn, dəmir üçün Küri nöqtəsi 769 °C temperaturdur.*

Qeyd edək ki, sabit maqnitlərin yuxarıda tanış olduğunuz bu xassələri müxtəlif alimlər tərəfindən aparılan çoxsaylı araşdırmalar nəticəsində aşkarlanmışdır. Onlardan biri – ingilis həkimi Vilyam Hilbertdir.

### Yaradıcı tətbiqetmə

#### Araşdırma 4

**Maqnitin qütbləri bir-birinə necə təsir edir?**

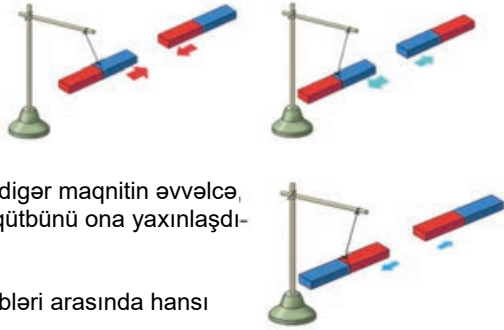
**Təchizat:** dielektrik ştativ, iki düz maqnit, ipək sap.

**İşin gedişi:**

Maqnitlərdən birini sapla ştativdən asın, digər maqnitin əvvəlcə, müxtəlifadlı qütbünü, sonra isə eyniadlı qütbünü ona yaxınlaşdırın. Hadisəni müşahidə edin.

**Nəticəni müzakirə edin:**

• Maqnitlərin eyniadlı və müxtəlifadlı qütbləri arasında hansı qarşılıqlı təsir yarandı?



Vilyam Hilbert  
(1544–1603)  
İngilis həkimi

• O, 1600-cü ildə nəşr etdirdiyi “Maqnit, maqnit cisimləri və böyük maqnit – Yer haqqında” adlı kitabında sabit maqnitlərin xassələrini şərh etmişdir.

#### Nə öyrəndiniz?

• Verilən açar sözlərdən istifadə edərək iş vərəqində sabit maqnitin xassələrinə dair öyrəndiyiniz məlumatları yazın.

#### Açar sözlər

• sabit maqnit • maqnit qütbü • şimal maqnit qütbü • cənub maqnit qütbü • birqütblü maqnit • Küri nöqtəsi • maqnitin orta xətti •

#### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Süni maqnitlər təbii maqnitlərdən nə ilə fərqlənir? Nümunə göstərin.
2. Maqnitlər arasında hansı xarakterli qarşılıqlı təsirlər ola bilər?
3. Birqütblü maqnit almaq mümkündürmü?
4. Maqnitin qütbləri məlum olmadıqda onları necə təyin etmək olar?
5. Sabit maqnitin əsas xassələrini sadalayın.



Aparılan tarixi araşdırmalardan məlum olmuşdur ki, ilk dəfə VII-VIII əsrlərdə çin kahinləri müşahidə etmişlər ki, ipək sapdan asılan maqnitlənmiş dəmir iynə həmişə Qütb ulduzu istiqamətinə – Yerin şimal-şərqiyyə doğru dönür. Maqnitlənmiş metalın bu xassəsi XI əsrdə əvvəlcə Çində, sonra isə Ərəbistanda gəmi kompasının ixtirası ilə nəticələndi. O, mis və ya taxta lövhə üzərində sərbəst fırlanabilən maqnitlənmiş metal qaşığıdan ibarət idi. Qaşığın hansı istiqamətə fırladılmasından asılı olmayaraq, onun dəstəyi həmişə Yerin cənub qütbü istiqamətində dururdu. Avropada isə kompas XV əsrdə tətbiq olunmağa başlanmışdır.



- Maqnitlər və ya maqnitlənmiş cisimlər arasında maqnit sahəsi necə yaranır?
- Təbiətdə maqnit sahəsinin mənbəyi olan maqnit yükü varmı?

### Araşdırma 1

#### Erstedin kəşfi

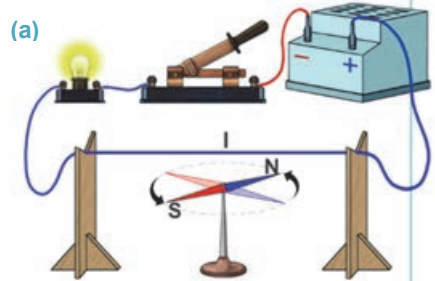
**Təchizat:** cərəyan mənbəyi, iti dayaq üzərində olan maqnit əqrəbi, taxta altlıq (2 əd.), lampa, açar və birləşdirici naqillər.

#### İşin gedişi:

1. Şəkildə təsvir olunduğu kimi elektrik dövrəsi yığın. Açarı açıq halında maqnit əqrəbinin vəziyyətinə diqqət edin.
2. Açarı qapayın və dövrədən elektrik cərəyanının keçməsi zamanı baş verən hadisəni izləyin (a).
3. Dövrəni açın və maqnit əqrəbinin aldığı vəziyyətə diqqət yetirin.

#### Nəticəni müzakirə edin:

- Dövrənin açıq halında maqnit əqrəbinin şimal və cənub qütbləri hansı istiqamətə yönəlmişdir?
- Dövrədən cərəyan keçdikdə maqnit əqrəbinin vəziyyətində nə kimi dəyişiklik müşahidə olundu? Nə üçün?



Sizin icra etdiyiniz bu araşdırmanı ilk dəfə 1820-ci ildə Danimarka alimi Hans Ersted aparmışdır: dövrədə cərəyan olmadıqda maqnit əqrəbi Yerin Şimal və Cənub qütblərinə doğru istiqamətlənir. Naqili əqrəbə paralel yerləşdirib dövrəni qapadıqda maqnit əqrəb 90° dönərək cərəyanlı naqilə perpendikulyar vəziyyət alır. Dövrəni açdıqda isə əqrəb yenidən başlanğıc vəziyyətinə qayıdır. Bununla da Ersted cərəyanlı naqilin öz ətrafında maqnit sahəsi yaratdığını kəşf edir. Ersted təcrübəsinə əsasən, fransız fiziki Andre Amper “dairəvi molekulyar cərəyanlar” fərziyyəsini irəli sürür. Bu fərziyyəyə görə, təbiətdə maqnit sahəsini yaradan “maqnit yükü” mövcud deyil, atom və molekullar daxilində elementar dairəvi cərəyanlar mövcuddur. Sonralar müəyyən edildi ki, elementar cərəyanlar atomdakı elektronların öz orbitləri boyunca hərəkətləri nəticəsində yaranır. Milyonlarla elementar cərəyanların dövr etdikləri müstəvilər bir-birinə nəzərən nizamlı yerləşdikdə onların yaratdıqları elementar maqnit

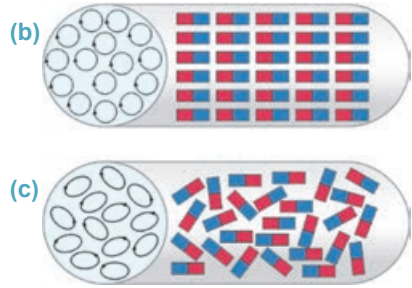


sahələri toplanır. Nəticədə maddələr maqnit xassəsi kəsb edir (b), məsələn, sabit maqnitlər və maqnit sahəsinin təsiri ilə maqnitlənən dəmir, polad və s. cisimlər. Elementar cərəyan müstəviləri nizamsız yerləşdikdə onların yaratdığı elementar maqnit sahələri bir-birinin təsirini kompensasiya edib neytrallaşdırır (c). Belə maddələr maqnit xassəsinə malik olmur, məsələn, şüşə, rezin, taxta, plastmas və s.

Qeyd edək ki, müəyyən hesablama sistemində nəzərdən sükunətdə olan elektrik yükləri öz ətraflarında yalnız elektrik sahəsi yaradır, bu yüklər istiqamətlənmiş hərəkətə gələrsə, onlar ətraflarında həm elektrik, həm də maqnit sahəsi yaradır.

*Maqnit sahəsi – hərəkətdə olan elektrik yüklərinin yaratdığı materiya növüdür.*

Maqnit sahəsi də elektrik sahəsi kimi “görünmür”, onu maqnit xassəli cisimlərə göstərdiyi təsirə əsasən aşkar etmək olur.



## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 2

#### Maqnit sahəsinin təsiri.

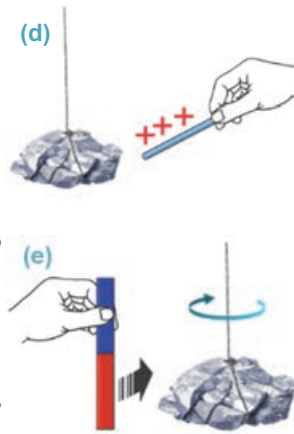
**Təchizat:** düz maqnit, maqnetit, şüşə çubuq, ipək parça.

#### İşin gedişi:

1. Şüşə çubuğu ipək parçaya sürtməklə elektrikliendirib sapdan asılan maqnetitə yaxınlaşdırın. Müşahidə etdiyiniz hadisənin səbəbi üzərində düşünün (d).
2. Düz maqnitin qütblərindən birini, məsələn, şimal qütbünü müəyyən məsafədən sapdan asılan maqnetitə yaxınlaşdırın və baş verən hadisəni diqqətlə izləyin (e).

#### Nəticəni müzakirə edin:

- Elektriklənmiş çubuğu sapdan asılan maqnetitə yaxınlaşdırdıqda nə müşahidə etdiniz?
- Hansı maqnitin maqnit sahəsi digər maqnitə təsir göstərir: düz maqnitin, yoxsa sapdan asılan maqnetitin? Cavabınızı əsaslandırın.



### Nə öyrəndiniz?

- İş vərəqində verilən açar sözlərin mənasını şərh edin.

**Açar sözlər:** • maqnit sahəsi • dairəvi molekulyar cərəyanlar • Ersted təcrübəsi • maqnit sahəsinin mənşəyi •

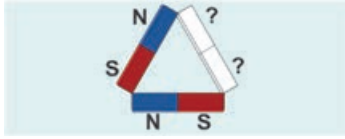
### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Naqildən cərəyan keçdikdə hansı fiziki sahə yaranır?
2. Amper fərziyyəsinin mahiyyəti nədən ibarətdir? Bu fərziyyəyə görə, maqnitlər qeyri-maqnitlərdən nə ilə fərqlənir?
3. Maqnit sahəsinin mənşəyi nədir? O, elektrik sahəsinin mənşəyindən nə ilə fərqlənir?

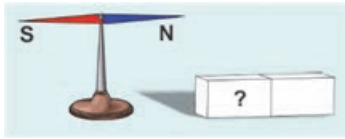
## Çalışma

### 2.1

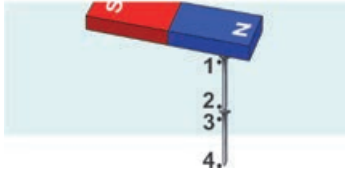
1. Şəkilə təsvir olunan maqnit “dövrəsin-də” naməlum maqnitin qütblərini təyin edin.



2. Dəmir çubuğun maqnitləndiyini necə təyin etmək olar: ipək sapla, kompasla, şüşə çubuqla, yoxsa dəmir tozu ilə?
3. Maqnit əqrəb düz maqnitin yaxınlığına gətirildikdə o, şəkiləki vəziyyəti alır. Düz maqnitin qütblərini təyin edin.



4. Maqnitlənmiş mismarların 1, 2, 3 və 4 hissələrində maqnit qütblərini təyin edin.



5. İki iynə sapdan asılmışdır. Onlara maqnit yaxınlıdırıb-uzaqlaşdırdıqda bir-birindən itələndilər. Nə üçün?



6. Maqnitlərin qütbləri bir-biri ilə hansı qarşılıqlı təsirdədir?

- A) Eyniadlı qütblər bir-birini cəzb edir, müxtəlifadlı qütblər itələnilir.  
B) Həm eyniadlı, həm də müxtəlifadlı qütblər itələnilir.  
C) Həm eyniadlı, həm də müxtəlifadlı qütblər cəzb olunur.  
D) Eyniadlı qütblər bir-birini itələyir, müxtəlifadlı qütblər cəzb olunur.  
E) Eyniadlı qütblər bir-birinə təsir etmir, müxtəlifadlı qütblər cəzb olunur.

## 2.3

### MAQNİT SAHƏSİNİN İNDUKSİYASI

Məlumdur ki, elektrik sahəsinin bu sahəyə gətirilən yükə təsiri elektrik sahəsinin intensivliyi ilə müəyyən edilir. Elektrik sahəsinin intensivliyi vektorial kəmiyyət olub bu sahədəki müsbət yükə təsir edən elektrik qüvvəsinin istiqamətində yönəlir. Maqnit sahəsi də bu sahəyə gətirilən maqnitə təsir göstərir, deməli, onun da qüvvə xarakteristikası var.



- Maqnit sahəsinin qüvvə xarakteristikası elektrik sahəsinin intensivliyindən nə ilə fərqlənir?
- O hansı istiqamətə yönəlir, bu istiqamətə necə müəyyənləşdirmək olar?

## Araşdırma 1

### Maqnit sahəsinin təsir qüvvəsinin istiqamətini müəyyənləşdirək.

**Təchizat:** düz maqnit, kiçik maqnit əqrəbi (6–8 ədəd), taxta dayaq.

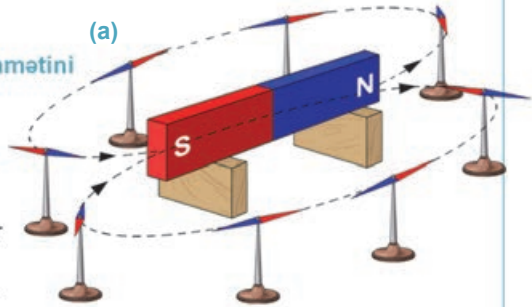
#### İşin gedişi:

1. Düz maqnitə dayaq üzərində yerləşdirin (diqqət edin ki, yaxınlıqda dəmir əşyalar olmasın). Maqnit əqrəblərini düz maqnitin sahəsində müxtəlif nöqtələrdə yerləşdirin.

2. İş vərəqində əqrəblərin maqnit sahəsinin təsiri ilə aldığı vəziyyəti (a) qırıq xətlərlə təsvir edin.

#### Nəticəni müzakirə edin:

- Düz maqnitin sahəsində maqnit əqrəblərinin aldığı vəziyyətdə hansı qanunauyğunluq müşahidə etdiniz?
- Maqnit sahəsinin təsir qüvvəsinin istiqaməti haqqında nə kimi fərziyyəni var?

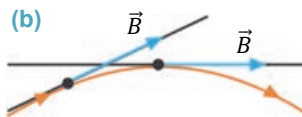


**Maqnit sahəsinin qüvvə xarakteristikası.** *Maqnit sahəsinin qüvvə xarakteristikası şərti olaraq maqnit sahəsinin induksiyası (və ya maqnit induksiyası) qəbul edilmişdir. O,  $\vec{B}$  hərfi ilə işarə edilir və maqnit sahəsinin bu sahədə yerləşən maqnitə (və ya maqnit xassəli cismə) təsirini xarakterizə edir. Maqnit induksiyası vektorial fiziki kəmiyyətdir.*

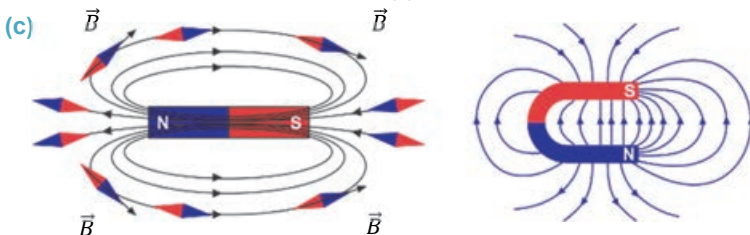
• **Maqnit sahəsinin induksiya vektorunun istiqaməti** – bu sahənin verilmiş nöqtəsində yerləşən maqnit əqrəbinin şimal qütübünün yönəldiyi istiqamətdədir.

**Maqnit induksiya xətləri.** Bilirsiniz ki, maqnit sahəsi görünür, lakin onun mənzərəsini *maqnit induksiya xətləri* (və ya maqnit qüvvə xətləri) ilə modelləşdirmək olur:

• **Maqnit induksiya xətləri** maqnit sahəsinin elə xətləridir ki, bu xətlərin hər bir nöqtəsinə çəkilən toxunan həmin nöqtədə  $\vec{B}$  maqnit induksiya vektoru ilə üst-üstə düşür (b).



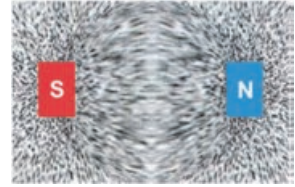
Maqnit sahəsində maqnit əqrəblərinin əmələ gətirdiyi “zəncirlər” maqnit induksiya xətlərinin formasını verir. Maqnit induksiya xətləri maqnitin xaricində onun şimal qütübündən çıxır və cənub qütübünə daxil olur. Maqnitin daxilində isə maqnit induksiya xətləri davam edir və qapanır. Şəkildə düz və nalşəkilli maqnitlərin maqnit induksiya xətlərinin sxemi təsvir edilmişdir (c).



• *Maqnit sahəsi burulğandır: maqnit induksiya xətləri həmişə qapalıdır, onların nə başlanğıcı, nə də sonu var.*

Aydındır ki, maqnit sahəsinin ixtiyari nöqtəsindən yalnız bir induksiya xətti keçirmək olar, çünki maqnit sahəsinin induksiyası fəzanın ixtiyari nöqtəsində müəyyən istiqamətə malikdir. Bu o deməkdir ki, maqnit induksiya xətləri heç vaxt kəşmir.

Maqnit induksiya xətlərinin mənzərəsini dəmir tozu (yonqarı) vasitəsilə daha aydın görmək olur. Belə ki, sabit maqnit sahəsinə səpilən dəmir tozunun hər dənəciyi kiçik maqnit əqrəbinə çevrilir, sahənin təsiri ilə induksiya xətləri boyunca səmtləşir. Dəmir tozlarının yaratdığı bu mənzərə maqnit sahəsinin induksiya xətlərinin əyani təsvirini verir (d). Bu təsvir “**maqnit spektri**” adlanır. Bəzi hallarda elə maqnit sahəsi yaratmaq olur ki, onun maqnit induksiya xətləri bir-birinə paralel olub eyni sıxlıqda paylanır. Belə sahə *bircins maqnit sahəsi* adlanır. Bircins maqnit sahəsinə misal kimi nalşəkilli maqnitin qolları arasındakı sahəni göstərmək olar (bax: c).



(d) Maqnit spektri

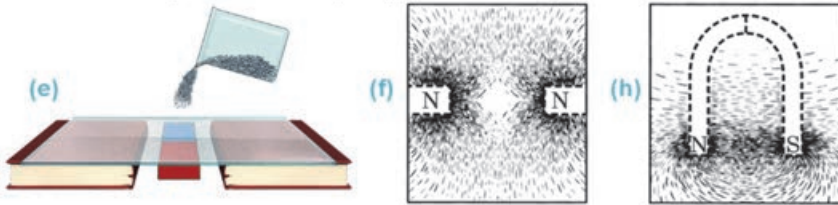
## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 2

#### Maqnit induksiya xətlərinin mənzərəsinin alınması.

**Təchizat:** düz maqnit (2 əd.), nalşəkilli maqnit, şüşə lövhə, dəmir tozu.

**İşin gedişi:** 1. Şüşə lövhəni iki kitab üzərində, düz maqnitə isə lövhənin altında yerləşdirin. Lövhənin səthinə dəmir tozu səpin (e) və onun kənarını qələmlə döyəcəyiniz. Dəmir tozlarının yaratdığı “maqnit spektri”ni müşahidə edin (bax: d). 2. Lövhənin altında iki düz maqnitin eyniadlı qütbləri olan uclarını, məsələn, iki şimal (N) qütbünü yerləşdirib təcrübəni təkrarlayın və alınan “maqnit spektri”ni əvvəlki təsvirə müqayisə edin (f). 3. Lövhənin altında nalşəkilli maqnit yerləşdirib təcrübəni bir daha təkrarlayın və maqnit sahəsinin təsiri ilə yaranan mənzərəni müşahidə edin (h). 4. Hər üç təcrübədə dəmir tozlarının maqnit sahəsinin təsiri ilə əmələ gətirdikləri “maqnit spektri”ni iş vərəqinə köçürün.



#### Nəticəni müzakirə edin:

- Alınan “maqnit spektrləri” arasında nə kimi fərq müşahidə olunur?
- “Maqnit spektrləri”nin formasında hansı qanunauyğunluqları müəyyənləşdirdiniz?

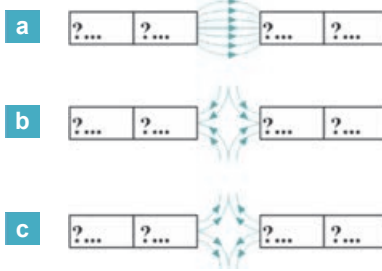
#### Nə öyrəndiniz

• İş vərəqində verilən açar sözlərin mənasını şərh edin.

Açar sözlər: • maqnit induksiyası • maqnit induksiyasının istiqaməti • maqnit induksiya xətləri • maqnit spektri • bircins maqnit sahəsi •

## Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Maqnit induksiyasının istiqaməti olaraq nə qəbul edilmişdir?
2. Elektrik və maqnit sahələrinin qüvvə xarakteristikalarının müqayisəsini verin: onlarda oxşar və fərqli cəhətlər hansılardır?
3. Maqnit induksiya xətlərinin formasına əsasən sabit maqnitlərin qütblərini təyin edin.



## 2.4 YERİN MAQNİT SAHƏSİ

Bilirsiniz ki, yaxınlıqda maqnit xassəli cisimlər olmadıqda ipək sapdan asılan düz maqnit və ya kompasın maqnit əqrəbi elə səmtləşir ki, onların şimal qütbü həmişə Yerın coğrafi Şimal qütbünə, cənub qütbü isə Yerın coğrafi Cənub qütbünə istiqamətlənmiş vəziyyət alır.



- Kompas əqrəbinin qütblərinin Yer kürəsinin Şimal və Cənub qütblərinə doğru istiqamətlənməsinin səbəbi nədir?
- Yer kürəsinin bütün nöqtələrində kompasın əqrəbi mütləq eyni istiqamətə səmtləşir?

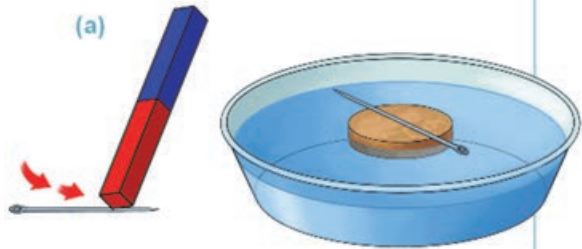
### Araşdırma 1

#### Kompas hazırlaya bilərsinizmi?

**Təchizat:** sabit maqnit, iynə, içərisində su olan şüşə qab, mantar, kompas.

#### İşin gedişi:

1. Mantarı suyun səthində yerləşdirin.
2. Maqnitə 20–25 dəfə iynəyə sürtün. Bu üsulla maqnitləndirdiyiniz iynəni mantarın üzərində yerləşdirin. Siz artıq “kompas” hazırladınız.
3. Kompas “əqrəbinin” mantarı necə hərəkətə gətirdiyini və uclarının səmtləşməsinə araşdırın (a).
4. Kompas “əqrəbini” mantarla birlikdə fırladın. “Əqrəb” dayandıqdan sonra onun uclarının hansı istiqamətə yönəldiyinə diqqət edin.



#### Nəticəni müzakirə edin:

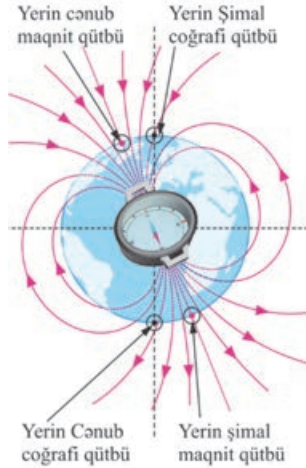
- Hazırladığınız kompas “əqrəbinin” şimal və cənub qütblərini necə müəyyənləşdirmək olar?
- Kompasın fırlatdığınız “əqrəbi” dayandıqdan sonra onun ucları hansı istiqaməti aldı? Nə üçün?

Maqnit əqrəbləri Yerin hər bir nöqtəsində (Yerin qütblərindən və dəmir filizi ilə zəngin yerlərdən başqa) daim onun şimal və cənub qütblərinə doğru istiqamətlənir. Bu onu göstərir ki, planetimiz maqnit xassəsinə malikdir və ətrafında güclü maqnit sahəsi yaradır. Yerin maqnit şimal qütbü onun coğrafi Cənub qütbünün yaxınlığında (Antarktidada), maqnit cənub qütbü isə coğrafi Şimal qütbünün yaxınlığında (Kananın şimalında) yerləşir (b).

**Maqnitofər.** Yer kürəsinin maqnit sahəsi onun *maqnitoferi* adlanır (c). Maqnitofər, onun mövcudluğunu ilk dəfə təyin edən ABŞ astrofiziki Ceyms Alfred Van Allenin şərəfinə “Van Allen qurşaqları” adlandırılır. Yer səthindən başlayaraq on minlərlə kilometr uzaqlıqda olan “Van Allen qurşaqları” Yerdəki canlıları kosmosdan və Günəşdən gələn məhvedici enerjidən, zərərli kosmik şüalardan qoruyan “sipər” rolunu oynayır (d).

Qeyd edək ki, Günəş sistemində Yerdən başqa Merkuri, Yupiter və Saturn planetlərində də maqnit sahəsi aşkar edilmişdir. Ay maqnit sahəsinə malik deyildir.

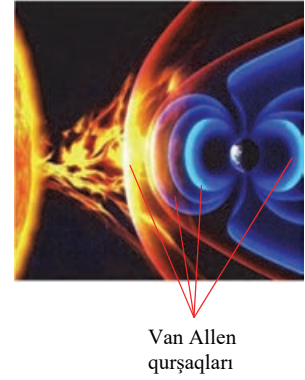
(b)



(c)



(d)

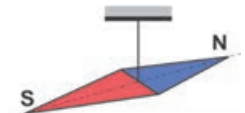


**Maqnit qasırğası.** Günəş atmosferində güclü partlayışlar baş verdikdə kosmik fəzaya atılan sürətli yüklü zərrəciklərin bir hissəsi “Van Allen qurşaqları”nı keçərək Yer atmosferinə daxil ola bilər. Nəticədə bu zərrəciklərin yaratdığı maqnit sahəsi Yerin maqnit sahəsinə təsir edərək onu gücləndirir – maqnit qasırğası baş verir. Maqnit qasırğası zamanı radiorabitədə pozulmalar yaranır, insanların səhhəti pisləşir, Şimal qütbünə yaxın ərazilərdə isə qütb parıltısı və s. baş verir.

## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 2

**Məsələ.** Yerin şimal, yaxud cənub maqnit qütblərində sapdan asılan maqnit əqrəbi hansı istiqamətə səmtləşər?





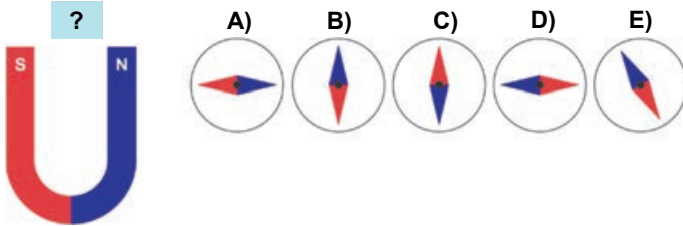
## Nə öyrəndiniz ?

## • Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

1. Kompas əqrəbinin şimal qütbü ona görə Yer in coğrafi şimalına istiqamətlənir ki, ...
2. Kompas əqrəbinin cənub qütbü ona görə Yer in coğrafi cənubuna istiqamətlənir ki, ...
3. "Van Allen qurşaqları" Yer kürəsini ...
4. "Maqnit qasırgası" ...

## Öyrəndiklərinizi yoxlayın

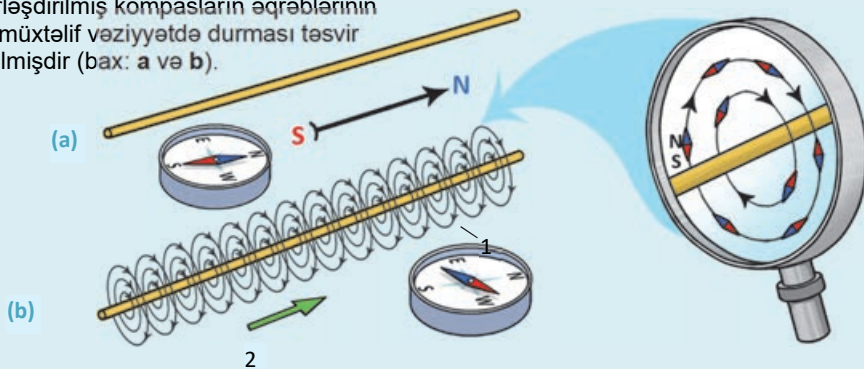
1. Nalşəkilli maqnitin qolları arasında kompasın əqrəbi necə səmtləşər?



2. Yer in maqnit sahəsi yox olsaydı, nə baş verərdi?
3. Maqnit qasırgasının yaranma səbəbi nədir?
4. Kompas əqrəbinin qütbləri Ayın səthində hansı istiqamətə yönələr?

## 2.5 CƏRƏYANLI DÜZ NAQILIN MAQNİT İNDUKSİYASI

Şəkillərdə düz naqillər və yaxınlığında yerləşdirilmiş kompasların əqrəblərinin iki müxtəlif vəziyyətdə durması təsvir edilmişdir (bax: a və b).



- Kompasların əqrəblərinin müxtəlif vəziyyətdə durmasının səbəbini necə izah etmək olar?



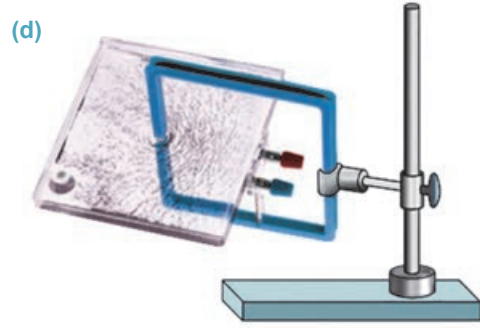
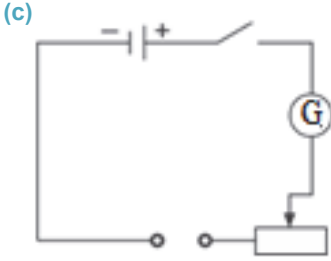
## Araşdırma 1

### Cərəyanlı düz naqilin maqnit induksiya xətləri.

**Təchizat:** "Maqnit sahəsi" laboratoriya dəsti, sabit cərəyan mənbəyi, qalvometr, reostat, açar, dəmir tozu, maqnit əqrəbləri (4-5 ədəd), dielektrik ştativ, birləşdirici naqillər.

**İşin gedişi:**

1. Sxemdə göstərilən dövrəni yığın (c).
2. Laboratoriya dəstindən naqilin düz hissəsinə perpendikulyar bərkidilmiş müstəvi lövhədən ibarət qurğunu ştativə bərkidin (d).
3. Qurğunun sıxaclarını dövrənin açıq uçlarına birləşdirib açarı qapayın. Lövhənin səthində dəmir tozu səpələyib cərəyanlı düz naqilin maqnit sahəsinin qüvvə xətlərinin formasını müşahidə edin.
4. Açarı açın və dəmir tozunun əvəzinə naqilin ətrafında maqnit əqrəbləri yerləşdirin. Dövrəni qapayın və cərəyanın maqnit sahəsinin müxtəlif nöqtələrindəki induksiya vektorlarının istiqamətlərini təyin edin.
5. Naqildəki cərəyanın istiqamətini dəyişib (qurğunun sıxaclarına birləşdirilən naqillərin yerini dəyişməklə) təcrübəni maqnit əqrəbləri ilə təkrarlayın. Bu zaman maqnit induksiya vektorlarının istiqamətlərinə diqqət edin.

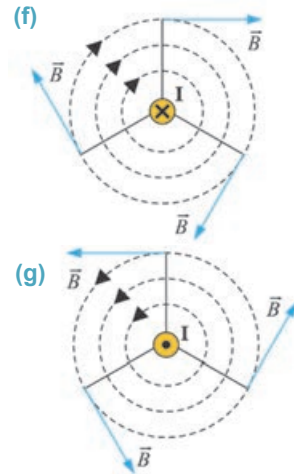
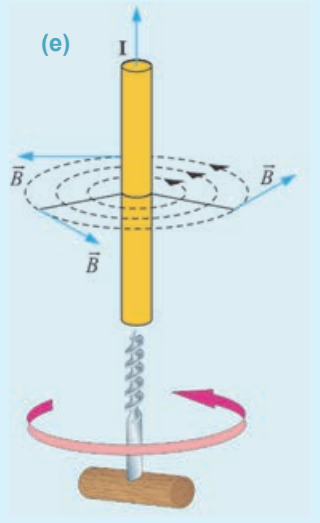


### Nəticəni müzakirə edin:

- Cərəyanlı düz naqilin maqnit induksiya xətləri hansı formaya malikdir?
- Naqildən şaquli aşağı və şaquli yuxarı istiqamətdə elektrik cərəyanı keçdikdə onun maqnit sahəsinin induksiya vektorlarının istiqaməti necə dəyişdi?

**Cərəyanlı düz naqilin maqnit induksiya xətləri.** Araşdırma göstərdi ki, cərəyanlı düz naqilin maqnit induksiya xətləri ona perpendikulyar olan müstəvilərdə qapalı konsentrik çevrələrdən ibarətdir. Naqildəki cərəyanın istiqamətini dəyişdikdə maqnit əqrəblərinin  $180^\circ$  döndüyü müşahidə olundu. Deməli, cərəyanın yaratdığı maqnit sahəsinin induksiya vektorunun istiqaməti naqildəki cərəyanın istiqamətindən asılıdır. Maqnit induksiyasının istiqamətini maqnit əqrəbindən istifadə olunmadan iki qayda ilə təyin etmək əlverişlidir: *sağ yivli burğuş qaydası* və *sağ əl qaydası*.

**Cərəyanlı düz naqil üçün sağ yivli burğu qaydası:** burğunun irəli-ləmə hərəkəti naqildəki cərəyan istiqamətində olarsa, onun dəstəyinin fırlanma istiqaməti bu cərəyanın yaratdığı maqnit induksiya vektorunun istiqamətini göstərəcəkdir (e).



Cərəyanlı düz naqil şəkil müstəvisinə perpendikulyar olarsa, o, sxemlərdə dairə içərisində nöqtə, yaxud dairə içərisində vurma işarəsi ilə göstərilir:

– cərəyan bizdən şəkil müstəvisinə perpendikulyardır, dairə içərisində vurma işarəsi kimi göstərilir (f);

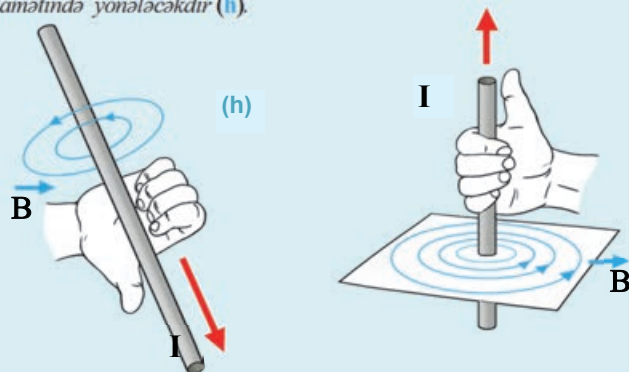
– əgər cərəyan şəkil müstəvisindən bizə doğru perpendikulyardır, dairə içərisində nöqtə işarəsi ilə göstərilir (g).

Cərəyanlı düz naqilin maqnit induksiya vektorunun istiqaməti burğu qaydası ilə müəyyən edilir:

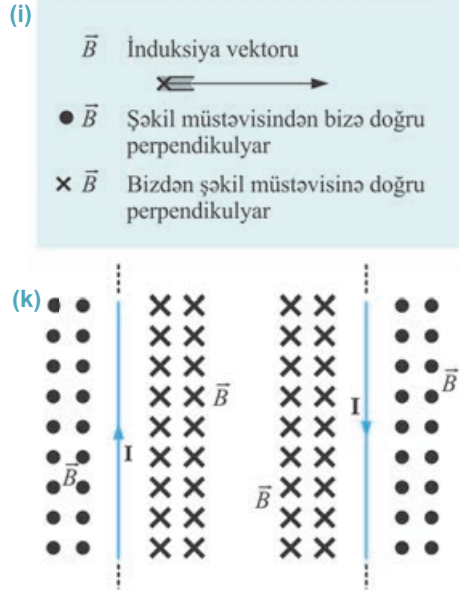
– bizdən şəkil müstəvisinə doğru perpendikulyar olan elektrik cərəyanının maqnit induksiya vektorunun istiqaməti mərkəzi cərəyanlı naqilin üzərində olan cəvrələr boyunca saat əqrəbinin hərəkəti istiqamətindədir (bax: f);

– şəkil müstəvisindən bizə doğru perpendikulyar olan elektrik cərəyanının maqnit induksiya vektoru isə mərkəzi cərəyanlı naqilin üzərində olan cəvrələr boyunca saat əqrəbi hərəkətinin əksi istiqamətindədir (bax: g).

**Cərəyanlı düz naqil üçün sağ əl qaydası:** əgər fikrən cərəyanlı düz naqil sağ əllə elə tutularsa ki, baş barmaq cərəyan istiqamətini göstərsin, bu halda bükülmüş dörd barmaq cərəyanın maqnit sahəsinin induksiya xətlərinin istiqamətində yönələcəkdir (h).



**Diqqət!** İnduksiya xətləri şəkil müstəvisinə perpendikulyar olan maqnit sahəsi sxemlərdə nöqtə və vurma işarələr sistemi ilə təsvir edilir. Əgər maqnit induksiya vektoru ox formasında təsvir edilərsə (i), şəkil müstəvisindən bizə doğru perpendikulyar yönələn maqnit induksiya xətləri nöqtələr sistemi ilə (biz sanki oxun ucunu görürük) təsvir edilir. Bizdən şəkil müstəvisinə perpendikulyar yönələn maqnit sahəsinin induksiya xətləri vurma işarələri ilə (biz sanki uzaqlaşan oxu arxadan görürük) təsvir edilir (bax: l). Məsələn, şəkil müstəvisində yerləşən cərəyanın yaratdığı maqnit sahəsinin naqilin sağ və sol hissələrində induksiya xətləri bu cərəyanın istiqamətindən asılı olaraq nöqtə və vurma işarələri ilə təsvir olunur (k). Bu işarələr burğu, yaxud sağ əl qaydasına əsasən təyin edilir.

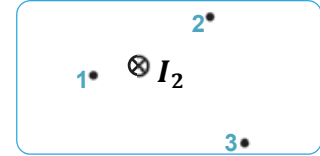
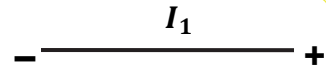


## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 2

**Məsələ.** Verilən təsvirləri iş vərəqinə köçürün və təyin edin:

- $I_1$  cərəyanının maqnit induksiya xətlərinin istiqamətini;
- $I_2$  cərəyanının maqnit sahəsinin 1, 2 və 3 nöqtələrində induksiya vektorunun istiqamətini.



### Nə öyrəndiniz?

• Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

- Cərəyanlı düz naqil üçün sağ əl qaydası: ...
- Cərəyanlı düz naqil üçün sağ yivli burğu qaydası: ...
- Şəkil müstəvisindən bizə doğru perpendikulyar yönələn maqnit induksiya xətləri ...
- Bizdən şəkil müstəvisinə perpendikulyar yönələn maqnit sahəsinin induksiya xətləri ...

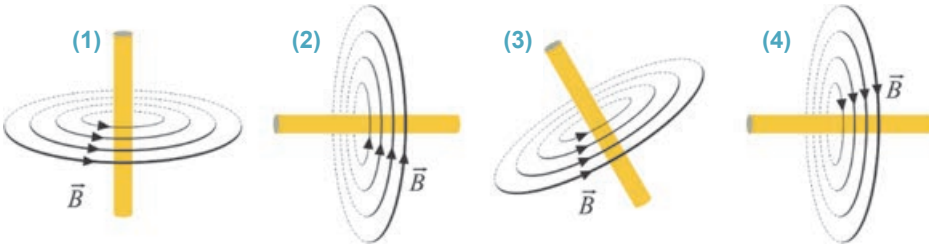
### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

- Cərəyanın yaratdığı maqnit sahəsinin induksiya xətlərinin istiqaməti nədən asılıdır?
- Cərəyanlı düz naqil üçün sağ əl qaydası necə ifadə olunur?
- Cərəyanlı düz naqil şəkil müstəvisinə perpendikulyar olduqda o, sxemlərdə necə təsvir edilir?
- Cərəyanlı düz naqil şəkil müstəvisinə perpendikulyar olduqda onun maqnit sahəsinin ixtiyari nöqtəsində induksiya vektoru hansı istiqamətə yönəlir?

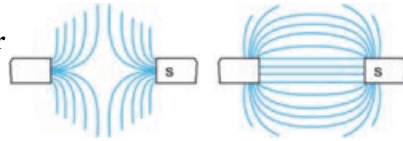
## Çalışma

## 2.2

1. Şəkilə dörd cərəyanlı naqilin maqnit induksiya xətlərinin sxemi təsvir edilmişdir. Naqillərdəki cərəyanların istiqamətini təyin edin.



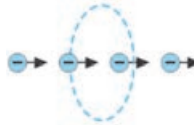
2. Şəkilə sabit maqnitlərin induksiya xətləri təsvir edilmişdir. İnduksiya xətlərinin istiqamətlərini və naməlum maqnit qütblərini təyin edin.



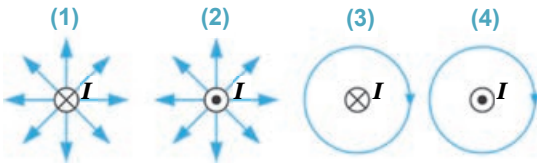
3. Şəkilə bircins maqnit sahəsinin induksiya vektorunun istiqaməti təsvir edilmişdir. Sahənin şimal qütbü şəkil müstəvisinin hansı hissəsində yerləşir: qarşısında, yoxsa arxasında?



4. Elektron dəstəsi şəkilə təsvir edildiyi kimi hərəkət edir. Elektron dəstəsinin yaratdığı maqnit sahəsinin induksiya xətlərinin istiqamətini təyin edin.



5. Cərəyanlı naqil şəkil müstəvisinə perpendikulyardır. Onun maqnit sahəsinin induksiya xətləri hansı sxemdə düzgün təsvir edilmişdir?



- A) 1 və 2  
B) yalnız 3  
C) 3 və 4  
D) 2 və 3  
E) 1 və 4

## 2.6

## DAİRƏVİ CƏRƏYANIN VƏ CƏRƏYANLI SARĞACIN MAQNİT SAHƏSİ



- Əgər cərəyanlı naqıl dairəvi formada olarsa, onun maqnit sahəsi düz naqıldəki cərəyanın maqnit sahəsindən nə ilə fərqlənər?
- Sarğac nədir? Cərəyanlı sarğacın maqnit induksiya xətlərinin mənzərəsini necə təsvir edə bilərsiniz?
- Cərəyanlı dairəvi naqilin və sarğacın induksiya xətlərinin istiqamətini necə müəyyənləşdirmək olar?

## Araşdırma 1

## Dairəvi cərəyanın maqnit spektri.

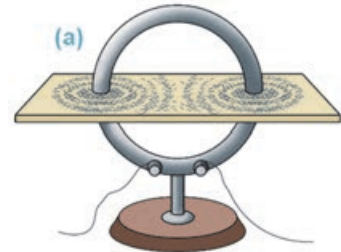
**Təchizat:** "Maqnit sahəsi" laboratoriya dəsti, sabit cərəyan mənbəyi, qalvanometr, reostat, açar, dəmir tozu, birləşdirici naqillər.

## İşin gedişi:

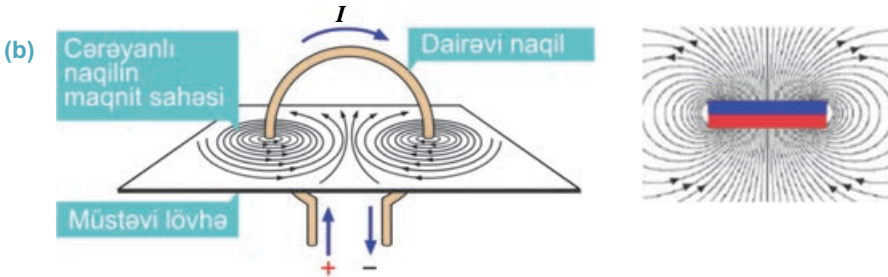
1. Ardıcıl sabit elektrik dövrəsi yığın (bax: səh. 60) və dairəvi naqilin sıxaqlarını bu dövrənin açıq uclarına birləşdirin.
2. Dairəvi naqıl müstəvisinin mərkəzindən keçməklə ona perpendikulyar bərkidilmiş lövhənin səthinə dəmir tozu səpələyib dövrəni qapayın. Lövhəni qələmlə astaca döyəcələyin və dairəvi cərəyanın maqnit spektrinin mənzərəsini araşdırın (a).
3. Dairəvi cərəyanın istiqamətini dəyişib baş verən hadisəni izləyin.

## Nəticəni müzakirə edin:

- Dairəvi cərəyanın maqnit spektri hansı formaya malikdir?
- Dairəvi cərəyanın istiqamətini dəyişdikdə nə müşahidə etdiniz?
- Dairəvi cərəyanın maqnit sahəsinin induksiya xətlərinin istiqamətini necə təyin etmək olar?



**Dairəvi cərəyanın maqnit sahəsi.** Dairəvi cərəyanın maqnit spektrinin mənzərəsi sabit maqnit diskinin induksiya xətlərinə oxşardır (b).

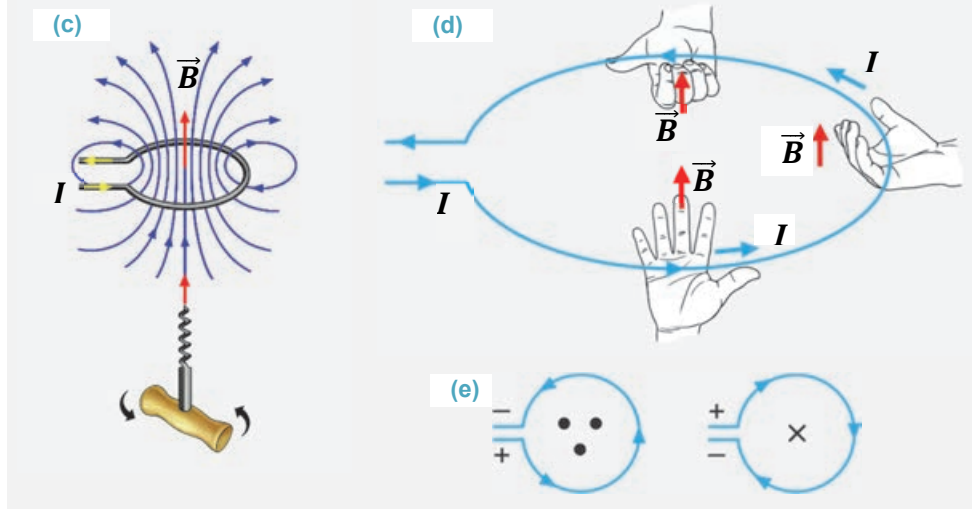


Dairəvi cərəyanın maqnit induksiyasının istiqamətini cərəyanın istiqaməti müəyyən edir və onu maqnit əqrəbi vasitəsilə asanlıqla təyin etmək olar. Maqnit əqrəbi olmadıqda isə bu məqsədlə sağ əl, yaxud sağ yivli burğu qaydasından istifadə etmək əlverişlidir.

**Dairəvi cərəyan üçün sağ yivli burğu qaydası:** burğunun dəstəyini dairəvi cərəyan istiqamətində burduqda burğunun irəliləmə hərəkətinin istiqaməti dairəvi cərəyanın daxilində maqnit sahəsinin induksiyasının istiqamətini göstərəcəkdir (c).

**Dairəvi cərəyan üçün sağ əl qaydası:** əgər fikrən dairəvi cərəyanın ixtiyari hissəsi sağ əllə elə tutularsa ki, baş barmaq həmin hissədə cərəyanın istiqamətini göstərsin, bu halda bükülmüş dörd barmaq həmin hissədə cərəyanın maqnit sahə induksiyasının istiqamətində olacaqdır (d).

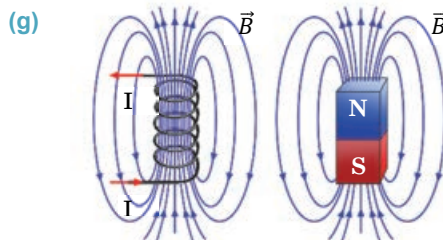
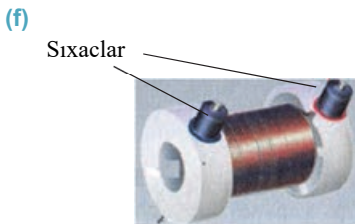
Dairəvi cərəyan müstəvisindən maqnit induksiya xətlərinin çıxdığı hissə onun maqnit sahəsinin şimal qütbü, induksiya xətlərinin daxil olduğu hissə isə cənub qütbüdür (e).



### Cərəyanlı sarğacın maqnit sahəsi.

**Sarğac nədir?** Sarğac izolyasiyalı naqilin qalın karton və ya plastmas silindrik bobin üzərinə onlarca dəfə sarınmasından alınır. Sarğacdakı naqilin sərbəst ucları sıxaqlara birləşdirilir (f). Deməli, sarğaca qalın dairəvi naqil kimi baxmaq olar.

Cərəyanlı sarğacın maqnit induksiya xətlərinin mənzərəsini də dəmir tozu vasitəsilə asanlıqla müşahidə etmək olur. Bunun üçün sarğacın sadələşdirilmiş modelindən istifadə etmək əlverişlidir: orqanik şüşə lövhə üzərində iki sıra deşik açıb onlardan keçirilən naqil sadələşdirilmiş sarğacdır. Sarğacı sabit cərəyan mənbəyinə birləşdirdikdən sonra şüşə lövhə üzərinə səpilən dəmir tozu cərəyanlı sarğacın maqnit sahəsinin induksiya xətlərinin mənzərəsini yaradır. Bu mənzərə sabit düz maqnitin induksiya xətlərinə oxşayır (g).

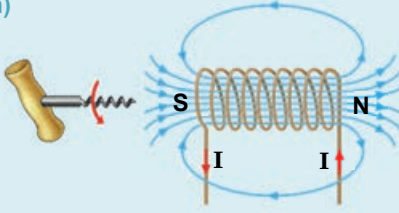




Düz maqnitdə olduğu kimi, cərəyanlı sarğacın maqnit sahəsinin iki qütbü vardır: şimal və cənub. Sarğacın qütbləri onun kənarlarında yerləşir. Cərəyanlı sarğacın maqnit sahəsinin qütblərini də sağ əl, yaxud sağ yivli burğu qaydası ilə təyin etmək olur:

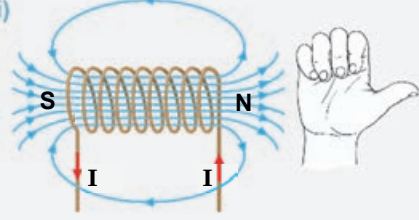
**Cərəyanlı sarğac üçün sağ yivli burğu qaydası:** burğunun dəstəyini sarğacdakı cərəyan istiqamətində burduqda, burğunun irəliləmə hərəkətinin istiqaməti sarğacın daxilində maqnit sahəsinin induksiya xətlərinin istiqamətini göstərəcəkdir (**h**).

(h)



**Cərəyanlı sarğac üçün sağ əl qaydası:** sarğac sağ əllə elə tutulur ki, bükülən dörd barmaq sarğılardakı cərəyan istiqamətində olsun, bu halda açılan baş barmaq sarğacın daxilində maqnit sahəsinin induksiya xətlərinin istiqamətini göstərəcəkdir (**i**).

(i)

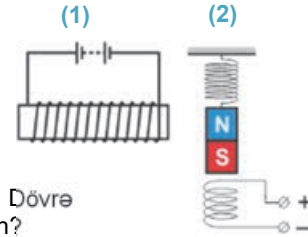


## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 2

**Məsələ.** Verilən sxemləri iş vərəqinə köçürün.

1. Cərəyanlı sarğacın maqnit induksiya xətlərini çəkin, onların istiqamətini göstərin və maqnit sahəsinin qütblərini təyin edin (1).
2. Sarğac üzərində elastik yaydan maqnit asılmışdır (2). Dövre qapanarsa, maqnit özünü necə aparacaqdır? Nə üçün?



### Nə öyrəndiniz ?

• Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

1. Dairəvi cərəyanın maqnit sahəsi ...
2. Cərəyanlı sarğac üçün sağ yivli burğu qaydası: ...
3. Cərəyanlı sarğac üçün sağ əl qaydası: ...

### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Cərəyanlı sarğacın maqnit spektri cərəyanlı düz naqılın maqnit spektrindən nə ilə fərqlənir?
2. Cərəyanlı sarğac üçün sağ yivli burğu qaydası necə ifadə olunur?
3. Cərəyanlı dairəvi naqılın və sarğacın maqnit sahəsinin qütblərini necə dəyişmək olar?
4. Verilən şəkllə əsasən dairəvi cərəyanın maqnit sahəsinin qütblərini təyin.





## 2.7 ELEKTROMAQNİT VƏ ONUN TƏTBİQLƏRİ

Yəqin ki, baxdığınız filmlərdə belə kadrlar diqqətinizi cəlb edib: qaldırıcı kran xüsusi maqnit qurğusu vasitəsilə ağır dəmir cismi, məsələn, avtomobili maqnitləndirərək qaldırır, lazım olan yerdə isə maqnitəzsizləşdirərək boşaldır. Deməli, dəmir cisimləri qaldıran qurğu lazım olduqda maqnit təsiri yarada bilər, lazım olmadıqda isə maqnitəzsizləşdirir.



- Belə qurğularda maqnit təsiri yaradan nədir və o, ani olaraq necə maqnitəzsizləşdirilə bilər?

### Araşdırma 1

**Cərəyanlı sarğacın maqnit təsiri nədən asılıdır?**

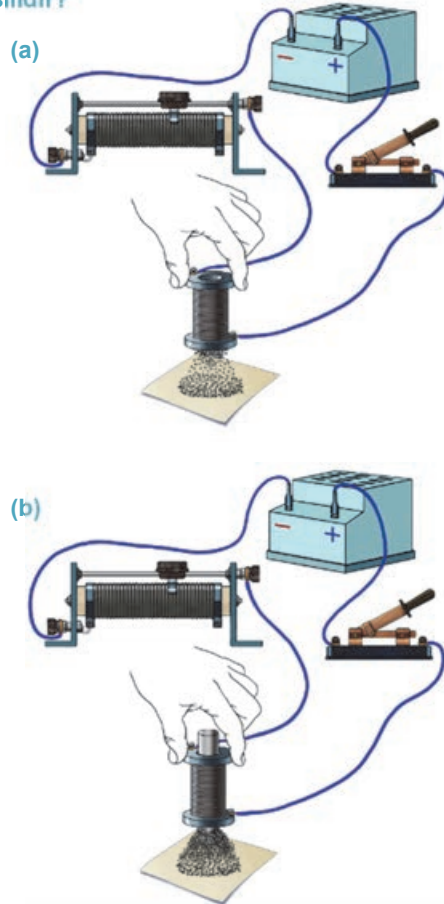
**Təchizat:** dolaqlarının sayı müxtəlif olan iki sarğac, cərəyan mənbəyi, reostat, açar, dəmir tozu, dəmir içlik, birləşdirici naqillər.

**İşin gedişi:**

1. Cərəyan mənbəyi, reostat, sarğac və açardan ibarət ardıcıl elektrik dövrəsi qurun.
2. Açarı qapayın, cərəyan keçən sarğacın ucunu dəmir tozuna toxundurun (sarğacın ucundakı dəlik kağız yapışdırmaqla qapanmalıdır). Sarğacı yuxarı qaldırın və baş verən hadisəni izləyin (a).
3. Reostatın sürgüsünü hərəkət etdirməklə sarğacdakı cərəyanın şiddətini artırıb-azaldın. Bu zaman cərəyanlı sarğacın maqnit təsirinin necə dəyişdiyini müşahidə edin.
4. Təcrübəni dolaqlarının sayı daha çox olan sarğacla təkrarlayın və cərəyanlı sarğacın maqnit təsirinin necə dəyişdiyini izləyin.
5. Təcrübəni dəmir içlikli sarğaclarda təkrarlayın və onların maqnit təsirini araşdırın (b).

**Nəticəni müzakirə edin:**

- Cərəyanlı sarğacın maqnit təsiri cərəyan şiddətindən, sarğacın dolaqlarının sayından və dəmir içlikdən necə asılıdır?



1820-ci ildə fransız alimi A.Amper cərəyanlı sarğacın maqnit sahələrini araşdırarkən müəyyən edir ki, sarğacın maqnit təsiri ondakı cərəyan şiddətindən asılıdır:

cərəyan şiddəti artdıqda sarğacın maqnit təsiri də artır, elektrik cərəyanı kəsildikdə isə o, maqnit xassəsini itirir. 1825-ci ildə ingilis ixtiraçısı V.Sterjen cərəyanlı sarğaca dəmir içlik daxil etməklə onun maqnit təsirinin artdığını aşkarlayır.



Vilyam Sterjen  
(1783–1850)  
İngilis fiziki və ixtiraçısı

- Elektromaqnitin və elektrik mühərrikinin ilk ixtiraçısıdır.

1828-ci ildə ABŞ fiziki C.Henri müəyyən edir ki, elektromaqnitin dolaqlarının sayını artırırdıqda onun maqnit təsirini dəfələrlə artırmaq mümkündür. O, elektromaqnitin bu xassəsindən istifadə edərək ağır dəmir yükləri qaldıra bilən ilk elektromaqnit kranını hazırlayır.

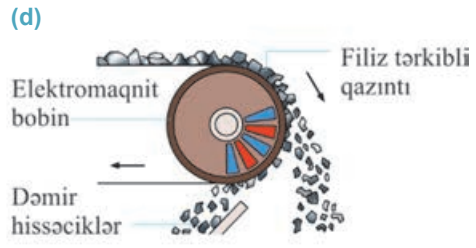
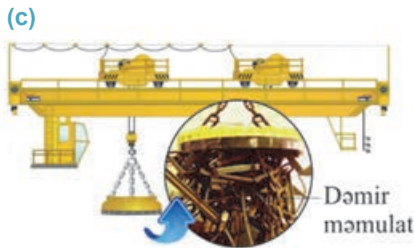


Cozef Henri  
(1797–1878)  
ABŞ fiziki və ixtiraçısı

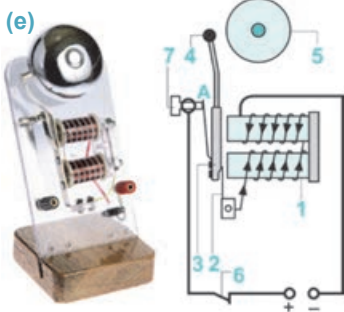
- İlk elektromaqnit kranının ixtiraçısıdır. O, 1831-ci ildə 1000 kq yük qaldıra bilən elektromaqnit kranını nümayiş etdirmişdir. Həmin kran Vaşinqtonda, Smitson İnstitutunun muzeyində saxlanılır.

• **Elektromaqnit** – daxilində dəmir içlik olan sarğacdır. Sarğacın dolaqlarından cərəyan keçirdikdə o, maqnit sahəsi yaradır və dəmir işlik maqnit xassəsi kəsb edir, cərəyan kəsildikdə isə maqnit sahəsi itir və içlik maqnutsizləşir.

Elektromaqnitin maqnit təsiri onun dolaqlarının sayından və bu dolaqlardan keçən cərəyan şiddətindən kəskin asılıdır. Araşdırmadan müəyyən etdiniz ki, dolaqların sayını və cərəyan şiddətini artırırdıqda elektromaqnitin maqnit təsiri dəfələrlə çoxalır, lakin cərəyan kəsildikdə elektromaqnit dərhal maqnutsizləşir. Elektromaqnitin bu xassəsinə əsaslanan cihaz və qurğular məişət, texnika, istehsalat, tibb və s-də geniş tətbiq olunur. Məsələn, ağır dəmir məmulatlarını boşaltmaq və ya yükləmək üçün *elektromaqnit kranlarından* istifadə edilir (c). Filiz yataqlarında dəmir hissəciklərini digər cisimlərdən (torpaq, daş və s.) ayırmaq üçün *elektromaqnit separatorlar* (fırlanan *elektromaqnit bobin*) tətbiq olunur (d).



Məktəbinizdəki elektrik zənginin əsas hissəsi də elektromaqnitdir. Onun quruluşu və iş prinsipi ilə tanış olaq.



Elektrik zənginin əsas hissələri bunlardır: elektromaqnit (1), elastik polad yay (2), ona bərkidilmiş dəmir lövbər (3), lövbərin ucuna bərkidilmiş kiçik çəkic (4), səs mənbəyi olan metal tava (5). Elektrik zənginin düyməsi (6) sıxıldıqda dövrə qapanır, elektromaqnitdən cərəyan keçir və o maqnitlənir. Elektromaqnitə cəzb olunan lövbərin çəkici tavaya dəyərək onu səsləndirir. Lakin lövbər elektromaqnitə doğru cəzb olunduqda o, kontaktdan (7) aralanır və dövrə A nöqtəsində açılır: cərəyan kəsilir və elektromaqnit maqnitləşir (e). Bu zaman elastik yay vasitəsilə geriye dartılan lövbər elektrik dövrəsini yenidən A nöqtəsində birləşdirir və zəngçalma prosesi bərpa olunur. Zəngçalma prosesi düymə sıxıldığı müddətdə dəfələrlə təkrarlanır.

## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 2

#### Elektromaqnit kranının modeli ilə iş.

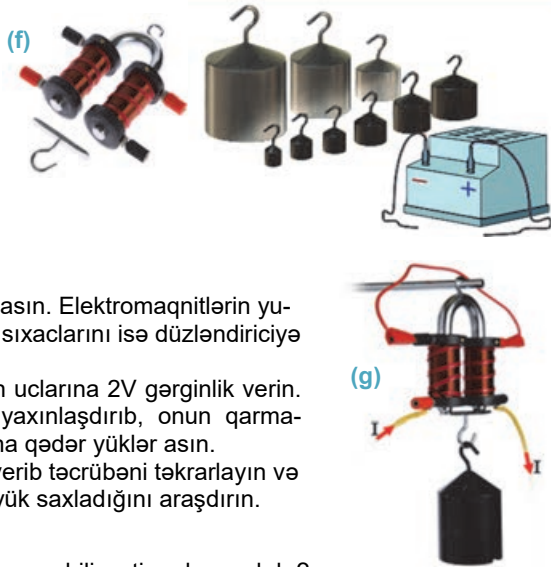
**Təchizat:** elektromaqnit kranının modeli (elektromaqnit – 2 ədəd, qarmaqlı dəmir lövbər), yüklər dəsti (f), cərəyan mənbəyi (düzləndirici), birləşdirici naqillər.

#### İşin gedişi:

1. Elektromaqnit kranını ştativdən asın. Elektromaqnitlərin yuxarı sığaclarını bir-birinə, aşağı sığaclarını isə düzləndiriciyə birləşdirin (g).
2. Düzləndiricini işə salıb dövrənin uclarına 2V gərginlik verin. Dəmir lövbəri elektromaqnitə yaxınlaşdırıb, onun qarmağından elektromaqnitdən qopana qədər yüklər asın.
3. Dövrənin uclarına 4V gərginlik verib təcrübəni təkrarlayın və hansı halda lövbərin daha çox yük saxladığını araşdırın.

#### Nəticəni müzakirə edin:

- Elektromaqnit kranının yükqaldırma qabiliyyəti nədən asılıdır?



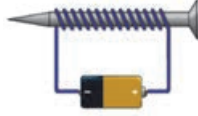
## Nə öyrəndiniz

### • Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

1. Elektromaqnit – ...
2. Elektromaqnitin maqnit təsiri asılıdır: a) ... b) ...
3. Elektromaqnitlər tətbiq olunur ...

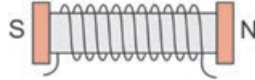
## Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Cərəyanlı sarğacın maqnit təsirini necə artırmaq olar?
2. Elektromaqnit nədir və ondan hansı məqsədlə istifadə olunur?
3. Elektrik zənginin iş prinsipini izah edin.
4. Dəmir mismara izolyasiyalı naqıl dolayıb batareyaya birləşdirsəniz, sadə elektromaqnit alarsınız. Bu elektromaqnitin qütblərini təyin edin.

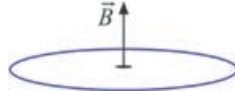


### Çalışma 2.3

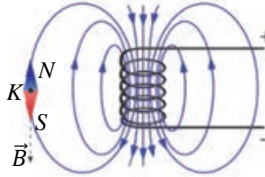
1. Şəkilə cərəyanlı sarğacın maqnit sahəsinin qütbləri göstərilmişdir. Sarğacdakı cərəyanın istiqamətini təyin edin.



2. Dairəvi cərəyanlı naqilin maqnit sahəsinin induksiya yuxarı yönəlmişdir. Naqildəki cərəyanın istiqamətini təyin edin.



3. Şəkilə cərəyanlı sarğacın maqnit induksiya xətləri təsvir edilmişdir. K nöqtəsində induksiya vektorunun istiqaməti düzgün göstərilirmi?



4. Şəkilə hidrogen atomunun sxemi təsvir edilmişdir. Atomun maqnit sahəsinin induksiya vektorunun istiqamətini təyin edin.



5. Cərəyanlı sarğacın maqnit qütblərini hansı üsulla dəyişmək olar?

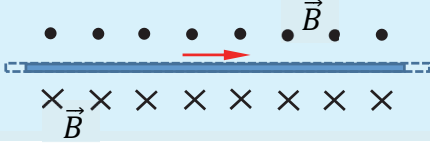
6. Cərəyanlı sarğacın maqnit təsirini necə artırmaq olar?

1. Cərəyan şiddətini artırmaqla.
2. Dolaqların sayını azaltmaqla.
3. Taxta içlik daxil etməklə.
4. Polad içlik daxil etməklə.
5. Dolaqların sayını artırmaqla.

- A) 1, 4 və 5
- B) 2 və 3
- C) 1, 2 və 3
- D) yalnız 5
- E) 1 və 5

## 2.8 CƏRƏYANLARIN MAQNİT QARŞILIQLI TƏSİRİ

Şəkil müstəvisində cərəyanlı naqilin müəyyən hissəsi və onun maqnit induksiya xətlərinin istiqaməti təsvir edilmişdir.



- Şəkil müstəvisində yerləşən cərəyanlı naqilin “yuxarı” və “aşağı” tərəflərində hansı maqnit qütbləri yerləşir?
- Əgər bu naqilin yaxınlığında ona paralel olaraq ikinci belə cərəyanlı naqil yerləşdirilsə, bu naqillər arasında hansı qarşılıqlı təsir yaranar? Niyə?

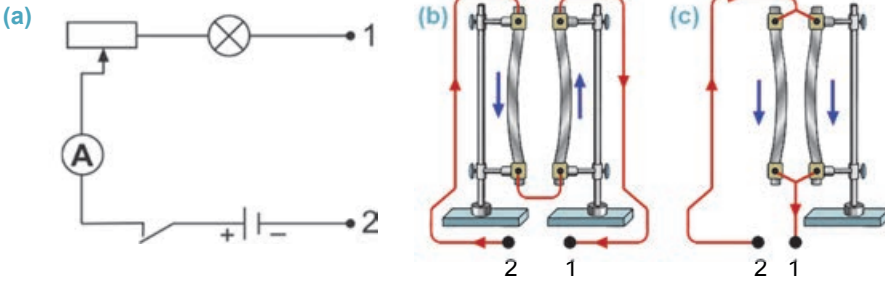
### Araşdırma 1

**Cərəyanlı naqillər arasında maqnit qarşılıqlı təsiri.**

**Təchizat:** iki naqil (alüminium folqadan kəsilmiş), sabit cərəyan mənbəyi, reostat, lampa, ampermetr, açar, dielektrik ştativ (2 ədəd), birləşdirici naqillər.

**İşin gedişi:**

1. Cərəyan mənbəyi, reostat, ampermetr, lampa və açardan ibarət ardıcıl dövrə yığın. Lampanın 1 və cərəyan mənbəyinin 2 sığaclarını açıq saxlayın (a).
2. Folqadan kəsilən naqilləri dielektrik ştativin sığaclarına paralel birləşdirin və bu sığaclara birləşdirici naqilləri şəkildəki kimi bağlayın (b).
3. Naqillərin açıq uclarını dövrənin 1 və 2 sığaclarına birləşdirib dövrəni qapayın. Bu zaman cərəyanlı paralel naqillər arasında yaranan qarşılıqlı təsirin xarakterini müəyyənleyin.
4. Dövrədəki cərəyan şiddətini və paralel naqillər arasındakı məsafəni artırıb-azaltmaqla naqillər arasındakı qarşılıqlı təsirin necə dəyişdiyini araşdırın.
5. Dövrəni açın və paralel naqilləri elə birləşdirin ki, onlardan eyni istiqamətdə cərəyan keçsin (c). Dövrəni qapayın və cərəyanlı paralel naqillər arasında yaranan qarşılıqlı təsirin xarakterini müəyyənleyin.



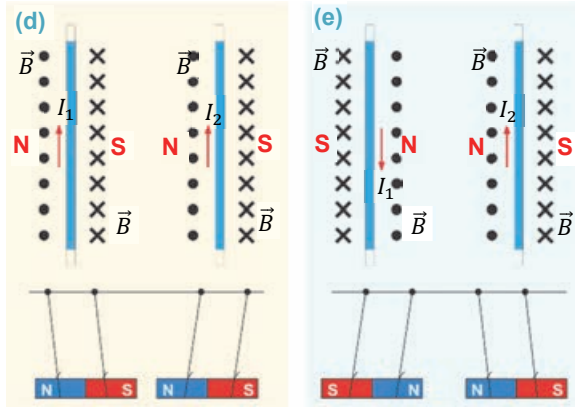
**Nəticəni müzakirə edin:**

- Nə üçün paralel naqillərdəki cərəyanlar əks istiqamətli olduqda bu naqillər bir-birindən itələndi, eyni istiqamətli olduqda isə cəzb olundu?
- Cərəyanlı paralel naqillər arasındakı qarşılıqlı təsir cərəyan şiddətindən və bu naqillər arasındakı məsafədən necə asılıdır?

1820-ci ildə A.Amper cərəyanlı paralel naqillər üzərində apardığı çoxsaylı təcrübələrdən müəyyənleyir ki, sabit maqnitlərdə olduğu kimi, bu naqillər arasında da maqnit qarşılıqlı təsirləri mövcuddur:

- Cərəyanlı naqillər bir-birinə maqnit sahələri vasitəsilə qarşılıqlı təsir göstərir.

Naqillərdəki cərəyanın istiqamətindən asılı olaraq maqnit qarşılıqlı təsiri ya itələmə, ya da cazibə xarakterli ola bilər. Burğu (yaxud sağ əl) qaydasına əsasən asanlıqla müəyyən etmək olur ki, paralel naqillərdəki cərəyanlar eyni istiqamətli olduqda onlar arasında əks maqnit qütbləri (şəkil müstəvisində) yerləşir. Bu halda naqillər sapdan asılan sabit maqnitlər kimi bir-birini cəzb edir (d). Paralel naqillərdəki cərəyanlar əks istiqamətli olduqda isə onlar arasında eyni maqnit qütbləri (şəkil müstəvisində) yaranır və naqillər bir-birindən itələnir (e).



Cərəyanlı paralel naqillər arasındakı qarşılıqlı təsir kəmiyyətcə maqnit qarşılıqlı təsir qüvvəsi ilə xarakterizə olunur.

- Sonsuz uzun iki paralel cərəyanlı naqillərdən birinin digər naqilin  $l$  uzunluqlu hissəsinə təsir edən qüvvə, naqillərdəki cərəyan şiddətlərinin hasilini  $il$  düz və onlar arasındakı məsafədən tərs mütənəsb asılıdır:

$$F_m \sim \frac{I_1 \cdot I_2 \cdot l}{r}$$

Burada  $F_m$  – cərəyanlı paralel naqillər arasındakı maqnit qarşılıqlı təsir qüvvəsinin modulu,  $I_1$  və  $I_2$  – paralel naqillərdəki cərəyan şiddəti,  $r$  – onlar arasındakı məsafədir.

Cərəyanlı paralel naqillər arasındakı maqnit qarşılıqlı təsir qüvvəsinə əsasən cərəyan şiddətinin BS-də vahidi olan amper (A) təyin edilmişdir.

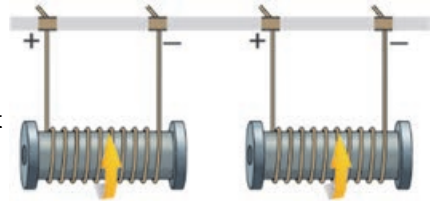
- $1A$  elə sabit cərəyan şiddətidir ki, bu cərəyan vakuuma yerləşən və aralarındakı məsafə  $1m$  olan sonsuz uzun, çox nazik iki paralel düz naqildən keçdikdə bu naqillərdən birinin digərinin  $1m$  uzunluğundakı hissəsinə göstərdiyi təsir qüvvəsinin modulu  $2 \cdot 10^{-7}N$  olsun.

## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 2

**Məsələ.** Verilən sxemləri iş vərəqinə köçürün və təyin edin:

- cərəyanlı paralel sarğacaların uclarında maqnit sahələrinin qütblərini;
- sarğaclar arasındakı maqnit qarşılıqlı təsirinin xarakterini;
- soldakı sarğacda cərəyanın istiqamətini dəyişdikdə onlar arasındakı maqnit qarşılıqlı təsirinin necə dəyişdiyini.





## Nə öyrəndiniz?

## • Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

1. Cərəyanlı naqillər bir-birinə – ...
2. Cərəyanlı paralel naqillər arasındakı maqnit qarşılıqlı təsir qüvvəsi – ...
3. Cərəyan şiddətinin BS-də vahidi 1A – ...

## Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Paralel naqillərdən birində cərəyan olmazsa, onlar arasında maqnit qarşılıqlı təsiri yaranarmı? Nə üçün?
2. Cərəyanlı paralel naqillər arasında elektrik qarşılıqlı təsir qüvvəsi varmı? Cavabınızı əsaslandırın.
3. Hansı halda cərəyanlı sarğacalar arasında maqnit qarşılıqlı təsir qüvvəsi daha böyükdür: sarğacaları qarşı-qarşıya, yoxsa yan-yan yerləşdirdikdə? Nə üçün?

## 2.9

## MAQNİT SAHƏSİNİN CƏRƏYANLI DÜZ NAQİLƏ TƏSİRİ. MAQNİT İNDUKSİYASININ MODULU



- Amper fərziyyəsinə görə, maqnit sahəsinin mənşəyi nədir?
- Amper fərziyyəsinə əsaslanaraq, belə bir fərziyyə irəli sürmək olarmı: “Bütün maqnit qarşılıqlı təsirlərinin əsasında maqnit sahəsinin elektrik cərəyanına təsiri durur”? Nə üçün?

İlk dəfə A.Amper təcrübə olaraq müəyyən etmişdir ki, cərəyanlı naqil bircins maqnit sahəsinin induksiya xətlərinə perpendikulyar və ya müəyyən bucaq altında yerləşdikdə maqnit sahəsi ona müəyyən qüvvə ilə təsir göstərir.

**Amper qüvvəsi** adlandırılan bu qüvvənin istiqaməti sabit maqnitin induksiya xətlərinin və naqildəki elektrik cərəyanının istiqamətindən asılıdır. Amper qüvvəsinin istiqamətini *sol əl qaydası* ilə təyin etmək əlverişlidir.

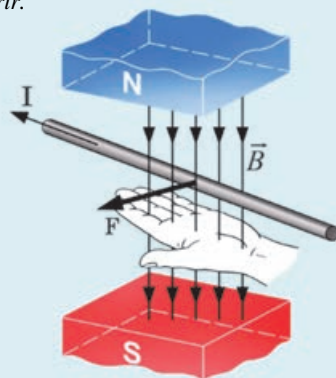
**Amper qüvvəsinin modulu nəyə bərabərdir?**

*Cərəyanlı naqil bircins maqnit sahəsində yerləşərsə, ona təsir edən Amper qüvvəsinin modulu cərəyan şiddəti, maqnit induksiya xətlərinin modulu, naqilin uzunluğu və cərəyanın istiqaməti ilə maqnit induksiya vektoru arasındakı bucağın sinusunu hasilinə bərabərdir:*

$$F = IBls\sin\alpha.$$

Burada  $F$  – Amper qüvvəsinin modulu,  $I$  – naqildən keçən cərəyan şiddəti,  $B$  – maqnit induksiya xətlərinin modulu,  $l$  – naqilin maqnit sahəsindəki

**Amper qüvvəsi üçün sol əl qaydası:** *sol əli maqnit sahəsində elə yerləşdirmək lazımdır ki, maqnit induksiya xətləri ovuca perpendikulyar daxil olsun və uzadılmış dörd barmaq cərəyanın istiqamətində yönəlsin. Bu zaman  $90^\circ$  bucaq qədər açılan baş barmaq cərəyanlı naqilə təsir edən Amper qüvvəsinin istiqamətini göstərir.*





hissəsinin uzunluğu,  $\alpha$  – cərəyanın istiqaməti ilə maqnit induksiya vektoru arasındakı bucaqdır.

Düsturdan görüldüyü kimi, cərəyanlı naqıl maqnit sahəsinin induksiya vektoruna paralel olarsa ( $\alpha = 0^\circ$  və ya  $\alpha = 180^\circ$ ), naqilə Amper qüvvəsi təsir etməz ( $\sin 0^\circ = 0$  və  $\sin 180^\circ = 0$  olduğundan):  $F = 0$ .

Əgər cərəyanlı naqıl maqnit induksiya xətlərinə perpendikulyar yerləşərsə, ( $\alpha = 90^\circ$ ),  $\sin 90^\circ = 1$  olduğundan Amper qüvvəsi maksimum qiymət alar:

$$F_m = IBl.$$

### Maqnit indukciyasının modulu nəyə bərabərdir?

Maqnit indukciyasının modulu – bircins maqnit sahəsinin induksiya xətlərinə perpendikulyar yerləşmiş cərəyanlı naqilə təsir edən Amper qüvvəsinin modulunun naqildəki cərəyan şiddəti ilə onun  $l$  uzunluğu hasilinə olan nisbətində bərabərdir:

$$B = \frac{F_m}{I \cdot l}.$$

Maqnit indukciyasının BS-də vahidi Serbiya alimi *Nikola Teslanın* (1856–1943) şəərəfinə *tesla* ( $1 \text{ Tl}$ ) adlandırılmışdır.

*1 tesla* – elə bircins maqnit sahəsinin indukciyasıdır ki, bu sahə maqnit induksiya xətlərinə perpendikulyar yerləşən  $1 \text{ m}$  uzunluqlu naqildən  $1 \text{ A}$  cərəyan keçdikdə ona  $1 \text{ N}$  qüvvə ilə təsir etsin:

$$[B] = 1 \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} = 1 \frac{\text{kq}}{\text{A} \cdot \text{san}^2} = 1 \text{ Tl}.$$

**Diqqət!** • Maqnit sahəsinin indukciyası bu sahəyə gətirilən naqilin uzunluğundan və ondakı cərəyan şiddətindən asılı deyildir, o, maqnit sahəsindən, bu sahənin mənşəyindən asılıdır. Bu o deməkdir ki, maqnit indukciyası  $\frac{F_m}{I \cdot l}$  nisbətindən də asılı deyildir, çünki sahəyə gətirilən naqilə təsir edən Amper qüvvəsi naqildəki cərəyan şiddəti ilə düz mütənasibdir.

## Yaradıcı tətbiqetmə



### Araşdırma

2

#### Maqnit sahəsinin cərəyanlı naqilə təsiri.

**Təchizat:** kiçikölçülü nalşəkili maqnit (2 ədəd), iriölçülü nalşəkili maqnit (2 ədəd), sabit cərəyan mənbəyi, reostat, açar, kiçik uzunluqlu qalın düz naqil ( $ab$ ), birləşdirici nazik naqillər, dielektrik ştativ.

**Təhlükəsizlik qaydası:** işin hər bir mərhələsini hazırlayarkən elektrik dövrəsi açıq olmalıdır.

#### İşin gedişi:

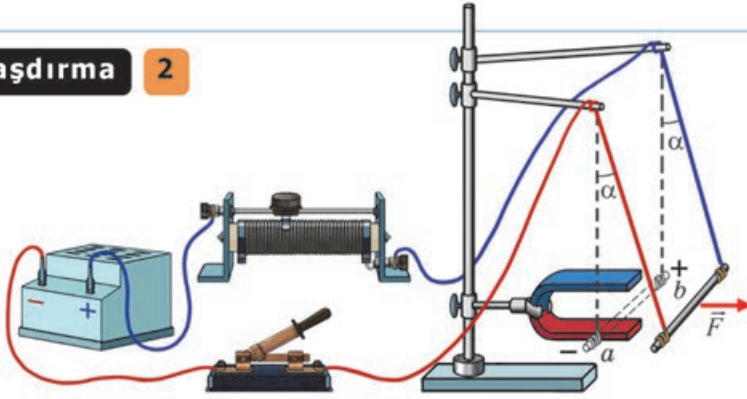
1. Nalşəkili maqnitə şaquli müstəvidə ştativə elə bərkidin ki, onun qolları arasındakı maqnit sahəsinin induksiya xətləri şaquli yerləşsin. Qalın naqili nazik naqillərdən asıb maqnitin qolları arasında elə yerləşdirin ki, o, maqnit induksiya xətlərinə perpendikulyar olsun (**a**).



## Araşdırma

2

(a)



2. Açarı qapayın və baş verən hadisəni izləyin.
3. Amper qüvvəsinin istiqamətinin nədən asılı olduğunu yoxlayın:
  - a) maqnitni çevirib qütblərinin yerini dəyişməklə;
  - b) cərəyan mənbəyinin sıxaclarına bağlı olan naqillərin yerini dəyişməklə.
4. Amper qüvvəsinin hansı kəmiyyətlərdən və necə asılı olduğunu yoxlayın:
  - a) reostatla naqildən keçən cərəyan şiddətini artırıb-azaltmaqla naqildəki cərəyan şiddətindən;
  - b) maqnitni daha güclü sahəyə malik digər maqnitlə əvəz etməklə maqnit sahəsinin induksiyasından;
  - c) cərəyanlı naqili iki maqnit arasında yerləşdirməklə (sahədəki uzunluğunu iki dəfə artırmaqla) naqilin uzunluğundan.

### Nəticəni müzakirə edin:

- Maqnit sahəsinin cərəyanlı naqilə təsir göstərdiyi Amper qüvvəsinin istiqaməti nədən asılıdır?
- Amper qüvvəsinin modulu nədən və necə asılıdır?

### Nə öyrəndiniz

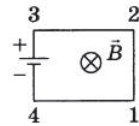


#### • Verilən cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

1. Amper qüvvəsinin istiqaməti asılıdır – ...
2. Amper qüvvəsi üçün sol əl qaydası – ...
3. Amper qüvvəsinin modulu bərabərdir – ...

### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

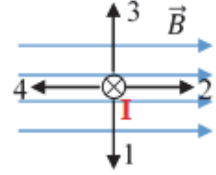
1. Dörd üfqi düz naqildən (1-2, 2-3, 3-4, 4-1) və sabit cərəyan mənbəyindən ibarət olan elektrik dövrəsi bircins maqnit sahəsində yerləşmişdir. Sahənin induksiya vektoru şəkil müstəvisinə perpendikulyar yönəlmişdir. Dövrənin 1-2 və 2-3 naqillərinə təsir edən Amper qüvvəsi hansı istiqamətə yönəlir?



2. Maqnit induksiya vektorunun istiqaməti olaraq nə qəbul edilmişdir və onun modulu nəyə bərabərdir?
3. Maqnit sahəsinin induksiyası bu sahəyə gətirilmiş cərəyanlı naqilin uzunluğundan necə asılıdır?

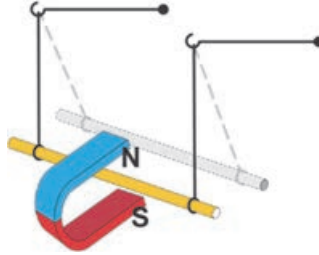
**Çalışma****2.4**

1. Cərəyanlı naqıl şəkindəki kimi bircins maqnit sahəsindədir. Naqilə təsir edən Amper qüvvəsi hansı istiqamətdədir?

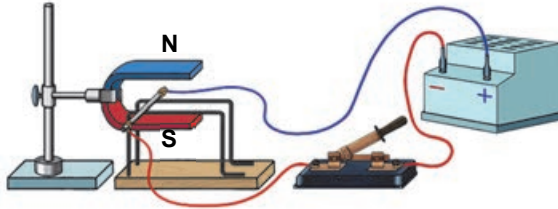


2. Uzunluğu 2 m olan cərəyanlı düz naqıl induksiyası 60 mT olan bircins maqnit sahəsində induksiya xətlərinə perpendikulyar yerləşmişdir. Naqildəki cərəyan şiddəti 2 A-dirsə, ona təsir edən Amper qüvvəsini hesablayın.

3. Maqnit sahəsinin təsiri ilə meyil edən naqildə cərəyanın istiqamətini təyin edin.



4. Elektrik dövrəsi qapanarsa, cərəyanlı alüminium naqıl dielektrik relslər üzrə diyirlənəcəkdir. O hansı istiqamətə diyirlənər və nə üçün?

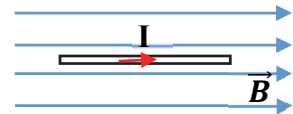


5. Şəkildə bircins maqnit sahəsində yerləşən cərəyanlı naqıl təsvir edilmişdir. Maqnit induksiya vektorunun istiqamətini təyin edin.



6. İnduksiyası 5 T olan bircins maqnit sahəsində yerləşən cərəyanlı naqilin uzunluğu 3 m, ondakı cərəyan şiddəti 2 A-dir. Naqilə təsir edən Amper qüvvəsinin modulunu və istiqamətini təyin edin.

- A)  $F = 30$  N, bizzdən şəkil müstəvisinə perpendikulyar
- B)  $F = 30$  N, şəkil müstəvisindən bizə perpendikulyar
- C)  $F = 30$  N, induksiya xətləri istiqamətində
- D)  $F = 0$ , təsir etmir
- E)  $F = 30$  N, induksiya xətlərinin əksi istiqamətində



## 2.10 MAQNİT SAHƏSİNİN CƏRƏYANLI ÇƏRÇİVƏYƏ TƏSİRİ

Maqnit sahəsində cərəyanlı düz naqilə Amper qüvvəsinin təsirini öyrəndiniz.



- Maqnit sahəsində yerləşən cərəyanlı düz naqilə təsir edən Amper qüvvəsinin istiqaməti necə müəyyən edilir?
- Hansı halda maqnit sahəsində yerləşən cərəyanlı düz naqil bu sahənin təsirinə məruz qalmır?
- Maqnit sahəsinə keçirici çərçivə yerləşdirilsə, ona Amper qüvvəsi təsir edərmi? Bu qüvvə çərçivəyə hansı hərəkəti verir? Nə üçün?

### Araşdırma

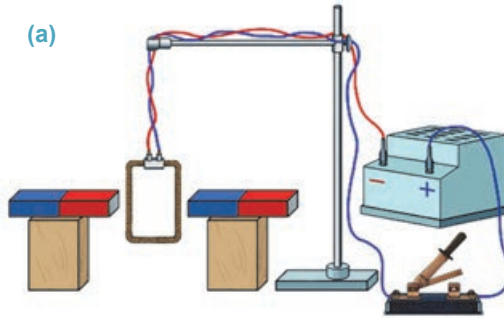
1

#### Maqnit sahəsinin cərəyanlı çərçivəyə təsiri.

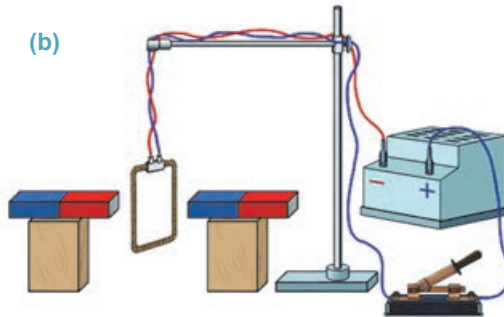
**Təchizat:** sabit cərəyan mənbəyi (düzləndirici), düz maqnit (2 ədəd), bir neçə naqil dolağından ibarət keçirici çərçivə, tircik (2 ədəd), açar, birləşdirici nazik naqillər, dielektrik ştativ.

#### İşin gedişi:

1. Çərçivədəki naqilin uclarını birləşdirici naqillərlə cərəyan mənbəyinə qoşun və onu sabit maqnitlərin qütbləri arasında şaquli yerləşdirin (a).



2. Açarı qapayın, cərəyanlı çərçivənin maqnit sahəsində necə hərəkət etdiyini izləyin (b).



3. Çərçivədəki cərəyanın istiqamətini dəyişib təcrübəni təkrarlayın.

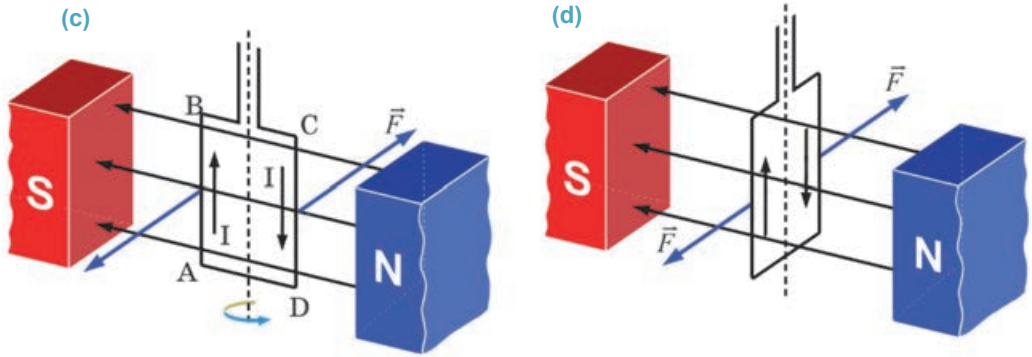
#### Nəticəni müzakirə edin:

- Maqnit sahəsində yerləşən çərçivədə cərəyan olmadıqda nə müşahidə etdiniz?
- Maqnit sahəsində yerləşən çərçivədən cərəyan keçdikdə nə müşahidə etdiniz? Nə üçün?
- Çərçivədəki cərəyanın istiqamətini dəyişdikdə nə baş verdi? Nə üçün?

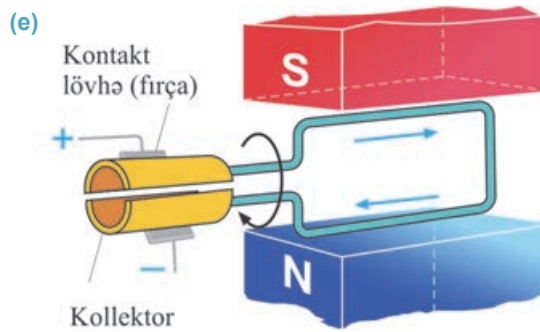
Şaquli ox ətrafında fırlana bilən bir neçə dolaqdan ibarət düzbucaqlı çərçivə maqnit sahəsində yerləşdirilmişdir. Bu zaman onda cərəyan yoxdursa, o, ixtiyari vəziyyətdə sükunətdə qalır. Əgər keçirici çərçivənin müstəvisi maqnit sahəsinin induksiya xətlərinə paralel yerləşərsə, ondan cərəyan keçdikdə çərçivə dönməyə başlayacaq. Bu ona görə baş verir ki, çərçivənin yan AB və CD tərəflərinə maqnit induksiya xətlərinə perpendikulyar istiqamətdə Amper qüvvələri təsir edir. Bu qüvvələrin təsir istiqaməti cərəyanın istiqamətindən asılıdır. Həmin cüt qüvvə çərçivəyə şaquli ox ətrafında fırlanma hərəkəti verir (c).

Çərçivədəki cərəyanın istiqamətini dəyişdikdə Amper qüvvələri onu əks istiqamətdə döndərəcəkdir.

Çərçivə müstəvisi maqnit induksiya xətlərinə perpendikulyar olduqda isə onun yan tərəflərinə təsir edən Amper qüvvələri düz xətt boyunca əks istiqamətlərə yönəldiyindən çərçivə dayanır (d).



Çərçivəni eyni istiqamətdə fırlanma hərəkəti etdirmək üçün dövrdəki cərəyanın istiqaməti periodik olaraq dəyişdirilməlidir. Bu məqsədlə çərçivəyə bərkidilən *kollektor* adlanan metal yarımhalqalardan istifadə olunur (e).



Yarımhalqaların səthi ilə *fırça* adlanan kontakt lövhələr sürüşür. Fırçalar cərəyan mənbəyinin müxtəlif qütübünə birləşdirilir və çərçivədən cərəyanın keçməsinə təmin edir. Çərçivə  $180^\circ$  döndükdə yarımhalqalar yerini dəyişir. Nəticədə çərçivədəki

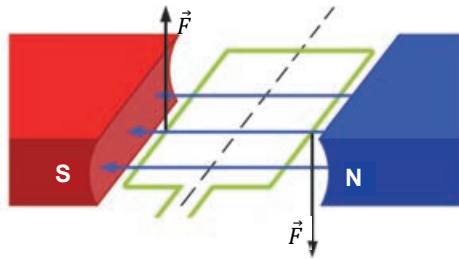
cərəyanın istiqaməti dəyişir və o, cərəyan kəsilməyə qədər eyni istiqamətdə fırlanma hərəkətini davam etdirir.

## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 2

**Məsələ.** Verilən şəkli iş vərəqinə köçürün və ...

- çərçivədəki cərəyanın istiqamətini təyin edin;
- çərçivənin fırlanma istiqamətini dəyişmək üçün nə etmək lazım gəldiyini göstərin;
- çərçivənin fasiləsiz fırlanması üçün nə etmək lazım olduğunu söyləyin.



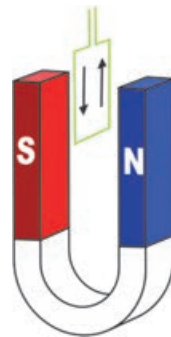
### Nə öyrəndiniz ?

• **Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.**

- Cərəyanlı çərçivə müstəvisi maqnit induksiya xətlərinə paralel olarsa, ...
- Cərəyanlı çərçivə müstəvisi maqnit induksiya xətlərinə perpendikulyar olarsa, ...
- Cərəyanlı çərçivənin maqnit sahəsində fasiləsiz fırlanmasını təmin etmək üçün ...

### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

- Nalşəkilli maqnitin qütbləri arasında maqnit induksiya xətlərinə perpendikulyar olaraq yüngül keçirici çərçivə asılmışdır. Çərçivədən şəkildə göstəriləyi istiqamətdə cərəyan keçərsə, o:
  - dayanıqlı tarazlıq halında olacaqdır, yəni öz əvvəlki vəziyyətində qalacaqdır
  - dayanıqsız tarazlıq halında olacaqdır, yəni kiçik yerdəyişmə nəticəsində fırlanma hərəkəti edərək  $180^\circ$  dönəcəkdir
  - çərçivənin ön tərəfi soldan sağa doğru  $90^\circ$  döndükdən sonra dayanıqlı tarazlıqda qalacaqdır
  - çərçivənin ön tərəfi sağdan sola doğru  $90^\circ$  döndükdən sonra dayanıqlı tarazlıqda qalacaqdır
  - çərçivənin ön tərəfi soldan sağa doğru  $45^\circ$  döndükdən sonra dayanıqlı tarazlıqda qalacaqdır
- Cərəyanlı çərçivənin maqnit sahəsində fırlanması zamanı hansı enerji çevrilməsi baş verir?
- Maqnit sahəsində fırlanan cərəyanlı çərçivədə cərəyanın istiqaməti necə dəyişdirilir?



## 2.11 AMPER QÜVVƏSİNİN TƏTBİQLƏRİ: ELEKTRİK MÜHƏRRİKİ VƏ ELEKTRİK ÖLÇÜ CİHAZLARI

Gündəlik həyatımızı elektrik cihaz və qurğularsız təsəvvür etmək çətindir. Məsələn, sərinqəş, şirəçəkən, elektrik nasosu, tozsoran, mikser, drel, qaldırıcı kran, elektrik qatarı və s. müasir dövrdə istifadə olunan elektrik vasitələrinəndir.



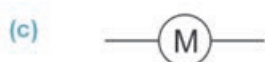
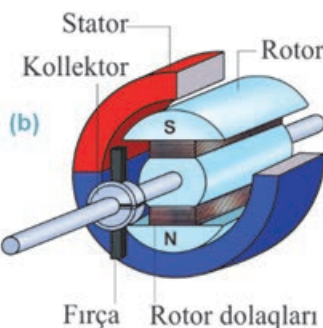
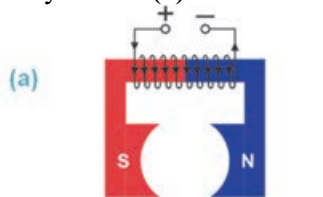
- Bu elektrik vasitələrində hansı enerji çevrilməsi baş verir?
- Belə enerji çevrilməsi hansı fiziki hadisəyə əsaslanır?

**Elektrik mühərriki.** Məişət, texnika və istehsalatda geniş tətbiq olunan bir çox elektrik cihaz və avadanlıqların əsas hissəsini elektrik mühərriki təşkil edir.

- *Elektrik mühərriki* – *elektrik enerjisini mexaniki enerjiyə çevirən qurğudur.*

Onun iş prinsipi maqnit sahəsində cərəyanlı çərçivənin Amper qüvvəsinin təsiri ilə fırlanma hadisəsinə əsaslanır. Elektrik mühərrikləri müxtəlif quruluşda olur, lakin onlardan ən geniş yayılanı kollektorlu mühərrikdir. Bu mühərrik üç əsas hissədən ibarətdir: *stator*, *rotor* və *kollektor*.

*Stator* (lat. “sto” – *dayanıram*) – elektrik mühərrikinin tərpənməz hissəsidir və gövdəyə bərkidilmiş sabit maqnitdən, yaxud dəmir içlikli sarğacdən (elektromaqnitdən) ibarətdir. Stator bəzən *induktor* da adlanır. Statorda güclü maqnit sahəsi yaradılır (a).



*Rotor* (lat. “roto” – *fırladıram*) – mühərrikin fırlanan hissəsi olub statorun içərisində yerləşdirilir. Rotor silindrik içlikli çərçivə formasında olan elektromaqnitdən ibarətdir. O, bəzən *lövbər* də adlanır. Rotorun sarğaçlarına elektrik cərəyanı vermək, onun fasiləsiz fırlanmasını təmin etmək məqsədilə *kollektor* və *fırçalardan* istifadə edilir.

**Kollektorlar və fırçalar rotorun fasiləsiz fırlanmasını necə təmin edir?**

Beləliklə, rotordan cərəyan keçdikdə o, Amper qüvvəsinin təsiri altında stator daxilində fırlanır (b). Rotorun fırlanma sürəti ondan keçən cərəyan şiddətindən, rotor və statordakı dolaqların sayından asılıdır. Elektrik mühərriki sxemlərdə içərisində **M** hərfi yazılmış dairə formasında göstərilir (c).

Elektrik mühərrikləri istilik mühərrikləri ilə müqayisədə ekoloji cəhətdən daha səmərəlidir. Onlar ətraf mühiti çirkləndirmir, demək olar ki, səssiz işləyir, qənaətlidir. Elektrik mühərriklərinin FİƏ (faydalı iş əmsalı) 90%-dən yüksəkdir.



## Araşdırma 1

### Elektrik mühərrikinin hissələri və iş prinsipi.

**Təchizat:** sabit cərəyan mənbəyi, sabit cərəyan elektrik mühərrikinin modeli, reostat, açar, birləşdirici naqillər.

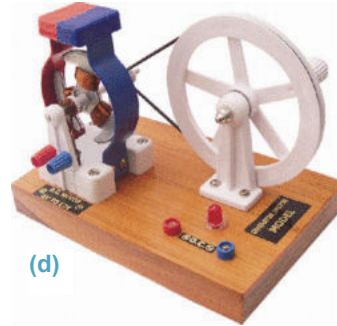
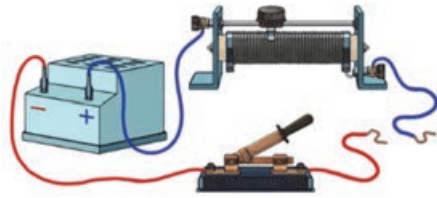
**İşin gedişi:** 1. Elektrik mühərrikinin modelini nəzərdən keçirib onun əsas hissələrini müəyyənləyiniz (d).

2. Cərəyan mənbəyi, elektrik mühərrikinin modeli, reostat və açardan ibarət ardıcıl elektrik dövrəsi yığın.

3. Dövrəni qapayın. Reostatla dövrədəki cərəyan şiddətini artırıb-azaltmaqla rotorun fırlanma sürətinin cərəyan şiddətindən necə asılı olduğunu müəyyənləyiniz.

#### Nəticəni müzakirə edin:

- Elektrik mühərrikinin iş prinsipi hansı fiziki hadisəyə əsaslanır?
- Elektrik mühərrikində rotorun fırlanma sürəti ondan keçən cərəyan şiddətindən necə asılıdır?

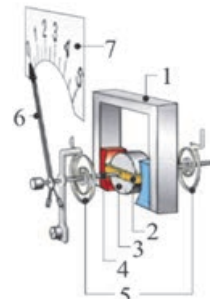


**Elektrik ölçü cihazları.** Elektrik ölçü cihazlarının müxtəlif sistemləri mövcuddur: *maqnitoelektrik*, *elektromaqnit* və *elektrodinamik*. Bu cihazların hamısının iş prinsipi maqnit sahəsinin cərəyanlı naqilə təsirinə əsaslanır. Onlardan ən çox istifadə olunan maqnitoelektrik sistemli cihazlardır.

**Maqnitoelektrik sistemli ölçü cihazları.** Sizə yaxşı tanış olan *ampermetr*, *qalvanometr* və *voltmetr* – *maqnitoelektrik sistemli ölçü cihazlarıdır* (e).

Nalşəkilli maqnitin (1) qütbləri arasında dolaqlardan ibarət çərçivə (2) yerləşir. Çərçivənin daxilində tərپənməz silindrik polad içlik (3) var. Cərəyan olmadıqda çərçivənin oxuna (4) bərkidilmiş spiralvari yaylar (5) onu elə vəziyyətdə saxlayır ki, oxun ucuna lehirlənmiş əqrəb (6) şkalanın (7) sıfır bölgüsünün üzərində dayansın.

Cihazı dövrəyə qoşduqda çərçivədən elektrik cərəyanı keçir, ona maqnit sahəsi tərəfindən Amper qüvvəsi təsir edir. Nəticədə çərçivə əqrəblə birlikdə polad içlik ətrafında dönmür. Bu zaman spiral yaylar burularaq əlavə elastiklik qüvvəsi yaradır. Bu qüvvənin çərçivənin oxuna verdiyi fırlanma momenti Amper qüvvəsinin fırlanma momentinə bərabər olduqda çərçivənin dönməsi dayanır, əqrəb müəyyən bölgünü göstərir. Dövrədə cərəyan şiddəti artdıqda cərəyanlı çərçivəyə təsir edən Amper qüvvəsi də artır. O daha çox dönmək əqrəbi daha da artıq meyil etdirir.



(e) Ampermetr və onun quruluş sxemi

Voltmetrin də ölçü mexanizmi belədir. Lakin onun elektrik müqaviməti ampermetrin elektrik müqavimətindən daha çoxdur.

**Nə üçün voltmetrin elektrik müqaviməti ampermetrin elektrik müqavimətindən daha böyükdür?**

Ampermetr elektrik dövrəsindəki cərəyan şiddətini ölçmək üçün ona ardıcıl qoşulur. Bu səbəbdən ampermetrin müqaviməti çox kiçik olmalıdır ki, dövrədəki ümumi cərəyan şiddətinə təsir etməsin: onun müqaviməti böyük olarsa, dövrədəki ümumi cərəyan şiddətini kəskin azaldar.

Voltmetr dövrənin və ya işlədicilərin uclarındakı gərginliyi ölçdüyünə görə o, dövrəyə paralel qoşulur. Dövrədəki cərəyan şiddəti dəyişməsin deyə, voltmetrin müqaviməti çox böyük olmalıdır ki, ondan keçən cərəyan nəzərə alınmayacaq qədər zəif olsun.

Elektromaqnit sistemli cihazın iş prinsipi cərəyanlı sarğacın maqnit sahəsinin təsiri ilə fırlanma oxuna bərkidilmiş polad içliyin sarğaca cəzb olunmasına əsaslanır (f).

## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 2

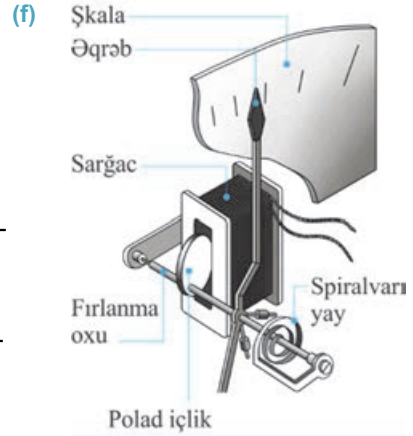
#### Elektromaqnit sistemli cihazın iş prinsipi.

**Təchizat:** elektromaqnit sistemli cihazın ölçü mexanizminin şəkli.

**İşin gedişi:** şəkildə elektromaqnit sistemli cihazın ölçü mexanizmi təsvir edilmişdir (bax: f). Şekli diqqətlə araşdırın və cihazın iş prinsipini izah etməyə çalışın.

#### Nəticəni müzakirə edin:

- Elektromaqnit və maqnitoelektrik sistemli ölçü cihazlarının iş prinsipində oxşar və fərqli cəhətlər hansılardır?



### Nə öyrəndiniz ?

#### • Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

1. Elektrik mühərriki ...
2. Elektrik mühərrikinin əsas hissələri ...
3. Elektrik ölçü cihazlarının iş prinsipi ...
4. Maqnitoelektrik sistemli cihazın ölçü mexanizminin iş prinsipi ...
5. Elektromaqnit sistemli cihazın ölçü mexanizminin iş prinsipi ...

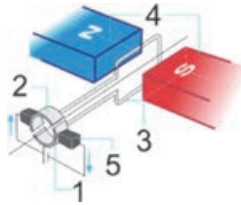
### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. İstilik və elektrik mühərriklərində hansı enerji çevrilmələri baş verir?
2. Ekoloji baxımdan hansı mühərrik daha faydalıdır: istilik, yoxsa elektrik? Cavabınızı əsaslandırın.
3. Hansı mühərrikin FİƏ-si daha böyükdür: istilik, yoxsa elektrik? Nə üçün?
4. Elektrik ölçü cihazlarının iş prinsipi hansı fiziki hadisəyə əsaslanır?
5. Maqnitoelektrik və elektromaqnit sistemli cihazların ölçü mexanizmi nə ilə fərqlənir?
6. Nə üçün voltmetrin elektrik müqaviməti ampermetrin müqavimətindən çox-çox böyük olur?

## Çalışma

2.5

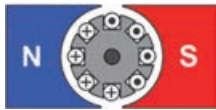
1. Şəkilə elektrik mühərrikinin quruluşunun sadələşdirilmiş sxemi təsvir edilmişdir.



Sxemə əsasən...

- rəqəmlərin uyğun olaraq hansı hissələri göstərdiyini təyin edin.
- mühərrik iş prinsipini izah edin.

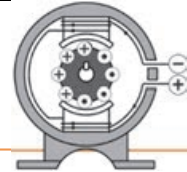
2. Şəkilə dolaqlarından cərəyan keçən elektrik mühərrikinin en kəsiyi göstərilir. Rotor hansı istiqamətdə fırlanır: saat əqrəbinin hərəkəti istiqamətində, yoxsa onun əksinə?



3. Voltmetr dövrəyə ardıcıl qoşularsa, nə baş verər? Ampermetr dövrəyə paralel qoşularsa, nə baş verər? Nə üçün?

4. Niyə maqnitoelektrik sistemli ampermetrin “+” sıxacını cərəyan mənbəyinin “-” qütübünə birləşdirmək olmaz?

5. Şəkilə elektrik mühərrikinin en kəsiyi göstərilir. Elektromaqnitin (statorun) qütblərini və rotorun fırlanma istiqamətini təyin edin.



## 2.12

## MAQNİT SAHƏSİNİN HƏRƏKƏTDƏ OLAN YÜKLÜ ZƏRRƏCİKLƏRƏ TƏSİRİ. LORENS QÜVVƏSİ



- Nə üçün maqnit sahəsi cərəyanlı naqilə təsir edir, lakin ondan cərəyan keçmədikdə təsir etmir?
- Maqnit sahəsi naqilə təsir edir, yoxsa bu naqildə hərəkətdə olan yüklü zərrəciklərə?



## Araşdırma

1

**Hərəkətdə olan yüklü zərrəciklər selinə maqnit sahəsinin təsiri.**

**Təchizat:** havası seyrəldilmiş ikielektrodlu şüşə boru, yüksəkgərginlikli düzləndirici, sabit düz maqnit, birləşdirici naqillər, qara rəngli ekran, dielektrik ştativ.

**İşin gedişi:**

- Şüşə borunu dielektrik ştativə bərkidib arxasında ekran yerləşdirin.
- Borunun elektrodlarını düzləndiriciyə birləşdirib dövrəni qapayın və boruda yüklü zərrəciklər selinin işıqlı düz zolağı görünənə qədər (a) onun uclarındakı gərginliyi yavaş-yavaş artırın.





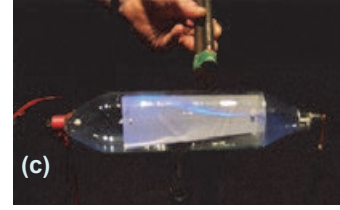
## Araşdırma

1

3. Maqnitin əvvəlcə bir qütbünü, sonra isə digər qütbünü boruya yaxınlaşdırın və yüklü zərrəciklər selinin hərəkətini izləyin (b və c).

### Nəticəni müzakirə edin:

- Havası seyrəldilmiş borunun elektrodlarına yüksək gərginlik verdikdə orada hansı zərrəciklər seli yaranıdı?
- Nə üçün maqnitin qütblərini hərəkətdə olan zərrəciklər selinə yaxınlaşdırdıqda onun hərəkət istiqaməti dəyişdi?
- Maqnitin hansı qütbü hərəkətdə olan zərrəciklər selinə cazibə, hansı qütbü isə itələmə xarakterli qüvvə ilə təsir etdi? Bu təsirin Amper qüvvəsi ilə əlaqəsi varmı?



Elektrik cərəyanı yüklü zərrəciklərin nizamlı hərəkəti olduğundan maqnit sahəsi cərəyana təsir etməklə hərəkətdə olan bu yüklü zərrəciklərin hər birinə təsir etmiş olur. Beləliklə, Amper qüvvəsinə hərəkətdə olan hər bir zərrəciyə təsir edən qüvvələrin cəmi kimi baxmaq olar.

• **Maqnit sahəsinin hərəkət edən yüklü zərrəciyə təsir qüvvəsi Lorens qüvvəsi adlanır.** Bu ad Niderland fiziki Hendrik Anton Lorensin şərəfinə verilmişdir.



Hendrik Anton Lorens  
(1853–1928)  
Niderland fiziki

- Fizikanın *elektrodinamika* və *optika* sahələrinin inkişafında böyük xidmətləri olmuşdur. O, *maddə quruluşunun elektron nəzəriyyəsinin* banisidir.

**Lorens qüvvəsi.** Lorens qüvvəsinin modulunu

$$F_L = \frac{F_A}{N}$$

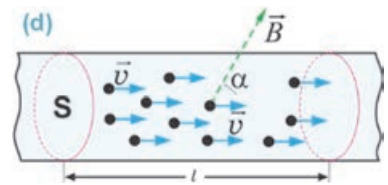
düsturundan müəyyən etmək olar. Burada  $F_A$  – Amper qüvvəsi,  $N$  – düz naqilin maqnit sahəsində yerləşən  $l$  uzunluqlu hissəsindəki sərbəst yüklü zərrəciklərin ümumi sayıdır. Əgər bir zərrəciyin yükünün modulu  $q$ , zərrəciklərin ümumi yükünün modulu isə  $N \cdot q$  olarsa, naqildəki cərəyan şiddəti  $I = \frac{Nq}{t}$ -ə bərabər olar. Burada  $t$ -yüklü zərrəciyin naqilin  $l$  uzunluqlu hissəsini keçməsinə sərf etdiyi zamandır (d). Bu halda alarıq:

$$F_L = \frac{F_A}{N} = \frac{IBl \sin \alpha}{N} = \frac{NqBl \sin \alpha}{Nt} = \frac{qBl \sin \alpha}{t}$$

Burada  $\frac{l}{t} = v$  olduğunu nəzərə aldıqda Lorens qüvvəsinin modulunu təyin etmək üçün lazım olan düstur alınır:

$$F_L = qBv \sin \alpha$$

Burada  $v$  – maqnit sahəsində nizamlı hərəkət edən yüklü zərrəciyin orta sürəti,  $\alpha$  – maqnit sahəsinin induksiya vektoru  $\vec{B}$  ilə yüklü zərrəciyin sürət vektoru  $\vec{v}$  arasındakı bucaqdır. Yüklü zərrəcik

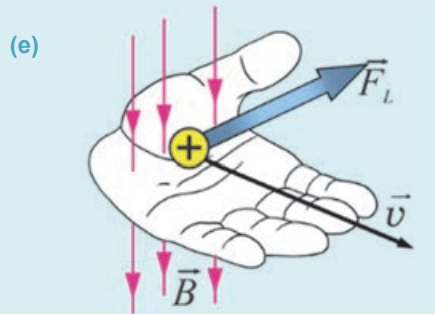


maqnit sahəsinə induksiya xətlərinə perpendikulyar istiqamətdə daxil olarsa, Lorens qüvvəsi maksimal qiymət alır:

$$F_{Lmax} = qBv.$$

Lorens qüvvəsi  $\vec{B}$  və  $\vec{v}$  vektorlarına perpendikulyardır və onun istiqaməti *sol əl qaydası* ilə təyin olunur.

**Lorens qüvvəsi üçün sol əl qaydası:** sol əli maqnit sahəsində elə tutmaq lazımdır ki, maqnit induksiya vektoru ovuca perpendikulyar daxil olsun və açılan dörd barmaq müsbət yükün hərəkəti istiqamətində (mənfi yükün hərəkətinin əksinə) yönəlsin. Bu zaman  $90^\circ$  bucaq altında açılmış baş barmaq yükə təsir edən Lorens qüvvəsinin istiqamətini göstərəcək (e).



Yüklü zərrəcik maqnit sahəsində induksiya xətlərinə paralel istiqamətdə daxil olarsa ( $\alpha=0^\circ$  və ya  $\alpha=180^\circ$ ), Lorens qüvvəsi sıfıra bərabər olur:

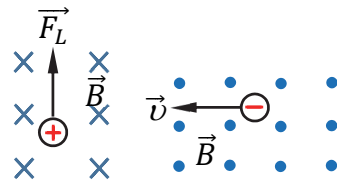
$$F_L = 0.$$

### Yaradıcı tətbiqetmə

#### Araşdırma 2

**Məsələ.** Verilən təsvirə əsasən təyin edin: bircins maqnit sahəsinə daxil olan ...

- müsbət yüklü zərrəciyin sürətinin istiqamətini;
- mənfi yüklü zərrəciyə təsir edən Lorens qüvvəsinin istiqamətini.



#### Nə öyrəndiniz ?

• Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

- Maqnit sahəsinin hərəkət edən yüklü zərrəciyə ...
- Lorens qüvvəsinin modulu ...
- Lorens qüvvəsi üçün sol əl qaydası ...

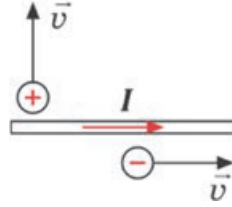
#### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

- Maqnit sahəsinin hərəkət edən yüklü zərrəciyə təsir göstərdiyi qüvvənin modulu necə təyin edilir?
- Yüklü zərrəcik induksiya xətlərinə perpendikulyar istiqamətdə maqnit sahəsinə daxil olur. O hansı trayektoriya üzrə hərəkət edir?
- Yüksüz zərrəcik induksiya xətlərinə perpendikulyar istiqamətdə maqnit sahəsinə daxil olur. O hansı trayektoriya üzrə hərəkət edir?
- Yüklü zərrəcik induksiya xətlərinə paralel istiqamətdə maqnit sahəsinə daxil olur. O hansı trayektoriya üzrə hərəkət edir?

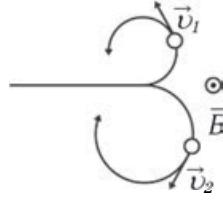
## Çalışma

2.6

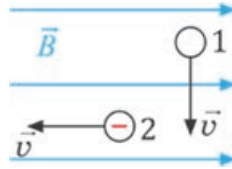
- Elektron, induksiyası  $B = 10 \text{ mTl}$  olan maqnit sahəsinə induksiya xətlərinə perpendikulyar istiqamətdə  $v = 4 \cdot 10^3 \text{ m/san}$  sürəti ilə daxil olur. Ona təsir edən Lorens qüvvəsinin modulunu hesablayın ( $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$ ).
- Şəkildə cərəyanlı düz naqilin maqnit sahəsinə daxil olan zərrəciklər təsvir edilmişdir. Bu zərrəciklərə təsir edən Lorens qüvvəsinin istiqamətini təyin edin.



- Şəkildə elektron və protonun maqnit sahəsində hərəkət trayektoriyası təsvir olunmuşdur. Hansı trayektoriya protona, hansı elektrona məxsusdur?



- Bircins maqnit sahəsinə daxil olan yüksüz 1 və mənfi yüklü 2 zərrəciyi hansı trayektoriya üzrə yoluna davam edər?



- Elektron, induksiyası  $B = 1,6 \text{ mTl}$  olan maqnit sahəsinə induksiya xətlərinə  $30^\circ$ -lik bucaq altında  $v = 5,6 \cdot 10^3 \text{ m/san}$  sürəti ilə daxil olur. Ona təsir edən Lorens qüvvəsinin modulunu hesablayın ( $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$ ).

## 2.13 ELEKTROMAQNİT İNDUKSIYA HADİSƏSİ



- Ersted təcrübəsinin mahiyyəti nədən ibarətdir?
- Amper fərziyyəsinə görə, maqnit sahəsinin mənşəyi nədir?
- Maqnit sahəsi elektrik cərəyanı yarada bilərmi?

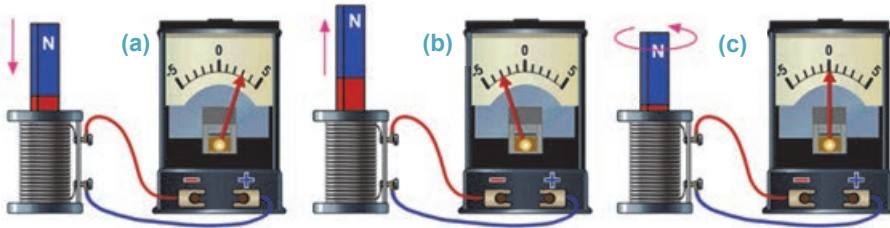
### Araşdırma 1

#### Sarğacda elektrik cərəyanını yaradan nədir?

**Təchizat:** sarğac, düz maqnit, qalvanometr, birləşdirici naqillər.

**İşin gedişi:**

1. Sarğacın sıxaclarını qalvanometrə birləşdirin.
2. Düz maqnit sarğaca daxil edib çıxarın və bu zaman qalvanometrin əqrəbinə diqqət yetirin (**a** və **b**).
3. Sarğacın içərisinə düz maqnit yerləşdirib onu sükunətdə saxlayın, sonra isə maqnitə məhsulun səthindən ayırmadan yerindəcə fırladın və qalvanometrin əqrəbini izləyin (**c**).



**Nəticəni müzakirə edin:**

- Maqnitin sarğaca daxil edilib-çıxarılması zamanı qalvanometrin əqrəbinin gah sağa, gah da sola meyil etməsindən hansı nəticəyə gəlmək olar?
- Maqnitə sarğacın daxilində sükunətdə saxladıqda və ya yerindəcə fırlatdıqda qalvanometrin əqrəbinin sıfır bölgüsünün üzərində durması nə deməkdir?
- Araşdırmadan hansı fərziyyəni irəli sürmək olar?

H.Erstedin apardığı təcrübələr (1820-ci il) sübut etdi ki, elektrik cərəyanı öz ətrafında maqnit sahəsi yaradır. Bu təcrübələr əsasında A.Amper “molekulyar cərəyanlar” fərziyyəsinə irəli sürdü.

**Əgər elektrik cərəyanı maqnit sahəsi yaradırsa, maqnit sahəsi də elektrik cərəyanı yarada bilərmi?**

İngilis alimi Maykl Faradey ilk dəfə olaraq 1831-ci ildə bu suala cavab verdi. O apardığı çoxsaylı təcrübələrin köməyi ilə müəyyən etdi ki, maqnit sahəsinin dəyişməsi qapalı keçirici dolaqda (konturda) elektrik cərəyanı yaradır.





Maykl Faradey  
(1791–1867)  
İngilis fiziki

- Elektromağnit induksiya hadisəsini kəşf etmiş, ilk elektrik cərəyanı generatorunun konstruksiyasını vermiş, elektroliz qanunlarını kəşf etmişdir. Elektrik yüklərinin saxlanması qanununu təcrübi olaraq sübut etmiş, işığın elektromağnit təbiətli olması ideyasını irəli sürmüşdür. O, “katod”, “anod”, “ion”, “elektroliz”, “elektrolit” anlayışlarını elmə gətirmişdir.

Faradeyin təcrübələrindən bəzilərini siz də araşdırmada icra etdiniz. Məlum oldu ki, sabit maqnit sarğaca daxil etdikdə və ya sarğacdən çıxardıqda onun dolaqlarında elektrik cərəyanı yaranır. Maqnitin bu və ya digər istiqamətdə hərəkəti zamanı qalvanometrin əqrəbinin əks istiqamətlərə meyil etməsi dolaqlarda yaranan elektrik cərəyanının istiqamətinin dəyişdiyini göstərdi. Maqnit sarğacın daxilində sükunətdə saxladıqda və ya yerində fırlatdıqda isə dolaqlarda cərəyan yaranmadı. Buradan belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, maqnitin sarğac boyunca ixtiyari irəliləmə hərəkəti onun qapalı dolaqlarında elektrik cərəyanı yaradır. Bu hadisə *elektromağnit induksiya hadisəsi*, konturda yaranan cərəyan isə *induksiya cərəyanı* adlanır.

• *Konturda maqnit sahəsinin dəyişməsi ilə bu konturda elektrik cərəyanının yaranması elektromağnit induksiya hadisəsi, yaranan cərəyan isə induksiya cərəyanı adlanır.*

**Maqnit sahəsinin dəyişməsi nə deməkdir?** Sabit maqnitin qapalı dolağı kəşib keçən induksiya xətlərinin sayının dəyişməsi (artması və ya azalması) maqnit sahəsinin dəyişməsi deməkdir (d).



Maqnit sahəsinin dəyişməsini yalnız sabit maqnit sarğac daxilində irəliləmə hərəkəti etdirməklə deyil, digər üsullarla da həyata keçirmək olar. Məsələn, əgər sabit maqnit elektromağnitlə əvəz olunarsa, sarğacdakı maqnit sahəsinin dəyişməsinə elektromağnitdəki cərəyan şiddətini dəyişməklə də nail olunur. Yaxud qapalı kontur (bu və digər yerlərdə keçirici kontur nəzərdə tutulur) sabit maqnit sahəsində onun induksiya xətlərini kəşib keçməklə hərəkət edərsə, bu konturda induksiya cərəyanı yaranar. Lakin sarğac bircins maqnit sahəsində irəliləmə hərəkəti etdikdə onda induksiya cərəyanı yaranmır, çünki bircins sahədə sarğac müstəvisini kəsən induksiya xətlərinin sayı dəyişmir.

## Yaradıcı tətbiqetmə

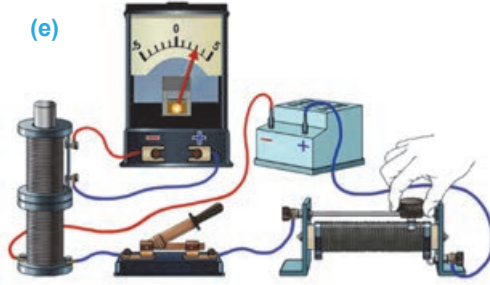
## Araşdırma 2

## Elektromaqlitlə induksiya cərəyanının alınması.

**Təchizat:** sabit cərəyan mənbəyi, reostat, sarğac (2 ədəd), uzun dəmir iqlik, açar, qalvanometr, birləşdirici naqillər.

**İşin gedişi:**

1. Dəmir iqliyi 1 sarğacına daxil edib elektromaqlit hazırlayın. Elektromaqlitin sıxaclarını reostat və açarla birlikdə sabit cərəyan mənbəyinə ardıcıl birləşdirin.
2. İkinci sarğacı (2) qalvanometrə birləşdirib elektromaqlitin dəmir iqliyinin kənara çıxan hissəsinə daxil edin (e).
3. Əvvəlcə açarı qapayıb açın, sonra isə açarın qapalı vəziyyətində reostatın sürgüsünü sağa-sola hərəkət etdirməklə 1 elektromaqlitində cərəyan şiddətini dəyişin. Bütün hallarda 2 sarğacına qoşulan qalvanometri izləyin.

**Nəticəni müzakirə edin:**

- Nə üçün 1 elektromaqlitindən keçən cərəyan şiddətinin ixtiyari dəyişməsi 2 sarğacında induksiya cərəyanının yaranması ilə nəticələndi?
- 1 elektromaqlitindən keçən cərəyan şiddətinin artıb-azalması 2 sarğacında yaranan induksiya cərəyanının istiqamətinə necə təsir etdi?

## Nə öyrəndiniz?

## • Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

1. Elektromaqlit induksiya hadisəsi ...
2. İnduksiya cərəyanı ...
3. Maqlit sahəsinin dəyişməsi ...

## Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Elektromaqlit induksiya hadisəsi nəyə deyilir?
2. Maqliti sarğac daxilində sükunətdə saxlayıb sarğacı irəliləmə hərəkəti etsə, induksiya cərəyanı yaranarmı? Nə üçün?
3. Qapalı kontur sabit maqlit sahəsində şəkildə təsvir olduğu kimi hərəkət edərsə, onda induksiya cərəyanı yaranarmı? Cavabınızı əsaslandırın.



## 2.14 İNDUKSIYA CƏRƏYANININ İSTİQAMƏTİ

Məlumdur ki, naqildə elektrik cərəyanının olması üçün orada sərbəst yükdaşıyıcılar və onları nizamlı hərəkət etdirən elektrik sahəsinin olması zəruridir. Elektrik cərəyanının istiqamətini də elektrik sahəsinin intensivliyi müəyyən edir. Belə ki, metal naqillərdə sərbəst elektronların hərəkəti elektrik sahəsinin intensivlik xətlərinin əksinədir, lakin cərəyanın istiqaməti intensivlik xətlərinin istiqaməti qəbul olunmuşdur.



- Qapalı konturda induksiya cərəyanını hansı sahə yaradır: dəyişən maqnit sahəsi, yoxsa elektrik sahəsi?
- İnduksiya cərəyanının istiqamətini necə müəyyənləşdirmək olar?

### Araşdırma 1

#### Lens təcrübəsi.

**Təchizat:** Lens qurğusu, sabit maqnit (düz və ya nalşəkilli).

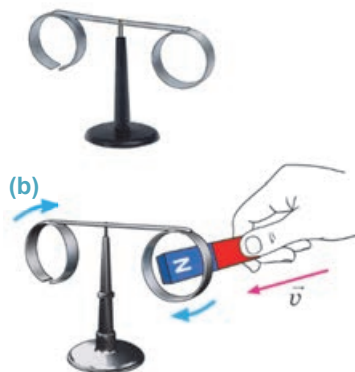
**Lens qurğusunun təsviri:** qurğunun əsas hissəsi kənarlarına biri qapalı, digəri kəsik olmaqla iki alüminium halqa bərkidilmiş çubuqdan ibarətdir. Çubuq iti ucluq üzərində yerləşdirilir (a).

#### İşin gedişi:

1. Maqnitin qütblərindən birini yavaş-yavaş qapalı halqaya daxil edin və baş verən hadisəni izləyin (b).
2. Maqnitə halqa daxilində hərəkətsiz saxlayın və sonra onu halqadan yavaş-yavaş çıxararaq uzaqlaşdırın. Baş verən hadisəni izləyin.
3. Təcrübəni maqnitin digər qütbü ilə də təkrarlayın.
4. Təcrübəni kəsiyi olan halqayla təkrarlayın: maqnitin qütblərini ardıcıl olaraq kəsik halqaya daxil edib-çıxarın. Müşahidə etdiyiniz hadisələri müqayisə edin.

#### Nəticəni müzakirə edin:

- Maqnitin qütblərini qapalı halqaya daxil etdikdə nə müşahidə etdiniz?
- Maqnitə qapalı halqada sükunətdə saxladıqda nə baş verdi?
- Maqnitə qapalı halqadan çıxararaq uzaqlaşdırdıqda nə müşahidə olundu?
- Təcrübəni kəsik halqa ilə təkrarladıqda nə müşahidə etdiniz?
- Təcrübələrdən hansı nəticəyə gəlmək olar?



**İnduksiya cərəyanının yaranma səbəbi.** İnduksiya cərəyanını da digər elektrik cərəyanları kimi elektrik sahəsi yaradır.

#### İnduksiya cərəyanını yaradan elektrik sahəsi haradan əmələ gəldi?

Əlbəttə, bu sahəni dəyişən maqnit sahəsi yaradır.

*Dəyişən maqnit sahəsi həmişə ətraf fəzada burulğanlı elektrik sahəsinin yaranması ilə müşayiət olunur.*

Qapalı konturdakı sərbəst elektronları nizamlı hərəkət etdirərək induksiya cərəyanı yaradan maqnit sahəsi deyil, burulğanlı elektrik sahəsidir.

Burulğanlı elektrik sahəsi elektrostatik sahədən kəskin fərqlənir:

a) *elektrostatik sahəni sükunətdəki elektrik yükü, burulğanlı elektrik sahəsini isə dəyişən maqnit sahəsi yaradır;*

b) *elektrostatik sahənin intensivlik xətləri müsbət yükədən başlayır, mənfi yükə qurtarır. Burulğanlı elektrik sahəsinin intensivlik xətlərinin nə başlanğıcı, nə də sonu var, o, maqnit induksiya xətləri kimi qapalıdır.*

### **İnduksiya cərəyanının istiqamətini necə müəyyənləşdirmək olar?**

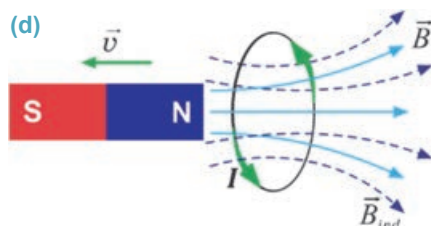
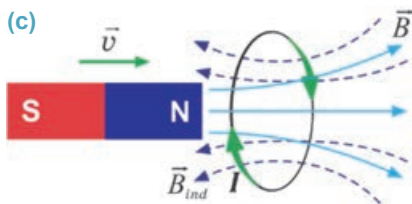
Apardığınız araşdırmada müəyyən etdiniz ki, maqnit qapalı halqaya daxil etdikdə halqa maqnitdən itələnir, əksinə, maqnit halqadan çıxarılıb uzaqlaşdırdıqda isə halqa maqnitə cəzb olunur. Eyni effekt maqnitin hər iki qütbündə təkrarlanır. Lakin maqnit halqa daxilində sükunətdə saxladıqda isə maqnitlə halqa arasında heç bir qarşılıqlı təsir yaranmır. Maqnit kəsik halqaya daxil edib çıxardıqda da heç bir hadisə baş vermir. Bu onunla izah edilir ki, qapalı konturu kəsən maqnit sahəsinin ixtiyari dəyişməsi nəticəsində bu konturda induksiya cərəyanı yaranır, kəsik halqada isə (kontur açıq olduqda) induksiya cərəyanı yaranmır. Deməli, qapalı-keçirici konturdan keçən induksiya xətlərinin sayının dəyişməsi bu konturda *induksiya cərəyanının* yaranmasına səbəb olur.

Maqnit halqaya daxil etdikdə yaranan induksiya cərəyanı elə istiqamətə yönəlir ki, bu cərəyanın yaratdığı maqnit sahəsi sabit maqnitin maqnit sahəsinin güclənməsinə əks-təsir göstərsin. Maqnit halqadan çıxardıqda isə yaranan induksiya cərəyanı elə istiqamətə yönəlir ki, bu cərəyanın yaratdığı maqnit sahəsi sabit maqnitin maqnit sahəsinin zəifləməsinə əks-təsir göstərsin.

Bu hadisələri araşdıran rus fiziki Emil Lens 1833-cü ildə induksiya cərəyanının istiqamətini təyin edən ümumi qaydanı – *Lens qaydasını* müəyyənləşdirdi:

• **İnduksiya cərəyanı elə istiqamətə yönəlir ki, onun yaratdığı maqnit sahəsi bu cərəyanı yaradan xarici maqnit sahəsinin ixtiyari dəyişməsinə əks-təsir göstərir.**

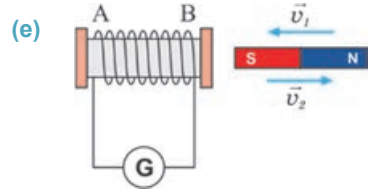
Bu, o deməkdir ki, əgər xarici maqnit sahəsi güclənərsə, induksiya cərəyanının maqnit sahəsi bu güclənməyə mane olacaqdır. Bu zaman induksiya cərəyanının maqnit induksiyası xarici maqnit sahəsinin induksiyasının əksinə yönəlir (c). Əgər xarici maqnit sahəsi zəifləyərsə, induksiya cərəyanının maqnit sahəsi bu zəifləməyə mane olacaqdır. Bu zaman induksiya cərəyanının maqnit induksiyası xarici maqnit sahəsinin induksiyasının istiqamətinə yönəlir (d).



## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 2

**Məsələ.** Sabit maqnitin cənub qütbünü sarğaca daxil etdikdə və çıxardıqda onun **A** və **B** uclarında uyğun olaraq induksiya cərəyanının maqnit sahəsinin hansı qütbləri yaranar (e)?



### Nə öyrəndiniz

- Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.
  1. Dəyişən maqnit sahəsi həmişə ətraf fəzada ...
  2. Burulğanlı elektrik sahəsi ilə elektrostatik sahə arasında fərq ...
  3. İnduksiya cərəyanının istiqaməti üçün Lens qaydası ...

### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Nə üçün sabit maqnit qapalı kontura daxil etdikdə o, maqnitdən itələnir?
2. Nə üçün kəsik konturla hərəkətdə olan maqnit arasında heç bir qarşılıqlı təsir yaranmır? Cavabınızı əsaslandırın.
3. İnduksiya cərəyanının istiqaməti nədən asılıdır?
4. Lens qaydasını ifadə edin.

### Praktik iş 2

#### Elektromaqnit induksiya hadisəsinin öyrənilməsi.

**Təchizat:** qalvanometr, bir neçə dolaqdan ibarət qapalı kontur, maqnit (düz və ya nalşəkilli), birləşdirici naqillər.

#### İşin gedişi:

1. Konturu qalvanometrin sıxaclarına birləşdirin.
2. Təcrübənin nəticələrini qeyd etmək üçün iş vərəqinə aşağıdakı cədvəli köçürün:

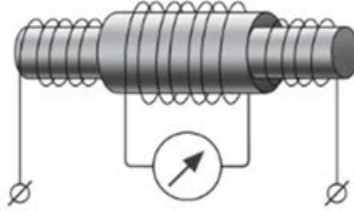
No	İnduksiya cərəyanının alınma üsulu	Qalvanometr əqrəbinin meyli (sağa, sola)
1	Maqnitin şimal qütbünü kontura daxil etdikdə	
2	Maqnitin şimal qütbünü konturdan uzaqlaşdırdıqda	
3	Maqnitin cənub qütbünü kontura daxil etdikdə	
4	Maqnitin cənub qütbünü konturdan uzaqlaşdırdıqda	
5	Sarğacı maqnitə keçirdikdə	
6	Sarğacı maqnitdən çıxarıb uzaqlaşdırdıqda	

3. Konturu masa üzərində şaquli yerləşdirin. Maqnitin şimal qütbünü kontura daxil edin və çıxarın. Müşahidənin nəticələrini cədvələ yazın.
4. Maqnitin cənub qütbünü kontura daxil edin və çıxarın. Müşahidənin nəticələrini cədvələ yazın.
5. Maqnitə masa üzərində şaquli yerləşdirin. Konturu maqnitə daxil edib çıxarın. Müşahidənin nəticələrini cədvələ yazın.

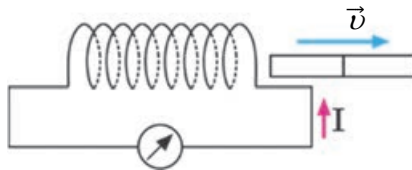
## Çalışma

2.7

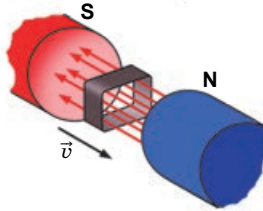
1. İki hərəkətsiz sarğac şəkildə göstərilədiyi kimi yerləşdirilmişdir. Sarğaclardan birinə qoşulan qalvanometr induksiya cərəyanının yaranacağını göstərir. Bu hansı halda mümkündür?



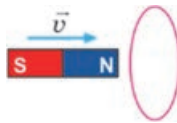
2. Təsvirə əsasən düz maqnitin qütblərini təyin edin.



3. Qapalı dördbucaqlı kontur elektromaqnitin qütbləri arasında şəkildə təsvir olunduğu kimi hərəkət edir. Bu konturda induksiya cərəyanı yaranarmı? Nə üçün?



4. Sarğac bircins maqnit sahəsində irəliləmə hərəkətində olarsa, onda induksiya cərəyanı yaranarmı? Nə üçün?
5. Düz maqnit qapalı kontura şəkildə təsvir olunduğu kimi yaxınlaşdırılır. Konturda yaranan induksiya cərəyanının istiqamətini təyin edin.



## 2.15 MADDƏNİN MAQNİT NÜFUZLUĞU

Öyrəndiniz ki, cərəyanlı sarğaca dəmir içlik daxil etdikdə onun maqnit təsiri artır.



- Cərəyanlı sarğaca növbə ilə polad, şüşə, quru taxta, plastmas, mis, alüminium içlik daxil etdikdə onun maqnit sahəsi necə dəyişər?
- Maqnit sahəsi cərəyanlı naqili əhatə edən mühitin xassəsindən asılıdır mı? Cavabınızı əsaslandırın.

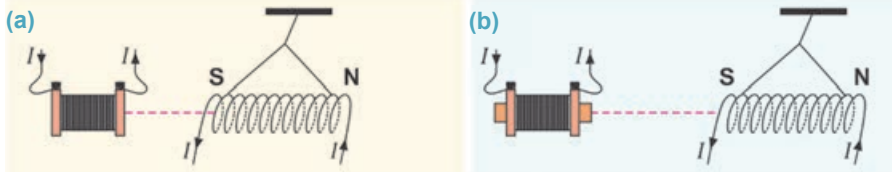
### Araşdırma 1

#### Maqnit sahəsi mühitin xassəsindən asılıdır mı?

**Təchizat:** sabit cərəyan mənbəyi, sarğac (2 əd.), dielektrik ştativ, ipək sap, dəmir içlik, mis və şüşə içlik, birləşdirici naqillər.

#### Araşdırmanın gedişi:

1. Biri tərpnəmz, digəri ipək sapdan asılan iki sarğacı sabit cərəyan mənbəyinə birləşdirin.
2. Dövrəni qapayıb sapdan asılan sarğacı (o, şəkildə sxematik təsvir edilmişdir) tərpnəmz sarğaca yaxınlaşdırın (a). Maqnit qarşılıqlı təsirinin hansı məsafədən baş verdiyinə diqqət edin.
3. Tərpnəmz sarğaca dəmir içlik daxil edib təcrübəni təkrarlayın və maqnit qarşılıqlı təsirinin necə dəyişdiyini izləyin (b).
4. Dəmir içliyi növbə ilə mis və şüşə içliklərlə əvəz edib təcrübəni təkrarlayın və baş verən hadisəni əvvəlki təcrübələrlə müqayisə edin.



#### Nəticəni müzakirə edin:

- Hansı halda cərəyanlı sarğaclarda maqnit qarşılıqlı təsiri gücləndi, hansı halda isə zəiflədi?
- Araşdırmadan maqnit sahəsinin maddənin xassəsindən asılılığına dair hansı nəticəyə gəlmək olar?

Araşdırmadan müəyyən etdiniz ki, cərəyanlı sarğacın maqnit sahəsinə gətirilmiş maddə (içlik) bu sahəni dəyişdirir: dəmir içlik maqnit sahəsinə kəskin gücləndirir, mis və şüşə içliklər isə maqnit sahəsinə zəiflədir.

• *Maqnit sahəsinə dəyişmək qabiliyyətinə malik olan bütün maddələr maqnetiklər adlanır.*

#### Maqnetiklərin maqnit sahəsinin fərqli dəyişməsinin səbəbi nədir?

Cərəyanlı sarğacın daxilində içlik olmadıqda maqnit induksiya vektorunu  $\vec{B}_0$ -la işarə edək (havada maqnit induksiyanın modulu vakuumdakı moduluna bərabər götürülür). İçlik daxil etdikdə sarğacda induksiya  $\vec{B}_i$  olan əlavə maqnit sahəsi yaranır. Beləliklə, içlikdə yaranan yekun maqnit induksiya vektoru:

$$\vec{B}_0 + \vec{B}_i = \vec{B}.$$



Müxtəlif maddələrin yaratdığı maqnit induksiya müxtəlif olduğundan onların maqnit xassələri bir-birindən fərqlənir. Maddələrin maqnit xassələri *maqnit nüfuzluğu* adlanan fiziki kəmiyyətlə xarakterizə edilir.

*Maddənin maqnit nüfuzluğu – bircins mühitdə B maqnit induksiyaının modulunun vakuumdakı B<sub>0</sub> maqnit induksiyaının modulundan neçə dəfə fərqləndiyini göstərir:*

$$\mu = \frac{B_0 + B_i}{B_0} = \frac{B}{B_0}, \quad B = \mu B_0.$$

Burada  $\mu$  ( $\mu$ ) – maddənin maqnit nüfuzluğudur. *O, vahidi adsız kəmiyyətdir.* Maddələr maqnit xassələrinə görə üç növdür:

1. *Paramaqnitlər* – maqnit nüfuzluğu vahiddən cüzi böyük olan maddələrdir ( $\mu > 1$ ). Paramaqnitlər (*Al, Li, O<sub>2</sub>, Na* və s.) sabit maqnit tərəfindən zəif cəzb olunur.

2. *Diamaqnitlər* – maqnit nüfuzluğu vahiddən kiçik olan maddələrdir ( $\mu < 1$ ). Diamaqnitlər (*Cu, Ag, Au* və bütün təsirsiz qazlar) sabit maqnit tərəfindən zəif itələnilir.

3. *Ferromaqnitlər* – maqnit nüfuzluğu vahiddən çox böyük olan maddələrdir ( $\mu \gg 1$ ). Ferromaqnitlər (*Gd, Fe, Ni, Co* və onların bəzi xəlitələri) sabit maqnit tərəfindən böyük qüvvə ilə cəzb olunur. Bütün ferromaqnitlər kristal maddələrdir.

Bəzi maddələrin maqnit nüfuzluğu 2.1 cədvəlində göstərilmişdir.

**Cədvəl 2.1.** Bəzi maddələrin maqnit nüfuzluğu

Diamaqnit maddə	$\mu$	Paramaqnit maddə	$\mu$	Ferromaqnit maddə	$\mu$
Bismut	0,999834	Hava	1,000038	Dəmir	8000
Mis	0,999990	Alüminium	1,000023	Nikel	1100
Qızıl	0,999964	Oksigen	1,000019	Nikel və dəmir ərintisi	250000

Hər bir ferromaqnit üçün *Küri nöqtəsi* adlanan temperatur həddi mövcuddur. Ferromaqnit Küri nöqtəsindən yüksək temperatürə qədər qızdırılırsa, o ferromaqnit xassəsini itirib paramaqnitə çevrilir. Məsələn, dəmir üçün Küri temperaturu 769°C-dir. Odur ki 800°C-yə qədər qızdırılan dəmir mismar maqnitləşir.

## Yaradıcı tətbiqetmə

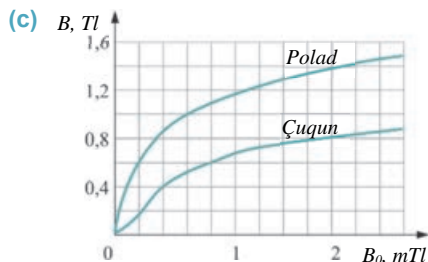
### Araşdırma 2

#### Məsələ.

- Verilən qrafikə əsasən polad və çuqun üçün maqnitləndirici sahənin induksiyaının  $B_0 = 2,2 \text{ mTl}$  qiymətinə uyğun maqnit nüfuzluqlarını təyin edin (c).

#### Nəticəni müzakirə edin:

- Hansı maddənin maqnit nüfuzluğu daha böyükdür?



## Nə öyrəndiniz



### • Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

1. Maqnetiklər – ...
2. Maddənin maqnit nüfuzluğu – ...
3. Paramaqnitlər – ...
4. Diamaqnitlər – ...
5. Ferromaqnitlər – ...

## Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Maddənin maqnit nüfuzluğunun fiziki mənası nədir?
2. Maqnit nüfuzluğuna görə maddələr hansı növdə ola bilər?
3. Ferromaqnitlər paramaqnit və diamaqnitlərdən nə ilə fərqlənir?

## 2.16

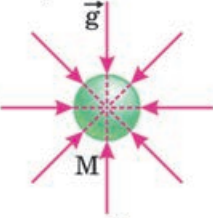
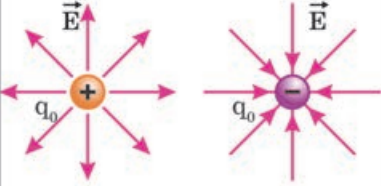
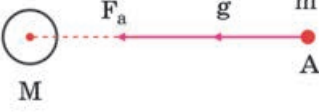
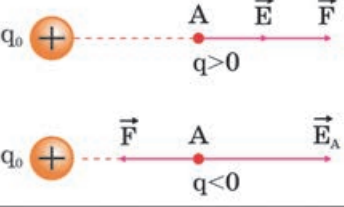
## QRAVİTASIYA, ELEKTRİK VƏ MAQNİT SAHƏLƏRİNİN MÜQAYİSƏSİ (DƏRS-TƏQDİMAT)

Qravitasiya, elektrik və maqnit sahələrinin ümumiləşmiş müqayisəsinə dair elektron təqdimat hazırlayın. Təqdimat hazırlayarkən verilən açar sözlər (və ya cümlələr), müqayisəli 2.2 və 2.3 cədvəllərindən və plandan istifadə edə bilərsiniz.

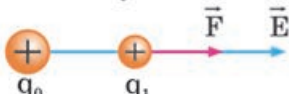
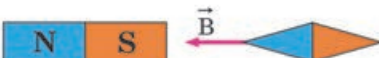
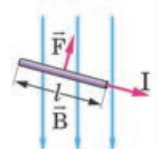
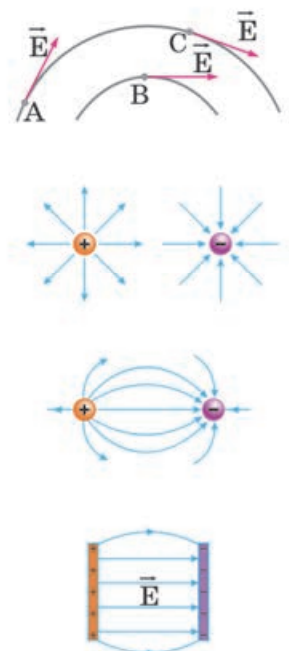
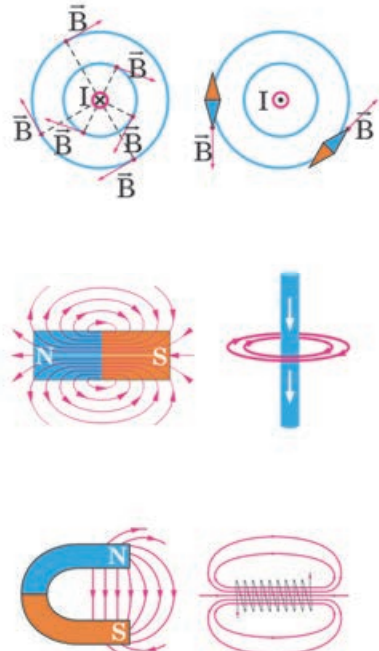
### Açar sözlər və cümlələr

Elektrik yükü	Qravitasiya sahəsinin qüvvə xətlərinin istiqaməti	Amper qüvvəsi
Kütlə	Qravitasiya sahəsində kütləyə təsir edən qüvvə	Lorens qüvvəsi
Maqnit sahəsi	Elektrik sahəsində yükə təsir edən qüvvə	Kulon qüvvəsi
Elektrik sahəsinin intensivliyi	Maqnit sahəsinin qüvvə xətlərinin istiqaməti	Ümumdünya cazibə qüvvəsi
Qüvvə xarakteristikası	Elektrik sahəsinin qüvvə xətlərinin istiqaməti	Qravitasiya sahəsində cismin yerdəyişməsi zamanı görülən iş
Qravitasiya sahə intensivliyi	Elektrik sahəsində yükün yerdəyişməsi zamanı görülən iş	Sınaq yükü
Maqnit sahəsinin induksiyası	Sınaq cismi	Ümumdünya cazibə qanunu
Amper qanunu	Kulon qanunu	

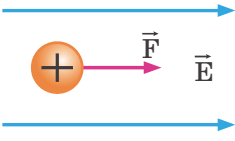
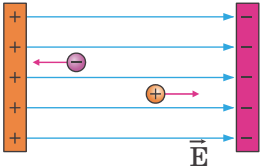
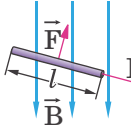
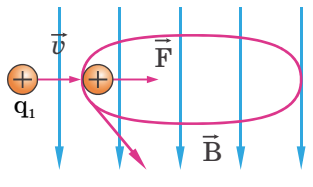
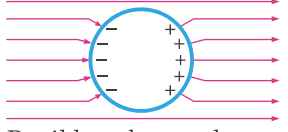
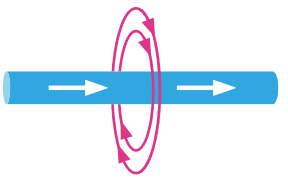
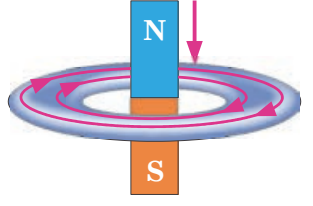
Cədvəl 2.2. Qravitasiya və elektrik sahələrinin xarakteristikalarının müqayisəsi

SAHƏNİN XARAK- TERİSTİKASI	QRAVİTASIYA SAHƏSİ	ELEKTRİK SAHƏSİ
1. Mənbəyi nədir?	Qravitasiya yükü, $M$	Elektrik yükü, $q_0$
2. Nəyə təsir edir?	Sınaq kütləyə, $m$	Elektrik yükünə, $q$
3. Qarşılıqlı təsiri müəyyən edən əsas qanun	Ümumdünya cazibə qanunu $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$	Kulon qanunu $F = k \frac{ q_1   q_2 }{r^2}$
4. Sahənin qüvvə xarakteristikası  İstiqaməti  Modulu  Vahidi	Qravitasiya sahəsinin intensivliyi  $g = \frac{F}{m}$ $[g] = 1 \frac{N}{kq}$	Elektrik sahəsinin intensivliyi  $E = \frac{F}{q}$ $[E] = 1 \frac{N}{Kl}$
5. Sahənin intensivliyinin modulu	Maddi nöqtənin yaratdığı $g = G \frac{M}{r^2}$	Nöqtəvi elektrik yükünün yaratdığı $E = k \frac{ q_0 }{r^2}$
6. Sahədə təsir edən qüvvə	$\vec{F}_a = m\vec{g}$ 	$\vec{F} = q\vec{E}$ 
7. Sahədə görülən iş	$A = mgh$	$A = qEd$

Cədvəl 2.3. Elektrik və maqnit sahələrinin xarakteristikalarının müqayisəsi

	Müqayisə elementləri	Elektrik sahəsi	Maqnit sahəsi
	I	II	III
1.	Sahəni yaranan səbəb	Yüklü zərrəciklər	Sabit maqnitlər və elektrik cərəyanı
2.	Sahə nəyin köməyi ilə öyrənilir?	Nöqtəvi sınaq yükünün	Cərəyan elementinin, maqnit əqrəbinin
3.	Sahənin qüvvə xarakteristikası  İstiqaməti  Modulu  Vahidi	Elektrik sahəsinin intensivliyi $\vec{E}$   $E = \frac{F}{q}$ $[E] = 1 \frac{N}{Kl}$	Maqnit induksiyası $\vec{B}$   $B = \frac{F_m}{Il}$ $[B] = 1 \frac{N}{A \cdot m} = 1 Tl$ 
4.	Qüvvə xətləri		

Cədvəl 2.3-ün davamı

	I	II	III
5. Sahənin təsiri		<p>Yükə (sınaq yükünə)</p>  $\vec{F} = q\vec{E}$ 	<p>Düz cərəyanlı naqilə:</p>  <p>sol əl qaydası:  <math> \vec{F}_A  =  \vec{B} l\sin\alpha</math></p> <p>Hərəkətdə olan yüklü zərrəciyə:</p>  <p>sol əl qaydası:  <math>F_L = q v  \vec{B}  \cdot \sin\alpha</math></p>
6. Maddə sahədə		<p>Keçiricilər</p>  <p>Daxildə sahə yoxdur.  Dielektriklər:  <math>\epsilon = \frac{E_0}{E}</math>,  sahə <math>\epsilon</math> dəfə zəifləyir.</p>	$\mu = \frac{B}{B_0}$ <p>Paramaqnitlər: <math>\mu &gt; 1</math>, sahə güclənir.  Diamaqnitlər: <math>\mu &lt; 1</math>, sahə zəifləyir.  Ferromaqnitlər: <math>\mu \gg 1</math>, sahə dəfələrlə güclənir.</p>
7. Sahələrin qarşılıqlı əlaqəsi		<p>Elektrik sahəsi cərəyan yaradır. Cərəyan isə maqnit sahəsi yaradır.</p> 	<p>Maqnit sahəsinin dəyişməsi dolaqda cərəyan yaradır.</p> 

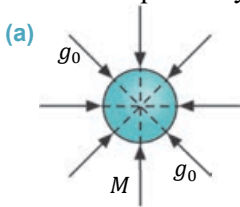
### Təqdimatın hazırlanması planı

<b>1-ci slayd</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Təqdimatın adı</li> <li>• Hazırlayan (sınıf, şagirdin adı, soyadı)</li> </ul>
<b>2-ci slayd</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qravitasiya sahəsinin mənbəyi</li> <li>• Elektrik sahəsinin mənbəyi</li> <li>• Maqnit sahəsinin mənbəyi</li> </ul>
<b>3-cü slayd</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qravitasiya sahəsi nəyin köməyi ilə öyrənilir?</li> <li>• Elektrik sahəsi nəyin köməyi ilə öyrənilir?</li> <li>• Maqnit sahəsi nəyin köməyi ilə öyrənilir?</li> </ul>
<b>4-cü slayd</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qravitasiya sahəsinin qüvvə xarakteristikası: istiqaməti, modulu</li> <li>• Elektrik sahəsinin qüvvə xarakteristikası: istiqaməti, modulu</li> <li>• Maqnit sahəsinin qüvvə xarakteristikası: istiqaməti, modulu</li> </ul>
<b>5-ci slayd</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qravitasiya sahəsinin qüvvə xətləri</li> <li>• Elektrik sahəsinin qüvvə xətləri</li> <li>• Maqnit sahəsinin qüvvə xətləri</li> </ul>
<b>6-cı slayd</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qravitasiya sahəsinin sınaq cisminə təsir etdiyi qüvvə</li> <li>• Elektrik sahəsinin sınaq yükünə təsir etdiyi qüvvə</li> <li>• Maqnit sahəsinin cərəyanlı naqilə təsir etdiyi qüvvə</li> </ul>
<b>7-ci slayd</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qravitasiya sahəsində cisimlər</li> <li>• Elektrik sahəsində keçiricilər və dielektriklər</li> <li>• Maqnit sahəsində maqnetiklər</li> </ul>
<b>8-ci slayd</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fiziki sahələrin qarşılıqlı əlaqəsi</li> </ul>

## 2.17

### BİZ YERİN QRAVİTASIYA, ELEKTRİK VƏ MAQNİT SAHƏSİNİN HANSI TƏSİRİ ALTINDAYIQ? (DƏRS-DEBAT)

*Qravitasiya sahəsinin mənbəyi kütlədir.* Qravitasiya sahəsinin qüvvə xarakteristikası qravitasiya sahəsinin *intensivliyidir.* Qravitasiya sahəsinin intensivliyi *vektorial kəmiyyətdir* ( $\vec{g}_0$ ). O, sahənin ixtiyari nöqtəsindən bu sahənin mənbəyinə tərəf yönəlir (**a**). Qravitasiya sahəsinin ixtiyari nöqtəsində intensivliyin modulu sahəni yaradan kütlədən ( $M$ ) və sahə mərkəzindən bu nöqtəyə qədərki məsafənin kvadratından ( $r$ ) asılıdır:



$$g_0 = G \frac{M}{r^2}.$$

Cisimlər arasında qravitasiya qarşılıqlı təsiri Nyutonun ümumdünya cazibə qanunu ilə müəyyən olunur:

$$F = G \frac{Mm}{r^2}.$$

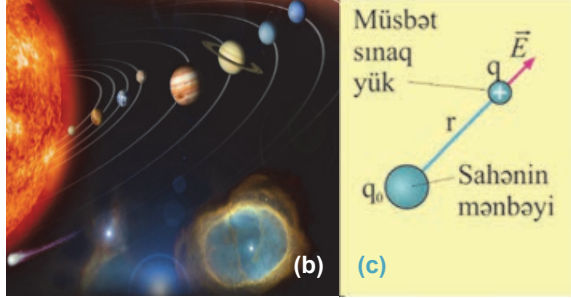
Qravitasiya qarşılıqlı təsirləri həmişə cazibə xarakterlidir. Qravitasiya sahəsinə gətirilən cismə ağırlıq qüvvəsi təsir edərək ona sərbəstdüşmə təcili ( $\vec{g}$ ) verir:

$$\vec{F} = m\vec{g}.$$

Kainatda müxtəlif sistemləri, o cümlədən Günəş sistemində planetlərin və peyklərin hərəkətini ümumdünya cazibə qüvvəsi tənzimləyir (b).

- Qravitasiya sahəsinin intensivliyi ilə sərbəstdüşmə təcilinin fiziki mahiyyətləri arasında nə fərq var?
- Yer in səthində qravitasiya sahəsinin intensivliyinin və sərbəstdüşmə təcilinin ədədi qiymətləri nəyə bərabərdir?
- Cismin kütləsi və çəkisi arasında fərq nədir?
- Sərbəstdüşmə nədir və cisim nə vaxt sərbəstdüşmə halında ola bilər?

*Elektrik sahəsinin* mənbəyi elektrik yüküdür. Elektrik sahəsinin qüvvə xarakteristikası elektrik sahəsinin intensivliyidir. Elektrik sahəsinin intensivliyi vektorial kəmiyyətdir ( $\vec{E}$ ). O, sahənin ixtiyari nöqtəsində müsbət sınaq yükünə təsir edən qüvvənin istiqamətində olur (c).



Nöqtəvi yükün verilmiş nöqtədə yaratdığı elektrik sahəsinin intensivliyinin modulu bu yükün miqdarı ( $q_0$ ) ilə düz, sahə mərkəzindən verilən nöqtə arasındakı məsafənin ( $r$ ) kvadratı ilə tərs mütənəsbdir:

$$E = k \frac{|q_0|}{r^2}.$$

Yüklər arasındakı elektrik qarşılıqlı təsiri Kulon qanunu ilə müəyyən olunur:

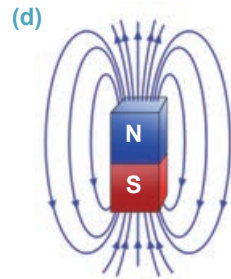
$$F = k \frac{|q_0||q|}{r^2}.$$

Yüklər arasındakı elektrik qarşılıqlı təsirləri bu yüklərin işarələrindən asılı olaraq ya cazibə, ya da itələmə xarakterli ola bilər.

Elektrik sahəsinə gətirilən sınaq  $q$  yükünə elektrik qüvvəsi təsir edir:  $\vec{F} = |q|\vec{E}$ .

- Elektrik sahəsinin intensivliyi bu sahəyə gətirilən sınaq yükündən necə asılıdır?
- Elektrostatik induksiya nədir?
- Elektrik yükünə malik zərrəciklər arasında qravitasiya qarşılıqlı təsir mövcudurmu? Cavabınızı əsaslandırın.
- Elektrik sahəsi ilə qravitasiya sahələri arasında ümumi və fərqli cəhətlər nədir?

*Maqnit sahəsinin* hərəkətdə olan elektrik yükləri yaradır. Maqnit sahəsinin qüvvə xarakteristikası maqnit sahəsinin induksiyasıdır. Maqnit induksiyası vektorial kəmiyyətdir ( $\vec{B}$ ). Maqnit sahəsinin induksiya xətləri qapalıdır, onlar maqnitin xaricində onun şimal qütbündən çıxıb cənub qütbünə daxil olur və daxilində qapanır. Qüvvə xətləri qapalı olan maqnit sahəsi burulğanlı sahədir (d). İnduksiya xətlərinin istiqaməti sağ yivli burğu və ya sağ əl qaydası ilə təyin edilə bilər.





Maqnit sahəsi induksiyasının modulu maqnit sahəsinin cərəyanlı naqilə göstərdiyi maksimal təsir qüvvəsi ( $F_m$ ) modulunun naqildəki cərəyan şiddəti ilə onun bu sahədəki uzunluğu ( $l$ ) hasilinə nisbətində bərabərdir:

$$B = \frac{F_m}{I \cdot l}.$$

Cərəyanlı paralel naqillər arasında qarşılıqlı təsir maqnit qarşılıqlı təsir qüvvəsi ilə müəyyən olunur:

$$F_m \sim \frac{I_1 \cdot I_2 \cdot l}{r}.$$

Maqnit qarşılıqlı təsiri həm cazibə, həm də itələmə xarakterlidir.

Cərəyanlı naqil bircins maqnit sahəsində yerləşərsə, ona təsir edən Amper qüvvəsinin modulu cərəyan şiddəti, maqnit induksiyasının modulu, naqilin aktiv uzunluğu (sahədəyerləşən hissəsinin uzunluğu) və cərəyanın istiqaməti ilə maqnit induksiya vektoru arasındakı bucağın sinusunu hasilinə bərabərdir:

$$F_A = IBlsin\alpha.$$

1. Maqnit sahəsinin mənşəyi nədir: maqnit yükü varmı?
2. Elektromaqnit nədir?
3. Elektromaqnit induksiya hadisəsi nədir? İnduksiya cərəyanı adi elektrik cərəyanından nə ilə fərqlənir?
4. Maqnit sahəsi bu sahəyə daxil olan elektrik yükünə hansı qüvvə ilə təsir edir? Bu qüvvənin modulu nədən asılıdır?

### Debat

- Mətni oxuduqdan sonra iki qrupa ayrılın. Mövzular ətrafında müzakirə aparın, dərslərdə verilmiş dəlillərə əlavələr edin.

### 1. Biz Yer in qravitasiya sahəsinin hansı təsiri altındayıq?



#### • Lehinə

- Yer in qravitasiya sahəsi Ay peykini özündən uzaqlaşmağa qoymur. Ay üzərinə düşən Günəş şüalarını əks etdirərək Yer səthinin qaranlıq hissəsini işıqlandırır.
- Ay ilə Yer arasında yaranan qravitasiya qarşılıqlı təsiri bir çox ölkələrin (Kanada, İngiltərə, Fransa, ABŞ, Rusiya və s.) dəniz və okean sahillərində qabarmalar yaradır. Həmin ərazilərdə qabarma elektrik stansiyaları fəaliyyət göstərir. Onlar ekoloji təmiz enerji almağa imkan verir.
- Sıxlığı böyük olan süxurların yerləşdiyi rayonlarda sərbəstdüşmə təcili-nin qiyməti böyük olur. Bu da geoloqlara faydalı qazıntı yataqlarını aşkarlamağa imkan verir. Deməli, biz Yer in qravitasiya sahəsinin faydalı təsiri altındayıq.



• Əleyhinə

- Ay və Yer bir-birini cəzb edir. Bu cazibə qüvvəsi Dünya okeanında qabarma və çəkilməyə səbəb olur. Qabarma zamanı okeanda suyun səviyyəsi qalxır və su sahilyanı əraziləri basır. İnsanlar tələfat verir və böyük maddi ziyana düşür.
- Yer kürəsi Günəş ətrafında asqısız və dayaqsız dövr edir. Deməli, o, Kainatda həmişə sərbəstdüşmə halındadır. Biz də Yer səthində yaşadığımızı görə Yerlə birlikdə sərbəstdüşmə halındayıq. Daim sərbəstdüşmə halında olmaq insanın daxili orqanlarına, qan dövrəsinə mənfi təsir göstərir, ürək və qan təzyiqini artırır.
- Biz Yerin qravitasiya sahəsinin zərərli təsiri altındayıq.

## 2. Biz Yerin elektrik sahəsinin hansı təsiri altındayıq?



• Lehinə



- Elektrik sahəsinin qüvvə xətləri müsbət yüklə başlayır, mənfi yüklə qurtarır. Yer kürəsi mənfi yüklüdür. Atmosferin yuxarı təbəqələri isə müsbət elektrik yükünə malikdir. Bu səbəbdən Yer elektrik sahəsinin qüvvə xətləri şaquli aşağı istiqamətdə yönəlir.
- Buludlarla Yer səthindəki obyektlər (binalar, ağac və su hövzələri və s.) arasında yaranan elektrik sahəsi şimşək çaxmasına səbəb olur. Şimşəyi idarə etmək mümkün olsaydı, onun enerjisindən faydalanmaq olardı. Sınıfdə elektrofor maşını ilə süni şimşək almaq olur.
- Elektrik sahəsi həyatımızda mühüm rol oynayır. Məsələn, insanın bütün duyğu üzvləri, demək olar ki, yalnız elektrik sahəsinə hiss edir: göz fəzada elektrik və maqnit sahələrinin periodik dəyişməsi olan işıq görür, lamisə duyğusu cisimlərin əlimizə sürtünməsi və deformasiyası prosesidir – bu da elektrik sahəsi vasitəsilə baş verir; eşitmə havanın təzyiqinin dəyişməsinin qulaq pərdəsinə təsiridir. Təzyiqin dəyişməsi hava molekullarının qulaq pərdəsinə döyülməsinə səbəb olur. Molekulların qarşılıqlı təsirləri isə elektrik təbiətlidir; qoxu və iyilmə kimyəvi prosesdir. İxtiyari kimyəvi proses molekulların çevrilməsi və qarşılıqlı təsirdən ibarətdir. Hər iki prosesdə elektrik qüvvələri iştirak edir.



• Əleyhinə

- Yer elektrik sahəsi canlı orqanizmlərə, o cümlədən insanlara mənfi təsir göstərə bilər. Əgər insan rezin altlıqlı ayaqqabı geyinibsə, onun bədənini Yer elektrik sahəsinin təsiri ilə yüklənir və o, elektrik yükü toplayıb ötürən canlı kondensatora çevrilir. İnsanın elektrikliyə-boşalmasının fasiləsiz baş verməsi bəzi daxili orqanların, məsələn, ürək, qandamar sistemi və s. normal funksiyasına mənfi təsir göstərir.
- Şimşək çaxması hər birimizdə həyəcan hissləri doğurur. O, təhlükəli hadisədir. Şimşək çaxması evləri yandırır, elektrik dirəklərini, zavod borularını dağıdır.
- Biz Yer elektrik sahəsinin zərərli təsirinə məruz qalıyıq.

### 3. Biz Yerin maqnit sahəsinin hansı təsiri altındayıq?

 <p>• <b>Lehinə</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Cərəyanlı çərçivəyə maqnit sahəsinin göstərdiyi yönəldici təsirdən maqnitoelektrik sistemli elektrik ölçü cihazlarında, elektrik mühərriklərində istifadə olunur. Maqnit sahəsinin hərəkətdə olan yüklü zərrəciyə təsirdən tsiklotron (yüklü zərrəcikləri sürətləndirmək üçün) və kütlə spektroskopunda (yüklü zərrəciklərin kütləsini təyin etmək üçün) istifadə olunur.</li><li>– Yerin maqnit sahəsi insanları kosmik radiasiyanın – Günəş radiasiyasının ölüm gətirən təhlükəli təsirdən qoruyur, səyahlara yol göstərir, balıqlara, quşlara istiqamət verir. Maqnit tomoqrafiyası xəstələrə dəqiq diaqnoz qoymaqda həkimlərə çox kömək edir.</li><li>– Biz Yerin maqnit sahəsinin faydalı təsiri altındayıq.</li></ul>
 <p>• <b>Əleyhinə</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Maqnit sahəsi əsəb sisteminin fəaliyyətinə pis təsir göstərir.</li><li>– Yerin maqnit sahəsinin qəflətən qısamüddətli dəyişməsi nəticəsində maqnit fırtınaları baş verir. Maqnit fırtınaları Günəşin fəallığı (aktivliyi) ilə əlaqədardır. Bu, insanın səhhətinə mənfi təsir göstərir.</li><li>– İnsanlar hündürmərtəbəli evlərdə yaşamaqla Yerin maqnit sahəsinin mənfi təsirinə daha çox məruz qalırlar. Ona görə də həyat evlərində yaşayan insanlar hündürmərtəbəli evlərdə yaşayanlardan daha sağlamdırlar. Digər tərəfdən daim Yerin maqnit sahəsinin güclü təsirində yaşamaq insan beyninin normal fəaliyyətinə pis təsir edir.</li><li>– Biz Yerin maqnit sahəsinin zərərli təsiri altındayıq.</li></ul>

## Ümumiləşdirici tapşırıqlar

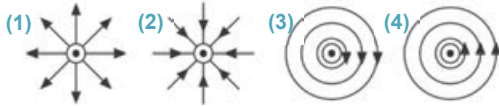
1. Şəkil müstəvisinə perpendikulyar olan ox ətrafında fırlana bilən maqnit əqrəbinə sabit maqnit yaxınlaşdırıldı.



**Bu zaman əqrəb ...**

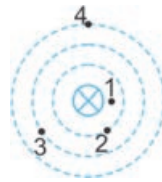
- A) vəziyyətini dəyişməyəcək.  
 B)  $180^\circ$  dönəcək.  
 C) saat əqrəbinin hərəkəti istiqamətində  $90^\circ$  dönəcək.  
 D) öz oxu ətrafında fasiləsiz fırlanacaq.  
 E) saat əqrəbi hərəkətinin əksi istiqamətində  $90^\circ$  dönəcək.

2. Hansı sxemdə şəkil müstəvisindən bizə doğru perpendikulyar istiqamətdə olan sabit cərəyanın maqnit induksiya xətləri düzgün göstərilmişdir?



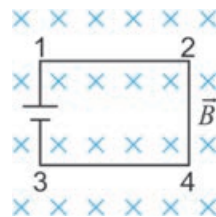
- A) 1  
 B) 2  
 C) 3  
 D) 4  
 E) sabit cərəyan maqnit sahəsi yaratmır

3. Şəkində cərəyanlı düz naqilin maqnit induksiya xətlərinin sxemi təsvir edilmişdir. Hansı nöqtədə maqnit sahəsi daha zəifdir?



- A) 1  
 B) 2  
 C) 3  
 D) 4  
 E) bütün nöqtələrdə eynidir

4. Cərəyan mənbəyi və dörd düzxətli üfqi naqildən ibarət elektrik dövrəsi bircins maqnit sahəsindədir. Sahənin qüvvə xətləri şəkil müstəvisinə perpendikulyardır. 4-3 naqilinə təsir edən Amper qüvvəsinin istiqamətini təyin edin.



- A)  $\rightarrow$   
 B)  $\leftarrow$   
 C)  $\uparrow$   
 D)  $\downarrow$   
 E) Amper qüvvəsi təsir etmir

5. Sabit maqnit ilk 3 saniyədə qapalı kontura daxil edilir, sonrakı 3 saniyədə konturda tərpənməz saxlanılır, növbəti 3 saniyədə isə maqnit konturdan çıxarılır. Hansı zaman fasiləsində konturda induksiya cərəyanı yaranır?

- A) yalnız 0–3 san  
 B) yalnız 3–6 san  
 C) 0–3 san və 6–9 san  
 D) yalnız 6–9 san  
 E) 0–9 san

## 3

## IŞIQ HADİSƏLƏRİ

## 3.1

## IŞIQ MƏNBƏLƏRİ

Aydın, günəşli gündə müşahidə edilən hadisələr:



- Bu müşahidələriniz hansı hadisələrə əsaslanır?
- Nə üçün cisimləri gündüz görmək olur, qaranlıqda isə görmək mümkün deyil?

## Araşdırma 1

## Hansı cisim işıq şüalandırır?

Sınıf otağınızda müşahidə olunan cisimlərin siyahısını tərtib edin və müəyyənləşdirin: hansı cisim işıq şüalandırır, hansı yox?

## Nəticəni müzakirə edin:

- Sizə hansı işıq mənbələri tanışdır?
- Qaranlıqda işıq şüalandıran cisimlərlə rastlaşmışsınız mı? Nümunələr göstərin.

*Fizikanın işıq hadisələrini öyrənən bölməsi optika (yun. "optos" – görünən) adlanır. Işıq həyatımızda çox mühüm rol oynayır. Belə ki, biz ətraf aləm haqqında məlumatların təqribən 90%-ni işıq vasitəsilə alırıq.*

**Işıq nədir?** Qədim yunanların təsəvvürlərinə əsasən, *ışıq – gözdən çıxan xüsusi maddədir. Göz həmin maddəni ixtiyari cismə doğru yönəldir və o, cismə toxunmaqla görmə hissi yaradır. Bəs nə üçün insan gecə heç nə görmür? Uzun illər bu suala cavab vermək mümkün olmamışdır. Yalnız XVII əsrdə İ.Nyuton belə bir fərziyyə irəli sürür: **ışıq** – işıqlanan cisimlərin şüalandırdığı zərrəciklər (korpuskullar) seli-*

dir. Korpuskulyar təsəvvürlərə əsasən, cisimlərdən şüalanan zərrəciklər gözə düşdükdə görmə hissi yaranır. İ.Nyutondan bir qədər sonra holland alimi X. Hüygens işığın dalğa nəzəriyyəsinə irəli sürür. Bu nəzəriyyəyə görə, *ışığı mənbədə yaranan və efir adlanan xüsusi mühitdə yayılan dalğalardır (bu barədə yuxarı siniflərdə ətraflı öyrəniləcək).*

**İşıq mənbələri.** İşıq şüalandıran cisimlər – *ışığı mənbələri* adlanır. Müxtəlif növ işıq mənbələri mövcuddur:

**İstilik işıq mənbələri.** Günəş və ulduzların səthi, şam, qaz və ya tonqal alovu, közərmə lampasının teli, vulkan kraterindən çıxan lava və s. istilik işıq mənbələridir.

**Bilir-  
Siniz-  
mi...**

- Püskürən vulkan kraterindən çıxan lavanın temperaturu 1100–1200°C, qaz alovunda temperatur 1600–1850 °C, közərmə lampasının telində temperatur 2500–2700°C, ulduzların səthində isə temperatur 3000–30 000°C intervalındadır.

**Soyuq işıq mənbələri.** İşıqsaçan balıqlar, böcəklər, müxtəlif bitkilər soyuq işıq mənbələridir.

Elə cisimlər də var ki, onların səthinə işıq şüaları düşdükdə onlar işıq mənbəyinə çevrilir. Belə cisimlər *fotoluminofor* (lat. “*lümen*” – *ışığı*), onların işıqlanması isə *fotoluminensensiya* adlanır. Fotoluminoforlardan reklam işıqlarında geniş istifadə olunur. Yol nişanlarında və xüsusi geyimlərdəki lüminofor maddəsi avtomobil faralarından düşən işıq şüalarının təsiri ilə işıqlanaraq sürücülərə çox yaxşı görüntü yaradır, hərəkətin təhlükəsizliyini təmin edir.

**Soyuq işıq  
mənbələri**



**Fotolumines-  
sensiya**



**Lazer**



Müasir işıq mənbələrindən biri də *lazerdir*. Televiziya və təbabətdə, maşın və cihazqayırma sənayesində, hərbi texnikada, meteorologiya və astrofiziki tədqiqatlarda lazer əvəzolunmaz işıq mənbəyidir.

**Nöqtəvi işıq mənbəyi.** İşıq mənbələri müxtəlif ölçüdə olur. Məsələn, cib fənerinin lampasındakı közərmə telinin uzunluğu bir santimetrdən kiçik, Günəş diskinin radiusu

isə  $\approx 6,960 \cdot 10^8$  m-dir. Lakin işıq mənbəyinin görünən ölçüsü yalnız onun xətti ölçüsündən deyil, müşahidəçidən bu mənbəyə qədər olan məsafədən də asılıdır. Məsələn, bəzi ulduzların xətti ölçüsü Günəşdən dəfələrlə böyükdür, lakin onlar Yerdən çox-çox uzaqda yerləşdiyindən biz bu göy cisimlərini nöqtə şəklində görürük.

Bizim üçün hündür elektrik dirəklərindən asılan lampə, Günəş və ulduzlar nöqtəvi işıq mənbəyidir. Işıq hadisələrini öyrənərkən kiçik lampanın işıqlanan teli 2 lövhəsinə nəzərən nöqtəvi işıq mənbəyi qəbul edilə bilər, lakin ona 1 lövhəsinə nəzərən nöqtəvi işıq mənbəyi kimi baxmaq olmaz (təhdən lövhələrə qədərki məsafələrə görə, bax: a).



• Verilmiş şəraitdə ölçüləri nəzərə alınmayan işıq mənbəyi nöqtəvi işıq mənbəyi adlanır. Işıq nöqtəvi mənbədən bütün istiqamətlərə yayılır.

## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 2

**O hansı işıq mənbəyidir?**

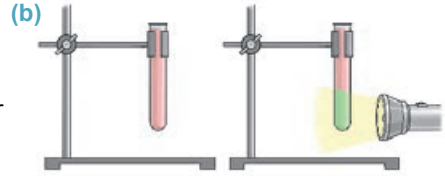
**Təchizat:** sınaq şüşəsi, cib fənəri, fotolüminofor maddəsi, su (100 ml), ştativ.

**İşin gedişi:**

1. Sınaq şüşəsinə yarıdan yuxarı su töküüb üzərinə bir qədər fotolüminofor maddəsi əlavə edin və ağzını barmağınızla qapayıb çalxalayın. Sonra onu ştativə bərkidin (b).
2. Fənəri işə salıb məhlulu işıqlandırın və baş verən hadisəni müşahidə edin.

**Nəticəni müzakirə edin:**

- Fotolüminofor maddəsini suya qatdıqda hansı rəngdə məhlul alındı?
- Məhlulun üzərinə ağ işıq yönəldikdə o hansı rənglə işıqlandı?
- Araşdırmada hansı işıq mənbələri iştirak etdi?



Nə öyrəndiniz ?

• Açar sözlərdə verilən anlayışların mənasını iş vərəqində qeyd edin.

Açar sözlər: • işıq mənbəyi • nöqtəvi işıq mənbəyi • lazer • fotolüminofor • optika

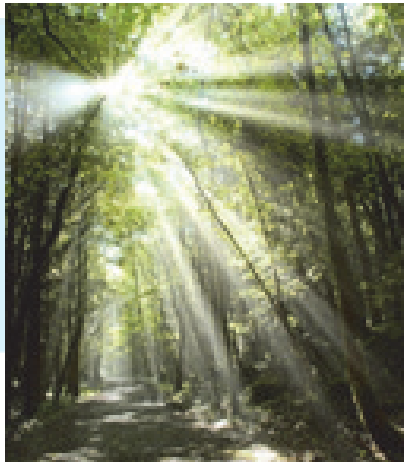
## Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Işıq mənbələrini təsnif edin.
2. İstilik işıq mənbələrinə nümunələr göstərin.
3. Hansı şəraitdə işıq mənbəyini nöqtəvi qəbul etmək olar? Nümunələr göstərin.
4. Nə üçün gecələr şosədə çəkilmiş ağ zolaqlar, yol kənarındakı lövhələr avtomobil faralarından düşən şüaların təsirindən işıqlanırlar?
5. Ay işıq mənbəyi hesab oluna bilərmi?



## 3.2

## İŞIĞIN DÜZ XƏTT BOYUNCA YAYILMASI



Səhərçağı meşədə ağacların arasından keçən günəş işığının yolunu aydın müşahidə etmək olur. İşıq sanki ağacların arxasında yerləşən nöqtəvi mənbədən dəstə şəklində çıxaraq müxtəlif istiqamətlərə yayılır.



- Mənbədən çıxan işıq hansı istiqamətdə və nə formada yayılır?
- Nə üçün qeyri-şəffaf maneə arxasındakı işıq mənbəyini görmürük?

## Araşdırma 1

**Yalnız bir sancağın görünməsinə səbəb nədir?**

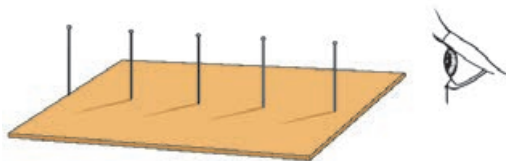
**Təchizat:** karton parçası, sancaq (5–6 əd.), xətkəş, karandaş.

**İşin gedişi:**

1. Kartonun masa üzərinə qoyun və ona bir-birindən bir neçə santimetr aralı olmaqla iki sancaq sancın.
2. Bu sancaqların arasına qalan sancaqları elə sancın ki, qıraqdakı iki sancağın birindən digərinə baxdıqda o, bütün sancaqları örtərək yalnız özü görünsün.
3. Sancaqları çıxardın və iki kənar sancağın kartondakı izi üzərinə xətkəş qoyub düz xətt çəkin.

**Nəticəni müzakirə edin.**

- Qalan sancaqların izləri bu düz xəttə nisbətən necə yerləşmişdir? Nə üçün?



**İşığ şüası.** İşıq şüası imkan verir ki, müxtəlif istiqamətlərə yayılan işıq dəstəsini istiqamətlənmiş düz xətlə (oxla) göstərmək mümkün olsun.

• **İşığ şüası** – işıq enerjisinin yayıldığı istiqaməti göstərən xətdir.

İşığ şüaları paralel (a), divergent (haçalanan) (b) və konvergent (yaxınlaşan) (c) ola bilər.



Nöqtəvi S mənbəyindən yayılan işıq dəstəsini SA və SC şüaları və ya mərkəzi SB şüası ilə göstərmək olar (d). Işıq hadisələrini öyrənən zaman əgər işıq dəstəsinin istiqamətini göstərmək lazımdırsa, onu mərkəzi şüa ilə təsvir etmək əlverişlidir. Əgər işığın yayılma forması mühümdürsə, bu halda o, işıq dəstəsini məhdudlaşdıran iki şüa ilə təsvir olunur. Bir çox işıq hadisələrini öyrənərkən paralel işıq şüalarından istifadə edilir. Çox böyük uzaqlıqda yerləşən mənbələrdən, məsələn, Günəş və ulduzlardan Yer səthinə düşən işıq paralel işıq şüaları qəbul edilir.

**Işıq şüası necə yayılır?** Ağacların arasından keçən günəş şüalarının müşahidəsindən asanlıqla müəyyən etmək olar ki, *ışıq şüası düz xətt boyunca yayılır*. Işığın düz xətt boyunca yayılması insanlara çox qədimdən məlumdur. Belə ki, işığın bu xassəsindən Qədim Mesopotamiyada (eramızdan 5000 il əvvəl) ehramların, Qədim Misirdə piramidaların (eramızdan 3000 il əvvəl) tikintisində istifadə olunmuşdur.

**Işıq hansı mühitdə düzxətli yayılır?**

**Işıq bir neçə mühitdən keçdikdə düzxətli yayılma xassəsini saxlayırmı?**

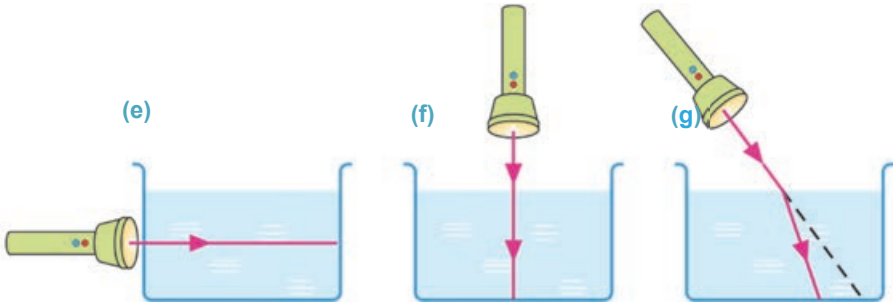
## Araşdırma 2

**Işıq bütün mühitlərdəmi düzxətli yayılır?**

**Təchizat:** lazer fənəri, içərisində su olan şüşə akvarium, süd (50 ml).

**Işın gedişi:**

1. Akvariumdakı suya süd əlavə edib rəngini bir qədər tutqunlaşdırın. Lazer fənərini yandıraraq qabın divarına yapışdırın və lazer şüasının sudakı yolunu izləyin (e).
2. Lazer fənərini akvariumun üzərində elə yerləşdirin ki, işıq şüası iki mühitdən, hava və sudan şaquli istiqamətdə keçsin (f). Işığın bu mühitlərdəki yolunu izləyin.
3. Lazer şüasını havadan suya maili istiqamətdə yönəldin və onun yolunu izləyin (g).



**Nəticəni müzakirə edin:**

- Hansı halda işıq şüasının düz xətt boyunca yayılma xassəsini müşahidə etdiniz?

Araşdırmadan məlum oldu ki, işıq şüası suda düz xətt boyunca yayılır. Verilən qabdakı su, demək olar, bütün həcmi boyu eyni fiziki xassəyə malik olduğundan onu *bircins mühit* qəbul etmək olar. Deməli, işıq bircins mühitdə düz xətt boyunca yayılır. Aparılan çoxsaylı təcrübələr *ışığın düzxətli yayılma qanununu* müəyyənləşdirdi:

- *Işıq vakuumda və bircins mühitdə düz xətt boyunca yayılır.*

### Mühit bircins olmadıqda işıqın düzxətli yayılma qanunu ödənilirmi?

Mühit qeyri-bircins olduqda (bir neçə bircins mühitdən ibarət olduqda) işıqın düz xətt boyunca yayılma qanunu o vaxt ödənilir ki, şüa qeyri-bircins mühitin səthinə perpendikulyar istiqamətdə düşsün (bax: **f**), bütün qalan hallarda işıq şüası istiqamətini dəyişir (bax: **g**).

#### Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma

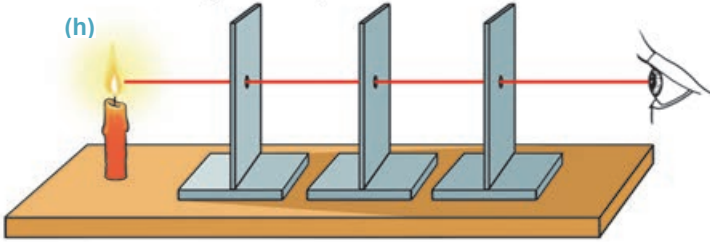
3

#### İşıq şüasının havada düz xətt boyunca yayılmasını yoxlayaq.

**Təchizat:** şam, altıçı olan karton lövhə (3 əd.), metal mil (diametri  $\approx 4$  mm).

#### İşin gedişi:

1. Lövhələrdə eyni yerdə və eyni ölçüdə ( $\approx 5$  mm) dəlik açın.
2. Şamı yandırın və onu lövhələrlə birlikdə ardıcıl yerləşdirin.
3. Lövhələri elə tənzimləyin ki, dəliklərdən keçən işıq şüasını görmək mümkün olsun (**h**).
4. Lövhələrin vəziyyətini dəyişmədən metal milin hər üç dəlikdən keçib-keçmədiyini yoxlayın.
5. Təcrübəni lövhələrdən birini yana sürüşdürməklə təkrarlayın.



#### Nəticəni müzakirə edin.

- Metal milin işıq şüasının görüldüyü hər üç dəlikdən keçməsi nə deməkdir?
- Nə üçün lövhələrdən birini yana sürüşdükdə alovun işığı görünməz oldu?
- Araşdırmadan işıqın havada yayılması haqqında hansı nəticəyə gəldiniz?

#### Nə öyrəndiniz?



- İş vərəqində verilən açar sözlərdən istifadə etməklə qısa esse yazın.

**Açar sözlər:** • işıq şüası • bircins mühit • işıqın düzxətli yayılma qanunu • vakuum

#### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

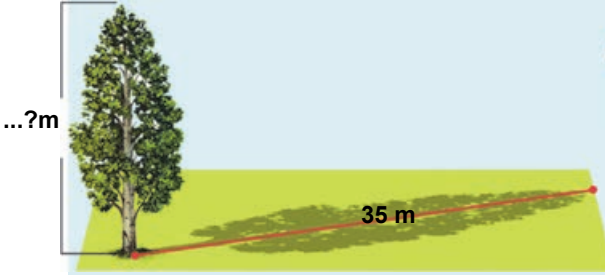
1. İşıq dəstəsi işıq şüasından nə ilə fərqlənir?
2. İşıqın düzxətli yayılma qanununun mahiyyəti nədən ibarətdir?
3. İşıqın düzxətli yayılma qanunundan istifadə etməklə üç dayağı bir düz xətt boyunca necə yerləşdirmək olar?

## 3.3

## İŞIĞIN DÜZXƏTLİ YAYILMA QANUNUNUN İZAH ETDİYİ HADİSƏLƏR

Müəllim sinfə belə bir tapşırıq verdi:

- Sizə yalnız 1 m uzunluğunda xətkəş verilmişdir. Kim bu xətkəşdən istifadə etməklə məktəbin həyətinə uca çinar ağacına çıxmadan onun hündürlüyünü ölçə bilər?
  - Mən, – deyərək Aqil cavab verdi və dərhal ağacın hündürlüyünü onun kölgəsinin uzunluğuna əsasən ölçməyin əlverişli üsulunu izah etdi...
- ... Həm müəllim, həm də sinif yoldaşları bu izahdan razı qaldılar. Tənəffüsdə şagirdlər həyətdə çıxıb çinarın hündürlüyünü Aqilin təklif etdiyi üsulla təyin etdilər.



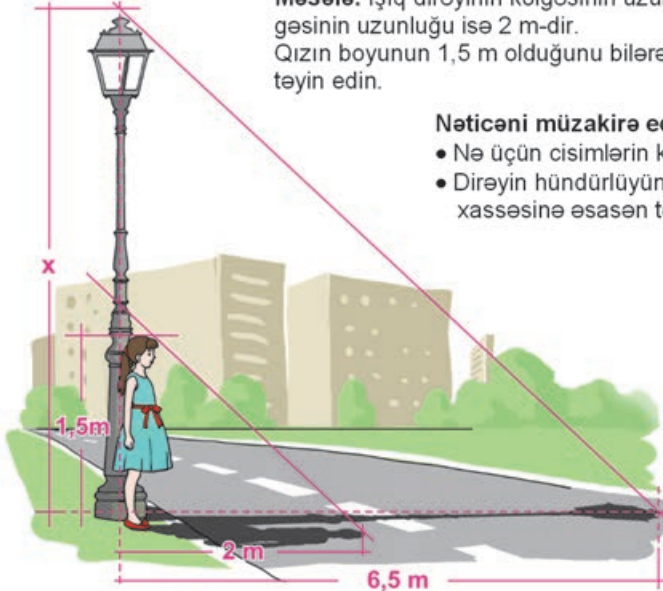
- Çinarın hündürlüyünü onun kölgəsinin uzunluğuna əsasən siz necə təyin edərdiniz?
- Cisimlərin kölgəsinin yaranması işığın hansı xassəsinə əsaslanır? Hansı cisimlər daha kəskin kölgə verir, hansılar zəif?

### Araşdırma

1

#### İşiq dirəyinin hündürlüyünü təyin edək.

**Məsələ.** İşiq dirəyinin kölgəsinin uzunluğu 6,5 m, qızın kölgəsinin uzunluğu isə 2 m-dir. Qızın boyunun 1,5 m olduğunu bilərək dirəyin hündürlüyünü təyin edin.

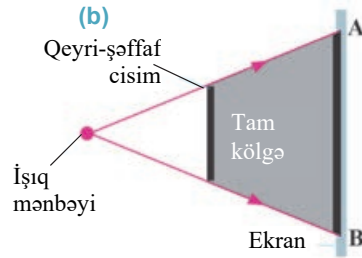
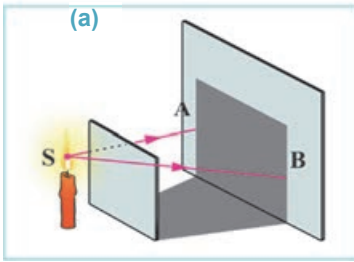


**Nəticəni müzakirə edin:**

- Nə üçün cisimlərin kölgəsi yaranır?
- Dirəyin hündürlüyünü üçbucaqların hansı xassəsinə əsasən təyin etmək olar?

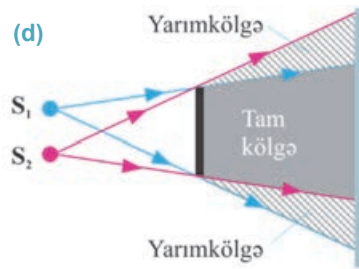
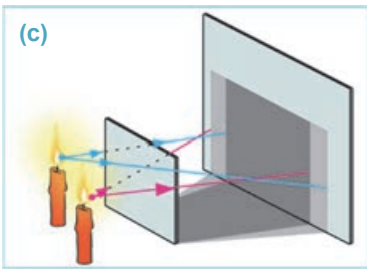
İşığın düzxətli yayılma qanunu əsasında bəzi işıq hadisələrini izah etmək mümkün olmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, üzərinə işıq şüaları düşən bütün qeyri-şəffaf cisimlər kölgə yaradır. Əgər bu cisimlər nöqtəvi mənbə tərəfindən işıqlandırılırsa, ekranda onun

*tam kölgəsi* alınır. Bu ona görə baş verir ki, cismi nöqtəvi işıq mənbəyindən işıqlandırıldıqda şüalar onun arxasına keçmir, qaranlıq sahə yaranır (**a** və **b**).

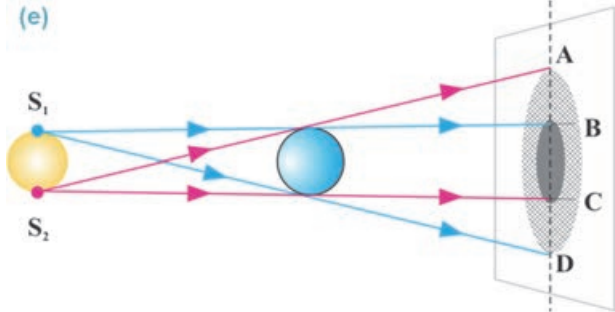


**Tam kölgə** – cismin arxasında yerləşən fəzanın elə bir sahəsidir ki, ora nöqtəvi mənbədən işıq düşmür.

Cisim eyni zamanda bir neçə nöqtəvi mənbədən və ya nöqtəvi olmayan (iriölçülü) bir mənbədən işıqlandırılırsa, bu halda ekranda tam kölgə ilə yanaşı, sərhədləri dəqiq seçilməyən *yarım kölgə* də alınır. Yarım kölgə ekranın elə hissəsində yaranır ki, həmin hissədən işıq mənbəyi qismən görünür. Şəkilə iki nöqtəvi işıq mənbəyinin (şam alovunun) yaratdığı tam və yarım kölgənin sxemi təsvir edilir (**c** və **d**).



İriölçülü işıq mənbəyi müəyyən  $S_1S_2$  ölçüsünə malik olduğundan onun hər bir nöqtəsi işıq mənbəyidir. Bu nöqtələrin hər birindən cismin üzərinə düşən işıq şüalarının yaratdığı kölgələrin üst-üstə düşən hissəsi ekranda tam kölgə (BC), üst-üstə düşməyən hissəsi isə qismən işıqlanan yarım kölgə (AB və CD) sahələri əmələ gətirir (**e**).

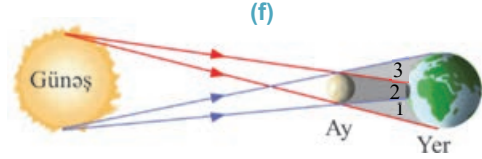


**Yarım kölgə** – cismin arxasında yerləşən fəzanın elə bir sahəsidir ki, o, bir neçə nöqtəvi mənbə və ya iriölçülü işıq mənbəyinin müəyyən hissəsi tərəfindən işıqlandırılır.

**Araşdırma 2**

**Günəş tutulmasının səbəbini izah edək.**

**İşin gedişi:** şəkilə Günəş tutulmasının sxemi təsvir edilmişdir (f). Sxemi diqqətlə təhlil edin, tutulmanın başvermə səbəbini araşdırın.



**Nəticəni müzakirə edin:**

- Günəş tutulmasında hansı göy cisminin Yer səthində tam və yarımkölgələri yaranır?
- Yer səthində tam və qismən Günəş tutulması baş vermiş hissələr hansı rəqəmlə işarə edilmişdir?
- Yer səthinin hansı sahəsindəki sakinlər tam Günəş tutulmasını müşahidə edirlər? Nə üçün?
- Yer səthinin yarımkölgə (qismən Günəş tutulması) yaranan hissəsində yaşayan insanlar nə müşahidə edirlər?
- Bəs Ay tutulması nə deməkdir? Bu tutulmanın sxemini çəkin və Ayın nə üçün çox vaxt dilim formasında görüldüyünü izah edin.

**Nə öyrəndiniz**



• Verilən açar sözlərdən istifadə etməklə iş vərəqində qısa esse yazın.

**Açar sözlər:** •Yarımkölgə •Günəş tutulması • Tam kölgə •  
• Ay tutulması •

**Öyrəndiklərinizi yoxlayın**

1. Qeyri-şəffaf cismin ekranda:
  - a) yalnız tam kölgəsini;
  - b) yalnız yarımkölgəsini;
  - c) həm tam, həm də yarımkölgəsini almaq olarmı? Cavabınızı əsaslandırın.
2. Nə üçün əməliyyat zamanı cərrahın əllərinin kölgəsi əməliyyat hissəsinin üzərini qaranlıqlaşdırmır?



3. Tam və qismən Günəş tutulmalarını müqayisə edin, onların ümumi və fərqli xüsusiyyətlərini söyləyin.
4. Ay və Günəş tutulmalarını müqayisə edin: onlar arasında ümumi və fərqli xüsusiyyətlər nədir?

## Çalışma

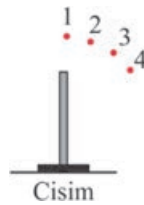
## 3.1

1. İşığı közərmiş metal, kompüter monitoru, közərmə lampası, işıldaböcək, şam, reklam borusu şüalandırır. Bu mənbələrdən hansılar isti, hansılar soyuq şüalanma mənbələridir?

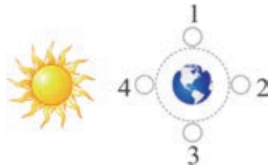
2. İki nöqtəvi işıq mənbəyi və bir top ekran qarşısında şəkildəki kimi yerləşdirilmişdir. Topun ekranda kölgə və yarımkölgəsi necə alınar?



3. Şaquli qoyulmuş cismin üzərinə 1, 2, 3 və 4 nöqtələrindən işıq şüalarının verdiyi kölgələrin uzunluqları arasında hansı münasibət var?



4. Ay hansı nöqtədə olduqda tam Günəş tutulması baş verir?



5. Günəşli gündə hündürlüyü 10 m olan çınarın yerdə kölgəsinin uzunluğu 25 m, binanın kölgəsinin uzunluğu isə 150 m-dir. Binaanın hündürlüyü nə qədərdir?

6. Binaanın giriş qapısının günlüyü iki küçə lampası ilə işıqlandırılır. Günlüyün altında duran oğlan...



- A) günlüyün tam kölgəsindədir.  
 B) yalnız B lampasının işıqlanmasına məruz qaldığından yarımkölgədədir.  
 C) yalnız A lampasının işıqlanmasına məruz qaldığından yarımkölgədədir.  
 D) hər iki lampa tərəfindən işıqlanır.  
 E) hər iki lampanın yarımkölgəsindədir.



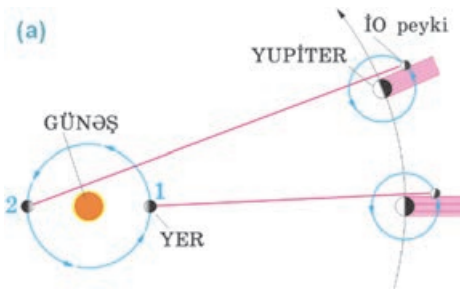
Şimşək çaxmasını dəfələrlə müşahidə etmişiniz və nə vaxtsa belə bir sual üzərində düşünmüşünüz...



- Nə üçün şimşək çaxdıqda əvvəlcə onun işığını görürük, bir neçə saniyədən sonra isə atmosferdə yaratdığı səsi eşidirik?
- Görəsən, şimşəkdən gələn işığın yayılma sürətini ölçə bilirikmi? Bunu necə etmək olar?

İşıq Yer səthində olan obyektlər arasındakı məsafələri saniyənin çox kiçik hissələri ərzində qət etdiyindən uzun illər işığın yayılma sürəti sonsuz böyük qəbul edilmişdir. Bu səbəbdən işıq ani yayılan hesab olunurdu. İşığın yayılma sürətini ilk dəfə XVII əsrin ikinci yarısında ölçmək mümkün olmuşdur. Bu zaman çox böyük ədəd alınmışdı. Sonralar müxtəlif üsullarla dəfələrlə aparılan ölçmələr nəticəsində vakuumda işığın yayılma sürətinin  $300\,000 \frac{km}{san}$  -yə bərabər olduğu aşkarlandı. Bu üsulların bəziləri ilə tanış olaq.

**İşığın yayılma sürətinin astronomik üsulla təyini.** İşığın yayılma sürətini ilk dəfə 1676-cı ildə Danimarka astronomu Olaf Ryomer (1644–1710) ölçə bilmişdir. O bunu Yupiter planetinin İo peyki üzərində apardığı astronomik müşahidələr nəticəsində etmişdir. Məlum olmuşdur ki, İo peykinin planet ətrafında bir tam dövrü 42 saat 28 dəqiqədir. Belə ki, peyk planetin arxasındakı kölgədən çıxdıqda üzərinə düşən Günəş şüasının əks etməsi nəticəsində parlaq yanan lampa kimi görünür. Sonra o, planetin qarşısından keçib yenə onun kölgəsinə daxil olur.



Bu zaman peykin tutulması baş verir. Yer öz orbitində 1 nöqtəsində olduğu zaman hesablamalar aparıldıqdan beş ay keçdikdən sonra peykin Yupiterin kölgəsindən 22 dəqiqə gec çıxdığı aşkar olunur. Bu halda Yer öz orbitinin 2 nöqtəsində olur (a). Deməli, işığın İO peykindən 2 nöqtəsində olan Yerə gəlib çatması üçün Yer orbitinin diametri qədər əlavə yol getməlidir. Yer orbitinin diametri XVII əsrdə apa-

rılan dəqiq olmayan hesablamalara görə,  $d_{Yer} \approx 2,84 \cdot 10^8 km$  idi. Beləliklə, hesablamalardan Ryomer işığın yayılma sürəti üçün çox böyük sonlu qiymət alır:

$$c = \frac{d_{Yer}}{t} = \frac{2,84 \cdot 10^8 km}{22 dəq} = \frac{2,84 \cdot 10^8 km}{1320 san} \approx 215\,000 \frac{km}{san} = 2,15 \cdot 10^8 \frac{m}{san}$$

$$c \approx 215\,000 \frac{km}{san} = 2,15 \cdot 10^8 \frac{m}{san}$$

Burada  $c$  – işığın yayılma sürətidir.

**İşığın yayılma sürətinin laboratoriya üsulu ilə təyini.** Laboratoriya şəraitində işığın sürətini ilk dəfə 1849-cu ildə fransız fiziki Armand Lui Fizo (1819–1896)

ölçmüşdür. O, işığın yayılma sürətini hesablamq üçün işıq mənbəyi, fırlanan dişli çarx, linza və güzgülər sistemindən ibarət qurğudan istifadə etmişdir (b).

Fizo təcrübəsində işığın yayılma sürəti üçün  $c \approx 3,13 \cdot 10^8$  m/san alınmışdır.

Hazırda elektron qurğular vasitəsilə işığın vakuumda yayılma sürəti böyük dəqiqliklə hesablanmışdır:

$$c = 2,99792458 \cdot 10^8 \text{ m/san} \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/san.}$$

• *İşığın vakuumda yayılma sürəti təbiətdə mümkün olan ən böyük sürətdir. Bu sürət inersial hesablama sisteminin seçilməsindən asılı deyil.*

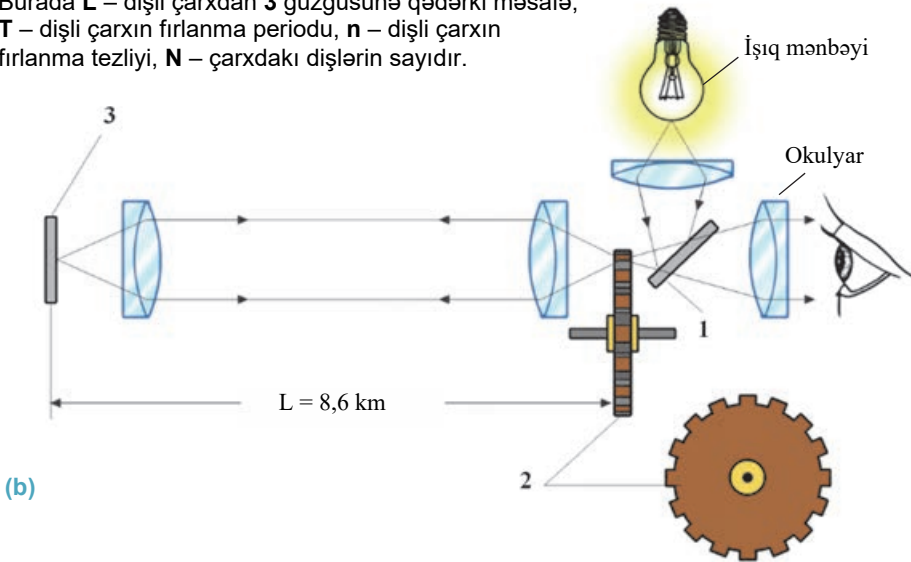
İşığın havada yayılma sürəti onun vakuumdakı sürətindən az fərqlənir. Lakin digər mühitlərdə işığın yayılma sürəti onun vakuumdakı sürətindən fərqlənir; məsələn:

$$\begin{aligned} v_{su} &\approx 2,25 \cdot 10^8 \text{ m/san}; \\ v_{\text{şüşə}} &\approx 2,0 \cdot 10^8 \text{ m/san}; \\ v_{\text{almaz}} &\approx 1,25 \cdot 10^8 \text{ m/san}; \\ v_{\text{Kanada balzamu}} &\approx 1,95 \cdot 10^8 \text{ m/san.} \end{aligned}$$

**Fizo qurğusunun quruluşu və iş prinsipi.** Mənbədən çıxan işıq şüası 1 yarımşəffaf güzgüden əks edərək bərabər sürətlə fırlanan 2 çarxının dişləri arasından keçir və L məsafəsində yerləşən 3 güzgüsünə düşür (b). Güzgüden əks edən şüa yenə dişli çarxa qaydır. Çarx elə hazırlanmışdır ki, ondakı hər bir dişin eni iki dişin arasındakı məsafəyə bərabərdir. Işıq şüası məsafəni gedib qayıtdığı müddətdə çarx bir diş qədər dönərək birinci dəfə keçdiyi aralığı bağlayır. Nəticədə qayıdan şüa çarxi keçə bilmir və müşahidəçinin okulyarında qaranlıq yaranır (ışıq görünmür). Bu o deməkdir ki, işığın L məsafəsini gedib qayıtmasına sərf etdiyi  $t_1$  zaman fasiləsi dişli çarxın yarım aralığı qədər dönməsinə sərf etdiyi  $t_2$  zaman fasiləsinə bərabərdir:

$$\text{Nəzərə alınsa ki, } t_1 = \frac{2L}{c} \text{ və } t_2 = \frac{T}{2N} = \frac{1}{2Nn}, \frac{2L}{c} = \frac{1}{2Nn} \rightarrow c = 4LNn.$$

Burada L – dişli çarxdan 3 güzgüsünə qədərki məsafə, T – dişli çarxın fırlanma periodu, n – dişli çarxın fırlanma tezliyi, N – çarxdakı dişlərin sayıdır.



**Araşdırma 2****İşığın yayılma sürətini hesablayaq.**

**Məsələ.** Fizo qurğusunda dişlərinin sayı  $N = 720$  olan çarxla güzgü arasındakı məsafə  $L=8633$  m-dir.

İşıq şüasının ilk dəfə görünməz olduğu zaman dişli çarxın fırlanma tezliyi

$$n = 12,67 \frac{1}{\text{san}} \quad \text{idi.}$$

İşığın havada yayılma sürətini hesablayın.

**Nəticəni müzakirə edin:**

- Hesablamadan işığın havada yayılma sürəti üçün hansı nəticəni aldınız?
- Əgər güzgü dişli çarxdan hər hansı  $v$  sürəti ilə uzaqlaşdırılırsa və ya həmin sürətlə yaxınlaşdırılırsa, işığın yayılma sürəti necə dəyişər? Cavabınızı əsaslandırın.

**Nə öyrəndiniz**

• Verilən açar sözlərinə aid iş vərəqində qısa esse yazın.

Açar sözlər: • İşıq sürəti • Ryomer təcrübəsi • Fizo təcrübəsi

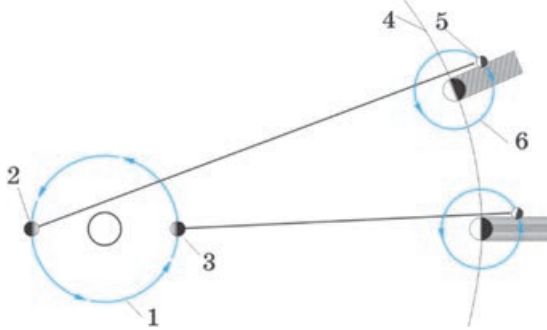
**Öyrəndiklərinizi yoxlayın**

1. Nə üçün işığın yayılma sürətini uzun müddət ölçmək mümkün olmamışdır?
2. İşıq sürətinin təyininə aid aparılan ilk araşdırmanı izah edin.
3. İşığın yayılma sürəti üçün mümkün olan maksimal qiymət nə qədərdir?
4. Fikri eksperiment: müşahidəçi Bakıdakı "Alov qüllələri"nin damında yerləşdiriyi lazer qurğusundan Babadağın zirvəsində qoyulan güzgüyə işıq signalı göndərir. Müşahidəçi ilə güzgü arasındakı məsafə 234 km-dirse, o, güzgüdən qayıdan şüanı nə qədər müddətdən sonra görəcəkdir ( $c = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{san}}$ )?

## Çalışma

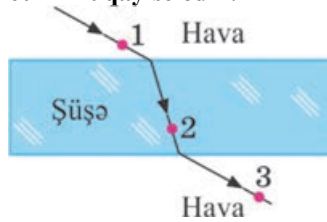
## 3.2

1. Günəşlə Pluton arasındakı məsafə  $\approx 5,9 \cdot 10^9$  km-dir. Işıq Günəşdən Plutona nə qədər vaxta çatır?
2. Işıq Yerə ən yaxın olan Sentavr bürcünün A ulduzundan 4,3 ilə çatır. A ulduzuna qədər olan məsafə nə qədərdir?
3. Şəkilə işıq sürətinin Ryomer üsulu ilə ölçülmə sxemi təsvir edilmişdir. İO peykinin Yupiterin kölgəsindən çıxma vaxtının gecikdiyi hala uyğun Yer in olduğu nöqtə hansıdır?



4. Ulduzları tədqiq edən astronomlar nəyə görə “biz ulduzların keçmişini öyrənirik” deyirlər?
5. Günəş şüaları Yerə qədər olan məsafəni 8 dəqiqəyə qət edir. Əgər işıq şüaları ani yayılsaydı, biz Günəşin çıxmasını 8 dəqiqə əvvəl görə bilərdikmi?
6. Işığın 1, 2 və 3 nöqtələrində yayılma sürətini müqayisə edin.

- A)  $v_3 > v_1 > v_2$
- B)  $v_3 > v_2 > v_1$
- C)  $v_1 = v_3 > v_2$
- D)  $v_1 = v_3 < v_2$
- E)  $v_1 = v_3 = v_2$



## 3.5

## IŞIĞIN QAYITMA QANUNU

Günəşli gündə divara, döşəməyə və ya tavana güzgü vasitəsilə “ışığı ləkəsi” salmağın mümkün olduğu hamıya məlumdur.



- “İşıqlı ləkənin” yaranmasına səbəb nədir?

Rəssamın çəkdiyi əsərə baxdıqda oradakı təsvir və rənglərə heyran oluruq.



- Rəsm tablosunu müşahidə etdikdə oradakı təsvir bizə həmişə yaxşı görünürmü?
- Nə üçün tabloya müxtəlif bucaq altında baxdıqda təsvirlərdəki rənglər gah aydın və parlaq, gah da tutqun və qarışıq görünür?



S. Bəhlulzadə. “Qovunlar” (fragment)

## Araşdırma 1

## Işıq güzgüdən necə qayır?

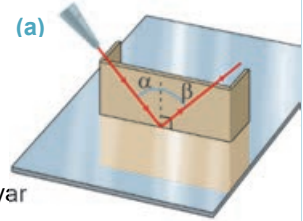
**Təchizat:** düzbucaqlı karton parçası, marker, xətkəş, lazer fənəri, müstəvi səthli güzgü.

## Işin gedişi:

1. Kartonun orta hissəsində tərəflərindən birinə perpendikulyar olmaqla qırıq xətt çəkin.
2. Kartonun yan tərəflərini şəkildə göstərilədiyi kimi düzgün qatlayıb güzgünün səthində elə yerləşdirin ki, onun üzərindəki qırıq xətt güzgü səthinə perpendikulyar istiqamətdə olsun (a).
3. Lazer şüasını karton boyunca perpendikulyarın güzgüyə toxunan nöqtəsinə yönəldin. Şüanın güzgüdən necə qayıtmasına diqqət edin.
4. Güzgünün səthinə düşən şüa ilə perpendikulyar arasındakı bucağı (düşmə bucağını) dəyişməklə güzgüdən qayıdan şüa ilə bu perpendikulyar arasındakı bucağın (qayıtma bucağının) necə dəyişdiyini izləyin.

## Nəticəni müzakirə edin:

- Demək olarmı ki, güzgünün səthinə düşən şüa, qayıdan şüa və şüanın düşmə nöqtəsindən səthə qaldırılan perpendikulyar bir müstəvi üzərindədir?
- $\alpha$  düşmə bucağı ilə  $\beta$  qayıtma bucağı arasında hansı münasibəti müşahidə etdiniz?
- Işığın müstəvi güzgüdən qayıtma hadisəsi üçün hansı ümumi nəticəyə gəlmək olar?



**Biz cismi niyə görürük?** Üzərinə düşən şüaları qaytardığına görə biz cismi görürük. Müxtəlif cisimlərin işığı qaytarması da müxtəlifdir. Müstəvi güzgünün səthinə paralel düşən işıq şüaları paralel olaraq qayır. Göz 1 nöqtəsində olduqda qayıdan şüalar gözü

düşür və mənbənin güzgüdəki xəyalı görünür. Lakin göz 2 və 3 nöqtələrində olduqda isə mənbənin güzgüdəki xəyalı görünmür, çünki qayıdan şüalar gözə düşmür (b). Belə qayıtma *güzgü qayıtması* adlanır. Işıq şüalarının sakit su səthindən qayıtması da *güzgü qayıtmasıdır* (c).

İşıq düşən cismin səthi kələ-kötür olduqda onun üzərinə paralel düşən şüalar müxtəlif istiqamətlərə səpilir. Şüaların cismin səthindən belə əks etməsi *diffuz qayıtma* və ya *şüaların səpilməsi* adlanır (d). Dənizin səthində müşahidə olunan “Ay yolu” işığın diffuz qayıtmasıdır (e).

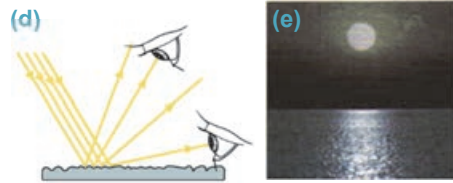
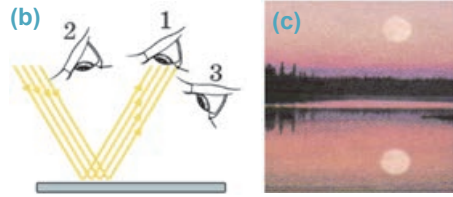
### İşığın qayıtması hansı qanuna tabedir?

*İşığın qayıtma qanununu* apardığınızı araşdırmadan müəyyən etdiniz:

• *Düşən şüa, qayıdan şüa və düşmə nöqtəsindən səthə qaldırılan perpendikulyar bir müstəvi üzərindədir. Qayıtma bucağı düşmə bucağına bərabərdir:  $\beta = \alpha$*  (f).

*Düşən şüa* – işıq mənbəyindən güzgünün səthində müəyyən nöqtəyə düşən, *qayıdan şüa* isə həmin nöqtədən əks edən şüadır.

Düşən şüa ilə perpendikulyar arasında qalan bucaq ( $\alpha$  bucağı) *düşmə bucağı*, qayıdan şüa ilə həmin perpendikulyar arasında qalan bucaq ( $\beta$  bucağı) isə *qayıtma bucağı* adlanır.



## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 2

**Təchizat:** optik disk, müstəvi güzgü.

#### İşin gedişi:

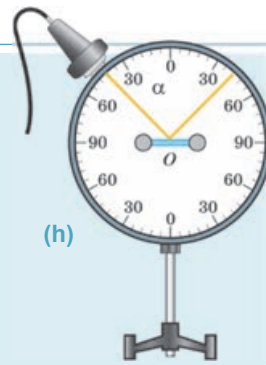
1. Müstəvi güzgünü optik diskin mərkəzinə bərkidin və mənbədən çıxan işıq şüasını güzgünün mərkəzinə elə yönəldin ki, düşmə bucağı  $30^\circ$  olsun. Şüanın qayıtma bucağını təyin edin.

2. Işıq mənbəyini disk boyunca hərəkət etdirməklə düşmə bucağının  $45^\circ$ ,  $50^\circ$ ,  $60^\circ$  və s. qiymətlərinə uyğun qayıtma bucağını təyin edin.

#### Nəticəni müzakirə edin:

• Apardığınız təcrübədən hansı nəticəyə gəldiniz?

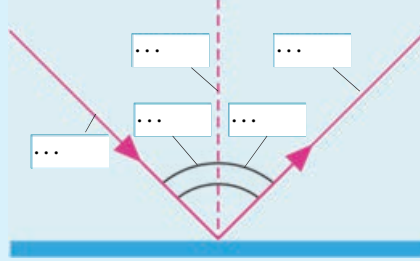
**Cihazın təsviri:** optik disk – üzərində bölgüləri olan dairəvi lövhədir. Bölgülər uyğun bucaqlara görə dərcələnmişdir. Diskin kənarına hərəkət edə bilən işıq mənbəyi bərkidilmişdir. Mənbə nazik işıq dəstəsi şüalandırır (h).



Nə öyrəndiniz ?

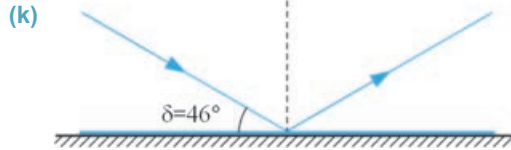
İş vərəqində "İşığın qayıtma qanunu"na tərifi yazın və digər açar sözləri verilən sxemdə uyğun nöqtələrin yerində qeyd edin.

Açar sözlər: • Düşən şüa • Qayıdan şüa • Düşmə bucağı • Qayıtma bucağı • Düşmə nöqtəsindən səthə qaldırılan perpendikulyar

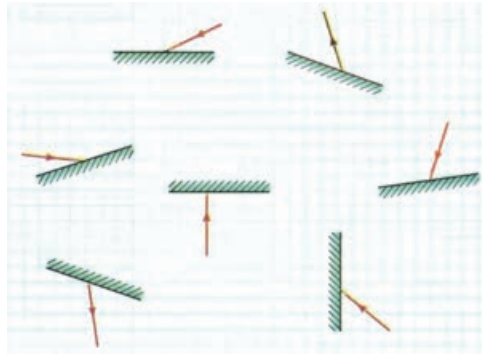


### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. İşığın güzgü qayıtması onun diffuz qayıtmasından nə ilə fərqlənir?
2. Güzgünün səthinə düşən günəş şüası üfüqlə  $\delta=46^\circ$  bucaq təşkil edir (k). Güzgüden əks olunan şüanın qayıtma bucağını təyin edin.



3. Düşən şüa ilə qayıdan şüa arasındakı bucaq  $80^\circ$ . Düşmə bucağını təyin edin.
4. Verilən şəkilləri iş vərəqinə çəkin və onların hər birinə uyğun olaraq düşən, yaxud qayıdan şüanı qurun.





## 3.6

## MÜSTƏVİ GÜZGÜDƏ XƏYALIN QURULMASI

Yəqin ki, hər gün evdən çıxarkən güzgünün qarşısında dayanır, əksinize baxaraq geyiminizi və saçınızı qaydaya salırsınız.



- Güzgüyə baxdıqda özünüzlə əksiniz (xəyalınız) arasında nə kimi fərq müşahidə olunur?
- Xəyalınız harada və güzgüdə hansı məsafədə alınır?
- Özünüzlə və güzgüdəki xəyalınızın ölçüləri arasında hansı münasibət var?

## Araşdırma 1

## Cismin xəyalı harada alınır?

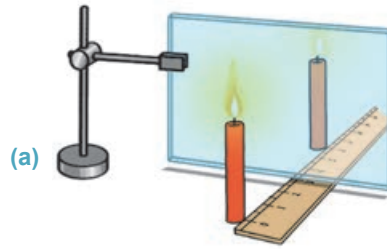
**Təchizat:** şam (2 əd.), ştativə şaquli bərkidilmiş şüşə lövhə, kibrit, xətkəş, karandaş, kağız parçası (A3 formatda).

## İşin gedişi:

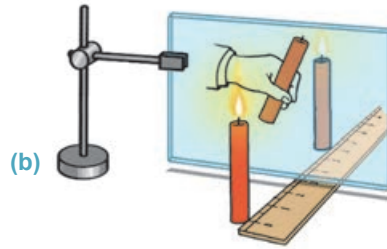
1. Kağız üzərində yerləşdirilən şüşə lövhənin qarşısına yanan şam qoyun. Güzgüdə olduğu kimi, şüşədə də şamın xəyalı görünür (a).
2. Yanmayan şamı xətkəş boyunca o vaxta qədər sürüşdürün ki, o, lövhədəki xəyalla üst-üstə düşsün (b).
3. Təcrübənin sxemini iş vərəqinə çəkin, şüşədən yanmayan və yanan şamlara qədərki məsafələri ölçüb sxem üzərində qeyd edin (c).

## Nəticəni müzakirə edin:

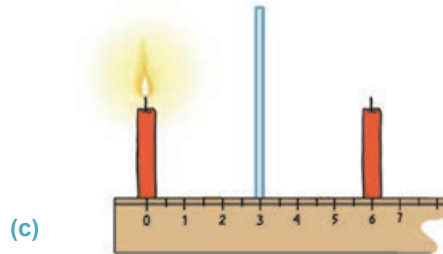
- Şüşə lövhə arxasındakı yanmayan şam hansı yerdə olduqda yanan şam kimi göründü?
- Şüşə lövhədən yanmayan şama və yanan şama qədərki məsafələr arasında hansı münasibəti müəyyən etdiniz?
- Cismin şüşə lövhədə xəyalının alınması haqqında araşdırmadan hansı nəticəyə gəlmək olar?



(a)



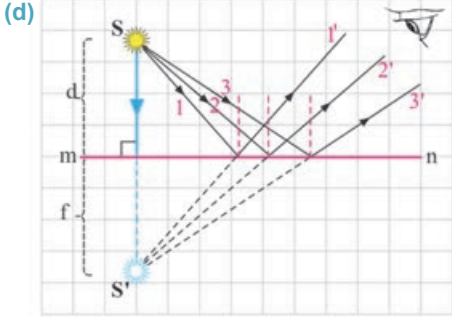
(b)



(c)

### Müstəvi güzgüdə xəyal necə alınır?

Səthi müstəvi parçası olan güzgü müstəvi güzgü adlanır. Cismin güzgüdən olan məsafəsi *cisim məsafəsi*, bu cismin xəyalının güzgüdən olan məsafəsi *xəyal məsafəsi* adlanır. Cisim məsafəsi  $d$ , xəyal məsafəsi isə  $f$  hərfi ilə işarə olunur (**d**). Cismin müstəvi güzgüdə xəyalının qurulması işığın qayıtması qanununa əsaslanır. Belə ki, nöqtəvi  $S$  mənbəyindən  $mn$  müstəvi güzgünün səthinə divergent (haçalanan) 1, 2 və 3 şüaları düşdükdə onlar düşmə nöqtəsindən uyğun olaraq 1', 2' və 3' şüaları istiqamətində qaydır. Əgər qayidan şüalar müşahidəçinin gözüne düşürsə, o,  $S$  mənbəyinin xəyalını görür.



Güzgüdən qayidan 1', 2' və 3' şüaları müşahidəçinin gözüne düşür, lakin ona elə gəlir ki, bu şüalar həqiqi mənbədən deyil, güzgünün arxasında yerləşən  $S'$  nöqtəsindən çıxır. Halbuki bu nöqtə güzgüdən qayidan şüaların uzantılarının güzgü arxasında kəsişmə nöqtəsidir. Ona görə də  $S'$  nöqtəsindən işıq şüalanmadığı üçün bu nöqtə  $S$  nöqtəsinin *mövhumu xəyalı* adlanır (bax: **d**).

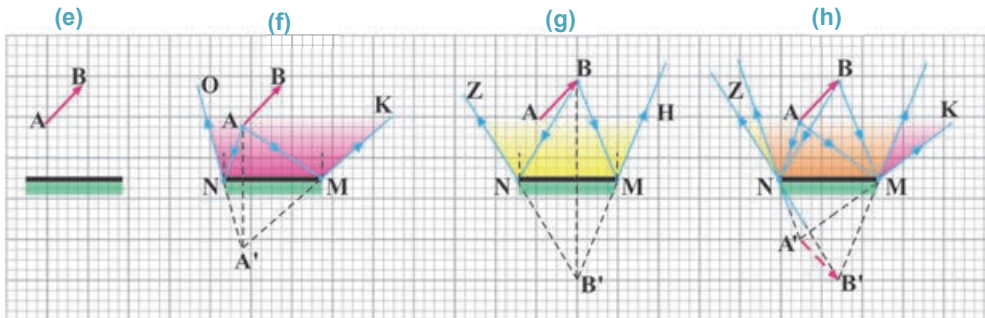
*Mövhumu xəyal – qayidan şüaların uzantılarının kəsişməsindən alınan xəyaldır.*

Araşdırma 1-dən müstəvi güzgünün aşağıdakı xassələrini müəyyən etdiniz:

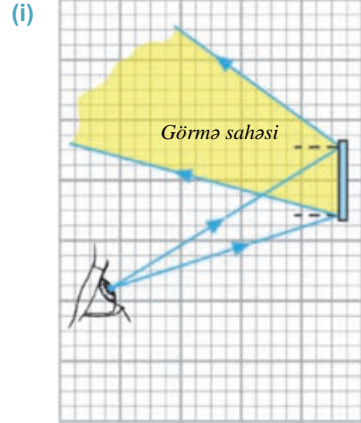
- cismin müstəvi güzgüdə mövhumi xəyalı alınır;
- cismin müstəvi güzgüdə mövhumi xəyalı özü boydadır və düzündür;
- cisim və onun xəyalı müstəvi güzgüyə nəzərən simmetrik yerləşir: xəyal məsafəsi cisim məsafəsinə bərabərdir ( $f = d$ ).

### Müstəvi güzgüdə cismin xəyalının görünmə sahəsi necə təyin edilir?

Cismin müstəvi güzgüdə mövhumi xəyalının *tamamilə görünə biləcəyi sahə cismin xəyalının görünmə sahəsidir*. Göz görünmə sahəsinin ixtiyari nöqtəsində yerləşdikdə cismin tam xəyalı görünür. Şəkildə  $AB$  cismi və müstəvi güzgünün sxemi təsvir edilmişdir (**e**). Bu cismin görünmə sahəsini təyin etmək üçün əvvəlcə  $A$  nöqtəsindən güzgünün  $N$  və  $M$  kənar nöqtələrinə düşən  $AN$  və  $AM$  şüaları çəkilir. Bu şüalar güzgünün kənar nöqtələrindən divergent qaydaraq cismin  $A$  nöqtəsinin  $MNOK$  görünmə sahəsini yaradır. Göz bu sahənin ixtiyari nöqtəsində yerləşdikdə cismin  $A$  nöqtəsinin  $A'$  mövhumi xəyalını görəcəkdir (**f**). Daha sonra bu qayda ilə  $B$  nöqtəsinin görünmə sahəsi qurulur (**g**). Bu iki nöqtənin yaratdığı  $ZK$  sahəsi bütövlükdə  $AB$  cisminin  $A'B'$  mövhumi xəyalının görünmə sahəsi olur (**h**).



**Bəs müstəvi güzgüyə baxan gözün görmə sahəsini necə müəyyən etmək olar?** Bu məqsədlə göz nöqtəvi işıq mənbəyi kimi qəbul edilir, onun yerləşdiyi nöqtədən güzgünün kənar nöqtələrinə iki şüa yönəldilir. Həmin nöqtələrdən qayıdan şüaların əhatə etdiyi sahə bu güzgüyə baxan gözün görmə sahəsini (sxemdə sarı rənglə göstərilmişdir) əmələ gətirir (i). Görmə sahəsində yerləşən ixtiyari nöqtə (və ya cisim) görünən, bu sahədən kənarında yerləşən nöqtə isə görünməz olur.



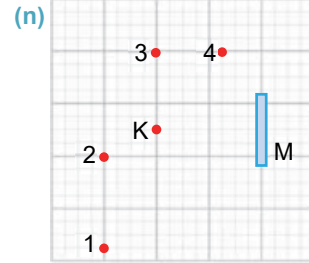
### Yaradıcı tətbiqetmə

#### Araşdırma

2

##### Hansı nöqtə görünər?

**K** nöqtəsində yerləşən göz **M** müstəvi güzgüsünə baxdıqda **1, 2, 3** və **4** nöqtələrindən hansı görünər (**n**)? Cavabınızı sxematik əsaslandırın.



#### Nə öyrəndiniz?

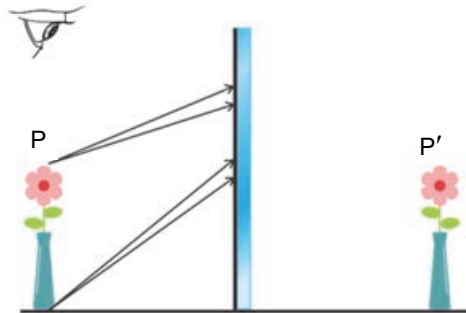


• İş vərəqində müstəvi güzgüdə ixtiyari oxun xəyalını qurun və orada verilən açar sözlərini qeyd edin.

Açar sözlər: • mövhumi xəyal • müstəvi güzgü • xəyalın görünmə sahəsi • gözün görmə sahəsi •

#### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Nə üçün cismin müstəvi güzgüdə xəyalı mövhumi alınır?
2. Şəkilə müstəvi güzgü qarşısında yerləşən güldən və onun kənar nöqtələrindən çıxan şüalar təsvir edilmişdir. Şüaların sonrakı yolunu çəkin. Göz güldən mövhumi xəyalını görəcəkmimi?
3. Müstəvi güzgüdə nöqtəvi işıq mənbəyinin xəyalını almaq üçün ondan azı neçə şüa çıxmalıdır? Nə üçün?
4. Cisimlə müstəvi güzgü arasındakı məsafə 2 m-dir. Bu cisimlə xəyalı arasındakı məsafə nə qədərdir?



## Layihə

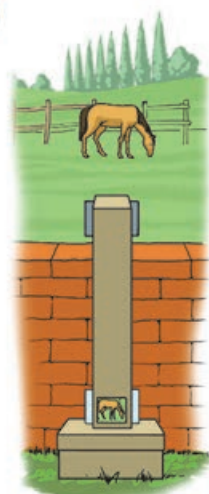
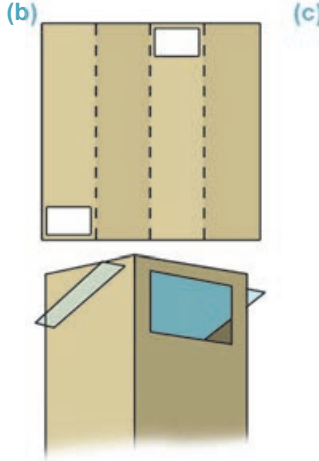
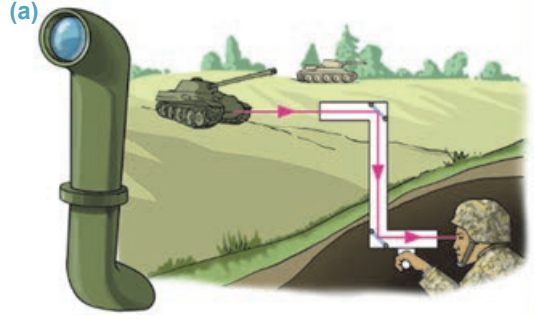
### Güzgüli periskop düzəldək.

Müstəvi güzgünün tətbiq olunduğu qurğulardan biri periskopdur. O, bir çox yerlərdə, məsələn, səngərdən hərbi əməliyyatları müşahidə etmək üçün istifadə olunur (a). İndi bu qurğunu düzəldək.

**Təchizat:** 32×50 sm ölçüdə möhkəm karton vərəq, 6×10 sm ölçüdə iki müstəvi güzgü, damalı dəftər vərəqi, qayçı, karandaş, xətkəş, yapışqanlı lent.

#### İşin gedişi:

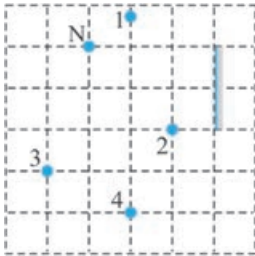
1. Xətkəşlə kartonun üzərində aralarındakı məsafə 8 sm olmaqla dörd paralel qırıq xətlər çəkin. Sonra kartonda şəkildə təsvir olunduğu kimi iki ədəd düzbucaqşəkilli deşik açın (b).
  2. Damalı vərəqdən düzbucaqlı bərabəryanlı üçbucaq kəsin (üçbucağın kateti 6 sm olsun). Üçbucağı kartonun səthinə qoyun və dörd yerdə diaqonal üzrə xətt çəkin. Sonra kartonda bu diaqonal xətlər üzrə dar yarıq kəsin. Kartonun qırıq xətlər üzrə qatlayın və alınan "şaxtanı" yapışqanlı lentlə yapışdırın.
  3. Uyğun yarıqlara güzgüləri yerləşdirin. Periskop hazırdır. Onu hər hansı bir maneənin (məsələn, bağdakı hasar, pəncərə və s.) arxasında yerləşdirin. Periskopun obyektivini (yuxarı hissəsi) maneədən yuxarıya çıxarıb okulyardan (gözün yaxınlaşdırıldığı aşağı hissədəki dəlik) baxmaqla müşahidə aparın və onun işləyib işləmədiyini yoxlayın (c).
- Hazırladığınız periskopu sinfə gətirin.



## Çalışma

## 3.3

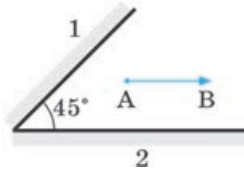
1. Düşmə bucağı nə qədər olmalıdır ki, qayıdan şüa ilə düşən şüa arasındakı bucaq  $50^\circ$  olsun?
2. Müstəvi güzgüyə N nöqtəsindən baxan göz hansı nöqtələri görər?



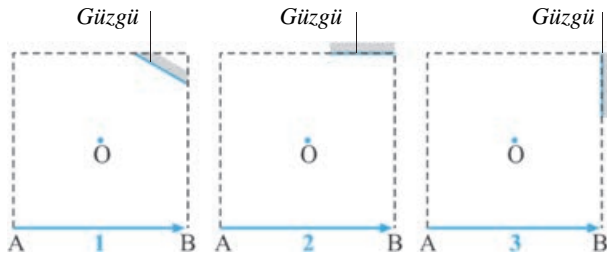
3. Cismin müstəvi güzgüdə alınan xəyalı haqqında doğru mülahizələri seçin.

- 1 – həqiqidir
- 2 – mövhumidir
- 3 – cismin özü boydadır
- 4 – düzünədir
- 5 – tərsinədir
- 6 – xəyal və cisim güzgüyə nəzərən simmetrikdir.

4. AB cisminin əvvəlcə 1 güzgüsündə xəyalını qurun, sonra isə həmin xəyalın 2 müstəvi güzgüdəki xəyalını qurun. Cisim 2 güzgüsündən əks olunduqdan sonra necə görünər? Görüntünün sxemini çəkin.

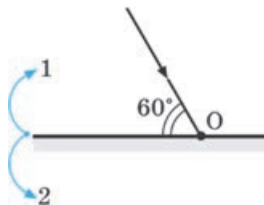


5. Aşağıdakı şəkillərin hansında O nöqtəsindən müstəvi güzgüyə baxan göz AB cismini tam görər? Cavabınızı sxematik əsaslandırın.



6. Şüanın düşdüyü istiqamətdə geri qayıtması üçün müstəvi güzgünü O nöqtəsi ətrafında hansı istiqamətdə və neçə dərəcə döndərmək lazımdır?

- A) 2 istiqamətində  $30^\circ$
- B) 2 istiqamətində  $60^\circ$
- C) 2 istiqamətində  $45^\circ$
- D) 1 istiqamətində  $30^\circ$
- E) 1 istiqamətində  $60^\circ$



### 3.7 SFERİK GÜZGÜ

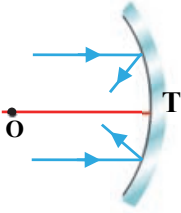
Axşam qarşımıza çıxan avtomobilin faralarının 70–100 m məsafəyə şüalandırdığı işığa baxmaq olmur, onun parlaqlığı gözümüzü qamaşdırır. Lakin faradakı lampanı çıxarıb kənarında işə saldıqda onun ətrafa yaydığı şüalar 2–3 metrden uzağa nüfuz etmir.



- Axşamlar istifadə olunan işıq mənbələrində, o cümlədən avtomobil faraları, cib fənəri, proyektor və mayakda işıq şüalarını gücləndirən və müəyyən səmtə istiqamətləndirən nədir?

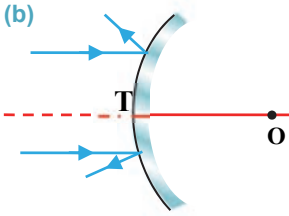
Güzgülər səthi müstəvi olmaqla yanaşı, sferikşəkilli də olur. *Sferik seqment formasında olan və işığı güzgü kimi əks etdirən cismin səthi – sferik güzgü adlanır.* Sferik güzgü iki növ olur: *çökük və qabarıq.*

(a)



**Çökük sferik güzgü** – işıq şüalarını sferik seqmentin daxili səthindən qaytaran güzgüdür (a).

(b)

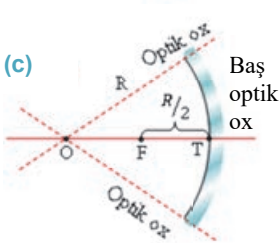


**Qabarıq sferik güzgü** – işıq şüalarını sferik seqmentin xarici səthindən səpələyən güzgüdür (b).

Sferik güzgü aşağıdakı elementlərlə xarakterizə olunur:

- Seqmentin kəsildiği sferanın mərkəzi **sferik güzgünün optik mərkəzi** adlanır. Şəkildə optik mərkəz **O** nöqtəsi ilə göstərilmişdir (c).
- Seqmentin təpə nöqtəsi (**T nöqtəsi**) sferik güzgünün qütbü adlanır.
- Optik mərkəzlə təpə nöqtəsi arasındakı məsafə **sferik güzgünün əyrilik radiusudur** və **R** hərfi ilə işarə edilir.
- Optik mərkəzdən keçən ixtiyari düz xətt **sferik güzgünün optik oxu** adlanır. Sferik güzgünün optik oxu çoxdur, lakin onlardan biri **baş optik ox** adlandır.

(c)



Sferik güzgünün optik mərkəzindən və qütübündən keçən düz xətt **baş optik ox** adlanır.

- Çökük güzgüdə baş optik oxa paralel düşən şüalar qayıtdıqdan sonra kəsişdikləri nöqtəyə **güzgünün baş fokusu** deyilir və **F** hərfi ilə işarə edilir (d). Çökük güzgünün baş fokusu həqiqidir, çünki həmin nöqtədə güzgüdən qayıdan şüaların özləri kəsişir.

İşıq şüaları qabarıq güzgünün səthinə baş optik oxa paralel düşdükdə qayıdan şüalar səpilir. Qayıdan şüaların uzantıları güzgünün arxasında yerləşən müəyyən nöqtədə kəsişir. Həmin nöqtə **qabarıq güzgünün baş fokusu**



adlanır (e). Qabarıq güzgünün baş fokusu mövhumidir, çünki bu nöqtədə güzgüdən qayıdan şüaların özləri yox, onların uzantıları kəsişir.

• *Baş optik oxa perpendikulyar olmaqla baş fokus nöqtəsindən keçən müstəviyə güzgünün **fokal müstəvi** deyilir.* Bütün optik oxların fokal müstəvi ilə kəsişdiyi nöqtə həmin oxa görə güzgünün fokusudur.

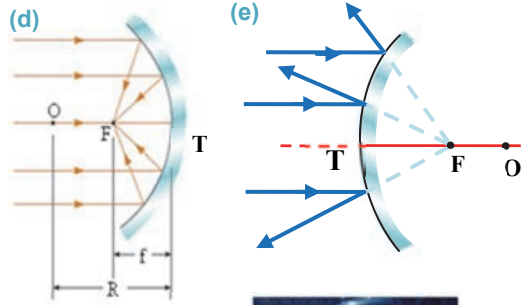
• *Baş fokusdan güzgünün təpə nöqtəsinə qədərki məsafə (FT məsafəsi) güzgünün **fokus məsafəsi** adlanır və  $F$  ilə işarə olunur. Bu məsafə sferik güzgünün ayrılik radiusunun yarısına bərabərdir:*

$$F = \frac{R}{2}$$

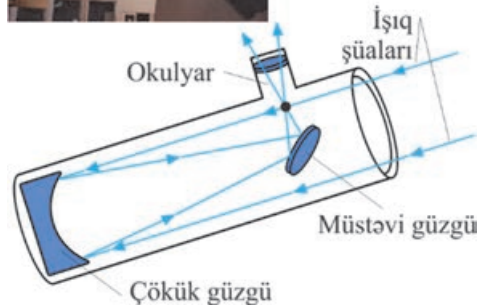
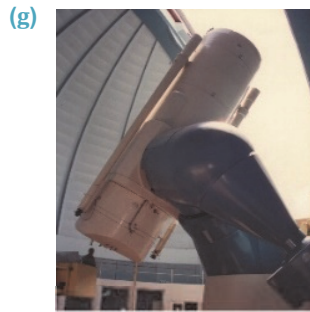
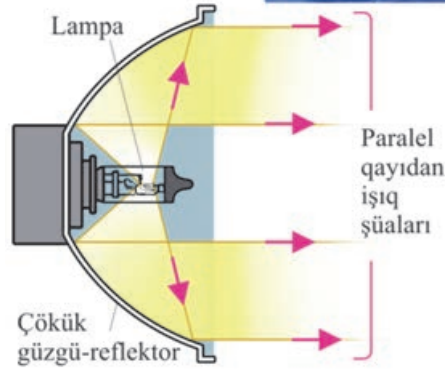
**Sferik güzgülərin praktikada istifadəsi.** Praktikada ən çox çökük sferik güzgülər tətbiq olunur. Bu güzgülər paralel şüalar almaq və ya şüaları toplamaq məqsədilə istifadə edilir. Çökük güzgüdə paralel şüalar almaq üçün lampa onun fokusunda yerləşdirilir. Lampanın telindən çıxan işıq *reflektor* (“reflektor” sözü “qaytarıcı” mənasında işlənir) adlandırılan çökük güzgüdən onun baş optik oxuna paralel olaraq qayıdır. Güzgünün bu xassəsindən avtomobil faralarında, cib fənərində, mayak və projektorda istifadə olunur (f).

Bəzən paralel düşən şüaları fokuslamaq (toplamaq) lazım gəlir. Bildiyiniz kimi, güzgüyə paralel düşən şüaların fokusunda toplanır. Çökük güzgünün bu xassəsindən *teleskop-reflektorda* istifadə olunur.

*Teleskop* – uzaqda olan göy cisimlərini (ulduzları, planetləri, asteroidləri və s.) müşahidə etmək üçün tətbiq edilən cihazdır. Şəkildə reflektorunun diametri 2 m olan Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasındaki teleskop və ondakı şüaların yolu təsvir edilmişdir (g).



(f) Avtomobil farasının işıqlanması (sxem)





## Araşdırma 2

## Sferik güzgüdə işığın qayıtma hadisəsini izləyək.

Təchizat: optik disk.

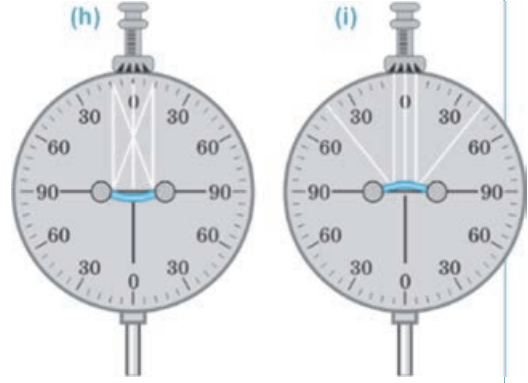
## İşın gedişi:

1. Çökük güzgünü diskin mərkəzində yerləşdirin və işıq mənbəyindən onun üzərinə bir neçə paralel şüa yönəldin. Bu zaman işıq mənbəyini disk boyunca hərəkət etdirərək elə tənzimləyin ki, orta şüa qayıtdıqdan sonra düşdüyü istiqamətin əksinə yönəlsin ( $180^\circ$ ). Kənar paralel şüaların kəsişmə nöqtəsinə diqqət edin (h).

2. Təcrübəni qabarıq güzgü ilə təkrarlayın: güzgünü diskin mərkəzində yerləşdirib üzərinə bir neçə paralel şüa yönəldin. Güzgünün baş optik oxu boyunca və ona paralel düşən şüaların qayıtdıqdan sonra gətdikləri yollara diqqət edin (i).

## Nəticəni müzakirə edin:

- Çökük və qabarıq güzgülərə baş optik ox üzrə düşən şüa hansı istiqamətdə qayıdır?
- Bu güzgülərin səthinə paralel düşən şüaların sonrakı yollarında hansı qanunauyğunluq müşahidə olundu?



## Nə öyrəndiniz?

- Verilən açar sözlərdən istifadə etməklə iş vərəqində qısa esse yazın.

Açar sözlər: • sferik güzgü • çökük güzgü • qabarıq güzgü • baş optik ox • güzgünün baş fokusu • fokal müstəvi • əyrilik mərkəzi • fokus məsafəsi • reflektor • teleskop

## Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Çökük güzgüdə hansı nöqtə onun fokusu adlanır?
2. Qabarıq güzgüdə hansı nöqtə onun fokusu adlanır?
3. Çökük güzgüdə harada istifadə edilir? Misallar göstərin.
4. Sferik güzgünün neçə fokus nöqtəsi var?
5. İnternet resursundan istifadə etməklə Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasındakı teleskop-reflektor haqqında qısa məlumat hazırlayın.

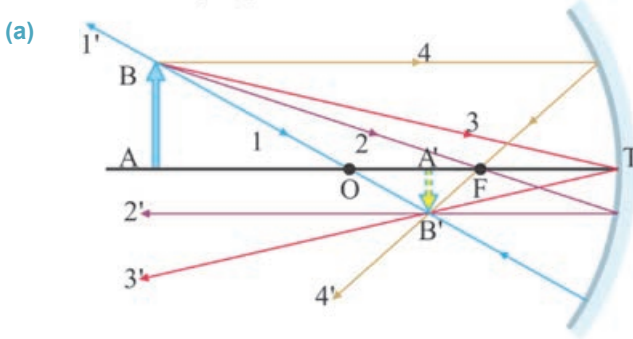
## 3.8

## SFERİK GÜZGÜDƏ XƏYALIN QURULMASI



- Cismın müstəvi və sferik güzgülərdə alınan xəyalları arasında fərq varmı?
- Cismın çökük və qabarıq güzgülərdə alınan xəyalları mövhumidir, yoxsa həqiqi? Bunu necə müəyyən etmək olar?
- Cismın sferik güzgülə xəyalı necə qurulur?

Sferik güzğunün qaytardığı ixtiyari şüanın yolunu bilməklə istənilən cismın xəyalını qurmaq mümkündür. Bu məqsədlə cismın kənar nöqtələrinin xəyalı qurulur. Kənar nöqtələrdən çıxan şüalar elə seçilir ki, onların güzgüdən qayıtdıqları yolları qurmaq asan olsun. Bu baxımdan cismın B kənar nöqtəsinin xəyalını qurmaq üçün aşağıdakı şüaların seçilməsi əlverişlidir (a): 1. *Güzgünün optik mərkəzindən keçən 1 şüası*. Optik mərkəzdən keçən bu şüa güzğunün səthinə hansı yolla düşürsə, həmin yolla da qayıdır (1' şüası). 2. *Güzgünün fokusundan keçən 2 şüası*. Bu şüa güzgüdən baş optik oxu paralel qayıdır (2' şüası). 3. *Güzgünün qütb nöqtəsinə düşən 3 şüası həmin nöqtədən simmetrik qayıdır (3' şüası)*. 4. *Güzgünün baş optik oxuna paralel olan 4 şüası*. Bu şüa qayıtdıqdan sonra güzğunün fokusundan keçir (4' şüası).



Beləliklə, bütün qayıdan bu şüalar cismın B nöqtəsinin xəyalı olan B' nöqtəsindən keçir. Ona görə də xəyalqurma sxeminin sadəliyi üçün yuxarıda qeyd edilən şüalardan ixtiyari ikisindən istifadə etmək kifayətdir.

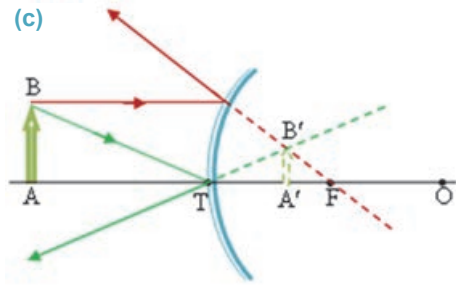
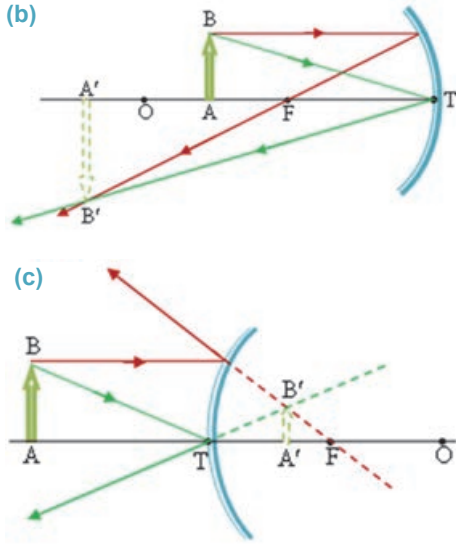
Qeyd edək ki, cismın baş optik ox üzərində olan kənar A nöqtəsinin xəyalı da (A' nöqtəsi) baş optik ox üzərində alınır (bax: a).

**Çökük güzgülə xəyalın qurulması.** Cismın məsafəsi ilə güzğunün fokus məsafəsi arasında münasibətin  $d \geq F$  olduğu bütün hallarda çökük güzgülə cismın həqiqi xəyalını verir, çünki xəyal qayıdan şüaların kəsişməsindən alınır. Cismın məsafəsi onun fokus məsafəsindən kiçik olduğu ( $d < F$ ) halda isə çökük güzgülə cismın mövhumu xəyalı alınır, çünki cismın xəyalı qayıdan şüaların özlərinin deyil, uzantılarının güzğunün arxasında kəsişməsindən yaranır.

Çökük güzgülə cismın beş halda həqiqi, bir halda mövhumu xəyalı alınır:

1. *Cismın sonsuzluqda olduqda:  $d \rightarrow \infty$ . Sonsuzluqdan düşən şüalar paralel qəbul olunur və qayıdan şüalar güzğunün fokusunda toplanır:  $f = F$ .*

2. Cism güzgünün əyrilik mərkəzindən uzaqda olduqda:  $d > R$ . Xəyal güzgünün əyrilik mərkəzi ilə fokusu arasında ( $R > f > F$ ), həqiqi, tərsinə çevrilmiş və kiçildilmiş alınır (bax: a).



3. Cism güzgünün əyrilik mərkəzində olduqda:  $d=R$ . Xəyal güzgünün əyrilik mərkəzində ( $f=R$ ), həqiqi, tərsinə çevrilmiş və özü boyda alınır.

4. Cism güzgünün əyrilik mərkəzi ilə fokusu arasında olduqda:  $R > d > F$ . Xəyal güzgünün əyrilik mərkəzindən uzaqda ( $f > R$ ), həqiqi, tərsinə çevrilmiş və böyüdülmüş alınır (b). Burada B nöqtəsindən çıxan iki şüadan istifadə edilmişdir: birincisi, baş optik oxa paralel düşən şüa və ikincisi, güzgünün qütb nöqtəsinə düşən şüa.

5. Cism güzgünün fokusunda olduqda:  $d = F$ . Xəyal sonsuzluqda alınır:  $f \rightarrow \infty$ .

6. Cism güzgünün fokusu ilə qütb nöqtəsi arasında olduqda:  $d < F$ . Xəyal güzgünün arxasında – mövhumi, düzünə və böyüdülmüş alınır.

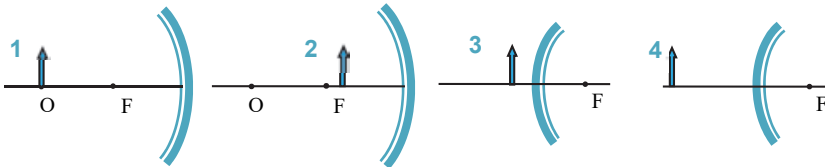
**Qabarıq güzgüdə xəyalın qurulması.** Qabarıq güzgü mövhumi fokusa malik olduğundan cisim məsafəsindən asılı olmayaraq bütün hallarda xəyal güzgünün arxasında (mövhumu), güzgünün təpə nöqtəsi ilə fokusu arasında, düzünə və kiçildilmiş alınır (c). Burada da AB cisminin xəyalının qurulmasında iki şüadan istifadə edilmişdir.

## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma

#### Cismin sferik güzgüdə xəyalını qurun

Şəkilə dörd cisim və sferik güzgülərin sxemləri təsvir edilmişdir. Sxemləri iş vərəqinə çəkin və bu cisimlərin xəyallarını qurun.



#### Nəticəni müzakirə edin:

- Hansı cismin həqiqi, hansının isə mövhumi xəyalı alındı? Nə üçün?
- Cismin qabarıq güzgüdə xəyalı harada alındı?

## Nə öyrəndiniz?



• Verilənləri iş vərəqinə köçürün və onları çökük güzgü üçün tamamlayın:

“ $d \rightarrow \infty$  olduqda ...”, “ $d > R$  olduqda ...”, “ $d = R$  olduqda ...”,  
“ $R > d > F$  olduqda ...”, “ $d = F$  olduqda ...”, “ $d < F$  olduqda ...”

## Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Çökük güzgünün verdiyi həqiqi xəyalla mövhumu xəyalını fərqləndirin.
2. Nə üçün qabarıq güzgüdə cisim məsafəsindən asılı olmayaraq bütün hallarda mövhumu xəyal alınır?
3. Sferik güzgüdə xəyal qurmaq üçün hansı şüalardan istifadə etmək əlverişlidir? Nə üçün?

## 3.9

## İŞIĞIN SINMASI. İŞIĞIN SINMA QANUNU

Stəkandakı suya karandaşı mailli batırıqda o bizə hava ilə suyun sərhədində sınımış kimi görünür.



• Cisim nə üçün iki şəffaf mühitin sərhədində sınımış kimi görünür?



## Araşdırma

## 1

İşiq iki şəffaf mühitin sərhədində düşdükdə nə baş verir?

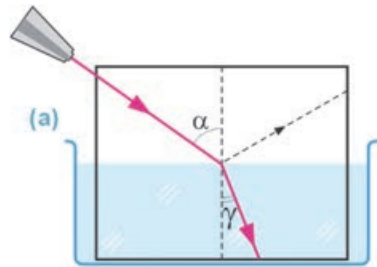
**Təchizat:** müstəvi plastmas ağ lövhə, içərisində su olan akvarium, xətkəş, lazer fənəri, sūd (50 q), karandaş.

**İşin gedişi:**

1. Sūdü akvariuma tökməklə suyu bir qədər tutqunlaşdırın.
2. Lövhənin orta hissəsində tərəflərindən birinə perpendikulyar olmaqla qırıq xətt çəkin. Sonra onu suya elə batırın ki, bu xətt su səthinə perpendikulyar olsun (a).
3. Lazer şüasını lövhə boyunca suyun üzərinə, perpendikulyarın səthə toxunan nöqtəsinə yönəldin. Şüanın su daxilindəki yoluna diqqət edin.
4. Şüanın düşmə bucağını dəyişməklə onun sudakı yolu ilə perpendikulyar arasındakı bucağın (sınma bucağının) necə dəyişdiyini izləyin.

**Nəticəni müzakirə edin:**

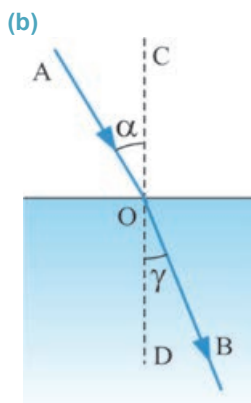
- Demək olarmı ki, hava-su sərhədində düşən şüa, sınan şüa və şüanın düşmə nöqtəsindən səthə qaldırılan perpendikulyar bir müstəvi üzərindədir?
- Düşən şüa ilə suda sınan şüanın düşmə nöqtəsindən səthə qaldırılan perpendikulyarla əmələ gətirdikləri  $\alpha$  və  $\gamma$  bucaqları arasında hansı münasibəti müşahidə etdiniz?
- Beləliklə, işığın iki şəffaf mühitin sərhədində sınma hadisəsi üçün hansı ümumi nəticəyə gəlmək olar?



### İşıq şüası iki şəffaf mühitin sərhədindən keçdikdə nə üçün istiqamətini dəyişir?

İşıq şüası sıxlıqları müxtəlif olan iki şəffaf mühiti (məsələn, hava-su, hava-şüşə, şüşə-su və s.) ayıran səthə düşdükdə onun bir hissəsi səthdən qayıdır, digər hissəsi isə bu iki mühitin sərhədindən keçərək yayılma istiqamətini dəyişir.

• İşıq şüasının bir mühitdən digər mühitə keçərkən bu mühitlərin sərhədində öz istiqamətini dəyişməsi işığın sınıması adlanır (b).



Burada, AO – düşən şüa, OB – sınan şüa, CD – düşmə nöqtəsindən (O nöqtəsi) iki mühiti ayıran səthə çəkilən perpendikulyar,  $\alpha$  – düşmə bucağı,  $\gamma$  (qamma) – sınma bucağıdır. Suyun sıxlığı havanın sıxlığından böyük olduğundan işıq şüası havadan suya keçərkən öz istiqamətini dəyişir və CD perpendikulyarına yaxınlaşır (bax: b). Əgər su daha böyük sıxlığa malik mühitlə, məsələn, şüşə ilə əvəz olunarsa, sınan şüa perpendikulyara daha çox yaxınlaşar.

İşıq şüası sıxlığı kiçik olan şəffaf mühitdən sıxlığı böyük olan şəffaf mühitə keçdikdə sınma bucağı düşmə bucağından kiçik olur.

Sıxlıqları müxtəlif olan iki şəffaf mühiti ayıran sərhədə perpendikulyar düşən işıq şüası ikinci mühitə sınımadan keçir.

Aparılan araşdırmadan işığın sınıma hadisəsi üçün iki nəticə müəyyən etdiniz: birincisi, hava-su səthinə düşən şüa, sınan şüa və düşmə nöqtəsindən bu iki mühitin sərhədinə qaldırılan perpendikulyar müstəvi lövhə üzərində yerləşir; ikincisi, düşmə bucağını böyütdükdə sınma bucağı böyüyür, düşmə bucağını kiçiltədikdə isə sınma bucağı da kiçilir. Əgər transportirlə düşmə və sınma bucaqlarının ölçsək, məlum olar ki, bu bucaqların sinuslarının nisbəti sabit qalır:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n.$$

Burada sabit kəmiyyət olan  $n$  – nisbi sındırma əmsalıdır. Beləliklə, işığın sınıma qanunu iki müddəə ilə ifadə olunur:

• Düşən şüa, sınan şüa və şüanın düşmə nöqtəsindən iki mühitin sərhədinə qaldırılan perpendikulyar bir müstəvi üzərində yerləşir.

• Düşmə bucağı sinusunun sınma bucağı sinusuna olan nisbəti verilən iki mühit üçün sabit kəmiyyətdir.

Qeyd edək ki, sındırma əmsalının qiyməti şüanın düşmə, yaxud sınma bucağından deyil, o verilən iki mühitin xassəsindən asılıdır:

$$n = \frac{n_2}{n_1};$$

burada  $n_1$  və  $n_2$  – uyğun olaraq birinci və ikinci mühitin sındırma əmsalıdır.

• Mühitin vakuuma nəzərən sındırma əmsalı həmin mühitin mütləq sındırma əmsalı adlanır. Mütləq sındırma əmsalı işığın verilən mühitdəki sürətinin vakuumdakı sürətindən neçə dəfə kiçik olduğunu göstərir:

$$n = \frac{c}{v}.$$

3.1 cədvəlində müxtəlif mühitlərin mütləq sındırma əmsallarının qiymətləri verilmişdir.

Cədvəl 3.1.

Maddə	n	Maddə	n
Almaz	2,42	Skipidar	1,47
Şüşə	1,57	Qliserin	1,47
Daş duz	1,54	Etil spirti	1,36
Kvars	1,54	Su	1,33
Bitki yağı	1,52	Buz	1,31
Pleksiqlas (üzvi şüşə)	1,50	Hava	1,00029

Beləliklə, iki mühit sərhədində işığın sınma qanununu ümumi şəkildə belə də yazmaq olar:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

İfadədən görüldüyü kimi, mühitlərin sındırma əmsallarının nisbəti işığın bu mühitlərdə yayılma sürətlərinin tərs nisbətində bərabərdir. *Bu o deməkdir ki, işığın iki şəffaf mühitin sərhədində sınması onun müxtəlif mühitlərdə müxtəlif sürətlə yayılmasının nəticəsidir. İşığın yayılma sürətinin kiçik olduğu mühit sındırma əmsalı böyük, işığın yayılma sürətinin böyük olduğu mühit isə sındırma əmsalı kiçik mühit adlanır.*

### Yaradıcı tətbiqetmə

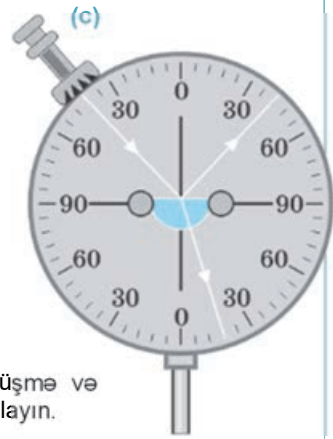
#### Araşdırma 2

##### İşığın sınma qanununu yoxlayaq.

**Təchizat:** optik disk, yarım silindr formalı şüşə lövhə, transportir, dörd rəqəmli riyaziyyat cədvəli (V.A.Bradis).

##### İşin gedişi:

- Şüşə lövhəni optik diskin mərkəzinə bərkidin və mənbədən çıxan işıq şüasını onun səthinə müəyyən düşmə bucağı, məsələn,  $42^\circ$  bucaq altında yönəldin. Şüanın sınma bucağını təyin edin (c).
- İşıq mənbəyini disk boyunca hərəkət etdirməklə düşmə bucağının  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$  və s. qiymətlərinə uyğun sınma bucaqlarını təyin edin.
- Dörd rəqəmli riyaziyyat cədvəlindən istifadə etməklə düşmə və sınma bucaqlarının sinuslarının qiymətləri nisbətini hesablayın.



##### Nəticəni müzakirə edin:

- Araşdırmadan işığın sınması haqqında hansı qanunauyğunluğu müəyyən etdiniz?

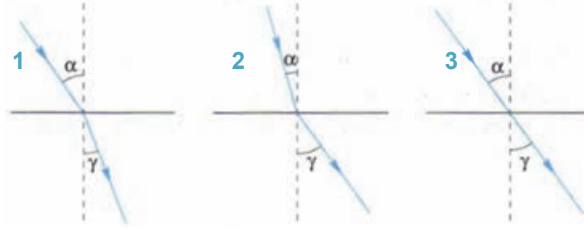
##### Nə öyrəndiniz?



- Verilən açar sözlər əsasında iş vərəqində qısa məlumat yazın.
- Açar sözlər: • işığın sınması • işığın sınma qanunu • mütləq sındırma əmsalı • optik sıx mühit • optik seyrək mühit

## Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Fincanın dibinə metal pul qoyun və ona elə yerdən baxın ki, fincanın kənarı pulu örtmüş olsun (o görünməsin). Fincana su tökülərsə, pul görünər. Nə üçün? Cavabınızı sxem çəkməklə əsaslandırın.
2. Mühitin mütləq sındırma əmsalının fiziki mənası nədir?
3. Hansı halda sınma bucağı düşmə bucağından böyük ola bilər?
4. Şəkildə təsvir olunan mühitlərin optik sıxlıqlarını və sındırma əmsallarını müqayisə edin.

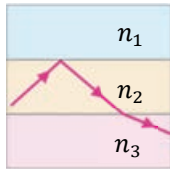


## Çalışma 3.4

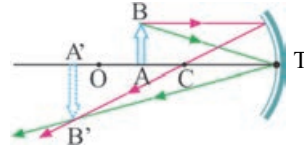
1. Işıq şüası havadan şüşəyə keçir. Düşmə bucağı  $60^\circ$  olarsa, işığın sınma bucağını və şüşədə yayılma sürətini təyin edin.
2. Işıq şüalarını almazda, suda və şüşədə hansı istiqamətdə yönəltmək lazımdır ki, onlardan havaya çıxan bu şüalar şəkildəki kimi paralel olsun?



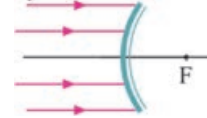
3. Işıq şüası sındırma əmsalları  $n_1$ ,  $n_2$  və  $n_3$  olan mühitlərdə şəkildə göstərilən yolu gedir. Sındırma əmsalları arasında hansı münasibət var?



4. Şəkildə sferik güzgüdə cismin xəyalının qurulma sxemi təsvir edilir. Sferik güzgünün fokus, cisim və xəyal məsafələrini müəyyən edin.



5. Qabarıq güzgünün üzərinə düşən şüaların sonrakı yolunu sxematik göstərin.



6. Işıq şüası sındırma əmsalı  $n_1$  olan mühitdən sındırma əmsalı  $n_2$  olan mühitə keçir. Işığın mühitlərdə yayılma sürətləri ilə sındırma əmsalları arasında hansı münasibət var?

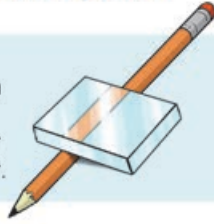
- A)  $n_1 v_1 = n_2 v_2$
- B)  $n_1 v_2 = n_2 v_1$
- C)  $n_1 n_2 = v_1 v_2$
- D)  $n_1 + n_2 = v_1 + v_2$
- E)  $n_1 - n_2 = v_1 - v_2$



## 3.10

## İŞIĞIN PARALEL ÜZLÜ ŞÜŞƏ LÖVHƏDƏN VƏ ÜÇÜZLÜ PRİZMADAN KEÇMƏSİ

Karandaşa qalın şüşə lövhədən baxdıqda onun şüşənin altında qalan hissəsi sınaq bir qədər yuxarı qabarmış görünür.



- İşıq şüası şüşə lövhədən keçdikdə neçə sınıma məruz qalır? Bu zaman şüanın yayılma istiqamətində dəyişiklik baş verirmi?

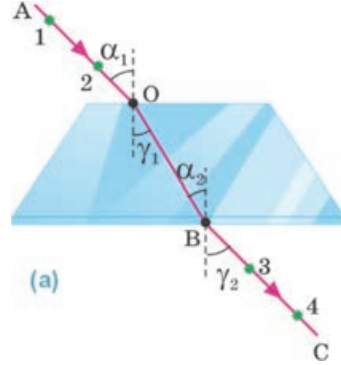
### Araşdırma 1

#### İşığın paralel üzlü şüşə lövhədən keçməsi.

**Təchizat:** trapesiya formalı şüşə lövhə, sancaq (4 ədəd), qalın kağız vərəq, karandaş, transportir, xətkəş.

#### İşin gedişi:

1. Şüşə lövhəni vərəqin üzərinə qoyub konturunu karandaşla xətlədikdən sonra onu kənarlaşdırın.
2. Trapesiyanın kiçik paralel üzünə, onun mərkəzinə yaxın nöqtəyə mail **AO** vektorunu çəkin. Bu vektor düşən şüanın sxemi olacaqdır (**a**).
3. Şüşə lövhəni yerinə qaytarın və **1** və **2** sancaqlarını düşən şüa üzərinə, aralarında müəyyən məsafə olmaqla kağıza sancın (bax: **a**).
4. Gözünüzü masa səviyyəsində elə yerləşdirin ki, lövhənin böyük paralel üzündən şüşənin digər tərəfinə baxdıqda lövhəyə yaxın batırılan **2** sancağı **1** sancağının qarşısını tamamilə örtsün.
5. Şüşə lövhənin böyük paralel üzü tərəfində (gözünüzün yerləşdiyi tərəfdə) **3** və **4** sancağını kağıza elə sancın ki, **4** sancağına baxanda o, arxasındakı digər üç sancağı "gizlətsin" – sanki bütün sancaqlar bir düz xətt üzrə düzülmüşdür.
6. Şüşə lövhəni və sancaqları kənarlaşdırın, **3** və **4** sancağının kağızdakı dəliklərindən keçməklə şüşə lövhənin böyük üzündən çıxan **BC** şüasını qurun.
7. Şüanın lövhənin səthinə düşdüüyü və şüşədən çıxdığı nöqtələri **OB** düz xətti ilə birləşdirin, bu xətt şüanın şüşədəki yolu olacaqdır. Bütün şüaları oxla işarələyin.
8. Sxemi səthə qaldırılan perpendikulyarı çəkməklə tamamlayın, transportirlə hava-şüşə və şüşə-hava sərhədində şüanın düşmə ( $\alpha_1$  və  $\alpha_2$ ) və sınaq ( $\gamma_1$  və  $\gamma_2$ ) bucaqlarını ölçün. Ölçmələrinizin nəticəsini 3.2 cədvəlinə yazın və bu bucaqların qiymətlərini müqayisə edin.



Cədvəl 3.2

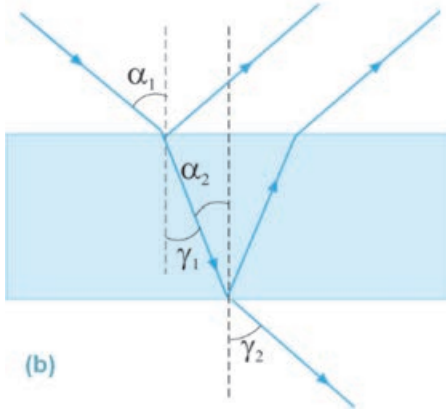
Ayrılmə sərhədi	Düşmə bucağı ( $\alpha$ )	Sınma bucağı ( $\gamma$ )
Hava-şüşə	$\alpha_1 =$	$\gamma_1 =$
Şüşə-hava	$\alpha_2 =$	$\gamma_2 =$

#### Nəticəni müzakirə edin:

- Hava-şüşə və şüşə-hava mühitlərinin sərhədində şüanın düşmə və sınaq bucaqlarının müqayisəsindən hansı nəticəyə gəlmək olar?
- Paralel üzlü şüşəyə daxil olan və ondan çıxan şüa haqqında nə demək olar?

### Paralel üzlü şüşə lövhədə işıq şüasının yolu.

• *Paralel müstəvi səthlərlə hüdudlanan lövhə paralel üzlü müstəvi lövhə* adlanır. Belə şüşə lövhəyə müəyyən bucaq altında düşən işıq şüası hava-şüşə və şüşə-hava sərhədlərində həm qayır, həm də sınır (b). Bu zaman şüa havadan şüşəyə keçdikdə sınıma bucağı  $\gamma_1$  düşmə bucağı  $\alpha_1$ -dən kiçik, şüşədən havaya çıxdıqda isə sınıma bucağı  $\gamma_2$  düşmə bucağı  $\alpha_2$ -dən böyük olur. Buna səbəb mühitlərin sındırma əmsallarının (ışığın bu mühitlərdəki yayılma sürətlərinin) müxtəlif olmasıdır: əgər işıq sındırma əmsalı kiçik olan mühitdən sındırma əmsalı böyük olan mühitə keçirsə, sınıma bucağı düşmə bucağından kiçik olur. Əksinə, işıq sındırma əmsalı böyük olan mühitdən sındırma əmsalı kiçik olan mühitə keçirsə, sınıma bucağı

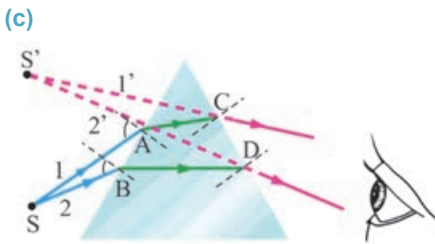


düşmə bucağından böyük olur. Paralel üzlü şüşə lövhə ilə apardığınız araşdırmadan onun digər xassələrini də müəyyən etdiniz:

– *ışıq şüası paralel üzlü müstəvi şəffaf lövhəyə hansı bucaq altında düşürsə, həmin bucaq altında da bu lövhədən çıxır;*

– *şüşədən çıxan şüa düşən şüaya paralel yönəlir, onun yeri müəyyən qədər sürüşür, lakin yayılma istiqamətini dəyişmir.*

**Üçüzlü şüşə prizmada işıq şüasının yolu.** Üçüzlü şüşə prizma işığın yayılma istiqamətini dəyişir. Əgər biz hər hansı cismə belə prizmadan baxsaq, cisim yerini dəyişmiş kimi görünür. Cisimdən gələn 1 və 2 şüaları A və B nöqtələrində prizmaya düşərək sınır, prizmanın içərisində AC və BD istiqamətlərində yollarına davam edir.



İşıq şüası prizmanın ikinci üzünə çataraq ikinci dəfə sınır. Nəticədə müşahidəçi işıq mənbəyini şüaların 1' və 2' uzantılarının kəsişdiyi nöqtədə görür, başqa sözlə: *cisim üçüzlü şüşə prizmanın sındırıcı üzləri arasında qalan təpə bucağına doğru yerini dəyişmiş kimi görünür. Cisimdən prizmanın üzərinə düşən şüalar istiqamətlərini prizmanın alt üzünə doğru dəyişir (c).*

### Yaradıcı tətbiqetmə

#### Araşdırma 2

##### İşıq şüasının şüşə prizmada yolu.

Şüşə prizmanın səthinə düşən işıq şüasının sonrakı yolunu çəkin (d).

##### Nəticəni müzakirə edin:

- Prizmadan çıxan şüa hansı istiqamətdə yayılır? Nə üçün?
- Şüanın şüşə prizmada sınıma qanununu yazın.



## Nə öyrəndiniz?



- Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.  
Paralel üzlü şüşə lövhənin başlıca xassələri bunlardır: ...  
Üçüzlü şüşə prizmanın üzərinə işıq şüası düşdükdə ...

## Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Verilən mühitlərdə sınaq şüasının sonrakı yolunu çəkin (təxmini).



2. Hansı halda sınaq bucağı düşmə bucağından böyük ola bilər?
3. Işıq paralel üzlü müstəvi şüşə lövhədən sınımaya məruz qalmadan keçə bilərmi?

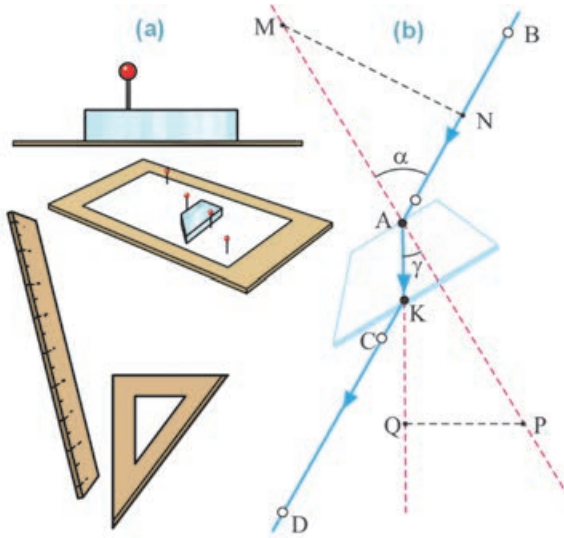
## Praktik iş 3.1

## Şüşənin sındırma əmsalının təyini.

**Təchizat:** xətkəş, üçbucaqlı xətkəş, trapesiya formalı şüşə lövhə, karton parçası, ağ kağız, başlıqlı sancaq (4 əd.), qələm.

**İşin gedişi:**

1. Şüşə lövhəni altına karton qoyulmuş kağız vərəqin üzərində yerləşdirin.
2. Sancaqlardan birini lövhənin divarına toxunduraraq A nöqtəsində kağıza sancın. Gözünüzü masa səviyyəsində elə yerləşdirin ki, lövhənin bir tərəfindən baxdıqda onun digər tərəfindəki sancağın gövdəsi görünsün (a).
3. Gözünüzün yerini dəyişmədən lövhəni azacıq elə döndərin ki, sancağın şüşədən kənarında görünən başlığı ilə şüşədən görünən gövdəsi bir-birinə nəzərən yerini dəyişmiş olsun.
4. Sonra qalan sancaqları B, C və D nöqtələrinə elə sancın ki, D sancağına baxdıqda o, arxasındakı digər üç sancağı "gizlətsin" – onların hamısı bir düz xətt boyunca düzülmüş kimi görünsün (b).



5. Səncaqları çıxarib yerlərini karandaşla işarələyin. Sonra şüşə lövhənin konturunu xətləyib onu da kənarlaşdırın.
6. **A** və **B**, sonra isə **C** və **D** nöqtələrindən keçməklə trapesiyanın səthi ilə kəsişənə qədər uyğun xətlər çəkin. Kəsişmə nöqtələrini qeyd edin və bu nöqtələrdən keçməklə elə qırıq xətlər çəkin ki, **AM** və **AP** məsafələri bərabər olan iki düzbucaqlı üçbucaq alınsın:  $\Delta \mathbf{AMN}$  və  $\Delta \mathbf{APQ}$  (bax: **b**).
7. Uyğun ölçmələr aparın və işığın sınıma qanunundan istifadə etməklə şüşənin sındırma əmsalını hesablayın:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}; \quad \sin \alpha = \frac{MN}{AM}; \quad \sin \gamma = \frac{PQ}{AP}.$$

Buradan alınır:  $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{MN}{AM} \cdot \frac{AP}{PQ},$

burada **AM** = **AP** olduğundan  $n = \frac{MN}{PQ}.$

Deməli, təcrübədə şüşənin sındırma əmsalını təyin etmək üçün MN və PQ məsafələrini ölçmək kifayətdir (bax: **b**).

8. Təcrübənin sxemini iş vərəqinə çəkin və şüşənin sındırma əmsalı üçün aldığınız qiyməti onun cədvəl qiyməti ilə müqayisə edin.

### 3.11 TAM DAXİLİ QAYITMA

Üzüyün almaz (brilyant) qaşına diqqətlə baxdıqda onun cilalanmış çoxsəthli quruluşa malik olduğunu müşahidə etmək olar.



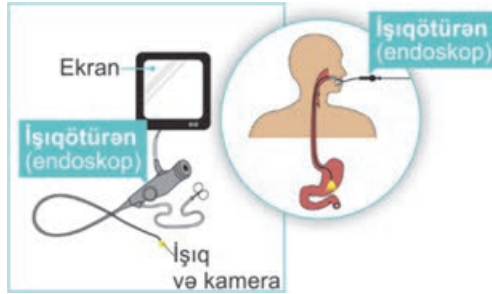
- Nə üçün zərgər əşyalarında almaz qaşlar çoxsəthli və cilalanmış hazırlanır?



Müasir təbabətdə insanın daxili orqanlarını, məsələn, qida borusunun daxili divarını cərrahi müdaxilə olmadan müayinə etmək üçün (endoskopiya) işıqtötürən adlanan nazik elastik borudan istifadə olunur. Belə borunun bir ucuna işıq şüası yönəldildikdə o, borunun digər ucundan çıxaraq müayinə olunan yeri işıqlandırır.



- İşıqtötürəndə işığın hansı hadisəsi baş verir?



#### Araşdırma

1

##### Cisim niyə yarımçıq görünür?

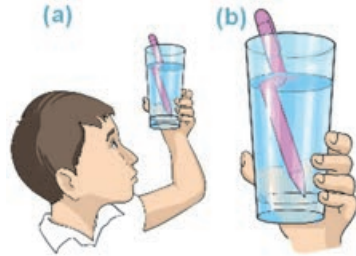
**Təchizat:** nazik şüşə stəkan, su (200 ml), karandaş.

##### İşin gedişi:

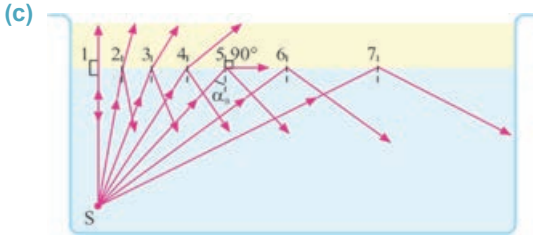
1. Stəkana yarisına qədər su töküb masanın üzərinə qoyun. Karandaşı suya məlli batırın və hava-su sərhədində onun necə sındığını müşahidə edin.
2. Stəkani yuxarı qaldırıb gözünüzdən 25–30 sm məsafədə saxlayın. Karandaşın su daxilində olan və sudan kənarda qalan hissələrinin su-hava sərhədində sınmasını müşahidə edin (a).
3. Stəkanın hündürlüyünü dəyişmədən onu özünüzdən tədricən uzaqlaşdırın və karandaşın necə görünməsinə diqqət yetirin (b).

##### Nəticəni müzakirə edin:

- Su içərisində olan karandaş hansı halda daha çox sınımış kimi göründü: hava-su sərhədində, yoxsa su-hava sərhədində? Nə üçün?
- Stəkani özünüzdən tədricən uzaqlaşdırdıqca karandaşın sınmasında hansı dəyişiklik müşahidə olundu?
- Stəkani özünüzdən uzaqlaşdırmaqda davam etdikdə elə bir vəziyyət alınacaqdır ki, siz karandaşın yalnız su daxilində olan hissəsini görə bilərsiniz. Nə üçün? Bu zaman hansı işıq hadisəsi baş verdi?



Siz artıq bilirsiniz ki, işıq şüası sındırma əmsalı böyük olan mühitdən sındırma əmsalı kiçik olan mühitin sərhədinə düşdükdə (məsələn, su-hava sərhədinə) sınan şüa perpendikulyardan uzaqlaşır: sınma bucağı düşmə bucağından böyük olur.



Əgər işıq şüasının düşmə bucağı artarsa, sınma bucağı necə dəyişər? Araşdırmadan müəyyən etdiniz ki, düşmə bucağı artdıqca işıq şüasının sınma bucağı da artır: gözünüzdən yuxarıda tutduğunuz stəkani özünüzdən uzaqlaşdırdıqca kərandaş daha çox sınımış kimi görünür (c, 2–4 halları).

Düşmə bucağının müəyyən qiymətində işıq şüası ikinci mühitə (havaya) keçmir, sınma bucağı  $90^\circ$  olur (şüa su-hava sərhədi boyunca yayılır) (bax: c, 5 halı). Düşmə bucağının sonrakı artımında isə su-hava sərhədinə düşən işığın sınması baş vermir, şüa bütünlüklə suyun daxili səthindən əks olunur (bax: c, 6–7 halları) – *ışığın tam daxili qayıtma* hadisəsi baş verir.  $90^\circ$ -lik sınma bucağına uyğun gələn  $\alpha_0$  düşmə bucağı tam daxili qayıtmanın *limit bucağı* adlanır. Sınma bucağı  $90^\circ$  olan hal üçün sınma qanunu belə yazılır:

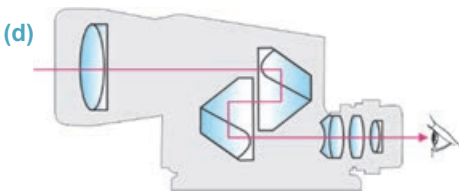
$$\frac{\sin \alpha_0}{\sin 90^\circ} = \frac{1}{n}$$

$\sin 90^\circ = 1$  olduğundan:

$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{n}$$

Hər mühit cütü üçün (məsələn, şüşə-hava, almaz-şüşə və s.) tam daxili qayıtmanın limit bucağı vardır. Təcrübələrdən müəyyən edilmişdir ki, işıq şüasının şüşə-hava sərhədində limit bucağı  $\alpha \approx 42^\circ$ -dir. Bu o deməkdir ki, işıq şüasının şüşə-hava sərhədinə düşmə bucağı  $\approx 42^\circ$ -dən böyük olduqda şüşədə tam daxili qayıtma hadisəsi baş verəcəkdir.

İşığın tam daxili qayıtmasından müxtəlif optik cihazlarda, işıqötürənlərdə, zərğərlik işlərində istifadə olunur. Məsələn, binoklun əsas hissələrindən olan şüşə prizma üzərinə düşən işıq tam daxili qayıtma nəticəsində, demək olar ki, tamamilə əks olunaraq istiqamətini dəyişir (d).

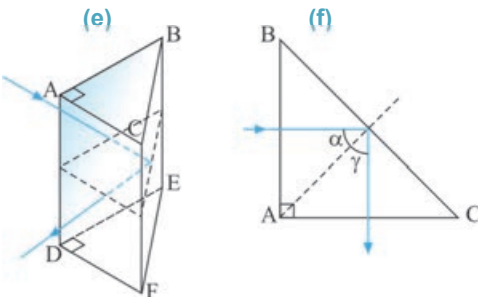


**Prizmada tam daxili qayıtma necə baş verir?** Şüşə prizma optik cihazda elə yerləşdirilir ki, işıq şüası onun səthinə perpendikulyar düşsün (e). Prizmanın oturacağı bərabəryanlı düzbucaqlı üçbucaqdır

$$(AB = AC; \widehat{BAC} = 90^\circ).$$

İşıq şüası prizmaya sınmadan daxil olur (çünki düşmə bucağı  $0^\circ$ -dir) və onun hava ilə sərhədinə (şüşə-hava sərhədi)

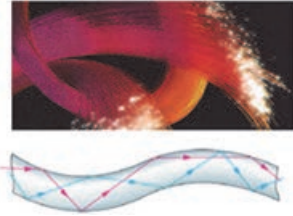
$\alpha = 45^\circ$  bucaq altında düşür. Bu bucaq şüşə-hava mühitləri üçün şüşənin limit bucağından böyük olduğundan şüa havaya çıxır





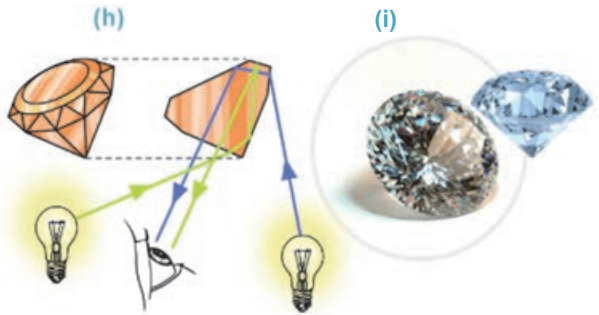
mır və  $\gamma = 45^\circ$  bucaq altında tamamilə qayıdaraq prizmanın ACDF üzündən çıxır (bax: e və f).

İşıq müxtəlif məsafələrə, çətin keçilən yerlərə (g) ötürmək üçün *ışığıötürən* adlanan optik cihaz tətbiq edilir. Işıqötürən çox kiçikdiametrlı şəffaf lif və ya elastik boru olub xaricdən optik sıxlığı az olan maddə ilə örtülür. Belə liflərdə işıq dəfələrlə tam daxili qayıtmaya məruz qalır (g).



Zərgərlər təbii qiymətli daşların dəyərini artırmaq və onları daha da cəlbedici etmək üçün əsrlərdir ki, işığın tam daxili qayıtma hadisəsindən istifadə edirlər. İnsanlar, adətən, qiymətli daşlara parlaq işıq altında baxırlar. Bu zaman işıq mənbəyinin hansı tərəfdə olmasından asılı olmayaraq daşın bəzi üznlərinin daxili səthləri səthlərinə düşən şüaları güzgü kimi əks etdirərək, daşda bərqvurma effekti yaradır. Daşı çevirdikdə “daxili güzgü” rolunu onun digər üzü oynayacaqdır (h).

Bu səbəbdən də *brilyant* adlandırılan almaz qaş işıq şüasının düşmə istiqamətindən asılı olmayaraq bərq vurur (i).



## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 2

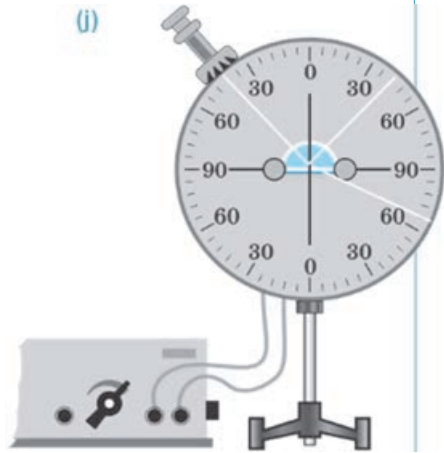
#### İşığın tam daxili qayıtmasını yoxlayaq.

**Təchizat:** optik disk, yarım silindr formalı şüşə lövhə, transportir, dörd rəqəmli riyaziyyat cədvəli (V.A.Bradis).

**İşin gedişi:** 1. Şüşə lövhəni optik diskin mərkəzinə bərkidin, işıq şüasını yarım silindrin radiusu boyunca yönəldin və onun şüşə-hava sərhədində sınımasını müşahidə edin (j). 2. Işıq mənbəyini disk boyunca elə hərəkət etdirin ki, şüanın şüşə-hava sərhədinə limit bucağına bərabər bucaq altında düşməsi təmin olunsun, bu halda şüa iki mühiti ayıran sərhəd boyunca yayılır. Limit bucağını transportirle ölçün. 3. Işıq mənbəyini disk boyunca bir qədər də hərəkət etdirib şüanın yarım silindr üzərinə limit bucağından böyük bucaq altında düşməsinə təmin edin. Təcrübənin sxemini iş vərəqinə çəkin.

#### Nəticəni müzakirə edin:

- Işıq şüasının şüşə-hava mühitləri üçün tam daxili qayıtmasının limit bucağı nəyə bərabərdir?
- Işıq şüası şüşə-hava sərhədinə hansı bucaq altında düşdükdə tam daxili qayıtma hadisəsi baş verdi?





Nə öyrəndiniz ?

• İş vərəqində verilən açar sözlərin izahını yazın.

Açar sözlər:

“Limit bucağı ...”

“Tam daxili qayıtma ...”

“İşıqötürən ...”

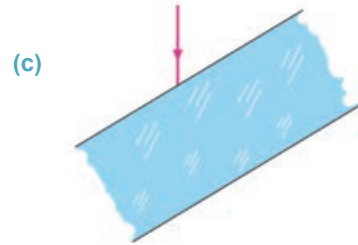
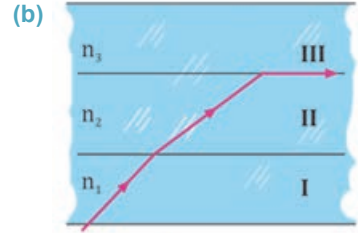
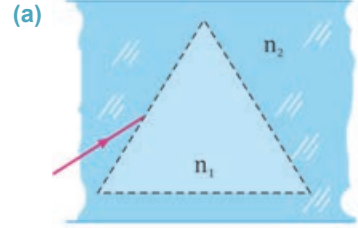
### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Tam daxili qayıtmanın limit bucağı nədir? Bu bucağın qiyməti nədən asılıdır?
2. İşıq şüası havadan almaza keçərkən tam daxili qayıtma baş verə bilərmi? Nə üçün?
3. Tam daxili qayıtma hadisəsinin tətbiqlərinə aid misallar göstərin.

### Çalışma

3.5

1. İşıq şüasının şüşə prizmada sonrakı yolunu çəkin (a). Prizmanın sındırma əmsalı onun yerləşdiyi mühitin sındırma əmsalından kiçikdir ( $n_1 < n_2$ ).
2. Almazda işıq  $1,22 \cdot 10^8 m/san$  sürətlə yayılır. İşığın almazdan havaya çıxması zamanı tam daxili qayıtmanın limit bucağını təyin edin.
3. Şəkildə sındırma əmsalları  $n_1, n_2$  və  $n_3$  olan paralel üzlü üç mühitdə işıq şüasının yolu göstərilmişdir. Sındırma əmsalları arasındakı münasibəti təyin edin (b).
4. Kristal üçün tam daxili qayıtmanın limit bucağı  $34^\circ$ -dir. Onun sındırma əmsalını təyin edin ( $\sin 34^\circ = 0,5592$ ).
5. İşıq şüası havada paralel üzlü şüşə lövhə üzərinə düşür. Onun sonrakı yolunu çəkin (c).
6. Havaya nəzərən su, şüşə və almazın sındırma əmsalları uyğun olaraq  $n_1=1,33$ ;  $n_2=1,5$  və  $n_3=2,42$ -dir. Hansı maddə üçün tam daxili qayıtmanın limit bucağı ən kiçikdir?  
A) Su üçün  
B) Almaz üçün  
C) Şüşə üçün  
D) Bütün maddələr üçün eynidir  
E) Şüşə və su üçün eyni olub almazdan kiçikdir



### 3.12 LINZALAR

Bəzən isti yay günlərində baş verən böyük meşə yanğınına turistlərin qoyub getdikləri adi şüşə butulkalar və ya onların qırıqları səbəb olur.



• Nə üçün Günəş şüaları şüşə butulkadan sındıqdan sonra saralmış otu alovlandırır?



Bəzən cismi gözümüzdə yaxınlaşdırdıqda belə onun hissəciklərini, məsələn, çiçək tozcuqlarını müşahidə etmək çətin olur. Belə halda mikroskopdan (1) istifadə edərək hissəcik gözə həm yaxınlaşdırılır, həm də böyüdüür. Bəzən isə cisim bizdən elə uzaq məsafədə olur ki, onu müşahidə etmək üçün gözümüzdə yaxınlaşdırma bilmirik, məsələn, göy cisimlərini. Belə halda teleskopdan (2) istifadə etməklə göy cismi gözə həm yaxınlaşdırılır, həm də böyüdüür.



• Bu optik cihazlarda (mikroskop, teleskop və s.) cismi “yaxınlaşdırın” və “böyüdən” nədir?  
• Daha hansı böyüdücü optik cihazları tanıyırsınız?



(1)



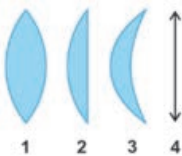
(2)

Optik cihazların əsas hissələrindən biri *linzadır*. Linza latın sözü “*lens*” olub “mərcimək” mənasını verir.

• *Sferik səthlərlə (bəzən səthdən biri müstəvi də olur) hüdudlanmış şəffaf cisim linza adlanır*. Linzalar, ondan sınaq keçən şüaların toplanması və səpilməsinə görə iki yerə ayrılır: qabarıq və çökük.

• *Qabarıq linzalar* – kənarlarına nisbətən ortası qalın olan linzalara deyilir. Belə linzalar iki tərəfi qabarıq, qabarıq-müstəvi, qabarıq-çökük səthlərlə hüdudlanı bilər (a). Havada qabarıq şüşə linzanın üzərinə düşən işıq şüaları sındıqdan sonra bir nöqtədə toplandığına görə o, *toplayıcı linzadır*. Belə linzalara “böyüdücü” kimi tanıdığınız *zərrəbini* (lupanı) misal göstərmək olar (b).

(a)



1. İki tərəfi qabarıq linza.
2. Müstəvi-qabarıq linza.
3. Çökük-qabarıq linza.
4. Qabarıq-nazik linzanın şərti işarəsi.

(b)



• *Çökük linzalar* – ortası kənarlarına nisbətən nazik olan linzalara deyilir. Belə linzalar iki tərəfi çökük, çökük-müstəvi, çökük-qabarıq səthlərlə hüdudlanı bilər (c). Havada çökük şüşə linzanın üzərinə düşən işıq şüaları sındıqdan sonra səpələndiyinə görə o, *səpici linzadır*. Belə linzalar cismi kiçildirmiş göstərir (d).

(c)

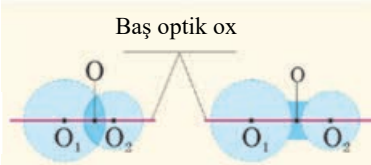


1. İki tərəfi çökük linza.
2. Müstəvi-çökük linza.
3. Qabarıq-çökük linza.
4. Çökük-nazik lınzanın şərti işarəsi.

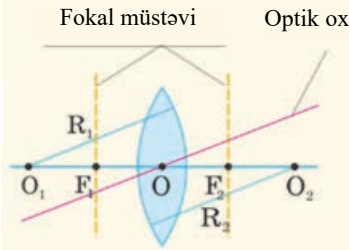
(d)



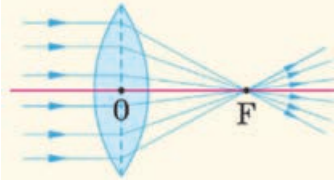
(e)



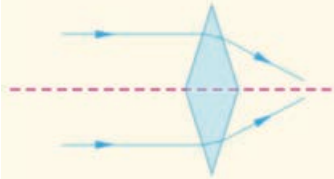
(f)



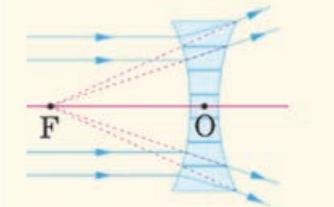
(g)



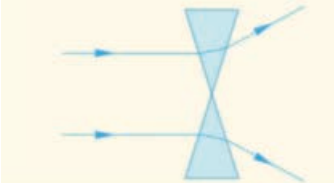
(h)



(i)



(j)



### Sferik lınzanın (iki tərəfdən sferik səthlə hüdudlanan linza) əsas elementləri.

– Qalınlığı sferik səthlərin  $R_1$  və  $R_2$  radiuslarına nisbətən çox kiçik olan linza nazik linza adlanır.

Biz nazik lınzalara baxacağıq (bax: **a** və **c**).

– Lınzanı hüdudlandıran sferik səthlərin  $O_1$  və  $O_2$  mərkəzlərindən keçən düz xətt lınzanın baş optik oxu adlanır.

– Lınzanın mərkəzində baş optik ox üzərindəki  $O$  nöqtəsi lınzanın optik mərkəzi adlanır (**e**). Işıq şüaları optik mərkəzdən keçdikdə sınımaya məruz qalmaz.

– Lınzanın optik mərkəzindən keçən ixtiyari düz xətt lınzanın optik oxudur (**f**).

– Toplayıcı lınzada baş optik oxla paralel düşən işıq şüaları sındıqdan sonra kəsişdikləri nöqtəyə lınzanın baş fokusu deyilir və  $F$  hərfləri ilə işarə edilir. Toplayıcı lınzanın baş fokusu nöqtəsi həqiqidir, çünki həmin nöqtədə lınzada sınıyan şüaların özləri kəsişir (**g**).

Havada qabarıq lınzanın toplayıcı xassəsinə malik olmasını anlamaq üçün işıq şüalarının bu lınzadakı yolunu iki şüşə prizmadakı yolu ilə müqayisə etmək kifayətdir (**h**).

– Səpici lınzada baş optik oxuna paralel düşən işıq şüaları sındıqdan sonra onların uzantılarının kəsişdiyi nöqtə səpici lınzanın baş fokusu adlanır. Səpici lınzanın baş fokus nöqtəsi mövhumidir, çünki həmin nöqtədə lınzada sınıyan şüaların özləri yox, uzantıları kəsişir (**i**).

Havada çökük şüşə lınzanın səpici xassəsinə malik olmasını anlamaq üçün işıq şüalarının bu lınzadakı yolunu iki şüşə prizmadakı yolu ilə müqayisə etmək kifayətdir (**j**).

Beləliklə, toplayıcı və səpici linzaların elementləri nazik linzada müvafiq surətdə sxematik olaraq şəkildəki kimi göstərilir (**k**).

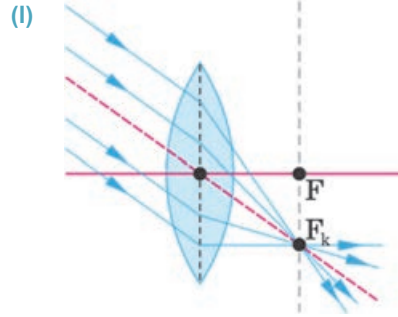


– Linzanın optik mərkəzi ilə fokus nöqtəsi arasındakı məsafəyə lınzanın fokus məsafəsi deyilir. Fokus məsafəsi də **F** hərfi ilə işarə olunur.

Hər bir lınzanın iki baş fokus nöqtəsi vardır. Bircins mühitdə bu nöqtələr lınzanın hər iki tərəfində eyni məsafədə yerləşir (bax: **k**).

– Lınzanın baş fokus nöqtəsindən baş optik oxa perpendikulyar keçirilən müstəvi **fokal müstəvi** adlanır. Bütün optik oxların fokal müstəvi ilə kəsişdiyi nöqtə həmin oxa nəzərən lınzanın fokusudur (bax: **f**).

Toplayıcı linzada ixtiyari optik oxa paralel düşən işıq şüaları linzada sındıqdan sonra fokal müstəvinin həmin optik oxla kəsişdiyi nöqtədə, lınzanın fokusunda toplanır (**l**).



## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma

#### Lınzanın baş fokus nöqtəsini təyin edək.

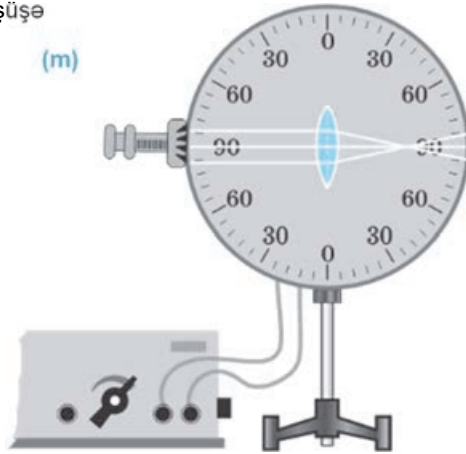
**Təchizat:** optik disk, toplayıcı və səpici şüşə linzalar.

#### İşin gedişi:

1. Toplayıcı lınzanı optik diskin mərkəzinə bərkidin, mənbədən çıxan paralel işıq şüasını baş optik ox boyunca lınzanın üzərinə yönəldin və şüaların sındıqdan sonrakı yolunu müşahidə edin (**m**).
2. Toplayıcı lınzanı səpici linza ilə əvəz edib təcrübəni təkrarlayın.
3. Toplayıcı və səpici linzalarda şüaların sxemini iş vərəqinə çəkin.

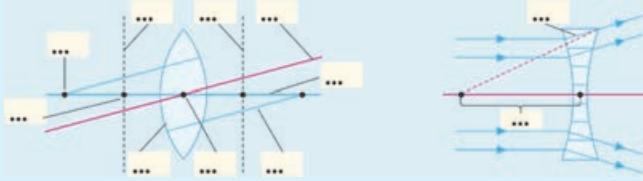
#### Nəticəni müzakirə edin:

- Toplayıcı lınzanın baş fokus nöqtəsini necə təyin etdiniz?
- Səpici lınzanın baş fokus nöqtəsini təyin edə bildinizmi? O, linzadan hansı tərəfdə alındı?



## Nə öyrəndiniz ?

- Verilən sxemi iş vərəqində çəkin və nöqtələrin yerinə açar sözlərdəki uyğun sözü yazın.



**Açar sözlər:** • toplayıcı linza • səpici linza • baş optik ox • baş fokus nöqtəsi • fokal müstəvi • fokus məsafəsi • optik mərkəz • əyrilik radiusu •

## Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Qabarıq və çökük linzanın oxşar və fərqli cəhətlərini göstərin?
2. Linzanın neçə baş optik oxu və baş fokus nöqtəsi var?
3. Nə üçün toplayıcı linzanın fokusu həqiqi, çökük linzanın fokusu isə mövhumidir?
4. Hansı qabarıq linzanın fokus məsafəsi daha böyükdür: əyrilik radiusu böyük olan linzanın, yoxsa əyrilik radiusu kiçik olan linzanın? Nə üçün?

## 3.13 NAZIK LİNZADA CİSMİN XƏYALININ QURULMASI

Zərrəbinlə bir qədər uzaqdakı böyük cismə, məsələn, tikilməkdə olan binaya baxdıqda o, tərsinə çevrilmiş və kiçildilmiş görünür. Lakin həmin zərrəbinə kiçik cismi, məsələn, markanı yaxınlaşdırdıqda o, düzünə və böyüdülmüş görünür.



- Nə üçün eyni zərrəbində cisimlər fərqli görünür?
- Zərrəbində bu cisimlərdən hansının görüntüsü həqiqi, hansının ki mövhumidir? Nə üçün?



### Araşdırma 1

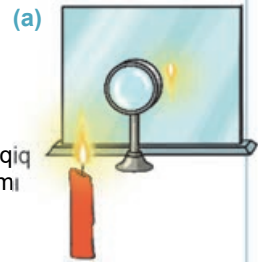
#### Linzada hansı xəyal alındı?

**Təchizat:** fokus məsafəsi məlum olan toplayıcı linza, şam, kibrit, ekran.

**İşin gedişi:** 1. Masa üzərində bir düz xətt boyunca ekran, toplayıcı linza və yanan şam yerləşdirin. Şamı linzanın ikiqat fokus məsafəsindən uzaqda yerləşdirin (a). 2. Ekranda şam alovunun dəqiq xəyalı alınana qədər onu linzaya yaxınlaşdırıb uzaqlaşdırın. 3. Şamı linzanın fokusu ilə ikiqat fokusu arasında yerləşdirin. Ekranda şam alovunun dəqiq xəyalı alınana qədər onu linzadan uzaqlaşdırın.

#### Nəticəni müzakirə edin:

- Ekranda alınan xəyallarla şam alovunun özünün müqayisəsindən hansı fərqləri müşahidə etdiniz?
- Ekranda alınan xəyalların həqiqi və ya mövhumu ola bilməsi haqqında nə kimi mülahizəniz var?

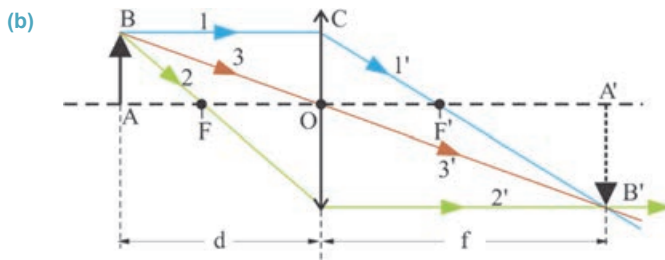


Linzada sının ixtiyari şüanın yolunu bilməklə istənilən cismin xəyalını qurmaq mümkündür. Bu məqsədlə cismin kənar nöqtələrinin xəyalı qurulur. Kənar nöqtələrdən çıxan şüalar elə seçilir ki, onların linzada sındıqdan sonraki yollarını qurmaq asan olsun. Bu baxımdan cismin B kənar nöqtəsinin xəyalını qurmaq üçün aşağıdakı şüaların seçilməsi əlverişlidir (b):

1. *Linzanın baş optik oxuna paralel olan 1 şüası.* Toplayıcı linzada sının şüa lınzanın fokusundan keçir (1' şüası).

2. *Linzanın fokusundan keçən 2 şüası.* Bu şüa toplayıcı linzada sındıqdan sonra baş optik oxa paralel istiqamətdə yayılır (2' şüası).

3. *Linzanın optik mərkəzindən keçən 3 şüası.* Optik mərkəzdən keçən bu şüa sınımaya məruz qalmadan yayılır (3' şüası). Beləliklə, cismin B nöqtəsinin xəyalı 1', 2' və 3' şüalarının kəsişdiyi B' nöqtəsində alınır.



**Diqqət!** Xəyalqurma sxeminin sadəliyi üçün yuxarıda qeyd edilən şüalardan ixtiyari ikisindən istifadə etmək kifayətdir. Qeyd edək ki, cismin baş optik ox üzərində olan kənar A nöqtəsinin xəyalı (A' – nöqtəsi) baş optik oxun üzərində alınır. Burada **d** – **cisim məsafəsi** (cisimdən linzaya qədər məsafə), **f** – **xəyal məsafəsidir** (xəyaldan linzaya qədər məsafə) (bax: b).

**Toplayıcı nazik linzada xəyalın qurulması.** Cisim məsafəsi ilə toplayıcı lınzanın fokus məsafəsi arasında münasibətin  $d \geq F$  olduğu bütün hallarda toplayıcı linza cismin həqiqi xəyalını verir, çünki xəyal sının şüaların kəsişməsindən alınır. Həqiqi xəyal həmişə tərsinə çevrilmiş olur. Cisim məsafəsi lınzanın fokus məsafəsindən kiçik olduğu ( $d < F$ ) halda isə toplayıcı linzada cismin mövhumi xəyalı alınır. Xəyal sının şüaların özlərinin deyil, uzantılarının kəsişməsindən alınır. Mövhumi xəyal həmişə düzünə olur.

Toplayıcı linza cismin beş halda həqiqi, bir halda mövhumi xəyalını verir:

1. *Cisim linzadan sonsuz uzaq məsafədə olduqda:*  $d \rightarrow \infty$ . Həqiqi xəyal lınzanın fokusunda nöqtə şəklində alınır (linzada sının şüalar onun fokusunda toplanır):  $f = F$ .

2. *Cisim lınzanın ikiqat fokusundan uzaqda olduqda:*  $d > 2F$ . Cismin xəyalı həqiqi, kiçildilmiş və tərsinə çevrilmiş alınır. Xəyal lınzanın fokusu ilə ikiqat fokus arasında yerləşir:  $2F > f > F$ .

3. *Cisim lınzanın ikiqat fokusunda olduqda:*  $d = 2F$ . Onun xəyalı lınzanın ikiqat fokusunda yerləşməklə ( $f = 2F$ ) həqiqi, özü boyda və tərsinə çevrilmiş alınır.

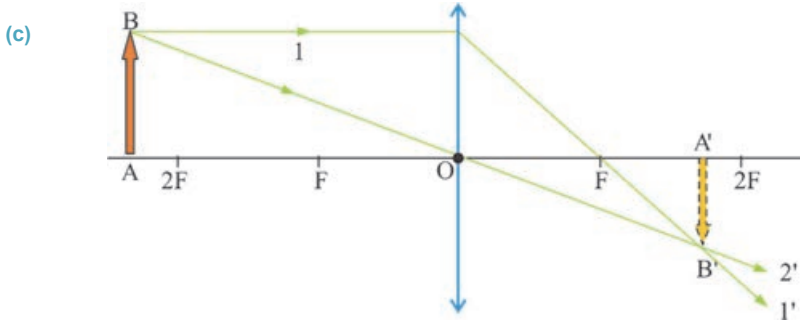


4. *Cisim linzanın fokusu ilə ikiqat fokusu arasında olduqda:  $2F > d > F$ . Cismin xəyalı həqiqi, böyüdülmüş və tərsinə çevrilmiş alınır. Xəyal linzanın ikiqat fokus məsafəsindən uzaqda yerləşir:  $f > 2F$ .*

5. *Cisim linzanın fokusunda olduqda:  $d = F$ . Xəyal sonsuzluqda alınır, çünki linzada sınan şüalar paralel yayıldıqlarına görə sonsuzluqda kəşişir:  $f \rightarrow \infty$ .*

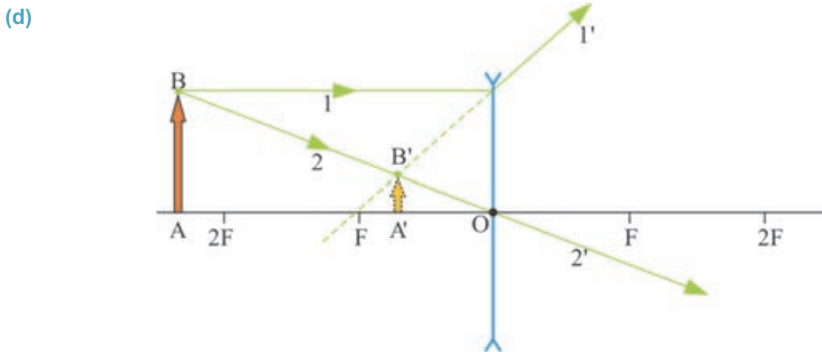
6. *Cisim linza ilə onun fokusu arasında olduqda:  $d < F$ . Bu cismin xəyalı mövhumi, düzünə, böyüdülmüş və linzanın cisim qoyulduğu tərəfində olur. Zərrəbinlə markaya baxdıqda onun mövhumi xəyalını müşahidə edirik.*

Aşağıdakı şəkildə toplayıcı nazik linzada cismin bir halının xəyalının qurulma sxemi təsvir edilmişdir (c).



Burada B nöqtəsindən çıxan iki şüadan istifadə olunmuşdur: 1 şüası – linzaya baş optik oxa paralel düşən şüadır, o sındıqdan sonra baş fokus nöqtəsindən keçir (1' şüası). 2 şüası – linzanın optik mərkəzindən sınımaya məruz qalmadan keçir (2' şüası). Bu iki şüanın kəşişməsi AB cisminin A'B' xəyalını verir (bax: c).

**Səpici nazik linzada xəyalın qurulması.** Səpici linza mövhumi fokusa malik olduğundan cisim məsafəsindən asılı olmayaraq bütün hallarda xəyal mövhumi, kiçildilmiş və düzünə alınır. Xəyal cisimlə linzanın eyni tərəfində yerləşir. Şəkildə əlverişli şüaların köməyi ilə AB cisminin səpici nazik linzada xəyalının qurulma sxemi göstərilmişdir (bax: d).



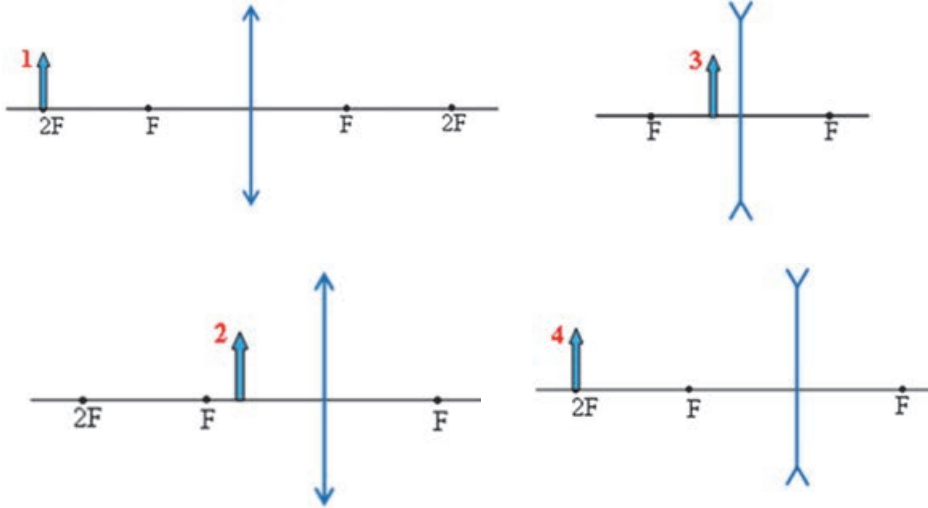


## Yaradıcı tətbiqetmə

## Araşdırma 2

## Cismin nazik linzada xəyalını qurun.

Şəkilə dörd cisim və nazik linzaların sxemləri təsvir edilmişdir. Sxemləri iş vərəqinə çəkin və əlverişli şüalardan istifadə etməklə bu cisimlərin xəyallarını qurun.



## Nəticəni müzakirə edin:

- Hansı cismin həqiqi, hansının isə mövhumı xəyalı alındı? Nə üçün?
- Cisimlərin səpici linzada xəyalları harada alındı?

## Nə öyrəndiniz?



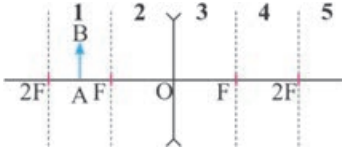
- Verilənləri iş vərəqinə köçürün və onları toplayıcı linza üçün tamamlayın:

“ $d \rightarrow \infty$  olduqda ...”; “ $d > 2F$  olduqda ...”; “ $d = 2F$  olduqda ...”;  
“ $2F > d > F$  olduqda ...”; “ $d = F$  olduqda ...”; “ $d < F$  olduqda ...”

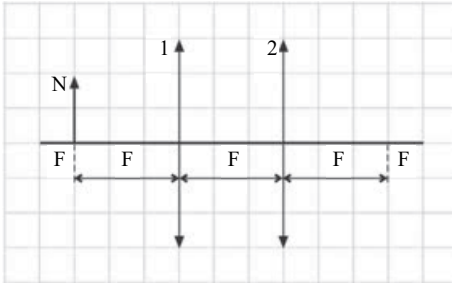
## Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Linzalarda cismin xəyalını qurmaq üçün hansı şüalardan istifadə etmək əlverişlidir? Nə üçün?
2. Cismin toplayıcı linzada özü boyda xəyalını almaq üçün onu harada yerləşdirmək lazımdır?
3. Cisim harada yerləşdikdə onun toplayıcı linzada xəyalı alınmayacaq? Nə üçün?
4. Linzada alınan həqiqi və mövhumı xəyalları müqayisə edin: onların ümumi və fərqli xüsusiyyətləri nədir?
5. Nə üçün səpici linzada həqiqi xəyal alınmır?

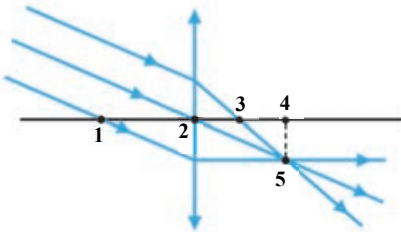
1. Şəkilə səpici linza və cismin vəziyyəti təsvir edilmişdir. Onun xəyalı hansı hissədə alınar?



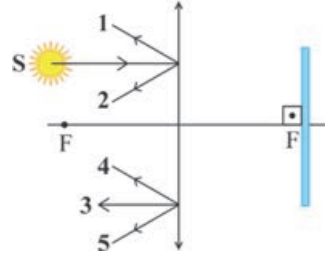
2. İki eyni nazik linza şəkiləki kimi yerləşdirilmişdir. Fokus nöqtəsinə qoyulan N cisminin bu sistemdə xəyalının hündürlüyü  $h$ , xəyalın cismə qədərki məsafəsi isə  $d$ -dir. 1 linzası götürülsə, xəyalın hündürlüyü və  $d$  məsafəsi necə dəyişər? Cavabınızı sxematik əsaslandırın.



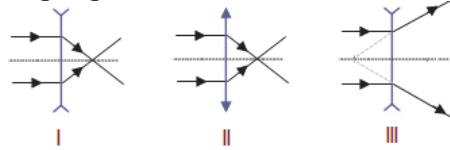
3. Şəkilə linza üzərinə paralel düşən işıq şüaları təsvir edilmişdir. Linzanın fokus nöqtəsinə, fokus məsafəsini və optik oxunu təyin edin.



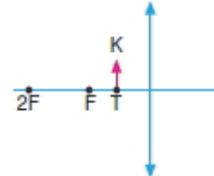
4. Nazik linzanın fokus nöqtəsində müstəvi güzgü yerləşdirilmişdir. S mənbəyindən linza üzərinə baş optik oxa paralel düşən işıq şüasının yolunun sonuncu hissəsi hansı rəqəmlə işarə edilmişdir?



5. Baş optik oxa paralel düşən işıq şüalarının sonrakı yolu hansı linsada düzün göstərilmişdir?



6. Fokusu  $F$  olan linzanın baş optik oxunun üzərində, fokus məsafəsinin ortasındakı  $T$  nöqtəsində  $K$  cismi qoyulmuşdur. Hansı ifadələr doğrudur?



- 1 – cismi  $T$  nöqtəsindən  $F$  nöqtəsinə gətirdikdə xəyalın hündürlüyü azalır;  
 2 – cismi  $F$  nöqtəsindən  $2F$  nöqtəsinə gətirdikdə xəyalın hündürlüyü artır;  
 3 – cismi  $2F$  nöqtəsindən uzaqlaşdırdıqda xəyalın hündürlüyü azalır  
 A) 1 və 2  
 B) yalnız 3  
 C) yalnız 1  
 D) 2 və 3  
 E) yalnız 2

### 3.14 NAZİK LINZA DÜSTURU

Cisimdən linzaya qədər olan məsafə (cisim məsafəsi) dəyişdikdə, linzadan xəyaladək olan məsafə də (xəyal məsafəsi) dəyişir.

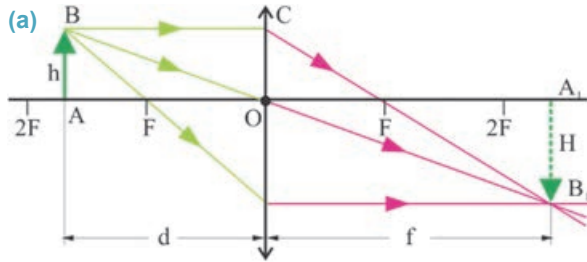


• Bu dəyişmədə hansı qanunauyğunluq var? Onu necə müəyyən etmək olar?

#### Araşdırma 1

**Cisim məsafəsini təyin edin.**

**Məsələ.** Toplayıcı linzadan  $f = 52$  sm məsafədə yerləşən ekranda cismin 4 dəfə böyüdülmüş xəyalı alındı (a). Cisim məsafəsini təyin edin.



Verilir	Həlli
$f = 52$ sm = 0,52 m, $H = 4h$ .	ABO və $A_1B_1O$ üçbucaqlarının oxşarlığından: $\frac{H}{h} = \frac{f}{d} \rightarrow d = \frac{fh}{H}$
$d = ?$	Hesablanması
Cavab:	....

**Nəticəni müzakirə edin:**

- Cisim məsafəsi nəyə bərabər oldu?
- Verilən ifadələrdən lizinanın fokus məsafəsini necə təyin etmək olar?
- Cisim, xəyal və fokus məsafələrini bir-biri ilə əlaqələndirən ümumi qanunauyğunluq varmı?

Cisim, xəyal və fokus məsafələrini bir-biri ilə əlaqələndirən ümumi qanunauyğunluq *linza düsturu* ilə ifadə olunur. Siz araşdırmadakı məsələni həll etməklə bu düsturun çıxarılışına başladınız. Belə ki, ABO və  $A_1B_1O$  üçbucaqlarının oxşarlığından:

$$\frac{H}{h} = \frac{f}{d}, \quad (1)$$

COF və  $A_1B_1F$  üçbucaqlarının oxşarlığından isə:

$$\frac{H}{h} = \frac{f - F}{F} \quad (2)$$

alınır.

(1) və (2) ifadələrinin müqayisəsindən alınır:

$$\frac{f}{d} = \frac{f - F}{F}$$

Buradan

$$fF = df - dF \quad \text{və ya} \quad df = fF + dF$$

alınır.

Axırıncı ifadənin bütün hədlərini  $f dF$  hasilinə böldükdə:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}. \quad (3)$$

(3) ifadəsi toplayıcı nazik linza düsturudur. Toplayıcı linzada xəyal mövhumu alınarsa,  $\frac{1}{f}$  həddinin qarşısında mənfi işarəsi yazılır.

Nazik linza düsturunda

$$\frac{1}{F} = D \quad (4)$$

olub lınzanın optik qüvvəsi adlanır:

• Lınzanın optik qüvvəsi – baş fokus məsafəsinin tərs qiymətinə bərabər kəmiyyətdir. BS-də optik qüvvənin vahidi dioptriya (1 dptr.).

1 dioptriya – fokus məsafəsi 1 m olan toplayıcı lınzanın optik qüvvəsidir:

$$[D] = \frac{1}{[F]} = \frac{1}{m} = 1 \text{ dptr.}$$

(4) ifadəsini (3)-də nəzərə aldıqda toplayıcı nazik linza düsturu belə də yazılır:

$$D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}. \quad (5)$$

**Diqqət!** Lınzanın optik qüvvəsi və fokus məsafəsi cisim və xəyal məsafələrindən deyil, sferik lınzanın ayrılik radiuslarından, linza maddəsinin və onun yerləşdiyi mühitin sındırma əmsalından asılıdır. Toplayıcı lınzanın fokus məsafəsi və optik qüvvəsi müsbət ( $F > 0$ ,  $D > 0$ ), səpici lınzanın fokus məsafəsi və optik qüvvəsi mənfidir ( $F < 0$ ,  $D < 0$ ).

Səpici linzada baş fokus nöqtəsi və xəyal mövhumu olduğundan  $\frac{1}{F}$  və  $\frac{1}{f}$  hədlərinin qarşısında mənfi işarəsi yazılır. Beləliklə, səpici nazik linza düsturu:

$$-\frac{1}{|F|} = \frac{1}{d} - \frac{1}{|f|}. \quad (6)$$

Cismin linzada alınan xəyalının xətti ölçüsünü öz ölçüsü ilə müqayisə etmək üçün lınzanın xətti böyütməsi adlanan kəmiyyətdən istifadə olunur:

• Lınzanın xətti böyütməsi – xəyalın xətti ölçüsünün cismin xətti ölçüsünə nisbətində bərabər fiziki kəmiyyətdir. Lınzanın xətti böyütməsi  $\Gamma$  (qamma) hərfi ilə işarə edilir:

$$\Gamma = \frac{H}{h}. \quad (7)$$

(1) ifadəsindən görünür ki:

$$\Gamma = \frac{f}{d}. \quad (8)$$

• Lınzanın xətti böyütməsi – xəyal məsafəsinin cisim məsafəsinə nisbətində bərabər olan fiziki kəmiyyətdir. Xətti böyütmə vahidi adsız kəmiyyətdir.

## Yaradıcı tətbiqetmə

## Araşdırma 2

## Xəyal mövhumidir, yoxsa həqiqi?

**Məsələ.** Optik qüvvəsi +4,5 dptr olan lupa ilə cismə 2 sm məsafədən baxdıqda onun böyüdülmüş xəyalı müşahidə olundu. Cismin xəyal məsafəsini təyin edin. Xəyal mövhumidir, yoxsa həqiqi?

## Nəticəni müzakirə edin:

- Xəyal məsafəsini hansı düsturla təyin etmək lazımdır?
- Xəyalın mövhumi, yoxsa həqiqi olduğunu necə müəyyən etmək olar?

## Nə öyrəndiniz



- İş vərəqində verilən açar sözlərin izahını və riyazi ifadəsini qeyd edin.

Açar sözlər: • linza düsturu • linzanın optik qüvvəsi • linzanın xətti böyütməsi • dioptriya

## Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Linzanın fokus məsafəsini necə təyin etmək olar?
2. Linzanın optik qüvvəsi nədən asılıdır?
3. Mövhumi xəyal verən toplayıcı nazik linza düsturunu yazın.
4. Linzanın böyütməsini necə təyin etmək olar?

## Praktik iş 3.2

### Toplayıcı linzanın fokus məsafəsinin və optik qüvvəsinin təyini.

**Təchizat:** dayaq üzərində olan toplayıcı linza, işıq mənbəyi (lampa və ya şam), ekran, ölçü lenti.

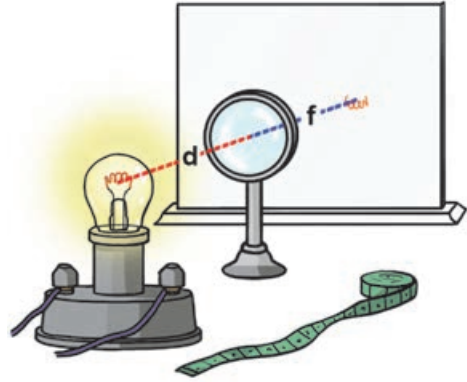
#### İşin gedişi:

1. Lampanı masanın bir kənarında, ekranı digər kənarında, linzanı isə onların arasında bir düz xətt boyunca yerləşdirin.
2. Lampanı yandırın, onun telinin ekranda aydın xəyalı alınana qədər linzanı düz xətt boyunca hərəkət etdirin.
3. Cism və xəyal məsafələrini ölçün.
4. Toplayıcı linzanın fokus məsafəsinə və optik qüvvəsinə linza düsturuna əsasən təyin edin:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}; \quad D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

5. Cism məsafəsinə dəyişməklə təcrübəni bir neçə dəfə təkrarlayın.
6. Təcrübənin sxemini və cədvəl iş vərəqinə köçürün. Ölçmənin nəticələrini aşağıdakı cədvəllə yazın:

s.s.	d, (m)	f, (m)	F, (m)	D, (dptr)
1				
2				
3				



## Çalışma 3.7

1. Toplayıcı linzadan şam alovunun ekranda xəyalı alınmışdır. Cism məsafəsi 4 m, xəyal məsafəsi 1 m olarsa, linzanın fokus məsafəsinə və optik qüvvəsinə təyin edin.
2. Toplayıcı linzada nöqtəvi işıq mənbəyinin ekranda xəyalı alınır. Mənbəyin cism məsafəsi 1,5 m, xəyal məsafəsi 3 m olarsa, linzanın xətti böyütməsi neçə dəfə olar?
3. Xətti ölçüsü 15 sm olan cismin səpici linzadan alınan mövhumi xəyalının xətti ölçüsü 45 sm-dir. Linzanın böyütməsini təyin edin.
4. Şagird optik qüvvəsi +5 dptr olan lupanı vərəqdən 2 sm məsafədə yerləşdirməklə oradakı xırda şriftli yazını oxuyur. Şagird yazıların xəyalını linzadan hansı məsafədə görür? Görünən xəyal həqiqidir, yoxsa mövhumi?
5. Cismdən toplayıcı linzaya qədər olan məsafə linzanın fokus məsafəsindən 5 dəfə böyükdür. Cism xəyalı onun özündən neçə dəfə kiçikdir?
6. Toplayıcı linzadan cismə qədər olan məsafə linzanın fokus məsafəsinin 2 mislinə bərabərdir. Cism xəyalı arasındakı məsafə 20 sm-dir. Linzanın optik qüvvəsinə təyin edin.

A) 20 dptr    B) 25 dptr    C) 22 dptr    D) 10 dptr    E) 15 dptr

### 3.15 GÖZ VƏ GÖRMƏ

1896-cı ildə ABŞ psixoloqu Con Stretton öz üzərində belə bir eksperiment apardı. O, gözündə hər şeyin tərsinə xəyalını verən eynək yerləşdirdi. Nəticədə, aləm Strettonun şüurunda tərsinə çevrildi: o, bütün cisimləri alt-üst görməyə başladı, gözün digər hissiyyat orqanları ilə əlaqəsi pozuldu və onda "dəniz xəstəliyi" yarandı. Orqanizmdəki bu pozuntu dörd sutka davam etdikdən sonra, nəhayət, beşinci gün alim özünü eksperimentdən əvvəlki normal halında hiss etməyə başladı: bütün cisimlər yenə də düzünə göründü. Lakin o, eynəyi çıxardıqda yenidən bütün aləm tərsinə çevrildi və yalnız bir neçə saatdan sonra normal görmə bərpa olundu.



- Alim hər şeyin tərsinə xəyalını verən eynək taxdıqda nə üçün o, bir neçə gün bütün cisimləri tərsinə gördü?
- İnsan gözü ilə görür, yoxsa beyni ilə?



#### Araşdırma

1

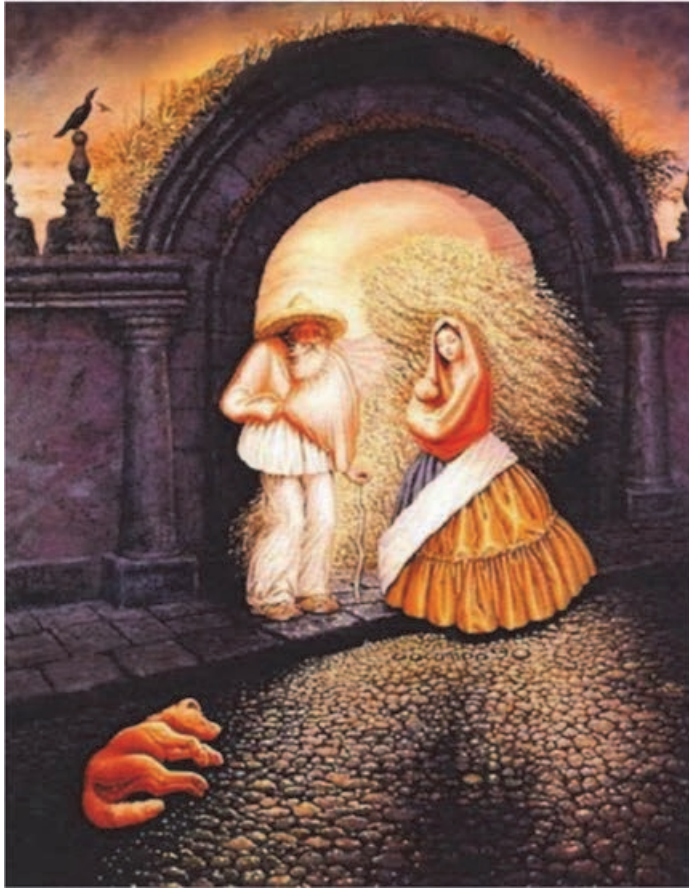
#### Görmə illüziyası

#### İşin gedişi:

- Şəkilə (1) neçə insan siması təsvir edilmişdir?

(1) Müəllif:

*Oktavio Okampo*

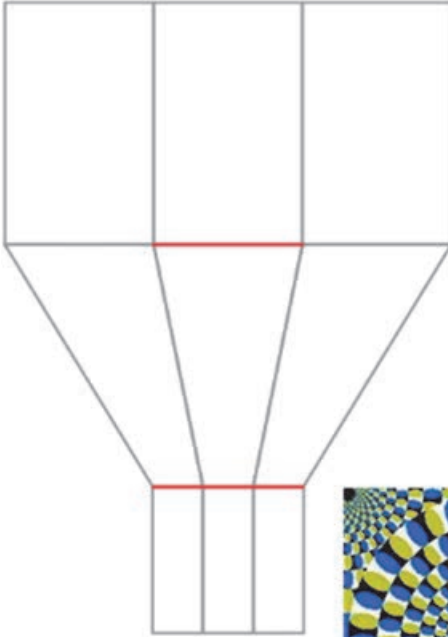






## Araşdırma

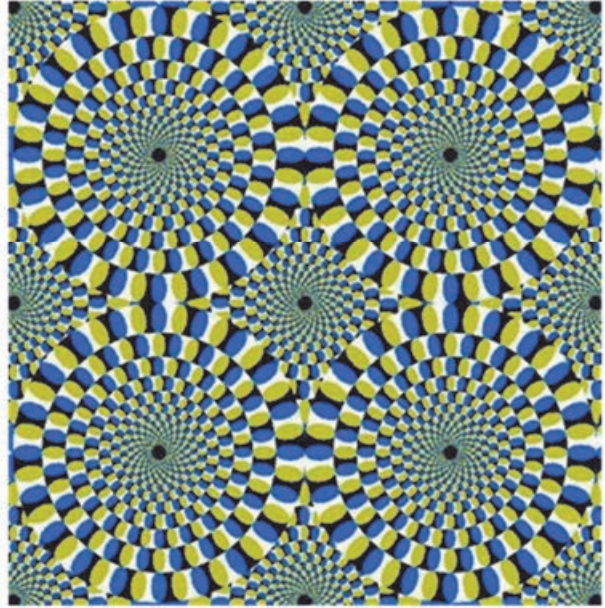
1



(2) • Hansı qırmızı xətt daha uzundur?

- Şəkildə (3) fırlanan dairələr təsvir edilmişdir. Həqiqətənmi, bu dairələr fırlanır?

(3) Müəllif:  
*Akiyoshi Kitaoka*



### Nəticəni müzakirə edin:

- Bu təsvirləri araşdırdıqda, ilk baxışdan, nə müşahidə olundu?
- Nə üçün birinci şəkildə əvvəlcə 2, onun ayrı-ayrı hissələrini diqqətlə nəzərdən keçirdikdə isə ümumilikdə 9 insan siması görüldü?
- İkinci şəkildəki qırmızı xətlərin uzunluqlarını xətkəşlə ölçdükdə onların eyni olduğu məlum olur. Nə üçün onlar ilk baxışdan müxtəlif uzunluqda görünür?
- Nə üçün üçüncü təsvirdəki diskler ilk baxışdan fırlanan, lakin onları ayrı-ayrılıqda müşahidə etdikdə isə tərpənməz görünür?
- Gözün qəbul etdiyi bu informasiyaları araşdıran və onların müxtəlifliyini qiymətləndirən nədir?

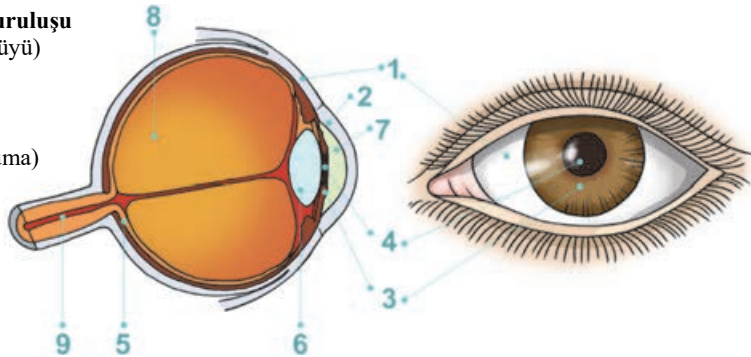
Bilirsiniz ki, insan ətraf aləm haqqında məlumatların 90%-ni görmə hissiyyat orqanı vasitəsilə alır. Görmə orqanı olan göz – çox mükəmməl, mürəkkəb quruluşlu və eyni zamanda sadə optik sistemdir.

### İnsan gözü hansı hissələrdən ibarətdir?

İnsan gözü *göz alması* adlandırılan çox zərif orqandır (a). Onun diametri təqribən 2,5 sm-dir. Göz alması müxtəlif örtüklərlə əhatə olunmuşdur. Gözün xarici örtüyü *sklera* (1) və ya *zülal örtüyü* adlanır. Sklera sıx birləşdirici toxumalardan ibarət olub gözü xarici təsirlərdən qoruyur və onun möhkəmliyini saxlayır. Sklera qeyri-şəffafdır, yalnız onun bir qədər qabarıq olan ön hissəsi şəffafdır. *Buynuz təbəqə* (2) adlanan bu hissə gözə düşən şüaların 50÷70%-ni sındıraraq göz daxilinə buraxır. Buynuz təbəqənin arxasında *əlvan təbəqə* (3) yerləşir. Əlvan təbəqə müxtəlif adamlarda müxtəlif rəngdə – göy, boz, yaşılımtıl, qonur və s. olur.

#### (a) İnsan gözünün quruluşu

1. Sklera (zülal örtüyü)
2. Buynuz təbəqə
3. Əlvan təbəqə
4. Göz bəbəyi
5. Tor təbəqə (toxuma)
6. Büllur
7. Ön kamera
8. Daxili kamera
9. Görmə siniri



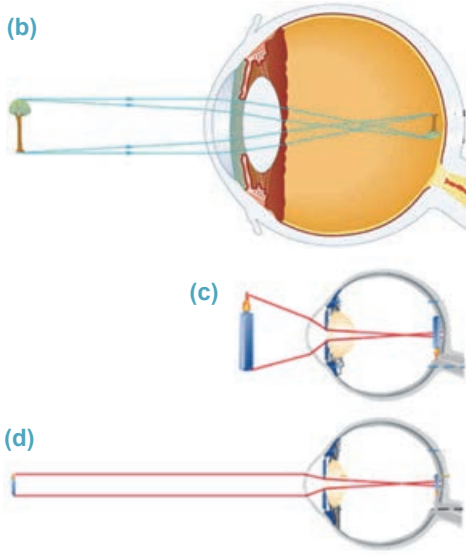
Əlvan təbəqənin orta hissəsində *göz bəbəyi* (4) adlanan dəlik vardır. Göz bəbəyinin ölçüsü insanın iradəsindən asılı olmayaraq dəyişir: parlaq işıqda o kiçilərək şüaların gözə tam daxil olmasının qarşısını alır, qaranlıqda isə genişlənərək zəif işıq şüalarının gözə daxil olmasına şərait yaradır. Göz boşluğunun daxili hissəsini işıqəhəssas *tor təbəqə* (*toxuma*) (5) örtür. Göz çuxurunun dibini örtən bu toxuma *görmə sinirinin* (9) şaxələridən və uclarından ibarətdir. Əlvan təbəqənin arxasında hər iki tərəfi qabarıq təbii linza – *büllur* (6) yerləşir. Büllur gözü iki hissəyə bölür: içərisində şəffaf maye olan *ön kamera* (7) və şüşəyəbənzər cisimlə dolu olan *daxili kamera* (8).

*Gözdə işıq şüasını sındıran şəffaf elementlər – buynuz təbəqə, ön kamera, büllur və daxili kamera onun optik sistemini təşkil edir.*

Cədvəl 3.2-də gözün optik sistemi elementlərinin sındırma əmsallarının qiymətləri verilmişdir.

Cədvəl 3.2.

Gözün elementi	Buynuz təbəqə	Ön kamera (şəffaf maye)	Büllur	Daxili kamera (şüşəyəbənzər cisim)
Sındırma əmsalı	1,376	1,336	1,386	1,337



**Görmə necə baş verir?** Cisimdən gözə düşən işıq şüaları onun optik sistemindən sınıraq keçir. Nəticədə, tor təbəqədə cismin həqiqi, kiçildilmiş və tərsinə çevrilmiş xəyalı alınır (b). Cismin gözdən olan məsafəsi dəyişdikdə belə onun tor təbəqəsindəki xəyalı həmişə aydın görünür. Bunun səbəbi göz büllurunun öz qabarıqlığını dəyişmək xassəsidir. Qabarıqlığın dəyişməsi onun ayrılik radiusunun və fokus məsafəsinin – optik qüvvəsinin dəyişməsi deməkdir.

• *Göz büllurunun optik qüvvəsinin dəyişməsi **akkomodasiya** adlanır.*

Göz akkomodasiya nəticəsində uzaqda və yaxında olan cisimləri görməyə ani olaraq uyğunlaşır (lat. “*akkomodasiya*” – “uyğunlaşma” deməkdir).

Məsələn, göz nisbətən yaxın cismə baxdıqda büllurun qabarıqlığı artır və ondan keçən işıq şüaları daha çox sınır (c). Nəticədə cismin tor təbəqəsindəki xəyalı da böyük alınır. Cisim gözdən uzaqlaşdıqca büllurun qabarıqlığı azalır və onun tor təbəqəsində kiçildilmiş həqiqi xəyalı alınır (d). Deməli, gözün torunda cisimlərin xəyalı tərsinə alınır, lakin biz onları düzünə görürük. Bu ona görə baş verir ki, görmə prosesində başqa hissiyyat orqanları da iştirak edir. Belə ki, tor təbəqədə alınan xəyalın təsiri ilə görmə sinirinin ucları qıcıqlanır. Bu qıcıqlanma baş beyinin görmə hissəsinə ötürülür, orada isə qəbul edilən vizual informasiyalar ani təhlil olunur: cismin ölçüsü, rəngi, işıqlanması, ona qədərki məsafə qiymətləndirilir. Nəticədə beyin ətraf aləmin görünən real mənzərəsini formalaşdırır. Deməli, göz beyinin görməsi üçün bir vasitədir.

## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 2

#### Büllurun akkomodasiyasının müəyyənləşdirilməsi.

**Təchizat:** ağ kağız vərəq (ölçüləri 7×7 sm), marker, qələm.

#### İşin gedişi:

1. Vərəqin ortasında dəlik açın və onun ətrafında, perimetr boyunca qələmlə bir neçə ixtiyari rəqəm, məsələn, “2 4 5 9 6”, lövhədə isə markerlə ixtiyari bir söz, məsələn, “linza” yazın.
2. Vərəqi qarşınızda elə yerləşdirin ki (məsələn, 25 sm məsafədə), perimetr boyunca yazılan rəqəmlər aydın görünsün. Belə vəziyyətdə gözünüzün birini bağlayın, digər gözünüzlə vərəqdəki dəlikdən lövhədə yazılan sözə baxın. Bu zaman vərəqdəki rəqəmlər və lövhədəki yazının necə görünməsinə diqqət edin.



## Araşdırma

2

3. Nəzərinizi vərəqdəki rəqəmlərə yönəldin, rəqəmlərin və lövhədəki yazıların hansı aydınlıqla görünməsinə diqqət edin.

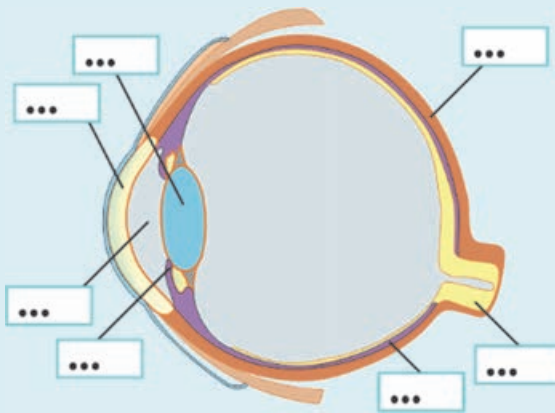
**Nəticəni müzakirə edin:**

- Vərəqdəki dəlikdən lövhədə yazılan sözə baxdıqda, hansı yazını – rəqəmləri, yoxsa sözləri daha dəqiq və aydın gördünüz?
- Nəzərinizi vərəqdəki yazıya yönəltəndə, hansı yazını daha dəqiq və aydın gördünüz?
- Uzağa və yaxına baxdıqda göz bülluru formasını necə dəyişdi?

## Nə öyrəndiniz?



• İnsan gözünün quruluşu təsvirini iş vərəqinə köçürün və nöqtələrin yerinə açar sözlərdəki uyğun sözü yazın.



**Açar sözlər:** •sklera • tor təbəqə • göz bəbəyi • buynuz təbəqə • büllur • görmə siniri • əlvan təbəqə • şüşəyəbənzər cisim •

## Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Nə üçün gözə daxil olan işıq şüaları onun tor təbəqəsində fokuslanmalıdır?
2. Tor təbəqədə cismin hansı xəyalı alınır: mövhumi, yoxsa həqiqi?
3. Bəbəyin "vəzifəsi" nədir?
4. Gözün optik sistemini hansı elementlər təşkil edir?
5. Belə bir deyim var: "İnsan gözü ilə görmür, göz görmək üçün bir vasitədir". Bu fikir doğrudurmu?

Yəqin ki, müşahidə etmişiniz: bəzi insanlar hansısa yazını oxumaq istədikdə onu gözlərindən uzaqda tuturlar.



• Belə insanlarda hansı görmə qüsuru vardır?

Bəzi insanlar isə, əksinə, yazını oxumaq üçün onu gözlərinə lap yaxınlaşdırırlar.

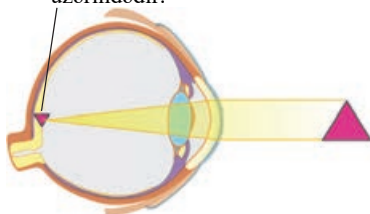


• Bu insanların görməsində hansı qüsür vardır?

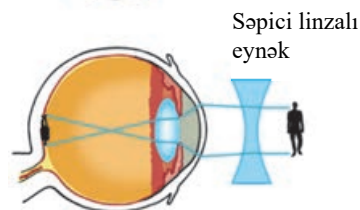
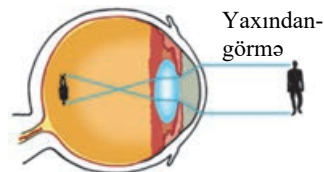
Qüsursuz gözün optik sisteminin fokusu tor təbəqəsi üzərində olur (a). Belə göz müxtəlif cisimləri gərginləşmədən və aydın görür. O uzaqda olan cisimlərə baxarkən yorulmur. Lakin bir çox insanlar görmə qüsurundan əziyyət çəkirlər. Belə qüsurlardan ikisi daha geniş yayılmışdır. Bunlar *yaxındangörmə* və *uzaqdangörmə*dir.

*Yaxındangörmə.* Yaxından görən gözün optik sisteminin fokusu tor təbəqədə deyil, ondan qabaqda yerləşir. Buna görə də yaxındangörmə qüsuru olan insan uzaqda olan cisimləri aydın görə bilmir. O hər hansı bir cismin kiçik hissələrini görə bilmək üçün bu cismi gözünə yaxınlaşdırmaqlıdır. Aparılan araşdırmalardan məlum olmuşdur ki, yaxından görən gözün optik qüvvəsi qüsursuz gözün optik qüvvəsindən böyükdür. Görmədəki bu qüsuru aradan qaldırmaq üçün gözün optik qüvvəsi müəyyən vasitə ilə azaldılmalıdır. Səpici linzalı eynəklərin köməyi ilə yaxındangörməni aradan qaldırmaq olur. Belə ki, optik qüvvəsi “-” olan (məsələn:  $-2$  dptr,  $-2,5$  dptr və s.) linzalı eynək gözün optik qüvvəsini azaldır və cismin xəyalı qüsursuz gözdə olduğu kimi – gözün tor təbəqəsində alınır (b).

(a) Fokus tor təbəqəsinin üzərindədir.

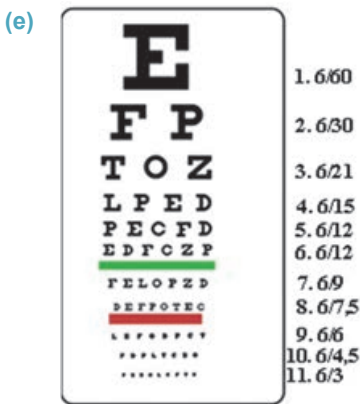
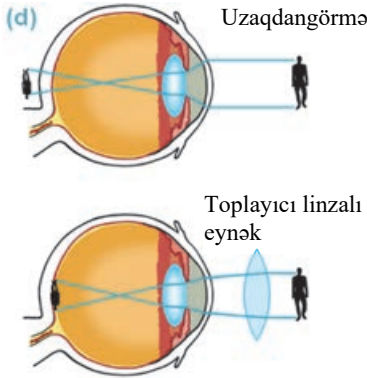


(b)





**Diqqət!** Qüsursuz gözün cismi ən yaxşı gördüyü məsafə  $\approx 25$  sm-dir. Bu məsafə – *ən yaxşı görmə məsafəsi* adlanır. Uzun müddət çox yaxın məsafədən cismə baxan qüsursuz göz yaxındangörməyə tutula bilər. Xüsusilə məktəb yaşlarında kifayət qədər işıqlanmayan yerdə mətni gözə çox yaxın tutaraq oxumaq, yazmaq, şəkil və çertyoj çəkmək, televizor və kompüterə baxmaq çox zərərliyə. Belə yaşda gözün sklerası hələ möhkəmlənmədiyi üçün göz alması və onun optik sistemi deformasiya edib asanlıqla yaxından görünən gözə çevrilir.



Çin məktəblərində şagirdlərdə ən yaxşı görmə məsafəsində oxuyub-yazmaq bacarığı formalaşdırmaq üçün sinif partalarına xüsusi metal sədlər bərkidilir ki, uşaqlar başlarını çox aşağı əyməsinlər (c).

*Uzaqdangörmə.* Uzaqdan görünən gözün optik sisteminin fokusu tor təbəqəsində deyil, ondan arxada yerləşir. Ona görə də, uzaqgörən göz gərgin baxmadan (büllurun qabarıqlığını dəyişmədən) yaxındakı cisimləri aydın görə bilmir. Belə gözün optik qüvvəsi qüsursuz gözün optik qüvvəsindən kiçikdir. Görmədəki bu qüsuru aradan qaldırmaq üçün gözün optik qüvvəsi müəyyən vasitə ilə artırılmalıdır. Toplayıcı linzalı eynəklərin köməyi ilə uzaqdangörməni aradan qaldırmaq olur. Belə ki, optik qüvvəsi “+” olan (məsələn, +2 dpt, + 2,5 dpt və s.) linzalı eynək gözün optik qüvvəsini artırır və cismin xəyali gözün tor təbəqəsində alınır (d). Uzaqdangörmənin səbəblərindən biri büllurun elastikliyi itirməsidir. Belə halda göz əzələlərinin səyine baxmayaraq, büllur qalınlığını dəyişə bilmir.

Tibb məntəqələrində insanlarda görmə itiliyi *Snellen cədvəli* vasitəsilə yoxlanılır. O müxtəlif hərflər yazılmış 11–12 sətirdən ibarətdir. Ən iri hərflər ilk sətirdə yerləşir, sətirdən-sətrə hərflərin ölçüləri tədricən kiçilir (e). Qüsursuz göz gərgin baxmadan birinci sətiri 60 m, 9-cu sətirdəki hərfləri isə 6 m məsafədən görür. Hərflərin sətirlərdə müxtəlif qaydada düzülüyü cədvəllər də mövcuddur.

**Snellen cədvəlinin sağdakı rəqəmlər nəyi göstərir?**

Birinci sütundakı rəqəmlər sətirlərin sıra sayıdır. İkinci sütundakı rəqəmlər test olunan gözün cədvəldən yerləşdiyi məsafədir (bu, 6 m-dir), çarpaz xətdən sonrakı sütundakı rəqəmlər isə qüsursuz gözün uyğun sətirdəki hərfləri görə bildiyi məsafələrdir.

**Araşdırma**

**Görmənizi onlayn yoxlayın.**

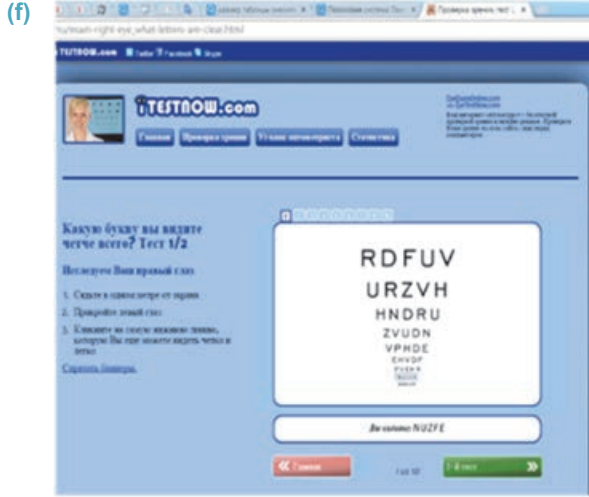
**Təchizat:** kompüter, internetdən [http://www.eyexamonline.com/ru/exam-right-eye\\_what-letters-are-clear.html](http://www.eyexamonline.com/ru/exam-right-eye_what-letters-are-clear.html) saytı.

**İşin gedişi:**

1. Göstərilən internet saytına daxil olun və monitordan 1m məsafədə əyləşin.
2. Əvvəlcə sağ gözünüzü yoxlayın. Bunun üçün sol gözünüzü örtün və sağ gözünüzü gərginləşdirmədən ekranda rahat görə bildiyiniz sətrin üzərində kursoru sıxın, həmin sətir cədvəlin altında ayrıca yazılacaq (f).
3. İndi isə sol gözünüzü yoxlayın. Bunun üçün sağ gözünüzü örtün və təcrübəni təkrarlayın.

**Nəticəni müzakirə edin:**

- Hansı gözünüz daha yaxşı görür?
- Göz yaxından görəndirsə, o, cədvəldən hansı sətirdəki hərfləri aydın görər?
- Göz uzaqdan görəndirsə, o, cədvəldən hansı sətirdəki hərfləri aydın görər?



**Nə öyrəndiniz**



- İş verəqində verilən açar sözlərin qısa izahını yazın.
- Açar sözlər: • qüsuruz göz • ən yaxşı görmə məsafəsi • uzaqdangörmə • yaxındangörmə • Snellen cədvəli •

**Öyrəndiklərinizi yoxlayın**

1. Yaxındangörmənin mahiyyəti nədən ibarətdir?
2. Uzaqdangörmədə yaxındakı və uzaqdakı cisimlərin xəyalları gözün hansı hissəsində alınır?
3. Reseptdə yazılmışdır: "Eynək: sol göz +2 dptr, sağ göz -1,5 dptr". Bu nə deməkdir: gözlər hansı qüsura malikdir? Bu eynəyin linzaları hansı fokus məsafəsinə malikdir?



### 3.17 FOTOAPARAT

Hər biriniz istirahətdə olduğunuz yerlərin mənzərələrini və rastlaşdığınız maraqlı hadisələrin fotoşəkillərini çəkməyi xoşlayırsınız. Bəziləriniz bunu fotoaparətlə, bəziləriniz isə mobil telefonun fotokamerası ilə edirsiniz.



- Bu aparatların optik sistemində ümumi olan nədir?
- Fotoaparətin iş prinsipi sizə nəyin işini xatırladır?

#### Araşdırma 1

##### “Fotoaparət” hazırlayaq.

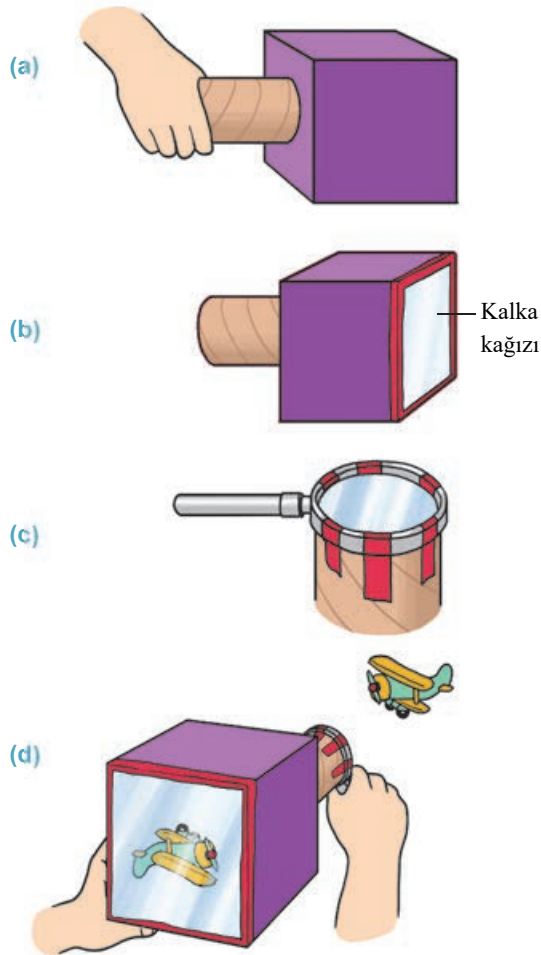
**Təchizat:** bir tərəfi açıq kvadrat qutu (tünd rəngdə. Qutunu şirə qutusundan da hazırlaya bilərsiniz), karton boru, lupa, qayçı, yapışqan, kalka kağıdı, yapışqanlı lent.

##### İşin gedişi:

1. Qayçıyla qutunun dibində dəlik açın. Onun ölçüsünü elə tənzimləyin ki, karton boru orada rahat fırlana bilsin (a).
2. Qutunun açıq tərəfinə kalka kağız yapışdırın (b).
3. Lupanı borunun açıq ağzına yapışqanlı lentlə bərkitməklə obyektiv hazırlayın (c).
4. Aparatın obyektivini yaxşı işıqlandırılan hər hansı cismə, kalkalı tərəfini isə (okulyarı) gözünüzdə doğru yönəldin (d).

##### Nəticəni müzakirə edin:

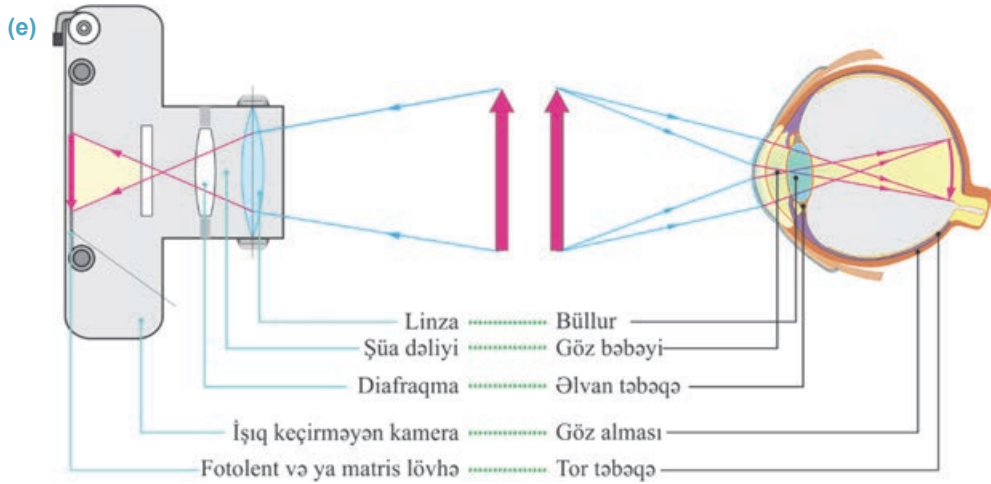
- Fotoaparətinizdə nə üçün cismin xəyalı tərsinə çevrilmiş alındı?
- İş vərəqində bu cismin xəyalının alınma sxemini çəkin.



İnsanlar gözü ətraflı öyrəndikdən sonra onun quruluş və iş prinsipi əsasında cisimlərin xəyallarını alıb saxlayan optik qurğu – *fotoaparət* düzəldilər.

*Fotoaparət* – cismin həqiqi xəyalını çəkib sənədləşdirən (yadda saxlayan) optik qurğudur.

Aşağıda gözün və fotoaparatin quruluş və iş prinsipinin sadələşdirilmiş müqayisəli sxemi təsvir edilmişdir (e).



Fotoaparatar, əsasən, iki qrupa bölünür: *adi fotolentli və rəqəmsal fotoaparatarlar*. Onların quruluşları, demək olar, eynidir: işıq buraxmayan kamera, obyektiv, diafraqma, işıqəhəssas element. Adi və rəqəmsal aparatarlar işıqəhəssas elementinə görə fərqlənir: bu element adi fotoaparatarıda fotolent, rəqəmsal fotoaparatarıda matris lövhədir. Matris lövhə milyonlarla işıqəhəssas yuvacıqlardan ibarətdir. Bu yuvacıqlarda piksel adlanan fotoelementlər yerləşir.

Fotoaparatarın işıq buraxmayan kamerası şəkil çəkilməyən hallarda fotolenti (və ya matris lövhəni) işıq şüalarından qoruyur. Kameranın qabaq divarında obyektiv yerləşir. Obyektivin vəzifəsi fotosəkil çəkilən cismin işıqəhəssas fotolentdə və ya matris lövhədə həqiqi xəyalını verməkdir. Adətən, cisim obyektivin ikiqat fokusundan uzaqda ( $d > 2F$ ) yerləşdiyindən onun həqiqi xəyalı kameranın arxa divarının qarşısında – obyektivin fokusu ilə ikiqat fokusu arasında ( $F < f < 2F$ ) kiçildilmiş alınır. Buna görə də fotolent və ya matris lövhə xəyalın alındığı yerdə yerləşdirilir (bax: e). Fotosəkil çəkməyə başlamazdan qabaq aparatar “kəskinlik üçün tuşlanır”, yəni cismin fotolent (və ya matris lövhə) üzərində aydın xəyalı alınana qədər obyektiv irəli və ya geri hərəkət etdirilir (bu, gözün akkomodasiyasına uyğundur).

Adi aparatarıda cisimdən gələn işıq şüalarının təsiri fotolentin kimyəvi tərkibində görünməz dəyişiklik yaradır. Fotolent xüsusi kimyəvi mahlullarda (“aşkarlayıcı” və “bərکیدici” mahlulları) emal edildikdən sonra onun üzərində cismin xəyalı aşkarlanır. Sonra bu xəyal fotokağıza köçürülərək cismin real fotosəkiləli çap edilir.

Rəqəmsal fotoaparatarıda işə işığın elektrik təsiri baş verir. Belə ki, matris lövhə üzərinə düşən işıq şüasının təsiri ilə milyonlarla pikselin hər bir yuvacığında elektrik siqnalı yaranır. Bu siqnallar düşən işığın intensivliyindən asılıdır. Elektrik siqnalları prosessora ötürülür, orada emal edilərək yenidən təsvirə çevrilir və yaddaş kartında saxlanılır (f).



### Yaradıcı tətbiqetmə

#### Araşdırma 2

**Məsələ.** Şekli çəkilən cismin fotoaparata obyektivindən cisim məsafəsi 6 m, xəyal məsafəsi isə 6 sm-dir. Obyektivin fokus məsafəsini və optik qüvvəsini təyin edin.

**Nəticəni müzakirə edin:**

- Toplayıcı linzanın fokus məsafəsi hansı düsturla hesablanır?
- Linzanın optik qüvvəsinin vahidi nədir?
- Fotoaparata obyektivinin fokus məsafəsi və optik qüvvəsi nəyə bərabər oldu?

#### Nə öyrəndiniz?

- Cədvəl iş vərəqinə köçürün. Verilən açar sözləri göz elementlərinə uyğun gələn xanada yazmaqla fotoaparata gözlə müqayisə edin.

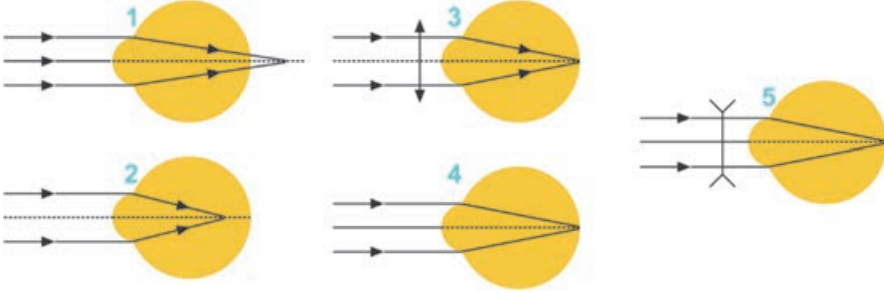
**Açar sözlər:** • obyektiv • fotolent və ya matris lövhə • şüa deliyi • diafraqma •

Göz	Fotoaparata
buynuz qışa, ön kamera, büllur və şüşəyəbənzər cisim	
bəbək	
əlvan təbəqə	
tor təbəqə	

#### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Fotoaparata obyektivinin verdiyi xəyal harada və necə alınır?
2. Göz büllurunun akkomodasiyası fotoaparata necə həyata keçirilir?
3. Mobil telefonda hansı növ fotokamera tətbiq olunur: adi, yoxsa rəqəmsal? Cavabınızı əsaslandırın.

1. Hansı təsvirlər gözün eynəksiz və eynəkli uzaqdangörməsinə uyğundur?



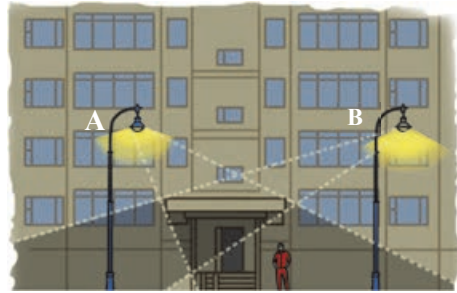
2. Əvvəlki məsələdə verilən hansı təsvirlər gözün eynəksiz və eynəkli yaxındangörməsinə uyğundur?
3. Hansı halda göz büllurunun fokus məsafəsi böyükdür: siz kitab oxuduqda, yoxsa televizora baxdıqda? Nə üçün?
4. Baba optik qüvvəsi +6 dptr olan linzalı eynəkdən istifadə edir. Bu linzanın fokus məsafəsi nə qədərdir? Babanın hansı görmə qüsuru var?
5. Pəncərədən küçəyə baxdıqda yaxınlıqda və uzaqda olan cisimləri eyni zamanda dəqiq görmək olmur: yaxınlıqdakı cisimlər dəqiq göründüyü halda, uzaqdakı cisimlər tor görünür və ya əksinə. Nə üçün?
6. Hündürlüyü 2 m olan cismin xəyalının hündürlüyü 2 sm alınarsa, fotoaparata obyektivinin böyütməsini təyin edin.

A) 1 B) 0,1 C) 0,01 D) 10 E) 0,001

## Ümumiləşdirici tapşırıqlar

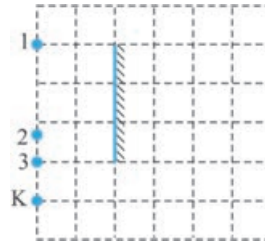
1. Binanın giriş qapısının günlüyü iki küçə lampası ilə işıqlandırılır. Günlükdən kənarında duran oğlan...

- A) Günlüyün tam kölgəsindədir  
 B) Yalnız B lampasının işıqlanmasına məruz qaldığından yarımkölgədədir  
 C) Yalnız A lampasının işıqlanmasına məruz qaldığından yarımkölgədədir  
 D) Hər iki lampa tərəfindən işıqlanır  
 E) Hər iki lampanın yarımkölgəsindədir



2. Astronomlar Yerdən  $l = 8$  parsek uzaqlıqda olan ulduzdan gələn işıq şüalarını tədqiq edirlər. 1 parsek  $\approx 3,26$  işıq ili (ışıq ili – işığın vakuumda bir ildə getdiyi yol) olduğunu bilərək, astronomların tədqiq etdiyi ulduzun Yerdən hansı uzaqlıqda olduğunu təyin edin ( $c \approx 3 \cdot 10^8 \text{ km/san}$ ).
3. K nöqtəsindən müstəvi güzgüyə baxdıqda 1, 2 və 3 nöqtələrindən hansı görünməz?

- A)  $\approx 8 \cdot 10^8 \text{ km}$   
 B)  $\approx 16 \cdot 10^8 \text{ km}$   
 C)  $\approx 7,5 \cdot 10^{13} \text{ km}$   
 D)  $\approx 15 \cdot 10^{13} \text{ km}$   
 E)  $\approx 25 \cdot 10^{13} \text{ km}$



4. İşığın verilmiş mühitdə yayılma sürətinin  $1,5 \cdot 10^8 \text{ m/san}$  olduğunu bilərək bu mühitin mütləq sındırma əmsalını təyin edin (ışığın vakuumda yayılma sürəti:  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/san}$ ).

- A) 2    B) 1,5    C) 4,5    D) 0,5    E) 3

5. İşıq şüası şüşə stəkandakı suyun səthinə havadan müəyyən bucaq altında ( $\alpha \neq 90^\circ$ ) düşərsə, o neçə dəfə sınımaya məruz qalar?

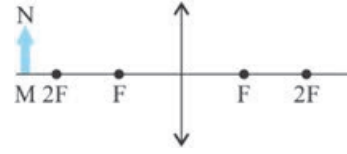
- A) 2    B) 1    C) 5    D) 3    E) 4

6. Toplayıcı linzanın fokus məsafəsi F, cisimdən linzaya qədər olan məsafə d-dir.  $F < d < 2F$  şərti ödənildikdə cismin xəyalı necə alınar?

- A) Həqiqi, cismin öz ölçüsündə  
 B) Mövhumi, kiçildilmiş  
 C) Həqiqi, kiçildilmiş  
 D) Həqiqi, böyüdülmüş  
 E) Mövhumi, böyüdülmüş

7. Şəkildə verilmiş MN cisminin xəyalı harada və necə alınır?

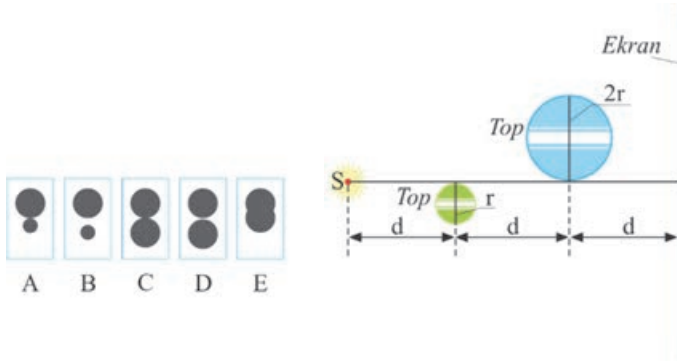
- A)  $F < f < 2F$ , həqiqi, çevrilmiş və kiçildilmiş  
 B)  $f < F$ , həqiqi, çevrilmiş və böyüdülmüş  
 C)  $f = F$ , mövhumi, düzünə və kiçildilmiş  
 D)  $f = 2F$ , həqiqi, çevrilmiş və özü boyda  
 E)  $f > 2F$ , həqiqi, çevrilmiş və böyüdülmüş



8. Baş optik oxa paralel şüalar linzada sındıqdan sonra linzadan 40 sm məsafədə kəsişir. Linzanın optik qüvvəsini təyin edin.

- A) 4 dptr. B) 0,4 dptr. C) 0,5 dptr. D) 0,25 dptr. E) 2,5 dptr.

9. Nöqtəvi S işıq mənbəyi, radiusları  $r$  və  $2r$  olan iki top ekran qarşısında şəkildəki kimi yerləşdirilmişdir. Toplar ekranda hansı kölgə verir (cavabınızı sxematik əsaslandırın)?



10. Uyğunluğu müəyyən edin:

- I – toplayıcı linzadan həqiqi xəyala qədər olan məsafə  
 II – toplayıcı linzanın böyütməsi  
 III – toplayıcı linzanın fokus məsafəsi  
 IV – cisimdən toplayıcı linzaya qədər olan məsafə

1.  $\frac{F}{d-F}$     2.  $\frac{dF}{d-F}$     3.  $\frac{Ff}{f-F}$     4.  $\frac{fd}{f+d}$

- A) I – 2, II – 1, III – 4, IV – 3  
 B) I – 1, II – 3, III – 2, IV – 4  
 C) I – 3, II – 2, III – 4, IV – 1  
 D) I – 1, II – 2, III – 4, IV – 3  
 E) I – 3, II – 1, III – 2, IV – 4

# ATOM VƏ ATOM NÜVƏSİ

4

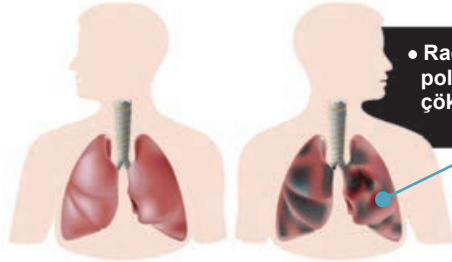
## 4.1 RADIOAKTİVLİK

Yəqin ki, bu deyimi eşitmisiniz: “Siqaret çəkmək – tədricən ölüm deməkdir”.

Yəqin ki, eşitməmişsiniz, tütünün tərkibində təhlükəli radioaktiv polonium-210 kimyəvi elementi var. Siqaret çəkdikdə həmin elementin hissəcikləri ağciyəyə və boğaza çökür. Bu çöküntünün radiasiyası nəticəsində insan ölümcül ağciyər və boğaz xərçəngi xəstəliyinə düçar olur.



- Radioaktiv kimyəvi element digər elementlərdən nə ilə fərqlənir?
- Nə üçün radioaktiv kimyəvi element insan üçün təhlükəlidir?
- Radiasiya nə deməkdir?



### Araşdırma

1

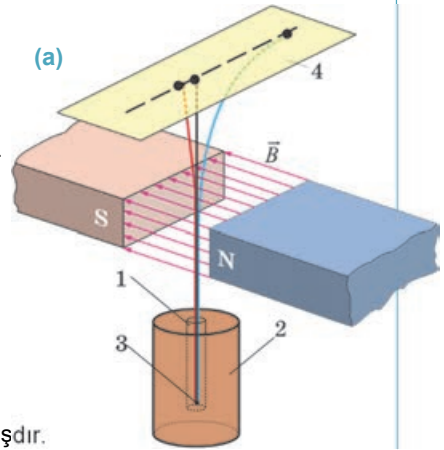
#### Eksperimentdən çıxan nəticə.

Aşağıda ingilis fiziki Rezerfordun apardığı eksperimentin qısa məzmunu verilir. Onu diqqətlə oxuyun və eksperimentin nəticəsinə dair fərziyyənizi formalaşdırın.

#### İşin gedişi:

Dar çıxış kanalı (1) olan qurğusun konteynerə (2) radioaktiv radium maddəsi (3) yerləşdirilir. Çıxışın qarşısında induksiya xətləri kanala perpendikulyar olan güclü maqnit sahəsi yaradılır. Şüaların yolunda yerləşdirilən fotolövvhə (4) araşdırılarda orada üç qəralmış ləkə aşkar edilir (a).

Bu ləkələrdən biri kanalın çıxışı qarşısında, digər iki ləkə isə kanaldan diametral əks nöqtələrdə alınmışdır. Deməli, radioaktiv maddə öz-özünə şüalanmaya məruz qalmışdır və bu şüalanma mürəkkəb tərkibə malikdir.



#### Nəticəni müzakirə edin:

- Təcrübədən daha hansı nəticələr çıxır:
  - a) nə üçün kanaldan çıxan şüalanma maqnit sahəsində üç müxtəlif hissəyə ayrıldı?
  - b) bu hissələrin tərkibindəki zərrəciklərin elektrik yükü haqqında sol əl qaydasını tətbiq etməklə nə söyləmək olar?



1896-cı ildə fransız fiziki *Anri Bekkerel* radioaktivlik hadisəsini kəşf etdi. O, uran duzu üzərində tədqiqat apararkən müşahidə etdi ki, uran duzu fotolövhəni qaraltmaq və havanı ionlaşdırmaq qabiliyyətinə malik gözə görünməyən şüalar buraxır.

1898-ci ildə *Pyer Kюри* ilə onun həyat yoldaşı *Mariya Kюри* müəyyən etdilər ki, urandan əlavə, bir sıra başqa elementlər (polonium, radium, torium və s.) də güclü şüalanma qabiliyyətinə malikdir. Onlar bu şüalanmanı *radioaktivlik* adlandırdılar.

Aparılan çoxsaylı təcrübələr göstərdi ki, *təbii radioaktivlik xassəsi yalnız elementin atom nüvəsinin tərkibi və quruluşu ilə əlaqədardır*. Xarici amillər (mexaniki təzyiq, temperatur, elektrik və maqnit sahələri və s.) bu xassəyə təsir göstərmir.

• *Atom nüvələrinin xarici təsirlər olmadan öz-özünə şüalanma hadisəsi təbii radioaktivlik, baş verən şüalanma isə radioaktiv şüalanma adlanır.*



Anri Antuan Bekkerel  
(1852–1908)  
Fransız fiziki

• Radioaktivliyi kəşf etmişdir. Bu sahədəki işlərinə görə o, 1903-cü ildə Nobel mükafatına layiq görülmüşdür.



Pyer Kюри  
(1859–1906)  
Fransız fiziki

• Radioaktivlik təliminin banilərindən biridir. Bu sahədəki uğurlarına görə o, 1903-cü ildə Nobel mükafatına layiq görülmüşdür.



Mariya Sklodovskaya-Kюри  
(1867–1934)  
Polşa əsilli fransız fiziki

• Radioaktivlik təliminin banilərindən biridir. O, radioaktivliyin kəşfinə görə 1903-cü ildə fizika, 1911-ci ildə isə polonium və radium kimyəvi elementlərinin kəşfinə görə kimya sahəsində Nobel mükafatına layiq görülmüşdür.

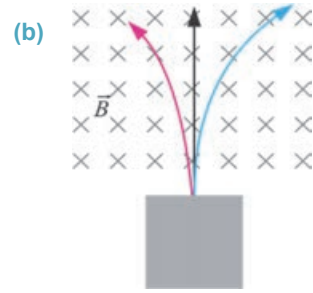
1899-cu ildə ingilis fiziki *Ernest Rezerfordun* rəhbərliyi ilə radioaktiv şüalanmanın fiziki təbiəti tədqiq edilmişdir (*bu təcrübənin sxemi və gedişi ilə araşdırmada tanış oldunuz*; bax: **araşdırma-1**). Müəyyən olundu ki, radiumun radioaktiv şüalanması mürəkkəb tərkibə malikdir: şüalanma müxtəlif zərrəciklər selindən ibarətdir. Bu zərrəciklər seli maqnit sahəsindən keçdikdə Lorens qüvvəsinin təsiri ilə müxtəlif istiqamətlərə meyil edir. Şüaların bir qismi yüksüz zərrəciklər selindən ibarət olduğundan öz əvvəlki istiqamətində yoluna davam edir – bunlar  **$\gamma$ -şüalanma** adlandırıldı. Şüaların bir qismi müsbət yüklü zərrəciklər selindən ibarət olduğundan onlar öz əvvəlki istiqamətindən sol əlin baş barmağı istiqamətinə meyil edir (sol əl qaydasına görə). Bu şüalanma  **$\alpha$ -şüalanma** adlandırıldı.  **$\beta$ -şüalanma** adlandırılan üçüncü qisim şüalar isə mənfi yüklü zərrəciklər seli olduğundan onlar  **$\alpha$ -şüalanmanın** əksi istiqamətində meyil edir (bax: **a**).

Müəyyən olunmuşdur ki,  $\alpha$ -şüalanma helium nüvəsi selindən ibarətdir. Onun nüfuzetmə qabiliyyəti zəifdir və hətta 0,1 mm qalınlığında olan kağız vərəq tərəfindən saxlanılır.  $\beta$ -şüalanma çox böyük sürətə malik elektron selidir. Bu zərrəciklərin nüfuzetmə qabiliyyəti nisbətən böyükdür – bir neçə millimetr qalınlığında sink lövhə  $\beta$ -şüaların qarşısını ala bilər.  $\gamma$ -şüalanma elektromaqnit şüalanmasıdır. O, elektrik cəhətdən neytral olduğundan elektrik və maqnit sahələrinin təsirinə məruz qalmır. Bu şüaların nüfuzetmə qabiliyyəti çox yüksəkdir: qalınlığı 1 sm olan qurğuşun, 5 sm olan beton və 10 sm olan şüşə lövhə onun təsirini 2 dəfə azalda bilər, lakin tam uda bilmir.

### Yaradıcı tətbiqetmə

#### Araşdırma 2

**Məsələ.** Şəkildə radium elementinin şüalanması prosesi təsvir edilmişdir (b). Maqnit sahəsində meyil etmə istiqamətlərinə görə  $\alpha$ -,  $\beta$ - və  $\gamma$ - şüalarını müəyyən edin.



#### Nə öyrəndiniz ?

• Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

1. Təbii radioaktivlik ...
2. Radioaktiv şüalanma ...
3.  $\alpha$ -şüalanma ...
4.  $\beta$ -şüalanma ...
5.  $\gamma$ -şüalanma ...

#### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Radioaktivliyin kəşf olunmasında hansı alimlərin xidmətləri olmuşdur?
2. Radioaktiv kimyəvi element digər elementlərdən nə ilə fərqlənir?
3. Radioaktiv şüalanmanın tərkibi hansı zərrəciklər selindən ibarətdir?
4.  $\alpha$ -,  $\beta$ - və  $\gamma$ - şüalarının bir-birindən fərqi nədədir?

Atomun quruluşu və atom nüvəsinin tərkibi haqqında 6-cı sinif "Fizika" və 7-ci sinif "Kimya" dərsliklərinin uyğun mövzularından məlumat almısınız.



- Atom hansı zərrəciklərin əlaqəli sistemidir?
- Atom nüvəsi hansı zərrəciklərdən təşkil olunmuşdur?
- Atom nə üçün neytraldır?
- "Atom planetar modelə malikdir" nə deməkdir? Maraqlıdır, bu model necə müəyyənləşdirilmişdir?

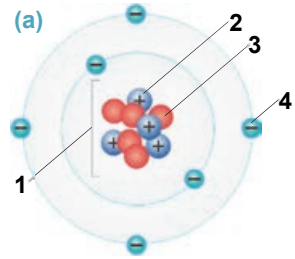
### Araşdırma 1

**Bu, atomun hansı modelidir?**

**Məsələ.** Şəkilə atomun quruluş modellərindən birinin sxemi təsvir edilmişdir (a). Sxemi iş vərəqəyə köçürün və uyğun rəqəmlərlə hansı zərrəciklərin işarə edildiyini müəyyənləşdirin.

**Nəticəni müzakirə edin:**

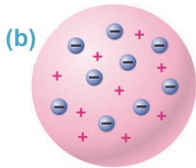
- Şəkilə atomun hansı modelinin sxemi təsvir edilmişdir?
- Sxemə əsasən, atom hansı zərrəciklərdən ibarət əlaqəli fiziki sistemdir?



Tomson Con Cozef  
(1856–1940)  
İngilis fiziki

- **Əsas işləri:** qazların rentgen şüalarının təsiri ilə ionlaşması, katod və anod şüalanmalarının kəşfi. 1906-cı ildə Nobel mükafatı almışdır.

**Atomun Tomson modeli.** Alimlər atomun bərabər sayda müsbət və mənfi yüklü zərrəciklərdən ibarət elektroneytral quruluşa malik olduğunu XIX əsrin sonlarından bildirdilər. İngilis fiziki *Cozef Con Tomson* 1897-ci ildə elektronu kəşf etdi və müəyyən olundu ki, elektronun kütləsi hidrogen atomunun kütləsindən  $\approx 2000$  dəfə kiçikdir. Bir tərəfdən bu fakta, digər tərəfdən isə atomun elektrik cəhətdən neytral olması faktına əsaslanan Tomson 1903-cü ildə atomun quruluşunun ilk modelini irəli sürür. *Bu modelə görə, atom radiusu təxminən  $10^{-10}m$  olan küərə formasındadır. Müsbət yüklər həmin küərənin bütün kütləsində bərabər sıxlıqla paylanır, mənfi yüklü elektronlar bu kütlə daxilində "keksdə kişmiş" kimi yerləşir (b).* Atomun Tomson modeli bəzi hadisələri izah etməyə imkan verdi, məsələn, atomun ionlaşması, elektroliz, kimyəvi elementlərin dövrü sistemi və s. Lakin bu model radioaktivliyi, elektromaqnit hadisələrini və s. izah edə bilmədi.

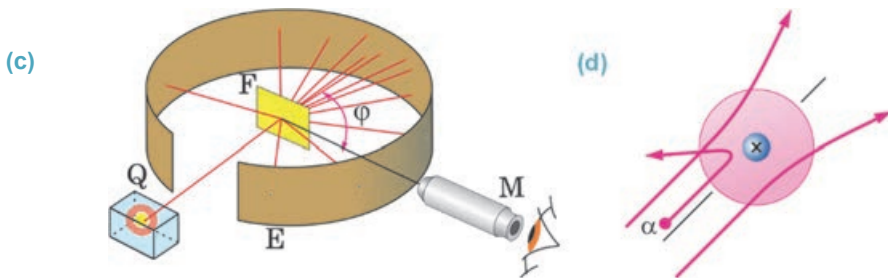


Ernest Rezerford  
(1871–1937)  
İngilis fiziki

- Atomun planetar modelinin yaradıcısı. 1908-ci ildə Nobel mükafatı almışdır.

**Atomun Rezerford modeli.** 1910–11-ci illərdə ingilis fiziki *Ernest Rezerford* apardığı silsilə təcrübələrlə atomun tamamilə fərqli quruluşa malik olduğunu aşkar etdi. O, təcrübələrini  **$\alpha$ -zərrəciklər** vasitəsilə ağır kimyəvi elementlərin (*nüvəsində nisbətən çoxlu sayda zərrəcik olan*) atomlarını *bombardman etmə* üsulu ilə aparmışdır. Təcrübələrdən məntiqi olaraq gözlənilirdi ki,  **$\alpha$ -zərrəciklər** atomla qarşılaşdıqda onların əksəriyyəti səpilməyə məruz qalmalıdır. Çünki Tomson modelinə əsasən, atomun bütün həcmi bərabər sıxlıqda paylanmış müsbət yüklü kütlədən ibarətdir.

Rezerfordun təcrübələrindən birinin sxemi şəkildə təsvir edilmişdir (c). Qurğuşun (Q) konteynerdən çıxan nazik  $\alpha$ -zərrəciklər seli qızıl folqanın (F) üzərinə yönəldilir. Lövhədən keçən və qayıdan  $\alpha$ -zərrəcikləri səthinə xüsusi maddə çəkilən ekranla (E) toqquşduqda parıltılar (ssintilyasiya) yaradır. Bu parıltılar mikroskop (M) vasitəsilə müşahidə və qeyd edilir (bax: c). Təcrübədən gözlənilməz hadisə müşahidə olundu: qızıl atomları üzərinə düşən  $\alpha$ -zərrəciklərin əksəriyyəti istiqamətini dəyişmədən folqanı keçir, bəziləri müəyyən bucaq altında səpilir, çox nadir halda (hər 2000 zərrəcikdən biri) folqadan  $180^\circ$  əks edərək geri qaydır (d).



Bu təcrübədən alınan nəticələrə əsasən atomun Tomson modelinin doğru olmadığı müəyyənləşdirildi. Rezerforda görə, atomun kütləsinin böyük hissəsi və müsbət yükü atomun bütün həcmində deyil, mərkəzində yerləşir. Elektronlarla müsbət yüklər arasında boşluq mövcuddur. Rezerford atomun müsbət yüklərinin cəmləşdiyi çox kiçik hissəsini *atomun nüvəsi* adlandırdı. Beləliklə, Rezerford modelinə görə, atom aşağıdakı quruluşa malikdir:

- *Atomun, demək olar ki, bütün kütləsi onun nüvəsində toplanmışdır və onun ölçüsü atomun ölçüsü ilə müqayisədə çox kiçikdir. Sonralar müəyyən olundu ki, nüvənin diametri  $\approx 10^{-15}m$ -dir.*

- *Atom nüvəsi müsbət yükə ( $q_N$ ) malik olub  $e$  elementar yükün elementin dövrü sistemdəki  $Z$  sıra nömrəsi hasilinə bərabərdir:  $q_N = Ze$ .*

- *Elektronlar nüvə ətrafında dairəvi orbitlər üzrə hərəkət edir. Neytral atomda elektronların sayı  $Z$ -ə bərabərdir. Bu model Günəş sistemində bənzədiyindən ona **atomun planetar modeli** də deyilir.*

Lakin bu model atomun davamlı mövcud olmasını izah etməkdə çətinliklə üzləşdi. Klassik fizikaya görə, dairəvi orbitlər üzrə hərəkət edən elektron enerji şüalan-

dırmalıdır. Bu halda elektron get-gedə aşağı orbitlərə keçməli və nəhayət, nüvə üzərinə düşməlidir – atomun varlığına son qoyulmalıdır. Əslində isə atom sistemi davamlı olaraq mövcuddur.

**Atomun Bor modeli.** Rezerfordun izah edə bilmədiyi bu çətin vəziyyətdən çıxış yolunu 1913-cü ildə danimarkalı fizik *Nils Bor* göstərdi. O, postulatlar (isbatsız qəbul olunmuş hökm və aksiom) şəklində atom modelinin təkmilləşmiş nəzəriyyəsinin əsas qanunlarını formalaşdırdı.

**Birinci postulat:** *atomlar yalnız hər birinə müəyyən enerji uyğun gələn xüsusi stasionar hallarda və ya kvant hallarında ola bilər. Stasionar halda atom elektromaqnit dalğaları şüalandırmır və udmur.*

**İkinci postulat:** *atom böyük enerjili stasionar haldan kiçik enerjili stasionar hala keçdikdə şüalanma baş verir. Bu zaman elektron uzaq orbitdən nüvəyə yaxın orbitə keçir. Əksinə, atom enerji udduqda kiçik enerjili stasionar haldan böyük enerjili stasionar hala keçir. Bu zaman elektron nüvəyə yaxın orbitdən uzaq orbitə keçir.*



Nils Henrik David Bor  
(1885–1962)  
Danimarkalı fizik

Atom nüvəsinin və nüvə reaksiyaları nəzəriyyəsinin inkişafında böyük xidməti olmuşdur. 1922-ci ildə Nobel mükafatı almışdır.

## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 2

**Məsələ.** İş vərəqində 8-ci element olan oksigen və 17-ci element olan xlor atomunun planetar modelinin sxemini çəkin. Onların nüvələrinin və elektronlarının ümumi elektrik yüklərini müəyyənləşdirin.

**Nəticəni müzakirə edin:**

- Oksigen və xlor atomlarında uyğun olaraq neçə elektron orbiti var?
- Bu elementlərin uyğun olaraq nüvəsinin yükü neçə kulondur?

### Nə öyrəndiniz ?

• Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

1. Tomson modelinə görə, atom ...
2. Rezerford modelinə görə, atom ...
3. Borun birinci postulatı – ...
4. Borun ikinci postulatı – ...

### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Atomun Tomson modelində başlıca çatışmazlıq nə idi?
2. Atomun Rezerford modelinin müddəaları nədən ibarətdir?
3. Atomun Rezerford modelinin çətinlikləri nə idi?
4. Atomun Bor modelinin postulatlarını ifadə edin.

### 4.3 LAZER

Məlumdur ki, çox qızdırılmış cisimlər işıq şüalandırır.



- Belə şüalanmaya misallar göstərə bilərsinizmi?
- Çox qızdırılmış cisimlərin işıq şüalandırması necə baş verir?

#### Araşdırma 1

**Öz-özünə şüalanmadır, yoxsa məcburi?**

**Təchizat:** müxtəlif işıq mənbələrinin şəkilləri.

**İşin gedişi:**

1. Verilən təsvirləri araşdırın və onların hansında işıq şüalanmasının öz-özünə, hansında isə məcburi baş verdiyini müəyyənləşdirin.
2. Aşağıdakı cədvəli iş vərəqinə köçürün və müəyyən etdiyiniz şüalanmaları uyğun xanalarda yazın.

İşığın öz-özünə şüalanması	İşığın məcburi şüalanması



Göyqurşağı



Elektrik lampasının işıqlanması



Şam işığı



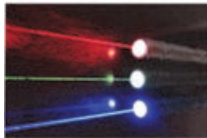
Tonqal işığı



Günəş şüalanması



Məişət qazının işığı



Lazer şüalanması



Qütb parıltısı



Televizor ekranının işıqlanması

**Nəticəni müzakirə edin:**

- İşığın öz-özünə və məcburi şüalanmasını hansı əlamətinə görə müəyyən etdiniz? Nə üçün?

**Spontan şüalanma.** Çox qızdırılan cismin işıq şüalandırması hadisəsini Bor nəzəriyyəsi belə izah edir. Cismi qızdırdıqda onu təşkil edən atomlar əlavə enerji alır, bu enerjinin hesabına atomun elektronları nüvədən daha uzaq orbitə keçir. Belə hadisə atomun “həyəcanlanmış” vəziyyəti adlanır. Lakin atom həyəcanlanmış vəziyyətdə uzun müddət qala bilmir, o aldığı əlavə enerjini şüalandıraraq öz dayanıqlı vəziyyətinə qayıdır. Qızdırılan cisimdə atomun həyəcanlanmış vəziyyət alması və şüalanması öz-özünə baş verdiyindən belə şüalanma *spontan şüalanma* adlanır. Spontan şüalanma nizamsız olur: işıq şüalanması müxtəlif istiqamətlərdə müxtəlif tezliklərdə baş verir. Odur ki belə şüalanmalar zəif olur. Elektrik lampası, şam, göyqurşağı, tonqal, Günəş, qütb parıltısı və s. şüalanmaları spontan baş verir.

**Məcburi şüalanma.** ABŞ fiziki A.Eynşteyn 1919-cu ildə üzərinə düşən işığın təsiri ilə həyəcanlanan atomların görünən işıq şüalandıracağı ideyasını irəli sürür.

• *Atomun yuxarı enerji səviyyəsindən aşağı enerji səviyyəsinə özbaşına (spontan) deyil, xarici təsir altında keçməsi məcburi şüalanma adlanır.*

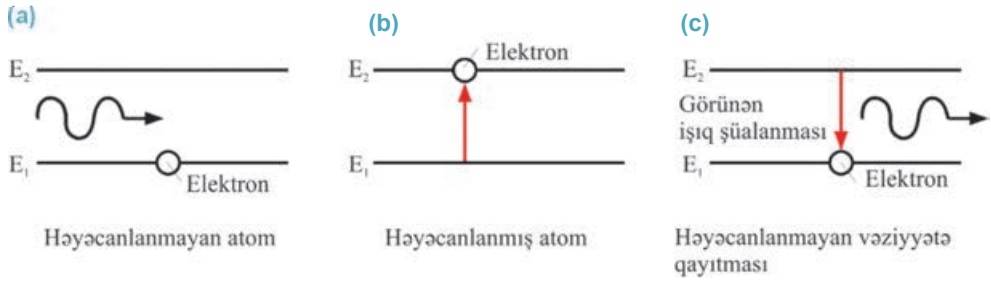
1954-cü ildə rus fizikləri N.Basov və A.Proxorov, ABŞ alimi Ç.Tauns elektro-maqnit dalğalarını gücləndirmək məqsədilə iş prinsipi məcburi şüalanmaya əsaslanan ilk generator hazırlayırlar. 1960-cı ildə ABŞ alimi T.Meyman isə məcburi



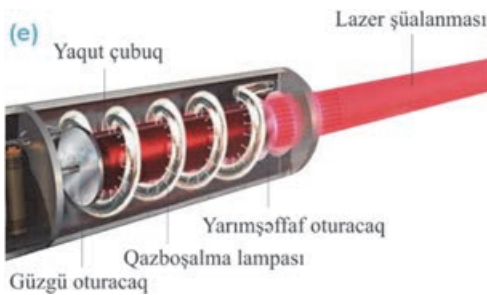
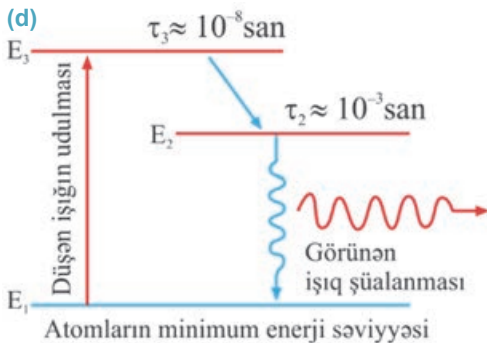
şüalanma nəticəsində çox böyük tezliyə və enerjiyə qədər gücləndirilmiş nizamlı və idarəolunan işıq şüalanması – **lazer** almışdır.

• **Lazer** – “*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*” ingilis sözlərinin baş hərfləri olub “*Məcburi şüalanma ilə işığın gücləndirilməsi*” deməkdir.

**Lazerin iş prinsipi.** Adətən, atom adi şəraitdə minimum enerji səviyyəsində (həyəcanlanmayan hal) olur. Belə atom öz-özünə enerji şüalandırmır: elektron nüvəyə ən yaxın stasionar orbitdədir **(a)**. Atom şüalanmaya məruz qaldıqda şüalanma enerjisinin udulması baş verir. Atom həyəcanlanır və yüksək enerji səviyyəsinə keçir: elektron ikinci orbitə keçir **(b)**. Lakin atom həyəcanlanmış halda çox az müddətdə ( $10^{-3}$  san) qalır və dərhal görünən işıq şüalandırmaqla minimum enerji səviyyəsinə qayıdır **(c)**.



Atomun şüalandırdığı görünən işığı gücləndirmək üçün həyəcanlanmış atomların sayını artırmaq lazımdır. Bu məqsədlə sistem aşağı enerji səviyyəsindən 3-cü enerji səviyyəsinə keçirilir, bu səviyyədən isə atomlar öz-özünə 2-ci enerji səviyyəsinə düşür. Bu keçid zamanı ayrılan enerji kristal qəfəsi tərəfindən udulduğundan şüalanma baş vermir. Sonra sistemə xaricdən işıq şüası ilə təsir edilir. 2-ci enerji səviyyəsinə toplanan həyəcanlanmış atomlar görünən işıq şüalandırmaqla 1-ci enerji səviyyəsinə qayıdır **(d)**.



Belə üç enerji səviyyəli lazer şüalanması **yaquət kristalında** müəyyən olunmuşdur.

**Yaquət lazerinin quruluşu və iş prinsipi.** Yaquət kristalından müstəvi paralel oturacaq çubuq hazırlanır. Oturacaqlardan biri şüaları tam qaytaran güzgüdən, digər oturacaq isə nisbətən şəffaf müstəvidən ibarətdir. Çubuq göy-yaşıl işıq verən spiralvarı qaz lampasının (o, *impuls lampası* da adlanır) daxilində yerləşdirilir. Lampanın alışmasından bir qədər sonra kristalın həyəcanlanmış atomları 2-ci enerji səviyyəsini doldurur. Buradan atomlar spontan olaraq müxtəlif istiqamətlərdə görünən işıq şüalandırmaqla 1-ci enerji səviyyəsinə keçir. Yaquət kristalı boyunca yayılan bu şüalanma onun daxili divarlarından tam daxili qayıtmaya məruz qalaraq yayılma istiqamətində



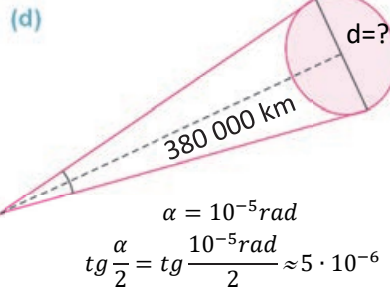
toplanır və güclənir. Nəticədə kristal çubuğun yarımsəffaf oturacağından qırmızı rəngli gücləndirilmiş lazer şüası çıxır (e).

### Yaradıcı tətbiqetmə

#### Araşdırma 2

##### Hansı diametrlə işıqlı ləkə alınır?

**Məsələ.** Yer səthindən Ayın səthinə çox güclü nazik lazer şüası göndərilir. Şüanın səpilmə bucağı  $\alpha = 10^{-5} \text{ rad}$ , Yer səthindən Ay səthinə məsafə 380 000 km-dir (d). Lazer şüası Ay səthində hansı diametrlə işıqlı ləkə yaradar?



#### Nə öyrəndiniz?

##### • Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

1. Spontan şüalanma —...;
2. Məcburi şüalanma — ...;
3. Lazer şüalanması —...;
4. Yaqut kristalında lazer şüalanması almaq üçün ...

#### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

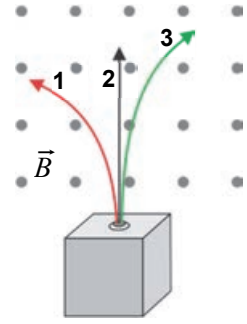
1. Lazer şüalanması adi işıqdan nə ilə fərqlənir?
2. Lazer şüalanması necə alınır?
3. Yaqut lazerinin quruluş və iş prinsipini izah edin.

#### Layihə

“Lazerlərin tətbiqləri” mövzusunda elektron təqdimat hazırlayın.

**Çalışma****4.1**

1. Şekildə bircins maqnit sahəsində radioaktiv maddənin şüalanma sxemi təsvir edilmişdir.  $\alpha$ ,  $\beta$  və  $\gamma$ -şüalanmanın meyiletmə istiqamətini təyin edin.



2.  $\alpha$ ,  $\beta$  və  $\gamma$ -şüalanma nədir?

- A)  $\alpha$ -şüalanma – elektromaqnit dalğasıdır  
 $\beta$ -şüalanma – elektron selidir  
 $\gamma$ -şüalanma – helium nüvəsinin selidir
- B)  $\alpha$ -şüalanma – elektron selidir  
 $\beta$ -şüalanma – helium nüvəsinin selidir  
 $\gamma$ -şüalanma – elektromaqnit dalğasıdır
- C)  $\alpha$ -şüalanma – elektromaqnit dalğasıdır  
 $\beta$ -şüalanma – helium nüvəsinin selidir  
 $\gamma$ -şüalanma – elektron selidir
- D)  $\alpha$ -şüalanma – helium nüvəsinin selidir  
 $\beta$ -şüalanma – elektron selidir  
 $\gamma$ -şüalanma – elektromaqnit dalğasıdır
- E)  $\alpha$ -şüalanma – helium nüvəsinin selidir  
 $\beta$ -şüalanma – elektromaqnit dalğasıdır  
 $\gamma$ -şüalanma – elektron selidir

3. Radioaktivliyin kəşfi belə bir fərziyyə irəli sürməyə imkan verdi:

- 1 – atom mürəkkəb quruluşa malik əlaqəli sistemdir
- 2 – bir kimyəvi element digər elementə çevrilə bilər
- 3 – atomun bütün kütləsində müsbət yüklər bərabər paylanır, elektronlar isə “keksdə kişmiş” kimi bu kütlədə bərabər paylanır

- A) 1 və 2    B) yalnız 3    C) yalnız 1    D) yalnız 2    E) 1 və 3

4. Atomun planetar modeli nəyə əsaslanır?

- A)  $\alpha$  və  $\beta$ -şüalanmanın maqnit sahəsində meyil etməsi təcrübəsinə
- B) atom və molekulların fotoapararla şəkillərinin çəkilməsinə
- C)  $\alpha$  və  $\beta$ -şüalanmanın elektrik sahəsində meyil etməsi təcrübəsinə
- D) Günəş sistemi cisimlərinin mexaniki hərəkətlərinin hesablanmasına
- E)  $\alpha$ -zərrəciklərin səpilməsi təcrübəsinə

5. Kimyəvi elementlərin U, Ge, Ca, Sb, Al, Cu, Au, Si simvollarını atomlarındakı elektronların sayına görə artan sıra ilə düzün.

## 4.4

## ATOM NÜVƏSİ ƏLAQƏLİ SİSTEMDİR. NÜVƏNİN KÜTLƏ VƏ YÜK ƏDƏDİ

Atom nömrəsi 37 olan kimyəvi elementin 14 neytronu vardır.



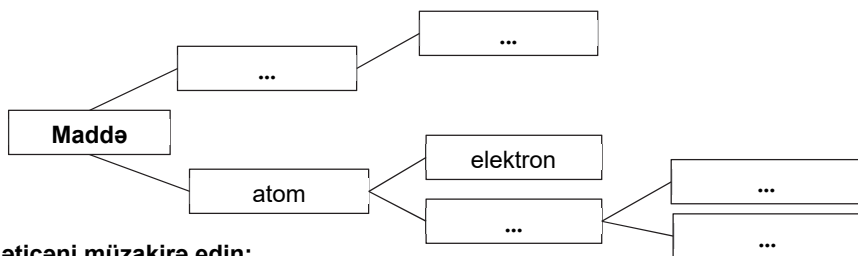
• Bu elementin kütlə ədədi və yük ədədi nəyə bərabərdir?

### Araşdırma 1

**Gizli sözləri müəyyən edin.**

**İşin gedişi:** şəkildə zərrəciklərdən ibarət əlaqəli fiziki sistemin sxemi təsvir edilmişdir. Sxemi iş vərəqinə köçürün və açar sözləri nöqtələrin yerinə yazıb onu tamamlayın.

**Açar sözlər:** • nüvə • atom • proton • molekul • neytron •



**Nəticəni müzakirə edin:**

- Atom hansı zərrəciklərdən ibarət əlaqəli sistemdir?
- Atom nüvəsi fiziki sistemdirmi? Nə üçün?

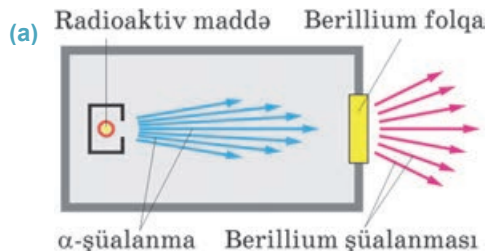
E.Rezerford və onun tələbələrinin müxtəlif kimyəvi elementlərin atomları ilə  $\alpha$ -zərrəciklərin qarşılıqlı təsirinə dair apardıqları eksperimentlər nəticəsində atom nüvəsini təşkil edən zərrəciklər kəşf edildi.

**Protonun kəşfi.** E.Rezerford 1919-cu ildə azot atomunu  $\alpha$ -zərrəciklərlə bombardman etdikdə bu atomların nüvələrinin parçalanması baş verdi. Aşkar edildi ki, atomların qarşılıqlı təsiri nəticəsində nüvələr iki zərrəciyə parçalandı – oksigen atomuna və hidrogen nüvəsinə. Sonralar bor, flüor, litium, natrium və s. yüngül kimyəvi element atomları ilə  $\alpha$ -zərrəciklərin qarşılıqlı təsirlərinə aid aparılan bütün eksperimentlərdə nüvə parçalanmasının hidrogen nüvəsinin yaranması ilə nəticələndiyi aşkar olundu. Beləliklə, müəyyən edildi ki, hidrogen nüvəsi olan bu zərrəcik bütün kimyəvi elementlərin nüvəsinin tərkib hissəsidir. Həmin zərrəcik proton (yunanca “*protos*” – *ilkin*) adlandırıldı. O, **p** hərfi ilə işarə edilir, müsbət elektrik yükünə malik olub modulu elektronun yükünün moduluna bərabərdir.

Protonun kütləsi  $m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ kq}$  olub elektronun kütləsindən 1836 dəfə böyükdür. Lakin nüvə yalnız protondan ibarət ola bilməz, əgər bu belə olsaydı, nüvənin kütləsi  $m_N = Z \cdot m_p$  ( $Z$  – elementin dövrü sistemdə nömrəsidir: protonlarının sayıdır) olmalıdır. Əslində isə nüvənin kütləsi dəfələrlə böyükdür, deməli, nüvədə

kütləsi protonun kütləsindən böyük olan və elektrik cəhətdən neytral ikinci zərrəcik də olmalıdır.

**Neytronun kəşfi.** 1932-ci ildə berillium atomu ilə  $\alpha$ -zərrəciklərin qarşılıqlı təsirini öyrənərkən yeni şüalanma aşkar edildi (a).



*Berillium şüalanması* adlandırılan bu şüalar böyük enerjiyə və nüfuzetmə qabiliyyətinə malik olub elektrik və maqnit sahələrində heç bir təsirə məruz qalmır. İngilis fiziki *Ceyms Çedvik berillium şüalanmasının* bu xassəsinə görə onun elektroneytral zərrəciklər selindən ibarət olduğunu müəyyən edir. Beləliklə, nüvənin tərkibinə daxil olan yeni zərrəcik – *neytron* (yəni: elektroneytraldır) kəşf edilir. O, **n** hərfi ilə işarə olunur.

Neytronun kütləsi təqribən protonun kütləsinə bərabərdir:  $m_n = 1,6749 \cdot 10^{-27} \text{ kq}$ .

**Nüvənin kütlə və yük ədədi.** Neytronun kəşfindən dərhal sonra – 1932-ci ildə rus alimi *Dmitri İvanenko* və alman alimi *Verner Heyzenberq nüvənin proton-neytron modelini* təklif etdilər. Bu modelə görə:

- *Atomun nüvəsi – proton və neytronlardan ibarət dayanıqlı əlaqəli sistemdir. Nüvədəki proton və neytronlar birlikdə **nuklonlar** adlanır. **Nuklon** – latınca “nuklus” – “nüvəyə məxsus hissəciklər” mənasını verir.*

Bəs nüvənin dayanıqlığını nə təmin edir? Eyniadlı yüklü zərrəciklər nüvədə necə dayanıqlı qala bilər?

Heyzenberq bu sualı nuklonlar arasında qeyri-elektrik təbiətli güclü **nüvə qüvvələrinin** mövcud olması ilə izah etdi.

- *Nüvə qüvvələri – zərrəcikləri (proton və neytronları) nüvədə saxlayan qüvvələrə deyilir.*

Nüvə qüvvələri qeyri-elektrik təbiətli olub yaxınatəsir xarakterlidir. Belə ki, nüvə qüvvələrinin təsir radiusu nüvənin ölçüsü qədərdir:  $\approx 10^{-15} \text{ m}$ . Nüvə qüvvələri bu məsafədə qiymətə eyni işarəli yükə malik protonlar arasındakı itələmə xarakterli Kulon qüvvələrindən 1000 dəfələrlə böyükdür.

- *Nüvənin kütlə ədədi – nüvədəki nuklonların ümumi sayına bərabərdir. O, **A** hərfi ilə işarə edilir.*

*Kütlə ədədi (A) = protonların sayı (Z) + neytronların sayı (N):*

$$A = Z + N.$$

Bu ifadədən ixtiyari elementin nüvəsindəki neytronların sayı asanlıqla müəyyən edilə bilər:

$$N = A - Z.$$

Kütlə ədədi kimyəvi elementin yuxarı indeksində yazılır.

• *Nüvənin yük ədədi* – nüvədə olan protonların sayıdır. O, **Z** hərfi ilə işarə edilir və elementin aşağı indeksində yazılır.

Beləliklə, ixtiyari kimyəvi element  ${}^A_ZX$  şəklində ifadə edilə bilər. Burada **X** – kimyəvi elementin simvoludur. Məsələn, oksigen nüvəsi üçün kütlə ədədi  $A = 16$ , yük ədədi isə  $Z=8$  olduğuna görə belə yazılır:  ${}^{16}_8O$ .

Proton kütlə ədədi 1 atom kütlə vahidinə ( $1 \text{ a.k.v.} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kq}$ ), yük ədədi isə 1 elementar yük vahidinə bərabər olduğuna görə  $1p$  simvolu ilə işarə edilir. Neytronun kütlə ədədi 1 a.k.v., yükü isə sıfıra bərabər olduğundan o,  $1n$  simvolu ilə işarə edilir.

## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 2

**Kimyəvi elementin simvolunun “oxunması”.**

**Məsələ.** İki kimyəvi elementin simvoluna görə bu elementlərin uyğun xarakteristikalarını təyin edin:

${}^{56}_{26}Fe$	${}^{10}_4Be$
• Protonlarının sayı – ...	• Protonlarının sayı – ...
• Neytronlarının sayı – ...	• Neytronlarının sayı – ...
• Elektronlarının sayı – ...	• Elektronlarının sayı – ...
• Nüvənin yükü: $q_{Fe} = Z_{Fe} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl} =$	• Nüvənin yükü: $q_{Be} = Z_{Be} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl} =$
• Kütlə ədədi – ...	• Kütlə ədədi – ...

### Nə öyrəndiniz?

• Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

1. Atomun nüvəsi – ...
2. Nuklon – ...
3. Nüvənin kütlə ədədi – ...
4. Nüvənin yük ədədi – ...

### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Hansı zərrəcik proton adlandırılır?
2. Nə üçün nüvənin ikinci zərrəciyi neytron adlandırılır?
3. Kimyəvi elementin nüvəsindəki neytronların sayını necə müəyyən etmək olar?
4. Nə üçün müsbət yüklü protonlar arasında mövcud olan itələmə xarakterli Kulon qüvvələri onları bir-birindən uzaqlaşdırıb nüvəni dağıtmır?

Eşidəndə ki arxeoloqlar Qəbələnin qədim məzarlığından 5 000 il yaşı olan insan sümükləri aşkar ediblər, fikrimizdən keçən ilk sual belə olur:

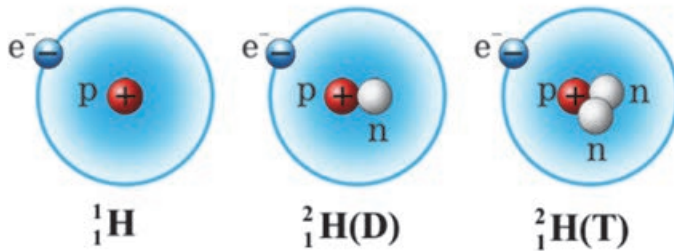
- “Görəsən, alimlər qədim tapıntıların yaşını belə dəqiqliklə necə təyin edirlər?”



• *Protonların sayı eyni, lakin kütlə ədədləri müxtəlif olan atomlar izotoplar adlanır.*

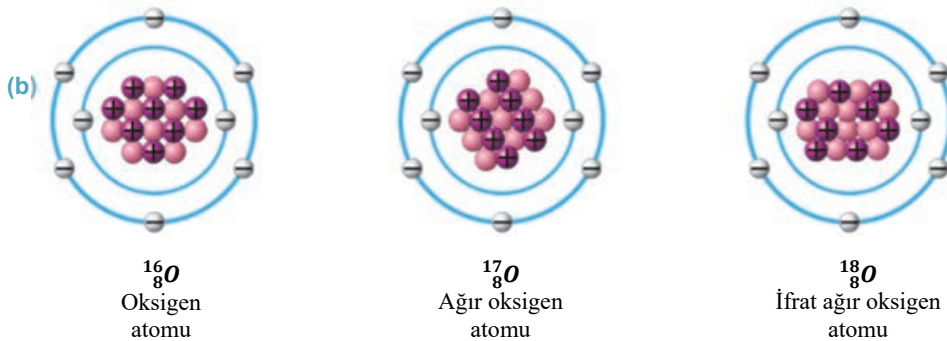
Elementlərin dövri sistemində xanalar yük ədədinə görə müəyyən olunduğundan izotoplar eyni bir xanada yerləşir və eyni kimyəvi xassəyə malik olur. Təbiətdə eyni bir kimyəvi elementin iki və ya daha çox izotopu mövcud ola bilər. İzotoplar birbirindən yalnız nüvələrindəki neytronların sayına görə fərqlənir. Neytronlar elementin kimyəvi xassəsinə heç bir təsir göstərmədiyindən eyni elementin bütün izotoplarının kimyəvi xassələri də eyni olur. Məsələn, hidrogenin üç izotopu mövcuddur:  ${}^1_1\text{H}$  (**protium**) izotopunun nüvəsi yalnız 1 protondan ibarətdir. Onun nüvəsində neytron yoxdur.  ${}^2_1\text{H}$  (**deyterium-D**) izotopunun nüvəsi bir proton və bir neytrondan ibarətdir.  ${}^3_1\text{H}$  (**tritium-T**) izotopunun nüvəsi 1 proton və iki neytrondan təşkil olunmuşdur (a). Lakin nüvəsində neytronlarının sayı müxtəlif olan izotoplar müxtəlif fiziki xassəyə malikdir. Məsələn, ağır su – deyterium ilə oksigenin birləşməsi ( $\text{D}_2\text{O}$ ) adi sudan fərqlənir. Belə ki, normal atmosfer təzyiqində ağır su  $101,2^\circ\text{C}$  temperaturda qaynayır və  $3,8^\circ\text{C}$  temperaturda isə donur.

(a)



• *Protonlarının sayı eyni, kütlə ədədləri müxtəlif olan atomlar izotoplar (yun. “izos” – eyni + “topos” – yer) adlanır.*

Bütün kimyəvi elementlər izotoplara malikdir. Məsələn, təbiətdə olan oksigen üç izotopun qarışığından ibarətdir:  $^{16}_8\text{O}$ ,  $^{17}_8\text{O}$ ,  $^{18}_8\text{O}$  (b). Onlardan ən çox yayılanı  $^{16}_8\text{O}$  izotopudur – 99,8%.

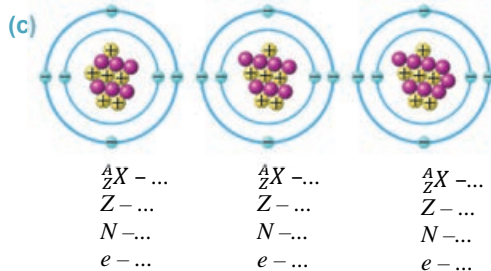


İzotoplar, adətən, onların kütlə ədədi ilə adlanır, məsələn, uran izotopları: uran–235, uran–238, uran–239 və s.

### Yaradıcı tətbiqetmə

#### Araşdırma 2

**Məsələ.** Şəkilə üç izotopun planetar modelinin sxemi təsvir edilmişdir (c). Sxemləri iş vərəqinə köçürün və nöqtələrin yerinə uyğun izotopun simvolunu, protonların, neytronların və elektronların sayını qeyd edin.



#### Nə öyrəndiniz?

• İş vərəqində verilən açar sözlərdən istifadə etməklə qısa məlumat yazın.

Açar sözlər: • izotop • atom • kütlə ədədi • yük ədədi • elm və texnika • istehsalat •

#### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. İzotop nədir?
2. Nə üçün eyni elementin izotopları kimyəvi xassələrinə görə fərqlənmir?
3. Radioaktiv izotoplardan hansı məqsədlər üçün istifadə edilir?
4. Uranın iki izotopunun  $^{235}_{92}\text{U}$  və  $^{239}_{92}\text{U}$  nüvəsi bir-birindən nə ilə fərqlənir?



## 4.6

## İZOTOPLARIN TƏTBİQLƏRİ (TƏQDİMAT DƏRS)

“İzotopların tətbiqləri” mövzusunda təqdimat hazırlayın. Təqdimatı hazırlayarkən verilən plandan istifadə edə bilərsiniz.

**Təqdimatın hazırlanma planı.** Təqdimat hazırlayarkən “Microsoft Office PowerPoint”, “Promethean” elektron lövhənin “ActivInspire” və ya “MimioStudio” proqramlarının birindən istifadə edə bilərsiniz.

Təqdimatda aşağıdakı **açar sözlər** və **açar cümlələrdən** istifadə edin:

- İzotop
- elementlərin dövri sistemi
- elm sahələri
- dayanıqlı
- karbon izotopları
- arxeoloji tədqiqatlar
- izotop indikatorları
- kütlə ədədi
- protonların sayı
- kənd təsərrüfatı sahələri
- kimyəvi reaksiyaların gedişinə təsir edir
- uran izotopları
- tibbi tədqiqatlar
- kükürd izotopları
- neytronların sayı
- təbii izotoplar
- istehsalat
- hidrogen izotopları
- oksigen izotopları
- canlı hüceyrələrdə baş verən çevrilmələr
- xassəsi qabaqcadan müəyyən edilən maddələrin alınması
- elektronların sayı
- radioaktiv izotoplar
- nişanlanmış atom
- berillium izotopları
- azot izotopları
- toxuma
- karbohidrat birləşmələri

<b>1-ci slayd</b>	• <b>İzotopların tətbiqləri</b> • Hazırlayan (sınıf, şagirdin adı, soyadı)
<b>2-ci slayd</b>	İzotopların kənd təsərrüfatında tətbiqi
<b>3-cü slayd</b>	İzotopların təbabətdə tətbiqi
<b>4-cü slayd</b>	İzotopların kimyaya tətbiqi
<b>5-ci slayd</b>	İzotopların biologiyaya tətbiqi
<b>6-cı slayd</b>	İzotopların arxeologiyaya tətbiqi

## Çalışma

## 4.2

1. Verilən izotopların atomunda olan elektron, proton və neytronların sayını müəyyənə bilərsiniz:  $^{209}_{82}\text{Pb}$ ,  $^{239}_{92}\text{U}$ ,  $^{18}\text{O}$ .
2. Hansı kimyəvi elementin nüvəsi 20 proton və 20 neytrondan ibarətdir?
3. Plutoniumun  $^{244}_{94}\text{Pu}$ ,  $^{247}_{94}\text{Pu}$  izotoplarının nüvələrinin tərkibi bir-birindən nə ilə fərqlənir?
4. Arqonun kütlə ədədi 40-a bərabərdir. Onun nüvəsində neçə proton və neytron vardır?
5.  $^{210}_{82}\text{Pb}$  izotopunun nüvəsinin elektrik yükü nə qədərdir?

## 4.7

## ATOM NÜVƏLƏRİNİN RADIOAKTİV ÇEVİRMƏLƏRİ:

 $\alpha$ -,  $\beta$ - və  $\gamma$ -ŞÜALANMA. RADIOAKTİV YERDƏYİŞMƏ QAYDASI

Alimlər radioaktiv şüalanmanın təbiətini və mexanizmini araşdırdıqda məlum oldu ki, radioaktiv element şüalanma nəticəsində ciddi dəyişikliyə məruz qalır. Nüvənin quruluşu kəşf edildikdən sonra isə aydın oldu ki, elementin radioaktiv şüalanmaları məhz onun nüvəsini dəyişikliyə uğradır.



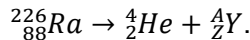
- Kimyəvi elementin hansı radioaktiv şüalanması onun nüvəsini dəyişikliyə uğradır:  $\alpha$ -şüalanma,  $\beta$ -şüalanma, yoxsa  $\gamma$ -şüalanma?
- Elementin atom nüvəsindəki dəyişiklik nə ilə nəticələnir?

## Araşdırma

1

## Nüvənin kütlə və yük ədədlərinin saxlanması qanunu ödənilir!

**Məsələ.** 1903-cü ildə ingilis alimi Rezerford müəyyən etdi ki, radium-226 elementi öz-özünə (spontan)  $\alpha$ -zərrəcik ( ${}^4_2\text{He}$ ) şüalandırmaqla başqa kimyəvi elementə çevrilir. Həmin reaksiya aşağıdakı kimi yazılır:



“Elementlərin dövrü sistemi” cədvəlindən istifadə etməklə alınan Y elementini, onun kütlə və yük ədədini təyin edin.

**Nəticəni müzakirə edin:**

- Radioaktiv radium-226 nüvəsi spontan olaraq  $\alpha$ -zərrəcik ( ${}^4_2\text{He}$ ) şüalandırdıqda hansı nüvəyə çevrildi?
- Bu nüvənin kütlə və yük ədədi radium-226 nüvəsinin kütlə və yük ədədindən nə ilə fərqlənir?
- Radioaktiv nüvə reaksiyasında hansı qanunauyğunluq müşahidə olundu?

Pyer və Mariya Kürilər, Ernest Rezerford və ingilis kimyaçısı Frederik Soddi təcrübələrdən aldıkları nəticələrə əsaslanaraq radioaktiv kimyəvi elementlərdə aşağıdakı qeyri-adi xassələri aşkar etdilər:

1. Kimyəvi element  $\alpha$  və ya  $\beta$ -şüalanmaya məruz qaldıqda o, başqa kimyəvi elementə çevrilir və bu zaman kütlə və yük ədədləri saxlanılır. *Radioaktiv çevrilmə zamanı alınan nüvənin kütlə və yük ədədlərinin cəmi, ilkin nüvənin kütlə və yük ədədlərinə bərabərdir.*

2. Kimyəvi elementlərin radioaktiv çevrilməsi enerji ayrılması ilə müşayiət olunur. Enerji ayrılması illərlə fasiləsiz davam edə bilər.

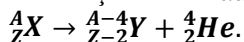
3. Radioaktiv çevrilmələrin gedişinə xarici amillər (temperatur və təzyiq dəyişməsi, kimyəvi reaksiya, elektrik və maqnit və s.) heç bir təsir göstərmir.

4. Radioaktiv çevrilmələr *özbaşına* – *spontan* baş verir.

• *Bir radioaktiv nüvənin özbaşına digər nüvəyə çevrilməsi radioaktiv çevrilmə adlanır.*

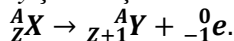
İki növ radioaktiv çevrilmə mövcuddur: *radioaktiv  $\alpha$ -çevrilmə* və *radioaktiv  $\beta$ -çevrilmə*.

**Radioaktiv yerdəyişmə qaydası.** Radioaktiv  $\alpha$ -çevrilmədə X nüvəsi  $\alpha$ -zərrəcik ( ${}^4_2\text{He}$ ) şüalandırmaqla yeni Y nüvəsinə çevrilir – *radioaktiv yerdəyişmə* baş verir:



Göründüyü kimi,  $\alpha$ -çevrilmədə nüvənin yük ədədi 2 vahid, kütlə ədədi isə 4 vahid azalır. Nəticədə element öz yerini dəyişərək dövrü sistemin iki xana əvvəlindəki elementə çevrilir.

Radioaktiv  $\beta$ -çevrilmədə X nüvəsi  $\beta$ -zərrəcik ( ${}_{-1}^0e$ ) şüalandırmaqla yeni Y nüvəsinə çevrilir – radioaktiv yerdəyişmə baş verir:



Beləliklə,  $\beta$ -çevrilmədə nüvənin yük ədədi 1 vahid artır, kütlə ədədi isə dəyişmir. Nəticədə element dövrü sistemdə bir xana sonrakı elementə çevrilir.

**$\gamma$ -şüalanmada nüvənin kütlə və yük ədədləri dəyişməz qalır – radioaktiv yerdəyişmə baş vermir.**

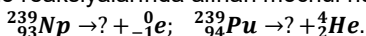
• **Bütün nüvə reaksiyaları üçün mütləq şəkildə kütlə və yük ədədlərinin saxlanması qanunları ödənilir.**

## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 2

Hansı nüvəyə çevrilər?

**Məsələ.** Radioaktiv çevrilmə reaksiyalarında alınan məchul nüvəni təyin edin:



### Nə öyrəndiniz

**Verilən natamam cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın:** 1. Radioaktiv çevrilmə – ...; 2. Spontan şüalanma – ...; 3. Radioaktiv  $\alpha$ -çevrilmədə – ...; 4. Radioaktiv  $\beta$ -çevrilmədə – ...; 5. Radioaktiv  $\gamma$ -çevrilmədə – ...

## Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Nə üçün elementin radioaktiv şüalanması nüvədə dəyişiklik yaradır?
2. Radioaktiv kimyəvi elementlərin xassələrinə dəyişiklik qeyri-adilik nədən ibarətdir?
3.  $\alpha$ -şüalanmada hansı çevrilmə baş verir?
4.  $\beta$ -çevrilmədə hansı radioaktiv yerdəyişmə yaranır?
5. Nə üçün  $\gamma$ -şüalanmada radioaktiv yerdəyişmə baş vermir?

### Çalışma 4.3

1. Təbii radioaktiv çevrilmə zamanı  ${}^{208}_{84}\text{Po}$  nüvəsi  $\alpha$ -zərrəcik şüalandırdı. Bu zaman polonium nüvəsi hansı elementin nüvəsinə çevrildi? Reaksiyanı yazın.
2. Radioaktiv şüalanma nəticəsində  ${}^{230}_{90}\text{Th}$  nüvəsi  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  nüvəsinə çevrilmişdir. Torium nüvəsi hansı zərrəciyi şüalandırmışdır? Reaksiyanı yazın.
3. Radioaktiv  ${}^{133}_{51}\text{Sb}$  izotopunun 4 ardıcıl  $\beta$ -şüalanmasında hansı izotop alınır? Reaksiyanı yazın.
4. Radioaktiv  ${}^{234}_{90}\text{Th}$  izotopunun 3 ardıcıl  $\alpha$ -şüalanmasında hansı izotop alınır? Reaksiyanı yazın.
5. Hansı kimyəvi elementlər cütü izotopdur?

A)  ${}^1_1\text{H}$  və  ${}^4_2\text{He}$  B)  ${}^{244}_{94}\text{Pu}$  və  ${}^{247}_{94}\text{Pu}$  C)  ${}^3_1\text{H}$  və  ${}^4_2\text{He}$  D)  ${}^{231}_{91}\text{Pa}$  və  ${}^{264}_{106}\text{Rf}$  E)  ${}^{209}_{84}\text{Po}$  və  ${}^2_1\text{H}$

## 4.8 RADIOAKTİV ÇEVİRLMƏ QANUNU

Radioaktiv izotopların nüvələrinin spontan olaraq çevrilməyə məruz qaldıqlarını öyrəndiniz.



- Radioaktiv çevrilməyə məruz qalmayan nüvələrin sayının azalma sürətini qabaqcadan təyin etmək olarmı?

### Araşdırma 1

**Nüvələrin radioaktiv çevrilməsini modelləşdirək.**

**Təchizat:** bir tərəfi rəngli olan 100 ədəd kağız kvadrat ( $1 \times 1$  sm ölçüdə) – bunlar “radioaktiv nümunədəki nüvələrdir”, stəkan.

**İşin gedişi:**

1. Kvadratları (“nüvələri”) stəkana töküüb bir neçə dəfə intensiv çalxaladıqdan sonra masanın səthinə boşaldın.
2. Rəngli səthi sizə tərəf düşən kvadratları sayıb 4.1 cədvəlində qeyd edin və onları yenidən stəkana tökün – bunlar “radioaktiv çevrilməyə məruz qalmayan nüvələrdir”. Digər kvadratları isə kənara qoyun – bunlar “çevrilməyə məruz qalan nüvələrdir”.
3. Stəkani intensiv çalxalayıb kvadratları masanın səthinə boşaldın, yenə rəngli səthi sizə tərəf düşən kvadratları sayıb cədvəldə qeyd edin. Beləliklə, sizdə rəngli kvadrat qalmayana qədər təcrübəni təkrarlayın.
4. Təcrübələrdən aldığınız bütün nəticələri cədvəldə qeyd edin və stəkandan düşən rəngli kvadratların sayının təcrübənin sayından asılılıq qrafikini qurun.



Cədvəl 4.1.

Təcrübənin sayı (n)	0	1	2	3	4	5	...
Stəkandan düşən rəngli kvadratların sayı – “çevrilməyə məruz qalmayan nüvələrin” sayı (N)	100	...	...	...	...	...	...

**Nəticəni müzakirə edin:**

- Təcrübənin hər bir mərhələsində stəkandan düşən kvadrlardan neçəsi rəngli kvadrat oldu – hər mərhələdə ümumi saydan neçə “nüvə radioaktiv çevrilməyə məruz qalmadı”?
- Təcrübənin hər bir mərhələsində “radioaktiv çevrilməyə məruz qalmayan nüvələrin” sayı necə dəyişdi? Bu dəyişmədə müəyyən qanunauyğunluq müşahidə olundumu?

İxtiyari izotopun radioaktiv çevrilmə sürəti maddənin kütləsindən, yəni nüvələrinin sayından asılı deyildir. Hər bir radioaktiv izotop üçün müəyyən müddət vardır ki, həmin müddətdə onun nüvələrinin yarısı çevrilməyə məruz qalır.

• *Radioaktiv nüvələrin yarısının çevrilməyə məruz qaldığı müddət – yarımçevrilmə periodu adlanır.*

Yarımçevrilmə periodu **T** hərfi ilə işarə edilir və BS-də vahidi – *saniyədir*.

Fərz edək ki, başlanğıc anda ( $t_0 = 0$ ) izotop  $N_0$  sayda nüvəyə malikdir. Yarımçevrilmə perioduna bərabər müddətdən ( $t_1 = T$ ) sonra izotopda radioaktiv çevrilməyə məruz qalmayan nüvələrin sayı  $N_1 = \frac{N_0}{2}$  olur. Yarımçevrilmə periodunun

2 mislinə bərabər müddətdən ( $t_2 = 2T$ ) sonra izotopda  $N_2 = \frac{N_1}{2} = \frac{N_0}{4}$  sayda nüvə çevrilməz qalır,  $t_3 = 3T$  müddətindən sonra isə izotopda  $N_3 = \frac{N_2}{2} = \frac{N_0}{8}$  sayda nüvə çevrilməz qalır və s. Beləliklə,  $t_n = nT$  müddətindən sonra izotopda çevrilməz qalan nüvələrin sayı **radioaktiv çevrilmə qanunu** ilə ifadə olunur:

$$N = \frac{N_0}{2^n} = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}}$$

Radioaktiv çevrilmə qanununu 1902-ci ildə E.Rezerford və F.Soddi aşkar etmişlər. *Bu qanun ixtiyari zaman anında radioaktiv çevrilməyə məruz qalmayan nüvələrin sayını müəyyənləşdirməyə imkan verir.*

Hər bir radioaktiv izotopun öz yarımqəvrilmə periodu var, məsələn, uran-238 izotopunun yarımqəvrilmə periodu 4,5 milyard il, radium –226-nın isə 1600 ildir.

## Yaradıcı tətbiqetmə

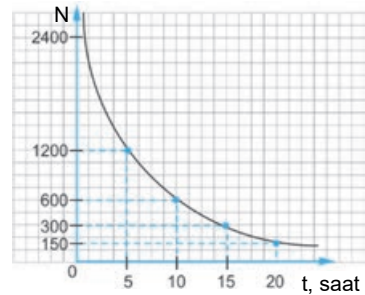
### Araşdırma 2

#### Radioaktiv çevrilmə qanununun qrafik təsviri.

Verilən nümunəyə uyğun məsələni həll edin.

**Nümunə.** Radioaktiv izotop  $t_0 = 0$  anında 2400 nüvəyə malik idi. İzotopun yarımqəvrilmə periodu  $T = 5$  saatdır. İzotopda 20 saatdan sonra neçə nüvə çevrilməz qalar? Radioaktiv çevrilməyə məruz qalmayan nüvələrin sayının zamandan asılılıq qrafikini qurun.

Zaman (t)	Çevrilməyə məruz qalmayan nüvələrin sayı (N)
$t_0 = 0$	$N_0 = 2400$
$t_1 = T = 5 \text{ saat}$	$N_1 = \frac{N_0}{2} = \frac{2400}{2} = 1200$
$t_2 = 2T = 10 \text{ saat}$	$N_2 = \frac{N_0}{4} = \frac{2400}{4} = 600$
$t_3 = 3T = 15 \text{ saat}$	$N_3 = \frac{N_0}{8} = \frac{2400}{8} = 300$
$t_4 = 4T = 20 \text{ saat}$	$N_4 = \frac{N_0}{16} = \frac{2400}{16} = 150$



**Məsələ.** Radioaktiv izotop  $t_0 = 0$  anında 2000 nüvəyə malik idi. İzotopun yarımqəvrilmə periodu  $T = 10$  sutkadır. İzotopda 50 sutkadan sonra neçə nüvə çevrilməz qalar? Radioaktiv çevrilməyə məruz qalmayan nüvələrin sayının zamandan asılılıq qrafikini qurun.

### Nə öyrəndiniz

• Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

1. Yarımqəvrilmə periodu – ... ; 2. Radioaktiv çevrilmə qanunu – ...

### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Yarımqəvrilmə periodu nəyi ifadə edir?
2. Radioaktiv çevrilmə qanununun mahiyyəti nədən ibarətdir?
3. Radioaktiv izotopun bütün nüvələrinin radioaktiv çevrilməyə məruz qalacağı müddəti qabaqcadan təyin etmək olarmı? Cavabınızı əsaslandırın.

## 4.9

## ATOM-NÜVƏ HADISƏLƏRİNDƏ BƏZİ FİZİKİ KƏMIYYƏTLƏR VƏ ONLARIN VAHIDLƏRİ

Siz mexaniki, istilik və elektrik hadisələrini öyrənərkən onları xarakterizə edən əsas fiziki kəmiyyətlər və bu kəmiyyətlərin BS-dəki vahidləri ilə tanış oldunuz. Həmin vahidlərin qarşılıqlı əlaqələrini araşdırdınız, müxtəlif məsələlər qurub onları həll etdiniz.



- Mexanikada məsafə, kütlə və enerji BS-də hansı vahidlə ifadə olunur?
- Atom-nüvə hadisələrində əsas fiziki kəmiyyətlər, məsələn, məsafə, kütlə və enerjini hansı vahidlərlə ifadə etmək əlverişlidir?

### Araşdırma

1

#### 1 kq neçə atom kütlə vahidinə bərabərdir?

**Məsələ.** Avoqadro sabiti  $N_A = 6,0221367 \cdot 10^{23} \frac{1}{mol}$  -dur. Bir atom kütlə vahidinin

1 a. k. v.  $v = \frac{1 \text{ kq}}{N_A \text{ kmol}}$  olduğunu bilərək:

- 1 a. k. v.-ni kiloqramla ifadə edin;
- 1 kq-ın neçə atom kütlə vahidinə bərabər olduğunu hesablayın.

#### Nəticəni müzakirə edin:

- Bəs atomdaxili zərrəciklər sisteminin enerjisi necə təyin edilir və o hansı vahidlə ifadə olunur?

**Atom-nüvə hadisələrində uzunluq.** Atom-nüvə hadisələrində çox kiçik məsələlərdən söhbət getdiyindən uzunluq vahidi olaraq *femtometr* və ya *fermi* (müasir fizikanın inkişafında mühüm xidmətləri olan ABŞ fiziki *Enriko Ferminin* şərəfinə) vahidindən istifadə edilir:

$$1 \text{ fm} = 10^{-15} \text{ m}.$$

**Atom-nüvə hadisələrində enerji.** 1905-ci ildə Amerika alimi *Albert Eynşteyn* müəyyən etdi ki, *zərrəciklər sisteminin kütləsi onun enerjisi (daxili enerjisi) ilə mütləq nisbətdədir:*

$$E = mc^2.$$

Burada  $m$  – zərrəciklər sisteminin kütləsi,  $E$  – sistemin enerjisi,  $c$  – işığın vakuumdakı sürətidir. Düsturdan görünür ki, *əgər sistemin daxili enerjisi  $\Delta E$  qədər dəyişərsə, sistemin kütləsi də  $\Delta m$  qədər dəyişər:*

$$\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2} \rightarrow \Delta E = \Delta mc^2.$$

Atom-nüvə hadisələrində enerji vahidi kimi isə *elektron-volt (eV)*, *kiloelektron-volt (keV)* və *meqaelektron-volt (MeV)* vahidlərindən istifadə edilir.

• *Elektron-volt – elektronun gərginliyi 1V olan iki nöqtə arasında sürətləndiyi zaman aldığı kinetik enerjiyə bərabərdir:*

$$[eU] = 1 \text{ eV} = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ Kl} \cdot 1 \text{ V} = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$1 \text{ keV} = 10^3 \text{ eV} = 1,6022 \cdot 10^{-16} \text{ C},$$

$$1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV} = 1,6022 \cdot 10^{-13} \text{ C}.$$

Buradan alınır ki:

$$1C = \frac{1}{1,6022 \cdot 10^{-13}} MeV = 6,2414 \cdot 10^{12} MeV.$$



Albert Eynşteyn  
(1879–1955)  
Alman əsilli ABŞ fiziki

- Fizika elminin inkişafında mühüm rol oynamışdır, 1921-ci ildə fizika üzrə Nobel mükafatına layiq görülmüşdür.

## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 2

#### Zərrəciklər sisteminin enerjisi nə qədər dəyişdi?

**Nümunə.** Zərrəciklər sisteminin kütləsi 1 atom kütlə vahidi qədər dəyişdi:

$$\Delta m = 1a.k.v.$$

Bu sistemin daxili enerjisinin neçə MeV dəyişdiyini dəqiqliklə hesablayın (hesablamaları 0,0001 dəqiqliklə aparın).

Verilir	Həlli
$\Delta m = 1a.k.v. = 1,6605 \cdot 10^{-27} kq,$ $c = 2,9979 \cdot 10^8 \frac{m}{san},$ $\Delta E \rightarrow ?$	$\Delta E = \Delta mc^2$
Hesablanması	
$\Delta E = 1,6605 \cdot 10^{-27} kq \cdot 2,9979^2 \cdot 10^{16} \frac{m}{san} = 14,9235 \cdot 10^{-11} C =$ $= 14,9235 \cdot 10^{-11} \cdot 6,2414 \cdot 10^{12} MeV = 931,5 MeV.$	
<b>Cavab.</b> Zərrəciklər sisteminin kütləsi 1a.k.v. qədər dəyişdikdə onun daxili enerjisi 931,5 MeV dəyişir.	

**Məsələ.** Zərrəciklər sisteminin kütləsinin 4 atom kütlə vahidi qədər dəyişməsi onun daxili enerjisinin nə qədər dəyişməsi deməkdir (hesablamaları 0,0001 dəqiqliklə aparın)?

### Nə öyrəndiniz

#### • Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

1. Femtometr və ya fermi – ...
2. Zərrəciklər sisteminin kütləsi ilə onun enerjisi arasında əlaqə – ...
3. Elektron-volt – ...

### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Atom-nüvə hadisələrində hansı tərtib məsafələrdən danışılır və bu məsafələr hansı vahidlə ifadə olunur?
2. Atom-nüvə hadisələrində kütlə hansı vahidlə ifadə olunur?
3. Atom-nüvə hadisələrində enerji hansı vahidlərlə ifadə olunur?
4. Bir coul neçə meqaelektron-voltdur?
5. Radioaktiv çevrilmə prosesində nüvənin kütlə ədədinin dəyişməsi məlum olarsa, onun enerji dəyişməsini hesablamaq olarmı? Cavabınızı əsaslandırın.



## Çalışma

## 4.4

- Elektronun kütləsi  $9,11 \cdot 10^{-31}kq$ , protonun kütləsi isə  $1,67 \cdot 10^{-27}kq$ -dir. Bu kəmiyyətləri atom kütlə vahidi (a.k.v) ilə ifadə edin.
- Nüvənin protonları arasındakı məsafə  $1fm$ -dir. İki proton arasındakı Kulon qarşılıqlı təsir qüvvəsini hesablayın.
- Radonun yarımpəvriyyə periodu 3,8 gündür. Radonun kütləsi neçə gündən sonra 4 dəfə azalar?
- Radiumun yarımpəvriyyə periodu 1600 ildir. Bu maddədə 3200 ildən və 4800 ildən sonra radioaktiv nüvələrin hansı hissəsi pəvriyyə qalar?
- Zərrəciklər sisteminin kütləsinin 25 atom kütlə vahidi qədər dəyişməsi onun enerjisinin nə qədər dəyişməsi deməkdir (hesablamanı 0,0001 dəqiqliklə aparın)?
- ${}^A_ZX$  elementi  $3\alpha$  və  $2\beta$  pəvriyyələrinə məruz qaldı. Yeni yaranan  $Y$  elementində yük və kütlə ədədini təyin edin.

## 4.10

## NÜVƏNİN RABİTƏ ENERJİSİ. KÜTLƏ DEFƏKTİ

Bilirsiniz ki, atom nüvəsi əlaqəli fiziki sistemdir.



- Atom nüvəsi hansı zərrəciklərdən ibarət əlaqəli fiziki sistemdir?
- Yəqin ki, nüvənin kütləsi onu təşkil edən zərrəciklərin kütlələri cəminə bərabərdir; bəs siz necə düşüncünüz: bu belədirmi?

## Araşdırma

## 1

“Nüvənin” kütləsini təyin edək.

**Təchizat:** atom modeli konstruksiyasından kürəciklər (8 ədəd qırmızı, 10 ədəd ağ rəngdə), tərəzi, çəki daşları, selofan torba.

**İşin gedişi:**

- İş vərəqinə 4.2 cədvəlini köçürün.

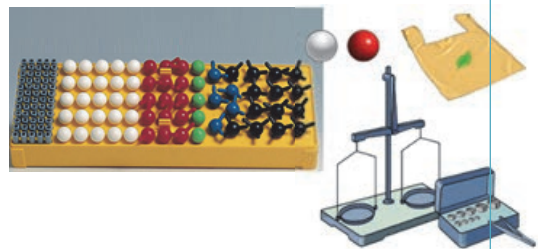
**Cədvəl 4.2.**

Qırmızı rəngli kürəciklərin kütləsi – “neytronun” kütləsi, (kq)	Ağ rəngli kürəciklərin kütləsi – “protonun” kütləsi, (kq)	Qırmızı və ağ rəngli kürəciklərin birlikdə kütləsi – “nüvənin” kütləsi, (kq)

- Qırmızı rəngli kürəcikləri tərəzidə çəkib nəticəni cədvəldə qeyd edin – bu, “neytronların” kütləsi olacaq.
- Ağ rəngli kürəcikləri tərəzidə çəkib nəticəni cədvəldə qeyd edin – bu, “protonların” kütləsi olacaq.
- Bütün kürəcikləri selofan torbaya töküb kütlələrini ölçün və aldığınız ifadəni cədvəldə qeyd edin – bu isə “nüvənin” kütləsi olacaqdır.

**Nəticəni müzakirə edin:**

- “Nüvənin” kütləsi ilə onu təşkil edən “proton” və “neytronların” kütlələri cəmi arasında hansı münasibət aşkar etdiniz?
- Ola bilermi ki, nüvənin kütləsi onu təşkil edən proton və neytronların kütlələri cəmindən kiçik olsun? Nə üçün?



Aparılan çoxsaylı eksperimentlərdən qeyri-adi fakt aşkar edilmişdir: *nüvənin kütləsi onu təşkil edən nuklonların (proton və neytronların) kütlələri cəmindən həmişə kiçikdir.*

$$M_N < Zm_p + Nm_n.$$

Bu o deməkdir ki, *nuklonların kütlələri cəmi ilə həmin nuklonlardan ibarət nüvənin kütləsi arasında fərq – **kütlə defekti** mövcuddur:*

$$\Delta m = Zm_p + Nm_n - M_N. \quad (1)$$

Burada  $M_N$  – nüvənin kütləsi,  $Z$  və  $N$  – uyğun olaraq nüvədəki proton və neytronların sayı,  $m_p$  – protonun kütləsi,  $m_n$  – neytronun kütləsi,  $\Delta m$  – kütlə defektidir.

**Nuklonlar nüvəni əmələ gətirdikdə nüvənin kütləsi nə üçün kütlə defekti qədər azalır?**

Nuklonlar sistemindən nüvə əmələ gələn zaman kütlənin azalması bu sistemin enerjisinin **rabitə enerjisi** ( $E_{rab}$ ) qədər azalması deməkdir.

• *Rabitə enerjisi – nüvəni sərbəst nuklonlara ayırmaq üçün lazım olan minimum enerjidir.*

Nüvənin rabitə enerjisi hesablamayaq üçün A.Eynşteynin kütlə ilə enerji arasındakı əlaqə düsturundan istifadə edilir:

$$E_{rab} = \Delta E = \Delta mc^2$$

və ya

$$E_{rab} = [Zm_p + Nm_n - M_N] \cdot c^2. \quad (2)$$

Müxtəlif kimyəvi elementlərin nüvələrinin rabitə enerjisi hesablamayaq üçün proton və nüvə kütlələrinin əvəzinə uyğun olaraq hidrogen atomunun kütləsinin ( $m_H$ ) və kimyəvi elementin atom kütləsinin ( $M_a$ ) qiymətindən istifadə etmək əlverişlidir. Bu halda (2) ifadəsini belə də yazmaq olar:

$$E_{rab} = [Zm_H + Nm_n - M_a] \cdot c^2. \quad (3)$$

1 a.k.v -ə uyğun gələn enerjinin 931,5 MeV olduğunu nəzərə alsaq, (3) ifadəsini aşağıdakı kimi də yazmaq olar:

$$E_{rab} = [Zm_H + Nm_n - M_a] \cdot 931,5 \text{ MeV}. \quad (4)$$

Bəzi zərrəciklərin və kimyəvi elementlərin atomlarının kütlələri cədvəl 4.3-də verilmişdir.

**Cədvəl 4.3.**

Zərrəcik və kimyəvi element	Kütləsi	Kimyəvi element	Kütləsi
	a.k.v.		a.k.v.
Elektron ( ${}_{-1}^0e$ )	0,0005486	Litium ( ${}_{3}^6Li$ )	6,941
Proton ( ${}_{1}^1p$ )	1,0072765	Karbon ( ${}_{6}^{12}C$ )	12,0
Neytron ( ${}_{0}^1n$ )	1,008665	Karbon ( ${}_{6}^{13}C$ )	13,003354
Hidrogen ( ${}_{1}^1H$ )	1,007825	Uran ( ${}_{92}^{235}U$ )	235,04418
Deyterium ( ${}_{1}^2H$ )	2,014102	Uran ( ${}_{92}^{238}U$ )	238,05113
Tritium ( ${}_{1}^3H$ )	3,016062	Neptunium ( ${}_{93}^{239}Np$ )	239,05320
Helium ( ${}_{2}^4He$ )	4,002603	Plutonium ( ${}_{94}^{239}Pu$ )	239,05242
Helium ( ${}_{2}^3He$ )	3,016042		

Nüvələrin dayanıqlığı *xüsusi rabitə enerjisi* adlanan kəmiyyətlə xarakterizə olunur.

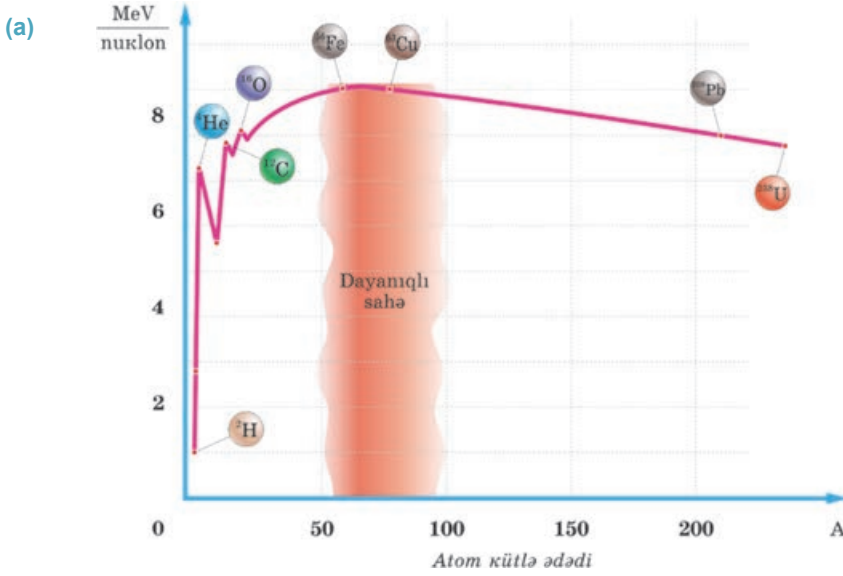
• *Xüsusi rabitə enerjisi – nüvənin bir nuklonuna düşən rabitə enerjisidir.*

$$\varepsilon = \frac{E_{rab}}{A}.$$

Burada  $A$  – nüvədəki nuklonların sayı,  $\varepsilon$  – xüsusi rabitə enerjisidir. Xüsusi rabitə enerjisinin vahidi:

$$[\varepsilon] = \frac{[E_{rab}]}{[A]} = 1 \frac{MeV}{nuklon}$$

Hidrogen nüvəsinin xüsusi rabitə enerjisi sifıra bərabərdir, çünki onun nüvəsi bir protondan ibarətdir. Kütlə ədədi  $28 \leq A \leq 138$  aralığında olan nüvələrin xüsusi rabitə enerjisi ən böyük olub təqribən  $8,5 \frac{MeV}{nuklon}$  -dur. Kütlə ədədinin sonrakı artması ilə xüsusi rabitə enerjisi azalır (a).



### Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 2

**Məsələ.**  ${}^4_2\text{He}$  nüvəsinin kütlə defektini və rabitə enerjisini hesablayın.

### Nə öyrəndiniz?

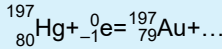
- Verilən açar sözləri iş vərəqinə köçürün və onlara tərif verin.
  1. Kütlə defekti – ...;
  2. Rabitə enerjisi – ...;
  3. Xüsusi rabitə enerjisi – ...

### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Nə üçün nüvənin kütləsi onu əmələ gətirən nuklonların kütlələri cəmindən kiçikdir? Cavabınızı əsaslandırın.
2. Kütlə defektini necə hesablamaq olar?
3. "Deyteriumun, yəni hidrogenin ikinci izotopunun  ${}^2_1\text{H}$  nüvəsinin rabitə enerjisi  $1,1 \frac{MeV}{nuklon}$  -dur" nə deməkdir?
4. Rabitə enerjisi ilə xüsusi rabitə enerjisi arasında hansı fərq var?

## 4.11 NÜVƏ REAKSİYALARI

Orta əsr kimyaçərləri (əlkimyaçılar) 900 il (VII–XVI əsrlər) “Fəlsəfə daşı”nın sirrini – civəni qızıla çevirə bilən kimyəvi reaksiyanı kəşf etmək arzusu ilə yaşamışlar. Sonrakı əsrlərdə də kimyaçılar civəni qızıla çevirmək üçün (elementlərin dövrü sistemində qızıla ən yaxın ucuz element civə olduğundan) çox çalışdılar. Nəhayət, 1940-cı ildə Harvard Universitetinin (Boston, ABŞ) fizikləri civəni qızıla çevirmək üsulunu kəşf edər bildilər. Bu üsul radioaktiv **civə-197** izotopunun  $\beta$ -zərrəciklə ( ${}_{-1}^0e$ ) bombardman edilmə üsuluna əsaslanır:



Lakin alınan qızıl izotopu 5–10 dəqiqədən sonra öz-özünə yenidən civəyə çevrildi.

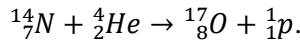


- izotopun zərrəciklərlə bombardman edilməsi nə deməkdir?
- izotop hansı zərrəciklə bombardman edildikdə o, başqa kimyəvi elementin nüvəsinə çevrilir? Nə üçün?
- Hansı kimyəvi element öz-özünə başqa elementə çevrilir? Nə üçün?

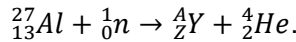
### Araşdırma 1

#### İlk nüvə reaksiyası!

**Məsələ.** İlk nüvə reaksiyasını 1919-cu ildə Rezerford aparmışdır. O, azot  ${}_{7}^{14}\text{N}$  nüvəsini  $\alpha$ -zərrəciklə ( ${}_{2}^4\text{He}$ ) bombardman etdikdə oksigen  ${}_{8}^{17}\text{O}$  nüvəsi alınmış və bir proton ( ${}_{1}^1p$ ) şüalanmışdır:



Alüminium  ${}_{13}^{27}\text{Al}$  nüvəsi neytronla bombardman edildikdə yeni nüvə alınmış və bir  $\alpha$ -zərrəcik ( ${}_{2}^4\text{He}$ ) şüalanmışdır. Nüvə reaksiyasından alınan **Y** elementini, onun kütlə və yük ədədlərini təyin edin:



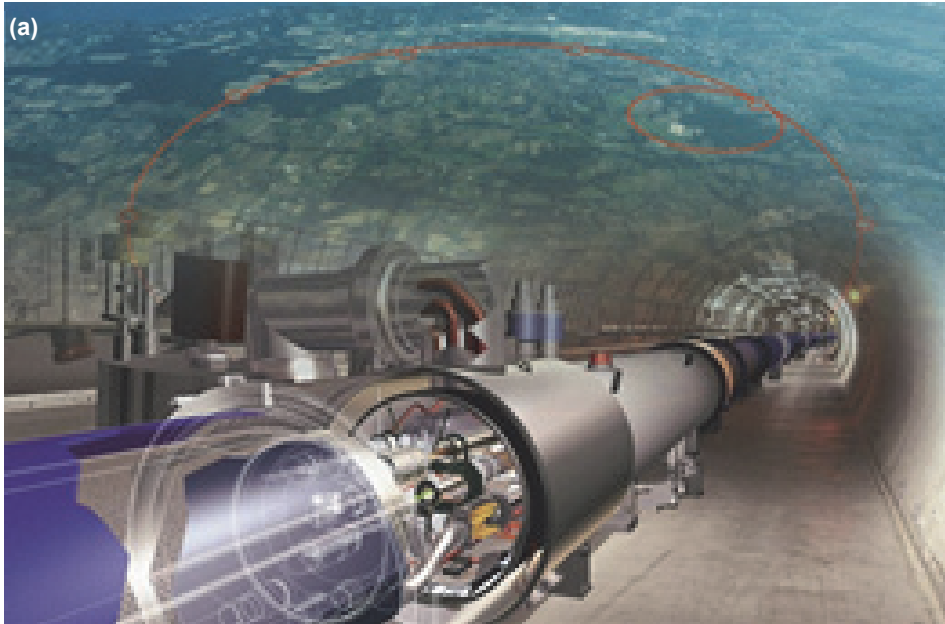
**Nəticəni müzakirə edin:**

- İzotopun zərrəciklərlə bombardman edilməsi üsulu ilə gedən reaksiya nə üçün nüvə reaksiyası adlanır?

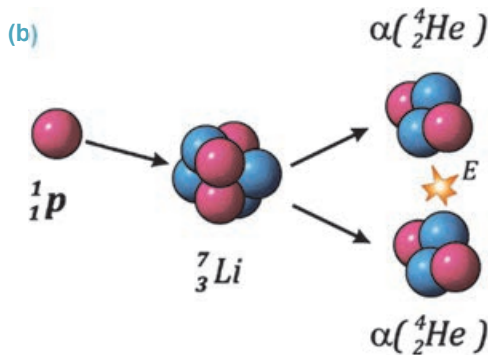
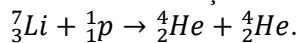
Bir nüvənin digər nüvəyə çevrilməsi yalnız radioaktiv çevrilmə ilə baş vermir. Nüvənin tərkibinin dəyişməsi həm nüvələrin bir-biri ilə, həm də nüvələrin digər zərrəciklərlə qarşılıqlı təsirindən də dəyişə bilər.

• *Atom nüvəsinin hər hansı zərrəciklə qarşılıqlı təsirindən digər atom nüvəsinə çevrilməsi **nüvə reaksiyası** adlanır.*

Nüvə reaksiyasının baş verməsi üçün qarşılıqlı təsirdə olan zərrəciklər və ya nüvələr bir-birinə nüvə qüvvələrinin təsir dairəsinə qədər ( $\approx 10^{-15}\text{m}$ ) yaxınlaşmalıdır. Bu məqsədlə həmin zərrəciklərə yüksək kinetik enerji verilməlidir. Zərrəciklərə yüksək kinetik enerji vermək üçünsə **elementar zərrəciklərin sürətləndiricisi** adlanan xüsusi qurğudan istifadə olunur. Şəkildə elementar zərrəciklərin onlarca kilometr uzunluğunda olan müasir yeraltı sürətləndirici qurğusunun şəkil-sxemi təsvir edilmişdir (a).



Belə sürətləndiricidə zərrəciyə, məsələn,  $\alpha$ -zərrəciyə verilən kinetik enerji radioaktiv çevrilmədən yaranan  $\alpha$ -şüalanmanın enerjisindən 100 000 dəfələrlə böyük olur. Sürətləndirilmiş zərrəciklə (protonla) ilk nüvə reaksiyası 1932-ci ildə aparılmışdır. O, litium nüvəsinin iki helium nüvəsinə çevrilmə reaksiyasıdır (b):



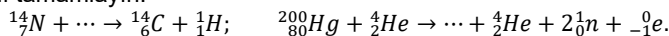
Reaksiyadan yaranan iki helium nüvəsinin kinetik enerjisi sürətləndirilmiş protonun kinetik enerjisindən böyük olmuşdur. Bu o deməkdir ki, litium nüvəsinin daxili enerjisinin bir hissəsi yeni yaranan helium nüvələrinin kinetik enerjisinə sərf olunmuşdur.

Nüvə reaksiyalarının tədqiqində neytronun kəşfi çox mühüm rol oynadı. Belə ki, elektrik cəhətdən neytral olan neytron hətta sürətləndirilmədən də maneəsiz şəkildə atom nüvəsinə daxil olaraq onu başqa nüvəyə çevirə bilər.

## Araşdırma 2

**Nüvə reaksiyalarını tamamlayın.**

**Məsələ.** Kütlə və yük ədədlərinin saxlanması qanunlarından istifadə etməklə verilən nüvə reaksiyalarını tamamlayın:



Nə öyrəndiniz



• “Nüvə reaksiyaları” mövzusunda aid esse yazın

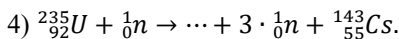
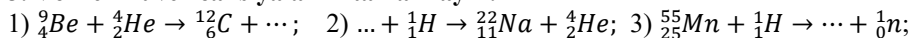
## Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Nüvə reaksiyası radioaktiv çevrilmədən nə ilə fərqlənir?
2. Elementar zərrəciklərin sürətləndiricisindən hansı məqsədlər üçün istifadə olunur?
3. Nə üçün neytronlar enerjilərindən asılı olmayaraq nüvə reaksiyası yarada bilər, lakin  $\alpha$  və  $\beta$ -zərrəciklər, protonlar yalnız böyük kinetik enerjiyə malik olduqda nüvə reaksiyası yaradır?
4. Nüvə reaksiyalarında hansı qanunlar ödənməlidir?

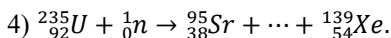
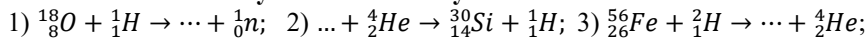
## Çalışma 4.5

1. Atom kütləsi 55,9355 a.k.v. olan dəmir  ${}^{56}_{26}Fe$  izotopunun xüsusi rabitə enerjisini təyin edin.
2. Mendeleyev cədvəlindən istifadə edərək Tritiumun kütlə defektini, rabitə enerjisini və xüsusi rabitə enerjisini təyin edin.

3. Verilən nüvə reaksiyalarını tamamlayın:



4. Verilən nüvə reaksiyalarını tamamlayın:



## 4.12 URAN NÜVƏSİNİN BÖLÜNMƏSİ

Alimlər nüvənin quruluşunu, habelə nuklonlar arasındakı rabitə enerjisinin nüvənin kütlə ədədindən asılı olduğunu bildikdən sonra nüvəni daha dərinə öyrənməyə başladılar. Onlar müxtəlif elementlərin nüvələrini sürətli zərrəciklərlə – protonlar,  $\alpha$ -zərrəciklər, neytronlar və  $\beta$ -zərrəciklərlə bombardman etməklə nüvədə baş verən prosesləri araşdırdılar. Bu araşdırmalar gözlənilmədən yeni bir kəşflə nəticələndi. Müəyyən edildi ki, ağır nüvələr neytronlarla bombardman edildikdə onlar yeni neytronların yaranmasıyla müşayiət olunan iki qəlpəyə – nisbətən orta kütləli kimyəvi elementlərin nüvələrinə bölünür.

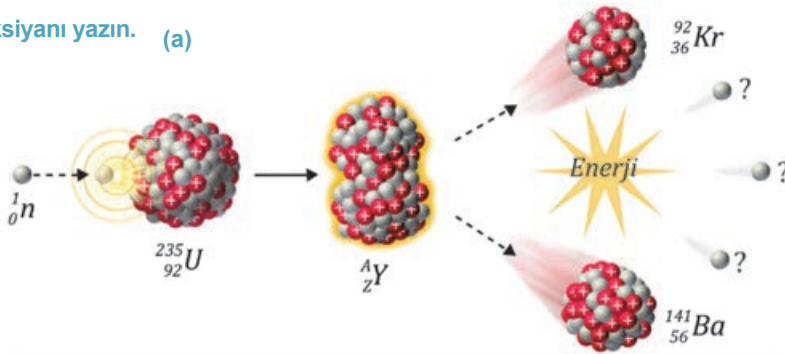
- Nüvənin iki qəlpəyə bölünməsi hansı qüvvələrin təsiri altında baş verir: nuklonlar arasındakı güclü nüvə qüvvələrinin, yoxsa elektrik təbiətli Kulon qüvvələrinin?

### Araşdırma 1

**Uran nüvəsinin neytronla bombardman edilməsi zamanı gözlənilməz hadisə baş verdi...**

**Məsələ.** 1938-ci ildə alman alimləri Otto Han və Fris Ştrassman neytronlarla bombardman edilən ağır **uran nüvəsinin bölünməsi reaksiyasını** kəşf etdilər. Bu reaksiya zamanı neytronu udan uran-235 izotopu yeni izotopla çevrilir. Lakin yaranan bu izotop dayanıqsız olub dərhal orta kütləli iki nüvəyə bölünür. Reaksiya zamanı üç yeni eyni zərrəcik yaranır (a). Nüvə reaksiyası zamanı alınan  ${}^4_2\text{He}$  izotopunu və yeni yaranan zərrəcikləri təyin edin.

Reaksiyanı yazın. (a)



**Nəticəni müzakirə edin:**

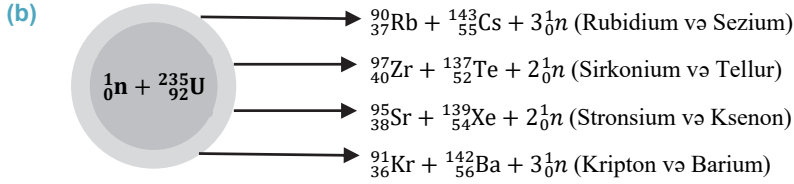
- Əgər yeni yaranan zərrəciklərin hər birinin qarşısına uran-235 nüvəsi çıxsa, nə baş verərdi?
- Bu reaksiyada qeyri-adi olan nədir: öyrəndiyiniz digər nüvə reaksiyalarından o nə ilə fərqlənir?

**Ağır nüvələrin bölünməsi.** Təcrübələrdən müəyyən olunmuşdur ki, eyni şəraitdə ağır nüvələrin neytronlarla bombardman edilməsi zamanı qeyri-adi hadisələr baş verir:

- orta kütləli kimyəvi elementlərin nüvələri yaranır;
- yeni nəsillə neytronlar yaranır;
- yeni nəsillə neytronlar yeni-yeni nüvə reaksiyaları yaradır və onları artan silsilə ilə davam etdirir;
- böyük miqdarda enerji ayrılır.



Məsələn, uran-235 nüvəsinin eyni enerjili neytronlarla toqquşması nəticəsində yeni neytronların yaranması və külli miqdarda enerji ayrılması ilə müşayiət olunan müxtəlif nüvələr alınır – şəkildə göstərilən nüvə reaksiyalarından ixtiyari biri baş verə bilər (b).



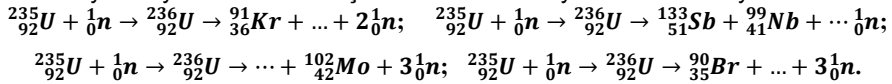
**Uran nüvəsinin bölünmə mexanizmi.** Bu mexanizmi nüvəni damlaya bənzətməklə Nils Bor izah etmişdir. Onun fikrincə, nüvə elektrik yüklü nuklonlar toplusundan ibarət maye damlasına bənzəyir. Bu damla neytronla toqquşduqda həyəcanlanır. Nuklonlar arasında mövcud olan cazibə xarakterli nüvə qüvvələri ilə itələmə xarakterli Kulon qüvvələri arasındakı balans pozulur. Nüvə deformasiya edərək uzunsov forma alır və onun uclarındakı nuklonlar bir-birindən aralanır. Nəticədə nuklonlar arasındakı Kulon qüvvələrinin təsiri nüvə qüvvələrinin təsirini üstələyir və nüvə iki qəlpəyə bölünür (bax: a). Uran nüvəsinin bölünməsi zamanı orta kütləli kimyəvi elementlərin nüvələri, məsələn, barium və kripton nüvələri yaranır. Nüvə reaksiyasında kütlənin azalması baş verdiyindən bu azalmaya ekvivalent böyük miqdarda enerji ayrılır.

Nüvənin bölünmə prosesi iki-üç (reaksiyadan asılı olaraq daha çox ola bilər) yeni nəsil neytronların buraxılması ilə nəticələnir. Bölünmədən alınan orta kütləli nüvələrdə neytron-proton sayı nisbəti ağır nüvədəki uyğun nisbətdən az olduğundan artıq qalan neytronlar kənara atılır.

## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 2

**Məsələ.** Uran-235 nüvəsinə neytronla bombardman etdikdə iki yeni nüvə yaranmış və müxtəlif sayda neytronlar buraxılmışdır. Bu nüvə reaksiyalarını tamamlayın:



### Nə öyrəndiniz

• Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

1. Ağır nüvələrin neytronlarla bombardman edilməsi zamanı ...
2. Neytron udan uran nüvəsinin iki yerə bölünməsinə səbəb ...
3. Uran nüvəsinin bölünməsi zamanı enerji ayrılmasının səbəbi ...

### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Uran nüvəsinə neytronla bombardman etmək əlverişlidir, yoxsa protonla? Nə üçün?
2. Nə üçün uran nüvəsinin bölünməsindən yeni nəsil neytronlar yaranır?
3. Uran nüvəsinin bölünməsi prosesində külli miqdarda enerjinin ayrılmasına səbəb nədir?

## 4.13 ZƏNCİRVARI NÜVƏ REAKSIYASI. ATOM BOMBASI

XX əsrin əvvəllərində ağır kimyəvi elementlərin nüvələrinin bölünməsi prosesinin tədqiqi yeni-yeni ixtiralara yol açdı. Təəssüf ki, ilk belə ixtiralarından biri insanlığa qarşı yönələn kütləvi qırğın silahı – atom bombası hazırlanması ilə nəticələndi. Yəqin ki, Yaponiyanın Xirosima və Naqasaki şəhərlərində törədilən atom faciəsi haqqında eşitmisiniz.



- Bu şəhərlərə atılan cəmi iki atom bombasının partlayışı nəticəsində ümumilikdə nə qədər insan məhv edilmişdir?
- İnsanları yandırır külə döndərən, binaları dağıdıb şəhəri məzarlığa çevirən belə “fövqəladə güc” 4t kütləyə malik atom bombasında nədən yaranmışdır?

### Araşdırma 1

**İlk 30 saniyə müddətində şəhər əhalisinin 30%-i həlak oldu!**

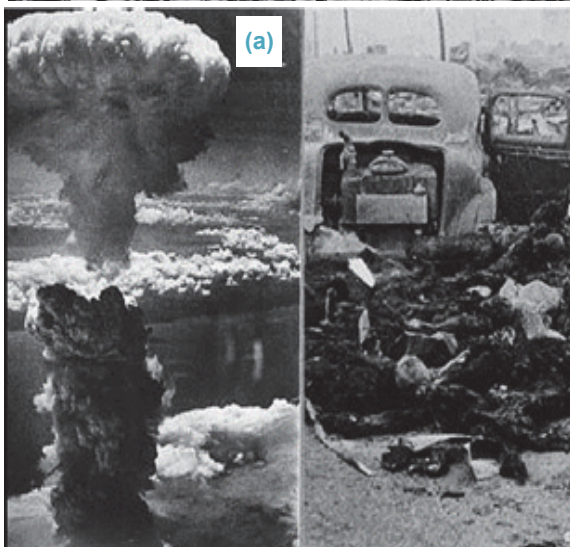
**Məsələ.** 1945-ci il avqustun 6-da ABŞ hərbiçiləri Yaponiyanın Xirosima şəhərinə atom bombası atdılar.

Bombanın partladığı episentrə yaxın sahədə ilk 30 saniyə müddətində şəhər əhalisinin 30%-i yanmış külə döndü (a).

Bir həftə keçdikdən sonra şəhər əhalisinin daha 28%-i radioaktiv şüalanmadan həlak oldu. Xirosima şəhərində atom bombasının partladığı gün 260 000 insan yaşayırdı. Partlayışın ilk 30 saniyəsindən və bir həftədən sonra həlak olanların sayını təyin edin.

**Nəticəni müzakirə edin:**

- Atom bombasının partlaması zamanı insanları dərhal yandıran belə böyük enerji haradan yaranır?
- Sonrakı həftə həlak olanlar hansı şüalanmanın öldürücü təsirinə məruz qaldılar?



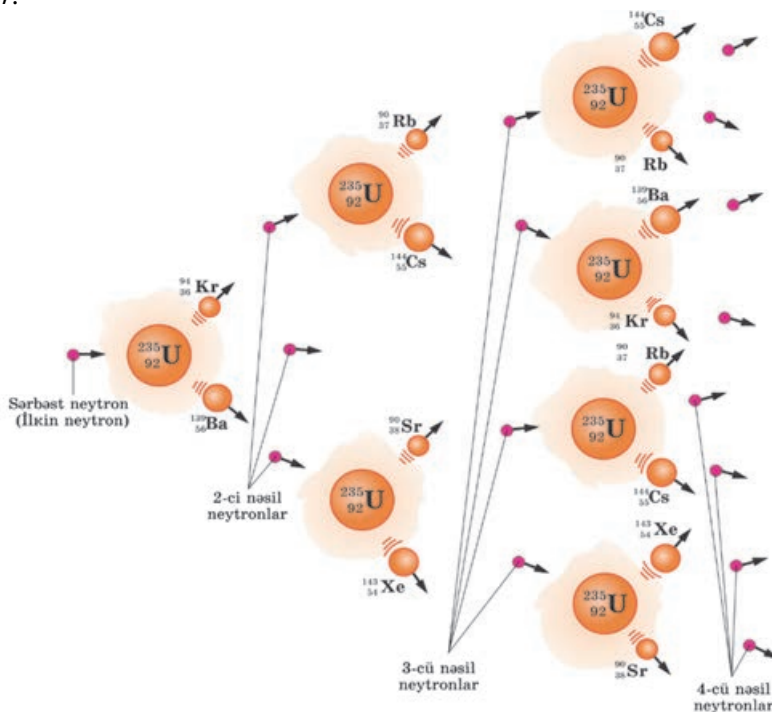
**Zəncirvari nüvə reaksiyası.** Uran nüvəsinin bölünmə reaksiyası zamanı yaranan yeni “nəsil” neytronların qarşısına başqa uran nüvələri çıxdıqda onların da bölünmə reaksiyaları baş verir. Bu reaksiyaların hər birindən növbəti “nəsil” neytronlar

yanır və beləliklə, ilkin neytronların təsiri altında uran nüvəsinin bölünməsinin uzun zənciri alınır (a).

• *Zəncirvari reaksiya – bölünən uran nüvələrinin sayının sel artımıdır.*

*Zəncirvari reaksiyada onu yaradan zərrəciklər həmin reaksiyanın məhsulu kimi yanır.*

(a)



**Zəncirvari nüvə reaksiyasının baş verməsinin zəruri şərtləri.** Zəncirvari nüvə reaksiyasının mövcud olması üçün iki zəruri şərt ödənilməlidir:

1. Zəncirvari reaksiyası zamanı *neytronların artma əmsalı* vahidə bərabər və ya ondan böyük olmalıdır.

• *Hər hansı nəsilə olan neytronlar sayının ondan əvvəlki nəsil neytronlar sayına nisbəti neytronların artma əmsalı (k) adlanır:*

$$k = \frac{N_{\text{sonrakı}}}{N_{\text{əvvəlki}}}$$

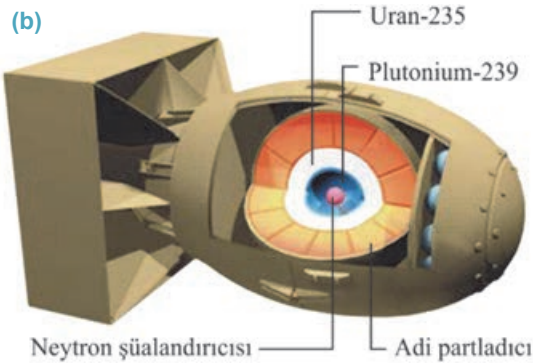
Deməli, *zəncirvari nüvə reaksiyasının gətməsi üçün neytronların artma əmsalı  $k \geq 1$  olmalıdır.* Əgər  $k > 1$  olarsa, bölünmə yaradan neytronların sayı getdikcə artar və idarəedilməyən – partlayışa səbəb olan zəncirvari nüvə reaksiyası baş verir. Əgər  $k < 1$  olarsa, bölünmə yaradan neytronların sayı getdikcə azalar və reaksiya sönər. Əgər  $k = 1$  olarsa, bölünmə yaradan neytronların sayı dəyişməz qalar və idarəolunan zəncirvari nüvə reaksiyası baş verir.

2. Uranın kütləsi müəyyən minimal miqdarda – *böhran kütləsinə* bərabər və ya ondan böyük olmalıdır. Böhran kütləsi neytronların uran nüvələri ilə toqquşma imkanını artırır, zəncirvari reaksiyanın baş verməsini təmin edir. Bu kütlədən kiçik olduqda neytronların uran nüvəsi ilə qarşılıqlı təsirə məruz qalma ehtimalı azalır. Onlar nüvədən kənar “uçub” keçir – zəncirvari reaksiya baş vermir.

• Zəncirvari nüvə reaksiyasının getməsi üçün tələb olunan ən kiçik uran kütləsi **böhran kütlə** adlanır.

Böhran kütlə kürə formalı uran  ${}^{235}_{92}\text{U}$  izotopunu üçün 48 kq, plutonium  ${}^{239}_{94}\text{Pu}$  izotopunu üçün 10 kq-dır.

**Atom bombası.** Atom bombasının partladılması zəncirvari nüvə reaksiyası sayəsində baş tutur. Bu məqsədlə hər birinin kütləsi böhran kütləsindən cüzi kiçik olan iki ağır nüvə maddəsindən istifadə edilir (**b**): birincisi, uran-235 izotopundan hazırlanan metal kapsul, ikincisi, bu kapsulun daxilində yerləşdirilən plutonium-239 maddəsi. Böhran kütlələri az olduğundan onların hər birində ayrı-ayrılıqda zəncirvari reaksiya getmir. Lakin bombanın daxilində yaradılan kiçik partlayış bu iki maddəni birləşdirir, sürətli idarəolunmaz zəncirvari reaksiya, nüvə partlayışı baş verir. Partlayış zamanı temperatur dərhal milyonlarla dərəcəyə yüksəlir, uran kapsulu və bütün maddələr bir anda buxara çevrilir. Qaynar plazma sürətlə genişlənərək qarşısına çıxan hər şeyi yandırır və dağıdır.



## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma

2

**Verilən məsələnin şərti və izahlı həlli ilə tanış olduqdan sonra onun həllini tamamlayın.**

**Məsələ.** Atom bombası partladıqda 48 kq uran-235 izotopunun zəncirvari reaksiyasından nə qədər enerji ayrılır?

**İzahlı həlli.** Kütləsi 1 kq uran-235 izotopunun zəncirvari reaksiyasından nə qədər enerji ayrıldığını hesablayaq.

Uran üçün xüsusi rabitə enerjisi  $\varepsilon_{\text{Uran}} = 7,6 \frac{\text{MeV}}{\text{nuklon}}$ , bölünən orta qrup nüvə qəlpələrinin xüsusi rabitə enerjisi  $\varepsilon_{\text{böl.nüv.}} = 8,5 \frac{\text{MeV}}{\text{nuklon}}$  təşkil edir (bax: 4.10 mövzusu). Bu enerjilər arasındakı fərq:

$$\varepsilon = (8,5 - 7,6) \frac{\text{MeV}}{\text{nuklon}} = 0,9 \frac{\text{MeV}}{\text{nuklon}}$$

Hər bölünmə prosesində 236 nuklon iştirak etdiyindən bir uran  ${}^{236}_{92}\text{U}$  nüvəsinin bölünməsindən ayrılan enerjinin miqdarı:  $\varepsilon = 0,9 \text{MeV} \cdot 236 \approx 200 \text{MeV}$ .

Beləliklə, kütləsi 1 kq olan uran-235 izotopu  $N = \frac{6,02 \cdot 10^{26}}{235} = 2,6 \cdot 10^{24}$  sayda

nüvədən ibarət olduğundan bu nüvələrin bölünməsindən ayrılan ümumi enerjinin miqdarı:

$$\varepsilon = 200 \cdot 2,6 \cdot 10^{24} \text{MeV} = 5,2 \cdot 10^{26} \text{MeV} = 8,3 \cdot 10^{13} \text{C}.$$

**Təyin edin:** 48 kq uran-235 izotopunun zəncirvari reaksiyasından nə qədər enerji ayrılır?

## Nə öyrəndiniz



### • Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

1. Zəncirvari nüvə reaksiyası ...
2. Neytronların artma əmsali – ...
3. Böhran kütlə – ...
4. Atom bombası ...

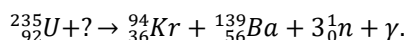
## Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Hansı reaksiya zəncirvari nüvə reaksiyası adlanır?
2. Zəncirvari nüvə reaksiyasının baş verməsi üçün zəruri şərtlər hansılardır?
3. Atom bombasında hansı nüvə reaksiyası tətbiq edilir?
4. Atom bombası ilk dəfə harada tətbiq olunmuş və nə ilə nəticələnmişdir?

## Çalışma

4.6

1. Hansı qüvvələrin hesabına uran nüvəsinin bölünməsindən alınan nüvə qəlpələri böyük sürətlə bir-birindən uzaqlaşır?
2. Zərrəklə toqquşması nəticəsində uran nüvəsi iki qəlpəyə bölündü, bu zaman 3 yeni neytron və  $\gamma$ -şüalanma baş verdi. Uran nüvəsi hansı zərrəklə toqquşmuşdur?



### 3. Hansı müddə doğrudur?

- 1 – Uran nüvəsinin bölünməsi zamanı iki yeni nüvə qəlpəsi yaranır.
  - 2 – Uran nüvəsinin bölünməsi zamanı külli miqdarda enerji ayrılır.
  - 3 – Uran nüvəsinin bölünməsi zamanı yeni nəsil neytronlar yaranır.
  - 4 – Uran nüvəsi protonların qarşılıqlı təsirindən asanlıqla bölünür.
  - 5 – Uran nüvəsi neytronların qarşılıqlı təsirindən asanlıqla bölünür.
- A) 1, 2, 3 və 4  
B) 1, 2, 3 və 5  
C) 1, 3, 5  
D) 1, 2, 3, 4 və 5  
E) 1, 2, 5

### 4. Hansı reaksiya nüvənin zəncirvari bölünmə reaksiyası kimi istifadə oluna bilər? Nə üçün?

- 1 –  ${}^{227}_{90}\text{Th} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{129}_{49}\text{In} + {}^{99}_{41}\text{Nb}$ .
- 2 –  ${}^{239}_{94}\text{Pu} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{94}_{36}\text{Kr} + {}^{141}_{58}\text{Ce} + 5{}^1_0\text{n}$
- 3 –  ${}^{248}_{96}\text{Cm} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{112}_{45}\text{Rh} + {}^{130}_{51}\text{Sb} + 7{}^1_0\text{n}$

### 5. Atom bombası partladıqda 10 kq plutonium -239 izotopunun zəncirvari reaksiyasından nə qədər enerji ayrılır?

## 4.14 RADIOAKTİV ŞÜALANMANIN TƏSİRİ. ŞÜALANMANIN UDULMA DOZASI

6 avqust 2007-ci ildə "Xirosima şəhidləri" memorialının qranit siyirməsində nüvə partlayışından sonra 260 000 nəfər şəhər əhalisindən sağ qalan cəmi 5221 nəfərin siyahısı yerləşdirilir. Bu o deməkdir ki, nüvə partlayışından sonra sağ qalan daha 100 000 nəfər insan aldıkları radioaktiv şüalanmanın təsirindən keçən 62 il ərzində tədricən həlak olmuşdur.

- Radioaktiv şüalanmanın tərkibi nədir?
- Sinfinizdə, yaşadığınız evdə, dənizkənarı bulvarda, yediyimiz meyvə-tərəvəzdə radioaktiv şüalanma varmı?
- Bütün radioaktiv şüalar insan üçün təhlükəlidirmi?

**Radioaktiv şüalanma və onun tərkibi.** Radioaktiv şüalanmanın təsiri müəyyən şəraitdə bütün canlı orqanizmlər üçün təhlükəli ola bilər. Bu təsirin xarakteri şüalanmanın növündən və intensivliyindən asılıdır. Hətta nisbətən zəif şüalanma canlı toxumaların normal fəaliyyətini poza bilər. Belə ki, nüvə şüalanmasının təsiri ilə orqanizmin toxumalarında atomlardan elektronlar qoparaq onların ionlaşması baş verir – toxuma həmin hissədən zədələnir. Nəticədə, canlı orqanizmin əsəb sisteminin fəaliyyəti, maddələr mübadiləsi, hüceyrələrin bölünmə prosesi, nəsil davamətdirmə qabiliyyəti pozulur. Orqanizm ölümlə nəticələnən ağ qan (eritrositlərin sürətlə azalması), xərçəng və şüalanma xəstəliyinə tutulur.

Radioaktiv şüalanma mürəkkəb tərkibə malikdir. O,  $\alpha$  və  $\beta$ -zərrəcikləri,  $\gamma$  və rentgen şüalanması, proton, neytron, ağır elementlərin ionlarından ibarət ola bilər.

$\alpha$ -zərrəciklər adi kağız vərəqdən və insan dərisindən keçə bilmir. Lakin onun açıq yarıdan, qıdadan və nəfəs yolları ilə havadan orqanizmə düşməsi insan üçün çox təhlükəlidir.

$\beta$ -zərrəciklər böyük nüfuzetmə qabiliyyətinə malikdir: onlar insan dərisindən keçib içərilərə doğru bir neçə santimetr nüfuz edə və toxumaları ciddi zədələyə bilər.

Ən dərin nüfuzetmə qabiliyyətinə isə  $\gamma$  və rentgen şüalanması, habelə neytronlar malikdir. Onların qarşısını çox qalındıvarlı beton və ya qurğuşun örtük ala bilər. Ona görə də şüalanmanın bu tərkibi bütün canlılar üçün ən böyük təhlükədir.

Şüalanmadan qorunmağın ən sadə yolu şüalanma mənbəyindən mümkün qədər uzaqda olmaqdır, çünki şüalanmanın intensivliyi mənbədən olan məsafənin kvadratından tərs mütənasib asılıdır.

**Şüalanmanın udulma dozası.** Şüalanmanın canlı orqanizmlərə təsiri *şüalanmanın udulma dozası* adlanan fiziki kəmiyyətlə xarakterizə olunur.

• **Şüalanmanın udulma dozası** – cismnin udduğu şüalanma enerjisinin onun kütləsinə nisbəti ilə ölçülən fiziki kəmiyyətdir:

$$D = \frac{E}{m}$$

Burada D – şüalanmanın udulma dozası, E – udulan şüalanmanın enerjisi, m – şüalanma cisminin kütləsidir.



Şüalanmanın udulma dozasının BS-də vahidi *qreydir* ( $Qr$ ).

$$[D] = \frac{[E]}{[m]} = 1 \frac{C}{kq} = 1Qr.$$

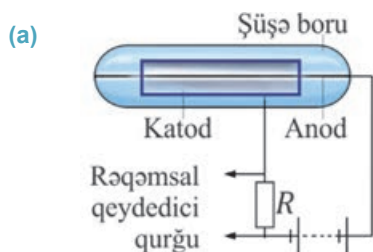
• 1  $Qr$  şüalanmanın elə udulma dozasıdır ki, şüalanmaya məruz qalan cismin hər 1  $kq$  kütləsi ionlaşdırıcı şüalanmadan 1C enerji udsun.

Mənbəyin şüalanma dozası isə *rentgenlə* ( $R$ ) ifadə olunur:

$$1R \approx 0,01 Qr.$$

Günəş radiasiyası, kosmik şüalar, Yer qabığının və ətraf mühitin radiasiyası şüalanmanın udulma dozasının təbii fonunu təşkil edir. O, ildə hər bir insan üçün 0,002  $Qr$ -dir. İnsanın çox qısa müddətdə aldığı 3–10  $Qr$  şüalanma dozası onun üçün ölümcül hesab olunur.

**Dozimetr.** Radioaktiv şüalanma haqqında məlumat almaq üçün onun tərkibindəki zərrəcikləri və ya  $\gamma$ -şüalanmanı qeyd edən sayğacdən – *detektordan* istifadə olunur. Praktikada ən çox *Heyger sayğacından* – zərrəcikləri avtomatik sayan dozimetrdən istifadə olunur. Sayğac şüşə borudan ibarətdir. Borunun daxili divarı metal folqa ilə – katodla örtülmüşdür. Borunun oxu boyunca nazik naqıl – anod keçirilmişdir (a).



Anod və katod arasında yüksək gərginlik yaradılır. Boru kiçik təzyiqə malik neon və ya arqon qazı ilə doldurulur. Radioaktiv şüalanmanın tərkibində olan yüklü zərrəciklər balona daxil olduqda oradakı qazı ionlaşdırır: elektronlar anoda, müsbət ionlar isə katoda doğru istiqamətlənir. Sayğacdən keçən cərəyan şiddəti kəskin artır və rəqəmsal qurğu tərəfindən qeyd edilir (bax: a).

## Yaradıcı tətbiqetmə

### Araşdırma 2

**Məsələ.** Nüvə tədqiqatları laboratoriyasında işləyən alimin 1 saatda udduğu şüalanma dozasının orta qiyməti 14  $mQr$ -dir. Alim gündə 6 saat işləyirsə, ilboyu 260 iş günündə aldığı şüalanma onun üçün nə dərəcədə təhlükəlidir? İnsan üçün şüalanma dozasının maksimal həddi ildə 50  $mQr$ -dir.



## Nə öyrəndiniz ?

## • Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

1. Radioaktiv şüalanmanın tərkibi ...
2. Şüalanmanın udulma dozası – ...
3. Şüalanmanın udulma dozasının təbii fonu – ...
4. Dozimetr ...

## Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Radioaktiv şüalanma nə üçün insan və digər canlı orqanizmlər üçün təhlükəlidir?
2. Hansı şüalanmadan qorunmaq çox çətinidir? Nə üçün?
3. Radioaktiv şüalanmadan necə qorunmaq olar?
4. Şüalanmanın udulma dozası nə deməkdir və insan üçün hansı doza ölümcüldür?
5. Şüalanmanın udulma dozasının miqdarını necə təyin etmək olar?

## 4.15 NÜVƏ REAKTORU

Öyrəndiniz ki, zəncirvari reaksiyada neytron udan uran nüvəsindən 2–3 yeni nəsəl neytron atılır, kənara iki yeni nüvə qəlpəsi sıçrayır və 200 MeV enerji ayrılır. Yeni nəsəl neytronlar isə qarşılıqlarına çıxan başqa uran nüvələri tərəfindən udulur: yeni nəsəl neytronlar, nüvə qəlpələri və enerji ayrılması prosesləri sel artımı şəklində alır.

- Zəncirvari nüvə reaksiyası tənzimlənmədikdə nə baş verir?
- Zəncirvari nüvə reaksiyasını tənzimləyib onun enerjisini insanlara faydalı ola bilən istiqamətlərə yönəltmək mümkündürmü? Bunu necə etmək olar?

## Araşdırma

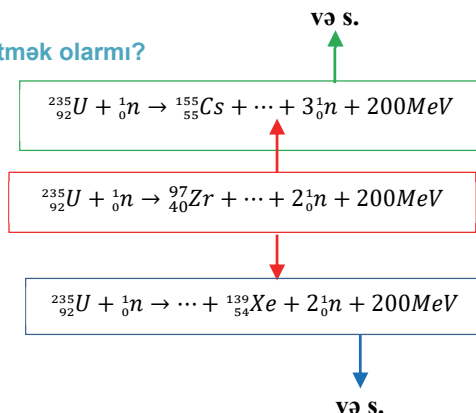
1

## Nüvə enerjisini dinc məqsədlərə yönəltmək olarmı?

**Məsələ.** Verilən natamam zəncirvari nüvə reaksiyasını iş vərəqinə köçürün. Elementlərin dövrü sistemi cədvəlindən istifadə etməklə nöqtələrin yerinə reaksiyalarda yaranan uyğun nüvə qəlpələrinin simvollarını yazın.

**Nəticəni müzakirə edin:**

- Bu zəncirvari nüvə reaksiyasını necə tənzimləmək olar?
- Zəncirvari nüvə reaksiyası zamanı ayrılan enerjini digər enerjilərə çevirmək olarmı? Fərziyyələrinizi söyləyin.



Nüvə enerjisindən dinc məqsədlərlə istifadənin başlıca problemi idarəolunan zəncirvari nüvə reaksiyasının alınmasına – nüvə enerjisinin çox qısa müddətdə

partlayış şəklində deyil, əksinə, uzun müddət kiçik dozalarla alınmasına nail olmaqdır.

Bunun üçün elə etmək lazımdır ki, vahid zamanda bölünən nüvələrin sayı eyni olsun. Həmin prosesi həyata keçirmək məqsədilə tətbiq olunan qurğu *nüvə reaktoru* adlanır.

• *İdarəolunan zəncirvari nüvə reaksiyası əldə etməyə və onu istənilən qədər saxlamağa imkan verən qurğu nüvə reaktoru* adlanır.

Nüvə reaktorunun əsas elementləri bunlardır:

1) *nüvə yanacağı* ( $^{235}_{92}\text{U}$ ;  $^{238}_{92}\text{U}$ ;  $^{239}_{94}\text{Pu}$  və s.) – o, xüsusi ampulalara doldurularaq reaktorun aktiv həcmində yerləşdirilir;

2) *neytron yavaşdırıcı* (ağır və ya adi su, qrafit və s.) – o, sürətli neytronları yavaşdıraraq onların nüvə yanacağı ilə qarşılıqlı təsirini təmin edir;

3) *istilik ötürücüsü* (soyuq su və ya maye natrium) – nüvə reaksiyasından ayrılan istiliyi buxar generatoruna ötürür;

4) *tənzimləyici qurğu* (tərkibində kadmium və ya bor olan çubuqlar) – reaksiya prosesində neytronların artma əmsalını idarə edir: çubuqlar tamamilə aktiv həcmə daxil edildikdə neytronların artma əmsalı  $k < 1$  olur. Əgər çubuqlar aktiv həcmdən çıxarılsa,  $k > 1$  olur (bax: mövzu 4.13). Radiasiyanın ( $\gamma$ -şüalanma, neytronlar seli və s.) qarşısını almaq üçün reaktor xaricdən *hermetik qoruyucu örtüklə* əhatə olunur (a).

(a)

Nüvə reaktorunun əsas elementləri



İlk nüvə reaktoru 1942-ci ildə ABŞ-da *Enriko Ferminin* rəhbərliyi altında hazırlanmışdır. Avropada ilk reaktoru keçmiş SSRİ-də 1946-cı ildə *İqor Kurçatovun* rəhbərlik etdiyi alimlər qrupu işə salmışdır. Bu qrupun üzvlərindən biri azərbaycanlı görkəmli radiokimyəçi alim *Abbas Abbasəli oğlu Çayxorski* olmuşdur.



Abbas Abbasəli oğlu Çayxorski  
(1917–2008)  
Keçmiş SSRİ EA-nın həqiqi üzvü

• Keçmiş Sovet İttifaqında adı gizli saxlanmış, uzun illər (1961–1989) nüvə reaktorlarının təhlükəsizliyi üzrə SSRİ Dövlət Komitəsinin sədri olmuşdur. Kimyəvi elementlərin yeni dövrü sistemini yaratmışdır.

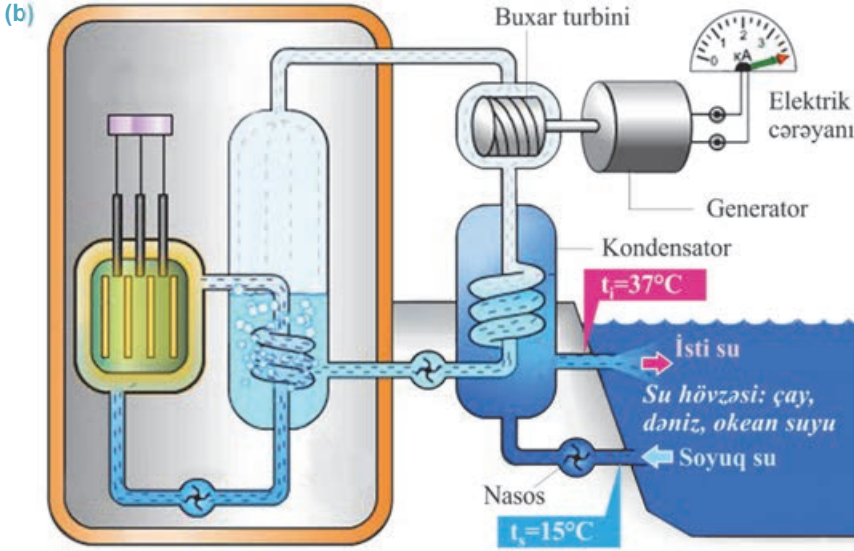
## Yaradıcı tətbiqetmə

## Araşdırma 2

## Atom-elektrik stansiyasının işi nəyə əsaslanır?

**Təchizat:** atom-elektrik stansiyasının (AES) prinsiplial sxemi.

**İşin gedişi:** AES-in prinsiplial sxemini diqqətlə nəzərdən keçirin (b) və onun iş prinsipini araşdırın.



## Nəticəni müzakirə edin:

- AES-də ardıcıl olaraq hansı enerji çevrilmələri baş verir?
- AES-in partlamaması üçün hansı şərt ödənilməlidir?
- AES-də elektrik enerjisinin alınma texnologiyasını izah edin.
- Nüvə reaktoru daha haralarda tətbiq olunur?

## Nə öyrəndiniz ?

## • Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

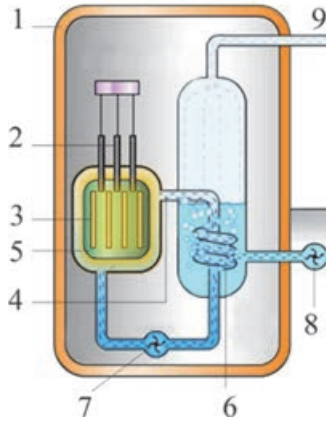
1. Nüvə reaktoru – ...
2. Nüvə yanacağı – ...
3. Tənzimləyici çubuqlar – ...
4. İstilik ötürücüsü – ...
5. Neytron yavaşdırıcısı – ...

## Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Nüvə reaktoru nədir və ondan hansı məqsədlərlə istifadə olunur?
2. Nüvə reaktorunda neytronların artma əmsalı necə tənzimlənir?
3. Nüvə reaktorunda enerji ayrılması nəyin hesabına baş verir?
4. AES-in istilik elektrik stansiyaları ilə nə kimi oxşar və fərqli cəhətləri var?

**Çalışma****4.7**

1. İnsanın xəstələnmiş daxili orqanlarının şüalandırılması nəticəsində hər 1 q canlı toxuma  $10^8$  ədəd  $\alpha$ -zərrəcik udur. Bir  $\alpha$ -zərrəcik  $8,3 \cdot 10^{-13} C$  enerjiyə malikdirsə, hər 1q canlı toxumanın şüalanma dozası nə qədərdir?
2.  $\gamma$ -şüalanma mənbəyinin 1 saniyədə şüalanma dozası  $98,5 \cdot 10^{-4} Qr$ -dir. Radiasiya mənbəyi yaxınlığında duran adamın 1 saatda aldığı şüalanma dozasını təyin edin. Bu doza onun üçün nə dərəcədə təhlükəlidir?
3. Şəkildə nüvə reaktorunun sxemi təsvir edilmişdir. Uyğun rəqəmlərlə onun hansı hissələri göstərmişdir?



4. Nüvə reaktorunda qrafit və su yavaşdırıcı kimi istifadə olunur ki, bunların məqsədi....  
A) ... radioaktiv nüvə bölünməsi reaksiyasının həyata keçirilmə ehtimalını azaltmaq üçün sürətli neytronları yavaşıtmaq;  
B) ... radioaktiv nüvə bölünməsi reaksiyasının həyata keçirilmə ehtimalını artırmaq üçün sürətli neytronları yavaşıtmaq;  
C) ... partlayışın baş verməməsi üçün radioaktiv nüvə bölünməsi reaksiyasını yavaşıtmaq  
D) ... reaktoru asan idarə etmək üçün radioaktiv nüvə bölünməsi reaksiyasını yavaşıtmaq;  
E) ... bölünmədən alınan qəlpələrin kinetik enerjisindən istifadə etmək üçün bu qəlpələri yavaşıtmaq.
5. AES-də elektrik enerjisi hansı enerji çevrilmələri ardıcılığından alınır? Enerjilərin çevrilmə ardıcılığını sıralayın.

## 4.16 ALTERNATİV ENERJİ MƏNBƏLƏRİ (TƏQDİMAT DƏRS)

*Alternativ enerji mənbələrinə dair kompüter təqdimatı hazırlayın. Təqdimat hazırlayarkən verilən materialdan və plandan istifadə edə bilərsiniz.*

### TÜKƏNƏN VƏ TÜKƏNMƏYƏN ENERJİ MƏNBƏLƏRİ

Bəşəriyyət mövcud olandan indiyə kimi insanlar enerji ehtiyaclarını ödəmək üçün müxtəlif mənbələrdən istifadə ediblər. Enerji mənbələri iki növ olur: tükənən və tükənməyən.

#### TÜKƏNƏN ENERJİ MƏNBƏLƏRİ

• **Qaz** – ucuz yanacaq növüdür. Yanar qazların sənaye və məişətdə istehlakına hələ ötən yüzilliklərdə başlanılmışdır. İnsanlar erkən sivilizasiya çağlarından Yer in təkindən qazın çıxmasının şahidi olmuşlar. Eramızdan bir neçə yüz il öncə Abşeron yarımadasında, Xəzər dənizinin şimal-qərb sahillərində təsadüf olunan “əbədi atəşlər”, “yanar sular” dənizə şölə saçmış, üzən gəmilərin təbii mayasına çevrilmişdir.



• **Daş kömür** – təbii yanacaq növüdür, qara, boz və parlaqdır. Ondan yaşayış, iş və təhsil yerlərinin qızdırılmasında, istilik elektrik stansiyalarında geniş istifadə olunur.



• **Neft** – Yer kürəsində ən mühüm təbii enerji ehtiyatlarından sayılır. O, istilik elektrik stansiyaları və nəqliyyat vasitələri üçün əvəzolunmaz xammaldır. Azərbaycan neftinin tarixi kökləri çox qədim dövrlərə gedir. Ərəb səyyahları VIII əsrdə Bakının neftli torpağı, Abşeronun “ağ” və “qara” nefti haqqında məlumat vermişlər. İtalyan səyyahı Marko Polo (XIII–XIV əsrlər) Bakı neftinin İrana, Orta Asiyaya, Türkiyəyə və Hindistana aparılması və neftin gətirdiyi illik gəlir haqqında məlumat vermişdir.



• **Nüvə yanacağı** – AES-də əsas yanacaq kimi istifadə edilən uran yataqlarının zəngin olması istehsal olunan enerjinin ucuz başa gəlməsini təmin edir. Dünyada ən böyük uran istehsalçıları Qazaxıstan, Avstraliya və Kanadadır.



#### TÜKƏNMƏYƏN ENERJİ MƏNBƏLƏRİ

• **Günəş enerjisi** – Yer səthinə düşən Günəş enerjisinin miqdarı Yerdə olan neft, qaz, kömür və digər yanacaqlardan dəfələrlə çoxdur. Günəş enerjisindən istifadənin ən səmərəli texnologiyası günəş batareyalarıdır. Ölkəmizdə günəşli saatların miqdarı il ərzində 2400–3200 saat, 1 kvadratmetr Yer səthinə düşən Günəş enerjisinin miqdarı 1500–2000 kVt-saatdır.

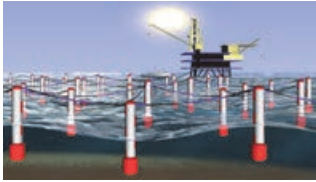




• **Külək enerjisi** – ekoloji cəhətdən təmiz, həm də tükənməyən enerjidir. 2009-cu ildə Xızı rayonunun Şurabad kəndi yaxınlığında 2 külək enerjisi qurğusu (KEQ) quraşdırılıb. Qurğular vasitəsilə bir il ərzində 7 milyon kVt-saat elektrik enerjisi istehsal olunmuşdur. Bu elektrik enerjisi Xızı rayonunun tələbatını 50 faiz ödəməklə yanaşı, istehlakçıları “yaşıl enerji” ilə təmin edir.



• **Suyun enerjisi** – enerji istehsalına görə ikinci yerdə SES-lər gəlir. Burada enerji tükənən, lakin bərpa olunan su axını əsasında istehsal edilir. Azərbaycanda təkcə Kür çayının üzərində üç böyük SES tikilmişdir.



• **Okean və dəniz enerjisi** – bu enerji okean və dəniz sularının qabarma və çəkilmələrindən, dalğalar və axınlardan alınır. O, böyük miqdarda enerjini kiçik bir sahədən əldə etməyə imkan verən tükənməz və ən ucuz başa gələn enerji növüdür.

#### Təqdimatın hazırlanma planı

<b>1-ci slayd</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Təqdimatın adı</li> <li>• Hazırlayan (sinif, şagirdin adı, soyadı)</li> </ul>
<b>2-ci slayd</b>	• “Alternativ enerji” dedikdə, nə başa düşülür?
<b>3-cü slayd</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tükənən enerji mənbələri: nümunələr göstərin</li> <li>• Tükənən enerji mənbələrindən istifadə texnologiyaları</li> </ul>
<b>4-cü slayd</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tükənməyən enerji mənbələri: nümunələr göstərin</li> <li>• Tükənməyən enerji mənbələrindən istifadə texnologiyaları</li> </ul>
<b>5-ci slayd</b>	• Azərbaycanda tükənməyən alternativ enerji mənbələri, onlardan istifadə imkanları və perspektivləri
<b>6-cı slayd</b>	• Azərbaycanda tükənən alternativ enerji mənbələri, onlardan istifadə imkanları və perspektivləri

## 4.17 İSTİLİK NÜVƏ REAKSİYALARI

Kimyəvi elementlərin xüsusi rabitə enerjisinin kütlə ədədindən asılılıq qrafikini (bax: **mövzu 4.10**) araşdırdıqda məlum olur ki, nüvə enerjisini təkcə ağır nüvələrin bölünməsindən deyil, yüngül nüvələrin birləşməsindən – sintezindən də almaq mümkündür.



- Nə üçün nüvə reaksiyalarında külli miqdarda enerji ayrılır?

### Araşdırma 1

“Yüngül” nüvələrin sintezindən ayrılan enerjini hesablayın.

**Məsələ.** Deyterium ( ${}^2_1H$ ) və tritium ( ${}^3_1H$ ) nüvələrinin sintezindən helium nüvəsi yaranmış və bir neytron buraxılmışdır. Nüvələrin sintezi reaksiyasını yazın və bu reaksiyadan ayrılan enerjinin hər nuklona düşən miqdarını – xüsusi rabitə enerjisini hesablayın (zərrəciklərin a.k.v.-ni 4.3 cədvəlindən götürün).

**Nəticəni müzakirə edin:**

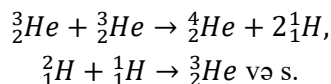
- Hansı reaksiya nəticəsində ayrılan enerjinin hər nuklona düşən miqdarı daha böyükdür: uran nüvəsinin bölünməsi, yoxsa iki yüngül nüvənin birləşməsi reaksiyasından?

**Sintez nüvə reaksiyası.** İki nüvənin birləşməsi (sintezi) üçün onlar eyni yüklü protonlar arasındakı Kulon itələmə qüvvələrini dəf edib nüvə qüvvələrinin təsir məsafəsinə qədər ( $10^{-15} m$ ) yaxınlaşmalıdır. Bunun üçün nüvələr çox böyük kinetik enerjiyə malik olmalıdır. Nüvələrin həmin enerjini alması üçün sintez reaksiyası çox yüksək temperaturda ( $\approx 10^8 - 10^9 K$ ) aparılmalıdır, çünki temperaturun kəskin artması nüvələrin sürət və kinetik enerjisinin də kəskin artmasına səbəb olur.

• Çox yüksək temperaturlarda gedən yüngül nüvələrin birləşmə (sintez) reaksiyası istilik nüvə reaksiyası adlanır.

Apaşdığınız araşdırmada təyin etdiniz ki, istilik nüvə reaksiyası nəticəsində külli miqdarda enerji ayrılması baş verir. Ayrılan bu enerjinin hər nuklona düşən miqdarı zəncirvari nüvə reaksiyası zamanı ayrılan enerjiden 3,5 dəfə çoxdur. Ona görə də istilik nüvə reaksiyası bəşəriyyət üçün tükənməz enerji mənbəyi ola bilər. Əsas problem bu reaksiyanın getməsi üçün milyard dərəcəyə qədər qızdırılan plazmanı saxlaya bilən qurğunun hazırlanmasıdır – *idarəolunan istilik nüvə reaktorunu hazırlamaqdır*. Problem Yer şəraitində texniki baxımdan hələ də həllini tapmayıbdır. Lakin belə şərait Günəş və digər ulduzlarda mövcuddur – onların mərkəzində temperatur  $\approx 13$  milyon dərəcədir. Belə temperaturda atomlar tamamilə ionlaşmışdır və maddə plazma halındadır – yalnız nüvələrdən ibarətdir. Nüvələr yüksək kinetik enerjiyə malik olduqlarından digər nüvələrlə fasiləsiz toqquşmalara məruz qalır. Nəticədə Günəş və digər ulduzlarda öz-özünə fasiləsiz olaraq sintez reaksiyaları və külli miqdarda enerji ayrılması baş verir.

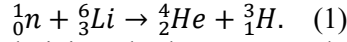
Araşdırmalardan müəyyən edilmişdir ki, Günəş və digər ulduzların daxilində əsas etibarilə aşağıdakı sintez nüvə reaksiyaları gedir:



- Günəş və digər ulduzlar – öz-özünə idarə edilən təbii istilik nüvə “reaktorları”dır.



**Hidrogen bombası.** *İdarəedilməyən istilik nüvə reaksiyası hidrogen bombasının partladılması ilə əldə edilmişdir.* Bombanın partlayıcı başlığını deuterium-litium qarışığından ibarət **LiD** adlanan maddə təşkil edir. Alışdırıcı (detonator) kimi atom bombasından istifadə olunur. Əvvəlcə hidrogen bombasının daxilində atom bombası partladılır. Nəticədə temperatur kəskin artır və güclü neytron seli yaranır. Neytronların litium izotopu ilə birləşmə reaksiyası baş verir. Sintez nüvə reaksiyasından helium və tritium nüvələri yaranır:



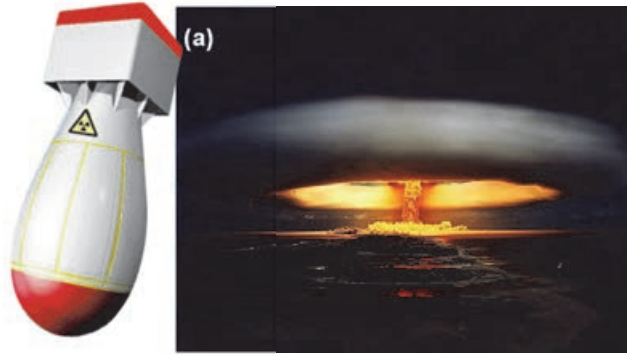
Deuterium və litium nüvələrinin yüksək temperaturda neytronla birləşməsindən idarəedilməyən istilik nüvə reaksiyası baş verir – külli miqdarda enerji ayrılır və hidrogen bombası partlayır (a).

### Yaradıcı tətbiqetmə

#### Araşdırma 2

##### Hidrogen bombasının partlayışından nə qədər enerji ayrılır?

**Məsələ.** Hidrogen bombasının partlaması nəticəsində (1) reaksiyasından ayrılan enerjinin hər nuklona düşən miqdarını hesablayın (element və zərəciklərin a.k.v.-ni cədvəl 4.3-dən götürün).



##### Nəticəni müzakirə edin:

– Hansı bombanın partlaması nəticəsində ayrılan enerjinin hər nuklona düşən miqdarı daha böyükdür: atom, yoxsa hidrogen bombasının?

#### Nə öyrəndiniz



• Cümlələri iş vərəqinə köçürün və onları tamamlayın.

1. İstilik nüvə reaksiyası – ...
2. Günəş və digər ulduzlar – ...
3. Hidrogen bombası – ...

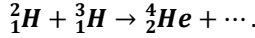
#### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Hansı reaksiyalar istilik nüvə reaksiyasına aid edilir?
2. İstilik nüvə reaksiyasının Yer şəraitində aparılmasının hansı çətinlikləri var?
3. Günəş və digər ulduzların enerji mənbəyini nə təşkil edir?
4. Hidrogen bombası və atom bombası: bunların oxşar və fərqli xüsusiyyətləri nədir?

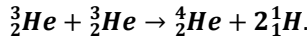
## Çalışma

## 4.8

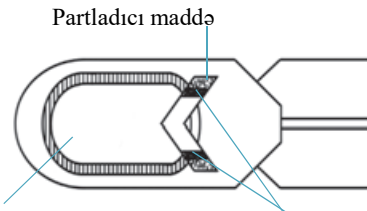
1. Verilən istilik nüvə reaksiyasından hansı zərrəcik yaranır? Sintez reaksiyası zamanı nə qədər enerji ayrılır?



2. İstilik nüvə və zəncirvari nüvə reaksiyaları bir-birindən nə ilə fərqlənir? Bu reaksiyalar harada baş verir?
3. Verilən istilik nüvə reaksiyasından ayrılan enerjinin hər nuklona düşən miqdarını hesablayın.



4. Şəkilə hidrogen bombasının sadələşdirilmiş sxemi təsvir edilmişdir. Bu sxemə əsasən bombanın işəsalınma mexanizmini izah edin.



Hidrogen yanacağı:  
deyterium və tritium (D+T)

Partladıcı maddə  
Kütləri böhran kütləsindən kiçik  
olan Uran-235 qəlpələri

## 4.18

## NÜVƏ SILAHI BEYNƏLXALQ SÜLHÜN QARANTIDIRMI? (DEBAT DƏRSİ)

Nüvə silahı çox böyük dağıdıcı gücə malikdir. Onun partlayışı böyük sosial, iqtisadi və ekoloji xarakterli fəlakətlərlə nəticələnir. XXI əsrdə bir çox ölkələr düşmən hücumlarından qorunmağın ən etibarlı yolunu nüvə silahına malik olmaqda görür.



- Bütün ölkələrin, o cümlədən Azərbaycanın nüvə silahına malik olmaq hüququ varmı?
- Nüvə silahına yiyələnmək və onun tətbiqindən daşınmaq prinsipinə əməl etməyə ehtiyac varmı?
- Nüvə silahına malik olmaq ölkələrarası sülhün kompromis yollarının axtarılmasına zəmin yaradır mı?
- Nüvə silahına malik olan ölkə beynəlxalq sazişlərə təsir edə bilirmi?

## Debat

- Problem suallar ətrafında müzakirə aparın və dərslikdə verilən dəlillərə əlavələr edin.

1. Bütün ölkələrin, o cümlədən Azərbaycanın nüvə silahına malik olmaq hüququ var.



## • Lehinə

Nüvə silahı – öz ərazisini düşmən hücumundan qoruyan ən effektiv müdafiə vasitəsidir. İxtiyari ölkə, o cümlədən Azərbaycan da öz torpaqlarını düşmən hücumundan qorumaq hüququna malikdir. Bəzən adi silahlarla bunu etmək çətin olur.



• **Əleyhinə**

Əlbəttə, hər bir ölkənin, o cümlədən Azərbaycanın da nüvə silahına malik olmaq hüququ var. Lakin bu o demək deyil ki, Azərbaycan mütləq bu hüququndan istifadə etməlidir. Nüvə silahının hər hansı ölkəyə tətbiqi, əlbəttə, həmin ölkənin də bu silahı Azərbaycana tətbiqi deməkdir. Onun nəticələrinin kiçik ölkə üçün hansı fəlakətlər törədəcəyini təsəvvür etmək çətin deyildir.

## 2. Nüvə silahına həm yiyələnməkdən, həm də onun tətbiqindən daşınmaq prinsipinə əməl etməyə ehtiyac var.



• **Lehinə**

Nüvə silahına yiyələnmək və onun tətbiqindən daşınmaq prinsipi – düşməni ona qarşı nüvə silahı tətbiq etməkdən çəkindirmək deməkdir. Nüvə silahına nə qədər az ölkə malik olarsa, ondan istifadə riski bir o qədər azalacaqdır.



• **Əleyhinə**

Bu prinsipin ciddi çatışmazlıqları vardır:

- 1) rəşional deyil, çünki bir ölkənin digərinə nüvə silahı tətbiq etməsi bütün Yer kürəsində fəlakət törədəcək;
- 2) nüvə silahı əldə etmək istəyən ölkələrin sayı durmadan artacaq;
- 3) nüvə silahı həndəsi silsilə ilə yayılacaq.

## 3. Nüvə silahına malik olmaq ölkələrarası sülhün kompromis yollarının axtarılmasına zəmin yaradır.



• **Lehinə**

Nüvə silahına malik olan ölkələrin bir-biri ilə müharibə konfliktlərinə girməsi ağır itkilər baxımından sərfəli deyil. Odur ki nüvə silahı beynəlxalq sabitliyi saxlamaq vasitəsidir.



• **Əleyhinə**

Birdən nüvə silahına malik olan ölkənin prezidenti əsəbi adam oldu, bəs onda necə? Belə olan halda qarant varmı ki, o, sülh kompromisi axtaracaq, yoxsa nüvə silahı tətbiq edəcək? Yoxdur!!

## 4. Nüvə silahına malik olan ölkə beynəlxalq sazişlərə təsir edə bilir.



• **Lehinə**

Beynəlxalq forumlarda müzakirə olunan problemlərin həll yolları, adətən, nüvə silahına malik ölkələr tərəfindən müəyyənləşdirilir. Əgər bütün ölkələr nüvə silahına malik olarsa, beynəlxalq məsələlərin həllində ölkələrarası təsir balansı yaranar və saxlanar.



• **Əleyhinə**

Beynəlxalq məsələlərin həllində nüvə silahı hər şeyi həll etmir. Hazırda diplomatik müzakirələrdə ölkənin iqtisadi gücü və potensialı daha mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

## Ümumiləşdirici tapşırıqlar

1. Kimyəvi elementlərin dövri sisteminə əsasən volfram atomundakı proton, neytron və elektronların sayını müəyyənə bilərsiniz.

<b>W</b>	74
Volfram	183,85

A)	B)	C)	D)	E)
Proton-110	Proton-74	Proton-74	Proton-184	Proton-110
Neytron-74	Neytron-110	Neytron-110	Neytron-74	Neytron-74
Elektron-184	Elektron-184	Elektron-74	Elektron -184	Elektron-110

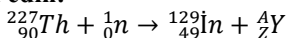
2. Nüvənin  $\beta$ -şüalanmasında onun kütlə ədədi nə qədər dəyişər?

- A) dəyişməz  
B) 1 vahid azalar  
C) 1 vahid artar  
D) 2 vahid azalar  
E) 2 vahid artar

3. Kütlə defektini hansı düsturla hesablamaq olar?

- A)  $\Delta m = \frac{F}{g}$   
B)  $\Delta m = Zm_p + Nm_n - M_N$   
C)  $\Delta m = \frac{M}{N_A}$   
D)  $\Delta m = \frac{F}{a}$   
E)  $\Delta m = \rho V$

4. Verilən nüvə reaksiyasında yaranan izotopun kütlə (A) və yük (Z) ədədini təyin edin:



- A) A = 98; Z = 90  
B) A = 99; Z = 40  
C) A = 98; Z = 41  
D) A = 99; Z = 41  
E) A = 51; Z = 99

5. Radioaktiv izotopun yarımcəvrilmə periodu 2 dəqiqədir. İzotopun 1500 nüvəsindən 2 dəqiqə müddətində neçə nüvəsi çövrilməyə məruz qalar?

- A) 1500  
B) 375  
C) 750  
D) 500  
E) 300

**A**

- Akkomodasiya* – göz büllurunun optik qüvvəsinin dəyişməsidir.
- 1 amper* – *elə sabit cərəyan şiddətidir ki, bu cərəyan vakuumda yerləşən və aralarındakı məsafə 1 m olan sonsuz uzun, çox nazik iki paralel düz naqildən keçdikdə bu naqillərdən birinin digərinin 1 m uzunluğundakı hissəsinə göstərdiyi təsir qüvvəsinin modulu  $2 \cdot 10^{-7}$  N olsun.*
- Amper qüvvəsi* – cərəyanlı naqil bircins maqnit sahəsində yerləşərsə, ona təsir edən qüvvədir. Amper qüvvəsinin modulu cərəyan şiddəti, maqnit induksiyaının modulu, naqilin uzunluğu və cərəyanın istiqaməti ilə maqnit induksiya vektoru arasındakı bucağın sinusu hasilinə bərabərdir:
- $$F = IB\sin\alpha.$$
- Amper qüvvəsi üçün sol əl qaydası* – sol əli maqnit sahəsində elə yerləşdirmək lazımdır ki, maqnit induksiya xətləri ovuca daxil olsun və uzadılmış dörd barmaq cərəyanın istiqamətində yönəlsin. Bu zaman  $90^\circ$  bucaq qədər açılan baş barmaq cərəyanlı naqilə təsir edən qüvvənin istiqamətini göstərir.
- Atomun nüvəsi* – proton və neytronlardan ibarət dayanıqlı əlaqəli sistemdir. Nüvədəki proton və neytronlar birlikdə nuklonlar adlanır.

**Ç**

- Çökük sferik güzgü* – işıq şüalarını sferik seqmentin daxili səthindən qaytaran güzgüyə deyilir.
- Çökük linza* – ortası kənarlarına nisbətən nazik olan linzalara deyilir. Belə linzalar iki tərəfi çökük, çökük-müstəvi, çökük-qabarıq səthlərlə hüdudlana bilər.

**D**

- Dielektrik* – *sərbəst yükdaşıyıcıları olmayan, yalnız bağlı yüklərdən ibarət maddədir.*
- Diamaqnitlər* – maqnit nüfuzluğu vahiddən kiçik olan maddələrdir ( $\mu < 1$ ). Diamaqnitlər (*Cu, Ag, Au* və bütün təsirsiz qazlar) sabit maqnit tərəfindən itələnilir.

**E**

- Elektrolitlər* – məhlulları (və ya erintiləri) elektrik cərəyanını keçirən maddələrə (duz, turşu və qələvi) deyilir.
- Elektrolitik dissosiasiya* – suda neytral molekulların parçalanması zamanı müsbət və mənfi ionların yaranması prosesidir.
- Elektroliz* – elektrolitdən cərəyan keçərkən elektrodlar üzərində maddə ayrılması prosesidir.
- Elektrik mühərriki* – elektrik enerjisini mexaniki enerjiyə çevirən qurğudur

*Elektromaqnit induksiyası*  
*Elektron-volt*

– qapalı dolaq daxilində maqnit sahəsinin dəyişməsi ilə bu dolaqda elektrik cərəyanının yaranması hadisəsidir.

– özündə bir elementar elektrik yükü daşıyan zərrəciyin gərginliyi 1V olan elektrik sahəsində aldığı kinetik enerjiyə bərabərdir:

$$[eU] = 1 \text{ eV} = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ Kl} \cdot 1 \text{ V} = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$1 \text{ keV} = 10^3 \text{ eV} = 1,6022 \cdot 10^{-16} \text{ C},$$

$$1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV} = 1,6022 \cdot 10^{-13} \text{ C}.$$

Buradan alınır ki,

$$1 \text{ C} = \frac{1}{1,6022 \cdot 10^{-13}} \text{ MeV} = 6,2414 \cdot 10^{12} \text{ MeV}.$$

### **F**

*Ferromaqnitlər*

– maqnit nüfuzluğu vahiddən çox böyük olan maddələrdir ( $\mu \gg 1$ ). Ferromaqnitlər (*Gd, Fe, Ni, Co* və onların bəzi xəlitələri) sabit maqnit tərəfindən böyük qüvvə ilə cəzb olunur.

*Fokal müstəvi*

– linzanın (və ya sferik güzgünün) baş fokus nöqtəsindən baş optik oxa perpendikulyar keçirilən müstəvidir.

### **G**

*Gözün optik sistemini*

– gözdə işıq şüasını sındıran şəffaf elementlərin – buynuz təbəqə, ön kamera, bülur və daxili kameranın əmələ gətirdiyi sistemdir.

### **X**

*Xüsusi rabitə enerjisi*

– nüvənin bir nuklonuna düşən rabitə enerjisidir:  $\varepsilon = \frac{E_{rab}}{A}$ .

### **i**

*İfratkeçiricilik*

– naqilin elektrik müqavimətinin sıfıra çevrildiyi temperaturdakı keçiriciliyidir.

*İnduksiya cərəyanı*

– qapalı dolaq daxilində maqnit sahəsinin dəyişməsi nəticəsində bu dolaqda yaranan elektrik cərəyanıdır.

*İşığın qayıtma qanunu*

– düşən şüa, qayıdan şüa və düşmə nöqtəsindən səthə qaldırılan perpendikulyar bir müstəvidə yerləşir. Qayıtma bucağı düşmə bucağına bərabərdir.

*İşığın sınıması*

– işıq şüası bir mühitdən digər mühitə keçərkən bu mühitlərin sərhədində öz istiqamətini dəyişməsidir.

*İşığın sınıma qanunu*

– düşən şüa, sınıan şüa və şüanın düşmə nöqtəsindən iki mühitin sərhədinə qaldırılan perpendikulyar bir müstəvi üzərində yerləşir. Düşmə bucağı sinusunun sınıma bucağı sinusuna olan nisbəti verilən iki mühit üçün sabit kəmiyyət olub, ikinci mühitin sındırma əmsalının birinci mühitin sındırma əmsalına nisbətində bərabərdir:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1} = n.$$

Burada  $n_1$  və  $n_2$  – uyğun olaraq birinci və ikinci mühitin,  $n$  isə nisbi sındırma əmsalıdır.

*İstilik nüvə reaksiyası*

– çox yüksək temperaturalarda yüngül nüvələrin birləşmə (sintez) reaksiyasıdır.

## *İzotop*

– (yun. “*izos*” – eyni və “*topos*” – yer) protonlarının sayı eyni, kütlə ədədləri müxtəlif olan atomlara deyilir.

## *Kütlə defekti*

### **K**

– nuklonların kütlələri cəmi ilə həmin nuklonlardan ibarət nüvənin kütləsi arasında fərkdir:

$$\Delta m = Zm_p + Nm_n - M_N.$$

Burada  $M_N$  – nüvənin kütləsi,  $Z$  və  $N$  – uyğun olaraq nüvədəki proton və neytronların sayı,  $m_p$  – protonun kütləsi,  $m_n$  – neytronun kütləsi,  $\Delta m$  – kütlə defektidir.

### **Q**

## *Qabarıq sferik güzgü*

– işıq şüalarını sferik seqmentin xarici səthindən səpələyən güzgüyə deyilir.

## *Qabarıq linza*

– kənarlarına nisbətən ortası qalın olan linzalara deyilir. Belə linzalar iki tərəfi qabarıq, qabarıq-müstəvi, qabarıq-çökmək səthlərlə hədudlana bilər.

## *Qaz boşalması*

– qazların elektrik cərəyanını keçməsidir.

## *Qeyri-müstəqil boşalma*

– ionlaşdırıcının təsiri altında baş verən qaz boşalmasıdır.

### **L**

## *Linza*

– sferik səthlərlə (bəzən səthindən biri müstəvi də olur) hədudlanmış şəffaf cisimdir.

## *Linzanın baş optik oxu*

– linzanı hədudlandıran sferik səthlərin mərkəzlərindən keçən düz xəttidir.

## *Linzanın optik mərkəzi*

– linzanın mərkəzində baş optik ox üzərində yerləşən nöqtədir.

## *Linzanın optik qüvvəsi*

– baş fokus məsafəsinin tərs qiymətinə bərabər kəmiyyətdir. BS-də optik qüvvənin vahidi dioptriya (1 dptr.).

1 dioptriya – fokus məsafəsi 1 m olan toplayıcı linzanın optik qüvvəsidir:

$$[D] = \frac{1}{[F]} = \frac{1}{m} = 1 \text{ dptr.}$$

## *Linzanın xətti böyütməsi*

– xəyalın xətti ölçüsünün cismin xətti ölçüsünə nisbətində bərabər fiziki kəmiyyətdir. Linzanı xətti böyütməsi  $\Gamma$  (gamma) hərfi ilə işarə edilir:

$$\Gamma = \frac{H}{h}$$

## *Lorens qüvvəsi*

– maqnit sahəsinin hərəkət edən yüklü zərrəciyə təsir qüvvəsidir. Lorens qüvvəsinin modulu zərrəciyin elektrik yükünün miqdarı, sürəti, maqnit induksiya vektorunun modulu, zərrəciyin sürət və maqnit induksiya vektorları arasındakı bucağın sinusunu hasilinə bərabərdir:

$$F_L = qBv \sin \alpha.$$

## *Lorens qüvvəsi üçün sol əl qaydası*

– sol əli maqnit sahəsində elə tutmaq lazımdır ki, maqnit induksiya vektoru ovuca daxil olsun və açılan dörd barmaq müsbət yükün hərəkəti istiqamətində (mənfə yükün hərəkətinin əksinə) yönəlsin. Bu zaman  $90^\circ$  bucaq altında açılmış baş barmaq yükə təsir edən Lorens qüvvəsinin istiqamətini göstərəcək.



*Maddənin maqnit nüfuzluğu*

**M**

– biricins mühitdə B maqnit induksiya vektorunun modulunun, vakuumdakı  $B_0$  maqnit induksiya vektorunun modulundan neçə dəfə fərqləndiyini göstərir:

$$\mu = \frac{B_0 + B_i}{B_0} = \frac{B}{B_0}, \quad \vec{B} = \mu \vec{B}_0.$$

Burada  $\mu$  (mü) – maddənin maqnit nüfuzluğudur. O, vahidsiz kəmiyyətdir.

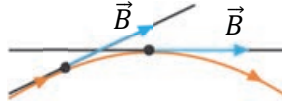
*Maqnit sahəsi*  
*Maqnit sahəsinin induksiyası (və ya maqnit induksiyası)*

– hərəkətdə olan elektrik yüklərinin yaratdığı materiya növüdür.  
– maqnit sahəsinin qüvvə xarakteristikasıdır,  $\vec{B}$  hərfi ilə işarə edilir və maqnit sahəsinin bu sahədə yerləşən maqnitə (və ya maqnit xassəli cisimə) təsirini xarakterizə edir.

Maqnit sahəsinin induksiya vektorunun istiqaməti – bu sahənin verilmiş nöqtəsində yerləşən maqnit əqrəbinin şimal qütbünün yönəldiyi istiqamətdədir.

*Maqnit induksiya xətləri*

– maqnit sahəsinin elə xətləridir ki, bu xətlərin hər bir nöqtəsinə çəkilən toxunan həmin nöqtədə  $\vec{B}$  maqnit induksiya vektoru ilə üst-üstə düşür.



*Maqnetiklər*

– maqnit sahəsini dəyişmək qabiliyyətinə malik olan bütün maddələr adlanır.

*Müqavimətin temperatur əmsali*

– ədədi qiymətcə naqili  $1^\circ\text{C}$  (1K) qızdırdıqda, onun müqavimətinin nisbi dəyişməsinə bərabərdir:

$$\alpha = \frac{R - R_0}{R_0 t} = \frac{R - R_0}{R_0 \Delta T}.$$

Təmiz metallar üçün (tərkibində çox cüzi aşqar olan metallar) müqavimətin temperatur əmsali həmişə  $\alpha > 0$  olur və aşağıdakı qiymətə bərabərdir:

$$\alpha \approx \frac{1}{273} \frac{1}{^\circ\text{C}} = \frac{1}{273} \frac{1}{\text{K}}.$$

*Müstəqil boşalma Mövhumi xəyal*

– xarici təsir olmadan qazın elektrik cərəyanı keçirməsidir.  
– müstəvi güzgüdə qayıdan və ya linzada sınaq şüalarının uzantılarının kəsişməsindən alınan xəyaldır.

## N

*Nazik linza*  
*Neytronların artma əmsali*

– qalınlığı sferik səthlərin radiuslarına nisbətən çox kiçik olan linzadır.  
– hər hansı nəsilə olan neytronlar sayının ondan əvvəlki nəsil neytronların sayına nisbəti (k) adlanır:

$$k = \frac{N_{\text{sonrakı}}}{N_{\text{əvvəlki}}}.$$

*Nöqtəvi işıq mənbəyi*

– verilmiş şəraitdə ölçüləri nəzərə alınmayan işıq mənbəyidir.

*Nüvə qüvvələri*  
*Nüvənin kütlə və yük ədədi*

– zərrəcikləri (proton və neytronları) nüvədə saxlayan qüvvələrdir.  
– nüvədəki nuklonların ümumi sayına bərabərdir. O, “A” hərfi ilə işarə edilir və elementin yuxarı indeksində yazılır.

Kütlə ədədi = protonların sayı (Z) + neytronların sayı (N),

$$A = Z + N.$$

*Nüvənin yük ədədi*  
*Nüvə reaktoru*

– nüvədə olan protonların sayıdır. O, “Z” hərfi ilə işarə edilir və elementin aşağı indeksində yazılır:  ${}^A_ZX$ .  
– idarəolunan zəncirvari nüvə reaksiyası əldə etməyə və onu istənilən qədər saxlamağa imkan verən qurğudur.

### **O**

*Optika*

– (yun. “optos” – görünən) fizikanın işıq və onun xassələrini öyrənən bölməsidir.

### **P**

*Paramaqnitlər*

– maqnit nüfuzluğu vahiddən azca böyük olan maddələrdir ( $\mu > 1$ ). Paramaqnitlər (Al, Li, O<sub>2</sub>, Na və s.) sabit maqnit tərəfindən zəif cəzb olunur.

### **R**

*Rabitə enerjisi*

– nüvəni sərbəst nuklonlara ayırmaq üçün lazım olan minimal enerjidir:

$$E_{rab} = \Delta E = \Delta mc^2 \quad \text{və ya} \quad E_{rab} = [Zm_p + Nm_n - M_N] \cdot c^2.$$

*Radioaktivlik*

– atomların xarici təsirlər olmadan öz-özünə şüalanma hadisəsidir.

*Radioaktiv çevrilmə*

– bir radioaktiv nüvənin özbaşına digər nüvəyə çevrilməsidir.

*Rotor*

– (lat. “roto” – fırladırım) mühərrikin fırlanan hissəsi olub statorun içərisində yerləşdirilir. Rotor silindrik içlikli çərçivə formasında olan elektromaqnitdən ibarətdir. O, bəzən *lövbər* də adlanır.

### **S**

*Sabit maqnitlər*  
(*və ya sadəcə maqnitlər*)

– maqnit xassəsini uzun müddət özündə saxlayan maddələrdir.

*Səpici linzanın baş fokusu*

– səpici linzada baş optik oxa paralel düşən işıq şüaları sındıqdan sonra onların uzantılarının kəsişdiyi nöqtədir. Səpici linzanın baş fokus nöqtəsi mövhumudur, çünki həmin nöqtədə linzadan keçən şüaların özləri yox, uzantıları kəsişir.

*Sferik güzgü*

– səthi işıq şüalarını güzgü kimi əks etdirən, sferik seqment formasında olan cisimdir.

*Stator*

– (lat. “sto” – dayanıram) elektrik mühərrikinin tərpənməz hissəsidir və gövdəyə bərkidilmiş sabit maqnitdən, yaxud dəmir içlikli sarğacdən (elektromaqnitdən) ibarətdir. Stator bəzən induktor da adlanır. Onun vəzifəsi güclü maqnit sahəsi yaratmaqdır.

*Snellen cədvəli*

– görmə itiliyini yoxlamaq üçün istifadə olunan cədvəldir. O, müxtəlif hərflər yazılmış 11–12 sətirdən ibarətdir. Ən iri hərflər ilk sətirdə yerləşir, sətirdən-sətrə hərflərin ölçüləri tədricən kiçilir. Qüsursuz göz gərgin baxmadan birinci sətri 60 m, 9-cu sətirdəki hərfləri isə 6 m məsafədən görür.

*Şüalanmanın  
udulma dozası*

### Ş

– cismin udduğu şüalanma enerjisinin onun kütləsinə nisbəti ilə ölçülən fiziki kəmiyyətdir:

$$D = \frac{E}{m}$$

*Termoelektron  
emissiyası*

### T

– elektronların yüksək temperatura qədər qızdırılan metalı tərketmə hadisəsidir.

*1 tesla*

– elə bircins maqnit sahəsinin induksiyasıdır ki, bu sahə maqnit induksiya xətlərinə perpendikulyar yerləşən cərəyanlı düz naqilə, uzunluğu 1 m və ondakı cərəyan şiddəti 1 A olduqda 1N qüvvə ilə təsir etsin:

$$[B] = 1 \frac{N}{A \cdot m} = 1 \frac{kq}{A \cdot san^2} = 1Tl.$$

*Toplayıcı linzanın  
baş fokusu*

– toplayıcı linzada baş optik oxa paralel düşən işıq şüaları sındıqdan sonra kəşidədikləri nöqtəyə deyilir. **F** hərfi ilə işarə olunur. Toplayıcı linzanın baş fokus nöqtəsi həqiqidir, çünki həmin nöqtədə linzadan keçən şüaların özləri kəşisir.

### V

*Vakuum*

– havası olduqca seyrəkləndirilmiş ( $10^{-3} - 10^{-8} mm \text{ c. süt.}$ ) mühitdir. Bu mühidə qaz molekulları bir-biri ilə, demək olar ki, toqquşmur.

*Vakuum diodu  
(və ya iki-  
elektrodlu elek-  
tron lampası)*

– iş prinsipi termoelektron emissiyasına əsaslanan, katod və anoddan ibarət ikielektrodlu vakuum balonudur.

### Y

*Yarımkeçirici*

– sərbəst yükdaşıyıcılarının sayı xarici təsirlərdən (temperatur, işıqlanma, tərkibinə aşqar daxil etmək və s.) asılı olan maddədir.

*Yarımçevrilmə  
periodu*

– izotopda olan nüvələrin yarısının radioaktiv çevrilməyə məruz qaldığı müddətdir.

BURAXILIŞ MƏLUMATI

**FİZİKA – 9**

*Ümumtəhsil məktəblərinin 9-cu sinfi üçün  
Fizika fənni üzrə*

**DƏRSLİK**

**Tərtibçi heyət:**

Müəlliflər

**Mirzəli İsmayıl oğlu Murquzov  
Rasim Rəşid oğlu Abdurazaqov  
Rövşən Mirzə oğlu Əliyev  
Dilbər Zirək qızı Əliyeva**

İxtisas redaktoru

**Aydın İbrahimov**

Redaktorlar

**Kəmalə Cəfərli, Kəmalə Abbasova**

Bədii redaktor

**Taleh Məlikov**

Texniki redaktor

**Zeynal İsayev**

Dizayner

**Taleh Məlikov**

Rəssam

**Elmir Məmmədov**

Korrektor

**Aqşin Məsimov**

© Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi (qrif nömrəsi: 2020-052)

Müəlliflik hüquqları qorunur. Xüsusi icazə olmadan bu nəşri və yaxud onun hər hansı hissəsini yenidən çap etdirmək, surətini çıxarmaq, elektron informasiya vasitələri ilə yaymaq qanuna ziddir.

Hesab-nəşriyyat həcmi: 12,8. Fiziki həcmi: 14 çap vərəqi.

Formatı: 70×100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Kəsimdən sonrakı ölçüsü: 165×240. Səhifə sayı: 224.

Şriftin adı və ölçüsü: School qarnituru 9-11 pt. Ofset kağızı. Ofset çapı.

Sifariş \_\_ . Tiraj 130762. Pulsuz. Bakı – 2020.

**Əlyazmanın yığıma verildiyi və çapa imzalandığı tarix: 08.06.2020**

Nəşriyyat:

**“Bakı” nəşriyyatı**

(Bakı, H.Seyidbəyli küç., 30)

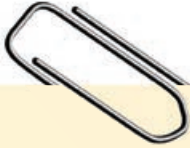
Çap məhsulunu istehsal edən:

**Çaşıoğlu Elm-İstehsalat MMC**

(Bakı, M.Müşfiq küç., 2A)



# Pulsuz



## Əziz məktəbli !

Bu dərslik sizə Azərbaycan dövləti tərəfindən bir dərs ilində istifadə üçün verilir. O, dərs ili müddətində nəzərdə tutulmuş bilikləri qazanmaq üçün sizə etibarlı dost və yardımçı olacaq.

İnanırıq ki, siz də bu dərsliyə məhəbbətlə yanaşacaq, onu zədələnmələrdən qoruyacaq, təmiz və səliqəli saxlayacaqsınız ki, növbəti dərs ilində digər məktəbli yoldaşınız ondan sizin kimi rahat istifadə edə bilsin. Sizə təhsildə uğurlar arzulayırıq!

