



HEYDƏR ƏLİYEV
AZƏRBAYCAN XALQININ ÜMUMMİLLİ LİDERİ

Çap için değil

Mirzəli Murquzov
Rasim Abdurazaqov
Rövşən Əliyev
Dilbər Əliyeva

Fizika

8

Ümumtəhsil məktəblərinin
8-ci sinfi üçün Fizika fənni üzrə
DƏRSLİK

Bu nəşrlə bağlı irad və təkliflərinizi
bn@bakinesht.az və derslik@edu.gov.az
elektron ünvanlarına göndərməyiniz xahiş olunur.
Əməkdaşlığınız üçün əvvəlcədən təşəkkür edirik!

B

A

K

I



N

Ə

Ş

R

Bakı – 2017

8

Fizika

Mündəricat

Dərsliyinizlə tanış olun! 6

1. MOLEKULLARIN İSTİLİK HƏRƏKƏTİ. DAXİLİ ENERJİ

1.1. Molekulların istilik hərəkəti. Temperatur	8
1.2. Cisimlərin istidən genişlənməsi	11
1.3. İstilik tarazlığı. Temperatur şkalaları	16
1.4. Daxili enerji	20
1.5. Daxili enerjinin dəyişmə üsulları: mexaniki işgörmə və istilikvermə	23
1.6. İstilikkeçirmə	26
1.7. Konveksiya	29
1.8. Şüalanma	33
• Ümumiləşdirici tapşırıqlar	38

2. İSTİLİK HADİSƏLƏRİNDƏ ENERJİNİN SAXLANMASI QANUNU

2.1. İstilik miqdarı	40
2.2. Xüsusi istilik tutumu	44
2.3. Yanacaqın yanma istiliyi	47
2.4. İstilik proseslərində enerjinin saxlanması qanunu	51
2.5. İstilik balans tənliyi	55
Praktik iş. Cism xüsusi istilik tutumunun təyini	60
• Ümumiləşdirici tapşırıqlar	62

3. MADDƏNİN AQRƏQAT HALLARININ DƏYİŞMƏSİ

3.1. Ərimə və bərkimə	64
3.2. Xüsusi ərimə istiliyi	68
3.3. Buxarəmələgəlmə və kondensasiya	71
3.4. Doymuş və doymayan buxar. Qaynama	74
3.5. Xüsusi buxarlanma istiliyi	78
3.6. Havanın rütubəti	80
3.7. Rütubəti ölçən cihazlar	83
• Ümumiləşdirici tapşırıqlar	88

4. İSTİLİK MÜHƏRRİKLƏRİ

4.1. İstilik mühərriki. İstilik mühərrikinin faydalı iş əmsalı	90
4.2. Buxar turbini	93
4.3. Daxiliyanma mühərrikləri	97
4.4. Reaktiv mühərrik	101
4.5. İstilik mühərrikləri və ətraf mühitin mühafizəsi.	105
• Ümumiləşdirici tapşırıqlar	109

5. ELEKTRİK YÜKÜ. ELEKTRİK SAHƏSİ

5.1. Cisimlərin elektriclənməsi. Elektrik yükü	112
5.2. Atomun quruluşu. Elektriclənmənin təbiəti.	116
5.3. Keçiricilər və dielektriklər	119
5.4. Elektrostatik induksiya	122
5.5. Elektroskop. Elektrometr	125
5.6. Elektrik yükünün saxlanması qanunu	128
5.7. Elektrik yüklərinin qarşılıqlı təsiri: Kulon qanunu	132
5.8. Elektrik yüklərini ayıran, toplayan və ötürən qurğular	134
5.9. Elektrik sahəsi. Elektrik sahəsinin intensivliyi	137
5.10. Elektrik sahəsinin qüvvə xətləri	141
• Ümumiləşdirici tapşırıqlar	145

6. ELEKTRİK CƏRƏYANI

6.1. Elektrik cərəyanı	148
6.2. Cərəyan mənbələri	151
6.3. Elektrik dövrəsi və onun elementləri	155
6.4. Elektrik cərəyanının təsirləri	158
6.5. Cərəyan şiddəti və onun ölçülməsi	162
6.6. Gərginlik və onun ölçülməsi	165
6.7. Elektrik müqaviməti. Dövrə hissəsi üçün Om qanunu.	169
6.8. Naqilin müqaviməti nədən asılıdır?	173
6.9. Naqillərin ardıcıl birləşdirilməsi	179
6.10. Naqillərin paralel birləşdirilməsi.	183
6.11. Elektrik cərəyanının işi. Coul-Lens qanunu	189
6.12. Elektrik cərəyanının gücü	192
6.13. Elektrik cərəyanının canlı orqanizmə təsiri və tətbiqləri (əlavə oxu)	195
• Ümumiləşdirici tapşırıqlar	198

MOLEKULLARIN İSTİLİK HƏRƏKƏTİ. DAXİLİ ENERJİ

1

səh. 7–38

- 1.1. Molekulların istilik hərəkəti. Temperatur
- 1.2. Cisimlərin istidən genişlənməsi
- 1.3. İstilik tarazlığı. Temperatur şkalaları
- 1.4. Daxili enerji
- 1.5. Daxili enerjinin dəyişmə üsulları: mexaniki işgörmə və istilikvermə
- 1.6. İstilikkeçirmə
- 1.7. Konveksiya
- 1.8. Şüalanma

• Ümumiləşdirici tapşırıqlar

Çap üçün deyil

1.1. Molekulların istilik hərəkəti. Temperatur



Sərt qış aylarında hava və torpaq soyuyur, çay və göllərdə su donub buza çevrilir. Yaz gəldikdə, əksinə, hava və torpaq qızır, buzlar əriyir. Yayda isə çay və göllərdə suyun buxarlanması artır, dağlar duman-çənə bürünür.

- Təbiətdə baş verən belə dəyişikliklər hansı fiziki hadisə ilə əlaqədardır?
- Bu hadisələr nə üçün baş verir?
- Maddənin quruluşu haqqındakı müddəalara əsasən, təbiətdəki suyun xassəsində baş verən dəyişiklikləri necə izah etmək olar?

ARAŞDIRMA

• Hansı suda diffuziya daha sürətli baş verir?

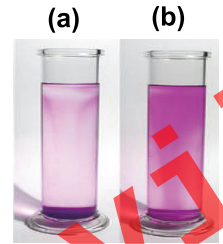
Təchizat: şüşə qab (2 ədəd: birində soyuq (a), digərində isti su (b)), qida boyaq dənələri.

İşin gedişi:

Qabların hər birinə eyni miqdarda boyaq dənələri atın və baş verən hadisəni izləyin.

Nəticəni müzakirə edin:

- Boyaq dənələrini qablardakı suya atdıqda nə müşahidə etdiniz?
- Hansı qabda diffuziya hadisəsi daha sürətlə baş verdi?

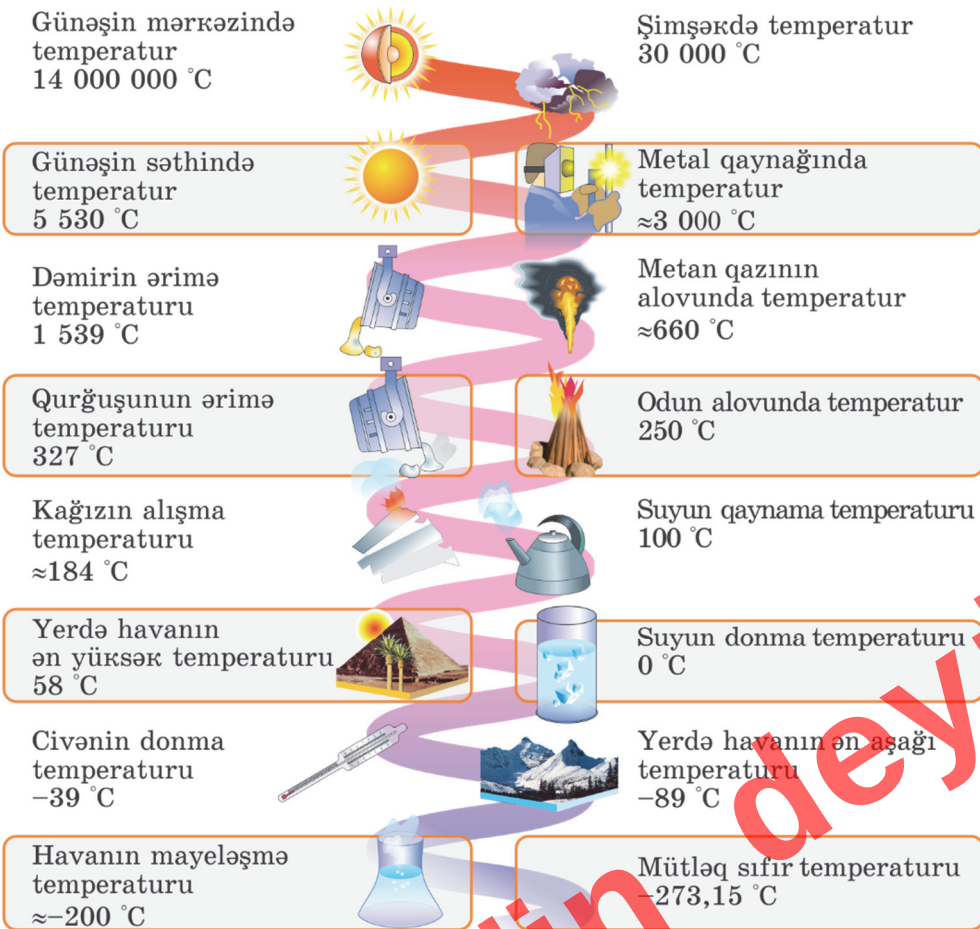


Bütün cisimlər atom, molekul və yaxud ionlardan təşkil olunmuşdur. Bu zərrəciklər daim xaotik (nizamsız) hərəkətdədir. Hər bir molekulun (və ya atomun) hərəkəti mexaniki hərəkət olsa da, cismi təşkil edən bu zərrəciklərin hərəkəti, əslində, çox mürəkkəbdir. Buna səbəb maddənin 1 sm^3 həcmindəki zərrəciklərin sayının çox olmasıdır. Hesablamalar göstərir ki, suyun 1 sm^3 həcmində $\approx 3,34 \cdot 10^{22}$ molekul vardır. Molekulların bir-biri ilə toqquşması nəticəsində onların hərəkət istiqaməti daim dəyişir. Cisimdəki molekulların sayı çox olduğundan bütün istiqamətlərə hərəkət edən molekulların sayı, demək olar ki, eyni olur. Maddənin (cism) isti və ya soyuq olması onu təşkil edən molekulların xaotik hərəkət sürətindən asılıdır:

- *Cismi təşkil edən molekulların xaotik hərəkəti – istilik hərəkətidir.*

Cismi təşkil edən molekulların istilik hərəkətinin intensivliyi *temperatur* adlanan fiziki kəmiyyətlə əlaqədardır. Cisimlərin istilik dərəcəsi onların temperaturu ilə fərqləndirilir, məsələn, suyun temperaturu dondurmanın temperaturundan yüksəkdir, dəmirin bərk haldakı temperaturu onun maye halındakı temperaturundan kiçikdir. Şəkil c-də təbiət, texnika və məişət hadisələrindəki bəzi temperaturlar verilmişdir.

(c)



Eyni cismin, məsələn, soyuq və isti suyun molekulları eynidir, lakin temperaturun dəyişməsi ilə onların xaosluq hərəkət sürətləri də dəyişir: isti suyun molekulları soyuq suyun molekullarına nəzərən daha sürətlidir. Bu səbəbdən də isti su molekulları bu suya atılan fərqli maddənin, məsələn, boyaq maddəsinin molekulları ilə daha sürətlə toqquşur. Ona görə də, isti suda diffuziya hadisəsi soyuq suya nəzərən daha sürətli baş verir.

• **Molekulların sürəti yalnız temperaturdanmı asılıdır?**

Müəyyən olunmuşdur ki, normal şəraitdə hidrogen molekullarının orta sürəti $1693 \frac{m}{san}$, oksigen molekullarının orta sürəti $425 \frac{m}{san}$, karbon qazı molekullarının orta sürəti isə $362 \frac{m}{san}$ -dir. Göründüyü kimi, eyni temperaturda müxtəlif qazların molekullarının sürətləri müxtəlifdir. Deməli, molekulların orta sürəti yalnız temperaturdan deyil, həm də molekulun kütləsindən asılıdır. Molekulun sürət və kütləsindən asılı olan fiziki kəmiyyət isə kinetik enerjidir. Nəzəri yolla müəyyən edilmişdir ki, cismin temperaturu onu təşkil edən molekulların orta kinetik enerjisindən asılıdır.

• **Temperatur – cismi təşkil edən molekulların orta kinetik enerjisinin ölçüsüdür.**

Cismi təşkil edən molekulların orta kinetik enerjisi böyük olduqda onun temperaturu da yüksək olur.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

1. Qabdakı qazı qızdırdıqda və soyutduqda onun molekullarının xaosik hərəkət sürəti necə dəyişər?

2. Oksigen molekulunun kütləsi $5,12 \cdot 10^{-26} kq$ və sürəti $v_{O_2} = 425 \frac{m}{san}$, hidrogen molekulunun kütləsi $3,35 \cdot 10^{-27} kq$, və sürəti $v_{H_2} = 1693 \frac{m}{san}$, karbon qazı molekulunun kütləsi $7,3 \cdot 10^{-26} kq$ və sürəti isə $v_{CO_2} = 362 \frac{m}{san}$ - dir. Verilən nümunəyə uyğun olaraq bu zərrəciklərin orta kinetik enerjilərini hesablayın.

Verilir	Həlli	Hesablanması
$m_{O_2} = 5,12 \cdot 10^{-26} kq,$ $m_{H_2} = 3,35 \cdot 10^{-27} kq,$ $m_{CO_2} = 7,3 \cdot 10^{-26} kq,$ $v_{O_2} = 425 \frac{m}{san},$ $v_{H_2} = 1693 \frac{m}{san},$ $v_{CO_2} = 362 \frac{m}{san}.$	$E_K = \frac{m \cdot v^2}{2}$	$E_{KO_2} = \frac{m_{O_2} \cdot v_{O_2}^2}{2} = \frac{5,12 \cdot 10^{-26} \cdot 425^2}{2} \frac{kq \cdot m^2}{san^2} = 4,62 \cdot 10^{-21} C.$
$E_{KO_2} = ?$ $E_{KH_2} = ?$ $E_{KCO_2} = ?$		
Cavab: $4,62 \cdot 10^{-21} C$		

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

___ – cismi təşkil edən molekulaların ___ ölçüsüdür.
Cismi təşkil edən molekulaların ___ istilik hərəkətidir.

AÇAR SÖZLƏR

Temperatur
Xaotik hərəkət
Orta kinetik enerji

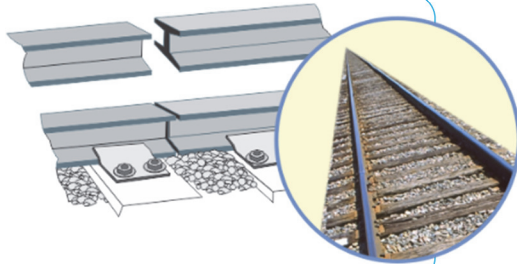
Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Hansı hərəkət istilik hərəkəti adlanır?
2. Maddələrdə diffuziyanın sürəti nədən asılıdır?
3. Temperatur nəyin ölçüsüdür?

1.2. Cisimlərin istidən genişlənməsi

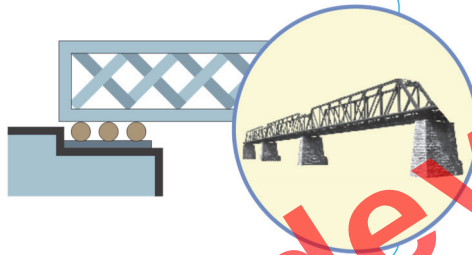
Dəmir yolu çoxsaylı polad relslərdən ibarətdir.

- Nə üçün bu relslər arasında kiçik aralıqlar saxlanılır?



Metal konstruksiyalı körpülərin sərbəst ucu diyircəklər üzərində yerləşdirilir.

- Bu nə üçün edilir?

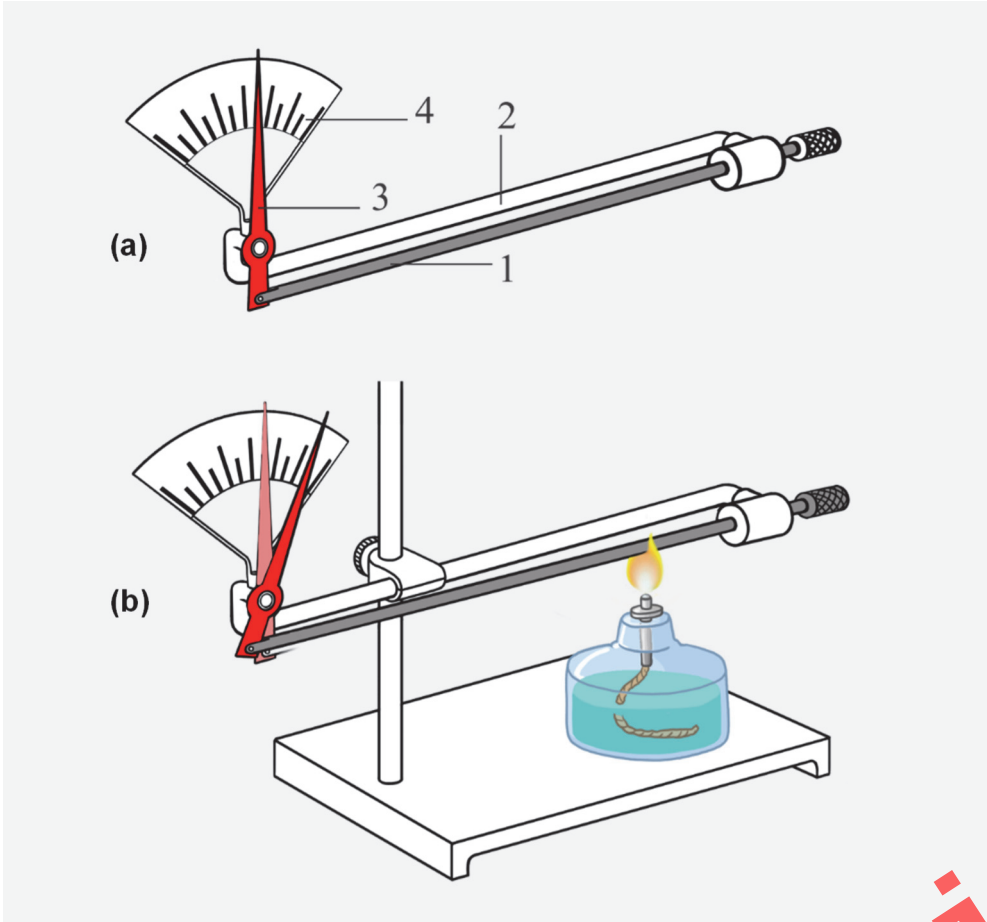


ARAŞDIRMA-1

- Nə üçün metal çubuğun uzunluğu dəyişir?

Təchizat: xətti genişlənmə qurğusu, spirt lampası (və ya şam), alışqan, ştativ.

Xətti genişlənmə qurğusunun quruluşu. Qurğunun əsas hissəsi bimetal çubuqdan (1) ibarətdir (a). Bu metal çubuq bir-birinə pərçimlənmiş nazik polad və alüminium çubuqlardan hazırlanmışdır. Çubuğun bir ucu metal lingə (2), sərbəst ucu isə əqrəbə (3) bərkidilmişdir. Əqrəb lingin (2) digər ucuna bərkidilən şkala (4) üzrə sağa-sola hərəkət edə bilər.



İşin gedişi:

1. Qurğunu ştativə bağlayın. Bu zaman əqrəbin şkalının sağ (və ya sol) kənar hissəsində olmasına diqqət edin.
2. Spirt lampasını yandırıb bimetall çubuğu 1–2 dəq qızdırın və əqrəbin yerdəyişmə-sini izləyin (b).
3. Lampanı söndürüb daha 1–2 dəq müşahidəni davam etdirin.

Nəticəni müzakirə edin:

- Bimetall çubuğu qızdırdıqda və soyutduqda əqrəb yerini necə dəyişdi?
- Təcrübədən hansı nəticəyə gəldiniz?

Cisimlərin əksəriyyəti qızdırıldıqda genişlənir. Bunu cismi təşkil edən molekullar və ya atomların orta kinetik enerjisinin artması ilə izah etmək olar; məsələn, bərk cismin atomlarının orta kinetik enerjiləri artanda onlar daha böyük amplitudla rəqsi hərəkət edir. Bunun üçün onlara daha böyük fəza tələb olunur. Nəticədə bərk cisim genişlənir. Maye və qazların istidən genişlənməsinin

də səbəbi onlardakı molekulların istilik hərəkətlərinin orta kinetik enerjisinin artması nəticəsində daha geniş həcmə yerlərini dəyişmələridir.

Cismi soyutduqda isə əks proses baş verir: molekulların istilik hərəkətlərinin orta kinetik enerjiləri azalır. Nəticədə bərk cisimlərdə atomların rəqsi hərəkətlərinin amplitudları kiçilir, maye və qazlarda isə molekullar bir-birindən çox uzaqlaşmır və cisimlərdə sıxılma baş verir.

Qeyd edək ki, istehsalatda metalların istidən genişlənmə xassəsi ciddi nəzərə alınır. Belə ki, bərk cisimlərin istidən genişlənməsi böyük təsir qüvvələri ilə müşayiət olunur. Nəticədə polad relslər əyilə, burazlar qırıla, metal körpülər dağıla bilər. Bunu nəzərə alaraq belə qurğuların hissələrinə sərbəst uzanma və ya qısalma imkanları verilir.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

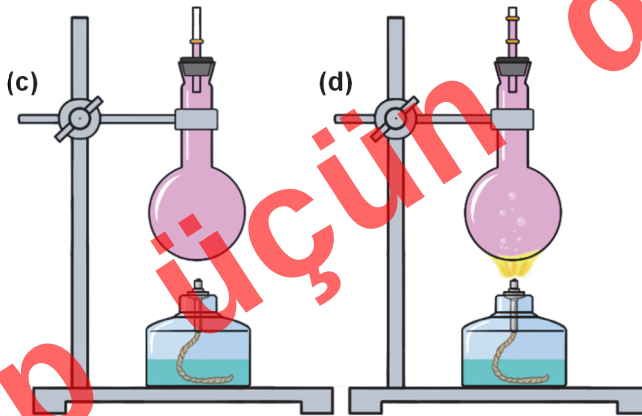
ARAŞDIRMA-2

• Mayelərin istidən genişlənməsini yoxlayaq

Təchizat: kiçik kolba, rənglənmiş su (1/), ortasından kiçik diametrlı şüşə boru keçirilmiş tıxac, spirt lampası (və ya şam), alışqan, ştativ.

İşin gedişi:

1. Kolbanı ştativə bərkidib su ilə doldurun və tıxacı kip qapayın. Boruya iki ədəd rezin halqa geydirin və onlardan birini borudakı suyun ilk səviyyəsində yerləşdirin (c).
2. Spirt lampasını kolbanın altında yerləşdirib yandırın və borudakı suyun səviyyəsində baş verən dəyişikliyi izləyin.
3. Bir müddətdən (2–3 dəq sonra) lampanı söndürüb ikinci rezin halqanı borudakı suyun yeni səviyyəsində yerləşdirin (d). Müşahidəni su soyuyana qədər davam etdirin.



Nəticəni müzakirə edin:

- Kolbanı qızdırdıqda borudakı suyun səviyyəsi necə dəyişdi?
- Kolbadakı su soyuduqdan sonra onun borudakı səviyyəsi necə dəyişdi?
- Təcrübədən hansı nəticəyə gəldiniz?

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

___ atomlarının ___ artanda onlar daha böyük amplitudla ___ hərəkət edir. Nəticədə bərk cisim ___. Maye və ___ istidən genişlənməsinin səbəbi onlardakı molekulların ___ orta kinetik enerjisinin artmasıdır.

AÇAR SÖZLƏR

Qaz

Rəqsi hərəkət

İstilik hərəkəti

Bərk cisim

Orta kinetik enerji

Genişlənmə

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Bərk cisimlərin istidən genişlənməsinin səbəbi nədir?
2. Nə üçün soyudulduqda cisimlərin həcmələri kiçilir?
3. Nə üçün neft (və ya qaz, su) kəmərinin bəzi hissəsində borular düz deyil, “П” formasında qaynaq edilir?



Çap üçün deyil

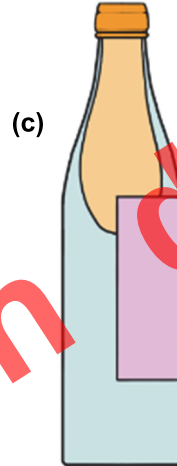
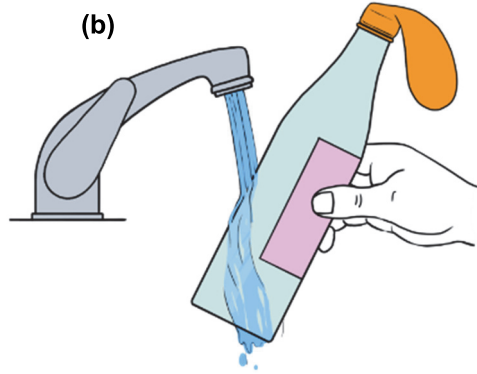
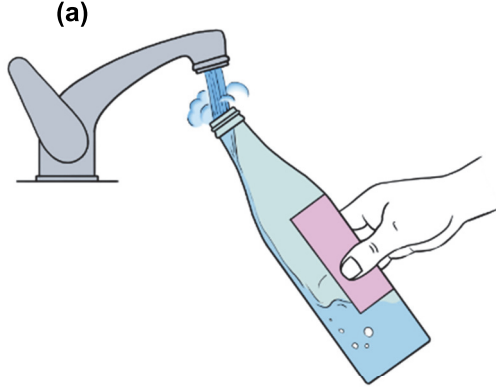
LAYİHƏ

• Nə üçün rezin şar butulkaya soruldu?

Təchizat: şüşə butulka, rezin şar, isti və soyuq su kranı, sap.
İşin gedişi:

1. Butulkaya isti su doldurun (a).
2. Bir neçə dəqiqədən sonra suyu boşaldın və dərhal butulkanın boğazına rezin şar keçirin.
3. Butulkanı soyuq su şırnağının altına tutun (b) və şarın butulkanın içərisinə tədricən sorulduğunu izləyin (c).

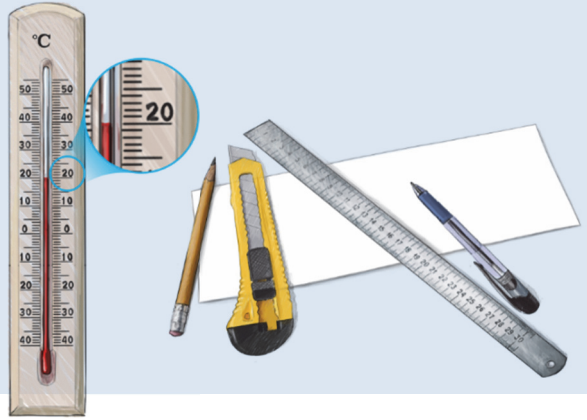
- Nə üçün butulkanı soyutduqda rezin şar onun içərisinə soruldu? Əsaslandırılmış cavab yazın.



1.3. İstilik tarazlığı. Temperatur şkalaları

Termometr otaq havasının temperaturunun 20°C olduğunu göstərir.

- Otaqdakı masanın, masa üzərindəki vərəq, kəndəş, qələm, metal xətkəş və s. əşyaların temperaturunu necə müəyyən etmək olar?
- Termometri bu əşyaların hər birinə ayrılıqda toxundurmaqmi lazımdır?



Bu suallara cavab vermək üçün hər bir əşyanın temperaturunu ayrı-ayrılıqda ölçməyə ehtiyac yoxdur. Havanın uzun müddət otaqdakı bütün əşyalarla təmasda olması nəticəsində *istilik tarazlığı* yaranır.

İstilik tarazlığında cisimlərin molekullarının uzun müddət qarşılıqlı təsirləri nəticəsində onların orta kinetik enerjilərinin bərabərləşməsi baş verir: böyük enerjili molekullara malik "isti" cisim öz istiliyinin bir hissəsini kinetik enerjisi kiçik olan molekullara malik "soyuq" cismə verir. Cisimlər arasındakı belə istilik mübadiləsi onların molekullarının orta kinetik enerjiləri bərabərləşənə qədər davam edir.

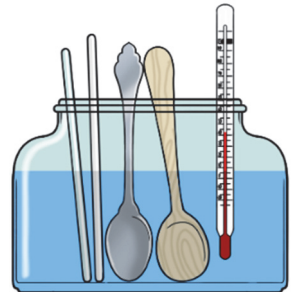
ARAŞDIRMA

• Hansı daha istidir?

Təchizat: enli banka, isti su, təxminən eyni ölçüdə metal və taxta qaşığı, şüşə və plastmas çubuq, laboratoriya termometri.

İşin gedişi:

1. Bankaya yarıdan yuxarı isti su tökün və termometri ora daxil edin.
2. Qaşığı və çubuqları ucları kənarda qalmaqla şəkildəki kimi suda yerləşdirib 5–6 dəq termometrin göstəricisini müşahidə edin.
3. Bankaya, qaşığı və çubuqlara ayrı-ayrılıqda toxunun. Termometrin göstəricisi və sudakı əşyaların istilikləri haqqında hiss etdiklərinizi müzakirə edin.



Nəticəni müzakirə edin:

- Sudakı termometr neçə dərəcəni göstərir?
- Suda yerləşdirilən əşyaların temperaturları haqqında nə deyə bilərsiniz?
- Bu əşyaların hər birinə ayrılıqda toxunduqda hansını daha isti hiss etdiniz?
- Nə üçün tava, çaydan və qazanlar metaldan, dəstəkləri isə plastmasdan, yaxud taxtadan hazırlanır?

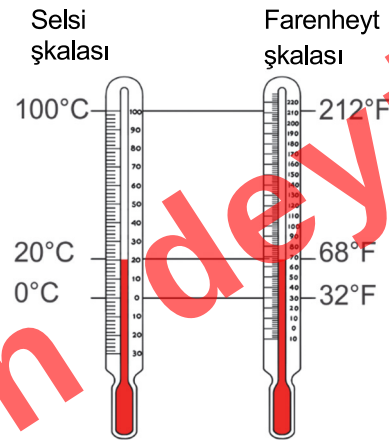
İsti sudakı əşyaların hər biri “soyuq” cismə (əlimizə) toxunduqda ona istilik verir. İstilikvermə zəif baş verirsə, əlimizin cismə toxunan hissəsində (taxta qaşiq, plastmas və şüşə çubuq) temperaturun zəif yüksəlməsi hiss olunur; əgər istilikvermə sürətli baş verirsə, əlimizlə cismə daha böyük istilik hiss edirik, məsələn, metal qaşıqda. Əslində isə sudakı əşyaların hamısının temperaturu suyun temperaturu ilə eynidir.

- *Cisimlərin temperaturları eynidirsə, onlar istilik tarazlığında olur.*
- *Toxunan cisimlərin temperaturları müxtəlifdirsə, istilik tarazlığı yaranana qədər bu cisimlər arasında istilik mübadiləsi baş verir.*

• Temperatur şkalaları

Bilirsiniz ki, cisimlərin temperaturu *termometr* adlanan cihazla ölçülür (bax: “Fizika – 6”, səh. 69). İxtiyari ölçü cihazı kimi termometr də şkalaya malikdir. Termometr şkalasını qurmaq üçün temperaturun iki əsas istinad nöqtəsi götürülür, sonra isə bu nöqtələrə məsafə bərabər hissələrə bölünərək uyğun temperatur vahidinə görə dərəcələnilir. Məsələn, məişətdə istifadə etdiyimiz termometr temperaturu *Selsi dərəcə* (0°C) ilə göstərir. Bu termometr şkalasında 0°C normal atmosfer təzyiqində buzun ərimə temperaturu, 100°C isə normal atmosfer təzyiqində suyun qaynama temperaturu istinad nöqtələri kimi götürülmüşdür.

ABŞ və İngiltərədə istifadə edilən termometrlərin şkalası isə *Farenhey dərəcə* $t_F(^{\circ}\text{F})$ vahidi ilə dərəcələnməmişdir. Farenhey şkalasına görə buzun ərimə temperaturu 32°F , suyun qaynama temperaturu isə 212°F uyğundur. Selsi və Farenhey şkalaları arasında aşağıdakı münasibət var:

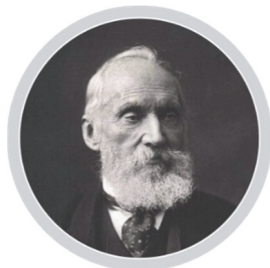


$$t^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9}(t^{\circ}\text{F} - 32)$$

və ya

$$t^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5}t^{\circ}\text{C} + 32.$$

1848-ci ildə ingilis fiziki Uilyam Tomson (lord Kelvin) temperaturun yeni şkalasını təklif edir. Bu şkala *mütləq temperatur* və ya *Kelvin şkalası* adlanır. Mütləq temperatur **T** hərfi ilə işarə edilir və onun vahidi kelvindir (K). Kelvin şkalasında sıfır nöqtəsi (0 K) təbiətdə mümkün olan ən aşağı temperatur olub *mütləq sıfır temperaturu* adlanır. Mütləq sıfır temperaturunda maddə molekulları istilik hərəkətlərini dayandırır – molekulların orta kinetik enerjiləri sıfıra bərabər olur.



Uilyam Tomson (lord Kelvin)
(1824–1907)
ingilis fiziki

İstilik hadisələrini tədqiq edən “Termodinamika” elm sahəsinin banilərindən biridir.

Selsi şkalasında mütləq sıfıra uyğun temperatur -273°C -dir (daha dəqiq $-273,15^{\circ}\text{C}$ -dir). Kelvin şkalasına görə buzun ərimə temperaturu 273 K, suyun qaynama temperaturu isə 373 K-dir. Kelvin və Selsi şkalaları ilə ölçülən temperaturlar arasında aşağıdakı münasibət mövcuddur:

$$T \text{ (K)} = t \text{ (}^{\circ}\text{C)} + 273 \text{ və ya } t \text{ (}^{\circ}\text{C)} = T \text{ (K)} - 273.$$

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

Cədvəli tamamlayın:

Nö	$t \text{ (}^{\circ}\text{C)}$	$t_F \text{ (}^{\circ}\text{F)}$	$T \text{ (K)}$
1	36	96,8	309
2		32	
3			253

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Cisimlərin temperaturları eynidirsə, onlar __ olur. Toxunan cisimlərin temperaturları müxtəlifdirsə, istilik tarazlığı yaranana qədər bu cisimlər arasında __ baş verir. Kelvin şkalasında sıfır nöqtəsi təbiətdə mümkün olan ən aşağı temperatur olub __ temperaturu adlanır.

AÇAR SÖZLƏR

Mütləq sıfır
İstilik mübadiləsi
İstilik tarazlığı

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

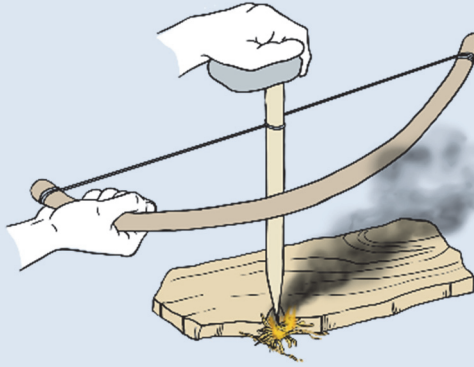
1. Suyun temperaturunu ölçmək üçün onun içərisinə daxil edilən termometr hansı halda istilik alar, hansı halda istilik verər?
2. Bədəninizin temperaturunu $t_F(^{\circ}\text{F})$ və $T(\text{K})$ ilə ifadə edin.
3. Kelvin şkalasında mənfi temperatur varmı? Nə üçün?

ÇALIŞMA-1

1. Əlinizi otaqdakı yaş və quru taxta lövhəyə toxundurduqda nə üçün yaş taxta lövhəni quru taxta lövhə ilə müqayisədə daha soyuq hiss edirsiniz?
2. Selsi şkalasında buzun ərimə temperaturu ilə suyun qaynama temperaturu arasındakı fərq 100°C -dir. Bu fərq Farenheytlə və Kelvin şkalalarında uyğun olaraq neçə $t_F(^{\circ}\text{F})$ və $T(\text{K})$ -dir?
3. Maddənin quruluşunun molekulyar baxımdan izahına görə temperatur hansı fiziki kəmiyyətlərdən asılıdır?
4. Bakıda qış aylarında havanın orta temperaturu -2°C , yay aylarında isə 33°C olur. Bu temperaturları Farenheytlə ifadə edin.
5. Təyyarə Yer səthindən 10 km yüksəklikdə uçar. Təyyarənin salonunda temperatur 20°C , onun bortundan kənarda isə -58°C -dir. Temperaturlar fərqi neçə $t(^{\circ}\text{C})$ və $T(\text{K})$ -dir?

1.4. Daxili enerji

Çox qədimlərdə insanlar cisimləri bir-birinə sürtər və sürtünən yerə quru çöplər yaxınlaşdırmaqla od əldə edərdilər.



- Çöplərin alovlanmasına səbəb nədir?

Mis məftili eyni yerdən dəfələrlə qatlayıb düzəldin. Bu zaman həmin yerin bir qədər qalınlaşdığını və eyni zamanda xeyli qızdığını müşahidə edirsiniz.

- Məftilin qatlanan yerinin qalınlaşmasının və qızmasının səbəbi nədir?

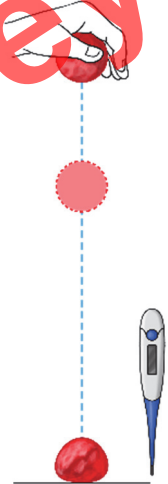
ARAŞDIRMA-1

- Mexaniki enerji hara yox oldu?

Təchizat: plastilin küre (diametri 6–8sm), metal lövhə, elektron termometr.

İşin gedişi:

1. Küre və lövhənin temperaturlarını ölçüb iş vərəqində qeyd edin.
2. Lövhəni döşəmədə yerləşdirin və küreni 1,5 m hündürlüyündən onun üzərinə sərbəst buraxın.
3. Küre lövhənin səthinə düşüb dayanır.
Bu zaman:
 - a) onların qarşılıqlı təsirindən sonrakı temperaturlarını ölçüb iş vərəqində qeyd edin;
 - b) kürenin necə deformasiya etməsinə diqqət yetirin.



Nəticəni müzakirə edin:

- Sərbəstdüşmə halında kürədə hansı enerji çevrilməsi baş verir?
- Kürə lövhənin səthinə düşərək dayandı, bu zaman kürənin mexaniki enerjisi yox oldumu? Demək olarmı ki, enerjinin saxlanması qanunu pozuldu?
- Kürə lövhənin səthinə düşdükdən sonra onun formasında hansı dəyişiklik baş verdi?
- Qarşılıqlı təsirdən sonra kürə və lövhənin temperaturunun yüksəlməsindən, kürənin formasının deformasiyaya məruz qalmasından hansı nəticəyə gəlmək olar?

Cismi (plastilin kürəni) yuxarı qaldırıb saxladıqda o, potensial enerji alır. Kürə sərbəst buraxıldıqda onun döşəmədən olan hündürlüyü tədricən azalır, lakin sürəti artır – kürənin potensial enerjisi azalır, kinetik enerjisi isə artır. Kürənin döşəmədəki lövhəyə zərbə anında bütün mexaniki enerjisi kinetik enerjiyə çevrilir. Lakin lövhəyə dəydikdə plastilin kürə ona “yapışaraq” dayanır. Kürə həm potensial, həm də kinetik enerjisini itirir – “Mexaniki enerjinin saxlanması qanunu pozuldu!”

• Mexaniki enerji hara yox oldu?

Lövhəyə zərblə dəyərək onun səthinə yapışan plastilin kürənin molekulları “həyəcanlanır”. Bu, kürənin deformasiya etməsi və temperaturunun yüksəlməsi ilə müşayiət olunur. Temperaturun yüksəlməsi molekulların orta kinetik enerjilərinin artması, deformasiyası isə molekullararası məsafələrin və qarşılıqlı təsirlərin dəyişməsi deməkdir. Beləliklə, plastilin kürənin mexaniki enerjisi birdəfəlik itmir, o, cismin daxili enerjisində – molekulların kinetik enerjisində və molekulların qarşılıqlı təsirinin potensial enerjisində çevrilir.

- *Daxili enerji – cismi təşkil edən molekulların hərəkətinin kinetik və qarşılıqlı təsirinin potensial enerjilərinin cəmidir.*

Daxili enerji U hərfi ilə işarə edilir və BS-də vahidi *couldur* (1C).

- Cismin tam enerjisi – onun mexaniki və daxili enerjisinin cəmidir:

$$E = E_{\text{Mex}} + U = E_K + E_P + U.$$

• Daxili enerji nədən asılıdır?

- *Daxili enerji cismin temperaturundan asılıdır.* Molekulların hərəkət sürəti (orta kinetik enerjisi) nə qədər böyük olarsa, cismin temperaturu da bir o qədər yüksək olar. Temperatur yüksəldikdə cismin daxili enerjisi artır, temperatur aşağı düşdükdə cismin daxili enerjisi də azalır.

- *Daxili enerji cismin agregat halından asılıdır.* Bərk, maye və qaz hallarında cismin molekulları həm istilik hərəkətinin xarakterinə, həm də aralarındakı məsafəyə görə fərqlənir. Bu səbəbdən molekulların həm orta kinetik enerjisi, həm də qarşılıqlı təsir potensial enerjisi fərqlənir.

- *Daxili enerji cismin kütləsindən asılıdır.*

Cismin kütləsini ondakı bütün molekulların ümumi kütləsi təşkil edir. Daxili enerji cismi təşkil edən bütün molekulların orta kinetik və potensial enerjilərinin cəmindən ibarət olduğuna görə digər bərabər şəraitdə (temperaturun və təzyiqin sabit qiymətlərində) kütləsi böyük olan cismin daxili enerjisi də böyükdür.

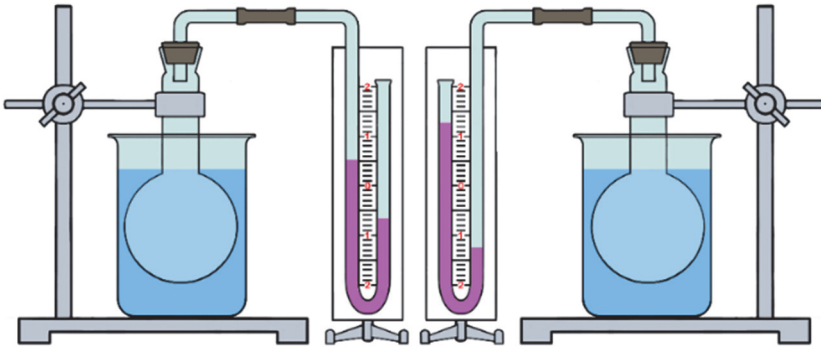
ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA-2

• Hansı kolbadakı havanın daxili enerjisi yüksəkdir?

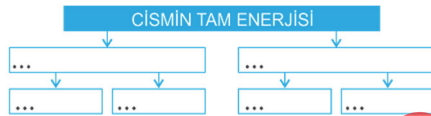
İki eyni kolba manometrlərə birləşdirilmişdir. Kolbalardan biri içərisində isti su olan qaba, digəri isə soyuq su olan qaba daxil edilir. Müəyyən edin:

1. Hansı qabdakı su daha istidir?
2. Hansı kolbadakı havanın daxili enerjisi artdı, hansında – azaldı? Nə üçün?



NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Sxemi iş vərəqinə çəkin və verilən açar sözlərdən istifadə edərək onu tamamlayın.



AÇAR SÖZLƏR

Daxili enerji

Mexaniki enerji

Cismin kinetik enerjisi

Cismin molekulunun orta kinetik enerjisi

Cismin potensial enerjisi

Cismin molekulunun potensial enerjisi

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Hansı enerji cismin daxili enerjisidir?
2. Cismin tam enerjisi nədən ibarətdir?
3. Cismin daxili enerjisi nədən asılıdır?
4. Mexaniki enerjinin daxili enerjiyə çevrilməsinə aid misallar söyləyin.

1.5. Daxili enerjinin dəyişmə üsulları: mexaniki işgörmə və istilikvermə



Kibrit çöpünün başlığını kibrit qutusuna sürtməklə od əldə etmək üsulu məişətimizdə çox geniş yayılmışdır.

- Kibrit çöpü başlığının alovlanması (daxili enerjisinin artması) hansı prosesin nəticəsidir?

Taxtanı kəsərkən mişarın qızdığı hiss edilir.

- Mişarın daxili enerjisinin artmasına səbəb nədir?

ARAŞDIRMA-1

• Hava alışıqanı

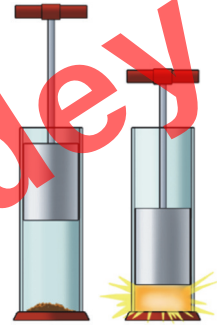
Təchizat: porşenlə təchiz olunmuş qalındıvarlı üzvi şüşədən (pleksiqlas) hazırlanmış sınaq şüşəsi, kibrit başlığından ovulan kükürd tozu.

İşin gedişi:

1. Porşeni çıxarıb silindrin dibinə kükürd tozu səpin.
2. Porşeni silindrə daxil edib dəstəyini zərblə aşağı itələməklə silindrəki havanı birdən sıxın.

Nəticəni müzakirə edin:

- Porşeni zərblə itələdikdə nə müşahidə etdiniz?
- Kükürd tozunu alışıqdan nədir? Nə üçün bu sadə cihaz “Hava alışıqanı” adlanır?



Mexaniki iş görməklə cismin daxili enerjisini dəyişmək (artırmaq və ya azaltmaq) olar; məsələn, ovuclarımızı bir-birinə sürtdükdə əlimizin, taxtanı kəsərkən mişarın sürətlə istilənməsinə səbəb sürtünmə qüvvəsinin gördüyü mexaniki iş nəticəsində cisimlərin daxili enerjisinin artmasıdır. “Hava alışıqanı”

ilə apardığımız araşdırmada bunu əyani olaraq yoxladınız. Porşeni zərblə aşağı itələdikdə silindrdəki hava üzərində mexaniki iş görülür – o sıxılır. Nəticədə havanın temperaturu kəskin yüksəlir: havanın daxili enerjisi artır və o, kükürd tozunu alışıdır.

• *Cisim üzərində mexaniki iş görüldükdə onun daxili enerjisi artır, cisim özü iş gördükdə isə onun daxili enerjisi azalır.*

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA-2

• Qabda duman

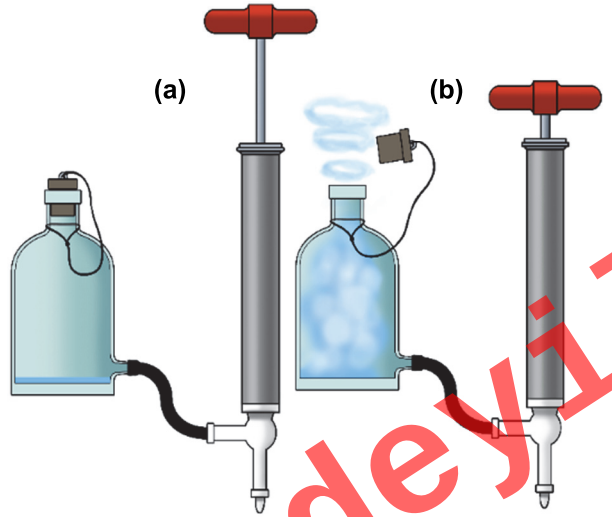
Təchizat: qalındıvarlı şüşə qab, rezin tıxac, şlanq, hava nasosu, ip.

İşin gedişi:

1. Qaba az miqdarda su töküüb tıxacı möhkəm qapayın. Qabdakı havanın rütubətli olması üçün onu bir neçə dəfə silkələyin.
2. Tıxacı iplə qaba bağlayın və qabı hava nasosu ilə əlaqələndirin (a).
3. Qaba tıxac atılana qədər hava vurun və baş verən hadisəni diqqətlə izləyin (b).

Nəticəni müzakirə edin:

- Tıxac hansı cismin gördüyü iş hesabına atıldı?
- Nə üçün tıxac atıldıqdan sonra qabda duman yaranır? Qabdakı havanın soyumasına səbəb nədir?



Araşdırma belə izah olunur: qaba hava vurmaqla iş görülür. Qabdakı molekulların miqdarı çoxalır, onların sürətləri və qarşılıqlı təsirləri artır. Nəticədə havanın daxili enerjisi və temperaturu yüksəlir. Sonra sıxılmış hava tıxacı itələməklə iş görür, bu zaman onun daxili enerjisi azalır və qabdakı havanın temperaturu aşağı düşür – qabda buxar yaranır.

• Cismnin daxili enerjisinin mexaniki iş görmədən dəyişmək olarmı?

Çaydanı soyuq altlıq üzərinə qoyduqda bir müddətdən sonra ondakı su soyuyur. Çaydanı pilotədə qızdırdıqda isə, əksinə, suyun temperaturu yüksəlir və o qaynayır. Buz parçalarını stəkana atdıqda su soyuyur. Bütün bu misallarda

cisimlər hərəkətsizdir – mexaniki iş görülmür; lakin onlardan bəziləri isinir – daxili enerjiləri artır, bəziləri isə soyuyur – daxili enerjiləri azalır.



Beləliklə, müxtəlif temperaturlu iki cisim toxunduqda onlar arasında istilik mübadiləsi baş verir: istilik temperaturu yüksək olan cisimdən temperaturu aşağı olan cismə verilir. Nəticədə, istilik verən cismin daxili enerjisi azalır, istilik alan cismin isə daxili enerjisi artır.

• *İstiliyin isti cisimdən (və ya cismin hissəsindən) soyuq cismə (və ya cismin hissəsinə) verilmə prosesi **istilikvermə** adlanır.*

Tərif belə də söyləmək olar:

• *Üzərində iş görülmədən cismin daxili enerjisinin dəyişmə prosesi **istilikvermə** adlanır.*

İstilikvermənin üç növü var: *istilikkeçirmə, konveksiya və şüalanma.*

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Cisim üzərində __ görüldükdə onun daxili enerjisi artır, cisim özü iş gördükdə isə onun __ azalır. İstiliyin daha çox qızmış cisimdən (və ya cismin hissəsindən) az qızmış cismə (və ya cismin hissəsinə) verilməsi prosesi __ adlanır.

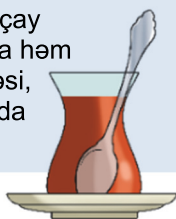
AÇAR SÖZLƏR
Daxili enerji
İstilikvermə
Mexaniki iş

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Nə üçün kanatla cəld sürüşmək təhlükəlidir?
2. Cisim üzərində iş görülsə, onun temperaturu və daxili enerjisi necə dəyişər?
3. Cismin daxili enerjisi hesabına iş görə bilməsinə nümunə göstərin.
4. İstilikvermə ilə daxili enerjinin dəyişmə üsulu mexaniki işgörmə üsulundan nə ilə fərqlənir?

1.6. İstilikkeçirmə

Qaşığı içərisində isti çay olan stəkana saldıqda həm onun suda olan hissəsi, həm də sudan kənarda qalan hissəsi isinir.



- Bu hadisədə istilik mübadiləsi hansı toxunan cisimlər arasında baş verir?
- İstilik mübadiləsi zamanı hansı cismin daxili enerjisi azalır, hansının daxili enerjisi artır?
- Qaşığın daxili enerjisinin dəyişməsi hansı üsulla baş verir?

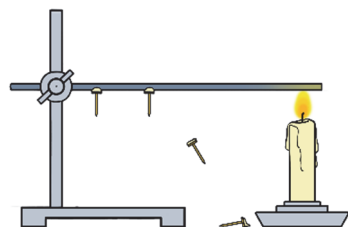
ARAŞDIRMA-1

• Daxili enerjinin dəyişməsi necə baş verdi?

Təchizat: dəmir çubuq, kiçik mismar (4–5 əd.), parafin (və ya plastilin), şam (və ya spirt lampası), ştativ, kibrit.

İşin gedişi:

1. Dəmir çubuğu ştativə bərkidin və mismarları aralarındakı məsafə eyni olmaqla parafinlə onun üzərinə yapışdırın.
2. Şamı yandırıb çubuğun sərbəst ucunu qızdırın və mismarların qopub düşmə ardıcılığını izləyin.



Nəticəni müzakirə edin:

- Dəmir çubuğun daxili enerjisi hansı istiqamətdə və necə dəyişir? Cavabınızı əsaslandırın.
- Dəmir çubuğun daxili enerjisinin dəyişməsini molekulyar baxımdan necə izah edərdiniz?

Bütün bərk cisimlərdə olduğu kimi, dəmir çubuqda da atomlar müəyyən tərzliq vəziyyətləri ətrafında rəqsi hərəkət edir. Çubuğun şam alovuna toxunan ucunu qızdırdıqda metalın atomlarının rəqsi hərəkət sürətləri və rəqs amplitudları artır. Bu atomlar qonşu atomlarla qarşılıqlı təsirdə olaraq öz enerjilərinin bir hissəsini onlara verir. Beləliklə, istilikvermə prosesi bütün çubuq boyu baş verdiyindən o tədricən qızır. Bərk cisimlərdə atomlar enerjilərinin bir hissəsini verməklə heç də tərzliq yerlərini dəyişmir – cisimdə maddə daşınması baş vermir.

• Enerjinin cismin bir hissəsindən digər hissəsinə, yaxud bir-birinə toxunan bir cisimdən digərinə verilməsi prosesi **istilikkeçirmə** adlanır.

İstilikkeçirmədə yalnız enerji daşınır, maddə daşınması baş vermir.

Müxtəlif maddələrin istilikkeçirməsi müxtəlifdir. Metallar təbiətdə istiliyi ən yaxşı keçirən maddələrdir, lakin onların istilikkeçirmələri eyni deyildir. Mayələrin istilikkeçirməsi metalların istilikkeçirməsinə nisbətən azdır, lakin qazların istilikkeçirməsi daha zəifdir. Bu onunla izah olunur ki, verilən enerji hesabına qazın molekulları arasındakı məsafə artır. İstilikkeçirmə molekulların kinetik enerjilərinin bir-birinə ötürülməsidir, odur ki, molekullararası məsafə artdığından enerji mübadiləsi də zəifləyir.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

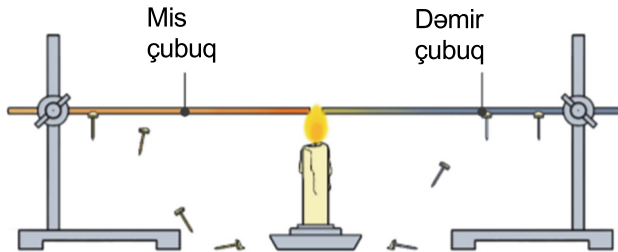
ARAŞDIRMA-2

• Müxtəlif metalların istilikkeçirməsi müxtəlifdir

Təchizat: eyni ölçüdə dəmir və mis çubuq, kiçik mismar (8–10 əd.), parafin (və ya plastilin), şam (və ya spirt lampası), ştativ (2 əd.), kibrit.

İşin gedişi:

1. Dəmir və mis çubuqları ayrı-ayrılıqda ştativə bərkidin və mismarları aralarındakı məsafə eyni olmaqla parafinlə onların üzərinə yapışdırın.
2. Çubuqları şəkildə təsvir edildiyi kimi yerləşdirib sərbəst uclarını şamla qızdırın və mismarların qopub düşmə ardıcılığını izləyin.



Nəticəni müzakirə edin:

- Hansı metalın istilikkeçirməsi daha yaxşıdır? Cavabı əsaslandırın.

ARAŞDIRMA-3

• Maye və qazların istilikkeçirməsi

Təchizat: sınaq şüşəsi (2 əd.), buz parçası, bir stəkan su, tıxac, nazik metal mil, qayqa, spirt lampası, tutqacla təchiz olunmuş ştativ.

İşin gedişi:

I mərhələ.

1. Sınaq şüşəsinə yarıdan yuxarı su töküb içərisinə buz parçası salın. Buz səthə qalxmasın deyə onun üzərinə qayqa atın.

2. Sınaq şüşəsini şəkildə təsvir edildiyi kimi ştativə bərkidin və yuxarı hissədən spirt lampası ilə qızdırın (a).
3. Suyun hansı hissəsinin qaynadığını və bu zaman buz parçasının əriyib-ərimədiyini diqqət yetirin.

Nəticəni müzakirə edin:

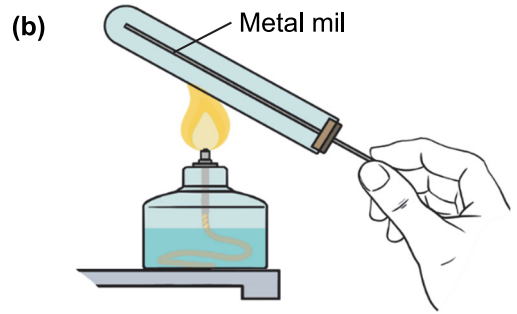
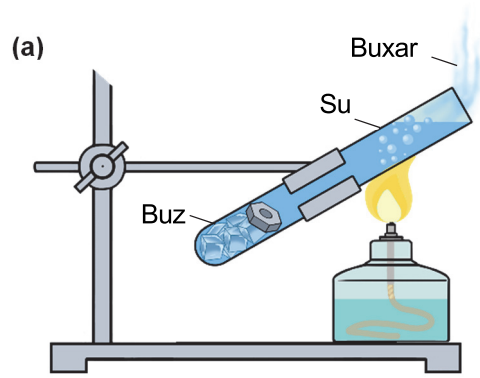
- Sınaq şüşəsindəki suyu qızdırdıqda nə müşahidə etdiniz?
- Nə üçün suyun qızdırılan hissəsinin qaynamasına baxmayaraq buz parçası ərimədi?
- Mayenin istilikkeçirmə qabiliyyəti haqqında hansı nəticəyə gəldiniz?

II mərhələ.

1. Quru sınaq şüşəsini ortasından metal mil keçirilmiş tıxacla qapayın.
2. Milin kənarında qalan ucundan tutub sınaq şüşəsini spirt lampasında qızdırın (b).

Nəticəni müzakirə edin:

- Sınaq şüşəsini qızdırdıqda metal milin də eyni zamanda isindiyini hiss etdinizmi? Nə üçün? Cavabınızı əsaslandırın.



BİLİRSİNİZMİ?

Hava mis cisimlə müqayisədə istiliyi 20 000 dəfə zəif keçirir. Vakuumda isə atom və molekul olmadığından onun istilikkeçiriciliyi sıfıra bərabərdir.

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

___ cismin bir hissəsindən digər hissəsinə, yaxud bir-birinə toxunan bir cisimdən digərinə verilməsi prosesi ___ adlanır. İstilikkeçirmədə yalnız enerji daşınır, ___ baş vermir.

AÇAR SÖZLƏR

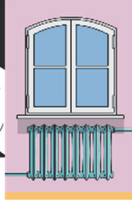
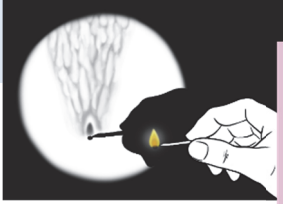
İstilikkeçirmə
Maddə daşınması
Enerji

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Nə üçün havanın istilikkeçirməsi misin istilikkeçirmə qabiliyyətindən çox-çox zəifdir?
2. Daxili enerjinin istilikkeçirmə ilə dəyişməsində nə daşınır?
3. Soyuq qışda elə il olur ki, tarlalardakı payızlıq taxıl sahələri donmur, elə il də olur ki, donur. Nə üçün? Cavabınızı əsaslandırın.
4. Metalların yaxşı istilikkeçirmə qabiliyyətindən hansı məqsədlər üçün istifadə edilir? Misallar göstərin.

1.7. Konveksiya

Kibrit çöpünü yandırıp alovunu fənərlə işıqlandırın və divarda kölgəsini alın.



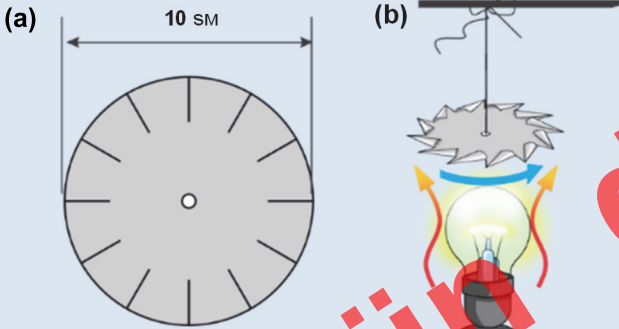
- Alovun üzərində nə axını müşahidə edirsiniz? Nə üçün o yuxarı qalxır?
- Nə üçün qızdırıcı radiatorlar, adətən, otağın aşağı hissəsində yerləşdirilir?
- Nə üçün radiatorlar bir çox hallarda “qabırğalı” formada hazırlanır.
- Pəncərənin kip bağlanmasına baxmayaraq, qışda ayaqlarımız bəzən üşüyür. Nə üçün?

ARAŞDIRMA-1

• Fırlanğıcı hərəkət etdirən nədir?

Təchizat: alüminium folqa (10×10 sm), karandaş, qayçı, gecə lampası, nazik ip.

Fırlanğıcın hazırlanması: folqadan diametri 10 sm olan dairə kəsin. Dairə üzərində karandaşla 12 bərabər nöqtə qeyd edib mərkəzə doğru radius boyunca 7-8 sm uzunluqlu xətlər çəkin və qayçıyla həmin xətləri üzrə dairəni kəsin (a). Alınan ləçəklərin uclarını dairə müstəvisinə perpendikulyar olmaqla əks tərəflərə azca qaldırın. Dairənin mərkəzindən dəlik açın və oradan ipin bir ucunu keçirib dairənin əks tərəfində düyün vurun – fırlanğıc hazırdır.



İşin gedişi:

İpin sərbəst ucundan tutaraq fırlanğıcı lampanın üzərində 5-8 sm hündürlükdə asın, lampanı yandırın (b) və baş verən hadisəni izləyin.

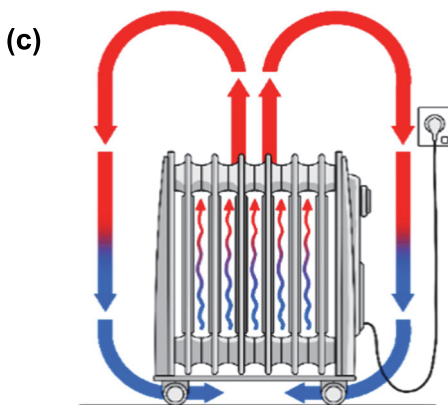
Nəticəni müzakirə edin:

- Nə üçün lampanı yandırdıqda onun üzərində asılan fırlanğıc hərəkət etməyə başladı? Cavabınızı əsaslandırın.

• Qazlarda konveksiya

Qızdırıcı cihaza yaxın durduqda ondan isti havanın yayıldığını, yəqin ki, hiss etmisiniz. Belə istilikvermə prosesini əlinizi yanan lampaya yaxınlaşdıranda da duyursunuz. Bütün bu hadisələrdə qızdırıcının, yaxud lampanın yaxınlığındakı havanın qızma prosesi baş verir.

Nəticədə qızmış hava genişlənir və onun sıxlığı azalır. Soyuq hava kütləsi qızmış hava kütləsinə Arximed qüvvəsi ilə təsir edərək onu yuxarı itələyir. İsti hava kütləsinin yerinə isə soyuq hava axır – qaz axını baş verir (c). Beləliklə, qızdırıcının yaxınlığında yaranan hava seli araşdırma zamanı müşahidə etdiyiniz fırlanıcı hərəkətə gətirir və s.



• Enerjinin maye və qaz axını (maddə daşınması) ilə köçürülmə prosesi **konveksiya** adlanır.

Bəzən konveksiya prosesində yaranan maye və qaz axını *konvektiv axın* da adlandırılır.

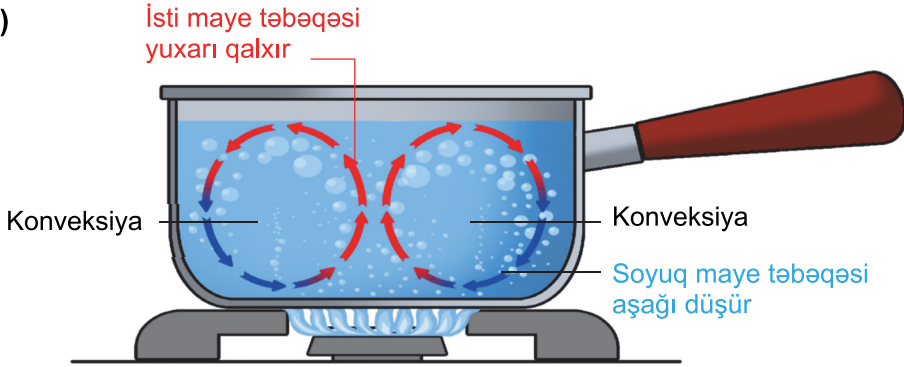
Bərk cisimlərdə istilikvermə maddə daşınması ilə baş vermədiyindən (molekulyar quruluş əsasında) konveksiya hadisəsi də baş vermir.

• Mayelərdə konveksiya

Mayedə də istilikvermə maddə daşınması vasitəsilə həyata keçirilir. Bu belə baş verir: mayenin qızdırılan təbəqəsinin molekulları istilik hərəkətləri nəticəsində müxtəlif istiqamətlərə yayılaraq həmin hissəni genişləndirir. Nəticədə bu təbəqənin sıxlığı azalır və mayenin həmin təbəqəsinə təsir edən ağırlıq qüvvəsi onu əhatə edən mayenin digər təbəqələri tərəfindən təsir edən qaldırıcı Arximed qüvvəsindən kiçik olur.

Nəticədə mayenin qızmış təbəqəsi yuxarı qalxır, onun yerinə isə mayenin soyuq təbəqəsi enir – maye axını yaranır (d). Proses qabdakı bütün mayenin eyni dərəcədə qızmasına qədər – *istilik tarazlığı* yaranana qədər davam edir.

(d)



• Təbiətdə konveksiya

Qalın qar örtüyü torpağı donmadan qoruyur. Səbəb qar dənələri arasında qalan havanın istiliyi pis keçirməsidir. Lakin qarla örtülməyən torpaq da hava qatı altındadır, bəs nə üçün çılpaq (qarsız) torpaq soyuqdan donur? Buna səbəb havanın istilik izolyasiyasını daim neytrallaşdıran konveksiyadır.

Belə ki, torpaqla istilik təmasında olan hava həmişə konvektiv hərəkətdə olur: torpaqdan qalxan nisbətən isti hava atmosferin yuxarı qatlarında soyuyur və yenidən torpağa qayır.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA-2

• Mayədə konveksiya

Təchizat: ağzı enli şüşə banka, soyuq su (1 litr), kiçik saxsı kolba, rəngli isti su (20 ml).

İşin gedişi:

1. Bankaya yarıdan yuxarı soyuq su tökün.
2. Kolbanı rəngli isti su ilə doldurun, ağzını barmağınızla qapayıb soyuq su olan bankanın dibində yerləşdirin və ağzını açın.

Nəticəni müzakirə edin:

- Nə üçün kolbadan çıxan rəngli isti su vulkan püskürməsi kimi soyuq suyun səthinə qalxır?
- Müşahidə etdiyiniz bu istilikvermə prosesi hansı üsulla baş verir? Cavabı əsaslandırın.



NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

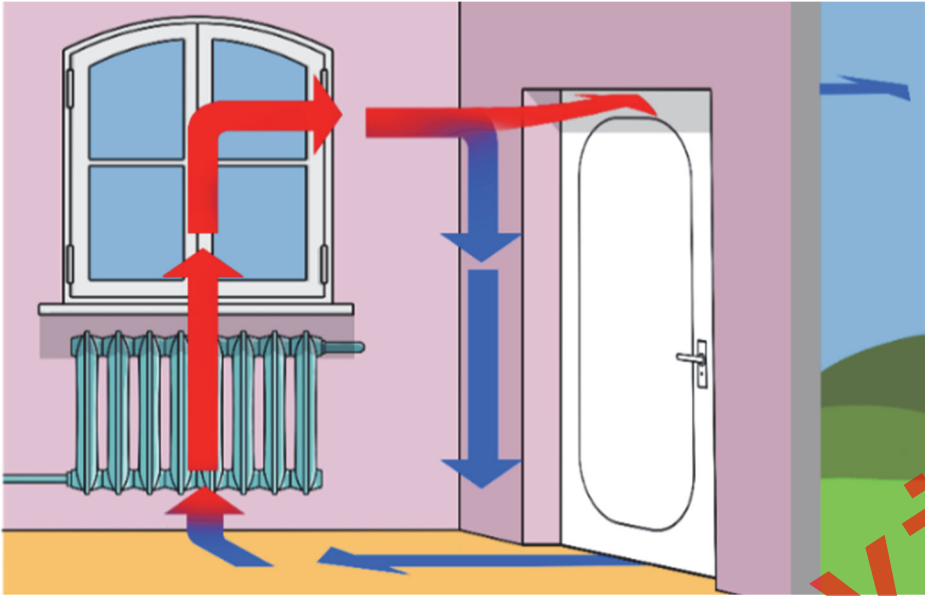
Enerjinin maye və qaz axını (maddə daşınması) ilə köçürülməsi prosesi __ adlanır. Konveksiya prosesində yaranan maye və qaz axını __ da adlandırılır. Konveksiya prosesi __ yaranana qədər davam edir.

AÇAR SÖZLƏR

Konvektiv axın
İstilik tarazlığı
Konveksiya

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Nə üçün bərk cisimlərdə konveksiya baş vermir?
2. Şəkildə otaqdakı havanın konvektiv axın sxemi təsvir edilmişdir. Prosesi izah edin.
3. Təbiətdə konveksiyaya aid nə kimi nümunələr göstərə bilərsiniz?
4. Nə üçün maye və qazları bir qayda olaraq altdan qızdırırlar?



Çap üçün deyil

1.8. Şüalanma

Bütün planetlərin, o cümlədən Yer kürəsinin əsas enerji mənbəyi Günəşdir. Alimlər müəyyənləşdirmişlər ki, Yerdən 150 000 000 km uzaqlıqda olmasına baxmayaraq, Günəşdən Yərə hər saniyədə $10^{14} kC$ enerji ötürülür. Bu enerji atmosferi, torpağı, dəniz və okeanları qızdırır, Yerdə həyatı təmin edir.

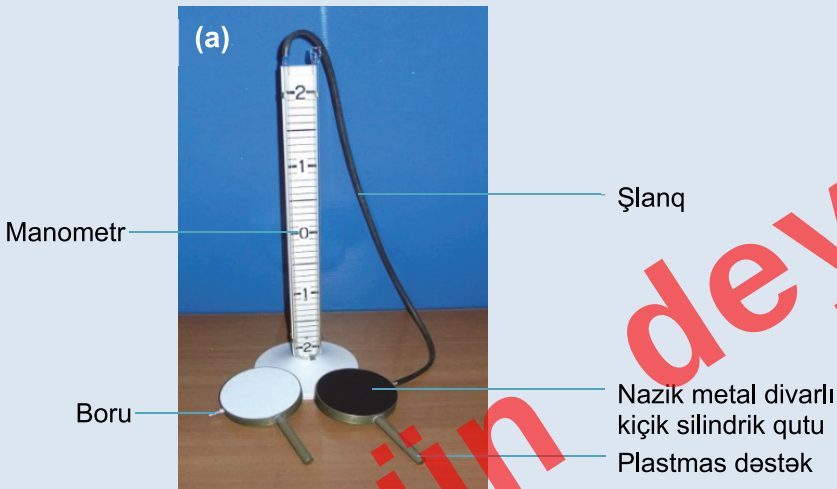
- Günəşdən Yərə və digər planetlərə enerji verilməsi hansı üsulla baş verir?

ARAŞDIRMA-1

• İstilik qəbuledicisi ilə eksperiment

Təchizat: istilik qəbuledicisi (2 əd.), rezin şlanq, mayeli manometr (2 əd.), gecə lampası (2 əd.: 60 Vt və 100 Vt), ştativ altlığı.

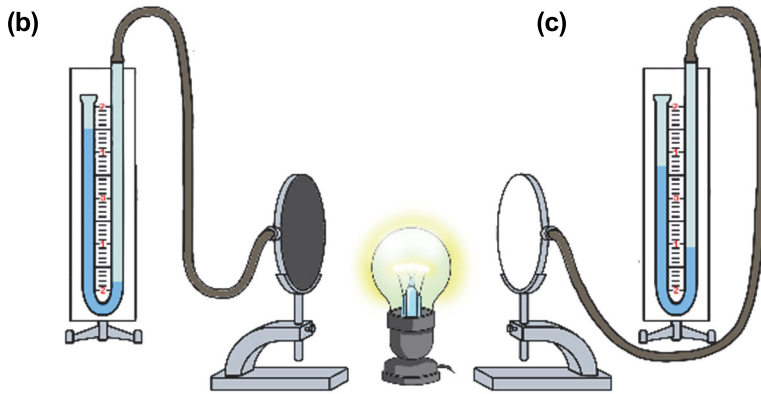
İstilik qəbuledicisinin quruluşu. *İstilik qəbuledicisi* adlanan cihaz – nazik metal divarlı kiçik silindrik qutudur. Qutu plastmas dəstəklə təchiz edilmişdir. Qutunun içərisində hava vardır ki, o, cihazdakı borudan asanlıqla çıxa bilər. Həmin boru şlanq vasitəsilə manometrə birləşdirilir. Qutunun bir səthi qara, digər səthi isə ağ rənglə boyanmışdır (a).



İşin gedişi:

1. Altlıqlara bərkidilən istilik qəbuledicilərini şlanq vasitəsilə manometrlərə birləşdirib müxtəlif səthlərini qarşı-qarşıya çevirin.
2. 60 Vt-lıq lampanı yandırın və onu qəbuledicilərin arasında eyni məsafədə yerləşdirin. 1 dəq gözəyən və manometrlərdə mayələrin səviyyələrinin dəyişməsinə müşahidə edin (manometrlər qutulardakı havanın təzyiqini göstərir).

3. Lampanı söndürüb onu 100 Vt-lıq lampa ilə əvəz edin və təcrübəni təkrarlayın. Bu zaman manometrlərdə təzyiqin dəyişməsinə diqqət yetirin.
4. Qara səthli istilik qəbuledicisini lampanın altında yerləşdirin və manometri izləyin.



Nəticəni müzakirə edin:

- Nə üçün lampanı yandırdıqda qara səthli istilik qəbuledicisinin birləşdiyi manometr ağ səthli qəbuledicinin birləşdiyi manometrdən daha böyük təzyiq göstərir (b və c)?
- Lampanı daha parlaq lampa ilə əvəz etdikdə manometrlərdə təzyiq necə dəyişdi?
- Qara səthli qəbuledicini lampanın altında yerləşdirdikdə manometrdə təzyiqin dəyişməsi sizə hansı nəticəni çıxarmağa əsas verir?
- Lampadan istilik enerjisi qəbulediciyə hansı üsulla və hansı sürətlə verildi? Nə üçün istilikvermə sürətlə baş verdi?

• Şüalanma

Yer atmosferindən kənardakı fəza – Günəş ilə Yer arasındakı kosmik fəza – demək olar, vakuumdur. Vakuumda isə enerjinin *istilikkeçirmə* və *konveksiya* ilə verilməsi qeyri-mümkündür. Ona görə də deyəndə ki, Günəşdən Yerə külli miqdarda enerji daxil olur, biz istilikvermənin yeni bir növü ilə qarşılaşmış oluruq, bu, *şüalanmadır*.

• **Şüalanma – enerjinin bir cisimdən digərinə şüalar (görünən və görünməyən) vasitəsilə verilməsidir.**

Şüalanma istilikvermənin digər növlərindən bir neçə xassəsi ilə fərqlənir:

- vakuumda (heç bir maddə olmayan mühit) baş verir;
- böyük məsafələrə yayılır;
- çox yüksək sürətlə ($\approx 3 \cdot 10^5 \frac{\text{km}}{\text{san}}$) yayılır;
- bütün istiqamətlərə yayılır.

Şüalanma mənbəyi *təbii* və *süni* (insanların yaratdığı) ola bilər. Yer üçün ən böyük təbii şüalanma mənbəyi olan Günəş həm işıq, həm də istilik şüalanıdır. Qaranlıqda *ışığısaçma* xüsusiyyətinə malik işıldayan böcəklər, suda yaşayan bəzi canlılar və s. təbii şüalanma mənbələridir.



İnsanların düzəlttikləri elektrik közərmə lampası, kerosin çırağı və s. isə süni işıq və istilik mənbəyidir.



• Şüanın qayıtması (əksətməsi) və udulması

Cisimdən şüalanan enerji digər cisimlərin səthinə çatdıqda onun bir hissəsi həmin səth tərəfindən udulur, digər hissəsi isə əks olunur. Cisim şüalanan enerjini udduqda onun daxili enerjisi artır və o qızır. Tünd və açıqrəngli səthlər müxtəlif şüaudma qabiliyyətinə malikdir. Belə ki, tünd (qara) rəngli səthlər enerji şüalarını daha yaxşı udur, açıqrəngli səthlər isə, əksinə, şüaları daha yaxşı əks etdirir. Araşdırmada bunu istilik qəbuledicisi ilə yoxladınız: qəbuledicinin qara rəngli səthi daha çox enerji udduğundan qutudakı havanın daxili enerjisinin və temperaturunun artması nəticəsində havanın təzyiqi də artaraq manometrin qolundakı mayeni daha çox aşağı sıxır. Qəbuledicinin ağ rəngli səthi isə şüaları daha çox əks etdiyindən az enerji qəbul edir. Onda havanın daxili enerjisinin və temperaturunun az dəyişməsi nəticəsində təzyiqi də az artır, manometrin qolundakı mayeni cüzi aşağı sıxır. Cismin şüaudma xüsusiyyətinin onun səthinin rəngindən asılılığı texnika və məişətdə geniş

istifadə olunur; məsələn, təyyarənin gövdəsi, adətən, gümüşü-ağ rənglə örtülür ki, o, atmosferin yuxarı qatlarında uçarkən günəş şüalarını çox əks etdirməsin və az qızсын. Əksinə, Günəş enerjisindən qızdırıcı məqsədlə istifadə etmək üçün uyğun qurğuların səthi tünd rənglə boyanır. Belə qurğulara günəş batareyalarını, suqızdırıcıları və s. misal göstərmək olar.

BİLİRSİNİZMİ?

Bütün cisimlər temperaturundan asılı olmayaraq enerji şüalandırır. Lakin cismin temperaturu aşağı olduqda o, gözə görünməz şüalar buraxır. Temperatur yüksəldikcə cisim işıqlanmağa başlayır və görünən şüalanma yaranır: əvvəlcə qırmızı, sonra narıncı, sarı və s. rəngdə işıqlanır. Təcrübədən müəyyən edilmişdir ki, cismin temperaturu 5800°C olduqda o, ən çox sarı rəngli şüalar buraxır. Bu əlamətə əsasən, Günəşin səthindəki temperatur təyin olunmuşdur.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA-2

Şəkildə ocaq istisində əllərin və metal çubuğun qızdırılması təsvir edilmişdir. İstiliyin istilikkeçirmə, konveksiya və şüalanma ilə verilməsi hansı rəqəmlə işarə edilmişdir? Cavabınızı əsaslandırın.



NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

__ enerjinin bir cisimdən digərinə __ (görünən və görünməyən) vasitəsilə verilməsidir. Tünd və açıqrəngli səthlər müxtəlif __ qabiliyyətinə malikdir. Belə ki, tünd rəngli səthlər şüalanan enerjini daha yaxşı udur, açıqrəngli səthlər isə, əksinə, şüaları daha yaxşı __.

AÇAR SÖZLƏR

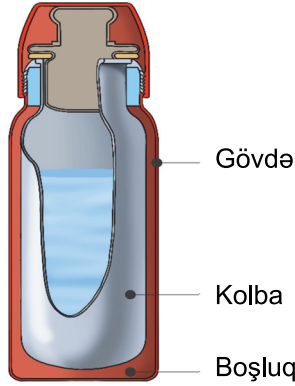
Şüa
Şüaudma
Əks etdirmək
Şüalanma

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

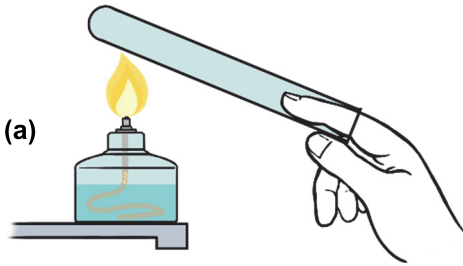
1. Şüalanma istilikvermənin digər növlərindən nə ilə fərqlənir?
 2. Nə üçün yayda ağ, qışda isə tünd rəngli paltarlar üstünlük verilir?
 3. Nə üçün hislə örtülən qar təmiz qara nisbətən daha tez ərilyir?
 4. Hansı torpaq günəş şüaları altında daha yaxşı qızır: qara torpaq, yaxud qızılı?
- Cavabınızı əsaslandırın.

ÇALIŞMA-2

1. Şekildə termosun kəsiyi təsvir edilmişdir. O, arasından havası çıxarılmış ikiqat divarlı kolbadan ibarətdir. Kolbanın səthi parlaq gümüşü təbəqə ilə örtülmüşdür. Nə üçün kolba parlaq təbəqə ilə örtülür və ikiqat divarlı hazırlanır?



2. Bəzi quşlar, məsələn, Sibir xoruzu, tetra quşu, kəklik və s. qar komasında gizlənir, orada bir neçə sutka qalırlar. Belə yuvada quşlar nə üçün donmur?
3. Sınaq şüşəsində hava qızdırılır (a), su isə qaynadılır (b). Lakin əlimiz yüksək temperatur hiss etmir, nə üçün? Cavabınızı əsaslandırın.



4. Yer ətrafında hərəkətdə olan kosmik stansiyada qızdırılan cisimdən istiliyi ötürmək çətinidir, nə üçün?
5. Vakuumda yerləşən iki cisim arasında istilik mübadiləsi hansı üsulla baş verir: konveksiya, şüalanma, yaxud istilikkeçirmə?

ÜMUMİLƏŞDİRİCİ TAPŞIRIQLAR

1. Cisim enerjini udmaqdan çox, şüalandırırsa, onun daxili enerjisi və temperaturu necə dəyişər?

- A) Cismin daxili enerjisi artar, temperaturu azalar.
- B) Cismin daxili enerjisi azalar, temperaturu azalar.
- C) Cismin daxili enerjisi artar, temperaturu artar.
- D) Cismin daxili enerjisi azalar, temperaturu artar.
- E) Cismin daxili enerjisi dəyişməz, temperaturu dəyişməz.

2. Temperaturları 20°C (I cisim) və 65°C (II cisim) olan iki cisim arasında istilik mübadiləsi nəticəsində bu cisimlərin daxili enerjiləri necə dəyişər?

- A) I cismin daxili enerjisi artar, II cismin daxili enerjisi azalar.
- B) I cismin daxili enerjisi azalar, II cismin daxili enerjisi artar.
- C) I cismin daxili enerjisi dəyişməz, II cismin daxili enerjisi azalar.
- D) I cismin daxili enerjisi artar, II cismin daxili enerjisi dəyişməz.
- E) I cismin daxili enerjisi dəyişməz, II cismin daxili enerjisi dəyişməz.

3. Hansı fiziki kəmiyyətin dəyişməsi cismin daxili enerjisinin dəyişməsinə səbəb ola bilər (müqavimət və sürtünmə qüvvəsinin təsiri nəzərə alınmır)?

- A) Cismin potensial enerjisinin.
- B) Cismin kinetik enerjisinin.
- C) Cismin sürətinin.
- D) Cismin temperaturunun.
- E) Cismin Yerdən olan məsafəsinin.

4. Hansı cisimdə konveksiya mümkün deyildir?

- A) Yalnız mayədə.
- B) Yalnız qazda.
- C) Yalnız bərk cisimdə.
- D) Maye və qazda.
- E) Bərk cisim və mayədə.

5. Şəkidə qış aylarında havanın orta temperaturu -5°C , yay aylarında isə 28°C olur. Bu temperaturları Kelvinlə ifadə edin.

- A) 278 K və 301 K.
- B) 278 K və 245 K.
- C) 268 K və 301 K.
- D) 268 K və 245 K.
- E) 5 K və 29 K.

6. Cismin temperaturu onu təşkil edən molekulların ... asılıdır.

- A) sayından.
- B) ölçüsündən.
- C) düzülüşündən.
- D) aralarındakı məsafədən.
- E) sürətindən.

İSTİLİK HADİSƏLƏRİNDƏ ENERJİNİN SAXLANMASI QANUNU

2

səh. 39–62

- 2.1. İstilik miqdarı
- 2.2. Xüsusi istilik tutumu
- 2.3. Yanacaqın yanma istiliyi
- 2.4. İstilik proseslərində enerjinin saxlanması qanunu
- 2.5. İstilik balansı tənliyi
- 2.6. **Praktik iş.** Cismın xüsusi istilik tutumunun təyini

- Ümumiləşdirici tapşırıqlar

Çap üçün deyil

2.1. İstilik miqdarı

Fincandakı ilıq çayı qızdırmaq üçün, adətən, onun üzərinə bir qədar qaynar su əlavə edirik. Bu zaman ilıq çay ilə qaynar suyun temperaturaları tarazlaşana qədər onlar arasında istilik mübadiləsi baş verir – mayelərin daxili enerjiləri dəyişir.



- İstilik mübadiləsi zamanı fincandakı çay və suyun daxili enerjisi necə dəyişir: hansı mayenin daxili enerjisi azalır, hansının daxili enerjisi artır? Nə üçün?
- Mayenin daxili enerjisinin nə qədər artdığı və ya nə qədər azaldığını təyin etmək olarmı?

Cisimlər arasında istilikvermə ilə baş verən daxili enerjinin dəyişmə prosesi *istilik miqdarı* adlanan fiziki kəmiyyətlə xarakterizə edilir.

• **İstilik miqdarı** – *istilikvermə prosesində cismin aldığı və ya verdiyi enerjidir.*

İstilik miqdarı **Q** hərfi ilə işarə olunur və BS-də vahidi **couldur**:

$$[Q] = 1C.$$

BİLİRSİNİZMİ?

İstilik miqdarının *kalori* adlanan digər vahidi də vardır. Kalori – 1 q kütləli suyu 1°C qızdırmaq üçün tələb olunan istilik miqdarıdır. Coull ilə kalori arasında münasibət belədir:

$$1 \text{ kal} \approx 4,19 \text{ C}.$$

Kaloriden (və ya kilokaloriden), adətən, ərzağın energetik əhəmiyyətini qiymətləndirmək üçün istifadə olunur. Belə ki, ərzaqda kalorinin miqdarı orqanizmin ondan aldığı enerjinin miqdarı ilə təyin edilir. Orqanizm kalorini ərzaqdakı zülal, piy, karbohidrat kimi tərkib hissələrdən alır.

• İstilik miqdarı nədən asılıdır?

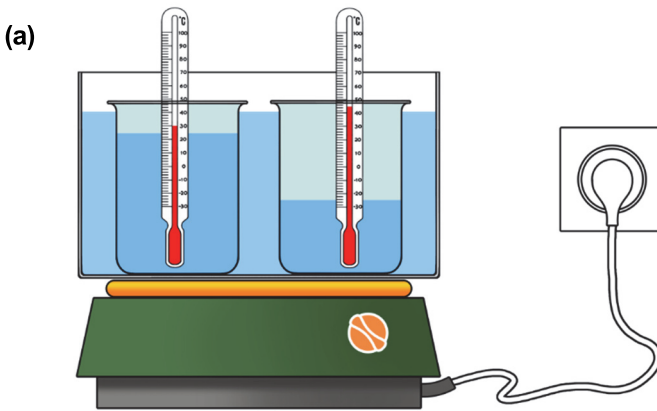
ARAŞDIRMA-1

• İstilik miqdarı kütlədən necə asılıdır?

Təchizat: elektrik plitəsi (qızdırıcı), yastı alüminium qab (18–24 sm diametrlı), laboratoriya stəkanı (2 əd. 150 q-lıq), su (2 l), laboratoriya termometri (2 əd.), menzurka.

İşin gedişi:

1. Stəkanlardan birinə 100 q, digərinə 50 q su töküb alüminium qabda yerləşdirin. Sonra isə alüminium qaba birinci stəkandakı mayenin səviyyəsindən azca yuxarı olmaqla su töküb elektrik plitəsinin üzərinə qoyun (a).



2. Termometrləri stəkanlara daxil edin, 1 dəq gözləyin və suların ilk temperaturunu qeyd edin; o eynidir.
3. Qızdırıcını işə salın və stəkanlardakı suyu su vannasında qızdırmağa başlayın. 5 dəq gözləyin və stəkanlardakı termometrlərin göstəricilərini qeyd edin.

Nəticəni müzakirə edin:

- Stəkanlardakı suları tədricən qızdırdıqda nə müşahidə etdiniz?
- Eksperimentdən hansı nəticəyə gəlmək olar: verilən mayeni müəyyən temperatura qədər qızdırmaq üçün ona verilən istilik miqdarı nədən asılıdır?

Araşdırmadan məlum oldu ki, eyni vaxtda stəkanlardakı sular eyni miqdarda istilik almalarına baxmayaraq, böyük kütləli su kiçik kütləli suya nəzərən daha az qızır.

- *Verilən cismi müəyyən temperatura qədər qızdırmaq üçün tələb olunan istilik miqdarı bu cismin kütləsindən asılıdır.*

Bu, o deməkdir ki, müxtəlif kütləli cismi eyni temperatura qədər qızdırmaq üçün böyük kütləli cismə daha çox istilik miqdarı vermək lazımdır.

Qeyd.

İxtiyari fiziki kəmiyyətin dəyişməsi bu kəmiyyət qarşısında yunan hərfi delta (Δ) yazılmaqla işarə olunur. Məsələn, əgər cismin başlanğıc halındakı temperaturu t_1 , istilik mübadiləsindən sonrakı temperaturu t_2 olmuşdursa, bu halda onun temperatur dəyişməsi belə yazılır:

$$\Delta t = t_2 - t_1.$$

Əks prosesdə də qanunauyğunluq ödənilir:

- *Müxtəlif kütləli cisim soyuduqda böyük kütləli cisim ətrafdakı cisimlərə daha çox istilik miqdarı verir.*

– Hansı halda daha çox istilik miqdarı tələb olunur: otaq temperaturunda (məsələn, $t_1=18^\circ\text{C}$ olan 100 q suyu isitdikdə (məsələn, $t_2=50^\circ\text{C}$ temperatūra qədər), yaxud həmin suyu qaynama temperaturuna qədər qızdırdıqda ($t_2=100^\circ\text{C}$)? Əlbəttə, otaq temperaturunda olan 100 q suyu qaynama temperaturuna qədər qızdırdıqda daha çox istilik miqdarı tələb olunur.

Bu zaman suyun temperatur dəyişməsi daha böyük olur:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 100^\circ\text{C} - 18^\circ\text{C} = 82^\circ\text{C}.$$

- *Cismi qızdırmaq üçün tələb olunan istilik miqdarı həmin cismin temperatur dəyişməsindən asılıdır.*

– Başlanğıc temperaturları eyni olan hansı cismi eyni temperatūra qədər qızdırmaq üçün daha çox istilik miqdarı tələb olunur: 200 q suyu, yaxud 200 q günəbaxan yağını?

Təcrübələr göstərir ki, bərabər kütləli müxtəlif cisimləri eyni temperatūra qədər qızdırmaq üçün onlara müxtəlif istilik miqdarı vermək lazımdır. Bu o deməkdir ki:

- *Cismin temperaturunu müəyyən qədər dəyişdirmək üçün tələb olunan istilik miqdarı həmin cismi təşkil edən maddədən asılıdır.*

Beləliklə:

- *Cismi qızdırmaq üçün tələb olunan istilik miqdarı (və ya soyuyarkən ayrılan istilik miqdarı) bu cismin kütləsindən, onun temperaturunun dəyişməsindən və cismi təşkil edən maddədən asılıdır.*

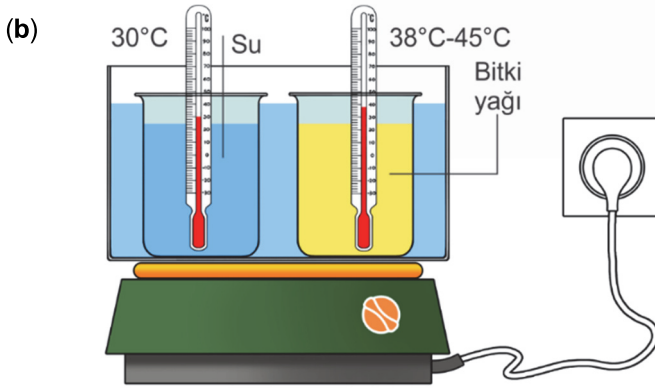
ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN**ARAŞDIRMA-2**

- **İstilik miqdarı cismin materialından asılıdır**

Təchizat: elektrik plitəsi (qızdırıcı), yastı alüminium qab, laboratoriya stəkanı (2 əd. 150 q-lıq), su (2 l), bitki yağı (100 q), laboratoriya termometri (2 əd.), menzurka.

İşin gedişi:

1. Stəkanlardan birinə 100 q su, digərinə 100 q bitki yağı töküb, 1-ci araşdırmada olduğu kimi, alüminium qabda yerləşdirin (b).



2. Termometrləri stəkanlara daxil edin, 1 dəq gözləyin və mayelərin ilk temperaturunu qeyd edin; o eynidir.
3. Qızdırıcını işə salın, stəkanlardakı mayeləri qızdırmağa başlayın, 5 dəq sonra termometrlərin göstəricilərini qeyd edin.

Nəticəni müzakirə edin:

- Bu eksperimentdə də hər iki stəkana eyni vaxtda eyni istilik miqdarı verdiniz, nə müşahidə etdiniz?
- Verilən mayeləri müəyyən temperatura qədər qızdırmaq üçün ona verilən istilik miqdarı nədən asılıdır?

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

İstilikvermə prosesində cismin aldığı və ya verdiyi enerji __. Cismi qızdırmaq üçün tələb olunan istilik miqdarı (və ya soyuyarkən ayrılan istilik miqdarı) bu cismin __, onun __ və cismi təşkil edən __ asılıdır.

AÇAR SÖZLƏR

İstilik miqdarı
Kütlə
Maddə
Temperatur dəyişməsi

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Daxili enerjinin istilikvermə ilə dəyişməsi hansı fiziki kəmiyyətlə xarakterizə olunur?
2. Nə üçün cismin temperaturu dəyişdikdə onun daxili enerjisi dəyişir?
3. Cisim soyuyarkən ayrılan istilik miqdarı nədən asılıdır?
4. İstilik miqdarının hansı vahidlərini bilirsiniz?

2.2. Xüsusi istilik tutumu

Bilirsiniz ki, cisim qızdırılarkən ona verilən, soyudularkən ondan ayrılan istilik miqdarı həmin cismin kütləsindən, temperatur dəyişməsindən və hazırlandığı maddədən asılıdır.

- Bu asılılığı necə ifadə etmək olar?

ARAŞDIRMA-1

- **İstilik miqdarı kütlə və temperatur dəyişməsindən necə asılıdır?**

Məsələ 1. Təcrübədən müəyyən olunmuşdur ki, 1 kq suyun temperaturunu 1°C artırmaq üçün 4200 C, həmin kütləli kerosinin temperaturunu 1°C artırmaq üçün 2100 C istilik miqdarı tələb olunur. 2 kq suyun temperaturunu 1°C artırmaq üçün 8400 C, həmin kütləli kerosinin temperaturunu 1°C artırmaq üçün 4200 C istilik miqdarı sərf olunur. İstilik miqdarı cismin kütləsindən necə asılıdır?

Məsələ 2. Təcrübədən müəyyən olunmuşdur ki, 1 kq suyun temperaturunu 10°C artırmaq üçün 42000 C, həmin kütləli kerosinin temperaturunu 10°C artırmaq üçün 21000 C istilik miqdarı tələb edilir. İstilik miqdarı cismin temperatur dəyişməsindən necə asılıdır?

Cismi qızdırarkən ona verilən istilik miqdarı bu cismin kütləsindən və temperatur dəyişməsindən düz mütənasib asılıdır:

$$Q \sim m\Delta t$$

və ya

$$Q = cm\Delta t = cm(t_2 - t_1).$$

Burada Q – istilik miqdarı, m – cismin kütləsi, t_1 – cismin başlanğıc temperaturu, t_2 – cismin son temperaturu, c – mütənasiblik əmsalı olub *xüsusi istilik tutumu* adlanır:

Düsturu	Ölçü vahidi
$c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)}$	$[c] = 1 \frac{\text{C}}{\text{kq} \cdot ^{\circ}\text{C}} = 1 \frac{\text{C}}{\text{kq} \cdot \text{K}}$
Tərif	Tərif
Xüsusi istilik tutumu – ədədi qiymətə 1 kq kütləli maddəni 1°C (və ya 1K) qızdırmaq üçün tələb olunan istilik miqdarına bərabər fiziki kəmiyyətdir.	1 kiloqram dərəcədə coul – elə maddənin xüsusi istilik tutumudur ki, bu maddənin 1 kq-nı 1°C (və ya 1K) qızdırmaq üçün 1C istilik miqdarı sərf olunsun.

Xüsusi istilik tutumu maddənin növündən asılıdır. Cədvəl 2.1-də bəzi maddələrin təcrübədən təyin edilmiş xüsusi istilik tutumları verilir.

Cədvəl 2.1. Bəzi maddələrin xüsusi istilik tutumu.

Maddə	$c, \frac{C}{kq \cdot ^\circ C}$	Maddə	$c, \frac{C}{kq \cdot ^\circ C}$	Maddə	$c, \frac{C}{kq \cdot ^\circ C}$
Qızıl	130	Polad	500	Hava	1000
Civə	140	Çuqun	540	Bitki yağı	1700
Qurğuşun	140	Daş	800	Su buxarı	2000
Qalay	230	Şüşə	840	Buz	2100
Gümüş	250	Mərmər	840	Kerosin	2100
Mis	400	Kərpic	880	Spirt	2500
Dəmir	460	Alüminium	920	Su	4200

Xüsusi istilik tutumu ilə cismin kütləsinin hasilinə bərabər fiziki kəmiyyət cismin *istilik tutumu* (C) adlanır:

$$C = cm.$$

İstilik tutumunu hesablamaq üçün cismin qızmasına sərf edilən istilik miqdarını temperatur dəyişməsinə bölmək lazımdır:

$$C = \frac{Q}{(t_2 - t_1)}.$$

İstilik tutumunun vahidi coul böl dərəcə selsi və ya coul böl kelvindir:

$$[C] = \frac{[Q]}{[t_2 - t_1]} = 1 \frac{C}{^\circ C} = 1 \frac{C}{K}.$$

İstilik tutumu – ədədi qiymətcə verilmiş cismi

1°C (və ya 1K) qızdırmaq üçün sərf edilən istilik miqdarına bərabər olan fiziki kəmiyyətdir.

Diqqət!

$Q = cm (t_2 - t_1)$ düsturu cisimdən ayrılan istilik miqdarını da hesablamağa imkan verir. Soyuyan cismin son t_2 temperaturu onun başlanğıc t_1 temperaturundan kiçik olduğundan cismin temperatur dəyişməsi mənfi qiymət alır. Ona görə də cisimdən ayrılan istilik miqdarı da mənfi qiymət alır ki, bu da həmin cismin daxili enerjisinin azalmasını göstərir.

BİLİRSİNİZMİ?

2.1 cədvəlindən göründüyü kimi, suyun xüsusi istilik tutumu çox böyükdür. Ona görə də isti yay aylarında Xəzər dənizi böyük miqdar istilik udaraq qızır. Nəticədə Xəzəryanı sahillərdə hava nisbətən sərin olur. Qışda isə əksinə, dəniz suyu soyuyaraq ətrafa böyük miqdarda istilik verdiyindən Xəzəryanı sahillərdə hava başqa yerlərə nisbətən mülayim keçir.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA-2

• Məsələləri həll edin

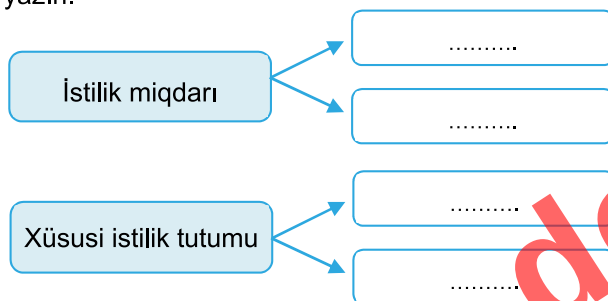
1. Hansı cisim eyni şəraitdə 20°C temperaturdan 100°C temperatūra qədər daha tez qızar: 100 q kütləli polad, yaxud həmin kütləli alüminium? Nə üçün?
2. Kütləsi 2 kq olan spirti 18°C temperaturdan 43°C temperatūra qədər qızdırmaq üçün nə qədər istilik miqdarı tələb olunur?

Verilir	Həlli	Hesablanması
$m = 2 \text{ kq},$ $t_1 = 18^\circ\text{C},$ $t_2 = 43^\circ\text{C},$ $c_{\text{spirt}} = 2500 \frac{\text{C}}{\text{kq} \cdot ^\circ\text{C}}.$	$Q = cm(t_2 - t_1).$	$Q = 2500 \cdot 2 \cdot (43 - 18) \times$ $\times \frac{\text{C}}{\text{kq} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot \text{kq} \cdot ^\circ\text{C} = 125000\text{C} = 125 \text{ kC}.$
Q – ?		Cavab: 125 kC.

3. Kütləsi 0,05 kq olan cismin temperaturunu 200°C artırmaq üçün 4 kC istilik miqdarı sərf olundu. Cisim hansı maddədən hazırlanmışdır?

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Sxemi iş vərəqinə çəkin və nöqtələrin yerinə uyğun fiziki kəmiyyətin düsturunu və BS-də vahidini yazın.



ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Xüsusi istilik tutumu nəyə deyilir?
2. Xüsusi istilik tutumunun BS-də vahidi nədir?
3. 120°C temperaturdan 20°C temperatūra qədər soyuyarkən hansı cisimdən daha çox istilik miqdarı ayrılır. 200 q kütləli çuqundan, yoxsa həmin kütləli sudan? Nə üçün?

2.3. Yanacaqın yanma istiliyi

İnsanlar çox qədim zamanlardan bu günümüze qədər müxtəlif yanacaqların yandırılmasından alınan istilik miqdarından qidanın bişirilməsində, otağın qızdırılmasında, müxtəlif qurğuların hərəkətə gətirilməsində və s. istifadə edirlər.

- Hazırda məişət və texnikada hansı yanacaq növlərindən istifadə olunur?
- Yanacağın yanması zamanı ayrılan istilik miqdarı nədən asılıdır? Bu istilik miqdarını hesablamaq olarmı?

ARAŞDIRMA-1

• Yanacağın yanması zamanı ayrılan istilik miqdarı

Məsələ. Təcrübədən müəyyən olunmuşdur ki, 1 kq benzinin tam yanmasından $44 \cdot 10^6$ C, həmin kütləli quru odunun tam yanmasından $11 \cdot 10^6$ C istilik miqdarı ayrılır. Kütləsi 2 kq olan benzinin tam yanmasından $88 \cdot 10^6$ C, həmin kütləli quru odunun tam yanmasından isə $22 \cdot 10^6$ C istilik miqdarı ayrılır.

Nəticəni müzakirə edin:

- Müxtəlif növ yanacağın tam yanması zamanı ayrılan istilik miqdarı nədən asılıdır?

Təbiətdə müxtəlif yanacaq növü mövcuddur: odun, torf, daş kömür, neft, təbii qaz, spirt, benzin, dizel yanacağı, barıt və s. Lakin məişətdə elə yanacaq növlərindən istifadə etmək əlverişlidir ki, onlar təbiətdə geniş yayılsın, asan əldə edilsin və daşınsın, yanma zamanı böyük miqdarda istilik ayrılırsın, tullantısı az və zərərsiz olsun.

• Yanacağın tam yanması zamanı ayrılan enerji yanacağın yanma istiliyi adlanır.

Araşdırmanın təhlilindən məlum olur ki, yanacağın yanma istiliyi yanacağın kütləsindən və növündən asılıdır:

$$Q = qm.$$

Burada Q – yanacağın yanma istiliyi, m – yanacağın kütləsi, q – yanacağın xüsusi yanma istiliyidir.



Yanacağın xüsusi yanma istiliyi eyni kütləli müxtəlif növ yanacaqların tam yanması zamanı ayırdıqları istiliyi fərqləndirmək üçün istifadə olunan fiziki kəmiyyətdir:

Düsturu	Ölçü vahidi
$q = \frac{Q}{m},$ burada, q – yanacağın xüsusi yanma istiliyi, m – yanacağın kütləsi, Q – yanacağın yanma istiliyidir.	$[q] = 1 \frac{C}{kq}.$
Tərif	Tərif
Yanacağın xüsusi yanma istiliyi – ədədi qiymətə 1 kq kütləli yanacağın tam yanarkən ayrılan istilik miqdarına bərabər fiziki kəmiyyətdir.	1 kiloqramda coul – eə yanacağın xüsusi yanma istiliyidir ki, bu yanacağın 1 kq-ı tam yandıqda 1C istilik miqdarı ayrılısın.

Yanacağın xüsusi yanma istiliyi yanacağın növündən asılıdır. Cədvəl 2.2-də bəzi yanacaq növlərinin təcrübədən təyin edilmiş xüsusi yanma istiliyi verilir.

Cədvəl 2.2. Bəzi yanacaq növlərinin xüsusi yanma istiliyi

Yanacaq	$q, \frac{MC}{kq}$	Yanacaq	$q, \frac{MC}{kq}$	Yanacaq	$q, \frac{MC}{kq}$
Barıt	3,8	Spirt	28	Kerosin	41
Quru odun	11	Daş kömür	29	Dizel yanacağı	43
Torf	14	Ağac kömür	31	Benzin	44
Şist (yanar süxur)	15	Məişət qazı	32	Propan	48
Metanol	23	Mazut	40	Hidrogen	120

İnsan orqanizmində maddələr mübadiləsi qəbul edilən qidanın “yanması” prosesində ayrılan enerji hesabına saxlanılır. Qidanın yanması dedikdə ondakı zülal, yağ və karbohidratların oksidləşməsi reaksiyaları nəzərdə tutulur. Beləliklə, insan orqanizmində yanacaq rolunu onun hazır şəkildə qəbul etdiyi qida oynayır. Qida məhsulları da yanacaqlar kimi müxtəlif xüsusi yanma istiliyinə malikdir (cədvəl 2.3).

Cədvəl 2.3. Bəzi qida məhsullarının orqanizmdə xüsusi yanma istiliyi.

Qida məhsulları	$q, \frac{MC}{kq}$	Qida məhsulları	$q, \frac{MC}{kq}$	Qida məhsulları	$q, \frac{MC}{kq}$
Təzə xiyar	0,5	Qatıq	2,7	Dondurma	8
Yerkökü	1,7	Süd	2,8	Buğda çörəyi	9,3
Çiyələk	1,7	Balıq	3,5	Qoyun əti	9,6
Alma	2	Kartof	3,7	Bal	15
Üzüm	2,4	Toyuq əti	5,4	Şəkər	17
Qarağat	2,5	Yumurta	7	Kərə yağı	32, 7
Gilənar	2,7	Mal əti	7,5	Günəbaxan yağı	39

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA-2

• Məsələləri həll edin

1. Yanacağın xüsusi yanma istiliyini təyin etmək üçün nəyi bilmək lazımdır?
2. Həcmi 0,8 l olan kerosinin tam yanması zamanı nə qədər istilik miqdarı ayrılır ($\rho_{kerosin} = 800 \frac{kq}{m^3}$)?
3. Sizin yaşda olan məktəblinin orqanizminin gün ərzində qəbul etdiyi qidanın yanmasından alacağı enerji norması 1,2 MC təşkil edir. Gün ərzində 200 q qatıq, 100 q buğda çörəyi, 100 q təzə xiyar, 100 q üzüm, 100 q toyuq əti, 50 q kərə yağı və 100 q dondurma qəbul etmişinizsə, bu, itirdiyiniz enerjini təmin edərmə (hesablamalar üçün lazım olan əlavə məlumatı 2.3 cədvəlindən götürün)? Cəvabınızı əsaslandırın.

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

___ tam yanması zamanı ayrılan enerji yanacağın ___ adlanır. Yanacağın ___ – 1 kq kütləli yanacağın tam yanarkən ayrılan istilik miqdarına bərabər fiziki kəmiyyətdir.

AÇAR SÖZLƏR

Yanma istiliyi
Xüsusi yanma istiliyi
Yanacaq

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Yanacağın hansı növlərini tanıyırsınız?
2. Yanacağın tam yanması zamanı ayrılan enerji hansı düsturla hesablanır?
3. Kərə yağının xüsusi yanma istiliyi $32,7 \frac{MC}{kq}$ nə deməkdir?
4. 20 kq daş kömürün tam yanması zamanı nə qədər istilik miqdarı ayrılır?

ÇALIŞMA-3

1. Kütləsi 250 q olan polad çubuğa 8 kC istilik miqdarı verdikdə o, 80°C temperatura qədər qızdı. Çubuğun başlanğıc temperaturunu təyin edin (hesablamalar üçün lazım olan əlavə məlumatı 2.2 cədvəlindən götürün).
2. Həcmi 3 l olan çaydan temperaturu 16°C olan su ilə doldurulub qaz plitəsinin üzərinə qoyuldu. Bir müddətdən sonra su qaynadı. Suya verilən istilik miqdarını hesablayın (hesablamalar üçün lazım olan əlavə məlumatı cədvəldən götürün).
3. Kütləsi 0,5 kq olan məmulatı 10°C -dən 90°C -yə qədər qızdırmaq üçün 16000C istilik miqdarı sərf edildi. Məmulatın xüsusi istilik tutumunu təyin edin. Məmulat hansı maddədən hazırlanmışdır?
4. 5 l mazutun tam yanması prosesində nə qədər istilik miqdarı ayrılır? Mazutun sıxlığı $890 \frac{kq}{m^3}$ -dir.
5. Konfet qutusunda yazılmışdır: 100 q-ın kalorililiyi 580 kkal. Ərzağın kalorililiyini coulla ifadə edin.

2.4. İstilik proseslərində enerjinin saxlanması qanunu

Bütün istilik prosesləri cismin daxili enerjisinin dəyişməsi ilə izah edilir.

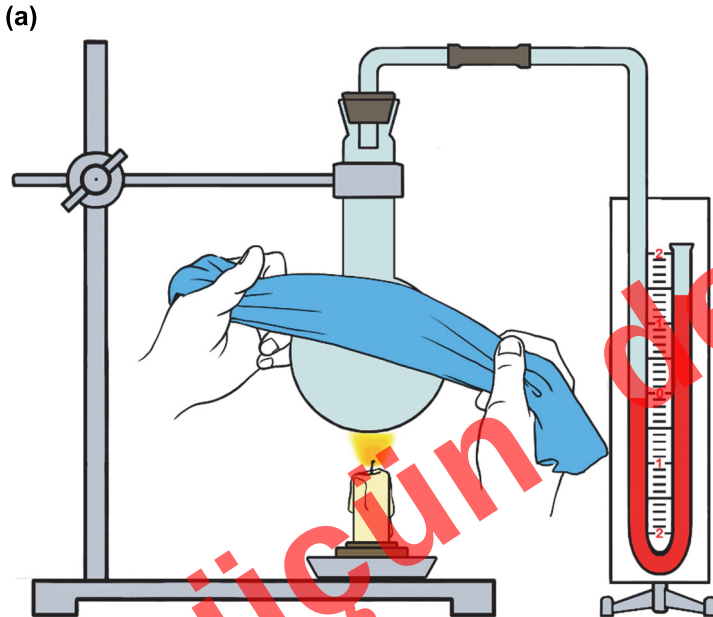
- Cismə daxili enerjisinin dəyişməsi hansı səbəbdən baş verə bilər?

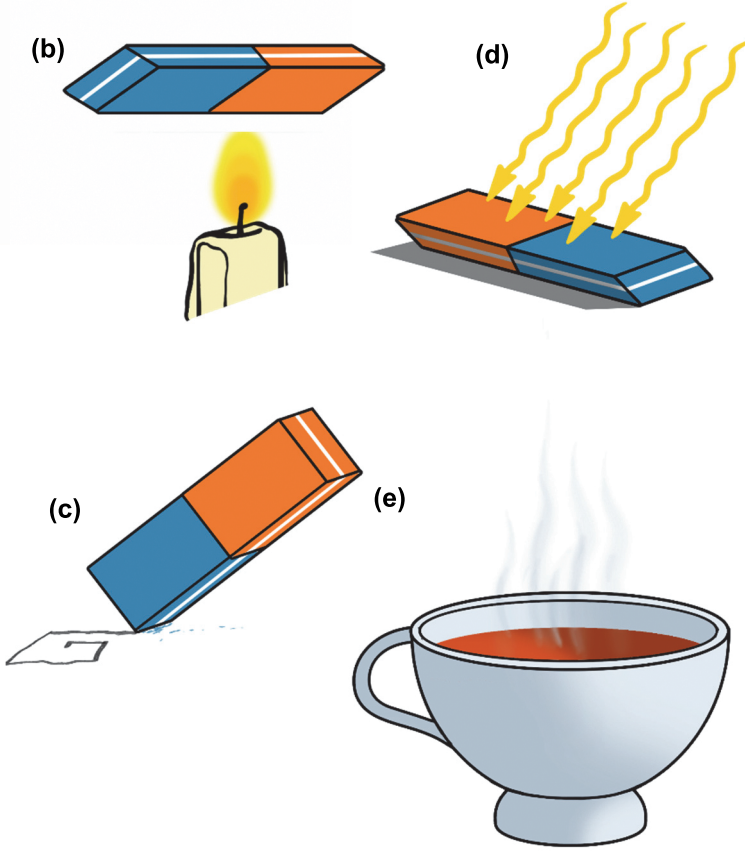
ARAŞDIRMA-1

- Daxili enerjinin dəyişməsi nəyə bərabərdir?

Şəkiləki təsvirləri araşdırın:

- Manometrə birləşdirilən, içərisində hava olan kolba eyni zamanda qızdırılır və səthi parça ilə sürtülür (a).
- Rezin pozan şam alovunda qızdırılır (b), kağız üzərindəki xətti pozur (c), Günəş şüaları ilə işıqlandırılır (d).
- Fincandakı çay soyuyur (e).





Nəticəni müzakirə edin:

- Hansı təsvirdə cismin daxili enerjisinin dəyişməsi yalnız mexaniki işgörmə ilə baş verir? Bu halda daxili enerjinin dəyişməsi nəyə bərabərdir?
- Hansı təsvirdə cismin daxili enerjisinin dəyişməsi yalnız istilikvermə ilə baş verir? Bu halda daxili enerjinin dəyişməsi nəyə bərabər olar?
- Hansı təsvirdə cismin daxili enerjisinin dəyişməsi həm işgörmə, həm də istilikvermə ilə baş verir? Bu halda daxili enerjinin dəyişməsi nəyə bərabər olar?
- Hansı halda cismin daxili enerjisi artır, hansı halda azalır?

Daxili enerjinin dəyişməsi yalnız mexaniki işgörmə, yalnız istilikvermə, eyni zamanda həm işgörmə və həm də istilikvermə ilə baş verə bilər:

– Cismə və ya bir neçə cismədən ibarət **sistemin** daxili enerjisi yalnız mexaniki işgörmə ilə dəyişirsə, daxili enerjinin dəyişməsi görülən işə bərabərdir:

$$\Delta U = A.$$

- Sistemin daxili enerjisi yalnız istilikvermə ilə dəyişirsə, daxili enerjinin dəyişməsi cismə verilən istilik miqdarına bərabərdir:

$$\Delta U = Q.$$

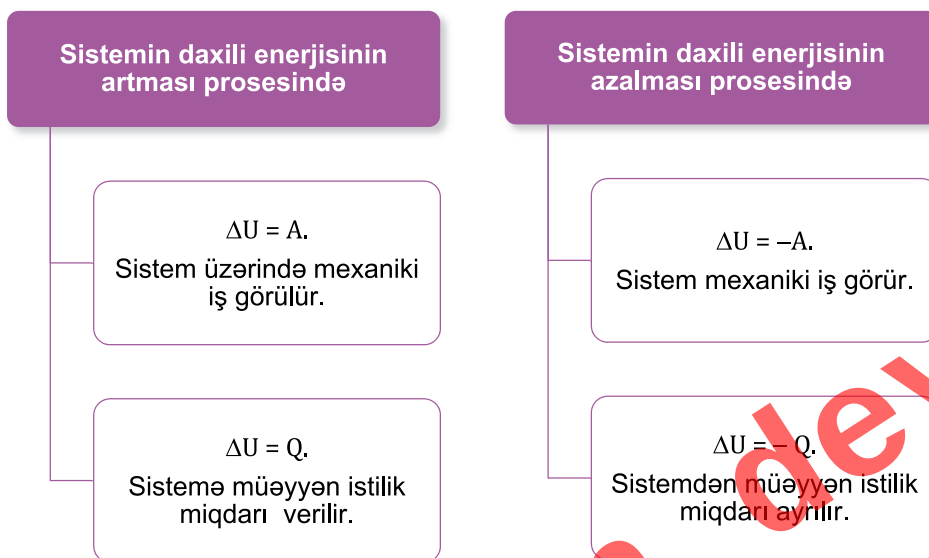
- Sistemin daxili enerjisi eyni zamanda mexaniki işgörmə və istilikvermə nəticəsində dəyişirsə, daxili enerjinin dəyişməsi görülmə iş ilə istilik miqdarının cəminə bərabərdir:

$$\Delta U = A + Q.$$

Bu, istilik proseslərində enerjinin saxlanması qanununun ifadəsidir.

- Sistemin daxili enerjisinin artması və azalması proseslərində onun daxili enerjisinin dəyişməsinə necə hesablaşmaq olar?

Uyğun proseslərdə sistemin daxili enerjisinin dəyişməsi aşağıdakı kimi müəyyən olunur:

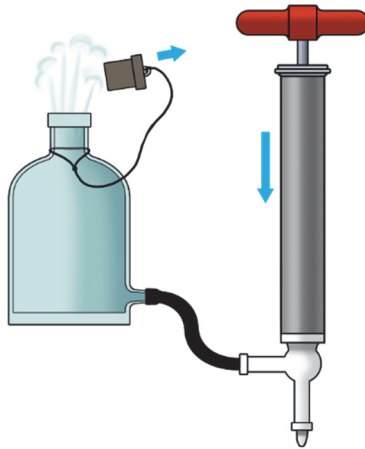


ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA-2

• Məsələni həll edin

Qalındıvarlı qaba havavurma prosesində görülən mexaniki iş $2 \cdot 10^7$ C-a bərabər olduqda tıxac atılır.



Bu zaman:

- qabdakı havanın daxili enerjisi nəyin hesabına dəyişdi: mexaniki işgörmə, yaxud istilikvermə?
- qabdakı havanın daxili enerjisinin dəyişməsi neçə couldur?
- qabdakı havanın daxili enerjisi necə dəyişdi: artdı, yaxud azaldı? Cavabınızı əsaslandırın.

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Sistemin daxili enerjisi eyni zamanda ___və istilikvermə nəticəsində dəyişirsə, ___ görülən iş və ___ cəminə bərabərdir.

Bu, istilik proseslərində ___ qanunudur.

AÇAR SÖZLƏR

Daxili enerjinin dəyişməsi

Enerjinin saxlanması

İstilik miqdarı

Mexaniki işgörmə

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

- Hansı halda cismin daxili enerjisi azala bilər?
- İstilik prosesləri üçün enerjinin saxlanması qanunu necə ifadə olunur?
- Qazı 5,5 kC mexaniki iş görməklə sıxdılar. Sıxılma prosesində ətrafa 3,3 kC istilik miqdarı verildi. Qazın daxili enerjisinin dəyişməsini hesablayın. Bu prosesdə qazın daxili enerjisi artdı, yoxsa azaldı?
- $\Delta U = A$ və $\Delta U = -A$ düsturları nəyi ifadə edir? Bu proseslərə misallar göstərin.
- $\Delta U = Q$ və $\Delta U = -Q$ düsturları nəyi ifadə edir? Bu proseslərə misallar göstərin.

2.5. İstilik balansı tənliyi

Ana 8-ci sinifdə oxuyan Nəzrinə belə bir işdə yardım göstərməyi xahiş etdi:

– Nəzrin, körpə Arifi yuyundurmaq üçün vannaya temperaturu 18°C , kütləsi isə 10 kq olan su tökmüşəm. İndi vannaya 88°C temperaturunda nə qədər isti su əlavə etməliyəm ki, suyun son temperaturu 38°C olsun?

- Nəzrin anaya yardım etmək üçün nəyi bilməlidir?
- O, əlavə ediləcək isti suyun kütləsini hansı düsturla hesablaya bilər?

Temperaturları müxtəlif olan iki cisim bir-birinə toxunduqda onlar arasında istilikvermə prosesi baş verir: isti cisim soyuyaraq daxili enerjisinin bir hissəsini soyuq cismə verir, soyuq cisim isə bu enerjini alaraq bir qədər qızır. Cisimlər arasında istilikvermə onların temperaturları bərabərləşənə qədər davam edir. Bu iki cisimdən ibarət sistem təcrid olunmuş sistemdirsə, – kənar cisimlər istilikvermədə iştirak etmirsə (kənar cisimlərə istilik verilmir və kənar cisimlərdən istilik alınmır), sistemin ümumi daxili enerjisi dəyişmir, saxlanır:

$$U_0 = U_{son}$$

və ya

$$U_{son} - U_0 = 0. \quad (1)$$

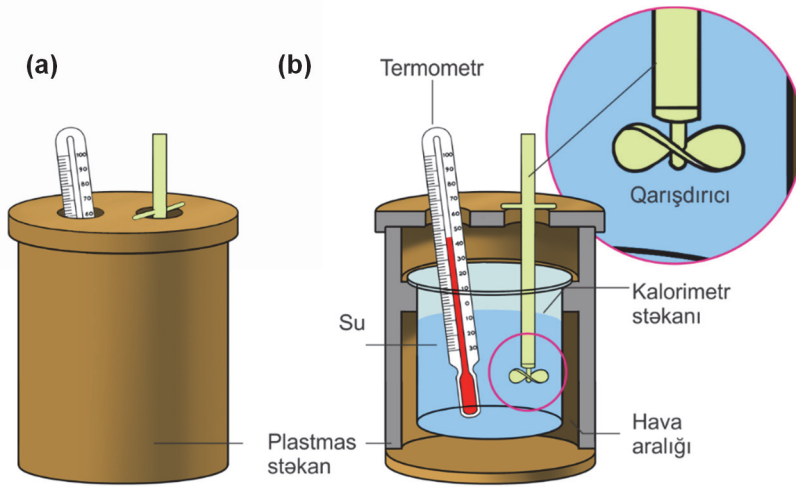
Burada U_0 – sistemin başlanğıc daxili enerjisi, U_{son} – sistemin son daxili enerjisidir. Bu o deməkdir ki, təcrid olunmuş sistemdəki isti cismin (və ya cisimlərin) verdiyi istilik miqdarının (Q_{ver}) mütləq qiyməti sistemdəki soyuq cismin (və ya cisimlərin) aldığı istilik miqdarına (Q_{al}) bərabər olur:

$$|Q_{ver}| = Q_{al}. \quad (2)$$

(2) bərabərliyi *istilik balansı tənliyi* adlanır və (1) ifadəsi ilə birlikdə enerjinin saxlanması qanununu ifadə edir:

• Təcrid olunmuş sistemlərdə cisimlər arasında yalnız istilikvermə prosesi baş verirsə, bu sistemin daxili enerjisi saxlanılır.

Qeyd edək ki, təcrid olunmuş sistemlərdə cismin aldığı və ya verdiyi istilik miqdarını, habelə cismin xüsusi istilik tutumunu təyin etmək üçün *kalorimetr* adlanan cihazdan istifadə edilir (**a**).



Kalorimetr latınca *calor* – istilik və *metreo* – ölçmək sözlərindən yaranmışdır. Sadə məktəb kalorimetri silindrik formalı alüminium stəkandan ibarətdir. O, istilik təsirlərindən təcrid olunmaq üçün nisbətən böyük plastmas stəkanda yerləşdirilir. Plastmas stəkan termometr və qarışdırıcı üçün nəzərdə tutulan iki dəliyi olan qapaqla təchiz edilmişdir. Stəkanlar bir-birindən hava aralığı ilə təcrid olunur (b).

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA

• İstilik balansı tənliyinin tətbiqi

1. Nəzrinə məsələnin həllində kömək edək:

Verilir	Həlli
$t_1 = 18^\circ\text{C}$, $m_1 = 10\text{kg}$, $t_2 = 88^\circ\text{C}$, $\theta = 38^\circ\text{C}$ $(\theta - \text{yunan hərfi teta})$, $m_2 = ?$	İsti suyun verdiyi istilik miqdarı: $Q_{\text{ver.}} = cm_2(t_2 - \theta)$. Soyuq suyun aldığı istilik miqdarı: $Q_{\text{al.}} = cm_1(\theta - t_1)$. İstilik balansı tənliyindən alırıq (istilik itkisi və vannanın istilik tutumu nəzərə alınmır): $ Q_{\text{ver.}} = Q_{\text{al.}} \rightarrow cm_2(\theta - t_2) = cm_1(\theta - t_1)$ və ya $m_2(t_2 - \theta) = m_1(\theta - t_1)$, $m_2 = \frac{m_1(\theta - t_1)}{(t_2 - \theta)}$
Hesablanması:	$m_2 = \frac{m_1(\theta - t_1)}{(t_2 - \theta)} = \frac{10\text{kg} \cdot (38 - 18)^\circ\text{C}}{(88 - 38)^\circ\text{C}} = \frac{10\text{kg} \cdot 20^\circ\text{C}}{50^\circ\text{C}} = 4\text{kg}.$
Cavab: 4 kg	

2. Stəkanda 20°C temperaturda kütləsi 50 q olan bitki yağı var. Onun üzərinə temperaturu 80°C , kütləsi 120 q olan bitki yağı əlavə edib ağzını bağladılar.

Ümumi θ temperaturunu təyin edin (istilik itkisi və stəkanın istilik tutumu nəzərə alınmır).

- Tapşırığı yerinə yetirmək üçün nə tətbiq olunmalıdır?
- Hesablamanın aparılması zamanı nəyi bilmək lazımdır?

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

___ sistemlərdə yalnız ___ prosesi baş verirsə, bu sistemin ___ saxlanılır. Təcrid olunmuş sistemdəki isti cismin verdiyi ___ mütləq qiyməti sistemdəki soyuq cismin (və ya cisimlərin) aldığı istilik miqdarına bərabər olur. Bu bərabərlik ___ adlanır.

AÇAR SÖZLƏR

İstilikvermə

Daxili enerji

İstilik balansı tənliyi

İstilik miqdarı

Təcrid olunmuş

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. İstilik balansı tənliyi hansı qanunauyğunluğu ifadə edir?
2. Alüminium kürəciyi $\Delta t = 120^{\circ}\text{C}$ qızdırmaq üçün ona 450 C istilik miqdarı verildi. Bu kürəcik $\Delta t = 120^{\circ}\text{C}$ soyuduqda nə qədər istilik miqdarı ayrılır? Cavabınızı əsaslandırın.
3. Qabda olan qaynar suya ($t = 100^{\circ}\text{C}$) kütlələri və başlanğıc temperaturları bərabər olan şüşə və mis kürəciklər batırılır.

Bu zaman:

- a) kürəciklərin temperatur dəyişmələri necə fərqlənir?
- b) kürəciklər eyni qədər istilik miqdarı alacaqlarmı?

ÇALIŞMA-4

1. Temperaturu 6°C olan 500 q kütləli suya 86°C temperaturlu nə qədər su əlavə etmək lazımdır ki, qarışığın son temperaturu 36°C olsun (istilik itkisi nəzərə alınmır).
2. İstilikvermə prosesində hansı sistemin daxili enerjisi dəyişməz qalır? Cavabınızı əsaslandırın.
3. Spirt lampası vasitəsilə 100 q kütləli suyu qızdırarkən kütləsi 3 q olan spirt yandı. Bu zaman ayrılan istiliyin hamısı suyun qızmasına sərf olunarsa, suyun temperaturu nə qədər dəyişdi?

Verilir	Çevirmə	Həlli
$m_{\text{spirt}} = 3q,$ $m_{\text{su}} = 100q,$ $c_{\text{su}} = 4200 \frac{\text{C}}{\text{kq} \cdot ^{\circ}\text{C}},$ $q = 28 \frac{\text{MC}}{\text{kq}}.$	$0,003 \text{ kq}$ $0,1 \text{ kq}$ $28 \cdot 10^6 \frac{\text{C}}{\text{kq}}$	İstilikvermə prosesi üçün enerjinin saxlanması qanununa əsasən, yanacağın yanma istiliyi cismin qızmasına sərf olunduğundan alarıq: $Q = Q_{\text{su}}$ və ya $q_{\text{spirt}} m_{\text{spirt}} = c_{\text{su}} m_{\text{su}} \Delta t.$ $\Delta t = \frac{q_{\text{spirt}} m_{\text{spirt}}}{c_{\text{su}} m_{\text{su}}}.$
$\Delta t = ?$		
Hesablanması $\Delta t = \frac{q_{\text{spirt}} m_{\text{spirt}}}{c_{\text{su}} m_{\text{su}}} = \frac{28 \cdot 10^6 \frac{\text{C}}{\text{kq}} \cdot 0,003 \text{ kq}}{4200 \frac{\text{C}}{\text{kq} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot 0,1 \text{ kq}} = 20^{\circ}\text{C}$ Cavab: $\Delta t = 20^{\circ}\text{C}.$		

4. Kütləsi 1 kq olan suyun temperaturunu 5°C qızdırmaq üçün tələb olunan istilik miqdarı qədər 2 kq kütləli civəyə istilik miqdarı verdikdə o neçə dərəcə qızar (istilik itkisi nəzərə alınmır)?
5. Kalorimetrdə temperaturu 18°C olan 150 q su vardır. Bu suya temperaturu 100°C olan 1200 q cisim batırıldıqdan bir qədər sonra kalorimetrdə son temperatur 70°C oldu. Cismin xüsusi istilik tutumunu təyin edin (kalorimetrin istilik tutumu nəzərə alınmır).

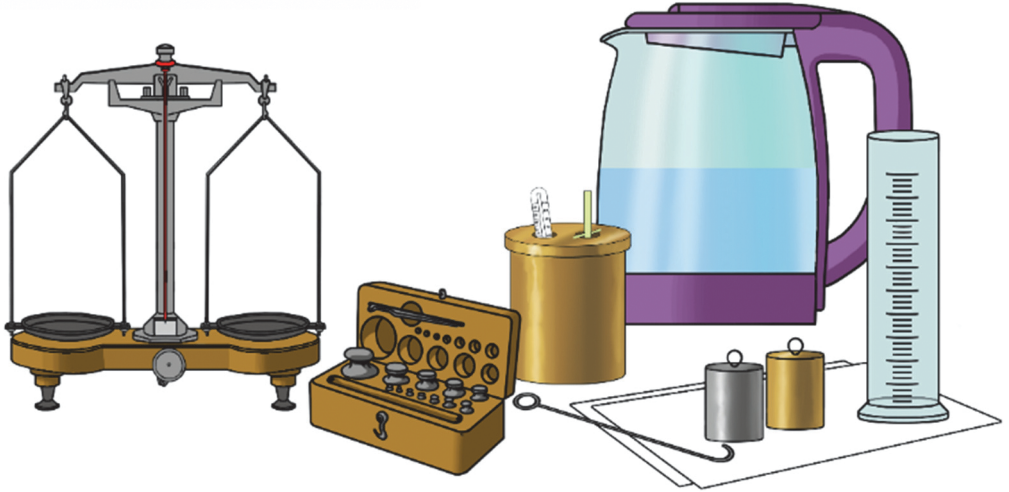
6. Kalorimetrə temperaturu 100°C olan 250 q kütləli su tökülür. Bir qədərdən sonra kalorimetrdə qərarlaşan temperatur 95°C oldu. Kalorimetrin başlanğıc temperaturu 20°C olmuşdursa, onun istilik tutumunu təyin edin.

Verilir	Çevirmə	Həlli
$m_{su} = 250\text{ q},$ $t_{su} = 100^{\circ}\text{C},$ $t_{kal} = 20^{\circ}\text{C},$ $\theta = 95^{\circ}\text{C},$ $c_{su} = 4200 \frac{\text{C}}{\text{kq} \cdot ^{\circ}\text{C}}.$	0,25 kq	Qaynar suyun verdiyi istilik miqdarı: $Q_{su} = c_{su}m_{su}(t_{su} - \theta).$ Kalorimetrin aldığı istilik miqdarı: $Q_{kal} = C_{kal}(\theta - t_{kal}).$ İstilik balansı tənliyindən alınır: $Q_{su} = Q_{kal}$ və ya $c_{su}m_{su}(t_{su} - \theta) = C_{kal}(\theta - t_{kal}).$ $C_{kal} = \frac{c_{su}m_{su}(t_{su} - \theta)}{(\theta - t_{kal})}.$
$C_{kal} - ?$		
Hesablanması $C_{kal} = \frac{c_{su}m_{su}(t_{su} - \theta)}{(\theta - t_{kal})} = \frac{4200 \frac{\text{C}}{\text{kq} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot 0,25 \text{ kq} \cdot (100 - 95)^{\circ}\text{C}}{(95 - 20)^{\circ}\text{C}} = 70 \frac{\text{C}}{^{\circ}\text{C}}.$ Cavab: $C_{kal} = 70 \frac{\text{C}}{^{\circ}\text{C}}.$		

2.6. PRAKTİK İŞ. Cismın xüsusi istilik tutumunun təyini

İşin məqsədi: metal silindrin xüsusi istilik tutumunun təcrübi təyin edilməsi.

Təchizat: kalorimetr, laboratoriya termometri, tərəzi, çəki daşları, menzurka, alüminium və mis silindrlər, qarmaqlı məftil, su, süzgəc kağız, elektrik çaydanı.



İşin gedişi:

1. Kalorimetr stəkanının kütləsini tərəzidə çəkin. Ona 200 q soyuq su töküb temperaturunu ölçün. Bu həm suyun, həm də kalorimetrin başlanğıc temperaturlarıdır.
2. Elektrik çaydanını işə salıb içərisindəki suyu qaynadın.
3. Alüminium silindrin kütləsini tərəzidə ölçün, sonra isə onu qarmaqlı məftillə qaynar suya batırın. Bir qədər gözləyin və silindri sudan cəld çıxarın, süzgəclə qurulayıb kalorimetərə tam batırın. Kalorimetrin qapağını örtün. Silindrin başlanğıc temperaturu qaynar suyun temperaturuna bərabərdir, yəni 100°C-yə.
4. Qarışdırıcı ilə suyu bir dəqiqə qarışdırın və termometrin göstəricisi sabitləşdikdə suyun son temperaturunu qeyd edin.
5. Bütün ölçmələrdən alınan ifadələri iş vərəqinə köçürdüyünüz aşağıdakı cədvəldə qeyd edin:

s.s.	m_c , (kq)	t_c (°C)		m_{su} , (kq)	m_{kal} , (kq)	$t_{su} = t_{kal}$, (°C)		$\frac{c_{su} \cdot C}{kq \cdot ^\circ C}$	$\frac{c_{kal} \cdot C}{kq \cdot ^\circ C}$	$\frac{c_c \cdot C}{kq \cdot ^\circ C}$
		ilk	son			ilk	son			
1		100						4200	920	
2		100						4200	920	

6. Bütün ölçmələrdən sonra istilik balansı tənliyi istilikvermə prosesində iştirak edən üç cisim üçün yazılır: su, metal silindr və kalorimetr stəkanı.
Beləliklə:

$$|Q_c| = Q_{su} + Q_{kal}.$$

Burada Q_c – qızdırılan metal silindrin verdiyi istilik miqdarı (hesablamada mənfi qiymət alınır), Q_{su} – suyun aldığı istilik miqdarı, Q_{kal} – kalorimetrin aldığı istilik miqdarıdır.

Qaynar sudan çıxarılan 100°C temperaturu silindri kalorimetərə batırıqda suyun və kalorimetr stəkanının aldığı istilik miqdarı uyğun olaraq:

$$Q_{su} = c_{su}m_{su}(\theta - t_1) \text{ və } Q_{kal} = c_{kal}m_{kal}(\theta - t_1).$$

Burada t_1 və θ – suyun və kalorimetrin başlanğıc və son temperaturudur.

Alüminium silindrin soyuyarkən verdiyi istilik miqdarı:

$$|Q_c| = |c_c m_c(\theta - t_2)|$$

və ya

$$Q_c = c_c m_c(t_2 - \theta).$$

Burada t_2 və θ – silindrin başlanğıc və son temperaturu, c_{cis} isə onun xüsusi istilik tutumudur. İstilik balansı tənliyinə görə:

$$c_c m_c(t_2 - \theta) = c_{su}m_{su}(\theta - t_1) + c_{kal}m_{kal}(\theta - t_1).$$

Buradan silindrin xüsusi istilik tutumu təyin edilir:

$$c_c = \frac{c_{su}m_{su}(\theta - t_1) + c_{kal}m_{kal}(\theta - t_1)}{m_c(t_2 - \theta)}.$$

7. Təcrübədən alüminiumun xüsusi istilik tutumu üçün aldığınız ifadəni onun cədvəl qiyməti ilə müqayisə edin.
8. Təcrübəni mis silindr üçün təkrarlayın.

ÜMUMİLƏŞDİRİCİ TAPŞIRIQLAR

1. İstilik tutumu $490 \frac{C}{^{\circ}C}$ olan cismi $18^{\circ}C$ -dən $52^{\circ}C$ temperaturna qədər qızdırmaq üçün nə qədər istilik miqdarı tələb olunur?

- A) 34300 C
- B) 25480 C
- C) 8820 C
- D) 16660 C
- E) 7 C

2. Uzunluğu 100 m, eni 6 m və dərinliyi 2 m olan hovuzdakı suyu $16^{\circ}C$ -dən $25^{\circ}C$ temperaturuna qədər qızdırmaq üçün nə qədər istilik miqdarı tələb olunur

($c_{su} = 4200 \frac{C}{kq^{\circ}C}$, $\rho_{su} = 1000 \frac{kq}{m^3}$)?

- A) 45360 MC
- B) 4536 MC
- C) 453,6 MC
- D) 4,536 MC
- E) 45,36 MC

3. Spirt lampası vasitəsilə 400 q kütləli polad lövhəni qızdırarkən kütləsi 2 q olan spirt yandı. Bu zaman lövhənin temperaturu nə qədər dəyişdi

($c_{pol} = 500 \frac{C}{kq^{\circ}C}$, $q_{spirt} = 28 \frac{MC}{kq}$)?

- A) $280^{\circ}C$
- B) $28^{\circ}C$
- C) $2800^{\circ}C$
- D) $2,8^{\circ}C$
- E) $0,28^{\circ}C$

4. Kütləsi 50 kq olan yanacaq tam yandıqda 1450 MC istilik miqdarı ayrıldı. Bu hansı yanacaqdır?

- A) Quru odun
- B) Daş kömür
- C) Torf
- D) Spirt
- E) Yanar süxur

5. Kütləsi $m_1 = 200 q$, temperaturu $t_1 = 40^{\circ}C$ olan suyu, kütləsi $m_2 = 300 q$ və temperaturu $t_2 = 10^{\circ}C$ olan su ilə qarışdırdıqda qərarlaşmış temperaturu təyin edin.

- A) $22^{\circ}C$
- B) $69^{\circ}C$
- C) $36^{\circ}C$
- D) $18^{\circ}C$
- E) $30^{\circ}C$

MADDƏNİN AQREQAT HALLARININ DƏYİŞMƏSİ

3

səh. 63–88

- 3.1. Ərimə və bərkimə
- 3.2. Xüsusi ərimə istiliyi
- 3.3. Buxarəmələgəlmə və kondensasiya
- 3.4. Doymuş və doymayan buxar.
Qaynama
- 3.5. Xüsusi buxarlanma istiliyi
- 3.6. Havanın rütubəti
- 3.7. Rütubəti ölçən cihazlar

- Ümumiləşdirici tapşırıqlar

Çap üçün deyil

3.1. Ərimə və bərkimə

Bilirsiniz ki, eyni maddə üç aqrekat halında ola bilər: bərk, maye və qaz halında. Qış, payız və yaz aylarında havanın temperaturu 0°C olduqda qar və buz əriyir – mayeyə çevrilir, lakin eyni zamanda həmin temperaturda su donur – bərkiyir. Şimalda və Antarktidada -40°C temperatürə qədər şaxta olur. Belə aşağı temperaturda cıvə termometrindən istifadə edilmir (çünki cıvə -39°C -də donur), bərkimə temperaturu -114°C olan spirt termometrindən istifadə edilir.

- Maddənin aqrekat halı dəyişdikdə onun:
 - a) daxili enerjisi necə dəyişir?
 - b) molekullarının enerjisi və düzülüşü necə dəyişir?
 - c) temperaturu necə dəyişir?

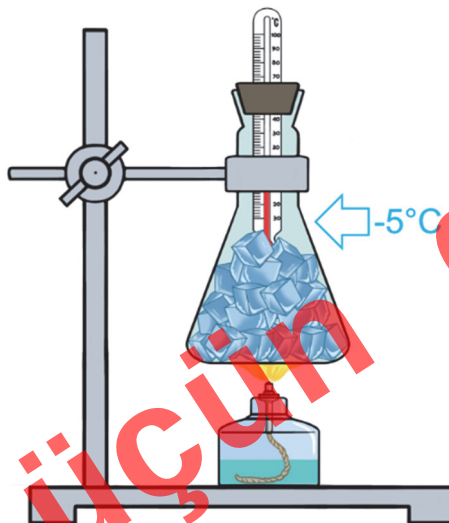
ARAŞDIRMA-1

• Buzun əriməsi

Təchizat: buz kristalları (soyuducunun buz dolabında hazırlanmış), kolba, termometr, spirt lampası (və ya başqa qızdırıcı), ştativ, kibrit, dəliyi olan tıxac, saniyəölçən.

İşin gedişi:

1. Kolbaya temperaturu -5°C olan buz kristalları atın, termometr yerləşdirib tıxacı qapayın.



2. Kolbanı ştativə bağlayın və spirt lampasının alovunda qızdırın.
3. Buzun əriməyə başladığı temperaturu iş vərəqinə çəkdiyiniz 3.1 cədvəlinə qeyd edin və saniyəölçəni işə salın.

4. Buz tam əriyib kolbada yalnız su qaldıqda termometrin və saniyəölçənin göstəricisini qeyd edin.
5. Müşahidəni davam edin, suyun temperaturunun necə dəyişdiyini və bu dəyişməyə sərf olunan müddəti qeyd edin.

Cədvəl 3.1.

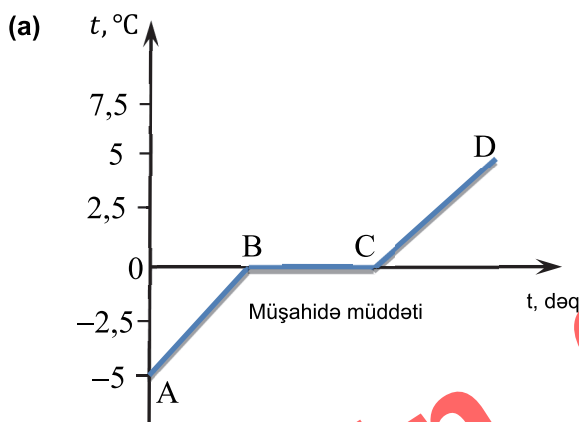
Zaman (t, dəq)	0	1	2	3	4	5	6	...
Temperatur (t, °C)								

Nəticəni müzakirə edin:

- Buz hansı temperaturda əriməyə başladı?
- Buzun ərimə prosesində temperatur necə dəyişdi?
- Kolbada qalan suyun temperaturu hansı müddətdən sonra artmağa başladı? Nə üçün?
- Ərimə prosesində buzun daxili enerjisi necə dəyişdi?

• Maddənin bərk haldan maye hala keçmə prosesi ərimə adlanır.

Bərk cismin əriməsi mürəkkəb fiziki prosesdir. Bu mürəkkəbliyi cədvəl 3.1-dəki qiymətlərə əsasən qurduğunuz buzun temperatur-zaman qrafiki təsdiq edir (a).



Qrafikdən göründüyü kimi, buz müəyyən müddət -5°C temperaturdan 0°C ərimə temperaturuna qədər qızır (qrafikdə: AB hissəsi), 0°C temperaturda isə əriməyə başlayır.

Qızdırıcının (spirt lampasının) fasiləsiz istilik verməsinə baxmayaraq, buz tam əriyənə qədər bu temperatur dəyişməz qalır (qrafikdə: BC hissəsi).

• **Bəs verilən istilik miqdarı nəyə sərf olunur?**

0°C temperatūra qədər qızdırıldıqdan sonra buza verilən istilik miqdarı onun kristal qəfəsinin dağılmasına sərf olunur. Zərrəciklər arasındakı cazibə xarakterli qüvvələr onları əvvəlki vəziyyətdə saxlaya bilmir. Nəticədə kristal zərrəciklərinin nizamlı düzülüşü nizamsız düzülüşə çevrilir: maddə maye halına keçir. Ərimə prosesində temperaturun sabit qalması maddə zərrəciklərinin kinetik enerjisinin dəyişməz qalması deməkdir.

Maddə tamamilə maye halına keçdikdən sonra verilən istilik miqdarı zərrəciklərin sürətini və kinetik enerjisini artırır, mayenin temperaturu yüksəlir (qrafikin **CD** hissəsi).

Müxtəlif maddələrlə aparılan çoxsaylı təcrübələrdən aşkar edilmişdir ki, hər bir kristal maddə yalnız özünəməxsus müəyyən bir temperaturda əriyir (*bax: cədvəl 3.2*).

• *Kristal maddənin əridiyi temperatūra **ərimə temperaturu** deyilir.*

Mayeni müəyyən temperatūra qədər soyutduqda o, bərk hala keçir.

• *Maddənin maye halından bərk hala keçmə prosesi **kristallaşma** və ya **bərkimə** adlanır. Verilən maddənin kristallaşma temperaturu onun ərimə temperaturuna bərabərdir.*

• *Mayenin bərkidiyi temperatur **bərkimə temperaturu** adlanır.*

Cədvəl 3.2. Bəzi maddələrin normal atmosfer təzyiqində ərimə temperaturu.

Maddə	$t_{\text{ər}}, ^\circ\text{C}$	Maddə	$t_{\text{ər}}, ^\circ\text{C}$	Maddə	$t_{\text{ər}}, ^\circ\text{C}$
Hidrogen	-259	Kalium	63	Alüminium	660
Oksigen	-219	Naftalin	80	Gümüş	962
Azot	-210	Natrium	98	Qızıl	1064
Spirt	-114	Qalay	232	Mis	1085
Civə	-39	Qurğuşun	327	Polad	1500
Buz	0	Kəhrəba	360	Dəmir	1539
Seziyum	29	Sink	420	Volfram	3387

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

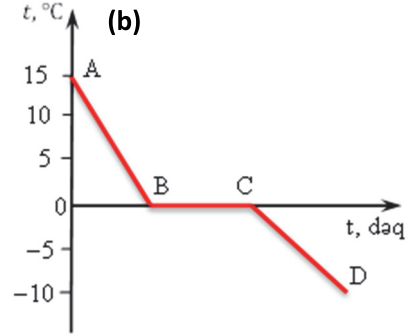
ARAŞDIRMA-2

• Mayenin bərkimə qrafikini “oxuyun”

Soyuducunun buz dolabına qoyulan suyun temperatur-zaman qrafiki verilir (b).

Nəticəni müzakirə edin:

- Qrafikin AB hissəsi nəyi təsvir edir?
- BC hissəsi hansı prosesə uyğundur? Nə üçün bu prosesdə temperatur sabit qalır?
- Qrafikin CD hissəsi nə deməkdir?



NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Sxemi iş vərəqinə çəkin və nöqtələrin yerinə uyğun tərifləri yazın.

ƏRİMƏ

→ ...

ƏRİMƏ TEMPERATURU

→ ...

BƏRKİMƏ TEMPERATURU

→ ...

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Ərimə prosesində maddəyə verilən istilik miqdarı nəyə sərf olunur?
2. Qalayı polad qaşıqda, poladı isə qalaydan hazırlanan qaşıqda əritmək olarmı? Nə üçün?
3. Ərimə və bərkimə prosesinin hansında enerji udulur, hansında enerji ayrılır?

3.2. Xüsusi ərimə istiliyi

Məlumdur ki, bərk maddəni əritmək üçün ona istilik miqdarı verilir, maye kristallaşdıqda isə ondan istilik miqdarı ayrılır.

- Ərimə və kristallaşma (bərkimə) istiliyi nədən asılıdır?

ARAŞDIRMA-1

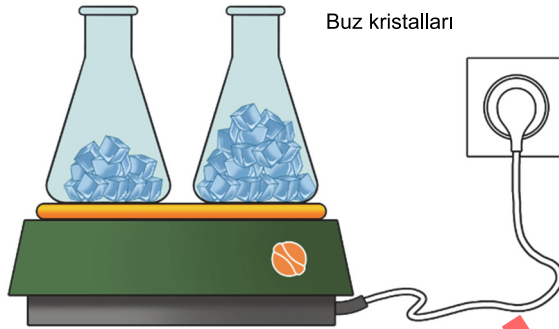
• Ərimə istiliyi nədən asılıdır?

Təchizat: buz kristalları, qalay dənəcikləri (20 q), kolba (4 əd.), elektrik qızdırıcısı, saniyəölçən.

İşin gedişi:

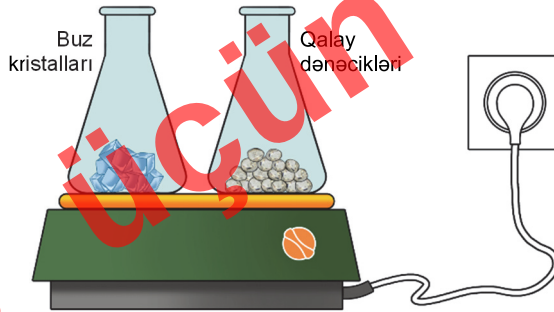
I mərhələ:

1. Kolbalardan birinə kütləsi 50 q, digərinə isə 100 q olan buz kristalları atıb eyni qızdırıcıda qızdırın.
2. Saniyəölçəni işə salıb kolbalardakı kristalların tam ərimə müddətlərini qeyd edin.



II mərhələ:

1. Kolbalardan birinə 20 q buz kristalı, digərinə 20 q qalay dənəcikləri atıb eyni qızdırıcıda qızdırın.



2. Saniyəölçəni işə salıb kolbalardakı buz kristallarının və qalay dənəciklərinin tam ərimə müddətlərini qeyd edin.

Nəticəni müzakirə edin:

- Hansı kolbadakı cisimlərin əridilməsi üçün daha çox istilik miqdarı sərf olundu?
- Araşdırmada bərk cisimləri əritmək üçün verilən istilik miqdarının nədən asılı olduğunu aşkar etdiniz?

• **Ərimə temperaturunda götürülmüş kristal maddənin əriməsi üçün verilən istilik miqdarı ərimə istiliyi adlanır.**

Araşdırmada müəyyən etdiniz ki, ərimə istiliyi kristalın kütləsindən və növündən asılıdır:

$$Q = \lambda m.$$

Burada **Q** – ərimə istiliyi, **m** – cismin kütləsi, **λ** – maddənin *xüsusi ərimə istiliyidir*. Xüsusi ərimə istiliyi 1 kq kütləli müxtəlif növ bərk cisimlərin ərimə temperaturunda tam əriməsi zamanı udulan istilik miqdarını fərqləndirmək üçün istifadə olunan fiziki kəmiyyətdir.

Düsturu	Ölçü vahidi
$\lambda = \frac{Q}{m}$	$[\lambda] = 1 \frac{C}{kq}$
Tərif	Tərif
Maddənin xüsusi ərimə istiliyi – ədədi qiymətcə 1 kq kristal maddəni ərimə temperaturunda əritmək üçün lazım olan istilik miqdarına bərabər olan fiziki kəmiyyətdir.	1 kiloqramda coul – elə xüsusi ərimə istiliyidir ki, 1 kq kristal maddəni əritmək üçün 1C istilik miqdarı sərf olunsun.

Xüsusi ərimə istiliyi maddənin növündən asılıdır. Cədvəl 3.3-də bəzi maddələrin xüsusi ərimə istiliyi verilir.

Cədvəl 3.3. Bəzi maddələrin xüsusi ərimə istiliyi.

Maddə	$\lambda, kC/kq$	Maddə	$\lambda, kC/kq$	Maddə	$\lambda, kC/kq$
Civə	12	Qızıl	67	Naftalin	150
Oksigen	14	Polad	84	Mis	210
Qurğuşun	25	Gümüş	87	Dəmir	270
Qalay	59	Sink	120	Buz	340
Hidrogen	59	Parafin	150	Alüminium	390

Bərkimə prosesində maye daxili enerjisinin bir hissəsini ətraf mühitə verir. Ona görə də maye bərkilyərkən enerjisi azalır.

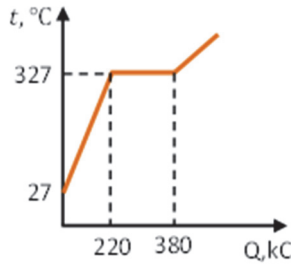
- *Enerjinin saxlanması qanununa əsasən, verilən kütləli mayenin kristallaşması prosesində ayrılan istilik miqdarı eyni kütləli həmin maddənin bərkaldan maye halına keçməsi prosesində aldığı istilik miqdarına bərabərdir.*

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA-2

• Məsələni həll edin

Verilmiş kütləli qurğuşunun temperaturunun onun aldığı istilik miqdarından asılılıq qrafikinə əsasən qurğuşunun yalnız əriməsinə sərf olunan istilik miqdarını təyin edin.



NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

___ götürülmüş ___ maddənin əriməsi üçün verilən istilik miqdarı ___ adlanır.

Maddənin ___ 1 kq kristal maddəni ərimə temperaturunda əritmək üçün lazım olan istilik miqdarına bərabər olan fiziki kəmiyyətdir.

AÇAR SÖZLƏR

Ərimə istiliyi
Xüsusi ərimə istiliyi
Ərimə temperaturu
Kristal

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Ərimə temperaturunda götürülmüş kristal cismin əriməsi üçün lazım olan istilik miqdarı necə hesablanır?
2. Cıvənin xüsusi ərimə istiliyi $12 \frac{\text{kC}}{\text{kq}}$ -dir. Bu nə deməkdir?
3. Kristalın xüsusi ərimə istiliyi nədən asılıdır?

3.3. Buxarəmələgəlmə və kondensasiya

Bəzən qaynar çayı içərkən onu nəlbəkiyə tökür, şorba dodaqlarımızı “yandırdıqda” qaşığa üfürür, isti yay günlərində isə yelpikdən istifadə edirik.

- Bu məişət hadisələrində ümumi cəhət nədir?

İçərisində isti su olan qabı qapaqla örtüb bir neçə dəqiqədən sonra qapağı qaldırdıqda onun alt səthində su damcıları görürsünüz.

- Bu damcılar qapağın alt səthində necə əmələ gəldi?

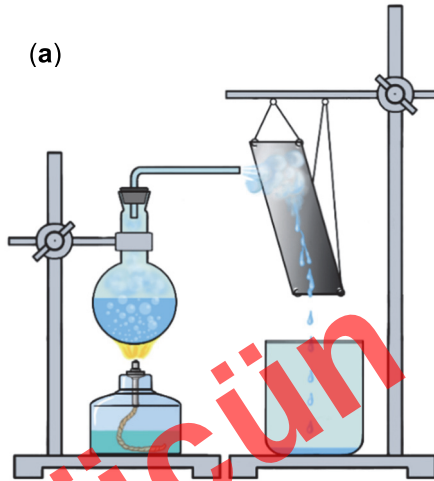
ARAŞDIRMA-1

• Maddənin halında hansı dəyişiklik baş verdi?

Təchizat: kolba, stəkan, şüşə boru keçirilən tıxac, su (50 ml), spirt lampası, metal lövhə, kibrit, ştativ (2 əd.).

İşin gedişi:

1. Kolbanı ştativə bərkidin, içərisinə yarıya qədər su töküb ağzını tıxacla qapayın.
2. Spirt lampasını yandırıb suyun qaynamasına və buxarın yaranmasına nail olun (a).



3. Şüşə borudan çıxan su buxarının qarşısına ştativdən asılmış dəmir lövhə və onun altında stəkan yerləşdirin.
4. Suyun buxarlanma prosesini bir neçə dəqiqə müşahidə edin.

Nəticəni müzakirə edin:

- Buxar soyuq metal lövhəyə toxunduqda nə üçün yenidən suya çevrildi?

• Təcrübə prosesində maddənin halında hansı dəyişiklik baş verdi? Nə üçün? Gündəlik müşahidələr göstərir ki, açıq qabdakı ətrin, spirtin, suyun və digər mayelərin miqdarı tədricən azalır. Buna səbəb mayelərin buxarlanmasıdır.

• *Maddənin maye halından qaz (buxar) halına çevrilmə prosesi **buxarəmələgəlmə** adlanır.*

Buxarəmələgəlmənin iki növü var: *buxarlanma* və *qaynama*.

• Buxarlanma

Buxarlanma – mayenin sərbəst səthində baş verən buxarəmələgəlmədir. Buxarlanma necə izah olunur?

Məlumdur ki, maye molekulları müxtəlif sürətlərlə xaoslu hərəkət edir. Belə hərəkətdə olan molekullar bir-biri ilə toqquşmaqla kinetik enerjilərini bir-birinə verir, nəticədə bəzi molekulların sürəti xeyli artır. Mayenin səthinə yaxın olan və kifayət qədər böyük sürət almış molekullar qonşu molekulların cazibəsinə üstün gələrək mayeni tərk edir. Mayenin sərbəst səthini tərk edən molekullar onun üzərində buxar əmələ gətirir.

Molekulların mayenin sərbəst səthindən xaricə çıxma prosesi həmin mayenin buxarlanmasıdır. Buxarlanma prosesində mayeni kinetik enerjisi böyük olan molekullar tərk edir, qalan molekulların isə orta kinetik enerjisi azaldığından maye soyuyur.

Deməli, buxarlanma prosesində mayenin daxili enerjisi azalır. Bunu sadə təcrübədə sınaqdan çıxarmaq olar: əlinizə bir neçə damcı odekolon damcıladın – dərhal əlinizin həmin hissəsində sərinlik hiss edirsiniz. Buxarlanan odekolon soyumaqla yanaşı, əlinizdən də bir qədər istilik miqdarı alır.

Buxarlanma mayenin istənilən temperaturunda baş verir, lakin onun sürəti müxtəlif səbəblərdən asılıdır:

- ***buxarlanmanın sürəti mayenin növündən asılıdır.*** Məsələn, şüşə lövhə üzərinə eyni miqdarda su, spirt və günəbaxan yağı damcılatdıqda əvvəlcə spirt, sonra isə su tamamilə buxarlanır. Yağın tam buxarlanması isə günlərlə davam edə bilər;
- ***buxarlanmanın sürəti mayenin səthinin sahəsindən asılıdır.*** Məsələn, stəkandakı çayı nəlbəkiyə tökdükdə daha tez buxarlanaraq soyuyur;
- ***buxarlanmanın sürəti mayenin temperaturundan asılıdır.*** Məsələn, qızdırıcı yaxınlığına qoyulmuş stəkandakı su masa üzərində olan stəkandakı suya nisbətən daha tez buxarlanır;
- ***buxarlanmanın sürəti hava cərəyanından və rütubətdən asılıdır.*** Məsələn, evvandan asılan yaş paltardakı su eyni temperaturu külləkli havada külləksiz havaya nisbətən daha tez buxarlanır.

• Kondensasiya

Molekulların mayenin səthini tərk etməsi ilə yanaşı, eyni zamanda əks proses də baş verir: maye səthində xaos hərəket edən molekulaların bir hissəsi yenidən maye səthinə qayıdır.

• *Buxarın mayeyə çevrilmə prosesi **kondensasiya** adlanır.*

Kondensasiya prosesində buxardan enerji ayrılır.

BİLİRSİNİZMİ?

Kondensasiya buxarın mayeyə toxunmadığı halda da baş verə bilər. Buna misal buludların əmələ gəlməsidir: Yer səthindən qalxan su buxarının molekulları atmosferin nisbətən soyuq təbəqələrində qruplaşaraq kiçik su damcılarını yaradır. Bu damcılar isə səmada "süzən" buludları əmələ gətirir.

• Bərk cisimlər də buxarlanırmı?

Bərk cisimlərin buxarlanma prosesi *sublimasiya*, əks proses isə *desublimasiya* adlanır.

• **Sublimasiya** – maddənin bərk haldan birbaşa qaz halına keçmə prosesidir.

Məsələn, "quru buz" (CO_2 bərk halda) mayeləşmədən buxarlanır. Bəzi bərk cisimlər, məsələn, naftalin sublimasiya etdiyinə görə biz onun iyini hiss edirik.

• **Desublimasiya** – maddənin qaz halından birbaşa bərk hala keçmə prosesidir.

Məsələn, şaxtalı havada pəncərə şüşələrində qırovun əmələ gəlməsi: qırov havada olan su buxarının birbaşa buza çevrilməsindən yaranır.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA-2

• Buxarlanmanın sürəti nədən asılıdır?

Təchizat: sınaq şüşəsi, spirt lampası, yod kristalları, kibrit, ştativ.

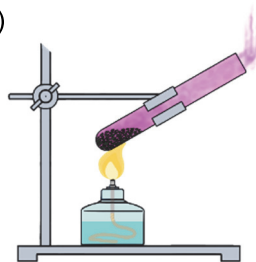
İşin gedişi:

1. Sınaq şüşəsinə yod kristallarını töküb ştativə bərkidin.
2. Spirt lampasını yandıraraq sınaq şüşəsinə qızdırın və yod kristallarının halında baş verən dəyişikliyi müşahidə edin (b).

Nəticəni müzakirə edin:

- Qızdırılan sınaq şüşəsinin daxili divarının bənövşəyi rəng almasının səbəbi nədir?
- Təcrübədə hansı hadisəni müşahidə etdiniz?

(b)



NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Maddənin maye halından qaz (buxar) halına çevrilmə prosesi __ adlanır.

__ mayenin sərbəst səthindən baş verən buxar-
əmələgəlmədir. Buxarın mayeyə çevrilmə prosesi __
adlanır.

__ maddənin bərk haldan birbaşa qaz halına keçmə
prosesidir.

__ maddənin qaz halından birbaşa bərk hala keçmə
prosesidir.

AÇAR SÖZLƏR

Buxarlanma

Desublimasiya

Sublimasiya

Buxarəmələgəlmə

Kondensasiya

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Nə üçün dəniz və okean sularının səthinin neft təbəqəsi ilə çirklənməsi ekoloji fəlakət adlanır?
2. Nə üçün yağlı şorba gec soyuyur?
3. Soyuq suyu şüşə butulkaya və saxsı dolçaya doldurdular. Hansı qabda su sərin qalar, hansında isə qızır? Nə üçün?
4. Çimərlikdə sudan çıxdıqda sərinlik hiss edirsiniz, nə üçün?

3.4. Doymuş və doymayan buxar. Qaynama

Öyrəndiniz ki, maye ağzıbağlı qabda da buxarlanır.

- Qapalı qabdakı mayenin buxarlanması həmin mayenin ağzıaçıq qabdakı buxarlanmasından nə ilə fərqlənir?

• Buxarın növləri

Buxarın iki növü var: *doymuş* və *doymayan buxar*. Ağzıbağlı qabda suyu tərk edən molekullar su səthi ilə qapaq arasındakı fəzaya keçir. Bəzi molekullar yenidən mayeyə qayıdır: qapaq bağlı olduğundan buxarın çox hissəsi kondensasiya edir və mayeyə çevrilir.

Nəhayət, elə an gəlib çatır ki, vahid zamanda mayeyə qayıdan molekulların sayı mayeni tərk edən molekulların sayına bərabər olur. Bu hal *dinamik tarazlıq* adlanır. Dinamik tarazlıq halında qabdakı buxarın və mayenin miqdarı dəyişmir.

- *Öz mayesi ilə dinamik tarazlıqda olan buxara **doymuş buxar** deyilir.*

Doymuş buxarın sıxlığı və təzyiqi nədən asılıdır?

Fərz edək ki, ağzıbağlı qabda maye və onun doymuş buxarı vardır. Qab qızdırılır. Temperatur artdıqca mayeni tərk edən molekulların sayı mayeyə

qayıdan molekulların sayından çox olur. Bu halda dinamik tarazlıq və buxarın doymuş halı pozulur. Bir müddətdən sonra dinamik tarazlıq bərpa olur, lakin qapalı fəzanın vahid həcminə düşən buxar molekullarının sayı artdığından doymuş buxarın sıxlığı artır. Sıxlıq artdıqca buxarın təzyiqi də artır.

• **Doymuş buxarın sıxlığı və təzyiqi temperaturdan asılıdır: onlar temperatur yüksəldikcə artır.**

Ağzıaçıq qabda isə dinamik tarazlıq halı yaranmır, çünki mayeni tərk edən molekulların çox hissəsi ətrafa yayılır. Belə buxar *doymayan*dır.

• **Öz mayesi ilə dinamik tarazlıqda olmayan buxara doymayan buxar deyilir.**

• Qaynama

Evde çaydandakı suyun qaynama prosesini çox müşahidə etmisiniz.

- Qaynama prosesi necə baş verir?
- Nə üçün su qaynayana qədər o, səs-küylə müşayiət olunur, qaynadıqda isə səs azalır?

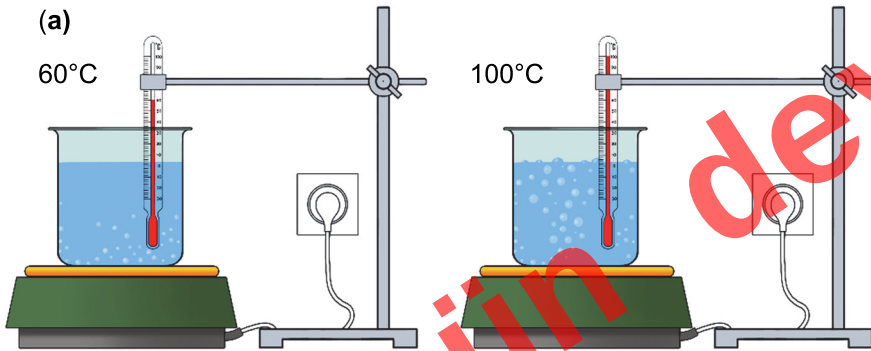
ARAŞDIRMA-1

• Qaynama prosesi necə baş verir?

Təchizat: şüşə qab, elektrik qızdırıcısı, su, termometr, ştativ.

İşin gedişi:

1. Qızdırıcını işə salın. Qaba yarısından yuxarı su töküb qızdırıcının üzərinə qoyun.
2. Termometri ştativə bərkidib qaba daxil edin, suyun temperaturunun necə yüksəldiyini və bu zaman onun daxilində gedən prosesi müşahidə edin (a).



Nəticəni müzakirə edin:

- Suyun qızması prosesində mayedəki qabarcıqların ölçüləri necə dəyişir və onlar necə hərəkət edir?
- Qaynama prosesində su daxilindəki qabarcıqlar özlərini necə “aparır”? Nə üçün? Suyu qızdırdıqda bir neçə dəqiqədən sonra onun daxilində saysız qabarcıqların yaranması müşahidə olunur. Onların yaranmasına səbəb suyun tərkibində həmişə həll olmuş havanın və asılı bərk cisim hissəciklərinin olmasıdır.

Su qızdıqca bu qabarcıqlara maye buxarlanır. Qabarcıqlar qapalı olduğundan onlardakı buxar doymuş buxardır. Mayenin temperaturu yüksəldikcə hər bir qabarcıqdakı buxarın miqdarı artır, deməli, buxarın qabarcığının divarına göstərdiyi təzyiq də artır. Nəticədə qabarcığının ölçüsü böyüyür və o, arximed qüvvəsinin təsiri ilə mayenin səthinə qalxır. Qabarcıqlar mayenin nisbətən az qızmış təbəqəsinə gəldikdə onların daxilindəki buxar kondensasiya edir. Qabarcıqlar həcmcə kiçilərək yox olub gedir. Bu proses xüsusi səslə müşayiət olunur.

Su müəyyən temperatura – normal atmosfer təzyiqində 100°C -yə qədər qızanda konveksiya hesabına bütün maye həcmində temperatur eyni olur. Bu zaman yuxarı qalxan qabarcıqların həcmi artıq kiçilmir, onlardakı doymuş buxarın təzyiqi atmosfer təzyiqindən azca böyük olur və qabarcıqlar partlayaraq buxarı atmosfərə atır – qaynama baş verir.

• ***Müəyyən temperaturda mayenin bütün həcmində baş verən buxarlanma prosesinə qaynama deyilir.***

Qaynama o zaman başlayır ki, qabarcıq daxilindəki doymuş buxarın təzyiqi mayenin səthindəki xarici təzyiqə bərabər olur. Təcrübə göstərir ki, qaynama zamanı mayenin və onun üzərindəki buxarın temperaturu dəyişmir.

• ***Mayenin qaynadığı temperatur qaynama temperaturu adlanır.***

Cədvəl 3.4-də normal atmosfer təzyiqində bəzi maddələrin qaynama temperaturu verilmişdir.

Cədvəl 3.4. Bəzi maddələrin normal atmosfer təzyiqində qaynama temperaturu.

Maddə	t , $^{\circ}\text{C}$	Maddə	t , $^{\circ}\text{C}$
Hidrogen	– 253	Civə	357
Oksigen	– 183	Qurğuşun	1740
Efir	35	Mis	2567
Spirt	78	Dəmir	2750
Su	100	Qızıl	2950

Qaynama temperaturu mayeə edilən xarici təzyiqdən asılıdır. Xarici təzyiq artdıqda qaynama temperaturu yüksəlir, əksinə, xarici təzyiq azaldıqda qaynama temperaturu da aşağı düşür.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA-2

Hansı yerdə suyun qaynama temperaturu 100°C -dən: a) aşağıdır; b) yuxarıdır? Nə üçün?

1. Dəniz səviyyəsində.
2. Pirquluda (dəniz səviyyəsindən 1500 m yüksəklikdə).
3. Soma şaxtasında (dəniz səviyyəsindən 2000 m dərinlikdə).

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Öz mayesi ilə ___ olan buxara ___ deyilir.
Öz mayesi ilə dinamik tarazlıqda olmayan buxara ___ deyilir. Müəyyən temperaturda mayenin bütün həcmində baş verən buxarlanma prosesinə ___ deyilir. Mayenin qaynadığı temperatur ___ adlanır.

AÇAR SÖZLƏR

Qaynama

Doymayan buxar

Doymuş buxar

Dinamik tarazlıq

Qaynama temperaturu

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Doymuş buxarın təzyiqi və sıxlığı nədən asılıdır?
2. Nə üçün maye qaynadıqda temperaturu dəyişmir?
3. Hansı qabda su daha tez qaynar: ağzıaçıq, yoxsa qapalı qabda? Nə üçün?
4. Nə üçün xarici təzyiq artdıqda mayenin qaynama temperaturu artır, xarici təzyiq azaldıqda isə qaynama temperaturu da azalır?

Çap üçün deyil

3.5. Xüsusi buxarlanma istiliyi

Mayeni buxarlandırmaq üçün ona müəyyən qədər istilik miqdarı verilir, buxar kondensasiya etdikdə isə ondan istilik miqdarı ayrılır.

- Bu istilik miqdarları nədən asılıdır?

Müxtəlif maddələrin maye halından qaz halına çevrilməsi üçün müxtəlif miqdarda enerji tələb olunur. Bu enerji *xüsusi buxarlanma istiliyi* adlanan fiziki kəmiyyətlə xarakterizə olunur.

ARAŞDIRMA-1

- **Buxarlanma istiliyi nədən asılıdır?**

Məsələ

Təcrübədən müəyyən olunmuşdur ki, 1 kq suyu buxarlandırmaq üçün 2,3 MC, həmin miqdarda spirti buxarlandırmaq üçün 0,9 MC istilik miqdarı vermək lazımdır. Kütləsi 2 kq olan suyu buxarlandırmaq üçün 4,6 MC, həmin qədər spirti buxarlandırmaq üçün 1,8 MC istilik miqdarı tələb olunur.

Nəticəni müzakirə edin:

- Müxtəlif növ mayelərin buxarlanması üçün lazım olan istilik miqdarı nədən asılıdır?

- ***Sabit temperaturda mayeni buxara çevirmək üçün sərf olunan istilik miqdarına buxarlanma istiliyi deyilir.***

Araşdırmanın təhlilindən məlum olur ki, buxarlanma istiliyi mayenin növündən və kütləsindən asılıdır:

$$Q = Lm.$$

Burada Q – buxarlanma istiliyi, m – mayenin kütləsi, L – mayenin xüsusi buxarlanma istiliyidir.

Mayenin xüsusi buxarlanma istiliyi eyni kütləli müxtəlif mayeləri buxara çevirmək üçün tələb olunan istilikləri fərqləndirməkdən ötrü tətbiq edilən fiziki kəmiyyətdir.

Düsturu	Ölçü vahidi
$L = \frac{Q}{m}.$	$[L] = 1 \frac{C}{kq}.$
Tərif	Tərif
Maddənin xüsusi buxarlanma istiliyi – ədədi qiymətə 1 kq mayeni buxarlandırmaq üçün sərf olunan istilik miqdarına bərabər olan fiziki kəmiyyətdir.	1 kiloqramda coul – elə mayenin buxarlanma istiliyidir ki, onun 1 kq-nı buxarlandırmaq üçün 1C istilik sərf olunsun.

Xüsusi buxarlanma istiliyi mayenin növündən asılıdır. Cədvəl 3.5-də bəzi mayelərin xüsusi buxarlanma istiliyi verilir.

Cədvəl 3.5. Bəzi maddələrin xüsusi buxarlanma istiliyi (qaynama temperaturunda və normal atmosfer təzyiqində).

Maddə	L, MC/kq
Maye hava	0,2
Civə	0,3
Efir	0,4
Spirt	0,9
Maye ammonyak	1,4
Su	2,3

Sabit temperaturda verilən kütləli buxar kondensasiya edərkən ayrılan istilik miqdarı həmin kütləli uyğun mayenin buxarlanması üçün tələb olunan istilik miqdarına bərabərdir.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA-2

• Məsələləri həll edin

1. Xüsusi buxarlanma istiliyini təyin etmək üçün nəyi bilmək lazımdır?
2. 100°C temperaturda kütləsi 1 kq olan su buxarı kondensasiya edərkən nə qədər enerji ayrılır?
3. Gümüş buxarı 2466 K temperaturda kondensasiya edir. 500 q gümüş kondensasiya edərkən nə qədər istilik ayrılır? Gümüşün xüsusi buxarlanma istiliyi 2,34 Mc/kq-dır.

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Sabit temperaturda mayeni buxara çevirmək üçün sərf olunan istilik miqdarına __ deyilir. 1 kq mayeni buxara çevirmək üçün lazım olan istilik miqdarına __ deyilir. Sabit temperaturda verilən kütləli buxar __ edərkən ayrılan __ həmin kütləli uyğun mayenin __ üçün tələb olunan istilik miqdarına bərabərdir.

AÇAR SÖZLƏR

İstilik miqdarı
Kondensasiya
Buxarlanma
Buxarlanma istiliyi
Xüsusi buxarlanma istiliyi

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Nə üçün xüsusi buxarlanma istiliyi maddəni xarakterizə edir, cismi yox?
2. Civənin xüsusi buxarlanma istiliyinin 0,3 MC/kq olması nə deməkdir?
3. 5 kq suyu buxarlandırmaq üçün nə qədər istilik miqdarı lazımdır?

3.6. Havanın rütubəti

Bakıda yaşayanların əksəriyyəti qışda havadakı soyuqluğa, yayda isə istiliyə çətinliklə dözür.

- Nə üçün Bakıda hətta 25°C istidə insanların bir çoxu özlərini pis, lakin Kürdəmirdə havanın daha yüksək temperaturunda yaxşı hiss edir?

Havada həmişə su buxarı olur. O, Yer səthindəki suyun (okean, dəniz, göl və s.) buxarlanmasından yaranır. İnsanların əhvali-ruhiyyəsi, heyvan və bitkilərin həyatı, habelə texniki və tikinti obyektlərinin vəziyyəti havadakı su buxarının miqdarından asılıdır. Havadakı su buxarının miqdarı havanın nəmliyini, başqa sözlə desək, rütubətliyini müəyyən edir.

Havanın rütubəti iki fiziki kəmiyyətlə xarakterizə olunur: *mütləq rütubət* və *nisbi rütubət*.

- *Mütləq rütubət – ədədi qiymətcə havanın 1m³ həcmindəki su buxarının kütləsinə bərabər olan kəmiyyətdir:*

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

Burada ρ – mütləq rütubət (su buxarının sıxlığı), V – havanın həcmi, m – havada olan su buxarının kütləsidir.

1 m³-dəki su buxarının kütləsi çox kiçik olduğundan o, qramlarla ifadə olunur. Mütləq rütubətin vahidi metr kubunda qram qəbul edilmişdir:

$$[\rho] = \frac{[m]}{[V]} = \frac{1q}{1m^3} = 1 \frac{q}{m^3}.$$

Mütləq rütubətin $\rho = 20 \frac{q}{m^3}$ olması o deməkdir ki, 1m³ havada 20 q su buxarı vardır.

Qeyd edək ki, yalnız mütləq rütubəti bilməklə verilən şəraitdə havadakı su buxarının onun doyma halından nə dərəcədə fərqləndiyini təyin etmək olmur. Əgər Yer kürəsinin atmosferindəki su buxarı doymuş olarsa, onun bütün səthi heç vaxt qurumayan su damcıları ilə örtülərdi. Əksinə, su buxarı doymuş halından çox-çox az olarsa, təbiətə böyük ziyan vuran quraqlıq baş verər.

Verilmiş temperaturda su buxarının doymuş buxardan nə qədər fərqləndiyini göstərən *nisbi rütubət* adlandırılan fiziki kəmiyyət qəbul edilmişdir.

• *Nisbi rütubət – verilmiş temperaturda havada olan su buxarının sıxlığının həmin temperaturda doymuş su buxarının sıxlığına olan nisbətinin faizlərlə ifadəsinə deyilir:*

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%.$$

Burada φ – nisbi rütubət, ρ – verilən temperaturda havadakı su buxarının sıxlığı, ρ_0 – həmin temperaturda havadakı doymuş su buxarının sıxlığıdır.

İnsan dərisinin səthindən suyun buxarlanma sürəti havanın nisbi rütubətindən asılıdır. Nisbi rütubət artanda insan bədənindən suyun buxarlanması azalır. Nəticədə orqanizmin istilik tarazlığı pozulur, nəfəs almaq çətinləşir və insan özünü pis hiss edir. Quru havada isə su dəridən sürətlə buxarlanır, insan çox tərləyir, dodaqlar, nəfəs yollarının selikli qişası quruyur və o özünü yenə də pis hiss edir. İnsan həyatı üçün havanın nisbi rütubətinin 50–60% olması daha faydalıdır.

Müxtəlif temperaturlarda doymuş su buxarının ρ_0 sıxlığı cədvəl 3.6-da verilmişdir.

Cədvəl 3.6. Müxtəlif temperaturlarda doymuş su buxarının ρ_0 sıxlığı.

$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{q/m}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{q/m}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{q/m}^3$
–5	3,2	7	7,8	15	12,8
0	4,8	8	8,3	16	13,6
1	5,2	9	8,8	17	14,5
2	5,6	10	9,4	18	15,4
3	6,0	11	10,0	19	16,3
4	6,4	12	10,7	20	17,3
5	6,8	13	11,4	30	30,3
6	7,3	14	12,1	50	83,0

Verilən temperaturda havadakı su buxarının ρ sıxlığı necə təyin edilir? Bu məqsədlə *şəh nöqtəsi*ni bilmək lazımdır.

• *Şəh nöqtəsi – havadakı su buxarının doymuş buxar halına keçdiyi temperatura deyilir.*

Hava şəh nöqtəsinə qədər soyuduqda buxarın kondensasiyası başlanır: duman əmələ gəlir, şəh düşür. Havadakı su buxarının sıxlığı şəh nöqtəsinə uyğun doymuş buxarın sıxlığına bərabər olur.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA

• Məsələləri həll edin

1. Havanın nisbi rütubəti 80%, temperaturu 4°C-dir. Havadakı su buxarının sıxlığı nə qədərdir? Həmin temperaturda doymuş su buxarının sıxlığı $6,4 \frac{q}{m^3}$ -dir.
2. Həcmi 100 m³ olan otaqda havanın temperaturu 20°C, rütubəti isə 60%-dir. Havada neçə qram su buxarı var?

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Havadakı su buxarı ___ ilə xarakterizə olunur.
___ ədədi qiymətcə havanın 1 m³ həcmindəki su buxarının kütləsinə bərabər olan kəmiyyətdir. ___ verilmiş temperaturda havada olan ___ sıxlığının həmin temperaturda doymuş su buxarının sıxlığına olan nisbətinin faizlərlə ifadəsinə deyilir.
___ havadakı su buxarının doymuş buxar halına keçdiyi temperatura deyilir.

AÇAR SÖZLƏR

Şəh nöqtəsi
Mütləq rütubət
Su buxarı
Rütubət
Nisbi rütubət

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. "Havanın mütləq rütubəti $9,5 \frac{q}{m^3}$ -dir" nə deməkdir?
2. Şəh düşməsi hansı şəraitdə baş verir?
3. Rütubət insanın həyatında nə kimi rol oynayır?
4. Nə üçün ətraf mühitin temperaturu yüksəldikdə havanın mütləq rütubəti artır?

3.7. Rütubəti ölçən cihazlar

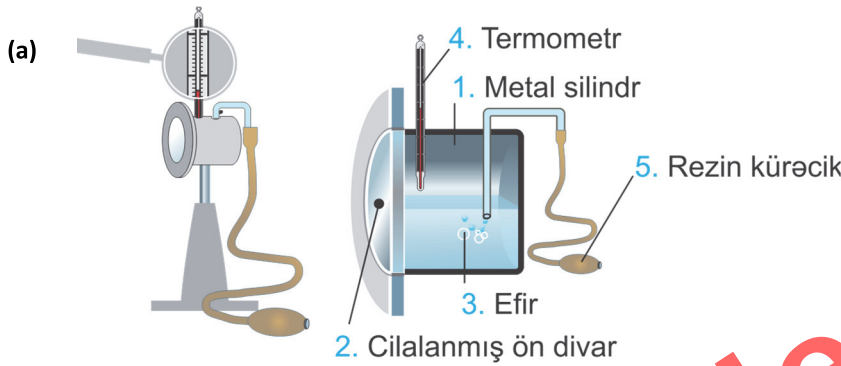
Sinoptiklərin hava proqnozuna dair verdikləri xəbərlərdə bir qayda olaraq havanın rütubətinə dair məlumatlar da yer alır.

- Havanın rütubətinə dair məlumatlar necə əldə edilir?
- Otağımızda, fizika kabinetində və ya həyətdəki havanın mütləq və nisbi rütubətini təyin edə bilərikmi?

Havanın rütubəti xüsusi cihazlarla – *hiqrometr* və *psixrometrlə* ölçülür. Yunan sözü olan “hiqros” – nəm, “psixros” isə soyuq deməkdir.

• Kondensasiyalı hiqrometr

Onunla bilavasitə şəh nöqtəsi təyin edilir. Kondensasiyalı hiqrometr metal silindrdən (1) ibarətdir. Onun ön divarı cilalanır (2).



Silindrə tez buxarlanan maye – efir tökülür (3) və termometr (4) daxil edilir. Silindrlə əlaqələndirilən boruya rezin kürəcik (5) birləşdirilir (a). Rezin kürəciklə silindrə hava vurduqda efir sürətlə buxarlanır və silindr soyuyur. Bu zaman cilalanan divarın səthi tərləyir – şəh damcıları yaranır.

Deməli, su buxarı doymuş buxara çevrilmişdir. Həmin an termometr şəh nöqtəsinə uyğun temperaturu göstərir. Şəh nöqtəsi və havanın temperaturunu bilməklə xüsusi cədvəllərin (bax: cədvəl 3.6 və 3.7) köməyi ilə havanın mütləq və nisbi rütubətini təyin etmək olur.

ARAŞDIRMA-1

• Verilən nümunəyə uyğun məsələni həll edin

Nümunə

Havanın temperaturu 20°C , hiqrometrlə təyin edilən şəh nöqtəsi isə 8°C -dir. Havanın nisbi rütubətini təyin edin.

İzahlı həll:

Cədvəl 3.6-dan 20°C temperaturda havadakı doymuş su buxarının sıxlığı ($\rho_0 = 17,3 \frac{\text{q}}{\text{m}^3}$) və 8°C temperaturdakı havada su buxarının sıxlığı ($\rho = 8,3 \frac{\text{q}}{\text{m}^3}$) təyin edilir (8°C temperaturda havadakı su buxarı tamamilə doymuş hala keçir). Daha sonra isə 20°C temperaturda havanın nisbi rütubəti hesablanır:

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} 100\% = \frac{8,3 \frac{\text{q}}{\text{m}^3}}{17,3 \frac{\text{q}}{\text{m}^3}} 100\% \approx 50\%.$$

Məsələ

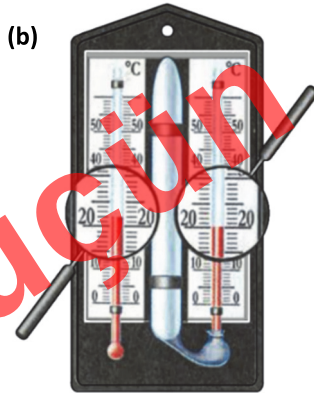
Havanın temperaturu 18°C , hiqrometrlə təyin edilən şəh nöqtəsi isə 10°C -dir. Havanın nisbi rütubətini təyin edin.

Nəticəni müzakirə edin:

- Hansı temperaturda havanın nisbi rütubəti daha böyükdür: 20°C -də, yoxsa 18°C -də?

• Psixrometr

Havanın nisbi rütubətini təyin etməyə imkan verən cihazlardan biri də *psixrometrdir*. Onun iş prinsipi buxarlanan suyun soyumasına əsaslanır. Psixrometr iki eyni termometrdən ibarətdir. Onlardan biri havanın temperaturunu ölçür. Digərinin civə (və ya spirt) çəni ucu suya batırılan tənziflə sarınır. Buxarlanan su soyuduğundan bu termometrin göstəricisi quru termometrin göstəricisindən aşağı olur (b).



Hava nə qədər quru (rütubətsiz) olarsa, tənzifdəki su daha sürətlə buxarlanar və nəm termometr daha aşağı temperatur göstərir – termometrlərin göstəriciləri arasındakı fərq böyük olar.

Əgər havadakı su buxarı doymuş halda olarsa, tənzifdəki su buxarlanmaz və termometrlərin göstəriciləri bərabərləşir.

Bu halda havanın nisbi rütubəti 100% olur. Deməli, termometrlərin göstəriciləri arasındakı fərq havanın nisbi rütubətindən asılıdır. Quru və nəm termometrlərin göstəriciləri arasındakı fərqi əsasən xüsusi psixrometrik cədvəl (bax: cədvəl 3.7.) vasitəsilə havanın nisbi rütubəti təyin edilir.

Cədvəl 3.7. Psixrometrik cədvəl.

Quru termometrin göstəricisi, °C	Quru və nəm termometrlərin göstəricilər fərqi, °C										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Nisbi rütubət, %										
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	4
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23	14	6
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20	12
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22	15
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24	17
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29	22
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32	26
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36	30
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38	33

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA-2

• Məsələni həll edin

Psixrometrik cədvəldən istifadə edərək dərslikdə təsvir olunan psixrometrin göstəricisinə əsasən (bax: şəkl. b) havanın nisbi rütubətini təyin edin.

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Havanın rütubəti ___ və ___ adlanan cihazlarla ölçülür. ___ hiqrometrlə bilavasitə ___ təyin edilir. Psixrometrin iş prinsipi ___ soyumasına əsaslanır.

AÇAR SÖZLƏR
Kondensasiyalı
Buxarlanan su
Psixrometr
Şəh nöqtəsi
Hiqrometr

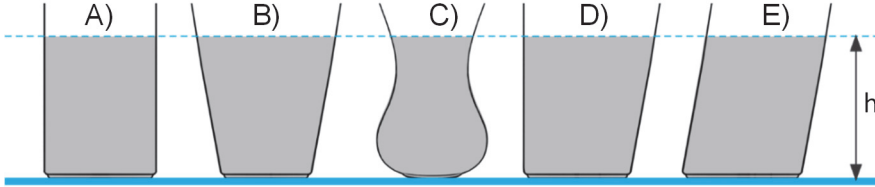
ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Havadakı su buxarı doymuş hala gələrsə, nisbi rütubət nəyə bərabər olar?
2. Kondensasiyalı hiqrometrlə şəh nöqtəsi necə təyin edilir?
3. Psixrometrlə havanın nisbi rütubəti necə təyin edilir?

Çap üçün deyil

ÇALIŞMA-5

1. Hansı qabda isti çay daha gec soyuyar?



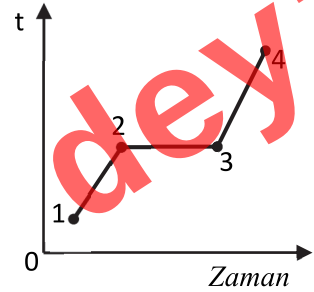
2. Xüsusi ərimə istiliyinin fiziki mənası nədir?

1. Xüsusi ərimə istiliyi – vahid kütləli kristal ərimə temperaturunda əritmək üçün nə qədər istilik miqdarı sərf olunduğunu göstərir.
2. Xüsusi ərimə istiliyi – ixtiyari kütləli kristal ərimə temperaturunda əritmək üçün nə qədər istilik miqdarı sərf olunduğunu göstərir.
3. Xüsusi ərimə istiliyi – vahid kütləli mayeni bərkimə temperaturunda bərk hala gətirmək üçün mayedən nə qədər istilik miqdarı ayrıldığını göstərir.
4. Xüsusi ərimə istiliyi – ixtiyari kütləli mayeni bərkimə temperaturunda bərk hala gətirmək üçün mayedən nə qədər istilik miqdarı ayrıldığını göstərir.

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

3. Şəkilə kristalın əriməsinin temperatur-zaman qrafiki verilir. Qrafikdə 3–4 hissəsi hansı prosesə uyğundur?

- A) Ərimə
B) Buxarlanma
C) Kristalın qızması
D) Ərintinin qızması
E) Bərkimə



4. Açıq qabdakı su 0°C temperaturda buxarlanırmı?

- A) Xeyr, çünki su bu temperaturda donur.
B) Bəli, çünki su bütün temperaturlarda buxarlanır.
C) Xeyr, çünki su yalnız 100°C temperaturda buxarlanır.
D) Xeyr, çünki su yalnız 0°C temperaturdan yüksək temperaturlarda buxarlanır.
E) Bəli, yalnız suyun səthindəki təzyiq normal atmosfer təzyiqindən çox böyük olduqda buxarlanır.

ÜMUMİLƏŞDİRİCİ TAPŞIRIQLAR

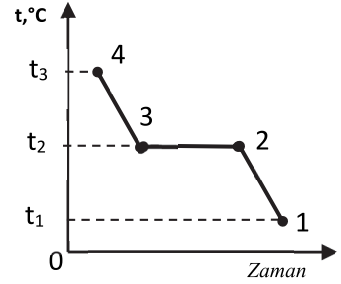
1. 2,95 MC istilik miqdarı sərf etməklə ərimə temperaturunda götürülmüş nə qədər qalayı əritmək olar ($\lambda=59 \text{ kC/kq}$)?

- A) 20 kq
- B) 30 kq
- C) 40 kq
- D) 50 kq
- E) 60 kq

2. Şəkində mayenin kristallaşma prosesinin temperatur-zaman qrafiki verilir.

Qrafikdə, 3–2 hissəsi hansı prosesə uyğundur?

- A) Ərimə
- B) Sublimasiya
- C) Kristalın qızması
- D) Bərk cismin soyuması
- E) Kristallaşma



3. Ərimə temperaturunda götürülmüş 2 kq kütləli misi tam əritmək üçün nə qədər istilik miqdarı lazımdır ($\lambda = 180 \text{ kC/kq}$)?

- A) 180 kC
- B) 360 kC
- C) 240 kC
- D) 420 kC
- E) 300 kC

4. Maye buxarlandıqda və buxar kondensasiya etdikdə bu maddələr ətrafla hansı istilik mübadiləsində olur?

- A) Maye buxarlandıqda ətrafa istilik verilir, buxar kondensasiya etdikdə ətrafdan istilik alır.
- B) Maye buxarlandıqda ətrafdan istilik alır, buxar kondensasiya etdikdə ətrafa istilik verir.
- C) Maye buxarlandıqda və buxar kondensasiya etdikdə ətrafdan istilik alır.
- D) Maye buxarlandıqda və buxar kondensasiya etdikdə ətrafa istilik verir.
- E) Maye buxarlandıqda və buxar kondensasiya etdikdə ətrafla istilik mübadiləsi baş vermir.

5. Sabit temperaturda 1 kq kütləli spirtin buxara çevrilərkən aldığı istilik miqdarını hesablayın ($L = 9 \cdot 10^5 \text{ C/kq}$).

- A) 500 kC
- B) 600 kC
- C) 700 kC
- D) 800 kC
- E) 900 kC

İSTİLİK MÜHƏRRİKLƏRİ

4

səh. 89–110

- 4.1. İstilik mühərriki. İstilik mühərrikinin faydalı iş əmsalı
- 4.2. Buxar turbini
- 4.3. Daxiliyanma mühərrikləri
- 4.4. Reaktiv mühərrik
- 4.5. İstilik mühərrikləri və ətraf mühitin mühafizəsi

- Ümumiləşdirici tapşırıqlar

Çap üçün deyil

4.1. İstilik mühərriki.

İstilik mühərrikinin faydalı iş əmsalı



- Nəqliyyat növləri üçün ümumi olan nədir?
- Bu nəqliyyat növlərində mexaniki hərəkət hansı enerjinin hesabına əldə olunur?

ARAŞDIRMA-1

• Sadə istilik mühərriki

Təchizat: sınaq şüşəsi, spirt lampası, tutqacı olan ştativ, mantar tıxac, su (40–50 ml).

İşin gedişi:

1. Sınaq şüşəsinə su töküb ağzını tıxacda kip qapayın.
2. Sınaq şüşəsinə təsvirdəki kimi ştativə bərkidib spirt lampasının alovunda qızdırın. Su qaynadıqdan sonra baş verən hadisəni izləyin.

Nəticəni müzakirə edin:

- Sınaq şüşəsindəki su qaynadıqdan sonra nə müşahidə etdiniz?
- Eksperimentdə hansı enerji çevrilmələri baş verdi: spirt alovunun sınaq şüşəsindəki suya verdiyi istilik miqdarı nəyə sərf olundu?



XVIII əsrin əvvəllərində müxtəlif növ yanacaqların daxili enerjisi hesabına mexaniki iş görən *istilik mühərriklərinin* yaradılması nəticəsində dünyada elmi-texniki inqilab baş verdi. Daxiliyanma mühərriki (karbüratorlu və dizel), buxar və qaz turbinləri, reaktiv mühərrik istilik mühərriklərinin müxtəlif növləridir. Belə mühərriklər olmasa idi, istilik elektrik stansiyaları, avtomobillər, təyyarə və kosmik raketlər, gəmi və lokomotivlər, traktor və ekskavatorlar, bir çox maşın və qurğular da olmazdı.

- *İstilik mühərriki – yanacağın daxili enerjisini mexaniki enerjiyə çevirən qurğudur.*

• **Bütün istilik mühərriklərinin iş prinsipində ümumi qanuna uyğunluq var**

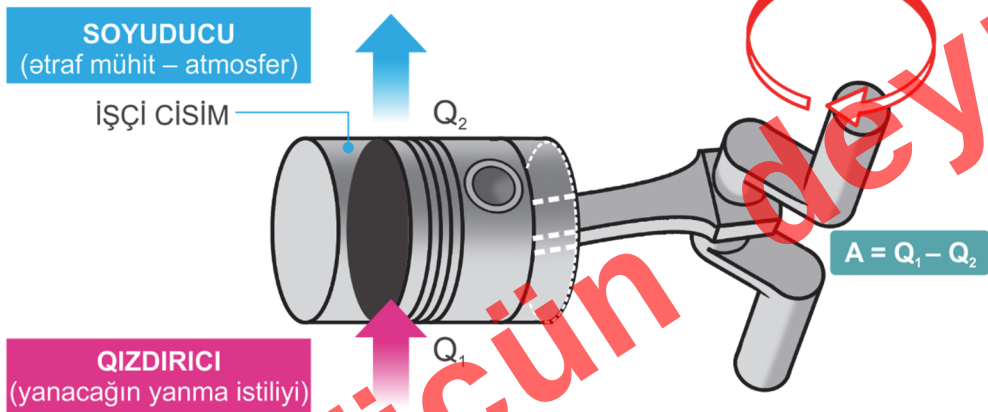
İstilik mühərrikləri üç hissədən ibarətdir: *qızdırıcı* (istilik mənbəyidir, o, yanacaqın yanmasından və s.-dən alınır), *işçi cisim* (buxar və ya yanacaqın yanma məhsulları) və *soyuducu* (ətraf mühit – atmosfer). Bu hissələr mühərrikin fasiləsiz işləməsinə təmin edir.

1. Mühərrikin işləmə prosesində işçi cisim qızdırıcıdan müəyyən Q_1 istilik miqdarı alır.
2. Qızdırıcıdan alınan istiliyin bir hissəsi işçi cismin genişlənərək mexaniki iş (A) görməsinə və mühərrikin hərəkət edə bilən hissələrinin (porşen, turbin valı və s.) hərəkətə gətirilməsinə sərf olunur.
3. İşçi cismin genişlənmə prosesi çox qısamüddətli olur. O hər dəfə genişləndikdən sonra yenidən başlanğıc vəziyyətinə qaytarılmalıdır: işçi cisim sıxılmalı və proses təkrarlanmalıdır. İşçi cismi sıxmaq üçün ondan soyuducuya müəyyən Q_2 ($Q_2 < Q_1$) miqdarı verilir. Deməli, bütün istilik mühərriklərində yanacağın daxili enerjisinin yalnız $(Q_1 - Q_2)$ hissəsi işçi cismin gördüyü faydalı iş (A_f) sərf olunur:

$$A_f = Q_1 - Q_2.$$

Beləliklə, ixtiyari istilik mühərrikinin işi təkrarlanan *tsikllərdən* (yunanca “kiklos” – dairə, qapalı proses) ibarətdir. Prosesi sxematik olaraq təsvirdəki kimi göstərmək olar (a).

(a)



İxtiyari istilik mühərrikinin mühüm xarakteristikası onun *faydalı iş əmsəlidir* ($FİƏ$). $FİƏ$ qızdırıcının verdiyi ümumi enerjinin hansı hissəsinin faydalı işə sərf olunduğunu göstərir.

• *Mühərrikin gördüyü faydalı işin onun qızdırıcıdan aldığı istilik miqdarına olan nisbəti istilik mühərrikinin faydalı iş əmsalı adlanır.*

FİƏ yunan hərfi η (eta) ilə işarə olunur və faizlərlə ifadə edilir:

$$\eta = \frac{A_f}{Q_1} \cdot 100\%$$

və ya

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\% .$$

İstilik mühərrikinin FİƏ-ni artırmaq üçün onun qızdırıcıdan aldığı istilik miqdarını artırmaq, soyuducuya verilən istilik miqdarını isə azaltmaq lazımdır.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA-2

• Məsələləri həll edin

1. İstilik mühərriki qızdırıcıdan 0,5 MC istilik alır, soyuducuya isə 0,4 MC istilik miqdarı verir. İşçi cismin gördüyü faydalı iş nə qədərdir?
2. Mühərrikin işçi cismi qızdırıcıdan 100 MC istilik miqdarı alaraq 40 MC mexaniki iş görür. Mühərrikin FİƏ-ni təyin edin.

Nəticəni müzakirə edin:

- İstilik mühərrikində yanacağın daxili enerjisinin hansı hissəsi işçi cismin faydalı iş görməsinə sərf olunur?
- Mühərrikin FİƏ-si nə deməkdir?

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Yanacağın daxili enerjisi mexaniki enerjiyə çevirən maşın ___. Bütün istilik mühərrikləri ___ (istilik mənbəyi), ___ (buxar və ya yanacağın yanma məhsulları) və ___ (ətraf mühit – atmosfer) hissələrindən ibarətdir. Mühərrikin gördüyü faydalı işin onun qızdırıcıdan aldığı istilik miqdarına olan nisbəti istilik mühərrikinin ___ adlanır.

AÇAR SÖZLƏR
Soyuducu
İşçi cisim
Faydalı iş əmsalı
İstilik mühərriki
Qızdırıcı

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Sınaq şüşəsi və spirt lampası ilə qurduğunuz sadə istilik mühərrikində (bax: 4.1, araşdırma-1) yanacaq, qızdırıcı, işçi cisim və soyuducu nədən ibarətdir?
2. İstilik mühərrikinin tsiklik işi hansı sxem üzrə təmin olunur?
3. İstilik mühərrikinin FİƏ-si 50%-dir. Bu nə deməkdir?
4. İstilik mühərrikində daxili enerjinin hamısını mexaniki enerjiyə çevirmək mümkündürmü? Cavabınızı əsaslandırın.

4.2. Buxar turbini

Müasir texnika və istehsalatda elə istilik mühərriklərindən istifadə olunur ki, onun vasitəsilə su buxarının daxili enerjisi mexaniki enerjiyə çevrilir.

- Su buxarının daxili enerjisini mexaniki enerjiyə çevirən qurğu nə adlanır və o haralarda tətbiq edilir?
- Belə qurğuda qızdırıcı, işçi cisim və soyuducu nə ola bilər?

ARAŞDIRMA-1

• Bu hansı qurğunun modelidir?

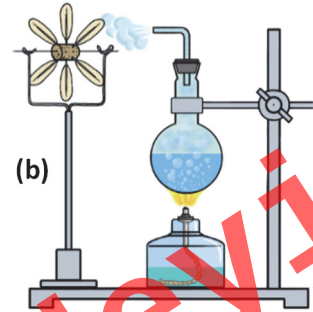
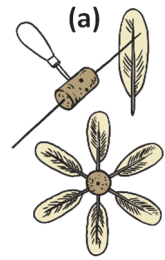
Təchizat: kiçik kolba, içərisindən kiçikdiametrlı boru keçirilmiş rezin tıxac, spirt lampası, tutqacı olan ştativ, mantar tıxac, nazik dəmir mil, quş lələkləri, biz, mis və ya alüminium məftil (50–70 sm), su (70–100 ml).

İşin gedişi:

1. Sınaq şüşəsinə su tökün, ağzını rezin tıxacda kip qapayıb ştativə bərkidin və spirt lampasının alovunda qızdırın.
2. Dəmir mili mantar tıxacdan keçirin. Biz vasitəsilə tıxacın səthində çevrə boyunca 6 simmetrik dəlik açıb lələkləri ora batırın. Siz 6 pərli çarx hazırladınız (a).
3. Mis məftili iki yerə qatlayın və qatlanan hissəni oturacağı bərkidin, uclarını isə əyərək haça düzəldin. Milin uclarını haçalarda elə yerləşdirin ki, çarx sərbəst fırlana bilsin.
4. Kolbadakı su qaynadıqdan sonra çarxın pərlərini borudan çıxan buxara yaxınlaşdırın, baş verən hadisəni müşahidə və müzakirə edin (b).

Nəticəni müzakirə edin:

- Siz hansı qurğunun modelini hazırladınız?
- Bu qurğuda enerji çevrilməsi hansı ardıcılıqla baş verdi?
- Hazırladığınız qurğuda qızdırıcı, işçi cisim və soyuducu nədir?

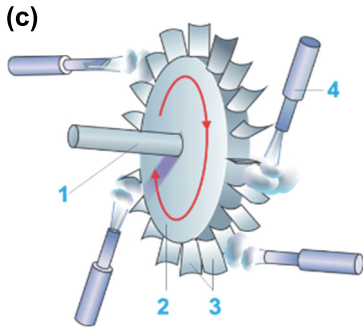


İstehsalat və texnikaya tətbiq olunan ilk istilik mühərriki *buxar turbinidir*.

- *Buxar turbini – su buxarının daxili enerjisini mexaniki enerjiyə çevirən istilik mühərrikidir.*

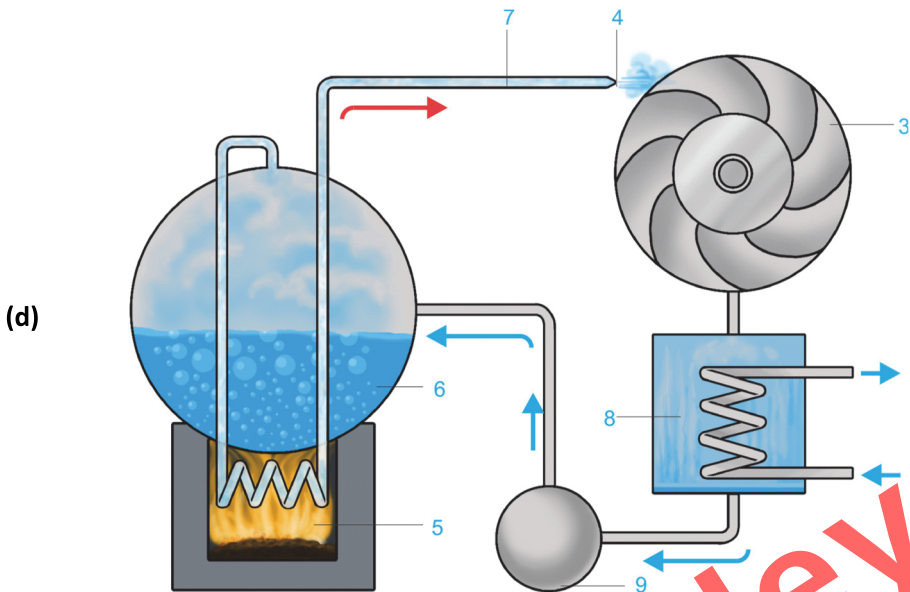
Ən sadə buxar turbini *val (1)*, *vala geydirilən disk (2)*, diskin çənbərinə bərkidilən *pərlərdən (3)* və *soplo (4)* adlanan borudan ibarətdir (c). Val və pərləri olan disk birlikdə buxar turbininin *rotoru* adlanır və o, xüsusi korpusda yerləşdirilir. Sadə görünməsinə baxmayaraq, buxar turbini mürəkkəb quruluşlu istilik maşınıdır. Onun iş prinsipi sxematik olaraq şəkildə göstərilmişdir (d). Qızdırıcıdan (5) verilən istilik miqdarı buxar qazanındakı (6) suyu qaynadır.

Yaranan buxar (*işçi cisim*) borudan keçərkən *buxar qızdırıcısında* (7) bir daha qızdırılaraq təzyiqi $\approx 3 \cdot 10^7 \text{ Pa}$, temperaturu isə 500°C -yə çatdırılır.

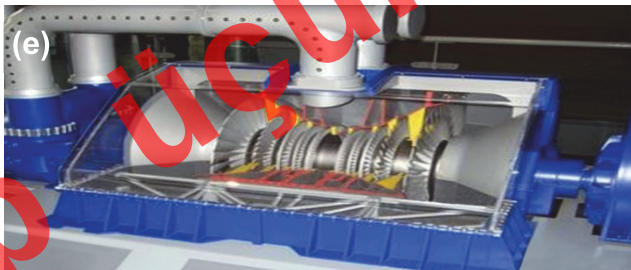


Buxar soploya daxil olaraq genişlənir və daxili enerjisi istiqamətlənmiş buxar şırnağının kinetik enerjisinə çevrilir.

Soplodan çıxan böyük kinetik enerjiyə malik buxar şırnağı turbinin pərlərinə təsir etməklə öz enerjisinin bir hissəsini ona verir və rotoru böyük sürətlə fırladır. İşlənmiş buxar *kondensator* (8) adlanan xüsusi qurğuda soyudularaq suya çevrilir və nasosla (9) yenidən qazana vurulur.



Müasir buxar turbinlərinin rotoru bir deyil, onlarca diskdən ibarətdir. Hər diskin yaxınlığında bir neçə soplo yerləşdirilir (e). Soplolardan çıxan buxar bu pərlərə təsir etməklə diski 50 san^{-1} tezliklə (3000 dövr/dəq) fırlanmağa məcbur edir.



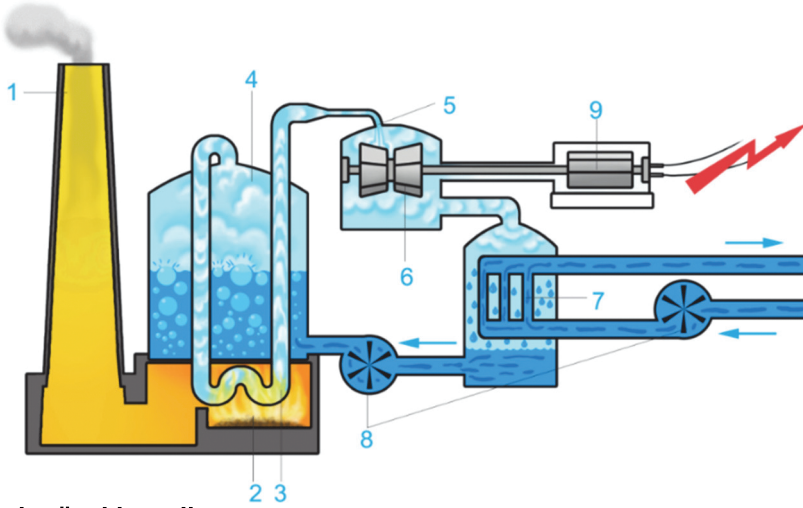
Buxar turbini müasir istilik və atom elektrik stansiyalarında əvəzolunmaz istilik mühərrikidir. Buxar turbininin FİƏ-si 40%-dir.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA-2

• İstilik elektrik stansiyasının sxemi

Şekildə istilik elektrik stansiyasının (İES) sxemi təsvir edilmişdir. Rəqəmlərə və ox işarələrinə əsasən stansiyanın iş prinsipini araşdırın.



Nəticəni müzakirə edin:

- İES-in rəqəmlərə uyğun hansı hissələri təsvir edilmişdir?
- Buxar turbinində qızdırıcı, işçi cisim və soyuducu nədir?

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

___ su buxarının daxili enerjisini mexaniki enerjiyə çevirən ___. Turbinin əsas hissəsi qızdırıcıdan, __, işçi cisim olan __ və soyuducu qurğu __ ibarətdir.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Buxar turbini hansı əsas hissələrdən ibarətdir?
2. Buxar turbininin iş prinsipini izah edin.
3. Buxar soplodan 500°C temperaturda çıxır, kondensatora isə 300°C temperaturda daxil olur? Buxarın temperaturunun aşağı düşməsinə səbəb nədir?

AÇAR SÖZLƏR

Buxar
Buxar turbini
Buxar qazanı
Kondensator
İstilik mühərriki

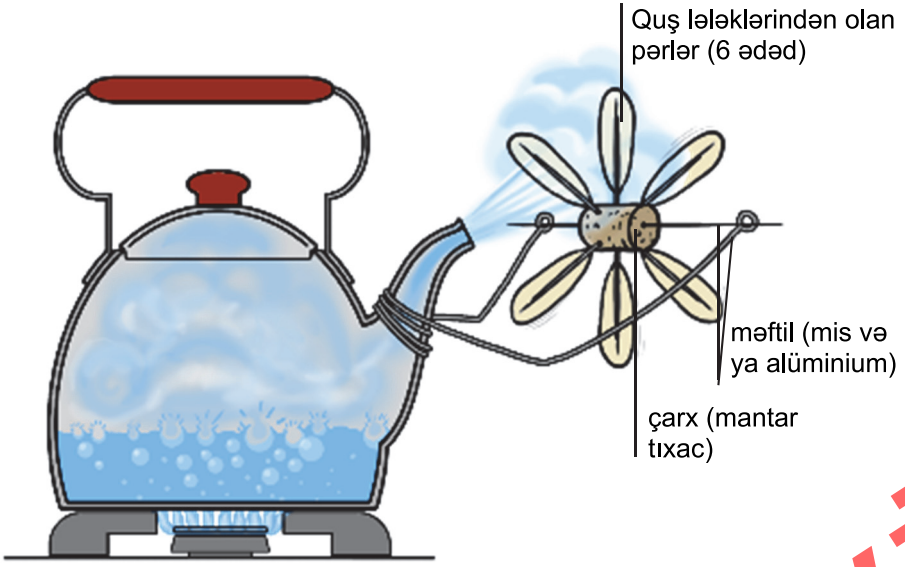
LAYİHƏ

• Mətbəxdə “buxar turbini”

Təchizat: çaydan, quş lələklərindən hazırladığınız 6 pərli çarx, mis və ya alüminium məftil (50–70 sm).

İşin gedişi:

1. Məftilin uclarında halqa düzəldib çaydanın lüləyinə şəkildə təsvir edildiyi kimi bağlayın.



2. Çarxın dəmir milini məftilin halqalarına geydirib sərbəst fırlana bilməsinə nail olun.
3. Çaydana yarıdan aşağı su töküüb qaynadın. Lüləkdən çıxan buxar pərli çarxı hərəkətə gətirir.

- Hazırladığınız “buxar turbininin” iş prinsipinə dair esse hazırlayın. Buxar turbinində qızdırıcı, işçi cisim və soyuducunun nə olduğunu qeyd etməyi unutmayın.

4.3. Daxiliyanma mühərrikləri

Ata avtomobil almağa Arifi də gətirmişdir. Arif baxır ki, eyni avtomobilin biri 11 000 manat, digəri isə 14 000 manatdır. Satıcıdan avtomobillərdəki qiymət fərqlərinin səbəbini soruşduqda məlum olur ki, ucuz avtomobilin mühərriki benzinlə, baha avtomobilin mühərriki isə dizel yanacağı ilə işləyir. Ata soruşdu: “Sən hansını alardın oğlum?”, “Mən ucuzunu alardım”, – deyə Arif cavab verdi.

- Siz hansı avtomobili alardınız? Nə üçün?
- Benzinlə işləyən mühərrik dizel yanacağı ilə işləyən mühərrikdən nə ilə fərqlənir?
- Nə üçün avtomobillərdə buxar mühərriklərindən istifadə edilmir?

Uzaq yolumuzu yaxınlaşdıran, ağır yükümüzü daşıyan avtomobillərin, demək olar, hamısını hərəkətə gətirən – *daxiliyanma mühərrikləridir*.

• *Daxiliyanma mühərriki – yanacağın birbaşa silindrdə, mühərrikin özünün daxilində yandığı istilik mühərrikidir.*

İlk porşenli daxiliyanma mühərrikinə 1860-cı ildə fransız mühəndisi Etyen Lenuar (1822–1900) ixtira etmişdir. Hazırda daxiliyanma mühərrikinin iki növü mövcuddur: *karbüratorlu mühərrik* (1876-cı ildə alman mühəndisi Otto Nikolaus (1832–1891) ixtira etmişdir) və *dizel mühərriki* (1897-ci ildə alman mühəndisi Rudolf Dizel (1858–1913) ixtira etmişdir).

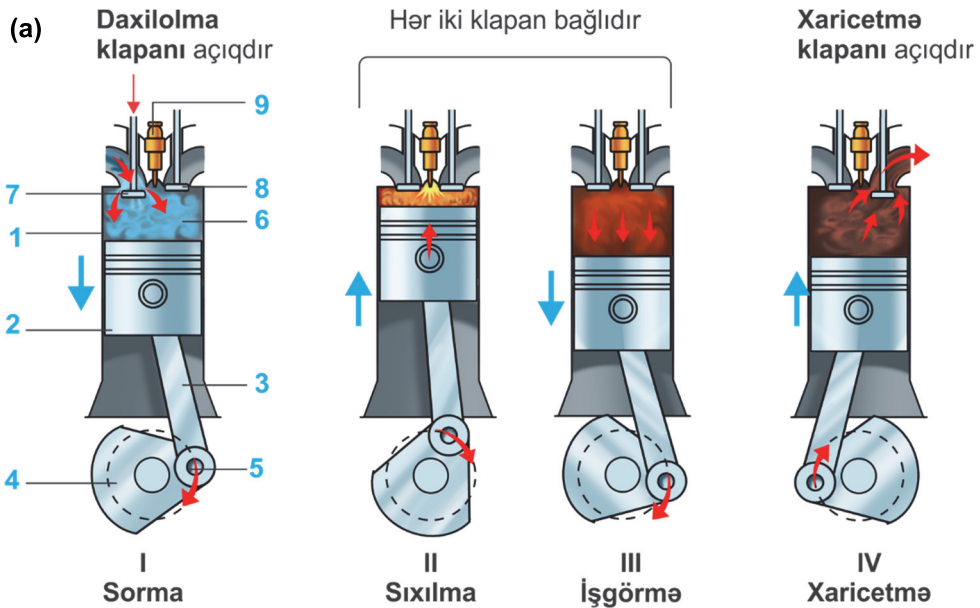
Karbüratorlu mühərrikdə yanacaq qarışığı (benzinin hava ilə qarışığı) mühərrikdən kənarda yerləşən karbürator adlanan xüsusi qurğuda hazırlanır və oradan mühərrikin silindrinə daxil olur. Dizel mühərrikində isə yanacaq qarışığı birbaşa mühərrikin özündə hazırlanır.

Daxiliyanma mühərrikinin özündən əvvəlki istilik mühərriklərindən başlıca üstünlüyü – nisbətən kiçik ölçü və kütləyə malik olmaqla böyük dartı qüvvəsi yaratmasıdır. Bu səbəbdən o artıq 130 ilə yaxındır ki, nəqliyyat vasitələrində (avtomobil, traktor, teplovoz), aviasiyada və gəmiçilikdə (dizel-teploxod, kater və s.) geniş tətbiq olunur.

• Daxiliyanma mühərrikinin quruluş və iş prinsipi

Karbüratorlu daxiliyanma mühərriki aşağıdakı hissələrdən ibarətdir (a). Yanacaq qarışığı mühərrikin 1 silindrinə yanır. Silindrdəki 2 porşeni 3 sürgü qoluna birləşdirilmişdir. Porşenin irəliləmə hərəkəti sürgü qoluna geydirilən 4 çarx qolu vasitəsilə 5 dirsəkli vala fırlanma hərəkəti verir. Vala isə metaldan hazırlanmış nazimçarx bərkidilir (bax: şəkl. b). Porşen yuxarı hərəkət etdikdə o, silindrin qapağına çatmır. Ona görə də silindrin qapağı ilə porşen arasında həmişə boş fəza – 6 yanma kamerası olur. Silindrin qapağı 7 (daxilolma) və 8 (xaricetmə) klapanları ilə təchiz edilmiş iki kanalla əlaqələndirilmişdir.

Klapanlar müəyyən edilən iş ardıcılığına uyğun olaraq avtomatik açılır: daxilolma klapanından silindrə yanacaq qarışığı daxil olur, xaricetmə klapanından isə yanacağın yanma tullantısı xaric edilir. Silindrin qapağında klapanlardan başqa, 9 alışdırma şamı da yerləşir. Alışdırma şamının yaratdığı elektrik qılgıcımı yanacaq qarışığını alovlandırır.



Daxiliyanma mühərrikində porşenin yuxarı və ya aşağı hər bir gedişi *takt* adlanır. Mühərrikin bir tam işi dörd taktı baş verir. Bu səbəbdən belə mühərrik *dördtaktlı mühərrik* adlanır:

I takt — sorma. Porşen aşağı hərəkət edir. Silindrdə seyrəlmə yaranır, 7 klapanı açılır və yanacaq qarışığı silindrə sorulur. Sorma taktının sonunda 7 klapanı bağlanır. 8 klapanı da bağlıdır.

II takt — sıxılma. Porşen yuxarı hərəkət edərək yanacaq qarışığını sıxır. Sıxılma zamanı yanacaq kəskin qızır. Sıxılma taktının sonunda, porşen yuxarı vəziyyətə çatmağa az qalmış, şamın yaratdığı elektrik qılgıcımı yanacaq qarışığını alışdırır.

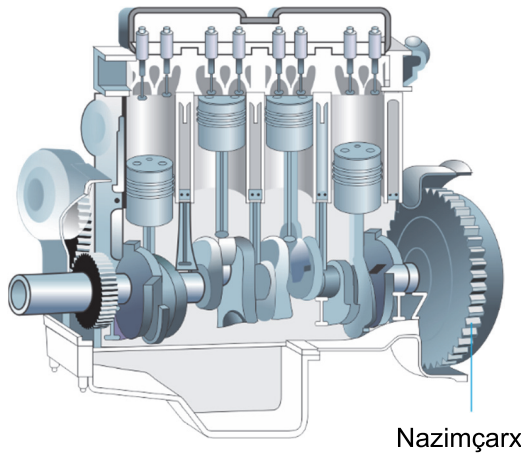
III takt — işgörmə. Alışma nəticəsində yanacaq qarışığından ayrılan qazlar porşenə böyük qüvvə ilə təsir edərək onu aşağı itələyir. Nəticədə dirsəkli vala bərkidilən nazimçarx böyük sürətlə fırlanma hərəkəti alır. Nazimçarx ətaləti nəticəsində fırlanmaqda davam edərək porşenin sonrakı taktlardakı hərəkətini təmin edir.

IV takt — xaricetmə. 8 klapanı açılır (7 klapanı bağlıdır), porşen yuxarı hərəkət edir və yanma məhsulları silindrdən atmosfərə xaric edilir. Taktın sonunda 8 klapanı bağlanır və yenidən birinci takt – sorma taktı başlanır.

Beləliklə, daxiliyanma mühərrikində *qızdırıcı* – yanacaq məhsulunun özüdür; *işçi cisim* – silindrdəki qazdır, o, istidən genişlənərək mexaniki iş görür; *soyuducu* – atmosferdir.

Avtomobillərdə əsasən dördsilindrlı daxiliyanma mühərriklərindən istifadə edilir. Bu silindrlərin hər birində porşen növbə ilə dirsəkli vala fırlanma hərəkəti verir (b). Böyük gücə malik səkkiz və on iki silindrlı avtomobil mühərrikləri də mövcuddur.

(b)



Nazimçarx

• Dizel mühərriki

Bu mühərrik də dördtaktlıdır. Lakin o, karbüratorlu mühərrikdən onunla fərqlənir ki, birinci taktı silindrə yanacaq qarışığı deyil, hava sorulur. Silindrə daxil olan hava ikinci taktın sonunda 15–20 dəfə sıxılır və onun temperaturu 500–600°C-yə qədər yüksəlir. Üçüncü taktın sonunda silindrə xüsusi nasosla dizel yanacağı püskürülür. Belə sıxılan və yüksək dərəcəyə qədər qızmış havaya püskürülən yanacaq dərhal alışır. Alışma nəticəsində ayrılan qazlar porşenə böyük qüvvə ilə təsir edərək onu aşağı itələyir. Dördüncü taktı xaric etmə klapanı açılır və işlənmiş qazlar atmosfərə xaric edilir. Dizel mühərrikinin karbüratorlu mühərrikdən bəzi üstünlükləri vardır:

- dizel mühərrikinin FİƏ-si daha yüksəkdir;
- o daha az yanacaq sərf edir;
- bu mühərrikdə daha ucuz yanacaqdən (dizel yanacağı) istifadə olunur;
- daha böyük dartı gücü yaratma imkanına malikdir. Belə üstünlüklərinə görə tanklarda, traktorlarda, teplovoz və teploxodlarda, ağır yük avtomobillərində, avtobuslarda və bəzi minik avtomobillərində dizel mühərriklərindən istifadə edilir.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

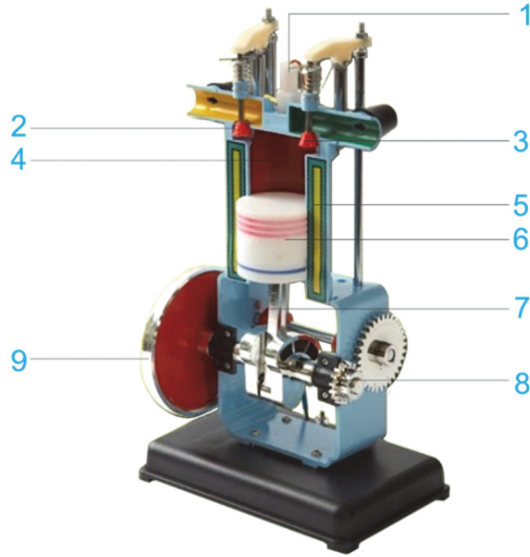
ARAŞDIRMA

• Daxiliyanma mühərrikini bir daha öyrənək

Təchizat: karbüratorlu daxiliyanma mühərrikinin modeli.

İşin gedişi:

Rəqəmlərə əsasən mühərrikin iş prinsipini araşdırın.



Nəticəni müzakirə edin:

- Modeldə uyğun rəqəmlə mühərrikin hansı hissəsi təsvir edilmişdir?
- Daxiliyanma mühərrikində qızdırıcı, işçi cisim və soyuducu nədir?

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Yanacaqın birbaşa silindrdə, mühərrikin özünün daxilində yandığı istilik mühərriki ____.

Mühərrikin bir tam işi dörd ____ baş verir.

Bu səbəbdən belə mühərrik ____ adlanır.

AÇAR SÖZLƏR

Takt

Daxiliyanma mühərriki
Dördtaktlı mühərrik

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Karbüratorlu daxiliyanma mühərrikinin dizel mühərrikindən əsas fərqi nədir?
2. Sorma taktında hansı fiziki proses baş verir?
3. Sıxılma, işgörmə və xaricetmə taktlarının iş prinsipi nədən ibarətdir?

4.4. Reaktiv mühərrik



Fərz edək ki, siz astronautısınız və kosmik stansiyanın çölündə təmir işləri görürsünüz. Təsadüfən kəndir açılmış və siz yavaş-yavaş uzaqlaşan kosmik stansiyadan 5–6 m aralıda, açıq kosmik fəzada asılı vəziyyətdə qalmısınız.

Əlinizdə təmir alətlərindən savayı heç nə yoxdur. Stansiyaya qayıda bilməyəniz, uzun müddət açıq kosmosda qalıb məhv ola bilərsiniz.

- Kosmik boşluqda uzaqlaşan kosmik stansiyaya qayıtmaq üçün nə edərdiniz?

ARAŞDIRMA-1

- Bu hansı istilik mühərrikinin modelidir?

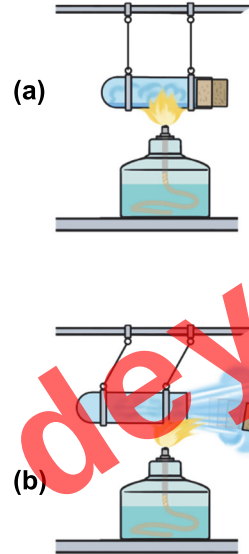
Təchizat: sınaq şüşəsi, spirt lampası, tutqacı olan ştativ, mantar tıxac, su (40–50 ml) və sap.

İşin gedişi:

1. Sınaq şüşəsinə su töküb ağzını tıxac ilə kəp qapayın.
2. Sınaq şüşəsinin üfüqi vəziyyətdə ştativdən asıb spirt lampasının alovunda qızdırın (a).
3. Su qaynadıqdan sonra baş verən hadisəni yoldaşlarınızla müzakirə edin.

Nəticəni müzakirə edin:

- Su buxarı tıxacı kənara atdıqda sınaq şüşəsinin onun hərəkətinin əksi istiqamətinə itələyən nədir (b)?
- Eksperimentdə hansı enerji çevrilmələri baş verdi: su buxarının daxili enerjisi nəyə sərf olundu?
- Siz hansı istilik mühərrikinin modeləşdirdiniz?



Apardığınız araşdırmada müşahidə etdiniz ki, qarşılıqlı təsirdə olan iki cisim (sınaq şüşəsi və tıxac) bir-birindən itələyərək əks istiqamətlərə hərəkət edir.

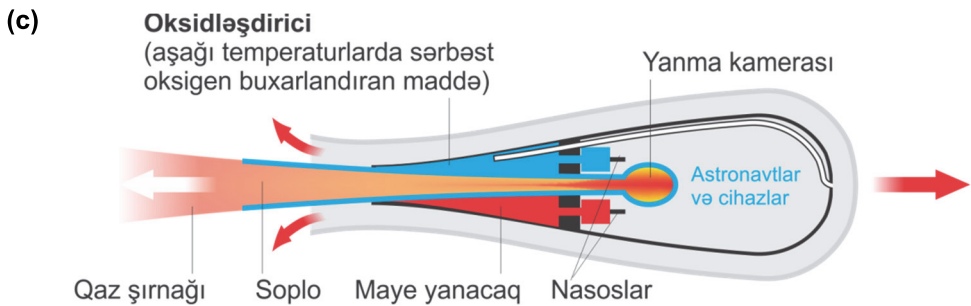
• *Cisimdən bir hissə ayrılaraq hərəkət etdiyi zaman cismin özünün əks istiqamətdə hərəkət alması reaktiv hərəkətdir.*

Cisimlərə reaktiv hərəkət verən müasir istilik mühərriki – reaktiv mühərrikdir.

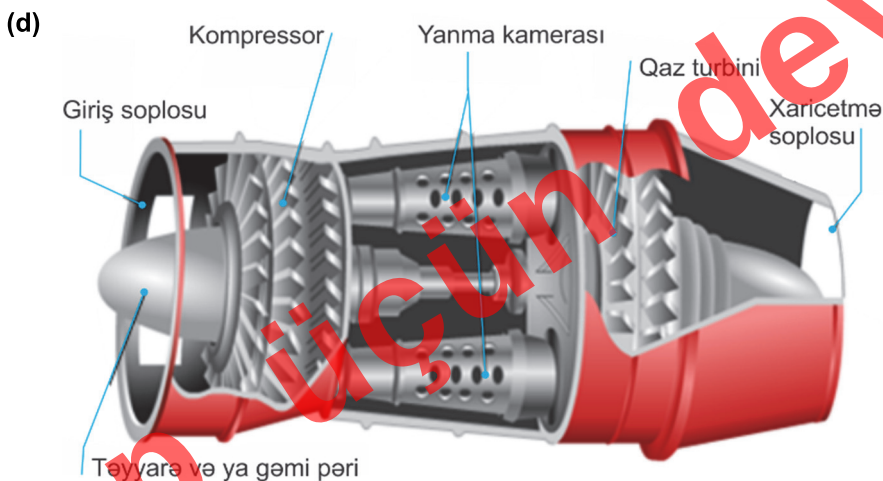
- *Yanacaqın daxili enerjisini qaz şırnağının kinetik enerjisinə çevirən və qaz şırnağının reaksiya qüvvəsinə bərabər dartı qüvvəsi yaradan istilik mühərriki reaktiv mühərrikdir.*

İki növ reaktiv mühərrik mövcuddur: raket mühərriki və hava reaktiv mühərriki.

1. *Raket mühərriki – öz işində ətraf mühitdən, məsələn, atmosfer havasından istifadə etməyən reaktiv mühərrikdir.* Mühərrikdə yanacaq və oksidləşdirici maddədən istifadə olunur. Bu maddələr mühərriklə birlikdə daşınır. Mühərrikin yanma kamerasına (qızdırıcıya) nasoslar vasitəsilə yanacaq və oksidləşdirici vurulur. Yanacaq qarışığının alışmasından kameralda yüksək təzyiq və temperatura malik yanma məhsulları olan qazlar (işçi cisim) yaranır. Qaz şırnağı raketin soplosundan böyük təzyiqlə atmosfərə (soyuducu) atılır, nəticədə atılan qaz kütləsinin reaktiv təsiri yaranır: raket qaz şırnağının reaksiya qüvvəsinə bərabər böyük dartı qüvvəsi alır (c).



2. *Hava reaktiv mühərriki – yanacağı özü ilə daşıyan, oksidləşdiricisi isə atmosfer havası olan reaktiv mühərrikdir (d).*



Kompressordan yanma kamerasına (qızdırıcı) temperaturu 200°C olan sıxılmış hava vurulur, eyni zamanda yüksək təzyiqdə maye yanacaq (kerosin) püskürülür. Yanacağın yanması nəticəsində işçi cisim olan hava 1500 – 2000°C temperatura qədər qızır. İstidən kəskin genişlənən hava və digər yanma məhsulları olan qaz şırnağı böyük sürətlə xaricətmə soplosuna tərəf axır. Bu zaman o, turbinin pərləri arasından keçməklə öz daxili enerjisini turbinin fırlanmasına sərf edir, nəticədə onun temperaturu 550°C-yə qədər azalır.

Turbinin aldığı mexaniki enerjinin bir hissəsi isə təyyarə (və ya gəmi) pərlərini fırladaraq dartı qüvvəsi yaradır. İşlənmiş hava və yanma məhsulları isə atmosfer təzyiqinə yaxın təzyiq və $\approx 500 \frac{\text{m}}{\text{san}}$ sürətlə xaricətmə soplosundan atmosfərə atılır (bax: şəkl. d).

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

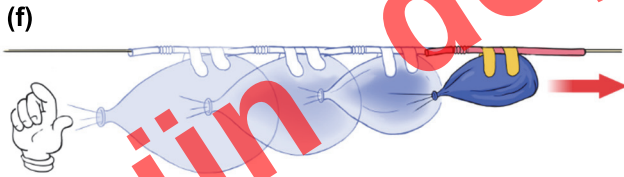
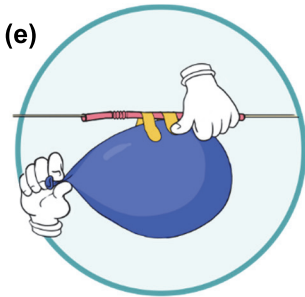
ARAŞDIRMA-2

• Bu hansı hərəkətdir?

Təchizat: rezin şar, leska (tilov ipi, 12–15 m), borucuq (şirə içmək üçün istifadə olunan), skoç (yapışqanlı lent).

İşin gedişi:

1. Leskanı borucuqdan keçirin. Sonra onu otaq boyunca tarım çəkərək uclarını iki tərپənməz nöqtəyə, məsələn, pəncərə və qapı dəstəyinə bağlayın.
2. Şara hava doldurub skoçla borucuğa bərkidin (e).
3. Şarın boğazını açın və baş verən hadisəni müşahidə edin (f).



Nəticəni müzakirə edin:

- Rezin şara hərəkət verən nədir?
- Hansı hərəkəti modeləşdirdiniz?

BİLİRSİNİZMİ?

İnsanın reaktiv mühərriklə ilk uçuşu 1633-cü ildə türk ixtiraçısı Ləgəri Həsən Çələbi tərəfindən uğurla həyata keçirilmişdir. Ləgəri barıt doldurulmuş kameraya malik primitiv raketlə 20 san müddətinə 300 m hündürlüyə qalxmış və kürəyinə bağladığı “qanadların” köməyi ilə suya enmişdir (rəsm əsəri; müəllifi: Şükrü Çağlayan; yeri: Yaşilköy Hava Komandanlığı Muzeyinin kitabxanası).

tr.wikipedia.org/wiki/lagarî_hasan_çelebi.



NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Cisimdən bir hissə ayrılaraq hərəkət etdiyi zaman cismin özünün əks istiqamətdə hərəkət alması ____.

Yanacağın ____ qaz şırnağının kinetik enerjisinə çevirən və qaz şırnağının reaksiya qüvvəsinə bərabər dartı qüvvəsi yaradan istilik mühərriki ____.

AÇAR SÖZLƏR
Reaktiv mühərrik
Daxili enerji
Reaktiv hərəkət

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Reaktiv hərəkət nədir?
2. Reaktiv mühərrikin digər istilik mühərriklərindən başlıca fərqi nədədir?
3. Reaktiv mühərrikdə qızdırıcı, işçi cisim və soyuducu nədir?

4.5. İstilik mühərrikləri və ətraf mühitin mühafizəsi

Arif atası ilə avtomobil salonunda gəzməkdə davam edirdi. Gördülər ki, eyni avtomobilin biri 9000 manat, digəri isə 9500 manatdır. Satıcıdan bu qiymət fərqinin səbəbini soruşduqda məlum oldu ki, birinci avtomobildə *katalitik neytralizator* (işlənən yanacaq tullantısını təmizləyən qurğu) yoxdur. Ata yenə Arifdən soruşdu: “Sən hansını alardın?” “Mən ucuzunu alardım”, – deyə Arif cavab verdi.

- Siz hansı avtomobili alardınız: ucuzunu, yoxsa bahalisini? Nə üçün?
- İstilik mühərrikləri hansı ekoloji problemlər yaradır? Bu problemləri aradan qaldırmaq üçün nə təklif edərdiniz?

ARAŞDIRMA-1

• Hansı mühərrik ətraf mühiti daha çox çirkləndirir?

Şəkilə dizel və karbürator mühərrikli avtomobillər təsvir olunmuşdur. Bu mühərriklərin xaricətmə borusundan atmosfərə atılan yanma məhsullarının miqdarını diqqətlə araşdırın.

Dizel mühərriki

$\left. \begin{array}{l} \text{N}_2 - 76 - 78\% \\ \text{O}_2 - 2 - 19\% \\ \text{H}_2\text{O} - 0,5 - 4,0\% \\ \text{CO}_2 - 1,0 - 10,0 \\ \text{H}_2 - 0\% \end{array} \right\} \text{ Toksik (zəhərli) deyil}$

$\left. \begin{array}{l} \text{CO} - 0,01 - 0,5\% \\ \text{NO}_x - 0,0002 - 0,5\text{q} \\ \text{Karbonhidrogen} - 0,009 - 0,5\text{q} \\ \text{Aldehid} - 0,001 - 0,09 \frac{\text{mq}}{\text{l}} \\ \text{His} - 0,01 - 1,1 \frac{\text{q}}{\text{m}^3} \\ \text{Benzapiren} - 10 \frac{\text{mkq}}{\text{m}^3} \end{array} \right\} \text{ Toksik maddələr}$



Karbüratorlu benzin mühərriki

$\left. \begin{array}{l} \text{N}_2 - 74 - 77\% \\ \text{O}_2 - 0,3 - 8\% \\ \text{H}_2\text{O} - 0,3 - 8 \\ \text{CO}_2 - 5,0 - 12,0 \\ \text{H}_2 - 0 - 0,5\% \end{array} \right\} \text{ Toksik (zəhərli) deyil}$

$\left. \begin{array}{l} \text{CO} - 0,5 - 12,0\% \\ \text{NO}_x - 0,8 \text{ q} \\ \text{Karbonhidrogen} - 0,2 - 3,0\text{q} \\ \text{Aldehid} - 0,2 \frac{\text{mq}}{\text{l}} \\ \text{His} - 0 - 0,04 \frac{\text{q}}{\text{m}^3} \\ \text{Benzapiren} - (10 \div 20) \frac{\text{mkq}}{\text{m}^3} \end{array} \right\} \text{ Toksik maddələr}$

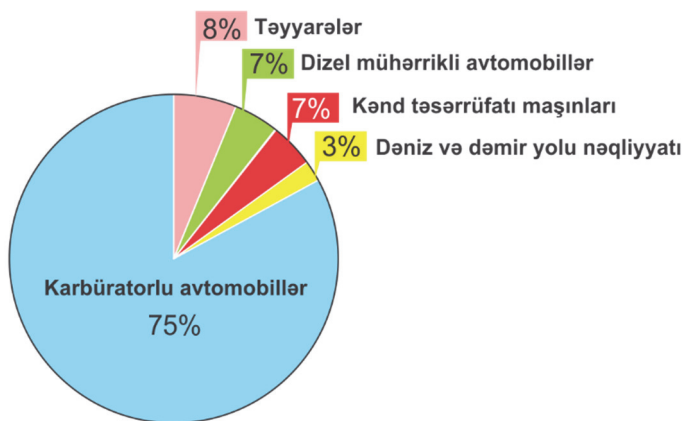


Nəticəni müzakirə edin:

- Hansı mühərrik ətraf mühiti daha çox çirkləndirir: dizel mühərriki, yoxsa karbüratorlu mühərrik?

İstilik mühərrikləri bir növ enerjinin müəyyən hissəsini (adətən, 30 – 40%-ni) digər növ enerjiyə çevirir, qalan hissəsini isə ətraf mühitə xaric edir. Xaric edilən bu enerji ətraf mühitə ciddi zərər vurur: birincisi, yanacaqın yanması üçün atmosfərdən külli miqdarda oksigen udulur, ikincisi, böyük istilik miqdarı ayırmaqla Yer səthinə yaxın atmosfer qatının temperaturunu yüksəldir, üçüncüsü, külli miqdarda yanma məhsulları tullamaqla atmosferi, su və torpağı çirkləndirir, dördüncüsü, yüksək səs-küy yaradır və s. Tədqiqatçılar müxtəlif nəqliyyat vasitələrinin ətraf mühitə vurduqları zərərin payını aşağıdakı kimi müəyyənləşdirmişlər.

Nəqliyyat vasitələrinin ətraf mühitə çirkləndirmə dərəcəsi



Mütəxəssislər atmosfərə xaric olunan zərərli tullantıların miqdarını azaltmaq məqsədilə xüsusi katalitik neytralizatorlar hazırlamışlar. Bu qurğu atmosfərə atılan dəm qazının (CO) miqdarını 80%, azot oksidinin (NO_x) miqdarını isə 50% azaldır. Hazırda nəqliyyat vasitələrinin istilik mühərriklərinin zərərli nəticələri ilə mübarizə bir neçə istiqamətdə aparılır:

1. İstilik mühərriklərinin təkmilləşdirilməsi: eyni mexaniki enerjiyi daha az yanacaq yandırmaqla əldə etmək.
2. Yanacaqın tam yanmasına nail olmaq, məsələn, benzinin əvəzinə təbii və ya maye qazdan istifadə etmək.
3. Elektromobillərin təkmilləşdirilməsi və kütləvi istifadəsi.
4. Avtomobillərə günəş batareyalarının tətbiqi.
5. Maqnit “yastıqlı” qatarlarda elektromühərriklərin tətbiqi və s.

İstilik elektrik stansiyalarında tətbiq edilən mühərriklər də ətraf mühitə böyük ziyan vurur. Bu stansiyalar canlı orqanizmlərə zərərli olan maddələr xaric etməklə yanaşı, Yer atmosferinin global istiləşməsinə “yardım” edir.

Ona görə də bu gün insanın qarşısında duran əsas vəzifə – sağlam təbii yaşayış mühitini yaratmaq problemini həll etməkdir. Problemin həll yollarından

biri alternativ enerji mənbələrindən – Günəş, külək, dəniz qabarmaları və s. enerji mənbələrindən istifadə etməkdir.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA-2

• Bakı şəhərinin atmosferi nə dərəcədə təmizdir?

Məsələ

Aparılan praktik araşdırmalardan müəyyən edilmişdir ki, karbürator mühərrikli bir minik avtomobili il ərzində atmosferdən 40 t oksigen udur, əvəzində isə atmosfərə yanma məhsulları ilə birlikdə 800 kq dəm qazı (CO), 40 kq azot oksidi və 200 kq karbohidrogen xaric edir. 2014-cü ilin məlumatına görə, Bakı şəhərinin küçələrində hər gün 750 000 minik avtomobili hərəkət edir. Bu avtomobillər il ərzində ətraf mühitə nə qədər zərər vurur?

Nəticəni müzakirə edin:

- Bakı şəhərindəki minik avtomobilləri tərəfindən il ərzində udulan oksigen qazı, xaric edilən dəm qazı və azot oksidinin miqdarı nə qədərdir?
- Avtomobillərin bu zərərli təsirlərini azaltmaq üçün nə təklif edərdiniz?

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

İstilik mühərriklərindən xaric edilən ___ ətraf mühitə ciddi zərər vurur: birincisi, ___ üçün atmosferdən külli miqdarda ___, ikincisi, böyük ___ ayırmaqla Yer səthinə yaxın atmosfer qatının temperaturunu yüksəldir, üçüncüsü, külli miqdarda yanma məhsulları tullamaqla atmosferi, su və torpağı çirkləndirir, dördüncüsü, yüksək ___ yaradır və s.

AÇAR SÖZLƏR

Oksigen udulur

Tullantılar

Səs-küy

İstilik miqdarı

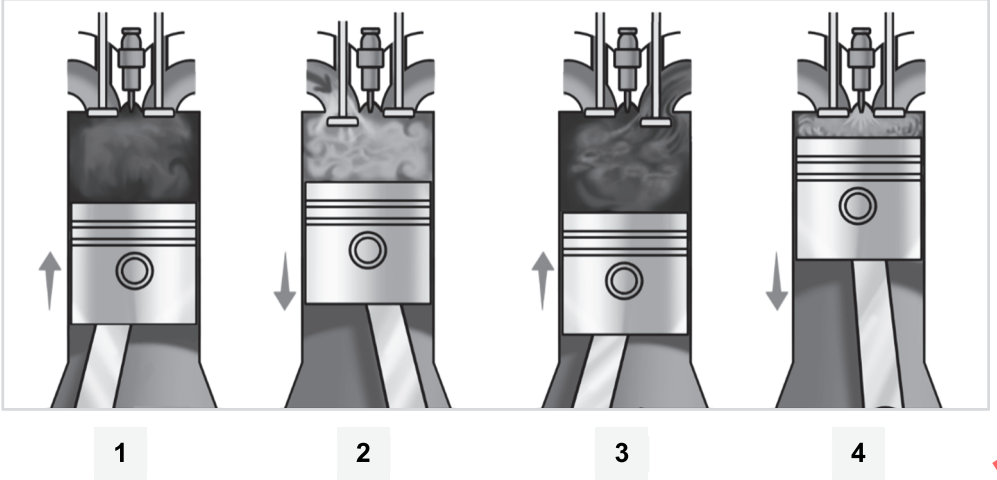
Yanacağın yanması

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. İstilik mühərrikləri atmosfərə hansı zərərli maddələri tullayır?
2. İstilik mühərriklərinin zərərli nəticələrini necə azaltmaq olar?
3. Bakı şəhərinin hansı hissəsində hava daha çirklidir?
4. Ətraf mühiti qorumaq məqsədilə hansı avtomobili alardınız: karbüratorlu, yoxsa dizel mühərrikli? Nə üçün?

ÇALIŞMA-6

1. Nə üçün sualtı gəmidə onun suyun altında üzdüyü rejimdə daxiliyanma mühərrikindən istifadə olunmur?
2. Dördtaktlı mühərrikdə dirsekli valın iki tam dövründə daxilolma və xaricetmə klapanları uyğun olaraq neçə dəfə açılır?
3. Şəkildə dördtaktlı mühərrikin silindrinin kəsiyi təsvir edilmişdir. Sorma və xaricetmə taktları hansı rəqəmlə işarə edilmişdir?



4. Hansı istilik mühərrikində yüksək temperatura qədər qızdırılmış buxar və ya qaz şırnağı porşen, sürgü qolu və dirsekli val olmadan mühərrikin valını fırladır?
5. Kosmik raket yolun çox hissəsini Yer atmosferindən kənarda qət edir. Raketin havasız fəzada hərəkət etməsinin səbəbini izah edin.
6. İstilik mühərriki qızdırıcıdan 0,8 MC istilik alır, soyuducuya isə 0,6 MC istilik verir. Bu mühərrikin FİƏ-si nə qədərdir? Aldığınız ifadə nə deməkdir?

ÜMUMİLƏŞDİRİCİ TAPŞIRIQLAR

1. Buxar turbininin Flə-si 35%-dir.

Bu o deməkdir ki ...

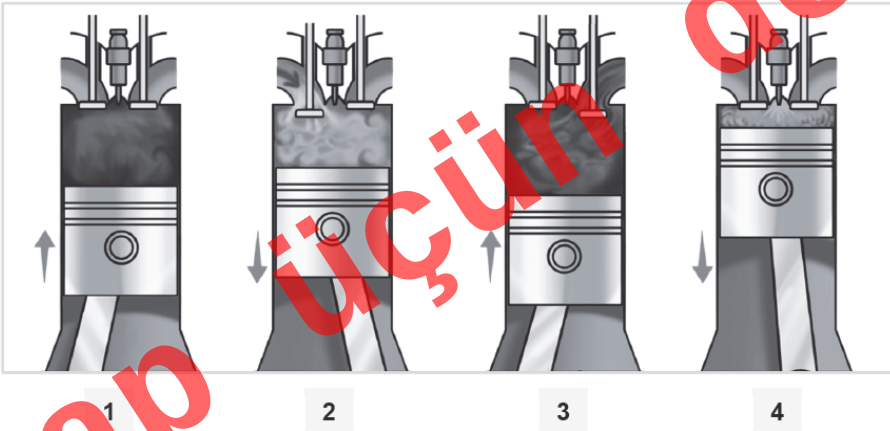
- A) ... yanacağın tam yanması zamanı ayrılan enerjinin 65%-i faydalı işin görülməsinə sərf olunur.
- B) ... yanacağın tam yanması zamanı ayrılan enerjinin 35%-i faydalı işin görülməsinə sərf olunur.
- C) ... yanacağın tam yanması zamanı ayrılan enerjinin 65%-i mühərrikin hissələrinin daxili enerjisinə çevrilir.
- D) ... yanacağın tam yanması zamanı ayrılan enerjinin 35%-i mühərrikin hissələrinin daxili enerjisinə çevrilir.
- E) ... yanacağın tam yanması zamanı ayrılan enerjinin 35%-i buxarın daxili enerjisinə çevrilir.

2. Karbüratorlu mühərrikdə silindrə verilən yanacaq qarışığı nədən ibarətdir?

- A) Maye yanacağın müxtəlif növlərindən
- B) Püskürülən kerosin və havadan
- C) Hava və benzin buxarından
- D) Maşın yağı və benzindən
- E) Su, maşın yağı və benzindən

3. Hansı şəkildə işgörmə taktı təsvir edilmişdir?

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



4. Reaktiv mühərrikdə qızdırıcı, işçi cisim və soyuducu nədir?

- A) Qızdırıcı – yanma kamerası, işçi cisim – yanacaqın yanma məhsulları, soyuducu – atmosfer
- B) Qızdırıcı – yanacaqın yanma məhsulları, işçi cisim – yanma kamerası, soyuducu – atmosfer
- C) Qızdırıcı – atmosfer, işçi cisim – yanma kamerası, soyuducu – yanacaqın yanma məhsulları
- D) Qızdırıcı – atmosfer, işçi cisim – yanacaqın yanma məhsulları, soyuducu – yanma kamerası
- E) Qızdırıcı – yanacaqın yanma məhsulları, işçi cisim – atmosfer, soyuducu – yanma kamerası

5. İstilik mühərrikində qızdırıcının vəzifəsi nədir?

- A) Daxili enerjini mexaniki enerjiyə çevirmək
- B) İstifadə olunmayan enerjini kənarlaşdırmaq
- C) Mexaniki enerjini daxili enerjiyə çevirmək
- D) Yanacaq qarışığını yandırmaq
- E) İstiliyi işçi cismə vermək

Çap üçün deyil

ELEKTRİK YÜKÜ. ELEKTRİK SAHƏSİ

5

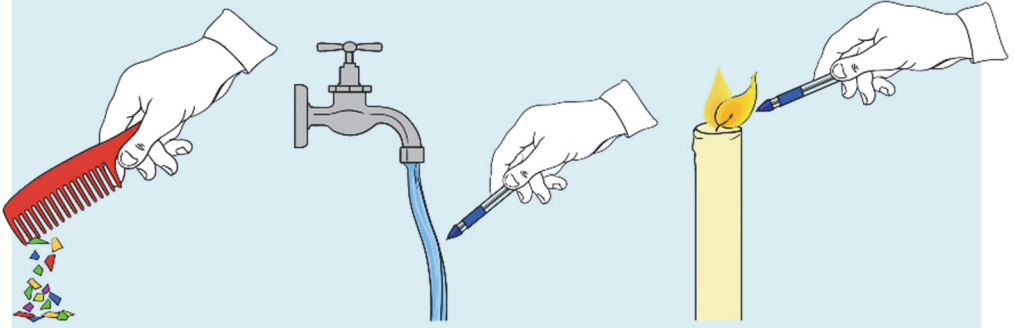
səh. 111–146

- 5.1. Cisimlərin elektriclənməsi. Elektrik yükü
- 5.2. Atomun quruluşu. Elektriclənmənin təbiəti
- 5.3. Keçiricilər və dielektriklər
- 5.4. Elektrostatik induksiya
- 5.5. Elektroskop. Elektrometr
- 5.6. Elektrik yükünün saxlanması qanunu
- 5.7. Elektrik yüklərinin qarşılıqlı təsiri: Kulon qanunu
- 5.8. Elektrik yüklərini ayıran, toplayan və ötürən qurğular
- 5.9. Elektrik sahəsi. Elektrik sahəsinin intensivliyi
- 5.10. Elektrik sahəsinin qüvvə xətləri

• Ümumiləşdirici tapşırıqlar

5.1. Cisimlərin elektriclənməsi. Elektrik yükü

Quru və təmiz saçınızı daradıqdan sonra darağı doğranmış kağız qırıntılarına yaxınlaşdırın. Bu zaman qırıntıların darağa cəzb olunduğunu müşahidə edirsiniz. Qələmi saçınıza sürtüb nazik su şırnağına və ya şam alovuna yaxınlaşdırdıqda şırnağın və ya alovun qələmə doğru meyil etdiyi müşahidə olunur.



- Nə üçün saçınıza sürtdüyünüz daraq kağız qırıntılarını özünə cəzb edir?
- Su şırnağının və ya şam alovunun saça sürtülən qələmə doğru meyil etməsinin səbəbi nədir?

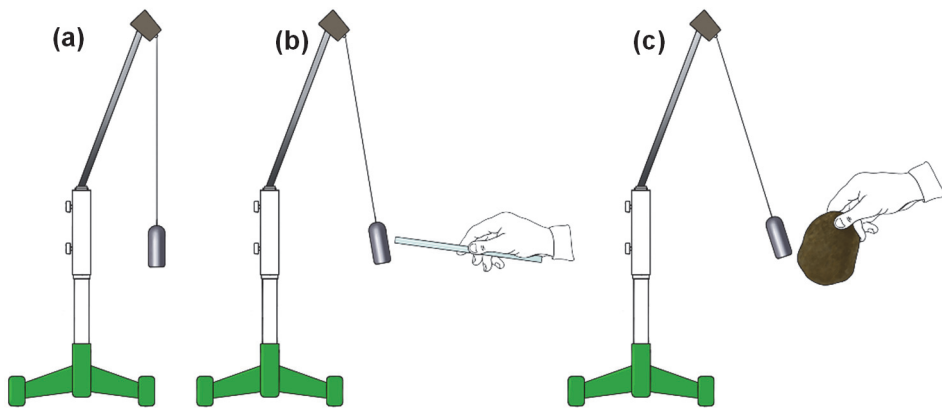
ARAŞDIRMA-1

- Sürtmədən cisimlər hansı yeni xassə kəsb etdi?

Təchizat: plastmas ştativ, ucuna rezin tıxac geydirilən metal mil, sapa bağlanmış alüminium folqadan hazırlanan kiçik silindr (alüminium giliz), şüşə çubuq, yun parça, sancaq.

İşin gedişi:

1. Metal mili ştativə bərkidin. Sapın sərbəst ucunu rezin tıxaca batırılan sancağa bağlayın (a).
2. Şüşə çubuğu və yun parçanı növbə ilə sapdan asılan alüminium gilizə yaxınlaşdırın və nə baş verdiyini izləyin.
3. Şüşə çubuğu yun parçaya sürtüb əvvəlcə çubuğu, sonra isə parçanı növbə ilə sapdan asılan gilizə yaxınlaşdırın və baş verən hadisəni izləyin (b və c).



Nəticəni müzakirə edin:

- Təcrübənin əvvəlində şüşə çubuğu və yun parçanı sapdan asılan gilizə yaxınlaşdırdıqda nə müşahidə etdiniz?
- Şüşə çubuğu yun parçaya sürtüb sapdan asılan gilizə təkrar yaxınlaşdırdıqda cisimlərdə hansı yeni xassə müşahidə etdiniz?

İnsanlar belə hadisələri çox-çox qədimlərdən aşkar etmişlər. Eramızdan əvvəl 624–547-ci illərdə qədim yunan filosofu miletli Fales müəyyən etdi ki, sarı kəhrəbanı (onlar bunu yerin altından quru, bərk qatran halında çıxarırdılar) ipək və ya yun parçaya sürtükdə o, uzun müddət saçın uclarını, yarpaqları, saman çöplərini və s.-ni cəzb etmə xassəsi kəsb edir. Yunanca kəhrəba “*elektron*” deməkdir. Kəhrəba digər cisimləri cəzb edərdisə, deyirdilər ki, o elektriklənmişdir.

- *Cisim sürtünmədən sonra digər cisimləri cəzb edirsə (və ya itələyirsə), deyilir ki, bu cisim **elektriklənmişdir**. Ona **elektrik yükü** verilmişdir və ya o, **elektrik yükü** itirmişdir. Cismə elektrik yükü vermə və ya cisimdən elektrik yükü alma prosesi **elektrikləndirmə** adlanır.*

- ***Hansı halda elektriklənmiş cisimlər bir-birini cəzb edir, hansı halda isə bir-birindən itələnir?***

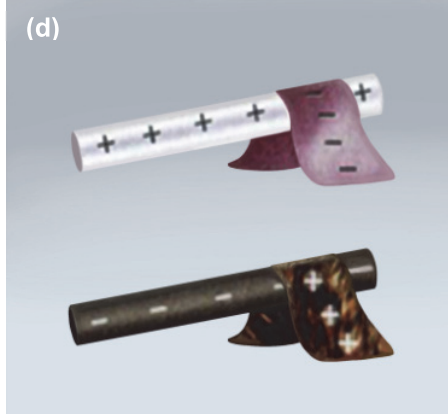
Aparılan araşdırmadan məlum olmuşdur ki:

- 1) *iki eyni cismi eyni parçaya sürtükdə **həmin** cisimlər eyni növ elektrik yükü ilə elektriclənir;*
- 2) *eyni növ elektrik yükünə malik cisimlər bir-birini itələyir;*
- 3) *müxtəlif növ elektrik yükləri ilə elektriclənən cisimlər bir-birini cəzb edir.*

- ***Sürtünən iki cisim, məsələn, ebonit çubuq (və ya şüşə çubuq) və yun parça hansı növ elektrik yükü ilə elektriclənir?***

Aparılan çoxsaylı təcrübədən müəyyən olunmuşdur ki, iki cismi bir-birinə sürtükdə onlar müxtəlif növ elektrik yükü ilə (şərti olaraq müsbət və ya mənfi) elektriclənir. Məsələn, şüşə çubuğu ipək parçaya sürtükdə çubuğun

müsbət (“+”), ipək parçanın isə mənfi (“-”) elektrik yükü ilə elektricləndiyi qəbul edilmişdir. Ebonit çubuğu yun parçaya sürtdükdə isə ebonit çubuq mənfi (“-”), yun parça müsbət (“+”) elektrik yükü ilə elektriclənir (d).



•*Təbiətdə iki növ elektrik yükü mövcuddur: müsbət və mənfi işarəli elektrik yükləri.*

Eyni işarəli elektrik yükləri (məsələn, iki elektrik yükünün hər ikisi müsbət və ya hər ikisi mənfi olduqda) *eyniadlı*, müxtəlif işarəli elektrik yükləri (məsələn, iki elektrik yükünün biri müsbət, digəri mənfi olduqda) isə *müxtəlifadlı yüklər* adlanır.

Elektrik yükü *q* hərfi ilə işarə edilir. Bütün elektriclənmiş cisimlər sıfırdan fərqli elektrik yükünə malikdir, elektrik yükü olmayan cisimlər *elektroneytral* (elektrik cəhətdən neytral) və ya *yüksüz cisim* adlanır.

Elektrik yükünün BS-də vahidi fransız fiziki Şarl Kulonun şərəfinə *kulon (Kl)* qəbul edilmişdir:

$$[q] = 1Kl.$$

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

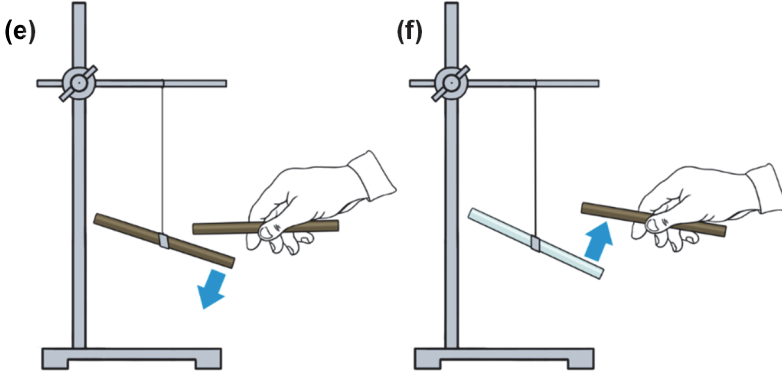
ARAŞDIRMA-2

• Elektriclənmiş cisimlərin qarşılıqlı təsiri

Təchizat: ebonit çubuq (2 əd.), şüşə çubuq, ipək və yun parça, ipək sap.

İşin gedışı:

1. Ebonit çubuqları yun parçaya sürün. Çubuqlardan birini ipək sapla ştativdən asın, digərini isə ona yaxınlaşdırın (e).
2. Şüşə çubuğu ipək parçaya sürüb ştativdən asın və ipək parçaya sürülmüş ebonit çubuğu ona yaxınlaşdırın (f). Baş verən hadisələri müqayisə edin.



Nəticəni müzakirə edin:

- Nə üçün elektriclənmiş ebonit çubuq sapdan asılan elektriclənmiş digər ebonit çubuğu itələyir, lakin sapdan asılan elektriclənmiş şüşə çubuğu cəzə edir?
- Araşdırmadan hansı nəticəyə gəlmək olar?

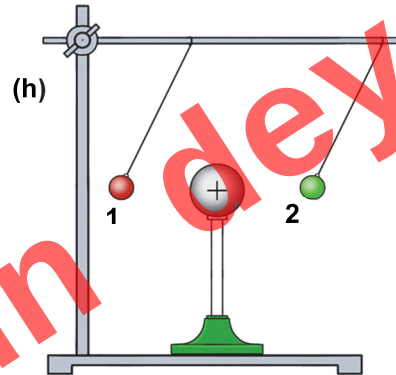
NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Cisim sürtünmədən sonra digər cisimləri cəzə edirsə (və ya itələyirsə), deyilir ki, bu cisim ___.
Ona ___ verilmişdir və ya o, elektrik yükü itirmişdir.
Elektrik yükü olmayan cisimlər ___ (elektrik cəhətdən neytral) və ya ___ adlanır.
Elektrik yükünün BS-də vahidi ___.

AÇAR SÖZLƏR
Elektrik yükü
Elektroneytral
Kulon
Yüksüz cisim
Elektriclənmə

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Cismin elektriclənməsi nə deməkdir?
2. Elektriclənmiş cisim hansı xassə kəsb edir?
3. Nə üçün quru və təmiz saçınızı daradıqdan sonra darağı doğranmış kağız qırıntılarına yaxınlaşdırdıqda qırıntılar darağa cəzə olunur?
4. Sapdan asılan kağız kürəciklər elektriclənmişdir. Onların yükünün işarəsini təyin edin (h).



5.2. Atomun quruluşu. Elektriklənmanın təbiəti

Elmə çoxlu sayda kimyəvi element məlumdur. Bu elementlər atomlarına görə bir-birindən fərqlənir.

- Kimyəvi elementlərin atomları bir-birindən nə ilə fərqlənir?
- Atom hansı zərrəciklərdən təşkil olunmuşdur? Bu zərrəciklər maddənin elektriklənməsində nə kimi rol oynayır?

• Atomun quruluşu

Mənfi elektrik yükünə malik ilk zərrəciyi 1897-ci ildə ingilis alimi Cozef Tomson aşkar edir. *Elektron* adlandırılan bu zərrəcik ən kiçik mənfi elektrik yükünə malikdir.

- *Ən kiçik elektrik yükünün mütləq qiyməti elementar yük adlanır.*

Elementar yük e hərfi ilə işarə edilir:

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl.}$$

Təcrübələrdən məlum olur ki, ixtiyari zərrəcik ya elektroneytral, yaxud da elektronun yükünün modulunun n tam misilləri qədər elektrik yükünə malik olur:

$$q = \pm ne,$$

burada $n = 1, 2, 3 \dots$ tam ədəddir.

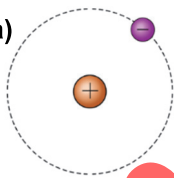
Elementar yük çox kiçikdir, lakin nəzərə alınsa ki, maddənin kiçik bir hissəsində on milyonlarla atom var, cisimdə olan elektronların sayını yalnız təsəvvür etmək olar. Elektronlar atomun tərkibinə daxildir. Atom adi şəraitdə elektroneytraldır. Bu o deməkdir ki, atomun tərkibində modulu elektronların elektrik yüklərinin cəminə bərabər olan müsbət işarəli zərrəcik də olmalıdır. Bu zərrəciyi 1911-ci ildə ingilis fiziki Ernest Rezerford apardığı araşdırmalardan təyin edir. O müəyyənləşdirir ki, atom – mərkəzində *müsbət yüklü nüvə* və nüvə ətrafında dövr edən *mənfi yüklü elektronlardan* ibarətdir. Sonralar müəyyən edilir ki, atomun nüvəsi *proton* və *neytronlardan* təşkil olunmuşdur. Proton müsbət elektrik yükünə malik zərrəcikdir. Neytronun isə elektrik yükü yoxdur, o elektroneytraldır.

(a) Ən sadə nüvə – hidrogen atomundadır. O, bir protondan ibarətdir. Hidrogen atomunun nüvəsi ətrafında bir elektron dövr edir (a).

Protonun yükü elementar yükə bərabərdir:

$$q_p = e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl.}$$

Nüvədəki protonların sayı elementlərin dövri sistemindəki kimyəvi elementin sıra nömrəsinə (N) bərabərdir. Ona görə də ixtiyari atomun



nüvəsinin yükü kimyəvi elementin N nömrəsinin elementar yükə hasilinə bərabərdir:

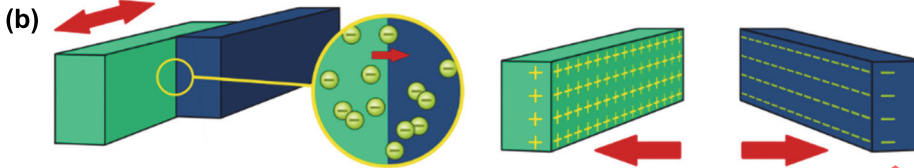
$$q_N = Ne.$$

Neytral atomda elektronların da sayı N -ə bərabərdir.

Protonun da yükünü elektronun yükü kimi artırmaq və ya azaltmaq qeyri-mümkündür.

• Elektriklənmənin təbiəti

Əhatəmizdəki bütün cisimlər, demək olar ki, elektroneytraldır: atom nüvəsinin müsbət yükləri elektronun mənfi yükləri ilə kompensə olunur. Cisimlərin elektriklənməsi onunla izah edilir ki, iki cismin bir-birinə toxunması nəticəsində (və ya sürtünməsi nəticəsində) elektronların bir qismi bir cisimdən digər cismə keçir. Nəticədə hər iki cisim elektrik yükü alır – elektriklənir: *mənfi elektrik yükü ilə elektriklənmə* cismin artıq elektron alması, *müsbət elektrik yükü ilə elektriklənmə* isə cismin elektron itirməsi deməkdir (b).



• İonlar da elektrik yükü daşıyan zərrəciklərdir

• **İon** – elektron itirən və ya özünə əlavə olaraq elektron birləşdirən atomdur. Elektron itirən atom **müsbət iona**, əlavə elektron alan atom isə **mənfi iona** çevrilir.

Məsələn, xörək duzu (kimyəvi yazılışı: $NaCl$) məhlulunda elektrik yükünün daşıyıcıları müsbət yüklü natrium ionu (Na^+) və mənfi yüklü xlor ionudur (Cl^-).

• Elektrik yükü yalnız yüklü zərrəciklərlə daşınır; bu, o deməkdir ki, zərrəciksiz elektrik yükü mövcud deyildir. Ona görə də yüklü zərrəciklər **elektrik yük-dəşıyıcıları** adlanır.



Cozef Tomson

(1856–1940)

İngilis alimi

O, elektronu kəşf etmiş, atomun ilk modelini vermişdir.



Ernest Rezerford

(1871–1937)

İngilis alimi

Atomun planetar modelini təklif etmiş, ilk süni nüvə reaksiyasını həyata keçirmişdir.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA

• Məsələləri həll edin

1. Kimyəvi elementlərin dövr sistemində mis (Cu) 29-cu, yod (I) 53-cü və qurğuşun (Pb) 82-ci xanadadır. Bu elementlərin atom nüvəsinin elektrik yükünü təyin edin.
2. Cism $q = 1 \text{ Kl}$ elektrik yükünə malikdir. Bu nə deməkdir?

Həlli. Elementar yük $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$ olduğundan buradan 1 Kl -un nəyə bərabər olduğu hesablanır:

$$q = Ne \rightarrow N = \frac{q}{e}$$
$$q = 1 \text{ Kl} = \frac{q}{e} \cdot e = \frac{1 \text{ Kl}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}} \cdot e = 0,625 \cdot 10^{19} e = 6,25 \cdot 10^{17} e.$$

Cavab. Cism $q = 16 \text{ Kl}$ yükə malik olması o deməkdir ki, həmin cismdə $6,25 \cdot 10^{17} e$ elektron çatışmazlığı vardır.

Nəticəni müzakirə edin:

- Hansı kimyəvi elementin atom nüvəsinin elektrik yükü daha böyükdür? Nə üçün?
- Bu kimyəvi elementlərin neytral atomlarında uyğun olaraq neçə elektron var?
- Cismdə $q = -16 \text{ Kl}$ elektrik yükünün olması nə deməkdir?

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Atom – mərkəzində müsbət yüklü ___ və nüvə ətrafında dövr edən mənfi yüklü ___ ibarətdir. Atomun nüvəsi ___ və ___ təşkil olunmuşdur. Elektronun yükü ___ adlanır. ___ elektron itirən və ya əlavə olaraq elektron əldə edən atomdur. Elektron itirən atom ___, əlavə elektron əldə edən atom isə ___ adlanır.

AÇAR SÖZLƏR

Nüvə
Proton
Müsbət ion
Elementar yük
Mənfi ion
Elektron
İon
Neytron

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Hansı zərrəcik ən kiçik mənfi yükə, hansı zərrəcik isə ən kiçik müsbət yükə malikdir?
2. Nə üçün adi halda atom elektroneytraldır?
3. Cism mənfi elektrik yükü ilə elektriclənməsi nə deməkdir?
4. Cism müsbət elektrik yükü ilə elektriclənməsi nə deməkdir?

5.3. Keçiricilər və dielektriklər

Elektrik çilingərləri iş zamanı rezin əlcək geyinir və ya dəstəyi rezin, plastmas olan ləvazimatlardan istifadə edirlər.



- Nə üçün elektrik işlərində dəstəyi rezin (və ya plastmas) olan ləvazimatlardan istifadə edilir?

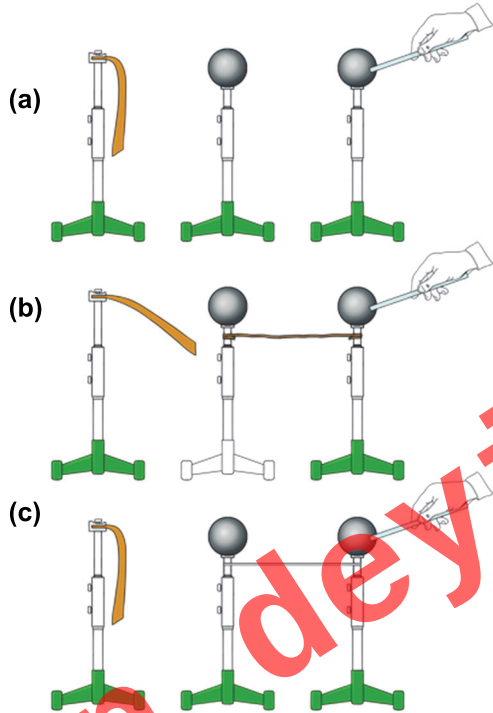
ARAŞDIRMA-1

• Elektriki keçirən və keçirməyən cisimlər

Təchizat: plastmas ştativə bərkidilən metal kürə (2 əd.), plastmas ştativin ucuna yapışdırılmış nazik kağız lent, alüminium (və ya mis) məftil, polietilen (və ya rezin) ip, şüşə çubuq, yun (və ya ipək) parça.

İşin gedişi:

1. Plastmas ştativləri masa üzərində bir düz xətt boyunca yerləşdirin. Şüşə çubuğu elektricləndirib sağ kürəyə toxundurun (a). Bu zaman kağız lentin özünü “necə aparmasına” diqqət edin.
2. Kürələri alüminium (və ya mis) məftillə birləşdirib təcrübəni təkrarlayın. Kağız lentdə baş verən dəyişikliyi izləyin (b).
3. Kürələri birləşdirən məftili polietilen iplə əvəz edib təcrübəni bir daha təkrarlayın və kağız lent üzərində müşahidə aparın (c).



Nəticəni müzakirə edin:

- Elektricləndirilmiş şüşə çubuqla sağdakı kürəni elektricləndirdikdə sol kürənin yaxınlığındakı kağız lentin vəziyyətində bir dəyişiklik müşahidə etdinizmi?
- Nə üçün bir-biri ilə metal məftillə əlaqələndirilən sağ kürəni elektricləndirdikdə kağız lent yaxınlığındakı sol kürəyə tərəf cəzib olundu?
- Kürələri polietilen (və ya rezin) iplə əlaqələndirib sağ kürəni elektricləndirdikdə sol kürənin yaxınlığındakı kağız lent nə üçün tərpənməz qaldı?
- Araşdırmadan hansı nəticəyə gəlmək olar?

• Keçiricilər

Araşdırmadan cisimlərin yeni xassəsini aşkar etdiniz: cisimlər elektriki keçirən və keçirməyən olur. Metal kürələri məftillə əlaqələndirdikdə sağ kürədən elektrik yükü sol kürəyə keçir və kağız lenti cəzb edir. Deməli, metal məftil elektrik yüklərini yaxşı keçirir.

• *Elektrik yükünü keçirən maddələr **keçiricilər**, yaxud **naqillər** adlanır.*

Keçiricilərə metallar, duz və turşunun suda məhlulları və s. aiddir.

Nə üçün keçiricilər elektrik yükünü asanlıqla keçirir?

Keçirici maddələrdə bütün istiqamətlərə sərbəst hərəkət edə bilən yükdaşıyıcılar mövcuddur. Metallarda bu yükdaşıyıcılar atomu tərk etmiş *sərbəst elektronlar*, məhlullarda isə *mənfi və müsbət ionlardır*.

Keçiriciləri elektrikləndirdikdə elektrik yükdaşıyıcıları cismin səthində bütün istiqamətlərə paylanır. Bu səbəbdən əlinizdə tutduğunuz metal çubuğu sür-tünmə ilə elektrikləndirmək mümkün deyildir, çünki insan bədəni də keçirici olduğundan yaranan elektrik yükləri bədəninizə keçir.

• Dielektriklər

Apardığınız araşdırmada metal kürələri plastmas iplə əlaqələndirdikdə sağ kürədən sol kürəyə elektrik yükü keçmir. Ona görə də kağız lent tərpənməz qalır. Deməli, plastmas (və ya rezin) ip elektrik yüklərini keçirmir.

• *Elektrik yükünü keçirməyən maddələr **dielektriklər** adlanır.*

Dielektriklərə plastmas, rezin, şüşə, ebonit, quru taxta, hava, saxsı və s. aiddir. Dielektriklərdən hazırlanan cisimlər *izolyator* adlanır. Keçirici elektrik alətlərinin dəstəkləri izolyatordan hazırlanır.

Dielektrikləri də elektrikləndirmək mümkündür, lakin onlarda elektrik yükləri hərəkət etmir: sürtünmə və ya toxunma ilə dielektrikdə yaranan elektrik yükləri yarandığı yerdə də qalır. Məsələn, şüşə çubuğun bir hissəsini yun parçaya sürtməklə mənfi, digər hissəsini isə ipək parçaya sürtməklə müsbət yüklə elektrikləndirmək olar.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

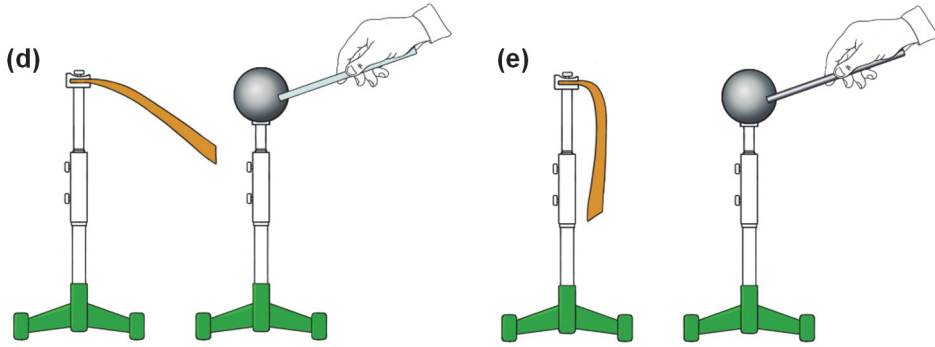
ARAŞDIRMA-2

• Keçirici və dielektriklərin elektriklənməsinin yoxlanması

Təchizat: plastmas ştativə bərkidilən metal kürə, plastmas ştativin ucuna yapışdırılmış nazik kağız lent, metal çubuq, şüşə çubuq, yun (və ya ipək) parça, rezin əlcək, mis məftil.

İşin gedişi:

1. Ştativləri masa üzərində bir-birinə yaxın yerləşdirin. Şüşə çubuğu parçaya sürtməklə elektricləndirib kürəyə toxundurun (d). Kağız lentin kürəyə cəzb olunma səbəbini yoldaşlarınızla müzakirə edin.
2. Kürəyə əlinizlə toxunub onu elektriksizləşdirin. Sonra metal çubuğu yun parçaya sürtüb metal kürəyə toxundurun və kağız lentdə baş verən dəyişikliyi izləyin (e).



Nəticəni müzakirə edin:

- Nə üçün elektriclənmiş şüşə çubuğu metal kürəyə yaxınlaşdırdıqda kağız lent kürəyə cəzb olundu, lakin metal çubuğu yun parçaya sürtüb kürəyə toxundurduqda kağız lent tərpənməz qaldı?

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Elektrik yükünü keçirən maddələr __ adlanır. Elektrik yükünü keçirməyən maddələr __ adlanır. Keçiriciləri elektricləndirdikdə elektrik yükləri onun bütün səthi boyu __. Dielektrlərdə sürtünmə və ya toxunma ilə yaranan __ yarandığı yerdə də qalır, hərəkət etmir.

AÇAR SÖZLƏR

Dielektrlər
Elektrik yükləri
Paylanma
Keçiricilər

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Hansı maddələr keçiricilər adlanır? Nümunə göstərin.
2. Hansı maddələr dielektrlər adlanır? Nümunə göstərin.
3. Keçiricini elektricləndirmək üçün nə etmək lazımdır?
4. Apardığınız araşdırma zamanı nə üçün yüklənmiş metal kürəyə əlinizlə toxunduqda o yüksüzləşir və kağız lent başlanğıc vəziyyətinə qaydır?

5.4. Elektrostatik induksiya

Saçınıza sürtməklə elektricləndirdiyiniz darağı kağız qırıntılarına yaxınlaşdırdıqda qırıntılar müəyyən məsafədən darağa cəzb olunur.

- Elektriclənməyən qırıntıların elektriclənmiş darağa cəzb olunmasının səbəbi nədir?
- İki cismi bir-birinə və ya hansısa elektriclənmiş digər cismə toxundurmadan əksişarəli yüklə elektricləndirmək mümkündürmü?

ARAŞDIRMA-1

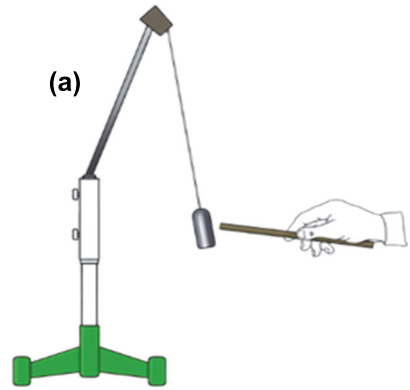
• Cismın toxunma olmadan elektriclənməsi

Təchizat: dielektrik ştativ, ipək sapdan asılan alüminium giliz, ebonit (və ya şüşə) çubuq, yun parça.

İşin gedişi: elektriclənən ebonit çubuğu sapdan asılan gilizə yaxınlaşdırın və müşahidə etdiyiniz hadisənin səbəbini yoldaşlarınızla müzakirə edin.

Nəticəni müzakirə edin:

- Elektrik cəhətdən neytral cismə elektriclənmiş çubuğu yaxınlaşdırdıqda nə üçün o, çubuğa cəzb olunur (a)?

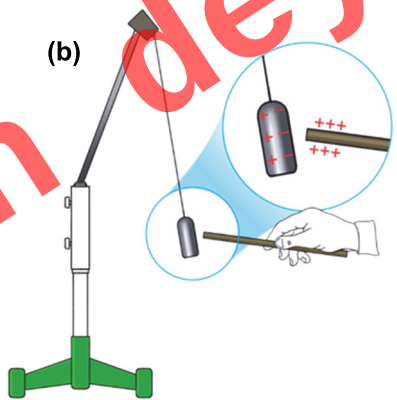


Araşdırmadan müəyyən etdiniz ki, cismi elektriclənmiş digər cismə toxundurmadan da elektricləndirmək mümkündür.

- Cisimlərin toxunma olmadan elektriclənməsi **təsirlə elektriclənmə** və ya **elektrostatik induksiya** adlanır.

Elektrostatik induksiya hansı səbəbdən baş verir? Ebonit çubuğu elektricləndirib, məsələn, müsbət yüklə, alüminium gilizə yaxınlaşdırdıqda gilizdəki sərbəst elektronlar çubuğa doğru cəzb olunur. Nəticədə gilizin çubuğa yaxın hissəsinə sərbəst elektronlar toplandığından mənfi yüklə elektriclənir. Gilizin çubuqdan uzaq hissəsi isə elektron çatışmazlığından müsbət yüklənir. Mənfi yüklər çubuğa daha yaxın yerləşdiyindən giliz çubuğa cəzb olunur (b).

Oxşar hadisə elektriclənmiş cismi yüksüz dielektrikə yaxınlaşdırdıqda da baş verir. Bu zaman dielektrikin səthində müxtəlif işarəli yüklər yaranır: cismə yaxın



hissədə onunla əksişarəli yüklər yaranır. Bu səbəbdən dielektrik və cisim arasında qarşılıqlı cəzətmə hadisəsi baş verir. Qeyd edək ki, dielektrikin səthində elektrik yükləri sərbəst elektronların hesabına deyil (dielektrikdə sərbəst elektron yoxdur), dielektrik molekulunun fırlanması və ya formasını dəyişməsi hesabına yaranır.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

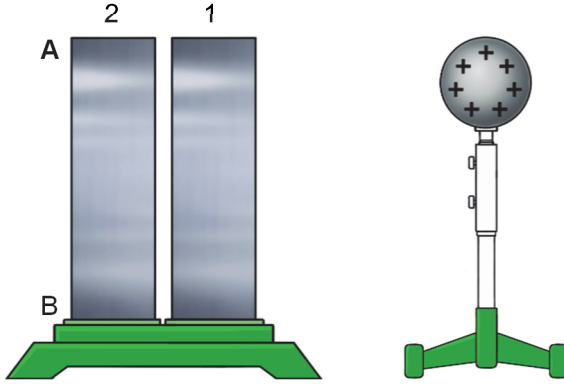
ARAŞDIRMA-2

• Elektrostatik induksiya

Məsələ

Dielektrik dayaq üzərində 1 və 2 metal lövhələr paralel yerləşdirilmişdir. 1 lövhəsinin yaxınlığına müsbət yüklə elektriclənmiş metal kürəcik getirilərsə:

- lövhlərdə elektrik yükü necə paylanır?
 - 2 lövhəsinin **AB** hissəsi hansı yüklə elektriclənər?
- Cavabınızı əsaslandırın.



NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Cisimlərin toxunma olmadan elektriclənməsi ___ və ya ___ adlanır.

Açar sözlər

Təsirlə elektriclənmə
Elektrostatik induksiya

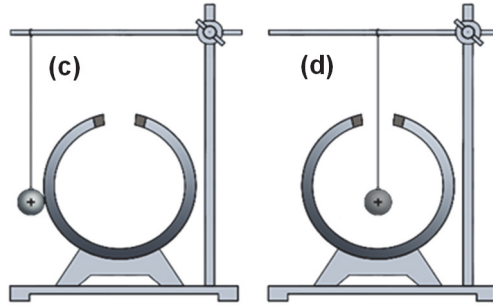
ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

- Keçiricilərdə və dielektriklərdə baş verən elektrostatik induksiya hadisəsi arasında fərq nədir?
- İpək sapdan asılan metal kürə müsbət yüklə elektricləndirilmişdir.

Metal kürə:

- dielektrik dayaq üzərində yerləşən içərisi boş metal sferanın divarına toxundurlarsa (c);

b) dielektrik dayaq üzərində yerləşən içərisi boş metal sferanın daxilində divarına toxundurulmadan asılırsa (d), uyğun olaraq sfera necə yüklənər?

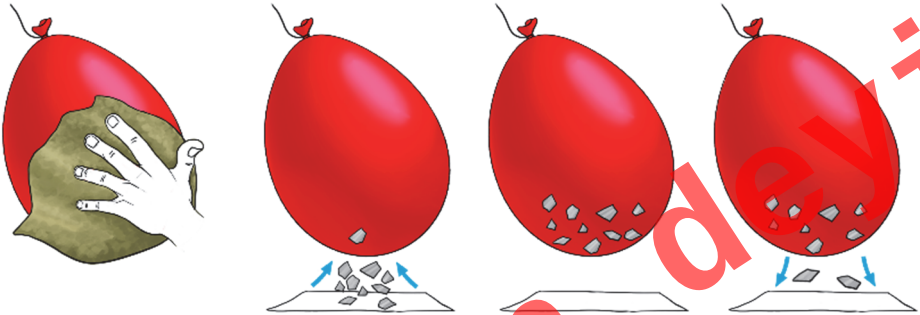


LAYİHƏ

• Hansı hadisəni müşahidə edirsiniz?

Təchizat: rezin şar, alüminium folqadan hazırlanmış qırıntı, yun parça, kağız vərəq (A4).

İşin gedişi: alüminium qırıntılarını vərəq üzərinə səpin. Rezin şarı parçaya sürtməklə elektrikləndirib qırıntılara yaxınlaşdırın.



Nəticəni müzakirə edin:

- Müşahidə etdiyiniz hadisənin səbəbi haqqında esse hazırlayın.

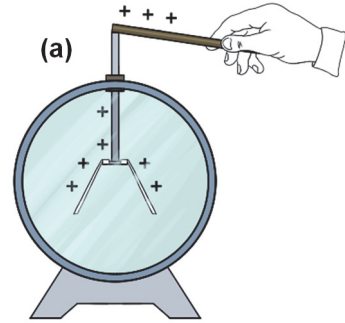
5.5. Elektroskop. Elektrometr

Şüşə çubuğu ipək parçaya sürtdükdə hər iki cisim – həm şüşə çubuq, həm də ipək parça elektriklənir.

- Elektriklənən bu cisimlərin ümumi elektrik yükünün miqdarı necə dəyişir?

• Elektroskop

Cisimlərin yüklənməsini laboratoriya şəraitində müşahidə etmək üçün istifadə olunan ən sadə cihaz *elektroskopdur* (yunanca “*elektron*” və *skopeo* – müşahidə etmək, aşkarlamaq). Onun iş prinsipi yüklənmiş cisimlərin qarşılıqlı təsirinə əsaslanır. Elektroskopun əsas hissəsi – ucuna nazik kağızdan (və ya alüminium folqadan) hazırlanan iki “yarpaq” yapışdırılmış metal çubuqdan ibarətdir. Çubuq dielektrik tıxacdan keçirilib cihazın gövdəsində yerləşdirilmişdir. Gövdə iki tərəfdən şüşə ilə örtülmüşdür (a). Yüklənmiş cismi metal çubuğa toxundurduqda çubuq və kağız yarpaqlar eyniadlı yüklə elektrikləndiyindən lentlər bir-birindən itələnir. Elektroskop nə qədər çox yüklənərsə, lentlər daha böyük bucaq altında meyil edər.



ARAŞDIRMA-1

• Elektroskopun hazırlanması

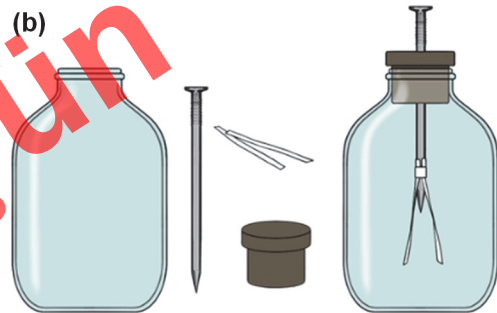
Təchizat: ağzı geniş şüşə butulka (və ya şüşə banka), rezin tıxac (və ya polietilen qapaq), metal mil (və ya mismar), nazik kağız lent (2 əd.), yapışqan, qələm (b).

İşin gedişi:

1. Metal mili tıxacdan keçirin və onun ucuna kağız lentləri yapışdırın.
2. Tıxacı bankaya geydirin və metal mili elə tənzimləyin ki, kağız lentlər bankanın oturacağına toxunmasın.
3. Hazırladığınız cihazı elektrikləndirilmiş qələmlə yoxlayın.

Nəticəni müzakirə edin:

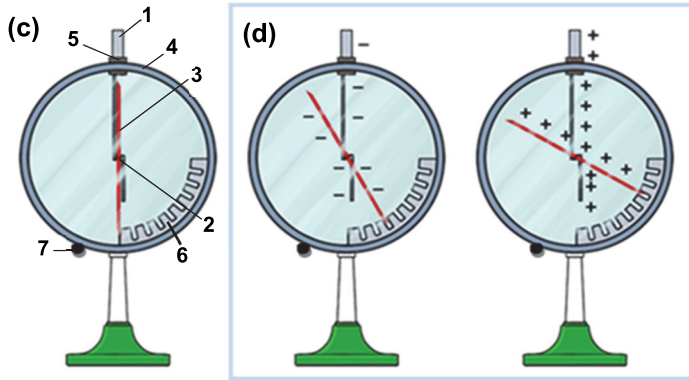
- Elektroskopun iş prinsipini izah edin.



• Elektrometr

Cisimlərin elektriclənməsini və elektrik yükünün xassəsini araşdırmaq məqsədilə *elektrometr* adlanan cihazdan istifadə olunur. Onun da iş prinsipi elektroskopda olduğu kimi, elektriclənmiş cisimlərin qarşılıqlı təsirinə əsaslanır. Tərpənməz keçirici (1) çubuğun (2) oxuna hərəkət edə bilən yüngül (3) metal əqrəbi birləşdirilmişdir. Əqrəb xarici təsirlərdən qorumaq üçün iki tərəfi şüşə ilə örtülmüş (4) gövdəsində yerləşdirilmişdir.

Metal çubuq gövdədən (5) rezin (və ya plastmas) tıxacla izlə edilir. Gövdənin aşağı hissəsinə bölgülü şkala (6) və yerlə əlaqələndirilən (7) sıxac bərkidilmişdir (c).



Elektrometrin metal çubuğuna elektriclənmiş cisimlə toxunduqda həm çubuq, həm də metal əqrəb eyni yüklə elektriclənir və əqrəb çubuqdan itələnir (d). Əqrəbin meyil bucağına əsasən elektriclənmə dərəcəsini müəyyən etmək olur: meyil bucağı nə qədər çoxdursa, əqrəb və çubuq da bir o qədər böyük elektrik yükü alır.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

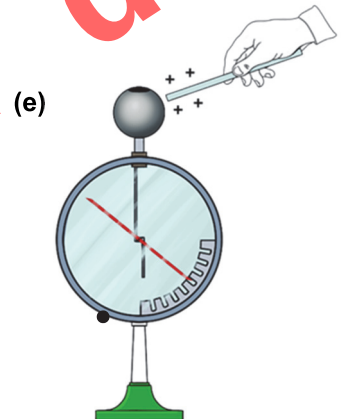
ARAŞDIRMA-2

• Elektrometrlə hansı hadisəni araşdırırsınız?

Təchizat: çubuğuna içərişi boş metal sfera geydirilmiş elektrometr, şüşə çubuq, yun (və ya ipək) parça.

İşin gedişi:

- Elektrometrin sferasına müsbət yüklə elektriclənmiş şüşə çubuğu toxunmadan yaxınlaşdırın (e) və əqrəbin vəziyyətində hansı dəyişikliyin baş verdiyini izləyin.



Nəticəni müzakirə edin:

- Elektrikləşdirilmiş şüşə çubuğu elektrometr sferasına yaxınlaşdırdıqda hansı hadisə baş verdi? Bu zaman metal sfera, metal çubuq və əqrəb hansı işarəli yüklə elektrikləndi? Cavabınızı əsaslandırın.

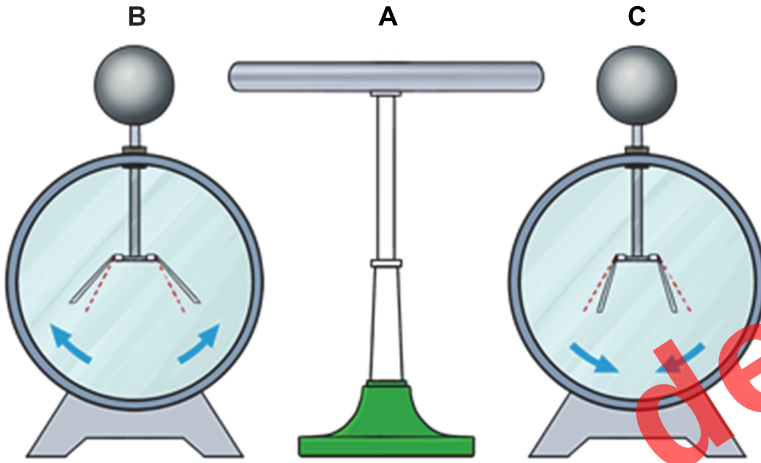
NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Cisimlərin yüklənməsini laboratoriya şəraitində müşahidə etmək üçün istifadə olunan ən sadə cihaz __. Cisimlərin __ və elektrik yükünün xassəsini araşdırmaq məqsədilə __ adlanan cihazdan istifadə olunur. Hər iki cihazın iş prinsipi elektriklənmiş cisimlərin __ əsaslanır.

AÇAR SÖZLƏR
Elektrikləşmə
Elektroskop
Qarşılıqlı təsir
Elektrometr

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Elektrometrin quruluş və iş prinsipini izah edin.
2. Keçirici **A** çubuğuna elektrik yüklü iki eyni **B** və **C** elektroskopları toxunmadan yaxınlaşdırılır. Bu zaman **B** elektroskopunda yarpaqlar bir qədər də açılır, **C** elektroskopunda isə bir qədər qapanır. **A** çubuğunun, **B** və **C** elektroskoplarının elektrik yüklərinin işarəsini təyin edin.



5.6. Elektrik yükünün saxlanması qanunu

Aparığınız araşdırmalardan müəyyən etdiniz ki, iki cismi bir-birinə sürtdükdə hər ikisi elektriclənir.

- Elektriclənmiş bu cisimlərin elektrik yükləri arasında hansı münasibət var?
- Elektriclənmiş bir cismi digər elektriclənmiş cismə toxundurduqda ümumi elektrik yükü necə dəyişir?

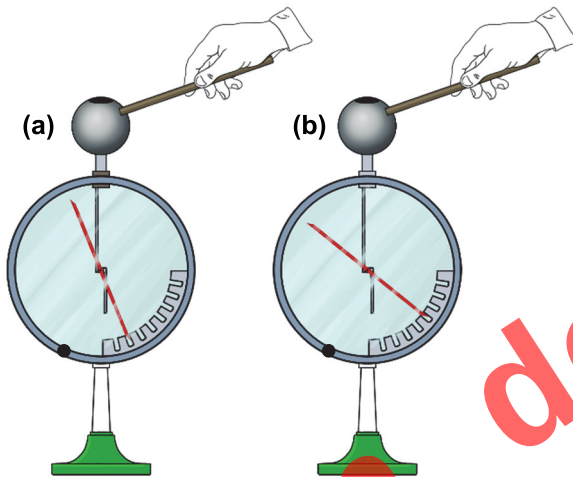
ARAŞDIRMA-1

• Elektrik yükü toplanır

Təchizat: metal sferalı elektrometr, ebonit çubuq, yun (və ya ipək) parça.

İşin gedişi:

1. Ebonit çubuğu yun parçaya sürüb elektricləndirin və elektrometrin sferasına toxundurub uzaqlaşdırın. Elektrometrin əqrəbinin meyil etməsinə diqqət yetirin (a).
2. Ebonit çubuğu bir daha yun parçaya sürüb elektricləndirin və yenə də elektrometrin sferasına toxundurun. Elektrometr əqrəbinin meyilətmə bucağının necə dəyişdiyini müşahidə edin (b).



Nəticəni müzakirə edin:

- Elektriclənmiş ebonit çubuğu metal sferaya ikinci dəfə toxundurduqda elektrometrin ümumi elektrik yükü necə dəyişdi?
- Araşdırmadan elektrik yükünün hansı xassəsini aşkar etdiniz?

Elektrik yükünü bir cisimdən digərinə ötürmək, cisimdəki elektrik yükünü artırmaq, azaltmaq və ya neytrallaşdırmaq mümkündür. Bunun üçün elektriclənmiş cismi digər cismə toxundurmaq kifayətdir.

- Elektrik yükləri cisimlər arasında hansı qanunauyğunluqla paylanır?

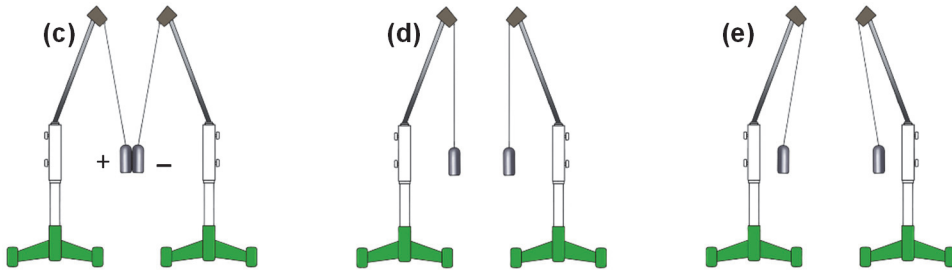
ARAŞDIRMA-2

- Elektrik yüklərinin paylanma qanunauyğunluğu

Təchizat: dielektrik ştativdən asılan alüminium giliz (2 əd.), ebonit və şüşə çubuq, yun və ipək parça.

İşin gedişi:

1. Eyni alüminium gilizləri əksişarəli yüklə elektricləndirin. Ştativləri yaxınlaşdırıb gilizlərin bir-birinə toxunmasına şərait yaradın (c).
2. Toxunduqdan sonra iki hadisədən biri baş verir: ya gilizlər arasında qarşılıqlı cəzətmə tamamilə itir – onlar neytrallaşır (d), yaxud da gilizlər bir-birindən itələnir (e).



Nəticəni müzakirə edin:

- Toxunduqdan sonra hansı halda gilizlər arasında qarşılıqlı cəzətmə tamamilə itir – gilizlər neytrallaşır, hansı halda isə gilizlər bir-birindən itələnir?
- Toxunmadan sonra gilizlərdəki yüklərin modulları və işarələri haqqında nə demək olar?

Əksişarəli yüklə elektriclənmiş iki eyni cisim bir-birinə toxunduqda iki hadisədən biri baş verə bilər.

I hadisə: cisimlər arasında qarşılıqlı cəzətmə tamamilə itir, cisimlər neytrallaşır (yüksüzləşir). Bu, o deməkdir ki, həmin cisimlərdəki müsbət və mənfi yüklərin modulları bərabərdir və onlar bir-birini kompensə etmişdir. Bu, aşağıdakı ardıcılıqla baş verir:

- Toxunmadan əvvəl iki eyni cisimdəki əksişarəli yüklər bərabərdir:

$$q_1 = -q_2.$$

- Toxunduqda cisimlər sisteminin ümumi yükü ayrı-ayrı cisimlərin yüklərinin cəbri cəminə (işarələri nəzərə alınmaqla yüklərin cəmi) bərabər olur:

$$q_1 + (-q_2) = 0.$$

- *Toxunduqdan sonra cisimlərin hər ikisi elektrik cəhətdən neytrallaşır və onlar arasında cəzbətmə itir:*

$$q'_1 = 0; \quad q'_2 = 0.$$

Burada q_1 və $(-q_2)$ – iki cismin toxunmadan əvvəlki elektrik yüklərinin miqdarı, q'_1 və q'_2 – həmin cisimlərdə toxunmadan sonra qalan yüklərin miqdarıdır.

Diqqət. Əgər elektriclənmiş keçirici kürəciklərin ölçüləri müxtəlifdirsə, onlar toxunduqda sistemin ümumi elektrik yükünün çox hissəsi böyük ölçülü kürəciyə verilir. Metal cisimlərin **torpaqlama** (cismin Yerlə əlaqələndirilməsi) üsulu elektrik yüklərinin yenidən paylanmasının bu qaydasına əsaslanmışdır. Yer kürəsi nəhəng olduğundan bütün torpaqlanan cisimlər elektrik yüklərini itirir.

II hadisə: cisimlər arasında qarşılıqlı cəzbətmə qarşılıqlı itələmə ilə əvəz olunur. Bu o zaman baş verir ki, toxunan cisimlərin elektrik yüklərinin mütləq qiymətləri fərqlidir. Toxunma zamanı cisimlərin əksişarəli yükləri neytrallaşır, artıq qalan bir işarəli yük (müsbət və ya mənfi yük) cisimlər arasında paylanır və onlar itələnir. Beləliklə, baxılan hadisələrdən və apardığınız araşdırmalardan belə bir nəticə çıxır: elektrik yükünə malik iki cisim toxunduqda onlar arasında yük mübadiləsi baş verir – yüklər işarələri nəzərə alınmaqla toplanır.

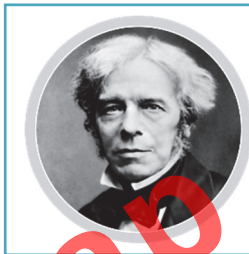
- *Toxunan cisimlərdən ibarət sistemin ümumi elektrik yükü bu sistemdəki yüklərin cəbri cəminə bərabər olur və əgər sistem qapalıdırsa, yüklərin cəbri cəmi sabit qalır:*

$$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = \text{const.}$$

- **Elektrik cəhətdən qapalı sistemlərdəki cisimlərin elektrik yüklərinin cəbri cəmi dəyişməz qalır.**

Bu, təbiətin mühüm qanunlarından olub *elektrik yükünün saxlanması qanunudur*. Qanunu 1843-cü ildə ingilis alimi Maykl Faradey kəşf etmişdir.

- *Elektrik cəhətdən qapalı sistem – ətraf mühətdən elektrik yükü daxil olmayan və ətraf mühitə elektrik yükü verilməyən sistemdir.*



Maykl Faradey
(1791–1867)
İngilis fiziki
Elektrik hadisələrinə dair bir neçə qanun kəşf etmişdir.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA-3

• Kürəciklərdə nə qədər yük qaldı?

Verilən nümunəyə uyğun məsələni həll edin.

Nümunə. Bir-birindən uzaqda yerləşən iki eyni ölçülü metal kürəcikdən birinin yükü $q_1 = 9e$, digərinin yükü $q_2 = -15e$ -dir. Kürəcikləri toxundurduqdan sonra yenə əvvəlki məsafəyə qədər uzaqlaşdırdılar. Onlarda qalan q'_1 və q'_2 yüklərini təyin edin.

Verilir	Həlli
$q_1 = 9e,$ $q_2 = -15e.$ $q'_1 = ?, q'_2 = ?$	$q = q_1 + q_2.$ Kürəciklər eyni olduğundan onların hər birində ümumi yükün yarısı qalır: $q'_1 = q'_2 = \frac{q}{2} = \frac{q_1 + q_2}{2}.$
	Hesablanması $q'_1 = q'_2 = \frac{9e + (-15e)}{2} = \frac{-6e}{2} = -3e.$ Cavab: $q'_1 = -3e; q'_2 = -3e.$

Məsələ

Bir-birindən uzaqda yerləşən iki eyni metal sferadan birində $q_1 = 26e$, digərində isə $q_2 = -12e$ elektrik yükü var. Sferaları toxundurub yenə əvvəlki məsafəyə uzaqlaşdırdılar. Onlarda qalan q'_1 və q'_2 yüklərini təyin edin.

Nəticəni müzakirə edin:

- Bu sferaları yenidən toxundurub ayırdıqda nə müşahidə olunar? Nə üçün?

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Toxunan cisimlərdən ibarət sistemin ümumi ___ bu sistemdəki ___ bərabər olur. Elektrik cəhətdən ___ cisimlərin elektrik yüklərinin cəbri cəmi dəyişməz qalır. Bu, ___.

AÇAR SÖZLƏR

Yüklərin cəbri cəmi

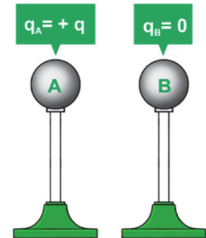
Elektrik yükünün saxlanması qanunu

Qapalı sistem

Elektrik yükü

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Cisimdəki elektrik yükünü sonsuz azaltmaq olarmı, nə üçün?
2. Elektrik yükünün saxlanması qanunu hansı şəraitdə ödənilir?
3. Dielektrik dayaq üzərində olan iki eyni **A** və **B** metal kürəciyi şəkildəki kimi yerləşdirilmişdir. **A** kürəciyi $+q$ yükünə malikdir, **B** kürəciyinin isə yükü sıfırdır. Onları toxundurub sonra əvvəlki vəziyyətlərinə qaytardıqda kürəciklərin hər birinin elektrik yükü nəyə bərabər olar?



5.7. Elektrik yüklərinin qarşılıqlı təsiri: Kulon qanunu

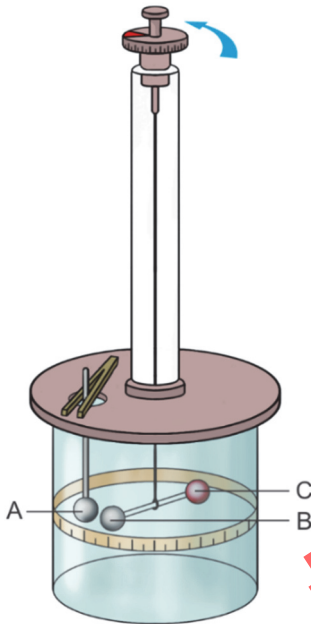
Apardığınız çoxsaylı araşdırmalardan məlum oldu ki, elektriclənmiş cisimlər bir-biri ilə qarşılıqlı təsirdə olur: eyni işarəli elektrik yükünə malik cisimlər arasında itələmə, əksişarəli yüklərə malik cisimlər arasında isə cazibə xarakterli qarşılıqlı təsir qüvvəsi yaranır.

- Bu qarşılıqlı təsir kəmiyyətə necə xarakterizə olunur?
- O hansı fiziki kəmiyyətlərdən asılıdır?

1785-ci ildə fransız fiziki Şarl Kulon elektriclənmiş cisimlər arasında yaranan qarşılıqlı təsir qüvvəsinin asılı olduğu kəmiyyətləri müəyyən edir. O, sükunətdə olan iki nöqtəvi elektrik yükünün qarşılıqlı təsir qüvvəsini *burulma tərəzisi* vasitəsilə ölçmüşdür.

- **Ölçüləri aralarındakı məsafəyə nəzərən çox kiçik olan cisimlərdəki elektrik yükləri nöqtəvi elektrik yükləri adlanır.**

Nöqtəvi yüklərin modeli kimi Kulon yüklənmiş kiçik kürəciklərdən istifadə etmişdir. Burulma tərəzisi nazik elastik məftildən asılmış şüşə çubuqdan ibarətdir.



Çubuğun bir ucunda **B** metal kürəsi, digər ucunda isə onu tarazlaşdıran **C** kürəsi vardır. Qaba tərpnəməz **A** kürəsi də daxil edilmişdir. **A** və **B** kürələrinə eyniadlı yüklər verilir. Bu zaman **B** kürəsi itələnir və şüşə çubuq müəyyən bucaq qədər dönmür. Çubuğun dönmə bucağına görə **A** və **B** kürələrinin qarşılıqlı təsir qüvvəsi müəyyən edilmişdir. Kulon kürələrin arasındakı məsafəni və yüklərin miqdarını dəyişməklə müəyyən etmişdir ki, nöqtəvi yüklərin qarşılıqlı təsir qüvvəsi onlar arasındakı məsafədən və yüklərin modulları hasilindən asılıdır. Kulonun təcrübələri elektrostatikanın mühüm qanununun kəşfinə gətirdi:

- **Sükunətdə olan iki nöqtəvi yükün vakuumdakı qarşılıqlı təsir qüvvəsi yüklərin modulları hasilinə ilə düz, aralarındakı məsafənin kvadratı ilə tərs mütənəsidir:**

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}.$$

Burada q_1 və q_2 – sükunətdəki yüklərin miqdarı, r – onlar arasındakı məsafə, F – sükunətdəki elektrik yüklərinin qarşılıqlı təsir qüvvəsinin modulu (bu

qüvvə çox vaxt *Kulon qüvvəsi* adlanır), k – mütənasiblik əmsəlidir. Təcrübədən k əmsəlinin qiyməti təyin olunmuşdur:

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{Kl^2}.$$

Bu ifadə o deməkdir ki, hər birinin yükü 1Kl olan iki nöqtəvi elektrik yükü bir-birindən 1 m məsafədə yerləşərsə, onlar arasında $9 \cdot 10^9 N$ -a bərabər qarşılıqlı təsir qüvvəsi yaranar.



Şarl Kulon

(1736–1806)

fransız fiziki

Elektriklənmiş cisimlərin qarşılıqlı təsir qanununu təcrübi olaraq müəyyənləşdirmişdir.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA

• Kulon qüvvəsi nəyə bərabərdir?

Məsələ

$q_1 = 4 \cdot 10^{-6} Kl$ və $q_2 = -11 \cdot 10^{-6} Kl$ iki nöqtəvi elektrik yükü arasındakı məsafə 60 sm-dir. Bu yüklər arasındakı Kulon qüvvəsini hesablayın.

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Sükunətdə olan iki __vakuumda __ qüvvəsi yüklərin modulları hasili ilə düz, aralarındakı məsafənin kvadratı ilə tərs mütənasibdir. Bu qarşılıqlı təsir qüvvəsi __, qanun isə __ adlanır. Kulon qanunu __ vasitəsilə təyin edilmişdir.

AÇAR SÖZLƏR

Qarşılıqlı təsir

Kulon qanunu

Nöqtəvi yük

Burulma tərəzi

Kulon qüvvəsi

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Kulon qüvvəsi hansı xarakterlidir: cazibə, yoxsa itələmə? Cavabınızı əsaslandırın.
2. Nöqtəvi elektrik yükləri arasındakı məsafəni 5 dəfə artırıqda onlar arasındakı Kulon qüvvəsi necə dəyişər?
3. Aralarındakı məsafə 3 sm olan iki maddi nöqtənin birinin yükü $q_1 = +5e$, digəri isə yüksüzdür. Bu nöqtələr arasındakı Kulon qüvvəsi nəyə bərabərdir?

5.8. Elektrik yüklərini ayıran, toplayan və ötürən qurğular

Əksər hallarda bağdakı ağacları suvarmaq və digər məişət ehtiyaclarımızı ödəmək məqsədilə böyük miqdar su lazım olur. Bu zaman arxda su olmadığı vaxtlar iri çəndə topladığımız su ehtiyatı köməyimizə çatır.

- Elektrik hadisələrində necə, istənilən zaman böyük miqdarda elektrik yükündən istifadə etmək məqsədilə bu yükləri qabaqcadan toplamaq olarmı?

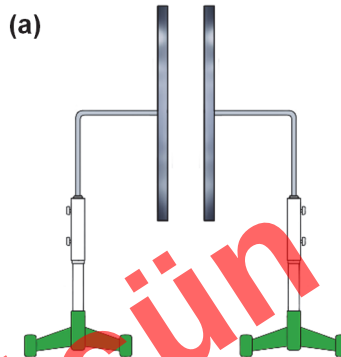
• Kondensator

Elektrik hadisələrinə dair elmi araşdırmalarda çox vaxt böyük miqdarda müxtəlif işarəli elektrik yüklərindən istifadə etmək lazım gəlir. Bu yükləri isə adi ebonit və ya şüşə çubuğu parçaya sürtməklə əldə etmək mümkün deyildir.

- *Elektrik yüklərini toplamaq üçün istifadə edilən qurğu kondensatordur.*

Kondensator latın sözü “*kondensare*” olub sıxlaşma mənasını verir. *Ən sadə kondensator müstəvi kondensatordur. O, aralarında nazik dielektrik qatı (məsələn, hava) olan bir-birinə yaxın yerləşmiş iki paralel metal lövhədən ibarətdir (a).* Bu lövhələr kondensatorun köynəkləri də adlanır. Kondensator lövhələri mütləq qiymətcə bərabər, işarəcə əks yüklərlə elektrirlənir. Həmin yüklər qarşılıqlı cəzbətmə nəticəsində lövhələrdə saxlanır.

Kondensatorun elektrik yükünü toplamaq qabiliyyəti *elektrik tutumu* adlanan fiziki kəmiyyətlə xarakterizə olunur. Elektrik tutumu böyük olan kondensator köynəklərində daha çox elektrik yükü toplayır.

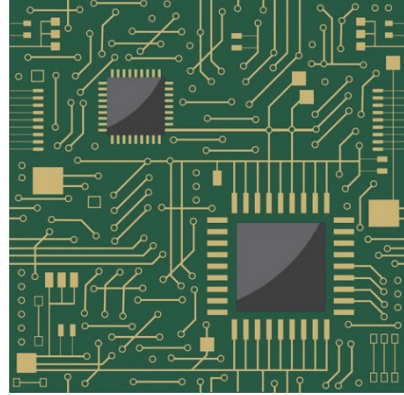
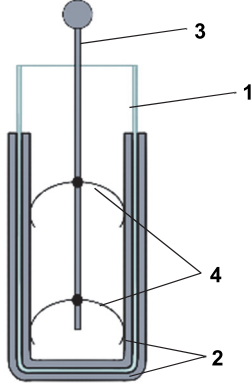


Leyden bankası adlandırılan (Hollandiyanın Leyden şəhərinin adını daşıyır) ilk kondensatoru holland alimi Piter Muşenbruk hazırlamışdır. Leyden bankası aşağıdakı hissələrdən ibarətdir (b): **1** – şüşə banka, **2** – metal folqa: daxildən və xaricdən bankaya örtülən bu folqa kondensator köynəkləridir, **3** – metal çubuq, **4** – elastik metal kontaktlar (onlar metal çubuğu daxili köynəklə birləşdirir).

(b)



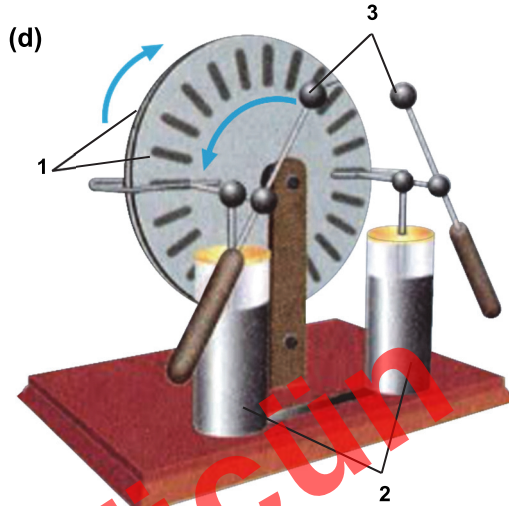
(c)



Kondensator ən mürəkkəb müasir elektrik avadanlıqlarının (kompüter, televizor, mobil telefon və s. aparatların) əsas hissələrindən biridir. Bu aparatlarda istifadə olunan kondensatorlar elə kiçikdir ki, onları yalnız zərrəcinlə görmək olar (c).

• Elektrofor maşını

Böyük miqdarda müxtəlif işarəli elektrik yükləri ayırmaq, toplamaq və ötürmək üçün istifadə olunan qurğu elektrofor maşınıdır (d).



Elektrofor yunanca “*elektriki daşıyan*” mənasını verir. O, aralarında hava olan iki paralel plastmas diskdən (1) ibarətdir. Disklər dəstək vasitəsilə (dəstək şəkildə görünür) əks tərəflərə fırladılır. Böyük sürətlə fırlanan disklər aralarındakı havaya sürtünməklə əksişarəli yüklərlə elektrirlənir. Əksişarəli

elektrik yükləri disklərə toxunan metal fırçalar vasitəsilə iki leyden bankasına (2) toplanır və bu yüklər kürəvi metal konduktorlara (3) ötürülür. Nəticədə konduktorlardan birində müsbət, digərində mənfi elektrik yükləri yaranır. Yüklənən elektrofor maşını “boşaltmaq” (yüksüzləşdirmək) üçün konduktorları dəstəklərindən tutub bir-birinə toxundurmaq lazımdır.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA

• Konduktorlar arasında qığılcım

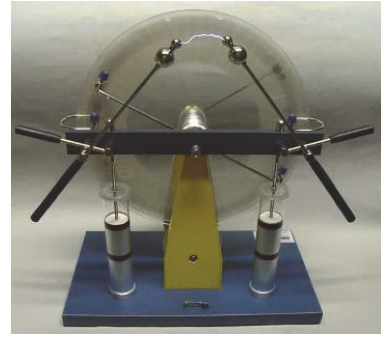
Təchizat: elektrofor maşını.

İşin gedişi:

1. Elektrofor maşınının konduktorlarını dielektrik dəstəyindən tutub bir-birindən aralayın və diskləri fırlatmaqla onları elektricləndirin.
2. Fırlatmağı saxlayın və dəstəklərindən tutaraq konduktorları bir-birinə toxundurmadan yaxınlaşdırın.

Nəticəni müzakirə edin:

- Elektriclənmiş konduktorları bir-birinə yaxınlaşdırdıqda nə müşahidə etdiniz? Baş verən hadisənin səbəbini izah edin.



NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Elektrik yüklərini toplamaq üçün istifadə edilən qurğu ___. Kondensatorun elektrik yükünü toplamaq qabiliyyəti ___ adlı fiziki kəmiyyətlə xarakterizə olunur. ___ ilk kondensatordur. Böyük miqdarda müxtəlif işarəli elektrik yükləri yaratmaq, toplamaq və ötürmək üçün istifadə olunan qurğu ___.

AÇAR SÖZLƏR

Elektrofor maşını

Elektrik tutumu

Kondensator

Leyden bankası

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Kondensatoru necə yükləmək və “boşaltmaq” olar?
2. Elektrofor maşını hansı məqsədlər üçün nəzərdə tutulur?
3. Nə üçün konduktorları bir-birinə toxundurduqda elektrofor maşını yüksüzləşir?

5.9. Elektrik sahəsi. Elektrik sahəsinin intensivliyi

Öyrəndiniz ki, eyni işarəli yüklə elektriclənən cisimlər bir-birini itələyir, müxtəlif işarəli yüklə elektriclənən cisimlər isə cəzb olunur. Apardığınız araşdırmalarda müşahidə etdiniz ki, elektriclənən cisimlər arasındakı belə qarşılıqlı təsirlər məsafədən baş verir. Həmçinin müşahidə etdiniz ki, bu cisimlər arasındakı məsafə kiçildikcə qarşılıqlı təsirlər də artır.

- Cisimlər arasında görünməyən elektrik qarşılıqlı təsiri məsafədən ötürən nədir?

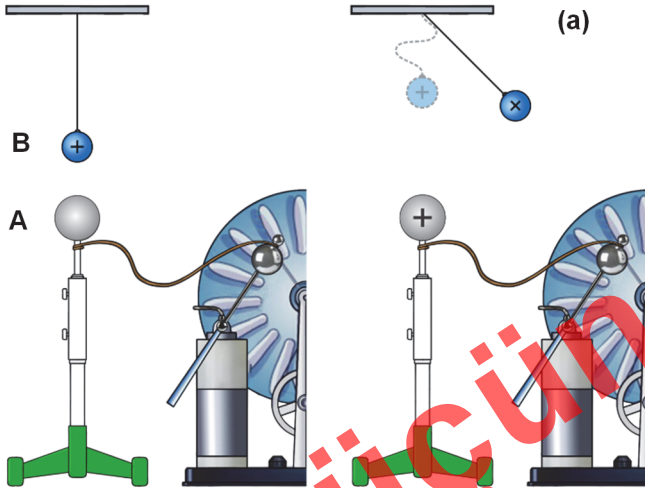
ARAŞDIRMA-1

- Elektrik qarşılıqlı təsiri məsafədən ötürən nədir?

Təchizat: dielektrik dayaq üzərinə bərkidilmiş metal kürəcik, ipək sapdan asılan yüngül metal sfera, elektrofor maşını, mis məftil.

İşin gedişi:

1. Sapdan asılan **B** metal sferanı elektrofor maşınının konduktoruna toxundurmaqla yükləyin.
2. Dielektrik dayaq üzərindəki **A** metal kürəciyi də elektrofor maşınının eyni konduktoruna birləşdirib metal sferanın altında müəyyən məsafədə yerləşdirin (**a**).
3. Elektrofor maşınının dəstəyini fırlatmaqla kürəciyi elektricləndirin və cisimlər arasında yaranan qarşılıqlı təsiri müşahidə edin.

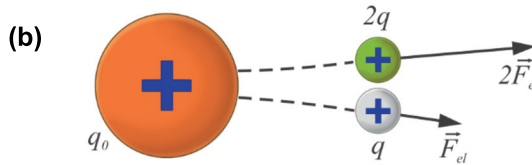


Nəticəni müzakirə edin:

- Elektricləndirdiyiniz cisimlər (kürəcik və sfera) arasında hansı xarakterli qarşılıqlı təsir müşahidə olundu?
- Bu təsirin məsafədən ötürülməsinin mexanizmi nədən ibarətdir?

Bu suala ilk dəfə XIX əsrin əvvəllərində ingilis alimi M.Faradey cavab verir: “hər bir elektrik yükünün (elektrik yüklü zərrəciyin və ya cismnin) ətrafında elektrik sahəsi mövcuddur”.

Elektrik sahəsi görünür, onun mövcudluğunu yalnız təsirləri ilə aşkar etmək mümkündür. Elektrik yükləri öz elektrik sahələri vasitəsilə bir-birinə müəyyən qüvvə ilə qarşılıqlı təsir göstərir. *Elektrik sahəsinin elektrik yükünə təsir etdiyi qüvvə $\vec{F}_{el}$, elektrik qüvvəsi* adlanır. Çoxsaylı təcrübələrdən müəyyən olunmuşdur ki, elektrik qüvvəsi təsir etdiyi elektrik yükünün mütləq qiyməti ilə düz mütənasibdir: $F_{el} \sim |q|$. Elektrik sahəsi bu sahədə yerləşən böyük elektrik yüklü zərrəcikə daha böyük qüvvə ilə təsir edir. Məsələn, sükunətdə olan müsbət q_0 yükünün elektrik sahəsinə gətirilən müsbət $2q$ yükünə təsir edən qüvvə eyni məsafədə yerləşən müsbət q yükünə təsir edən qüvvədən 2 dəfə böyükdür (b).



Qeyd.

- Sükunətdəki elektrik yükünün yaratdığı sahə **elektrostatik sahə** adlanır.
- Elektrik sahəsinə gətirilən yük **sınaq yükü** adlanır.

• **Elektrik sahəsinin qüvvə xarakteristikası – elektrik sahəsinin intensivliyi**

Bilirsiniz ki, qravitasiya sahəsinin qüvvə xarakteristikası qravitasiya sahəsinin intensivliyidir.

- Qravitasiya sahəsinin intensivliyi hansı istiqamətə yönəlir?
- Qravitasiya sahəsinin intensivliyinin modulu hansı fiziki kəmiyyətlərdən asılıdır?
- Qravitasiya sahəsi ilə müqayisə etdikdə elektrik sahəsinin qüvvə xarakteristikası haqqında nə demək olar: o hansı istiqamətə yönəlir və modulu hansı fiziki kəmiyyətlərdən asılıdır?

Elektrik sahəsinin qüvvə xarakteristikası *elektrik sahəsinin intensivliyidir. Elektrik sahəsinin intensivliyi vektorial kəmiyyət olub bu sahədəki müsbət yükə təsir edən elektrik qüvvəsinin istiqamətində yönəlir.*

- **Elektrik sahəsinin intensivliyi – elektrik sahəsində sınaq yükünə təsir edən elektrik qüvvəsinin bu yükün miqdarına olan nisbəti ilə ölçülən fiziki kəmiyyətdir:**

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_{el}}{q}$$

Burada $\vec{E}$ – elektrik sahəsinin intensivliyi, q – sahəyə gətirilən sınaq yükü, $\vec{F}_{el}$ – sınaq yükünə təsir edən qüvvədir.

Elektrik sahəsinin intensivliyi vektorial kəmiyyətdir. $\vec{E}$ vektoru müsbət yükə təsir edən qüvvə istiqamətində yönəlir.

- Verilmiş nöqtədə elektrik sahəsinin intensivliyi ədədi qiymətcə həmin nöqtəyə gətirilmiş vahid yükə (1Kl) təsir edən qüvvəyə bərabərdir.

Elektrik sahəsinin intensivliyinin BS-də vahidi:

$$[E] = \frac{[F]}{[q]} = \frac{1N}{1Kl} = 1 \frac{N}{Kl}.$$

Elektrik qüvvəsi elektrik sahəsinin intensivliyi ilə sınaq yükünün miqdarı hasilinə bərabərdir:

$$\vec{F}_{el} = q\vec{E}.$$

Kulon qanununa görə, nöqtəvi q_0 – yükünün yaratdığı sahədə q sınaq yükünə təsir edən elektrik qüvvəsinin modulu

$$F_{el} = k \frac{|q_0||q|}{r^2}$$

olduğundan:

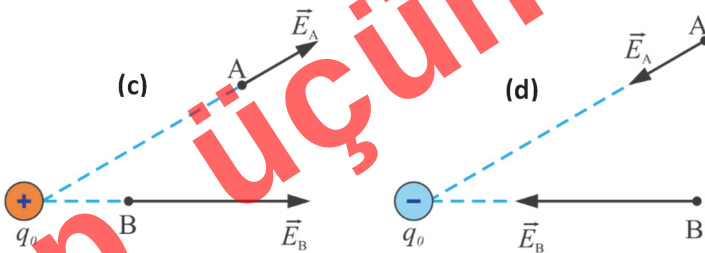
$$E = \frac{F_{el}}{q} = k \frac{|q_0||q|}{|q|r^2} = k \frac{|q_0|}{r^2},$$

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

- Nöqtəvi yükün verilmiş nöqtədə yaratdığı elektrik sahəsinin intensivliyinin modulu yükün miqdarı ilə düz, yükdən olan məsafənin kvadratı ilə tərs mütənəsbdir. Elektrik sahəsinin intensivliyi bu sahəyə gətirilən sınaq yükündən asılı deyildir.

• Nöqtəvi yükün fəzanın istənilən nöqtəsində yaratdığı elektrik sahəsinin intensivliyinin istiqaməti necə təyin edilir?

- Sahəni yaradan q_0 yükü müsbətdirsə, elektrik sahəsinin intensivlik vektoru sahənin istənilən nöqtəsində radial istiqamətdə yükə doğru, mənfi-dirsə, yükə doğru yönəlir (c və d).



ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA-2

• Elektrik sahəsinin hansı nöqtəsində intensivliyin modulu daha böyükdür?

Məsələ

Müsbət və mənfi q_0 yükünün elektrik sahəsinə araşdırın (bax: **c** və **d**). Şəkildə bu yüklərin fəzada yaratdıqları elektrik sahəsinin A və B nöqtələrində $\vec{E}_A$ və $\vec{E}_B$ intensivlik vektorları təsvir edilmişdir. Elektrik sahələrinin uyğun nöqtələrində intensivliyin modulları arasındakı münasibəti təyin edin.

Nəticəni müzakirə edin:

- Elektrik sahəsinin hansı nöqtəsində intensivliyin modulu daha böyükdür? Cavabınızı əsaslandırın.

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Hər bir elektrik yükünün ətrafında __ mövcuddur. Elektrik sahəsinin elektrik yükünə təsir etdiyi qüvvə __ adlanır. Elektrik sahəsinə gətirilən yük __ adlanır. Elektrik sahəsinin qüvvə xarakteristikası __. Elektrik sahəsinin intensivliyi __ olub müsbət yükə təsir edən elektrik qüvvəsinin istiqamətində yönəlir. Sükunətdəki elektrik yükünün yaratdığı sahə __ adlanır. __ verilmiş nöqtədə yaratdığı elektrik sahəsinin intensivliyinin modulu __ ilə düz, yükdən olan məsafənin kvadratı ilə tərs mütənasibdir.

AÇAR SÖZLƏR

Nöqtəvi yük

Vektorial kəmiyyət

Elektrik sahəsinin intensivliyi

Sınaq yükü

Elektrik qüvvəsi

Yükün miqdarı

Elektrostatik sahə

Elektrik sahəsi

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Elektrik sahəsi nə zaman yaranır və necə müəyyən edilir?
2. Elektriklənmiş cisim yaxınlığındakı yüklü zərrəcikə təsir edir, bəs zərrəcik də cismə təsir edirmi?
3. Yuxarı qalxan tozcuq havaya sürtünərək müsbət yüklə elektriklənir. Yer kürəsinin elektrik sahəsinin bu tozcuğa təsir etdiyi elektrik qüvvəsi hansı istiqamətə yönəlir?
4. Nə üçün elektrik sahəsinin intensivliyi sahənin qüvvə xarakteristikası adlanır?
5. Elektrik sahəsinin intensivliyi nədən asılıdır?
6. Nöqtəvi yükün elektrik sahəsinin intensivliyini Yerin qravitasiya sahəsinin intensivliyi ilə müqayisə edin.

5.10. Elektrik sahəsinin qüvvə xətləri

- Elektrik sahəsinin mənzərəsini müşahidə etmək mümkündürmü?
- Müxtəlif adlı nöqtəvi yüklərin elektrik sahələrinin mənzərəsi bir-birindən nə ilə fərqlənir?

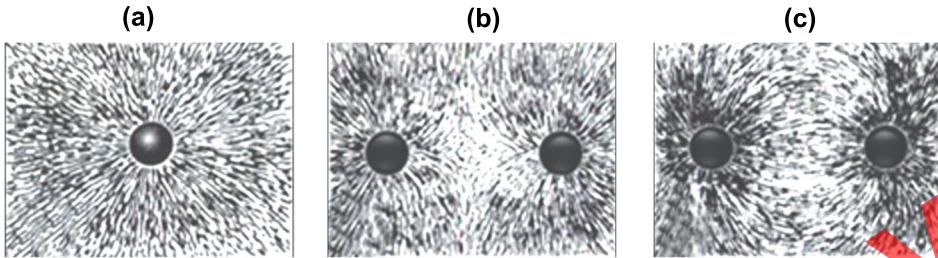
ARAŞDIRMA-1

• Elektrik sahəsinin qüvvə xətlərinin mənzərəsi

Təchizat: dielektrik dəstəkli metal kürəcik (2 əd.), elektrofor maşını, şüşə lövhə, manna yarması.

İşin gedişi:

1. Kürəcikdən birini elektrofor maşını ilə elektricləndirib şüşə lövhə altında yerləşdirin.
2. Şüşənin üzərinə manna yarması səpin və şüşəni qələmlə azca döyəcləyin. Manna yarmasının şüşə səthində yaratdığı mənzərənin şəklini mobil telefonla çəkin (a).
3. Təcrübəni iki kürəciyi, əvvəlcə eyniadlı, sonra isə əksişərəli yüklərlə elektricləndirməklə təkrarlayın. Hər iki halda müşahidə etdiyiniz mənzərənin fotosəklini çəkin (b və c).



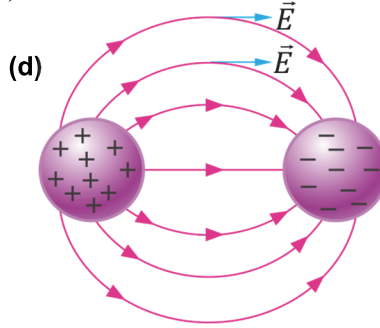
Nəticəni müzakirə edin:

- Təcrübədə nəyin mənzərəsini aldınız?
- Sonuncu iki mənzərədə (b və c) kürəciklərin yükünün işarəsi haqqında nə deyə bilərsiniz?
- Mənzərələrin müqayisəsindən elektrik sahəsinin qüvvə xətlərinin istiqamətinə dair hansı nəticəyə gəlmək olar?

Elektrik sahəsi haqqında əyani təsəvvürü *qüvvə xətləri* vasitəsilə almaq mümkündür. Sahənin qüvvə xətləri ilə təsvir edilməsini ingilis fiziki Maykl Faradey təklif etmişdir.

• *Elektrik sahəsinin qüvvə xətləri elə xətlərə deyilir ki, onların hər bir nöqtəsinə çəkilən toxunan həmin nöqtədə $\vec{E}$ intensivlik vektorunun istiqaməti ilə üst-üstə düşsün.*

Müxtəlif işarəli elektrik yükü ilə yüklənmiş iki cismin yaratdığı elektrik sahəsinin hər hansı nöqtəsində intensivlik vektoru həmin nöqtədə çəkilən toxunan istiqamətdə yönəlir (d).



Qeyd. Qüvvə xətləri şərti qəbul edilən məfhumdur. Bu xətlər yalnız elektrik sahəsinin fəzada paylanması mənzərəsini təsəvvür etməyə imkan verir.

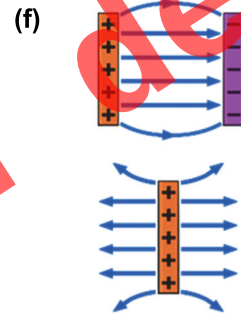
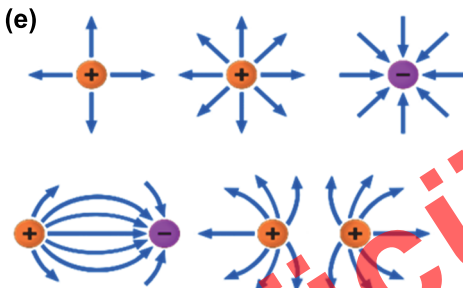
Müxtəlif yüklərin yaratdığı sahələrin qüvvə xətlərinin mənzərəsində müəyyən qanunauyğunluqlar var:

Birincisi, elektrik sahəsinin qüvvə xətləri qapalı deyil. Onlar müsbət yükə başlayır və mənfi yükə qurtarır (e).

İkincisi, qüvvə xətləri kəsilməzdir (bütöv xətlərdir) və bir-biri ilə kəsişmir. Fəzanın hər bir nöqtəsindən yalnız bir qüvvə xəttini keçirmək olar.

Üçüncüsü, sahənin intensivliyi böyük olan yerlərdə qüvvə xətləri daha sıx yerləşir.

Dördüncüsü, elektriclənən müstəvi lövhələr arasında elektrik sahəsinin qüvvə xətləri paralel və bir-birindən eyni məsafədə olur. Belə elektrik sahəsi bircins elektrik sahəsi adlanır (f).



• Bütün nöqtələrində intensivliyi qiymət və istiqamətcə eyni olan elektrik sahəsinə bircins elektrik sahəsi deyilir.

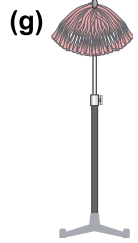
ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA-2

• “Elektrik sultanı” ilə təcrübə

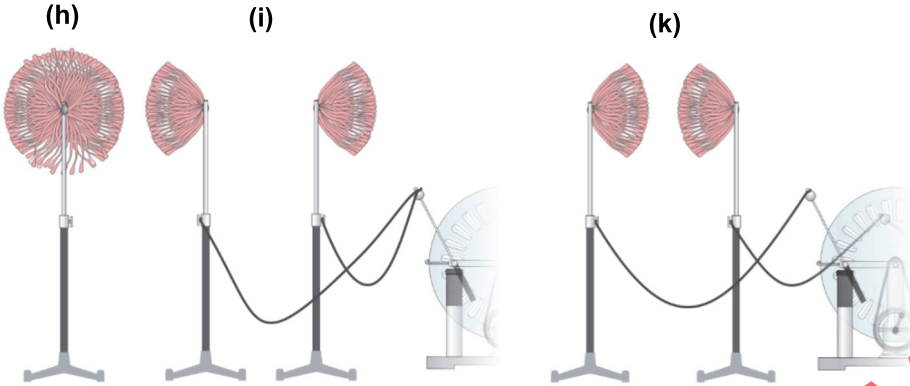
Təchizat: “elektrik sultanı” (2 əd.), elektrofor maşını, birləşdirici naqillər.

Cihazın təsviri: Elektrik sultanı – çoxsaylı nazik kağız zolaqlı başlıqdan ibarət metal çubuqdur. Çubuq plastmas ştativə geydirilir (g). Ona elektrik yükü verildikdə hər bir zolaq sınaq yükünə çevrilir və sahənin qüvvə xətləri istiqamətində düzülür



İşin gedişi:

1. Elektrik sultanının birini naqillə elektrofor maşınının konduktoruna birləşdirib onu elektricləndirin və kağız zolaqların düzülüşünə diqqət yetirin (h).
2. Sonra iki elektrik sultanını bir-birindən bir az aralı yerləşdirib onları eyniadlı yüklə elektricləndirin. Bu zaman kağız zolaqların düzülüşlərinə diqqət edin (i).
3. Hər iki elektrik sultanını əksişarəli yüklə elektricləndirin və kağız zolaqların düzülüşündəki mənşərəni müşahidə edin (k).



Nəticəni müzakirə edin:

- Müşahidə etdiyiniz hadisələr haqqında hansı ümumiləşmələr aparmaq olar?

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Elektrik sahəsinin ___ elə xətlərə deyilir ki, onların hər bir nöqtəsinə çəkilən toxunan həmin nöqtədə $\vec{E}$ ___ istiqaməti ilə üst-üstə düşsün. Elektrik sahəsinin qüvvə xətləri ___, onlar müsbət yükə başlayır və mənfi yükə qurtarır. Bütün nöqtələrində intensivliyi qiymət və istiqamətcə eyni olan elektrik sahəsinə ___ deyilir.

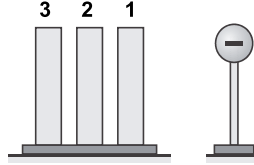
AÇAR SÖZLƏR
İntensivlik vektoru
Bircins elektrik sahəsi
Kəsilməz
Qüvvə xətləri

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

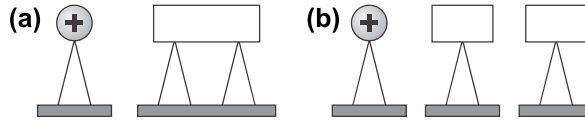
1. Elektrik sahəsinin qüvvə xətlərinin mənşərəsində hansı qanunauyğunluq var?
2. Nə üçün elektrik sahəsinin qüvvə xətləri kəsişmir?
3. Bircins elektrik sahəsi nədir və bu sahənin qüvvə xətləri necə təsvir olunur?

ÇALIŞMA-7

1. Dielektrik dayaq üzərində **1**, **2** və **3** metal lövhələri paralel yerləşdirilmişdir. **1** lövhəsinin yaxınlığına mənfi yüklə elektriklənən metal kürəcik gətirilsə, lövhələrdə elektrik yükü necə paylanar?

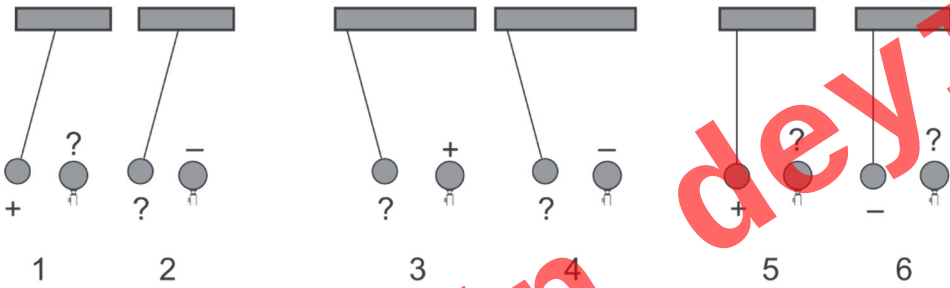


2. Müsbət yüklə elektriklənmiş kürəciyin elektrik sahəsində metal silindr yerləşdirildi (a). Bu vəziyyətdə metal silindr iki hissəyə bölünərsə, onlarda yüklər necə paylanar (b)?



3. Cümləni tamamlayın: ebonit çubuğu yun parçaya sürtdükdə o, __ yüklə, yun parça isə __ yüklə elektriklənir.

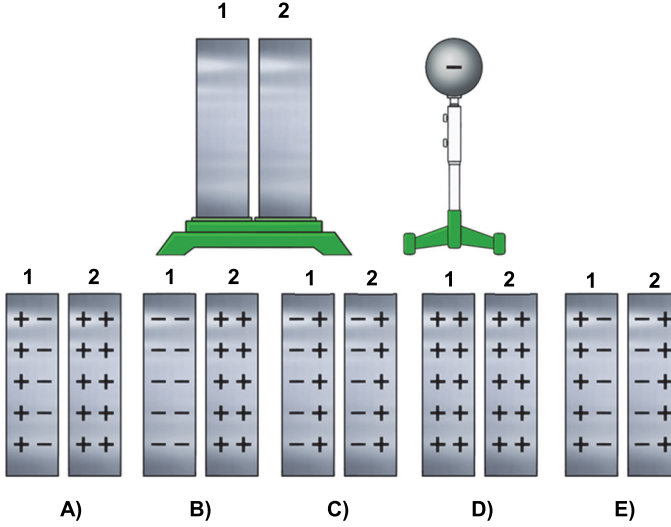
4. Kürəciklər hansı yükə malikdir?



5. Neytral berillium atomunun nüvəsi doqquz zərrəcikdən ibarətdir. Onun nüvəsi ətrafında 4 elektron hərəkət edir. Bu atomun nüvəsi neçə proton və neçə neytrondan ibarətdir?

ÜMUMİLƏŞDİRİCİ TAPŞIRIQLAR

1. Dielektrik dayaq üzərində 1 və 2 metal lövhələri paralel yerləşdirilmişdir. 2 lövhəsinin yaxınlığına mənfi yüklə elektriclənmiş metal kürəcik gətirilərsə, lövhələrdə elektrik yükü necə paylanar?



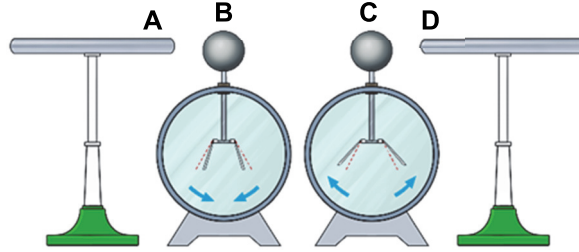
2. Intensivliyi $4 \frac{kN}{KL}$ olan bircins elektrik sahəsində $8 \cdot 10^{-6} KL$ yükə sahə tərəfindən nə qədər qüvvə təsir edir?

- A) 0,5 mN
- B) 2 mN
- C) 1,5 mN
- D) 2,5 mN
- E) 32 mN

3. Yükləri $+1nKL$ və $-3nKL$ olan iki eyniölçülü metal küre bir-birinə toxundurulub əvvəlki məsafəyə qədər uzaqlaşdırıldı. Kürelər arasındakı qarşılıqlı təsir qüvvəsi necə dəyişdi?

- A) 3 dəfə artdı
- B) 3 dəfə azaldı
- C) 9 dəfə artdı
- D) 9 dəfə azaldı
- E) dəyişmədi

4. B və C elektroskopları əksişarəli yüklə elektriclənmişdir. Elektriclənmiş A çubuğu B elektroskopuna yaxınlaşdırıldıqda elektroskopun yarpaqları qapanır, D çubuğu C elektroskopuna yaxınlaşdırıldıqda isə elektroskopun yarpaqları bir qədər də aralanır.



Bu ona görə baş verir ki:

1. A və D çubuqlarının yükləri əksişarəlidir.
2. A çubuğu ilə B elektroskopunun yükləri eyni işarəlidir.
3. D çubuğu ilə C elektroskopunun yükləri eyni işarəlidir.

- A) 1 və 2
B) Yalnız 2
C) 1 və 3
D) 2 və 3
E) Yalnız 1

5. Cismə $q = 8Kl$ elektrik yükünün olması o deməkdir ki, cismə...

- A) $1,6 \cdot 10^{19}$ elektron artıqdır
B) $5 \cdot 10^{19}$ elektron çatışmır
C) $8 \cdot 10^{19}$ elektron çatışmır
D) $8 \cdot 10^{19}$ elektron artıqdır
E) $5 \cdot 10^{19}$ elektron artıqdır

ELEKTRİK CƏRƏYANI

6

səh. 147–200

- 6.1. Elektrik cərəyanı
- 6.2. Cərəyan mənbələri
- 6.3. Elektrik dövrəsi və onun elementləri
- 6.4. Elektrik cərəyanının təsirləri
- 6.5. Cərəyan şiddəti və onun ölçülməsi
- 6.6. Gərginlik və onun ölçülməsi
- 6.7. Elektrik müqaviməti. Dövrə hissəsi üçün Om qanunu
- 6.8. Naqilin müqaviməti nədən asılıdır?
- 6.9. Naqillərin ardıcıl birləşdirilməsi
- 6.10. Naqillərin paralel birləşdirilməsi
- 6.11. Elektrik cərəyanının işi. Coul-Lens qanunu
- 6.12. Elektrik cərəyanının gücü
- 6.13. Elektrik cərəyanının canlı orqanizmə təsiri və tətbiqləri (əlavə oxu)

- Ümumiləşdirici tapşırıqlar

6.1. Elektrik cərəyanı

Həyatımızı elektrik cərəyanı olmadan təsəvvür etmək mümkün deyildir.

- Fərz edək ki, elektrik cərəyanı hansısa səbəbdən Yer kürəsinin bütün yaşayış məntəqələrində həmişəlik kəsilmişdir. Onun nəticələrini necə təsəvvür edirsiniz?
- Elektrik cərəyanı nədir? O, insan həyatında nə kimi rola məxsusdur?
- Elektrik cərəyanının mövcudluğu üçün başlıca şərtlər hansılardır?

ARAŞDIRMA-1

• Neon lampasının işıqlanmasına səbəb nədir?

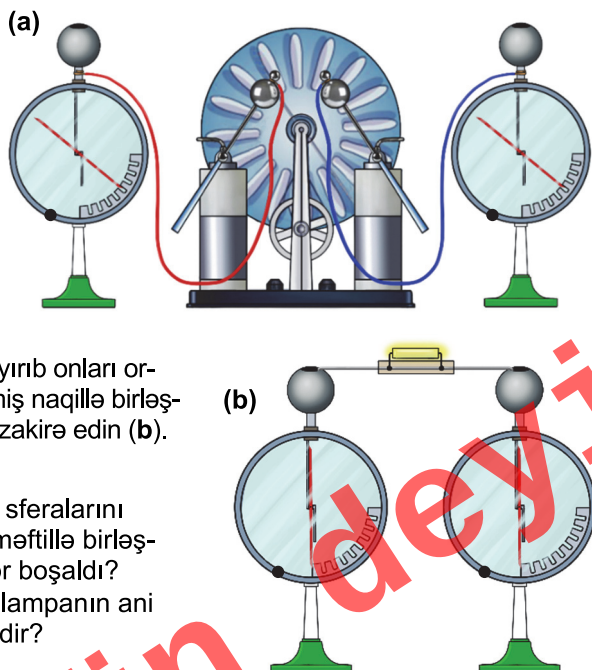
Təchizat: eyni metal sferalı iki elektrometr, ortasına kiçik lampa lehmlənmiş keçirici məftil (naqıl), birləşdirici naqillər, elektrofor maşını.

İşin gedişi:

1. Elektrometrlərin metal sferalarını elektrofor maşını ilə eyni miqdarlı əksişarəli yüklərlə elektricləndirin (a).
2. Metal sferaları elektrofor maşınının konduktorlarından ayırıb onları ortasına neon lampası lehmlənmiş naqillə birləşdirin və baş verən hadisəni müzakirə edin (b).

Nəticəni müzakirə edin:

- Elektriclənmiş elektrometrlərin sferalarını ortasında lampa olan keçirici məftillə birləşdirdikdə nə üçün elektrometrlər boşaldı?
- Sferaları birləşdirən məftildəki lampanın ani işıqlanıb-sönməsinə səbəb nədir?



Elektriclənmiş metal sferaları naqillə birləşdirdikdə elektrometrlərin dərhal boşalması o, deməkdir ki, sferalar öz yüklərini itirdi. Deməli, bu yüklər naqildə sərbəst hərəkət etmişdir. Hərəkətdə olan sərbəst yüklərin lampadan keçməsi isə onun işıqlanıb-sönməsinə səbəb olmuşdur.

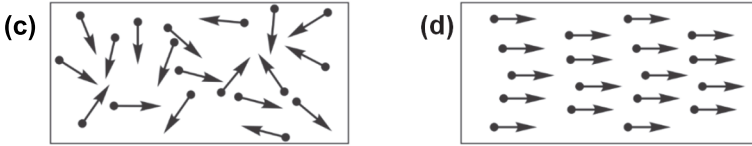
- **Yüklü zərrəciklərin nizamlı hərəkəti elektrik cərəyanı adlanır.**

Tərifdən görünür ki, maddədə fasiləsiz elektrik cərəyanının mövcud olması üçün zəruri şərtlər ödənməlidir. Bunlar aşağıdakıdır:

- maddədə bütün cisim boyu hərəkət edə bilən yüklü zərrəciklər (yükdaşıyıcılar) olmalıdır;
- bu zərrəciklərə onları müəyyən istiqamətdə hərəkət etdirən elektrik qüvvəsi təsir etməlidir;
- elektrik cərəyanının keçdiyi naqıl (naqillərdən ibarət elektrik dövrəsi) qapalı olmalıdır.

Birinci şərt bütün keçiricilərdə ödənilir: metallarda yükdaşıyıcılar – sərbəst elektronlar, elektrik cərəyanı keçirən məhlullarda isə – müsbət və mənfi ionlardır.

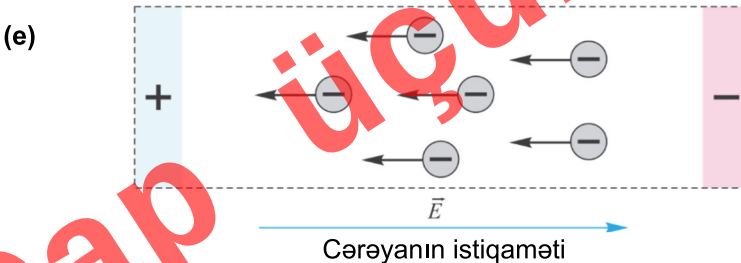
İkinci şərtin ödənməsi üçün naqildə elektrik sahəsi yaradılır: naqildə nizamsız hərəkət edən (c) yükdaşıyıcılar bu sahənin təsiri altında istiqamətlənmiş hərəkət alır (d).



Araşdırmada elektrik sahəsi yüklənmiş metal sferalar ətrafında yaranmışdır. Onları keçirici məfillə birləşdirdikdə elektrik sahəsi bu naqildə də yarandı. Yaranan sahə keçirici naqildəki sərbəst elektronlara elektrik qüvvəsi ilə təsir edir. Nəticədə elektronlar mənfi yüklənmiş sferadan müsbət yüklü sferaya doğru nizamlı hərəkət edir – naqildən və lampadan elektrik cərəyanı keçir. Lakin bu cərəyan qısamüddətli oldu: lampa ani olaraq yanıb-söndü. Buna səbəb metal sferalardakı yüklərin neytrallaşmasından sonra keçirici naqildə elektrik sahəsinin, onunla yanaşı sərbəst elektronlara təsir edən elektrik qüvvəsinin yox olmasıdır. Nəticədə sərbəst elektronların nizamlı hərəkəti – elektrik cərəyanı kəsilir.

• Elektrik cərəyanının istiqaməti şərti olaraq naqildəki elektrik sahəsinin intensivliyi istiqamətində qəbul edilmişdir.

Başqa sözlə desək, elektrik cərəyanının istiqaməti olaraq müsbət yüklərin hərəkət istiqaməti (sərbəst elektronların hərəkətinin əksi istiqaməti) qəbul olunmuşdur (e).

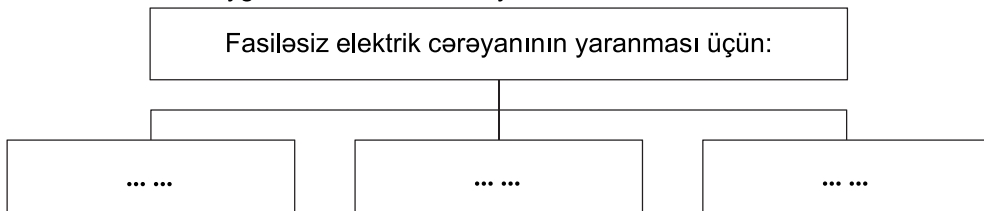


ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA-2

• Fasiləsiz elektrik cərəyanının yaranması üçün zəruri şərtlər

Verilən cədvəldə uyğun xanaları tamamlayın:



Nəticəni müzakirə edin:

- “Elektrik cərəyanı – sərbəst yükdaşıyıcıların nizamlı hərəkətidir” nə deməkdir?

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Yüklü __ nizamlı hərəkəti __ adlanır. Elektrik cərəyanının istiqaməti naqildəki elektrik __ istiqamətidir. Metallarda yükdaşıyıcılar __, məhlullarda isə müsbət və mənfi __. Fasiləsiz elektrik cərəyanının mövcud olması üçün aşağıdakı zəruri şərtlər ödənməlidir: maddədə __, onlara __ verən __ və cərəyanın keçdiyi naqıl qapalı olmalıdır.

AÇAR SÖZLƏR

Elektrik sahəsi
Sərbəst elektronlar
Sərbəst yükdaşıyıcı
Elektrik cərəyanı
Sahə intensivliyi
Zərrəcik
Nizamlı hərəkət
İonlar

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Təbiət və texnikada hansı cərəyanları tanıyırsınız? Elektrik cərəyanı onlardan nə ilə fərqlənir?
2. Fasiləsiz elektrik cərəyanının olması üçün zəruri şərtlər hansılardır?
3. Məhlullarda elektrik cərəyanı hansı zərrəciklərin hərəkəti istiqamətidir?

6.2. Cərəyan mənbələri

Qaranlıq yolu işıqlandırmaq üçün çox vaxt elektrik fənerindən istifadə edirsiniz. Fənerin düyməsini sıxmaqla istənilən zaman onun lampasını işıqlandırmaq və ya söndürmək olur.

- Elektrik fənerində lampanı uzun müddət elektrik cərəyanı ilə təmin edən nədir?
- Elektrik cərəyanının fasiləsiz yaranmasını təmin edən hansı qurğuları tanıyırsınız?

ARAŞDIRMA-1

• Elektrik cərəyanının arasıkəsilməzliyini təmin edən nədir?

Təchizat: elektrofor maşını, patrona bağlanmış lampə, elektrik fəneri, batareya, yapışqanlı lent, birləşdirici naqillər.

İşin gedişi:

I mərhələ:

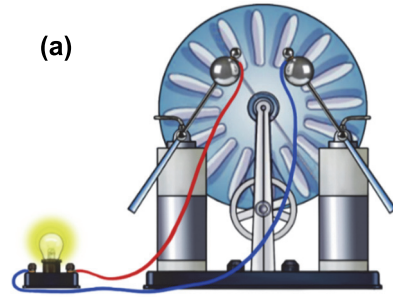
1. Elektrofor maşınının konduktorlarını bir-birinə toxundurmaqla onun neytrallaşmasına əmin olun.
2. Lampanın sıxaclarını elektrofor maşınının konduktorlarına birləşdirin və maşının dəstəyini fırlatmaqla onu elektricləndirin (a).
3. Elektrofor maşınının elektricləndirilməsinə arəbir fəsilə verin (dəstəyi fırlatmayın) və baş verən hadisəni izləyin.

II mərhələ:

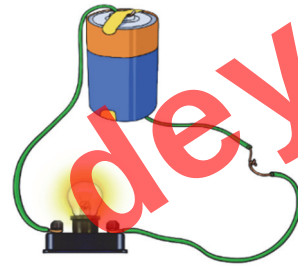
1. Batareya və lampanı naqillərlə şəkildəki kimi birləşdirin (b).
2. Naqillərin açıq uclarını bir-birinə toxundurub uzaqlaşdırmaqla baş verən hadisəni müşahidə edin.

Nəticəni müzakirə edin:

- Birinci araşdırmada lampanın işıqlanmasına səbəb nədir?
- Bu işıqlanma nə vaxta qədər davam etdi? Nə üçün?
- İkinci araşdırmada lampadan elektrik cərəyanının keçməsinə nə təmin edirdi?



(b)



Naqildən elektrik cərəyanının uzun müddət keçməsi üçün onun uclarında arasıkəsilmədən elektrik sahəsi yaradılmalıdır: naqilin uclarında fasiləsiz

olaraq elektrik yüklərinin toplanması təmin olunmalıdır. Bu məqsədlə cərəyan mənbəyi və ya generator adlanan qurğudan istifadə olunur.

Cərəyan mənbələrinə misal olaraq elektrofor maşını, müxtəlif batareyaları (quru qalvanik element) (c) və ya akkumulyatoru (d), sabit maqnitli cərəyan generatorunu (e), günəş batareyasını (f) və fizika laboratoriyasında işlədilən cərəyan düzləndiricilərini də (g) göstərmək olar.



(c)

(d)

(e)



(f)

(g)

Cərəyan mənbələrində yüklü zərrəciklərin ayrılma prosesi gedir. Bu prosesdə mexaniki, kimyəvi, daxili və ya hər hansı başqa enerji növü elektrik enerjisinə çevrilir. Məsələn, elektrofor maşını və sabit maqnitli generatorunda mexaniki enerji, akkumulyatorunda kimyəvi enerji, Günəş batareyasında işıq şüalarının enerjisi elektrik enerjisinə çevrilir.

Müasir cərəyan mənbəyinin yaradıcılarından biri italyan alimi Alessandro Volta olmuşdur. O müəyyən etmişdir ki, mis və sink lövhələrinin arasında turşuda isladılmış parça yerləşdirdikdə mis lövhə müsbət yüklə, sink lövhə isə mənfi yüklə elektriklənir. Bu o deməkdir ki, lövhələr arasında *yüklərin bölünməsi* baş vermişdir. *Elektrod* adlandırılan bu lövhələri naqillə birləşdirdikdə həmin naqildə elektrik cərəyanı yaranır.



Alessandro Volta

(1745–1827)

İtalyan alimi

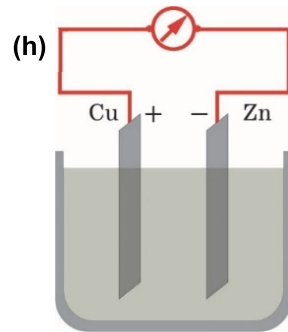
Elektrik təliminin banilərindən biri. 1800-cü ildə kimyəvi reaksiya əsasında işləyən *qalvanik element* hazırlamışdır.

• Nə üçün Voltanın hazırladığı cərəyan mənbəyində yüklərin bölünməsi baş verdi?

Təcrübələrdən məlum olmuşdur ki, mis elektrod turşu ilə kimyəvi reaksiyaya girdikdə elektronlarını itirərək müsbət yüklə elektriclənir. Sink elektrod isə, əksinə, turşu ilə kimyəvi reaksiyada turşudan elektron alaraq mənfi yüklə elektriclənir. Bu elektrodlar *cərəyan mənbəyinin qütbləri* adlanır – uyğun olaraq *müsbət qütb* və *mənfi qütb* (h).

Beləliklə:

- *Cərəyan mənbəyində elektrik yüklərinin ayrılması baş verir: müsbət yüklər onun bir qütbündə, mənfi yüklər isə digər qütbündə toplanır.*

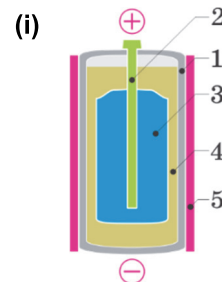


İş prinsipi kimyəvi reaksiyaya əsaslanan cərəyan mənbəyi qalvanik element adlanır. O, italyan biologu Luici Qalvaninin şərəfinə adlandırılmışdır: alim heyvanlar üzərində təcrübə apararkən əzələ yığılması zamanı elektriclənmə hadisəsini aşkar etmişdir.

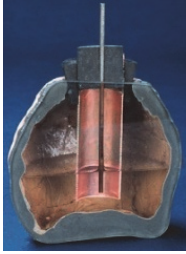
Qalvanik elementlər bu gün ən geniş tətbiq olunan cərəyan mənbələrindən biridir, məsələn, sizə məlum olan batareya və akkumulyatorlar.

Müasir quru qalvanik element daxilində kömür çubuğu (1) olan sink qabından (2) ibarətdir. Kömür çubuğu içərisində manqan oksidi ilə kömür qarışığı olan kətan kisəciyində (3) yerləşdirilir. Kisəcik naşatır məhlulu ilə un qarışığından hazırlanmış qatı yapışqanla (4) əhatə edilir. Sink qab karton qutu (5) içərisinə qoyulur və üstədən qatran qatı ilə örtülür. Elementin daxilində gedən kimyəvi reaksiyalar nəticəsində kömür çubuq müsbət, sink qab isə mənfi yüklənir (i).

Qalvanik elementin sxemi



BİLİRSİNİZMİ?



Tarixdə ilk qalvanik element L.Qalvaniden 3800 il əvvəl Bağdadda hazırlanmışdır. 1938-ci ildə aparılan arxeoloji qazıntılar nəticəsində aşkar edilmiş bu element saxsı qabın daxilinə qatı qatran qapaq vasitəsilə keçirilmiş dəmir və mis naqillərdən ibarətdir. Arxeoloqlar müəyyənləşdirdilər ki, bu qalvanik element dünyada ən qədim elektrik enerjisi mənbəyidir.

Ünvan: www.factruz.ru/history_mystery/baghdad-battery.htm

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA-2

• Dadlı batareya

Təchizat: limon (2 əd.), mis və sink mətillər (elektrodlar), elektrovoltmetr (naqildə elektrik cərəyanını müəyyən edən həssas ölçü cihazı), birləşdirici naqillər.

İşin gedişi:

1. Mis və sink elektrodları bir-birindən müəyyən məsafədə limona batırmaqla "qalvanik element" hazırlayın.
2. Elektrovoltmetrin naqillərini "elektrodlarına" birləşdirməklə "qalvanik elementin" işləyib-isləmədiyini yoxlayın. Bunu "elektrodlara" birləşdirdiyiniz naqillərin ucuna dilinizi toxundurmaqla da edə bilərsiniz.

Nəticəni müzakirə edin:

- Limondan hazırladığınız qalvanik elementin iş prinsipini söyləyin.
- Başqa meyvədən də qalvanik element hazırlamaq olarmı? Cavabınızı əsaslandırın.



NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Naqildən __ uzun müddət keçməsi üçün onun uclarında arasıkəsilmədən __ yaradılmalıdır. Bu məqsədlə __ və ya __ adlanan qurğudan istifadə olunur. Cərəyan mənbəyində __ baş verir.

AÇAR SÖZLƏR

Cərəyan mənbəyi
Elektrik sahəsi
Yüklərin bölünməsi
Elektrik cərəyanı
Generator

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Cərəyan mənbəyinin rolu nədən ibarətdir?
2. Bütün cərəyan mənbələrində hansı proses baş verir?
3. Cərəyan mənbələrində hansı enerji çevrilmələri baş verir?
4. Qalvanik elementin iş prinsipini izah edin.

6.3. Elektrik dövrəsi və onun elementləri

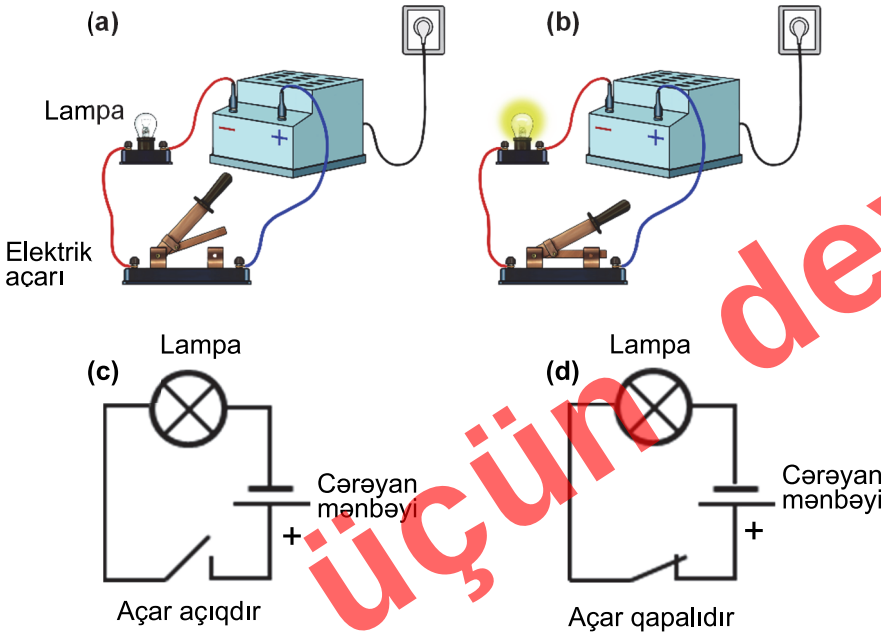
Fasiləsiz elektrik cərəyanının mövcud olması üçün zəruri şərtlərdən biri cərəyan keçən ixtiyari elektrik qurğusunun qapalı olmasıdır – qurğu *qapalı elektrik dövrəsi* əmələ gətirməlidir.

- Elektrik dövrəsinin qapalı olub-olmadığını necə müəyyən etmək olar?
- Elektrik dövrəsi hansı elementlərdən təşkil oluna bilər?
- Məişətdə rast gəldiyiniz elektrik dövrələrinə aid misallar göstərin.

Elektrik dövrəsi müxtəlif elementlərdən ibarət ola bilər:

- 1) cərəyan mənbəyi;
- 2) elektrik işlədicisi (lampa, elektrik zəngi, elektrik qızdırıcısı, televizor və s.);
- 3) elektrik açarı;
- 4) elektrik ölçü cihazları (ampermetr, voltmetr və s.);
- 5) birləşdirici naqillər.

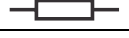
Cərəyan mənbəyi, elektrik lampası, birləşdirici naqillər və açar sadə elektrik dövrəsini təşkil edir (a). Açar işlədicini istənilən vaxt dövrəyə daxil edən və ya dövrədən ayıran qurğudur. Lampa yalnız dövrə qapalı olduqda işıqlanır (b). Bu dövrəni təşkil edən elementlər şərti işarələrlə sxemdə təsvir edilir (c və d).



Diqqət! Elektrik dövrəsi yalnız açarın açıq vəziyyətində yığılmalıdır!

Cədvəl 6.1-də elektrik dövrəsinin sxemlərində gələcəkdə tez-tez istifadə ediləcək elementlərin şərti işarələri göstərilir.

Cədvəl 6.1. Elektrik dövrəsinin bəzi elementlərinin şərti işarəsi.

Elektrik dövrəsinin elementi	Şərti işarəsi
Qalvanik element	
Naqillərin birləşməsi	
Cərəyan mənbəyinin sıxacları	
Elektrik açarı: <i>açıq halda</i> <i>qapalı halda</i>	 
Közülmə lampası	
Elementlər batareyası və ya akkumulyator	
Ampermetr	
Voltmetr	
Kondensator	
Rezistor	
Elektrik zəngi	
Reostat	
Əriyən qoruyucu	
Qızdırıcı element	
Torpaqlama (Yerlə birləşdirilmə)	
Antena	
Elektrik mühərriki	

Hər bir qapalı elektrik dövrəsi iki hissədən ibarətdir: xarici hissə və daxili hissə. Dövrənin *xarici hissəsini* cərəyan mənbəyinin sıxaclarına birləşdirilən naqillər, elektrik işlədiciləri və ölçü cihazları təşkil edir. Dövrənin *daxili hissəsi* isə cərəyan mənbəyinin daxilində yerləşir. Dövrə qapalı olduqda xarici hissədən cərəyan keçir və işlədicilər işə düşür. Dövrədəki elektrik enerjisi

işlədildiyindən cərəyan mənbəyinin qütblərindəki elektrik yükləri neytrallaşmalıdır, lakin bu baş vermir, çünki cərəyan mənbəyinin daxilində elektrik yüklərinin arasıkəsilməz ayrılması baş verir və qütblərə fasiləsiz elektrik yükləri toplanır.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA

• Cib fənərinin elektrik dövrəsinin sxemini çəkin

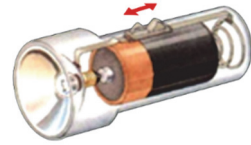
Təchizat: cib fənərinin prinsipial sxemi.

İşin gedişi:

Cədvəl 6.1-dən istifadə etməklə təsvirdə verilən fənərin elektrik dövrəsinin sxemini çəkin.

Nəticəni müzakirə edin:

- Elektrik dövrəsi hansı elementlərdən təşkil olunmuşdur?



NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

___ mövcud olması üçün zəruri şərtlərdən biri cərəyan keçən elektrik qurğularının qapalı ___ əmələ gətirməlidir.

Elektrik dövrəsi müxtəlif ___ ibarət ola bilər.

Elektrik dövrəsini təşkil edən elementlər ___ ilə sxemdə təsvir olunur.

Qapalı elektrik dövrəsi iki hissədən ibarətdir: ___ və ___ .

AÇAR SÖZLƏR

Şərti işarə

Xarici hissə

Element

Elektrik dövrəsi

Daxili hissə

Elektrik cərəyanı

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Elektrik dövrəsi nədir və o nə üçün qapalı olmalıdır?
2. Elektrik dövrəsi hansı hissələrdən ibarətdir? Bu hissələrin fərqi nədir?
3. Elektrik dövrəsində açar, lampa, cərəyan mənbəyi sxemdə hansı işarə ilə göstərilir?
4. Cərəyan mənbəyinə qoşulan lampanı uzun dəhlizin bir tərəfində yandırmaq, digər tərəfində isə söndürmək lazımdır. Bu dövrənin sxemini çəkin.

6.4. Elektrik cərəyanının təsirləri

Məlumdur ki, elektrik cərəyanı yüklü zərrəciklərin nizamlı hərəkətidir. Lakin bu zərrəciklər o qədər kiçikdir ki, nə onların ölçlərini, nə də yerdəyişmələrini görmək mümkün deyildir.

- Naqildə elektrik cərəyanının olub-olmadığını necə aşkar etmək olar?

Elektrik cərəyanını praktikada geniş tətbiq olunan müxtəlif təsirləri ilə aşkar etmək olur.

• Cərəyanın işıq və istilik təsirləri

Elektrik cərəyanının bu təsirlərini közərmə lampası olan dövrələrin araşdırılmasında əyani olaraq müşahidə etmisiniz: cərəyan keçən naqilin teli həm işıqlanır, həm də qızır. Cərəyanın işıqlanma təsirlərini bir çox alimlər araşdırmışlar: bunlar italyan alimi A.Volta, rus ixtiraçısı V.Petrov (elektrik qövsünü ixtira etmişdir) və P.Yabloçkov (elektrik qövsünü işıqlanmaya tətbiq etmişdir), Amerika ixtiraçısı T.Edison (müasir közərmə lampasını ixtira etmişdir) və başqalarıdır. Onların araşdırmalarının nəticəsi müxtəlif işıqlanma lampalarının yaradılmasıdır (a).

Cərəyanın istilik təsirlərindən isə elektrik qızdırıcılarında (məsələn, elektrik çaydanları, qızdırıcılar və s.) geniş tətbiq edilir (b).

(a)



(b)



• Cərəyanın kimyəvi təsiri

Bu təsiri müxtəlif maddələrin sulu məhlullarından cərəyan keçərkən asanlıqla müşahidə etmək olur.

ARAŞDIRMA-1

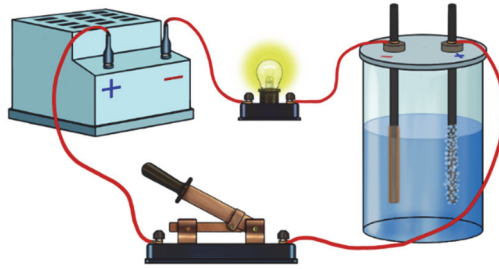
• Elektrik cərəyanı kimyəvi reaksiya yaradır?

Təchizat: cərəyan mənbəyi, açar, iki ədəd qrafit (kömür) elektrodlar (bu elektrodlar məhlulla kimyəvi reaksiyaya girmir), içərisində mis 2-xloridin suda məhlulu olan şüşə qab, patrona bağlanmış lampa, birləşdirici naqillər.

İşin gedişi:

1. Elektrodları içərisində məhlul olan qaba daxil edib şəkildə təsvir olunduğu kimi dövrə yığını (c).
2. Açarı qapayın: lampanın işıqlanmasında, elektrodlarda və məhlulda baş verənləri diqqətlə izləyin.

(c)



Nəticəni müzakirə edin:

- Açarı qapadıqdan sonra lampanın işıqlanmasında hansı dəyişiklik müşahidə olundu?
- Cərəyan mənbəyinin hansı qütbünə bağlanan elektrod üzərində çöküntü, hansı elektrod yaxınlığında qaz qabarcıqları yaranmağa başladı?
- Müşahidə olunan hadisələrin səbəbi haqqında nə kimi fərziyyə irəli sürmək olar?

Müxtəlif maddələrin sudakı məhlulundan elektrodlar vasitəsilə cərəyan keçdikdə bu elektrodların üzərində yeni maddə yaranır: kimyəvi reaksiya nəticəsində bərk cisimlərin zərrəcikləri elektrodlar üzərində toplanaraq çöküntü verir, ayrılan qaz isə qabarcıqlar şəklində məhlulun səthinə qalxır. Araşdırmada bunu müşahidə etdiniz. Cərəyan mənbəyinin mənfi qütbünə bağlanan elektrod üzərində məhluldan yeni maddə – mis ayrılır. Nəticədə həmin elektrod narıncı rəngli çöküntüyə “bürünür”. Mənbəyin müsbət qütbünə birləşdirilən elektrod yaxınlığında isə xlor qazı (onun spesifik iyi hiss edilir) qabarcıqlar formasında mayenin səthinə qalxır.

- *Məhluldan cərəyan keçərkən elektrodlar üzərində maddə ayrılması hadisəsi **elektroliz** adlanır.*

Elektroliz vasitəsilə məmulatların xromlanması və nikellənməsi həyata keçirilir. Cərəyanın kimyəvi təsiri qazlarda da özünü göstərir, məsələn, tufanda havadan ozon qoxusu gəlir (*ozon* – oksigenin xüsusi formasıdır, onun molekulu üç atomdan təşkil olunmuşdur: O_3).

Cərəyanın kimyəvi təsirləri, bəzən isə istilik təsiri heç də həmişə müşahidə olunmur: məsələn, elektriki yaxşı keçirən mis naqildən zəif cərəyan keçdikdə onda istilik təsiri hiss edilmir.

- **Cərəyanın elə bir təsiri varmı ki, o, həmişə hiss olunsun?**

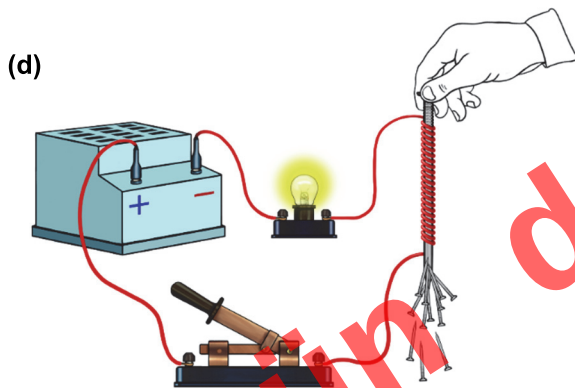
ARAŞDIRMA-2

- **Cərəyanın maqnit təsiri**

Təchizat: cərəyan mənbəyi, açar, mismar (150 mm-lik), kiçik mismarlar (5–6 əd.) patrona bağlanmış lamp, birləşdirici naqillər.

İşin gedişi:

1. Açarın açıq vəziyyətində naqilin birini mismara dolayın və qalan elementlərlə birlikdə dövrəyə birləşdirin.
2. Kiçik mismarları masa üzərinə səpələyin və naqil dolanan böyük mismarın ucunu onlara toxunana qədər yaxınlaşdırın.
3. Açarı qapayın və təcrübəni təkrarlayın. Müşahidə olunan hadisəni müzakirə edin (d).



Nəticəni müzakirə edin:

- Açar açıq olduqda təcrübə zamanı dövrədə bir dəyişiklik müşahidə olundumu?
- Açarı qapadıqda dövrədə yaranan elektrik cərəyanının hansı təsirlərini müşahidə etdiniz?

Elektrik cərəyanının təsirlərindən biri onun maqnit təsiridir. *Cərəyanın digər təsirlərindən fərqli olaraq maqnit təsiri həmişə özünü göstərir.* Bu səbəbdən onun çox geniş praktik tətbiqləri vardır: elektrik ölçü cihazlarında, elektrik

zəngində, keçmişdə istifadə olunan teleqraf aparatlarında və metallurgiya zavodlarında istifadə edilən maqnit kranlarının iş prinsipinin əsasında cərəyanın maqnit təsiri durur.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA-3

- Cərəyanın maqnit təsiri həmişə özünü göstərir

Təchizat: cərəyan mənbəyi, açar, patrona bağlanmış lamp, birləşdirici naqillər, kompas, yapışqanlı lent.

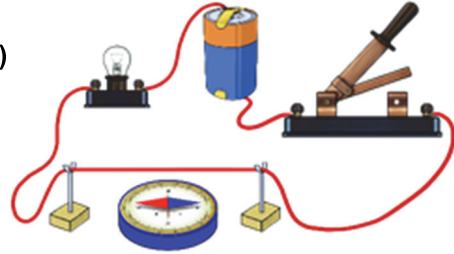
İşin gedişi:

1. Açarın açıq vəziyyətində kompası naqilin yaxınlığında yerləşdirin və əqrəbin təbii vəziyyət almasını (əqrəbin göy rəngli ucu şimala yönəlməlidir) gözləyin (e).
2. Açarı qapayın və baş verən hadisəni izləyin (f).

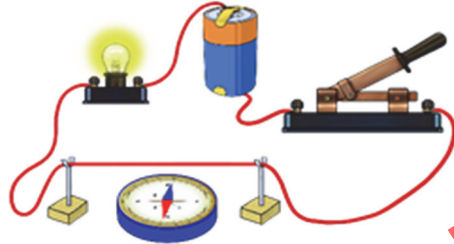
Nəticəni müzakirə edin:

- Naqildən cərəyanın keçməsi onun hansı təsiri ilə müşayiət olundu? Cavabınızı əsaslandırın.

(e)



(f)



NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Naqildən ___ keçməsi onun müxtəlif təsirləri ilə müşayiət olunur. Elektrik lampalarında və qızdırıcılarda ___ və ___ geniş istifadə olunur. Müxtəlif maddələrin sudakı məhlulundan cərəyan keçdikdə onun ___ aşkar edilir. Cərəyanın ___ yeganə təsirdir ki, həmişə müşahidə olunur.

AÇAR SÖZLƏR

İşıq təsiri
Elektrik cərəyanı
Maqnit təsiri
Kimyəvi təsir
İstilik təsiri

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Naqildən cərəyan keçməsinə necə müəyyən etmək olar?
2. Elektrik cərəyanının istilik və kimyəvi təsirlərinə aid misallar göstərin.
3. Cərəyanın maqnit təsirinin onun digər təsirlərindən mühüm fərqi nədədir?
4. Cərəyan dəniz suyundan keçərsə, onun hansı təsiri baş verər?

6.5. Cərəyan şiddəti və onun ölçülməsi

Xəzər dənizinə tökülən iki çayı – Kür və Vəlvələ çaylarını müqayisə etdikdə asanlıqla müəyyən etmək olar ki, onların en kəsiklərindən eyni zaman fasiləsində keçən suların miqdarı fərqlidir. Buna analogi olaraq közərmə lampasının telinin və qızdırıcının spiralının en kəsiklərindən vahid zamanda keçən elektrik yüklərinin miqdarı da fərqlidir.

- Vahid zamanda naqilin en kəsiyindən keçən elektrik yükünün miqdarını təyin etmək olarmı? Bunu bilmək nə dərəcədə əhəmiyyətlidir?

ARAŞDIRMA-1

- Elektrik lampasının fərqli işıqlanmasına səbəb nədir?

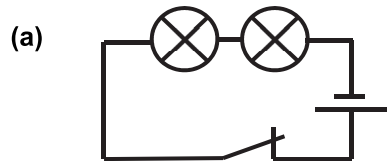
Təchizat: cərəyan mənbəyi, açar, iki müxtəlif lampa (2 Vt və 4 Vt), birləşdirici naqillər.

İşin gedişi:

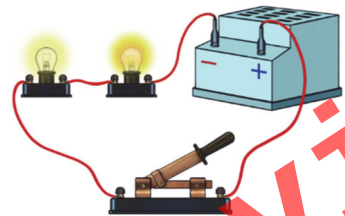
1. Verilən sxem əsasında elektrik dövrəsi qurun (a).
2. Açarı qapayın və lampaların işıqlanmasını müşahidə edin (b).

Nəticəni müzakirə edin:

- Nə üçün eyni cərəyan mənbəyinə qoşulan lampalar müxtəlif parlaqlıqla işıqlandı?
- Araşdırmadan hansı nəticəyə gəlmək olar? Fərziyyənizi söyləyin.



(b)



Naqilin en kəsiyindən verilən zaman müddətində keçən elektrik yüklərinin miqdarını müqayisə etmək və hesablamaq üçün *cərəyan şiddəti* adlanan fiziki kəmiyyətdən istifadə edilir:

Düsturu	Ölçü vahidi
$I = \frac{q}{t}$ Burada I – cərəyan şiddəti, q – naqilin en kəsiyindən keçən elektrik yükünün miqdarı, t – yükün keçməsinə sərf olunan zamandır.	$[I] = 1 \frac{[q]}{[t]} = 1 \frac{Kl}{san} = 1A.$ Cərəyan şiddətinin BS-də vahidi amperdir (1A).
Tərifı	Tərifı
Cərəyan şiddəti – ədədi qiymətə naqilin en kəsiyindən bir saniyədə keçən elektrik yükünün miqdarına bərabər olan skalyar kəmiyyətdir.	Bir amper (1A) – elə cərəyan şiddətidir ki, bu cərəyan vakuumda aralarındakı məsafə 1m olan iki paralel, sonsuz uzun naqillərdən keçdikdə onların hər 1 m parçası $2 \cdot 10^{-7}$ N qüvvə ilə qarşılıqlı təsirdə olur.

Cərəyan şiddətinin vahidi fransız alimi Andre Amperin şərəfinə adlandırılmışdır. Cərəyan şiddətinin vahidi olan *amper* BS-də əsas vahidlərdən biridir. Praktikada cərəyan şiddəti vahidinin hissə və misillərindən də istifadə olunur:

$$1mA = 10^{-3}A; \quad 1mA = 10^{-6}A; \quad 1kA = 10^3A.$$



Andre Mari Amper

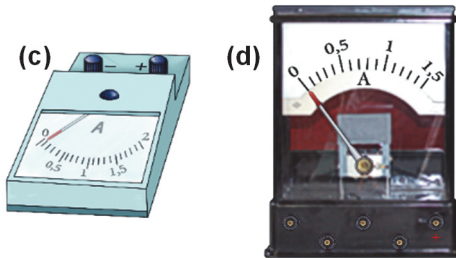
(1775–1836)

Fransız alimi

Elektrik və maqnetizm təliminin banilərindən biri. Cərəyanlı naqillərin qarşılıqlı təsir qanununu (Amper qanunu) müəyyənləşdirmiş, cərəyanlı naqilin maqnit təsirinin tətbiqlərinə aid müxtəlif cihazlar hazırlamışdır.

• Cərəyan şiddətinin ölçülməsi

Cərəyan şiddəti *ampermetr* adlanan cihazla ölçülür. Fizika kabinetində iki növ ampermetrdən istifadə olunur: laboratoriya ampermetri (c) və nümayiş ampermetri (d).



Ampermetrin şkalasında **A** hərfi olur. Sxemlərdə o, içərisində **A** hərfi olan daire ilə işarə edilir (bax: cədvəl 6.1). Elektrik işlədicisində (məsələn, lampada) cərəyan şiddətini ölçmək üçün ampermetr bu işlədiciyə ardıcıl birləşdirilir (e). Bu zaman həm işlədiciyə, həm də ampermetrdən eyni cərəyan keçir.



Diqqət! Ampermetr dövrəyə qoşularkən diqqət etmək lazımdır ki, onun müsbət sıxacı cərəyan mənbəyinin müsbət qütbü tərəfə, mənfi sıxacı isə mənfi qütbü tərəfə birləşdirilsin, əks halda cihazın əqrəbi geriye hərəkət etməyə çalışar və ampermetr xarab ola bilər.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA-2

• Məsələləri həll edin

1. Naqilin en kəsiyindən 10 san ərzində 4 Kl yük keçir. 3 dəq ərzində həmin naqilin en kəsiyindən nə qədər yük keçər?

Verilir	Çevirmə	Həlli
$t_1 = 10 \text{ san},$ $q_1 = 4 \text{ Kl},$ $t_2 = 3 \text{ dəq.}$ $q_2 = ?$	$= 3 \cdot 60 \text{ san}$	Cərəyan şiddətinin riyazi ifadəsindən naqilin en kəsiyindən keçən yükün miqdarı təyin olunur: $q_1 = I \cdot t_1 \text{ və } q_2 = I \cdot t_2$ ifadələrindən alınır: $\frac{q_1}{q_2} = \frac{t_1}{t_2}$
Hesablanması $q_2 = \frac{4 \text{ Kl} \cdot 3 \cdot 60 \text{ san}}{10 \text{ san}} = 72 \text{ Kl.}$ Cavab: 72 Kl.		

2. Naqildəki cərəyan şiddəti 10 A-dir. Naqilin en kəsiyindən 5 dəq ərzində keçən elektrik yükünün miqdarını hesablayın.

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Ədədi qiymətcə naqilin en kəsiyindən bir saniyədə keçən elektrik yükünün miqdarına bərabər olan kəmiyyət ___ adlanır. Cərəyan şiddətinin BS-də vahidi ___. Cərəyan şiddəti ___ adlanan cihazla ölçülür. O, elektrik dövrəsinə ___ birləşdirilir.

AÇAR SÖZLƏR
Amper
Ardıcıl
Ampermetr
Cərəyan şiddəti

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Cərəyan şiddəti nəyi xarakterizə edir?
2. Cərəyan şiddəti hansı cihazla ölçülür, sxemlərdə şərti işarəsi nədir və o, dövrəyə necə qoşulur?
3. Naqilin en kəsiyindən 10 dəq ərzində 200 Kl yük keçərsə, ondakı cərəyan şiddəti neçə amperdir?

6.6. Gərginlik və onun ölçülməsi

Kür və Vəlvələ çayları aran sahələrindən sakit axsalar da, hər ikisi Xəzər dənizinə tökülür. Buna səbəb çay sularının mənbələri ilə mənsəbi olan Xəzər dənizi arasındakı hündürlüklər fərqi – sular potensial enerjisi böyük olan yerdən potensial enerjisi kiçik olan yerə axır.

- Analoji olaraq dövrədən elektrik cərəyanının keçməsinə səbəb nədir? Elektrik dövrəsində də enerjilər fərqi varmı?

ARAŞDIRMA-1

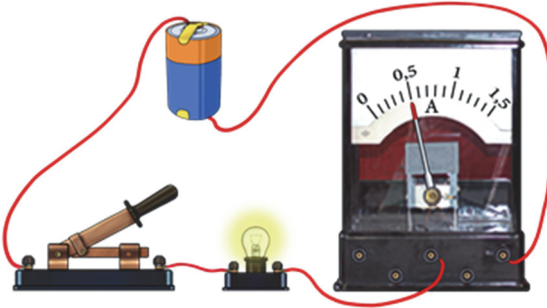
• Cərəyan mənbəyi dövrədə hansı kəmiyyəti dəyişir?

Təchizat: cərəyan mənbəyi (batarya və düzləndirici), açar, patrona bağlanmış lamp, birləşdirici naqillər, ampermetr, yapışqanlı lent.

İşin gedişi:

1. Batarya, lamp, ampermetr və açardan ibarət elektrik dövrəsi yığın (a).

(a)



2. Açarı qapayın və lampın işıqlanmasına, ampermetrin göstəricisinə diqqət edin.
3. Açarı açın və batareyanı digər cərəyan mənbəyi ilə əvəz edin.
4. Dövrəni qapayın və lampın işıqlanmasını və ampermetrin göstəricisini izləyin (b).

(b)



Nəticəni müzakirə edin:

- Nə üçün cərəyan mənbəyini dəyişdikdə lampın parlaqlığı və dövrədəki cərəyan şiddəti dəyişdi?

Məlumdur ki, metal naqillərdə elektrik cərəyanı sərbəst elektronların nizamlı hərəkətidir. Elektronlar dövrənin xarici hissəsində cərəyan mənbəyinin mənfi qütbündən müsbət qütbünə doğru hərəkət etməklə metaldakı kristal qəfəsin atom və ionları ilə qarşılıqlı təsirə məruz qalır. Nəticədə elektronların malik olduqları kinetik enerjinin bir hissəsi naqilin daxili enerjisinə çevrilir və naqil qızır. Elektrik dövrəsində sərbəst elektronların nizamlı hərəkət sürətlərini saxlamaq və onların itirdikləri kinetik enerjini bərpa etmək üçün iş görül-məlidir. Bu işi xarici elektrik dövrəsindəki elektrik sahəsi – elektrik qüvvələri görür. Elektrik sahəsinin gördüyü iş sahənin enerji xarakteristikası olub **elektrik gərginliyi** və ya **gərginlik** adlanır.

Düsturu	Ölçü vahidi
$U = \frac{A}{q}.$ Burada U – gərginlik, q – elektrik yükü, A – elektrik yükünü dövrənin ixtiyari iki nöqtəsi arasında hərəkət etdirmək üçün elektrik qüv-vəsinin gördüyü işdir.	$[U] = 1 \frac{[A]}{[q]} = 1 \frac{C}{Kl} = 1V.$ Gərginliyin BS-də vahidi voltdur (1V).
Tərfi	Tərfi
Elektrik gərginliyi – vahid yükü elektrik sahəsinin iki nöqtəsi arasında hərəkət etdirmək üçün elektrik sahəsinin gördüyü iş sahənin <i>enerji xarakteristikası</i> olub sahənin bu iki nöqtəsi arasındakı <i>elektrik gərginliyi</i> və ya <i>gərginlik</i> adlanır.	Bir volt (1V) – elektrik sahəsinin elə iki nöqtəsi arasındakı gərginliyə deyilir ki, 1Kl yük bu nöqtələr arasında yerini dəyiş-dikdə elektrik qüvvələri 1C iş görsün.

Gərginlik düsturundan göründüyü kimi, elektrik sahəsində yükün iki nöqtə arasında yerdəyişməsi zamanı görülən iş yükün miqdarı ilə bu nöqtələr ara-sındakı elektrik gərginliyinin hasilinə bərabərdir:

$$A = q \cdot U.$$

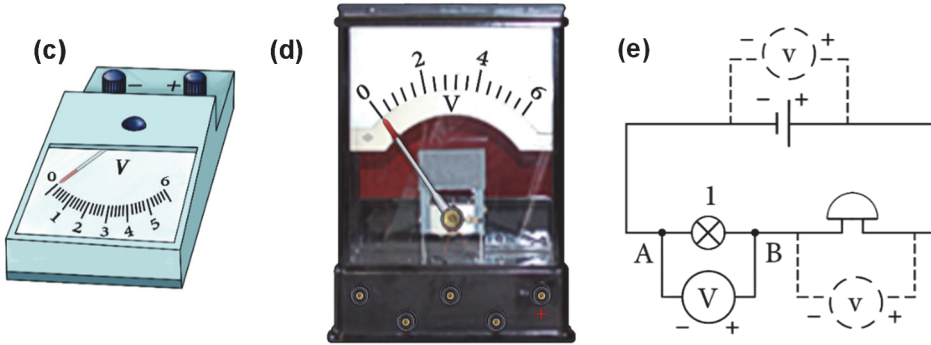
• Gərginliyin ölçülməsi

Gərginlik *voltmetrlə* ölçülür. Fizika kabinetində iki növ voltmetrdən istifadə olunur: laboratoriya voltmetri (**c**) və nümayiş voltmetri (**d**).

Voltmetrin şkalasında **V** hərfi olur. Voltmetr sxemlərdə içərisində **V** hərfi olan dairə ilə işarə edilir (bax: cədvəl 6.1.).

Dövrənin hansı nöqtələri arasındakı gərginliyi ölçmək lazımdırsa, voltmetrin sığacları da həmin nöqtələrə birləşdirilir. Məsələn, lampadakı gərginliyi ölç-mək lazımdırsa, voltmetr bu lampanın sığaclarına birləşdirilir. Əgər dövrədə-ki elektrik zəngindəki gərginliyi təyin etmək lazımdırsa, bu halda voltmetr

elektrik zənginin sıxaclarına birləşdirilir. Cərəyan mənbəyindəki gərginliyi ölçmək üçün voltmetri onun qütblərinə birləşdirmək lazımdır (e).



• “Gərginlik” termini hansı hallarda işlənir?

İxtiyari qapalı elektrik dövrəsinin xarici hissəsinin həm başlanğıcı, həm də sonu cərəyan mənbəyinin qütblərinə birləşdirilir. Ona görə də müxtəlif cərəyan mənbələri xarici dövrədə yaratdığı gərginlikləri ilə fərqləndirilir. Məsələn, “*batareyanın gərginliyi 1,5V-dur*”, “*şəbəkədəki gərginlik 220 V-dur*”, “*dövrə hissəsinə gərginlik verilmişdir*”, “*naqillər gərginlik altındadır*” və bu kimi ifadələrdən tez-tez istifadə olunur. Fizika laboratoriyalarında gərginliyi tənzimləyən cihazlardan istifadə edilir.

Diqqət!

- Voltmetr dövrənin gərginliyi ölçüləcək hissəsinə paralel qoşulur.
- Voltmetr dövrəyə qoşularkən diqqət etmək lazımdır ki, voltmetrin müsbət sıxacı cərəyan mənbəyinin müsbət qütbü tərəfə, mənfi sıxacı isə mənfi qütbü tərəfə birləşdirilsin, əks halda voltmetr xarab ola bilər.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA-2

• Məsələni həll edin.

- Elektrik sahəsində gərginliyi 20 kV olan iki nöqtə arasında yükün hərəkəti zamanı sahə 15 mC iş görürsə, elektrik yükünün miqdarı nəyə bərabərdir?

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

__ enerji xarakteristikası __ adlanır. Elektrik gərginliyi – elektrik sahəsinin iki nöqtəsi arasında yükün yerdəyişməsi zamanı __ həmin __ nisbətində bərabər fiziki kəmiyyətdir. Gərginlik __ ölçülür.

AÇAR SÖZLƏR
Yükün miqdarı
Gərginlik
Voltmetr
Görülən iş
Elektrik sahəsi

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

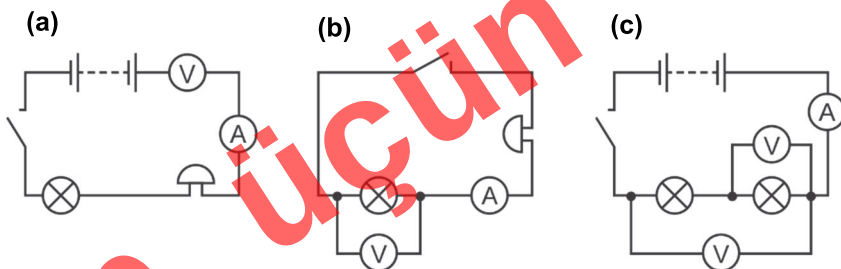
1. Elektrik gərginliyi nəyi xarakterizə edir?
2. Gərginlik hansı cihazla ölçülür, sxemlərdə şərti işarəsi nədir və o, dövrəyə necə qoşulur?
3. Aparığınız araşdırmadan gəldiyiniz nəticəni dəqiqləşdirin.

ÇALIŞMA-8

1. Akkumulyator, açar, rezistor, elektrik zəngi, lampə, ampermetr və voltmetrin dövrə sxemlərindəki şərti işarələrini çəkin.
2. Cərəyan şiddətinin riyazi ifadəsindən istifadə edərək cədvəli tamamlayın.

Nö	Naqilin en kəsiyindən keçən yükün miqdarı: q, Kl	Zaman: t, san	Cərəyan şiddəti: I, A
1	60	40	
2		30	2

3. Qutuda çoxlu sayda dəmir vint və mis qayqa qarışığı var. Onları bir-birindən tez necə ayırmaq olar? Bundan ötrü sizə verilir: akkumulyator, uzun mis naqıl və dəmir çubuq.
4. Naqilin en kəsiyindən 4 dəq ərzində 120 Kl elektrik yükü keçir. Cərəyan şiddətini hesablayın.
5. Şəkildə üç elektrik dövrəsinin sxemi təsvir edilir. Sxemləri araşdırın: onların doğru çəkilib-çəkilmədiyini təyin edin. Qüsurlu sxem varsa, onu düzgün çəkin.



Dövrə hissəsi üçün Om qanunu

Öyrəndiniz ki, elektrik cərəyanının əsas xarakteristikaları cərəyan şiddəti və gərginlikdir.

- Bəs naqilin əsas xarakteristikası nədir?
- Dövrə hissəsindən keçən cərəyan şiddəti nədən asılıdır?
- Hansı dövrədə cərəyan şiddəti daha böyükdür: elektrik qızdırıcısı olan dövrədə, yoxsa mobil telefonda? Nə üçün?

ARAŞDIRMA-1

- Cərəyan şiddəti gərginlikdən asılıdır mı?

Təchizat: gərginliyi dəyişəbilən cərəyan mənbəyi, iki müxtəlif rezistor, açar, ampermetr, voltmetr, birləşdirici naqillər.

Rezistorun təsviri. Rezistor – xüsusi ərintidən hazırlanan və sıxacları olan spiral formalı naqillər **(a)**. Elektrik sxemlərində rezistor **R** hərfi ilə işarə edilən düzbucaqlı şəkildə təsvir olunur **(b)**.

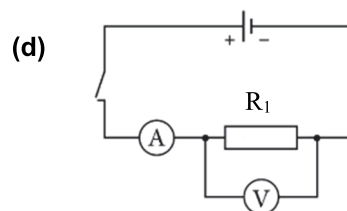


Mikrosxemlərdə müxtəlif rezistorlardan istifadə olunur (c).



İşin gedişi:

1. Verilən sxemə uyğun elektrik dövrəsi yığın (d).
Əvvəlcə dövrəyə rezistorlardan birini (R_1) qoşun.
2. Açarı qapayın, cərəyan şiddətini və rezistorun uclarındakı gərginliyi ölçüb iş vərəqinə çekdiyiniz cədvələ qeyd edin.
3. Gərginliyi dəyişməklə ampermetr və voltmetrin göstəricilərini qeyd edin.



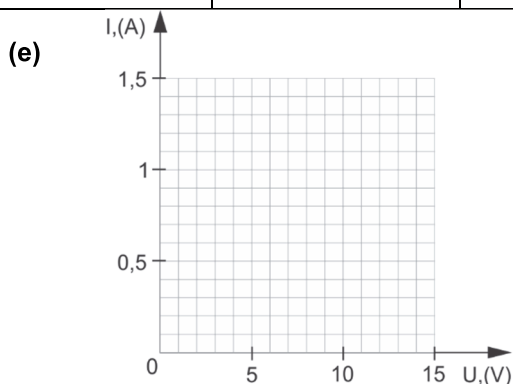
4. Açıarı açın və R_1 rezistorunu R_2 rezistoru ilə əvəz edin. Açıarı qapayın və təcrübəni təkrarlayın.
5. Gərginliyi dəyişməklə ampermetr və voltmetrin göstəricilərini qeyd edin.
6. Cədvəllərdən istifadə etməklə uyğun rezistorlardakı cərəyan şiddəti-gərginlik qrafiklərini qurun (e).

Cədvəl 1.

Nö	R_1	I, (A)	U, (V)
1			
2			
3			

Cədvəl 2.

Nö	R_2	I, (A)	U, (V)
1			
2			
3			



Nəticəni müzakirə edin:

- Cərəyan şiddəti gərginlikdən necə asılıdır?
- Gərginliyin eyni bir qiymətində rezistorlardan keçən cərəyan şiddətləri arasında hansı fərqi müəyyən etdiniz?

Araşdırma zamanı ampermetr və voltmetrin göstəricilərindən aydın olur ki, naqilin uclarındakı gərginlik neçə dəfə artarsa, cərəyan şiddəti də bir o qədər dəfə artır.

• *Verilən naqildəki cərəyan şiddəti onun uclarındakı gərginliklə düz mütənasibdir: $I \sim U$.*

Bu asılılıq düstur şəklində belə yazılır:

$$I = \frac{1}{R} \cdot U. \quad (1)$$

Burada I – naqildən və ya dövrə hissəsindən keçən cərəyan şiddəti, U – həmin naqilin və ya dövrə hissəsinin uclarındakı gərginlik, $\frac{1}{R}$ – mütənasiblik

əmsalıdır. Burada R – naqilin xarakteristikası olub *elektrik müqavimətidir*.
(1) düsturundan naqilin müqaviməti üçün alınır:

$$R = \frac{U}{I}.$$

Naqilin elektrik müqaviməti skalyar fiziki kəmiyyət olub *onun uclarındakı gərginlikdən və cərəyan şiddətindən asılı deyildir*.

Elektrik müqavimətinin BS-də vahidi *omdur* (1 Om). O, alman alimi G.Omun şərəfinə adlandırılmışdır:

$$[R] = 1 \frac{[U]}{[I]} = 1 \frac{V}{A} = 1 \text{ Om}.$$

• 1 Om elə naqilin müqaviməti qəbul edilmişdir ki, bu naqilin uclarındakı gərginlik 1 V olduqda ondan keçən cərəyan şiddəti 1 A olsun.

• Dövrə hissəsi üçün Om qanunu

Dövrə hissəsindəki cərəyan şiddəti, gərginlik və müqavimət arasındakı asılılıq ilk dəfə 1827-ci ildə alman alimi Georq Om tərəfindən aparılan çoxsaylı təcrübələrlə müəyyən olunmuş və *dövrə hissəsi üçün Om qanunu* adlanır:

• *Dövrə hissəsindəki cərəyan şiddəti həmin hissənin uclarındakı gərginliklə düz, onun müqaviməti ilə tərs mütənasibdir:*

$$I = \frac{U}{R}. \quad (2)$$

Araşdırmadan müəyyən etdiniz ki, Om qanununa əsasən, verilən gərginlikdə müqaviməti böyük olan rezistorda cərəyan şiddəti kiçik olur:
əgər

$$R_1 > R_2$$

olarsa,

$$I_1 < I_2.$$



Georq Om
(1787–1854)

Alman fiziki

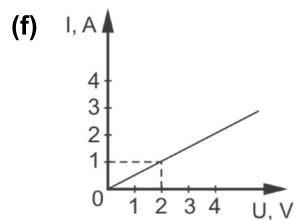
Elektrik dövrəsində cərəyan şiddəti, gərginlik və müqavimət arasındakı qanuna uyğunluğu müəyyən etmişdir.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA-2

• Məsələni həll edin

Nümunə. Naqildəki cərəyan şiddətinin gərginlikdən asılılıq qrafiki şəkildə təsvir edilmişdir (f). Naqilin elektrik müqavimətini hesablayın.



Verilir	Həlli
$U = 2 V,$ $I = 1 A,$ $R = ?$	Om qanununun riyazi ifadəsindən: $R = \frac{U}{I}.$
Hesablanması	$R = \frac{2V}{1A} = 2 Om.$
Cavab: 2 Om.	

Məsələ

Müqaviməti 275 Om olan lampanın spiralından keçən cərəyan şiddəti 0,8 A-dır. Lampadakı gərginlik nə qədərdir?

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Naqilin xarakteristikası ___ adlanır. Onun BS-də vahidi ___. Dövrə hissəsindəki ___ həmin hissənin uclarındakı ___ ilə düz, müqaviməti ilə tərs mütənəsbidir. Bu, ___ üçün ___ adlanır.

AÇAR SÖZLƏR

Gərginlik
Elektrik müqaviməti
Om
Dövrə hissəsi
Cərəyan şiddəti
Om qanunu

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Naqildəki cərəyan şiddəti onun uclarındakı gərginlikdən necə asılıdır? Bu asılılığı qrafik təsvir edin.
2. Gərginlik sabit olduqda naqildəki cərəyan şiddəti onun müqavimətindən necə asılıdır? Cərəyan şiddətinin naqilin müqavimətindən asılılıq qrafikini qurun.
3. Elektrik müqavimətinin vahidi nə qəbul olunmuşdur?
4. Dövrə hissəsi üçün Om qanunu necə ifadə olunur?

6.8. Naqilin müqaviməti nədən asılıdır?



Təcrübəli usta mənzildə təmir işləri görərkən otaqlardakı elektrik xətlərinin mis naqillərlə çəkilməsini məqsəduyğun hesab edir.

- Nə üçün elektrik xətlərinin mis naqillərdən çəkilməsi daha məqsəduyğundur?



Yerüstü və yeraltı yüksək gərginlik xətləri diametri 50 mm²-dən 240 mm²-ə qədər olan kabellərdən çəkilir. Belə kabellər ondan keçən cərəyan şiddətindən asılı olaraq 5÷98 ədəd mis və ya alüminium naqıldən ibarət ola bilər.

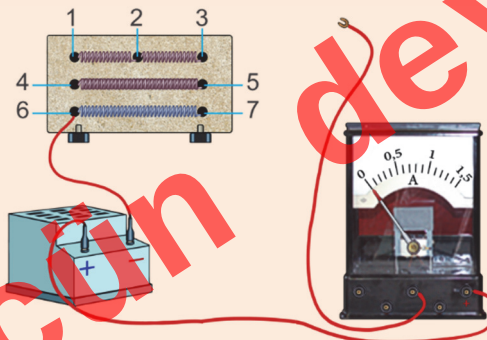
- Nə üçün yüksək gərginlik xətlərində böyük diametrlı kabellərdən istifadə edilir?

ARAŞDIRMA-1

• Naqilin müqaviməti nədən asılıdır?

Təchizat: sabit cərəyan mənbəyi (4 V-luq düzləndirici), ampermetr, birləşdirici naqillər, üzərinə tədqiq olunan naqillər bərkidilmiş lövhə.

Lövhənin quruluşu. Tədqiq olunan naqıl uzunluqları və en kəsik sahələri bərabər olan üç ədəd nixrom və bir dəmir spiralından ibarətdir. Nixrom spiralından biri mərkəzi 2 sıxacından keçməklə 1–3 sıxaclarına bərkidilir. Qalan iki nixrom spiral bir-birinin üzərinə qoyularaq (en kəsik sahəsi iki dəfə artırılır) 4–5 sıxaclarına birləşdirilir. Dəmir spiral isə 6–7 sıxaclarına bərkidilmişdir.



İşin gedişi:

1. Düzləndirici, ampermetr və tədqiq olunan lövhədən ibarət elektrik dövrəsi yığın. Əvvəlcə lövhədəki 1–3 sıxaclarına bərkidilən nixrom spiralından keçən cərəyan

şiddətini ölçün. Sonra isə spiralın **1–2** sıxaclarını dövrəyə qoşmaqla nixrom spiralın yarısından keçən cərəyan şiddətini ölçün və onları müqayisə edin.

2. Əvvəlcə **1–3** sıxaclarına bərkidilən bir spiraldan, sonra isə **4–5** sıxacına qoşulan iki spiraldan keçən cərəyan şiddətlərini ölçün və onları müqayisə edin.
3. Ardıcıl olaraq **1–3** və **6–7** sıxaclarını dövrəyə qoşmaqla uzunluqları və en kəsik sahələri bərabər olan nixrom və dəmir spirallardan keçən cərəyan şiddətlərini ölçün və onları müqayisə edin.
4. Elektrik dövrəsinin şəklini iş vərəqinə çəkin və aldığınız nəticələri qeyd edin.

Nəticəni müzakirə edin:

- Bütöv naqildən keçən cərəyan şiddəti bu naqilin yarısından keçən cərəyan şiddətindən neçə dəfə fərqləndi? Naqilin müqaviməti onun uzunluğundan necə asılıdır?
- Naqildən keçən cərəyan şiddəti en kəsik sahəsi ondan iki dəfə böyük olan belə naqildən keçən cərəyan şiddətindən neçə dəfə fərqləndi? Naqilin müqaviməti onun en kəsik sahəsindən necə asılıdır?
- Uzunluqları və en kəsik sahələri bərabər olan, lakin müxtəlif naqillərdən keçən cərəyan şiddətləri də eynidirmi? Naqilin müqaviməti nədən asılıdır?

• Naqilin elektrik müqaviməti necə yaranır?

Bilirsiniz ki, elektrik sahəsinin təsiri ilə naqillərdə sərbəst elektronlar nizamlı hərəkət edir. Bu hərəkət zamanı metalda sərbəst elektronlar qəfəsin düyünlərində rəqsi hərəkət edən müsbət ionlarla toqquşur. Nəticədə elektronların kinetik enerjisinin bir hissəsi ionlara verildiyindən onun nizamlı hərəkət sürəti azalır. Beləliklə, metalın müsbət ionları sərbəst elektronların nizamlı hərəkətinə (cərəyana) maneçilik törədir. Bu maneçilik *naqilin müqavimətidir*.

• Elektrik müqaviməti nədən asılıdır?

Araşdırmadan üç mühüm nəticə aşkarlandı:

1. Sabit gərginlik mənbəyinə ($U = \text{const}$) qoşulan müəyyən uzunluqlu naqildən keçən cərəyan şiddəti bu naqilin yarısından keçən cərəyan şiddətindən 2 dəfə kiçikdir. Bu o deməkdir ki, Om qanununa görə ($I = \frac{U}{R}$), bütöv naqilin müqaviməti bu naqilin yarısının müqavimətindən 2 dəfə böyükdür.

• Naqilin müqaviməti onun uzunluğundan düz mütənasib asılıdır.

2. Sabit gərginlik mənbəyinə ($U = \text{const}$) qoşulan naqildən keçən cərəyan şiddəti eyni uzunluqlu, lakin en kəsiyinin sahəsi 2 dəfə böyük olan naqildən keçən cərəyan şiddətindən 2 dəfə kiçikdir. Bu o deməkdir ki, Om qanununa görə ($I = \frac{U}{R}$), en kəsik sahəsi 2 dəfə böyük olan naqilin müqaviməti də 2 dəfə kiçikdir.

• Naqilin müqaviməti onun en kəsiyinin sahəsindən tərs mütənasib asılıdır.

3. Sabit gərginlik mənbəyinə ($U = \text{const}$) qoşulan dəmir naqildən keçən cərəyan şiddəti nixrom naqildən keçən cərəyan şiddətindən 10 dəfə böyük, müqaviməti isə 10 dəfə kiçikdir.

• **Naqilin müqaviməti onun hazırlandığı maddədən də asılıdır.**

Beləliklə, naqilin müqavimətinin asılılıq düsturu belə yazılır:

$$R = \rho \frac{l}{S}.$$

Burada R – naqilin müqaviməti, l – naqilin uzunluğu, S – naqilin en kəsik sahəsi, ρ – naqilin xüsusi müqavimətidir. Xüsusi müqavimət naqilin hazırlandığı maddədən asılı olan fiziki kəmiyyətdir. Cədvəl 6.2-də bəzi maddələrin təcrübədən alınan xüsusi müqavimətləri göstərilir.

Naqilin uzunluğu $l = 1 \text{ m}$, en kəsik sahəsi $S = 1 \text{ m}^2$ olduqda

$$\rho = \frac{RS}{l}$$

düsturundan xüsusi müqavimətin ədədi qiymətə $\rho = R$ olduğu alınır:

• **Xüsusi müqavimət – ədədi qiymətə uzunluğu 1m, en kəsiyinin sahəsi 1m² olan naqilin müqavimətidir. Xüsusi müqavimətin BS-də vahidi $\text{om} \cdot \text{metr}$ dir ($1 \text{ Om} \cdot \text{m}$):**

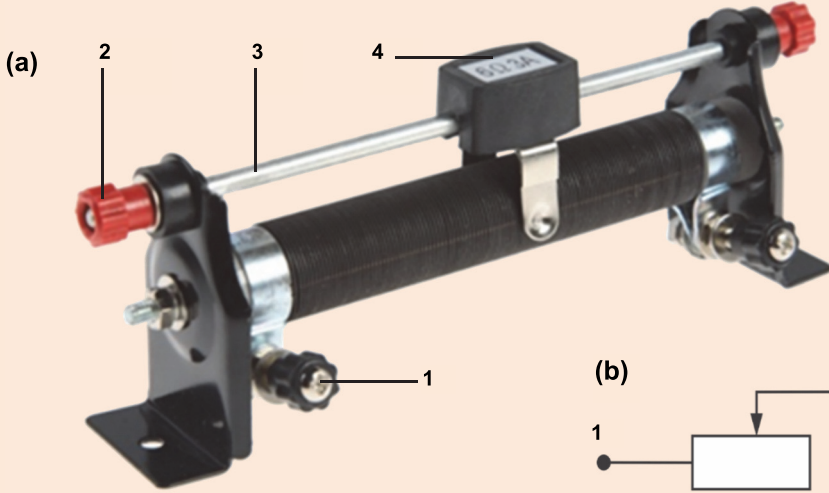
$$[\rho] = \frac{[R] \cdot [S]}{[l]} = \frac{10\text{m} \cdot 1\text{m}^2}{1\text{m}} = 10\text{m} \cdot \text{m}.$$

Naqilin en kəsik sahəsi kiçik olub mm^2 ilə işarə edildiyindən onun xüsusi müqavimətinin vahidi $[\rho] = 1 \frac{\text{Om} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$ kimi də işarə olunur.

Cədvəl 6.2. Bəzi maddələrin xüsusi müqaviməti ($t = 20^\circ\text{C}$ temperaturda).

Maddə	$\rho, \frac{\text{Om} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$	Maddə	$\rho, \frac{\text{Om} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$
Gümüş	0,016	Manqanın (ərinti)	0,43
Mis	0,017	Konstantan (ərinti)	0,5
Qızıl	0,024	Civə	0,96
Alüminium	0,028	Nixrom (ərinti)	1,1
Volfram	0,055	Fexral (ərinti)	1,3
Dəmir	0,1	Qrafit	13
Qurğuşun	0,21	Saxsı	10^{19}
Nikelin (ərinti)	0,4	Ebonit	10^{20}

Diqqət! Elektrik dövrəsində cərəyan şiddətini tənzimləmək üçün sürgülü reostatdan geniş istifadə edilir. Reostatın iş prinsipi naqilin uzunluğuna əsasən müqavimətin dəyişdirilməsinə əsaslanmışdır. O, saxsı silindr səthinə sarınmış böyük xüsusi müqavimətə malik nikelin (və ya digər ərinti) məftildən ibarətdir (a).

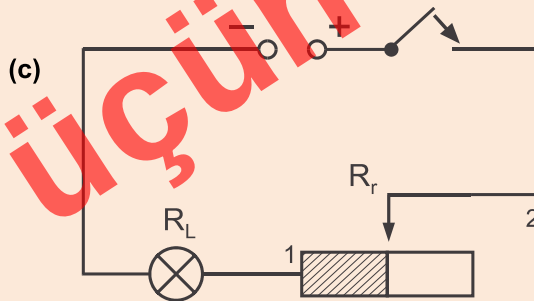


Məftilin bir ucu (1) sıxacına bağlanır. Çox kiçik müqavimətli naqıl (3) boyunca hər iki tərəfdən sarılmış latun sürgü (4) sürüşə bilər. Sürgü dövrəyə (2) sıxacı vasitəsilə əlaqələndirilir.

Reostatın elektrik dövrəsinə qoşulmasının şərti işarəsi göstərilmişdir (b).

Reostatın iş prinsipi elektrik dövrəsinin sxemində daha aydın görünür (c). Dövrənin tam müqaviməti lampanın R_L və reostatın dövrəyə qoşulan məftilinin (ştrixlənmiş hissə) R_r müqavimətlərindən ibarətdir. Reostatın ştrixlənməyən hissəsi dövrədə iştirak etmir.

Sürgünü sürüşdürməklə reostatın dövrəyə qoşulan hissəsinin uzunluğunu artırıb-azaltmaqla R_r müqavimətini də artırıb-azaltmaq olur.



ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA-2

• Məsələni həll edin

Nümunə. Uzunluğu 100 metr, en kəsiyinin sahəsi 2 mm^2 olan gümüş naqilin müqavimətini hesablayın.

Verilir	Həlli	Hesablanması
$\rho = 0,016 \frac{\text{Om} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}},$ $l = 100 \text{ m},$ $S = 2 \text{ mm}^2.$	$R = \rho \frac{l}{S}$	$R = 0,016 \cdot \frac{100}{2} \cdot \frac{\text{Om} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{\text{m}}{\text{mm}^2} = 0,8 \text{ Om}.$
$R = ?$	Cavab: 0,8 Om	

Məsələ

Naqilin uzunluğunu üç dəfə artırıb en kəsiyinin sahəsini üç dəfə azaltsaq, onun müqaviməti necə dəyişər?

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Açar sözlərdən istifadə edərək cədvəlin boş xanalarını doldurun:

düz mütənasib asılıdır
tərs mütənasib asılıdır
asılıdır
asılı deyil

Fiziki kəmiyyət	Naqilin uzunluğundan	Naqilin en kəsiyinin sahəsindən	Naqilin hazırlandığı maddədən
Xüsusi müqavimət	...	...	...
Naqilin müqaviməti	<i>düz mütənasib asılıdır</i>	...	...

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Naqilin müqaviməti nədən asılıdır?
2. Naqilin xüsusi müqaviməti nəyə deyilir və o hansı vahidlə ifadə edilir?
3. Elektrik dövrəsində müqaviməti reostatla tənzimlənmə prinsipi nəyə əsaslanır?
4. Reostatın quruluşunu izah edin.

ÇALIŞMA-9

1. Uzunluğu 25 m və en kəsiyinin sahəsi 1 mm² olan mis naqilin müqaviməti nəyə bərabərdir?
2. Elektrik plitəsindəki nixrom məftilin diametri 0,5 mm, müqaviməti isə 49,5 Om-dur. Məftilin uzunluğunu hesablayın (nixrom üçün $\rho = 1,1 \frac{\text{Om} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$).
3. En kəsiyinin sahəsi 0,2 mm² olan nikelin naqıl 4,5 V gərginlik mənbəyinə birləşdirildikdə ondan keçən cərəyan şiddəti 300 mA oldu. Naqilin uzunluğunu təyin edin.
4. Uzunluğu 200 m və en kəsiyinin sahəsi 2 mm² olan dəmir sarğının müqavimətini təyin edin.
5. Müqaviməti 20 Om olan naqilin uclarına nə qədər gərginlik vermək lazımdır ki, onda 50 mA şiddətində cərəyan yaransın?
6. Reostat uzunluğu 50 m, en kəsiyinin sahəsi 1 mm² olan nikelindən hazırlanmışdır. Reostatın uclarındakı gərginlik 45 V-dursa, ondan keçən cərəyan şiddəti nə qədərdir?
7. Uzunluğu 20 m, en kəsiyinin sahəsi 0,8 mm² olan nixrom naqıldəki cərəyan şiddəti 0,4 A-dir. Naqilin uclarındakı gərginlik neçə voltdur (nixrom üçün $\rho = 1,1 \frac{\text{Om} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$)?

6.9. Naqillərin ardıcıl birləşdirilməsi

“Od çərşənbəsi”ndə dostlarınızla həyətdəki şənliyi yadınıza salın. Siz bir-birinizin əlindən tutub tonqal ətrafında halay gedirsiniz.



- “Fizika dilində desək”, sizin belə əl-ələ tutduğunuz elektrik dövrəsində naqillərin necə birləşməsinə bənzəyir?

Yeni ildə bəzədiyiniz şamağacının işıq çələngini şəbəkəyə qoşduqda bütün lampalar işıqlanır. Lakin lampadan birini açıb dövrədən çıxardıqda digər lampalar da sönür.



- Nə üçün işıq çələngindəki lampalardan birini açdıqda digər lampalar da sönür?

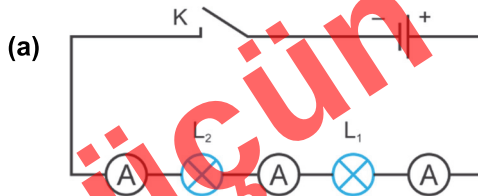
ARAŞDIRMA-1

• Naqillərin ardıcıl birləşdirilməsində cərəyan şiddəti

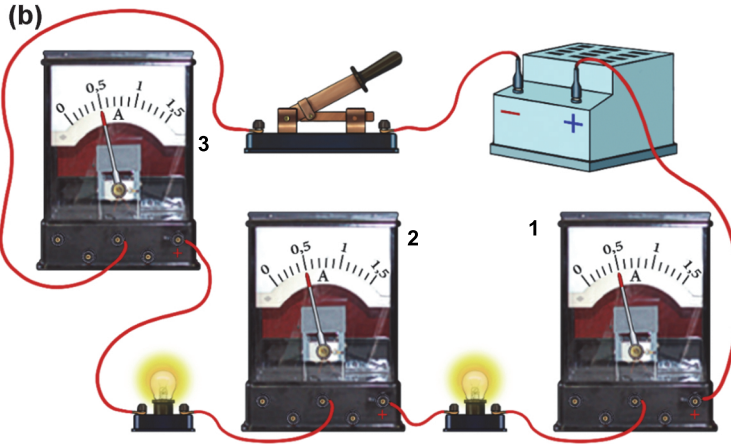
Təchizat: cərəyan mənbəyi (düzəldirici), lampa (2 əd.), ampermetr (3 əd.), açar və birləşdirici naqillər.

Araşdırmanın gedişi:

1. Şəkilə təsvir edilən cərəyan mənbəyi, üç ampermetr, iki lampa və açardan ibarət elektrik dövrəsinin sxemini iş vərəqinə çəkin (a).



2. Sxemə əsasən elektrik dövrəsi yığın. Açarı qapayın, lampaların işıqlanmasını izləyin və ampermetrlərin göstəricilərinə diqqət edin (b).



3. Dövrədəki lampalardan birini açıb çıxarın və baş verən hadisəni izləyin.

Nəticəni müzakirə edin:

- Elektrik dövrəsində işlədicilər bir-birinə necə birləşdirilmişdir: ardıcıl, yoxsa qarışıq?
- Bu cür birləşmədə 1, 2 və 3 ampermetri uyğun olaraq dövrənin hansı hissəsindəki cərəyan şiddətini ölçür?
- Dövrədəki ümumi cərəyan şiddəti ilə lampaların hər birindən keçən cərəyan şiddətlərinin qiymətlərinin müqayisəsindən hansı nəticəyə gəlmək olar?
- Dövrədəki lampalardan birini açıb çıxardıqda nə müşahidə etdiniz? Nə üçün?

Elektrik dövrəsinin hissələrinin – cərəyan mənbəyi, ölçü cihazları, cərəyan işlədiciləri, birləşdirici məftillər – hər biri ayrılıqda müəyyən müqavimətə malik naqildir. Sadə elektrik dövrələrindən biri bu naqillərin *ardıcıl birləşməsidir*.

- *Ardıcıl birləşmədə birinci naqilin sonu ikincinin başlanğıcına, ikinci naqilin sonu üçüncünün başlanğıcına və s. birləşdirilir.*

Siz belə bir dövrəni araşdırdınız. Həmin dövrədə cərəyan mənbəyi, ampermetr və birləşdirici naqillərin müqaviməti lampaların müqavimətindən çox-çox kiçik olduğundan nəzərə alınmır. Deməli, araşdırmada müəyyən R_1 və R_2 müqavimətlərinə malik iki işlədicilər (lampa) dövrəyə ardıcıl birləşdirilmişdir. Ardıcıl birləşmədə üç qanunauyğunluq ödənilir.

I qanunauyğunluq: *ardıcıl birləşmədə dövrənin istənilən hissəsində cərəyan şiddəti eynidir:*

$$I_1 = I_2 = I. \quad (1)$$

Bu qanunauyğunluq onu göstərir ki, ardıcıl birləşmədə dövrədən cərəyan keçərkən naqillərin heç bir yerində elektrik yükü toplanmır: birinci naqildən

vahid zamanda nə qədər elektrik yükü keçirsə, digər naqillərdən də həmin qədər yük keçir.

II qanunauyğunluq: ardıcıl birləşmədə dövrənin tam gərginliyi bu dövrənin ayrı-ayrı hissələrindəki gərginliklərin cəminə bərabərdir:

$$U = U_1 + U_2. \quad (2)$$

Burada U – ardıcıl birləşdirilən dövrədəki tam gərginlik, U_1 və U_2 – bu dövrənin ayrı-ayrı hissələrinin uclarındakı gərginlikdir. Bu qanunauyğunluq enerjinin saxlanması qanunundan çıxır.

Bilirsiniz ki, gərginliyin fiziki mənası – elektrik sahəsində 1 Kl elektrik yükünün yerdəyişməsi zamanı bu sahənin gördüyü işi xarakterizə etməsidir. Bu iş hərəkət edən elektrik yüklərinin enerjisi hesabına görülür. Odur ki elektrik dövrəsinin bütün hissəsinə sərf edilən enerji dövrənin ayrı-ayrı hissələrində sərf olunan enerjilərin cəminə bərabərdir.

III qanunauyğunluq: ardıcıl birləşmədə dövrədəki tam müqavimət bu dövrənin ayrı-ayrı hissələrinin müqavimətləri cəminə bərabərdir.

$$R_A = R_1 + R_2. \quad (3)$$

Ardıcıl birləşdirilən R müqavimətli n naqildən ibarət dövrənin R_A tam müqaviməti bir naqilin müqavimətindən n dəfə böyükdür:

$$R_A = nR. \quad (4)$$

Bu qanunauyğunluq müqavimətin naqilin uzunluğundan düz mütənasib asılılığından çıxır. Belə ki, ardıcıl birləşdirilən naqilin ümumi uzunluğu artdığından onun tam müqaviməti də artır.

Naqillərin ardıcıl birləşdirilməsi məişətdə və texnikada geniş tətbiq olunur. Məsələn, elektrik zəngi düymə ilə ardıcıl birləşdirilir, ona görə də zəng yalnız düyməni sıxıb dövrəni qapadıqda səslənir. Elektrik açarları da işlədicilərə (lampa, elektrik ətəkəni, televizor və s.) ilə ardıcıl birləşdirilir ki, onları lazım gələndə dövrəyə qoşmaq və ya ayırmaq mümkün olsun.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

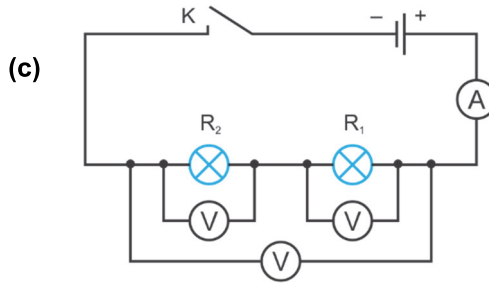
ARAŞDIRMA-2

• Naqillərin ardıcıl birləşdirilməsində gərginlik

Təchizat: cərəyan mənbəyi (düzəldirici), lampa (2 əd.), voltmetr (3 əd.), açar və birləşdirici naqillər.

İşin gedişi:

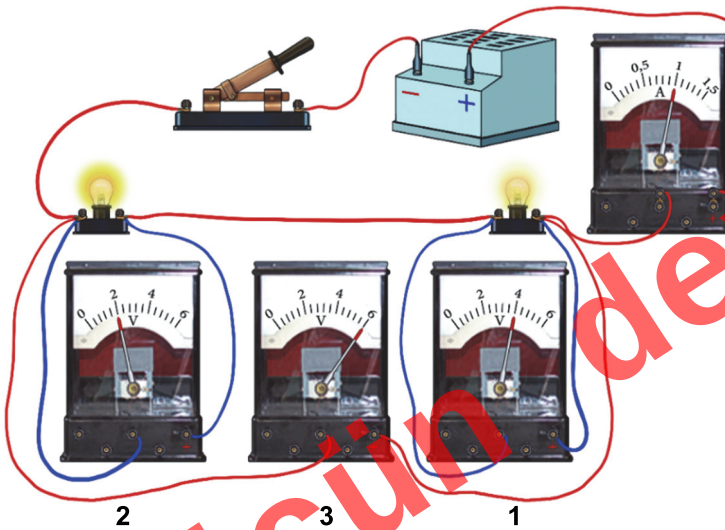
- Şekildə təsvir edilən cərəyan mənbəyi, üç voltmetr, bir ampermetr, iki lampa və açardan ibarət elektrik dövrəsinin sxemini iş vərəqinə çəkin (c).



- Sxemə əsasən elektrik dövrəsi yığın. Açarı qapayın, lampaların işıqlanmasını izləyin, ampermetr və voltmetrin göstəricilərini qeyd edin (d).
- Cərəyan şiddətinin və gərginliklərin qiymətlərini aşağıdakı cədvəldə yazın, lampaların və dövrənin ümumi müqavimətini hesablayın.

Cərəyan şiddəti	Lampaların uclarındakı gərginlik		Lampaların müqaviməti		Tam gərginlik	Tam müqavimət
I	U_1	U_2	R_1	R_2	U	R

(d)



Nəticəni müzakirə edin:

- Elektrik dövrəsində lampalar bir-birinə necə birləşdirilmişdir?
- Bu cür birləşmədə 1, 2 və 3 voltmetri uyğun olaraq dövrənin hansı hissəsinin uclarındakı gərginliyi ölçür?
- Dövrədəki ümumi gərginliklə lampalardakı gərginliklərin qiymətlərinin müqayisəsindən hansı nəticəyə gəlmək olar?

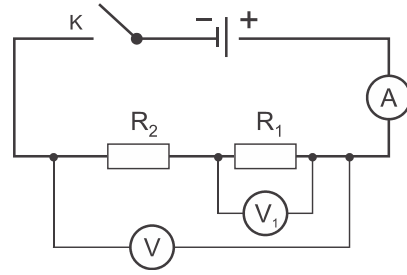
NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

___ dövrənin istənilən hissəsində ___ eynidir. Ardıcıl birləşmədə dövrədəki tam ___ bu dövrənin ayrı-ayrı hissəsindəki gərginliklərin cəminə bərabərdir.

AÇAR SÖZLƏR
Cərəyan şiddəti
Gərginlik
Ardıcıl birləşmə

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Lampa çələngini 220 V gərginlikli şəbəkəyə birləşdirmək üçün hər biri 8 V gərginliyə nəzərdə tutulan neçə eyni lampanı ardıcıl birləşdirmək lazımdır?
2. Üzərində "16 V; 0,5 A" və "6 V; 5 A" yazılan iki lampanı ardıcıl birləşdirdikdən sonra bu birləşməni 24 V gərginlik mənbəyinə qoşmaq olarmı? Nə üçün?
3. Nə üçün ardıcıl birləşmədə dövrədəki tam gərginlik bu dövrənin ayrı-ayrı hissəsindəki gərginliklərin cəminə bərabərdir?
4. Şəkilə təsvir edilən dövrədə elektrik ölçü cihazlarının göstəricilərini təyin edin. Dövrədəki tam gərginlik $U = 12 \text{ V}$, rezistorların müqaviməti $R_1 = 30 \text{ Om}$ və $R_2 = 20 \text{ Om}$ -dur. Ampermetrin müqaviməti çox kiçik, voltmetrin müqaviməti isə sonsuz böyükdür.



6.10. Naqillərin paralel birləşdirilməsi

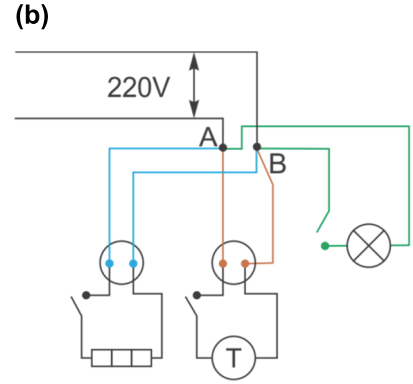
Ardıcıl birləşdirilən elektrik dövrələrini araşdırarkən ampermetr və voltmetrdən istifadə etdiniz.

- Voltmetri dövrəyə necə birləşdirdiniz?
- Paralel birləşmə nədir?
- Praktikada hansı birləşmədən daha çox istifadə olunur. Nə üçün?

ARAŞDIRMA-1

• Nə üçün digər cihazlar işləyir?

Menzildə çox vaxt elektrik cihazlarını (məsələn: qızdırıcı, tozsoran, çilçiray və s.) eyni cərəyan dövrəsinə qoşmaq və onların hər birini ayrılıqda işə salıb söndürmək zərurəti yaranır (a). Lakin cihazlardan birini söndürdükdə digər cihazlar sönmür və işlərini davam etdirir. Şəkilə bu cihazların menzildəki elektrik dövrəsinə birləşdirilmə sxemi təsvir edilmişdir (b). Təsviri diqqətlə nəzərdən keçirin.

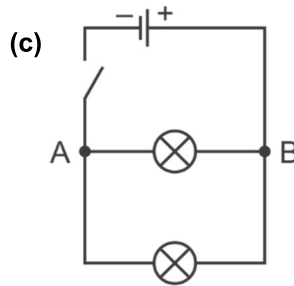


Nəticəni müzakirə edin:

- Elektrik cihazlarının birləşməsində xarakterik cəhət nədir?
- Nə üçün cihazlardan birinin dövrədən açılması (söndürülməsi) digər cihazlara heç bir təsir etmir?

Praktikada, məişətdə elektrik işlədiciələrinin ardıcıl birləşməsinə nisbətən *parallel birləşməsinə* daha çox rast gəlinir.

- *Parallel birləşmə elə birləşməyə deyil ki, bütün naqillərin bir ucu dövrənin eyni bir nöqtəsinə (məsələn, A nöqtəsinə), digər ucu isə dövrənin digər eyni nöqtəsinə (məsələn, B nöqtəsinə) birləşdirilsin (bax: b və c).*



Parallel birləşmədə üç qanunauyğunluq ödəyir:

I qanunauyğunluq: *parallel birləşdirilmiş naqillərin uclarındakı gərginlik eynidir:*

$$U_1 = U_2 = U. \quad (1)$$

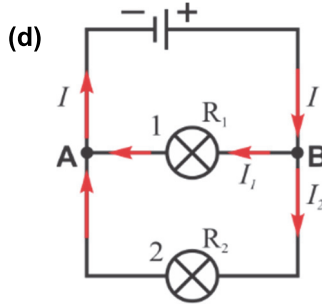
Nə üçün?

Bütün naqillər (işlədiciələr) dövrənin eyni **A** və **B** nöqtələrinə birləşdiyindən həmin nöqtələrə voltmetri qoşduqda o, dövrənin **AB** hissəsindəki gərginliyi – bu hissəyə qoşulan işlədiciələrin hər birinin uclarındakı gərginliyi ölçür.

II qanunauyğunluq: dövrənin budaqlanmayan hissəsindəki cərəyan şiddəti paralel birləşdirilmiş ayrı-ayrı naqillərdəki cərəyan şiddətinin cəminə bərabərdir:

$$I = I_1 + I_2. \quad (2)$$

Elektrik dövrəsinin sxemindən görünür ki, dövrə **B** nöqtəsindən budaqlanır (ayrılır). Cərəyanın bir hissəsi **1** lampasından, digər hissəsi isə **2** lampasından keçərək **A** nöqtəsində yenidən birləşir (**d**).



III qanunauyğunluq: paralel birləşdirilmiş naqillərin ümumi müqavimətinin tərs qiyməti ayrı-ayrı naqillərin müqavimətlərinin tərs qiymətlərinin cəminə bərabərdir.

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \dots \quad (3)$$

Bu necə müəyyən olunmuşdur? Lampaların müqavimətləri uyğun olaraq **R₁** və **R₂** ilə işarə olunub, (1) və (2) ifadələri Om qanununda nəzərə alınmışdır (bax: **d**):

$$\frac{U}{R_p} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} \Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}.$$

Burada **R_p** – paralel birləşdirilmiş naqillərin ümumi müqavimətidir. (3) ifadəsindən göründüyü kimi, paralel birləşmiş iki naqildən ibarət dövrə hissəsinin ümumi müqaviməti aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$R_p = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}.$$

Buna uyğun olaraq eyni **R** müqavimətli **n** sayda naqilin paralel birləşməsindən ibarət dövrə hissəsinin ümumi müqaviməti bir naqilin müqavimətindən **n** dəfə kiçikdir:

$$R_p = \frac{R}{n}.$$

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

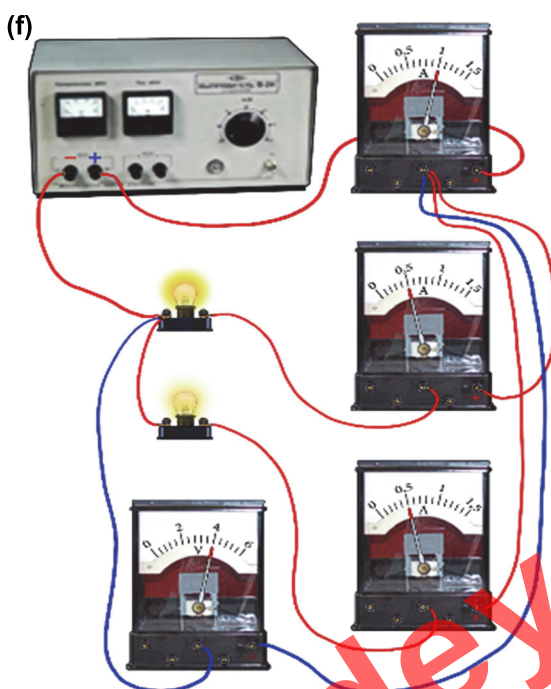
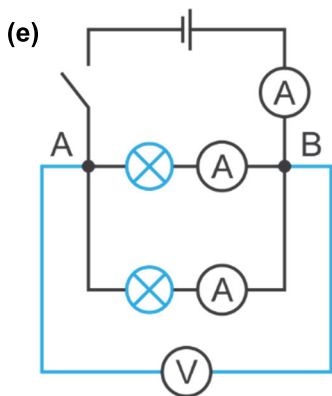
ARAŞDIRMA-2

• Paralel birləşdirilmiş dövrəni tədqiq edək

Təchizat: cərəyan mənbəyi (düzəldirici), lampa (2 əd.), ampermetr (3 əd.), voltmetr, açar, birləşdirici naqillər.

İşin gedişi:

1. Şəkildə təsvir edilən elektrik dövrəsinin sxemini iş vərəqinə çəkin (e).
2. Sxemə əsasən elektrik dövrəsi yığın (f). Açarı qapayın, lampaların işıqlanmasını izləyin, ampermetr və voltmetrlərin göstəricilərini qeyd edin.



3. Ampermetr və gərginliklərin qiymətlərini cədvəle yazın, lampaların və dövrə hissəsinin ümumi müqavimətini hesablayın.

Dövrədən keçən cərəyan şiddəti	I	
Lampalardan keçən cərəyan şiddəti	I_1	
	I_2	
Budaqlanan nöqtələrdəki gərginlik	U	
Lampaların müqaviməti	R_1	
	R_2	
Tam müqavimət	R	

Nəticəni müzakirə edin:

- Sxemə uyğun yığılan dövrədə budaqlanma nöqtələrini göstərin.
- Paralel birləşmə qanunauyğunluğu ardıcıl birləşmə qanunauyğunluğundan nə ilə fərqlənir?

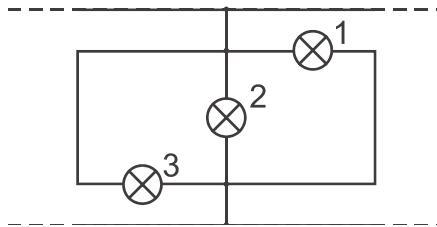
NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

___ naqillərin uclarındakı ___ eynidir. Dövrənin budaqlanmayan hissəsindəki cərəyan şiddəti paralel birləşdirilmiş ayrı-ayrı naqillərdəki ___ cəminə bərabərdir. Paralel birləşdirilmiş naqillərin ümumi müqavimətinin tərs qiyməti ayrı-ayrı naqillərin ___ tərs qiymətlərinin cəminə bərabərdir.

AÇAR SÖZLƏR
Cərəyan şiddəti
Gərginlik
Paralel birləşmə
Müqavimət

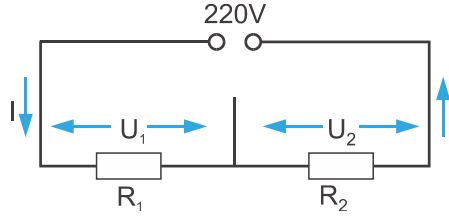
ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Paralel birləşmədə hansı kəmiyyət sabit qalır?
2. Naqilləri necə birləşdirdikdə dövrənin ümumi müqaviməti azalar: ardıcıl, yoxsa paralel? Nə üçün?
3. Hər birinin müqaviməti 30 Om olan neçə naqili paralel birləşdirdikdə ümumi müqavimət 5 Om olar?
4. Sxemdə təsvir edilən 1, 2 və 3 lampaları necə birləşdirilmişdir? Cavabınızı əsaslandırın.

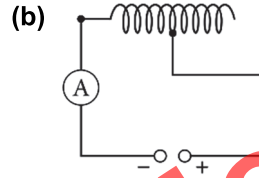
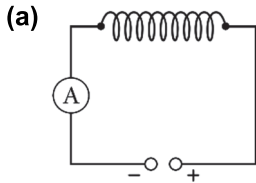


ÇALIŞMA-10

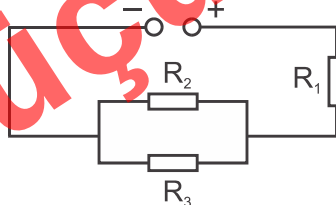
1. Hər birinin müqaviməti 110 Om olan iki lamp 220 V gərginlikli şəbəkəyə ardıcıl birləşdirilmişdir. Lampaların hər birində ayrılıqda cərəyan şiddəti və gərginlik nə qədərdir?



2. 220 V gərginlikli sabit cərəyan dövrəsinə müqavimətləri $R_1=10$ Om və $R_2=30$ Om və olan iki rezistor ardıcıl birləşdirilmişdir. Dövrənin ümumi müqavimətini, cərəyan şiddətini və rezistorların uclarındakı U_1 və U_2 gərginliklərini təyin edin.
3. Hər birinin müqaviməti 5 Om olan neçə rezistoru ardıcıl birləşdirmək lazımdır ki, dövrənin ümumi müqaviməti 30 Om olsun?
4. Müqaviməti 28 Om olan metal spiral elektrik dövrəsinə sxemdə təsvir edildiyi kimi birləşdirilmişdir (a və b). Hər iki halda gərginlik 4 V-dursa, ampermetrlərin göstəricisini təyin edin.



5. Müqaviməti 30 Om olan naqilə hansı müqavimətli naqili paralel birləşdirmək lazımdır ki, ümumi müqavimət 20 Om alınsın?
6. Şəkildə üç rezistorun dövrəyə birləşdirilmə sxemi təsvir edilir. İxtiyarınızda bir ampermetr və bir voltmetr vardır. Rezistorların hər hansı birindəki cərəyan şiddətini və onun uclarındakı gərginliyi ölçmək üçün bu cihazların dövrəyə necə qoşulacağını izah edin.



6.11. Elektrik cərəyanının işi. Coul-Lens qanunu

Siz bilirsiniz ki, naqildən elektrik cərəyanının keçməsi özünü müxtəlif təsirlərlə (istilik, maqnit, kimyəvi) büruzə verir. Bu təsirlərin hər birində elektrik cərəyanının enerjisi başqa növ enerjiyə (daxili, mexaniki, kimyəvi) çevrilir. Enerjinin çevrilmə prosesi isə işgörmənin nəticəsidir. Deməli, naqildən keçən elektrik cərəyanı iş görür.

- Elektrik cərəyanının gördüyü işi təyin etmək üçün nəyi ölçmək lazımdır?

Məlumdur ki, elektrik sahəsinin gördüyü iş naqilin en kəsiyindən keçən q elektrik yükünün miqdarından və bu naqilin uclarındakı U gərginliyindən asılıdır:

$$A = qU.$$

Naqilin en kəsiyindən keçən yükün miqdarı cərəyan şiddəti ilə yükün keçmə müddətinin hasilinə bərabər olduğundan: $q = It$, elektrik cərəyanının gördüyü iş aşağıdakı kimi olur:

$$A = IUt. \quad (1)$$

- *Dövrə hissəsində cərəyanın işi cərəyan şiddəti, bu hissənin uclarındakı gərginlik və işin görülməsinə sərf olunan zamanın hasilinə bərabərdir.*

İş BS-də coulla ölçüldüyündən sonuncu düsturdan alınır:

$$1C = 1 A \cdot V \cdot \text{san.}$$

(1) düsturunda $U = IR$ və ya $I = \frac{U}{R}$ (Om qanununa əsasən) ifadələri nəzərə alınsa, elektrik cərəyanının gördüyü işi:

$$A = I^2 Rt, \quad (2)$$

$$A = \frac{U^2}{R} t \quad (3)$$

kimi yazmaq olar. *Ardıcıl birləşmədə cərəyan şiddəti eyni olduğundan (2) düsturundan, paralel birləşmədə isə gərginlik eyni olduğundan (3) düsturundan istifadə etmək əlverişlidir.*

Enerjinin saxlanması qanununa əsasən, tərpənməz metal naqildə cərəyanın gördüyü iş yalnız onun daxili enerjisinin artmasına – naqilin qızmasına sərf olunur. Nəticədə naqildən Q istilik miqdarı ayrılır:

$$A = Q.$$

Buradan alınır ki:

$$Q = IUt.$$

Araşdırmalardan iki qanuna uyğunluq müəyyən olunmuşdur:

I. *Ardıcıl birləşdirilmiş naqillərdən cərəyan keçdikdə ayrılan istilik miqdarı bu naqillərin ümumi müqaviməti ilə düz mütənasibdir (cərəyan şiddəti dəyişmədiyindən):*

$$Q = I^2 Rt.$$

Kəmiyyətlər arasındakı bu münasibəti təcrübi olaraq ilk dəfə ingilis alimi C.Coul və rus alimi E.Lens kəşf etdiyindən o, *Coul-Lens qanunu* adlandırılmışdır:

• ***Cərəyanlı naqildə ayrılan istilik miqdarı cərəyan şiddətinin kvadratı, naqilin müqaviməti və cərəyanın keçmə müddətinin hasilinə bərabərdir.***

II. *Paralel birləşdirilmiş naqillərdən cərəyan keçdikdə ayrılan istilik miqdarı bu naqillərin ümumi müqavimətindən tərs mütənasib asılıdır (gərginlik dəyişmədiyindən):*

$$Q = \frac{U^2}{R} t.$$



Ceyms Coul

(1818–1889)

İngilis fiziki

Elektrik cərəyanının istilik effektlərini öyrənmişdir.

BS-də onun şərəfinə enerji vahidi – coul qəbul edilmişdir.



Lens Emili Xristianovic

(1804–1865)

Rus fiziki

Elektromaqnit sahəsini araşdırmış, maqnit təsiri ilə yaranan cərəyanın istiqamətini müəyyənləşdirmiş, elektrik cərəyanının istilik təsirini öyrənmişdir.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA

• Məsələni həll edin

Məsələ

Müqavimətləri $R_1 = 40 \text{ Om}$ və $R_2 = 60 \text{ Om}$ olan rezistorlar dövrəyə paralel birləşdirilmişdir. Dövrədəki cərəyan şiddəti 2 A-dir. Hər bir rezistordakı cərəyanın 1 dəqiqədə gördüyü işi təyin edin.

- Məsələnin həllinin hansı ardıcıl "addımlarla" həyata keçirilməsi əlverişlidir?

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Dövrə hissəsində __ cərəyan şiddəti, bu hissənin uçlarındakı __ və işin görülməsinə sərf olunan zamanın hasilinə bərabərdir. __ naqillərdən cərəyan keçdikdə ayrılan __ bu naqillərin ümumi müqaviməti ilə düz mütənasibdir. __ naqillərdən cərəyan keçdikdə ayrılan istilik miqdarı bu naqillərin ümumi müqavimətindən tərs mütənasib asılıdır. Cərəyanlı naqildə ayrılan istilik miqdarı cərəyan şiddətinin kvadratı, naqilin __ və cərəyanın keçmə müddətinin hasilinə bərabərdir.

AÇAR SÖZLƏR
Ardıcıl birləşmə
Gərginlik
Cərəyanın işi
Paralel birləşmə
Müqavimət
İstilik miqdarı

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Elektrik cərəyanının gördüyü işin üç düsturunu yazın və onlardan hansı halda istifadə etməyin əlverişli olduğunu izah edin.
2. Cərəyan şiddəti 2 A olan naqildə cərəyan 5 san ərzində 100 C iş görür. Naqilin uçlarındakı gərginlik nəyə bərabərdir?
3. Cərəyan mənbəyinə (düzəldiriciyə) paralel olaraq iki lampa birləşdirilmişdir. Açar qapadıqda lampalardan biri parlaq, digəri zəif işıqlandı. Hansı lampada cərəyanın gördüyü iş böyükdür? Nə üçün?



6.12. Elektrik cərəyanının gücü

Bir çox elektrik avadanlıqlarının üzərində və ya təlimatlarında elektrik enerjisinin istehlakçıları üçün başqa məlumatlarla yanaşı, mühüm bir xarakteristika da qeyd edilir: *elektrik gücü*. Məsələn, elektrik lampalarının üzərində 15 Vt, 40 Vt, 60 Vt və s., televizorun məlumat lövhəsində 40 Vt, elektrik ütüsünün üzərində 1200 Vt, elektrik çaydanlarında isə 1000 Vt və ya 1400 Vt yazılır.

- Hansı lampanı otaqdan asmaq lazımdır ki, o, parlaq işıqlansın? Hansı elektrik çaydanında su daha tez qaynar?
- Elektrik cərəyanının gücü hansı fiziki kəmiyyətlərdən asılıdır?

Elektrik cərəyanının gücü – elektrik enerjisinin verilmə yeyinliyi və ya elektrik enerjisinin digər enerji növlərinə çevrilmə yeyinliyini göstərən fiziki kəmiyyətdir.

• **Elektrik cərəyanının gücü cərəyanın gördüyü işin bu işi görməyə sərf olunan zamana nisbətində bərabərdir:**

$$P = \frac{A}{t}. \quad (1)$$

Burada P – cərəyanın gücüdür. (1) ifadəsində $A = I \cdot U \cdot t$ düsturunu nəzərə alsaq:

$$P = \frac{IU t}{t} = IU. \quad (2)$$

• **Elektrik cərəyanının gücü cərəyan şiddəti ilə gərginliyin hasilinə bərabərdir.** Elektrik cərəyanının gücü BS-də vatt (Vt) ilə ifadə olunur:

$$1 \text{ Vt} = 1 \text{ C/san.}$$

Güc düsturundan göründüyü kimi, $1 \text{ Vt} = 1 \text{ A} \cdot \text{V}$.

Elektrik cərəyanının gücü (1) və (2) düsturları ilə yanaşı, (3) və (4) düsturları ilə də hesablanı bilər:

$$P = \frac{U^2}{R}. \quad (3)$$

$$P = I^2 R. \quad (4)$$

İhtiyari birləşmədə xarici dövrədəki (cərəyan mənbəyindən kənar dövrə) cərəyanın gücü dövrənin ayrı-ayrı hissələrinin gücləri cəminə bərabərdir.

Elektrik işlədiciyə gücünü bilməklə verilən müddətdə elektrik cərəyanının gördüyü işi hesablamaq olar:

$$A = Pt. \quad (5)$$

Bu iş işlədicinin cərəyan mənbəyindən aldığı W elektrik enerjisinə bərabərdir. Məsələn, gücü $P = 1800 \text{ Vt}$ olan elektrik qızdırıcısı bir ay ərzində (30 sutka) fasiləsiz işlədikdə onun cərəyan mənbəyindən aldığı enerji:

$$W = Pt = 1800 \text{ Vt} \cdot 3600 \text{ san} \cdot 24 \cdot 30 = 46,656 \cdot 10^8 \text{ C} = 4665600 \text{ kC}$$

olar.

Çox vaxt elektrik enerjisi hesablanarkən onun qiyməti coulla deyil, kilovat-saatla ifadə edilir:

• **Kilovat-saat – gücü 1 kVt olan elektrik cərəyanının 1 saatda gördüyü işə bərabərdir:**

$$1 \text{ kVt} \cdot \text{saat} = 1000 \text{ Vt} \cdot 3600 \text{ san} = 3600 \text{ kC}.$$

Beləliklə, elektrik qızdırıcısı bir ay ərzində:

$$W = \frac{4665600 \cdot 1 \text{ kVt} \cdot \text{saat}}{3600} = 1296 \text{ kVt} \cdot \text{saat},$$

elektrik enerjisi işlətməmişdir. Nəzərə alsaq ki, bu gün respublikamızda 1 kVt · saat elektrik enerjisi 6 qəpikdir (0,06 man), gücü 1800 Vt olan elektrik qızdırıcısının bir ay ərzində fasiləsiz işlətdiyi enerji üçün

$$0,06 \text{ man} \cdot 1296 = 77 \text{ man } 76 \text{ qəp}$$

ödənməlidir.

ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ TƏTBİQ EDİN

ARAŞDIRMA

• Məsələni həll edin

Məsələ

Həyətəni sahəni işıqlandırmaq üçün istifadə edilən gücü 150 Vt olan lampanı gündüzlər söndürmək unudulduğundan o, fasiləsiz şəkildə bir ay yanılı vəziyyətdə qalmışdır. Hər 1 kVt x saat enerjinin qiymətinin 6 qəpik olduğunu nəzərə alaraq ayın tamamında bu lampanın istifadə etdiyi elektrik enerjisi üçün nə qədər ödəniş edilməlidir?

NƏ ÖYRƏNDİNİZ?

Elektrik __ cərəyanın __ bu işi görməyə sərf edilən zamana nisbətində bərabərdir. Elektrik cərəyanının gücü __ ilə gərginliyin hasilinə bərabərdir. __ – gücü 1 kVt olan elektrik cərəyanının 1 saatda gördüyü işə bərabərdir.

AÇAR SÖZLƏR

Cərəyan şiddəti

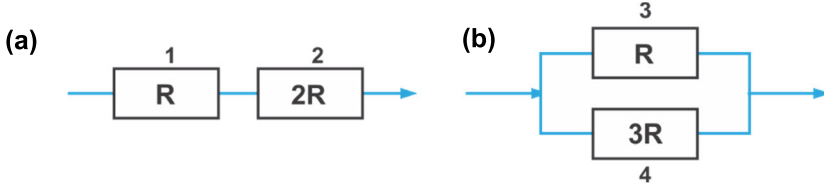
Kilovat-saat

Cərəyanın gücü

Görülən iş

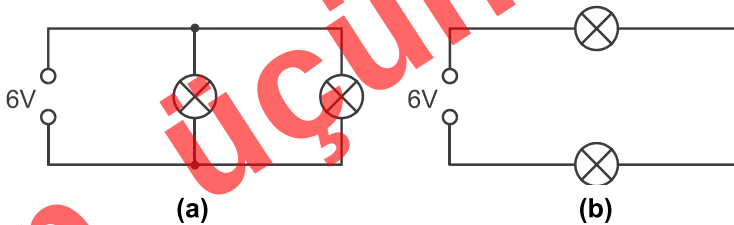
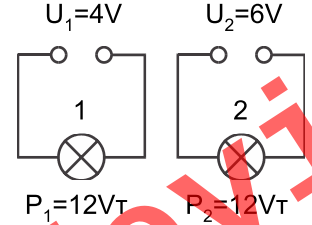
ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

1. Otaqda böyük enerji sərf edən elektrik işlədici (məsələn, elektrik mühərriki, burğu, qızdırıcı və s.) işə salındıqda şəbəkəyə birləşdirilmiş lampaların közərmələri zəifləyir. Nə üçün?
2. Kilovat-saat nədir? Onu elektrik enerjisinin BS-dəki vahidi ilə müqayisə edin.
3. Nə üçün közərmə lampasının teli və elektrik qızdırıcısının spirali çox qızır, lakin onları cərəyan mənbəyinə birləşdirən naqillər isə soyuq qalır?
4. Şəkilde rezistorlardan ibarət ardıcıl (a) və paralel dövrə hissələrinin (b) sxemi təsvir edilir. Bu dövrə hissələrindən keçən cərəyanın gücünü müqayisə edin.



ÇALIŞMA-11

1. Yük avtomobilinin lampası 3,5 A cərəyan şiddətinə və 12 V gərginliyə hesablanmışdır. Lampa 5 dəq ərzində nə qədər enerji sərf edər?
2. Hansı halda elektrik cərəyanının gücü böyükdür: cərəyan şiddəti 1,6 A və gərginlik 12 V olduqda, yoxsa cərəyan şiddəti 550 mA və gərginlik 0,6 kV olduqda?
3. Elektrik qızdırıcısı uzunluğu 10 m, en kəsiyinin sahəsi $0,25 \text{ mm}^2$ olan nixrom məftildən hazırlanan spiraldan ibarətdir. Qızdırıcı 220 V gərginlik mənbəyinə qoşularsa, spiraldan keçən cərəyanın gücü nəyə bərabər olar?
4. Şəkilde iki elektrik dövrəsinin sxemi təsvir edilir. Verilənlərə əsasən, hansı dövrədə cərəyan şiddətinin və müqavimətin böyük olduğunu təyin edin.
5. Şəkilde təsvir edilən dövrələrdən birində iki eyni lampa ardıcıl, digərində isə paralel qoşulmuşdur. Hansı halda cərəyanın gücü daha böyükdür? Hər iki dövrənin uclarındakı gərginlik eynidir.



6.13. Elektrik cərəyanının canlı orqanizmə təsiri və tətbiqləri

• Elektrik cərəyanının canlı orqanizmə mənfəi təsiri

İnsan bədəni naqildir, elektrik cərəyanını keçirir. Bədənin ayrı-ayrı toxumalarının cərəyan keçirməsi müxtəlifdir. Sümük maddəsi, dəri örtüyü və birləşdirici toxumalar cərəyanı pis keçirir. Bu hissələrin xüsusi müqaviməti çox böyük olub 10^7 – 10^2 Om-m tərtibindədir. Onurğa beyni mayesi, qan zərdabı, qan və sinir-əzələ toxuması isə cərəyanı yaxşı keçirən hissələrdir. Bu hissələrin xüsusi müqaviməti 0,6–0,7 Om-m arasında dəyişir.

İnsan bədənində cərəyan ionlarla yaranır. Bunlar dəmir, kalsium, fosfor, kalium, natrium və digər kimyəvi elementlərin ionlarıdır. Cərəyanın insan bədənindən keçməsi bir sıra fizioloji hadisələrlə müşayiət olunur. Bədənə cərəyan keçdikdə qıcıqlanma, əzələ yığılması, tənəffüs pozğunluğu, iflicolma və hətta ölüm hadisəsi ola bilər. Cərəyanla zədələnmənin nəticəsi insan bədənindən keçən cərəyan şiddətindən, cərəyanın xarakterindən (sabit və ya dəyişən cərəyan olmasından), cərəyanın bədənə keçmə müddətindən və yolundan asılıdır. Cərəyanın ürəkdən və beyindən axması olduqca təhlükəlidir.

6.3 cədvəlində yaşlı insanda əl-əl və əl-ayaq istiqamətində axan cərəyan təsirlərinin cərəyan şiddətindən asılılığı göstərilmişdir.

Cədvəl 6.3.

Cərəyan şiddəti (mA)	Cərəyan təsirləri	
	Sabit cərəyan	Dəyişən cərəyan ($v = 50$ Hz)
2–3	Hiss olunmur	Əlin barmaqlarının güclü titrəməsi
5–10	Qızma hiss olunur	Ağrılar hiss olunur. Əllər qıc olur.
12–15	Qızma güclənir	Barmaqlarda və əllərin sümüklərində güclü ağrılar. 5–10 san dözümlüdür
20–25	Qızmanın daha da güclənməsi. Əllərin əzələləri azca yığılır	Əllər iflic olur, onları naqildən ayırmaq olmur. Nəfəsalma çətinləşir. 5 san dözümlüdür.
50–80	Əllərin əzələləri yığılır. Nəfəsalma çətinləşir	Nəfəsalmanın iflici. Ürək fəaliyyətinin pozulması
90–110	Nəfəsalmanın iflici	Nəfəsalmanın iflici. 3 san və daha çox davam etdikdə ürəyin iflici. Ölüm

Cədvəldən görünür ki, cərəyan şiddətinin 100 mA qiymətində ölüm hadisəsi ola bilər. Bədənin müqaviməti sabit deyil. Müqavimət insanın halından, onun dərisindən, dəridə tər olub-olmamasından asılıdır. Quru və bərkləşmiş dərinin müqaviməti çox böyük, nazik, incə və nəm dərinin müqaviməti isə kiçikdir. Bir əlin barmaqlarından digər əlin barmaqlarına qədər quru dərinin müqaviməti təqribən 10^5 Om-dur. Əllər tərli olduqda isə müqavimət 1500 Om tərtibindədir. Bu müqavimətlərə uyğun ölüm halı yarada bilən gərginlikləri hesablayaq:

$$U_{quru} = 100 \cdot 10^{-3} A \cdot 10^5 \text{ Om} = 10000 \text{ V};$$

$$U_{yaş} = 100 \cdot 10^{-3} A \cdot 1500 \text{ Om} = 150 \text{ V}.$$

• Elektrik cərəyanının canlı orqanizmə müsbət təsiri

Elektrik cərəyanının insan orqanizminə mənfi təsiri ilə yanaşı, müsbət təsiri də ola bilər. Təbabətdə elektrik cərəyanından müalicə məqsədilə istifadə edirlər. Məsələn, elektrodları xəstənin bədənində qoyub ondan zəif sabit cərəyan buraxırlar. Bu, ağrıkəsici effekt göstərir, qan dövranını yaxşılaşdırır. Bəzini elektrik cərəyanı ilə qıcıqlandırmaqla bir sıra əsəb xəstəliklərini müalicə edirlər.



• Elektrik cərəyanından zərərçəkənlərə ilk yardım

Elektrik dövrələri ilə işləyərkən çox ehtiyatlı olmalı və müəyyən təhlükəsizlik qaydalarına əməl etmək lazımdır. Bu qaydalar hər bir fizika kabinetində var.

ARAŞDIRMA

Aşağıdakı şəkildə elektrik cərəyanı “vuran” adamın cərəyan xəttindən uzaqlaşdırılması və ona ilk yardım təsvirləri verilir. Onları araşdırın və şərh edin.



ÖYRƏNDİKLƏRİNİZİ YOXLAYIN

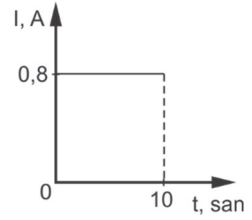
1. Bədənin hansı hissələri cərəyanı yaxşı keçirir?
2. Cərəyanın insan bədənindən keçməsi hansı hadisələrlə nəticələnə bilər?
3. Cərəyanla zədələnmənin nəticəsi hansı amillərdən asılıdır?
4. Cərəyan şiddətinin hansı qiymətində ölüm hadisəsi baş verə bilər?
5. İnsan bədəninin müqaviməti nədən asılıdır?
6. Hansı cərəyanın – sabit, yoxsa dəyişən cərəyanın insan orqanizminə təsiri daha güclüdür.
7. Təsvirləri şərh edin.



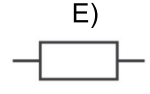
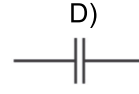
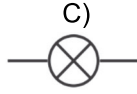
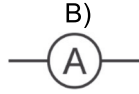
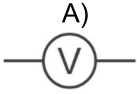
ÜMUMİLƏŞDİRİCİ TAPŞIRIQLAR

1. Cərəyan şiddəti–zaman qrafikinə əsasən 10 san müddətində naqilin en kəsiyindən keçən yükün miqdarını hesablayın.

- A) 4 KI
- B) 8 KI
- C) 1,25 KI
- D) 0,125 KI
- E) 16 KI

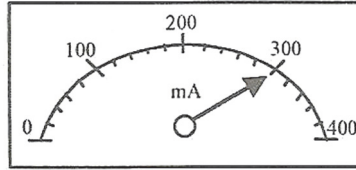


2. Elektrik lampasının şərti işarəsi hansıdır?

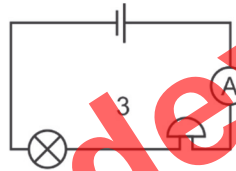
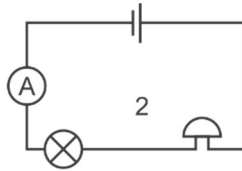
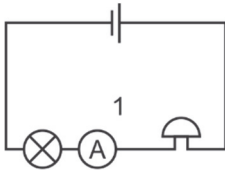


3. Şəkildə təsvir edilən milliampmetrin göstəricisi və bir bölgüsü nə qədərdir?

- A) 300 A; 20 A
- B) 0,3 A; 0,2A
- C) 30 A; 1A
- D) 300 A; 10A
- E) 0,3 A; 0,02A



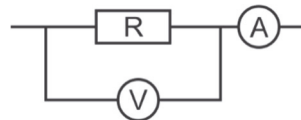
4. Şəkildə ampermetrin eyni elementlərdən ibarət elektrik dövrəsinə müxtəlif birləşməsi təsvir edilir. Ampermetrlərin göstəriciləri arasında hansı münasibət doğrudur?



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

5. $R = 40 \text{ Om}$ və $I = 4 \text{ A}$ olarsa, voltmetrin göstəricisini hesablayın.

- A) 160 V
- B) 10 V
- C) 20 V
- D) 5 V
- E) 150 V



6. Naqilin müqavimətini hansı cihazların köməyi ilə təyin etmək olar?

- | | |
|--------------|-----------|
| 1. Termometr | A) 2 və 5 |
| 2. Voltmetr | B) 1 və 3 |
| 3. Xətkəş | C) 2 və 6 |
| 4. Saat | D) 1 və 4 |
| 5. Manometr | E) 3 və 6 |
| 6. Ampermetr | |

7. Müqavimətləri 3 Om və 6 Om olan iki naqıl dövrəyə paralel birləşdirilmişdir. Dövrənin ümumi müqaviməti nəyə bərabərdir?

- A) 4 Om
- B) 2 Om
- C) 2,5 Om
- D) 3 Om
- E) 5 Om

8. Uclarındakı gərginlik 3 V olan naqildə cərəyan 3 san ərzində 18 C iş görür. Naqildəki cərəyan şiddəti nəyə bərabərdir?

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

9. 20 Om müqaviməti olan naqildən 5 A cərəyan şiddəti keçir. 10 dəq ərzində naqildən nə qədər istilik miqdarı ayrılır?

- A) 250 kC
- B) 300 kC
- C) 100 kC
- D) 150 kC
- E) 30 kC

FİZİKA – 8

*Ümumtəhsil məktəblərinin 8-ci sinfi üçün
Fizika fənni üzrə dərslik*

Tərtibçi heyət:

Müəlliflər: **Mirzəli İsmayıl oğlu Murquzov**
Rasim Rəşid oğlu Abdurazaqov
Rövşən Mirzə oğlu Əliyev
Dilbər Zirək qızı Əliyeva

İxtisas redaktoru **A.İbrahimov**
Dil redaktoru **K.Cəfərli**
Nəşriyyat redaktoru **K.Abbasova**
Bədii redaktor **T.Məlikov**
Texniki redaktor **Z.İsayev**
Dizayner **T.Məlikov**
Rəssamlar **M.Hüseynov, E.Məmmədov**
Korrektor **A.Məsimov**

*Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyinin 08.06.2015-ci il tarixli 645 №-li
əmrinə əsasən təsdiq olunmuşdur.*

© Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi – 2017

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 10. Fiziki çap vərəqi 12,5. Səhifə sayı 200.
Kağız formatı 70×100¹/₁₆. Tiraj 32588. Pulsuz. Bakı – 2017

“Bakı” nəşriyyatı
Bakı, AZ 1001, H.Seyidbəyli küç. 30