

# FIZIKA

Umumiy oʻrta taʼlim maktablarining  
9-sinfi uchun darslik

*Ikkinchi nashr*

*Oʻzbekiston Respublikasi Xalq taʼlimi vazirligi  
tomonidan tasdiqlangan*



**Mualliflar: P. HABIBULLAYEV, A. BOYDEDAYEV,  
A. BAHROMOV, M. YULDASHEVA**

*Maxsus muharrir :*

K. TURSUNMETOV – fiz.-mat. fanlari doktori,  
O'zbekiston Milliy universiteti professori

*Taqrizchilar :*

- A. T. MAMADALIMOV – fiz.-mat. fanlari doktori, O'zR FA akademigi,  
Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy  
universiteti kafedra mudiri;
- N. Sh. SAIDXONOV – fiz.-mat. fanlari doktori, O'zR FA «Fizika-Quyosh»  
IICHB «Fizika-texnika instituti» ilmiy xodimi kotibi;
- X. MAHMUDOVA – pedagogika fanlari nomzodi, Toshkent Davlat pedagogika  
universiteti dotsenti, «Fizika va uni o'qitish  
metodikasi» kafedrasini mudiri;
- U. RIXSIYEV – Toshkent shahar Chilonzor tumanidagi 200-sonli maktabning  
oliy toifali o'qituvchisi, O'zbekiston Respublikasida  
xizmat ko'rsatgan xalq ta'limi xodimi

### Shartli belgilar



— e'tibor bering va esda saqlang.



— savollarga javob bering.



— masalalarni yeching.



— amaliy topshiriqlarni bajaring va daftaringizga yozing.

**1\*** — yechilishi nisbatan murakkab bo'lgan masala.

**Respublika maqsadli kitob jamg'armasi mablag'lari hisobidan  
ijara uchun chop etildi.**

Habibullayev P.

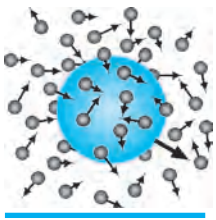
**Fizika.** Umumiy o'rta ta'lim maktablarining 9-sinfi uchun darslik/P.Habibullayev [va boshq]. – T.: G'afur G'ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi, 2014. – 160 b.

UO'K 372.853(075)

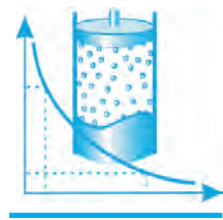
KBK 22.3ya72

© P. Habibullayev, A. Boydedayev,  
A. Bahromov, M. Yuldasheva

© G'afur G'ulom nomidagi nashriyot-  
matbaa ijodiy uyi, 2014



# MOLEKULAR FIZIKA VA TERMODINAMIKA ASOSLARI



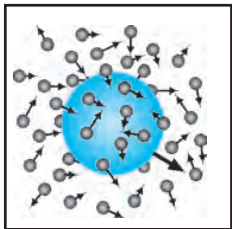
**Molekular fizika va termodinamika** moddaning turli agregat holatlaridagi fizik xossalarini, diffuziya, issiqlik o'tkazuvchanlik kabi hodisalarni, issiqlik ta'sirida modda holatining o'zgarishini, moddalarning issiqlik sig'imi, bug'lanishi, kondensatsiyasi, erishi, qotishi, mustahkamligi, elastikligi kabi xossalarini o'rganadi.

Fizikaning «Mexanika» bo'limini o'rganishda jismlar zarralaridan tuzilganligi e'tiborga olinmagan edi. Molekular fizika va termodinamikani o'rganishda esa moddalar zarralardan tuzilganligiga asosiy e'tibor qaratiladi. Bunda statistik va termodinamik metodlardan foydalaniladi.

**1. Statistik metod.** «Statistika» so'zi «hisoblash», «umumlashtirish» degan ma'nolarni anglatadi. Statistik metodda moddadagi har bir zarraning harakati emas, balki ularning natijaviy o'rtacha harakati o'rganiladi. Masalan, molekullarning o'rtacha tezligi, o'rtacha kinetik energiyasi va hokazo. Zarralarning natijaviy o'rtacha harakati alohida zarralarning harakat qonuniyatlari asosida aniqlanadi. Bu metod modda tuzilishining molekular-kinetik nazariyasida asos qilib olingan.

**2. Termodinamik metod.** «Termodinamika» so'zi «termo» — «issiqlik» va «dinamika» — «kuch», «harakat» so'zlaridan olingan. Termodinamik metodda o'rganilayotgan moddaning holati temperatura, bosim, hajm kabi termodinamik parametrlar bilan aniqlanadi.

Molekular fizikani o'rganishda har ikkala statistik va termodinamik metodlar bir-birini to'ldiradi. Bu metodlar gaz, suyuq va qattiq holatdagi moddalarning tuzilishi va ularda bo'ladigan jarayonlarni o'rganishda foydalaniladi. Fizikaning ushbu bo'limida avvaliga statistik metodga asoslangan «Modda tuzilishining molekular-kinetik nazariyasi asoslari»ni (I bob) va termodinamik metodga asoslangan «Termodinamika elementlari»ni (II bob) o'rganasiz. So'ngra esa har ikkala metod qo'llanilgan «Suyuqliklardagi sirt hodisalari»ni (III bob), «Qattiq jismlarning xossalari»ni (IV bob) va «Modda agregat holatining o'zgarishi»ni (V bob) o'rganasiz.



## I bob

# MODDA TUZILISHINING MOLEKULAR-KINETIK NAZARIYASI ASOSLARI

## 1-§. MOLEKULAR-KINETIK NAZARIYA HAQIDA TUSHUNCHA

### Molekular-kinetik nazariyaning asosiy omillari



Moddalarda bo‘ladigan issiqlik hodisalarini va bu moddalarning ichki xossalari barcha moddalar tartibsiz harakat qiluvchi va o‘zaro ta’sirlashuvchi zarralardan iboratdir, degan tasavvur asosida tushuntiradigan nazariya *molekular-kinetik nazariya* deb ataladi.

Modda tuzilishining molekular-kinetik nazariyasi quyidagi omillarga asoslanadi:



1. Moddalar zarralardan — atom va molekulalardan tashkil topgan.
2. Atom va molekulalar to‘xtovsiz va tartibsiz harakat qiladi.
3. Atom va molekulalar orasida o‘zaro tortishish va itarishish kuchlari mavjud.

Bu omillar gaz, suyuq va qattiq holatdagi moddalarda sodir bo‘ladigan diffuziya hodisasida yaqqol namoyon bo‘ladi.

1. Xonaning bir chekkasiga atir sepilsa, uning hidi xonaning boshqa chekkasiga yetib keladi. Bu hid, ya’ni atir **molekulalardan tashkil topgan**. Atir molekulalari xona bo‘ylab **to‘xtovsiz va tartibsiz harakatda bo‘lib tarqaladi**.

Atir hidi bizga yetib kelguncha ma’lum vaqt o‘tadi. Bunga sabab — atir molekulalari o‘z yo‘lida havodagi son-sanoqsiz molekulalar bilan to‘qnashadi, ya’ni **o‘zaro ta’sirlashadi**.

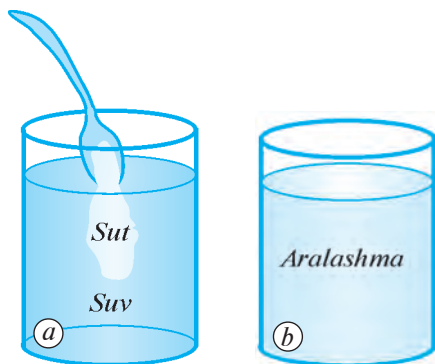
2. Stakandagi suv ustiga bir choy qoshiq sut quysak, suv bilan sut tezda aralashib ketmaydi (1-a rasm). Ularning aralashishi uchun ma’lum vaqt ketadi (1-b rasm).

Suv va suyuqlikning o‘zaro aralashishi ular **zarralardan tashkil topganligi** va bu zarralar **to‘xtovsiz va tartibsiz harakatda**

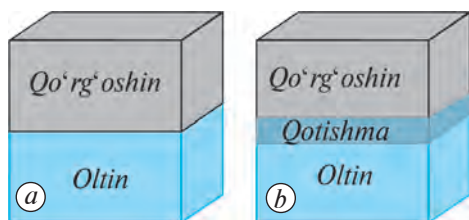
ekanligini ko'rsatadi. Aralashishiga vaqt ketishi esa zarralarning **o'zaro ta'sirlashib harakatlani-shini** ko'rsatadi.

3. Oltin va qo'rg'oshin metal-larining sirtlari silliqqlanib, usta-ust joylashtirilgan (2-a rasm). Metallar maxsus ravishda qisib qo'yilgan. Bir yildan keyin met-tallar qisqichdan olingan. Bunda metallar bir-biriga mustahkam yopishib qolganligi, oltin atom-lari qo'rg'oshin moddasi ichiga, qo'rg'oshin atomlari esa oltin moddasi ichiga kirib borganligi ma'lum bo'lgan (2-b rasm).

Oltin va qo'rg'oshin modda-larining aralashishi ular **zarra-lardan tashkil topganligini**, bu zarralar **tartibsiz harakat qili-shini**, aralashishning sekin bori-shi esa metallarning zarralari **o'zaro nisbatan kuchliroq ta'sirla-shishini** ko'rsatadi.



1-rasm



2-rasm

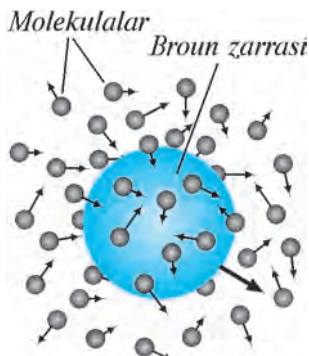
### Broun harakati

Ingliz tabiatshunosi **R. Broun** 1827-yilda navbatdagi kuzatish-lardan so'ng mikroskopni uyining ayvonida qoldirgan. Yomg'ir ostida qolgan mikroskopning ishlashini tekshirayotib, okular orqali qandaydir narsa to'xtovsiz harakatlanayotganini ko'rgan. Avvaliga bu narsani biror mayda jonzot deb o'ylagan.

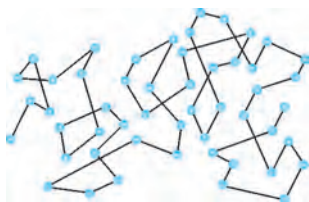
Harakatlanayotgan narsa nimaligini va bunday harakat sabab-larini aniqlash uchun Broun qator tajribalar o'tkazgan. Ma'lum bo'lishicha, mikroskop oynachasida avvaldan chang zarralari bo'lgan. Okular orqali ko'ringan harakatdagi narsalar yomg'ir tomchisiga qo'shilib ketgan chang zarralari, degan xulosaga kelgan. Tomchidagi suv molekulari chang zarrasiga turli tomondan urilib, uni to'xtovsiz va tartibsiz harakat qilishga majbur qilgan. Mikroskopda faqat chang zarrasi ko'rinib, unga urilayotgan molekular ko'rinmagan.



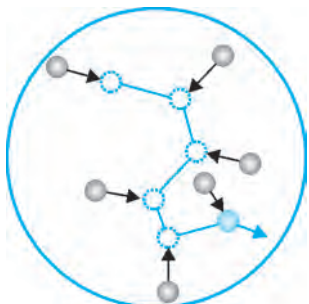
**Suyuqlik yoki gazlarda zarraning to'xtovsiz va tartibsiz harakati xaotik harakat deyiladi.**



3-rasm



4-rasm



5-rasm

«Xaotik» soʻzi lotincha «*chaos*» soʻzidan olingan boʻlib, «*tartibsiz*» degan maʼnoni bildiradi. Zarralarning xaotik harakati R.Broun tomonidan kashf etilgani uchun u **Broun harakati** deb ham ataladi.

Chang zarrasi — Broun zarrasining toʻxtovsiz va tartibsiz harakat qilishining sababini tahlil qilaylik (3-rasm). Broun zarrasiga bir tomondan urilayotgan molekular soni boshqa tomondan urilayotgan molekular sonidan farq qiladi. Shu bilan birga, molekularning zarb kuchlari ham bir xil emas. Broun zarrasiga taʼsir etuvchi natijaviy kuch zarrani harakatlantiradi.

Molekular harakati tartibsiz boʻlgani uchun zarra harakat yoʻnalishini uzoq davom ettira olmaydi. Birozdan keyin zarraga taʼsir etayotgan natijaviy kuch va uning yoʻnalishi oʻzgarishi natijasida Broun zarrasi oʻz yoʻnalishini oʻzgartiradi. Bu jarayon toʻxtovsiz davom etadi.

Broun harakatini **J.Perren** mukammal oʻrganib, 1908—1913-yillarda xaotik harakat qilayotgan zarraning teng vaqtlar oraligʻidagi holatlarini suratga olgan. Unda Broun zarrasining trayektoriyasi 4-rasmda tasvirlangandek turli uzunliklardagi siniq chiziqlardan iborat boʻlgan.

Broun harakatini tevarak-atrofimizda ham kuzatish mumkin. Masalan, Quyosh

nurida havodagi chang zarralarining tinimsiz tartibsiz harakat qilayotgani koʻrinadi.

Gaz yoki suyuqlikdagi molekulaga boshqa molekular har tomondan tartibsiz urilib turadi. Natijada u goh bir tomonga, goh boshqa tomonga tinimsiz tartibsiz harakat qilishga majbur boʻladi (5-rasm).

Broun harakati molekularning tartibsiz harakat qilishidan tashqari, molekularning mavjudligini ham isbotlaydi.

Xaotik harakat qilayotgan har bir molekula trayektoriyasining toʻgʻri chizikli qismida tezligi juda katta boʻladi. Lekin biror yoʻnalishdagi koʻchishi kichik boʻladi.

Normal sharoitda, ya'ni 1 atmosfera bosim va  $0^{\circ}\text{C}$  temperatura da gaz molekulari 1 sekundda o'rtacha  $10^{10}$  marta to'qnashadi. Ikki to'qnashuv orasidagi masofa  $10^{-8}$ — $10^{-7}$  m ni tashkil etadi.



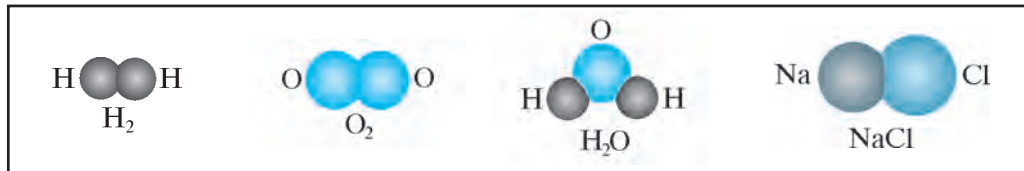
1. Modda tuzilishining molekular-kinetik nazariyasi qanday omillarga asoslanadi?
2. Atir hidi tarqalishi misolida molekular-kinetik nazariyasiga oid omillarni qanday asoslash mumkin?
3. Sutning suvda aralashishiga oid tajribadan qanday xulosaga kelish mumkin?
4. Oltin va qo'rg'oshin bilan o'tkazilgan tajribada metallarning atomlari nima sababdan bir-biriga o'tgan?
5. Xaotik harakat deb qanday harakatga aytiladi?
6. Broun zarrasi nima sababdan to'xtovsiz va tartibsiz harakat qiladi? 3-rasmdan Broun zarrasining harakatini tushuntirib bering.
7. 4- va 5-rasmlarda tasvirlangan zarraning harakatini tavsiflab bering.

## 2-§. MOLEKULALARNING O'LCHAMI VA MASSASI

### Molekulalar

Moddalar mayda zarrachalardan — molekula va atomlardan tashkil topganligini bilib oldingiz. Vodород gazi vodород ( $\text{H}_2$ ) molekularidan, har bir vodород molekulasida esa 2 ta vodород (H) atomidan iborat (6-rasm). Havodagi kislorod moddasi kislorod ( $\text{O}_2$ ) molekularidan, har bir kislorod molekulasida 2 ta kislorod (O) atomidan tuzilgan. Suv moddasi suv ( $\text{H}_2\text{O}$ ) molekularidan tashkil topgan. Har bir suv molekulasida 2 ta vodород (H) va 1 ta kislorod (O) atomidan iborat. Osh tuzi moddasi osh tuzi ( $\text{NaCl}$ ) molekularidan, ularning har biri 1 ta natriy (Na) va 1 ta xlor (Cl) atomidan tashkil topgan.

Inert gazlar va metallar molekularidan emas, balki to'g'ridan to'g'ri atomlardan tuzilgan. Masalan, argon moddasi argon (Ar) atomlaridan, mis moddasi mis (Cu) atomlaridan tashkil topgan.



6-rasm

Bundan buyon modda molekulasini haqida soʻz yuritilganda toʻgʻridan toʻgʻri atomlardan tashkil topgan moddalarning atomlari ham koʻzda tutiladi.

Odatda kimyo fanida molekula quyidagicha taʼriflanadi:



**Molekula — moddaning kimyoviy xossalarini oʻzida saqlab qoluvchi shu moddaning eng kichik zarrasi.**

### Molekulalarning oʻlchami

Molekulalar oʻlchamini aniqlashning quyidagi eng oddiy usulini koʻrib chiqaylik.

Idishdagi suvga moy tomchisini toʻmizsak, u suvning taxminan  $S = 0,5 \text{ m}^2$  yuzasini egallab, yupqa parada hosil qiladi (7-rasm). Bunda moy molekulasini suv yuzasida bir qavat boʻlib tekis yoyilgan deb hisoblash mumkin. 7-rasmning yuqori qismida pardaning koʻndalang kesim yuzi kattalashtirib koʻrsatilgan.

Moy tomchisining hajmini  $V = 1 \text{ mm}^3 = 10^{-9} \text{ m}^3$  deb olib, moy molekulasining oʻlchamini taqriban hisoblash mumkin:

$$d = \frac{V}{S} = \frac{10^{-9} \text{ m}^3}{0,5 \text{ m}^2} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ m}. \quad (1)$$

7-rasm



**Aniq oʻlchashlarga koʻra, molekulalarning oʻlchami  $10^{-10} \text{ m} - 10^{-8} \text{ m}$  tartibda boʻladi.**

Masalan, suv molekulasining oʻlchami:  $d \approx 3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ . Molekulalar shunday kichikki, ularni eng kuchli optik mikroskopda ham ilgʻab boʻlmaydi.

### Molekulalar konsentratsiyasi

Suv molekulasining diametri  $d \approx 3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$  boʻlganligidan, bitta suv molekulasining hajmini taqriban topish mumkin:

$$V_m \approx d^3 \approx (3 \cdot 10^{-10} \text{ m})^3 = 27 \cdot 10^{-30} \text{ m}^3 = 2,7 \cdot 10^{-29} \text{ m}^3.$$

U holda  $V = 1 \text{ m}^3$  hajmdagi suv molekularining sonini taqriban hisoblash mumkin:

$$N \approx \frac{V}{V_m} \approx \frac{1 \text{ m}^3}{2,7 \cdot 10^{-29} \text{ m}^3} \approx 3,7 \cdot 10^{28}. \quad (2)$$





**Hajm birligidagi molekular soni *molekular konsentratsiyasi* deb ataladi va  $n$  harfi bilan belgilanadi.**

Ya'ni:

$$n = \frac{N}{V}, \quad (3)$$

bunda  $V$  – idish hajmi,  $N$  – shu idishdagi molekular soni.

U holda (2) ifodadan suvdagi molekular konsentratsiyasi  $n \approx 3,7 \cdot 10^{28} \text{ m}^{-3}$  ga teng. Konsentratsiya  $1 \text{ sm}^{-3}$ ,  $1 \text{ dm}^{-3}$ ,  $1 \text{ m}^{-3}$  kabi birliklarda o'lchanadi. Agar  $V = 25 \text{ sm}^3$  sig'imli idishga qamalgan gaz molekularining soni  $N = 5 \cdot 10^{21}$  ta bo'lsa,  $1 \text{ m}^3$  hajmdagi molekular soni, ya'ni idishdagi gaz molekularining konsentratsiyasi  $n = 2 \cdot 10^{26} \text{ m}^{-3}$  bo'ladi.



**Suyuq va qattiq holatdagi moddalar molekularining konsentratsiyasi  $10^{27}$ – $10^{30} \text{ m}^{-3}$ , gazlar, masalan, havo molekularining konsentratsiyasi normal sharoitda ( $0^\circ\text{C}$  temperatura va  $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  bosimda)  $2,7 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$  ga teng.**

## Molekularning massasi

Suv molekulasining massasini hisoblaylik. Suvning zichligi  $1000 \text{ kg/m}^3$ , ya'ni  $1 \text{ m}^3$  suvning massasi  $1000 \text{ kg}$  ga teng.  $1 \text{ m}^3$  suvda  $3,7 \cdot 10^{28}$  ta molekula borligi ma'lum. U holda suvdagi 1 ta molekulaning massasini taqriban hisoblash mumkin:

$$m_0 = \frac{1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}}{3,7 \cdot 10^{28} \text{ m}^{-3}} \approx 2,7 \cdot 10^{-26} \text{ kg}.$$

Aniq hisoblashlarga ko'ra, suv molekulasini ( $\text{H}_2\text{O}$ )ning massasi  $2,988 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$  ga teng ekanligi aniqlangan. Boshqa moddalarning molekularining massalari ham hisoblangan. Masalan, vodorod molekulasini ( $\text{H}_2$ )ning massasi  $3,34 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ , kislorod molekulasini ( $\text{O}_2$ )ning massasi  $5,312 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ , simob atomi ( $\text{Hg}$ )ning massasi  $3,337 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$ .



**Bitta molekulaning massasi  $10^{-27} \text{ kg}$  —  $10^{-25} \text{ kg}$  atrofida bo'ladi.**

## Nisbiy molekular massa

Molekulalarning massasi juda kichik ekanligini ko'rdik. Turli moddalar molekula va atomlarining massalari massa atom birligi (m.a.b.)da o'lchanadi.



**Xalqaro kelishuvga muvofiq massaning atom birligi qilib uglerod atomi  $^{12}_6\text{C}$  massasining 1/12 qismi qabul qilingan.**

Uglerod atomi  $^{12}_6\text{C}$  ning massasi  $m_{0\text{C}} = 1,992 \cdot 10^{-26}$  kg. U holda atom massa birligi:  $m_{0\text{C}}/12 = 1,992 \cdot 10^{-26} \text{ kg}/12 = 1,66 \cdot 10^{-27}$  kg. Demak:

$$1 \text{ m.a.b.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg.}$$



**Modda molekulasi massasining m.a.b. da ifodalangan qiymati nisbiy molekular massa deb ataladi va  $M_r$  bilan belgilanadi.**

Demak, ***nisbiy molekular massa*** – bu molekula massasining m.a.b. da aniqlangandagi son. Shunga o‘xshash, atom massasining m.a.b. da aniqlangan qiymati ***nisbiy atom massasi*** deb ataladi va  $A_r$  bilan belgilanadi.

Moddalarning nisbiy atom massasi  $A_r$  Mendeleyevning kimyoviy davriy sistemasida ko‘rsatilgan elementlarning massa soni  $A$  ga deyarli teng, ya’ni  $A_r \approx A$ . Shuning uchun moddaning nisbiy molekular massasini shu molekulani tashkil etgan elementlarning atom massa soni ( $A$ ) orqali ham aniqlash mumkin. Masalan, vodorod (H)ning nisbiy atom massa soni  $A = 1$  ekanligidan vodorod molekulasi ( $\text{H}_2$ )ning nisbiy molekular massasi  $M_r(\text{H}_2) = 1 \cdot 2 = 2$  m.a.b. Shunga o‘xshash kislorod molekulasi ( $\text{O}_2$ )ning nisbiy molekular massasi  $M_r(\text{O}_2) = 2 \cdot 16 = 32$  m.a.b. Suv molekulasi ( $\text{H}_2\text{O}$ ) uchun  $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 2 + 16 = 18$  m.a.b. Karbonat angidrid ( $\text{CO}_2$ ) uchun  $M_r(\text{CO}_2) = 12 + 2 \cdot 16 = 44$  m.a.b.



1. Molekulaga ta’rif bering va misollar orqali tushuntiring.
2. Eng oddiy usul bilan molekulalar o‘lchamini qanday baholash mumkin? Molekulalar o‘lchami taqriban qanchaga teng bo‘ladi?
3. Molekulalar konsentratsiyasi deb qanday kattalikka aytiladi?
4. Gaz, suyuq va qattiq moddalar molekulalarining konsentratsiyalari qanday tartibda bo‘ladi?
5. Modda molekulalarining massasi taqriban qanchaga teng?
6. Massaning atom birligi qilib qanday kattalik olingan?
7. Nisbiy molekular massa deb qanday kattalikka aytiladi? Moddalarning nisbiy molekular massalarini qanday aniqlash mumkin?



1. 8 litrli idishda  $2,4 \cdot 10^{24}$  ta gaz molekulasi bor. Gaz molekulalari konsentratsiyasini hisoblang.
2. Mineral suvning konsentratsiyasi  $3,7 \cdot 10^{28} \text{ m}^{-3}$  bo‘lsa, 1 litrli idishdagi mineral suvda nechta molekula bor?

3. 1 ta suv molekulasi massasi  $3 \cdot 10^{-26}$  kg.  $1 \text{ sm}^3$  suvda nechta molekula bor?
4. Uglarod atomining massasini  $2 \cdot 10^{-26}$  kg ga teng deb olib, 1 kg ko'mir (uglerod)da nechta atom borligini hisoblang.

### 3-§. MODDA MIQDORI. MOLAR MASSA

#### Modda miqdori. Avogadro doimiysi

Ixtiyoriy olingan moddaning miqdori 12 g uglerod ( $^{12}_6\text{C}$ ) miqdori bilan taqqoslanadi. Shu maqsadda **modda miqdori** ( $\nu$ ) deb ataladigan maxsus fizik kattalik kiritilgan. Modda miqdorining birligi qilib **mol** qabul qilingan.



**1 mol — moddaning shunday miqdoriki, undagi molekular soni 12 g uglerodagi atomlar soniga teng.**

Mol bilan birga **kmol** ham qo'llaniladi:  $1 \text{ kmol} = 10^3 \text{ mol}$ .

Ixtiyoriy moddaning 1 mol miqdoridagi grammlarda olingan massasining son qiymati shu moddaning nisbiy molekular massasiga teng. Masalan:

1 mol C ning massasi:  $m = 12 \text{ g}$ , chunki  $M_r(\text{C}) = 12 \text{ m.a.b.}$

1 mol  $\text{H}_2$  ning massasi:  $m = 2 \text{ g}$ , chunki  $M_r(\text{H}_2) = 2 \text{ m.a.b.}$

1 mol  $\text{O}_2$  ning massasi:  $m = 32 \text{ g}$ , chunki  $M_r(\text{O}_2) = 32 \text{ m.a.b.}$

1 mol  $\text{H}_2\text{O}$  ning massasi:  $m = 18 \text{ g}$ , chunki  $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ m.a.b.}$

Ixtiyoriy olingan moddaning 1 mol miqdoridagi molekular soni bir xil bo'ladi. Masalan, 2 g (1 mol)  $\text{H}_2$  dagi ham, 32 g (1 mol)  $\text{O}_2$  dagi ham molekular soni  $6,02 \cdot 10^{23}$  tani tashkil etadi. Bu son italiyalik olim **A.Avogadro** (1776–1856) sharafiga **Avogadro doimiysi** deb ataladi va  $N_A$  bilan belgilanadi:



**Avogadro doimiysi — 1 mol moddadagi molekular soni.**

Avogadro doimiysining qiymati:

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}.$$

Masalalar yechishda va boshqa ayrim hollarda Avogadro doimiysini taqriban  $6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  deb olish mumkin.

Ixtiyoriy modda uchun modda miqdori  $n$  shu moddadagi molekular soni  $N$  ning Avogadro doimiysi  $N_A$  ga nisbatiga teng:

$$\nu = \frac{N}{N_A}.$$

Masalan, ballonda 100 mol (200 g) vodorod gazi bo'lsa, ballondagi molekular soni  $N = \nu N_A = 100 \text{ mol} \cdot 6 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol} = 6 \cdot 10^{25}$  ta bo'ladi.

**Molar massa**

Ixtiyoriy moddaning 1 mol massasini bilish ham muhim ahamiyatga ega.

 **1 mol moddaning massasi *molar massa* deb ataladi va *M* harfi bilan belgilanadi.**

Molar massaning asosiy o'lchov birligi — kg/mol.

Moddaning molar massasi uning nisbiy molekular massasi orqali aniqlanadi. Masalan, uglerod uchun  $M_r(C) = 12$  m.a.b.,  $M(C) = 12 \text{ g/mol} = 0,012 \text{ kg/mol}$ , vodorod uchun  $M_r(H_2) = 2$  m.a.b.,  $M(H_2) = 2 \text{ g/mol} = 0,002 \text{ kg/mol}$ , suv uchun  $M_r(H_2O) = 18$  m.a.b.,  $M(H_2O) = 18 \text{ g/mol} = 0,018 \text{ kg/mol}$ .

Molar massa bilan Avogadro doimiysi quyidagicha bog'langan:

$$M = m_0 N_A,$$

bunda  $m_0$  — berilgan moddaning 1 ta molekulasini massasi.

Ixtiyoriy olingan  $\nu$  miqdordagi moddaning  $m$  massasini topish mumkin:

$$m = m_0 N = m_0 \nu N_A \text{ yoki } m = \nu M.$$

Masalan, 8 mol karbonat anhidrid ( $CO_2$ ) gazining massasini hisoblash mumkin:  $m = \nu M = 8 \text{ mol} \cdot 0,044 \text{ kg/mol} = 0,352 \text{ kg}$ .

Bir xil harorat va bosimda har qanday gazning 1 mol modda miqdori bir xil hajmni egallaydi. Bunga **Avogadro qonuni** deyiladi va quyidagicha ta'riflanadi:

 **Normal sharoitda har qanday gazning 1 mol modda miqdori  $0,0224 \text{ m}^3$  hajmni egallaydi.**

1  $\text{m}^3$  hajmdagi molekular soni ham bir xil bo'ladi.

**Masala yechish namunasini**

1 g azot ( $N_2$ ) tarkibidagi molekular sonini aniqlang.

*Berilgan:*

*Formulasi:*

*Hisoblash:*

$$m = 1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg};$$

$$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1};$$

$$M = 0,028 \text{ kg/mol}.$$

$$M = m_0 N_A \text{ dan } m_0 = \frac{M}{N_A},$$

$$N = \frac{m}{m_0} = \frac{m N_A}{M}.$$

$$N = \frac{10^{-3} \text{ kg} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}}{0,028 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 2,15 \cdot 10^{22} \text{ ta}.$$

*Topish kerak:*

$N = ?$

*Javob:*  $N = 2,15 \cdot 10^{22} \text{ ta}$ .



1. Modda miqdori deb nimaga aytiladi?
2. Bir mol nimaga teng?
3. Avogadro doimiysi deb qanday songa aytiladi? Uning qiymati nimaga teng?
4. Molar massa deb qanday kattalikka aytiladi?
5. Avogadro qonuni qanday ta'riflanadi?



1. 1 ta kislorod molekulasini ( $O_2$ )ning massasini toping.
2. 1 ta azot molekulasini ( $N_2$ )ning massasi qanchaga teng?
3. 1 g vodorod tarkibidagi molekularlar sonini toping.
4. 9 l suvning modda miqdorini aniqlang.
5. 5 mol kislorod gazining massasini aniqlang.

### 4-§. IDEAL GAZ MOLEKULAR-KINETIK NAZARIYASINING ASOSIY TENGLAMASI

#### Ideal gaz

Siyrak gazlarda molekularlar orasidagi o'rtacha masofa molekularlar o'lchamidan juda katta bo'ladi. Molekularlar orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari ular bir-biriga juda yaqin kelgandagina namoyon bo'lib, qolgan hollarda juda kichikdir. Siyrak gaz molekulasini bir to'qnashishdan keyingi to'qnashishgacha erkin va tekis harakatlantiradi, deb olish mumkin. Shuning uchun siyrak gazni shartli ravishda ideal gaz deb qarasa bo'ladi.



**Molekularlari bir-biri bilan o'zaro ta'sirlashmaydigan hamda molekularlari moddiy nuqtalar deb qaraladigan gaz *ideal gaz* deb ataladi.**

Tabiatda mutlaq ideal gaz uchramaydi. Mavjud gazlarning barchasi real gazlardir.



**Xossalari molekularlarining o'zaro ta'siriga bog'liq bo'lgan gaz *real gaz* deb ataladi.**

Real gaz molekularlari o'zaro ta'sirlashadi. Ammo oddiy sharoitda molekularlarning o'zaro ta'siri tufayli hosil bo'lgan potensial energiyani o'rtachasi kinetik energiyasining o'rtachasidan ancha kichik bo'lganda bunday gazni ham ideal gaz deb hisoblash mumkin.

#### Ideal gazning bosimi

Faraz qilaylik, yopiq idishda ma'lum temperaturada ideal gaz bo'lsin. Idish ichidagi har bir molekula xaotik harakat qilib, idish

devorlariga uriladi. Har bir urilganda idish devorlariga kuch bilan ta'sir etadi. Bitta molekula ta'sir etadigan kuch juda kichik. Lekin idishda juda ko'p molekular mavjud. Molekulalarning devorga deyarli uzluksiz ta'siridan devor sirtida bosim vujudga keladi. Idishdagi gaz molekularining devorga beradigan shu bosimini aniqlaylik.

Ma'lumki, molekulaning tezligi qancha katta bo'lsa, shuncha qattiq zarb bilan uriladi va gazning idish devoriga bosimi shuncha katta bo'ladi. Ya'ni bosim molekulalarning tezliklariga bog'liq.

Gaz molekularining bosimi uchun quyidagi formula keltirib chiqarilgan:

$$p = \frac{1}{3} nm_0\bar{v}^2, \quad (1)$$

bunda  $n$  — gaz molekularining konsentratsiyasi,  $m_0$  — bitta molekulaning massasi,  $\bar{v}^2$  — molekular tezliklari kvadratlarining o'rtacha qiymati. Bu tenglamaning o'ng tomonini 2 ga ko'paytirib va bo'lib, quyidagi shaklda ifodalaymiz:

$$p = \frac{2}{3} n \frac{m_0\bar{v}^2}{2} \quad \text{yoki} \quad p = \frac{2}{3} n\bar{E}_k, \quad (2)$$

bunda  $\bar{E}_k = \frac{m_0\bar{v}^2}{2}$  — bitta molekulaning o'rtacha kinetik energiyasi.



**Gaz bosimi hajm birligidagi molekular kinetik energiyasining o'rtacha qiymatiga to'g'ri proporsional.**

(2) formula **ideal gaz molekular-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi** deyiladi.



1. Qanday shartlar qanoatlantirgan gazga ideal gaz deb ataladi?
2. Real gazning ideal gazdan farqi nimadan iborat?
3. (1) formulani tahlil qilib bering.
4. Ideal gaz molekular-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasini ta'riflang.



1. Usti ochiq turgan 1 l sig'imli idish ichida nechta molekula bor? Havо molekularining konsentratsiyasi  $2,7 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$  ga teng.
2. Molekular konsentratsiyasi  $6 \cdot 10^{24} \text{ m}^{-3}$  ga teng bo'lgan idishdagi gazning bosimi  $5 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$  ga teng. Bitta molekulaning o'rtacha kinetik energiyasini toping.
3. 10 l sig'imli idishdagi gaz molekularining kinetik energiyalari yig'indisi 3 kJ ga teng bo'lsa, gazning idish devorlariga beradigan bosimini aniqlang.

## 5-§. TEMPERATURA

## Issiqlik muvozanati

Turli idishdagi suvlarga barmog'imizni tiqib, ulardan qaysi biri issiqroq, qaysinisi sovuqroq ekanini seza olamiz. Issiq suvning temperaturasini yuqori, sovuq suvnikini esa past deymiz.



**Temperatura** moddaning issiqlik holatini miqdor jihatdan aniqlaydigan fizik kattalikdir.

«*Temperatura*» lotinchada «*holat*» degan ma'noni bildiradi.

Odam tanasining temperaturasini o'lchashda tana bilan termometr ichidagi simob orasida issiqlik muvozanati qaror topguncha ma'lum vaqt o'tadi. Issiqlik muvozanati qaror topgandan keyin termometr ko'rsatishi o'zgarmaydi.



**Moddalarda issiqlik almashinishi natijasida ularning temperaturalari tenglashishiga issiqlik muvozanati deyiladi.**

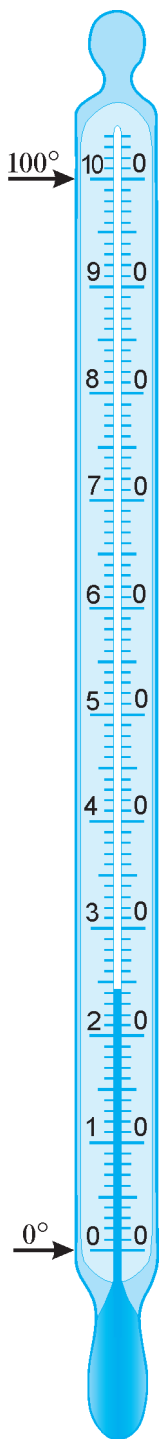
Turli temperaturali moddalar tashqi ta'sir bo'lmasa, vaqt o'tishi bilan issiqlik muvozanatiga keladi. Masalan, muzlatgichdan sovuq suvni olib, stol ustiga qo'ying. Ma'lum vaqt o'tgandan keyin uning temperaturasi xona temperaturasi bilan tenglashadi, ya'ni muvozanatli holatga keladi.

## Temperaturaning Selsiy shkalasi

Moddalarning temperaturasi termometr yordamida o'lchanadi. Odatda, ko'p foydalaniladigan termometr — simobli termometr (8-rasm). Bunday termometr rezervuarida simob bo'ladi. Temperatura ortganda rezervuardagi simob hajmi kengayadi va u naycha orqali yuqoriga ko'tariladi.

Termometr shkalasi darajalangan bo'lib, simobning qancha ko'tarilganligiga qarab temperaturani bilib olish mumkin. Temperaturaning o'lchov birligi qilib *gradus* olingan. Normal atmosfera bosimida muzning erish temperaturasi 0 *gradus* deb, suvning qaynash temperaturasi 100 *gradus* deb olingan. Bu oraliq 100 ta teng bo'laklarga bo'lingan va har bir bo'lak **1 *gradus*** deb qabul qilingan. «*Gradus*» lotinchada «*qadam*» degan ma'noni bildiradi.

Bunday shkala 1742-yilda shved olimi **A. Selsiy** tomonidan tavsiya etilgan va u temperaturaning ***Selsiy shkalasi*** deb ataladi.



8-rasm

Selsiy shkalasida o'lchangan temperatura  $^{\circ}\text{C}$  shaklida belgilanadi va «gradus selsiy» deb o'qiladi.

Termometrlar turlicha darajalangan bo'ladi. Masalan, suvning temperaturasi o'lchaydigan termometrlar 0 dan  $100^{\circ}\text{C}$  gacha, odam temperaturasi o'lchaydigan tibbiyot termometri 35 dan  $42^{\circ}\text{C}$  gacha, havo temperaturasi o'lchaydigan termometr esa, odatda,  $-20$  dan  $50^{\circ}\text{C}$  gacha darajalangan bo'ladi.

### Absolut temperatura

Turmushda asosan Selsiy shkalasida ifodalangan  $t$  temperatura qo'llaniladi. Lekin moddalardagi issiqlik hodisalarini o'rganishda **absolut temperatura** deb ataladigan va  $T$  harfi bilan belgilanadigan temperaturadan foydalaniladi.



**Absolut nol temperatura** mumkin bo'lgan eng past temperatura. Bunday temperaturada modda molekularining harakati to'xtaydi.

**Kelvin** tomonidan 1848-yilda taklif etilgan absolut temperatura shkalasi **Kelvin shkalasi** deb ataladi. Unda  $T$  temperatura kelvin (1 K) hisobida o'lchanadi. Kelvin shkalasida olingan temperatura birligining qadamlari qiymati Selsiy shkalasidagi qiymatga teng qilib olingan. Selsiy shkalasida o'lchanganda absolut nol temperatura  $-273,15^{\circ}\text{C}$  ga teng ekanligi aniqlangan. Bu demakki,  $t = 0^{\circ}\text{C}$  da  $T = 273,15$  K bo'ladi. Agar 273,15 K ni yaxlitlab 273 K deb olsak, Selsiy shkalasidan Kelvin shkalasiga o'tish formulasini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$T = t + 273. \quad (1)$$

Temperaturaning Selsiy va Kelvin shkalalari orasidagi bog'lanish diagrammasi 9-rasmda ko'rsatilgan.

### Temperaturaning molekular-kinetik talqini

Bir stakanda issiq, ikkinchi stakanda sovuq suv olaylik. Issiq suv molekularining o'rtacha tezligi sovuq suv molekularining o'rtacha tezligidan katta bo'ladi. Stakanlardagi issiq va sovuq suvni aralashtirsak, to'qnashishlar paytida tez harakatlanayotgan



molekulalarning tezliklari nisbatan kamayadi, sekin harakatlanayotgan molekulalarning tezliklari esa nisbatan ortadi. Vaqt o'tishi bilan sovuq va issiq suv molekulalarining o'rtacha tezliklari tenglasha boradi.

Molekulalarning kinetik energiyasi ularning tezliklari kvadratiga proporsional. Shu sababli turli tezlikdagi molekulalar to'qnashganda o'zaro energiya almashadi. Issiqlik muvozanati qaror topganda molekulalarning o'rtacha kinetik energiyasi aniq bir qiymatga ega bo'ladi.

Makroskopik nuqtayi nazardan **temperatura** modda issiqlik holatining miqdoriy o'lchovidir. Shuningdek, molekular-kinetik nuqtayi nazardan modda issiqlik holatining miqdoriy o'lchovi **molekulalarning o'rtacha kinetik energiyasidir**.



**Temperatura va molekulalarning o'rtacha kinetik energiyasi bitta mohiyat — modda issiqlik holatining ikki xil ifodasidir. Ular masshtablari va o'lchov birliklari bilangina farqlanuvchi fizik kattaliklardir.**

Temperatura va molekulalarning o'rtacha kinetik energiyasi orasidagi bog'lanish quyidagicha ifodalanadi:

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2} kT, \quad (2)$$

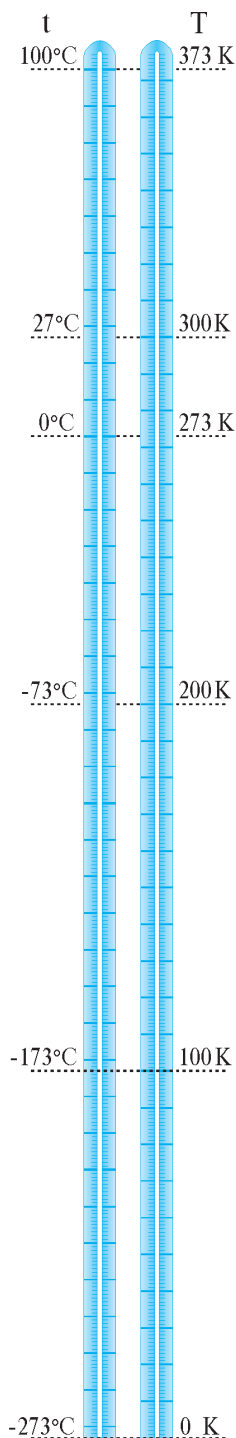
bunda  $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$  J/K — Bolsman doimiysi. Bu kattalik eksperimental ravishda o'lchangan.



**Bolsman doimiysi gaz molekulalarining o'rtacha kinetik energiyasi va gaz temperaturasi orasidagi bog'lanish koeffitsiyentini ifodalaydi.**

Ideal gaz molekular-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi bo'lgan  $p = \frac{2}{3} n \bar{E}_k$  ifodadagi  $E_k$  o'rniga (2) ifoda qo'yilsa, ideal gaz bosimining temperatura orqali ifodasi kelib chiqadi:

$$p = \frac{2}{3} n \bar{E}_k = \frac{2}{3} n \frac{3}{2} kT \quad \text{yoki} \quad p = nkT. \quad (3)$$



9-rasm



**Ideal gazning bosimi gaz molekularining konsentratsiyasi va uning temperaturasiga to'g'ri proporsionaldir.**



1. Temperatura nima? Temperatura so'zi qanday ma'noni bildiradi?
2. Issiqlik muvozanati deb qanday hodisaga aytiladi?
3. Simobli termometrning ishlash prinsipini tushuntiring.
4. Absolut nol temperaturaning fizik ma'nosi nimadan iborat?
5. Selsiy va Kelvin shkalalarining biridan ikkinchisiga o'tish formulasi qanday ifodalanadi?
6. 9-rasmdan Selsiy va Kelvin shkalalari orasidagi munosabatni tahlil qilib bering.
7. Temperatura va molekularning o'rtacha kinetik energiyasi bitta mohiyat ekanligini asoslab bering.
8. Bolsman doimiysining fizik mohiyati nimadan iborat?
9. Molekular-kinetik nazariyasi asosiy tenglamasining temperaturaga bog'liqlik formulasi qanday ifodalanadi?



1. Quyidagi Selsiy shkalasida ifodalangan temperaturalarni Kelvin shkalasida ifodalang:  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $27^{\circ}\text{C}$ ,  $100^{\circ}\text{C}$ ,  $127^{\circ}\text{C}$ ,  $300^{\circ}\text{C}$ ,  $727^{\circ}\text{C}$ ,  $1000^{\circ}\text{C}$ ,  $-73^{\circ}\text{C}$ ,  $-173^{\circ}\text{C}$ ,  $-200^{\circ}\text{C}$ ,  $-273^{\circ}\text{C}$ .
2. Quyidagi Kelvin shkalalarida ifodalangan temperaturalarni Selsiy shkalalarida ifodalang: 0 K, 73 K, 273 K, 300 K, 773 K, 1000 K, 2000 K.
3. Idishdagi  $27^{\circ}\text{C}$  temperaturadagi gaz qizdirilib, temperaturasi  $327^{\circ}\text{C}$  ga yetkazildi. Bunda gaz molekularining idish devoriga ta'sir etadigan bosimi qanday o'zgaradi?
4. Idishdagi gaz molekularining konsentratsiyasi  $3 \cdot 10^{26} \text{ m}^{-3}$  ga teng.  $0^{\circ}\text{C}$  da gaz molekularining idish devoriga beradigan bosimini aniqlang.
5. Normal sharoitda atmosfera bosimi  $10^5 \text{ Pa}$ , temperaturasi  $0^{\circ}\text{C}$  deb olinadi. Bunday normal sharoitda havodagi molekularning konsentratsiyasi qancha bo'ladi?



Ertalab, peshinda va kechqurun havo temperaturasini o'lchang. O'lchash natijalarini Selsiy va Kelvin shkalalarida ifodalang.

## 6-§. GAZ MOLEKULARINING HARAKAT TEZLIGI

Idishdagi  $m_0$  massali gaz molekularining o'rtacha kinetik energiyasi quyidagicha ekanligini bilamiz:

$$\bar{E}_k = \frac{m_0 \bar{v}^2}{2}. \quad (1)$$

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2}kT. \quad (2)$$

Idishdagi gazning temperaturasi  $T$  ga teng bo'lsa, o'rtacha kinetik energiya quyidagi ko'rinishda ham ifodalanishini ko'rdik:

Bu ikkala ifodani o'zaro tenglashtirib, molekular tezliklari kvadratlarining o'rtacha qiymatini topish mumkin:

$$\bar{v}^2 = \frac{3kT}{m_0}.$$

$\bar{v}^2$  dan olingan kvadratik ildizni  $\bar{v}_{kv}$  tezlik bilan belgilaylik va uni o'rtacha kvadratik tezlik deb ataylik. U holda  $v_{kv}$  tezlik yuqoridagi ifodadan quyidagicha aniqlanadi:

$$v_{kv} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3kT}{\frac{M}{N_A}}} = \sqrt{\frac{3N_A T}{M}} \text{ yoki } \boxed{\bar{v}_{kv} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}}, \quad (3)$$

bunda  $R$  — o'zgarmas kattalik bo'lib, **gazlarning universal doimiysi** deyiladi. Uning qiymatini quyidagicha hisoblash mumkin:

$$R = kN_A = (1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}) \cdot (6,02 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}) = 8,31 \text{ J/K} \cdot \text{mol}.$$

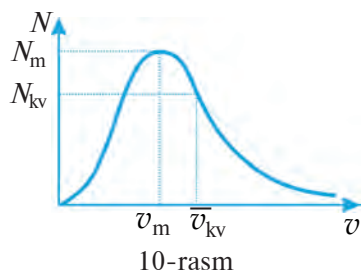
Demak, gazlarning universal doimiysining qiymati quyidagiga teng:

$$\boxed{R = 8,31 \text{ J/K} \cdot \text{mol}.$$

(3) formula yordamida turli gaz molekularining o'rtacha kvadratik tezligini topish mumkin. Masalan,  $0^\circ\text{C}$  da azot molekulari ( $\text{N}_2$ ) uchun  $\bar{v}_{kv} \approx 493 \text{ m/s}$ , vodorod molekulari ( $\text{H}_2$ ) uchun  $\bar{v}_{kv} \approx 1838 \text{ m/s}$ , kislorod molekulari ( $\text{O}_2$ ) uchun  $\bar{v}_{kv} \approx 641 \text{ m/s}$  ekanligini hisoblab topish mumkin.

Gazdagi ayrim molekulaning qanday harakatlanishini o'rganish qiyin. Molekula to'qnashuvlar tufayli tezligini tez o'zgartirib turadi. Bunda o'rtacha kvadratik tezligi  $\bar{v}_{kv}$  ga teng bo'lishi kerak. Bunda shunday savol qo'yilishi mumkin: ayni paytda  $\bar{v}_{kv}$  tezlikka ega bo'lgan molekular hisyasi qanday?

Ingliz fizigi **J. Maksvell** 1859-yilda nazariy yo'l bilan gaz molekulari biron temperaturada turli tezliklar bo'yicha qanday harakatlanishini, ya'ni molekularning tezliklar bo'yicha taqsimotini aniqladi. Bunday taqsimot 10-rasmda grafik tarzda ifodalangan. Grafikda eng ko'p molekularning erishgan tezligi  $v_m$  deb belgilangan. Molekularning o'rtacha kvadratik tezligi bu tezlikdan birmuncha katta bo'ladi.



Gaz molekularining harakat tezligini tajribada birinchi bo'lib 1920-yilda nemis fizigi **O.Shtern** (1888—1969) aniqlagan. Tajribada kumush atomlarining vakuumdagi tezligi  $v_m = 440$  m/s ekanligi topilgan.

Endi (3) formula yordamida kumush atomlarining o'rtacha kvadratik tezligini aniqlaylik. Bug'ga aylangan kumush atomlarining temperaturasi  $T = 1233$  K (kumushning erish temperaturasi), molar massasi  $M = 0,108$  kg/mol ekanligidan kumush atomining massasi va o'rtacha kvadratik tezligini nazariy yo'l bilan hisoblash mumkin:

$$\bar{v}_{kv} = \sqrt{\frac{3 \cdot 8,31 \cdot 1233}{0,108}} \text{ m/s} \approx 533 \text{ m/s.}$$

Tezlikning bu qiymati tajribada topilgan  $v_m$  tezlik qiymatidan birmuncha katta. Maksvell taqsimoti bo'yicha ham  $\bar{v}_{kv}$  tezlik  $v_m$  tezlikdan birmuncha katta.

Shunday qilib:



**Shtern tajribasi ideal gaz molekular-kinetik nazariyasining hamda Maksvell molekular tezliklari bo'yicha taqsimoti haqidagi ta'limotining to'g'riligini tasdiqladi.**



1. Molekular issiqlik harakatining o'rtacha kvadratik tezligi formulasini keltirib chiqaring.
2. Gazlarning universal doimiysi qanday aniqlanadi? U qanday qiymatga ega?
3. Maksvellning molekular tezligi bo'yicha taqsimotini tahlil qiling va uning mohiyatini tushuntirib bering.
4. (3) formula yordamida kumush atomlarining o'rtacha kvadratik tezligi qanday hisoblanganini ko'rib chiqing va uni tajribadagi tezlik qiymati bilan taqqoslang.
5. Shtern tajribasining ahamiyati nimadan iborat?



1. Vodorod va karbonat angidrid molekularining  $0^\circ\text{C}$  dagi o'rtacha kvadratik tezliklarini aniqlang.
2. Vodorod va karbonat angidrid molekularining  $0^\circ\text{C}$  dagi o'rtacha kinetik energiyasini toping.
3. Idishdagi gazning absolut temperaturasi to'rt marta ortganda undagi molekularning o'rtacha kinetik energiyasi va o'rtacha kvadratik tezligi qanday o'zgaradi?
4. Agar kislorod va vodorod gazlarining temperaturalari bir xil bo'lsa, kislorod molekulasining o'rtacha kvadratik tezligi vodorod molekulasining o'rtacha kvadratik tezligidan necha marta kichik?

## I BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

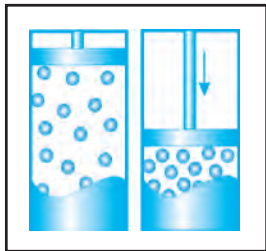
- Modda tuzilishining molekular-kinetik nazariyasi tayanadigan omillar:
  1. Moddalar zarralardan — atom va molekulalardan tashkil topgan.
  2. Atom va molekularlar to'xtovsiz va tartibsiz harakat qiladi.
  3. Atom va molekularlar o'zaro ta'sirda bo'ladi.
- Suyuqlik yoki gazlarda zarraning to'xtovsiz va tartibsiz harakati xaotik harakat deb ataladi.
- Molekulalarning o'lchami  $10^{-10}$ — $10^{-8}$  m tartibda bo'ladi.
- Molekulalar konsentratsiyasi: suyuq va qattiq holatdagi moddalar uchun  $10^{27}$ — $10^{30}$  m<sup>-3</sup>, gazlar uchun  $10^{27}$  m<sup>-3</sup> gacha (normal sharoitdagi havo uchun  $2,7 \cdot 10^{25}$  m<sup>-3</sup>)ni tashkil etadi.
- Molekulaning massasi  $10^{-27}$ — $10^{-25}$  kg atrofida bo'ladi.
- Massa atom birligi (m.a.b.) qilib uglerod atomi  $^{12}_6\text{C}$  massasining  $1/12$  qismi qabul qilingan. Bunda: 1 m.a.b. =  $1,66 \cdot 10^{-27}$  kg.
- Modda molekulasi massasining m.a.b. da ifodalangan qiymati nisbiy molekular massa deb ataladi va  $M_r$  bilan belgilanadi.
- 1 mol — moddaning shunday miqdoriki, undagi molekular soni 12 g ugleroddagi atomlar soniga teng.
- 1 mol moddadagi molekular soni Avogadro doimiysi deb ataladi va  $N_A$  bilan belgilanadi. Bunda:  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  mol<sup>-1</sup>.
- 1 mol moddaning massasi molar massa deb ataladi va  $M$  harfi bilan belgilanadi.
- Molekulalari bir-biri bilan o'zaro ta'sirlashmaydigan hamda moddiy nuqtalar deb qaraladigan gaz ideal gaz deb ataladi.
- Ideal gazning bosimi hajm birligidagi molekular o'rtacha kinetik energiyasining uchdan ikki qismiga teng, ya'ni:  $p = \frac{2}{3} n \bar{E}_k$ . Bu ideal gaz molekular-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasidir.
- Temperatura – moddaning issiqlik holatini miqdor jihatdan aniqlaydigan fizik kattalik.
- Bolsman doimiysi molekularlarning o'rtacha kinetik energiyasi va temperaturasi orasida bog'lanish koeffitsiyentini ifodalaydi. Uning qiymati:  $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$  J/K.
- Ideal gazning bosimi gaz molekularlarining konsentratsiyasi va uning temperaturasiga to'g'ri proporsionaldir, ya'ni:  $p = nkT$ .
- Absolut nol temperatura mumkin bo'lgan eng past temperatura bo'lib, bunday temperaturada modda molekularlarining harakati to'xtaydi.
- Temperaturaning Selsiy shkalasidan Kelvin shkalasiga o'tish formulasi quyidagicha ifodalanadi:  $T = t + 273$ .
- Molekulalar issiqlik harakatining o'rtacha kvadratik tezligi:

$$\bar{v}_{kv} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

## I BOBNI TAKRORLASH UCHUN SAVOL VA MASALALAR

1. Og'zi tiqin bilan berkitilgan bo'sh shisha idish qish kuni ko'chadan issiq uyga olib kirildi. Birozdan keyin tiqin shisha og'zidan chiqib ketadi. Nima uchun shunday?
2. Rezina koptok ma'lum balandlikdan tushib ketdi. Yerga urilgach, u yana yuqoriga sakrab ketdi. Nima uchun koptok tushgan balandligiga ko'tarila olmaydi?
3. Egovlanganda metall bilan egov nima uchun qizib ketadi?
4. Nima uchun metallarga tezkor usulda ishlov berilganda keskich odatdagicha ishlov berilgandagiga qaraganda ko'proq qizib ketadi?
5. Aluminiy va chinni idishlarga qaynoq suv quyildi. Bu idishlar nima uchun har xil qiziydi? Nima uchun aluminiy idishning cheti labimizni kuydiradi, chinni idishniki esa kuydirmaydi?
6. Ichidagi sutni sovitish uchun idish muz ustiga qo'yildi. Sutni tezroq sovitish uchun nimaga uni aralashtirib turish lozim?
7. Oftobga qo'yilgan qaysi chelakdagi suv tezroq isiydi: usti ochig'idagisimi yoki usti oyna bilan yopib qo'yilgandagisimi?
8. Bir tomchi sutga mikroskopdan qaraganda rangsiz suyuqlik fonida muallaq holatda turgan mayda moy tomchilarini ko'rish mumkin. Ularning tartibsiz harakat qilishini qanday tushuntirsa bo'ladi?
9. Nima uchun temperatura ko'tarilishi bilan Broun harakatining jadalligi ortadi?
10. Nima uchun ancha mayda zarralarda Broun harakati juda tez, yirik zarralarda esa zo'rg'a seziladi?
11. 5 litrli idishda  $2,4 \cdot 10^{24}$  ta gaz molekulasini bor. Gaz molekulari konsentratsiyasini hisoblang.
12. 5 litrli idishdagi suvda nechta molekula bor?
13. 1 ta suv molekulasining massasi  $3 \cdot 10^{-26}$  kg. 1 l suvda nechta molekula bor?
14. Uglerod atomining massasini  $2 \cdot 10^{-26}$  kg ga teng deb olib, 1 g ko'mir (uglerod)da nechta atom borligini hisoblang.
15. Vodorod molekulasining massasini toping.
16. Karbonat angidrid molekulasining massasi qanchaga teng?
17. 1 g kislorod tarkibidagi molekular sonini toping.
18. 1 l suvning modda miqdorini aniqlang.
19. 8 mol azot gazining massasini aniqlang.
20. Massasi 5,4 kg bo'lgan aluminiy quymada qancha miqdor modda bor?
21. 500 mol karbonat angidridning massasi qancha?
22. 100 mol simob qancha hajmni egallaydi?
- 23\*. Vodorod molekulasining diametrini  $2,3 \cdot 10^{-10}$  m deb, 1 mg shu gazdagi barcha molekular bir-biriga zich qilib bir qatorga joylashtirilsa, qanday uzunlik hosil bo'lishini hisoblang. Bu uzunlikni Yerdan Oygacha bo'lgan o'rtacha masofa ( $3,8 \cdot 10^5$  km) bilan taqqoslang.
24. Molekulari konsentratsiyasi va ularning o'rtacha kvadratik tezliklari teng bo'lgan kislorod va vodorodning bosimlarini taqqoslang.

25. Molekular konsentratsiyasi  $2 \cdot 10^{24} \text{ m}^{-3}$  ga teng bo'lgan idishdagi gazning bosimi  $3 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$  ga teng. Bitta molekulaning o'rtacha kinetik energiyasini toping.
26. 1 l sig'imli idishdagi gaz molekularining kinetik energiyalari yig'indisi 1 kJ ga teng bo'lsa, gazning idish devorlariga beradigan bosimini aniqlang.
27. Quyidagi Selsiy shkalasida ifodalangan temperaturalarni Kelvin shkalasida ifodalang:  $25^\circ\text{C}$ ,  $200^\circ\text{C}$ ,  $227^\circ\text{C}$ ,  $400^\circ\text{C}$ ,  $727^\circ\text{C}$ ,  $-25^\circ\text{C}$ ,  $-100^\circ\text{C}$ ,  $-150^\circ\text{C}$ ,  $-173^\circ\text{C}$ .
28. Quyidagi Kelvin shkalalarida ifodalangan temperaturalarni Selsiy shkalalarida ifodalang: 10 K, 100 K, 173 K, 200 K, 473 K, 500 K, 1273 K.
29. Idishdagi  $20^\circ\text{C}$  temperaturadagi gaz qizdirilib, temperaturasi  $200^\circ\text{C}$  ga yetkazildi. Bunda gaz molekularining idish devoriga ta'sir etadigan bosimi qanday o'zgaradi?
30. Idishdagi gaz molekularining konsentratsiyasi  $8 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$  ga teng.  $27^\circ\text{C}$  da gaz molekularining idish devoriga beradigan bosimini aniqlang.
31. Azot va kislorod molekularining  $27^\circ\text{C}$  dagi  $v_{kv}$  tezliklarini aniqlang.
32. Azot va kislorod molekularining  $27^\circ\text{C}$  dagi o'rtacha kinetik energiyasini toping.
33. Idishdagi gazning absolut temperaturasi 3 marta ortganda undagi molekularning o'rtacha kinetik energiyasi  $E_k$  va  $v_{kv}$  tezligi qanday o'zgaradi?
34. Gazning hajmi 3 marta kamayganda uning bosimi necha marta o'zgaradi? Bunda molekularning o'rtacha harakatlanish tezligi o'zgarishsiz qoldi.
35. Agar azot molekulasi o'rtacha kvadratik tezligi 500 m/s, uning zichligi esa  $1,35 \text{ kg/m}^3$  bo'lsa, azotning bosimi qanday bo'ladi?
36. Gaz 6 kg massaga ega. U 200 kPa bosimda  $5 \text{ m}^3$  hajmni egallasa, shu gaz molekulari harakatining o'rtacha kvadratik tezligi qanday bo'ladi?
37. Agar kislorodning bosimi 0,2 MPa, molekularining o'rtacha kvadratik tezligi 700 m/s ga teng bo'lsa, uning molekulari konsentratsiyasini toping.
- 38\*. 20 kPa bosimda bir atomli gaz molekulasi o'rtacha kinetik energiyasini toping. Ko'rsatilgan bosimda bu gaz molekularining konsentratsiyasi  $3 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$ .
- 39\*. Bir atomli gazning hajmi 3 marta kamaytirilganda va molekularining o'rtacha kinetik energiyasi 2 marta oshirilganda shu gazning bosimi necha marta o'zgaradi?
40. Bosim 100 kPa, molekulari konsentratsiyasi  $10^{25} \text{ m}^{-3}$  bo'lganda gazning temperaturasini toping.
- 41\*. Hozirgi zamon texnikasi yordamida 1 pPa vakuum hosil qilish mumkin. Ana shunday  $1 \text{ sm}^3$  vakuumda 300 K temperaturada nechta gaz molekulasi qoladi?
42.  $27^\circ\text{C}$  temperaturada vodorod molekulasi o'rtacha kvadratik tezligini toping.



## II bob

# TERMODINAMIKA ELEMENTLARI

Makroskopik («*makro*» soʻzi yunonchada «*katta*» demakdir) sistema (jism)ning holati termodinamik parametrlar, xususan, temperatura, energiya, bosim va hajm bilan aniqlanadi. Agar bu termodinamik parametrlar oʻzgarmasa, sistema termodinamik muvozanatli holatda boʻladi.

Termodinamika muvozanatli holatdagi makroskopik sistemalarning umumiy xossalarini, muvozanatli holatlarning oʻzgarishidagi jarayonlarni oʻrganadi.

### 7-§. ICHKI ENERGIYA VA ISH

#### Ichki energiya

Molekular-kinetik nazariyadan maʼlumki, molekularlar doimo harakatda boʻlganligi uchun ular kinetik energiyaga ega. Shu bilan birga, modda molekularlari orasida oʻzaro taʼsir kuchi boʻlganligi sababli molekularlar oʻzaro taʼsir potensial energiyaga ham ega boʻladi.



**Molekular-kinetik nazariya nuqtayi nazaridan *moddaning ichki energiyasi* molekular harakatining kinetik energiyasi va oʻzaro taʼsir potensial energiyasi yigʻindisidan iborat.**

Ideal gazda molekularlarning oʻzaro taʼsir potensial energiyasi nolga teng boʻlgani uchun uning ichki energiyasi molekular harakatining kinetik energiyalari yigʻindisiga teng boʻladi. Gazdagi molekularlar soni  $N$  ni bitta molekulaning oʻrtacha kinetik energiyasi  $E_k$  ga koʻpaytirib ideal gazning ichki energiyasini topish mumkin:

$$U = NE_k \quad \text{yoki} \quad U = \frac{3}{2} NkT.$$

Real gazlar, suyuqlik va qattiq jismlarda molekularlar oʻzaro taʼsirining oʻrtacha potensial energiyasi nolga teng emas. Potensial



energiya moddaning hajmiga bog‘liq. Chunki hajm o‘zgaranda molekularlar orasidagi o‘rtacha masofa o‘zgaradi. Demak, umumiy holda ichki energiya  $U$  temperatura  $T$  dan tashqari hajm  $V$  ga ham bog‘liq bo‘ladi.



**Termodinamik nuqtayi nazardan ichki energiya moddaning ichki holatiga bog‘liq bo‘lib, temperatura va hajm orqali aniqlanadi.**

Temperatura  $T$  va hajm  $V$  termodinamik parametrlardir.

Modda ichki energiyasining o‘zgarishiga olib keladigan ikki turli ta’sir mavjud. Ulardan biri — **ish bajarish**, ikkinchisi — **issiqlik uzatish**. Quyida ularni alohida tarzda ko‘rib chiqamiz.

### Termodinamik ish

Porshenli silindr ichiga gaz qamalgan bo‘lsin (11-rasm). Porshenni yuqoriga yoki pastga harakatlantirish bilan silindr ichidagi gazning hajmi, bosimi va temperaturasini o‘zgartirish mumkin.

Gaz silindrga  $F = pS$  kuch bilan ta’sir etadi. Silindr porsheni yuqoriga siljisa, bu kuch ish bajaradi (12-rasm):

$$A = F\Delta h = pS\Delta h \quad \text{yoki} \quad A = p\Delta V. \quad (1)$$

Ish gazning ichki energiyasi hisobiga bajariladi:

$$U_1 = U_2 + p\Delta V, \quad (2)$$

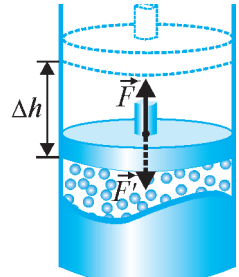
bunda  $U_1$ ,  $U_2$  — gazning boshlang‘ich va oxirgi ichki energiyalari.

Bu holatda gaz musbat ish bajarib, uning ichki energiyasi kamayadi ( $U_2 < U_1$ ).

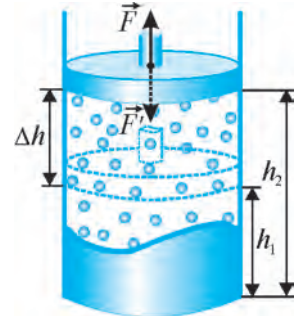


**Gaz kengayganda musbat ish bajaradi va gazning ichki energiyasi kamayadi.**

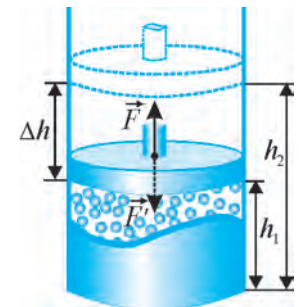
Silindr porsheni tashqi kuch ta’sirida pastga siljishi ham mumkin (13-rasm). Bunda gaz siqiladi,  $\Delta V$  manfiy qiymatga ega bo‘ladi. Bunda  $U_2 > U_1$  bo‘ladi, ya’ni gazning ichki energiyasi ortadi.



11-rasm



12-rasm



13-rasm



**Gaz siqilganda manfiy ish bajaradi va gazning ichki energiyasi ortadi.**

**Masala yechish namunasi**

Ichki diametri 5 sm bo'lgan silindrga gaz qamalgan. Silindr porsheniga 50 N tashqi kuch ta'sir etib, gaz hajmini  $10 \text{ sm}^3$  ga kamaytirdi. Tashqi kuch olingandan keyin gaz kengayib, uning hajmi dastlabki holatiga qaytdi. Tashqi kuch olingandan keyin siqilgan gaz qancha ish bajargan?

Muvozanatli jarayonda gazning silindrga bosim kuchi tashqi kuchga teng bo'ladi, deb hisoblang.

*Berilgan:*

$$d = 5 \text{ sm} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m};$$

$$F = 50 \text{ N};$$

$$\Delta V = 10 \text{ sm}^3 = 10^{-5} \text{ m}^3.$$

*Topish kerak:*  
 $A - ?$

*Formulasi:*

$$S = \frac{\pi d^2}{4};$$

$$A = p\Delta V;$$

$$p = \frac{F}{S};$$

$$A = F \frac{\Delta V}{S}.$$

*Hisoblash:*

$$S = \frac{3,14 \cdot (5 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2}{4} \approx 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2;$$

$$A = 50 \text{ N} \cdot \frac{10^{-5} \text{ m}^3}{2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2} \approx 0,25 \text{ J}.$$

*Javob:*  $A \approx 0,25 \text{ J}.$



1. Molekular-kinetik nazariya nuqtayi nazaridan jismning ichki energiyasi deb qanday energiyaga aytiladi?
2. Termodinamik nuqtayi nazardan makroskopik jismlarning ichki energiyasi qanday parametrlarga bog'liq?
3. Siqilgan gaz kengayishda bajargan ishi qanday ifodalanadi?
4. Gaz kengayganda va siqilganda ichki energiyasi qanday o'zgaradi?



1. Porshenining yuzi  $10 \text{ sm}^2$  bo'lgan silindrga gaz qamalgan. Porshenga 100 N tashqi kuch ta'sir etib, gaz hajmini  $25 \text{ sm}^3$  ga kamaytirdi. Kuch olinganda gaz kengayib, uning hajmi dastlabki holatiga qaytdi. Kuch olingandan so'ng siqilgan gaz qancha ish bajargan?
2. Ichki diametri 4 sm bo'lgan silindrga gaz qamalgan. Silindr porsheniga 40 N kuch ta'sir etib, gaz hajmini  $8 \text{ sm}^3$  ga kamaytirdi. Gaz ustida qancha ish bajarilganligini aniqlang.
3. Kuch ta'sirida silindr porsheni 2 sm ga siljib, gaz ustida 1 J ish bajarildi. Porshenga qanday kattalikda kuch qo'yilgan?

**8-§. ISSIQLIK MIQDORI. SOLISHTIRMA  
ISSIQLIK SIG'IMI**

**Issiqlik miqdori**



**Issiqlik moddani tashkil etgan zarralarning tartibsiz (xaotik) harakatini tavsiflaydi.**

Silindrdagi gazning ichki energiyasini ish bajarish yo'li bilangina emas, balki gazni isitish yoki sovitish orqali ham o'zgartirish mumkin.



14-rasm

**Jism ustida yoki jism tomonidan ish bajarilmasdan uning ichki energiyasini o'zgartirish jarayoni *issiqlik uzatish* deyiladi.**

Gaz qamalgan silindr porshenini siljimaydigan qilib mahkamlab, alanga yordamida silindrdagi gazni isita boshlaylik (14-rasm). Temperatura ortishi bilan gaz molekularining harakat tezligi, binobarin, kinetik energiyasi ortadi. Gaz molekulari harakati-ning kinetik energiyasi hamda o'zaro ta'sir potensial energiyasi yig'indisi **ichki energiyani** tashkil etishini bilasiz.

Issiqlik uzatish jarayonida moddaning ichki energiyasi o'zgaradi. Moddaga issiqlik berilganda (isitilganda) ichki energiyasi ortadi, issiqlik olinganda (sovitilganda) esa ichki energiyasi kamayadi.

**Issiqlik uzatish vaqtida jism olgan yoki yo'qotgan ichki energiya miqdori *issiqlik miqdori* deb ataladi va  $Q$  harfi bilan belgilanadi.**

Issiqlik miqdorining asosiy o'lchov birligi ishning asosiy birligi bilan bir xil, ya'ni **joul (1 J)**. Issiqlik miqdorini o'lchash uchun **kaloriya (1 kal)** deb ataladigan birlik ham kiritilgan.

**1 gramm distillangan suvni  $19,5^{\circ}\text{C}$  dan  $20,5^{\circ}\text{C}$  gacha isitish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori 1 kaloriya deb qabul qilingan.**

Kaloriya bilan birgalikda kilokaloriya (1 kkal) ham qo'llaniladi (1 kkal = 1000 kal). Issiqlik miqdorining joul bilan kaloriya birliklari orasidagi munosabat quyidagicha ifodalanadi:  $1 \text{ J} \approx 0,24 \text{ kal}$  yoki  $1 \text{ kal} \approx 4,2 \text{ J}$ .

### Moddaning solishtirma issiqlik sig'imi

Turli moddalarning temperaturasini bir xil temperaturaga oshirish uchun turli qiymatdagi issiqlik miqdori sarflanadi.

**Modda temperaturasini 1 K ga oshirish uchun unga berilishi zarur bo'ladigan issiqlik miqdori shu moddaning *issiqlik sig'imi* deb ataladi va  $C$  harfi bilan belgilanadi.**

Ta'rifga ko'ra, issiqlik sig'imi quyidagicha ifodalanadi:

$$C = \frac{Q}{T_2 - T_1}, \quad (1)$$

bunda  $Q$  – moddaga berilgan issiqlik miqdori,  $T_1$  va  $T_2$  – moddaga  $Q$  issiqlik miqdori berilmasdan avvalgi va berilgandan keyingi temperaturalar.

Issiqlik sig'imining asosiy o'lchov birligi: 1 J/K.

(1) formuladan moddaga berilgan issiqlik miqdorini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$Q = C (T_2 - T_1). \quad (2)$$

Massalari bir xil bo'lgan turli moddalarning temperaturasini bir xil qiymatga ko'tarish uchun ularga turli miqdorda issiqlik berish kerak. Masalan, 1 kg suvning temperaturasini 1 K ga ko'tarish uchun 4190 J, 1 kg o'simlik yog'ining temperaturasini 1 K ga ko'tarish uchun 2000 J, 1 kg qo'rg'oshinning temperaturasini 1 K ga ko'tarish uchun esa 130 J issiqlik miqdori zarur bo'ladi.



**1 kilogramm moddaning temperaturasini 1 K ga oshirish uchun unga berish zarur bo'lgan issiqlik miqdori shu moddaning *solishtirma issiqlik sig'imi* deb ataladi va  $c$  harfi bilan belgilanadi.**

Ta'rifga ko'ra, solishtirma issiqlik sig'imi  $c$  quyidagicha ifodalanadi:

$$c = \frac{C}{m} \quad \text{yoki} \quad c = \frac{Q}{m(T_2 - T_1)}, \quad (3)$$

bunda  $Q$  – moddaga berilgan issiqlik miqdori,  $m$  – mazkur moddaning massasi,  $T_1$  va  $T_2$  – moddaning avvalgi va keyingi temperaturalar.

Solishtirma issiqlik sig'imining asosiy o'lchov birligi:  $1 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ .

(3) formuladan  $m$  massali moddaga berilgan issiqlik miqdorini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$Q = cm (T_2 - T_1). \quad (4)$$

Modda isiganda  $T_2 > T_1$  va  $Q > 0$  bo'ladi. Bunda jism tashqaridan issiqlik oladi. Soviganda esa  $T_2 < T_1$  va  $Q < 0$  bo'ladi. Bu holda modda tashqariga issiqlik beradi.

$T_2 - T_1 = t_2 - t_1$  bo'lgani uchun masalalar yechishda (1)—(4) formulalardagi temperaturaning Kelvin shkalasi o'rniga Selsiy shkalasini qo'llash ham mumkin.

Ayrim moddalarning 25°C va normal bosim (1 atm.)dagi solishtirma issiqlik sig'imi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

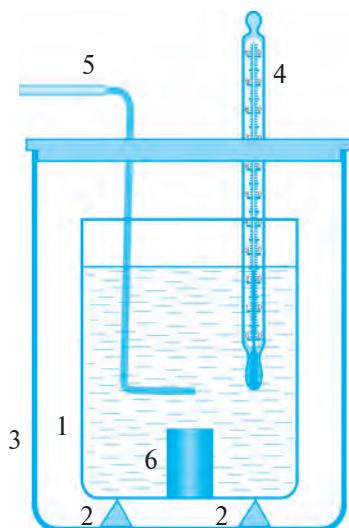
№	Modda	$c$ , J/kg·K	$c$ , kal/kg·K	№	Modda	$c$ , J/kg·K	$c$ , kal/kg·K
1	Oltin	120	28,8	10	Po'lat	460	110
2	Qo'rg'oshin	130	31,2	11	Cho'yan	540	130
3	Simob	140	33,6	12	Shisha	840	202
4	Qalay	230	55,2	13	G'isht	880	211
5	Kumush	230	55,2	14	Aluminiy	890	214
6	Mis	380	91,2	15	Yog'och	1300	312
7	Rux	400	96	16	Muz (0°C)	2100	504
8	Jez (latun)	400	96	17	Spirt	2400	576
9	Temir	450	108	18		4200	1000

### Issiqlik balansi tenglamasi

Jism (modda)ning bergan yoki olgan issiqlik miqdorini kalorimetr yordamida aniqlash mumkin (15-rasm). *Kalorimetr* so'zi *issiqlikni o'lchash* degan ma'noni bildiradi (lotincha *calor* — *issiqlik*, grekcha *metreo* — *o'lchash*).

Kalorimetrning ichki idishi yupqa devorli 1 metall idishdan iborat bo'lib, issiqlik kam o'kazuvchi 2 tagliklar o'rnatilgan 3 metall idishga solingan. Kalorimetrga 4 termometr va 5 aralashtirgich tushirilgan bo'ladi.

Kalorimetr idishining aralashtirgich bilan birgalikdagi massasi  $m_1$  va solishtirma issiqlik sig'imi  $c_1$  bo'lsin. Kalorimetrga  $m_2$  massali suv solaylik. Suvning solishtirma issiqlik sig'imi  $c_2$ , issiqlik muvozanatga kelgandan keyin kalorimetr va suvning temperaturasi  $T_1$  bo'lsin. Kalorimetrga temperaturasi  $T_2$ , massasi  $m$ , solishtirma issiqlik sig'imi  $c$  bo'lgan 6 qizdirilgan temirni tushiraylik. Issiqlik muvozanati qaror topgandagi suvli kalorimetr va temirning temperaturasi  $T$  bo'lsin.



15-rasm

Bunda qizdirilgan temir  $T_2$  dan  $T$  gacha sovib, kalorimetr bilan suvga  $Q = cm(T_2 - T)$  issiqlik miqdorini beradi. Natijada kalorimetr bilan suv temperaturasi  $T_1$  dan  $T$  gacha ko'tariladi. Bunda kalorimetr  $Q_1 = c_1m_1(T - T_1)$ , suv  $Q_2 = c_2m_2(T - T_1)$  issiqlik miqdorini oladi.

Energiyaning saqlanish qonuniga jismning bergan issiqlik miqdori kalorimetr va suv olgan issiqlik miqdorlari yig'indisiga teng:

$$Q = Q_1 + Q_2. \quad (5)$$

Bu ifoda **issiqlik balansi tenglamasi** deyiladi.

Kalorimetr, suv va temirning solishtirma issiqlik sig'imi va massalarini bilgan holda  $T_1$ ,  $T_2$  va  $T$  temperaturalarni o'lchab, temirning bergan  $Q$  issiqlik miqdorini, kalorimetr va suvning olgan  $Q_1$  va  $Q_2$  issiqlik miqdorlarni hisoblash mumkin. Hisoblashlar (5) formulaning o'rinli ekanligini tasdiqlaydi.

Issiqlik balansi tenglamasiga  $Q$ ,  $Q_1$  va  $Q_2$  ning ifodalarini qo'yib, issiqlik balansi tenglamasining quyidagi ifodasini hosil qilamiz:

$$cm(T_2 - T_1) = c_1m_1(T - T_1) + c_2m_2(T - T_1). \quad (6)$$

Agar kalorimetrga solingan jismning solishtirma issiqlik sig'imi  $c$  noma'lum bo'lsa, uni (6) ifodadan keltirib chiqarish mumkin:

$$c = \frac{(c_1m_1 + c_2m_2)(T - T_1)}{m(T_2 - T)}. \quad (7)$$

Bu kalorimetrga solingan ixtiyoriy jismning solishtirma issiqlik sig'imini topish formulasini ifodalaydi.

Demak, kalorimetr yordamida ixtiyoriy jismning solishtirma issiqlik sig'imini ham aniqlash mumkin ekan.

### **Masala yechish namunasi**

$30^\circ\text{C}$  temperaturadagi 300 g massali jezni  $150^\circ\text{C}$  gacha qizdirish uchun unga qancha issiqlik berish kerak?

*Berilgan:*

*Formulasi:*

*Hisoblash:*

$$m = 300 \text{ g} = 0,3 \text{ kg};$$

$$c = 400 \text{ J/kg}\cdot\text{K};$$

$$t_1 = 30^\circ\text{C}; T_1 = 303 \text{ K};$$

$$t_2 = 150^\circ\text{C}; T_2 = 423 \text{ K}.$$

$$Q = cm(T_2 - T_1).$$

$$Q = 400 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot 0,3 \text{ kg} \cdot (423 - 303)\text{K} = 14400 \text{ J} = 14,4 \text{ kJ}.$$

*Topish kerak:  $Q - ?$*

*Javob :  $Q = 14,4 \text{ kJ}$ .*

1. Issiqlik uzatish deb qanday jarayonga aytiladi?
2. Issiqlik miqdori deb qanday energiyaga aytiladi va qanday birliklarda o'lchanadi?
3. Jismning issiqlik sig'imi deb nimaga aytiladi va qanday ifodalanadi?
4. Jismning solishtirma issiqlik sig'imi deb nimaga aytiladi va u qanday ifodalanadi?
5. Kalorimetr yordamida issiqlik miqdori qanday aniqlanadi?
6. Issiqlik balansi tenglamasining fizik mohiyati nimadan iborat?



1.  $25^{\circ}\text{C}$  li 1 l suvni qaynatish ( $100^{\circ}\text{C}$  gacha isitish) uchun qancha kilojoul yoki necha kilokaloriya issiqlik kerak bo'ladi? Shuncha massali suvning issiqlik sig'imi qancha bo'ladi? (Solishtirma issiqlik sig'imi uchun ma'lumotlarni 1-jadvaldan oling).
2. 2 kg massali jismni  $25^{\circ}\text{C}$  dan  $500^{\circ}\text{C}$  gacha qizdirish uchun 427,5 kJ issiqlik sarflandi. Bu jism qanday moddadan tayyorlangan?
3. 2,5 kg massali g'ishtni  $625^{\circ}\text{C}$  gacha qizdirib,  $20^{\circ}\text{C}$  temperaturali xonaga olib kirildi. Ma'lum vaqtdan keyin xonaning temperaturasi  $5^{\circ}\text{C}$  ga ortganda g'ishtning temperaturasi xona temperaturasiga tenglashdi. G'ishtning temperaturasi xona temperaturasi bilan tenglashguncha undan qancha issiqlik ajralib chiqqan?
4.  $27^{\circ}\text{C}$  temperaturadagi 10 kg qo'rg'oshinni erish temperaturasigacha ( $327^{\circ}\text{C}$  gacha) isitish uchun  $Q$  issiqlik sarflandi. Shuncha issiqlikni sarflab  $0^{\circ}\text{C}$  temperaturadagi necha litr suvni qaynatish mumkin?
5. Yuvinish uchun vannaga  $20^{\circ}\text{C}$  li sovuq suv va  $70^{\circ}\text{C}$  li issiq suv quyib,  $50^{\circ}\text{C}$  li iliq suv tayyorlandi. Agar vannadagi iliq suv 100 l bo'lsa, vannaga sovuq va issiq suvning har biridan necha litr quyilgan? Vanna idishining olgan issiqlik miqdorini hisobga olmag.

## 9-§. QATTIQ JISMLARNING SOLISHTIRMA ISSIQLIK SIG'IMINI ANIQLASH

(laboratoriya ishi)

*Kerakli jihozlar:* kalorimetr, tarozi, tarozi toshlari, termometr, solishtirma issiqlik sig'imi aniqlanadigan 3 ta jism, qaynoq suv.

### Ishni bajarish tartibi

1. Ishni bajarishda foydalaniladigan kalorimetr 15-rasmda tasvirlangan. Kalorimetr pasportidan uning aralashtirgich bilan birgalikdagi issiqlik sig'imi  $C_1$  ni yozib oling.

2. Menzurka yordamida suv hajmi  $V$  ni o'lchab, uni kalorimetrga quyib va issiqlik muvozanati qaror topgandan keyin uning temperaturasi  $t_s$  ni termometr yordamida o'lchang.

3. Kalorimetrga quyilgan suv massasini  $m_s = \rho_s V$  formuladan foydalanib hisoblang. Bunda  $\rho_s$  — suvning zichligi.

4. Solishtirma issiqlik sig'imi aniqlanayotgan jismning massasi  $m_j$  ni tarozi yordamida o'lchang.

5. Ipga bog'langan jismni qaynab turgan suvga solib qo'ying. Jism va suv o'rtasida issiqlik muvozanati bo'lgandagi jismning temperaturasi  $t_j$  ni yozib oling. Bunda  $t_j = 100^{\circ}\text{C}$  deb olish mumkin.

6. Qaynab turgan suvdan olingan jismni tezlik bilan sovuq suv solingan kalorimetrga botiring. Aralashtirgich bilan kalorimetrdagi

suvni aralashtiring va termometr ko'rsatgan aralashmaning  $t_a$  temperaturasini yozib oling.

7. Quyidagi formula yordamida jismning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlang:

$$c_j = \frac{(c_s m_s + C_k)(t_a - t_s)}{m_j (t_j - t_a)}$$

8. Massalari turlicha, lekin xuddi shunday moddadan yasalgan yana ikkita jismning solishtirma issiqlik sig'imini yuqorida keltirilgan tartibda aniqlang.

9. Birinchi, ikkinchi va uchinchi jismlar uchun aniqlangan solishtirma issiqlik sig'implari uchun o'rtacha  $c_{j.o'rt}$  ni hisoblang.

10. Olingan natijalarni 2-jadvalga yozing.

2-jadval

No	$C_k, \text{J/K}$	$V, \text{l}$	$t_s, \text{°C}$	$m, \text{kg}$	$m_s, \text{kg}$	$t_j, \text{°C}$	$t_a, \text{°C}$	$c_j, \text{J/kg·K}$	$c_{j.o'rt}, \text{J/kg·K}$
1									
2									
3									



1. Solishtirma issiqlik sig'imini tushuntirib bering.
2. Issiqlik balansi tenglamasidan foydalanib, 7-bandda keltirilgan jismning solishtirma issiqlik sig'imi formulani keltirib chiqaring va tushuntirib bering.
3. 2-jadvaldagi natijalarni tahlil qiling va xulosa chiqaring.

## 10-§. YOQILG'INING SOLISHTIRMA YONISH ISSIQLIGI

O'tin, toshko'mir, tabiiy gaz, benzin kabi yoqilg'ilar yonganda issiqlik ajralib chiqadi. Bu qanday issiqlik? Bunday moddalardan issiqlik ajralib chiqishiga sabab nima?

Ma'lumki, molekular atomlardan tashkil topgan. Masalan, vodorod molekulasini ( $\text{H}_2$ ) ikkita vodorod atomidan, suv molekulasini ( $\text{H}_2\text{O}$ ) esa ikkita vodorod va bitta kislorod atomidan iborat. Molekulani atomlarga ajratish mumkin.

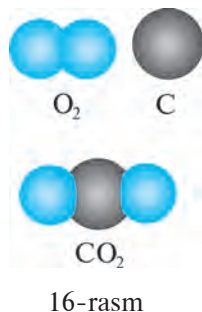


**Molekulalarning atomlarga ajralishi kimyoviy parchalanish reaksiyasi deb ataladi.**

Kimyoviy parchalanish reaksiyasida molekuladagi atomlarni bir-biridan ajratish, ya'ni ular orasida tortishish kuchini yengish



uchun ish bajarish va, demak, energiya sarf qilish kerak bo‘ladi. Aksincha, atomlar birikib molekula hosil bo‘lishida energiya ajralib chiqadi. Yoqilg‘i-larning yonishi aynan shunday jarayonga, ya’ni atomlarning birikib molekularlar hosil bo‘lishida ajralib chiqadigan energiyaga asoslangan.



Odatdagi yoqilg‘ilarda (ko‘mir, tabiiy gaz, benzin va boshqalarda) uglerod bor. Yonish vaqtida uglerod atomlari havodagi kislorod atomlari bilan birikadi. Uglerodning har bir atomi (C) havodagi kislorod molekulasini ( $O_2$ ) bilan birikadi va karbonat anhidrid molekulasini ( $CO_2$ ) ni hosil qiladi (16-rasm). Bunda karbonat anhidrid molekulasini hosil bo‘lishida energiya ajralib chiqadi.

Yoqilg‘i yonganda ajralib chiqadigan issiqlik turli yoqilg‘ilar uchun turlichadir. Masalan, 1 kg quruq o‘tin batamom yonganda  $10^7$  J, xuddi shunday massali benzin yonganda esa  $4,6 \cdot 10^7$  J issiqlik ajralib chiqadi.



**1 kg yoqilg‘i batamom yonganda qanday miqdorda issiqlik ajralib chiqishini ko‘rsatuvchi fizik kattalik yoqilg‘ining solishtirma yonish issiqligi deb ataladi.**

Yoqilg‘ining solishtirma yonish issiqligi  $q$  harfi bilan belgilanadi, uning asosiy o‘lchov birligi 1 J/kg. Turli yoqilg‘ilarning solishtirma yonish issiqligi turlichadir (3-jadval).

3-jadval

**Ayrim yoqilg‘i turlarining solishtirma yonish issiqligi**

№	Yoqilg‘i	$q, 10^7$ J/kg	№	Yoqilg‘i	$q, 10^7$ J/kg
1	Quruq o‘tin	1,0	5	Tabiiy gaz	4,4
2	Torf	1,4	6	Neft	4,4
3	Toshko‘mir	2,9	7	Benzin	4,6
4	Spirt	2,9	8	Kerosin	4,6

Yoqilg‘i yonganda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori  $Q$  ni topish uchun uning solishtirma yonish issiqligi  $q$  ni batamom yongan yoqilg‘ining massasi  $m$  ga ko‘paytirish kerak:

$$Q = qm.$$

**Masala yechish namunasi**

Massasi 20 kg bo‘lgan yoqilg‘i batamom yonganda 920 000 kJ issiqlik ajralib chiqadi. Shu yoqilg‘ining solishtirma yonish issiqligini toping.

Berilgan:

$$m = 20 \text{ kg};$$

$$Q = 920\,000 \text{ kJ} = 9,2 \cdot 10^8 \text{ J}.$$

Topish kerak:  $q - ?$

Formulasi:

$$Q = qm \text{ dan}$$

$$q = \frac{Q}{m}.$$

Hisoblash:

$$q = \frac{9,2 \cdot 10^8 \text{ J}}{20 \text{ kg}} = 4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{J}}{\text{kg}}.$$

$$\text{Javobi: } q = 4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{J}}{\text{kg}}.$$



1. Kimyoviy parchalanish reaksiyasi deb qanday reaksiyaga aytiladi? Bunday reaksiya paytida energiya ajralib chiqishini misollar bilan tushuntirib bering.
2. Yoqilg'ining solishtirma yonish issiqligi deb nimaga aytiladi?
3. Yoqilg'ining solishtirma yonish issiqligining asosiy o'lchov birligini ayting.
4.  $m$  massali yoqilg'i yonganda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori qanday aniqlanadi?



1. «Yoqilg'ining solishtirma yonish issiqligi  $4,4 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$  ga teng» degan ibora nimani bildiradi?
2. 25 kg toshko'mir batamom yonganda qancha issiqlik ajralib chiqadi? Shuncha massali quruq o'tin yonganda-chi?
3. Massasi 10 kg bo'lgan yoqilg'i batamom yonganda 440 000 kJ issiqlik ajralib chiqadi? Bu yoqilg'ining solishtirma issiqlik sig'imini toping.
4. Necha kilogramm tabiiy gaz yoqilganda 220 000 kJ issiqlik ajralib chiqishini aniqlang.
5. «Neksiya» avtomashinasiga 40 l benzin quyilganda qancha energiya ajralib chiqadi? Har yuz kilometr ga o'rtacha 7 l benzin sarflansa, har bir kilometr ga qanchadan energiya ajralib chiqadi? Benzinning zichligi  $710 \text{ kg/m}^3$ .
6. O'choqda ovqat pishirish uchun 10 kg quruq o'tin yoqildi. O'tin yoqilganda ajralib chiqqan issiqlikning to'rt dan bir qismi ovqatga, qolgan qismi o'choqni, qozonni va havoni isitishga sarflangan. Ovqat pishguncha o'ziga qancha issiqlik miqdori olgan?

## 11-§. IDEAL GAZ HOLATINING TENGLAMALARI. IZOJARAYONLAR

### Ideal gaz holatining tenglamasi

Idishdagi gaz xaotik harakatdagi molekularlar to'plamidan iborat. Har bir molekula idish devoriga urilganda devorga biror kichik kuch bilan ta'sir qiladi. Bu molekularlar to'plamining ta'sir kuchlari katta bo'ladi va idish devoriga bosim beradi. Konsentratsiyasi  $n$  ga, temperaturasi  $T$  ga teng bo'lgan molekularning bosimi quyidagi formula bilan aniqlanishini bilasiz:

$$p = nkT. \quad (1)$$

Bu formulada  $k = \frac{R}{N_A}$  deb olinsa va  $n = \frac{N}{V}$  hamda  $\frac{N}{N_A} = \frac{m}{M} = \nu$  ekanligidan quyidagi tenglamalar kelib chiqadi:

$$pV = \frac{N}{N_A} RT, \quad (2)$$

$$pV = \frac{m}{M} RT, \quad (3)$$

$$pV = \nu RT. \quad (4)$$

(2), (3) va (4) tenglamalar **ideal gaz holatining tenglamalari** deb ataladi. (3) tenglama rus olimi D.I.Mendeleyev (1834–1907) va fransuz olimi B.R.Klapeyron (1799–1864) sharafiga **Mendeleyev-Klapeyron tenglamasi** deb ataladi.



**Ideal gaz holatining tenglamasi gazning massasi, bosimi, hajmi va temperaturasi orasidagi bog‘lanishni ifodalaydi.**

$\nu = 1$  mol gaz uchun (4) tenglama quyidagi ko‘rinishga keladi:

$$pV = RT. \quad (5)$$

Bu formula **1 mol ideal gaz uchun holat tenglamasini** ifodalaydi. (5) tenglamadan:

$$\frac{pV}{T} = R. \quad (6)$$

### Izojarayonlar

Gazlarning universal doimiysi  $R$ , berilgan gazning massasi  $m$  va molar massasi  $\mu$  o‘zgarmas bo‘lgani uchun ideal gaz holatining tenglamasi (3) ni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\frac{pV}{T} = \text{const.} \quad (7)$$

Bu formula **Klapeyron tenglamasi** deyiladi.

Quyida bu parametrlardan birini o‘zgarmas deb hisoblab, qolgan ikkitasi orasidagi bog‘lanishni birma-bir ko‘rib chiqamiz.



**Berilgan gazning birorta makroskopik parametri o‘zgarmas bo‘lganda qolganlari orasidagi bog‘lanishni tavsiflaydigan jarayon izojarayon deb ataladi.**

#### 1. Izotermik jarayon ( $T = \text{const}$ ).

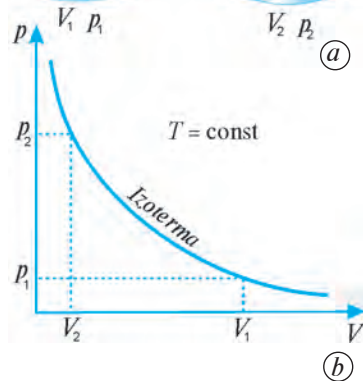
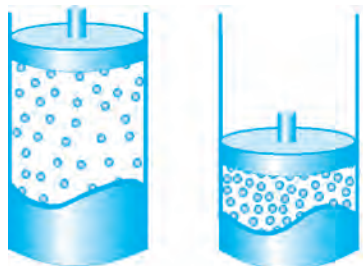


**Temperatura o‘zgarmas bo‘lganda kechadigan fizik jarayonlar izotermik jarayon deyiladi.**

Grekcha «*termos*» — «*issiq*» demakdir.

Izotermik jarayon uchun (7) bog‘lanishni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$pV = \text{const.}$$



17-rasm



**O'zgarmas temperaturada berilgan gazning bosimi hajmiga teskari proporsional ravishda o'zgaradi.**

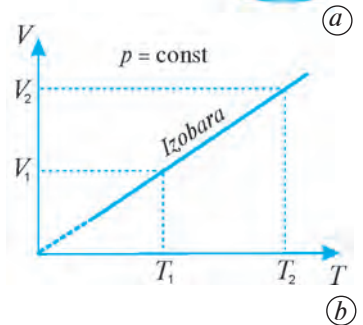
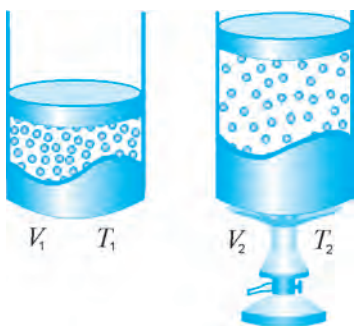
$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1} \quad (8)$$

Izotermik jarayon  $pV$  diagrammada **izoterma** bilan ifodalanadi (17-b rasm).

Izotermik jarayondagi qonuniyatni 1662-yilda ingliz olimi **R.Boyl** va 1676-yilda fransuz fizigi **E.Mariott** tajribalar asosida bir-biridan bexabar holda kashf etganlar. Shuning uchun bu qonuniyat **Boyl-Mariott qonuni** deyiladi.

Izotermik jarayonlar suyuqliklarning qaynashida va qattiq jismlarning erishida uchraydi.

**2. Izobarik jarayon ( $p = \text{const}$ ).**



18-rasm



**Bosim o'zgarmas bo'lganda kechadigan fizik jarayonlar izobarik jarayon deyiladi.**

Grekcha «baros» – «bosim» demakdir. Izobarik jarayon uchun (7) tenglamani quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\frac{V}{T} = \text{const.}$$

Silindr ichiga gaz qamalgan bo'lib, porshen faqat og'irlik kuchi bilan turgan bo'lsin. Gazning dastlabki temperaturasi  $T_1$ , hajmi  $V_1$  ga teng deylik. Silindrdagi gaz temperaturasi  $T_2$  ga yetganda hajmi  $V_2$  ga yetadi (18-a rasm). Bu hol uchun quyidagi munosabat o'rinli bo'ladi:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}. \quad (9)$$

**O'zgarmas bosimda berilgan  $m$  massali gazning hajmi temperaturaga proporsional ravishda o'zgaradi.**

Izobarik jarayon  $T-V$  diagrammada **izobara** bilan ifodalanadi (18-*b* rasm).

Bu qonunni 1802-yilda fransuz olimi **Gey-Lyussak** kashf etgani uchun **Gey-Lyussak qonuni** deyiladi.

**3. Izoxorik jarayon ( $V = \text{const}$ ).**

**Hajm o'zgarmas bo'lganda kechadigan fizik jarayonlar izoxorik jarayon deyiladi.**

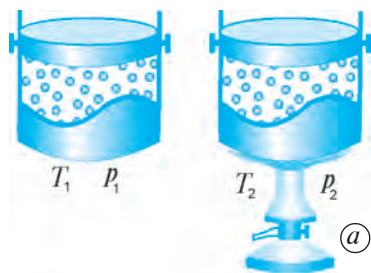
Yunonchada «*xoros*» – «*hajm*» degan ma'noni bildiradi.

Izoxorik jarayon uchun (7) tenglamani quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\frac{p}{T} = \text{const}.$$

Ichiga gaz qamalgan silindr porshenini qo'zg'almas qilib mahkamlaylik. Bu holatda gazning dastlabki temperaturasi  $T_1$ , bosimi  $p_1$  ga teng deylik. Silindr isitilib, gaz temperaturasi  $T_2$  ga o'zarganda bosimi  $p_2$  ga o'zgaradi (19-*a* rasm). Bu hol uchun quyidagi munosabat o'rinli bo'ladi:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}. \quad (10)$$

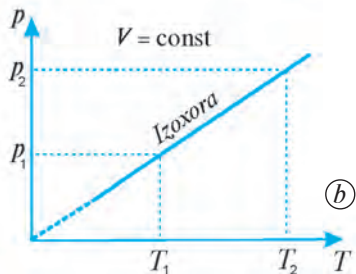


**O'zgarmas hajmda berilgan massali gazning bosimi temperaturaga proporsional ravishda o'zgaradi.**

Izoxorik jarayon  $T-p$  diagrammada **izoxora** bilan ifodalanadi (19-*b* rasm).

Bu qonunni 1787-yilda fransuz fizigi **J. Sharl** tajribalar asosida kashf etgani uchun u **Sharl qonuni** deyiladi.

Qattiq jismlardagi izotermik jarayonni izoxorik jarayon deyish mumkin.



19-rasm

- ?
1. Ideal gaz holatining tenglamasi qanday ifodalanadi?
  2. Universal gaz doimiysining qiymati nimaga teng?
  3. Izojarayon deb qanday jarayonga aytiladi?
  4. 17-rasmdan izotermik jarayonni tushuntirib bering.
  5. 18-rasmdan izobarik jarayonni tushuntirib bering.
  6. 19-rasmdan izoxorik jarayonni tushuntirib bering.

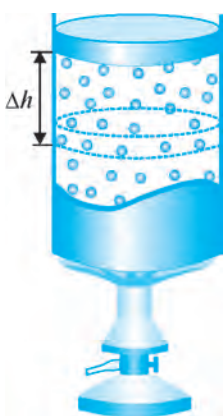
- M
1. Porshenli silindr ichiga qamalgan gazning dastlabki hajmi  $24 \text{ sm}^3$ , bosimi  $2 \text{ MPa}$ . Gaz izotermik siqilib, gazning hajmi  $16 \text{ sm}^3$  ga keltirilganda uning bosimi qanday qiymatga erishadi?
  2. Gazning dastlabki hajmi  $0,2 \text{ l}$ , bosimi esa  $1 \text{ MPa}$ . Gaz izotermik kengayib, bosimi  $200 \text{ kPa}$  ga erishdi. Gazning keyingi hajmini toping.
  3. Agar gaz  $27^\circ\text{C}$  da  $3 \text{ l}$  hajmga ega bo'lsa,  $127^\circ\text{C}$  da qanday hajmni egallaydi? Bunda bosim o'zgarmas bo'lgan.
  4.  $27^\circ\text{C}$  temperaturada yopiq idishdagi gazning bosimi  $900 \text{ kPa}$  edi. Gaz qizdirilib, temperaturasi  $227^\circ\text{C}$  ga yetkazilganda uning bosimi qanday qiymatga erishadi?

## 12-§. TERMODINAMIKANING BIRINCHI QONUNI

### Termodinamikaning birinchi qonuni haqida tushuncha

Issiqlik hodisalarini o'rganish bo'yicha kuzatish va tajribalardan asrlar davomida olingan ma'lumotlar umumlashtirilib, **energiyaning saqlanish qonuniga** quyidagicha ta'rif berilgan:

Tabiatda energiya yo'qdan bor bo'lmaydi va yo'qolmaydi, energiya miqdori o'zgarmaydi, energiya faqat bir turdan boshqa turga aylanadi.



20-rasm

Energiyaning saqlanish qonuni tabiatda bo'ladigan barcha hodisalarda bajariladi. **Termodinamikaning birinchi qonuni** energiya saqlanish qonunining issiqlik hodisalariga tatbiqini ifodalaydi.

Aytaylik, ichiga gaz qamalgan silindr porsheni og'irlik kuchi ta'sirida turgan bo'lsin. U silindr devorlariga ishqalanmasdan erkin harakat qila olsun. Gazga  $Q$  issiqlik miqdori berilsin. Berilgan bu issiqlik gazning ichki energiyasini  $\Delta U$  ga oshirishga va porshenni  $\Delta h$  balandlikka ko'tarishga sarflanadi (20-rasm). Gaz porshenni  $\Delta h$  balandlikka ko'tarishi uchun tashqi kuchlarga qarshi, jumladan, porshenning og'irlik kuchiga qarshi  $A$  ish bajaradi.



**Sistemaga berilgan issiqlik miqdori sistemaning ichki energiyasini o'zgartirishga va sistemaning tashqi kuchlarga qarshi ish bajarishiga sarflanadi:**

$$Q = \Delta U + A . \quad (1)$$

Bu ta'rif va formula **termodinamikaning birinchi qonunini** ifodalaydi. Bu qonunni XIX asrning o'rtalarida nemis olimlari **R.Mayer**, **G.Gelmgols** va ingliz olimi **J.Joul** ta'riflagan.

### Termodinamika birinchi qonunining izojarayonlarga tatbiqi

**1. Izotermik jarayon** ( $T = \text{const}$ ). Ideal gazning temperaturasi o'zgarmasa, ichki energiyasi ham o'zgarmaydi va (1) formulada  $\Delta U = 0$  bo'ladi. Bunday holat uchun termodinamikaning birinchi qonuni quyidagicha ifodalanadi:

$$Q = A . \quad (2)$$



**Izotermik jarayonda ideal gazga berilgan issiqlik ish bajarishiga sarflanadi.**

Izotermik jarayonda gaz issiqlik olayotgan ( $Q > 0$ ) bo'lsa, gaz  $\Delta V$  hajmga kengayadi va musbat ish ( $A > 0$ ) bajaradi. 21-a rasmdagi diagrammada bajarilgan ish bo'yalgan yuzaga teng bo'ladi.

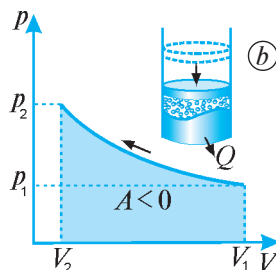
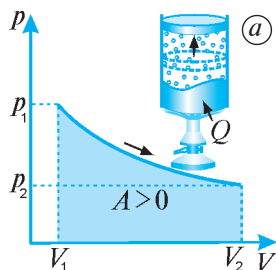
Agar gaz tashqi muhitga issiqlik berayotgan ( $Q < 0$ ) bo'lsa, gaz manfiy ish ( $A < 0$ ) bajarayotgan bo'ladi. Bunda tashqi sistema gaz ustida ish bajarayotgan bo'ladi. Bajarilgan ishning kattaligi diagrammada ko'rsatilgan yuzaga tengdir (21-b rasm).

**2. Izobarik jarayon** ( $p = \text{const}$ ). O'zgarmas bosim sharoitida gazga issiqlik berilayotgan bo'lsa, bajarilgan ish  $A = p\Delta V$  bo'ladi. U holda termodinamikaning birinchi qonuni quyidagicha ifodalanadi:

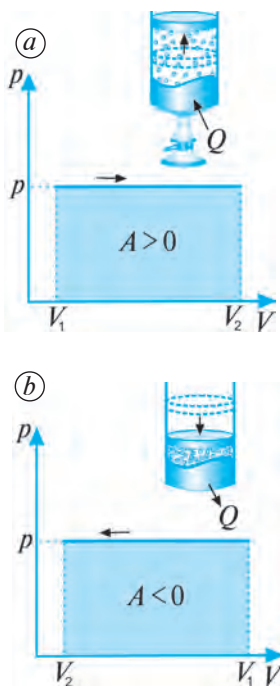
$$Q = \Delta U + p\Delta V . \quad (3)$$



**Izobarik jarayonda sistemaga berilgan issiqlik sistemaning ichki energiyasini oshirishga va o'zgarmas bosimda ish bajarishiga sarflanadi.**



21-rasm



22-rasm

Agar gaz o'zgarimas bosimda isitilayotgan ( $Q > 0$ ) bo'lsa, gazning ichki energiyasi ortadi ( $\Delta U > 0$ ) va shu bilan bir vaqtda gaz kengayib, musbat ish ( $A > 0$ ) bajaradi. Bajarilgan ishning miqdori diagrammadagi yuzaga teng bo'ladi (22-a rasm).

Gaz o'zgarimas bosimda sovutilayotganda ( $Q < 0$ ) gazning ichki energiyasi kamayadi ( $\Delta U < 0$ ), shu bilan bir vaqtda manfiy ish bajariladi ( $A < 0$ ). Bajarilgan ishning kattaligi diagrammada ko'rsatilgan yuzaga teng bo'ladi (22-b rasm).

**3. Izoxorik jarayon** ( $V = \text{const}$ ). Izoxorik ( $\Delta V = 0$ ) jarayonda  $A = p\Delta V = 0$  bo'ladi, ya'ni ish bajarilmaydi. Bunday holat uchun termodinamikaning birinchi qonuni quyidagicha ifodalanadi:

$$Q = \Delta U. \quad (4)$$



**Izoxorik jarayonda sistemaga berilgan issiqlikning hammasi sistemaning ichki energiyasini oshirishga sarflanadi.**

Agar sistemaning issiqlik sig'imi  $C$  bo'lsa, berilayotgan issiqlik miqdori  $Q = C(T_2 - T_1) = C\Delta T$  bo'ladi. U holda (4) formuladan ichki energiyaning o'zgarishi quyidagicha ifodalanadi:

$$\Delta U = C\Delta T. \quad (5)$$

Gaz isitilganda ( $Q > 0$ ) ichki energiyasi ortadi ( $\Delta U > 0$ ), sovutilganda ( $Q < 0$ ) esa ichki energiyasi kamayadi ( $\Delta U < 0$ ).

### Adiabatik jarayon

Yuqorida ko'rilgan izojarayonlarda sistema atrofidagi muhit bilan issiqlik almashinar edi ( $Q \neq 0$ ). Endi atrofidagi muhit bilan issiqlik almashmaydigan ( $Q = 0$ ) sistemadagi jarayonni ko'ramiz.



**Issiqlik almashmaydigan qilib izolatsiyalangan sistemadagi jarayon adiabatik jarayon deyiladi.**

Adiabatik jarayonda  $Q = 0$  bo'lgani uchun (1) tenglamadan quyidagi munosabatni olish mumkin:



$$\Delta U + A = 0 \quad \text{yoki} \quad U_1 = U_2 + A, \quad (6)$$

bunda  $U_1$ ,  $U_2$  — boshlang'ich va oxirgi ichki energiya.

Gaz adiabatik kengayganda ichki energiyasi kamayadi ( $\Delta U < 0$ ) va ish bajaradi ( $A > 0$ ). Ish gazning ichki energiyasi hisobiga bajariladi. Gaz bajargan ishining miqdori diagrammadagi yuzaga teng bo'ladi (23-a rasm).

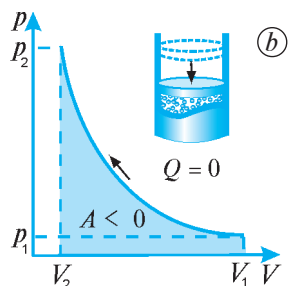
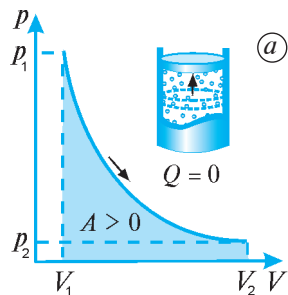
Gaz adiabatik siqilganda ichki energiyasi ortadi ( $\Delta U > 0$ ) va gaz ustida ish bajariladi ( $A < 0$ ). Tashqi kuchlar gazni siqishi tufayli bajarilgan ish hisobiga ichki energiya ortadi. Bajarilgan ishning kattaligi diagrammada ko'rsatilgan yuzaga tengdir (23-b rasm).

Gazning adiabatik kengayishida sovishi yoki adiabatik siqilishida isishi turmushda va texnikada ko'p kuzatiladi. Masalan, atmosferadagi havo yuqoriga ko'tarilib, kengayadi va soviydi. Havoning sovishi natijasida undagi suv bug'lari kondensatsiyalanib, bulut hosil qiladi.

Nasosda siqilayotgan havo isiydi. Yuqori bosimli ballondan chiqayotgan gaz keskin soviydi. Konditsioner va sovitgichlarda bu hodisalardan foydalaniladi.

Tez siqilganda havoning isishidan mashinalarning ichki yonuv dvigatellarida o't oldirishda foydalaniladi. Havoni siqadigan kuchli kompressorlar ishlab turganda havoning temperaturasi ortib, asbob qizib ketadi. Shuning uchun kompressor sovitib turiladi.

Jarayon juda tez sodir bo'lganda sistema issiqlik almashinishiga ulgura olmasa, bunday jarayonni ham adiabatik deyish mumkin. Masalan, tovush tarqalishida havoning siqilishi va kengayishi shunday tez sodir bo'ladi. Shuning uchun tovushning tarqalish jarayoni ham adiabatik deb qaraladi.



23-rasm

- ?
1. Energiyaning saqlanish qonuni qanday ta'riflanadi?
  2. Termodinamikaning birinchi qonuni qanday ta'riflanadi va ifodalanadi?
  3. Izotermik jarayonda sistemaga berilgan energiya nimaga sarflanadi?
  4. Izobarik jarayonda sistemaga berilgan energiya nimaga sarflanadi?
  5. Izoxorik jarayonda sistemaga berilgan energiya nimaga sarflanadi?
  6. Adiabatik jarayon deb qanday jarayonga aytiladi?
  7. Gaz adiabatik kengayganda ichki energiyasi qanday o'zgaradi?



1. Gazga 3,4 kJ issiqlik berilganda uning ichki energiyasi 1,8 kJ ga ortdi. Gaz ustida qancha ish bajarilgan?
2. Gaz 700 J ish bajarganda uning ichki energiyasi 1,2 kJ ga kamaygan. Gaz tashqariga qancha issiqlik bergan?
3. Izotermik jarayonda gazga 1 kJ issiqlik berilgan bo'lsa, gaz ustida qancha ish bajarilgan bo'ladi?
4. Izoxorik jarayonda gazga 2,8 kJ issiqlik miqdori berilsa, gazning ichki energiyasi qanchaga o'zgaradi?
5. 290 g havoni 10°C ga izobarik qizdirilganda qancha ish bajariladi? Havoning molar massasi 0,029 kg/mol ga teng.

### 13-§. TURLI TEMPERATURALI SUV ARALASHTIRILGANDA ISSIQLIK MIQDORLARINI TAQQOSLASH (laboratoriya ishi)

*Kerakli jihozlar:* 1 l sig'imli ikkita idish, termometr, menzurka, issiq va sovuq suv.

#### Ishni bajarish tartibi

1. Menzurka yordamida  $m_1$  massali issiq suvni o'lchab, birinchi idishga quyung va uning temperaturasi  $t_1$  ni o'lchang.

2. Menzurka yordamida  $m_2$  massali sovuq suvni o'lchab ikkinchi idishga quyung va uning temperaturasi  $t_2$  ni o'lchang.

3. Ikkinchi idishdagi sovuq suvni birinchi idishdagi issiq suvning ustiga quyung va aralashmaning muvozanatlashgan temperaturasi  $t$  ni o'lchang.

4. Aralashmada issiq suv bergan issiqlik miqdorini  $Q_1 = cm_1(t_1 - t)$  formula yordamida hisoblang. Bunda  $c$  suvning solishtirma issiqlik sig'imi.

5. Aralashmada sovuq suv olgan issiqlik miqdorini  $Q_2 = cm_2(t - t_2)$  formula yordamida hisoblang.

6. Aralashtiriladigan issiq va sovuq suvning massalarini o'zgartirib, 1–5-bandlarga muvofiq ishni uch marta takrorlang.

7. O'lchash va hisoblash natijalarini 4-jadvalga yozing.

4-jadval

№	$m_1$ , kg	$t_1$ , °C	$m_2$ , kg	$t_2$ , °C	$t$ , °C	$c$ , J/kg·K	$Q_1$ , J	$Q_2$ , J
1								
2								
3								



1. O'lchash va hisoblash natijalari asosida olingan  $Q_1$  va  $Q_2$  issiqlik miqdorlarining qiymatlarini taqqoslang. Nima uchun  $Q_1 = Q_2$  shart bajarilishi kerak?
2. Issiqlik miqdori formulasida nima sababdan absolut temperaturalar ayirmasi o'rniga Selsiy shkalasi bo'yicha o'lchangan temperaturalar ayirmasini qo'llash mumkin?

## 14-§. SUYUQLIKNING SOLISHTIRMA ISSIQLIK SIG'IMINI ANIQLASH

(laboratoriya ishi)

*Kerakli jihozlar:* kalorimetr, tarozi, tarozi toshlari, termometr, sovuq suv solingan idish, qaynoq suv va uni solish uchun idish.

### Ishni bajarish tartibi

1. Kalorimetrning ichki idishini olib, tarozi yordamida uning massasi  $m_k$  ni o'lchang.

2. Kalorimetr idishining yarmisigacha sovuq suv quyung. Tarozi yordamida idishning sovuq suv bilan birgalikdagi massasi  $m$  ni o'lchang. Sovuq suvning massasini  $m_1 = m - m_k$  formuladan hisoblang.

3. Termometr yordamida kalorimetr idishidagi sovuq suvning temperaturasi  $t_1$  ni o'lchang.

4. Idishda qaynoq suv olib, uning temperaturasi  $t_2$  ni o'lchang.

5. Qaynoq suvni kalorimetrda sovuq suvning ustiga quyung va termometr yordamida aralashiring. Shu termometr yordamida aralashgan suvning temperaturasi  $t$  ni o'lchang.

6. Kalorimetr idishini olib, tarozi yordamida uning massasi  $m'$  ni o'lchang. Issiq suvning massasini  $m_2 = m' - m$  formuladan hisoblang.

7. Quyidagi ifodadan suvning solishtirma issiqlik sig'imini hisoblang:

$$c = \frac{c_k m_k (t - t_1)}{m_2 (t_2 - t) - m_1 (t - t_1)}$$

bunda  $c_k$  kalorimetrning solishtirma issiqlik sig'imi bo'lib, uning qiymatini kalorimetrning pasportidan yozib oling.

8. Tajribani yuqorida keltirilgan tartibda yana ikki marta o'tkazing. Uchala natijadan foydalanib, suvning solishtirma issiqlik sig'imi uchun o'rtacha qiymat  $c_{o'rt}$  ni aniqlang.

9. O'lchash va hisoblash natijalarini 5-jadvalga yozing.

5-jadval

No	$m_k, \text{g}$	$m_p, \text{g}$	$t_p, ^\circ\text{C}$	$m_2, \text{g}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$c, \text{J/kg}\cdot^\circ\text{C}$	$c_{\text{ort}}, \text{J/kg}\cdot^\circ\text{C}$
1								
2								
3								



1. Issiqlik balansi tenglamasidan foydalanib, 8-bandda keltirilgan suvning solishtirma issiqlik sig'imi formulani keltirib chiqaring va tushuntirib bering.
2. 5-jadvaldagi natijalarni tahlil qiling va xulosa chiqaring.

## II BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

- Termodinamik nuqtayi nazardan ichki energiya moddaning ichki holatiga bog'liq bo'lib, temperatura va hajm orqali aniqlanadi.
- Gaz kengayganda musbat ish bajaradi va gazning ichki energiyasi kamayadi.
- Gaz siqilganda manfiy ish bajaradi va gazning ichki energiyasi ortadi.
- Jism ustida yoki jism tomonidan ish bajarilmasdan uning ichki energiyasini o'zgartirish jarayoni issiqlik uzatish deyiladi.
- Issiqlik uzatish vaqtida jism olgan yoki yo'qotgan ichki energiya miqdori issiqlik miqdori deb ataladi.
- 1 gramm distillangan suvni  $19,5^\circ\text{C}$  dan  $20,5^\circ\text{C}$  gacha isitish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori 1 kaloriya deb qabul qilingan.
- Modda temperaturasini 1 K ga oshirish uchun unga berilishi zarur bo'ladigan issiqlik miqdori shu moddaning issiqlik sig'imi deyiladi.
- 1 kilogramm moddaning temperaturasini 1 K ga oshirish uchun unga berilishi zarur bo'lgan issiqlik miqdori shu moddaning solishtirma issiqlik sig'imi deb ataladi.
- Issiqlik miqdori kalorimetr yordamida o'lchanadi. *Kalorimetr so'zi issiqlikni o'lchash degan ma'noni*

$$A = p\Delta V > 0$$

$$A = p\Delta V < 0$$

$$Q$$

$$1 \text{ kal}$$

$$C = \frac{Q}{T_2 - T_1}$$

$$c = \frac{Q}{m(T_2 - T_1)}$$

bildiradi (lotincha *calor* — *issiqlik*, grekcha *metreo* — *o‘lchash*).

- Energiyaning saqlanish qonuniga ko‘ra kalorimetrda solingan jismning bergan issiqlik miqdori kalorimetr va suv olgan issiqlik miqdorlari yig‘indisiga teng. Bu qonuniyat issiqlik balansi tenglamasi orqali ifodalanadi.
- Ideal gaz holatining tenglamasi gazning massasi, bosimi, hajmi va temperaturasi orasidagi bog‘lanishni ifodalaydi.
- Izotermik jarayonda berilgan gazning bosimi hajmiga teskari proporsional ravishda o‘zgaradi.
- Izobarik jarayonda berilgan massali gazning hajmi temperaturaga proporsional ravishda o‘zgaradi.
- Izoxorik jarayonda berilgan massali gazning bosimi temperaturaga proporsional ravishda o‘zgaradi.
- Termodinamikaning birinchi qonuni: sistemaga berilgan issiqlik miqdori sistemaning ichki energiyasini o‘zgartirishga va sistemaning tashqi kuchlarga qarshi ish bajarishga sarflanadi.
- Izotermik jarayonda ideal gazga berilgan issiqlik ish bajarishga sarflanadi.
- Izobarik jarayonda sistemaga berilgan issiqlik sistemaning ichki energiyasini oshirishga va o‘zgarmas bosimda ish bajarishga sarflanadi.
- Izoxorik jarayonda sistemaga berilgan issiqlikning hammasi sistemaning ichki energiyasini oshirishga sarflanadi.
- Issiqlik almashmaydigan ( $Q = 0$ ) qilib izolatsiyalangan sistemadagi jarayon adiabatik jarayon deyiladi.

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$Q = \Delta U + A$$

$$Q = A$$

$$Q = \Delta U + p\Delta V$$

$$Q = \Delta U$$

$$\Delta U + A = 0$$

$$U_1 = U_2 + A$$

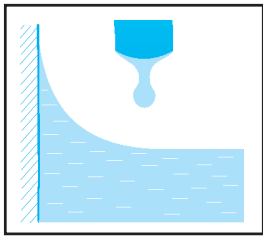
## II BOBNI TAKRORLASH UCHUN SAVOL VA MASALALAR

1. Eriyotgan muz temperaturasi  $0^\circ\text{C}$  bo‘lgan uyga olib kirildi. Muz bu uyda erishini davom ettiradimi?
2. Chelakdagi suvda muz bo‘laklari suzib yuribdi. Suv bilan muzning umumiy temperaturasi  $0^\circ\text{C}$ . Muz eriydimi yoki suv muzlaydimi? Bu nimaga bog‘liq?
- 3\*. Agar  $200 \text{ kPa}$  bosimda va  $240 \text{ K}$  temperaturada gazning hajmi  $40 \text{ l}$  ga teng bo‘lsa, shu gazda qancha miqdor modda bor?
4. Sig‘imi  $20 \text{ l}$  bo‘lgan ballondagi siqilgan havoning bosimi  $12^\circ\text{C}$  temperaturada qanday bo‘ladi? Ballondagi shu havoning massasi  $2 \text{ kg}$ .

5. Temperaturasi  $20^{\circ}\text{C}$  va bosim  $100\text{ kPa}$  bo'lgan  $1,45\text{ m}^3$  havo suyuq holatga keltirildi. Agar suyuq havoning zichligi  $861\text{ kg/m}^3$  bo'lsa, u qancha hajmni egallaydi?
6.  $360\text{ K}$  maksimal temperaturada bosim  $6\text{ MPa}$  dan oshmasligi uchun  $50\text{ mol}$  gaz saqlanadigan ballonning sig'imi qancha bo'lishi kerak?
7. Ikkita bir xil ballonda bir xil temperaturada massalari teng bo'lgan vodorod ( $\text{H}_2$ ) va karbonat anhidrid ( $\text{CO}_2$ ) bor. Gazlarning qaysi biri ballon devoriga necha marta ko'proq bosim beradi?
- 8\*. Venerada temperatura va atmosfera bosimi mos ravishda  $750\text{ K}$  va  $9120\text{ kPa}$ . Sayyora sirtidagi atmosfera zichligini toping. Bunda uni karbonat anhidrid gazidan iborat deb hisoblang.
9. Bir xil sharoitda metanning ( $\text{CH}_4$ ) zichligi kislorodning ( $\text{O}_2$ ) zichligidan necha marta farq qiladi?
10. Gaz  $0,2\text{ MPa}$  bosimda va  $15^{\circ}\text{C}$  temperaturada  $5\text{ l}$  hajmga ega. Normal sharoitda shunday massali gazning hajmi qancha bo'ladi?
11. Ideal gazning absolut temperaturasi 2 marta ortganda uning bosimi 25% ortdi. Bunda hajmi necha marta o'zgargan?
12.  $0^{\circ}\text{C}$  li  $1\text{ l}$  suvni qaynatish ( $100^{\circ}\text{C}$  gacha isitish) uchun qancha issiqlik miqdori kerak bo'ladi? Shuncha massali suvning issiqlik sig'imi qancha bo'ladi?
13.  $1\text{ kg}$  massali jismni  $0^{\circ}\text{C}$  dan  $300^{\circ}\text{C}$  gacha qizdirish uchun  $200\text{ kJ}$  issiqlik sarflandi. Bu jismning solishtirma issiqlik sig'imi qancha?
14.  $20^{\circ}\text{C}$  temperaturadagi  $5\text{ kg}$  qo'rg'oshinni erish temperaturasi gacha ( $327^{\circ}\text{C}$  gacha) isitish uchun  $Q$  issiqlik sarflandi. Shuncha issiqlikni sarflab  $0^{\circ}\text{C}$  temperaturadagi necha litr suvni qaynatish mumkin?
15. Massasi  $1,5\text{ kg}$  bo'lgan temir qozonchaga  $2\text{ l}$  suv sig'adi. Suvga to'la qozonchani  $80^{\circ}\text{C}$  isitish uchun qancha miqdorda issiqlik kerak?
16.  $640\text{ kkal}$  issiqlik sarf qilib, qancha suvni  $20^{\circ}\text{C}$  dan qaynaguncha isitish mumkin.
- 17\*. Hajmi  $60\text{ m}^3$  bo'lgan xonadagi havoni  $10^{\circ}\text{C}$  dan  $20^{\circ}\text{C}$  gacha isitish uchun qancha issiqlik miqdori sarf bo'lgan (issiqlik bekorga isrof bo'lmagan holda)? Havoning solishtirma issiqlik sig'imi  $0,24\text{ kkal/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ .
18. Chelakka temperaturasi  $9^{\circ}\text{C}$  bo'lgan  $5\text{ l}$  sovuq suv quyildi.  $30^{\circ}\text{C}$  li iliq suv olish uchun chelakka qancha qaynoq ( $100^{\circ}\text{C}$  li) suv quyish kerak?
19. Porshenli silindr ichiga qamalgan gazning dastlabki hajmi  $36\text{ sm}^3$ , bosimi  $5\text{ MPa}$ . Gaz izotermik siqilib, gazning hajmi  $24\text{ sm}^3$  ga keltirilganda uning bosimi qanday qiymatga erishadi?
20. Gazning dastlabki hajmi  $1\text{ l}$ , bosimi esa  $1\text{ MPa}$ . Gaz izotermik kengayib, bosimi  $200\text{ kPa}$  ga erishdi. Gazning keyingi hajmini toping.
21. Agar gaz  $20^{\circ}\text{C}$  da  $2\text{ l}$  hajmga ega bo'lsa,  $100^{\circ}\text{C}$  da qanday hajmni egallaydi? Bunda bosimni o'zgartmas deb oling.
22.  $20^{\circ}\text{C}$  temperaturada yopiq idishdagi gazning bosimi  $1000\text{ kPa}$  edi. Gaz qizdirilib, temperaturasi  $200^{\circ}\text{C}$  ga yetkazilganda uning bosimi qanday qiymatga erishadi?
- 23\*. Suyuqlik solingan bak germetik (zich) berkitilgan. Suyuqlikning ustida havo bor. Agar bakning quyi qismidagi jo'mrak ochilsa, ma'lum

miqdor suyuqlik oqib tushgandan so'ng uning bundan keyingi oqishi to'xtaydi. Nima uchun shunday bo'ladi? Suyuqlikning erkin oqib tushishini ta'minlash uchun nima qilish lozim?

24. Agar gaz  $27^{\circ}\text{C}$  da  $6 \text{ l}$  hajmga ega bo'lsa,  $77^{\circ}\text{C}$  da qanday hajmni egallaydi?
25. Gaz temperaturasi  $60 \text{ K}$  ga ortganda uning hajmi  $1 \text{ l}$  ga ortdi. Agar temperatura yana  $30 \text{ K}$  ga ortsa, hajmi dastlabki hajmga qaraganda qanchaga ortadi?
26. Agar havo  $3 \text{ K}$  ga qizdirilganda uning hajmi dastlabki hajmining  $1\%$  iga ortsa, havoning boshlang'ich temperaturasi qanday bo'lgan?
27. Izobarik jarayonda gazning zichligi va absolut temperaturasi orasidagi bog'lanish qanday bo'ladi?
28. Kislorodning zichligi azotning normal sharoitdagi zichligiga teng bo'lishi uchun kislorodni normal bosimda qanday temperaturagacha qizdirish lozim?
29.  $27^{\circ}\text{C}$  temperaturada yopiq idishdagi gazning bosimi  $75 \text{ kPa}$  edi.  $-13^{\circ}\text{C}$  temperaturada bosim qanday bo'ladi?
30. Berk idishdagi gazni  $140 \text{ K}$  gacha qizdirganda bosim  $1,5$  marta ortsa, idishdagi gaz dastlab qanday temperaturada bo'lgan?
31. Izoxorik jarayonda birlik hajmdagi gazning molekulari soni bilan absolut temperatura orasidagi bog'lanish qanday bo'ladi? Izobarik jarayonda-chi?
32. Temperaturasi  $20 \text{ K}$  ga ortganda  $200 \text{ g}$  geliyning ichki energiyasi qanchaga o'zgaradi?
33. Temperaturalari bir xil bo'lgan bir xil massali argon va geliyning ichki energiyasini taqqoslang.
34.  $100 \text{ kPa}$  bosimda hajmi  $60 \text{ m}^3$  bo'lgan aerostatni to'ldirayotgan geliyning ichki energiyasi qanday?
35. Gazga  $2 \text{ kJ}$  issiqlik berilganda uning ichki energiyasi  $1,5 \text{ kJ}$  ga ortdi. Gaz ustida qancha ish bajarilgan?
36. Gaz  $1 \text{ kJ}$  ish bajarganda uning ichki energiyasi  $1,5 \text{ kJ}$  ga kamaygan. Gaz tashqariga qancha issiqlik bergan?
37. Izotermik jarayonda gazga  $2 \text{ kJ}$  issiqlik berilgan bo'lsa, gaz ustida qancha ish bajarilgan bo'ladi?
38. Izoxorik jarayonda gazga  $2 \text{ kJ}$  issiqlik miqdori berilsa, gazning ichki energiyasi qanchaga o'zgaradi?
39.  $580 \text{ g}$  havoni  $20 \text{ K}$  ga izobar qizdirilganda qancha ish bajariladi? Havoning molar massasi  $0,029 \text{ kg/mol}$  ga teng.
40.  $320 \text{ g}$  kislorodni  $10 \text{ K}$  ga izobar qizdirganda u qanday ish bajaradi?
41. Ikkita silindrda harakatlanuvchi porshenlar ostidagi bir xil massali vodorod va kislorodning izobarik qizishda bajargan ishlarini taqqoslang.
42.  $800 \text{ mol}$  gazni  $500 \text{ K}$  ga izobarik qizdirishda unga  $9,4 \text{ MJ}$  issiqlik miqdori berildi. Bunda gaz bajargan ishni va ichki energiyasi qanchaga ortganini aniqlang.



### III bob

## SUYUQLIKLARDAGI SIRT HODISALARI

### 15-§. SUYUQLIK VA UNING XOSSALARI. SIRT TARANGLIK

#### Suyuqlikning oquvchanligi

Gazlardan farqli ravishda suyuqliklarda molekularlar bir-biriga juda yaqin bo'ladi. Molekularlar orasidagi tortishish kuchi sababli suyuqlik molekulari erkin tartibsiz harakat qila olmaydi. Ochiq idishdagi suyuqlik sirtidan molekularlar uchib chiqib ketmaydi. Bug'lanish jarayonida suyuqlik sirtidan kinetik energiyasi katta bo'lgan molekularargina uchib chiqa oladi. Shu tariqa gazlardan farqli ravishda **suyuqliklar o'z hajmini saqlaydi**.

Suyuqlik molekulari boshqa molekularlar qurshovida birmuncha «o'troq» holda bo'ladi. Suyuqlik molekulari orasi bir xil bo'lmaydi, hatto molekularlar orasida bo'sh o'rinlar — «kovak»lar mavjud bo'ladi. Molekula «o'troq» holatdan yonidagi «kovak»ka sakrab o'tadi. Bu joyda qisqa vaqt turib, boshqa «kovak» o'rnini egallaydi. Shu tariqa suyuqlik molekulari bir joydan boshqa joyga tinimsiz sakrab yuradi.

Idishda turgan suyuqlikka pastga yo'nalgan og'irlik kuchi ta'sir etadi. Lekin suyuqlik ostidan va yon tomonlaridan devorlar bilan to'silgani uchun u muvozanat holatda bo'ladi. Agar idish bir tomonga og'dirilsa, og'irlik kuchi ta'sirida molekularlarning bir joydan boshqa joyga sakrab o'tishi ko'proq bir yo'nalishda sodir bo'ladi. Natijada suyuqlik idish og'dirilgan tomonga oqadi. Idishdagi suyuqlik boshqa idishga quyilayotganda ham, idish osti teshilganda ham og'irlik kuchi ta'sirida suyuqlik oqadi. Demak, suyuqliklar **o'z shakliga ega bo'lmaydi, oquvchan bo'ladi**. Idishga quyilgan suyuqlik shu idish shaklini oladi va gorizontalsirtga ega bo'ladi.

#### Sirt taranglik hodisasi

Molekularlar orasida nisbatan kuchli o'zaro ta'sir bo'lgani sababli suyuqlik bilan boshqa muhit chegarasida **sirt taranglik** sodir bo'ladi. Sirt taranglikning ta'siri tufayli suyuqlik bilan qattiq jism chegarasida **sirtlarning egrilanishi** yuz beradi.



Suyuqlikning sirt qatlamini yupqa parda deb tasavvur qilish mumkin. Bu qatlamdagi molekulalarga suyuqlik ichiga yoʻnalgan kuch taʼsir etadi.

Joʻmrakda tomchi qanday hosil boʻladi? Joʻmrak ogʻzida hosil boʻlgan tomchini elastik xaltacha ichida deb tasavvur qilish mumkin. Tomchi kattalashganda uni koʻtarib turish uchun xaltachaning mustahkamligi yetishmaydi va tomchi uziladi (24-rasm).

Haqiqatda esa, xaltacha yoʻq. Tomchining sirt qatlamidagi har bir molekulaga tomchi ichiga yoʻnalgan kuch taʼsir etadi. Bunday kuchlar natijasida tomchining sirt qatlamida uni ushlab turuvchi sirt taranglik vujudga keladi.



24-rasm



**Sirt taranglik suyuqlikning sirt qatlamidagi molekulalarning suyuqlik ichiga yoʻnalgan kuchlarning mavjudligi tufayli hosil boʻladi.**

Sirt taranglik natijasida yomgʻir tomchilari hosil boʻladi. Sovun eritmasidan pufak hosil qilish ham sirt taranglik tufaylidir (25-rasm).

Ignani suv sirtidagi qogʻoz ustiga qoʻyib, qogʻozni suv ostiga asta-sekin botirilsa, igna suv sirtida qoladi (26-rasm). Bunga sabab, suvning sirtida sirt taranglikning mavjudligidir.

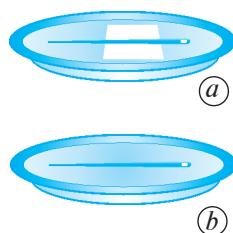


25-rasm

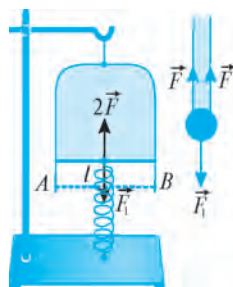
### Sirt taranglik kuchi

Suv zarrachalarini tomchi shaklida ushlab turadigan yoki ignani suv sirtida tutib turadigan sirt qatlami taranglik kuchiga ega. Joʻmrak ogʻzidagi tomchi uning sirtida hosil boʻlgan sirt taranglik kuchi dosh beradigan darajagacha kattalashadi. Bu kuch taʼsirida tomchi sfera shaklini oladi.

Sirt taranglik kuchini aniqlash maqsadida quyidagi tajribani oʻtkazaylik. 27-rasmda tasvirlangandek, sim ramka olamiz. Bu ramkaning pastki tomoni qoʻzgʻaluvchan  $AB = l$  uzunlikdagi simdan iborat boʻlsin. Bu sim ramkaning ikki yon cheti boʻylab siljiy oladi.



26-rasm



27-rasm

Ramkani sovun eritmasiga botirib olsak, unga sovun pardasi tortilib qoladi va ramkaning qo'zg'aluvchan simi  $AB$  holatdan yuqoriga siljiydi. Bunga sabab, simga perpendikular ravishda yuqoriga yo'nalgan kuch ta'sir etadi. Bu kuch **sirt taranglik kuchidir**. Bu kuch ta'sirida sim yuqoriga harakatlanadi va sovun pardasi sirti qisqaradi.

Sim yuqoriga harakatlanmasligi uchun ramkaning pastki simiga uni muvozanatga keltiruvchi qandaydir  $F_1$  kuch qo'yish kerak. Bu kuchni hosil qilish uchun simni yumshoq prujinaga ilintirib, prujinaning ikkinchi uchi shtativga mahkamlab qo'yiladi. Sim muvozanatda bo'lishi uchun  $F_1 = 2F$  bo'lishi kerak. Bunda  $F$  – sirt taranglik kuchi. Simga pardaning ikki sirti ta'sir etadi. Shuning uchun  $2F$  olingan.

Tajriba ko'rsatishicha, sirt taranglik kuchi  $F$  simning uzunligi  $l$  ga, ya'ni sirt qatlamining uzunligiga proporsional bo'ladi, ya'ni:

$$F = \sigma l,$$

bunda  $\sigma$  **sirt taranglik koeffitsiyenti** deb ataladi.

Bu formula gorizontol holatdagi suyuqlik sirti uchun sirt taranglik kuchini ifodalaydi.

Sirt taranglik koeffitsiyentining asosiy birligi — N/m.

Sirt taranglik koeffitsiyenti turli suyuqliklar uchun turlichadir (6-jadval).

6-jadval

№	Modda	$\sigma, \text{N/m}$	№	Modda	$\sigma, \text{N/m}$
1	Spirt (20°C)	0,024	4	Suv (20°C)	0,073
2	Benzin (20°C)	0,021	5	Simob (20°C)	0,51
3	Sovun eritmasi (20°C)	0,04	6	Oltin (1130°C)	1,1

- ?**
1. Suyuqlik molekullari nima sababdan gaz molekullari kabi erkin tartibsiz harakatlana olmaydi?
  2. Sirt taranglik hodisasi qanday hosil bo'ladi?
  3. Sirt taranglik kuchi nima? Uning formulasi qanday ifodalanadi?
  4. Suyuqliklarning sirt taranglik koeffitsiyenti haqida nimalarni bilasiz?

- M**  
**11**
1. 26-rasmdagi sovun eritmasiga botirib olingan ramkaning  $AB$  simi uzunligi 5 sm bo'lsa, sovun pardasi bu simga qanday kattalikdagi kuch bilan ta'sir qiladi? Simni 3 sm ga ko'chirish uchun qancha ish bajarish kerak? Ushbu va keyingi masalalarda 5-jadvaldagi ma'lumotlardan foydalaning.
  2. Agar 1-masalada keltirilgan simli ramka sovun eritmasi o'rniga benzina botirib olingan bo'lsa, simga qanday kattalikdagi kuch

ta'sir qiladi? Simni 3 sm ga ko'chirish uchun qancha ish bajarilishi kerak?

3. Suv sirtida turgan 4 sm li gugurt cho'pini harakatga keltirish uchun unga gorizontaal yo'nalishda eng kamida qanday kuch bilan ta'sir qilish talab etiladi?

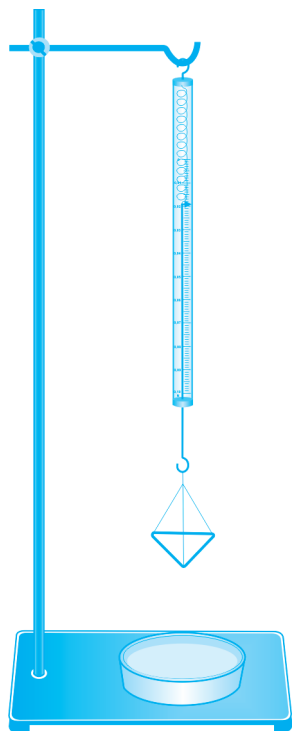
## 16-§. SUYUQLIKNING SIRT TARANGLIK KOEFFITSIYENTINI ANIQLASH (laboratoriya ishi)

*Kerakli jihozlar:* sezgir dinamometr, shtativ, uchburchak, kvadrat va aylana shaklidagi simlar, suv solingan idish, chizg'ich, shtangensirkul.

Ushbu laboratoriya ishida o'lchash aniqligi yuqori bo'lgan sezgir dinamometrda foydalaniladi (28-rasm).

### Ishni bajarish tartibi

1. Dinamometrni yuqori halqasidan shtativga o'rnatish.
2. Chizg'ich yordamida uchburchak shaklidagi simning perimetri  $l$  ni o'lchang.
3. Dinamometrning pastki halqasiga uchburchak shaklidagi simni iling va simning og'irlik kuchi  $F_1$  ni o'lchang.
4. Idishdagi suvni ko'tarib, dinamometrda osilgan simga tekkazing.
5. Idishni astalik bilan pastga tomon siljitib, simning suvdan uzilishi paytidagi dinamometrning ko'rsatishi  $F_2$  ni yozib oling.
6.  $F = F_1 - F_2$  formuladan sirt taranglik kuchini toping.
7.  $\sigma = \frac{F}{l}$  formula yordamida suvning sirt taranglik koeffitsiyenti  $\sigma_1$  ni hisoblang.
8. Tajribani to'rtburchak va aylana shaklidagi simlarda ham bajaring,  $\sigma_2$  va  $\sigma_3$  ni hisoblang.  $\sigma_{o'rt} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}$  formula yordamida sirt taranglik koeffitsiyentining o'rtacha qiymatini hisoblang.
9. Tajriba davomidagi o'lchash va hisoblash natijalarini 7-jadvalga yozing.



28-rasm

No	$m, \text{kg}$	$l, \text{m}$	$F, \text{N}$	$\sigma, \text{N/m}$	$\sigma_{o'rt}, \text{N/m}$
1					
2					
3					

1. Sirt taranglik kuchi nimaligini tushuntirib bering.  
 2. Nima sababdan simni sovunli eritmadan ajratib olishda kuch kerak bo'ladi?  
 3. Tajriba natijalarini tahlil qilib, xulosangizni yozib keling.

## 17-§. HO'LLASH. KAPILLAR HODISALAR

### Ho'llash va ho'llamaslik hodisalari

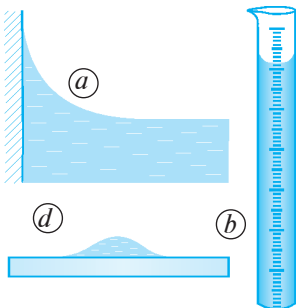
Suyuqlik-qattiq jism chegarasida ho'llash yoki ho'llamaslik hodisasi bo'ladi.

**Qattiq jism sirtida suyuqlik sirtining egrilanishiga sabab bo'ladigan hodisa ho'llash yoki ho'llamaslik hodisasiga bog'liqdir.**

Ho'llash yoki ho'llamaslik suyuqlik va qattiq jism molekularining o'zaro ta'siriga bog'liqdir.

**Suyuqlik va qattiq jism molekulari orasidagi tortishish kuchlari suyuqlik molekularining o'zaro tortishish kuchlaridan katta bo'lsa, suyuqlik qattiq jism sirtini ho'llaydi.**

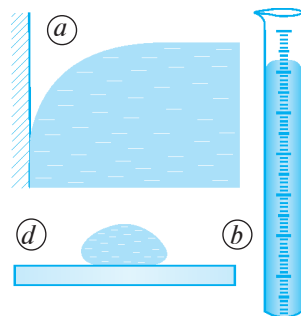
Bunda suyuqlik sirtining qattiq jism sirtiga tegib turgan joyi 29-a rasmda tasvirlangan shaklda bo'ladi. Masalan, suv shisha sirtini ho'llaydi. Shishali menzurkaga solingan suv idish devorlarini ho'llaydi (29-b rasm). Agar suv gorizonttal oyna sirtiga tomizilsa, u yoyilib ketadi (29-d rasm).



29-rasm

**Suyuqlik va qattiq jism molekulari orasidagi tortishish kuchlari suyuqlik molekularining o'zaro tortishish kuchlaridan kichik bo'lsa, suyuqlik qattiq jism sirtini ho'llamaydi.**

Bu holda suyuqlik sirtining qattiq jism sirtiga tegib turgan joyi 30-*a* rasmda ko'rsatilgan shaklni oladi. Masalan, simob shisha sirtini ho'llamaydi. Shishali menzurkaga solingan simob idish devorlarini ho'llamaydi (30-*b* rasm). Oyna sirtidagi simob tomchisi yoyilib ketmaydi (30-*d* rasm).



30-rasm

Ayni bir suyuqlik bir jism sirtini ho'llasa, boshqasini ho'llamasligi mumkin. Masalan, suv shisha sirtini ho'llasa, parafin sirtini ho'llamaydi. Simob esa shisha sirtini ho'llamasa, silliq metall sirtini ho'llaydi.

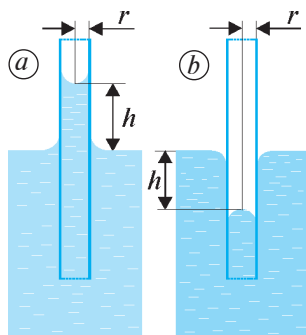
Sovun eritmasi badanimizni yaxshi ho'llaydi. Shu tufayli sovun bilan yuvinamiz. G'oz va o'rdaklar suvdan chiqqanida patlari quruq bo'ladi. Ularning patlari moyli bo'lgani uchun suv ularni deyarli ho'llamaydi.

Ho'llash hodisasi amaliy ahamiyatga ega. Ho'llash hodidasidan yelimplash, kavsharlash, qalaylash, bo'yash, detallarni moylashda foydalaniladi. Suvda turlicha ho'llanishiga asoslanib, tog' jinslaridan metall rudasi ajratib olinadi. Tog' jinsi maydalanib, 0,1—0,01 mm o'lchamli kukun holiga keltiriladi. Uni moy qo'shilgan suvga solib chayqatilganda ko'pik hosil bo'ladi. Moyning yupqa pardasi bilan o'ralgan pufakchalar moy bilan ho'llangan metall donachalariga osongina yopishib, ularni yuqoriga ko'taradi. Keraksiz jinslar esa idish tagiga cho'kadi.

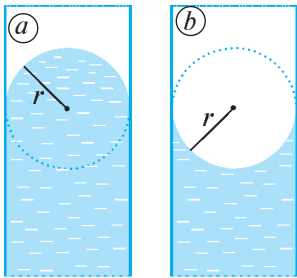
### Kapillar hodisalar

Suyuqlik ho'llovchi yoki ho'llamovchi bo'lishidan qat'i nazar, idish devorlari yaqinida suyuqlikning sirti egrilanadi. Idish ichi juda tor bo'lganda suyuqlik sirti chekkalarining egrilanishi uning butun sirtini egallaydi.

Ingichka shisha nayni – kapillarni suyuqlik ichiga tushiraylik. «Kapillar» so'zi lotinchadan olingan bo'lib. «ingichka», «qilday» degan ma'noni bildiradi. Agar suyuqlik ho'llovchi bo'lsa, kapillar ichida uning sirti ko'tariladi (31-*a* rasm). Suyuqlik ho'llamovchi bo'lganda esa kapillardagi suyuqlik sirti keng idishdagi suyuqlik sirtiga nisbatan pastda bo'ladi (31-*b* rasm).



31-rasm



32-rasm



**Suyuqlikning ingichka naychalarda — kapillarlarda keng idishdagi sathiga nisbatan ko‘tarilishi yoki pasayishi kapillar hodisa deb ataladi.**

Kapillar radiusi qanchalik kichik bo‘lsa, suyuqlik sirti shunchalik ko‘proq ko‘tariladi yoki pasayadi.

To‘liq ho‘llashda yoki to‘liq ho‘llamaslikda kapillardagi suyuqlikning egrilangan sirtini yarim sfera deb hisoblash mumkin. Bu yarim sferaning radiusi  $r$  kapillarning radiusiga teng bo‘ladi (32-rasm).

Ma‘lumki, kapillar orqali  $h$  balandlikka ko‘tarilgan suyuqlikning og‘irlik kuchi  $P = mg$  sirt taranglik kuchi  $F = \sigma l$  ga tenglashganda, ya‘ni  $P = F$  bo‘lganda suyuqlik ko‘tarilishi to‘xtaydi. Bunda  $m = \rho V$  — kapillar ichidagi suyuqlik massasi,  $\rho$  — suyuqlik zichligi,  $V$  — suyuqlik hajmi,  $g$  — erkin tushish tezlanishi,  $\sigma$  — sirt taranglik kuchi,  $l = 2\pi r$  — kapillar ichki devori aylanasining uzunligi,  $r$  — kapillar radiusi.

$P = mg = \rho Vg = \rho h\pi r^2g$  va  $F = \sigma l = 2\sigma\pi r$  ifodalarni o‘zaro tenglaymiz:

$$\rho h\pi r^2g = 2\sigma\pi r \quad \text{yoki} \quad h = \frac{2\sigma}{\rho gr}.$$

Bu formula ho‘llovchi suyuqlikning kapillarda **ko‘tarilish balandligini**, ho‘llamovchi suyuqlikning esa **pasayish chuqurligini** ifodalaydi. Kapillar radiusi  $r$  qancha kichik bo‘lsa, suyuqlikning ko‘tarilish balandligi  $h$  shuncha katta bo‘ladi.

Ingichka kanallari (kapillarlar) bo‘lgan jismlarda kapillar hodisalari kuzatiladi. Masalan, kapillar hodisasi sababli qo‘lni artganda sochiq suvni o‘ziga ko‘p tortadi. Choyga solingan qand choyni o‘ziga shimadi. G‘isht g‘ovak bo‘lgani uchun u suvni o‘ziga tortadi.

Tuproq ham g‘ovakli bo‘lgani uchun jildirab oqayotgan suv egatni yaxshi namlaydi. Nam tuproqda uning tarkibidagi o‘g‘itlar eriydi. Hosil bo‘lgan eritmadan o‘simlik ildizi orqali oziqlanadi. Bunda o‘simlik hujayralari ham g‘ovakli bo‘lgani uchun uning tanasi orqali eritma ko‘tariladi. O‘simlik kapillar tomirlarga ega.

Kapillarlik hodisasi tufayli yerning chuqur qatlamlaridan namlik yuqori qatlamga ko‘tariladi. Shuningdek, odam va boshqa tirik organizmlar to‘qimalarida kapillar tomirlar qon tarkibidagi oziq moddalar bilan ta‘minlashni amalga oshiradi.



1. Ho'llash yoki ho'llamaslik hodisasi deb qanday hodisaga aytiladi?
2. Suyuqlikning jism sirtini ho'llashi yoki ho'llamasligi nimaga bog'liq?
3. Nima sababdan g'oz va o'rdaklar suvdan quruq chiqadi?
4. Kapillar hodisasi deb qanday hodisaga aytiladi?
5. To'liq ho'llovchi suyuqlikning kapillarda ko'tarilish balandligi va to'liq ho'llamovchi suyuqlikning pasayish chuqurligi formulasi qanday ifodalanadi?
6. Nima sababdan imorat poydevori betondan qilinib, g'isht esa uning ustiga teriladi?



1. 0,1 mm radiusli kapillarda suv qanday balandlikka ko'tariladi? Ushbu va keyingi masalalarda 6-jadvaldan foydalaning hamda  $g = 10 \text{ m/s}^2$  deb hisoblang.
2. Kapillarda spirt 22 mm balandlikka ko'tarildi. Kapillarning radiusini toping. Spirtning zichligi  $800 \text{ kg/m}^3$  ga teng.
3. Radiusi 1 mm bo'lgan kapillar idishdagi simobga botirildi. Kapillardagi simob sathi idishdagi simob sathidan qancha pasayadi? Simob zichligi  $13600 \text{ kg/m}^3$  ga teng.

### III BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

- Suyuqlik o'z hajmini saqlaydi, lekin o'z shakliga ega emas. Idishga quyilgan suyuqlik shu idish shaklini oladi. Suyuqlik oquvchanlik xossasiga ega.
- Sirt taranglik suyuqlikning sirt qatlamidagi molekularning suyuqlik ichiga yo'nalgan kuchlarning mavjudligi tufayli hosil bo'ladi.
- Sirt taranglik kuchi quyidagi formula bilan aniqlanadi:  $F = \sigma l$ .
- Qattiq jism sirti yaqinida suyuqlik sirtining egrilanishiga sabab bo'ladigan hodisa ho'llash yoki ho'llamaslik hodisasi deb ataladi.
- Suyuqlik va qattiq jism molekulari orasidagi tortishish kuchlari suyuqlik molekularining o'zaro tortishish kuchlaridan katta bo'lsa, suyuqlik qattiq jism sirtini ho'llaydi.
- Suyuqlik va qattiq jism molekulari orasidagi tortishish kuchlari suyuqlik molekularining o'zaro tortishish kuchlaridan kichik bo'lsa, suyuqlik qattiq jism sirtini ho'llamaydi.
- Suyuqlikning ingichka naychalarda — kapillarda keng idishdagi sathiga nisbatan ko'tarilishi yoki pasayishi kapillar hodisa deb ataladi.
- To'liq ho'llovchi suyuqlikning kapillarda ko'tarilish balandligini yoki to'liq ho'llamovchi suyuqlikning pasayish chuqurligini quyidagi formula bilan aniqlash mumkin:

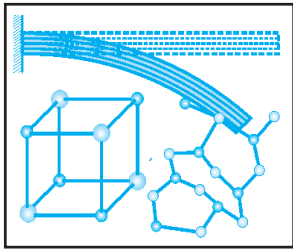
$$h = \frac{2\sigma}{\rho g r}$$

III BOBNI TAKRORLASH UCHUN SAVOL VA MASALALAR

1. Nima uchun issiq sho'rva betida suzib yurgan yog' tomchilaridan ikkita qo'shni tomchini qoshiqning chetini tekkizib bir-biriga birlashtirsak, ular qo'shilib bitta katta tomchi hosil bo'ladi?
2. Nima uchun erkin uchayotgan kosmik kemada sachragan suv sharsimon tomchilar shaklida to'planadi?
3. Nima uchun shishaning o'tkir qirralari eriguncha qizdirilsa, yumaloqlanib (o'tmaslanib) qoladi?
4. Spirtning suvdagi eritmasiga bir qoshiq paxta moyi quyilgan. Agar moy zichligi eritma zichligiga teng bo'lsa, moy qanday shaklga kiradi?
5. Suvda qand yoki sovun eritilganda suvning sirt tarangligi ortishi yoki kamayishini tajribada aniqlang.
6. Moyning benzindagi eritmasining sirt taranglik koeffitsiyenti toza benzinnikidan ortiq bo'ladi. Gazmol yuzidagi moy dog'ini tozalashda benzinni dog'ning chetiga tekkizish kerakmi yoki markazigami?
7. Nima uchun qo'ldan ho'l qo'lqopni yechish qiyin?
8. 27-rasmdagi sovun eritmasiga botirib olingan ramkaning  $AB$  simi uzunligi 8 sm bo'lsa, sovun pardasi bu simga qanday kattalikdagi kuch bilan ta'sir qiladi? Simni 5 sm ga ko'chirish uchun qancha ish bajarish kerak? Sovun eritmasining sirt taranglik koeffitsiyenti 0,04 N/m ga teng.
9. Suv sirtida turgan 10 sm uzunlikdagi ingichka cho'pni harakatga keltirish uchun unga gorizontaal yo'nalishda eng kamida qanday kuch bilan ta'sir qilish kerak?
10. Tomizgich teshigining diametri 1,2 mm. Tomizgichdan oqib chiqayotgan suv tomchisining uzilish momentidagi massasi qancha? Tomchining uzilish joyidagi diametri tomizgich teshigining diametriga teng deb hisoblang.
- 11\*. Suvning sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlash uchun chiqish teshigining diametri 2 mm bo'lgan tomizgichdan foydalanildi. 40 ta tomchining massasi 1,9 g ga teng. Bu ma'lumotlardan foydalanib suvning sirt taranglik koeffitsiyenti qanday bo'lishini hisoblang.
12. Tomizgichdan dastlab sovuq suv, so'ngra shuncha massali issiq suv tomizildi. Agar birinchi holda 40 tomchi tomizilgan bo'lsa, suvning sirt taranglik koeffitsiyenti necha marta o'zgargan? Suvning zichligini ikkala galda bir xil hisoblang.
- 13\*. Diametri 0,1 mm bo'lgan sim sezgir tarozining pallasiga vertikal ravishda osib qo'yilgan bo'lib, suvli idishga qisman botirilgan. Suv simni ho'llashi tufayli taroziga ta'sir etuvchi qo'shimcha kuch nimaga teng. Suvning sirt taranglik koeffitsiyenti 0,073 N/m ga teng.
14. Nima uchun ba'zi o'simlik barglaridagi mayda shudring tomchilari sharcha shaklda bo'ladi-yu, boshqa ba'zi o'simliklarning barglarini esa shudring yupqa qatlam tarzida qoplaydi?
15. G'oz nega suvdan «quruq» chiqadi?



16. Nima uchun moyli bo‘yoq bilan bo‘yashdan avval alif surtiladi?
17. Psixrometrdagi ikkita termometrdan birining rezervuari mato bilan o‘ralgan bo‘lib, uchi suvga botirilgan. Nima uchun suv uzluksiz bug‘lanib turishiga qaramay, mato doimo nam bo‘ladi?
18. Temperatura ortishi bilan tuproqda suvning kapillar ko‘tarilish balandligi qanday o‘zgaradi?
19. Shudgordagi tuproqni bo‘shatish unda nam saqlanishiga yordam qilishining sababi nimada?
20. Kapillar nayda spirt 55 mm balandlikka, suv 146 mm balandlikka ko‘tarildi. Spirtning zichligini aniqlang.
21. 0,2 mm radiusli kapillarda suv qanday balandlikka ko‘tariladi? Suvning sirt taranglik koeffitsiyenti 0,073 N/m ga teng.  $g = 10 \text{ m/s}^2$  deb hisoblang.
22. Kapillarda spirt 16 mm balandlikka ko‘tarildi. Kapillarning radiusini toping. Spirtning sirt taranglik koeffitsiyenti 0,024 N/m ga, zichligi  $800 \text{ kg/m}^3$  ga teng.  $g = 10 \text{ m/s}^2$  deb hisoblang.
23. Radiusi 2 mm bo‘lgan kapillar idishdagi simobga botirildi. Kapillardagi simob sathi idishdagi simob sathidan qancha pasayadi? Simobning sirt taranglik koeffitsiyenti 0,47 N/m ga, zichligi  $13600 \text{ kg/m}^3$  ga teng.  $g = 10 \text{ m/s}^2$  deb hisoblang.
24. Radiusi 0,5 mm bo‘lgan kapillar naychada suyuqlik 11 mm ko‘tarildi. Agar bu suyuqlikning sirt taranglik koeffitsiyenti 22 mN/m bo‘lsa, uning zichligi qanday bo‘lishini toping.
- 25\*. Simobli barometr naychasining diametri 3 mm. Agar simobning kapillar pasayishini hisobga olsak, barometrning ko‘rsatishiga qanday tuzatish kiritish lozim?
26. Turli diametrli tutash kapillar naychalar suv bilan to‘ldirildi. Naychalardagi suv isitilganda suv sathlari farqi qanday o‘zgaradi?
27. Diametrlari turlicha bo‘lgan suvga tushirilgan ikkita kapillar naychadagi sathlar farqi 2,6 sm bo‘ldi. Shu naychalar spirtga tushirilganda sathlar farqi 1 sm bo‘ldi. Suvning sirt taranglik koeffitsiyentini bilgan holda spirtning sirt taranglik koeffitsiyentini toping.
28. Diametri 0,5 mm bo‘lgan kapillar naychada ko‘tarilgan suvning massasini toping.
29. Bir-biridan 0,2 mm masofada parallel turgan plastinkalar orasida suv qanday ko‘tariladi?
- 30\*. Radiusi 0,8 mm bo‘lgan uzun kapillar nay suvga to‘ldirilib, vertikal vaziyatga keltirildi. Suvning bir qismi to‘kilib ketgandan keyin kapillarda qolgan suvning massasini aniqlang.



## IV bob

# QATTIQ JISMLARNING XOSSALARI

### 18-§. KRISTALL VA AMORF JISMLAR

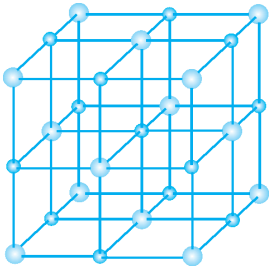
#### Kristall jismlar

Suyuqlikdan farqli ravishda qattiq jismning atom (molekula)lari bir-biri bilan kuchli bogʻlangan boʻladi. Ular muvozanat holatda turgan joyida tinimsiz tebranib turadi. Ogʻirlik kuchi atomlar orasidagi tortishish kuchini yenga olmaydi. **Qattiq jismlar oʻz hajmini saqlaydi va oʻz shakliga ega boʻladi.**

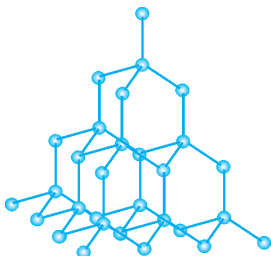
Qattiq jismlar tuzilishiga koʻra *kristall* va *amorf jismlarga* boʻlinadi.



**Atom yoki molekulari fazoda muayyan tartibli davriy maʼlum strukturani (tuzilmani) tashkil etgan qattiq jismlar *kristall jismlar* deb ataladi.**



33-rasm



34-rasm

«*Kristall*» soʻzi yunonchadan olingan boʻlib, «*muz*» degan maʼnoni bildiradi.

Kristall jismning atom (molekula)lari turgan joylar tutashtirilsa, *kristall panjara* hosil boʻladi. Atom (molekula)lar joylashgan nuqtalar kristall panjaraning *tugunlari* deyiladi. 33- va 34-rasmlarda osh tuzi va olmosning kristall panjaralari tasvirlangan.

Kristall jismlarda turli yoʻnalishlarda atom (molekula)lar orasidagi masofa bir xil emas. Har xil yoʻnalishlarda kristallar issiqlik, elektr toki va yorugʻlikni turlicha oʻtkazadi.



**Jismning fizik xossalari uning tomonlari boʻyicha yoʻnalishlariga bogʻliqligi *anizotropiya* deb ataladi.**

**Kristall jismlar anizotrop xossaga ega.**

Grekcha *anizos* — *bir xil emas*, *tropos* — *yoʻnalish* degan maʼnolarni bildiradi.

Metall parchasi juda ko'p mayda kristallchalardan tashkil topgan bo'ladi. Metall quyishda bunday kristallchalar bir-biriga nisbatan tartibsiz joylashib qoladi. Shuning uchun bunday metallarning fizik xossalari barcha yo'nalishlarda bir xil bo'ladi.



**Bir-biriga nisbatan tartibsiz joylashgan ko'p kristallchalardan tuzilgan jism polikristall deb ataladi.**

Lotinchada *poli* so'zi *ko'p* degan ma'noni bildiradi. Masalan, qotib qolgan tuz parchasi va chaqmoq qand polikristallardir. Ular mayda kristallchalardan tashkil topgan. Sanoat, qurilish, energetika, aloqa va boshqa sohalarida asosan polikristall holatdagi mahsulotlar ishlatiladi.



**Agar jism yaxlit kristalldan iborat bo'lsa, bunday jism monokristall deb ataladi.**

Lotinchada *mono* so'zi *bir* degan ma'noni bildiradi.

Masalan, alohida mayda osh tuzi, shakar zarrachalari monokristallardir. Ayrim maqsadlarda, masalan, elektronika sohalarida monokristallar keng qo'llaniladi. Buning uchun maxsus usullar yordamida monokristall o'stiriladi. Suyultirilgan shakarni o'stirish orqali tayyorlangan novvot ham monokristalldir.

Monokristall anizotrop xususiyatga ega bo'ladi.

### Amorf jismlar

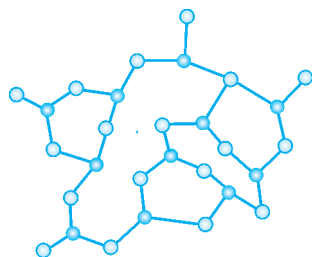
Kristallardan farqli ravishda amorf jismlarda atom (molekula)lar qat'iy tartibda joylashgan emas (35-rasm). Shisha, smola, plastmassalarni amorf jismlarga misol qilib keltirish mumkin.



**Amorf jismlarning fizik xossalari barcha yo'nalishlarda bir xil bo'ladi. Jismning fizik xossalari uning tomonlari bo'yicha yo'nalishlariga bog'liq bo'lmasligi izotropiya deb ataladi. Amorf jismlar izotrop xossaga ega.**

Yunoncha *izos* so'zi *bir xil* degan ma'noni bildiradi.

Tashqi ta'sir ostida amorf jismlar ham qattiq jismlardek sinuvchan, ham suyuqliklardek oquvchan bo'ladi. Amorf jismni zarb bilan urilsa, u parchalanadi. Lekin kuchlar uzoq ta'sir etsa, amorf jism sezilarli darajada oqadi. Masalan, smola parchasi qattiq sirt yuzida asta-sekin oqib yoyila boradi. Shisha ham



35-rasm

ma'lum darajada oqadi. Masalan, uzoq vaqt vertikal holatda turgan deraza oynasining qalinligi o'lchanganda, uning pastki qismi qalinlashib qolganligi aniqlangan.

Kristall jismlar aniq erish temperaturasiga ega. Lekin amorf jismlar aniq erish temperaturasiga ega emas. Ular qizdirilganda avval yumshab, keyin astagina suyuqlikka o'ta boradi.

### Beruniy — mineralshunos olim

Qattiq jismlarni, xususan, qimmatbaho toshlarning, turli metallarning xossalarini bilish qadimdan odamlarni qiziqtirib kelgan. X–XI asrlarda yashab ijod etgan buyuk bobokalonimiz **Abu Rayhon Beruniy** qimmatbaho toshlarning, turli metallarning xossalarini o'rganishda ham buyuk ishlar qilgan.

Beruniy qimmatbaho toshlarning rangini, yaltiroqligini tasvirlab berdi, qattiqligini, magnit va elektr xususiyatlarini kuzatdi. Minerallarni ta'riflashda o'zi kashf qilgan asboblardan yordamida 50 dan ortiq moddaning solishtirma og'irligini aniqladi, xususiyatini o'rgandi. Bu sohadagi tadqiqot ishlarini Beruniy o'zining «Mineralogiya» asarida yozib qoldirdi. Beruniyning mineralogiya sohasidagi ishlarini uning shogirdi **Abdurahmon Hozin** davom ettirdi.



1. Kristall jismlar deb qanday jismlarga aytiladi? Ularga misollar keltiring.
2. Nima sababdan barcha kristall jismlar anizotrop bo'ladi?
3. Qanday kristallar monokristallar deb ataladi? Polikristall nima?
4. Nima sababdan barcha amorf jismlar izotrop bo'ladi?
5. Amorf jismlar qanday xossalarga ega?
6. Beruniy mineralogiya sohasida qanday ishlarni amalga oshirgan?

## 19-§. QATTIQ JISMLARNING MEXANIK XOSSALARI

### Deformatsiya

Gaz va suyuqliklardan farqli ravishda qattiq jismlar shaklga ega. Faqat tashqi kuchlar ta'siridagina ular o'z shaklini o'zgartirishi mumkin.



**Qattiq jismning tashqi kuch ta'sirida o'z shaklini o'zgartirish jarayoniga *deformatsiya* deb ataladi.**

Deformatsiya elastik yoki plastik bo'lishi mumkin.



**Tashqi kuch olinganda so‘ng jismning shakli o‘zining dastlabki holatiga qaytsa, bunday deformatsiya *elastik deformatsiya* deb ataladi.**

Rezina yoki prujinani cho‘zganda yoki siqqanda tashqi kuch olinganda avvalgi holatiga qaytadi. Ular elastik deformatsiyalanadi.



**Tashqi kuch olinganidan so‘ng jism shakli o‘zining avvalgi holatiga qaytmasa, bunday deformatsiya *plastik deformatsiya* deb ataladi.**

Plastilin ezilsa, tashqi kuch olinganda avvalgi holatiga qaytmaydi. Mum, saqich, xamir, loy ham shunday xossaga ega. Bunday moddalar plastik deformatsiyalanadi.

### Mexanik kuchlanish

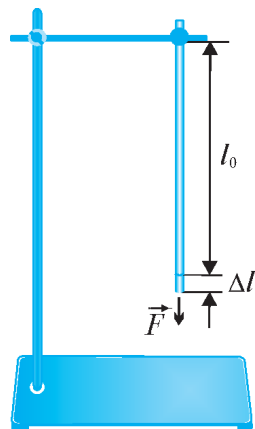
Qattiq jismlarni elastik va plastik materiallarga ajratishning aniq chegarasi yo‘q. Ko‘plab materiallarda tashqi kuchning kattaligiga qarab elastik deformatsiya ham, plastik deformatsiya ham kuzatiladi. Masalan, po‘lat simning bir uchini mahkamlab, ikkinchi uchini ozgina egib, so‘ngra qo‘yib yuborilsa, u tebranadi va biroz vaqtdan keyin avvalgi o‘z shakliga qaytadi. Bunda po‘latning elastikligi namoyon bo‘ladi. Agar shu sim egilgan holatda bir necha soat ushlab turilsa, u avvalgi shakliga to‘liq qaytmaydi. Bu holda po‘latda plastiklik namoyon bo‘ladi.

Uzunligi  $l_0$ , ko‘ndalang kesim yuzasi  $S$  bo‘lgan rezina materialdan tayyorlangan sterjen olaylik. Sterjenning yuqori uchi shtativga mahkamlangan bo‘lsin. Uning pastki uchiga pastga yo‘nalgan  $F$  kuch bilan ta‘sir etilsa, sterjen  $\Delta l$  ga uzayadi (36-rasm). Bunda  $F$  kuch deformatsiyalovchi kuch,  $\Delta l$  **absolut uzayish** deb ataladi. Agar sterjen deformatsiyalanishi natijasida uzunligi  $l$  ga teng bo‘lsa, uning absolut uzayishi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta l = l - l_0. \quad (1)$$

O‘zgarmas kuch ta‘sirida absolut uzayish sterjenning dastlabki uzunligi  $l_0$  ga bog‘liq bo‘ladi. Shuning uchun **nisbiy uzayish** degan tushuncha ham kiritilgan. Sterjenning nisbiy uzayishi quyidagicha ifodalanadi:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \text{ yoki } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100\% \quad (2)$$



36-rasm

Tajriba shuni ko'rsatadiki, sterjenning nisbiy uzayishi  $\varepsilon$  deformatsiyalovchi kuch  $F$  ga to'g'ri proporsional, sterjenning ko'ndalang kesimi  $S$  ga teskari proporsional bo'ladi, ya'ni:

$$\varepsilon \sim \frac{F}{S}.$$



**Deformatsiyalovchi kuchning jism ko'ndalang kesimi yuziga nisbati bilan o'lchanadigan kattalik *mexanik kuchlanish* ( $\sigma$ ) deb ataladi.**

Ya'ni:

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

yoki

$$\sigma = E\varepsilon,$$

(3)

bunda  $E$  — **elastiklik moduli** yoki **Yung moduli** deb ataladi.  $\sigma$  va  $E$  ning o'lchov birligi bir xil bo'lib,  $\text{N/m}^2$  da yoki paskal (Pa)da o'lchanadi.

(3) formula **Guk qonunini** ifodalaydi. Bu formuladagi shart bajarilsa, unday deformatsiya **elastik deformatsiya** bo'ladi.

Yung moduli  $E$  kichik deformatsiyalar bo'lganda materialning elastiklik xossasini tavsiflaydi.  $E$  qanchalik katta bo'lsa, material shuncha kam deformatsiyalanadi. Masalan, xrom-nikelli po'lat uchun  $E = 2,1 \cdot 10^{11}$  Pa, aluminiy uchun esa  $E = 7 \cdot 10^{10}$  Pa.

### Masala yechish namunasi

Diametri 2 sm bo'lgan po'lat sterjen  $3,14 \cdot 10^5$  N kuch bilan siqilganda uning nisbiy uzayishi nimaga teng bo'ladi? Sterjen materialining Yung moduli  $2 \cdot 10^{11}$  Pa ga teng.

*Berilgan:*

$$\begin{aligned} d &= 2 \text{ sm} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}; \\ F &= 3,14 \cdot 10^5 \text{ N}; \\ E &= 2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}. \end{aligned}$$

*Topish kerak*

$\varepsilon - ?$

*Formulasi:*

$$\sigma = \frac{F}{S}, \quad \sigma = E\varepsilon,$$

$$S = \frac{\pi d^2}{4}.$$

$$\varepsilon = \frac{4F}{\pi d^2 E}.$$

*Hisoblash:*

$$\varepsilon = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 10^5 \text{ N}}{3,14 \cdot (2 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2 \cdot 2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}} = 0,005$$

$$\text{yoki } \varepsilon = 0,005 \cdot 100\% = 0,5\%.$$

*Javob:*  $\varepsilon = 0,5\%$ .



1. Deformatsiya deb nimaga aytiladi?
2. Elastik deformatsiyaning plastik deformatsiyadan farqi nimadan iborat? Elastik va plastik jismlarga misollar keltiring.
3. Sterjenning absolut uzayishi va nisbiy uzayishi qanday ifodalanadi?
4. Mexanik kuchlanish deb nimaga aytiladi va u qanday ifodalanadi?
5. Mexanik kuchlanishning nisbiy uzayishga bog'liqligi qanday ifodalanadi?



1. Diametri 0,4 sm bo'lgan sterjenda  $1,5 \cdot 10^8$  Pa mexanik kuchlanish hosil bo'lishi uchun uning o'qi bo'ylab qo'yiladigan kuch qancha bo'lishi kerak?

2. Diametri 0,8 mm bo'lgan jez simning uzunligi 3,6 m ga teng. 25 N kuch ta'siri ostida sim 2 mm uzaygan. Jezning Yung modulini toping.
3. Uzunligi 5 m va ko'ndalang kesimining yuzi  $2,5 \text{ mm}^2$  bo'lgan sim 100 N kuch ta'sirida 1 mm uzaydi. Simda hosil bo'lgan kuchlanishni va Yung modulini aniqlang.

### IV BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

- Qattiq jismlar o'z hajmini saqlaydi va o'z shakliga ega bo'ladi.
- Atom yoki molekulari fazoda muayyan tartibli davriy strukturani (tuzilmani) tashkil etgan qattiq jismlar kristall jismlar deb ataladi.
- Jismning fizik xossalari uning yo'nalishlariga bog'liqligi anizotropiya deb ataladi. Kristall jismlar anizotrop xossaga ega.
- Bir-biriga nisbatan tartibsiz holatdagi ko'p kristallchalardan tuzilgan jism polikristall deb ataladi.
- Agar jism yaxlit kristalldan iborat bo'lsa, bunday jism monokristall deb ataladi.
- Amorf jismlarning fizik xossalari barcha yo'nalishlarda bir xil bo'ladi. Jismning fizik xossalari uning ichki yo'nalishlariga bog'liq bo'lmasligi izotropiya deb ataladi. Amorf jismlar izotrop xossaga ega.
- Anizotrop xossaga ega bo'lgan suyuqliklar suyuq kristallar deb ataladi.
- Qattiq jismning tashqi kuch ta'sirida o'z shaklini o'zgartirishi deformatsiya deb ataladi.
- Tashqi kuch olingandan so'ng jismning shakli avvalgi holatiga qaytsa, bunday deformatsiya elastik deformatsiya deb ataladi.
- Tashqi kuch olinganidan so'ng jism shakli o'zining avvalgi holatiga qaytmasa, bunday deformatsiya plastik deformatsiya deb ataladi.
- Deformatsiyalovchi kuchning jism ko'ndalang kesimi yuziga nisbati bilan o'lchanadigan kattalik mexanik kuchlanish ( $\sigma$ ) deb ataladi.

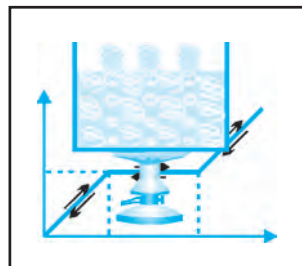
### IV BOBNI TAKRORLASH UCHUN SAVOL VA MASALALAR

1. Agar jism anizotropiya xossasiga ega bo'lsa, u albatta kristall jism bo'lishi shartmi?
2. Agar shisha amorf bo'lmay, kristall jism bo'lsa, shisha puflovchilar kasbi paydo bo'larmidi?
3. O'ta to'yingan eritmaga yoki qorishmaga joylashtirilgan kristallning o'sish tezligi turli yo'nalishlarda turlicha bo'lishini qanday isbotlash mumkin?

4. Monokristalldan qirqilgan kubni qizdirganda, u parallelepipedga aylanishi mumkin. Bu hodisa sababini tushuntiring.
5. Kristallning o'sishi jarayonida uning sirti yaqinida eritmaning yuqoriga ko'tarilib boruvchi konsentratsion oqimi kuzatiladi. Bu hodisani tushuntiring.
6. Agar kristallni to'yinmagan eritmaga tushirsak nima hodisa ro'y beradi? Uni o'ta to'yingan eritmaga tushirsak-chi?
7. Nima uchun velosipedning asosiy qismlari yaxlit sterjenlardan qilinmay, ichi bo'sh trubalardan qilinadi?
8. Diametri 0,8 sm bo'lgan sterjenda  $2 \cdot 10^8$  Pa mexanik kuchlanish hosil bo'lishi uchun uning o'qi bo'ylab qo'yiladigan kuch qancha bo'lishi kerak?
9. Diametri 0,5 mm bo'lgan simning uzunligi 2,4 m ga teng. 50 N kuch ta'siri ostida sim 4 mm uzaygan. Sim materialining Yung modulini toping.
10. Uzunligi 8 m va ko'ndalang kesimining yuzi  $1,5 \text{ mm}^2$  bo'lgan sim 200 N kuch ta'sirida 2 mm uzaydi. Simda hosil bo'lgan kuchlanishni va sim materialining Yung modulini aniqlang.
11. Bir uchi bilan mahkamlab qo'yilgan diametri 2 mm bo'lgan simga massasi 10 kg yuk osilgan. Simdagi mexanik kuchlanishni toping.
12. Diametrlari bir-biridan 3 marta farq qiladigan ikkita simga bir xil cho'zuvchi kuchlar ta'sir qilmoqda. Ularda paydo bo'ladigan kuchlanishlarni taqqoslang.
13. Uzunligi 5 m, ko'ndalang kesimi yuzi  $100 \text{ cm}^2$  bo'lgan balka uchlariga 10 kN dan kuch qo'yilganda 1 sm ga siqildi. Nisbiy siqilishni va mexanik kuchlanishni toping.
14. Uzunligi 2 m bo'lgan aluminiy simni cho'zganimizda unda 35 MPa mexanik kuchlanish hosil bo'ldi. Nisbiy va absolut uzayishni toping.
15. Po'lat tros 0,001 ga nisbiy uzayganda unda hosil bo'ladigan kuchlanishni toping.
16. Mis va po'lat simlarga bir xil cho'zuvchi kuch ta'sir qilganda mis simining absolut cho'zilishi po'lat simga qaraganda qancha katta bo'ladi? Simlarning uzunligi va ko'ndalang kesimi bir xil.
17. Uzunligi 3 m, kesimi  $1 \text{ mm}^2$  bo'lgan po'lat simning uchlariga har biri 200 N bo'lgan cho'zuvchi kuchlar qo'yildi. Absolut va nisbiy uzayishni toping.
18. Uzunligi 4 m va kesimi  $0,5 \text{ mm}^2$  bo'lgan po'lat simni 0,2 mm ga cho'zish uchun qancha kuch qo'yish lozim?
19. Agar baliq ovlaydigan qarmoq iplarining uchiga bir xil kuchlar qo'yilgan bo'lsa, diametri 0,2 mm bo'lgan ipning nisbiy uzayishi diametri 0,4 mm bo'lgan ipning nisbiy uzayishidan necha marta katta?
20. Simga yuk osildi. So'ngra simni ikki buklab, o'sha yukning o'zi osildi. Simning ikkala holdagi absolut va nisbiy uzayishini taqqoslang.
21. Agar yuklanishni o'zgartirmasdan simni o'sha materialdan yasalgan, uzunligi ham, diametri ham ikki marta katta bo'lgan sim bilan almashtirsak, absolut uzayishi necha marta o'zgaradi?



## V bob MODDA AGREGAT HOLATINING O'ZGARISHI



### 20-§. KRISTALL JISMLARNING ERISHI VA QOTISHI

Qattiq jismga issiqlik berish yo'li bilan uni suyuq holatga o'tkazish mumkin.



**Moddaning qattiq holatdan suyuq holatga o'tish jarayoni erish deb ataladi.**

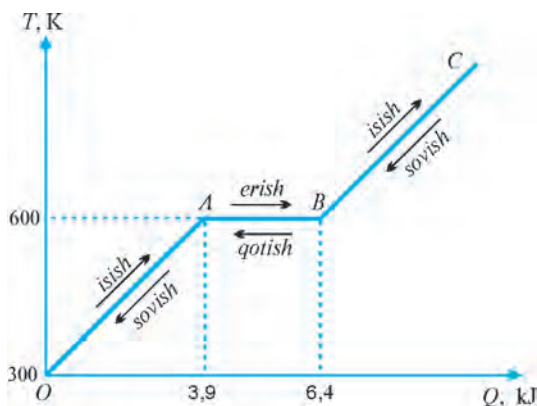
Kristall jismni eritish uchun unga issiqlik berib, uning temperaturasi oshirib boraylik. Kristall jism temperaturasi ma'lum temperaturaga yetganda u eriy boshlaydi.



**Kristall jismning erish jarayonidagi temperaturasi shu kristallning erish temperaturasi deb ataladi.**

Kristall jismning erish va qotish jarayonini qo'rg'oshin misolida ko'rib chiqaylik. Uning erish va qotish jarayonini grafik ravishda tasvirlaylik. Buning uchun koordinataning absissa o'qiga qo'rg'oshinga berilayotgan issiqlik miqdorini, ordinata o'qiga esa kristall temperaturasi o'zgarishini aks ettiraylik (37-rasm).

27°C (300 K) temperaturali massasi 0,1 kg bo'lgan qo'rg'oshin olaylik. Uni qiyin eriydigan metall idishga solib, issiqlik berib boraylik. Bu issiqlik qattiq holatdagi qo'rg'oshinning temperaturasi oshirishga sarflana boradi. Bunda qo'rg'oshinga berilgan issiqlik uning ichki energiyasini oshirishga sarflanadi. Qo'rg'oshin temperaturasi 327°C (600 K) ga yetganda u eriy



37-rasm

boshlaydi va erib bo'lguncha uning temperaturasi o'zgarmay qoladi. Bu temperatura qo'rg'oshinning **erish temperaturasidir**.



**Erish temperaturasidagi kristall qattiq jismning to'la erishi uchun sarflangan issiqlik erish issiqligi deyiladi.**

Berilgan 0,1 kg massali qattiq holatdagi qo'rg'oshin temperaturasini  $27^{\circ}\text{C}$  dan  $327^{\circ}\text{C}$  gacha oshirish uchun  $Q = cm(T_2 - T_1) = 130 \cdot 0,1 \text{ kg} \cdot (600 - 300)\text{K} = 3900 \text{ J} = 3,9 \text{ kJ}$  issiqlik miqdori sarflanadi (37-rasmda tasvirlangan grafikning  $O-A$  qismi).

Qo'rg'oshinning temperaturasi  $327^{\circ}\text{C}$  ( $600 \text{ K}$ )ga yetgandan keyingi berilgan issiqlik miqdori kristall panjarasini yemira boradi va kristall eriy boshlaydi. Qo'rg'oshin to'la erib bo'lgunga qadar uning temperaturasi o'zgarmaydi (grafikning  $A-B$  qismi). 0,1 kg massali qo'rg'oshinning erishi boshlangandan batamom erib bo'lguncha  $(6,4 - 3,9) \text{ kJ} = 2,5 \text{ kJ}$  ga teng erish issiqlik miqdori sarflanadi. Berilgan bu energiya kristall panjarasini parchalashga, uning atomlari orasidagi o'zaro ta'sirni kamaytirishga, ya'ni qo'rg'oshinning **suyuq holatga o'tishiga** sarflanadi.

Erish jarayonida kristall suyuqlikka to'liq aylanib bo'lmaguncha uning temperaturasi o'zgarmaydi. Qo'rg'oshin suyuqlikka to'liq aylanib bo'lgandan keyin uning temperaturasi yana orta boradi (grafikning  $B-C$  qismi). Bunda berilgan issiqlik suyuq holatdagi qo'rg'oshin atomlarining harakat tezligini oshirishga, ya'ni **kinetik energiyasini oshirishga** sarflanadi.

Suyuq holatdagi qo'rg'oshinni qizdiruvchi olov o'chirilsa, ya'ni unga energiya berilishi to'xtatilsa, u soviy boshlaydi (grafikning  $C-B$  qismi). Bunda qo'rg'oshin atomlarining kinetik energiyasi, binobarin, moddaning **ichki energiyasi kamaya boradi**. Qo'rg'oshindan issiqlik ajralib chiqadi.

Suyuq qo'rg'oshin soviy borib,  $327^{\circ}\text{C}$  ( $600 \text{ K}$ )ga yetganda uning temperaturasi o'zgarmay qoladi (grafikning  $B-A$  qismi). Bu temperatura **qo'rg'oshinning qotish temperaturasidir**. Lekin qo'rg'oshindan issiqlik ajralib chiqishi davom etadi. Bunda qo'rg'oshin atomlarining kinetik energiyasi kamaya boradi va atomlar tartibli joylasha boshlaydi. Bu jarayon moddaning **qotishi** yoki **kristallanishi** deyiladi.

Berilgan massali qo'rg'oshinning suyuq holatdan to'la qattiq holatga o'tishi jarayonida undan  $2,5 \text{ kJ}$  ga teng issiqlik miqdori ajralib chiqadi.

Qo'rg'oshin qattiq holatga o'tib bo'lgandan keyin uning temperaturasi yana pasaya boshlaydi (grafikning  $A-O$  qismi). Atomlarning

kinetik energiyasi kamayishi hisobiga uning **ichki energiyasi kamaya boradi**. Bunda temperatura dastlabki  $27^{\circ}\text{C}$  gacha pasayguncha qo'rg'oshin atrof-muhitga issiqlik uzatadi. To'liq kristall holatga qaytib,  $327^{\circ}\text{C}$  dan  $27^{\circ}\text{C}$  gacha soviguncha qo'rg'oshindan 3,9 kJ issiqlik miqdori ajralib chiqadi.

Boshqa barcha kristall jismlarning erish va qotish jarayonlari qo'rg'oshin kabi bo'ladi. Ko'rilgan erish va qotish jarayonidan quyidagi xulosalarga kelish mumkin:



1. Kristall jismning erish va qotish temperaturalari bir xil bo'ladi.
2. Kristall jism erish jarayonida tashqaridan qancha issiqlik miqdori olsa, qotish jarayonida tashqariga shuncha issiqlik miqdori beradi.
3. Kristall jismning erish va qotish jarayonlarini ifodalovchi issiqlik grafiklari ustma-ust tushadi.

Qo'rg'oshin kabi boshqa kristall jismlar ham aniq erish (qotish) temperaturasiga ega. 8-jadvalda ayrim moddalarning erish temperaturasi  $t_e$  keltirilgan.

8-jadval

No	Modda	$t_e, ^{\circ}\text{C}$	No	Modda	$t_e, ^{\circ}\text{C}$	No	Modda	$t_e, ^{\circ}\text{C}$
1	Simob	-39	5	Rux	420	9	Cho'yan	1220
2	Muz	0	6	Aluminiy	660	10	Temir	1539
3	Qalay	232	7	Oltin	1064	11	Platina	1769
4	Qo'rg'oshin	327	8	Mis	1083	12	Volfram	3410



1. Erish deb qanday jarayonga aytiladi?
2. Erish temperaturasi deb qanday temperaturaga aytiladi?
3. Erish issiqligi deb qanday issiqlikka aytiladi?
4. 37-rasmda tasvirlangan grafikni tahlil qilib bering.

## 21-§. MODDANING SOLISHTIRMA ERISH ISSIQLIGI. AMORF JISMLARNING ERISHI VA QOTISHI

### Moddaning solishtirma erish issiqligi



Erish temperaturasida 1 kg kristall moddani suyuqlikka aylantirish uchun zarur bo'ladigan issiqlik miqdori **moddaning solishtirma erish issiqligi** deb ataladi va  $\lambda$  bilan belgilanadi.

Ta'rifga ko'ra,  $m$  massali moddaning solishtirma erish issiqligi quyidagicha ifodalanadi:

$$\lambda = \frac{Q_e}{m}, \quad (1)$$

bunda  $Q_e$  – erish temperaturasida moddani suyuqlikka aylantirish uchun zarur bo'ladigan issiqlik miqdori.  $\lambda$  asosan J/kg, kJ/kg, kal/g, kkal/kg birliklarda o'lchanadi.

(1) formuladan solishtirma erish issiqligi  $\lambda$  bo'lgan  $m$  massali jismni erish temperaturasida eritish uchun zarur bo'ladigan issiqlik miqdorini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$Q_e = \lambda m. \quad (2)$$

Massasi 0,1 kg bo'lgan qo'rg'oshinni erish temperaturasida to'la suyuqlikka aylantirish uchun  $Q_e = \lambda m = 25 \text{ (kJ/kg)} \cdot 0,1 \text{ kg} = 2,5 \text{ kJ}$  issiqlik miqdori sarf bo'lgan edi (37-rasmdagi grafikning  $A-B$  qismi). Shu temperaturada qo'rg'oshinning suyuq holatdan to'la qattiq holatga o'tishi uchun moddadan ajralib chiqqan issiqlik miqdori ham 2,5 kJ ga teng edi (grafikning  $B-A$  qismi).



**Berilgan massali kristall jismni erish temperaturasida suyuqlikka aylantirish uchun qancha issiqlik miqdori sarflangan bo'lsa, shu temperaturada suyuq holatdan qattiq holatga aylanishida shuncha issiqlik miqdori ajralib chiqadi.**

Ayrim kristallarning solishtirma erish issiqligi 9-jadvalda berilgan.

9-jadval

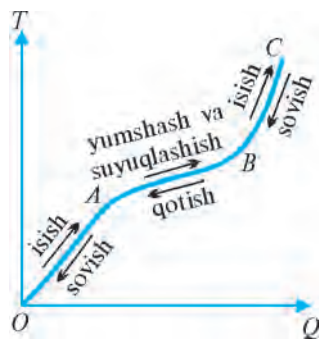
№	Modda	$\lambda, \text{kJ/kg}$	$\lambda, \text{kkal/kg}$	№	Modda	$\lambda, \text{kJ/kg}$	$\lambda, \text{kkal/kg}$
1	Simob	12	2,8	6	Kumush	105	25
2	Qo'rg'oshin	25	6	7	Mis	205	49
3	Qalay	60	14	8	Temir	266	64
4	Oltin	64	15	9	Muz	334	80
5	Po'lat	84	20	10	Aluminiy	385	94

### Amorf jismlarning erishi va qotishi

Amorf jismga issiqlik berilganda uning temperaturasi avval bir tekis ortib boradi (38-rasmdagi grafikning  $O-A$  qismi). Bunda berilgan issiqlik jismdagi molekularlarning o'z joyida tebranishlarini

kuchaytirishga, ya'ni **kinetik energiyasini oshirishga** sarf bo'ladi.

A nuqtadan boshlab temperaturaning ortishi sekinlashadi (*grafikning A—B qismi*). Berilgan issiqlik **molekulalarning kinetik energiyasini va molekulalarning o'zaro ta'sir potensial energiyasini oshirishga** sarflanadi. Bunda molekulalar orasidagi bog'lanishning mustahkamligi kamaya borishi natijasida jism yumshab suyuqlasha boradi.



38-rasm

Jism batamom suyuqlikka aylangandan keyingi berilgan issiqlik miqdori molekulalarning harakat tezligini oshirishga, ya'ni **kinetik energiyaning ortishiga** sarflanadi (*grafikning B—C qismi*). Demak:



**Amorf jismlar aniq erish temperaturasiga ega emas. Issiqlik berilganda amorf jismlar avval asta-sekin yumshaydi, so'ngra suyuqlikka o'ta boshlaydi.**

Suyuq holatga aylangan amorf jism sovitilgandagi qotishi erish jarayoniga teskari bo'ladi. Kristall jismdagi kabi amorf jismning erish jarayonidagi temperaturaning issiqlik miqdoriga bog'liqlik grafigi qotish jarayonidagi grafik bilan ustma-ust tushadi.

Erish jarayonini o'rganish tabiatda (masalan, Yer sirtida qor va muzning erishi), fan va texnikada (masalan, sof metallar, qotishmalarni olishda, kavsharlashda) muhim ahamiyatga ega.



1. Moddaning solishtirma erish issiqligi deb nimaga aytiladi?
2. Moddaning solishtirma erish issiqligining formulasi qanday ifodalanadi? Uning o'lchov birliklarini ayting.
3. Amorf jismlarning erish va qotish jarayonini tushuntirib bering.
4. Amorf jismlarning erish va qotish jarayoni kristall jismlarning erish va qotishidan qanday farq qiladi?



1. Erish temperaturasida turgan 1 kg muzni suvga aylantirish uchun unga qancha issiqlik miqdori berish kerak? (Ushbu va keyingi masalalarni yechishda 9-jadvaldagi ma'lumotlardan foydalaning.)
2. Erish temperaturasida turgan  $m$  massali qalayni to'liq eritishga 10 kJ issiqlik miqdori sarflandi. Eritilgan qalayning massasini toping.
3. Muzlatgichga qo'yilgan  $0^{\circ}\text{C}$  dagi 0,5 l suv batamom muzlaguncha undan qancha issiqlik ajralib chiqadi?
4. Erish temperaturasida turgan 5 kg jismni batamom eritguncha 420 kJ issiqlik miqdori sarflandi? Bu jism qaysi moddadan tayyorlangan?

## 22-§. BUG‘LANISH VA KONDENSATSIYA. QAYNASH

## Bug‘lanish



Moddaning suyuq yoki qattiq agregat holatidan gaz holatga o‘tish jarayoni *bug‘lanish* deyiladi.

Moddaning gaz holatiga o‘tishi uning erkin sirtida bug‘ hosil bo‘lishi bilan kechadi. Biz avval suyuqlikning bug‘ holatiga o‘tishini ko‘rib chiqamiz.

Har qanday temperaturada suyuqlik ichida molekulalar orasida kinetik energiyasi katta bo‘lgan molekulalar topiladi. Ular boshqa molekulalarning tortishish kuchlarini yengib, suyuqlikning sirtqi qatlamini «yorib o‘tib» uchib chiqishi va gaz holatiga o‘tishi mumkin.

Temperatura ortganda bug‘lanish ham ortadi. Suyuqlikning temperaturasi va erkin sirti qanchalik katta bo‘lsa, bug‘lanish tezligi shuncha katta bo‘ladi.

Bug‘lanish jarayonida kattaroq energiyali molekula boshqa molekulalarning tortishish kuchini yengib, tashqariga chiqib ketadi. Bug‘lanayotgan molekulalarning tashqariga chiqib ketishi uchun ish bajaradi. Shu sababli bug‘langanda suyuqlik soviydi.

Bug‘lanishda suyuqlik temperaturasi o‘zgarmasligi uchun unga tashqaridan issiqlik berib turish kerak bo‘ladi. Bu berib turilishi zarur bo‘lgan issiqlik miqdori *bug‘lanish issiqligi* deyiladi.



O‘zgarmas temperaturada 1 kg suyuqlikni to‘la bug‘ga aylantirish uchun zarur bo‘lgan issiqlik miqdori solishtirma bug‘lanish issiqlik deyiladi va «*r*» harfi bilan belgilanadi.

Ta’rifga ko‘ra, *m* massali moddaning solishtirma bug‘lanish issiqligi quyidagicha ifodalanadi:

$$r = \frac{Q_b}{m},$$

bunda  $Q_b$  – o‘zgarmas temperaturada suyuqlikni bug‘ga aylantirish uchun zarur bo‘ladigan issiqlik miqdori. *r* asosan J/kg, kJ/kg, kal/g, kkal/kg birliklarda o‘lchanadi.

Suyuqlik temperaturasi ortishi bilan bug‘lanish issiqligi kamaya borib, ma’lum temperaturada nolga teng bo‘ladi. Bu temperatura *kritik temperatura* deyiladi.

Ichki yonuv dvigatellari va sovitgichlarning ishlashida, materiallarni quritishda hamda tabiatda suvning aylanishida bug‘lanish jarayoni muhim o‘rin tutadi.

## Kondensatsiya



**Bug'ning suyuqlik holatiga o'tish jarayoni kondensatsiya deb ataladi.**

«Kondensatsiya» lotinchada «zichlashish», «quyuqlashish» degan ma'nolarni bildiradi.

Bug'ning xaotik harakatlanayotgan ayrim molekulari suyuqlik sirtiga yaqin kelib qolishi va suyuqlik molekularining tortishish kuchlari ta'sirida yana suyuqlikka qaytishi mumkin.

Odatda, suyuqlik bir vaqtda ham bug'lanadi, ham kondensatsiyalanadi. Bug'lanish jarayoni ustunroq bo'lsa, suyuqlik **bug'lanadi** deyiladi (39-a rasm). Kondensatsiya jarayoni ustunroq bo'lganda esa, **kondensatsiyalanadi** deyiladi (39-b rasm).

Atmosferadagi suv bug'larining kondensatsiyasi natijasida *yomg'ir, do'l, qor, shudring* va *qirov* hosil bo'ladi. Texnika sohalarida, jumladan, ho'llanadigan sirtlarda (modda bug'laridan) uzluksiz (yaxlit) yupqa qatlam hosil qilishda kondensatsiyadan foydalaniladi.

## To'yingan va to'yinmagan bug'

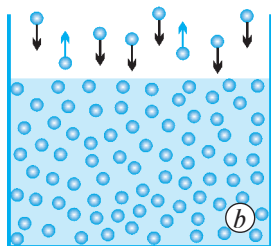
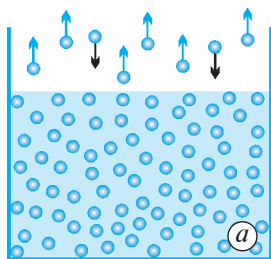
Bug'lanayotgan suyuqlik usti berkitilsa, suyuqlik ustida bug' to'planib boradi. Bunda bug'lanayotgan molekular kondensatsiyalanayotgan molekulalardan ko'p bo'ladi. Bu holda suyuqlik ustidagi bug' **to'yinmagan bug'** deyiladi.

Yopiq idishdagi suyuqlik ustida bug' molekulari ko'payishi bilan kondensatsiyalanish ham ortadi. Ma'lum vaqtga borib bug'lanish va kondensatsiyalanish tezligi tenglashadi. Bunday sharoit **dinamik muvozanatli holat** deyiladi.



**O'zining suyuqligi bilan dinamik muvozanatda bo'lgan bug' to'yingan bug' deb ataladi. Bunday sharoitda suyuqlik ustida qaror topgan bosim to'yingan bug'ning bosimi deyiladi.**

Berilgan temperaturada bug'ning bosimi (va zichligi) to'yinish bug'i bosimidan (zichligidan) ortmaydi. Suyuqlik temperaturasi orta borganda to'yingan bug' bosimi ham ortadi.

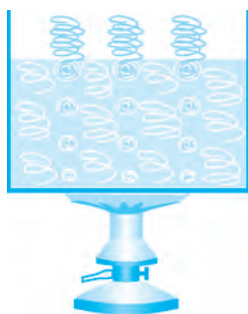


39-rasm

## Qaynash



40-rasm



41-rasm

Har qanday sharoitda suyuqlik ichida ko'zga ko'rinmaydigan havo pufakchalari mavjud bo'ladi. Suyuqlik ustidagi kabi bu pufakchalar ichida ham suyuqlik bug'lari hosil bo'ladi. Suyuqlik, masalan, suv temperaturasi osha borganda pufakchalardagi bug'ning bosimi ham orta boradi va pufakchalar kattalashadi. Kattalashgan pufakchalar Arximed kuchi ta'sirida yuqoriga intiladi.

Suvning yuqori qatlamlari idish tubiga nisbatan yetarli darajada isib ulgurmagani uchun pufakchalardagi bug'ning ma'lum qismi kondensatsiyalanadi (40-rasm). Bu hodisa suvning qaynash oldidan o'ziga xos ovoz chiqarishida namoyon bo'ladi.

Issiqlik berilayotganda suv tubidagi temperatura eng katta bo'ladi. Suvning shu joyidagi temperatura qaynash temperaturasiga yetganda uning ortishi to'xtaydi. Bundan buyongi berilayotgan issiqlik idish tubidagi suyuqlikda pufakchalarni hosil qilishga va suvning yuqori qismidagi temperaturani oshirishga sarflanadi.

Ma'lum vaqtdan keyin suyuqlikning butun hajmida temperatura tenglashadi. Ko'tarilayotgan pufakchalar endi kichiklashmaydi. Ular sirtga chiqib yorilib — «portlab», havoda bug' hosil qiladi (41-rasm).



**Suyuqlikning butun hajmi bo'ylab bug' hosil bo'lish jarayoni qaynash deb ataladi.**

Qaynash paytida suyuqlikning butun hajmida temperatura tenglashadi va u intensiv ravishda bug'lanadi. Suyuqlik qaynay boshlaganda uning temperaturasi ortishi to'xtaydi. Uning butun hajmida pufakchalar paydo bo'ladi. Bu temperatura **suyuqlikning qaynash temperaturasi** deyiladi.

Qaynash temperaturasi turli suyuqliklar uchun turlicha bo'ladi. Masalan, normal sharoitda spirt  $78^{\circ}\text{C}$  da, suv  $100^{\circ}\text{C}$  da, simob  $357^{\circ}\text{C}$  da qaynaydi.

Tashqi bosim qancha katta bo'lsa, qaynash temperaturasi shunchalik yuqori bo'ladi. Masalan, ichidagi bosim 16 atmosferaga teng bo'lgan bug' qozonida suv  $200^{\circ}\text{C}$  da ham qaynamaydi.



Tibbiyot muassasalarida jarrohlik asboblari, bog'lash materiallari va shu kabilarni zararsizlantirish uchun ular yuqori bosimda qaynatiladi.

Tashqi bosim pasayishi bilan esa suyuqlikning qaynash temperaturasi pasaya boradi. Masalan, tog'ning 5 km balandligida atmosfera bosimi pastroq bo'lgani uchun suv 84°C da qaynaydi. Bunday temperaturada suv har qancha qaynatilsa ham unga solingan go'sht pishmaydi. Uni pishirish uchun idish germetik berkitilib qaynatilishi kerak.



1. Bug'lanish deb qanday jarayonga aytiladi? U qanday amalga oshadi?
2. Kondensatsiya jarayoni qanday kechishini tushuntirib bering.
3. Qanday bug' to'yinmagan bug' bo'ladi?
4. To'yingan bug' deb qanday holatdagi bug'ga aytiladi?
5. Qanday holda bug'ning bosimi to'yingan bo'ladi?
6. Suyuqlikning qaynash jarayoni qanday sodir bo'lishini tushuntiring.
7. Suyuqlikning qaynash temperaturasi tashqi bosimga qanday bog'liq?



Kolbadagi suvning isiy boshlashidan qaynaguncha suv ichida bo'ladigan jarayonni kuzating. Bunda pufakchalarning hosil bo'lishi, kattalashishi, ko'tarilishi, yorilishi va bug'lanishiga e'tibor bering.

## 23-§. ATMOSFERADAGI HODISALAR

### Havoning namligi

Havoda doimo suv bug'lari bo'ladi. Havoda suv bug'lari qancha ko'p bo'lsa, uning namligi shuncha katta hisoblanadi.



**1 m<sup>3</sup> havodagi suv bug'ining massasi havoning absolut namligi deb ataladi va  $\rho$  harfi bilan belgilanadi.**

Absolut namlik 1 m<sup>3</sup> havoda necha gramm suv bug'i mavjudligini bildiradi.

Havoda namlik chegaralangan bo'ladi. Absolut namlik ma'lum  $\rho_0$  miqdorga yetganda havo suv bug'iga to'yinadi. Havo temperaturasi  $t$  qanchalik yuqori bo'lsa, uning to'yinish chegarasi  $\rho_0$  shuncha katta bo'ladi (42-rasm). Masalan:

$$t = -20^\circ\text{C} \text{ da } \rho_0 = 1 \text{ g/m}^3;$$

$$t = 0^\circ\text{C} \text{ da } \rho_0 = 4,8 \text{ g/m}^3;$$

$$t = 15^\circ\text{C} \text{ da } \rho_0 = 12,8 \text{ g/m}^3;$$

$$t = 20^\circ\text{C} \text{ da } \rho_0 = 17,9 \text{ g/m}^3;$$

$t = 30^{\circ}\text{C}$  da  $\rho_0 = 30,3 \text{ g/m}^3$ ;

$t = 40^{\circ}\text{C}$  da  $\rho_0 = 51,2 \text{ g/m}^3$ .

Havoning to‘yinganlik darajasini baholash uchun nisbiy namlik tushunchasi kiritilgan. Nisbiy namlik  $\varphi$  harfi bilan belgilanadi va quyidagicha ifodalanadi:

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%. \quad (1)$$

Demak, havoning nisbiy namligi uning absolut namligini to‘yingan bug‘ (shu temperaturadagi) zichligi nisbatiga teng.

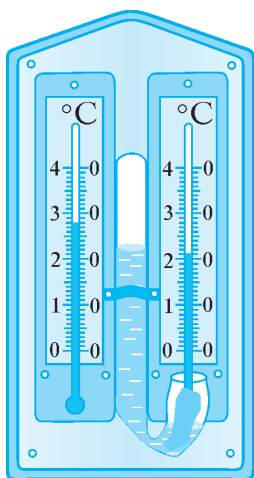
Nisbiy namlikni quyidagicha ham ifodalash mumkin:

$$\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\%, \quad (2)$$

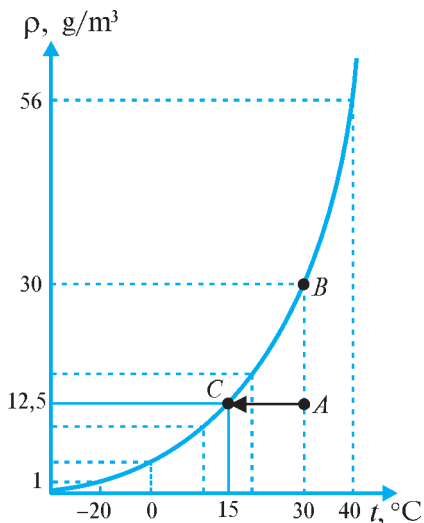
bunda  $p$  — havodagi suv bug‘ining bosimi,  $p_0$  — to‘yingan bug‘ning bosimi.

### Havoning nisbiy namligini o‘lchash

Turmushda havo namligini o‘lchash uchun tuzilishi oddiy bo‘lgan Avgust psixrometridan foydalanish mumkin (yunoncha *psixros* – *sovuq*). U asosan biri quruq, ikkinchisi nam termometrdan iborat (43-rasm). Birinchi termometr havo temperaturasini o‘lchaydi. Ikkinchisining uchi mato bilan o‘ralib, pastki uchi distillangan suvli idishga tushirilgan bo‘ladi. Havo qanchalik quruq bo‘lsa, suv matodan shunchalik tez bug‘lanadi va uning temperaturasi shunchalik past bo‘ladi. Quruq va nam termometrlar ko‘rsatgan temperaturalar farqini hisoblab, psixrometrik jadvaldan nisbiy namlik aniqlanadi. Psixrometrik jadval shu asbobning o‘zi bilan birga beriladi. Psixrometrik jadvalning bir qismi (20–30°C uchun) 10-jadvalda keltirilgan.



43-rasm



42-rasm

Masalan, 43-rasmdagi psixrometrdagi quruq termometri 28°C ni, nam termometri

21°C ni ko'rsatmoqda. Bunda termometrlardagi farq 7°C ni tashkil etadi. Psixrometrik jadvaldan havoning nisbiy namligi 53% ekanligini aniqlash mumkin (10-jadval).

10-jadval

Psixrometrik jadval

Quruq termometrning ko'rsatishi, °C	Quruq va nam termometrlar ko'rsatishlarining farqi, °C										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39
Nisbiy namlik, %											

Odatda, havoning nisbiy namligi 50% dan kam bo'lganda havo quruq, 50—80% bo'lganda me'yorida, 80% dan katta bo'lganda nam hisoblanadi. Namlikning katta bo'lishi metall buyumlarning zanglashiga, yog'och buyumlarning shishishiga olib keladi. Quruq havoda esa yog'och buyumlar o'z namligini yo'qotib, qiyshayishi va yorilishi mumkin.

Ipak qurti boqilganda, qo'ziqorin o'stirilganda, mevalarni saqlash joyida namlikning yetarlicha yuqori bo'lishini ta'minlash kerak bo'ladi.

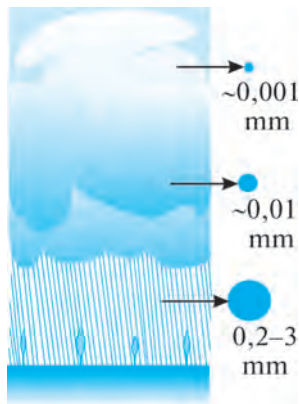
### Yog'inlarning hosil bo'lishi

Yer yuzi ustida havo namligi katta bo'lganda suv bug'larining bir qismi kondensatsiyalanib, mayda suv tomchilariga aylanadi. Ularning atmosferadagi aralashmasi **tuman** deb ataladi. Tuman ko'rish masofasini qisqartiradi.

To'yinmagan suv bug'i sovitilsa, ma'lum bir temperaturada to'yingan bug'ga aylanadi. Aytaylik, kunduzi 30°C li havoning absolut namligi  $\rho = 12,5 \text{ g/m}^3$  bo'lsin (42-rasmdagi *A* nuqta). Bunday temperaturada havodagi suv bug'lari to'yinmagan bo'ladi, to'yinishi uchun  $\rho = \rho_0 = 30 \text{ g/m}^3$  bo'lishi kerak (*B* nuqta). Lekin tunda havo temperaturasi pasayib, tongga yaqin 15°C ga tushishi mumkin. Bunday temperaturada havodagi mavjud suv bug'lari ( $12,5 \text{ g/m}^3$ ) to'yingan holatga o'tadi (*C* nuqta) va ular qisman kondensatsiyalanib, yerga **shudring** bo'lib tushadi. Bu holda *C* nuqtaga to'g'ri kelgan  $t_{sh}$  temperatura shudring nuqtasidir.



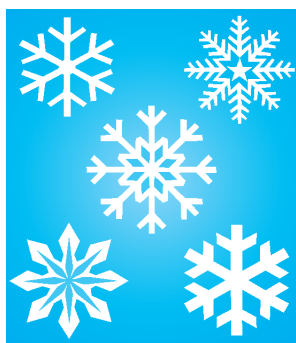
**Suv bug‘i to‘yinadigan temperatura shudring nuqtasi deb ataladi.**



44-rasm

Temperatura 0°C dan past bo‘lgan paytlarda kondensatsiyalangan suv bug‘lari muz zarrachalarini hosil qilib, yerga **qirov** bo‘lib tushadi.

Okean va quruqliklardan ko‘tarilgan bug‘larning katta qismi yerdan bir necha kilometr balandlikda uchib yuradi. Bunday balandlikda temperatura yer sirtidagiga nisbatan ancha past bo‘ladi. Bunday sharoitda suv bug‘larining to‘yinishi oson bo‘ladi. Namlik yuqori bo‘lganda va temperatura yana-da pasayganda to‘yingan bug‘lar kondensatsiyalanib, mayda suv zarrachalarini hosil qiladi. Ular bizga **bulut** bo‘lib ko‘rinadi. Oq bulutdagi suv zarrachalarining diametri 0,001 mm atrofida bo‘ladi. Bulutdagi suv zarrachalari yirikroq (~0,01 mm) bo‘lsa, ular bizga qoramtir bo‘lib ko‘rinadi. Temperatura yana-da pasayganda suv zarrachalari birlashib, 0,2–3 mm diametrli suv tomchilariga aylana boradi. O‘z og‘irligini tutib turolmagan suv tomchilari yerga **yomg‘ir** bo‘lib tusha boshlaydi (44-rasm).



45-rasm

Bulutdagi temperatura sovib ketganda suv bug‘lari muz zarrachalarini hosil qilib kondensatsiyalanadi. Muz zarrachalari bir-biri bilan birlashib, **qor** uchqunlarini hosil qiladi va shu tariqa qor yog‘adi (45-rasm).

Past temperaturali bulutda hosil bo‘lgan muz zarrachalari havo oqimlari ta‘sirida bir necha marta yuqoriga-pastga harakat qilishi mumkin. Bunda muz zarrachalari har gal ko‘tarilganda ularni muz pardasi qoplaydi. Har bir ko‘tarilib tushganda muz zarrachalari yiriklasha boradi va **do‘l** hosil bo‘ladi.

**Ob-havo**

Havoning harorati, namligi, bosimi, shamol, bulutligi, yog‘inlar, tuman, shudring, qirov kabi atmosferadagi hodisalar havo holatini tashkil etadi.



**Aniq bir vaqtda ma'lum bir joyda havoning holati *ob-havo* deb ataladi. Havoning harorati, namligi va bosimi ob-havoning *asosiy elementlari* deyiladi.**

Ob-havoning asosiy elementlarining holatiga bog'liq ravishda shamol, bulutlar hosil bo'ladi, yog'inlar yog'adi. Masalan, havo haroratining pasayishi atmosfera bosimining kamayishiga, nisbiy namlikning ortishiga olib keladi. Bosimning o'zgarishi shamolni hosil qiladi, nisbiy namlikning oshishi esa yog'inni vujudga keltiradi. Shamol yer yuzidagi havo oqimini va bulutlarni bir joydan boshqa joyga haydab yuradi. Bu esa havo haroratining o'zgarishiga va yog'inlar yog'ishiga olib kelishi mumkin.

Ob-havoni oldindan bilish muhim ahamiyatga ega. Ob-havoni o'rganish meteorologiya markazlarida amalga oshiriladi. O'zbekistonda ob-havoni o'rganish bo'yicha Toshkentdagi gidrometeorologik markaz xizmat qiladi.



1. Absolut namlik deb qanday kattalikka aytiladi?
2. Havoning nisbiy namligi deb nimaga aytiladi va qanday ifodalanadi?
3. Avgust psixrometri yordamida nisbiy namlik qanday o'lchanadi?
4. Shudring nuqta deb nimaga aytiladi?
5. Tuman, shudring va qirov qanday hosil bo'lishini tushuntiring.
6. Bulut, yomg'ir, qor va do'l qanday hosil bo'ladi?
7. Ob-havo deb nimaga aytiladi?
8. Ob-havoni o'rganish xizmati haqida nimalarni bilasiz?



1. 20°C temperaturada havoning to'yinish chegarasi 17 g/m<sup>3</sup> ni tashkil etadi. Agar havoning absolut namligi 11 g/m<sup>3</sup> bo'lsa, nisbiy namligi qancha?
2. 30°C temperaturada havoning to'yinish chegarasi 30 g/m<sup>3</sup> ga teng. Havoning nisbiy namligi 50% bo'lsa, absolut namligi qanchani tashkil etadi?
3. Psixrometrning quruq termometri 24°C ni, nam termometri 19°C ni ko'rsatmoqda. Havoning nisbiy namligi necha foizni tashkil etadi?

## V BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

- Moddaning qattiq holatdan suyuq holatga o'tish jarayoni erish deb ataladi.
- Kristall jismning eriyotgandagi temperaturasi shu kristallning erish temperaturasi deb ataladi.
- Kristall jismning erish va qotish temperaturalari bir xil bo'ladi.

- Kristall jism erish jarayonida tashqaridan issiqlik oladi, qotish jarayonida esa tashqariga issiqlik beradi.
- Amorf jismlar aniq erish temperaturasi ega emas. Issiqlik berilganda amorf jismlar avval asta-sekin yumshaydi, soʻngra suyuqlana boshlaydi.
- Moddaning suyuq yoki qattiq agregat holatdan gaz holatga oʻtish jarayoni bugʻlanish deyiladi.
- Bugʻning suyuqlikka yoki qattiq holatga aylanish jarayoni kondensatsiya deb ataladi.
- Suyuqlikning butun hajmi boʻylab bugʻ hosil boʻlish jarayoni qaynash deb ataladi.
- Oʻzining suyuqligi bilan dinamik muvozanatda boʻlgan bugʻ toʻyingan bugʻ deb ataladi.
- $1 \text{ m}^3$  havodagi suv bugʻining massasi havoning absolut namligi deb ataladi va  $\rho$  harfi bilan belgilanadi.
- Havoning nisbiy namligi:  $\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%$  yoki  $\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\%$ .
- Suv bugʻi toʻyinadigan temperatura shudring nuqtasi deb ataladi.
- Havoning nisbiy namligini psixrometr yordamida oʻlchash mumkin.
- Aniq bir vaqtda maʼlum bir joyda havoning holati ob-havo deb ataladi. Havoning harorati, namligi va bosimi ob-havoning asosiy elementlari deyiladi.

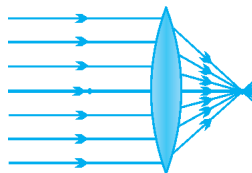
### V BOBNI TAKRORLASH UCHUN SAVOL VA MASALALAR

1. Nima uchun rezina aralashgan kiyimda issiqqa chidash qiyin?
2. Nima uchun qoʻlni ogʻizga tutib nafas chiqarilsa, issiq tuyiladi-yu, qoʻlga puflaganda esa sovuq tuyiladi?
3. Erish temperaturasida turgan 200 g muzni suvga aylantirish uchun unga qancha issiqlik miqdori berish kerak?
4. Erish temperaturasida turgan qoʻrgʻoshinni toʻliq eritish uchun 8 kJ issiqlik miqdori sarflandi. Eritilgan qalayning massasini toping.
5. Muzlatgichga qoʻyilgan  $0^\circ\text{C}$  dagi 2,0 l suv batamom muzlaguncha undan qancha issiqlik ajralib chiqadi?
6. Erish temperaturasida turgan 1 kg jismni batamom eritguncha 200 kJ issiqlik miqdori sarflandi. Bu jismning solishtirma issiqlik sigʻimini toping.
7. Ancha chuqur idishda turgan suv normal atmosfera bosimida  $100^\circ\text{C}$  da qaynaydi deb hisoblash mumkinmi?
8. Koʻp qavatli imoratlarning birinchi va oxirgi qavatlarida suvning qaynash temperaturasi qanday farq qilinadi?
9. Toʻyintiruvchi suv bugʻining temperaturasi  $100^\circ\text{C}$ , u biror hajmni egallab turibdi. Dastlabki temperaturani saqlagan holda bugʻning hajmini ikki marta kamaytirsak, uning bosimi qanday oʻzgaradi?

10. Quyidagilardan qaysi birining ichki energiyasi ko'proq: temperaturasi  $100^{\circ}\text{C}$  bo'lgan suvnikimi yoki shunday temperaturadagi shunday massali suv bug'inikimi?
11. Sovuq havoda nafas chiqarganda bug' chiqdi deb aytamiz. Shu to'g'rimi?
12. Nima uchun ko'zoynak taqib sovuq havodan xonaga kirganda ko'zoynak terlaydi?
13. Nima uchun sovuq kunlarda daryoda suvning muzlamay qolgan joylari tepasida tuman hosil bo'ladi?
14. Agar xonada yetarlicha issiq va nam bo'lsa, qishda deraza darchasini ochganda xonada tuman hosil bo'lib, bu tuman pastga tushadi, tashqarida esa ko'tariladi. Shu hodisani tushuntiring.
15. Hammomda trubalarning tashqi ko'rinishiga qarab sovuq suvli trubani issiq suvli trubadan qanday ajratish mumkin?
16. Qishda deraza oynalarida qirov paydo bo'lishi qanday tushuntiriladi? Qirov oynaning qaysi tomonida paydo bo'ladi?
17.  $0^{\circ}\text{C}$  temperaturada havoning to'yinish chegarasi  $5\text{ g/m}^3$  ni tashkil etadi. Agar havoning absolut namligi  $10\text{ g/m}^3$  bo'lsa, nisbiy namligi qancha?
18.  $20^{\circ}\text{C}$  temperaturada havoning to'yinish chegarasi  $17\text{ g/m}^3$  ga teng. Havoning nisbiy namligi  $60\%$  bo'lsa, absolut namligi qanchani tashkil etadi?
19. Psixrometrning quruq termometri  $30^{\circ}\text{C}$  ni, nam termometri  $20^{\circ}\text{C}$  ni ko'rsatmoqda. Havoning nisbiy namligi necha foizni tashkil etadi?
20. Bosim qanday bo'lganda suv  $19^{\circ}\text{C}$  da qaynaydi?
21. Temperatura  $14^{\circ}\text{C}$  da suv bug'ining bosimi  $1\text{ kPa}$  ga teng. Bu bug' to'yinganmi?
22. Bir uchi yopiq bo'lib ikkinchi uchi ochiq bo'lgan trubka suv to'ldirilgan idishga botirilgan. Trubkadagi va idishdagi suv qaynash temperaturasigacha qizdirilgan. Trubkadagi suvda nima ro'y beradi?
23. To'yingan suv bug'i molekullarning konsentratsiyasi  $10^{\circ}\text{C}$  dagiga qaraganda  $20^{\circ}\text{C}$  da necha marta katta bo'ladi?
- 24\*. Silindrik idishda yuzi  $10\text{ sm}^2$  bo'lgan porshen ostida temperaturasi  $20^{\circ}\text{C}$  bo'lgan suv bor. Porshen suv betiga tegib turibdi. Porshen  $15\text{ sm}$  ga ko'tarilganda qancha massa suv bug'lanadi?
25. Sig'imi  $2\text{ litr}$  bo'lgan berk idishda  $20^{\circ}\text{C}$  da to'yingan suv bug'i bor. Temperatura  $5^{\circ}\text{C}$  gacha pasayishida idishda qancha suv hosil bo'ladi?
26.  $20^{\circ}\text{C}$  da to'yingan simob bug'ining zichligi  $0,02\text{ g/m}^3$  ga teng. Shu temperaturada bug' bosimini toping.
27.  $100^{\circ}\text{C}$  da to'yingan suv bug'ining zichligi qanday bo'ladi?
28.  $0^{\circ}\text{C}$  da to'yingan efir bug'ining bosimi  $24,7\text{ kPa}$ ,  $40^{\circ}\text{C}$  da esa  $123\text{ kPa}$  ga teng. Bu temperaturalarda bug'ning zichligi qiymatlarini taqqoslang.
29. Suv  $350^{\circ}\text{C}$  da;  $400^{\circ}\text{C}$  da suyuq holatda bo'la oladimi?
- 30\*. Havoda  $19^{\circ}\text{C}$  da suv bug'ining parsial bosimi  $1,1\text{ kPa}$  edi. Nisbiy namlikni toping.



## OPTIKA



Fizikaning «**Optika**» bo‘limida yorug‘likning tabiati, yorug‘lik hodisalarining qonuniyatlari, yorug‘lik bilan moddalarning o‘zaro ta’siri o‘rganiladi. Grekchada *optika* so‘zi *ko‘rish haqidagi fan* degan ma’noni bildiradi.

Yorug‘likning *to‘g‘ri chiziq bo‘ylab tarqalishi* qadimda Mesopotamiya va qadimiy Misrda ma’lum bo‘lgan hamda undan qurilish ishlarida foydalanilgan. Tasvirning ko‘zguda hosil bo‘lishini mil. av. III asrda yunon olimlari **Aristotel**, **Platon**, **Yevklid** o‘rganganlar.

O‘rta asrlarda yurtimiz olimlari — **Beruniy**, **Ibn Sino**, **Ulug‘bek**, **Ali Qushchi** va boshqalar yorug‘likning to‘g‘ri chiziq bo‘ylab tarqalishi, Quyosh va Oyning tutilishi, kamalakning hosil bo‘lishi, ko‘rish sabablari haqida qimmatli ma’lumotlar yozib qoldirib, optikaning rivojlanishiga hissa qo‘shganlar.

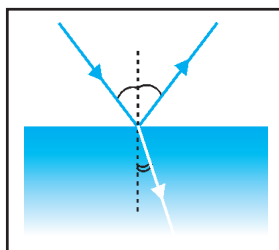
1620–1630-yillarda gollandiyalik olim **V.Snellius** va fransuz olimi **R.Dekart** *yorug‘likning sinish qonunini* ifodalab berdi. XIX asrda **J.Maksvell** elektromagnit maydon tushunchasini rivojlantirib, yorug‘likning elektromagnit to‘lqin nazariyasini yaratdi. *Infraqizil, ultrabinafsha*, shuningdek, *rentgen nurlari* kashf qilindi.

1900-yilda **M. Plank** *yorug‘likning kvant nazariyasini* ilgari surdi. 1905-yilda esa **A.Eynshteyn** Plank nazariyasini rivojlantirib, *fotoeffekt nazariyasini* yaratdi.

XX asr davomida dunyo olimlari tomonidan optikaning turli yo‘nalishlarida keng miqyosda tadqiqot ishlari davom ettirilib, yuksak natijalarga erishildi. *Proyeksion apparatlar, mikroskop, fotoapparat, teleskop, binokl* kabi optik asboblarning yaratilishi, *fotografiya, televideniya, rentgenografiya, lazerlar fizikasi, tolali optika, geliotexnika* kabi sohalarning vujudga kelishi va rivojlanishi optika sohasidagi tadqiqot ishlarining natijasidir.

O‘zbekistonda ham optikaning zamonaviy yo‘nalishlari bo‘yicha amaliy ahamiyatga ega bo‘lgan tadqiqot ishlari olib borilib, fan va texnikaning taraqqiyotiga munosib hissa qo‘shib kelinmoqda. Jumladan, «Fizika-Quyosh» ilmiy ishlab chiqarish birlashmasida Quyosh energiyasidan foydalanish bo‘yicha keng qamrovli tadqiqot ishlari olib borilmoqda hamda amaliyotga joriy etilmoqda.





## VI bob YORUG'LIKNING TARQALISHI, QAYTISHI VA SINISHI

### 24-§. YORUG'LIKNING QAYTISH VA SINISH QONUNLARI

#### Yorug'likning qaytishi

Yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishini bilasiz. Quyoshdan, lampadan va boshqa manbalardan kelayotgan yorug'lik devor, yer va buyumlarga tushganda ulardan qaytadi. Shuning uchun biz ularni ko'ramiz.

Yorug'lik buyumlar sirtidan *tarqoq* (46-rasm) yoki *ko'zqusimon* (47-rasm) qaytadi.



**Yorug'lik silliq bo'lmagan, ya'ni g'adir-budur sirtidan *tarqoq* qaytadi.**

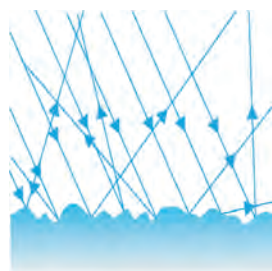
Stol sirti, yer, devor, atrofimizdagi deyarli barcha buyumlar sirti g'adir-budurdir. Bizga tekis bo'lib ko'ringan buyumlarning sirti ham g'adir-budur bo'lishi mumkin. Masalan, tekis bo'lib ko'ringan stol sirtiga lupa orqali qaralsa, uning sirti g'adir-budurliklardan iborat ekanligini ko'rish mumkin. Buyumning sirtidan tarqoq qaytgan nur ko'zimizga tushgach, biz uning shakli, rangini sezamiz.



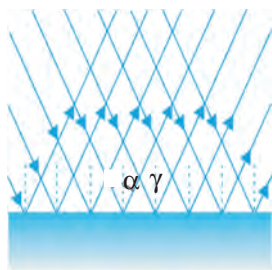
**Agar sirt yetarli darajada tekis (silliq) bo'lsa, bunday sirtidan yorug'lik *ko'zqusimon* qaytadi.**

Ko'zqusimon qaytishda buyumning silliq sirtidan nurlar tartibli qaytadi. Yassi ko'zgudan nurlar shunday qaytadi (47-rasm).

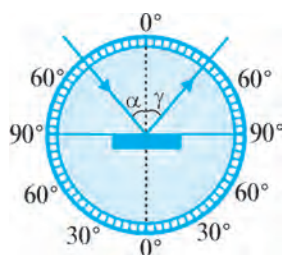
Sirtidan nurlarning qaytishi quyidagi qaytish qonuniga bo'ysunadi (48-rasm):



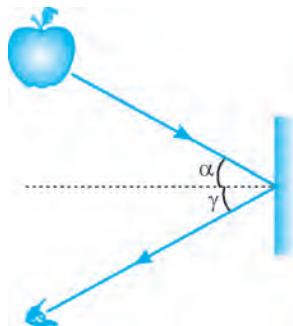
46-rasm



47-rasm



48-rasm



49-rasm



1. Tushgan nur, qaytgan nur va ikki muhit chegarasiga nurning tushish nuqtasiga o'tkazilgan perpendikular bir tekislikda yotadi.
2. Qaytish burchagi  $\gamma$  tushish burchagi  $\alpha$  ga teng.

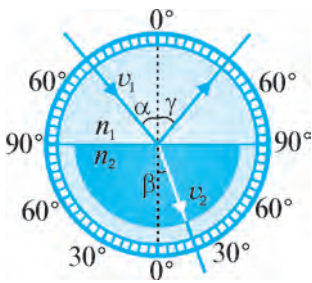
Ya'ni:

$$\alpha = \gamma. \quad (1)$$

Yassi ko'zgu orqali biror narsaning ko'z-gudagi aksini ko'rish yorug'likning qaytish qonuniga asoslangan (49-rasm).

### Yorug'likning sinish qonuni

Yorug'lik nuri dastasi shisha, suv va boshqa shaffof moddalar sirtidan ham qay-tadi, ham sinib ikkinchi muhitga o'tadi. Ikki muhit chegarasida nurning sinishi quyidagi sinish qonuniga bo'ysunadi (50-rasm):



50-rasm



1. Tushgan nur, singan nur va ikki muhit chegarasiga nurning tushish nuqtasiga o'tkazilgan perpendikular bir tekislikda yotadi.
2. Tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga nisbati berilgan ikki muhit uchun o'zgarmas kattalikdir.

Bu o'zgarmas kattalik  $n_{21}$  ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan **nisbiy sindirish ko'rsatkichi** deyiladi va quyidagicha ifodalanadi:

$$n_{21} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}, \quad (2)$$

bunda  $\alpha$  — nurning tushish burchagi,  $\beta$  — nurning sinish burchagi.

Ko'p hollarda nisbiy nur sindirish ko'rsatkichi o'rniga **absolut sindirish ko'rsatkichi** qo'llaniladi. Moddaning absolut nur sindirish ko'rsatkichi  $n$  quyidagicha ifodalanadi:

$$n = \frac{c}{v}, \quad (3)$$

bunda  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s — yorug'likning vakuumdagi tezligi,  $v$  — yorug'likning berilgan moddadagi tezligi. Yorug'likning ayrim moddalardagi tezligi ( $v$ ) va shu moddalarning absolut sindirish ko'rsatkichi ( $n$ ) 11-jadvalda keltirilgan.

Yorug'likning havodagi tezligini vakuumdagi tezligiga taqriban teng deb olish mumkin. Shuning uchun amalda moddalarning nur sindirish ko'rsatkichi vakuumga nisbatan emas, balki havoga nisbatan olinadi.

11-jadval

No	Modda	$v, 10^8$ m/s	n	No	Modda	$v, 10^8$ m/s	n
1	Muz	2,29	1,31	4	Kvars	1,95	1,54
2	Suv (20°C)	2,25	1,33	5	Yoqut	1,70	1,76
3	Shisha	2,0	1,5	6	Olmos	1,24	2,42

Agar nur tushayotgan muhitda yorug'lik tezligi  $v_1$ , sindirish ko'rsatkichi  $n_1$ , nur singan muhitda yorug'lik tezligi  $v_2$ , sindirish ko'rsatkichi  $n_2$  bo'lsa, quyidagi munosabatni yozish mumkin:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}. \quad (4)$$

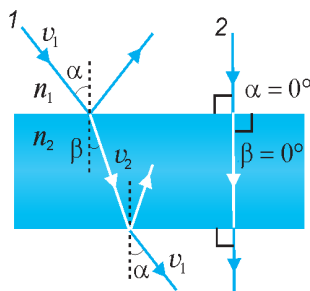
Nur tushayotgan muhitning nur sindirish ko'rsatkichi  $n_1$ , singan muhitniki  $n_2$  ekanligi hisobga olinsa,  $n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$  bo'ladi. U holda (2) formulani quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}. \quad (5)$$

Yorug'lik nuri sindirish ko'rsatkichi kichik bo'lgan muhitdan sindirish ko'rsatkichi katta bo'lgan muhitga o'tganida sinish burchagi tushish burchagidan kichik bo'ladi. Aks holda sinish burchagi tushish burchagidan katta bo'ladi. Bu shartni quyidagicha ifodalash mumkin:  $n_2 > n_1$  da  $\beta < \alpha$ ;  $n_2 < n_1$  da  $\beta > \alpha$ .

Yorug'lik nuri havodan ( $n_1 = 1$ ) shishaga ( $n_2 = 1,5$ )  $\alpha$  burchak ostida tushib, undan yana havoga o'tsin (51-rasm, 1-nur). Bu holda nur shishadan havoga o'tishdagi sinish burchagi ham  $\alpha$  ga teng bo'ladi.

Ikki muhit chegarasiga perpendikular tushganda nur sinmaydi, chunki tushish burchagi  $\alpha = 0$  va sinish burchagi  $\beta = 0$  (2-nur).



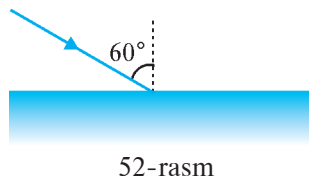
51-rasm

- ❓ 1. Tarqoq va ko'zqusimon qaytish nima? Qanday sirtlardan yorug'lik tarqoq qaytadi?
2. Yorug'likning qaytish qonuni nimadan iborat?
3. Yorug'likning sinish qonunini ta'riflab bering.

- Absolut nur sindirish ko'rsatkichining fizik ma'nosi nimadan iborat?
- Nur sindirish ko'rsatkichi nurning muhitda tarqalish tezligiga bog'liqligi qanday ifodalanadi?
- 51-rasmda tasvirlangan nurlarning yo'lini tahlil qiling.

M  
16

- Nur yassi ko'zguga  $35^\circ$  burchak ostida tushmoqda. Tushayotgan va qaytayotgan nurlar orasidagi burchak qanchaga teng bo'ladi?
- Yorug'lik dastasi havodan shishaga  $30^\circ$  burchak ostida tushmoqda? Agar sinish burchagi  $19^\circ$  bo'lsa, shishaning nur sindirish ko'rsatkichini va yorug'likning shishadagi tezligini toping. Bunda  $\sin 30^\circ = 0,5$ ,  $\sin 19^\circ = 0,325$  deb oling.
- Yorug'lik dastasi suvdan shishaga  $45^\circ$  ostida tushmoqda. Nurning shishadagi sinish burchagini toping. Yorug'likning suvdagi tezligi  $2,25 \cdot 10^8$  m/s, shishadagi tezligi  $2 \cdot 10^8$  m/s ga teng,  $\sin 45^\circ = 0,71$ .
- Agar yorug'lik dastasi 11-jadvalda keltirilgan moddalardan tayyorlangan har bir jism sirtiga havodan  $30^\circ$  ostida tushsa, ularning har birida sinish burchagi qanchadan bo'ladi?
- 52-rasmda tasvirlangan ko'zguga tushayotgan nurning yo'lini davom ettiring.



- Stakan ichiga tanga solib, uning ustidan suv quyung. Stakandagi suvning sathi orta borishi bilan tanga go'yoki ko'tarila borgandek bo'ladi. Buning sababi nima?
- Stakandagi suvga qalam yoki cho'pni qiyalatib botiring. Yuqoridan va yon tomondan qarasangiz qanday hodisa kuzatiladi?

## 25-§. TO'LA ICHKI QAYTISH

Yorug'lik nuri sindirish ko'rsatkichi katta bo'lgan muhitdan sindirish ko'rsatkichi kichik bo'lgan muhitga tushganida qiziq hodisani kuzatish mumkin. Masalan, yorug'lik nurlari dastasini shisha orqali havoga o'tadigan qilib  $\alpha$  burchak ostida yo'naltiraylik. Nurning bir qismi muhitlar chegarasidan qaytadi, qolgan qismi  $\beta$  burchak ostida ikkinchi muhitga — havoga o'tadi (53-a rasm).

Shishaning nur sindirish ko'rsatkichi ( $n_1 = 1,5$ ) havonikidan ( $n_2 = 1$ ) katta bo'lgani uchun nurning sinish burchagi  $\beta$  tushish burchagi  $\alpha$  dan katta bo'ladi.

Nurning tushish burchagi kattalashtirib borilsa, sinish burchagi  $90^\circ$  ga yaqinlasha boradi. Sinish burchagini quyidagi ifoda orqali aniqlash mumkin:

$$\sin \beta = \frac{n_1}{n_2} \sin \alpha.$$

Masalan,  $\alpha = 30^\circ$  da  $\beta \approx 42^\circ$  (53-a rasm),  $\alpha = 40^\circ$  da esa  $\beta \approx 75^\circ$  (53-b rasm) bo'ladi. Nurning tushish burchagini oshira borib, ma'lum  $\alpha = \alpha_0$  chegaraviy qiymatga yetganda sinish burchagi  $\beta = 90^\circ$  bo'lib qoladi (53-d rasm).

Tushish burchagining chegaraviy qiymati  $\alpha_0$  quyidagicha ifodalanadi:

$$\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}.$$

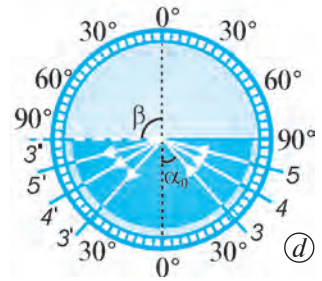
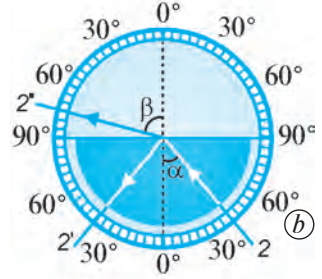
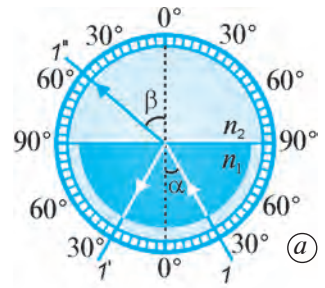
Nurning shishadan havoga tushishdagi  $\alpha_0$  chegaraviy burchagini aniqlaylik:

$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{1,5} \approx 0,667, \text{ bundan } \alpha_0 \approx 42^\circ.$$

Tushish burchagi  $\alpha_0$  dan har qanday katta qiymatlarga teng bo'lgan hollarda singan nur ikki muhit chegarasidan shu muhit ichiga to'la qaytadi, ya'ni **to'la ichki qaytish** hodisasi yuz beradi. Qaytgan nurlar esa yorug'likning qaytish qonuniga bo'ysunadi.



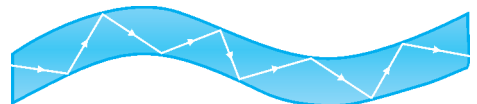
**Sindirish ko'rsatkichi katta bo'lgan muhitdan sindirish ko'rsatkichi kichik bo'lgan muhitga yorug'lik yo'naltirilganda tushish burchagi ma'lum burchakdan katta bo'lganda nur ikki muhit chegarasidan to'la qaytadi.**



53- rasm

To'la ichki qaytish hodisasi axborot texnologiya sohasida keng qo'llaniladi. Bu hodisa «Nur tolalar optikasi» deb ataluvchi optikaning alohida soha mutaxassislari tomonidan keng o'rganiladi. Bunda optik tasvir muayyan tartib bilan joylashtirilgan nur tolalar kabellari orqali uzatiladi.

Har bir toladan nurning o'tishini 54-rasmda tasvirlangandek tasavvur qilish mumkin. Tola sindirish ko'rsatkichlari bir-biridan farq qiluvchi silindr shaklidagi shisha yoki plastik o'zak hamda uni o'rab turuvchi qobiqdan tashkil topgan. O'zakning sindirish ko'rsatkichi qobiqnikidan katta bo'ladi. Shu sababli o'zak va



54-rasm

qobiq chegarasida yorug'likning to'la ichki qaytish hodisasi yuz beradi. O'zak ichiga yo'naltirilgan nur tashqariga chiqib ketmasdan tolaning ikkinchi uchidan chiqadi.

Tola o'zagining diametri bir necha mikrondan yuzlab mikrongacha, qobiq qalinligi o'nlab mikrondan yuzlab mikrongacha bo'ladi. Shunday kabelning bir uchidan signal (tasvir) yuborilsa, uning ikkinchi uchidan shu signalning o'zini qabul qilib olish mumkin. Nur tolali kabellar orqali yuborilgan signal nihoyatda kam yo'qotish va yuqori sifat bilan uzoq masofalarga uzatiladi.

Nur tolali aloqa kabellari Tinch va Atlantika okeanlarining suv ostidan o'tkazilgan. Hozirgi paytda kabellar Osiyo va Yevropani Amerika qit'asi bilan, Yevropani O'zbekiston orqali Xitoy bilan bog'lab turadi.



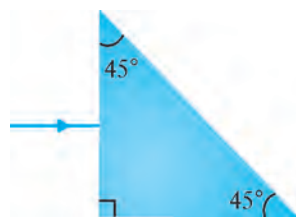
55-rasm

Nur tolalar optikasi tibbiyotda ham keng qo'llaniladi. Nur tolali kabel yordamida odamning ichki a'zolarini ko'rish, tasvirga olish mumkin.

55-rasmda yorug'lik nurlarining shisha prizma ichida singan nurining yo'li tasvirlangan. Bunday hodisa optik asboblarda qo'llaniladi.

- ?
1. To'la ichki qaytish hodisasi qanday yuz beradi?
  2. Nur tolali kabellarda tasvirlar qanday uzatiladi?
  3. To'la ichki qaytishning qo'llanilishi haqida nimalarni bilasiz?
  4. 55-rasmda tasvirlangan nurning yo'lini tahlil qiling.

- M 17
1. Nur dastasi suvdan ( $n = 1,33$ ) havoga o'tmoqda. To'la ichki qaytish yuz berishi uchun shisha ichidagi tushayotgan nur qanday burchak ostida tushishi kerak?
  2. Nur dastasi sindirish ko'rsatkichi 1,5 bo'lgan bir muhitdan ikkinchi muhitga  $53^\circ$  burchak ostida tushganda to'la ichki qaytish kuzatila boshlaydi. Ikkinchi muhitning sindirish ko'rsatkichini toping. Bunda  $\sin 53^\circ = 0,79$  deb oling.
  3. Nur dastasi bir muhitdan nur sindirish ko'rsatkichi 1,1 bo'lgan ikkinchi muhitga  $47^\circ$  burchak ostida tushganda to'la ichki qaytish kuzatila boshlaydi. Birinchi muhitning nur sindirish ko'rsatkichini toping. Bunda  $\sin 47^\circ = 0,73$  deb oling.
  4. Temperatura ortishi bilan suvning sindirish ko'rsatkichi biroz kamayadi. Bunda suv uchun to'la qaynatishning chegaraviy burchagi qanday o'zgaradi?
  5. 56-rasmdagi shisha prizmagacha tushgan nurning yo'lini davom ettiring.



56-rasm

## 26-§. SHISHANING NUR SINDIRISH KO'RSATKICHINI ANIQLASH

(laboratoriya ishi)

*Kerakli jihozlar:* elektr lampa, tirqishli to'siq, uchburchakli shisha prizma, ip, transportir.

### Ishni bajarish tartibi

1.  $S$  manbani yoqib, uning yo'liga tirqishli to'siqni shunday joylashtiringki, to'siq ortida in-gichka dastali nur hosil bo'lsin. Nur yo'lini stol ustiga chiziq tor-tish orqali belgilang.

2. Nur dastasi yo'liga uchbur-chakli shisha prizmani 57-rasmda ko'rsatilgandek joylashtiring. Priz-maning yuqori uchidagi  $\alpha$  bur-chakni yozib oling (bu burchak prizmaga yozilgan bo'ladi).

3. Prizma qo'yilganda nur dastasi  $O$  nuqtada sinadi va o'z yo'lini o'zgartirib,  $\gamma$  burchakka buriladi. Nurning singan yo'lini ignalar bilan belgilang va  $\gamma$  burchakni transportir bilan o'lchang.

4. Nur sindirish ko'rsatkichi  $n$  bo'lgan shisha prizmadan havoga o'tish holati uchun yorug'likning sinish qonunini quyidagicha ifodalash mumkin:

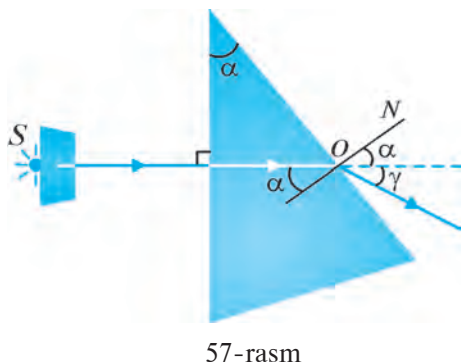
$$\frac{1}{n} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha + \gamma)} \quad (1) \quad \text{yoki} \quad n = \frac{\sin(\alpha + \gamma)}{\sin \alpha}, \quad (2)$$

bunda  $\alpha$  – shisha va havo chegarasiga nurning tushish burchagi bo'lib, uning kattaligi prizmaning yuqorigi burchagiga teng.  $\alpha$  va  $\gamma$  ning o'lchangan qiymatini (2) formulaga qo'yib, berilgan shisha-ning nur sindirish ko'rsatkichini aniqlang.

5. Shisha prizmani manbadan turli uzoqlikka qo'yib, tajribani uch marta takrorlang. Har bir holat uchun burchakni o'lchang va shishaning nur sindirish ko'rsatkichini aniqlang.

6. O'tkazilgan uchta tajribadan olingan natijalar asosida shisha-ning nur sindirish ko'rsatkichining o'rtacha qiymati  $n_{o'rt}$  ni hisob-lang.

7. Tajriba jarayonidagi o'lchash va hisoblash natijalarini 12-jad-valga yozing.



57-rasm

№	$\alpha$	$\sin\alpha$	$\gamma$	$\sin(\alpha+\gamma)$	$n$	$n_{o'rt}$
1						
2						
3						



1. Tajribadagi yorug'lik nurining yo'lini tahlil qiling, tushish va sinish burchaklarini ko'rsating.
2. Tajriba jarayonini va natijalarini tahlil qiling.

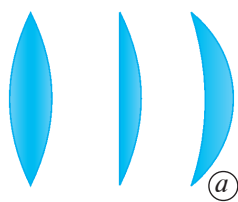
## 27-§. LINZALAR

### Qavariq va botiq linzalar



**Bir yoki ikki tomoni sferik sirt bilan chegaralangan shaffof jism *linza* deb ataladi.**

Linzalar qavariq yoki botiq bo'ladi. O'rta qismi chetki qismlariga nisbatan qalin bo'lsa — **qavariq linza**, yupqa bo'lsa — **botiq linza** deyiladi. Har ikki xilining uchtadan turi mavjud (58-rasm).

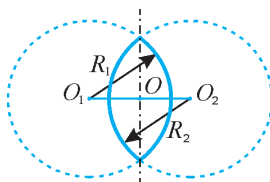


(a)



(b)

58-rasm



59-rasm

Qavariq linza sirtini  $R_1$  va  $R_2$  radiusli sferalarning o'zaro kesishishidan hosil bo'lgan sirt deb qarash mumkin (59-rasm). Bunda  $R_1$  va  $R_2$  linzaning egrilik radiuslari. Sferalarning  $O_1$  va  $O_2$  markazlaridan o'tkazilgan  $O_1O_2$  to'g'ri chiziq **linzaning bosh optik o'qi** deyiladi. Linzaning o'rtasidagi  $O$  nuqta **linzaning markazi** deyiladi.

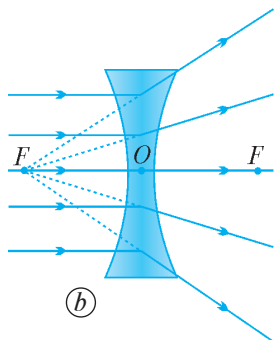
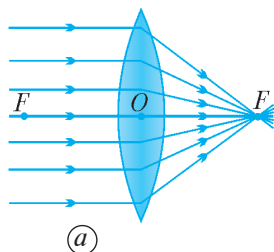
Agar qavariq linzaga uning bosh optik o'qiga parallel yo'nalgan nurlar yo'naltirsak, linzadan o'tgan nurlar bosh optik o'q ustidagi bir nuqtada yig'iladi (60-a rasm). Ana shu  $F$  nuqta linzaning **bosh fokusi** deyiladi. Qavariq linza nurlarni bitta nuqtaga yig'ish xususiyatiga ega bo'lgani uchun u **yig'uvchi linza** deb ham ataladi.

Agar qavariq linza o'rniga botiq linzaga nurlarni xuddi shunday yo'naltirilsa, linzadan o'tgan nur bir tekis sochiladi (60-b rasm). Shuning uchun botiq linza **sochuvchi linza** deb ham ataladi. Sochuvchi linzadan o'tgan nurlar teskari tomonga davom ettirilsa, ular bosh



optik o'qning bitta nuqtasida kesishadi. Ana shu  $F$  nuqta botiq linzaning **mavhum fokusi** deyiladi.

Linzalar ikkita fokusga ega bo'lib, ular linzaning ikki tomonida markazidan bir xil masofada yotadi. Linza markazidan fokusigacha bo'lgan masofa linzaning **fokus masofasi** deyiladi va  $F$  harfi bilan belgilanadi.



60-rasm



**Fokus masofasiga teskari kattalik linzaning optik kuchi deyiladi va  $D$  harfi bilan belgilanadi.**

Ya'ni:

$$D = \frac{1}{F}. \quad (1)$$

Optik kuchning asosiy birligi qilib *dioptriya* (1 dptr) qabul qilingan. Fokus masofasi 1 m bo'lgan linzaning optik kuchi 1 dptr ga teng bo'ladi:  $1 \text{ dptr} = 1/\text{m}$ .

Yig'uvchi linzada optik kuch va fokus masofa musbat, sochuvchi linzada esa ikkisi ham manfiy bo'ladi.

Egrilik radiusi  $R_1$  va  $R_2$  hamda sindirish ko'rsatkichi  $n$  bo'lgan linzaning fokus masofasini quyidagi formula orqali topish mumkin:

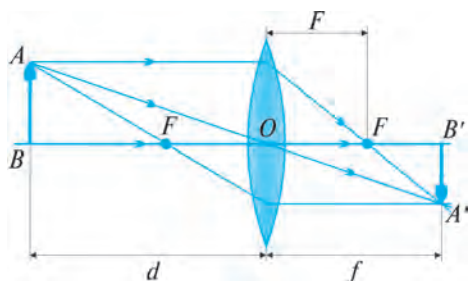
$$F = \frac{1}{(n-1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)} \quad (2)$$

Bunda nur havodan linzaga tushadi va havoning nur sindirish ko'rsatkichi 1 ga teng deb olinadi.

### Linza formulasi

Agar  $AB$  buyum linzadan  $d$  uzoqlikka qo'yilsa, linzadan  $f$  masofa narida buyumning to'nkarrilgan  $A'B'$  tasviri hosil bo'ladi (61-rasm). Tasvir linzadan qanday uzoqlikda hosil bo'lishini quyidagi **linza formulasi** orqali aniqlash mumkin:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}. \quad (3)$$



61-rasm

**Linza formulasi** buyumdan linzagacha bo'lgan  $d$  masofa, linzadan tasvirgacha bo'lgan  $f$  masofa va linzaning  $F$  fokus masofasi orasidagi bog'lanishni ifodalaydi.

Hosil bo'lgan tasvir mavhum bo'lganda tasvirdan linzagacha bo'lgan  $f$  masofa manfiy ishora bilan olinadi. Linzada tasvir kattalashishi ham, kichiklashishi ham mumkin. Agar buyumning kattaligi  $AB$ , tasvirning kattaligi  $A'B'$  bo'lsa, linzaning kattalashtirishi  $K = A'B'/AB$  bo'ladi.  $AOB$  va  $A'OB'$  uchburchaklarning o'x-shashligidan  $A'B'/AB = OB'/OB$  va  $OB = d$ ,  $OB' = f$  munosabatlarni yozish mumkin. U holda **linzaning kattalashtirish koeffitsiyenti formulasi** quyidagicha ifodalanadi:

$$K = \frac{f}{d}. \quad (4)$$

Agar  $K > 1$  bo'lsa, buyumning linzadagi tasviri kattalashgan bo'ladi.  $K < 1$  bo'lganda esa tasvir kichiklashgan bo'ladi.  $K$  ni hisoblashda  $f$  manfiy sonli bo'lsa, u holda uning musbat qiymati olinadi.



1. Linza deb qanday jismga aytiladi?
2. Qavariq va botiq linzalarning bir-biridan farqi nimadan iborat?
3. Qavariq va botiq linzalarning qanday asosiy turlari mavjud?
4. Linzaning bosh optik o'qi, bosh fokusi, mavhum fokusi, fokus masofasi deb nimaga aytiladi? Ularni 57- va 58- rasmlardan ko'rsating.
5. Linzaning optik kuchi deb qanday kattalikka aytiladi? U qanday birlikda ifodalanadi?
6. Linza formulasini yozib bering. Bu qanday bog'lanishni ifodalaydi?
7. Linzaning kattalashtirishi qanday ifodalanadi?



1. Fokus masofasi 40 sm, 25 sm, 10 sm, -10 sm, -25 sm, -40 sm bo'lgan linzaning optik kuchini aniqlang.
2. Havoga nisbatan nur sindirish ko'rsatkichi 1,5 ga teng shishadan yasalgan sirtning egrilik radiuslari 25 sm va 40 sm bo'lgan ikkiyoqlama qavariq linzaning optik kuchini toping.
3. Fokus masofasi 10 sm bo'lgan linzadan 20 sm beriga qo'yilgan buyumning tasviri linzadan qancha masofa narida hosil bo'ladi? Buyumning kattalashtirilishi nechaga tengligini aniqlang.
4. Fokus masofasi 20 sm bo'lgan linzaning optik kuchi qancha? Fokus masofasi 10 sm bo'lgan linzaniki-chi?
5. O'quvchi laboratoriya ishini bajara turib ekranda yonib turgan sharning aniq tasvirini hosil qildi. Agar shamdan linzagacha bo'lgan masofa 30 sm, linzadan ekrangacha bo'lgan masofa esa 23 sm bo'lsa, linzaning fokus masofasi va optik kuchi qancha?

## 28-§. YUPQA LINZA YORDAMIDA TASVIR YASASH

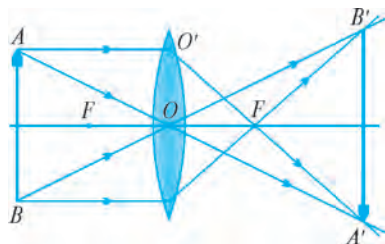
Yupqa linzaning fokus masofasi uning qalinligiga nisbatan katta bo'lgani uchun uning hosil qiladigan tasvirini chizmada tasvirlash qulaydir. Shu bois, tasvirni yasash va tahlil qilishda yupqa linzadan foydalaniladi.

Linza yordamida ***A nuqtaning tasvirini yasash*** uchun shu nuqtadan bosh optik o'qqa parallel  $AO'$  nur va linza markazidan o'tadigan  $AO$  nur o'tkaziladi.  $AO'$  nur linzada sinib,  $F$  fokusdan o'tadi. Bu nuqtadan va linza markazidan o'tadigan nurlarning kesishishgan  $A'$  nuqtada  $A$  nuqtaning tasviri bo'ladi (62-rasm).

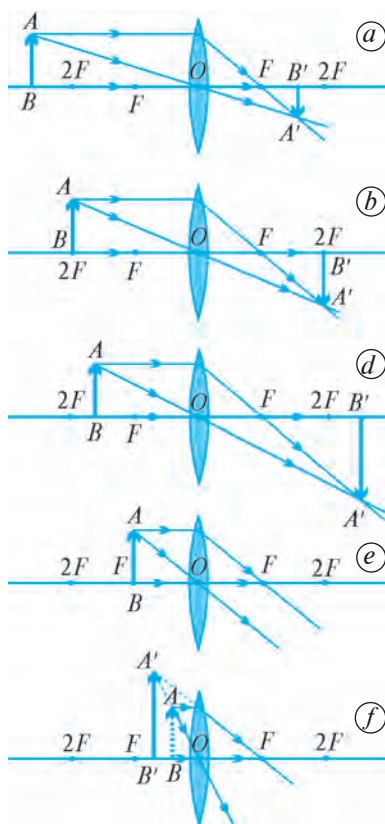
***Buyumning tasvirini yasash*** uchun uning tegishli nuqtalari tasviri hosil qilinadi. So'ngra bu nuqtalar birlashtirilsa, buyumning tasviri hosil bo'ladi.

Soddalik uchun bosh optik o'qqa perpendikular joylashgan  $AB$  kesmaning linza hosil qiladigan tasvirini yasaylik. Buning uchun  $A$  va  $B$  nuqtalardan bosh optik o'qqa parallel nurlar va linza markazidan o'tadigan nurlar o'tkazamiz.  $A$  nuqtadan chiqqan ikkala nur  $A'$  nuqtada,  $B$  nuqtadan chiqqan ikkala nur esa  $B'$  nuqtada kesishishadi.  $A'$  nuqtadan  $B'$  nuqtaga  $A'B'$  kesmani o'tkazamiz. Hosil bo'lgan  $A'B'$  kesma  $AB$  buyumning linza hosil qilgan tasviridir. Tasvir to'nkarilgan ko'rinishda bo'ladi.

Tasvir yasashni yanada soddalash-tirish uchun tasviri yasaladigan  $AB$  buyumning  $B$  nuqtasini bosh optik o'qning ustiga qo'yamiz. U holda  $AB$  buyumning tasvirini hosil qilish uchun faqat  $A$  nuqtadan chiqadigan ikkita nurni o'tkazish yetarli bo'ladi (63-*a* rasm). Nurlar kesishgan  $A'$  nuqtadan bosh optik o'qqa perpendikular kesma tushiriladi. Hosil qilingan  $A'B'$  kesma  $AB$  buyumning tasviri bo'ladi.



62-rasm



63- rasm

Linza hosil qiladigan tasvirning qayerda hosil bo'lishi, kattakichikligi, to'g'ri yoki to'nkarilganligi, haqiqiy yoki mavhumligi buyumning linza fokusiga nisbatan qanday masofada turganligiga bog'liqdir.

Quyida buyum fokus masofaga nisbatan turli joylarda turganda linzada hosil bo'ladigan tasvirlarni ko'rib chiqamiz:

1. Buyum linzaning ikkilangan fokus masofasi  $2F$  dan uzoqda turgan bo'lsin, ya'ni  $d > 2F$ . Bu holda tasvir kichiklashgan ( $K < 1$ ) va to'nkarilgan holda fokus bilan ikkilangan fokus oralig'ida hosil bo'ladi (61-a rasm).

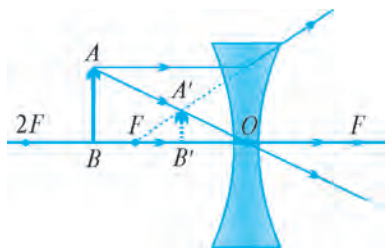
2. Buyum linzadan ikkilangan fokus masofasi  $2F$  ga teng bo'lgan uzoqlikda turgan bo'lsin, ya'ni  $d = 2F$ . Bu holda tasvirning kattaligi buyumning kattaligiga teng bo'ladi ( $K = 1$ ) va tasvir to'nkarilgan holda linzadan  $2F$  uzoqlikda hosil bo'ladi (63-b rasm).

3. Buyum linzaning fokus masofasi  $F$  va ikkilangan fokus masofasi  $2F$  oralig'ida turgan bo'lsin, ya'ni  $F < d < 2F$ . Bu holda tasvir kattalashgan ( $K > 1$ ) va to'nkarilgan holda ikkilangan fokus oralig'idan narida hosil bo'ladi (63-d rasm).

4. Buyum linzaning fokusida turgan bo'lsin ( $d = F$ ). Bu holda buyumning istalgan nuqtasidan chiqib linzada singan ikki nur o'zaro kesishmaydi. Shu bois tasvir hosil bo'lmaydi (63-e rasm).

5. Buyum linza bilan fokus orasida turgan bo'lsin, ya'ni  $d < F$ . Bu holda linza bilan fokus masofasi oralig'ida kattalashgan ( $K > 1$ ), to'g'ri va mavhum tasvir hosil bo'ladi (63-f rasm). Buyumni kattalashtirib ko'rish uchun linza buyumga ana shunday yaqinlashtirilishi kerak.

Yig'uvchi linzadan farqli ravishda sochuvchi linzada buyumning qayerda turganligidan qat'i nazar hosil bo'lgan tasvir barcha hollarda kichiklashgan, to'g'ri va mavhum bo'ladi (64-rasm).



64-rasm

- ?
- 62-rasmdan linza hosil qiladigan buyumning tasviri umumiy holda qanday yasalishini tushuntirib bering.
  - 63-rasmdan buyum fokus masofasiga nisbatan turli joylarda turgan holatlar uchun linza hosil qilgan tasvirning yasalishini tahlil qiling.
  - 64-rasmdan sochuvchi linza hosil qiladigan tasvirning yasalishini tushuntirib bering.

- M 19
- Buyumdan linzagacha bo'lgan masofa 40 sm, linzadan tasvirgacha 25 sm. Linzaning fokus masofasini toping. Tasvirning holati 63-rasmdagi qaysi holatga to'g'ri keladi?

- Buyumdan linzagacha bo'lgan masofa 12 sm, linzadan tasvirgacha bo'lgan masofa 24 sm. Linzaning fokus masofasini toping. Tasvirning holati 63-rasmdagi qaysi holatga to'g'ri keladi?
- Buyumdan linzagacha bo'lgan masofa 8 sm. Agar linzaning fokus masofasi 24 sm bo'lsa, tasvir linzadan qanday masofada hosil bo'ladi? Tasvirning holati 63-rasmdagi qaysi holatga to'g'ri keladi?

## 29-§. LINZA YORDAMIDA TASVIR HOSIL QILISH (laboratoriya ishi)

*Kerakli jihozlar:* optik kuchi 2,5–5 dptr bo'lgan qavariq linza, elektr lampa, ekran va masshtabli chizg'ich.

### Ishni bajarish tartibi

1. Elektr lampa, linza va ekranni stol ustiga 65-rasmda ko'rsatilgandek joylashtiring. Bunda  $d$  va  $f$  taxminan 40 – 60 sm atrofida bo'lsin.

2. Lampani yoqing. Ekranni oldin-ga-orqaga surib, lampa tolasining eng aniqroq tasviri hosil bo'ladigan masofani toping. Buyumdan (lampadan) linzagacha bo'lgan  $d_1$  masofani va linzadan tasvirgacha (ekrangacha) bo'lgan  $f_1$  masofani o'lchang.

3. Lampa bilan linza orasidagi masofani  $d_2$  va  $d_3$  ga o'zgartirib, tajribani takrorlang. Ekran-da lampa tolasining eng aniqroq tasviri hosil bo'lgan masofada  $f_2$  va  $f_3$  larni o'lchang.

4. Linza formulasidan foydalanib har bir tajribadan olingan  $d_1$  va  $f_1$ ,  $d_2$  va  $f_2$ ,  $d_3$  va  $f_3$  uchun fokus masofasi  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  ni hisoblang.

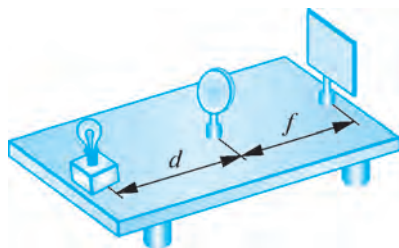
5.  $F_{o'rt} = (F_1 + F_2 + F_3)/3$  formulaga qo'yib, fokus masofasining o'rtacha qiymatini hisoblang.

6.  $D = 1/F_{o'rt}$  formuladan linza optik kuchining o'rtacha qiymatini hisoblang.

7. O'lchash va hisoblash natijalarini 13-jadvalga yozing.

13- jadval

No	$d$ , m	$f$ , m	$F$ , m	$F_{o'rt}$ , m	$D$ , dptr
1					
2					
3					



65- rasm

8. Tajriba va o'lchashlar natijasida topilgan  $F_{o'rt}$  ni linza fokus masofasining haqiqiy qiymati  $F$  sifatida qabul qilib, tajribani davom ettiring. Linzani lampadan shunday masofaga qo'yingki, bunda  $d > 2F$  shart bajarilsin. Ekranni oldinga-orqaga surib, unda lampa tolasining tasvirini hosil qiling.

9. Linzani lampadan  $d = 2F$  masofaga qo'ying. Ekranni oldinga-orqaga surib, unda lampa tolasini tasvirini hosil qiling.

10. Linzani lampadan shunday masofaga qo'yingki, bunda  $F < d < 2F$  shart bajarilsin. Ekranni surib, unda lampa tolasining tasvirini hosil qiling.

11. Linzani lampadan  $d < F$  masofaga qo'ying. Ekranda lampa tolasining tasvirini qidiring. Linza orqasida tasvir hosil bo'lmaganligiga ishonch hosil qiling.

- ❓ 1. 8—10-bandlar bo'yicha o'tkazilgan tajribalarda ekranda hosil qilingan tasvirlar bir-biridan qanday farq qiladi?
2. 11-band bo'yicha o'tkazilgan tajribada nima sababdan ekranda tasvir hosil bo'lmaganini tushuntirib bering.
3. Tajriba natijalarini tahlil qiling va ular yuzasidan fikr-mulohaza yuriting.

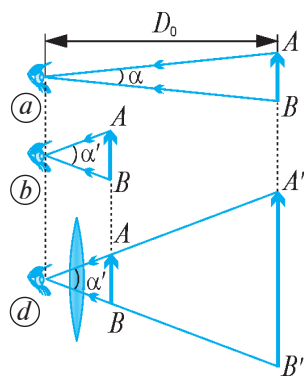
### 30-§. OPTIK ASBOBLAR

#### Lupa

Ko'zimizning eng yaxshi ko'rish masofasi  $D_0 = 25$  sm atrofida bo'ladi. Aytaylik,  $AB$  buyum sirtidagi juda mayda narsalarni ko'zdan kechirmoqchimiz. Masofa  $D_0$  dan kamayganda ko'zimiz buyumdagi mayda narsalarni ilg'ay olmaydi.

$D_0$  masofada ko'zimizning  $AB$  buyumni ko'rish burchagi  $\alpha$  ga teng bo'lsin (66-a rasm).  $AB$  buyumni ko'zga juda yaqin keltirsak, ko'rish burchagi  $\alpha'$  ga teng bo'ladi (66-b rasm). Lekin bu holda buyum sirtidagi mayda narsalar «chplashib» ketgandek ko'rinadi.

Buyum bilan ko'zimiz orasiga lupa qo'ysak,  $D_0$  masofada  $AB$  buyumning kattalashgan  $A'B'$  tasviri ko'rinadi (66-d rasm). Tasvir da buyum sirtidagi mayda narsalar ham kattalashgan holda ko'rinadi. Bunday holat uchun lupaning kattalashtirishi  $K = A'B'/AB = \alpha'/\alpha$  bo'ladi.



66-rasm



**Lupa — buyumlarni ko'rish burchagini kattalashtirib beradigan kichik fokus masofali qavariq linza.**

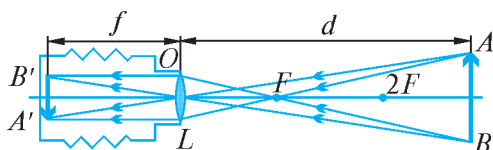
Lupaning kattalashtirishi  $K = D_0/F$  formula bilan aniqlanadi. Lupalarning fokus masofasi, odatda, 1–10 sm bo'ladi.  $D_0 = 25$  sm atrofida ekanligini hisobga olsak, aytish mumkinki, lupa buyumlarni 2,5–25 marta kattalashtirib ko'rsatadi.

## Fotoapparat



**Fotoapparat — obyektning tasvirini fotoplyonka, fotoplastina yoki fotoqog'ozga tushirib, saqlaydigan qilib beradigan asbob.**

Fotoapparatning asosiy qismi kamera  $K$  va unda joylashgan obyektiv  $O$  dan iborat (67-rasm). Obyektivdagi linza  $L$  kamera ekranida  $AB$  buyumning teskari, haqiqiy va kichraygan  $A'B'$  tasvirini hosil qiladi. Fotoapparat yordamida buyumlarning tasvirini hosil qilishda buyum bilan linza orasidagi masofa linzaning ikkilangan fokusidan katta bo'ladi. Fotoapparat linzasining kattalashtirishi  $K = f/d$  formula bilan aniqlanadi.



67-rasm

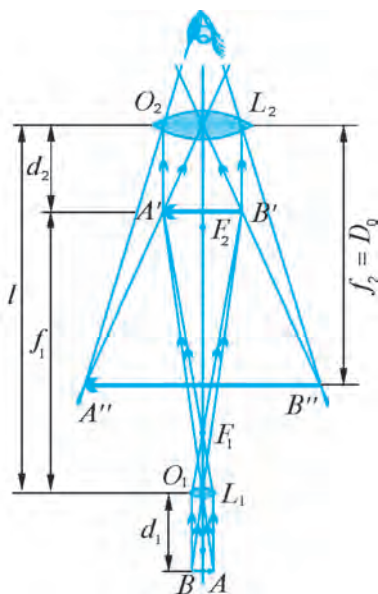
Fotoapparatda buyum tasvirini saqlab qolish maqsadida kameraning ekraniga yorug'lik ta'sirida tasvirni o'zida hosil qiladigan va saqlab qoladigan maxsus fotoemulsiya qoplangan fotoplastinka yoki fotoplyonka joylashtiriladi.

## Mikroskop



**Mikroskop — yaqin masofadagi ko'zga bevosita ko'rinmaydigan juda mayda obyektlarni kattalashtirib ko'rsatadigan optik asbob (68-rasm).**

Mikroskopdan bakteriyalar, hujayralar kabi mayda obyektlarni kuzatish uchun ham foydalaniladi.



68-rasm

$O_1$  okuldagi  $L_1$  yordamida  $AB$  buyumning teskari, haqiqiy va kattalashgan tasviri  $A'B'$  hosil qilinadi (68-rasm). Mikroskopning  $O_2$  obyektividagi  $L_2$  linza lupa kabi ko'rish burchagini oshirib beradi. Mikroskopning obyektiviga qaralganda  $L_1$  linza hosil qilgan  $A'B'$  tasvir ko'zning eng yaxshi ko'rish masofasi bo'lgan  $D_0$  uzoqlikda yanada kattalashgan  $A''B''$  holda ko'rinadi.

Mikroskopning kattalashtirishi  $K = lD_0/F_1F_2$  formula bilan aniqlanadi. Bunda  $l$  – linzalar orasidagi masofa,  $F_1$  va  $F_2$  — linzalarning fokus masofasi.

Takomillashtirilgan bunday mikroskoplar yordamida ko'z ilg'amaydigan mayda obyektlarni 3 ming martagacha kattalashtirib ko'rish mumkin. Keyingi yillarda yaratilgan maxsus mikroskoplarning kattalashtirish koeffitsiyenti 100 minggacha bo'ladi.



1. Lupada tasvir qanday hosil qilinadi? Uning kattalashtirishi qanday aniqlanadi?
2. Fotoapparatning tuzilishi va ishlashini tushuntirib bering.
3. Mikroskopda tasvir qanday hosil qilinadi? Uning kattalashtirishi qanday aniqlanadi?
4. Optik teleskoplar haqida nimalarni bilasiz?



1. Fokus masofasi 2,5 sm bo'lgan lupa buyumni necha marta kattalashtirib ko'rsata oladi? Ushbu va keyingi masalalarda  $D_0 = 25$  sm deb oling.
2. Buyumni 20 marta kattalashtirib ko'rsata oladigan lupaning fokus masofasi qancha?
3. Mikroskop linzalarining fokus masofalari mos ravishda 1,5 sm va 2,5 sm, linzalar orasidagi masofa 30 sm. Bunday mikroskop obyektini necha marta kattalashtirib ko'rsatadi?
4. 5 km balandlikda samolyotdan joy 1:2000 masshtabda fotosuratga olinmoqda. Fotoapparat obyektivining optik kuchini aniqlang. 250 km balandlikdagi sun'iy yo'ldoshdan Yer sirti shu fotoapparat bilan suratga olinsa, surat qanday masshtabda chiqadi?
5. Filmoskop bilan ekrangacha bo'lgan masofani qisqartirishda tasvir yorqinligicha qolishi uchun obyekt bilan diafilm plyonkasi orasidagi masofani qanday o'zgartirish kerak? Bunda tasvirning o'lchamlari va yoritilganligi qanday o'zgaradi?
6. Birinchi fotoapparat obyektivining fokus masofasi 5 sm, ikkinchisidiki 4 sm. Bir xil masofadan turib bitta obyektning fotosurati olinganda obyektning qaysi fotoapparatda olingan surati kattaroq chiqadi?



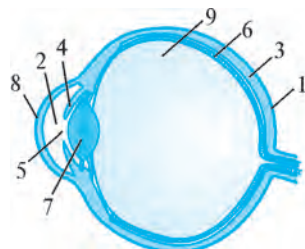
Lupaning kattalashtirishi  $K$  ni aniqlang. Buning uchun lupani Quyosh nurlari yo'liga tutib, nurlar lupadan qanday  $F$  masofada yig'ilishini o'lchang.



## 31-§. KO'Z VA KO'RISH

## Ko'zning tuzilishi

69-rasmda odam ko'zining kesimi tasvirlangan. Ko'z sharining tashqi qobig'i *sklera* (1), uning shaffof old qismi *shoh parda* (2) deyiladi. Sklera ichki tomondan *tomirli qobiq* (3) bilan qoplangan. Tomirli qobiq qon tomirlaridan tashkil topgan.



69-rasm

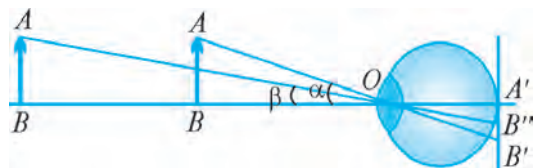
Tomirli qobiqning old qismi *kamalak qobiqqa* (4) tutashgan. Uning o'rtasida doirasimon teshik — *qorachiq* (5) mavjud. Tomirli qobiq ostida *to'r parda* (6) bo'lib, u zich joylashgan nerv tolalarining uchlaridan iborat. Kamalak qobiq ortida shaffof jism — *gavhar* (7) joylashgan bo'lib, unga tutashgan maxsus muskullar gavharning egrilik radiusini o'zgartirib turadi. Gavharning qarama-qarshi tomonidagi to'r parda sirti yorug'likka sezgir sariq modda bilan qoplangan. Shoh parda bilan gavhar oralig'i rangsiz *suvsimon suyuqlik* (8) bilan to'lgan. Gavhar bilan to'r parda orasini yumshoq *shishasimon jism* (9) tashkil etadi. Suvsimon suyuqlik va shishasimon jism orasida joylashgan gavharning nur sindirish ko'rsatkichi 1,5 ga teng. Gavhar ikkiyoqlama qavariq linza vazifasini bajaradi.

## Ko'rish

Buyumga qaralganda undan kelayotgan nur ko'zga tushadi va to'r pardada buyumning haqiqiy, kichiklashgan va to'nkarilgan tasviri hosil bo'ladi. To'r pardadagi nerv tolalari buyumning shakli va rangi haqida informatsiyani miyaga uzatadi. Shu tariqa odam mazkur buyumning shakli va rangini sezadi.

Atrofdagi buyumlar odam ko'zidan turli masofada joylashgan bo'lsa-da, to'r pardada aniq tasvir hosil bo'laveradi. Bunga sabab, ko'z gavharining egrilik radiusi, binobarin, fokus masofasining o'zgaruvchanligidir.

Juda uzoqdagi buyumlarni seza olmaymiz. Aytaylik, ko'z gavharining optik markazi  $O$  nuqtada bo'lsin. Yaqinroqda turgan  $AB$  kattalikdagi buyumga  $\alpha$  burchak ostida qaraganimizda uning tasviri to'r pardada  $A'B'$  kattalikda hosil bo'ladi (70-rasm). Agar shu  $AB$  buyumni uzoqroq masofaga qo'yib unga qarajak, hosil bo'lgan  $A'B''$  tasvir va  $\beta$  ko'rish burchagi kichikroq bo'ladi. Bu holda tasvir ostiga kamroq sonli nerv uchlari to'g'ri keladi. Shuning



70-rasm

uchun buyumning tashqi ko'rinishi bo'yicha kamroq informatsiya olamiz.

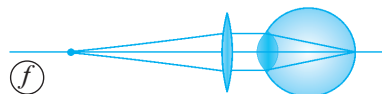
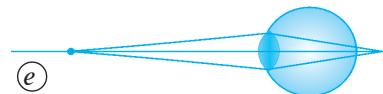
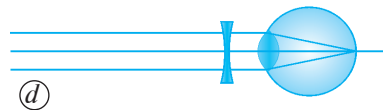
$AB$  buyum qanchalik uzoq masofada bo'lsa, tasvir va ko'rish burchagi shunchalik

kichik bo'ladi, tashqi ko'rinishi bo'yicha ham shuncha kam informatsiya olamiz. Agar  $AB$  buyum juda uzoqda bo'lsa, parda tolasidagi tasvir shunchalik kichik bo'ladiki, tasvir faqat bitta nerv tolasi uchiga tushadi. Bitta nerv tolasi faqat bitta nuqta haqida informatsiya beradi, xolos.

Ikki ko'z bilan ko'rishda buyumning tasviri ikkala ko'zda bir xil hosil bo'ladi. Agar barmog'imizni tik holatda burnimiz qarshisida tutib tursak, u ikkilanib ko'rinadi. Lekin barmog'imiz 15—20 sm uzoqlikka borganida bu ikkilanish yo'qoladi. Shu masofadan boshlab ko'zlarimiz ko'rishda bir-biriga yordam beradi. Bir ko'z bilan fazoning uch o'lchovligini, buyumlarning uzoq-yaqinligini, yo'lning o'nqir-chuqurligini sezish qiyin. Bunda ikki ko'z bilan ko'rish yordam beradi.

### Ko'rishdagi defektlar. Ko'zoynak

Me'yorda ko'ruvchi odam ko'zida buyum tasviri to'r pardada hosil bo'ladi (71-a rasm). Ayrim odamlar uzoqni yomon ko'radi.



71-rasm

Bunday odamlar ko'zida uzoqdagi buyum tasviri to'r pardadan beriroqda hosil bo'ladi va buyumlar chaplashibroq ko'rinadi (71-b rasm). Bunday ko'z **yaqindan ko'rarlik** deyiladi.

Yaqindan ko'rarlik ko'zlarda gavharining fokus masofasi me'yordan kam, ya'ni optik kuchi kattaroq bo'ladi. Ko'rishni yaxshilash uchun botiq linzali ko'zoynakdan foydalaniladi. Ko'zoynakdagi optik kuchi manfiy bo'lgan bunday linza tasvirni to'r parda tomon surib beradi (71-d rasm). Bunday ko'zoynak yordamida buyumni yaxshi ko'rish mumkin.

Ba'zilar, ayniqsa, katta yoshdagi odamlar o'qish va yozishda qiynalishadi. Bunday odam ko'zida buyum tasviri to'r pardadan nariroqda hosil bo'ladi

va chaplashibroq ko'rinadi (71-e rasm). Bunday ko'z **uzoqdan ko'rarlik** deyiladi.

Uzoqdan ko'rarlik ko'zlarda fokus masofasi me'yordan katta, ya'ni optik kuchi kichikroq bo'ladi. Ko'rishni yaxshilash uchun qavariq linzali ko'zoynakdan foydalaniladi. Ko'zoynakdagi optik kuchi musbat bo'lgan linza tasvirni to'r parda tomon surib beradi (71-f rasm). Natijada bunday ko'zoynak yordamida odam buyumni me'yordagi ko'z kabi yaxshi ko'radi.



1. 69-rasmdan ko'zning tuzilishini tushuntirib bering.
2. Ko'zda tasvir qanday hosil bo'ladi?
3. Ikki ko'z bilan ko'rishning bir ko'z bilan ko'rishdan farqi nimadan iborat?
4. Yaqindan ko'rarlik va uzoqdan ko'rarlik ko'zlardagi kamchilik nimadan iborat? Bunday ko'zlar yaxshi ko'rish uchun qanday ko'zoynakdan foydalanish mumkin?



1. Yaqinni yaxshi ko'rish uchun taqiladigan +4 li ko'zoynak linzasi qavariqmi yoki botiq? Linzaning optik kuchi va fokus masofasi qancha?
2. Uzoqni yaxshi ko'rish uchun taqiladigan -2,5 li ko'zoynak linzasi qavariqmi yoki botiq? Linzaning optik kuchi va fokus masofasi qancha?
3. Fokus masofasi 20 sm bo'lgan qavariq linzali ko'zoynakning optik kuchi qancha bo'ladi? Bunday ko'zoynak qanday maqsadda taqiladi?
4. Fokus masofasi 50 sm bo'lgan botiq linzali ko'zoynakning optik kuchi qancha bo'ladi? Bunday ko'zoynak qanday maqsadda taqiladi?
5. O'qituvchi stolidan 8 m masofada oxirgi partada o'tirgan o'quvchi o'lchov asbobining bo'linmalarini bir-biridan keskin farq qilib ko'rish uchun bu bo'linmalar bir-biriga qanchalik yaqin bo'lishi mumkin? Chegaraviy ko'rish burchagi  $2'$  ga teng deb hisoblang.

## VI BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

- Yorug'lik g'adir-budur sirtan tarqoq qaytadi.
- Agar sirt yetarli darajada tekis (silliq) bo'lsa, bunday sirtan yorug'lik ko'zqusimon qaytadi.
- Yorug'lik nurining qaytish qonuni:
  1. Tushgan nur, qaytgan nur va ikki muhit chegarasiga nurning tushish nuqtasidan o'tkazilgan perpendikular bir tekislikda yotadi.
  2. Qaytish burchagi  $\gamma$  tushish burchagi  $\alpha$  ga teng.

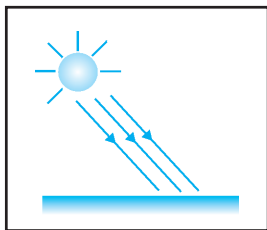
- Yorug'lik nurining sinish qonuni:
  1. Tushgan nur, singan nur va ikki muhit chegarasiga nurning tushish nuqtasidan o'tkazilgan perpendikular bir tekislikda yotadi.
  2. Tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga nisbati berilgan ikki muhit uchun o'zgarmas kattalikdir.
- Nur sindirish ko'rsatkichi katta bo'lgan muhitdan nur sindirish ko'rsatkichi kichik bo'lgan muhitga yorug'lik yo'naltirilganda tushish burchagi ma'lum burchakdan katta bo'lganda nur ikki muhit chegarasidan to'la qaytadi.
- Bir yoki ikki tomoni sferik sirt bilan chegaralangan shaffof jism linza deb ataladi.
- Linza formulasi:  $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ .
- Lupa – buyumlarni ko'rish burchagini kattalashtirib beradigan qavariq linza.
- Fotoapparat — obyektning tasvirini fotoplyonka, fotoplastina yoki fotoqog'ozga tushirib, saqlaydigan qilib beradigan asbob.
- Mikroskop – yaqin masofadagi ko'zga bevosita ko'rinmaydigan juda mayda obyektlarni kattalashtirib ko'rsatadigan optik asbob.
- Yaqindan ko'rarlik ko'zlarda ko'rishni yaxshilash uchun optik kuchi manfiy bo'lgan linzali ko'zoynakdan foydalaniladi.
- Uzoqdan ko'rarlik ko'zlarda ko'rishni yaxshilash uchun optik kuchi musbat bo'lgan linzali ko'zoynakdan foydalaniladi.

## VI BOBNI TAKRORLASH UCHUN SAVOL VA MASALALAR

1. Qaytgan va tushayotgan nurlar orasidagi burchak  $70^\circ$  ga teng bo'lishi uchun yassi ko'zguga nur qanday burchak ostida tushishi lozim?
- 2\*. Agar yassi ko'zguni nurning qaytishi ro'y berayotgan nuqta orqali o'tuvchi o'q atrofida va nurlar joylashgan tekislikka perpendikular tekislik atrofida  $\varphi$  burchakka bursak, qaytayotgan va tushayotgan nurlar orasidagi burchak qanchaga ortadi?
3. Qanday qilib ikkita yassi ko'zgu yordamida panada turib kuzatish olib borish mumkin? Iloji bo'lsa shunday asbob (ko'zguli periskop) yasang.
- 4\*. Qirg'oqda turgan odam tekis suv yuzida Quyoshning tasvirini ko'rib turibdi. Odam ko'ldan yiroqlashgan sari bu tasvir qanday ko'chadi? Quyosh nurlarini parallel deb hisoblang.
- 5\*. Oldingi masalaning shartidan foydalanib, Quyoshning suvdagi tasviri qirg'oqqa 80 sm ga yaqinlashishi uchun odam qancha og'ishi (ko'z sathini pasaytirishi) lozim ekanligini toping. Quyoshning gorizontdan balandligi  $25^\circ$ .

- 6\*. Odam vertikal osilgan ko'zguga qaramoqda. Odam ko'zgudan uzoqlashgani sari uning tanasining ko'zguda ko'rinadigan qismining kattaligi o'zgaradimi? Javobni chizma chizib tushuntiring va tajribada tekshirib ko'ring.
- 7\*. Devorga biroz qiyalatib osib qo'yilgan ko'zguga odam qaramoqda. Odamning ko'zgudagi tasvirini chizing. Odam o'z tanasining qanday qismini ko'radi?
8. Nima uchun alanga yonida o'tirib uning narigi tomonidagi buyumlarni tebranayotgandek ko'ramiz?
9. Nima uchun osmon jismining gorizont balandligini o'lhaganimizda uning haqiqiy qiymatiga qaraganda kattaroq qiymatni topamiz?
10. Nur shisha sirtiga  $40^\circ$  burchak ostida tushganda dastlabki yo'nalishidan qanday burchakka og'adi? Olmos sirtiga tushganda-chi?
11. Suv ostida turgan g'avvosga Quyosh nurlari suv sirtiga  $60^\circ$  burchak ostida tushayotgandek tuyiladi. Quyoshning gorizontdan burchak balandligi qanday?
12. Nur suv sirtiga  $40^\circ$  burchak ostida tushmoqda. Sinish burchagi xuddi shunday bo'lishi uchun nur shisha sirtiga qanday burchak ostida tushishi lozim?
13. Qanday hollarda tushish burchagi sinish burchagiga teng bo'ladi?
14. Nur suvdan shishaga o'tadi. Tushish burchagi  $35^\circ$  ga teng. Sinish burchagini toping.
15. Sinish burchagi tushish burchagidan 2 marta kichik bo'lishi uchun nur shisha sirtiga qanday burchak ostida tushishi lozim?
16. Singan nur qaytgan nurga perpendikular bo'lishi uchun nur shishaga qanday burchak ostida tushishi lozim?
17. Nurning suv sirtiga tushish burchagi sinish burchagidan  $10^\circ$  katta. Tushish burchagini toping.
18. Stol ustiga piyola qo'yib, uning ichiga tanga soling. Keyin stoldan shunday uzoqlashingki, piyolaning cheti tangani to'sib tursin. Endi boshingizni qimirlatmay turib o'rtog'ingizdan piyolaga suv quyishni iltimos qiling. Tanga yana ko'rinib qoladi. Chizma chizib bu hodisani tushuntiring.
- 19\*. Bola suv ostida 40 sm chuqurlikda yotgan buyumga tayoqni tekkizishga harakat qilmoqda. Agar bola aniq mo'ljalga olib, tayoqni suv sirtiga  $45^\circ$  burchak ostida harakatlantirsa, tayoq buyumdan qancha masofada suv tubiga tegadi?
- 20\*. Chuqurligi 2 m bo'lgan hovuz tubiga qoziq qoqilgan. Qoziq suvdan 0,5 m chiqib turibdi. Nurlar  $30^\circ$  burchak ostida tushganda hovuz tubiga qoziqdan tushayotgan soyaning uzunligini toping.
21. Agar yorug'lik nurlari shisha plastinka sirtiga havoda  $45^\circ$  burchak ostida tushsa, nurning havoda sinish burchagi qanday bo'ladi?
22. Tomonlari parallel bo'lgan 2 sm qalinlikdagi shisha plastinkaga  $60^\circ$  burchak ostida nur tushmoqda. Plastinkadan chiqqan nurning siljish kattaligini aniqlang.

23. Yoqut uchun to'la qaynatishning chegaraviy burchagi  $34^\circ$  ga teng. Yoqutning sindirish ko'rsatkichini toping.
24. Sindirish burchagi  $60^\circ$  bo'lgan to'g'ri burchakli uchburchak shaklidagi shisha prizмага  $50^\circ$  burchak ostida nur tushmoqda. Nurning prizmadan chiqishdagi sinish burchagini toping.
25. Diametrlari teng va qavariqlari har xil bo'lgan ikkita simmetrik shisha linzalarning qaysi birining fokus masofasi katta ekanini qanday aniqlash mumkin?
26. Diametri  $d$  va fokus masofasi  $F$  bo'lgan yig'uvchi linzaning butun sirtiga uning bosh optik o'qiga parallel ravishda nurlar dastasi yo'naltirilgan. Ekranida diametri  $d$  bo'lgan yorug' doira hosil bo'lishi uchun ekranni linzadan qanday  $L$  masofaga joylashtirish lozim?
27. Optik kuchi 10 dptr ga teng bo'lgan yig'uvchi linzadan 12,5 sm masofada sham turibdi. Tasvir linzadan qanday masofada hosil bo'ladi va u qanday?
28. Fokus masofasi 20 sm bo'lgan linza yordamida undan 1 m narida joylashgan ekranida buyumning tasviri hosil qilindi. Buyum linzadan qancha narida turibdi? Tasvir qanday bo'ladi?
29. Buyumni yig'uvchi linza orqali qaralib va uni linzadan 4 sm narida joylashtirib, mavhum tasvir hosil qilindi. Bu tasvir buyumning o'zidan 5 marta katta. Linzaning optik kuchi qanday?
30. Buyumning haqiqiy tasviri uning o'zidan uch marta katta bo'lishi uchun fokus masofasi 12 sm bo'lgan bu linzadan buyumni qanday masofaga qo'yish lozim?
31. Buyumning mavhum tasviri tarqatuvchi linza va uning mavhum fokusi orasida hosil bo'lishi uchun buyumni tarqatuvchi linza oldiga qanday qo'yish lozim?
32. Buyumni tarqatuvchi linzaning oldiga 40 sm masofaga qo'yganda 4 marta kichraygan mavhum tasvir hosil bo'ladi. Shu tarqatuvchi linzaning optik kuchini aniqlang.
33. Buyum linzadan  $4F$  masofaga joylashtirilgan. Shu buyumning ekrandagi tasviri uning o'zidan necha marta kichik?
- 34\*. Buyum tarqatuvchi linza oldida undan  $mF$  masofada turibdi. Linzadan qanday masofada mavhum tasvir hosil bo'ladi va u buyumning o'zidan necha marta kichik bo'ladi?
35. Buyumdan ekrangacha bo'lgan masofa 90 sm. Ekranida buyumning aniq tasvirini hosil qilish uchun fokus masofasi 20 sm bo'lgan linzani buyum bilan ekran orasiga qanday joylashtirish lozim?



## VII bob

# YORUG'LIK ENERGIYASIDAN FOYDALANISH

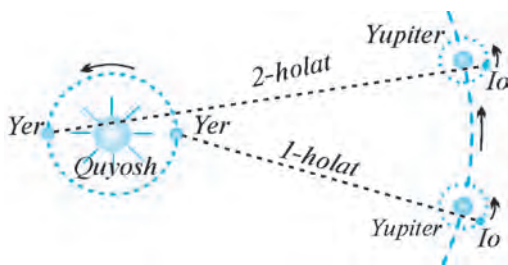
### 32-§. YORUG'LIK TEZLIGINI ANIQLASH

#### Yorug'lik tezligini o'lchashning astronomik usuli

XVII asrda Yupiter yo'ldoshlari kuzatilganda, uning eng katta Io yo'ldoshi Yupiter soyasiga kirishi va undan chiqishi, ya'ni tutilish davri (7 kundan ortiqroq) ma'lum bo'lgan.

Astronomik kuzatishlar Yer Yupiterga eng yaqin bo'lganda (72-rasm, 1-holat) Io yo'ldoshining tutilishi o'rtacha takrorlanish davridan taxminan 11 minut oldin, Yupiterdan Yer eng uzoq bo'lganda esa (2-holat) taxminan 11 minut keyin boshlanganini ko'rsatgan.

Daniyalik olim **O. Ryomer** 1676-yilda Io tutilishlaridagi bu vaqtni quyidagicha hisobladi:  $t = 11 \text{ minut} + 11 \text{ minut} = 22 \text{ minut}$ . Ryomer bu vaqtni yorug'likning Yer orbitasini kesib o'tishi uchun ketgan vaqt deb tushuntirdi. U Yerning Quyosh atrofida aylanish orbitasi diametrini  $D = 284\,000\,000 \text{ km}$  deb olib,  $c = D/t$  dan yorug'lik tezligini aniqladi.



72-rasm



**O. Ryomer 1676-yilda birinchi bo'lib yorug'lik tezligini aniqlagan. Uning qiymati taqriban 215 000 000 m/s ga teng bo'lib chiqqan.**

Hozirda Yer orbitasining diametri 299 200 000 km ekanligi, yorug'lik bu masofani 16 min 37 s da bosib o'tishi ma'lum. Bu holda yorug'lik tezligining  $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  ga teng bo'lgan aniq qiymati kelib chiqadi.

Garchi yorug'lik tezligining Ryomer aniqlagan qiymati hozirgi zamondagi aniq qiymatidan katta farq qilsa-da, bu natija o'sha

davrda juda katta yangilik edi. Ryomer bu bilan, birinchidan, yorug'lik cheklangan tezlikka ega ekanligini tajribada isbotladi. Ikkinchidan, yorug'lik tezligi nihoyatda katta ekanligini aniqladi.

### Fizo tajribasi

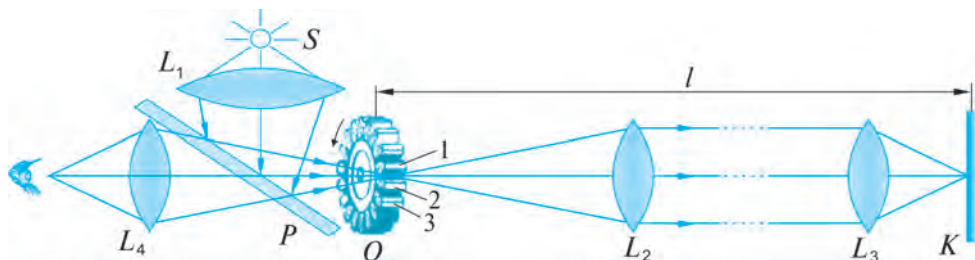
Oradan 173 yil o'tgandan keyin — 1849- yilda fransuz fizigi **Fizo** tajriba yo'li bilan yorug'lik tezligini aniqroq o'lchash bo'yicha muvaffaqiyatga erishdi. Fizo tajribasi quyidagilardan iborat.

Yorug'lik manbai  $S$  yo'lga qo'yilgan linza  $L_1$  dan o'tgan nurlar yassi shisha plastina  $P$  dan qaytib,  $O$  nuqtaga yig'iladi. Shu nuqtaga tishli g'ildirak o'rnatilib, nur uning tishlari orasidan o'tkazilgan (73- rasm). G'ildirakdan o'tgan nur linza  $L_2$  yordamida parallel qilib yo'naltirilgan. Parallel nurlar yo'lga juda uzoq masofaga qo'yilgan linza  $L_3$  nurlarni yassi ko'zgu  $K$  ga yig'ib beradi. Ko'zgdan qaytgan nurlar kelgan yo'li bo'yicha g'ildirak tishlari orasidan o'tib, shisha plastina  $P$  va linza  $L_4$  orqali kuzatuvchi ko'ziga tushadi.

G'ildirak sekinroq aylantirilganda qaytgan nur kuzatuvchiga tushgan. G'ildirakning aylanish tezligi oshirila borilgan. Ma'lum tezlikka erishganda qaytgan nur kuzatuvchiga tushmay qolgan. Bunga sabab, g'ildirak tishlari orasidan o'tgan nur qaytib kelguncha shu tishlar ma'lum burchakka burilib, nur yo'lini to'sib qo'yadi.

G'ildirakning aylanishi ma'lum  $\omega$  burchak tezlikka erishganda kuzatuvchiga nur ko'rina boshlagan. G'ildirak shu tezlik bilan aylantirib turilganda, qaytgan nurning ko'rinishi davom etavergan. Bunga sabab, g'ildirakning 1- va 2-tishlari orasidan o'tgan nurlar qaytib kelguncha g'ildirakning 1-tishi o'rnini 2-tishi, 2-tishi o'rnini 3-tishi egallashga ulgurgan. Natijada qaytgan nur 2- va 3-tishlar orasidan o'tgan.

Fizo g'ildirakning aylanish tezligi  $\omega$  ni o'lchab, g'ildirakning radiusi  $r$ , tishlari orasidagi yoyning uzunligi  $s$ , g'ildirakdan ko'z-



73-rasm



gugacha bo'lgan masofa  $l$  ( $l = 8,6 \text{ km}$ ) ni bilgan holda yorug'lik tezligi  $c$  ni aniqladi.



**Fizo tajribasida yorug'lik tezligi 313 300 000 m/s ga teng bo'lib chiqqan.**

Fizo tajribasidan keyin ham olimlar tomonidan yorug'lik tezligini yanada aniqroq o'lchashga urinishdi. Ulardan fransuz fizigi **L.Fuko** (1819–1868) 1862-yilda Fizo tajribasidagi tishli g'ildirak o'rniga aylanuvchi ko'zgular o'rnatib yorug'lik tezligini aniqladi va uning 298 000 000 m/s qiymatini oldi.

Amerikalik fizik **A.Maykelson** (1852–1931) 1927-yilda Fuko tajribasini takomillashtirib, yorug'lik tezligi uchun 299 796 000 m/s qiymatni olishga muvaffaq bo'ldi.



**Hozirgi paytdagi ma'lumotlarga ko'ra, yorug'likning vakuumdagi tezligi 299792458 m/s ga teng.**

Yorug'lik tezligining bunday aniq qiymatiga asoslanib, 1983-yilda Xalqaro o'lchov va tarozilar bosh assambleyasi metrnning yangi ta'rifini qabul qilgan: «**Metr** — yorug'lik vakuumda  $1/299792458$  s vaqt intervalida o'tgan yo'l uzunligiga teng».

Yorug'lik tezligining aniqlanishi uning tabiatini bilishga yordam berdi. Olamda hech bir jism yorug'likning vakuumdagi tezligidan katta tezlik bilan harakatlana olmaydi. Yorug'lik tezligini yaxlitlab,  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s deb olish qabul qilingan.



1. Yorug'lik tezligi astronomik usulda qanday aniqlanganini tushuntirib bering.
2. Yorug'lik tezligini aniqlash bo'yicha Ryomerning ishlari qanday ahamiyatga ega?
3. Yorug'lik tezligini aniqlash bo'yicha Fizo tajribasi nimadan iborat?
4. Fuko va Maykelson tajribasi Fizo tajribasidan qanday farq qiladi?
5. Yorug'lik tezligining hozirgi zamonda aniqlangan qiymati qancha?



1. Yerdan Quyoshgacha o'rtacha masofa 149,6 mln km, Yupiterdan Quyoshgacha o'rtacha masofa 778,3 mln km ga teng. Yer Quyosh bilan Yupiter oralig'idagi holatda deylik. Yupiterdan qaytgan nur qancha vaqtda Yerga yetib keladi?
2. Quyosh nuri Yerga qancha vaqtda yetib keladi? Yerdan Oygacha o'rtacha masofa 384 ming km bo'lsa, Oydan yorug'lik nuri qancha vaqtda yetib keladi?
3. Koinotdagi eng yaqin yulduzning nuri Yerga taxminan 4 yil-u 4 oyda yetib keladi. Yerdan eng yaqin yulduzgacha bo'lgan masofani hisoblang.

## 33-§. YORUG‘LIKNING KIMYOVIY VA BIOLOGIK TA’SIRI

### Yorug‘likning kimyoviy ta’siri

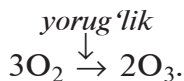
Modda molekulari yorug‘lik energiyasini yutib, parchalanishi va boshqa molekularga aylanishi mumkin. Molekulalarning bunday o‘zgarishi kimyoviy jarayondir.



**Yorug‘likning kimyoviy ta’siri — yorug‘lik ta’sirida moddalarda yuz beradigan kimyoviy o‘zgarishlardir.**

Oftobda gazlamalar rangining o‘zgarishi, odam tanasining qorayishi yorug‘likning kimyoviy ta’siridandir.

Quyoshdan kelayotgan nurlar ta’sirida atmosferadagi kislorod molekularining bir qismi ozon molekulariga aylana boradi. Bu jarayon quyidagicha boradi:



Hozirgi paytda quyosh nuridan qorayadigan ko‘zoynaklar keng tarqalgan. Bunday ko‘zoynak linzasiga nur ta’sirida qora rangga aylanadigan modda qo‘shilgan bo‘ladi.

Yorug‘lik ta’sirida ammiakning azot va vodorodga ajralishi kuzatiladi. Vodorod va xlor gazlari qorong‘ilikda ta’sirlashmaydi. Lekin yorug‘lik tushishi bilan shiddatli reaksiyaga kirishib, portlash yuz beradi.

Ko‘pgina kimyoviy moddalar yorug‘lik tushmasligi uchun maxsus qora paketchalarga solinib, qorong‘i joyda saqlanadi. Davolaydigan aksariyat dorilarni ham qorong‘i joyda saqlash tavsiya etiladi.

### Fotografiya

Fotoapparatning boshqa optik asboblardan asosiy farqi, undagi obyekt tasviri maxsus fotoplyonka yoki fotoplastinkada saqlab qolinadi. Bunda yorug‘likning kimyoviy ta’siridan foydalaniladi.

Fotoplyonka (fotoplastinka)ning sezgir qatlami kumush bromid ( $\text{AgBr}$ ) ning jelatinga botirilgan mayda kristallaridan iborat. Yorug‘lik ta’sirida kumush bromid parchalanib, toza kumush atomlari ajraladi. Kumush atomlari ajralib chiqqan joy qorayib qoladi. Surati olinayotgan obyektning turli nuqtalaridan fotoplyonkaga tushayotgan yorug‘lik intensivligi turlicha bo‘ladi. Fotoplyonkaning qayeriga yorug‘lik ko‘p tushsa, shu joyidan kumush

atomlari ko'proq ajralib chiqadi va qorayishi kuchliroq bo'ladi. Natijada fotoplyonkada obyektning tasviri hosil bo'ladi. Lekin bu tasvir ko'zga ko'rinmaydi. Chunki bromdan ajralgan kumush atomlari hali plyonka ustida o'tirgan bo'ladi. Shuning uchun plyonkadagi bu tasvir *yashirin tasvir* deyiladi.

Bu holatdagi fotoplyonkaga yorug'lik tushishi kerak emas. Unga yorug'lik tushsa, plyonkaning butun sirtidagi kumush bromid qatlamidan yoppasiga kumush atomlarining ajralishi yuz beradi, ya'ni plyonka «kuyadi».

Tasvir tushirilgan plyonka qorong'ilikda fotoapparatdan olinib, ikki bosqichda qayta ishlanadi. Birinchi bosqichda plyonkadagi tasvir *ochiltiriladi*. Bunda gidroksinon, metol yoki boshqa moddalar eritmasi yordamida bromid kristalidan ajralgan kumush yuviladi. Natijada plyonkada obyektning negativ tasviri hosil bo'ladi. Negativ tasvirda obyektning oq joyi qora, qora joyi oq bo'ladi.

Ikkinchi bosqichda tasvir *mustahkamlanadi*. Bunda plyonka giposulfit eritmasiga botirilib, undagi qolgan kumush bromiddan tozalanadi. Shundan so'ng suvda yuviladi va quritiladi.

Negativ tasvirli plyonkadan yorug'lik o'tkazilib, oq qog'ozga tushirilganda unda pozitiv, ya'ni obyektning asl tasviri hosil qilinadi. Tasvir tushirilgan oq qog'ozga kimyoviy ishlov berilgandan keyin obyektning fotosurati tayyor bo'ladi.

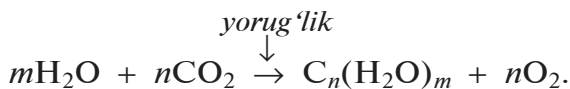
Hozirgi paytda obyektning fotosuratlarini asosan rangli qilib chiqariladi. Rangli fotosuratlarini hosil qilish ham oq-qora tasvirni olish kabi amalga oshiriladi. Farqi shundaki, rangli fotosurat olish uchun ko'proq xildagi kimyoviy moddalardan foydalaniladi.

### **Yorug'likning biologik ta'siri. Fotosintez**

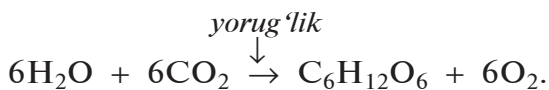
Yorug'liksiz o'simliklar o'smasligini bilasiz. Daraxt va o'tlarning yorug'lik nurlari bilan ta'sirlashishi ularning barglari orqali sodir bo'ladi.

Siz «o'simliklar bargi orqali nafas oladi, ichgan suvni bargi orqali bug'latadi», «o'simliklar havodan ham oziqlanadi», «o'simliklar havodan karbonat angidrid olib, o'zidan kislorod chiqaradi», degan gapni eshitgansiz. Bu gapda jon bor. Bu jarayon yorug'lik ta'sirida sodir bo'ladi.

O'simlik ildizi orqali ichgan suv tanasi bo'ylab ko'tarilib, bargiga yetib boradi. Quyoshdan kelayotgan yorug'lik energiyasi ta'sirida o'simlik bargidagi  $m$  ta suv molekulasini havodagi  $n$  ta karbonat angidrid molekulasini bilan reaksiyaga kirishadi. Reaksiya natijasida bargda organik birikma hosil bo'lib,  $n$  ta kislorod ajralib chiqadi. Bu reaksiyani quyidagicha yozish mumkin:



Xususiyl holda  $m = n = 6$  da fotosintez jarayonida quyidagi formula asosida glukoza hosil bo'ladi:



**Yorug'lik ta'sirida suv va karbonat angidrid ishtirokida o'simliklarda organik birikmalar hosil bo'lishi va havoga kislorod ajralib chiqish jarayoni fotosintez deb ataladi.**

*Fotosintez* yunoncha so'z bo'lib, *fotos* — *yorug'lik*, *sintez* — *qo'shish, birlashtirish* degan ma'noni bildiradi.

Bargda hosil bo'lgan organik birikmalar o'simliklar ildizi orqali yerdan olgan turli elementlar bilan reaksiyaga kirishib, o'simlik uchun ozuqa bo'ladigan oqsil, yog', uglevodni, shuningdek, rang hosil qiladigan kraxmalni hosil qiladi.

Fotosintez jarayoni zamburug'lar, bakteriyalar va boshqa mikroorganizmlarda ham bo'ladi.

Fotosintez jarayoni, asosan, Quyoshdan kelayotgan yorug'lik ta'sirida sodir bo'ladi. Kechasi elektr lampochka bilan kuchli yoritsak ham o'simlik barglarida fotosintez jarayoni deyarli sodir bo'lmaydi. Chunki lampochkadan tarqalayotgan nurning energiyasi Quyoshdan kelayotgan nurning energiyasidan kichikdir.

O'simliklar hosilining pishishi, ularning turli rangda bo'lishi ham yorug'likning ta'siri natijasidir.

Hayotning, yashash uchun sharoitning paydo bo'lishiga, iqlimning o'zgarishiga Quyoshdan kelayotgan yorug'lik energiyasi asosiy sababchidir. Darhaqiqat, hozirgi zamon fanining xulosasiga ko'ra, tirik jonzot bundan 4 milliard yil avval Yerdagi sharoitda uzoq davom etgan kimyoviy, biologik va fizik jarayonlarning natijasidir.



1. Yorug'likning kimyoviy ta'siri deganda nimani tushunasiz?
2. Nima sababdan ko'pgina kimyoviy moddalar yorug'lik tushmasligi uchun maxsus qora paketchalarga solinib, qorong'i joyda saqlanadi?
3. Fotosintez deb qanday jarayonga aytiladi? Fotosintez jarayoni qanday kechishini tushuntirib bering.
4. Nima uchun elektr lampochkaning yorug'ligi ta'sirida fotosintez yuz bermaydi?

### 34-§. GELIOTEXNIKA. O'ZBEKISTONDA QUYOSH ENERGIYASIDAN FOYDALANISH

Quyoshdan kelayotgan yorug'lik energiyasini issiqlik yoki elektr energiyasiga aylantirib, undan turli maqsadlarda foydalanish mumkin.



**Quyosh energiyasini boshqa turdagi energiyalarga aylantirib beruvchi qurilmalar *geliotexnik qurilmalar* deb, Quyosh energiyasidan foydalanish istiqbollari bilan shug'ullanadigan soha *geliotexnika* deb ataladi.**

Yunonchada «*Gelios*» — «*Quyosh*» demakdir.

Yer sirtiga yetib keladigan Quyosh nurlari juda katta issiqlik manbai hisoblanadi. Ana shu manbadan samarali foydalanish usullarini topish, turli qurilmalar, energiya manbalarini yaratish *geliotexnikaning asosiy vazifasi* hisoblanadi.

Ma'lumki, Quyosh Yer yuzini geografik kengliklar bo'yicha turlicha yoritadi. Yil davomida Yerning  $1 \text{ m}^2$  yuzasiga to'g'ri keladigan Quyosh energiyasi  $300 \text{ W/m}^2$  dan  $1340 \text{ W/m}^2$  gacha o'zgarib turadi. Markaziy Osiyo mamlakatlarida Quyosh energiyasidan foydalanish uchun geografik, optik va energetik jihatdan tabiiy sharoitlar bor. Chunonchi, iyun oyida yorug' kun uzunligi 16 soat, dekabrda esa 8–10 soatni tashkil etadi. Yozda oyiga 320–400 soat ochiq Quyosh nuri to'g'ri keladi. Bu joylarda geliotexnik qurilmalardan foydalanish natijasida ko'p miqdordagi yoqilg'i va boshqa manbalardan olinayotgan energiya tejalishi mumkin. Quyoshli O'zbekistonda geliotexnikadan samarali foydalanish imkoni katta.

O'zbekistonda Quyosh energiyasidan azaldan foydalanib kelingan. Odamlar qadimdan meva va sabzavotlarni Quyosh nurida quritib kelganlar. Masalan, uzumni oftobda quritib, eng yuqori sifatli mayizlar tayyorlangan. O'rik, qovun, olma, shaftoli va boshqalarni quritib, ularning qoqisi tayyorlangan.

Buyuk mutafakkirlarimiz Quyosh issiqligining Yer yuzida bo'ladigan hodisalarga aloqadorligi haqida fikr yuritganlar. Masalan, *Abu Ali ibn Sino* o'zining «*Donishnoma*» kitobida «Linzaning alanga oldirishiga sabab, uning bir tomondan kelayotgan nurlarni bir nuqtaga yig'ishidir. Bu nuqta kuchli yoritiladi va kuchli isiydi», deb yozadi.

Quyosh energiyasi bilan ishlaydigan geliotexnik qurilmalar XX asrning boshlarida qurila boshlangan. Bu davrda O'zbekistonda Quyosh energiyasi bilan ishlaydigan geliotexnik qurilmalar

(tamaki ekstraktini Quyosh nurida bug‘lantirish, tajribaviy issiqxonalar) barpo etildi.

Geliotexnika sohasida tadqiqotlarni olib borishga ham e‘tibor berila boshlandi. 1934- yilda Toshkentda **Geliotexnika laboratoriyasi** faoliyat ko‘rsata boshladi.

1943-yilda O‘zbekiston Fanlar akademiyasining Fizika-texnika institutida **Geliotexnika laboratoriyasi** tashkil etildi. Bu laboratoriyada olib borilgan tadqiqotlar asosida Quyosh energiyasidan foydalanib suv isitish qurilmalari, meva quritgichlar, pilla ivitgich va quritgichlar, oltingugurt ni suyultirish qurilmalari yaratildi.

1946-yilda Fizika-texnika institutida diametri 10 m li ko‘zgu-simon **paraboloid qurilma** barpo etildi. Quyosh energiyasini yig‘ib beradigan bu qurilmadan bug‘ va muz olish ishlarida foydalanildi.

1963-yilda O‘zbekiston Fanlar akademiyasining **Geofizika bo‘limi** tashkil etildi. Olib borilgan ilmiy tadqiqotlar asosida Quyosh nurini yig‘ish va undan foydalanishga mo‘ljallangan turli qurilmalar yaratildi. Masalan, yig‘ilgan Quyosh nuri ta‘sirida bemorlarni davolaydigan tibbiyot qurilmalari, qishloq xo‘jalik ekinlari urug‘lariga Quyosh nuri bilan ishlov beruvchi qurilmalar yaratildi.

Respublikamizda Quyosh energiyasidan foydalanish borasida ulkan yutuqlarga erishildi. 1960–1970-yillardayoq bu sohada olimlarimiz **U.O.Oripov, S.A.Azimov** va boshqalar asos solgan geliotexnika maktabi shakllangan edi.

1976-yilda **S.A.Azimov** tashabbusi bilan hukumatimiz qaroriga muvofiq O‘zbekiston Fanlar akademiyasining «**Fizika–Quyosh**» **ilmiy ishlab chiqarish birlashmasi** tashkil etildi. Bu birlashma tomonidan amaliy ahamiyatga ega bo‘lgan tadqiqotlar olib borilib, natijalari amaliyotga tatbiq qilindi. Yuqori foydali ish koeffitsiyentiga ega bo‘lgan Quyosh qurilmalari asosida ishlovchi suv nasoslari, tibbiyotda qo‘llaniladigan jihozlar, suv chuchituvchi qurilmalar, issiqxonalar, quritgichlar va sovitgichlar yaratildi va xalq xo‘jaligining turli sohalarida, ayniqsa, binolarni issiq suv bilan ta‘minlashda qo‘llanishga joriy etildi.

Quyosh energiyasidan yanada samarali foydalanish maqsadida 1987-yilda Toshkent viloyatining Parkent tumanida «Fizika–Quyosh» IChB ga qarashli issiqlik quvvati 1 MW bo‘lgan **Quyosh sandoni** barpo etildi. Bunday qurilma shu vaqtga qadar faqat Odeo (Fransiya) shahrida bor edi. Qurilmaning konsentratori fokus masofasi 18 m bo‘lgan paraboloid ko‘zgular sistemasidan iborat bo‘lib, uning o‘lchami 54×42 m ni tashkil etadi. Quyosh sandonida yig‘ilgan energiya issiqqa chidamli materiallarni olish, issiqqa va

ishqalanishga chidamli elektr izolatsiya xossalariga ega bo'lgan materiallar yaratishda foydalanilmoqda. Shuningdek, mahalliy xomashyo va sanoat chiqindilari negizida keramik issiqqa chidamli materiallar olish va ular asosida tibbiyot, energetika, neft va gaz, yengil sanoat uchun zarur buyumlar ishlab chiqarish texnologiyalarini yaratish kabi ilmiy-texnik ishlanmalar barpo etilmoqda. Quyosh sandoni yordamida aralashmalari bo'lmagan toza metallarni eritib olishga erishilmoqda.

Kosmik stansiyalardagi katta quvvatli qurilmalarda Quyosh energiyasidan foydalanilmoqda. Kichik quvvatli elektron qurilmalarda (mikrokalkulatorlar, soatlar, mobil telefon apparatlarda) ham fotoelementlardan foydalaniladi.

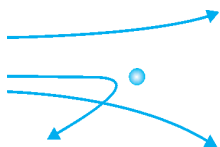
Quyosh energiyasidan foydalanish istiqbollidir. Quyosh energetikasi ekologik toza bo'lib, uning imkoniyatlari kattadir.



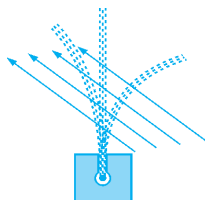
1. Qanday qurilmalar geliotexnik qurilmalar deb ataladi? Geliotexnika sohasi nimalarni o'rganadi?
2. Nima sababdan O'zbekiston hududi Quyosh energiyasidan foydalanish uchun qulay hudud hisoblanadi?
3. O'lkamizda qadimdan Quyosh energiyasidan qanday foydalanib kelingan?
4. O'zbekistonda geliotexnika sohasini rivojlantirish va undan amaliyotda foydalanish bo'yicha qanday ishlar amalga oshirilgan?

## VII BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

- Ryomer 1676-yilda birinchi bo'lib yorug'lik tezligini aniqlagan. Uning qiymati taqriban 215 000 000 m/s ga teng bo'lib chiqqan.
- Fizo tajribasida yorug'lik tezligi 313 300 000 m/s ga teng bo'lib chiqqan.
- Hozirgi zamon o'lchash natijalariga ko'ra, yorug'likning vakuumdagi tezligi 299792458 m/s ga teng.
- Yorug'likning kimyoviy ta'siri — yorug'lik ta'sirida moddalarda yuz beradigan kimyoviy o'zgarishlardir.
- Yorug'lik ta'sirida suv va karbonat angidrid ishtirokida o'simliklarda organik birikmalar hosil bo'lishi va havoga kislorod ajralib chiqish jarayoni fotosintez deb ataladi. Bu jarayon Yerdagi hayot zanjirining negizidir.
- Quyosh energiyasini boshqa turdagi energiyalarga aylantirib beruvchi qurilmalar geliotexnik qurilmalar deb, Quyosh energiyasidan foydalanish bilan shug'ullanadigan soha geliotexnika deb ataladi.
- Quyosh energetikasi ekologik toza bo'lib, uning imkoniyatlari bitmas-tuganmasdir.



## ATOM FIZIKASI ASOSLARI



**Atom fizikasi** atomning tuzilishi, uning xossalari o'rganadi. Mil. av. VI—V asrlarda yashagan **Demokritning** fikricha, bizga uzluksiz bo'lib ko'ringan jismlar haqiqatda bo'linmas mayda zarralardan, ya'ni *atomlardan* tashkil topgan. Demokritning mil. av. V—IV asrlarda aytgan bu fikri IX—X asrlargacha hukmron bo'lib keldi.

O'rta asrlarda yashab ijod etgan mutafakkirlar **Ar-Roziy**, **Abu Rayhon Beruniy** atomlar ham bo'linishi haqida fikr bildirganlar.

1897-yilda **J. Tomson** elektronni kashf qildi va *atom tarkibida elektronlar bor* degan farazni aytdi. 1911-yilda **E. Rezerford** atomning *planetar modelini* kashf qildi. 1913-yilda esa **N. Bor** vodorod atomi misolida *atom nazariyasini* yaratdi.

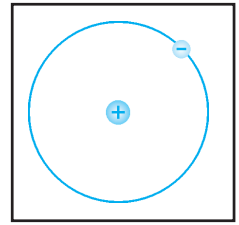
Atomning planetar modeli yaratilishi, turli moddalar atom yadrolarining massalari vodorod atomi massasiga karrali ekanligi, vodorod atomining yadrosi tajribada kuzatilishi (E. Rezerford, 1919—1920) protonni kashf qilishga olib keldi.

1932-yilda **D. Chedvik** neytronni kashf etgandan keyin yadro tarkibi ma'lum bo'ldi. Shu yili **D. Ivanenko** va **V. Geyzenberg** *yadro tuzilishining proton-neutron modelini* yaratdilar. 1938-yilda **O. Gan** va **F. Shtrasman** tomonidan *uran yadrosining sun'iy bo'linishi* kashf etildi. 1942-yilda **E. Fermi** rahbarligida *yadro reaktori* qurildi. Bu bilan yadro energiyasidan foydalanish imkoniyatlari tug'ildi.

XX asrning ikkinchi yarmidan boshlab turli mamlakatlarda atom va yadro fizikasi sohasida keng miqyosda tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Tadqiqot natijalari amaliyotda qo'llanilmoqda. Jumladan, yadro energiyasidan yoqilg'i sifatida foydalanilmoqda. Lazer nurlari, radioaktiv va radiatsion nurlanishlar texnik materiallarni ishlab chiqarishda, tibbiyot sohasida foydalanilmoqda.

O'zbekiston Fanlar akademiyasining **Yadro fizikasi institutida** ham yadro fizikasi sohasida ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda va natijalari amaliyotga tatbiq etilmoqda. Mazkur institut Yer yuzida yadro xavfsizligini ta'minlash masalalari bo'yicha *Atom Energiyasi Bo'yicha Xalqaro Agentlik* bilan faol hamkorlik qilmoqda.





## VIII bob

# ATOM VA YADRO TUZILISHI

### 35-§. ATOM TUZILISHI HAQIDA TUSHUNCHA

#### Atom tuzilishi haqidagi dastlabki ta'limotlar

Miloddan avvalgi 460—370-yillarda yashagan buyuk grek mutafakkiri **Demokrit** tabiatdagi barcha narsalar juda kichik zarralardan — «atom»lardan tashkil topgan va atom bo'linmaydi, deb aytgan.

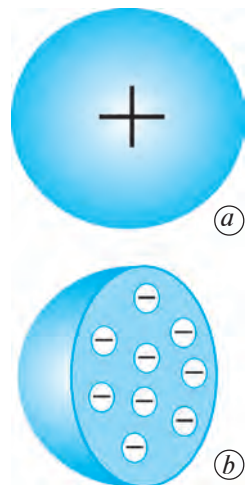


**Atom so'zi grekchadan olingan bo'lib, «bo'linmas» degan ma'noni bildiradi.**

O'rta asrlarda yashab ijod etgan Markaziy Osiyodan yetishib chiqqan buyuk mutafakkirlar ham atom tuzilishi haqida turli fikrlarni aytib, atom tuzilishi haqidagi hozirgi zamon ta'limotiga katta hissa qo'shganlar. Jumladan, 865—925-yillarda yashagan **Abu Bakr ar-Roziy** atomlar bo'linadigan zarrachalar bo'lib, ularning ichi bo'shliq va mayda bo'lakchalardan iborat bo'ladi, degan fikrni aytgan. Ar-Roziy atomlar doimo harakatda va ular orasida o'zaro ta'sir kuchlari mavjud deb hisoblagan.

XX asrga kelib olimlar atomning bo'linishi mumkinligi va u murakkab tuzilishga ega ekanligiga ishonch hosil qilganlar. Olimlar atom tuzilishi haqida turli modellarni ilgari surganlar. Ulardan birinchisi 1903-yilda ingliz fizigi **J. Tomson** (1856—1940) taklif etgan modeldir.

Tomsonning fikriga ko'ra, atomning musbat zaryadi atomning butun hajmini egallaydi va bu hajmda bir xil zichlik bilan taqsimlangan (74-a rasm). Eng oddiy atom bo'lmish vodorod atomi radiusi  $10^{-8}$  sm bo'lgan musbat zaryadli shardan iborat bo'lib, bu sharning ichida elektronlar joylashgan. Yanada murakkabroq bo'lgan atomlarda



74-rasm

musbat zaryadlangan shar ichida bir nechta elektron bo'ldi. Bunday fikrga asosan atomni keksga o'xshatish va elektronlarni undagi mayiz singari joylashgan deyish mumkin (74-b rasm).

Tomson modelini quyidagicha umumlashtirish mumkin:



**Atom musbat zaryadlangan shar shaklida bo'lib, zaryadi shar hajmi bo'yicha bir xil taqsimlangan. Bu sharning ichida elektronlar joylashgan.**

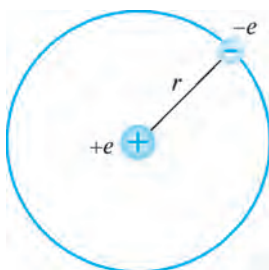
Tomson atom tuzilishi bo'yicha katta yangilik kiritdi. Atom musbat va manfiy zaryadlangan zarralardan tashkil topganligi haqidagi Tomsonning fikrlari to'g'ri. Lekin atom musbat zaryadlangan shar, uning ichida manfiy zaryadli elektronlar joylashganligi haqidagi fikrlari Rezerford tajribalarida o'z tasdig'ini topmadi.

### Atomning planetar modeli

Buyuk ingliz fizigi **E.Rezerford** o'z shogirdlari (**Geyger, Marsden**) bilan 1908-yildan boshlab atom tuzilishini o'rganish bo'yicha qator tajribalar o'tkazdi.



Ernest Rezerford  
(1871–1937)



75-rasm

Rezerford tajribalari natijalaridan atomning planetar modeli bevosita kelib chiqadi. Atom markazida uning deyarli barcha massasi yig'ilgan musbat zaryadli yadro joylashgan. Elektronlar yadro atrofida doimiy ravishda harakatda bo'ldi. Elektronlar yadro bilan elektr ta'sirda bo'ldi. Elektronlar yadro atrofida xuddi Quyosh atrofida sayyora (planeta)lar aylangani kabi aylanadi. Masalan, vodorod atomida yadro atrofida faqat bitta elektron aylanib yuradi (75-rasm). Vodorod atomi yadrosining zaryadi qiymati jihatidan elektron zaryadiga teng, massasi esa elektron massasidan 1836,3 marta kattadir. Atomning o'lchami  $10^{-8}$  sm atrofida bo'lib, u elektron orbitasining diametri bilan o'lchanadi. Atom yadrosining diametri esa  $10^{-12}$ – $10^{-13}$  sm tartibdadir. Bundan yadro elektrondan 10000–100000 marta kichik ekanligi ma'lum bo'ldi.

1911-yilda Rezerford tomonidan e'lon qilingan **atom tuzilishining planetar modeli** quyidagidan iborat:



**Atom markazida musbat zaryadli yadro joylashgan bo'lib, yengil elektronlar uning atrofida aylanadi. Atomning deyarli hamma massasi yadroda to'plangan.**



1. «Atom» so'zi qayerdan kelib chiqqan?
2. Atom tuzilishi haqida ar-Roziyning fikri qanday bo'lgan?
3. Atom tuzilishining Tomson modeli nimadan iborat? Bu modelni 75-rasmdan tushuntirib bering.
4. Tomson modelining qaysi g'oyalari haqiqatga yaqin va qaysi g'oyasi Rezerford tajribasida tasdiqlanmagan?
5. Atomning planetar modeli nimadan iborat?
6. Kimyoviy elementlar davriy sistemasidagi elementlar misolida atomning planetar modelini tahlil qilib bering.

## 36-§. ATOM YADROSINING TUZILISHI

### Proton

Vodorod atomining yadrosi atrofida 1 ta elektron aylanib yuradi. Uning yadrosi musbat zaryadli bo'lib, uning qiymati elektron zaryadiga teng bo'ladi.



**Vodorod atomining yadrosi *proton* deb olingan va *p* harfi bilan belgilangan.**

Ma'lumki, elektr zaryadning eng kichik qiymati — elementar zaryad bo'lib, uning qiymati deb  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C ga teng. Bitta elektron zaryadi  $-e$  bilan, bitta proton zaryadi esa  $+e$  deb olingan.

Elektronning massasi  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg ga, protonning massasi  $m_p = 1,671 \cdot 10^{-27}$  kg ga teng.



**Proton atom yadrosi tarkibidagi zarra bo'lib, uning zaryadi  $+1,6 \cdot 10^{-19}$  C ga, massasi esa  $1,671 \cdot 10^{-27}$  kg ga teng, ya'ni elektron massasidan 1836,3 marta katta.**

Kimyoviy elementlar davriy sistemasidagi element tartib raqami nechanchi bo'lsa, ya'ni yadrosi atrofida nechta elektron aylanib yurgan bo'lsa, uning atomi yadrosidagi protonlar soni ham shuncha bo'ladi. Masalan, 2-tartib raqamli geliy (He) atomi yadrosida 2 ta, 8-tartib raqamli kislorod (O) atomi yadrosida 8 ta, 92-tartib raqamli uran (U) atomi yadrosida esa 92 ta proton bor.

Yadrosining zaryadi  $2e$  bo'lgan neytral atomda 2 ta elektron bo'ladi. Ixtiyoriy olingan kimyoviy davriy sistemadagi  $Z$  raqamli element yadrosining zaryadi  $Ze$  bo'lib, bu neytral atomda  $Z$  ta elektron bo'ladi.

### Yadro tuzilishining proton-neytron modeli

*E.Rezerford, A.Bekkerel, Mariya va Pyer Kyurilar, Iren va Frederik Kyurilar* atom yadrosini tatqiq qilish bo'yicha keng miqyosda ish olib bordilar, ular bir qator kimyoviy elementlarni kashf qildilar. 1932-yilda ingliz fizigi **D.Chedvik** o'zidan oldingi olimlar va o'zi tomonidan o'tkazgan tajribalar asosida atom yadrosida protondan tashqari yana bir og'ir zarra — neytron zarrasi mavjud bo'lishini kashf etdi.



**Neytron zaryadsiz zarra bo'lib,  $n$  harfi bilan belgilanadi. Uning massasi elektron massasidan 1838,6 marta katta, ya'ni  $1,673 \cdot 10^{-27}$  kg ga teng.**

Neytron so'zi *neytral*, ya'ni *zaryadsiz* degan ma'noni bildiradi. Neytron kashf etilgandan so'ng rus fizigi **D.Ivanenko** va nemis olimi **V.Geyzenberg** yadro tuzilishining proton-neytron modelini taklif qildilar.



**Proton-neytron modeliga ko'ra, atom yadrosi proton va neytronlardan tarkib topgan.**

Har bir element yadrosidagi protonlar soni shu elementning kimyoviy elementlar davriy sistemasidagi atom raqami  $Z$  ga teng. Atom yadrosidagi neytronlar soni  $N$  bilan belgilanadi.



**Yadrodagi  $Z$  protonlar va  $N$  neytronlar sonining yig'indisi *massa soni* deb ataladi va  $A$  harfi bilan belgilanadi.**

Ya'ni:

$$A = Z + N.$$

Yadrodagi protonlar va neytronlar umumiy holda **nuklonlar** deb, massa soni  $A$  **nuklonlar soni** deb ham ataladi.

Atom yadrosi, xususan, uni tashkil etgan proton va neytron haqida to'liqroq tasavvurga ega bo'lish uchun ularning elektronga nisbatan qiyosiy tahlilini jadval ko'rinishida keltiraylik (14-jadval).

Zarra	Belgisi	Zaryadi	Massasi
Elektron	$e$	$q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Proton	$p$	$q_p = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	$m_p = 1836,3 m_e = 1,671 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Neytron	$n$	$q_n = 0$	$m_n = 1838,6 m_e = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Jadvaldan ko‘rish mumkinki, protonning massasi  $m_p$  va neytronning massasi  $m_n$  bir-biriga yaqin bo‘lib, taqriban 1 m.a.b. ga teng deb olish mumkin ( $1 \text{ m.a.b.} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ). Atomdagi elektronlar massasi yadro massasidan juda kichik. Shuning uchun yadroning massa sonini elementning butun songacha yaxlitlangan nisbiy atom massasiga teng deb olish mumkin.

Vodorod yadrosi faqat bitta protondan iborat ( $Z = 1$ ), unda neytron yo‘q ( $N = 0$ ), massa soni  $A = 1$ . Geliy yadrosi 2 ta proton ( $Z = 2$ ) va 2 ta neytron ( $N = 2$ ) dan iborat bo‘lgani uchun massa soni  $A = 4$ . Boshqa kimyoviy elementlar yadrolarini ham shunday tahlil qilib chiqish mumkin (15-jadval).

#### Ayrim kimyoviy elementlar yadrolaridagi nuklonlar haqida ma‘lumot

Tartib raqami	Nomi	Belgilanishi	Z	N	A	Tartib raqami	Nomi	Belgilanishi	Z	N	A
3	Litiy	${}^7_3\text{Li}$	3	4	7	17	Xlor	${}^{35}_{17}\text{Cl}$	17	18	35
4	Berilliy	${}^9_4\text{Be}$	4	5	9	50	Rux	${}^{119}_{50}\text{Sn}$	50	69	119
6	Uglerod	${}^{12}_6\text{C}$	6	6	12	79	Oltin	${}^{197}_{79}\text{Au}$	79	118	197
8	Kislorod	${}^{16}_8\text{O}$	8	8	16	88	Radiy	${}^{226}_{88}\text{Ra}$	88	138	226
11	Natriy	${}^{23}_{11}\text{Na}$	11	12	23	92	Uran	${}^{238}_{92}\text{U}$	92	146	238

Bir xil kimyoviy elementda protonlar soni bir xil, lekin neytronlar soni har xil, binobarin, massa soni ham har xil bo‘lishi mumkin. Masalan, kislorodning  ${}^{15}_8\text{O}$  izotopi uchun  $Z = 8$ ,  $N = 8$ ,  $A = 16$ ,  ${}^{16}_8\text{O}$  izotopi uchun esa  $Z = 8$ ,  $N = 7$ ,  $A = 15$ . Shunga o‘xshash, uranning  ${}^{238}_{92}\text{U}$  izotopi uchun  $Z = 92$ ,  $N = 146$ ,  $A = 238$ ,  ${}^{235}_{92}\text{U}$  izotopi uchun esa  $Z = 92$ ,  $N = 143$ ,  $A = 235$ .



**Nuklonlar soni bilan farqlanuvchi bir xil kimyoviy elementning turlari izotoplar deyiladi.**



1. Proton deb qanday zarraga aytiladi va u qanday belgilanadi?
2. Protonning elektr zaryadi va massasi nimaga teng?
3. Neytron deb qanday zarraga aytiladi va u qanday belgilanadi?
4. Neytronning protondan farqi nimadan iborat?
5. Yadro tuzilishining proton-neutron modeli nimadan iborat?
6. Massa soni (nuklonlar soni) deb nimaga aytiladi va u qanday ifodalanadi?
7. 15-jadvalni tahlil qiling va fikr-mulohazalaringizni ayting.



1. Geliy, litiy va kislorod elementlari atomlarining protonlari massalarini aniqlang. Ularning protonlarining massalari elektronlar massasidan necha marta katta?
2. Uglerod, natriy va xlor elementlarining protonlari zaryadining qiymatini toping.
3. Azot, temir va uran elementlarining har bir protonlari massasini va zaryadining qiymatini aniqlang.
4. Kislorodning  $^{15}_8\text{O}$  izotopi  $^{16}_8\text{O}$  izotopidan, uranning  $^{235}_{92}\text{U}$  izotopi  $^{238}_{92}\text{U}$  izotopidan qanday farq qiladi? Ularning har biri atomida nechtdan elektron bor?
5. Mendeleevning kimyoviy elementlar davriy sistemasidan foydalanib, azot, kumush, fermiy elementlari atomlaridagi elektronlar, protonlar va neytronlar sonini aniqlang.
6. Kislorodning  $^{15}_8\text{O}$ ,  $^{16}_8\text{O}$  izotoplari va uranning  $^{235}_{92}\text{U}$ ,  $^{238}_{92}\text{U}$  izotoplari yadrolarining massalarini toping.

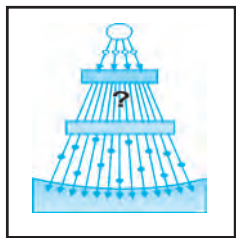
### VIII BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

- Buyuk yunon mutafakkiri Demokrit tabiatdagi barcha narsalar juda kichik zarralardan — «atom»lardan tashkil topgan va atom bo‘linmaydi, deb aytgan. *Atom* so‘zi grekchadan olingan bo‘lib, *bo‘linmas* degan ma‘noni bildiradi.
- Atom tuzilishining Tomson modeli: Atom — bu musbat zaryadlangan shar bo‘lib, uning ichida ora-sira manfiy zaryadli elektronlar joylashgan. Elektronlar zaryadining yig‘indisi atomning musbat zaryadiga teng va atom bir butun holda elektr neytraldir.
- Rezerford tomonidan taklif etilgan atom tuzilishining planetar modeli: Atom markazida musbat zaryadli yadro joylashgan bo‘lib, elektronlar uning atrofida aylanadi. Atomning deyarli hamma massasi yadroda to‘plangan.
- Vodorod atomining yadrosi proton deb olingan va *p* harfi bilan belgilangan.
- Proton atom yadrosidagi zarra bo‘lib, zaryadi  $+1,6 \cdot 10^{-19}$  C ga, massasi esa  $1,671 \cdot 10^{-27}$  kg ga teng. U elektrondan 1836,3 marta katta massaga ega.

- Neytron zaryadsiz zarra bo'lib,  $n$  harfi bilan belgilanadi. Uning massasi elektron massasidan 1838,6 marta katta, ya'ni  $1,673 \cdot 10^{-27}$  kg ga teng.
- Proton-neytron modeliga ko'ra, atom yadrosi protonlardan va neytronlardan tarkib topgan.
- Yadrodagi  $Z$  protonlar va  $N$  neytronlar sonining yig'indisi massa soni deb ataladi va  $A$  harfi bilan belgilanadi.
- Nuklonlar soni bilan farqlanuvchi bir xil kimyoviy elementning turlari izotoplar deyiladi.

## VIII BOBNI TAKRORLASH UCHUN SAVOL VA MASALALAR

1. Demokritning moddalarning tuzilishi to'g'risidagi ta'limoti nimadan iborat bo'lgan?
2. Markaziy Osiyodan yetishib chiqqan mutafakkirlarning atomning tuzilishi haqidagi fikrlari haqida nimalarni bilasiz?
3. Atom tuzilishining Tomson modelining ahamiyati nimadan iborat?
4. Atom tuzilishini o'rganish borasida Rezerfordning xizmati nimadan iborat?
5. Atom tuzilishining Rezerford modeli nima uchun «Atomning planetar modeli» deb ataladi?
6. Atom nimalardan tashkil topgan?
7. Yadro tarkibi qanday zarralardan iborat?
8. Elektron, proton va neytron bir-biridan qanday farq qiladi? Ularning har bir zaryadi va massalarini aytib bering.
9. Izotop deb nimaga aytiladi? Ularga misollar keltiring.
10. Neon izotoplari  ${}^{20}_{10}\text{Ne}$ ,  ${}^{21}_{10}\text{Ne}$  va  ${}^{22}_{10}\text{Ne}$  ning tarkibi qanday?
11. Berilliy, uglerod va xlor elementlari atomlarining protonlari massalarini aniqlang. Ularning protonlari massalari elektronlar massasidan necha marta katta?
12. Geliy, kaliy va temir elementlarining protonlari zaryadining qiymatini toping.
13. Bor, neon va qo'rg'oshin elementlarining har bir protonlari massasini va zaryadining qiymatini aniqlang.
14. Neonning  ${}^{21}_{10}\text{Ne}$  izotopi  ${}^{20}_{10}\text{Ne}$  izotopidan, aluminiyning  ${}^{27}_{13}\text{Al}$  izotopi  ${}^{26}_{13}\text{Al}$  izotopidan qanday farq qiladi? Ularning har bir atomida nechtdan elektron bor?
15. Mendeleyevning kimyoviy elementlar davriy sistemasidan foydalanib, geliy, temir, mis, oltin, poloniy elementlari atomlaridagi elektronlar, protonlar va neytronlar sonini aniqlang.
16. Kislorodning  ${}^{15}_8\text{O}$ ,  ${}^{16}_8\text{O}$  izotoplari va uranning  ${}^{235}_{92}\text{U}$ ,  ${}^{238}_{92}\text{U}$  izotoplari yadrolarining massalarini toping.



## IX bob

# YADRO ENERGIYASI VA UNDAN FOYDALANISH

### 37-§. YADRO ENERGIYASI HAQIDA TUSHUNCHA

#### Yadroning bog‘lanish energiyasi

Atom yadrolari juda barqarordir. Yadrodagi proton va neytronlarni yadro ichida qandaydir juda katta kuchlar tutib turadi.

Shu vaqtgacha ikki xil kuchlarni — gravitatsion va elektromagnit kuchlar mavjudligini bilamiz. Gravitatsion kuchlar ulkan massali jismlar orasidagi o‘zaro ta’sirda katta qiymatga ega. Lekin mikrozzarralar uchun gravitatsion kuchlar nihoyatda kichikdir.

Elektromagnit kuchlar ta’sirida bir xil zaryadli protonlar bir-biridan itariladi. Shunga qaramay ular yadroda mustahkam ushlab turiladi. Masalan, uran atomida bir xil zaryadli 92 ta protonning mujassamlashganini qanday tushunish mumkin? Undan tashqari, uran  ${}_{92}^{238}\text{U}$  yadrosidagi zaryadsiz 146 ta neytronni bir joyda tutib turish uchun elektromagnit kuchlarning ahamiyati yo‘q. Demak, bu kuchlar elektromagnit kuchlar ham emas.



**Yadrodagi protonlar va neytronlarni, ya’ni nuklonlarni tutib turuvchi kuchlar yadro kuchlari deb ataladi.**

Yadro kuchlari elektromagnit kuchlardan taxminan 100 marta katta bo‘lib, u protonlarning elektr zaryadiga bog‘liq emas. Bu kuchlar tabiatda mavjud bo‘lgan kuchlarning eng qudratlisidir. Yadrodagi bir xil zaryadli protonlar orasidagi elektromagnit tortish kuchlar yadro kuchlarini yengishga zaiflik qiladi. Shuning uchun yadro nuklonlarining o‘zaro ta’siri *kuchli o‘zaro ta’sir* deb ham ataladi.

Yadro kuchlari juda yaqin masofada ta’sir qiladi.  $10^{-14}$ — $10^{-15}$  m tartibdagi masofalardagina yadro kuchlari namoyon bo‘ladi.

Yadrodagi nuklonlarni bir-biridan ajratib yuborish uchun nihoyatda katta energiya zarur bo‘ladi. *Yadroning bog‘lanish energiyasi* deb nomlangan bu energiya yadro fizikasida juda muhim ahamiyatga egadir.





**Yadroni alohida nuklonlarga batamom parchalab yuborish uchun zarur bo'lgan energiya *yadroning bog'lanish energiyasi* deb ataladigan energiyaga tengdir.**

Energiyaning saqlanish qonuniga muvofiq alohida zarralardan ma'lum bir element yadrosi hosil bo'lishida bog'lanish energiyasiga teng bo'lgan energiya ajralib chiqadi. Yadroning bog'lanish energiyasi nihoyatda katta ekanligini quyidagi misoldan baholash mumkin. Atomdan 1 ta elektronni ajratib olish uchun kerak bo'lgan energiya  $\varepsilon$  bo'lsa, yadroga nuklonlardan birini ajratib olish uchun taxminan 20000  $\varepsilon$  energiya kerak. 1 g geliy hosil bo'lishida taxminan 6 tonna toshko'mir yonganda ajraladigan energiyaga teng bo'lgan energiya ajraladi. Bunda *yadro reaksiyalari* deb ataluvchi reaksiyalar muhim o'rin tutadi.



**Atom yadrolarining elementar zarralar (proton, neytron va boshqalar) bilan yoki bir-biri bilan o'zaro ta'sirda boshqa yadrolarga aylanishi *yadro reaksiyalari* deb ataladi.**

Neytronning kashf etilishi yadro reaksiyalarini tadqiq qilishda burilish bosqichi bo'ldi.

### Yadroning zanjir reaksiyasi haqida tushuncha

1938-yilda nemis olimlari **O. Gan** va **F. Shtrassman** neytron ta'sirida *uran yadrosining bo'linishini* kashf etdilar. Uranning  ${}^{235}_{92}\text{U}$  izotopi neytronlar bilan bombardimon qilinganda uran ikkiga bo'linib, kripton (Kr) va bariy (Ba), stronsiy (Sr) va ksenion (Xe) kabi elementlar hosil bo'ladi. Shu bilan birga, reaksiya natijasida 2—3 ta neytron va 200 MeV atrofida energiya ajralib chiqadi.

1 ta neytron ta'sirida uranning bo'linishi natijasida hosil bo'lgan 2—3 ta neytron boshqa 2—3 ta uranda yadro reaksiyasini amalga oshiradi. Bu 2—3 ta uranning bo'linishida esa 4—9 ta neytron ajralib chiqadi. Ular o'z navbatida 4—9 ta uranda yadro reaksiyasini vujudga keltiradi va hokazo. Shu tariqa juda qisqa vaqt ichida bo'linayotgan yadrolar soni zanjir tarzida keskin ortadi.



**Neytron ta'sirida yadrolarning o'z-o'zidan rivojlanuvchi bo'linish reaksiyasi *yadroning bo'linish zanjir reaksiyasi* deb ataladi.**

Zanjir reaksiyasi paytida ko'p energiya ajraladi. 1 g urandagi barcha yadrolar to'liq bo'linganda  $2,3 \cdot 10^4$  kW·h energiya ajraladi. Bu 10 t ko'mir yonganda ajraladigan energiyaga teng.



1. Yadro kuchlari deb qanday kuchlarga aytiladi?
2. Nima uchun yadro kuchlari tabiatdagi mavjud kuchlardan eng kuchlisi hisoblanadi?
3. Yadroning bog'lanish energiyasi deb qanday energiyaga aytiladi?
4. Yadro reaksiyalari deb qanday reaksiyalarga aytiladi?
5. Yadroning bo'linish zanjir reaksiyasi nimadan iborat?

### 38-§. YADRO ENERGIYASIDAN FOYDALANISH

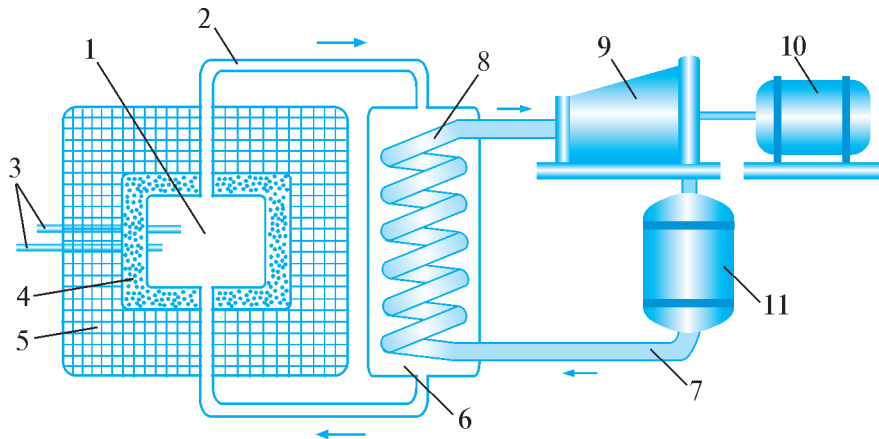
#### Yadro reaktori



**Yadroning bo'linish zanjir reaksiyasi boshqariladigan qurilma yadro reaktori deb ataladi.**

Yadro reaktorining asosiy qismi yadro yoqilg'isi va neytronlarni sekinlatgich (1), reaktor ishlaganda ajraladigan issiqlikni olib ketuvchi issiqlik eltgich (2) va reaksiya tezligini boshqaruvchi sterjenlar (3) dan iborat (76-rasm). Reaktordagi boshqaruvchi sterjenlar neytronlarni yaxshi yutuvchi moddalar — bor va kadmiydan tayyorlanadi.

Uraning  $^{235}_{92}\text{U}$  izotopi yadrolari tezligi sust bo'lgan neytronlarni yaxshi yutadi. Shuning uchun yadro reaksiyasi paytida hosil bo'ladigan tez neytronlar og'ir suv yoki grafit yordamida sekinlatiladi. Og'ir suv ( $\text{D}_2\text{O}$ ) — bu deyteriyning kislorod bilan



76-rasm

birikshidan hosil bo'lgan suv. Oddiy vodorod ( $^1_1\text{H}$ ) yadrosida faqat bitta proton bo'lsa, uning izotopi — deyeriy ( $^2_1\text{D}$ ) da bitta proton dan tashqari bitta neytron ham bo'ladi.

Yadro reaktorining yadro yoqilg'isi joylashgan kamera qaytargich (4) bilan o'ralgan. Radiatsiya tashqariga chiqmasligi uchun reaktorning himoya qobig'i (5) xizmat qiladi.

Uran yadrosining bo'linish reaksiyasini boshqaruvchi qurilma — yadro reaktori birinchi marta 1942-yilda AQSH da **E.Fermi** rahbarligidagi olimlar tomonidan yaratilgan.

1946-yilda sobiq Sovet Ittifoqida birinchi yadro reaktori **I.Kurchatov** boshchiligidagi olimlar tomonidan yaratilib ishga tushirilgan.

Yadro energiyasidan atom elektr stansiyalarida (AES), kosmik raketalarni uchirishda, suv osti kemalarida, ulkan kemalarda va boshqa maqsadlarda foydalaniladi.

Yadro reaktorida hosil bo'lgan juda ko'p energiya issiqlik eltuvchi (2) orqali turli qurilmalarning ishchi qismiga uzatiladi. Masalan, AES larda yadro reaktorida ajraladigan energiya issiqlik eltgich orqali bug'generator (6) ni isitadi. Bug'generator quvurning bir tomonidan kelayotgan suv (7) ni bug'ga aylantirib turadi. Quvurning ikkinchi uchidan chiqayotgan bug' (8) turbina (9) ni aylantiradi va generator (10) elektr toki hosil qiladi. Turbinada sovigan bug' kondensator (11) da kondensatsiyalangan suv shaklida yana bug'generatorga uzatiladi.

Turli mamlakatlarda 500—6000 MW quvvatli AES lari ishlab turibdi. AES lar organik yoqilg'i bilan ishlovchi issiqlik elektr stansiyalaridan qator afzalliklarga ega. Yoqilg'ini tashishga transport xarajatlari ko'p sarflanmaydi. Atmosferadagi kislorodni sarflamaydi, muhitni tutun kuli va boshqa yonish mahsulotlari bilan ifloslamaydi. Shu bilan birga, AES larning xavfli tomoni ham bor. Undan to'g'ri foydalanmaslik natijasida tevarak-atrofga radioaktiv nurlanishlar tarqalishi mumkin.

Boshqarilmaydigan yadro zanjir reaksiyalari **yadro quroli** bo'lgan atom bombalarida amalga oshiriladi. Bunda neytron ta'sirida yadro zanjir reaksiyasi natijasida ulkan energiya bir onda ajraladi va portlash sodir bo'ladi. Portlovchi modda sifatida uran  $^{235}_{92}\text{U}$  va plutoniy  $^{239}_{94}\text{Pu}$  ishlatiladi. Aytib o'tish joizki, tabiatda uchraydigan



Igor Kurchatov  
(1903—1960)

uranning 99,274% ini  $^{235}_{92}\text{U}$  izotopi, 0,720% ini  $^{238}_{92}\text{U}$  izotopi, qolgan 0,006% ini boshqa izotoplar tashkil etadi.  $^{239}_{94}\text{Pu}$  yadro reaktorlari yordamida  $^{238}_{92}\text{U}$  dan olinadi.

Yadro quroli nihoyatda xavfli bo'lib, atom bombasi portlaganda temperatura 10 000 000°C dan ortadi. Bunday paytda bosim ham bir zumda haddan tashqari ortib ketadi. Natijada juda ulkan portlash to'liqini vujudga keladi. Shu vaqtning o'zida kuchli nurlanish yuz beradi.

Dunyo mamlakatlarida yadro qurollari sinovini taqiqlash, ular ustidan nazoratni kuchaytirish, bunday qirg'in qurolini hech qachon qo'llamaslik uchun harakatlar olib borilmoqda.

1968-yil 1-iyulda yadro quroliga ega bo'lgan davlatlar, shuningdek, ko'pgina yirik davlatlar o'rtasida «Yadro qurolini tarqatmaslik to'g'risidagi shartnoma» tuzildi. Ushbu Xalqaro shartnoma 1995-yil 11-mayda 178 mamlakat tomonidan cheklanmagan muddatga uzaytirildi.

1995-yil 11-aprelda yadro quroliga ega bo'lgan 5 ta davlat Birlashgan Millatlar Tashkiloti (BMT) Xavfsizlik Kengashining maxsus rezolutsiyasiga muvofiq yadro qurolini shartnomaga imzo chekkan davlatlarga qarshi qo'llamaslik majburiyatini olgan.

Markaziy Osiyo yadro qurolidan xoli zona deb e'lon qilingan.



1. Yadro reaktori deb qanday qurilmaga aytiladi?
2. Yadro reaktorining tuzilishi va ishlashini tushuntirib bering.
3. AES ning afzallik tomonlarini tushuntirib bering.
4. Atom bombalarida portlash qanday sodir bo'ladi?
5. Yadro qurolidan foydalanmaslik haqida qanday tadbirlar amalga oshirilgan?

### 39-§. O'ZBEKISTONDA YADRO FIZIKASI TARAQQIYOTI

O'zbekistonda yadro fizikasi sohasi 1950-yillarda *Toshkent Davlat universitetida* (hozirda *O'zbekiston Milliy universitetida*) shakllanib, tez sur'at bilan rivojlana boshladi.

Akademiklar *I.V.Kurchatov* va *U.O.Orifovning* tashabbusi bilan Hukumat qaroriga binoan 1956-yilda O'zbekiston FA ning *Yadro fizikasi instituti* tashkil etildi. 1957-yildan boshlab yadro reaktori, siklotron, tajriba ustaxonasi qurila boshlandi. 1959-yilda quvvati 2 MW bo'lgan yadro reaktori ishga tushirildi. 1960–64-yillarda siklotron ishga tushirilib, radioaktiv izotoplar ishlab

chiqarila boshlandi. 1980-yilda yadro reaktori rekonstruksiya qilinib, quvvati 10 MW ga yetkazildi.

Institutda radioaktiv izotoplar ishlab chiqarishga ixtisoslashgan «Radiopreparat» va «Tezlatkich» shoʻba korxonalari, konstruktorlik byurosiga ega boʻlgan tajriba zavodi, ogʻir ionlar fizikasi boʻlimi tashkil etildi.

Olib borilayotgan tadqiqotlar *yadro fizikasi, radiatsiyaviy qattiq jism fizikasi va materialshunoslik, aktivatsion tahlil va radiokimyo, ilmiy asbobsozlik* hamda *informatsion texnologiyalari* yoʻnalishlarini qamrab olgan. Bu yoʻnalishlarning har birida olib borilgan tadqiqotlar nazariy jihatdangina emas, amaliy jihatdan ham ahamiyatga ega boʻlmoqda. Jumladan, metallar, konstruksion materiallar va yarimoʻtkazgichlar, dielektriklar, keramikalar, optik, kompozitsion va yuqori temperaturali oʻta oʻtkazgich materiallarning radiatsiya fizikasi, kristallar tuzilishi, radiatsiya texnologiyasi, kristallardagi nuqsonli holatlar va ularni matematik modellash-tirish boʻyicha tadqiqot natijalari belgilangan parametrdagi materiallarni ishlab chiqarishda qoʻllanilmoqda.

Yadro fizikasi institutida olib borilgan tadqiqotlardan olingan natijalar tibbiyotda, neftni qayta ishlash, togʻ-kon metallurgiya kombinatlarida, qishloq xoʻjalik, ekologiya, farmatsevtika, zargarlik, elektrotexnika, materialshunoslik yoʻnalishlari boʻyicha ishlayotgan respublika korxonalari, muassasalari va tashkilotlarida qoʻllanilmoqda.

Yadro fizikasi sohasida olib borilgan yirik tadqiqot ishlari natijalariga koʻra akademik **S.A.Azimov** va boshqalar (yuqori energiyalar fizikasi sohasida), akademik **R.B.Bekjonov** va boshqalar (atom yadrosi fizikasi sohasida), akademik **P.Q. Habibullayev** va boshqalar (amaliy yadro fizikasi sohasida) Beruniy nomidagi Oʻzbekiston Davlat mukofotiga sazovor boʻlgan.

Oʻzbekiston olimlari yadro fizikasi sohasidagi tadqiqotlarni olib borishda koʻpgina xorijiy mamlakatlar tadqiqot markazlari bilan faol hamkorlik qilmoqdalar. Bu markazlar jumlasiga Yevropa yadro tadqiqot markazi (Jeneva, Shveysariya), Fermi nomidagi tezlatgichlar ilmiy laboratoriyasi (Bataviya, Illinoys, AQSH), Oʻta oʻtkazuvchi superkollayderi laboratoriyasi (Dallas, Texas, AQSH), «Triumf» tezlatkich markazi (Kanada), Argon va Sandiya ilmiy laboratoriyasi (AQSH), Yadro tadqiqotlari birlashgan instituti (Dubna, Rossiya) kiradi. Shu bilan bir qatorda, yadro fizikasi sohasida AQSH, Germaniya, Rossiya, Fransiya, Shvetsiya, Italiya, Belgiya, Yaponiya, Polsha, Chexiya, Koreya va boshqa

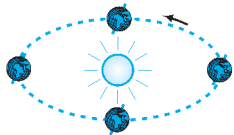
mamlakatlarning tadqiqot markazlari va universitetlari bilan hamkorlik ishlari yoʻlga qoʻyilgan.



1. Oʻzbekistonda yadro fizikasi sohasidagi tadqiqot ishlari qachondan boshlab shakllana borgan?
2. Oʻzbekiston Fanlar akademiyasi Yadro fizikasi instituti qachon va kimlar tashabbusi bilan tashkil etilgan?
3. Yadro fizikasi institutida olib borilayotgan tadqiqot ishlari haqida nimalarni bilasiz?
4. Oʻzbekistonda yadro fizikasi sohasida tadqiqot ishlarini olib borishdagi xalqaro aloqalar haqida soʻzlab bering.

## IX BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

- Yadrodagi protonlar va neytronlarni, yaʼni nuklonlarni tutib turuvchi kuchlar yadro kuchlari deb ataladi.
- Yadroni alohida nuklonlarga batamom parchalab yuborish uchun zarur boʻlgan energiya yadroning bogʻlanish energiyasi deb ataladi.
- Atom yadrolarining elementar zarralar (proton va boshqalar) bilan yoki bir-birlari bilan oʻzaro taʼsirda boshqa yadrolarga aylanishi yadro reaksiyalari deb ataladi.
- Neytron taʼsirida yadrolarning oʻz-oʻzidan rivojlanuvchi boʻlinish reaksiyasi yadroning boʻlinish zanjir reaksiyasi deb ataladi.
- Yadroning boʻlinishi boshqariladigan yadro reaktorida amalga oshiriladi.
- Uran yadrosining boʻlinish reaksiyasini boshqaruvchi qurilma – yadro reaktori birinchi marta 1942-yilda AQSH da Enriko Fermi rahbarligidagi olimlar tomonidan yaratilgan.
- Yadro energiyasidan atom elektr stansiyalarida (AES), kosmik raketalarni uchirishda, kosmik stansiyalarda, suv osti kemalarida, ulkan kemalarda va boshqa maqsadlarda foydalaniladi.
- Boshqarilmaydigan yadro zanjir reaksiyalari yadro quroli boʻlgan atom bombalarida amalga oshiriladi. Bunda neytron taʼsirida yadro zanjir reaksiyasi natijasida ulkan energiya bir onda ajraladi va portlash sodir boʻladi.
- 1956-yilda Oʻzbekiston FA ning Yadro fizikasi instituti tashkil etildi.
- Oʻzbekiston Yadro fizikasi institutida olib borilgan tadqiqotlardan olingan natijalar tibbiyotda, neftni qayta ishlash, togʻ-kon metallurgiya kombinatlarida, qishloq xoʻjalik, ekologiya, farmatsevtika, zargarlik, elektrotexnika, materialshunoslik yoʻnalishlari boʻyicha ishlayotgan respublika korxonalari, muassasalari va tashkilotlarida qoʻllanilmoqda.



## KOINOT HAQIDA TASAVVURLAR



Makon va zamondagi bepoyon borliq, cheksiz moddiy olam **Koinot** deb ataladi. Yulduzlar, Quyosh, uning atrofidagi sayyoralar, kometalar, astroidlar va boshqalar Koinot jismlaridir.

Koinot jismlari va ular sistemalarining paydo bo'lishini, taraqqiyoti va tuzilishini, ko'rinmas va haqiqiy harakatlarini, kimyoviy tarkibi va fizik holatini, Koinotning bir butun umumiy qonuniyatlarini astronomlar o'rganadi. *Astronom* so'zi grekcha *astron* — *yulduz*, *nomos* — *qonun* so'zlaridan kelib chiqqan. Ushbu bo'limda Koinot haqida dastlabki ma'lumotlar bilan tanishasiz.

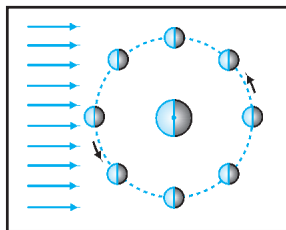
Jamiyat taraqqiyotining har bir bosqichida insoniyat Koinotning biror chegarasigacha o'rgana olgan. Dastlab, inson o'zi yashab turgan joyning yaqin atrofini, osmonda ko'zga tashlanib turadigan jismlarni birgalikda Koinot deb tushungan. Yerning sharsimonligi ma'lum bo'lgandan keyin markazda Yer va uning atrofida aylanuvchi g'oyat katta osmon gumbazi Koinot hisoblangan.

O'rta asr va undan keyingi davrda **Beruniy, Ulug'bek, Kopernik, Bruno, Galiley, Kepler, Nyuton** va boshqa olimlarning tadqiqot ishlari Koinot haqida haqiqiy tasavvurlarni shakllantira boshlagan.

XIX asrda yulduzlarning sayyoralarga qaraganda ko'p marta uzoqligi aniqlandi. Galaktika haqida tushuncha paydo bo'ldi. 1930-yillarda galaktikaning o'lchamlari va tuzilishi haqida umumiy ma'lumotlar olindi.

XX asrning ikkinchi yarmida tadqiqotning yangidan yangi vositalari yaratildi, avval Yer orbitasiga, keyinroq boshqa sayyoralarga kosmik raketalar uchirildi. Yerdan turib takomillashgan asboblardan yordamida Koinot o'rganildi. Oy, Quyosh sistemasidagi sayyoralar tadqiq qilindi. Eng kuchli optik asboblardan yordamida bizning va boshqa galaktikalardan kelayotgan elektromagnit to'lqinlar tahlil qilindi. Shu tariqa Koinotning tuzilishi va rivojlanishi haqida ilmiy tasavvurlarga ega bo'lindi.

Hozirgi davrda ham Koinotni o'rganish jadal sur'atlarda davom etmoqda. Astronomik tadqiqotlar Yerning sun'iy yo'ldoshlariga o'rnatilgan radioteleskoplar, shuningdek, rentgen, gamma, ultrabinafsha, infraqizil nurlar va radioto'lqinlar yordamida ham o'tkazilmoqda.



## X bob

# YULDUZLAR, QUYOSH VA OY

### 40-§. YULDUZLAR. QUYOSH

#### Yulduzlar



*Yulduzlar asosan nihoyatda qizigan vodorod va geliy gazlaridan tashkil topgan ulkan sharlardir.*

Atrofimizdagi olamni yoritib turgan Quyosh yulduzlardan biridir. Shuning uchun yulduzlarni Quyoshga qiyoslab o'rganish qulaydir. Quyoshning massasi  $M_Q = 2 \cdot 10^{30}$  kg, Yulduzlarning massasi  $0,4M_Q$  dan  $60M_Q$  gachadir. Quyoshning nurlanish quvvati  $L_Q = 3,8 \cdot 10^{26}$  J. Yulduzlarning nurlanish quvvati  $0,5L_Q$  dan yuz minglarga  $L_Q$  ga teng.

Yulduzlarning markazida temperatura  $10\,000\,000^\circ\text{C}$  dan yuqori bo'ladi. Bunday yuqori temperaturada vodorodning geliyga aylanish termoyadro reaksiyasi bo'lib turadi. Yadro reaksiyasida juda katta energiya ajralishi va nurlanishi sodir bo'ladi.

Yulduzlar olami rang-barangdir. Oq va ko'k tUSDagi yulduzlar eng qaynoq yulduzlardir. Ularning sirtida temperatura  $10\,000 - 100\,000^\circ\text{C}$  bo'ladi. Sariq rangli yulduzlar sirtidagi temperatura  $3\,000 - 10\,000^\circ\text{C}$ . Ba'zi yulduzlar qizil rangda tovlanadi. Ularning sirtida temperatura  $2\,000 - 3\,000^\circ\text{C}$  bo'ladi.

Yulduzning paydo bo'lishini bir nechta bosqichga bo'lish mumkin:

**Birinchi bosqich.** Gaz-changdan iborat muhitning gravitatsiya siqilishi natijasida protoyulduz (birlamchi yulduz) paydo bo'ladi. Siqilish natijasida uning markazida temperatura  $10 - 12$  mln gradusga ko'tariladi va termoyadro reaksiyasi boshlanib ketadi. Shu tariqa yosh yulduz paydo bo'ladi.

**Ikkinchi bosqich.** Gazokinetik bosim va nurlanish (yorug'lik) bosimi gravitatsiya siqilishini to'xtatadi, yulduz dinamik muvozanatli holatga o'tadi. Bu statsionar holatda u uzoq vaqt (masalan, Quyosh taxminan 10 milliard yilcha) yashaydi. Bu davrda vodorod yonib geliyga, geliy yonib uglerodga, uglerod yonib boshqa



elementlarga aylana boradi. Shu tariqa yulduzning «termoyadro reaktori»da turli elementlar paydo bo‘ladi. Bu — tabiatning ajoyib in’omi.

**Uchinchi bosqich.** Termoyadro yoqilg‘i zaxirasi tugay boshlaydi. Yulduz qizil gigantga va o‘ta gigantga aylanadi. Qator portlashlar yuz beradi. Natijada «yangi yulduz» va «o‘ta yangi yulduz» paydo bo‘ladi. Shu bilan birga, og‘ir elementlar ham paydo bo‘ladi va portlashlar natijasida elementlar fazoga sochilib ketadi. Bular esa ikkilamchi yulduzlarning paydo bo‘lishida material bo‘ladi.

Bu bosqichlar barcha yulduzlarga xosdir. Lekin ular massasiga qarab turlicha so‘nadi. Massasi  $1,4M_Q$  dan kichik bo‘lgan Quyosh turidagi yulduzlar oq mitti (karlik) yulduzlarga aylanadi. Ularning radiusi  $0,01R_Q$  dan  $R_Q$  gacha, nurlanish energiyasi  $10^{-4}L_Q$  dan  $L_Q$  gacha, zichligi  $\rho \approx 10^7 - 10^9 \text{ kg/m}^3$  bo‘ladi. Bunda  $R_Q = 6,96 \cdot 10^8 \text{ m}$  — Quyoshning radiusi.

Massasi  $3M_Q$  dan katta bo‘lgan yulduzlar neytron yulduzlarga aylanadi. Neytron yulduzlarning zichligi  $\rho \approx 10^{17} \text{ kg/m}^3$ , radiusi  $R \approx 20 \text{ km}$  atrofida bo‘ladi.

O‘ta zich katta yulduzlar umrining oxirida qora tuynukka aylanadi.

### Quyosh — Yerdagi energiya manbai

Quyosh o‘rtacha kattalikdagi sarg‘ish rangli yulduzlar qatoriga kiradi. Markazidagi yadro reaksiyalar zonasining radiusi 200 ming kilometrni tashkil etadi. Bu zonada temperatura  $14\,000\,000^\circ$  atrofidadir. Quyosh sirtidagi temperatura  $6000^\circ$  atrofida bo‘ladi.

Quyoshdan 1 sekund davomida chiqayotgan energiya 12 ming trillion tonna ko‘mirni yoqqanda ajraladigan energiya miqdoriga teng. Quyosh har sekundda 4,3 million tonna massasini yo‘qotadi. Energiyasi va massasi uzluksiz kamayib borsa-da, Quyosh yana 5 milliard yil davomida shunday nur sochib tura oladi.

Quyosh energiyasining 2 milliarddan bir qismigina Yer yuziga to‘g‘ri keladi. Shu energiyaning o‘zi sayyoramizdagi tirik mavjudotlar hayoti uchun yetarlidir.



**Yerdagi butun tirik tabiat – o‘simlik va hayvonot dunyosi, shuningdek, odamzod ham Quyosh yorug‘ligi tufayli mavjuddir.**

Quyoshdan kelayotgan yorug‘lik hisobiga Yerni o‘rab turgan havo isiydi, suv bug‘lari osmonga ko‘tariladi, ular yog‘inga aylanib, yana yerga tushadi, yog‘inlar daryolarni hosil qiladi,

daryolarga qurilgan elektr stansiyalarda elektr energiya hosil qilinadi.

Yoqilg‘i sifatida foydalaniladigan neft, gaz va ko‘mirlar ham million yillar davomida Quyosh energiyasi hisobiga vujudga kelgan. Yer ostidagi yoqilg‘i boyliklari qadim zamonlardagi o‘simlik va daraxtlarning qoldiqlaridir.

O‘simlik, daraxt va boshqa tirik tabiat Quyosh energiyasi bilan mavjuddir. Odamlar ular bergan noz-ne‘matlar bilan tirikdir.



1. Yulduzlar qanday gazlardan tarkib topgan?
2. Yulduzlar rangi va temperaturasi bilan bir-biridan qanday farqlanadi?
3. Yulduzlarning vujudga kelishi, o‘zgarishi va so‘nishi qanday kechadi?
4. Quyosh nima sababdan Yerdagi hayot uchun energiya manbai deyiladi?

## 41-§. OY — YERNING TABIIY YO‘LDOSHI

### Oyning harakati va fazalari

Quyosh atrofida sayyoralar aylanib yurganidek, sayyoralarning ham atrofida ma‘lum orbita bo‘ylab osmon jismlari aylanib yuradi.



**Sayyora atrofida doimiy aylanib yuruvchi osmon jismi uning tabiiy yo‘ldoshi deb ataladi. Yerning tabiiy yo‘ldoshi Oydir.**

Oy Yer atrofida ma‘lum orbita bo‘ylab harakat qiladi. Oy orbitasi bo‘ylab harakatlanayotib, Yerga eng yaqin kelganda 363400 km, eng uzoqlashganda esa 405 400 km masofada bo‘ladi. Oyning Yerdan o‘rtacha uzoqligi 384 400 km, diametri 3500 km, ya‘ni Yer diametridan deyarli to‘rt marta kichik.

Oy harakati osmon gumbazida g‘arbdan sharqqa tomon yo‘nalgan bo‘lib, u Yer sharini 27 sutka-yu 8 soatda bir marta aylanib chiqadi. Oyning bunday aylanish davri yulduzlarga nisbatan olingan.



**Oyning yulduzlarga nisbatan Yer sharini aylanib chiqish davri *siderik oy* deyiladi.**

Lotincha *sidus* — *yulduz* demakdir.

Oy o‘z o‘qi atrofida bir marta aylanib chiqishi uchun ham 27 sutka-yu 8 soat vaqt ketadi. Shuning uchun Oy bizga doimo bir tomoni bilan ko‘rinadi, orqa tomoni esa ko‘rinmaydi.

Oy Yer atrofida bir marta aylanib chiqquncha sayyoramiz Quyosh atrofida o'z orbitasi bo'ylab ma'lum bir yoyni bosib o'tadi. Shu tufayli Yerdan kuzatganda Oyning Yer atrofida aylanish davri siderik oydan farq qilib, 29 sutka-yu 12 soatni, aniqrog'i, 29,53 sutkani tashkil etadi.



**Oyning Yerga nisbatan aylanish davri *sinodik* oy deb ataladi.**

Lotincha *sunodos* — *qo'shilish* demakdir.

Yangi Oyning ko'rinish davri ham sinodik oyga to'g'ri keladi.

Oy o'zidan nur chiqarmaydi, balki u Quyoshdan tushayotgan nurlarni qaytaradi. Bizga qarab turgan sirtining bir qismi Quyosh bilan yoritilgan, qolgan qismi esa qorong'i bo'ladi. Oy bizga goh to'lin oy, goh yarim oy bo'lib ko'rinadi, gohida esa butunlay ko'rinmay qoladi. Nima uchun shunday bo'ladi?

77-*a* rasmda Oyning Yerni bir marta aylanish davridagi 8 ta holati tasvirlangan. Yer sirtida turgan kuzatuvchiga ko'rinish holatlari esa 77-*b* rasmda aks ettirilgan.

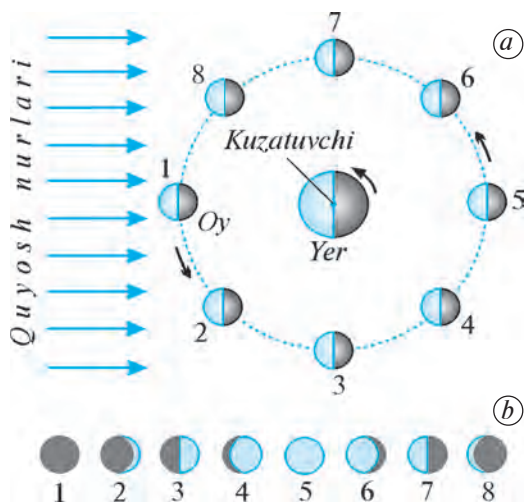
Quyosh endigina botgan va Oy ham g'arb tomonda bo'lsin. Bu holda Quyosh nurlari Oyning Yerga ko'rinmaydigan orqa tomonini to'liq yoritadi, Yerga o'girilgan qismi esa kuzatuvchiga ko'rinmaydi (*1-holat*).

Kunlar o'tishi bilan Quyosh botgan paytda Oy ufqdan balandlashadi va tez kunda yangi oy bo'lib ko'rinadi. 3—4 kun o'tgandan keyin Quyosh botish paytida Oy osmon gumbazining janubi-g'arb qismida bo'ladi. Bunda kuzatuvchiga Oyning yoritilgan bir qismi ko'rinadi (*2-holat*).

Oradan yana 3—4 kun o'tganda Quyosh botish paytida Oy osmon gumbazining janubiy qismida bo'ladi va u kuzatuvchiga yarim oy bo'lib ko'rinadi (*3-holat*).

Oy kundan kunga sharq tomonga siljiy boradi, Oyning yoritilgan qismi kuzatuvchiga nisbatan kattalashaveradi (*4-holat*).

Yana 3—4 kundan keyin Quyosh botgan paytda osmon gumbazining sharq tomonida



77-rasm

to'lin oy ko'rinadi. Bunda Quyosh uning kuzatuvchiga qarab turgan yarmini to'liq yoritadi (5-holat).

Bundan keyingi kunlarda Oynning yoritilgan qismi ko'rinishi kuzatuvchiga nisbatan kamaya boradi (6—8-holatlar).

### Oynning tabiati va uni o'rganish

Oynning tabiati ko'p jihatdan Yernikidan boshqacha bo'lib, u atmosferadan xoli. Oynning sirti kunduzi 120°C gacha issiq bo'lsa, kechasi -150°C gacha sovuq bo'ladi. Oyda kecha va kunduzning har biri deyarli 15 kundan davom etadi.



**Oy sirti pasttekislik, tepalik, chuqurlik va tog'lardan iborat. Lekin Oyda havo, suv bo'lmaganligi tufayli hayot yo'q.**

Tevarak-atrofnı jonsız tabiat qamrab olgan. Qizig'i shundaki, Oyda Quyosh nuri hammayoqni qizdirib turgan vaqtda ham osmon qop-qorong'i bo'lib ko'rinadi. Atrofdagi zim-ziyo osmonda yulduzlar ko'rinib turaveradi.

Havoning yo'qligi tufayli uning «domiga tushgan» har qanday mayda «daydi tosh» ham bemalol uning sirtigacha yetib borib uriladi va iz qoldiradi. Milliard yillar davomida Oy sirtining bunday toshlar — meteoritlar bilan «bombardimon» qilinishi oqibatida uning sirtida ko'plab chuqurliklar — **kraterlar** hosil bo'lgan. Katta kraterlardan biriga Mirzo Ulug'bek nomi berilgan.

Oy tabiatini o'rganish olimlarni ko'pdan beri qiziqtirib keladi. Ayniqsa, oxirgi bir necha o'n yillar ichida Oyni kosmik apparatlar yordamida o'rganish natijasida katta yutuqlar qo'lga kiritildi.



**Yerdan uchirilgan kosmik kema birinchi marta 1959-yilda Oyga yetib bordi. Sobiq Sovet Ittifoqidan uchirilgan bu avtomatik stansiya Oy va Yer shari suratini olib Yerga uzatdi.**

Shundan buyon yerdan boshqariladigan o'nlab avtomatik stansiyalar Oyga qo'ndirildi. Avtomatik tarzda ishlaydigan bu stansiyalar Oy sirtini o'rganib axborotlarni Yerga uzatib turdi. Ayrim avtomatik stansiyalar Yerga qaytib tushirildi. Ular o'zi bilan birga Oy jinslariga tegishli turli namunalarni keltirdi.



**1969-yilda inson ilk bor Oyga qadam qo'ydi. AQSH tomonidan uchirilgan kosmik kema astronavtlar bilan birga Oyga ohista qo'ndirildi.**

Oyga birinchi marta oyoq qo‘ygan astronomlar — *Armstron* va *Oldrin* Oy sirtida sayr qilib yurdilar. Oy Yerdan ancha kichik bo‘lgani uchun astronomlar o‘zlarini Yerdagidan 6 marta yengil his qilishdi. Ular qimmatbaho ma‘lumotlar bilan Yerga qaytdilar. Astronavtlar o‘zlari bilan Oy sirtidagi tosh, mineral va boshqa moddalardan namunalar olib tushdilar.

Oydan olingan namunalar shuni ko‘rsatdiki, Oyda ham Yerdagi kabi aluminiy, temir, titan, magniy va boshqa elementlar bor ekan. Oyda turli qazilma boyliklari, mineral va rudalar koni bo‘lishi mumkinligi ma‘lum bo‘ldi.



1. Oyning o‘lchami, bizdan uzoqligi va Yerning aylanish davri haqidagi ma‘lumotlarni aytib bering.
2. Oy Yerga nisbatan qanday harakat qilishini tushuntirib bering.
3. Oyning Yerdan ko‘rinish holatlarini, fazalarini tahlil qilib bering.
4. Oyning tabiati Yer tabiatidan qanday farq qiladi?
5. Oy tabiatini o‘rganish bo‘yicha qanday ishlar amalga oshirilgan?

## 42-§. VAQTNI O‘LCHASH. TAQVIMLAR

### Vaqtning o‘lchash

Vaqtning o‘lchash uchun davriy jarayonlardan foydalaniladi. Vaqtning etalonini aniqlashga ehtiyoj uning birligini aniqlash zaruriyatini tug‘dirdi. Yurakning urishi, mexanik tebranish yoki Quyoshning chiqishi yoki botishi kabi takrorlanuvchi jarayonlarni vaqtning o‘lchash uchun etalon sifatida qabul qilish mumkin. Ammo kuzatishlar ko‘rsatadiki, ular o‘zgaradi.



**Vaqt etaloni sifatida Yerning bir yillik vaqt davomida o‘z o‘qi atrofida aylanishlaridan olingan o‘rtacha bir marta aylanish davri — o‘rtacha sutkasi qabul qilingan.**

Bu vaqt etaloni *o‘rtacha quyosh sutkasi* deb yuritiladi. Bu etalonga ko‘ra, *bir sekund* o‘rtacha quyosh sutkasining  $1/86400$  qismiga teng, ya‘ni:

$$1 \text{ sekund} = \frac{\text{o‘rtacha quyosh sutkasi}}{86400}$$

Bunday aniqlangan vaqt *butun jahon vaqti* deyiladi. Vaqt etalonini bunday aniqlashdagi xatolik  $10^{-8}$  s ni tashkil etadi.

Yerning o‘z o‘qi atrofida aylanishiga asoslangan vaqtning bunday etaloni jahon laboratoriyalarida vaqtning aniqlash va taqqoslashda

noqulaylik tugʻdiradi. Juda katta aniqlikni talab qiladigan hollarda bu vaqt etaloni olimlarni qanoatlantirmadi. Shu sababli, aniqlik darajasi yuqori boʻlgan soatlarga katta ehtiyoj tugʻildi. Shu maqsadda elektron soatlar, atom tebranishlariga asoslangan atom soatlari yaratildi.



**1967-yilda vaqtning atom etaloni sifatida seziiy 133 atomining 9 192 631 770 ta nurlanish vaqti bir fizik sekund deb qabul qilindi.**

Bunda vaqtning aniqlik darajasi  $10^{-12}$  s boʻlib, bu 30000 yilda bir sekundgacha xatolik boʻlishi mumkin. Bu etalon **vaqtning tabiiy birligi** deb yuritiladi.

### Taqvimlar

Qadimdan Yerning Quyosh atrofida aylanish vaqtini, yaʼni 1 yilni 365 sutka 6 soat deb hisoblashgan. 1 yildagi sutkalar sonini butun songa teng deb olish qulaydir. Miloddan avvalgi 45-yilda Rimda **Yuliy Sezar** tomonidan qabul qilingan taqvim 1582-yilgacha amal qilgan.



**Yulian taqvimi boʻyicha uch yil ketma-ket 365 sutkadan olinib, har toʻrtinchi yil 366 sutka hisoblanadi. Ketma-ket kelgan uch yil oddiy yillar, toʻrtinchi yil esa kabisa yili deyiladi.**

Oddiy yilda fevral oyi 28 kun, kabisa yilida 29 kun boʻladi. Yil koʻrsatilgan son 4 ga qoldiqsiz boʻlinsa, bunday yillar kabisa yili hisoblanadi. Masalan, 2000, 2004, 2008, 2012-yillar kabisa yilidir.

Yilning davomiyligi 365 kun-u 6 soat boʻlgani uchun 365 sonidan ortib qolgan 6 soni toʻrtinchi yili 24 soatni, yaʼni 1 sutkani tashkil etadi. Shuning uchun kabisa yili 366 kun deb hisoblanadi.

Aniq oʻlchashlarga koʻra, Yer Quyosh atrofini 365 sutka 5 soat 48 minut 46 sekundda bir marta toʻliq aylanib chiqadi. 5 soat 48 minut 46 sekund oʻrniga 6 soat olingani uchun yil hisobi Yulian taqvimi boʻyicha olib borilganda 400 yilda aniq hisobga qaraganda 3 sutkaga orqada qoladi. Shu orqada qolishni toʻgʻrilash uchun 1582-yilda Rimda **Grigoriy XIII** har 400 yilda uch yilni kabisa yili oʻrniga oddiy yil deb hisoblashni taklif etdi. Masalan, 1700, 1800, 1900-yillar oddiy yillar deb hisoblangan. Bundan buyongi 2100, 2200, 2300, 2500-yillar ham oddiy yillar, yaʼni 365 sutkadan hisoblanadi.



**Yulian taqvimi bo'yicha yil hisobidagi har 400 yilda 3 sutka olib tashlanishga asoslangan taqvim Grigoriy taqvimi deb ataladi.**

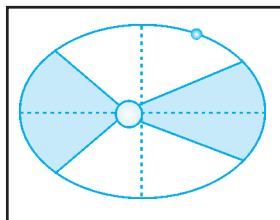
O'zbekistonda Grigoriy taqvimiga 1918-yil 1-fevraldan o'tilgan. O'sha kunga kelib Yulian va Grigoriy taqvimlari orasidagi farq 13 sutkani tashkil etgan. Shu sababli 1918-yil 1-fevral kuni 14-fevral deb e'lon qilingan.



1. Jahon vaqti deb qanday vaqtga aytiladi?
2. Vaqtning tabiiy birligi qilib qanday vaqt olingan?
3. Yulian taqvimi deb qanday taqvimga aytiladi?
4. Grigoriy taqvimining Yulian taqvimidan farqi nimadan iborat?
5. O'zbekistonda Grigoriy taqvimiga qachon o'tilgan?

## X BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

- Yulduzlar asosan nihoyatda qizigan vodorod va geliy gazlaridan tashkil topgan. Yulduzlar markazida temperatura 10 million gradusdan ortiq.
- Yerdagi butun tirik tabiat – o'simlik va hayvonot dunyosi, shuningdek, odamzod ham Quyosh yorug'ligi tufayli mavjuddir.
- Sayyora atrofida doimiy aylanib yuruvchi osmon jismi uning tabiiy yo'ldoshi deb ataladi. Yer sharining yo'ldoshi Oydur.
- Oyning yulduzlarga nisbatan Yer sharini aylanib chiqish davri siderik oy deyiladi.
- Oyning Yerga nisbatan aylanish davri sinodik oy deb ataladi.
- Oy sirti pasttekislik, tepalik, chuqurlik va tog'lardan iborat. Lekin Oyda havo, suv bo'lmaganligi tufayli hayot yo'q.
- Yerdan uchirilgan kosmik raketa birinchi marta 1959-yilda Oyga yetib bordi. Sobiq Sovet Ittifoqidan uchirilgan bu avtomatik stansiya Oy va Yer shari suratini olib Yerga uzatdi.
- 1969-yilda AQSH tomonidan uchirilgan kosmik kema astronomlar bilan birga Oyga ohista qo'ndirildi.
- Vaqt etaloni sifatida Yerning bir yillik vaqt davomida o'z o'qi atrofida aylanishlaridan olingan o'rtacha bir marta aylanish davrini — o'rtacha sutkasini olish mumkin.
- 1967-yilda vaqtning atom etaloni sifatida seziiy 133 atomining 9 192 631 770 ta nurlanishi bir fizik sekund deb qabul qilindi.
- Yulian taqvimi bo'yicha uch yil ketma-ket 365 sutkadan olinib, har to'rtinchi yil 366 sutka hisoblanadi. Ketma-ket kelgan uch yil oddiy yillar, to'rtinchi yil esa kabisa yili deyiladi.
- Yulian taqvimi bo'yicha yil hisobidagi har 400 yilda 3 sutka olib tashlanishiga asoslangan taqvim Grigoriy taqvimi deb ataladi.



## XI bob QUYOSH SISTEMASI. GALAKTIKA

### 43-§. QUYOSH SISTEMASIDAGI SAYYORALAR. KEPLER QONUNLARI

#### Quyosh sistemasi

Buyuk Uygʻonish davrida polshalik astronom N.Kopernik (1473—1543) Quyosh sistemasi haqida yangi taʼlimot — geliosentrik sistemani yaratdi. Bu taʼlimotga koʻra, markazdagi Quyosh atrofida sayyoralar aylanib yuradi. Bu inqilobiy taʼlimot oʻsha davrgacha hukmron boʻlgan geotsentrik sistemaga, yaʼni «Yer — Olamning markazi» degan tasavvurga qattiq zarba berdi va uni inkor etdi.



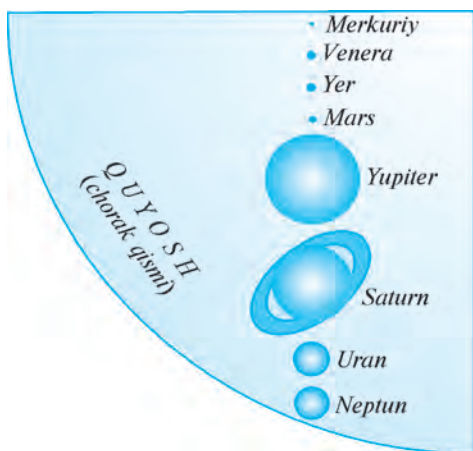
**Quyosh va uning atrofida aylanib yuruvchi barcha osmon jismlari birgalikda *Quyosh sistemasini* tashkil etadi.**

Quyosh sistemasida yirik osmon jismlari boʻlgan 8 ta sayyora va ular atrofida aylanib yuruvchi 100 dan ortiq tabiiy yoʻldoshlar, mayda osmon jismlari boʻlgan 40 mingtagacha astroidlar, 2 mingga yaqin kometalar va boshqa turli xildagi osmon jismlari mavjud.

#### Sayyoralar

Tunda osmon gumbazida baʼzi bir «yulduz»ning joyi boshqasiga nisbatan oʻzgarib qolishini kuza-tish mumkin. Goʻyoki, bunday «yulduz» boshqalari orasida sayr qilib yurgandek tuyuladi. Sayr qilib yurgandek tuyulgan bu «yulduz»lar aslida ***sayyoralardir.***

Sayyoralarning nomlari va ularning Quyoshga nisbatan qiyosiy oʻlchami 78-rasmda tasvir-langani. Sayyoralar haqida muhim maʼlumotlar 16-jadvalda keltiril-gan.



78-rasm



## Quyosh sistemasidagi sayyoralar haqida ma'lumotlar

□	Sayyora- lar	Quyoshdan uzoqligi, mln km	Diametri, km	Quyosh atrofida aylanish davri	O'z o'qi atrofida aylanish davri	Tabiiy yo'l- doshlari soni
1	Merkuriy	57,91	4878	88 sutka	59 sutka	—
2	Venera	108,21	12100	225 sutka	243 sutka	—
3	Yer	149,6	12712	365,25 sutka	24 soat	1
4	Mars	228	6776	687 sutka	24,5 soat	2
5	Yupiter	778,3	142600	11,8 yil	9,79 soat	67
6	Saturn	1427	120200	29,46 yil	10,65 soat	60
7	Uran	2871,0	52300	84 yil	17,24 soat	27
8	Neptun	4504,4	50100	165 yil	16,11 soat	13

Jadvalda sayyoralarning Quyosh atrofida va o'z o'qi atrofida aylanish davri Yerdagi yil, sutka va soatga qiyoslab olingan.

### Sayyoralar tabiati

Sayyoralar o'zidan nur chiqarmaydi. Biz ulardan qaytayotgan Quyosh nurini ko'ramiz.

Hozirgi paytda Yerdan boshqa barcha sayyoralarda hayot uchun sharoit yo'qligi ma'lum. Bu sayyoralarda jonsiz tabiat hukm suradi. Yerdan o'zga sayyoralardagi tabiatning ko'rinishi qanday?

Quyoshga eng yaqin va kichik bo'lgan **Merkuriy** geliy, vodorod, kislorod, neon va argon gazlari bilan o'ralgan. Bu gazlar nihoyatda siyrakligidan quyosh nurlari deyarli yutilmasdan to'g'ridan to'g'ri sayyora sirtiga tushadi. Shuning uchun ham Merkuriyda kunduzi o'rtacha 430°C gacha issiq, kechasi esa -160°C gacha sovuq bo'ladi. Sayyora siri qumlik va toshloqlardan iborat. Meteorlarning tushishidan uning sirti o'nqir-cho'nqir bo'lib ketgan. Chunki sayyorani o'rab turgan siyrak gazlar meteorlarning tushishiga qarshilik qila olmaydi.

Quyoshdan uzoqligi bo'yicha ikkinchi o'rinda turadigan **Venera** sayyorasi asosan karbonat angidrid (96%) gazi bilan o'ralgan. Sayyora atmosferasining zichligi Yer atmosferasi zichligidan 90 marta katta. Bu sayyoradagi temperatura kunduzi 470°C gacha, kechasi 20°C gacha issiq bo'ladi. Sayyora sirtining katta qismi toshloq va qumliklardan iborat. Balandligi 11 km gacha bo'lgan uzun tog'lar, chuqurligi 2 km gacha bo'lgan yirik jarlar mavjud. Venera atmosferasida sulfat kislotali bulutlar suzib yuradi.

Sayyorani qoplagan atmosfera va bulutlar quyosh nurlarini yaxshi qaytarishi natijasida tunlari bizga u yulduz kabi charaqlab ko‘rinadi. Hatto, erta tongda yulduzlar ko‘rinmay qolganda ham Venera sayyorasi porlab turadi. Shuning uchun qadimda Venera sayyorasini «Zuhro yulduzi», «Tong yulduzi» deb atashgan. Arabchada *zuhro* so‘zi *tong* degan ma‘noni bildiradi.

**Mars** sayyorasi siyrak karbonat angidrid (96%) va boshqa gazlar bilan qoplangan. Marsda temperatura kunduzi  $+17^{\circ}\text{C}$  gacha, kechasi  $-100^{\circ}\text{C}$  gacha bo‘ladi. Sayyoraning sirti tosh va qumlar bilan qoplangan. Tosh va qumlar tarkibining 30–40%ini temir, kremniy, kalsiy, aluminiy va titan moddalari tashkil etadi. Marsda kuchli qum bo‘ronlari tez-tez bo‘lib turadi. Kuchli qum bo‘roni paytida qum 50 km balandlikkacha ko‘tarilib uzoq vaqt osmonda bulut kabi suzib yuradi. Marsdan qaytgan quyosh nurlari bizga qon rangiga yaqin bo‘lgan qizg‘ish tusda ko‘rinadi. Shuning uchun qadimda Mars sayyorasini «Urush xudosi» deb atashgan.

Quyosh sistemasidagi sayyoralardan eng kattasi **Yupiter**dir. Sayyora massasining ko‘p qismi vodorod moddasidan iborat. Atmosferasi tarkibining asosiy qismimi ham vodorod (90%) tashkil etadi. Qolgan qismi geliy, metan, ammiak gazlaridan iborat. Yupiterda o‘rtacha temperatura  $-163^{\circ}\text{C}$  ni tashkil etadi. Sayyorada ko‘rinmaydigan halqa mavjud bo‘lib, uning kengligi 20 000 km gacha boradi. Halqa chang va muz parchalaridan iborat bo‘lib, ular muntazam sayyora atrofida aylanib yuradi.

Kattaligi jihatidan ikkinchi o‘rinda **Saturn** sayyorasi turadi. Saturnning atmosferasi Yupiterdagi kabi vodorod, geliy, metan, ammiak gazlaridan iborat. Saturnda o‘rtacha temperatura  $-178^{\circ}\text{C}$  ni tashkil etadi. Sayyora sirti asosan suyuq vodoroddan, yadrosi esa qattiq holatdagi vodorod moddasidan iborat. Yupiterdan farqli ravishda Saturnning halqasi ko‘rinib turadi. Uning halqasi chang, muz va boshqa qattiq holatdagi jismlarning parchalaridan tashkil topgan. Halqaning qalinligi 10–15 km, tashqi radiusi va ichki radiusi ayirmasi 60 ming km atrofida bo‘ladi.

**Uran** sayyorasi 11 ming km qallinlikdagi atmosfera bilan o‘ralgan bo‘lib, unda o‘rtacha temperatura  $-210^{\circ}\text{C}$  ni tashkil etadi. Atmosferasi asosan vodorod, geliy, metan, ammiak gazlaridan iborat.

Quyoshdan eng uzoq bo‘lgan **Neptun** sayyorasi atmosferasining 98% ini geliy va vodorod gazlari, qolgan 2% ini metan va ammiak gazlari tashkil etadi. Neptun atmosferasining temperaturasi o‘rtacha  $-214^{\circ}\text{C}$  atrofida bo‘ladi. Sayyoraning sirti metan va ammiaklardan iborat okeanlar bilan qoplangan.

## Kepler qonunlari

Yer va boshqa sayyoralarning Quyosh atrofida qanday aylanishini 1609- yilda nemis olimi **I. Kepler** uchta qonun sifatida ifodalab berdi.

**Keplerning birinchi qonuni** quyidagicha ifodalanadi:



Iogan Kepler  
(1571–1630)

**Har bir sayyora aylanaga yaqin bo'lgan ellips bo'ylab aylanadi va ellipsning fokuslaridan birida Quyosh joylashgan.**

Sayyoraning Quyosh atrofida Kepler qonuni bo'yicha aylanish sxemasi 79-rasmda ko'rsatilgan. Sayyora orbitasining Quyoshga eng yaqin *A* nuqtasi **perigeliy**, eng uzoq *B* nuqtasi esa **afeliy** deyiladi. Bunda *AB* — ellipsning katta o'qi, *CD* — kichik o'qi. Sayyoraning Quyoshdan o'rtacha uzoqligi  $R = AB/2$  ifoda orqali aniqlanadi.

**Keplerning ikkinchi qonuni** quyidagicha ifodalanadi:

**Sayyoraning radius-vektori teng vaqtlar ichida teng yuzalar chizadi.**

Sayyora *KL* va *MN* yoyni teng vaqtda bosib o'tsa,  $S_1$  va  $S_2$  yuzalar o'zaro teng bo'ladi. Bundan ko'rinadiki, sayyoraning orbita bo'ylab harakat tezligi o'zgarib turar ekan. Sayyoraning tezligi perigeliy nuqtasida eng katta, afeliy nuqtasida esa eng kichik bo'ladi.

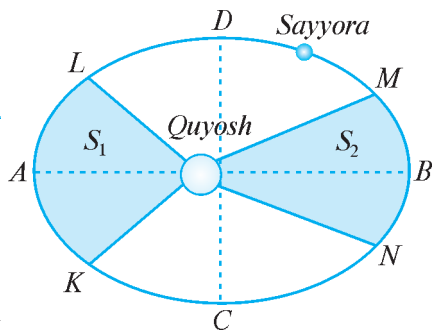
**Keplerning uchinchi qonuni** quyidagicha ifodalanadi:

**Sayyoralarning Quyosh atrofida aylanish davrlari kvadratlarning nisbati orbitalari katta yarim o'qlari uzunligining kublari nisbatiga teng.**

Ya'ni:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3},$$

bunda  $T_1$  va  $T_2$  — birinchi va ikkinchi sayyoraning Quyosh atrofida aylanish davri;  $R_1$  va  $R_2$  — shu ikki sayyora katta yarim o'qlarining uzunligi.



79-rasm

Keplerning uchinchi qonuni yordamida Yerning aylanish davri va orbitasi katta o'qi uzunligini hamda ixtiyoriy sayyoraning aylanish davrini bilgan holda, shu sayyora orbitasi katta o'qining uzunligini topish mumkin.



1. Quyosh sistemasi nima?
2. Sayyora nima? Qaysi sayyoralarni bilasiz?
3. 16-jadvaldan foydalanib sayyoralarning haqidagi ma'lumotlarni aytib bering.
4. Sayyoralardagi tabiat haqida nimalarni bilasiz?
5. Kepler qonunlarini ifodalang va tahlil qiling.
6. Kepler qonunlarining ahamiyati nimadan iborat?



1. Yerning orbita bo'ylab aylanish davri 365,25 sutka, Yerdan Quyoshgacha bo'lgan o'rtacha masofa 150 mln km. Mars sayyorasining orbita bo'ylab aylanish davri 687 Yer sutkasiga teng bo'lsa, uning Quyoshdan o'rtacha uzoqligini hisoblang.
2. Yupiterning orbita bo'ylab aylanish davri 12 Yer yiliga teng. Yerning aylanish davri va undan Quyoshgacha bo'lgan o'rtacha masofani bilgan holda Yupiterning Quyoshdan o'rtacha uzoqligini toping.
3. Merkuriyning Quyoshdan o'rtacha uzoqligi 58 mln km ga teng. Yerning aylanish davri va undan Quyoshgacha bo'lgan o'rtacha masofani bilgan holda Merkuriyning orbita bo'ylab aylanish davrini hisoblang.
4. Neptunning orbita bo'ylab aylanish davri 165 Yer yiliga teng. Yerning aylanish davri va undan Quyoshgacha bo'lgan o'rtacha masofani bilgan holda Neptunning Quyoshdan o'rtacha uzoqligini toping.

## 44-§. MAYDA OSMON JISMLARI

### Asteroidlar

Olimlar hisoblab chiqib, Mars bilan Yupiter orasida yana bitta sayyora bo'lishi kerakligini aytib berdilar. Lekin yaxlit bitta sayyora topilmadi. Uning o'rnida 1801- yilda mayda sayyorachalar topildi.



**Mars va Yupiter oralig'ida Quyosh atrofida aylanib yuruvchi mayda osmon jismlari *asteroidlar* deb ataladi.**

Olimlarning hisoblashicha, Quyosh atrofida diametri 1 km dan 1025 km gacha bo'lgan 40 mingtacha mayda asteroidlar aylanib yuradi. Diametri 1025 km bo'lgan Serera asteroidi 1801-yilda italiyalik olim **J. Piatssi** tomonidan topilgan.

## Kometalar

Qadimdan odamlar tunlari «bosh» va «dum»dan iborat bo'lgan yorug' osmon jismlarini kuzatib kelganlar. Sharqda ularni «dumli yulduzlar» deb atashgan. Qadimgi Yunonistonda esa «sochli yulduzlar» deb yuritishgan. «Kometa» so'zi yunonchada «sochli» degan ma'noni anglatadi.



**Kometa — «bosh» va unga ergashib yuruvchi «dum»dan iborat bo'lgan Quyosh sistemasidagi osmon jismidir.**

Kometalarning «dumi» gaz va changlardan, «boshi» esa qattiq moddali yadrodan hamda uning atrofini o'rab olgan muz va changlardan iborat. Ko'proq uchraydigan kometalar boshining o'zagi diametri 0,5–20 km bo'lsa, uning atrofidagi muz va changlar bilan birgalikdagi «boshi»ning diametri bir necha million kilometrgacha bo'ladi. «Dumi»ning uzunligi esa bir necha yuz million kilometrgacha yetadi.

Hozirgi vaqtgacha Quyosh atrofida aylanib yuruvchi 3 mingga yaqin kometa, ya'ni «dumli yulduz» topilgan. Ba'zi ulkan «dumli yulduz»larning uzunligi Yerdan Quyoshgacha bo'lgan masofaga yaqin keladi. Sayyoralar atrofida katta-kichik minglab kometalar uchib yuradi.

## Meteorlar

Tunda osmonda chiroyli yorug' iz qoldirib uchgan yulduzlarni ko'rganmisiz? Bunday «uchar yulduzlar» nima?

Quyosh atrofida aylanib yuruvchi asteroid va kometalar parchalanib turadi. Ularning parchalari bo'lgan «daydi toshlar» ba'zida yerga juda yaqinlashib qoladi. Bu mayda osmon jismlari Yerning havo qobig'iga juda katta tezlik bilan kirib keladi. Ular havoda yona boshlaydi va osmonda yorug' iz qoldiradi.



**Yerga yaqinlashib kelib, havoda yorug' iz qoldirib uchadigan, Yer sirtiga yetib kelmay yonib ketadigan mayda osmon jismlari meteorlar deyiladi.**

## Meteoritlar

Osmonda meteorlarni, ya'ni «uchar yulduzlar»ni har kechada ko'plab kuzatish mumkin.



**Uchib kelayotgan ba'zi meteorlar havoda yonib tugamay Yer sirtiga urilishi mumkin. Bunday osmon jismlari meteoritlar deb ataladi.**

Meteorlar kamdan kam yerga tushadi. Ularning deyarli barchasi havoda yonib tugaydi. Yonib tugamay yerga tushgan meteoritlarning massasi, odatda, bir necha kilogrammdan bir necha tonnagacha keladi. Ular, asosan, tosh, temir va boshqa moddalardan tashkil topgan bo'ladir.

Namibiyada 1920-yilda topilgan Goba meteoriti (60 tonna) ma'lum meteoritlardan eng kattasidir.



1. Asteroidlar nima?
2. Kometalar haqida nimalarni bilasiz?
3. «Uchar yulduzlar» haqida gapirib bering.
4. Meteoritlar haqida nimalarni bilasiz?

## 45-§. GALAKTIKA. KOINOT TUZILISHI VA RIVOJLANISHI HAQIDA HOZIRGI ZAMON DUNYOQARASHLARI

### Bizning Galaktikamiz

Olimlarning hisob-kitobiga ko'ra, Koinot o'lchami  $1,2 \cdot 10^{23}$  km ekan. Koinotda hammasi bo'lib taxminan  $10^{22}$  ta yulduz bor.



**Yulduzlar galaktikalarni tashkil etadi. Galaktika koinotdagi yuz milliard, ikki yuz milliard va undan ortiq yulduzlardan tashkil topgan sistemadir.**

Galaktikalarda yulduzlardan tashqari yulduzlararo muhit – gaz, chang va turli kosmik zarralar ham bor.

Koinotda milliardlab galaktikalar bor. Spiralsimon gigant galaktikalarda, jumladan, bizning Galaktikamizda 150 milliarddan ortiq yulduz bor. Bizdan 2,2 million yorug'lik yili (1 yorug'lik yili =  $9,46 \cdot 10^{12}$  km) uzoqlikdagi qo'shni Andromeda deb ataluvchi galaktikada esa 200 milliarddan ortiq yulduz bor. Koinotdagi yulduzlar o'z galaktikalari markazi atrofida aylanadi.

Agar osmonni diqqat bilan kuzatgan bo'lsangiz, yulduzlar g'uj bo'lgan osmonning yorug' qismi ikkita egat pushtasiga o'xshash ekanligi ko'rinadi. Go'yo bu yo'l osmon gumbazini ikkiga bo'lib turgandek tuyuladi. Bu yorug' yo'l keng maydonda somon ortilgan tuya karvoni o'tganda somon to'kilib qolgan yo'lga

o'xshaydi. Shuning uchun ham bu enli yo'lni qadimgilar «**Somon yo'li**» deb atashgan. «Somon yo'li» sut rangiga ham o'xshab ketadi. Shuning uchun qadimda yunonlar uni «*galaktikos*», ya'ni «*sutli*» deb atashgan. «Galaktika» so'zi ham shu so'zdan kelib chiqqan.

Bizga ko'rinadigan «Somon yo'li» yoki «Sutli yo'l» Galaktikamizga kiradigan yulduzlarning bir qismini o'z ichiga oladi. Yulduzlar Galaktikamiz markazi atrofida 250 mln yilda bir marta aylanib chiqadi.

Galaktikamiz yadrodan va uni o'rab turuvchi yulduzlardan iborat (80-rasm). Yulduzlar Galaktikamiz tarkibida disksimon va galaktik toj shaklida joylashgan. Galaktikamiz qavariq linza shakliga ega. Uning diski diametri 100 000 yorug'lik yilini, markazining qalinligi taxminan 30 000 yorug'lik yilini tashkil etadi. Galaktik toj ham yulduzlardan iborat. Galaktikaning aylanish o'qi disk tekisligiga perpendikularidir.

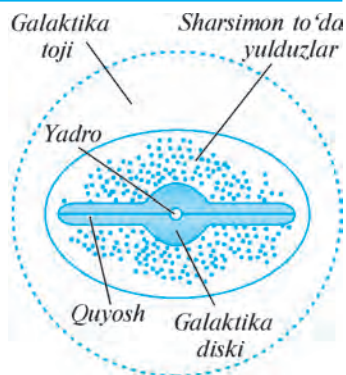
Galaktikamiz diskiga perpendikular ravishda tashqaridan kuza-tish mumkin bo'lganda edi, u 81-rasmdagidek spiralsimon bo'lib ko'rinardi.

Galaktikamizdagi yulduzlardan biri – **Quyoshdir**. U boshqa yulduzlar qatori Galaktikamiz markazi atrofida aylanib yuradi. Quyosh Galaktika markazidan taxminan  $3,1 \cdot 10^{17}$  km yoki 32,6 ming yorug'lik yili uzoqlikda joylashgan. Quyosh o'zining sayyorolari bilan birgalikda Galaktika yadrosi atrofida 250 km/s tezlik bilan harakatlanadi va 250 million yilda bir marta to'liq aylanib chiqadi.

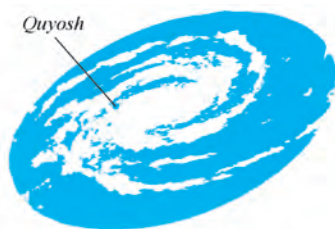
1920-yilda AQSH astronomi **Edvin Xabbl** bizning Galaktikamizdan boshqa galaktikalar ham mavjudligini isbotlab bergan. 1929-yilda Xabbl galaktikalar spektrini o'rganib, galaktikalar bizdan juda katta  $v$  tezlik bilan uzoqlashayotganligini aniqlovchi ushbu qonunni kashf etgan:

$$v = HR,$$

bunda  $R$  — uzoqlashayotgan galaktikagacha bo'lgan masofa,  $H$  — Xabbl doimiysi, qiymati 74 km/(s · Mps), 1 ps (parsek) = 3,26 yorug'lik yili.



80-rasm



81-rasm

Xabbl kashf etgan bunday qonuniyat bo'yicha galaktika bizdan qancha uzoqda bo'lsa, uning tezligi shuncha katta bo'lishi kelib chiqadi. 1988-yilda bizdan 275 000 km/s tezlik bilan uzoqlashayotgan galaktika aniqlandi. Galaktikalarning bunday uzoqlashuvi bir davrlar ular bir joyda to'plangan degan xulosaga kelishga undaydi. Xabbl qonuni galaktikalarning tarqalish davrini topishga imkon beradi.

### Olam tuzilishi haqida hozirgi zamon dunyoqarashlari



**Olamning tuzilishi va rivojlanishi haqidagi hozirgi zamon tasavvurlarga ko'ra, 13–14 milliard yil avval butun materiya, energiya, fazo va vaqt *Katta Portlash* tufayli sekundning ulushlarida ( $\sim 10^{-44}$  s), deyarli bir onda paydo bo'lgan.**

Hozirgi zamon faniga ko'ra, Katta Portlashdan keyin paydo bo'lgan Olam kengaya boshlagan. Katta Portlashdan keyin temperatura pasayib, protonlar va neytronlar hosil bo'lgan. Proton va neytronlar birlashib, vodorod va geliy yadrolarini hosil qilgan. Oradan 300 ming yil o'tib elektronlar yadro atrofida aylana boshlagan. Buning natijasida atomlar vujudga kelgan.

Bir milliard yil o'tib gravitatsiya kuchlari natijasida moddalar zichlasha borgan. Natijada yulduzlar va ularning sistemasi — galaktikalar hosil bo'la boshlagan.

Bundan buyongi davrda, ya'ni kelajakda nima sodir bo'lishi haqida olimlar o'rtasida turli qarashlar mavjud. Ba'zi olimlarning fikricha, Koinotning kengayishi davom etaveradi.



1. Galaktika nima?
2. «Somon yo'li» nima ekanligini tushuntirib bering.
3. Bizning Galaktikamiz haqida nimalarni bilasiz?
4. Xabbl qonunining mohiyati nimadan iborat?
5. Olamning tuzilishi va rivojlanishi haqidagi o'z tasavvurlaringizni aytib bering.

## 46-§. ASTRONOMIK TADQIQOTLAR

### Yurtimiz allomalarining astronomiya sohasidagi ishlari

Astronomiya fanining rivojlanishiga o'rta asrlarda yashab ijod etgan yurtimiz allomalari katta hissa qo'shishgan. Jumladan,



vatandoshimiz Ahmad al-Fargʻoniy (797–865) 812-yilda Quyosh tutilishini avvaldan aytib bergan, Yerning yumaloq ekanligini dalillar asosida isbotlagan. Al-Fargʻoniy 829-yilda Bagʻdodda, 832-yilda Damashqda rasadxona qurilishiga rahbarlik qilgan. Bu rasadxonalarda osmon jismlarining harakati va oʻrnini aniqlash, yulduzlar jadvalini tuzish ishlariga boshchilik qilgan, ayrim astronomik asboblarni ixtiro qilgan.



Mirzo Ulugʻbek  
(1394–1449)

Al-Fargʻoniy Damashqdagi rasadxonada Ptolemeyning astronomiyaga oid mashhur «Almagest» asaridagi maʼlumotlarni tekshirish bilan shugʻullangan. Bu asarning tiklanishiga va keyingi avlodlarga yetkazishga beqiyos xizmat qilgan.

Al-Fargʻoniy oʻzining «Osmon harakatlari va astronomiya fani toʻplami haqida kitob»ida astronomik asboblarni yasash va ulardan foydalanish metodlarini bayon qilgan. Uning «Astronomiya asoslari haqidagi kitob» nomli asari 1145- va 1175-yillarda Yevropada lotin tiliga tarjima qilingan. Gʻarbda Al-Fargʻoniy «Alfraganus» deb atashgan va shu nom bilan mashhur boʻlgan. «Astronomiya asoslari haqidagi kitob» Yevropa universitetlarida bir necha asrlar davomida astronomiya fani boʻyicha asosiy darslik sifatida foydalanilgan.

X–XI asrlarda yashab ijod etgan **Abu Rayhon Beruniy** (973–1048) 100 dan ortiq asar yozib qoldirgan. Ulardan «Yulduzlar ilmi», «Qonuni Maʼsudiy», «Geodeziya» nomli kitoblari astronomiyaga bagʻishlangan boʻlib, ularda Quyosh, Oy va sayyoralarining harakatlariga oid maʼlumotlar bor.

Beruniy sayyoralaridan Merkuriy va Venera Quyoshdan uzoq ketmaganligini aniqlagan va shu asosda bu ikki sayyora Quyosh atrofida aylansa kerak, degan xulosaga kelgan. Beruniy, Quyosh shu ikki sayyora bilan birgalikda Yer atrofida aylanadi, deb tasavvur etgan boʻlsa-da, uning Merkuriy va Veneraga nisbatan XI asrdagi xulosasi geliosentrik sistema tomon qoʻyilgan ilk qadam edi.

Beruniy osmon va Yer globuslarini yasagan. U osmon harakati Yerning oʻz oʻqi atrofida aylanishi natijasidir, deb taʼkidlagan.

Dunyoga oʻrta asrning buyuk munajjimi sifatida tanilgan **Mirzo Ulugʻbek** (1394–1449) 1428–1429-yillarda Samarqand yaqinidagi Koʻhak tepaligida rasadxona qurdirgan. Ulugʻbek rasadxonasida Quyosh, Oy, sayyoralar, yulduzlar oʻrganilgan. Rasadxonada yulduzlar jadvalini tuzish, vaqtni aniqlash, joyning geografik

koordinatlarini belgilash kabi astronomik ma'lumotlarni to'plash uchun qo'llaniladigan boshqa asboblarning ham mavjud bo'lgan.

Ulug'bek rasadxonada o'tkazgan tadqiqot natijalarini o'zining «*Ziji Ko'ragoniy*» nomli kitobiga kiritgan. 1437- yilda tugatilgan mazkur kitobda yulduzlarning balandligi, meridian chizig'i, kenglik, yulduz va sayyoralar orasidagi masofa kabilarni aniqlashning usullari, unda 1018 ta yulduzning joylashish koordinatasi keltirilgan. Kitobda keltirilgan ma'lumotlarning aniqligi tufayli uning qadr-qimmati shu paytgacha qadar ham kamaygani yo'q. Jumladan, Yer ekvatorining Quyosh atrofida aylanish orbitasi tekisligiga nisbatan og'ish burchagi ham aniq o'lchangan. Unga ko'ra, bu og'ish  $23^{\circ}30'17''$  ga teng bo'lib, hozirgi zamon o'lchashlaridan bor-yo'g'i  $32''$  ga farq qiladi.

Al-Farg'oniy, Beruniy, Ulug'bek kabi yurtimiz allomalari olib borgan tadqiqotlari bilan astronomiya sohasining taraqqiyotiga katta hissa qo'shganlar.

### Hozirgi zamon astronomik tadqiqotlar

Davrlar o'tishi bilan astronomik kuzatishlar uchun maxsus asboblarning yaratilishi, ular takomillashib borgan. Birinchi teleskop 1608-yilda gollandiyalik *Xans Lipperstey* tomonidan ixtiro qilingan. Ilk marta yaratilgan teleskopda shisha linzalarning uzoqdagi jismlarni kattalashtirib ko'rsatgan. Shu davrning o'zida *Galileo Galilei* ham ikki linzadan tashkil topgan teleskop yaratgan. Bu teleskoplarning yaratilishi astronomik tadqiqotlarning yangi davri boshlanishiga olib keldi.

Hozirgi zamon teleskoplari nafaqat Galaktikamizdagi yulduzlarda borayotgan jarayonlar, balki boshqa galaktikada sodir bo'layotgan jarayonlarni ham kuzatish imkonini beradi. Takomillashgan teleskoplar ko'rinadigan yorug'liklarnigina emas, balki ko'zga ko'rinmaydigan elektromagnit to'lqinlarni ham qabul qila oladi. Observatoriyalarda radioteleskoplar, yorug'lik, ultrabinafsha va rentgen to'lqinlari diapazonida ishlaydigan teleskoplar, spektrograflar qo'llaniladi.

Yer atmosferasi yuqori energiyali nurlarni kuchli yutadi. Shu sababli Koinotdan kelayotgan elektromagnit to'lqinlarning hammasini ham Yerdan turib teleskoplar yordamida kuzatib bo'lmaydi. Shuning uchun astronomik tadqiqotlar Yerning sun'iy yo'ldoshlariga o'rnatilgan radioteleskoplar yordamida ham o'tkazilmoqda. Jumladan, kosmosga chiqarilgan *Xabli teleskopi* Yerdagi teleskopda kuzatiladigan yorug'likka nisbatan 50 marta kuchsiz yorug'likni

sezgani tufayli Koinotni va undagi obyektlni mukammalroq o'rganish imkonini beradi.



1. Yurtimiz allomalarining astronomiya sohasida olib borgan ishlari haqida gapirib bering.
2. Teleskoplar haqida nimalarni bilasiz?
3. Nima sababdan astronomik tadqiqotlar sun'iy yo'ldoshlarda ham olib borilmoqda?

## XI BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

- Quyosh va uning atrofida aylanib yuruvchi barcha osmon jismlari birgalikda Quyosh sistemasini tashkil etadi.
- Keplerning birinchi qonuni:  
Har bir sayyora aylanaga yaqin bo'lgan ellips bo'ylab aylanadi va ellipsning fokuslaridan birida Quyosh turadi.
- Keplerning ikkinchi qonuni:  
Sayyoraning radius-vektori teng vaqtlar ichida teng yuzalar chizadi.
- Keplerning uchinchi qonuni:  
Sayyoralarning Quyosh atrofida aylanish davrlari kvadratlarining nisbati orbitalari katta yarim o'qlari uzunligining kublari nisbatiga teng:
 
$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3}.$$
- Mars va Yupiter oralig'ida Quyosh atrofida aylanib yuruvchi mayda osmon jismlari asteroidlar deb ataladi.
- Kometa — «bosh» va unga ergashib yuruvchi «dum»dan iborat bo'lgan Quyosh sistemasidagi osmon jismidir.
- Yerga yaqinlashib kelib, havoda yorug' iz qoldirib uchadigan, Yer sirtiga yetib kelmay yonib ketadigan mayda osmon jismlari meteorlar deyiladi.
- Uchib kelayotgan ba'zi meteorlar havoda yonib tugamay Yer sirtiga urilishi mumkin. Bunday osmon jismlari meteoritlar deb ataladi.
- Yulduzlar Koinotda to'p-to'p bo'lib joylashgan. Har bir to'plamdagi yulduzlar umumiy o'zaro tortishish kuchi bilan bog'langan. Bunday har bir yulduzlar to'plami galaktika deb ataladi.
- Olamning tuzilishi va rivojlanishi haqidagi hozirgi zamon tasavvurlariga ko'ra, 13–14 milliard yil avval butun materiya, energiya, fazo va vaqt Katta Portlash tufayli sekundning ulushlarida ( $\sim 10^{-44}$  s), deyarli bir onda paydo bo'lgan.

## OLAMNING FIZIK MANZARASI. FIZIKA-TEXNIKA TARAQQIYOTI

### 47-§. OLAMNING YAGONA FIZIK MANZARASI

#### Olamning mexanik manzarasi

Olam manzarasi haqida qadimdan boshlab olimlar mulohaza yuritgan. Biroq ular faqat tafakkurgagina tayanib, tajriba va kuza-tishdan kelib chiqadigan umumlashtirishni nazardan qochirganlar.

Tabiat hodisalarini o'rganishda tajriba natijalariga asoslanishni birinchi bo'lib G.Galiley boshlab berdi. Shuning uchun fizikaning fan sifatida shakllanishi Galileydan boshlangan deb qaraladi. Bunda u inersiya, nisbiylik prinsipi haqidagi g'oyalarni aytib, ularning tasdig'ini tajribada kuzatdi. Bu boradagi ishlar I. Nyuton tomoni-dan davom ettirildi. Shu tariqa XVII asrda tabiatshunoslikdan mexanika ajralib chiqdi va olamning mexanik manzarasi yaratildi.



***Olamning mexanik manzarasi* materiya, harakat, fazo, vaqt, o'zaro ta'sir, sabab va oqibat qonuniyati kabi elementlardan tashkil topgan bo'lib, unda tabiatdagi turli jarayonlarni mexanika qonunlari asosida tushuntirish mumkin deb qaraydi.**

Olamning mexanik manzarasiga ko'ra, ***materiya*** zarralardan tashkil topgan modda deb tushunilgan; olam harakatlanuvchi materiyadan tashkil topgan va barcha ko'rinishda harakatlar mexanik ***harakatga*** keladi; ***fazo*** va ***vaqt*** absolut mohiyat bo'lib, materiya va harakatga bog'liq emas deb qaraladi (Nyuton), XX asrda bunday qarash inkor etildi (Eynshteyn); ***o'zaro ta'sir*** universal tortishish qonuni asosida bo'lib, u bir onda bo'ladi; ***oqibat*** albatta ***sabab*** bilan bog'liq (voqealar sababli bog'lanishga ega, bir holat ma'lum bo'lsa, keyingi holatni sabab-oqibat prinsipi asosida aniqlash mumkin); Nyuton tomonidan yaratilgan klassik mexanika tasavvuriga ko'ra avval alohida-alohida bo'lgan hodisalar, jarayonlar, dalillar bir tizimga keltiriladi, ular bir-biri bilan ***mexanik qonuniyatlar*** asosida bog'lanib, umumiy yagona manzarani tashkil etadi.

## Olamning elektromagnit manzarasi

XIX asrda elektromagnit hodisalarni tadqiq qilish, ularning qonuniyatlarini kashf etish boshlandi. Lekin ularni mexanik nuqtayi nazardan qandaydir fluid (faraz qilingan maxsus suyuqlik, muhit) asosida tushuntirishga urinishlar bo'ldi. Bunday qarashlar tanqidga uchrab, inkor etila boshlandi. Shunda M. Faradey *elektromagnit maydon* tushunchasini kiritdi. Bu fanda muhim olg'a siljish bo'ldi. So'ngra bu g'oyani rivojlantirib, J. Maksvell *elektromagnit maydon nazariyasini* yaratdi. Alohida-alohida deb qaralayotgan elektr va magnit hodisalar ma'lum tartibga keltirildi. Bunda elektromagnit maydon fazoda uzluksiz o'zgaradi deb qaraldi.

Olamning mexanik manzarasi bo'yicha materiya *moddadan* iborat deb qaralgan bo'lsa, olamning elektromagnit manzarasida materiya *maydon* shaklida bo'lishi ham mumkinligi qayd etildi. *Harakat* faqat modda va uning zarralari harakatidagina iborat bo'lmasdan, balki maydon va uning elektromagnit to'liqlarining harakati sifatida ham qaralishini taqozo etdi. O'zaro ta'sir faqat gravitatsion maydon orqali *bir ondagina* emas, balki *chekli* tezlik bilan tarqaluvchi elektromagnit maydon orqali ham bo'lishi e'tirof etildi. Shunday qilib, Olamning elektromagnit manzarasi shakllandi.



**Shu bilan birga tabiatda ikkita fundamental o'zaro ta'sir – gravitatsion va elektromagnit o'zaro ta'sir mavjudligi qayd etildi.**

## Olamning hozirgi zamon fizik manzarasi

XIX asr oxirlari va XX asr boshlariga kelib, atom fizikasi sohasidagi tadqiqotlar, elektromagnit maydon porsiyalar — kvantlardan iborat ekanligi to'g'risidagi nazariya, zarralarning to'liqin tabiati haqidagi ta'limotlar klassik fizikaning qonunlari barcha fizik hodisalar uchun o'rinli bo'lavermasligini ko'rsatdi. Materiyaning uzlukli tuzilishga ega bo'lgan *moddaga* va uzluksiz *maydonga* bo'linishi o'zining absolut ma'nosini yo'qotdi.

Korpuskular-to'liqin dualizmi («dualizm» – «ikkiyoqlamalik» demakdir) materiyaning barcha shakllariga – moddaga va maydonga xosligi aniqlandi. Bular natijasida materiyaning *kvant* xossalari kashf etildi.

Mikrozarralarning harakatini tavsiflovchi *kvant fizikasi* paydo bo'lgandan so'ng olamning yagona fizik manzarasida yangi

elementlar ko'zga tashlana boshladi. Kvant nazariyasining prinsiplari mutlaqo umumiy bo'lib, barcha zarralarni, ular orasidagi o'zaro ta'sirlarni va ularning o'zaro aylanishlarini tavsiflash uchun qo'llanilaveradi.



1. Olamning mexanik manzarasi qanday elementlardan tashkil topgan?
2. Olamning mexanik va elektromagnit manzaralari orasidagi farq nimadan iborat?
3. Olamning yagona fizik manzarasi haqida nimalarni bilasiz?

### **48-§. FIZIKA VA TEXNIKA TARAQQIYOTI. O'ZBEKISTONDA FIZIKA SOHASIDAGI TADQIQOTLAR**

#### **Fizika va texnika taraqqiyoti**

Ibtidoiy jamoa tuzumida dastavval tosh qurollar, keyinchalik o'q-yoy, loydan yasalgan idishlar, tosh bolta va mis qurollar paydo bo'ldi. Mil. av. 4–3-ming yillikda jezdan yasalgan mehnat qurollari yaratildi. Keyinroq temirdan foydalanishga o'tildi. Dehqonchilik rivojlana boshlagach, suv chiqarish qurilmalari va yer haydash qurollari paydo bo'ldi. Qurilishda turli yuk ko'tarish richaglari ixtiro qilindi. Odamlar daraxt tanasidan qayiq yasab, suvda suza boshladilar. Keyinchalik yelkanli kemalar paydo bo'ldi. To'qimachilik dastgohlari yaratildi. Hunarmandchilik rivojlana boshladi.

XV—XVI asrlarga kelib domna pechlari qurildi. Harbiy texnikada o't ochish qurollari, mashina va mexanizmlar paydo bo'ldi. XVIII asr oxirida bug' mashinasi va to'qimachilik dastgohlari yaratildi. XIX asrda bosma dastgoh, telegraf apparati, fotografiya, ichki yonuv dvigateli, radio, telefon, kinematografiya, avtomobil yaratildi, harbiy texnika, temir yo'l transporti rivojlandi.

Fizika va texnika XX asr davomida misli ko'rilmagan darajada rivojlandi. Elektr energiya ishlab chiqarish va undan foydalanish keng miqyosda amalga oshdi, elektr energiya barcha sohalarga kirib bordi. Mashinasozlik, aviatsiya, atom texnikasi, kibernetika va hisoblash texnikasi, elektronika, televideniya, raketosozlik, avtomatika, kosmonavtika, axborot texnologiyasi va boshqa sohalar yuksak darajada taraqqiy etdi. Sanoat, qishloq xo'jalik, xizmat ko'rsatish, fan, maorif, madaniyat, sport, qurilish, transport, aloqa, energetika va boshqa sohalar texnikaning yutuqlari bilan qurollantirildi.

XXI asrda axborot texnologiyasi, biofizika va nanotexnologiya sohalarida buyuk kashfiyotlar qilinishi bashorat qilinmoqda.

## O'zbekistonda fizika sohasidagi izlanishlar

Forobiy, Beruniy, Ibn Sino, Ulug'bek kabi buyuk allomalar yetishib chiqqan yurtimizdagi universitet va institutlarda hamda Fanlar akademiyasining ilmiy muassasalarida fizika fanining deyarli barcha yo'nalishlarida keng miqyosda tadqiqot ishlari olib borilmoqda.

O'zbekistonda 1920—30- yillarda fizika sohasida ilmiy tadqiqot ishlari oliy o'quv yurtlaridagi laboratoriyalarda olib borildi. 1932-yilda O'zbekiston Fan Qo'mitasi tarkib topdi. 1943-yilda O'zbekiston Fanlar akademiyasi tashkil etildi. Shu yili O'zFA ning Fizika-texnika instituti, 1956-yilda Yadro fizikasi instituti, 1966-yilda Astronomiya instituti, 1967-yilda Elektronika instituti, 1976-yilda «Fizika-Quyosh» ilmiy ishlab chiqarish birlashmasi tashkil etildi. Fizika bo'yicha ilmiy tadqiqot muassasalari safiga 1977-yilda O'zFA ning Issiqlik fizikasi bo'limi, 1992-yilda «Koinot» ilmiy ishlab chiqarish birlashmasi, 1993-yilda Materialshunoslik instituti qo'shildi. Ushbu ilmiy tadqiqot muassasalarida, shuningdek, Toshkent Davlat universiteti (hozirda O'zbekiston Milliy universiteti), Samarqand Davlat universiteti, Nukus Davlat universiteti, Toshkent Davlat texnika universiteti va boshqa oliy o'quv yurtlarida fizika fanining turli muammolariga oid tadqiqot ishlari olib borilib, jahon miqyosida fizika taraqqiyotiga tegishli hissa qo'shilmoqda.

O'zbekistonda Quyosh energiyasidan foydalanish va yadro fizikasi sohasida olib borilgan tadqiqot ishlari bilan tanishsiz (32- va 37-§ larga qarang). Fizikaning boshqa yo'nalishlarida ham mamlakatimiz olimlari erishgan muvaffaqiyatlar beqiyosdir. Jumladan, atmosferadagi elektron-yadro jalalari kashf qilindi. Protonlarning yadroda kogerent difraksion dissotsiyasi hodisasi jahonda birinchi bo'lib aniqlandi. Yarimo'tkazgichlar xossasiga ega bo'lgan qattiq eritmalarning bir necha turi hosil qilindi va fizik xossalari o'rganildi. Tadqiqotlar natijalari asosida o'ta yuksak chastotali diodlar, yarimo'tkazgichlarda tez kechadigan elektron jarayonlarni o'rganish uchun mo'ljallangan asboblardan, tasvirni uzatuvchi fotodiod matritsalar, kremniy-litiyli detektor va boshqa asboblardan yaratildi. Rossiya bilan hamkorlikda kosmik tadqiqot uchun zarur bo'lgan turli materiallar yaratildi.

Mamlakatimiz ilmiy tadqiqot muassasalarida va oliy o'quv yurtlari laboratoriyalarida qattiq jismlar fizikasi, issiqlik va molekular fizika, optika va akustikaning zamonaviy fundamental

yoʻnalishlari boʻyicha amaliy ahamiyatga ega boʻlgan ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Jumladan, moddalarning yuqori temperaturadagi sintezi, strukturasi va xossalarini lazer nuri bilan boshqarishning yangi usullari ishlab chiqildi.  $5-1000^{\circ}\text{C}$  va  $80-2000^{\circ}\text{C}$  temperatura intervalida ishlaydigan pirometr, infraqizil nur chiqaradigan jismning nurlanishini qayd qila oladigan yangi tur qabulqilgich yaratildi.

Kondensatlangan muhitlar optikasi sohasidagi oʻta toza shaffof muhitlarda lazer nurining tarqalishi bilan bogʻliq optik hodisalar oʻrganilib, unda yangi hodisa — tezkor keng polosali luminissensiya topildi. Lazer spektroskopiyasi sohasida nochizigʻiy muhitlarda lazer nurining anomal ogʻishi va oʻz-oʻzidan fokuslanish hodisalari kashf qilindi. Nochizigʻiy modulatsion nur tolalar optikasi yaratildi.

Shuningdek, yuqori samarali nurlovchi turfa diodlar (akademik M.S.Saidov), Rossiya bilan hamkorlikda kosmik tadqiqotlar uchun zarur boʻlgan qator materiallar yaratildi.

Mamlakatimizda fizika sohasida olib borilayotgan tadqiqotlar hozirgi zamon fizikasining jahon miqyosida taraqqiy etishiga, xalq turmush tarzining farovonlashishiga xizmat qiladi.



1. Texnika taraqqiyotida fizika fanining tayanch ekanligini asoslab bering.
2. Qadimdan hozirgi davrgacha fizika va texnika taraqqiyoti haqida soʻzlab bering.
3. Oʻzbekistonda fizika sohasida olib borilayotgan tadqiqotlar haqida nimalarni bilasiz?



## MASHQLARNING JAVOBLARI

- 1-mashq.** 1.  $n_0 = 3 \cdot 10^{26} \text{ m}^{-3}$ . 2.  $N = 3,7 \cdot 10^{25}$  ta. 3.  $N \approx 3,3 \cdot 10^{22}$  ta.  
4.  $N = 5 \cdot 10^{25}$  ta.
- 2-mashq.** 1.  $m_0 \approx 5,3 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ . 2.  $m_0 \approx 4,65 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ . 3.  $N \approx 3 \cdot 10^{23}$  ta.  
4.  $\bar{v} = 500 \text{ mol}$ . 5.  $m = 0,16 \text{ kg}$ .
- 3-mashq.** 1.  $N = 2,7 \cdot 10^{22}$  ta. 2.  $E_k = 1,25 \cdot 10^{-20} \text{ J}$ . 3.  $p = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ .
- 4-mashq.** 3. 2 marta ortadi. 4.  $p \approx 1,13 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ . 5.  $n \approx 2,7 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$ .
- 5-mashq.** 1.  $v_{kv}(\text{H}_2) \approx 1845 \text{ m/s}$ ;  $v_{kv}(\text{CO}_2) \approx 393 \text{ m/s}$ . 2.  $E_k(\text{H}_2) = E_k(\text{CO}_2) \approx 5,65 \cdot 10^{-21} \text{ J}$ . 3.  $E_k$  4 marta,  $v_{kv}$  2 marta ortadi. 2. 4 marta kichik.
- 6-mashq.** 1.  $A \approx 2,5 \text{ J}$ . 2.  $A \approx 0,25 \text{ J}$ . 3.  $F = 50 \text{ N}$ .
- 7-mashq.** 1.  $Q = 313,5 \text{ kJ} = 75 \text{ kkal}$ ;  $C = 4,18 \text{ kJ/K}$ . 2. Temir. 3.  $Q = 1,32 \text{ MJ}$ .  
4.  $V \approx 0,93 \text{ l}$ . 5. Sovuq suv — 40 l, issiq suv — 60 l.
- 8-mashq.** 2.  $Q_1 = 7,25 \cdot 10^8 \text{ J}$ ;  $Q_2 = 2,5 \cdot 10^8 \text{ J}$ . 3.  $q = 4,4 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$ . 4.  $m = 5 \text{ kg}$ .  
5.  $Q \approx 1,3 \cdot 10^9 \text{ J}$ ;  $Q_1 \approx 2,3 \cdot 10^6 \text{ J}$ . 6.  $Q = 2,5 \cdot 10^7 \text{ J}$ .
- 9-mashq.** 1.  $P_2 = 3 \text{ MPa}$ . 2.  $V_2 = 1 \text{ l}$ . 3.  $V_2 = 4 \text{ l}$ . 4.  $P_2 = 1,5 \text{ MPa}$ .
- 10-mashq.** 1.  $A = 1,6 \text{ kJ}$ . 2.  $Q = -0,5 \text{ kJ}$ . 3.  $A = 1 \text{ kJ}$ . 4.  $\Delta U = 2,8 \text{ kJ}$ .  
5.  $A = 831 \text{ J}$ .
- 11-mashq.** 1.  $F = 2 \text{ mN}$ ;  $A = 60 \text{ }\mu\text{J}$ . 2.  $F = 1,2 \text{ mN}$ ;  $A = 36 \text{ }\mu\text{J}$ . 3.  $F = 2,92 \text{ mN}$ .
- 12-mashq.** 1.  $h = 14,6 \text{ sm}$ . 2.  $r = 0,25 \text{ mm}$ . 3.  $h \approx 7,5 \text{ mm}$ .
- 13-mashq.** 1.  $F = 1884 \text{ N}$ . 2.  $E \approx 9 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$ . 3.  $\sigma = 4 \cdot 10^7 \text{ Pa}$ ;  $E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$ .
- 14-mashq.** 1.  $Q_e = 334 \text{ kJ}$ . 2.  $m \approx 167 \text{ g}$ . 3.  $Q = 167 \text{ kJ}$ . 4. Po'lat.
- 15-mashq.** 1.  $\varphi \approx 65\%$ . 2.  $\rho = 15 \text{ g/m}^3$ . 3.  $\varphi = 62\%$ .
- 16-mashq.** 1.  $\alpha + \gamma = 70^\circ$ . 2.  $n \approx 1,5$ ;  $v \approx 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ . 3.  $\beta = 39^\circ$ .
- 17-mashq.** 1.  $\alpha_0 \approx 49^\circ$ . 2.  $n_2 \approx 1,2$ . 3.  $n_1 \approx 1,5$ .
- 18-mashq.** 1.  $D_1 = 2,5 \text{ dptr}$ ;  $D_2 = 4 \text{ dptr}$ ;  $D_3 = 10 \text{ dptr}$ ;  $D_4 = -10 \text{ dptr}$ ;  
 $D_5 = -4 \text{ dptr}$ ;  $D_6 = -2,5 \text{ dptr}$ . 2.  $D = 3,25 \text{ dptr}$ . 3.  $f = 20 \text{ sm}$ ;  $K = 1$ .  
4.  $F = 13 \text{ sm}$ ;  $D = 7,7 \text{ dptr}$ .
- 19-mashq.** 1.  $F \approx 15,4 \text{ sm}$ ,  $a$  holatga to'g'ri keladi. 2.  $F = 8 \text{ sm}$ ,  $d$  holatga to'g'ri keladi. 3.  $f = -12 \text{ sm}$ ,  $f$  holatga to'g'ri keladi.
- 20-mashq.** 1.  $K = 10$ . 2.  $F = 1,25 \text{ sm}$ . 3.  $K = 200$ . 4.  $D_3 = 4 \text{ dptr}$ ; 1:1 000 000 masshtabda. 5. Kattalashtirish; tasvirning o'lchami kichrayadi va yoritilganlik ortadi. 6. Birinchi fotoapparatda.
- 21-mashq.** 1. Qavariq linza,  $D = 4 \text{ dptr}$ ,  $F = 25 \text{ sm}$ . 2. Botiq linza,  $D = -2,5 \text{ dptr}$ ,  $F = 40 \text{ sm}$ . 3.  $D = 5 \text{ dptr}$ , yaqinni ko'rish uchun. 4.  $D = 2 \text{ dptr}$ , uzoqni ko'rish uchun. 4.  $AB = 25 \text{ sm}$ .
- 22-mashq.** 1.  $t = 34 \text{ min } 56 \text{ s}$ . 2.  $t_1 \approx 8 \text{ min } 19 \text{ s}$ ;  $t_2 \approx 1,3 \text{ s}$ . 3.  $s \approx 4,1 \cdot 10^{16} \text{ m}$ .

- 23-mashq. 1.**  $m_{\text{He}} = 3,34 \cdot 10^{-27}$  kg;  $m_{\text{Li}} = 5,01 \cdot 10^{-27}$  kg;  $m_{\text{O}} = 1,34 \cdot 10^{-26}$  kg; 1836,3 marta. **2.**  $q_{\text{C}} = 9,6 \cdot 10^{-19}$  C;  $q_{\text{Na}} = 1,76 \cdot 10^{-18}$  C;  $q_{\text{Cl}} = 2,72 \cdot 10^{-18}$  C. **3.**  $m_{\text{N}} = 1,2 \cdot 10^{-26}$  kg;  $m_{\text{Fe}} = 4,34 \cdot 10^{-26}$  kg;  $m_{\text{U}} = 1,54 \cdot 10^{-25}$  kg;  $q_{\text{N}} = 1,12 \cdot 10^{-18}$  C;  $q_{\text{Fe}} = 4,16 \cdot 10^{-18}$  C;  $q_{\text{U}} = 1,47 \cdot 10^{-17}$  C. **4.**  ${}^{15}_8\text{O}$  va  ${}^{16}_8\text{O}$  da 8 tadan,  ${}^{235}_{92}\text{U}$  va  ${}^{238}_{92}\text{U}$  da 92 tadan elektron bor. **6.**  $m({}^{15}_8\text{O}) = 2,50 \cdot 10^{-26}$  kg;  $m({}^{16}_8\text{O}) = 2,67 \cdot 10^{-26}$  kg;  $m({}^{235}_{92}\text{U}) = 3,93 \cdot 10^{-25}$  kg;  $m({}^{238}_{92}\text{U}) = 3,98 \cdot 10^{-25}$  kg.
- 24-mashq. 1.**  $R_2 \approx 228$  mln km. **2.**  $R_2 = 778$  mln km. **3.**  $T_2 = 88$  sutka. **4.**  $R_2 = 4,5$  mlrd km.

## TAKRORLASH UCHUN MASALALARNING JAVOBLARI

### I bob bo'yicha

- 11.**  $4,8 \cdot 10^{26}$  m<sup>-3</sup>. **12.**  $1,67 \cdot 10^{26}$  ta. **13.**  $\approx 3,3 \cdot 10^{25}$  ta. **14.**  $5 \cdot 10^{22}$  ta. **15.**  $\approx 3,3 \cdot 10^{-27}$  kg. **16.**  $\approx 7,3 \cdot 10^{-26}$  kg. **17.**  $1,9 \cdot 10^{22}$  ta. **18.**  $\approx 56$  mol. **19.** 224 g. **20.** 200 mol. **21.** 22 kg. **22.** 1,5 l. **23.**  $6,9 \cdot 10^{10}$  m; 180 marta. **24.** Kislorodniki 16 marta. **25.**  $2,25 \cdot 10^{-20}$  J. **26.**  $6,7 \cdot 10^5$  N/m<sup>2</sup>. **29.** 1,6 marta ortadi. **30.**  $\approx 3,3 \cdot 10^5$  N/m<sup>2</sup>. **31.**  $\approx 516$  m/s;  $\approx 483$  m/s. **32.**  $6,21 \cdot 10^{-21}$  J;  $6,21 \cdot 10^{-21}$  J. **33.**  $E_k$  3 marta,  $v_{kv} \approx 1,7$  marta ortadi. **34.** 3 marta ortadi. **35.** 0,11 MPa. **36.** 707 m/s. **37.**  $2,3 \cdot 10^{25}$  m<sup>-3</sup>. **38.**  $10^{-21}$  J. **39.** 6 marta ortadi. **40.** 725 K. **41.** 240 ta. **42.** 1,9 km/s.

### II bob bo'yicha

- 3.** 4 mol. **4.** 8,2 MPa. **5.** 2 l. **6.** 25 l. **7.** Vodorod 22 marta. **8.** 64,4 kg/m<sup>3</sup>. **9.** Metanning zichligi 2 marta kam. **10.** 9,5 l. **11.** 1,6 marta ortadi. **12.** 418 kJ yoki 100 kkal; 4,18 kJ/K. **13.** 667 J/(kg·K). **14.**  $\approx 0,5$  l. **15.**  $\approx 730$  kJ. **16.** 8 kg. **17.**  $\approx 186$  kkal. **18.** 1,5 kg. **19.** 7,5 MPa. **20.** 5 dm<sup>3</sup>. **21.**  $\approx 2,55$  dm<sup>3</sup>. **22.** 1600 kPa. **23.** Havo hajmi ortgani uchun bosim kamayadi. **24.** 7 l. **25.** 1,5 l. **26.** 27°C. **27.** Teskari proporsional. **28.** 39°C. **32.** 12,5 kJ. **33.** Geliy 10 marta ko'p. **34.** Ortadi; kamayadi; o'zgarmaydi. **35.** 0,5 kJ. **36.** -0,5 kJ. **37.** 2 kJ. **38.** 2 kJ. **39.** 3,3 kJ. **40.** 830 J. **41.** Vodorod 16 marta ko'p ish bajaradi. **42.** 3,3 MJ; 6,1 MJ.

### III bob bo'yicha

- 1.** Bitta katta tomchining sirt energiyasi ikkita kichkina tomchinikidan kichik. **2.** Vaznsizlik holatida suv kichik sirtli shaklni, ya'ni shar shaklini egallaydi. **8.**  $F = 3,2$  mN;  $A = 160$  μJ. **9.**  $F = 7,6$  mN. **10.** 28 mg. **11.** 74 mN/m. **12.** 1,2 marta kamayadi. **13.**  $\approx 2,3 \cdot 10^{-5}$  N. **20.** 800 kg/m<sup>3</sup>. **21.** 7,3 sm. **22.**  $\approx 0,34$  mm. **23.** 3,4 mm. **24.** 820 kg/m<sup>3</sup>. **25.** 5,1 mm. **26.** Kamayadi. **27.** 22 mN/m. **28.** 11,7 mg. **29.** 7,3 sm. **30.**  $\approx 3,7 \cdot 10^{-5}$  kg.

#### IV bob bo'yicha

**8.**  $10^4$  N. **9.**  $\approx 1,5 \cdot 10^9$  Pa. **10.**  $\sigma = 8 \cdot 10^7$  Pa;  $E = 3,2 \cdot 10^{11}$  Pa. **11.** 32 MPa. **12.** Diametri katta bo'lgan simda 9 marta kichik. **13.** 0,002; 1 MPa. **14.** 0,0005; 1 mm. **15.** 200 MPa. **16.** 1,67 marta. **17.** 3 mm;  $10^{-3}$ . **18.** 5,25 N. **19.** 4 marta. **20.** Absolut uzayishi 4 marta, nisbiy uzayishi 2 marta kamaygan. **21.** 2 marta qisqargan.

#### V bob bo'yicha

**3.** 66,8 kJ. **4.** 320 kg. **5.** 668 kJ. **6.** 200 kJ/kg. **17.**  $\varphi = 50\%$ . **18.**  $10,2 \text{ g/m}^3$ . **19.**  $\varphi = 39\%$ . **20.** 2,2 kPa. **21.** Yo'q. **22.** Trubkadagi suv sathi idishdagi sathigacha pasayadi. **23.** 1,8 marta. **24.** 2,6 mg. **25.** 21 mg. **26.** 0,24 Pa. **27.**  $0,59 \text{ kg/m}^3$ . **28.**  $40^\circ\text{C}$  da 4,34 marta katta. **29.** Bo'ladi; bo'lmaydi. **30.** 50%.

#### VI bob bo'yicha

**1.**  $35^\circ$ . **2.**  $2\varphi$ . **4.** Qirg'oqqa yaqinlashadi. **5.** 37 sm. **6.** O'zgarmaydi. **8.** Havoning temperaturasi o'zgargani uchun sindirish ko'rsatkichi o'zgaradi. **9.** Chunki havoning haqiqiy nur sindirish ko'rsatkichi 1 dan kattaroq. **10.**  $19^\circ$ ,  $28^\circ$ . **11.**  $49^\circ$ . **12.**  $52^\circ$ . **13.**  $n = 1$  yoki  $\alpha = 0^\circ$  da. **14.**  $28^\circ$ . **15.**  $74^\circ$ . **16.**  $58^\circ$ . **17.**  $39^\circ$ . **19.** 14 sm. **20.** 1,1 m. **21.**  $27^\circ$ . **22.** 1,2 sm; 1 sm. **24.**  $56^\circ$ . **25.** 50%. **26.**  $L = (D \pm d)F/D$ . **27.** 50 sm; 4 marta kattalashgan. **28.** 25 sm; haqiqiy, teskari, 4 marta kattalashgan. **29.** 20 dptr. **30.** 16 sm. **31.** Fokal tekisligida. **32.**  $-7,5$  dptr. **33.** 3 marta. **34.**  $mF/(m + 1)$ ;  $(m + 1)$  marta. **35.** Ekrandan 30 va 60 sm.

#### VIII bob bo'yicha

**11.**  $6,9 \cdot 10^{-27}$  kg;  $10^{-26}$  kg;  $2,8 \cdot 10^{-26}$  kg. **12.**  $3,2 \cdot 10^{-19}$  C;  $3 \cdot 10^{-18}$  C;  $4,2 \cdot 10^{-18}$  C. **13.**  $8,4 \cdot 10^{-27}$  kg;  $1,7 \cdot 10^{-26}$  kg;  $1,4 \cdot 10^{-26}$  kg.  $8 \cdot 10^{-19}$  C;  $1,6 \cdot 10^{-18}$  C;  $1,3 \cdot 10^{-17}$  C. **14.**  ${}^{20}_{10}\text{Ne}$  va  ${}^{21}_{10}\text{Ne}$  da 10 tadan,  ${}^{26}_{13}\text{Al}$  va  ${}^{27}_{13}\text{Al}$  da 13 tadan elektron bor. **16.**  $3,34 \cdot 10^{-26}$  kg;  $3,51 \cdot 10^{-26}$  kg;  $4,35 \cdot 10^{-26}$  kg;  $4,51 \cdot 10^{-26}$  kg.

# M U N D A R I J A

## MOLEKULAR FIZIKA VA TERMODINAMIKA ASOSLARI ..... 3

### I bob. Modda tuzilishining molekular-kinetik nazariyasi asoslari

1-§. Molekular-kinetik nazariya haqida tushuncha .....	4
2-§. Molekulalarning o'lchami va massasi .....	7
3-§. Modda miqdori. Molar massa.....	11
4-§. Ideal gaz molekular-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi .....	13
5-§. Temperatura .....	15
6-§. Gaz molekularining harakat tezligi .....	18
<i>I bob yuzasidan muhim xulosalar</i> .....	21
<i>I bobni takrorlash uchun savol va masalalar</i> .....	22

### II bob. Termodinamika elementlari

7-§. Ichki energiya va ish .....	24
8-§. Issiqlik miqdori. Solishtirma issiqlik sig'imi .....	26
9-§. Qattiq jismlarning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash (laboratoriya ishi) .....	31
10-§. Yoqilg'ining solishtirma yonish issiqligi .....	32
11-§. Ideal gaz holatining tenglamalari. Izojarayonlar .....	34
12-§. Termodinamikaning birinchi qonuni .....	38
13-§. Turli temperaturali suv aralashtirilganda issiqlik miqdorlarini taqqoslash (laboratoriya ishi) .....	42
14-§. Suyuqlikning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash (laboratoriya ishi) .....	43
<i>II bob yuzasidan muhim xulosalar</i> .....	44
<i>II bobni takrorlash uchun savol va masalalar</i> .....	45

### III bob. Suyuqliklardagi sirt hodisalari

15-§. Suyuqlik va uning xossalari. Sirt taranglik .....	48
16-§. Suyuqlikning sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlash (laboratoriya ishi).....	51
17-§. Ho'llash. Kapillar hodisalar .....	52
<i>III bob yuzasidan muhim xulosalar</i> .....	55
<i>III bobni takrorlash uchun savol va masalalar</i> .....	56

### IV bob. Qattiq jismlarning xossalari

18-§. Kristall va amorf jismlar .....	58
19-§. Qattiq jismlarning mexanik xossalari .....	60
<i>IV bob yuzasidan muhim xulosalar</i> .....	63
<i>IV bobni takrorlash uchun savol va masalalar</i> .....	63

## V bob. Modda agregat holatining o'zgarishi

20-§. Kristall jismlarning erishi va qotishi .....	65
21-§. Moddaning solishtirma erish issiqligi. Amorf jismlarning erishi va qotishi .....	67
22-§. Bug'lanish va kondensatsiya. Qaynash .....	70
23-§. Atmosferadagi hodisalar .....	73
<i>V bob yuzasidan muhim xulosalar</i> .....	77
<i>V bobni takrorlash uchun savol va masalalar</i> .....	78

## OPTIKA .....

80

## VI bob. Yorug'likning tarqalishi, qaytishi va sinishi

24-§. Yo'rug'likning qaytish va sinish qonunlari .....	81
25-§. To'la ichki qaytish .....	84
26-§. Shishaning nur sindirish ko'rsatkichini aniqlash (laboratoriya ishi) .....	87
27-§. Linzalar .....	88
28-§. Yupqa linza yordamida tasvir yasash.....	91
29-§. Linza yordamida tasvir hosil qilish (laboratoriya ishi) .....	93
30-§. Optik asboblari .....	94
31-§. Ko'z va ko'rish .....	97
<i>VI bob yuzasidan muhim xulosalar</i> .....	99
<i>VI bobni takrorlash uchun savol va masalalar</i> .....	100

## VII bob. Yorug'lik energiyasidan foydalanish

32-§. Yo'rug'lik tezligini aniqlash .....	103
33-§. Yorug'likning kimyoviy va biologik ta'siri .....	106
34-§. Geliotexnika. O'zbekistonda Quyosh energiyasidan foydalanish .....	109
<i>VII bob yuzasidan muhim xulosalar</i> .....	111

## ATOM FIZIKASI ASOSLARI .....

112

## VIII bob. Atom va yadro tuzilishi

35-§. Atom tuzilishi haqida tushuncha .....	113
36-§. Atom yadrosining tuzilishi .....	115
<i>VIII bob yuzasidan muhim xulosalar</i> .....	118
<i>VIII bobni takrorlash uchun savol va masalalar</i> .....	119

## IX bob. Yadro energiyasi va undan foydalanish

37-§. Yadro energiyasi haqida tushuncha .....	120
38-§. Yadro energiyasidan foydalanish .....	122
39-§. O'zbekistonda yadro fizikasi taraqqiyoti .....	124
<i>IX bob yuzasidan muhim xulosalar</i> .....	126

<b>KOINOT HAQIDA TASAVVURLAR</b> .....	127
--	-----

### **X bob. Yulduzlar, Quyosh va Oy**

40-§. Yulduzlar. Quyosh .....	128
41-§. Oy — Yerning tabiiy yo‘ldoshi .....	130
42-§. Vaqtni o‘lchash. Taqvimlar .....	133
<i>X bob yuzasidan muhim xulosalar</i> .....	135

### **XI bob. Quyosh sistemasi. Galaktika**

43-§. Quyosh sistemasidagi sayyoralar. Kepler qonunlari .....	136
44-§. Mayda osmon jismlari .....	140
45-§. Galaktika. Koinot tuzilishi va rivojlanishi haqida hozirgi zamon dunyoqarashlari .....	142
46-§. Astronomik tadqiqotlar .....	144
<i>XI bob yuzasidan muhim xulosalar</i> .....	147

### **OLAMNING FIZIK MANZARASI. FIZIKA-TEXNIKA TARAQQIYOTI** .....

148

47-§. Olamning yagona fizik manzarasi .....	148
48-§. Fizika va texnika taraqqiyoti. O‘zbekistonda fizika sohasidagi tadqiqotlar .....	150

<b>Mashqlarning javoblari</b> .....	153
-------------------------------------	-----

<b>Takrorlash uchun masalalarning javoblari</b> .....	154
---	-----

HABIBULLAYEV PO‘LAT QIRG‘IZBOYEVICH,  
BOYDEDAYEV AHMADJON,  
BAHROMOV AKBAR DALABOYEVICH,  
YULDASHEVA MOHIDILXAN KAMALDOJANOVNA

# F I Z I K A

Umumiy o‘rta ta‘lim maktablarining  
9-sinfi uchun darslik

*Ikkinchi nashr*

Muharrir *M. Yo‘ldosheva*  
Badiiy muharrir *Sh. Mirfayozov*  
Rassom va sahifalovchi *M. Toirova*  
Texnik muharrir *E. Koryagina*  
Musahhah *D. To‘ychiyeva*

Nashriyot litsenziya raqami AI № 154. 14.08.09.  
2014-yil 11-martda bosishga ruxsat etildi. Bichimi 70x100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Times garnituras.  
Ofset bosma. 12,90 shartli bosma toboq. 10,0 nashr toboq‘i. Adadi 370135 nusxa.  
91 raqamli buyurtma.

O‘zbekiston Matbuot va axborot agentligining  
G‘afur G‘ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyida chop etildi.  
100128. Toshkent sh. Shayxontohur ko‘chasi, 86.

**Bizning internet manzilimiz: [www.gglit.uz](http://www.gglit.uz)**  
**E-mail: [iptdgulom@sarkor.uz](mailto:iptdgulom@sarkor.uz), [info@gglit.uz](mailto:info@gglit.uz)**

### Ijaraga beriladigan darslik holatini ko'rsatuvchi jadval

T/r	O'quvchining ismi va familiyasi	O'quv yili	Darslikning olingandagi holati	Sinf rahbari-ning imzosi	Darslikning topshirilgan-dagi holati	Sinf rahbari-ning imzosi
1						
2						
3						
4						
5						
6						

**Darslik ijaraga berilib, o'quv yili yakunida qaytarib olinganda yuqoridagi jadval sinf rahbari tomonidan quyidagi baholash mezonlariga asosan to'ldiriladi:**

Yangi	Darslikning birinchi marotaba foydalanishga berilgandagi holati.
Yaxshi	Muqova butun, darslikning asosiy qismidan ajralmagan. Barcha varaqlari mavjud, yirtilmagan, ko'chmagan, betlarida yozuv va chiziqlar yo'q.
Qoniqarli	Muqova ezilgan, birmuncha chizilib, chetlari yedirilgan, darslikning asosiy qismidan ajralish holati bor, foydalanuvchi tomonidan qoniqarli ta'mirlangan. Ko'chgan varaqlari qayta ta'mirlangan, ayrim betlariga chizilgan.
Qoniqar-siz	Muqovaga chizilgan, u yirtilgan, asosiy qismidan ajralgan yoki butunlay yo'q, qoniqarsiz ta'mirlangan. Betlari yirtilgan, varaqlari yetishmaydi, chizib, bo'yab tashlangan. Darslikni tiklab bo'lmaydi.