

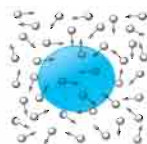
# FIZIKA

Umumiy o'rta ta'lim maktablarining  
9-sinfi uchun darslik

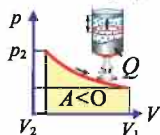
*Qayta ishlangan va to'ldirilgan uchinchi nashri*

*O'zbekiston Respublikasi Xalq ta'limi vazirligi  
tomonidan tasdiqlangan*

**MODDA TUZILISHINING  
MOLEKULAR – KINETIK  
NAZARIYASI ASOSLARI**



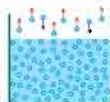
**TERMODINAMIKA  
ELEMENTLARI**



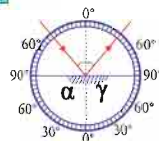
**ISSIQLIK DVIGATELLARI**



**SUYUQLIK VA QATTIQ  
JISMLARNING XOSSALARI**



**OPTIKA**



G'afur G'ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi  
Toshkent – 2019

**Mualliflar:** **P. HABIBULLAYEV, A. BOYDEDAYEV,**  
**A. BAHROMOV, K. SUYAROV, J. USAROV, M. YULDASHEVA**






**Maxsus muharrir:**

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

**Taqrizchilar:**

- A.T. MAMADALIMOV** – fizika-matematika fanlari doktori, O'zR FA akademigi.  
**M. DJORAYEV** – Nizomiy nomidagi TDPU professori, ped.fan.doktori.  
**E. XUJANOV** – TDPU «Fizika va astronomiya o'qitish kafedrasi» o'qituvchisi.  
**Z. SANGIROVA** – RTM «Aniq va tabiiy fanlar» bo'limi fizika fani metodisti. O'zMU «Umumiy fizika» kafedrasi o'qituvchisi, falsafa fanlari doktori.  
**SH. SODIQOVA**  
**V. SAIDXO'JAYEVA** – Toshkent viloyati Pskent tumani 5-maktab fizika fani o'qituvchisi, O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan xalq ta'limi xodimi.  
**M. SAIDARIPOVA** – Yunusobod tumani 63-maktab fizika fani o'qituvchisi.  
**E. JUMANIYOZOV** – Sergeli tumani 8-maktab fizika fani o'qituvchisi.

### Shartli belgilar

-  – e'tibor bering va esda saqlang
-  – savollarga javob bering
-  – eslab qoling
-  – masalalarni yeching
-  – amaliy topshiriqlarni bajaring va daftaringizga yozing
- \* – yechilishi nisbatan murakkab bo'lgan masala

**Respublika maqsadli kitob jang'armasi mablag'lari  
hisobidan chop etildi.**

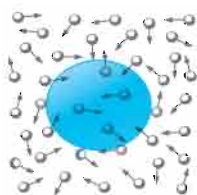
**Habibullayev P.**

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, 2019. –176 b.

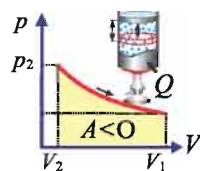
UO'K 372.853(075)  
KBK 22. 3 ya 72

ISBN 978-9943-5551-2-9

© G'afur G'ulom nomidagi nashriyot-matbaa  
ijodiy uyi, 2019



## MOLEKULAR FIZIKA VA TERMODINAMIKA ASOSLARI



Molekulyar fizika va termodinamika – fizikaning bo‘limlaridan biri bo‘lib, unda jismning fizik xossalari uni tashkil qilgan son-sanoqsiz zarralarning orasida yuz beradigan jarayonlarga bog‘lab o‘rganiladi.

Molekulyar fizika va termodinamika o‘rganadigan masalalar doirasi juda keng bo‘lib, u:

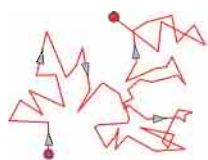
- moddalarning tuzilishini;
- moddaning turli holatidagi fizik xossalarini;
- moddaning bir holatdan boshqa holatga o‘tish qonuniyatlarini;
- moddaning sirt hodisalari, ikki modda chegarasida sodir bo‘ladigan hodisalarni;
- moddani tashkil qilgan zarralarning harakati va ular orasidagi o‘zaro ta’sir kuchlarining yuzaga kelish sabablarini o‘rganadi va tushuntiradi.

Molekulyar fizika va termodinamikani o‘rganishda 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, molekulalarning o‘rtacha tezligi, kinetik energiyasi va hokazo. Zarralarning natijaviy o‘rtacha harakati alohida zarralarning harakat qonuniyatlari asosida aniqlanadi. Bu metod modda tuzilishining molekulyar-kinetik nazariyasiga 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.

Molekulyar fizikani o‘rganishda har ikkala statistik va termodinamik metodlar bir-birini to‘ldiradi. Bu metodlardan gaz, suyuq va qattiq holatdagi moddalarning tuzilishi va ularda bo‘ladigan jarayonlarni o‘rganishda foydalaniladi.



## I BOB

# MODDA TUZILISHINING MOLEKULAR – KINETIK NAZARIYASI ASOSLARI

## 1-§. MODDA TUZILISHINING MOLEKULAR – KINETIK NAZARIYASI

Modda tuzilishi to'g'risidagi ta'limotga dastlab miloddan oldingi V – IV asrlarda yashagan grek faylasufi Demokrit tomonidan asos solingan. Demokrit tabiat hodisalarini o'rganish uchun jismlarning ichki tuzilishini o'rganish zarur ekanligini o'z asarlarida yozgan. Uning fikricha, barcha moddalar juda kichik zarralardan tashkil topgan. U moddaning eng kichik bo'linmas zarrasini atom deb ataganligi haqidagi ma'lumot bilan siz 6-sinfda tanishgansiz.



**Moddaning tuzilishi va xossalari uni tashkil qilgan molekullarning harakatiga hamda molekullar orasidagi o'zaro ta'sir kuchining mavjudligiga bog'lab o'rganuvchi nazariya molekulyar - kinetik nazariya (MKN) deb ataladi.**

Modda tuzilishining molekulyar-kinetik nazariyasi XVIII asrdan uzviy nazariya sifatida rivojlana boshladi. Molekulyar-kinetik nazariyaning rivojlanishida rus olimlari M.V.Lomonosov, D.I.Mendeleyev, ingliz olimlari D.Dalton, J.Maksvell, nemis olimi O.Shtern, avstriya fizigi L.Bolsman, italyan olimi A.Avogadro va boshqalar o'zlarining hissalarini qo'shganlar.

**Molekulyar-kinetik nazariya tajribalarda isbotlangan uchta qoidaga asoslanadi:**



- 1. Moddalar zarralardan — atom va molekullardan tashkil topgan.**
- 2. Atom va molekullar to'xtovsiz va tartibsiz harakat qiladi.**
- 3. Atom va molekullar orasida o'zaro tortishish va itarilish kuchlari mavjud.**

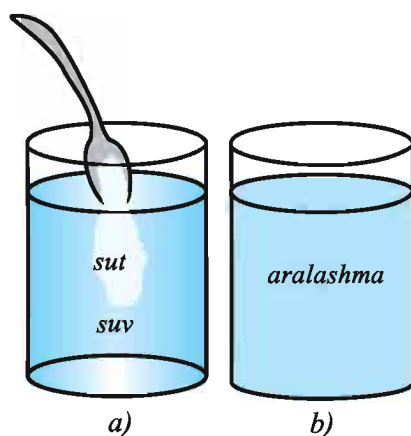
Bu qoidalar quyidagi amaliy misollarda yaqqol ko'rinadi.

1. Xonaning bir chekkasiga atir sepilsa, uning hidi xonaning boshqa chekkasiga ham yetib keladi. Bu hid, atir molekullaridan tashkil topgan. Atir molekullari xona bo'ylab to'xtovsiz va tartibsiz harakat qilishi natijasida tarqaladi. Atir hidi bizga yetib kelguncha ma'lum vaqt o'tadi. Bunga sabab – atir molekullari o'z yo'lida son-sanoqsiz havo molekullari bilan to'qnashadi va o'z harakat yo'nalishini ko'p marta o'zgartiradi.

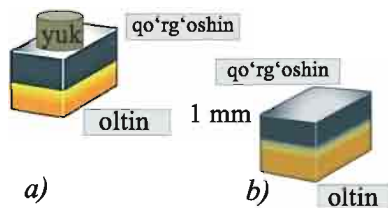
2. Stakandagi suv ustiga bir choy qoshiq sut quysak, suv bilan sut tezda aralashib ketmaydi (1-a rasm). Ularning aralashishi uchun ma'lum vaqt o'tadi (1-b rasm).

Suv va sutning 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 harakatlanishini ko'rsatadi.

3. Oltin va qo'rg'oshin metallarining sirtlari silliqqlanib, ustma-ust joylashtirilgan holda ularning ustiga og'ir yuk qo'yilgan (2-a rasm). Besh yildan keyin metallar ustidagi yuk olinganda, ularning bir-biriga yopishib qolganligi kuzatilgan. Oltin atomlari qo'rg'oshin moddasi ichiga, qo'rg'oshin atomlari esa oltin moddasining ichiga taxminan 1 mm kirib borgan (2-b rasm). Bu esa oltin va qo'rg'oshin moddalarining aralashishi qattiq jismlarning ham zarralardan tashkil topganligini bildiradi. Qattiq jism zarralarining sekin aralashishi esa, metall zarralarining o'zaro ta'sir kuchi suyuqlik yoki gazlarga nisbatan kuchliroq ekanligini ko'rsatadi.



1-rasm.



2-rasm.

### Broun harakati

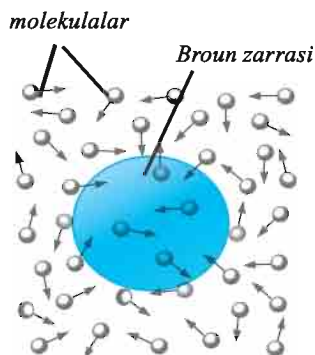
Moddadagi molekularning tartibsiz harakatini tasdiqlovchi tajriba ingliz botanigi Robert Broun tomonidan 1827-yilda kuzatilgan. Broun suv ustiga o'simlik gulining changi (spora-urug') ni sepib, uni mikroskopda kuzatadi. Broun gul changining suv ustida to'xtovsiz va tartibsiz harakatini ko'rib, uni biror mayda jonzot deb o'ylagan. Harakatlanayotgan narsa nimaligini va bunday harakat sabablarini aniqlash uchun Broun qator tajribalar o'tkazgan. U tajribalar asosida tabiatda zarralarning uzluksiz va tartibsiz (xaotik) harakat qilishini aniqlagan. Bunday harakat fanda **Broun harakati** degan nom oldi.



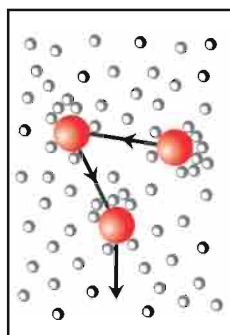
**Suyuqlik yoki gazdagi atom va molekularning to'xtovsiz va tartibsiz harakati xaotik harakat deb ataladi.**

«Xaotik» so'zi lotincha «chaos» so'zidan olingan bo'lib, «tartibsiz» degan ma'noni bildiradi. Broun harakatining yuzaga kelish sabablari modda tuzilishining molekulyar – kinetik nazariyasi asosida quyidagicha tushuntiriladi. Broun harakatining molekulyar-kinetik nazariyasi 1905-yili Albert Eynshteyn tomonidan yaratilgan. Suyuqlikda muallaq turgan gul changi (Broun zarrasi) ga modda molekulari uzluksiz va tartibsiz urilib turadi. Agar Broun zarra-

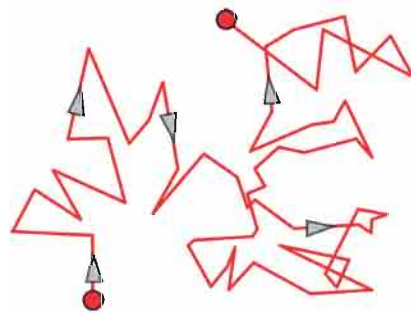
sining o'lchami 1 mikrometrdan katta bo'lsa, unga turli tomonlardan urilayotgan molekulalarning zarb kuchlari zarrani harakatga keltira olmaydi (3-rasm). Broun zarrasining o'lchami 1 nanometr atrofida bo'lsa, unga bir tomondan urilayotgan molekulalar soni boshqa tomondan urilayotgan molekulalar sonidan farq qiladi. Broun zarrasiga ta'sir etuvchi natijaviy kuch zarrani harakatlantiradi (4-rasm). Demak, Broun harakati biror muhitda muallaq turgan zarraga, shu muhit molekulalarining to'xtovsiz urilishlari natijasida yuzaga keladi.



3-rasm.



4-rasm.



5-rasm.

Modda tuzilishini o'rganishga oid tadqiqotlarda Broun harakatining kashf etilishi katta ahamiyatga ega bo'ldi. Broun harakati molekulalarning tartibsiz harakat qilishidan tashqari, moddaning molekulalardan tashkil topganligini ham tasdiqlaydi.

Broun harakatini fransuz fizigi *Jan Perren* tajribada o'rganib, xaotik harakat qilayotgan zarraning teng vaqtlar oralig'idagi holatlarini suratga olgan. Bunda Broun zarrasining trayektoriyasi 5-rasmda tasvirlangandek turli uzunliklardagi siniq chiziqlardan iborat ekan. 1926-yili J.Perrenga moddaning molekulalardan tashkil topganligining tajribaviy isboti uchun Nobel mukofoti berilgan.



Broun harakati to'xtovsiz va tartibsiz harakatdan iborat.

Broun harakatining trayektoriyasi murakkab siniq chiziqlardan iborat.

Broun harakati zarraning o'lchamiga bog'liq.



1. Qanday tajribalar modda tuzilishining molekulyar - kinetik nazariyasining asosiy qoidalarini tasdiqlaydi?

2. Broun harakatining yuzaga kelish sababini tushuntirib bering.

3. Nima uchun ikkiga bo'lingan plastilinni bir-biriga birlashtirish mumkin, ammo ikkiga bo'lingan qalam bo'laklarini bir-biriga qaytadan birlashtirib bo'lmaydi?

4. Qattiq jismlarning ham zarralari to'xtovsiz va tartibsiz harakat qiladi. Nega qattiq jismlar sochilib ketmaydi?





**Broun harakatini kuzatish.** Kechasi yotoqxonangizdagi chiroqni o‘chirib, fonar yordamida nur shu’lasini hosil qiling. Biror gazlama matoni nur shu’lasi yo‘liga silkiting. Yorug‘lik nurida havodagi chang zarralarining to‘xtovsiz va tartibsiz harakat qilayotgani ko‘rinadi. Xulosangizni yozing.



**Mexanik model asosida molekularning tartibsiz harakatini ko‘rsatish.**

**Kerakli jihozlar:** oq va qora rangdagi sharchalar, tarelka, flomaster.

**Maqsad:** molekular tartibsiz harakatlanadi, degan gipotezani mexanik model asosida o‘rganish.

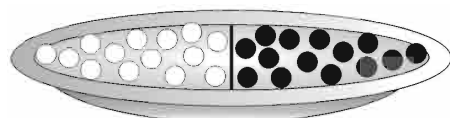
1. Molekula modeli sifatida oq va qora rangdagi sharchalarni olamiz. Masalan, taxminan 20 tadan oling.

2. Pastki asosi tekis bo‘lgan chuqurroq idish, oling (masalan, tarelka).

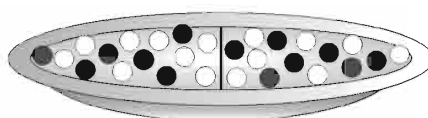
3. Idishning ichki asosini flomasterda chizib, teng ikkiga ajrating.

4. Idish asosining birinchi yarmiga oq rangdagi sharcha donalarini, ikkinchi yarmiga qora rangdagi sharcha donalarini soling (6-a rasm).

5. Idishni silkitib uning ichidagi sharcha donalarini harakatga keltiring va idish ichidagi sharcha donalarining joylashuvini kuzating (6-b rasm) hamda o‘z xulosangizni yozing.



a)



b)

6-rasm.

## 2-§. MOLEKULANING MASSASI VA O‘LCHAMI

### Molekular

Moddalar mayda zarralardan – molekula va atomlardan tashkil topganligini bilib oldingiz.

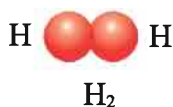


**Moddaning kimyoviy xossasini o‘zida saqlab qoladigan eng kichik zarrasiga molekula deyiladi.**

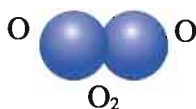
Molekula bir xil yoki har xil kimyoviy elementlarning bir nechta atomidan tashkil topadi. Metallar va inert gazlar tabiatda atom holda uchraydi. Metall va inert gazlardan boshqa moddalarning molekulasini eng kamida ikkita atomdan tashkil topgan bo‘ladi. Masalan, vodorod gazi vodorod ( $H_2$ ) molekularidan, har

bir vodorod molekulasida esa 2 ta vodorod (H) atomidan iborat. Havodagi kislorod moddasi kislorod ( $O_2$ ) molekularidan, har bir kislorod molekulasida 2 ta kislorod (O) atomidan tuzilgan. Suv moddasi suv ( $H_2O$ ) molekularidan tashkil topgan. Har bir suv molekulasida 2 ta vodorod (H) va 1 ta kislorod (O) atomidan iborat (7-rasm).

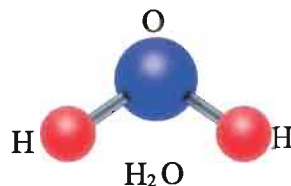
Vodorod molekulasida



Kislorod molekulasida



Suv molekulasida



7-rasm

### Molekulalarning o'lchami

Molekularlar juda kichik bo'lganligidan ularni ko'z bilan ko'rib bo'lmaydi. Ammo mana shu ko'zga ko'rinmas, nihoyatda mayda zarralar birikib, biz ko'ra oladigan jismlar va moddalarni hosil qiladi. Molekulalarning o'lchami qanday? Ularning o'lchamini aniqlash mumkinmi?

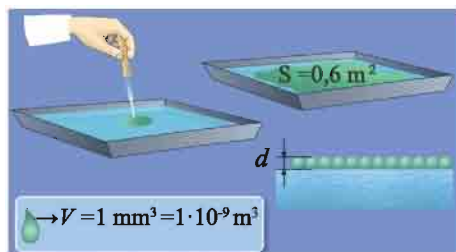
Molekulaning o'lchamini aniqlash imkonini beradigan ko'pgina usullar mavjud. Shunday usullardan biri, zaytun moyi tomchisining suv sirtida yoyilishini ko'rib chiqaylik. Agar idish katta bo'lsa, moy qatlami suv ustini to'liq qoplamaydi (8-rasm). Hajmi  $1 \text{ mm}^3$  bo'lgan zaytun moyi tomchisi suv sirtida taxminan  $0,6 \text{ m}^2$  yuzani egallaydi. Moy tomchisi suv yuzida eng katta yuzaga yoyilganda moy qatlamining qalinligini bitta molekula diametriga yaqin deb tasavvur qilish mumkin. Demak, moy qatlamining qalinligini aniqlab, molekula o'lchamini taqriban hisoblash mumkin.

Moy qatlamining qalinligini quyidagicha aniqlaymiz. Moy qatlamining hajmi  $V$ , uning yoyilgan yuzasi  $S$  bilan qalinligi  $d$  ning ko'paytmasiga teng:

$$V = S \cdot d. \quad (1)$$

Bu tenglikdan moy qatlamining qalinligi, ya'ni zaytun moyi molekulasining diametri quyidagiga teng bo'ladi:

$$d = \frac{V}{S} = \frac{1 \text{ mm}^3}{0,6 \text{ m}^2} = \frac{10^{-9} \text{ m}^3}{0,6 \text{ m}^2} \approx 1,7 \cdot 10^{-9} \text{ m}.$$



8-rasm.

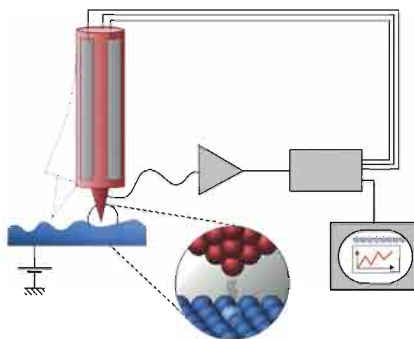
Bunday o'lchamdagi molekulani eng kuchli optik mikroskopda ham ilg'ab bo'lmaydi. O'lchashda olingan natijalar asosida biz atomni radiusi  $10^{-10} \text{ m}$  ga yaqin bo'lgan shar ko'rinishida tasavvur qilishimiz mumkin. Molekularlar bir nechta atomlardan tarkib topganligi uchun ularning diametri atomning diametri-



dan kattaroq bo'lad. Masalan, vodorod molekulasining diametri  $d \approx 2,3 \cdot 10^{-10} m$ , suv molekulasining diametri  $d \approx 3 \cdot 10^{-10} m$  ga teng.

Bu o'lchamlar shu qadar kichikki, ularni tasavvur qilish juda qiyin. Bunday hollarda tasavvur etishga o'zaro solishtirish yordam beradi. Masalan, agar molekulani olmadek bo'lguncha kattalashtirilsa, shuncha marta kattalashtirilgan olma Yer sayyorasidek bo'ladi. Yana shunday bir qiyoslash: agar tabiatdagi hamma narsa  $10^8$  marta kattalashsa, bo'yi 1 m bo'lgan bolaning bo'yi 100 000 km ga yetadi.

Hozirgi kunda maxsus asboblarda yordamida alohida atomlar va molekullarning joylashish manzarasini hamda ularning o'lchamini aniq o'lchash imkon mavjud. Shunday zamonaviy asboblardan biri **tunnelli mikroskop** (9-rasm) bo'lib, u 1980-yillarda mashhur IBM<sup>1</sup> firmasi xodimlari tomonidan yaratilgan (bu kashfiyotning mualliflari bo'lgan Gerd Binning va Genrix Roreriga 1986-yili Nobel mukofoti berilgan). Tunnelli mikroskop o'lchamini 100 million marta kattalashtirish imkoniyatiga ega. Bu esa atom o'lchamini juda katta aniqlikda o'lchashga imkon beradi. Tunnelli mikroskop yordamida uglerod atomining diametri  $1,4 \cdot 10^{-10} m$  ga teng ekanligi va boshqa atomlarning o'lchamlari ham aniqlangan. Tunnelli mikroskop yordamida moddani tashkil qilgan zarra tasvirining olinishi, moddaning atom va molekullardan tashkil topganligiga ishonch hosil qilindi.



9-rasm.

### Molekulaning massasi

Molekulaning o'lchami haqidagi ma'lumotlardan foydalanib, ularning massasini hisoblaymiz. Aytaylik, suv molekulasining diametri taxminan  $d \sim 3 \cdot 10^{-10} m$  bo'lsa, u holda uning hajmi ham taxminan  $V \sim d^3 = (3 \cdot 10^{-10} m)^3$  ga teng bo'ladi. Suv molekullari bir-biriga zich tegib turadi deb,  $1 m^3$  suvdagi molekullar sonini hisoblaymiz:

$$N = \frac{1 m^3}{(3 \cdot 10^{-10} m)^3} \approx 3,7 \cdot 10^{28} \text{ ta.}$$

$1 m^3$  suvning massasi 1000 kg ga teng ekanligidan suv molekulasining massasini hisoblaymiz:

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

<sup>1</sup> IBM (Internasional Business Machines) dasturlash ta'minoti bo'yicha Amerikadagi yirik kompaniya.

Hisoblash natijasiga ko'ra, suv molekulasining massasi nihoyatda kichik ekanligi ko'rinib turibdi. Atom (yoki molekula)larning o'lchamlari qanchalik kichik bo'lmasin, ularning massalari aniqlangan. Masalan, suv molekulasining massasi  $m_{H_2O} \approx 2,7 \cdot 10^{-26}$  kg, kislorod molekulasi  $m_{O_2} \approx 5,32 \cdot 10^{-26}$  kg, uglerod atomi  $m_C \approx 1,992 \cdot 10^{-26}$  kg, simob atomi  $m_{Hg} \approx 3,337 \cdot 10^{-25}$  kg ga teng ekan.

### Nisbiy atom (molekulyar) massa

Yuqorida moddani tashkil qilgan molekulaning massasi juda kichik ekanligi ta'kidlab o'tildi. Ammo bunday kichik massani tarozida o'lchab bo'lmaydi. Shu sababli atomning massasini ifodalash uchun maxsus **massa atom birligi unit (u)**<sup>2</sup> tushunchasi kiritilgan. Xalqaro kelishuvga muvofiq barcha modda atomlarining massasini  $^{12}_6C$  uglerod atomi massasining 1/12 qismi bilan taqqoslash qabul qilingan. U holda massa atom birligi:

$$m_{0C} \cdot \frac{1}{12} = 1,992 \cdot 10^{-26} \text{ kg} \cdot \frac{1}{12} \approx 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}.$$

Demak,

$$1u \approx 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}.$$



**Berilgan modda atomi massasining ( $m_0$ ) uglerod atom massasi ( $m_{0C}$ )  $1/12$  qismining nisbatiga, shu moddaning nisbiy atom massasi deyiladi.**

Ta'rifga ko'ra nisbiy atom massasi quyidagicha hisoblanadi:

$$\text{Nisbiy atom massasi} = \frac{\text{Element bitta atomining massasi}}{\text{Uglerod atom massasining } 1/12 \text{ qismi}} \quad \text{yoki}$$

$$A_n = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0C}}. \quad (2)$$

(2) ifodaga ko'ra kislorod atomining nisbiy atom massasi:

$$A_n = \frac{2,66 \cdot 10^{-26} \text{ kg}}{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 16u.$$

<sup>2</sup> «unit» – inglizchada – «unified mass unit» – massa atom birligi

Nisbiy atom massa o'lcamsiz kattalikdir. Barcha kimyoviy elementlarning nisbiy atom massasi D.I.Mendeleyevning kimyoviy elementlar davriy sistemasida berilgan. Murakkab modda molekulasi nisbiy molekulyar massasini topish uchun uning tarkibiga kiruvchi elementlarning nisbiy atom massalarini qo'shish kerak. Masalan, suv ( $H_2O$ ) molekulasi nisbiy molekulyar massasini topish uchun ikkita vodorod atomining nisbiy massasiga bitta kislorod atomining nisbiy massasini qo'shamiz, ya'ni:  $M_{H_2O} = 1 \cdot 2 + 16 = 18$  u.

### Masala yechish namunasi

Bir dona suv molekulasi massasi  $3 \cdot 10^{-26}$  kg ga teng bo'lsa,  $12 \text{ cm}^3$  suvda qancha molekula bor?

Berilgan:	Formulasi:	Hisoblash:
$m_0 = 3 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ $V = 12 \text{ cm}^3 = 12 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ $\rho = 1000 \text{ kg / m}^3$	$m = \rho \cdot V; N = \frac{m}{m_0};$ $N = \frac{\rho \cdot V}{m_0}$	$N = \frac{10^3 \cdot 12 \cdot 10^{-6}}{3 \cdot 10^{-26}} = 4 \cdot 10^{23} \text{ ta.}$
<b>Topish kerak:</b> $N = ?$	$[N] = \frac{\text{kg}}{\text{kg}} = \text{birliksiz.}$	<b>Javob:</b> $N = 4 \cdot 10^{23} \text{ ta.}$



1. Molekulaga ta'rif bering va misollar keltiring.
2. Molekulaning o'lchamini qanday aniqlash mumkin?
3. Atom va molekulaning o'lchami qanday tartibda bo'ladi?
4. Massaning atom birligi qilib qanday kattalik olingan?
5. Moddaning nisbiy molekulyar massasi qanday aniqlanadi?



1. Massasi 2,4 kg bo'lgan ko'mirda qancha uglerod atomi borligini hisoblang. Uglerod atomining massasini  $2 \cdot 10^{-26}$  kg ga teng deb oling.
2. Hajmi  $0,2 \text{ mm}^3$  bo'lgan moy suv ustida yoyilib, taxminan  $0,8 \text{ m}^2$  yuzali yupqa parda hosil qildi. Moy molekullari suv yuzasida bir qavat bo'lib tekis yoyilgan deb hisoblab, moy molekulasi nisbiy molekulyar massasini qanday aniqlang.
3. Bitta suv molekulasi massasi  $3 \cdot 10^{-26}$  kg. Hajmi  $5 \text{ cm}^3$  bo'lgan suvda qancha suv molekullari bor?
- 4\*. Idishdagi suvda  $10^{24}$  ta suv molekullari bo'lsa, suvning hajmi qanday? Suv molekulasi diametrini  $3 \cdot 10^{-10}$  m ga teng deb oling.
- 5\*. Moy molekulasi nisbiy molekulyar massasini qanday aniqlang. Moy molekulasi diametri taxminan  $2,6 \cdot 10^{-10}$  m bo'lsa,  $35 \text{ cm}^3$  moyda qancha moy molekullari borligini aniqlang.

## 6. Jadvalni to'ldiring.

№	Modda	Kimyoviy formulasi	Nisbiy molekulyar massasi (u)
1	Azot		
2	Ozon		
3	Osh tuzi		
4	Metan gazi		
5	Karbonat angidrid		

## 3-§. MODDA MIQDORI

### Modda miqdori

Makroskopik («makro» – so'zi yunoncha «katta» degan ma'noni anglatadi) jismning tarkibida atom (yoki molekula)lar nihoyatda ko'p bo'lganligidan ularning sonini massasi 12 g bo'lgan uglerod moddasidagi atomlar soni bilan taqqoslash qabul qilingan.



**1 mol–moddaning shunday miqdoriki, undagi atom (molekula)lar soni 12 g uglerodagi atomlar soniga teng.**

Bu ta'rifdan barcha moddalarning 1 mol miqdoridagi molekula (atom)lar soni o'zaro teng degan xulosa kelib chiqadi. XBS da modda miqdorini «mol» da ifodalash qabul qilingan. Modda miqdori  $\nu$  (nyu) harfi bilan belgilanadi.

### Avogadro doimiysi

Miqdori 1 mol bo'lgan moddadagi molekular soni italyan olimi Amedeo Avogadro sharafiga *Avogadro doimiysi* deb ataladi va uni  $N_A$  deb belgilash qabul qilingan.



**Avogadro doimiysi fundamental fizik kattalik bo'lib, uning son qiymati  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  ga teng.**

Agar modda miqdori  $\nu$  ga teng bo'lsa, undagi molekular soni quyidagicha aniqlanadi:

$$N = \nu \cdot N_A. \quad (1)$$

Modda miqdorini topish uchun modda tarkibidagi molekular sonini Avogadro soniga bo'lish kerak, ya'ni

$$\nu = \frac{N}{N_A}. \quad (2)$$

## Molyar massa



Miqdori bir mol bo'lgan moddaning massasiga molyar massa deyiladi va  $M$  harfi bilan belgilanadi.

Bu ta'rifga ko'ra, moddaning molyar massasi uning bitta molekulasi massasi bilan Avogadro doimiysining ko'paytmasiga teng, ya'ni:

$$M = m_0 N_A. \quad (3)$$

Molyar massaning birligi qilib kg/mol qabul qilingan. (3) ifodaga ko'ra modda molekulasi massasi hisoblash mumkin:

$$m_0 = \frac{M}{N_A}. \quad (4)$$

Demak, har qanday modda molekulasi massasi aniqlash uchun uning molyar massasi Avogadro doimiysiga bo'lish kerak.

Nisbiy molekulyar massa  $M_n = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0C}}$  ifodasidan  $m_0$  ni topib, uni (3) ifodaga

qo'ysak,  $M = \frac{1}{12} m_{0C} \cdot M_n \cdot N_A$  ifoda hosil bo'ladi. Endi bu ifodaga uglerod atom massasi va Avogadro doimiysining son qiymatini qo'yib soddalashtirilsa quyidagi munosabat hosil bo'ladi:

$$M = M_n \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol} \quad \text{yoki} \quad M = M_n \text{ g/mol}.$$

Demak, molyar massa nisbiy molekulyar massaga son jihatdan teng qilib grammlar hisobida olingan massa ekan. Mendeleev davriy sistemasi asosida har qanday modda molekulasi nisbiy molekulyar massasi aniqlash mumkin. Masalan: karbonat angidrid gazining molekulasi ( $\text{CO}_2$ ) uchun nisbiy molekulyar massa  $M_{\text{CO}_2} = 44$  u ga teng, u holda karbonat angidrid ( $\text{CO}_2$ ) gazi uchun molyar massasi  $M = 44$  g/mol ga teng bo'ladi.

## Molekulalar soni

Ixtiyoriy moddaning massasi topish uchun uni tashkil qilgan molekulalar sonini bitta molekulaning massasiga ko'paytirish kerak, ya'ni:

$$m = m_0 N. \quad (5)$$

(4) tenglikni (5) ifodaga qo'ysak, quyidagi ifoda hosil bo'ladi:

$$m = \frac{M}{N_A} N. \quad (6)$$

(1) ifodani inobatga olsak (6) ifodadan quyidagi ifoda kelib chiqadi:

$$v = \frac{m}{M}. \quad (7)$$

U holda (1) tenglikni (7) ifodaga ko'ra yozamiz:

$$N = \frac{m}{M} N_A. \quad (8)$$

Bu ifodaga ko'ra massasi aniq bo'lgan har qanday turdagi moddaning molekular (yoki atomlar) sonini aniqlash mumkin.

### Molekular konsentratsiyasi



**Hajm birligidagi molekular soniga modda molekularining konsentratsiyasi deb ataladi va  $n$  harfi bilan belgilanadi.**

Ta'rifga ko'ra, modda molekularining konsentratsiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$n = \frac{N}{V}, \quad (9)$$

bunda  $N$  – idishdagi molekularning soni,  $V$  – idish hajmi.

Modda molekularining konsentratsiyasi Xalqaro birliklar sistemasida  $[n] = \text{m}^{-3}$  birligida o'lchanadi.

(9) ifodadagi  $N$  ning o'rniga (8) ifodani qo'yib modda molekularining konsentratsiyasini aniqlashning yana bir ifodasi hosil qilinadi:

$$n = \frac{N}{V} = \frac{1}{V} \cdot \frac{m}{M} N_A = \frac{\rho}{m_0}. \quad (10)$$

Bu ifodadan modda zichligini aniqlashning yana bir ifodasi kelib chiqadi, ya'ni  $\rho = n \cdot m_0$ .

### Masala yechish namunasi

**1-masala.** Hajmi  $54 \text{ cm}^3$  bo'lgan suvdagi molekular sonini aniqlang.

**Berilgan:**

$$V = 54 \text{ cm}^3$$

$$\rho = 1 \text{ g/cm}^3$$

$$M = 18 \text{ g/mol}$$

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

*Topish kerak:*

$$N = ?$$

**Formulasi:**

$$m = \rho \cdot V; \quad N = \frac{m}{M} N_A.$$

$$[m] = \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot \text{cm}^3 = \text{g}.$$

$$[N] = \frac{\text{g}}{\text{g/mol}} \cdot \frac{1}{\text{mol}} = 1$$

**Hisoblash:**

$$m = 54 \cdot 1 \text{ g} = 54 \text{ g}.$$

$$N = \frac{54}{18} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,806 \cdot 10^{24} \text{ ta}.$$

**Javob:**  $N = 1,806 \cdot 10^{24} \text{ ta}.$



**2-masala.** 136 mol simob qancha hajmni egallaydi? Simobning zichligi  $13,6 \text{ g/cm}^3$ , molyar massasi  $200 \text{ g/mol}$ .

**Berilgan:**

$$\begin{aligned} \nu &= 136 \text{ mol} \\ \rho &= 13,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \\ M &= 200 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol.} \end{aligned}$$

*Topish kerak:*

$$V = ?$$

**Formulasi:**

$$\nu = \frac{m}{M}; \quad m = \nu \cdot M.$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{\nu \cdot M}{\rho}.$$

$$[V] = \frac{\text{mol} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{mol}}}{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = \text{m}^3.$$

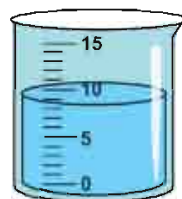
**Hisoblash:**

$$V = \frac{136 \cdot 200 \cdot 10^{-3}}{13,6 \cdot 10^3} \text{ m}^3 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3.$$

**Javob:**  $V = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 2 \text{ l}$ .



1. Modda miqdori deb nimaga aytiladi? Uning o'lchov birligi nima?
2. Avogadro doimiysining son qiymatini ayting va uni izohlang.
3. Molyar massa deb qanday kattalikka aytiladi? Ozon, karbonat anhidrid va metan gazi uchun molyar massa nimaga teng?
4. Moddadagi molekular soni qanday hisoblanadi?
5. Idishdagi suv molekularining konsentratsiyasini qanday aniqlaysiz (10-rasm)? Idishning o'lchov darajasi *ml* da berilgan.



10- rasm.



1. Massasi  $270 \text{ g}$  bo'lgan suvdagi modda miqdorini aniqlang.
2. Miqdori  $8 \text{ mol}$  bo'lgan karbonat anhidrid ( $\text{CO}_2$ ) gazining massasi nimaga teng?
3. Massasi  $7 \text{ g}$  bo'lgan azot ( $\text{N}_2$ ) tarkibidagi molekular sonini aniqlang.
4. Moddaning molyar massasi  $36 \text{ g/mol}$  ga teng bo'lsa, shu modda bitta molekulasining massasini aniqlang.
5. Jadvalni to'ldiring.

No	Moddaning turi	Kimyoviy formulasi	Molyar massasi (g/mol)	Molekulaning massasi (g)
1	Osh tuzi	$\text{NaCl}$		
2	Ozon	$\text{O}_3$		
3	Azot	$\text{N}_2$		
4	Metan gazi	$\text{CH}_4$		

6. Bir dona gaz molekulasining massasi  $7,33 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$  ga teng. Shu gazning molyar massasini aniqlang.

#### 4-§. MASALALAR YECHISH

**1-masala.** Uzunligi 15 cm va ko'ndalang kesim yuzi 4 mm<sup>2</sup> bo'lgan grafit qalamchasida qancha uglerod atomi borligini aniqlang. Grafitning zichligi 1,6 g/cm<sup>3</sup>. Bir dona uglerod atomining massasi 2·10<sup>-26</sup> kg ga teng.

Berilgan:	Formulasi:	Hisoblash:
$l = 15 \text{ cm} = 15 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $S = 4 \text{ mm}^2 = 4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ $\rho = 1,6 \text{ g/cm}^3 = 1,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ $m_0 = 2 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$	$V = S \cdot l, \quad m = \rho \cdot V$ bundan: $m = \rho \cdot S \cdot l$ $N = \frac{m}{m_0} = \frac{\rho \cdot S \cdot l}{m_0}$	$N = \frac{1,6 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 10^{-6} \cdot 15 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-26}} =$ $= 4,8 \cdot 10^{22} \text{ ta.}$
Topish kerak: $N = ?$	$[N] = \frac{\text{kg}}{\text{kg}} = 1$	<b>Javob:</b> $N = 4,8 \cdot 10^{22} \text{ ta.}$

**2-masala.** Hajmi 5 l bo'lgan idishga 140 g massali azot gazi solingan. Idishdagi gaz molekularining konsentratsiyasini aniqlang.

Berilgan:	Formulasi:	Hisoblash:
$V = 5 \text{ l} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ $m = 140 \text{ g} = 0,14 \text{ kg}$ $M = 28 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	$N = \frac{m}{M} \cdot N_A;$  $n = \frac{N}{V}, \quad [n] = \frac{1}{\text{m}^3}.$	$N = \frac{0,14}{28 \cdot 10^{-3}} \cdot 6 \cdot 10^{23} = 3 \cdot 10^{24} \text{ ta.}$ $n = \frac{3 \cdot 10^{24}}{5 \cdot 10^{-3}} = 6 \cdot 10^{26} \frac{1}{\text{m}^3}.$
Topish kerak: $n = ?$		<b>Javob:</b> $n = 6 \cdot 10^{26} \text{ m}^{-3}.$

**3-masala.** Sirt yuzasi 20 cm<sup>2</sup> bo'lgan buyumga 1,5 μm qalinlikda kumush qatlami qoplandi. Qoplamda qancha kumush atomi borligini aniqlang. Kumushning zichligi 10,5·10<sup>3</sup> kg/m<sup>3</sup>, molyar massasi 108 g/mol ga teng.

Berilgan:	Formulasi:	Hisoblash:
$S = 20 \text{ cm}^2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ $h = 1,5 \text{ μm} = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ $\rho = 10,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ $M = 108 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	$m = \rho \cdot V = \rho \cdot S \cdot h,$ $v = \frac{m}{M}, \quad N = v \cdot N_A$  $N = \frac{m}{M} \cdot N_A = \frac{\rho S h}{M} \cdot N_A.$	$N = \frac{10,5 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 1,5 \cdot 10^{-6}}{108 \cdot 10^{-3}} \cdot$ $\cdot 6 \cdot 10^{23} = 1,75 \cdot 10^{20} \text{ ta.}$
Topish kerak: $N = ?$	$[N] = \frac{\text{kg}}{\text{kg/mol}} \cdot \frac{1}{\text{mol}} = 1$	<b>Javob:</b> $N = 1,75 \cdot 10^{20} \text{ ta.}$



1. Massasi 81g bo'lgan buyum alyuminiydan yasalgan. Buyumda qancha alyuminiy atomi bor?
2.  $4 \cdot 10^{24}$  ta temir atomi bo'lgan jismning massasi qanday?
3. Idishga solingan gazning massasi 5,5 kg ga teng. Idishda  $7,5 \cdot 10^{25}$  ta gaz molekulasini mavjud bo'lsa, bu gaz turini aniqlang.
4. Idishga massasi 72 g bo'lgan suv solingan. Idishdagi suv molekularining konsentratsiyasini aniqlang.
5. Hajmi  $6 \text{ cm}^3$  bo'lgan olmosdagi atomlar sonini aniqlang. Olmosning zichligi  $3500 \text{ kg/m}^3$  va molyar massasi 12 g/mol.
6. Modda miqdori 200 mol bo'lgan misdan qalinligi 2 mm bo'lgan tekis mis plastinkasi yasalgan. Plastinkaning yuzasi nimaga teng? Misning zichligi  $8900 \text{ kg/m}^3$  va molyar massasi 64 g/mol.
7. Moddaning zichligi  $5 \text{ g/cm}^3$  bo'lsa, to'la sirtining yuzi  $24 \text{ cm}^2$  bo'lgan kubning massasi qanday bo'ladi?
8. Modda miqdori 34 mol simob qancha hajmni egallaydi? Simobning zichligi  $13,6 \text{ g/cm}^3$ , molyar massasi 200 g/mol ga teng deb oling.
9. 10 l hajmli idishga 1,6 kg massali kislorod solingan. Idishdagi gaz molekularining konsentratsiyasini aniqlang.
- 10\*. Suv molekulasining diametrini  $3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$  deb, 3 g suvdagi barcha molekular bir-biriga zich qilib bir qatorga joylashtirilsa, qanday uzunlik hosil bo'lishini hisoblang. Bu uzunlikni Yerdan Oygacha bo'lgan masofa ( $3,84 \cdot 10^5 \text{ km}$ ) bilan taqqoslang.
- 11\*. Idishdagi suvda  $3 \cdot 10^{24}$  ta suv molekulasini bo'lsa, suvning hajmi qanday? Suv molekulasining diametri  $3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$  ga teng.
- 12\*. Moy molekulasining diametri taxminan  $2 \cdot 10^{-10} \text{ m}$  ga teng bo'lsa,  $24 \text{ cm}^3$  moyda qancha moy molekulasini borligini aniqlang.
13. Biror modda molekulasining diametri fotosuratda 0,5 mm ga teng. Agar fotosurat elektron mikroskop yordamida 200 000 marta kattalashtirib olingan bo'lsa, ayni modda molekulasining haqiqiy diametiri qancha?
14. Nima uchun gulxandan chiqayotgan tutun yuqoriga ko'tarilgan sari hatto shamol bo'lmaganda ham ko'zga ko'rinmay ketadi?
15. Nima sababdan singan chinni yoki sopol idishni yelim bilan yopishtirmasa ularni butun holga keltirib bo'lmaydi? Axir jism molekulari orasida tortishish kuchi mavjud-ku!

## 5-§. IDEAL GAZ

### Ideal gaz

Siyraklashtirilgan gazda molekular orasidagi masofa ularning o'lchamlaridan juda katta bo'ladi. Bunday holda molekular orasidagi o'zaro ta'sir kuchlarini e'tiborga olinmaydigan darajada kichik deb hisoblash mumkin. Gazni tashkil qiluvchi molekular orasidagi masofa katta bo'lganligi sababli gaz molekulasi xususiy hajmi hisobga olinmasa ham bo'ladi. Shu bois gaz molekulasi moddiy nuqta deb qaraladi. Shuning uchun siyrak gazni shartli ravishda ideal gaz deb qarasa bo'ladi.



**Ideal gaz – molekulari moddiy nuqtalar deb qaraladigan hamda ular orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari e'tiborga olinmaydigan darajada kichik bo'lgan gazdir.**

Tabiatda mutloq ideal gaz uchramaydi. Mavjud bo'lgan gazlar real gazlardir. Chunki ularni tashkil etuvchi molekular orasida kichik bo'lsa-da, o'zaro ta'sir kuchlari mavjud.

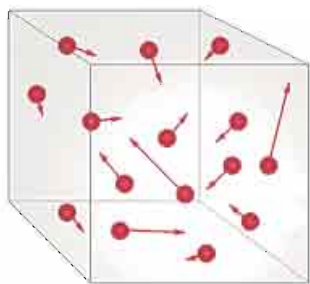


**Xossalari molekularining o'zaro ta'siriga bog'liq bo'lgan gaz real gaz deb ataladi.**

Siyrak gazning xossalari biz tasavvur qilgan ideal gazning xossalariga yaqinroq bo'lgan gaz. Molekularining kinetik energiyasi ularning o'zaro ta'sir potensial energiyasidan ancha katta bo'lganligi tufayli bunday gazni ideal gaz deb hisoblash mumkin.

### Ideal gazning bosimi

Yopiq idishda gaz bo'lsin. Idish ichidagi har bir gaz molekulasi xotik harakat qilib, idish devorlariga uriladi. U har bir urilganda idish devorlariga ma'lum kuch bilan ta'sir qiladi. Bitta molekulaning ta'sir etadigan kuchi juda kichik. Ko'p sondagi molekularning devorga deyarli uzluksiz urilishidan devor sirtida bosim kuchi vujudga keladi (11-rasm).



Idish ichidagi gaz molekulari xotik harakat davomida bir-birlari bilan to'qnashganda ular tezligining yo'nalishi va son qiymati o'zgaradi. Bunday holda molekulaning harakat tezligi o'rtacha kvadratik tezligi orqali tavsiflanadi. Molekulaning o'rtacha kvadratik tezligi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi, ya'ni:

$$\overline{v^2} = \frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_N^2}{N}$$

11- rasm.

Gazning bosimi gaz molekulalarining idish devorlariga urilishi natijasida unga  $(m_0\bar{v})$  impuls berishi tufayli hosil bo'ladi. Gazning bosimi idish devorlariga urilayotgan molekulalar soniga, molekulaning massasi va molekula harakatining o'rtacha kvadratik tezligiga bog'liq bo'ladi. Birlik vaqt ichida idish devoriga urilayotgan molekulalar soni esa gaz molekulalarining konsentratsiyasiga to'g'ri proporsional. Gaz molekulalarining beradigan bosimini hisoblash uchun quyidagi formula keltirib chiqarilgan:

$$p = \frac{1}{3} n m_0 \bar{v}^2. \quad (1)$$

Bunda  $n$  – gaz molekulalarining konsentratsiyasi,  $m_0$  – bitta molekulaning massasi,  $\bar{v}^2$  – molekulalarning o'rtacha kvadratik tezligi.

(1) ifodaning o'ng tomonining surat va maxrajini 2 ga ko'paytirib, kinetik energiya  $\bar{E}_k = \frac{m_0 \bar{v}^2}{2}$  ekanligini e'tiborga olsak, (1) ifoda quyidagi ko'rinishga keladi:

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



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

(1) ifodadagi  $n \cdot m_0$  ko'paytma gaz zichligini berganligi uchun (1) ifodani quyidagi ko'rinishda ham yozish mumkin:

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

(1), (2) va (3) ifodalar **gazlar molekulyar – kinetik nazariyasining asosiy tenglamalaridir.**

### Masala yechish namunalari

**1-masala.** Ideal gazning zichligi  $1,5 \text{ kg/m}^3$  va bosimi  $180 \text{ kPa}$  bo'lsa, gaz molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligi qanday bo'ladi?

Berilgan:	Formulasi:	Hisoblash:
$\rho = 1,5 \text{ kg/m}^3$ $p = 180 \cdot 10^3 \text{ Pa}$	$p = \frac{1}{3} \rho \bar{v}^2; \quad \bar{v} = \sqrt{\frac{3p}{\rho}}$	$\bar{v} = \sqrt{\frac{3 \cdot 180 \cdot 10^3}{1,5}} \text{ m/s} = 600 \text{ m/s}$
<b>Topish kerak:</b> $\bar{v} = ?$	$[\bar{v}] = \sqrt{\frac{\text{Pa}}{\text{kg/m}^3}} = \sqrt{\frac{\text{N/m}^2}{\text{kg/m}^3}} =$ $= \sqrt{\frac{\text{kg} \cdot \text{m/s}^2}{\text{kg/m}}} = \text{m/s}$	<b>Javob:</b> $\bar{v} = 600 \text{ m/s}$

**2-masala.** Agar gazning bosimi 120 kPa, molekularining konsentratsiyasi  $5 \cdot 10^{26} \text{ m}^{-3}$  bo'lsa, gaz molekulari ilgarilanma harakat kinetik energiyasining o'rtacha qiymati qanday bo'ladi?

Berilgan:	Formulasi:	Hisoblash:
$p = 120 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ $n = 5 \cdot 10^{26} \text{ m}^{-3}$	$p = \frac{2}{3} n \cdot \bar{E}_k$ bundan $\bar{E}_k = \frac{3p}{2n}$ $[\bar{E}_k] = \frac{3p}{2n} = \frac{Pa}{\text{m}^{-3}} =$ $= \frac{\text{N/m}^2}{\text{m}^{-3}} = \text{N} \cdot \text{m} = \text{J}$	$\bar{E}_k = \frac{3 \cdot 120 \cdot 10^3}{2 \cdot 5 \cdot 10^{26}} = 3,6 \cdot 10^{-22} \text{ J}$
<b>Topish kerak:</b> $\bar{E}_k = ?$		<b>Javob:</b> $\bar{E}_k = 3,6 \cdot 10^{-22} \text{ J}$



1. Qanday shartlarni qanoatlantirgan gaz ideal gaz deb ataladi?
2. Real gazning ideal gazdan farqi qanday?
3. Molekulaning o'rtacha kvadratik tezligi deganda qanday tezlikni tushunasiz?
4. Molekulalarning o'rtacha arifmetik va o'rtacha kvadratik tezliklari qanday aniqlanadi?
5. Molekulyar-kinetik nazariyasi asosida ideal gazning beradigan bosimini tushuntirib bering.
6. Gazning idish devoriga beradigan bosimi molekularning qanday parametrlariga bog'liq bo'ladi?



1. Idish vodorod gazi bilan to'ldirilgan. Idishdagi gaz molekularining konsentratsiyasi  $4,5 \cdot 10^{24} \text{ m}^{-3}$  ga teng. Idishdagi gaz bosimini hisoblang. Gaz molekularining o'rtacha kvadratik tezligini 400 m/s ga teng deb oling.
2. Ideal gaz molekularining o'rtacha kvadratik tezligi 600 m/s va zichligi  $0,9 \text{ kg/m}^3$  bo'lsa, idishdagi gaz bosimini aniqlang.
3. Idishdagi gazning zichligi  $1,5 \text{ kg/m}^3$  va bosimi 7,2 kPa bo'lgan gaz molekularining o'rtacha kvadratik tezligi nimaga teng?
4. Idishdagi hajm birligidagi molekular soni  $3 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$  va bosimi 80 kPa bo'lgan gaz molekularining o'rtacha kinetik energiyasini hisoblang.
5. Idishga solingan kislorod gazi, idish devoriga 90 kPa bosim bermoqda. Agar kislorod molekulari 600 m/s o'rtacha kvadratik tezlik bilan harakatlanayotgan bo'lsa, idishdagi gaz zichligi qanday bo'lgan?
6. Massasi 0,3 kg bo'lgan gaz 400 kPa bosimda  $1 \text{ m}^3$  hajmni egallasa, uning molekulari harakatining o'rtacha kvadratik tezliklari qanday bo'ladi?
7. 30 kPa bosimda bir atomli gaz molekulasi o'rtacha kinetik energiyasini toping. Berilgan bosimda bu gaz molekularining konsentratsiyasi  $4 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$  ga teng.



## 6-§. TEMPERATURA

### Issiqlik muvozanati

Issiqlik hodisalarini o'rganishda temperatura tushunchasi muhim o'rinni egallaydi. Temperatura molekulyar fizika va termodinamikaning asosiy kattaliklaridan biridir.

Turli idishdagi suvlarga barmog'imizni tiqib, ulardan qaysi biri issiqroq, qaysinisi sovuqroq ekanini ayta olamiz. Issiq suvning temperaturasini yuqori, sovuq suvnikini esa past deymiz. Shuningdek, havoning kunlik temperaturasini bilishga ham hech kim befarq qaramaydi.



**Temperatura – moddaning issiqlik darajasini 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.



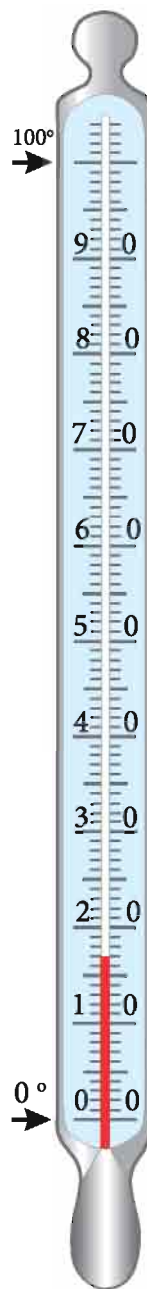
**Moddalarda issiqlik almashinishi natijasida ularning temperaturalari tenglashishga issiqlik muvozanati deyiladi.**

Issiqlik muvozanatida bo'lgan sistemaning hamma qismlarida temperatura bir xil qiymatga ega bo'ladi. Ikki jismning temperaturasi bir xil bo'lganda ular orasida issiqlik almashinuv jarayoni bo'lmaydi. Agar jismlarning temperaturalari har xil bo'lsa, ular bir-biriga tekkizilganda jismlar o'rtasida issiqlik almashinuvi yuzaga keladi. Bunda temperaturasi yuqori bo'lgan jism past temperaturali jismga issiqlik uzatadi. Issiqlik almashinuvi ularning temperaturalari tenglashguncha davom etadi. Masalan, choynakdan piyolaga issiq choy quyib, stol ustiga qo'ying. Ma'lum vaqt o'tgandan keyin uning temperaturasi xona temperaturasi bilan tenglashadi, ya'ni muvozanat holatiga keladi.

### Temperaturaning Selsiy shkalasi

Temperatura termometr yordamida o'lchanadi. Odatda, ko'p foydalaniladigan termometr – simobli termometrdir (12-rasm). Bunday termometr rezervuarida simob bo'ladi. Temperatura ortganda rezervuardagi simob hajmi kengayadi va simob naycha orqali yuqoriga ko'tariladi.

Termometr shkalasi darajalangan bo'lib, simobning qancha ko'tarilganligiga qarab temperaturani bilib olish mumkin. Tem-



12-rasm.

peraturaning o'lchov birligi qilib *gradus* olingan. Normal atmosfera bosimida muzning erish temperaturasi nol 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.

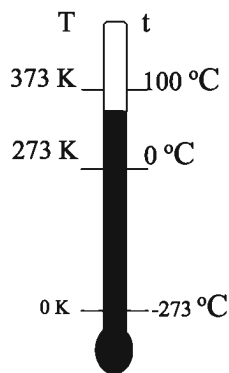
Bunday shkala 1742-yilda shved olimi **Anders Selsiy** tomonidan tavsiya etilgan va u temperaturaning **Selsiy shkalasi** deb ataladi.

Selsiy shkalasida o'lchangan temperatura °C shaklida belgilanadi va «gradus selsiy» deb o'qiladi.

Termometrlar qo'llanish maqsadlariga ko'ra ular turlicha darajalangan bo'ladi. Masalan, suvning temperaturasini o'lchaydigan termometrlar 0 °C dan 100 °C gacha, odam temperaturasini o'lchaydigan tibbiyot termometri 35 °C dan 42 °C gacha, havo temperaturasini o'lchaydigan termometr esa, odatda, 20 °C dan 50 °C gacha darajalangan bo'ladi. Selsiy shkalasida temperatura *t* harfi bilan belgilanadi.

### Absolyut temperatura

Turmushda, asosan, Selsiy shkalasida ifodalangan *t* temperatura qo'llaniladi. Lekin moddalardagi issiqlik hodisalarini o'rganishda **absolyut temperatura** deb ataladigan temperaturadan foydalaniladi. Absolyut temperatura *T* harfi bilan belgilanadi.



13-rasm.

Ingliz olimi Uilyam Tomson (**Kelvin**) 1848-yilda temperaturaning absolyut shkalasini taklif qildi. Absolyut temperaturaning bu shkalasi **Kelvin shkalasi** deb ataladi. Absolyut temperaturaning birligi XBS da **Kelvin** deb ataladi va K harfi bilan belgilanadi.

Kelvin shkalasida olingan temperatura birligining qadamlari qiymati Selsiy shkalasidagi qiymatga teng qilib olingan. Selsiy shkalasida o'lchanganda absolyut nol temperatura -273,15 °C ga teng ekanligi aniqlangan. Bu  $t = 0 \text{ °C}$  da  $T = 273,15 \text{ K}$  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 13-rasmda ko'rsatilgan. Biroq absolyut temperaturaning o'zgarishi  $\Delta T$  temperaturaning Selsiy shkalasi bo'yicha o'zgarishi  $\Delta t$  ga teng, ya'ni  $\Delta T = \Delta t$ . Absolyut shkaladagi nol temperatura absolyut nolga mos keladi.



**Absolyut nol temperatura mumkin bo'lgan eng past temperatura. Bunday temperaturada modda molekulalarining issiqlik harakati to'xtaydi.**

## Temperaturaning molekulyar-kinetik talqini

Har qanday modda atom va molekulalardan tashkil topgan. Moddani tashkil qilgan atom va molekulalar to'xtovsiz va tartibsiz harakat qiladi. Modda qiziganda bu betartib harakat yanada jadallashadi. **Molekulalarning tartibsiz harakati issiqlik harakati deb ataladi.**



**Temperatura – gaz molekulalari ilgarilanma harakati o'rtacha kinetik energiyasining o'lchovidir.**

Makroskopik nuqtayi nazardan **temperatura** modda issiqlik holatining miqdoriy o'lchovidir. Molekulyar-kinetik nazariyaga ko'ra, temperatura va molekulalarning o'rtacha kinetik energiyasi orasidagi bog'lanish quyidagicha ifodalanadi:

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

Bunda  $k$  koeffitsiyent gazlar molekulyar-kinetik nazariyasi asoschilaridan biri bo'lgan avstriyalik fizik Lyudvig Bolsman sharafiga **Bolsman doimiysi** deb ataladi. Uning son qiymati  $k=1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$  ga teng.



**Bolsman doimiysi – energiya birligi bilan temperatura birligi orasidagi munosabatni ifodalovchi kattalikdir.**

Issiqlik muvozanati holatida barcha gaz molekulalarining ilgarilanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasi bir xil bo'ladi. Absolyut nol temperaturada molekulalarning ilgarilanma harakati to'xtaydi.

Gazlar molekulyar – kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi bo'lgan  $p = \frac{2}{3} n \bar{E}_k$  ifodadagi  $\bar{E}_k$  o'rniga (2) ifoda qo'yilsa, ideal gaz bosimining temperaturaga bog'liqlik ifodasi kelib chiqadi:

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



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

### Masala yechish namunasi

Hajmi 4 l bo'lgan idish ichidagi gaz bosimi 120 kPa. Idish ichidagi gaz molekularining ilgarilanma harakatining to'la kinetik energiyasini hisoblang.

Berilgan:	Formulasi:	Hisoblash:
$V = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ $p = 12 \cdot 10^4 \text{ Pa}$	$p = \frac{2}{3} \cdot n \bar{E}_k = \frac{2}{3} \cdot \frac{N}{V} \bar{E}_k$ $E_{\text{to'la}} = N \cdot \bar{E}_k; \quad E_{\text{to'la}} = \frac{3}{2} pV$	$E_{\text{to'la}} = \frac{3}{2} \cdot 12 \cdot 10^4 \cdot 4 \cdot 10^{-3} =$ $= 720 \text{ J}$
<i>Topish kerak:</i> $E_{\text{to'la}} = ?$	$[E] = \text{Pa} \cdot \text{m}^3 = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \text{m}^3 = \text{N} \cdot \text{m} = \text{J}$	<b>Javob:</b> $E_{\text{to'la}} = 720 \text{ J}$



1. Temperaturaning qanday o'lchov birliklarini bilasiz?
2. Selsiy temperaturasi bilan Kelvin temperaturasini bog'lovchi formulani yozing va ular orasidagi bog'lanishni izohlang.
3. Gazning temperaturasi bilan uning molekularining o'rtacha kinetik energiyasi orasidagi bog'lanishni ifodalovchi ifodani yozing va uni izohlang.
4. Gaz bosimining absolyut temperaturaga va gaz molekularining konsentratsiyasiga bog'liqlik ifodasini yozing va uni izohlang.
5. Normal sharoitda havo molekularining konsentratsiyasi qanday bo'ladi?



1. Quyidagi Selsiy shkalasida ifodalangan temperaturalarni Kelvin shkalasida ifodalang: 0 °C, 27 °C, 100 °C, 127 °C, -73 °C, -223 °C, -200 °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. Yopiq idishdagi gaz 27 °C dan 627 °C gacha qizdirildi. Bunda gaz molekularining idish devoriga beradigan bosimi qanday o'zgaradi?
4. Idishdagi gaz molekularining konsentratsiyasi  $3 \cdot 10^{27} \text{ m}^{-3}$  ga teng. Idish ichidagi temperatura 60 °C bo'lganda gaz molekularining idish devoriga beradigan bosimi qanday bo'ladi?
5. Idish ichidagi gazning temperaturasi 400 K bo'lganda, manometr idishdagi gaz bosimi 276 kPa ga teng bo'lganligini ko'rsatdi. Idishdagi gaz molekularining konsentratsiyasi nimaga teng?
6. Normal sharoitda 1 m<sup>3</sup> hajmdagi havo molekularining sonini baholang. Normal sharoit uchun bosimni 100 kPa, temperaturani 273 K ga teng deb oling.
7. Maxsus so'ruvchi nasos yordamida idishdan havo so'rilib, uning ichida 1 pPa bosimdagi vakuum hosil qilindi. Vakuumning 1 cm<sup>3</sup> hajmida qancha gaz molekulasi bor? Idish ichidagi temperatura 300 K.

## 7-§. GAZ MOLEKULARINING HARAKAT TEZLIGI

Harakatlanayotgan  $m_0$  massali gaz molekulalarining o'rtacha kinetik energiyasi

$\bar{E}_k = \frac{m_0 \bar{v}^2}{2}$  ifoda orqali aniqlanishini bilamiz. Shuningdek, gazning absolyut temperaturasi  $T$  ga teng bo'lsa, uning o'rtacha kinetik energiyasi quyidagi  $\bar{E}_k = \frac{3}{2} \cdot kT$  ko'rinishda ham ifodalanishini ko'rdik.

Bu ikkala ifodani o'zaro tenglashtirib yozsak:

$$\frac{m_0 \bar{v}^2}{2} = \frac{3}{2} kT \quad \text{dan} \quad \bar{v}^2 = \frac{3kT}{m_0}. \quad (1)$$

(1) ifodadan molekulalar tezliklari kvadratlarning o'rtacha qiymatini topish ifodasini keltirib chiqaramiz, ya'ni:

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}. \quad (2)$$

Molyar massa ta'rifiga ko'ra  $M = m_0 \cdot N_A$  ekanligini e'tiborga olsak (2) ifoda quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3kN_A T}{M}}. \quad (3)$$



**Bolsman doimiysi  $k$  bilan Avogadro doimiysi  $N_A$  ning ko'paytmasiga universal (molyar) gaz doimiysi deb atash qabul qilingan.**

Universal gaz doimiysi  $R$  harfi bilan belgilanadi, ya'ni:

$$R = k \cdot N_A. \quad (4)$$

(4) ifodaga ko'ra, universal (molyar) gaz doimiysining son qiymatini keltirib chiqaramiz:  $R = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ .

Demak, gazlarning universal gaz doimiysining qiymati quyidagiga teng:

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

(4)- tenglikka ko'ra, gaz molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligini hisoblash ifodasini quyidagicha yozamiz:

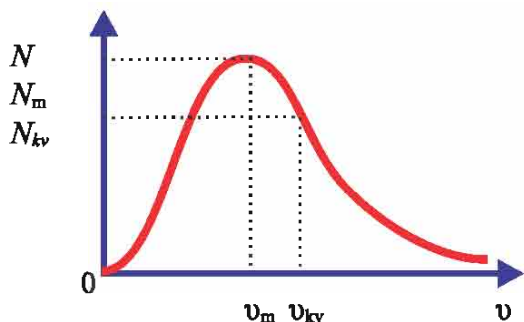
$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}. \quad (5)$$

(5) formula asosida turli gaz molekularining turli temperaturadagi o'rtacha kvadratik tezligini hisoblash mumkin.

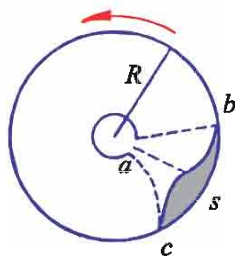
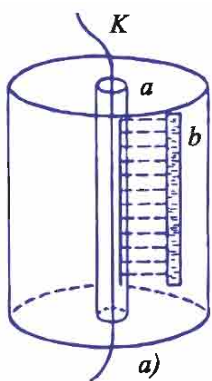
Ingliz fizigi **J. Maksvell** 1859-yilda nazariy yo'l bilan gaz molekulari turli tezliklar bilan harakatlanishini, ya'ni molekularning tezliklar bo'yicha taqsimotini aniqladi. Bunday taqsimot 14-rasmda grafik tarzda ifodalangan. Grafikda eng ko'p molekularning erishgan tezligi  $v_m$  deb belgilangan. Molekularning  $v_{kv}$  o'rtacha kvadratik tezligi bu  $v_m$  tezlikdan birmuncha katta bo'ladi.

Gaz molekularining harakat tezligini tajribada 1920-yilda nemis fizigi

**Otto Shtern** (1888–1969) aniqlagan. Shternning tajriba qurilmasi bir-biriga mahkam biriktirilgan umumiy o'qqa ega bo'lgan ikkita silindrdan iborat bo'lib, uning sxematik ko'rinishi 15-a rasmda keltirilgan. Bunda ichki silindrning radiusi va tashqi silindrning radiusi  $r$  va  $R$  ga teng bo'lgan. Ichki silindrning o'qi bo'ylab ustiga kumush yuritilgan platinadan qilingan  $K$  sim tortilgan va silindrdan



14-rasm.



b)

15-rasm.

ingichka  $a$  tirqish ochilgan. Tajriba boshlanishidan oldin silindrlar orasidagi havo so'rilib, idishlar vakuum holatiga keltiriladi. Agar platina simdan tok o'tkazilsa, uning sirtidagi kumush qatlami bug'lana boshlaydi. Ichki silindr devoridagi tirqishdan kumush atomlari chiqib tashqi silindrning ichki devoriga o'tiradi. Natijada tirqish ro'parasida ensizgina  $b$  kumush qatlami hosil bo'ladi.

Kumush atomlarining tezligini o'lchash maqsadida silindrlarni juda katta tezlik bilan harakatga keltiriladi. Natijada kumush atomlari ichki silindrning tirqishi qarshisida emas, balki bu joydan aylanish yo'nalishiga nisbatan orqaroqqa o'tiradi va tashqi silindrning ichki sirtida ensizgina  $b$  izning o'rnida qalinligi bir xil bo'lmagan kengroq  $bc$  kumush qatlami hosil bo'lgan (15-b rasm).

Tashqi silindr ichida hosil bo'lgan  $bc$  kumush qatlamining uzunligini silindrning burchak tezligi orqali ifodalaymiz:

$$s = \omega R t. \quad (6)$$

Shtern tajriba natijalariga ko'ra, katta tezlik bilan harakatlanayotgan kumush atomlari  $b$  nuqtaga yaqinroq,



tezligi kichik bo'lgan atomlar yo'lining  $c$  oxiriga yaqin joylarga kelib tushadi (15-b, rasm) degan xulosaga kelgan. Demak, kumush atomlari aynan bir xil tezlik bilan harakatlanmagan. U holda kumush atomlarining tezligi o'rtacha tezlikka mos keladi deb, uning qiymati quyidagi ifoda orqali hisoblanadi:

$$v_{o'rt} = \frac{R-r}{t}. \quad (7)$$

(6) ifodadan  $t$  ning qiymatini topib (7) ifodaga qo'yib, o'rtacha tezlikni hisoblash

ifodasini keltirib chiqaramiz: 
$$v_{o'rt} = \frac{\omega R(R-r)}{s}. \quad (8)$$

15-b rasmda ko'rinib turibdiki, kumush qatlamining shakli molekularning tezliklar bo'yicha Maksvell taqsimoti grafigining shakliga o'xshashligi aniqlangan. Demak, Shtern tajribasi Maksvell taqsimotini tajribada tekshirish imkonini berdi.



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

### Masala yechish namunasi

Massasi  $2 \cdot 10^{-26}$  kg bo'lgan uglerod atomining kinetik energiyasi  $2,5 \cdot 10^{-21}$  J bo'lsa, uning harakat tezligi qanday bo'ladi?

Berilgan:	Formulasi:	Hisoblash:
$m_o = 2 \cdot 10^{-26}$ kg $E_k = 2,5 \cdot 10^{-21}$ J.	$E_k = \frac{m_o v^2}{2}; \quad v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_o}}$	$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,5 \cdot 10^{-21}}{2 \cdot 10^{-26}}} \text{ m/s} = 500 \text{ m/s}.$
Topish kerak: $v = ?$	$[v] = \sqrt{\frac{\text{J}}{\text{kg}}} = \sqrt{\frac{\text{kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{\text{kg}}} = \text{m/s}.$	<b>Javob:</b> $v = 500 \text{ m/s}.$



1. Havoda kislorod va vodorod molekularining o'rtacha kvadratik tezliklari qanday farq qiladi?
2. Maksvellning molekular tezligi bo'yicha taqsimotini tahlil qiling va uning mohiyatini tushuntirib bering.
3. Gazning absolyut temperaturasi ikki marta ortganda undagi molekularning o'rtacha kinetik energiyasi qanday o'zgaradi?
4. Gazning absolyut temperaturasi to'rt marta ortganda undagi molekularning o'rtacha kvadratik tezligi qanday o'zgaradi?

## 8-§ MASALALAR YECHISH

**1-masala.** *O.Shtern* tajribasi natijalariga ko'ra kumush atomlarining harakat tezligini aniqlang. Platina tolasidan tok o'tganda va u 1500 K temperaturaga cha qiziganda undan kumush atomlari bug'lana boshladi. Shtern silindrlari 280 rad/s burchak tezlik bilan harakatlantirilganda tashqi silindrda 1,12 cm uzunlikdagi kumush qatlami hosil bo'lgan. Tajriba qurilmasining ichki va tashqi silindrlarining radiuslari mos ravishda 1,2 cm va 16 cm ga teng bo'lgan. Tezlikning tajribada olingan qiymatini nazariy yo'l bilan hisoblangan qiymati bilan taqqoslang.

**Berilgan:**

$$T = 1500 \text{ K}$$

$$\omega = 280 \text{ rad/s}$$

$$s = 1,12 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$r = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$R_t = 16 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$R = 8,31 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$$

$$M = 108 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol.}$$

*Topish kerak:*

$$\bar{v} = ?$$

**Formulasi:**

$$s = \omega \cdot R_t \cdot \Delta t;$$

$$\Delta t = \frac{R_t - r}{\bar{v}};$$

$$\bar{v} = \frac{\omega \cdot R_t \cdot (R_t - r)}{s}.$$

$$[\bar{v}] = \frac{1 \cdot \text{m} \cdot \text{m}}{\text{m}} = \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

**Hisoblash:**

$$\bar{v} = \frac{280 \cdot 16 \cdot 10^{-2} \cdot 14,8 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{1,12 \cdot 10^{-2} \text{ s}} = 592 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 8,31 \cdot 1500}{108 \cdot 10^{-3}}} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 588 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

**Xulosa:** tezlikni nazariy yo'l bilan hisoblangan qiymati, tajriba natijalariga ko'ra hisoblangan tezlikning qiymatiga juda yaqin.

**2-masala.** Qanday temperaturadagi vodorod molekularining o'rtacha kvadratik tezligi 580 K temperaturadagi geliy gazi molekularining o'rtacha kvadratik tezligiga teng bo'ladi?

**Berilgan:**

$$M_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$$

$$M_2 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$$

$$T_2 = 580 \text{ K}$$

$$\bar{v}_1 = \bar{v}_2.$$

*Topish kerak:*

$$T_1 = ?$$

**Formulasi:**

$$\bar{v}_1 = \sqrt{\frac{3RT_1}{M_1}}, \quad \bar{v}_2 = \sqrt{\frac{3RT_2}{M_2}}$$

Bundan

$$T_1 = \frac{M_1 T_2}{M_2}.$$

$$[T_1] = \frac{M_1 \cdot T_2}{M_2} = \frac{\text{kg} \cdot \text{K}}{\text{kg/mol}} = \text{K}.$$

**Hisoblash:**

$$T_1 = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 580}{4 \cdot 10^{-3}} \text{ K} = 290 \text{ K}.$$

**Javob:**  $T_1 = 290 \text{ K}.$

**3-masala.** Gaz temperaturasi 150 K ga oshirilganda, molekulalarning o'rtacha kvadratik tezligi 250 m/s dan 500 m/s gacha ortdi. Gazning dastlabki temperaturasi qanday bo'lgan?

**Berilgan:**

$$T_2 = T_1 + \Delta T$$

$$\Delta T = 150 \text{ K}$$

$$v_1 = 250 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 500 \text{ m/s.}$$

**Topish kerak:**

$$T_1 = ?$$

**Formulasi:**

$$v_1 = \sqrt{\frac{3 \cdot R \cdot T_1}{M}};$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{3 \cdot R \cdot T_2}{M}} = \sqrt{\frac{3 \cdot R \cdot (T_1 + \Delta T)}{M}};$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_1 + \Delta T}{T_1}}; \quad \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 = \frac{T_1 + \Delta T}{T_1};$$

$$T_1 = \frac{\Delta T}{\left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 - 1}. \quad [T_1] = \frac{\text{K}}{\left(\frac{\text{m/s}}{\text{m/s}}\right)^2} = \text{K.}$$

**Hisoblash:**

$$T_1 = \frac{150 \text{ K}}{\left(\frac{500}{250}\right)^2 - 1} = 50 \text{ K.}$$

**Javob:**  $T_1 = 50 \text{ K.}$



1. Vodorod molekulasining  $-23^\circ\text{C}$  temperaturadagi o'rtacha kvadratik tezligini aniqlang.
2. Qanday temperaturada kislorod molekulasining o'rtacha kvadratik tezligi 500 m/s ga teng bo'ladi?
3. Gaz molekulalari ilgarilanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasi  $9,52 \cdot 10^{-21} \text{ J}$  bo'lgan gazning temperaturasini aniqlang.
4. Molekulalar konsentratsiyasi  $4 \cdot 10^{26} \text{ m}^{-3}$  va bosimi  $1,6 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  bo'lgan bir atomli gaz molekulalarining o'rtacha kinetik energiyasi nimaga teng?
5. Bir atomli gaz molekulalarining ilgarilanma harakati o'rtacha kinetik energiyasi  $1,2 \cdot 10^{-20} \text{ J}$  va bosimi 2,4 MPa bo'lsa, shu gaz molekulalarining konsentratsiyasi qanday bo'ladi?
6. Miqdori ikki mol bo'lgan gazning idish devorlariga beradigan bosimi 10 kPa ga teng. Gaz egallab turgan hajmni aniqlang. Gazning temperaturasi 300 K.
7. Qanday temperaturadagi geliy molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligi, 350 K temperaturadagi vodorod molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligiga teng bo'ladi?
8. Gaz temperaturasi  $150^\circ\text{C}$  ga oshirilganda, molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligi 300 m/s dan 600 m/s gacha ortdi. Gazning dastlabki temperaturasi qanday bo'lgan?

## 9-§ IDEAL GAZ HOLATINING TENGLAMALARI

### Ideal gazning holat tenglamasi

Ma'lum massali ideal gazning **termodinamik** holati uning uchta makroskopik parametrlari, ya'ni bosimi  $p$ , hajmi  $V$  va temperaturasi  $T$  orqali tavsiflanadi. Gaz bir holatdan boshqa bir holatga o'tganda uning holatini tavsiflovchi  $(p, V, T)$  parametrlarning uchalasi ham bir vaqtda o'zgarishi mumkin. Masalan, dastlab  $m$  massali gazning birinchi holatdagi parametrlari  $p_1, V_1, T_1$  bo'lib, ikkinchi holatga o'tganda  $p_2, V_2, T_2$  bilan ifodalansin. Endi shu ikki termodinamik holat parametrlarining o'zaro qanday bog'langanligini ifoda etadigan tenglamani keltirib chiqaramiz.

Ideal gazning holat tenglamasini keltirib chiqarish uchun gazlar molekulyar - kinetik nazariyasining asosiy tenglamasidan foydalanamiz, ya'ni:

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

Hajm birligidagi molekulalar soni  $n = \frac{N}{V}$  va  $N = \frac{m}{M} \cdot N_A$  ushbu ifodalardan foydalanib (1) tenglamani quyidagi ko'rinishda yozamiz, ya'ni:

$$pV = \frac{m}{M} N_A kT. \quad (2)$$

Bu ifodadagi ko'paytma  $k \cdot N_A = R$ , ya'ni gazlarning universal doimiysi ekanligini e'tiborga olsak, (2) tenglama quyidagi ko'rinishga keladi.

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

(3) tenglamani rus olimi Dmitriy Mendeleev va fransuz olimi Benua Klapeyron keltirib chiqargan. Shu bois bu tenglama **Mendeleev-Klapeyron tenglamasi** deyiladi. Bu tenglama ideal gazning holatini aniqlaganligi uchun, uni ideal gaz holatining tenglamasi deb ham ataladi.



***Ideal gazning holat tenglamasi*** gazning massasi, molyar massasi, bosimi, hajmi va temperaturasi orasidagi bog'lanishni ifodalaydi.

Mendeleyev-Klapeyron tenglamasini modda miqdori 1 mol bo'lgan gaz uchun yozsak, ya'ni:

$$pV = RT \quad \text{yoki} \quad \frac{p \cdot V}{T} = R \quad (4)$$

ko'rinishda bo'ladi.

### Klapeyron tenglamasi

Ideal gazning holat tenglamasini (massa o'zgarmagan  $m = const$ ) jarayon sodir bo'lgan gazning ikki holati uchun qo'llaylik:

$$p_1 V_1 = \frac{m}{M} \cdot RT_1 \quad \text{va} \quad p_2 V_2 = \frac{m}{M} RT_2. \quad (5)$$

Bu tenglamalarni bir-biriga hadma-had bo'lsak, u quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}. \quad (6)$$

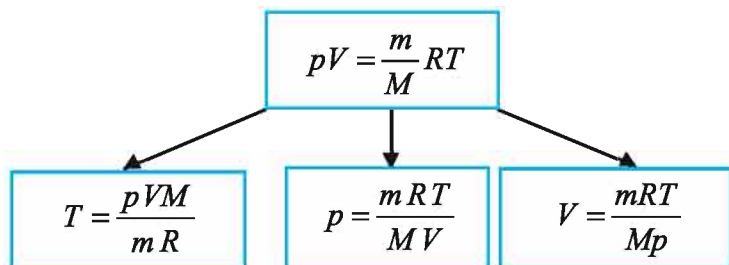
Bu tenglamadan quyidagi ifoda kelib chiqadi:

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

Demak, gazda ixtiyoriy jarayon sodir bo'lganda, uning bosimi va hajmi ko'paytmasi, uning absolyut temperaturasiga nisbati berilgan gaz massasi uchun o'zgarmasdan qoladi. Ideal gazning (4) va (7) ko'rinishdagi holat tenglamasiga **Klapeyron tenglamasi** deb ataladi. Klapeyron tenglamasi o'zgarmas massali ideal gazning holat tenglamasining bir ko'rinishidir.

Issiqlik hodisalarini o'rganishda holat tenglamasini bilish muhimdir. Gaz holatining uch ( $p, V, T$ ) parametridan bittasi noma'lum bo'lib, qolgan ikkitasi ma'lum bo'lganda, holat tenglamasi noma'lum parametrni aniqlashga imkon beradi.

Masalan:



### Masala yechish namunasi

Hajmi 20 l bo'lgan idishga kislorod solingan. Idishdagi gazning temperaturasi 127 °C va bosimi 160 kPa ga teng bo'lsa, idishdagi gaz massasini aniqlang.

Berilgan:	Formulasi :	Hisoblash:
$V = 20 \text{ l} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ $T = 127 \text{ }^\circ\text{C} + 273 = 400 \text{ K}$ $p = 160 \text{ kPa} = 16 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ $M = 32 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol.}$	$pV = \frac{m}{M} \cdot RT;$ $m = \frac{pVM}{RT}.$	$m = \frac{16 \cdot 10^4 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot 32 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 400} \text{ kg} =$ $= 30,8 \cdot 10^{-3} \text{ kg.}$
<i>Topish kerak:</i> $m = ?$	$[m] = \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{mol}}}{\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot \text{K}}$ $= \frac{\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{kg}}{\text{N} \cdot \text{m}} = \text{kg.}$	<b>Javob:</b> $m = 30,8 \cdot 10^{-3} \text{ kg.}$



1. Qanday tenglamaga ideal gazning holat tenglamasi deyiladi?
2. Ideal gazning holat tenglamasini keltirib chiqaring.
3. Gazning holat tenglamasini bilishning ahamiyati nimada?
4. Normal sharoitda miqdori 1 mol bo'lgan ideal gaz qanday hajmni egallaydi?



1. Bosimi 0,45 MPa va temperaturasi 52 °C bo'lganda 500 mol gaz qanday hajmni egallaydi?
2. Hajmi 0,05 m<sup>3</sup> va temperaturasi 500 K bo'lgan gazning bosimi 250 kPa. Modda miqdorini aniqlang.
3. Massasi 8 g bo'lgan gaz 27 °C temperaturada va 150 kPa bosimda 4,15 l hajmni egallaydi. Bu qanday gaz?
4. Temperaturasi 367 °C va bosimi 415 kPa bo'lgan kislorod gazining zichligi qanday?
5. 24 l hajmli ballonda 1,2 kg karbonat angidrid gazi bor. Ballon 3·10<sup>6</sup> Pa bosimgacha chidaydi. Qanday temperaturada portlash xavfi tug'iladi?
6. Hajmi 40 l bo'lgan idishga gaz solingan bo'lib, uning temperaturasi 400 K va bosimi 200 kPa ga teng. Idishdagi gazning miqdorini aniqlang.
7. Temperaturasi 17 °C bo'lgan 4x5x3 m<sup>3</sup> o'lchamli xonadagi havo miqdorini aniqlang. Atmosfera bosimi 10<sup>5</sup> Pa ga teng deb oling.
8. Hajm 16,6 l bo'lgan idishda 280 g azot gazi 3,5 MPa bosim ostida bo'lsa, uning temperaturasi nimaga teng?



## IZOJARAYONLAR

O'zgarmas massali gaz bir holatdan boshqa holatga o'tganda uchta parametrdan biri o'zgarmas bo'lib, qolgan ikkitasi o'zgarishi mumkin.



Berilgan gazning bitta parametri o'zgarmas bo'lganda qolganlari orasidagi bog'lanishni tavsiflaydigan jarayon izojarayon deb ataladi.

Izojarayonlar uch xil bo'ladi: izotermik, izobarik va izoxorik.

### 10-§. IZOTERMIK JARAYON



Ideal gazning massasi ( $m = \text{const}$ ) va temperaturasi ( $T = \text{const}$ ) o'zgarmas bo'lgandagi gaz holatining o'zgarish jarayoniga izotermik jarayon deyiladi.

Grekcha «izos» – teng, «termos» – issiq degan ma'noni anglatadi.

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

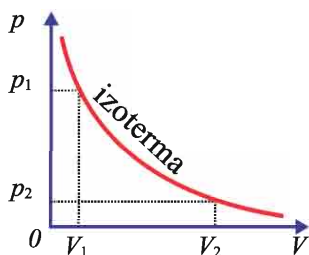
Gaz temperaturasini o'zgartirmay saqlab turishi uchun gaz solingan idish **termostat** deb ataluvchi maxsus idish ichiga joylashtiriladi. Aks holda gaz siqilganda yoki kengayganda uning temperaturasi o'zgaradi.  $T = \text{const}$  bo'lganda gazning ikki holati uchun ideal gazning holat tenglamalarini yozamiz:

$$p_1 V_1 = \frac{m}{M} R T \quad \text{va} \quad p_2 V_2 = \frac{m}{M} R T. \quad (1)$$

Har ikki ifodaning o'ng tomoni tengligidan quyidagi

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad (2)$$

ifodaga ega bo'lamiz va bundan quyidagi xulosa kelib chiqadi. **Izotermik jarayonda berilgan massali gaz uchun gaz bosimining hajmga ko'paytmasi o'zgarmas bo'ladi.** Temperatura o'zgarmas bo'lganda gaz bosimining



16-rasm.

hajmga bog'liqligini grafik usulda tasvirlash uchun absissa o'qiga hajm, ordinata o'qiga bosim qiymatlarini qo'yib, bu qiymatlarga mos kelgan nuqtalarni o'zaro tutashtiriladi. Temperatura o'zgarmas bo'lganda gaz bosimining hajmga bog'liqligi 16-rasm-da grafik ko'rinishda tasvirlangan. Bu bog'lanish grafikda egri chiziq (giperbola) tarzida aks etadi, unga **izoterma chizig'i** deyiladi. Gaz izotermasi bosim bilan hajm o'zaro teskari mutanosib ekanligini tasvirlaydi, ya'ni:  $p \sim 1/V$ .



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

Boyl-Mariott qonunini gazning zichligi bilan bosimi orasidagi bog'lanish tarzida ham ifodalash mumkin. Gazning birinchi va ikkinchi holatlari uchun zichliklari quyidagicha bo'ladi, ya'ni

$$\rho_1 = \frac{m}{V_1} \quad \text{va} \quad \rho_2 = \frac{m}{V_2}. \quad (3)$$

Bu ifodalarni bir-biriga nisbatini olsak, Boyl-Mariott qonuni uchun quyidagi ifoda hosil bo'ladi:

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{p_1}{p_2}. \quad (4)$$

Demak, izotermik jarayonda gaz zichligi hajmga teskari, bosimga to'g'ri proporsional ravishda o'zgaradi.

**Masala yechish namunasi**

Normal atmosfera bosimi sharoitida ideal gaz 6 l hajmni egallaydi. Agar gaz bosimi 20 kPa ga ortsa, gaz qanday hajmni egallaydi? Temperaturani o'zgar-mas, deb oling.

**Berilgan:**

$T = \text{const}$

$p_1 = 100 \text{ kPa} = 10^5 \text{ Pa}$

$V_1 = 6 \text{ l} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

$p_2 = p_1 + 20 \text{ kPa} = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .

*Topish kerak:*

$V_2 = ?$

**Formulasi:**

$$p_1 V_1 = p_2 V_2;$$

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

$$[V] = \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{Pa}} = \text{m}^3.$$

**Hisoblash:**

$$V_2 = \frac{10^5 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{1,2 \cdot 10^5} \text{ m}^3 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3.$$

**Javob:**  $V_2 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 5 \text{ l}$ .



1. Izojarayonlar deb qanday jarayonlarga aytiladi?
2. Qanday jarayon izotermik jarayon deyiladi?
3. Izotermik jarayon uchun Boyl-Mariott qonuni formulasini yozing va izohlang.
4. Izoterma chizig'i nima va u qanday chiziqdan iborat?
5. Gazning har xil temperaturalari uchun izoterma chizing va izohlang.
6. Izotermik jarayonda gaz zichligining hajmga bog'liqlik ifodasini yozing.



1. Gazning dastlabki hajmi 0,2 l, bosimi esa 300 kPa bo'lgan. Gaz izotermik kengayib, bosimi 120 kPa ga erishdi. Gazning keyingi hajmini toping.

2. Porshenli silindr ichiga qamalgan gazning dastlabki hajmi  $24 \text{ cm}^3$ , bosimi  $0,8 \text{ MPa}$  bo'lgan. Gaz izotermik siqilib, gazning hajmi  $16 \text{ cm}^3$  ga keltirilganda uning bosimi qanday qiymatga erishadi?
3. Normal atmosfera bosimi sharoitida ideal gaz  $50 \text{ l}$  hajmni egallaydi. Agar bosim 4 marta ortsa, gaz qancha hajmni egallaydi? Temperatura o'zgaras.
4. Ideal gaz  $1,2 \text{ l}$  hajmdan  $0,8 \text{ l}$  hajmgacha izotermik siqildi. Bunda gazning bosimi  $40 \text{ kPa}$  ga ortdi. Gazning dastlabki bosimi qanday bo'lgan?

## 11-§. IZOBARIK JARAYON



**Ideal gazning massasi  $m$  ( $m = \text{const}$ ) va bosimi ( $p = \text{const}$ ) o'zgaras bo'lgandagi gaz holatining o'zgarish jarayoniga izobarik jarayon deyiladi.**

Grekcha «baros» – bosim degan ma'noni anglatadi.

Izobarik jarayonda berilgan gaz massasining hajmi ( $V$ ) uning temperaturasi ( $T$ ) ga bog'liq ravishda o'zgaradi. Bu jarayonda gazning hajmi bilan temperaturasi orasidagi bog'lanishni gazning holat tenglamasi (Mendeleyev-Klapeyron) dan foydalanib keltirib chiqaramiz. Gazning holat tenglamasini bosim o'zgaras bo'lgan ( $p_1 = p_2$ ) gazning ikki holati uchun yozamiz:

$$p_1 V_1 = \frac{m}{M} RT_1, \quad p_2 V_2 = \frac{m}{M} RT_2 \quad (1)$$

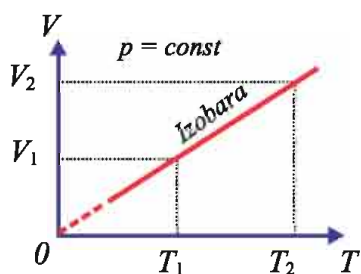
bu tenglamalarni hadma-had bo'lib, quyidagi tenglikni hosil qilamiz:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \text{yoki} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}. \quad (2)$$

(2) tenglamani quyidagi ko'rinishda ham yozish mumkin.

$$\frac{V}{T} = \text{const}. \quad (3)$$

Demak, izobarik jarayonda berilgan massali gaz hajmining absolyut temperaturaga nisbati o'zgaras kattalik ekan. Bu qonun 1802-yilda fransuz fizigi Gey-Lyussak tomonidan tajribada topilganligi uchun **Gey-Lyussak** qonuni deb ataladi. (3) tenglikni umumiy maxrajga keltirib,  $V = \text{const} \cdot T$  ko'rinishda yozamiz. Ifodaga ko'ra izobarik jarayonda berilgan massali gaz hajmi uning absolyut temperaturasi to'g'ri proporsional ekan. Izobarik jarayonda berilgan gazning hajmi bilan temperaturasi orasidagi munosabatni ifodalovchi chiziq izobara chizig'i deyiladi. Izobara chizig'i koordinata



17-rasm.

boshidan chiquvchi to'g'ri chiziqdan iborat (17-rasm).

**O'zgarmas bosimda berilgan massali gazning hajmi temperaturaga to'g'ri proporsional ravishda o'zgaradi.**

### Masala yechish namunasi

Ideal gazning temperaturasi  $67\text{ }^{\circ}\text{C}$  va hajmi  $25\text{ l}$ . Bosim o'zgarmaganda, hajm  $10\text{ l}$  ga teng bo'lishi uchun gazni qancha sovitish kerak?

**Berilgan:**

$$T_1 = 67\text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 340\text{ K}$$

$$V_1 = 25\text{ l} = 25 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3$$

$$V_2 = 10\text{ l} = 10 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3$$

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

*Topish kerak:*  
 $\Delta T = ?$

**Formulasi:**

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}; \quad T_2 = \frac{V_2 \cdot T_1}{V_1};$$

$$\Delta T = T_1 - T_2.$$

$$[\Delta T] = \text{K.}$$

**Hisoblash:**

$$T_2 = \frac{10 \cdot 10^{-3} \cdot 340\text{ K}}{25 \cdot 10^{-3}} = 136\text{ K.}$$

$$\Delta T = 340\text{ K} - 136\text{ K} = 204\text{ K.}$$

**Javob:**  $\Delta T = 204\text{ K.}$



1. Qanday jarayon izobarik jarayon deyiladi?
2. Izobarik jarayon uchun Gey-Lyussak qonuni formulasini yozing va uni izohlang.
3. Izobara chizig'i nima va u qanday chiziqdan iborat?
4. Gaz bosimining turli qiymatlari uchun izobaralarni chizing va ularni izohlang.



1. Temperaturasi  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$  bo'lgan ideal gazning hajmi  $10\text{ l}$  edi. Gaz izobarik ravishda  $327\text{ }^{\circ}\text{C}$  gacha isitilgandagi hajmi qanday o'zgaradi?
2. Ideal gazning temperaturasi  $51\text{ }^{\circ}\text{C}$  va hajmi  $0,9\text{ l}$ . Bosim o'zgarmaganda, hajm  $0,3\text{ l}$  ga teng bo'lishi uchun gazni qancha sovitish kerak?
3. Gaz  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$  temperaturada  $3\text{ l}$  hajmga ega. Bu gaz izobarik  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  da qizdirilsa, u qanday hajmni egallaydi?
4. Ideal gaz  $47\text{ }^{\circ}\text{C}$  da  $3\text{ l}$  hajmni egallagan. Bosimni o'zgartirmasdan, hajmni  $1,2\text{ l}$  ga orttirish uchun gazning temperaturasini qanchaga ko'tarish kerak?

## 12-§. IZOXORIK JARAYON



**Ideal gazning massasi  $m$  ( $m = \text{const}$ ) va hajmi ( $V = \text{const}$ ) o'zgaras bo'lgandagi gaz holatining o'zgarish jarayoniga izoxorik jarayon deyiladi.**

Yunoncha «xoros» – hajm degan ma'noni anglatadi.

Izoxorik jarayonda berilgan massali gaz bosimi ( $p$ ) uning temperaturasi ( $T$ ) ga bog'liq ravishda o'zgaradi. Bu jarayonda gazning bosimi bilan temperaturasi orasidagi bog'lanishni gazning holat tenglamasidan foydalanib keltirib chiqaramiz. Gazning holat tenglamasini hajm o'zgaras bo'lgan ( $V_1=V_2$ ) ikki holatda qo'llaymiz:

$$p_1V_1 = \frac{m}{M}RT_1, \quad p_2V_2 = \frac{m}{M}RT_2 \quad (1)$$

bu tenglamalarni hadma-had bo'lib, quyidagi tenglikni hosil qilamiz:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \text{yoki} \quad \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}. \quad (2)$$

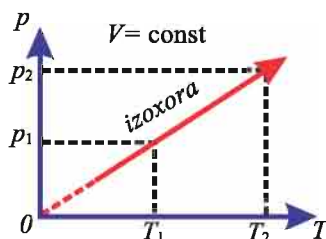
(2) tenglamani quyidagi ko'rinishda ham yozish mumkin.

$$\frac{p}{T} = \text{const}. \quad (3)$$

Demak, **izoxorik jarayonda berilgan massali gaz bosimining absolyut temperaturaga nisbati o'zgaras kattalik ekan.** Bu qonun 1787-yilda fransuz fizigi **Jak Sharl** tomonidan tajribada topilganligi uchun **Sharl qonuni** deb ataladi. (3) tenglikni umumiy maxrajga keltirib, uni quyidagi ko'rinishda yozamiz, ya'ni:

$$p = \text{const} \cdot T. \quad (4)$$

(4) ifodaga ko'ra izoxorik jarayonda berilgan massali gaz bosimi uning absolyut temperaturasi ga to'g'ri proporsionaldir. Izoxorik jarayonda berilgan gazning bosimi bilan temperaturasi orasidagi munosabatni ifodalovchi chiziq **izoxora chizig'i** deyiladi. Izoxora chizig'i koordinata boshidan chiquvchi to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi (18-rasm).



18-rasm.



**O'zgaras hajmda berilgan massali gazning bosimi temperaturaga to'g'ri proporsional ravishda o'zgaradi.**

Har qanday germetik yopiq idishda yoki elektr lampochkasida isitilgan gaz bosimining ortishi izoxorik jarayon hisoblanadi.

### Masala yechish namunasi

Gaz 280 K dan 540 K gacha izoxorik qizdirilganda uning bosimi 39 kPa ga ortdi. Gaz dastlab qanday bosimda bo'lgan?

<p><b>Berilgan:</b>  <math>T_1 = 280 \text{ K}</math>  <math>T_2 = 540 \text{ K}</math>  <math>V = \text{const}</math>  <math>p_1 = p</math>  <math>p_2 = p + \Delta p</math>  <math>\Delta p = 39 \cdot 10^3 \text{ Pa}</math></p> <hr/> <p><i>Topish kerak</i>  <math>p = ?</math></p>	<p><b>Formulasi:</b></p> $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \text{ yoki } \frac{p}{T_1} = \frac{p + \Delta p}{T_2};$ $p = \frac{\Delta p \cdot T_1}{T_2 - T_1}$ $[p] = \frac{\text{Pa} \cdot \text{K}}{\text{K}} = \text{Pa}$	<p><b>Hisoblash:</b></p> $p = \frac{39 \cdot 10^3 \cdot 280}{540 - 280} \text{ Pa} = 42 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ <p><b>Javob:</b> <math>p = 42 \text{ kPa}</math>.</p>
--	---	--



1. Qanday jarayonga izoxorik jarayon deyiladi?
2. Izoxorik jarayon uchun Sharl qonunining formulasini yozing va uni izohlang.
3. Izoxora chizig'i qanday chiziqdan iborat?
4. Gazning har xil hajmlari uchun izoxoralar chizing va ularni izohlang.



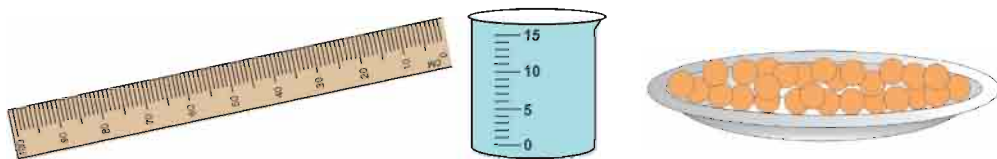
1. Ballondagi gaz  $17^\circ\text{C}$  temperaturada  $1,45 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  bosimga ega bo'lsa, qanday temperaturada uning bosimi  $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  bo'ladi?
2. Agar cho'g'lanma lampochka yonganda, temperaturasi  $17^\circ\text{C}$  dan  $360^\circ\text{C}$  gacha ko'tarilsa, uning ichidagi gaz bosimi qanday o'zgaradi?
3. Gaz 300 K dan 420 K gacha izoxorik qizdirilganda uning bosimi 50 kPa ga ortdi. Gaz dastlab qanday bosimda bo'lgan?

## 13-§. AMALIY MASHG'ULOT. MOLEKULALARNING O'LCHAMINI BAHOLASH

### Mexanik model asosida molekulaning o'lchamini baholash

**Maqsad:** eng katta yuzaga yoyilganda moy qatlamining qalinligi, bita molekula diametriga yaqin deb qilingan (gipotezani) tasavvurni mexanik model asosida tekshirish.

**Kerakli jihozlar:** chizg'ich, oq qog'oz, no'xat donalari, menzurka.



1. Oq qog'ozga to'g'ri to'rtburchak chizing. Uning o'lchamlarini chizg'ich yordamida o'lchang (bo'yi va eni). Chizilgan yuzani aniqlab oling (S).

2. Chizilgan to'g'ri to'rtburchak ustini bir tekis qilib (zich holatda) no'xat donalari bilan to'ldiring. No'xat donalari chizilgan to'rtburchakdan tashqariga chiqib ketmasin.

3. To'rtburchak ichidagi no'xat donalarini menzurkaga soling. Menzurkaga solingan no'xatlarning hajmini o'lchang (V).

4.  $d = \frac{V}{S}$  ifodaga ko'ra, no'xatning chiziqli o'lchamini toping.

5. No'xat donalari ichidan 10 dona no'xat donasini olib, ularni zich qilib bir to'g'ri chiziq ustiga qo'ying. Chizg'ich yordamida uning uzunligini o'lchang. O'lchangan uzunlikni 10 ga bo'lsak, bitta no'xatning chiziqli o'lchami kelib chiqadi.

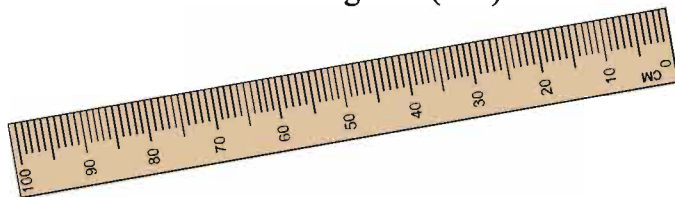
6. Olingan natijalar asosida o'z xulosangizni yozing.

**AMALIY MASHG'ULOT.** Sinf xonasidagi havoning zichligini, xonadagi gaz molekularining konsentratsiyasi va sonini hisoblash (qo'shimcha).

**Kerakli jihozlar.** Aneroid barometr va o'lchov chizg'ichi (1 m).



Aneroid barometr



o'lchov chizg'ichi

1. Barometr ichidagi termometrnig ko'rsatishiga qarab xona ichidagi havoning temperaturasi aniqlanadi.

2. Aneroid barometr yordamida xona ichidagi havoning bosimi o'lchanadi.

3. O'lchov chizg'ichi yordamida xona o'lchamlari o'lchanadi: bo'yi, eni va balandligi.

4. Temperaturaning qiymati kelvinda (K), bosimning qiymati paskalda (Pa) ifodalanadi.

5. Xona hajmini aniqlang ( $V = a \cdot b \cdot c$ ).

6. Mendeleyev – Klapeyron tenglamasiga asosan xonadagi havoning zichligini  $\rho = \frac{p \cdot M}{R \cdot T}$  ifodaga ko'ra hisoblang.



**Eslatma**, hisoblash vaqtida havoning molyar massasini 29 g/mol deb oling.

7. Gaz molekularining konsentratsiyasini  $n = \frac{p}{k \cdot T}$  ifodaga ko'ra hisoblang.

8. Xonadagi gaz molekularining sonini  $N = n \cdot V$  ifodaga ko'ra hisoblang.

9. Olingan va hisoblangan kattaliklarning qiymati asosida quyidagi jadval to'ldiriladi va xulosa yoziladi.

1	Xonaning o'lchamlari	Bo'yi $a = \dots\dots\dots m$ , eni $b = \dots\dots\dots m$ , balandligi $c = \dots\dots\dots m$	
2	Xonadagi havoning temperaturasi	$\dots\dots\dots$ °C	$\dots\dots\dots$ K
3	Xonadagi havoning bosimi	$\dots\dots\dots$ mm simob ustuni	$\dots\dots\dots$ Pa
4.	Xonaning hajmi	$\dots\dots\dots m^3$	
5.	Xonadagi havoning zichligi	$\dots\dots\dots kg/m^3$	
6.	Xonadagi gaz molekularining konsentratsiyasi	$\dots\dots\dots m^{-3}$	
7.	Xonadagi gaz molekularining soni	$\dots\dots\dots ta$	
8.	Xonadagi havoning massasi	$\dots\dots\dots kg$	
Xulosa:			

## 14-§. MASALALAR YECHISH

**1-masala.** Ideal gaz 6 l hajmdan 4 l hajmgacha izotermik siqildi. Bunda gazning bosimi 0,6 normal atmosfera bosimiga ortdi. Gazning dastlabki bosimi qanday bo'lgan? Atmosfera bosimini 100 kPa deb oling.

**Berilgan:**

$$T = \text{const}$$

$$V_1 = 6 \text{ l} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$V_2 = 4 \text{ l} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$p_2 = p_1 + 0,6 \cdot p_{\text{atm}}$$

$$p_{\text{atm}} = 100 \text{ kPa} = 10^5 \text{ Pa.}$$

**Topish kerak:**

$$p_1 = ?$$

**Formulasi:**

$$p_1 V_1 = p_2 V_2;$$

$$p_1 V_1 = (p_1 + 0,6 p_{\text{atm}}) \cdot V_2;$$

$$p_1 = \frac{0,6 \cdot p_{\text{atm}} \cdot V_2}{V_1 - V_2}.$$

$$[p_1] = \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{m}^3} = \text{Pa.}$$

**Hisoblash:**

$$p_1 = \frac{0,6 \cdot 10^5 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{-3} - 4 \cdot 10^{-3}} \text{ Pa} =$$

$$= 1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa.}$$

**Javob:**  $p_1 = 120 \text{ kPa.}$

**2-masala.** Massasi 2,6 kg bo'lgan ideal gaz 27 °C temperaturada porshen ostida 1,3 m<sup>3</sup> hajmi egallab turibdi. Gaz izobarik kengayib, uning zichligi 1,2 kg/m<sup>3</sup> ga teng bo'lganda, porshen ichida qanday temperatura bo'ladi?

Berilgan:	Formulasi:	Hisoblash:
$p = \text{const}$ $T_1 = 300 \text{ K}$ $m = 2,6 \text{ kg}$ $V_1 = 1,3 \text{ m}^3$ $\rho_2 = 1,2 \text{ kg/m}^3$	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ $m = \rho \cdot V \text{ va } \rho_1 \cdot V_1 = \rho_2 \cdot V_2;$ $T_2 = \frac{\rho_1}{\rho_2} T_1. \quad [T_2] = \frac{\text{kg/m}^3}{\text{kg/m}^3} \text{K} = \text{K}.$	$\rho_1 = \frac{m}{V_1} = \frac{2,6 \text{ kg}}{1,3 \text{ m}^3} = 2 \text{ kg/m}^3.$ $T_2 = \frac{2}{1,2} 300 \text{ K} = 500 \text{ K}.$
<b>Topish kerak:</b> $T_2 = ?$		<b>Javob:</b> $T_2 = 500 \text{ K}.$

**3-masala.** Gazning temperaturasini izoxorik ravishda 12 °C ga qizdirilganda gaz bosimi dastlabki qiymatning 1/75 qismiga ortdi. Gazning dastlabki temperaturasi qanday bo'lgan?

Berilgan:	Formulasi:	Hisoblash:
$V = \text{const}$ $\Delta T = 12 \text{ K}$ $T_2 = T_1 + \Delta T$ $p_2 = p_1 + \frac{1}{75} p_1$	$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}; \quad \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_1 + \frac{1}{75} p_1}{T_1 + \Delta T};$ $T_1 + \Delta T = T_1 \cdot \left(1 + \frac{1}{75}\right) \text{ bundan}$	$T_1 = 75 \cdot 12 \text{ K} = 900 \text{ K}.$
<b>Topish kerak:</b> $T_1 = ?$	$T_1 = 75 \cdot \Delta T$ ega bo'lamiz.	<b>Javob:</b> $T_1 = 900 \text{ K}.$

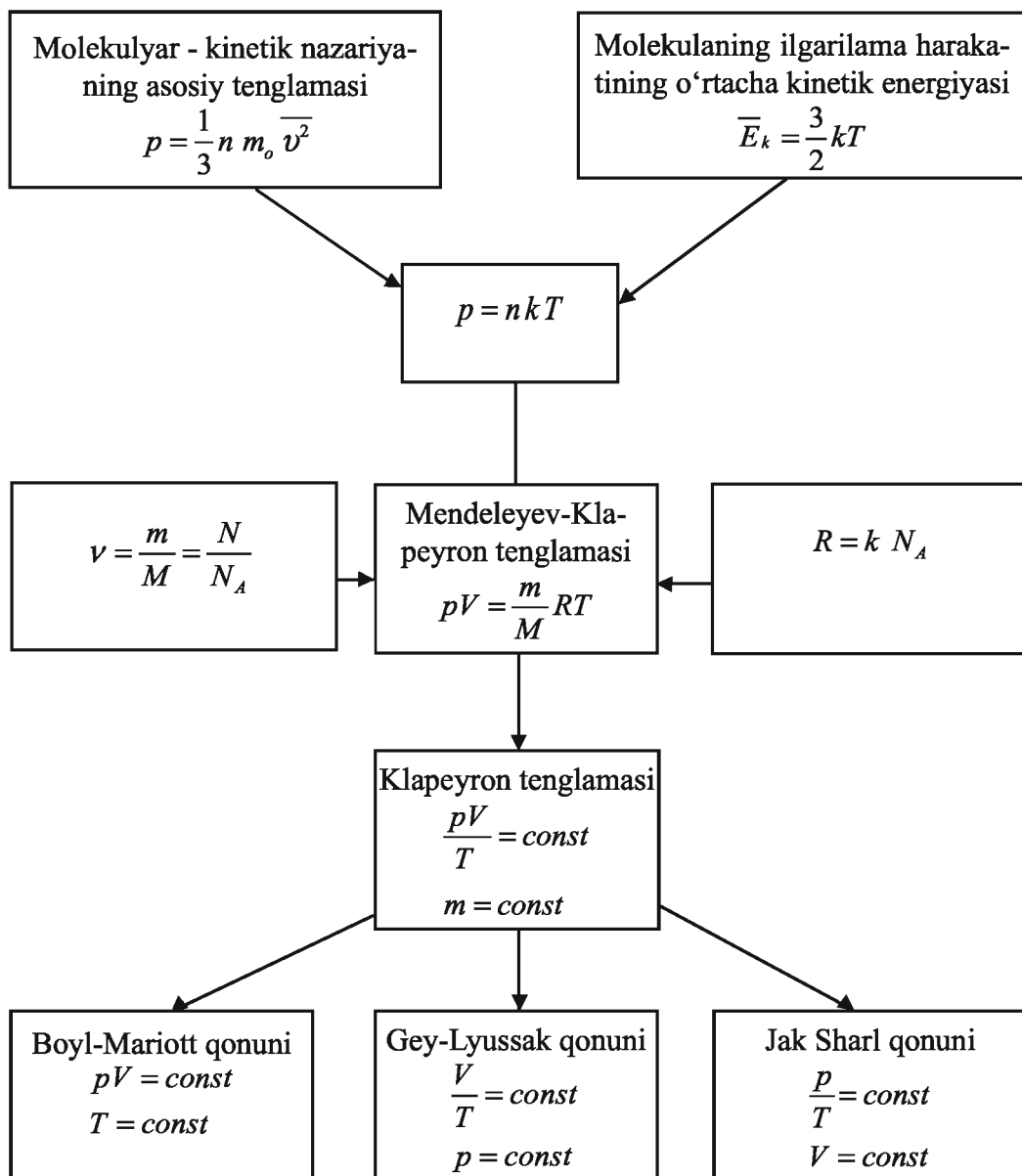
**4-masala.** Chuqurligi 30 m bo'lgan ko'lning tubidan havo pufakchasi suv sirtiga ko'tarilganda, uning hajmi necha marta ortadi? Suvning ustki va pastki qismlarida temperaturani bir xil deb hisoblang.

Berilgan:	Yechish:
$h = 30 \text{ m}$ $p_0 = 10^5 \text{ Pa}.$	$T = \text{const}$ – izotermik jarayon tenglamasidan $p_1 V_1 = p_2 V_2$ foydalanamiz, bunda $p_1$ – suv tubida turgan havo pufakchasining ichidagi bosim, u atmosfera bosimi bilan suyuqlik ustunining bosimi yig'indisiga teng: $p_1 = p_0 + \rho g h$ , $p_2$ – suvni yorib chiqayotgan paytida havo pufakchasining ichidagi bosim, u atmosfera bosimiga teng, ya'ni $p_2 = p_0$ . Bundan $(p_0 + \rho g h) \cdot V_1 = p_0 V_2$ . Bu ifodadan quyidagiga ega bo'lamiz: $\frac{V_2}{V_1} = \frac{p_0 + \rho \cdot g \cdot h}{p_0} = \frac{10^5 + 10^3 \cdot 10 \cdot 30}{10^5} = 4$
<b>Topish kerak:</b> $\frac{V_2}{V_1} = ?$	<b>Javob:</b> pufakcha 4 marta kattalashgan.



1.  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$  temperaturada yopiq idishdagi gazning bosimi  $900\text{ kPa}$  ga teng bo'lgan. Gaz qizdirilib, temperaturasi  $227\text{ }^{\circ}\text{C}$  ga yetkazilganda idish ichidagi gazning bosimi qanday qiymatga erishadi?
2. Ballonda  $17\text{ }^{\circ}\text{C}$  temperatura gaz bor. Agar gazning  $0,4$  qismi chiqib ketsa va bunda temperatura  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  ga pasaysa, ballondagi gazning bosimi qanday o'zgaradi?
3. Dastlabki temperaturasi  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$  bo'lgan ideal gaz izobarik kengayib, uning hajmi  $24\%$  ga ortdi. Uning keyingi temperaturasi qanday bo'lgan?
4. Ideal gaz o'zgarmas bosimda  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan  $117\text{ }^{\circ}\text{C}$  gacha isitilganda, gaz hajmi necha foizga ortadi?
5. Havо pufakchasi suv havzasining tubidan suv yuziga chiqquncha  $3,5$  marta kattalashdi. Suv havzasining chuqurligi qanday? Suvning ustki va pastki qismlaridagi temperaturalarini bir xil deb hisoblang.
- 6\*. Berk idishdagi gazni  $120\text{ K}$  ga qizdirilganda uning bosimi ikki marta ortgan bo'lsa, gazning dastlabki temperaturasi qanday bo'lgan?
- 7\*. Gaz izobarik ravishda temperaturasini  $10\text{ K}$  ga oshirilganda, gaz hajmi dastlabki qiymatining  $1/20$  qismi qadar oshdi. Gazning dastlabki temperaturasi qanday bo'lgan?
- 8\*. Massasi  $3\text{ kg}$  bo'lgan ideal gaz  $127\text{ }^{\circ}\text{C}$  temperaturada erkin siljiydigan porshen ostida  $2,5\text{ m}^3$  hajmni egallab turibdi. Qanday temperaturada porshen ostidagi gazning zichligi  $2\text{ kg/m}^3$  bo'ladi?

## Ideal gazlar molekulyar-kinetik nazariyasi asosiy tenglamalaridan kelib chiqadigan munosabatlar



## I BOBNI TAKRORLASH UCHUN TEST TOPSHIRIQLARI

**1. Avogadro soni deb qanday fizik kattalikka aytiladi?**

- A) 12 g ugleroddagi atomlar soniga;      B) 1 mol moddadagi zarralar soniga;  
C) 18 g suvdagi molekularlar soniga;      D) javoblarning hammasi to'g'ri.

**2. Modda miqdori 25 mol bo'lgan kislorodning massasini aniqlang (g).**

- A) 144;                                      B) 800;                                      C) 270;                                      D) 600.

**3. 27 g suvda necha mol modda bor?**

- A) 2;    B) 1,8;    C) 0,9;    D) 1,5.

**4. Molekularlar soni  $2,4 \cdot 10^{24}$  ta bo'lgan azot gazi moddasining miqdori qanday ( mol ) ?**

- A) 2;    B) 4;    C) 1,5;    D) 3.

**5. 5 mol suv qancha hajmni egallaydi ( $\text{cm}^3$ )?**

- A) 2;    B) 90;    C) 64;    D) 18.

**6. Gazning hajmi 2 marta ortib, molekularlarining o'rtacha kvadratik tezligi 2 marta kamaysa, uning bosimi qanday o'zgaradi?**

- A) 4 marta ortadi;                                      B) 8 marta kamayadi;  
C) 4 marta kamayadi;                                      D) 8 marta ortadi.

**7. Berk idish ichidagi ideal gaz molekularlarining o'rtacha kvadrat tezligi 30 % ga ortsa, gaz bosimi qanday o'zgarishini toping.**

- A) 25 % ga ortadi;      B) 69 % ga ortadi;  
C) 10 % ga ortadi;      D) 20 % ga ortadi.

**8. Bosimi  $4 \cdot 10^5$  Pa va hajmi  $2 \text{ m}^3$  bo'lgan bir atomli ideal gaz molekularlarining kinetik energiyasini hisoblang (J).**

- A)  $1,8 \cdot 10^5$ ;                                      B)  $1,2 \cdot 10^6$ ;                                      C)  $2,4 \cdot 10^5$ ;                                      D)  $4 \cdot 10^5$ .

**9. Ballondagi geliy gazining temperaturasi  $27^\circ\text{C}$  dan  $227^\circ\text{C}$  gacha ko'tarilsa, gaz zichligi qanday o'zgaradi?**

- A) 4 marta ortadi;      B) 2 marta ortadi;      C) 3 marta ortadi;      D) o'zgarmaydi.

**10. Ballondagi kislorodning temperaturasi  $227^\circ\text{C}$  dan  $127^\circ\text{C}$  gacha pasaysa, undagi gaz molekularlarining konsentratsiyasi qanday o'zgaradi?**

- A) 4 marta ortadi;      B) 2 marta ortadi;      C) 4 marta kamayadi;      D) o'zgarmaydi.

**11. Gazning absolyut temperaturasi 4 marta ortganida, molekularlarning o'rtacha kvadratik tezligi necha marta ortadi?**

- A) 2;    B)  $\sqrt{3}$ ;    C) 4;    D) 3.

12. Gazning absolyut temperaturasini necha marta ko'targanda, molekulalarning o'rtacha kvadratik tezligi ikki marta ortadi?

- A) 2 marta;                      B) 16 marta;                      C) 8 marta;                      D) 4 marta.

13. 400 K temperatura 138 kPa bosimda gaz molekulalarining konsentratsiyasi nimaga teng ( $m^{-3}$ )?

- A)  $2,5 \cdot 10^{25}$ ;                      B)  $5 \cdot 10^{25}$ ;                      C)  $1,38 \cdot 10^7$ ;                      D)  $2,76 \cdot 10^6$ .

14. 50 mol gaz 75 kPa bosim ostida va 27 °C temperaturada qanday hajmini egallaydi ( $m^3$ )?

- A) 8,31;                      B) 1,662;                      C) 31;                      D) 6,2.

15. Temperaturasi 27 °C bo'lgan 2 mol gazning bosimini toping (Pa). Gazning hajmini 4 l ga teng deb oling.

- A)  $6,12 \cdot 10^5$ ;                      B)  $5,45 \cdot 10^5$ ;                      C)  $12,46 \cdot 10^5$ ;                      D)  $24,9 \cdot 10^5$ .

16. Gazning bosimi 12 marta ortsa, hajmi esa 3 marta kamaysa, uning absolyut temperaturasi qanday o'zgarishini aniqlang.

- A) 3 marta kamayadi;                      B) 3 marta ortadi;  
C) 10 marta ortadi;                      D) 4 marta ortadi.

17. Boyle-Mariott ideal gaz parametrlari uchun qanday bog'lanishni o'rgangan?

- A)  $p \sim V$ ;                      B)  $p \sim 1/V$ ;                      C)  $p \sim T$ ;                      D)  $V \sim T$ .

18. Izotermik jarayonda gazning bosimi 2 marta ortdi. Bunda gaz molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligi qanday o'zgaradi?

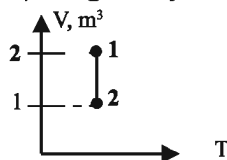
- A) 2 marta ortadi;                      B) 2 marta kamayadi;  
C) o'zgarmaydi;                      D) 4 marta kamayadi.

19. Izotermik jarayonda gaz bosimi 4 marta ortdi. Bunda gaz konsentratsiyasi qanday o'zgaradi?

- A) 2 marta ortadi;                      B) 4 marta ortadi;  
C) 4 marta kamayadi;                      D) 2 marta kamayadi.

20. Rasmda tasvirlanganidek gaz 1-holatdan 2-holatga o'tganda, uning bosimi qanday o'zgaradi?

- A) 4 marta ortadi;                      B) 4 marta kamayadi;  
C) o'zgarmaydi;                      D) 2 marta ortadi.



**21. O'zgarimas bosimdagi ideal gaz hajmining temperaturaga bog'liqligi ni kim tajribada o'rgangan?**

- A) Gey-Lyussak;      B) Sharl;      C) Boyl-Mariott;      D) Shtern.

**22. Ideal gaz uchun izobarik jarayonning ifodasini ko'rsating.**

- A)  $p = nkT$ ;      B)  $pV = \text{const}$ ;      C)  $V/T = \text{const}$ ;      D)  $p/T = \text{const}$ .

**23. Ushbu jumlaning mazmuniga mos holda gapni davom ettiring: Izoxorik jarayonda...**

- A)  $p$  va  $T$  o'zgaradi,  $V$  o'zgarmaydi;      B)  $p$  va  $V$  o'zgaradi,  $T$  o'zgarmaydi;  
C)  $V$  va  $T$  o'zgaradi,  $p$  o'zgarmaydi;      D) hamma parametrlar o'zgaradi.

**24. Yopiq idishdagi temperaturasi  $-96^\circ\text{C}$  bo'lgan ideal gazni  $81^\circ\text{C}$  gacha qizdirganda uning bosimi necha marta ortadi?**

- A) 3;      B) 2;      C) 1,18;      D) 2,21.

**25. Ballondagi gaz  $57^\circ\text{C}$  temperaturada  $10^5\text{Pa}$  bosimga ega bo'lsa, qanday temperaturada uning bosimi  $3 \cdot 10^5\text{Pa}$  bo'ladi ( $^\circ\text{C}$ )?**

- A) 990;      B) 171;      C) 444;      D) 717.

**26. Ballondagi gaz temperaturasi 400 K ga ko'tarilganda, uning bosimi 3 marta ortgan bo'lsa, gazning oxirgi temperaturasini aniqlang (K).**

- A) 450;      B) 900;      C) 750;      D) 600.

**27. Agar cho'g'lanma lampochka yonganda, temperaturasi  $7^\circ\text{C}$  dan  $287^\circ\text{C}$  gacha ko'tarilsa, uning ichidagi gaz bosimi necha marta ortadi?**

- A) 3 marta;      B) 4 marta;      C) 1,5 marta;      D) 2 marta.

**28. 2 mol ideal gaz 400 K temperaturada 400 kPa bosimga ega bo'lsa, uning hajmi nimaga teng?**

- A) 831 l;      B) 8,31 l;      C) 16,62 l;      D) 41,5 l.

**29. Normal sharoitda og'zi berk idish bir xil massali vodorod, azot va kislorod gazlari bilan to'ldirilgan. Qaysi gazning porsial bosimi eng katta bo'ladi?**

- A) vodorod;      B) kislorod;      C) azot;      D) bosimlar teng.

**30. Gazning bosimi 16,6 kPa, zichligi  $0,02\text{ kg/m}^3$ , molyar massasi 2 g/mol. Gazning temperaturasini toping (K).**

- A) 2;      B) 200;      C) 275;      D) 473.

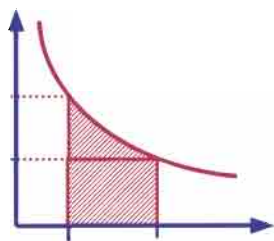


## I BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

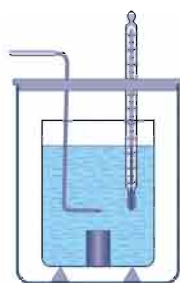
Molekulyar - kinetik nazariya tajribalarda isbotlangan uchta qoidalarga asoslanadi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Moddalar zarralardan — atom va molekulalardan tashkil topgan.</li> <li>2. Atom va molekulalar to‘xtovsiz va tartibsiz harakat qiladi.</li> <li>3. Atom va molekulalar orasida o‘zaro tortishish va itarilish kuchlari mavjud.</li> </ol>
Broun harakati quyidagi xususiyatlarga ega	Broun harakati suyuqlik yoki gazda muallaq bo‘gan zarralarning to‘xtovsiz va tartibsiz harakatdan iborat. Broun harakatining trayektoriyasi murakkab siniq chiziqlardan iborat. Broun harakati zarraning o‘lchamiga bog‘liq.
Modda miqdori	1 mol – moddaning shunday miqdoriki, undagi atom (molekula)lar soni massasi 12 g ugleroddagi atomlar soniga teng.
Avogadro doimiysi	Miqdori 1 mol bo‘lgan moddadagi molekulalar soni italyan olimi Amedeo Avogadro sharafiga <b>Avogadro doimiysi</b> deb ataladi. Avogadro doimiysi fundamental fizik kattalik bo‘lib, uning son qiymati $N_A=6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ga teng.
Molyar massa	Miqdori bir mol bo‘lgan har qanday moddaning massasiga <b>molyar massa</b> deyiladi.
Massa atom birligi	Massa atom birligi (u) qilib uglerod atomi massasining 1/12 qismi bilan taqqoslash qabul qilingan, ya’ni: $1 \text{ u} \approx 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .
Nisbiy atom massa	Berilgan modda atomi massasining ( $m_0$ ) uglerod atom massasi ( $m_{0C}$ ) $^{1/12}$ qismining nisbatiga, shu moddaning nisbiy atom massasi deyiladi.
Molekulalar konsentratsiyasi	Hajm birligidagi molekulalar soniga modda molekularining konsentratsiyasi deb ataladi.  $n = \frac{N}{V}; \quad [n] = \frac{1}{\text{m}^3}.$

Ideal gaz	Molekulalari moddiy nuqtalar deb qaraladigan hamda ular orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari e'tiborga olinmaydigan darajada kichik bo'lgan gazdir.
Real gaz	Xossalari molekulalarining o'zaro ta'siriga bog'liq bo'lgan gaz.
Temperaturaning molekulyar - kinetik talqini	<b>Temperatura</b> – gaz molekulalari ilgarilanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasining o'lchovi ekanligini anglatadi, ya'ni: $\bar{E}_k = \frac{3}{2} \cdot kT.$
Bolsman doimiysi	Bolsman doimiysi molekulalarning o'rtacha kinetik energiyasi va temperaturasi orasidagi bog'lanish koeffitsiyentini ifodalaydi. Uning son qiymati $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K ga teng.
Universal gaz doimiysi	Bolsman doimiysi $k$ bilan Avogadro doimiysi $N_A$ ning ko'paytmasiga universal (molyar) gaz doimiysi deb atash qabul qilingan. Universal gaz doimiysining son qiymati $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ ga teng.
Ideal gazning bosimi	Ideal gazning bosimi gaz molekulalarining konsentratsiyasi va uning temperaturasi to'g'ri proporsionaldir, ya'ni: $p = nkT.$
Absolyut nol temperatura	Absolyut nol temperatura mumkin bo'lgan eng past temperatura bo'lib, bunday temperaturada modda molekulalarining harakati to'xtaydi.
Temperaturaning Selsiy va Kelvin shkalasi orasidagi munosabat	Temperaturaning Selsiy shkalasidan Kelvin shkalasiga o'tish formulasi quyidagicha ifodalanadi: $T = t + 273.$
Molekulalar issiqlik harakatining o'rtacha kvadratik tezligi	$\bar{v} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}.$

Molekulalarning tezliklar bo'yicha taqsimoti	Ingliz fizigi <b>J. Maksvell</b> 1859-yilda nazariy yo'l bilan gaz molekulalari biror temperaturada turli tezliklar bilan harakatlanishini, ya'ni molekulalarning tezliklar bo'yicha taqsimotini aniqladi.
Shtern tajribasi	Shtern tajribasi ideal gaz molekulyar-kinetik nazariyasini hamda Maksvellning gaz molekulalar tezliklari bo'yicha taqsimoti haqidagi ta'limotining to'g'riligini tasdiqladi.
Mendeleyev-Klapeyron tenglamasi	Mendeleyev-Klapeyron tenglamasi ideal gaz holat tenglamasi bo'lib, u gazning massasi, molyar massasi, bosimi, hajmi va temperaturasi orasidagi bog'lanishni ifodalaydi, ya'ni: $pV = \frac{m}{M}RT.$
Boyl-Mariott qonuni. Izotermik jarayon	Ideal gazning massasi ( $m = \text{const}$ ) va temperaturasi ( $T = \text{const}$ ) o'zgarmas bo'lgandagi gaz holatining o'zgarish jarayoniga <b>izotermik jarayon</b> deyiladi. O'zgarmas temperaturada berilgan massali gazning bosimi hajmiga teskari proporsional ravishda o'zgaradi, ya'ni: $p \sim 1/V$ yoki $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$ .
Gey-Lyussak qonuni. Izobarik jarayon	Ideal gazning massasi $m$ ( $m = \text{const}$ ) va bosimi ( $p = \text{const}$ ) o'zgarmas bo'lgandagi gaz holatining o'zgarish jarayoniga <b>izobarik jarayon</b> deyiladi. O'zgarmas bosim sharoitida berilgan massali gazning hajmi temperaturaga to'g'ri proporsional ravishda o'zgaradi, ya'ni: $V \sim T$ . $\frac{V}{T} = \text{const} \quad \text{yoki} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}.$
Jak Sharl qonuni. Izoxorik jarayon	Ideal gazning massasi $m$ ( $m = \text{const}$ ) va hajmi ( $V = \text{const}$ ) o'zgarmas bo'lgandagi gaz holatining o'zgarish jarayoniga <b>izoxorik jarayon</b> deyiladi. O'zgarmas hajm sharoitida berilgan massali gazning bosimi temperaturaga proporsional ravishda o'zgaradi, ya'ni: $p \sim T$ $\frac{p}{T} = \text{const} \quad \text{yoki} \quad \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}.$



## II BOB ICHKI ENERGIYA VA TERMODINAMIKA ELEMENTLARI



Makroskopik sistemada sodir bo‘layotgan turli xil jarayonlarda energiya bir turdan ikkinchi turga o‘tadi. Fizik jarayon ichidagi munosabatlarni o‘rganadigan molekulyar fizikaning bo‘limiga **termodinamika** deyiladi. Termodinamikada jismlarning xossalari faqat energiya almashinish nuqtayi nazaridan o‘rganilib, ularning molekulyar tuzilishiga alohida e‘tibor berilmaydi.

### 15-§. ICHKI ENERGIYA

Molekulyar - kinetik nazariyaga asosan makroskopik jismni tashkil qilgan barcha molekulalar tartibsiz harakatlanadi. Jismni tashkil qilgan barcha zarralarning kinetik va potensial energiyalari yig‘indisi shu jism (modda)ning ichki energiyasiga tengdir, ya‘ni:

$$U = E_k + E_p. \quad (1)$$

bunda  $E_k$  va  $E_p$  jismni tashkil etgan barcha molekulalarning, mos ravishda kinetik va potensial energiyalari.

Ideal gazning ichki energiyasini hisoblash qattiq va suyuq jismlarning ichki energiyasini hisoblash kabi murakkab emas. Ideal gaz molekulalari bir-biri bilan o‘zaro ta‘sirlashmasligi sababli, ularning o‘zaro ta‘sir potensial energiyasini nolga teng deb olish mumkin. U holda ideal gazning ichki energiyasi uni tashkil qilgan barcha molekulalari tartibsiz harakati kinetik energiyalarining yig‘indisidan iborat bo‘ladi, ya‘ni:

$$U = E_{k1} + E_{k2} + \dots + E_{kn}. \quad (2)$$

Ideal gaz molekulasining o‘rtacha kinetik energiyasi  $\bar{E}_k = \frac{3}{2}kT$  ekanligini e‘tiborga olib, (2) ifodani quyidagicha yozamiz:

$$U = N \cdot \bar{E}_k = \frac{3}{2}NkT. \quad (3)$$

Shuningdek,  $N = \frac{m}{M} \cdot N_A$  va  $k \cdot N_A = R$  ekanligini e'tiborga olsak (3) ifoda quyidagi ko'rinishga keladi:

$$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT. \quad (4)$$

(4) tenglik ideal gazning ichki energiyasini hisoblashga imkon beradi. Demak, ideal gazning ichki energiyasi uning massasi bilan absolyut temperaturasi ko'paytmasiga to'g'ri, molyar massasiga teskari proporsional ekan.

Termodinamikada sistema bir holatdan ikkinchi holatga o'tganda uning ichki energiyasining o'zgarishi muhim hisoblanadi. Ichki energiyaning o'zgarishi deganda sistemaning dastlabki va oxirgi holati orasidagi ichki energiyalar farqi tushuniladi, ya'ni:

$$\Delta U = U_2 - U_1. \quad (5)$$

Agar gazning temperaturasi  $T_1$  dan  $T_2$  gacha o'zgarsa, (4) ifodaga ko'ra uning ichki energiyasining o'zgarishini quyidagicha yozish mumkin:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T. \quad (6)$$

Ideal gazning holat tenglamasiga ko'ra  $pV = \frac{m}{M} RT$  bo'lgani uchun (4)

tenglikni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$U = \frac{3}{2} pV. \quad (7)$$

(7) tenglikdan gazning ichki energiyasi gaz bosimi va hajmiga ham bog'liq ekanligi ko'rinadi. (4) va (7) tenglamalarni bir atomli gazlar uchun yozsak:

$$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT = \frac{3}{2} pV. \quad (8)$$

Har qanday jismning ichki energiyasi uning issiqlik holatiga bog'liq. Jismda issiqlik holatining o'zgarishi bilan uning ichki energiyasi ham o'zgaradi. Modda bir agregat holatdan boshqa agregat holatga o'tganda, masalan: modda suyuq holatdan gaz holatga o'tganda va qattiq holatdan suyuq holatga o'tganda jismning ichki energiyasi o'zgaradi. Qattiq holatdan suyuq holatga o'tganda jism ichki energiyasi ortsa, aksincha, suyuq holatdan qattiq holatga o'tganda jism ichki energiyasi kamayadi. Shuningdek, modda suyuq holatdan gaz holatga o'tganda uning ichki energiyasi ortadi.

## Masala yechish namunasi

Miqdori 12 mol bo'lgan argon gazi 12 °C dan – 88 °C gacha sovutilganda, uning ichki energiyasi qanday o'zgaradi?

Berilgan:	Formulasi:	Hisoblash:
$\nu = 12 \text{ mol}$ $T_1 = 12^\circ\text{C} + 273 = 285 \text{ K}$ $T_2 = -88^\circ\text{C} + 273 = 185 \text{ K}$	$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1).$	$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot 12 \cdot 8,31 \cdot (185 - 285) =$ $= -14958 \text{ J} \approx -15 \text{ kJ}.$
<i>Topish kerak:</i> $\Delta U = ?$	$[U] = \text{mol} \cdot \frac{\text{J} \cdot \text{K}}{\text{mol} \cdot \text{K}} = \text{J}.$	<b>Javob:</b> gazning ichki energiyasi $\Delta U = 15 \text{ kJ}$ ga kamayadi.



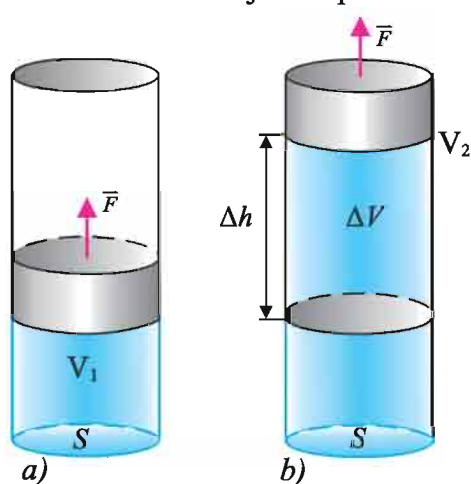
1. Termodinamika nimani o'rganadi?
2. Ideal gazning ichki energiyasi deganda nimani tushunasiz?
3. Ideal gazning ichki energiyasini hisoblash ifodasini yozing va uni izohlang.
4. Gaz izobarik kengayganda uning ichki energiyasi qanday o'zgaradi?



1. Temperaturasi 47 °C va ichki energiyasi 80 kJ bo'lgan argon gazining massasini aniqlang.
2. Bir atomli ideal gazning hajmi 0,4 m<sup>3</sup> va ichki energiyasi 45 kJ bo'lsa, uning bosimi nimaga teng?
3. Miqdori 3 mol neon gazi 40 °C dan – 80 °C gacha sovutilganda, uning ichki energiyasi qanday o'zgaradi?
4. Massasi 80 g bo'lgan geliy gazi 20 °C dan 70 °C gacha qizdirilganda, uning ichki energiyasi qanday o'zgaradi?
5. Idishdagi 4·10<sup>25</sup> ta molekulaga ega bo'lgan bir atomli ideal gazning temperaturasi 72 K ga ortganda, uning ichki energiyasi qanday o'zgaradi?
6. 10<sup>5</sup> Pa bosim ostida turgan bir atomli ideal gazning hajmi izobarik ravishda 300 cm<sup>3</sup> dan 500 cm<sup>3</sup> gacha oshdi. Bunda gazning ichki energiyasi qanchaga o'zgargan?
7. Cho'g'lanma lampochka yonganda, ichidagi gazning temperaturasi 17 °C dan 307 °C gacha ko'tarilsa, uning ichidagi gazning ichki energiyasi necha marta ortadi?

## 16-§. TERMODINAMIK ISH

Biror sistemaning ichki energiyasini o'zgarishiga ish bajarish va issiqlik almashinish jarayonlari sabab bo'ladi. Gazda sodir bo'ladigan ko'pchilik jarayonlarda uning hajmi o'zgaradi. Gaz biror hajmni egallab turishi uchun u idishga qamalgan bo'lib, biror tashqi kuch ostida turishi kerak. Faraz qilaylik,  $m$  massali gaz erkin siljiydigan porshenli silindrik idishga qamalgan bo'lsin (19-a rasm). Gazning bu holatdagi temperaturasi  $T_1$ , hajmi  $V_1$  va bosimi  $p_1$  bo'lsin. Agar gazni  $T_2$  temperaturagacha qizdirsak (porshen erkin siljiy olganligi uchun, gaz bosimini o'zgarimas deb qaraladi, ya'ni:  $p_1 = p_2$ ), gaz izobarik kengayib  $V_2$  hajmni egallaydi (19-b, rasm). Gazning hajmi o'zgarganda, u tashqi bosim kuchiga qarshi ish bajaradi. Bu ishga **termodinamik ish** deb ataladi. Gaz qizdirilganda, gaz molekullari porshenga borib urilishi natijasida porshenni biror  $\Delta h$  masofaga siljitadi va ish bajariladi.



19-rasm.

Mexanik ish formulasiga ko'ra gazning tashqi kuchga qarshi bajargan ishi quyidagiga teng:

$$A = F \cdot \Delta h. \quad (1)$$

Bosim ta'rifidan  $F = p \cdot S$  ekanligini e'tiborga olsak, (1) ifoda quyidagi ko'rinishga keladi:

$$A = p \cdot S \cdot \Delta h = p \cdot \Delta V \quad (2)$$

bunda  $\Delta V = V_2 - V_1$  gaz hajmining o'zgarishidir. Demak, gazning izobarik kengayishida bajargan ishi uning bosimi bilan hajmi o'zgarishining ko'paytmasiga teng ekan. Bu jarayonda gaz kengayib

tashqi kuchlarga qarshi musbat ish bajaradi, chunki kuch yo'nalishi bilan porshenning ko'chish yo'nalishi bir xil. Shuningdek, gaz siqilganda gaz ustidan tashqi kuchlar ish bajaradi.

19-rasmda tasvirlangan har ikki holatga, ya'ni izobarik kengayish jarayoni uchun Mendeleyev – Klapeyron tenglamasini yozib,

$$pV_1 = \frac{m}{M}RT_1 \quad \text{va} \quad pV_2 = \frac{m}{M}RT_2 \quad (3)$$

ularni bir-biridan ayiramiz:

$$pV_2 - pV_1 = \frac{m}{M}RT_2 - \frac{m}{M}RT_1 \quad \text{yoki} \quad p(V_2 - V_1) = \frac{m}{M}R(T_2 - T_1) \quad (4)$$



Agar  $T_2 - T_1 = \Delta T$  va  $V_2 - V_1 = \Delta V$  deb olsak, (4) ifoda quyidagi ko‘rinishga

keladi. 
$$p \Delta V = \frac{m}{M} R \Delta T. \quad (5)$$

(5) ifodaga ko‘ra gaz izobarik  $\Delta T$  temperaturada qizdirilganda tashqi kuchlar ustidan bajarilgan ish quyidagicha aniqlanadi:

$$A = p \Delta V = \frac{m}{M} R \Delta T, \quad (6)$$

bu ifodani 1 mol miqdordagi gaz uchun yozsak, u quyidagi ko‘rinishga keladi:

$$A = R \Delta T. \quad (7)$$

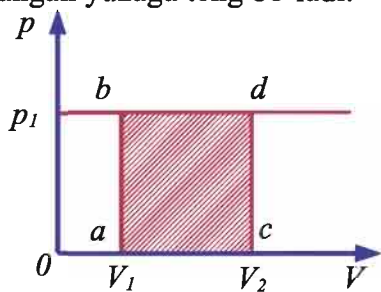
Bu ifodadan universal gaz doimiysi uchun quyidagi munosabat kelib chiqadi, ya’ni: 
$$R = \frac{A}{\Delta T}.$$

**Universal gaz doimiysi son jihatdan bir mol gazni bir gradusga izobarik qizdirilganda shu gaz tomonidan bajarilgan ishga teng.**

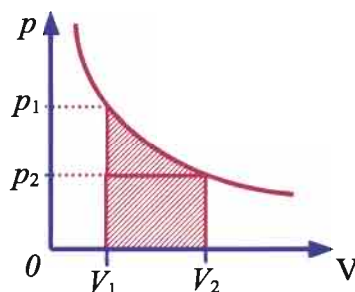
**Gaz bajargan ishning geometrik talqini.** Ishning geometrik talqini bu jarayonda bajarilgan ishni geometrik yo‘l bilan izohlashdir. Bunda gaz bosimining hajmiga bog‘lanish grafigi chiziladi, masalan, gaz izobarik kengaysin (20-rasm). O‘zgaras  $p$  bosimga ega bo‘lgan gazning hajmi  $V_1$  dan  $V_2$  ga kengayganda bajarilgan ish  $abcd$  to‘g‘ri to‘rtburchakning yuziga son jihatdan teng, ya’ni:

$$A = p_1(V_2 - V_1) = |ab| \cdot |ac|.$$

Izotermik jarayonda bosim hajmga teskari proporsional ravishda o‘zgaradi (21-rasm). Bu holda gazning bajargan ishi son jihatdan izoterma grafigi ostidagi shtrixlangan yuzaga teng bo‘ladi.



20-rasm.



21-rasm.

### Masala yechish namunasi

Porshen ostidagi kislorod gazi 64 K ga izobarik qizdirilganda, gaz tashqi kuchlar ustidan 16,6 kJ ish bajargan. Kislorodning massasi qanday bo'lgan?

Berilgan:	Formulasi:	Hisoblash:
$M = 32 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ $\Delta T = 64 \text{ K}$ $p = \text{const}$ $A = 16,6 \text{ kJ} = 16,6 \cdot 10^3 \text{ J.}$	$A = \frac{m}{M} R \cdot \Delta T;$ $m = \frac{A \cdot M}{R \cdot \Delta T}.$	$m = \frac{16,6 \cdot 10^3 \cdot 32 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 64} \text{ kg} = 1 \text{ kg.}$
<b>Topish kerak:</b> $m = ?$	$[m] = \frac{\text{J} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{mol}}}{\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}} = \text{kg}$	<b>Javob:</b> $m = 1 \text{ kg.}$



1. Gazning izobarik kengayishida bajargan ishi formulasini keltirib chiqaring va uni izohlang.
2. Gazning izobarik kengayishida bajargan ishini temperaturaning o'zgarishi orqali ifodalang.
3. Mexanik ish bilan termodinamik ish orasidagi farq nimada?



1. Silindrik idishdagi 160 kPa bosim ostida turgan gaz izobarik ravishda kengayib, 48 kJ ish bajardi. Bunda gazning hajmi qanchaga ortgan?
2. Porshen ostidagi 400 g massali havo izobarik qizdirildi. Havo tashqi kuchlar ustidan 8 kJ ish bajargan bo'lsa, u necha gradusga qizigan?
3. 100 kPa bosim ostida turgan ideal gaz izobarik kengayib, hajmi 100 cm<sup>3</sup> dan 300 cm<sup>3</sup> gacha ortdi. Bunda gaz qanday ish bajargan?
- 4\*. Ichki diametri 5 cm bo'lgan silindrga gaz qamalgan. Silindr porsheni-ga 50 N tashqi kuch ta'sir etib, gaz hajmini 10 cm<sup>3</sup> ga kamaytirdi. Tashqi kuch olingandan keyin gaz kengayib, dastlabki holatiga qaytdi. Tashqi kuch olingandan keyin siqilgan gaz qancha ish bajargan?

## 17-§. ISSIQLIK MIQDORI

### Jismlarda issiqlik almashinuvi

Bir jismdan ikkinchi jismga ish bajarmasdan energiya uzatish jarayoniga issiqlik almashinuv yoki issiqlik uzatish deyiladi.



**Issiqlik almashinish jarayonida jism olgan yoki yo'qotgan ichki energiya miqdorini belgilovchi fizik kattalikka issiqlik miqdori deyiladi.**

Issiqlik miqdorining o'lchov birligi ishning birligi bilan bir xil, ya'ni **Joul** (1 J). Issiqlik miqdorini hisoblash uchun **kaloriya** (1 kal) deb ataladigan birlik ham kiritilgan. Issiqlik miqdorini  $Q$  harfi bilan belgilash qabul qilingan.



**1 gramm distillangan suvni 1°C ga isitish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori 1 kaloriya deb qabul qilingan.**

Kaloriya bilan birgalikda kilokaloriya ham qo'llaniladi (1 kkal = 1000 kal). Issiqlik miqdorining Joule bilan kaloriya birliklari orasidagi munosabat quyidagicha ifodalanadi: 1 J = 0,24 kal yoki 1 kal = 4,19 J.

Issiqlik uzatilish jarayonida jismning temperaturasi  $t_1$  qiymatidan  $t_2$  qiymatiga o'zgargan bo'lsa, jism olgan yoki yo'qotgan issiqlik miqdori quyidagicha hisoblanadi:

$$Q = mc(t_2 - t_1) \quad (1)$$

bunda  $m$  – jismning massasi,  $c$  – proporsionallik koeffitsiyenti bo'lib, unga moddaning solishtirma issiqlik sig'imi deyiladi,  $t_1$  – jismning boshlang'ich temperaturasi,  $t_2$  – jismning oxirgi temperaturasi. Issiqlik almashinish jarayonidan keyin jismning temperaturasi  $t_2 > t_1$  munosabatda bo'lsa  $Q > 0$  bo'lib, jism issiqlik miqdori olganligini va aksincha  $t_2 < t_1$  munosabatda bo'lsa  $Q < 0$  bo'lib, jism issiqlik miqdori berganligini anglatadi.

(1) ifodaga ko'ra moddaning solishtirma issiqlik sig'imi quyidagicha hisoblanadi:

$$c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)} \quad (2)$$

(2) tenglikka ko'ra solishtirma issiqlik sig'imining Xalqaro birliklar sistemasidagi birligi  $[c] = \frac{J}{kg \cdot K}$  ekanligi kelib chiqadi.



**Massasi 1 kg bo'lgan moddaning temperaturasini 1°C ga o'zgartirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdorini tavsiflovchi fizik kattalikka moddaning solishtirma issiqlik sig'imi deyiladi.**

Moddalarning solishtirma issiqlik sig'imlarining son qiymatlari quyidagi jadvalda keltirilgan.

	Modda turi	Solishtirma issiqlik sig'imi, J/(kg · K)		Modda turi	Solishtirma issiqlik sig'imi, J/(kg · K)
1	Qo'rg'oshin	130	6	Shisha	830
2	Kumush	230	7	Alyuminiy	890
3	Qalay	230	8	Muz	2100
4	Mis	390	9	Kerosin	2140
5	Po'lat	460	10	Suv	4200

## Issiqlik balansi tenglamasi

O'rganayotgan jismlar tizimi (ya'ni sistema) atrofdagi jismlardan yetarli darajada izolyatsiyalangan bo'lsa, biz uni yopiq sistema deb ataymiz. Vaqt o'tishi bilan yopiq sistema ichida turgan jismlarning ichki energiyasi o'zgarmaydi. Misol tariqasida kalorimetr, suv va qizdirilgan metall jismdan iborat bo'lgan yopiq sistemani qarab chiqaylik. Bunda sistema ichidagi jismlar orasida issiqlik almashinuvi yuzaga keladi, issiq metall jism issiqlik bersa suv va idish issiqlikni oladi.

Issiqlik almashinuvi jarayonida ishtirok etayotgan barcha jismlarning ichki energiyalari ularning temperaturalarini bir xil bo'lguncha o'zgaradi. Qaror topgan temperatura jismlar sistemasining termodinamik muvozanat temperaturasi deyiladi. Issiqlik almashinish jarayoni hech qanday ish bajarilmasdan sodir bo'lganda ichki energiyaning o'zgarishi ayrim jismlarning isishi, boshqa jismlarning sovishi hisobiga amalga oshadi. Ish bajarilmasdan faqat issiqlik almashinishi natijasida sodir bo'layotgan jarayonlarni tavsiflash uchun issiqlik balansi tenglamasi (fransuzcha «balans» – muvozanat so'zidan olingan) tuziladi. Bu tenglama quyidagicha izohlanadi:



**Issiqlik almashinishi natijasida ichki energiyalari kamaygan jismlarning uzatgan issiqlik miqdorlarining yig'indisi ichki energiyalari ortgan jismlarning qabul qilgan issiqlik miqdorlarining yig'indisiga teng.**

$$Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = Q'_1 + Q'_2 + \dots + Q'_n \quad (3)$$

bu yerda  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  – issiqroq jismlarning bergan issiqlik miqdorlari.

$Q'_1, Q'_2, \dots, Q'_n$  esa sovuqroq jismlarning olgan issiqlik miqdorlari.

(3) tenglama issiqlik balansi tenglamasi deb ataladi. U issiqlik almashinish jarayoni uchun energiyaning saqlanish qonunidan iborat bo'lib, quyidagicha ta'riflanadi:



**Issiqlik almashinuvi jarayonida issiqlik miqdori yo'qdan bor bo'lmaydi, bordan yo'q bo'lmaydi, faqat bir jismdan boshqa bir jismga o'tadi.**

Jism (modda)ning bergan yoki olgan issiqlik miqdorini kalorimetr yordamida aniqlash mumkin (22-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'tkazuvchi 2 ta tagliklarga o'rnatilgan 3 plastmassa 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. Kalorimetrda  $m_2$  massali suv solaylik. Suvning solishtirma issiqlik sig'imi  $c_2$ , issiqlik muvozanatga kelgandan keyin kalorimetr va suvning temperaturasi  $t_1$  bo'lsin. Kalorimetrda 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. 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  $Q_1 = c_1 m_1(t - t_1)$ , suv  $Q_2 = c_2 m_2(t - t_1)$  issiqlik miqdorini oladi.

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

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad (4)$$

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 miqdorlarini hisoblash mumkin.

(4) ifodaga  $Q$ ,  $Q_1$  va  $Q_2$  ning ifodalarini qo'yib, issiqlik balansi tenglamasi-ning quyidagi ifodasini hosil qilamiz:

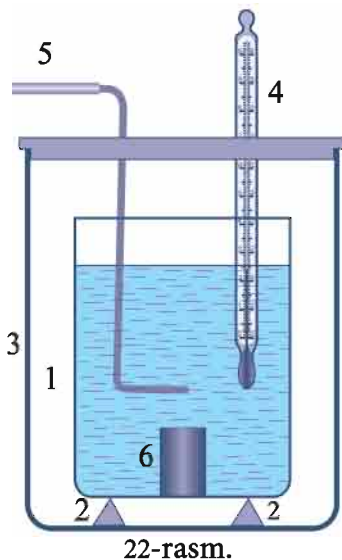
$$cm(t_2 - t) = c_1 m_1(t - t_1) + c_2 m_2(t - t_1). \quad (5)$$

Agar kalorimetrda solingan jismning solishtirma issiqlik sig'imi  $c$  noma'lum bo'lsa, uni (5) ifodadan keltirib chiqarish mumkin:

$$c = \frac{(c_1 m_1 + c_2 m_2)(t - t_1)}{m(t_2 - t)}. \quad (6)$$

Bu kalorimetrda 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

Suv 210 m balandlikdan oqib tushmoqda. Og'irlik kuchining bajargan ishi suvning temperaturasi qanchaga o'zgartiradi? Suvning tushishini erkin tushish deb hisoblang.

**Berilgan:**

$$h = 210 \text{ m}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$c = 4200 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}.$$

**Topish kerak:**

$$\Delta t = ?$$

**Yechilishi:** og'irlik kuchi bajargan ishining ma'lum bir qismi jismning ichki energiyasini o'zgartiradi va bunda jism qiziydi. Faraz qilaylik, suv  $h$  balandlikdan tushgandagi og'irlik kuchining ishi to'liq ichki energiyaga (issiqlikka) aylansin, ya'ni:

$$m \cdot g \cdot h = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)$$

$$\text{Ifodani soddalashtirib, } \Delta t = t_2 - t_1 = \frac{g \cdot h}{c} \text{ ga ega}$$

bo'lamiz. Absolyut temperaturaning o'zgarishi  $\Delta T$  temperaturaning Selsiy shkalasi bo'yicha o'zgarishi  $\Delta t$  ga teng, ya'ni  $\Delta T = \Delta t$ .

$$[\Delta t] = \frac{\frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{kg} \cdot \text{K}}}{\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}} = \frac{\text{J}}{\text{J}} = \text{K}. \quad \Delta t = \frac{9,81 \cdot 210}{4200} \text{ K} = 0,49 \text{ K}.$$

$$\text{Javob: } \Delta t = 0,49 \text{ K}.$$



1. Issiqlik miqdori deb nimaga aytiladi? Uning qanday birliklari bor?
2. Solishtirma issiqlik sig'imini ta'riflab, uning hisoblash formulasini yozing.
3. Issiqlik balansi tenglamasining fizik mohiyati nimadan iborat?
4. Issiqlik almashinish jarayoni uchun energiyaning saqlanish qonunini ta'riflang.
5. Bir xil balandlikdan bir xil massaga ega bo'lgan alyuminiy, qo'rg'oshin va temir sharlar tashlandi. Ularning qaysi biri ko'proq qiziydi?

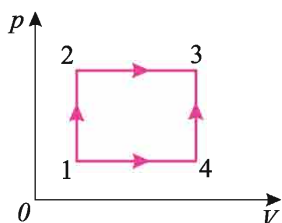


1. Massasi 0,5 kg va solishtirma issiqlik sig'imi 450 J/(kg·K) bo'lgan jism 10 °C dan 310 °C gacha qizdirilganda, qancha issiqlik miqdorini qabul qiladi?
2. Massasi 3 kg bo'lgan jism 20 °C dan 500 °C gacha qiziganda, 1281,6 kJ issiqlik miqdori olgan bo'lsa, bu jism qanday moddadan tayyorlangan?
3. Normal sharoitda temperaturasi 20 °C va hajmi 1,5 l bo'lgan suv qaynaguncha, qancha issiqlik miqdorini oladi?
4. Normal sharoitda qaynab turgan suv ichida mis va qo'rg'oshindan yasalgan jismlar bor edi. Ular suvdan olingan paytda har biri qanday issiqlik miqdoriga ega bo'ladi? Misdan yasalgan jismning massasi 200 g, qo'rg'oshindan yasalgan jismning massasi 150 g ga teng deb oling.

## 18-§. MASALALAR YECHISH

**1-masala.** Ideal gaz 1- holatdan 3-holatga ikki xil jarayonlar orqali o'tgan (23-rasm). Har ikki yo'nalishlarda ichki energiyaning o'zgarishi qanday bo'ladi?

**Berilgan.** Chizma



23-rasm.

**Yechilishi:** 1→2→3 yo'nalishda gaz dastlab izoxorik qizdirilgan, keyin izobarik kengaygan. Ikkinchi 1→4→3 yo'nalishda esa, gaz dastlab izobarik kengaygan, keyin izoxorik qizdirilgan. Ichki energiyaning o'zgarishi deganda sistemaning dastlabki va oxirgi holati orasidagi ichki energiyalar farqi tushuniladi, ya'ni:

$$\Delta U_{1,2,3} = \Delta U_{1,4,3} = U_3 - U_1.$$

Ideal gaz ichki energiyaning  $U = \frac{3}{2} p \cdot V$  ifodasiga

ko'ra, ichki energiyasining o'zgarishi

$$\Delta U_{1,2,3} = \Delta U_{1,4,3} = \frac{3}{2} (p_3 \cdot V_3 - p_1 \cdot V_1) \quad \text{ga teng.}$$

Sistema bir holatdan boshqa holatga har qanday yo'nalishga o'tganda, uning ichki energiyasining o'zgarishi faqat shu holatlarni tavsiflovchi parametrlarga bog'liq bo'ladi. **Javob:** har ikkala yo'nalishda ichki energiya bir xil o'zgaradi.

**2-masala.** Porshen ostidagi o'zgarimas massali ideal gaz 7 °C dan 77 °C gacha qizdirilganda u izobarik kengaydi. Bunda gaz tashqi kuchlar ustidan qanday ish bajaradi? Gazning bosimi 125 kPa va dastlabki hajmi 2 l ga teng bo'lgan.

**Berilgan:**

$$T_1 = 7 \text{ °C} + 273 = 280 \text{ K}$$

$$T_2 = 77 \text{ °C} + 273 = 350 \text{ K}$$

$$p = 125 \text{ kPa} = 125 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

$$V_1 = 2 \text{ l} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3.$$

*Topish kerak:*

$$A = ?$$

**Yechilishi:** gazning dastlabki hajmi bizga ma'lum. Gazning keyingi hajmini izobarik jarayon tenglamasiga ko'ra topamiz, ya'ni:  $V_2 = \frac{T_2 \cdot V_1}{T_1}$ .

Gaz izobarik kengayganda uning bajargan ishini  $A = p \cdot (V_2 - V_1)$  ifodaga ko'ra hisoblanadi. Gazning keyingi hajmining ifodasini ishning ifodasiga qo'ysak, ishning ifodasi quyidagi ko'rinishga keladi:

$$A = p \cdot \left( \frac{T_2}{T_1} - 1 \right) \cdot V_1.$$

Bu ifodaga kattaliklarning son qiymatini qo'yib ishning son qiymatini aniqlaymiz.  $A = 125 \cdot 10^3 \cdot \left( \frac{350}{280} - 1 \right) \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ J} = 62,5 \text{ J}$ . **Javob:**  $A = 62,5 \text{ J}$ .



**3-masala.** Idishda  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  temperaturali  $85\text{ l}$  suv bor. U temperaturasi  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  sovuq va  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  temperaturadagi qaynoq suvdan tayyorlangan. Idishga qancha sovuq va qancha qaynoq suv quyilgan?

**Berilgan:**

$$t_1 = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$V = 85\text{ l}$$

**Yechilishi:** issiqlik balansi tenglamasiga asosan issiqlik almashuv jarayonida sovuq suv olgan issiqlik miqdori:

$$Q_1 = m_1 c (t - t_1) \text{ va issiq suv bergan issiqlik miqdori}$$

$$Q_2 = m_2 c (t_2 - t) \text{ ga teng bo'ladi, ya'ni: } Q_1 = Q_2.$$

Suvlarning massalarini ularning hajmlari orqali ifodalab:

$$m_1 = \rho V_1, m_2 = \rho V_2, \text{ quyidagi munosabatga ega bo'lamiz:}$$

$$\rho V_1 c (t - t_1) = \rho V_2 c (t_2 - t), \text{ yoki } V_1 (t - t_1) = V_2 (t_2 - t).$$

*Topish kerak:*

$$V_1 = ?$$

$$V_2 = ?$$

Aralashmaning hajmi  $V = V_1 + V_2$  ekanligini e'tiborga olib,  $V_1$  hajmni topamiz:

$$V_1 = \frac{t_2 - t}{t_2 - t_1} \cdot V. \text{ Bu tenglikka ko'ra, sovuq suvning hajmini hisoblaymiz:}$$

$$V_1 = \frac{100 - 40}{100 - 15} \cdot 85\text{ l} = 60\text{ l}.$$

$$\text{Qaynoq suvning hajmi } V_2 = V - V_1 = 85\text{ l} - 60\text{ l} = 25\text{ l}.$$

**Javob:**  $V_1 = 60\text{ l}$  va  $V_2 = 25\text{ l}$ .

**4-masala.**  $800\text{ m/s}$  tezlik bilan uchib borayotgan po'lat o'q qumga tiqilib qoldi. O'qning urilishida ajralgan issiqlikning  $60\%$  qumni isitishga ketsa, o'qning temperaturasi qanchaga ortadi? Po'latning solishtirma issiqlik sig'imi  $c = 460\text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$  ga teng.

**Berilgan:**

$$v = 800\text{ m/s}$$

$$\eta = 0,6$$

$$c = 460\text{ J/kg}\cdot\text{K}.$$

**Yechilishi:** o'q qumga tiqilib qolganida uning kinetik energiyasi to'liqligicha ichki energiyaga aylanadi. Bu energiyaning  $1 - \eta = 0,4$  qismi o'qqa o'tadi. Bundan

$$Q = (1 - \eta) E_k; \quad mc\Delta t = (1 - \eta) \cdot \frac{mv^2}{2}.$$

Bu ifodalardan foydalanib o'q temperaturasining o'zgarishi-

*Topish kerak:*

$$\Delta t = ?$$

$$\text{ni hisoblaymiz: } \Delta t = (1 - \eta) \cdot \frac{v^2}{2c}. \quad [\Delta t] = \frac{\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}} = \text{K}.$$

$$\Delta t = \frac{0,4 \cdot 800^2}{2 \cdot 460} \text{ K} = 278\text{ K}.$$

**Javob:**  $\Delta t = 278\text{ K}$ .

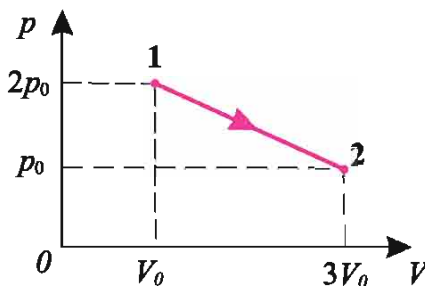


1. Temperaturasi  $27^\circ\text{C}$  va ichki energiyasi  $50\text{ kJ}$  bo'lgan geliy gazining massasi qancha?

2. Bir atomli gazning bosimi  $30\%$  kamayib, hajmi 6 marta oshsa, uning ichki energiyasi qanday o'zgaradi?

3. O'zgarmas massali bir atomli ideal gaz 1-holatdan 2-holatga o'tdi (24-rasm). Bunda gazning ichki energiyasi qanday o'zgaradi? Gazning dastlabki bosimi  $p_0 = 150\text{ kPa}$  va hajmi  $V_0 = 4\text{ l}$  bo'lgan.

4. Silindr porsheni ostida massasi  $1,6\text{ kg}$  massali kislorod gazi  $17^\circ\text{C}$  haroratda turibdi. Gaz izobarik kengayib  $40\text{ kJ}$  ish bajargan bo'lsa, u qanday temperaturagacha qizigan?



24-rasm.

5. Erkin siljiy oladigan porshen ostidagi temperaturasi  $27^\circ\text{C}$ , hajmi  $10\text{ l}$  va bosimi  $100\text{ kPa}$  bo'lgan ideal gaz  $60\text{ K}$  ga izobarik qizdirildi. Bunda gaz tashqi kuchlar ustidan qanday ish bajaradi?

6. Modda miqdori  $25\text{ mol}$  bo'lgan gaz  $20\text{ K}$  ga isitilganda, izobarik kengayib uning hajmi dastlabki hajmiga nisbatan  $20\%$  ga ortdi. Gazning dastlabki temperaturasi qanday bo'lgan? Gaz kengayishida bajarilgan ish nimaga teng?

7. Massasi  $8\text{ kg}$  va  $90^\circ\text{C}$  temperaturaga ega bo'lgan suvga  $20^\circ\text{C}$  temperaturadagi suvdan qancha qo'shganda, aralashma temperaturasi  $30^\circ\text{C}$  ga teng bo'ladi?

8. Massasi va boshlang'ich temperaturasi bir xil bo'lgan vodorod va geliy gazlari izobarik ravishda  $60\text{ K}$  ga qizdirildi. Vodorodni qizdirishda bajarilgan ishni va geliy qizdirishda bajarilgan ish bilan taqqoslang.

9.  $15^\circ\text{C}$  temperaturadagi  $125\text{ l}$  suv,  $45^\circ\text{C}$  temperaturali  $25\text{ l}$  suv bilan aralashtirilsa, natijaviy temperatura qanday bo'ladi?

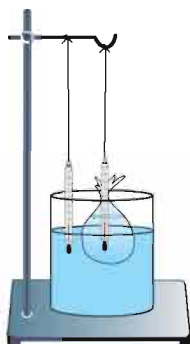
10. Yuvinish vannasiga  $10^\circ\text{C}$  li sovuq suv va  $90^\circ\text{C}$  li issiq suv quyib,  $50^\circ\text{C}$  li iliq suv tayyorlandi. Agar vannadagi iliq suv hajmi  $80\text{ l}$  bo'lsa, vannaga sovuq va issiq suvning har biridan qanchadan solingan? Vanna idishining olgan issiqlik miqdorini hisobga olmang.

11\*.  $800\text{ m/s}$  tezlik bilan uchib borayotgan po'lat o'q qumga tiqilib qoldi. O'qning urilishida ajralgan issiqlikning  $54\%$  qumni isitishga ketsa, o'q necha gradusga isiydi?  $c_p = 460\text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ .

## 19-§. AMALIY MASHG‘ULOT. JISMLARDA ISSIQLIK MUVOZANATINI O‘RGANISH

**Mashg‘ulotning maqsadi:** issiqlik muvozanatining yuzaga kelish jarayoni-ni kuzatish.

**Kerakli jihozlar:** idish, issiq va sovuq suv, ikkita termometr, elektron soat, polietilen paket, shtativ va ip.



**Mashg‘ulotni bajarish tartibi:**

1. Quyidagi jadvalni chizib olamiz.

Kuzatilgan vaqt ( minut)	0	1	2	....	....	....	....	....
Issiq suv temperaturasi								
Sovuq suv temperaturasi								

– idishga issiq suvni solamiz. Idishdagi issiq suvning temperaturasini o‘lchab borish uchun unga termometrni tushiramiz;

– polietilen paketga sovuq suv solamiz. Idishdagi sovuq suvning temperaturasini o‘lchash uchun unga termometrni tushiramiz;

– polietilen paketga solingan suv termometr bilan birgalikda issiq suv solingan idish ichiga tushiriladi;

– biroz kutamiz. So‘ng har bir minutda issiq va sovuq suv ichidagi termometrlarning ko‘rsatkichini qayd qilamiz va ularni jadvalga yozib boramiz;

– suvlarning termodinamik muvozanat temperaturasi va termodinamik muvozanat yuzaga kelgan vaqt aniqlanadi. Olingan natijalar jadvalga qayd etiladi;

– termodinamik muvozanat yuzaga kelgandan keyin ham kuzatuvni bir necha minut davom ettiramiz;

– koordinata tekisligida vaqt bo‘yicha issiq suvning sovishi, sovuq suvning isishini grafik tarzda tasvirlang. O‘tkazilgan mashg‘ulot yuzasidan o‘z xulosangizni yozing.



1. Issiqlik almashuvi jarayonida sovuq va issiq suvning ichki energiyasi qanday o‘zgaradi?

2. Termodinamik muvozanatdan so‘ng suvning ichki energiyasi qanday o‘zgaradi?

## 20-§. LABORATORIYA ISHI: QATTIQ JISMLARNING SOLISHTIRMA ISSIQLIK SIG'IMINI ANIQLASH

**Ishning maqsadi:** jismning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlashni o'rganish.

**Kerakli jihozlar:** kalorimetr va aralashtirgichi, tarozi, termometr, solishtirma issiqlik sig'imi aniqlanadigan 3 ta bir xil moddadan tayyorlangan turli xil massadagi jismlar, qaynoq suv.

### Ishni bajarish tartibi

1. Ishni bajarishda foydalaniladigan kalorimetr 22-rasmda tasvirlangan. Kalorimetr va aralashtirgichni birgalikda tarozida tortib, ularning massasini aniqlang ( $m_k$ ). Kalorimetr alyuminiydan yasalganligi uchun uning solishtirma issiqlik sig'imini  $c_k = 890 \text{ J/(kg } ^\circ\text{C)}$  ga teng deb oling.

2. Menzurka yordamida suv hajmini ( $V$ ) o'lchab, uni kalorimetr idishiga quyung.

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

4. Kalorimetrga termometrni tushiring. Biroz kuting. Issiqlik muvozanati qaror topgan suvning temperaturasini ( $t_s$ ) aniqlang.

5. Solishtirma issiqlik sig'imi aniqlanayotgan jismning massasini ( $m_j$ ) tarozida o'lchang.

6. Jismni ipga bog'lab qaynab turgan suv ichiga tushiring. Biroz kuting (2-3 minut). Jism va suv o'rtasida issiqlik muvozanati vujudga keladi. Qaynab turgan suvning ( $t_j$ ) temperaturasini termometr yordamida o'lchab oling.

7. Qaynab turgan suvdan olingan jismni tezlik bilan sovuq suv solingan kalorimetr ichiga tushiring. Aralashtirgich bilan kalorimetrdagi suvni aralashtiring va termometr ko'rsatgan aralashmaning ( $t_a$ ) temperaturasini yozib oling.

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

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

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

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

11. Olingan natijalarni quyidagi jadvalga yozing.

№	m <sub>k</sub> , kg	m <sub>s</sub> , kg	m <sub>j</sub> , kg	c <sub>k</sub> , J/kg·°C	t <sub>s</sub> , °C	t <sub>j</sub> , °C	t <sub>a</sub> , °C	c <sub>j</sub> , J/kg·°C	c <sub>j.o'rt</sub> , J/(kg·°C)
1									
2									
3									



1. Solishtirma issiqlik sig'imini tushuntirib bering.
2. Issiqlik balansi tenglamasidan foydalanib, 8-bandda keltirilgan jismning solishtirma issiqlik sig'imi formulasini keltirib chiqaring va tushuntirib bering.
3. Jadvaldagi natijalarni tahlil qiling va xulosa chiqaring.

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

Odatda o'tin, toshko'mir, tabiiy gaz, benzin kabi yoqilg'ilar yonganda issiqlik ajralib chiqadi. Bu qanday issiqlik? Nima sababdan bu moddalar yonganda issiqlik ajralib chiqadi?

Ma'lumki, molekular atomlardan tashkil topgan. Masalan, azot molekulasida ikkita azot atomidan hosil bo'lgan. Molekulalarni atomlarga ajratish mumkin. Molekulalarni atomlarga bo'linishi kimyoviy parchalanish reaksiyasi deb ataladi. Molekula tarkibidagi atomlar bir-biri bilan kuchli tortishib turadi. Molekuladagi atomlarni bir-biridan ajratib yuborish uchun undagi tortishish kuchiga qarshi ish bajarish kerak. Demak, molekulani parchalash uchun energiya sarflanishi kerak. Atomlar birikib molekula hosil bo'lishida esa, aksincha, energiya ajralib chiqadi.



25-rasm.

Odatdagi yoqilg'ilarning (ko'mir, neft, benzin va boshqalar) tarkibida uglerod atomlari bor. Yonish vaqtida uglerod atomi havodagi kislorod molekulasida bilan birikib ( $CO_2$ ) karbonat angidrid molekulasini hosil qiladi (25-rasm). Karbonat angidrid molekulasining hosil bo'lish jarayonida issiqlik ajralib chiqadi.



**1 kg yoqilg'i batamom yonganda undan ajralib chiqadigan issiqlik miqdoriga yoqilg'ining solishtirma yonish issiqligi deb ataladi. Yoqilg'ining solishtirma yonish issiqligi  $q$  harfi bilan belgilanadi.**

Massasi  $m$  bo'lgan har qanday yoqilg'i yonganda ajralib chiqqan issiqlik miqdori  $Q$  ni hisoblash uchun uning solishtirma yonish issiqligi  $q$  ni batamom yongan yoqilg'ining massasiga ko'paytirish kerak, ya'ni:

$$Q = q \cdot m.$$

Bu formulaga ko'ra, yoqilg'ining solishtirma yonish issiqlik birligi  $[q] = \left[ \frac{Q}{m} \right] = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ kg}} = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$  da o'lchanadi. Har bir turdagi yoqilg'i uchun solishtirma yonish issiqligi aniqlangan. Jadvalda ba'zi yoqilg'ilarning solishtirma yonish issiqligining son qiymatlari keltirilgan.

	Yoqilg'i	Solishtirma yonish issiqligi, ( MJ/ kg )		Yoqilg'i	Solishtirma yonish issiqligi, ( MJ/ kg )
1	Benzin	46	4	Quruq o'tin	10
2	Kerosin	42	5	Tabiiy gaz	44
3	Toshko'mir	29	6	Spirt	29

### Masala yechish namunasi

Massasi 20 kg bo'lgan toshko'mir yonganda chiqaradigan issiqlikni olish uchun, qancha quruq o'tinni yoqish kerak bo'ladi?

**Berilgan:**

$$m_1 = 20 \text{ kg}$$

$$q_1 = 29 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$$

$$q_2 = 10 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$$

*Topish kerak:*

$$m_2 = ?$$

**Yechilishi:** masala shartiga ko'ra  $Q_1 = Q_2$ .

U holda  $m_1 \cdot q_1 = m_2 \cdot q_2$  bundan

$$m_2 = \frac{m_1 \cdot q_1}{q_2} = \frac{20 \text{ kg} \cdot 29 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}}{10 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}} = 58 \text{ kg}.$$

**Javob:**  $m_2 = 58 \text{ kg}$ .



1. Yoqilg'ining solishtirma yonish issiqligi deb nimaga aytiladi?
2.  $m$  massali yoqilg'i yonganda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori qanday aniqlanadi?
3. Yoqilg'ining solishtirma yonish issiqligi 44 MJ/kg ga teng, degan ibora nimani bildiradi?



1. Massasi qanday bo'lgan spirt yonganda 5,8 MJ issiqlik miqdori ajralib chiqadi? Spirtning solishtirma yonish issiqligi  $2,9 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$  ga teng.
2. Massasi 25 kg bo'lgan toshko'mir batamom yonganda ajralib chiqadigan issiqlikni olish uchun, qancha quruq o'tin yoqish kerak bo'ladi?
3. Neksiya avtomashinasiga har yuz kilometrga o'rtacha 10 l benzin sarflansa, har bir kilometrda qancha issiqlik ajralib chiqadi? Benzinning zichligi  $700 \text{ kg/m}^3$ .
4. O'choqda ovqat pishirish uchun 12 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 ketdi. Ovqat pishguncha o'ziga qancha issiqlik miqdorini olgan?

## 22-§. TERMODINAMIKANING BIRINCHI QONUNI

### Termodinamikaning birinchi qonuni haqida tushuncha

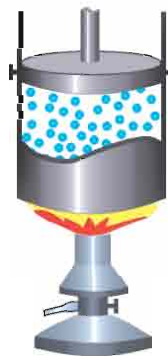
Issqlik hodisalarini o'rganish bo'yicha kuzatish va tajribalar umumlashtirilib, **energiyaning saqlanish qonuniga** quyidagicha ta'rif berilgan:



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

Energiyaning saqlanish qonuni tabiatda bo'ladigan barcha hodisa va jarayonlarda 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 olsin. Gazga  $Q$  issiqlik miqdori berilsin. Berilgan bu issiqlik gazning ichki energiyasini  $\Delta U$  ga oshirishga va porshenni  $\Delta h$  balandlikka ko'tarishga sarflanadi (26-rasm). Gaz porshenni  $\Delta h$  balandlikka ko'tarishi uchun tashqi kuchlarga qarshi, jumladan, porshenning og'irlik kuchiga qarshi  $A$  ish bajaradi.



26-rasm.

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



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

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:

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

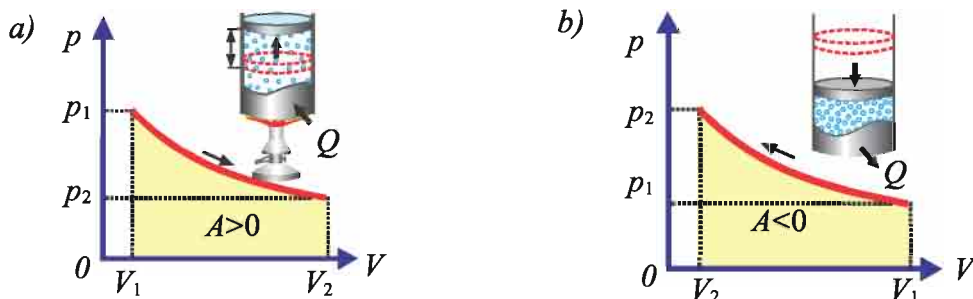


**Izotermik jarayonda ideal gazga berilgan issiqlik miqdori ish bajarishga sarflanadi.**



Izotermik jarayonda gaz issiqlik olayotgan ( $Q > 0$ ) bo'lsa, gaz  $\Delta V$  hajmga kengayadi va musbat ish ( $A > 0$ ) bajaradi. 27-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 (27-b, rasm).



27-rasm.

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

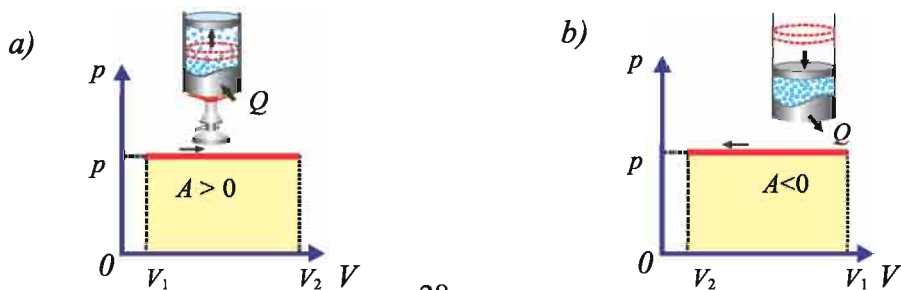
$$Q = \Delta U + p \cdot \Delta V. \quad (3)$$



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

Agar gaz o'zgarmas 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 (28-a, rasm).

Gaz o'zgarmas bosimda sovitilayotganda ( $Q < 0$ ) 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 (28-b, rasm).



28- rasm.



**3. Izoxorik jarayon** ( $V = \text{const}$ ). Izoxorik jarayonda gazning hajmi o'zgar-mas bo'lganligi uchun ( $\Delta V = 0$ ), gaz tashqi kuchlarga qarshi ish bajarmaydi, ya'ni:  $A = p \cdot \Delta V = 0$  bo'ladi. Bunday holat uchun termodinamikaning birinchi qonuni quyidagicha ifodalanadi:

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



**Izoxorik jarayonda sistemaga berilgan issiqlikning hammasi sistemaning ichki energiyasini o'zgartirishga sarflanadi.**

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

### Adiabatik jarayon

Yuqorida ko'rilgan izoxorik jarayonlarda sistema atrofidagi muhit bilan issiqlik almashinar edi. Endi atrofidagi muhit bilan issiqlik almashmaydigan ( $Q = 0$ ) siste-madagi jarayonni qarab chiqamiz.



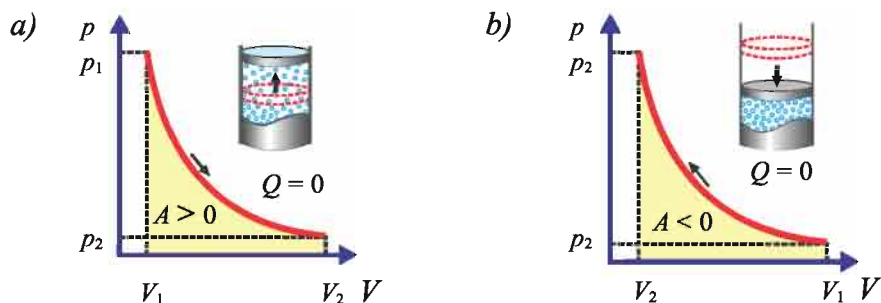
**Issiqlik almashmaydigan qilib izolyatsiyalangan siste-madagi jarayon adiabatik jarayon deyiladi.**

Adiabatik jarayonda  $Q = 0$  bo'lgani uchun (1)-tenglamadan quyidagi muno-sabatni olish mumkin:  $\Delta U + A = 0$  yoki

$$A = -\Delta U. \quad (5)$$

Gaz adiabatik kengayganda ichki energiyasi kamayadi ( $\Delta U < 0$ ). Ish gazning ichki energiyasining kamayishi hisobiga bajariladi ( $A > 0$ ). Gaz bajargan ishning miqdori diagrammadagi yuzaga teng bo'ladi (29-a, rasm).

Tashqi kuchlar ta'sirida gaz adiabatik siqilganda ichki energiyasi ortadi ( $\Delta U > 0$ ) va gaz ustida ish bajariladi ( $A < 0$ ). Tashqi kuch tomonidan bajarilgan ishning kattaligi diagrammada ko'rsatilgan yuzaga teng bo'ladi (29-b rasm).



29- rasm.



**Adiabatik jarayonda gazning uchta makroskopik parametrlari  $p$ ,  $V$  va  $T$  o'zgaradi.**

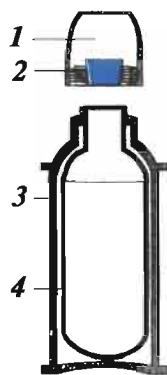
Gazning tashqi muhit bilan issiqlik almashinishi uchun ma'lum vaqt ketadi. Agar jarayon juda tez sodir bo'lsa (porshen yordamida gaz tez siqilsa yoki aksincha, tez kengaytirilsa) gaz tashqi muhit bilan issiqlik almashishga ulgurmaydi va jarayon adiabatik jarayonga yaqin bo'ladi. Gazning adiabatik kengayishida sovishi yoki adiabatik siqilishida isishi turmushda va texnikada ko'p kuzatiladi. Atmosferadagi havo yuqoriga ko'tarilib, kengayadi va soviydi. Havoning sovishi natijasida undagi suv bug'lari kondensatsiyalanib, bulutni hosil qiladi.



1. Termodinamikaning birinchi qonunining ifodasini yozing va uni izohlang.
2. Sistemaga berilgan issiqlik miqdori izotermik, izobarik va izoxorik jarayonlarda qanday sarflanadi?
3. Adiabatik jarayon deb qanday jarayonga aytiladi? Bunday jarayonga misollar keltiring.
4. Gaz adiabatik kengayganda ichki energiyasi qanday o'zgaradi?



Tabiatda issiqlikni mutlaqo o'tkazmaydigan moddalar mavjud emasligi sababli, sistemani atrofdagi jismlardan izolyatsiyalab bo'lmaydi. Biroq adiabatik izolyatsiyalangan sistemalarga kundalik turmushda ishlatiladigan termos misol bo'la oladi (30-rasm). Uyingizdagi termosning tuzilishi bilan tanishib, ularni qanday qismlarga ajralishini o'rganing. Nima ushun termosda choy issiq holatda uzoq vaqt saqlanishini tushuntiring.



30- rasm.

## 23-§ MASALALAR YECHISH

**1-masala.** Erkin siljiydigan porshenli silindrik idishda bir atomli gaz bor. Gazga issiqlik miqdori berilishi natijasida gaz tashqi kuchlar ustida 500 J ish bajardi. Gazga qanday issiqlik miqdori berilgan?

**Berilgan:**

$$p = \text{const}$$

$$A = 500 \text{ J.}$$

**Topish kerak:**

$$Q = ?$$

**Formulasi**

$$Q = \Delta U + A$$

$$A = p\Delta V = \frac{m}{M} R\Delta T.$$

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{i}{2} \frac{m}{M} \cdot R\Delta T.$$

**Hisoblash**

$$Q = \frac{5}{2} \cdot 500 \text{ J} = 1250 \text{ J.}$$

**Javob:**  $Q = 1250 \text{ J.}$

U holda izobarik jarayonda sarflangan issiqlik miqdori:

$$Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{M} R \Delta T + \frac{m}{M} R \Delta T = \frac{5}{2} \cdot \frac{m}{M} R \Delta T = \frac{5}{2} \cdot A.$$

**Eslatma:** bir atomli gaz izobarik kengayganda sistemaga berilgan issiqlik miqdorining 0,4 qismi tashqi kuchlar ustidan ish bajarishga va 0,6 qismi gazning ichki energiyasining o'zgarishiga sarflanadi, ya'ni:  $A = 0,4 \cdot Q$  va  $\Delta U = 0,6 \cdot Q$ .

**2-masala.** Metall ballondagi massasi 20 g bo'lgan geliy gaziga 2500 J issiqlik miqdori berilsa, uning temperaturasi qanday o'zgaradi?

**Berilgan:**

$V = \text{const}$

$m = 20 \text{ g}$

$M = 4 \text{ g/mol}$

$Q = 2500 \text{ J}$ .

**Yechilishi:** izoxorik jarayonda gazga berilgan issiqlik miqdori gaz ichki energiyasining o'zgarishiga sarf bo'ladi. Bu jarayon uchun termodinamikaning birinchi qonuni tenglamasini yoza-

miz:  $Q = \Delta U = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{M} R \Delta T.$

**Topish kerak:**

$\Delta T = ?$

Bu tenglamadan foydalanib gaz temperaturasining o'zgarishini hisoblaymiz:

$$\Delta T = \frac{2Q \cdot M}{3 \cdot m \cdot R}; \quad [\Delta T] = \frac{\text{J} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{mol}}}{\text{kg} \cdot \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}} = \text{K}.$$

$$\Delta T = \frac{2 \cdot 2500 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31} \text{ K} = 40 \text{ K}.$$

**Javob:**  $\Delta T = 40 \text{ K}$ .

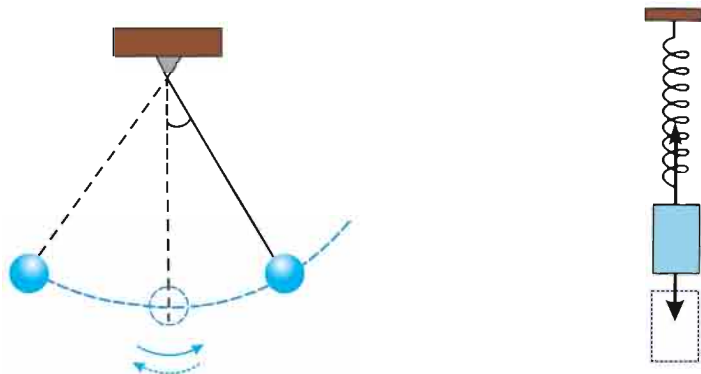


1. Izotermik jarayonda gazga 5 kJ issiqlik berilgan bo'lsa, gaz ustida qancha ish bajarilgan bo'ladi?
2. Izoxorik jarayonda gazga 2,8 kJ issiqlik miqdori berilsa, gazning ichki energiyasi qanchaga o'zgaradi?
3. Gazga 3,5 kJ issiqlik berilganda uning ichki energiyasi 2,1 kJ ga ortadi. Gaz ustida qancha ish bajarilgan?
4. Normal sharoitda bir atomli gazga issiqlik berilganda, gaz izobarik ravishda  $0,05 \text{ m}^3$  kengaydi. Gazning ichki energiyasi qanday o'zgaradi?
5. Metall ballondagi 25 mol bir atomli ideal gazning temperaturasini 20 K ga orttirish uchun unga qancha issiqlik miqdori berish kerak?
6. Silindrik idishdagi erkin siljiydigan porshen ostida bir atomli gaz bor. Gaz bosimi  $10^5 \text{ Pa}$  ga teng. Unga qancha issiqlik miqdori berilsa, hajmi 2 l ga oshadi?
7. Ballondagi bir atomli ideal gazga 500 J issiqlik miqdori berilganda, uning temperaturasi 40 K ga oshdi. Ballondagi gazning miqdori qanday bo'lgan?

## 24-§. ISSIQLIK JARAYONLARINING QAYTMASLIGI. TERMODINAMIKANING IKKINCHI QONUNI

### Qaytar va qaytmas jarayonlar

Tabiatda har qanday jarayon qaytmas jarayondir. Ammo qaytar jarayonga ancha yaqin bo'lgan mexanik jarayonlar ham mavjud. Masalan, izolyatsiyalangan sistemada ishqalanish va noelastik deformatsiya bo'lmagan sharoitda o'tadigan barcha mexanik jarayonlar qaytar jarayonlar bo'ladi. Bunday jarayonga osmaga osilgan matematik mayatnikning va prujinaga osilgan yukning tebranishi misol bo'ladi (31-rasm).



31-rasm.



**Sistemada jarayon avvaliga bir yo'nalishda, so'ngra unga teskari bo'lgan yo'nalishda sodir bo'lib, u o'zining boshlang'ich holatiga qaytib kelganida tashqi muhitda hech qanday o'zgarish sodir bo'lmasa, bunday jarayon qaytar jarayon deyiladi.**

Issiqlik jarayonlari mexanik jarayonlardan tubdan farq qiladiki, ularning barchasi qaytmasdir. Qaytmas jarayonlarni quyidagi misollarda ko'rib chiqaylik.

1. Isitilgan jismlar o'z energiyasining bir qismini atrofdagi sovuqroq jismlarga berib, asta-sekin soviydi. Lekin bunga teskari jarayon, ya'ni sovuq jismdan issiq jisimga issiqlik uzatish jarayoni hech qachon yuz bermaydi.

2. Bir-biri bilan jo'mrakli nay orqali tutashtirilgan gazli va gazsiz idishlar orasidagi jo'mrakni ochsak, gazning bir qismi bo'sh idishga o'tadi. Natijada ikkala idishdagi gazning bosimi tenglashadi. Lekin qancha vaqt o'tmasin, gaz o'z-o'zidan avvalgi holatiga qaytmaydi.

3. Miltiqdan otilgan o'q to'siqqa urilib, o'zini ham, to'siqni ham isitadi. Ularning ichki energiyalari ortadi. Lekin teskari jarayon, ya'ni o'q va to'siqning ichki energiyasi o'z-o'zidan o'qning mexanik energiyasiga aylanib, o'qni qaytadan harakatga keltirmaydi.

Bu misollardan ko‘rinadiki, tabiatdagi barcha jarayonlar faqat tayinli bir yo‘nalishda sodir bo‘lishini bildiradi. Ular o‘z-o‘zidan teskari yo‘nalishda sodir bo‘la olmas ekan.



**Sistemada jarayon sodir bo‘lib, o‘z holatidan chiqarilganda u o‘z-o‘zidan yoki tashqi muhitda biror o‘zgarish sodir qilmay, boshlang‘ich holatiga qaytmasa, bunday jarayon qaytmas jarayon deyiladi.**

### Termodinamikaning ikkinchi qonuni

Nemis olimi R. Klauzius qaytmas jarayonlar to‘g‘risida tasavvurlarni umumlashtirib termodinamikaning ikkinchi qonunini quyidagicha ta‘riflagan.



**Agar sovuqroq sistema bilan issiqroq sistemaning ikkalasida yoki atrofdagi jismlarda biror o‘zgarish bo‘lmasa, sovuqroq sistemadan issiqroq sistemaga issiqlik o‘tkazib bo‘lmaydi.**

Termodinamikaning ikkinchi qonunining muhimligi shundan iboratki, bu qonun faqat issiqlik uzatish jarayonining qaytmas jarayon ekanligi to‘g‘risida gina emas, balki tabiatdagi boshqa jarayonlarning ham qaytmas jarayon ekanligi to‘g‘risida xulosa chiqarish mumkin. Masalan, kishi organizmining qarish jarayonini teskarisiga aylantirish mumkin emas.



1. Qaytar va qaytmas jarayonlarni ta‘riflab, issiqlik jarayonlarining mexanik jarayonlardan farqini tushuntiring.
2. Qaytmas issiqlik jarayonlariga misollar keltiring.
3. Qaytmas jarayonlar uchun termodinamikaning ikkinchi qonunini ta‘riflang.

## 25-§. LABORATORIYA ISHI. TURLI TEMPERATURALI SUV ARALASHTIRILGANDA ISSIQLIK MIQDORLARINI TAQQOSLASH

**Ishning maqsadi:** issiqlik almashayotgan suyuqliklar orasida issiqlik balans tenglamasini tekshirib ko‘rish.

**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 quyig 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 va 5-bandlarga muvofiq ishni uch marta takrorlang.

7. O'lchash va hisoblash natijalarini quyidagi jadvalga yozing.

No	$m_1, \text{kg}$	$t_1, ^\circ\text{C}$	$m_2, \text{kg}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$c, \text{J/kg}\cdot\text{K}$	$Q_1, \text{J}$	$Q_2, \text{J}$
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 bajari-lishi kerak?

2. Issiqlik miqdori formulasida nima sababdan absolyut temperaturalar ayirmasi o'rniga Selsiy shkalasi bo'yicha o'lchangan temperaturalar ayir- masini qo'llash mumkin?

## II BOBNI TAKRORLASH UCHUN TEST TOPSHIRIQLARI

1. Miqdori 4 mol argon gazi  $30^\circ\text{C}$  dan  $-70^\circ\text{C}$  gacha sovitilganda, uning ichki energiyasi qanday o'zgaradi?

A) 5 kJ ga kamayadi;

B) 2,5 kJ ga kamayadi;

C) 1,5 marta kamayadi;

D) 3 marta kamayadi.

2. Bir atomli ideal gazning hajmi  $2 \text{ m}^3$  va ichki energiyasi 3000 J bo'lsa, uning bosimi nimaga teng (Pa)?

A) 1000;

B) 500;

C) 800;

D) 1500.

3. Temperaturasi  $30^\circ\text{C}$  va ichki energiyasi 3030 J bo'lgan geliy gazining massasini aniqlang (g).

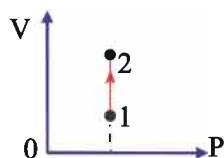
A) 2,2;

B) 3,2;

C) 10;

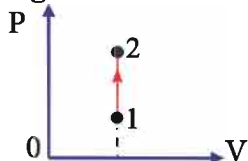
D) 4,8.

4. Grafikda tasvirlangan jarayonda ideal gazning ichki energiyasi qanday o'zgaradi?



- A) kamayadi;
- B) ortadi;
- C) o'zgarmaydi;
- D) oldin ortadi, keyin kamayadi.

5. Ideal gaz 1-holatdan 2-holatga o'tganda uning ichki energiyasi qanday o'zgaradi?



- A) o'zgarmaydi;
- B) kamayadi;
- C) ortadi;
- D) avval kamayadi, so'ngra ortadi.

6. Bir atomli gazning bosimi 25 % ga kamayib, hajmi 60 % ga oshsa, uning ichki energiyasi qanday o'zgaradi?

- A) 1,4 marta kamayadi;
- B) 1,2 marta ortadi;
- C) 1,8 marta ortadi;
- D) 1,6 marta kamayadi.

7. Moddaning issiqlik sig'imi quyidagi parametrlarning qaysi biriga bog'liq?

- A) issiqlik miqdoriga;
- B) modda massasiga;
- C) boshlang'ich temperaturaga;
- D) moddaning turiga.

8. Temperaturasi 10 °C bo'lgan 1 kg suvga 200 g qaynoq suv qo'shib aralashtirildi. Aralashma temperaturasini toping (°C).

- A) 35;
- B) 45;
- C) 40;
- D) 25.

9. Massasi 8 kg va 90 °C temperaturaga ega bo'lgan suvga 20 °C temperaturadagi suvdan qancha qo'shganda, aralashma harorati 30 °C ga teng bo'ladi?

- A) 40 kg;
- B) 24 kg;
- C) 48 kg;
- D) 16 kg.

10. 210 m balandlikdan tushgan suv bajargan ishning 70 % uning temperaturasini qanchaga ko'taradi (K)?

- A) 4,2;
- B) 2,1;
- C) 0,6;
- D) 0,35.

11. Qaysi jarayonda gaz ish bajarmaydi?

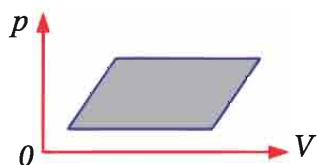
- A) izoxorik;
- B) izobarik;
- C) izotermik;
- D) adiabatik.

12. Ushbu  $p \cdot \Delta V$  ko'paytmaning o'lchov birligini ko'rsating.

- A) Joule;
- B) Paskal;
- C) litr;
- D) mol.



13. Rasmdagi bo'yalgan yuzaning fizik ma'nosi nimadan iborat bo'ladi?



- A) bajarilgan ishga teng;
- B) temperaturaning o'zgarishiga teng;
- C) bosimning o'zgarishiga teng;
- D) fizik ma'nosi yo'q.

14.  $10^5$  Pa bosim ostida turgan ideal gazning hajmi izobarik ravishda 300 dan 500  $\text{cm}^3$  gacha oshdi. Bunda gaz necha Joule ish bajargan?

- A) 10;
- B) 20;
- C) 50;
- D) 200.

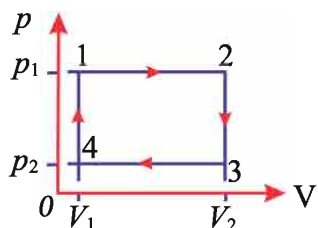
15. Kislorod gazi 14 K ga izobarik qizdirilganda, 8310 J ish bajarildi. Kislorodning massasini aniqlang (kg).

- A) 2;
- B) 3,2;
- C) 1,6;
- D) 0,32.

16. 5 mol gaz izobarik ravishda 20 K ga qizdirilganda bajarilgan ishni toping.

- A) 830;
- B) 1000;
- C) 420;
- D) 560.

17. Ideal gazning rasmda ko'rsatilgan siklni o'tishda bajarilgan ishni hisoblab toping.



- A)  $(p_1 - p_2)(V_2 - V_1)$ ;
- B)  $p_1(V_2 - V_1)$ ;
- C)  $p_2(V_2 - V_1)$ ;
- D)  $(p_2 - p_1)V_2$ .

18. Ideal gaz izobarik isitilganda, uning hajmi 40 % ga oshsa, gaz tashqi kuchlar ustidan qanday ish bajaradi?

- A)  $40 pV$ ;
- B)  $4 pV$ ;
- C)  $0,6 pV$ ;
- D)  $0,4 pV$ .

19. Termodinamikaning birinchi qonuni nimani tavsiflaydi?

- A) mexanik energiyaning saqlanishini;
- B) elastik deformatsiya energiyasini;
- C) issiqlik muvozanatini;
- D) energiyaning saqlanish qonunini.

20. Gazning izotermik kengayishida uning ichki energiyasi qanday o'zgaradi?

- A) ortadi;
- B) kamayadi;
- C) o'zgarmaydi;
- D) ichki energiya ixtiyoriy bo'lishi mumkin.



21. Termodinamikaning birinchi qonuni adiabatik jarayon uchun qanday ko‘rinishda yoziladi? Javoblardan to‘g‘risini tanlang.

- A)  $Q = \Delta U + A$ ;      B)  $Q = \Delta U$  ;      C)  $A + \Delta U = 0$  ;      D)  $Q = \Delta U - A$  .

22. Agar erkin siljiy oladigan porshenli tik turgan silindrik idishdagi bir atomli gazga 375 J issiqlik miqdori uzatilsa, qancha ish bajariladi (J)?

- A) 300;      B) 240;      C) 200;      D) 150.

23. Agar erkin siljiy oladigan porshenli tik turgan silindrik idishdagi bir atomli gazga 750 J issiqlik miqdori uzatilsa, gazning ichki energiyasi qancha ortadi (J)?

- A) 500;      B) 450;      C) 300;      D) 250.

24. Silindrik idishdagi erkin siljiydigan porshen ostida bir atomli gaz bor. Gaz bosimi  $1,5 \cdot 10^5$  Pa ga teng. Unga qancha issiqlik miqdori berilsa, hajmi 2 l ga oshadi (J)?

- A) 1662;      B) 500;      C) 750;      D) 150.

25. Berilgan jumlaning mazmuniga mos ravishda gapni davom ettiring: Adiabatik jarayonda ...

- A)  $V$ ,  $T$  va  $p$  o‘zgaradi va tashqi muhit bilan issiqlik almashinish bo‘lmaydi;  
B)  $V$  va  $T$  o‘zgaradi,  $p$  o‘zgarmaydi;  
C)  $p$  va  $T$  o‘zgaradi,  $V$  o‘zgarmaydi;  
D)  $p$  va  $V$  o‘zgaradi,  $T$  o‘zgarmaydi.

26. Ideal gazni adiabatik siqishda 50 MJ ish bajarildi. Bunda gazning ichki energiyasi qanday o‘zgaradi?

- A) nolga teng bo‘ladi;      B) 50 MJ ga ortadi;  
C) 50 MJ ga kamayadi;      D) 25 MJ ga ortadi.

27. Bir atomli gazga issiqlik berilganda, gaz izobarik ravishda  $0,05 \text{ m}^3$  kengaydi. Agar gazning bosimi  $10^5$  Pa bo‘lsa, gazning ichki energiyasi necha kJ ortgan?

- A) 7,5;      B) 5,5;      C) 7;      D) 12.

28. Massasi 580 g bo‘lgan havoni 40 K ga izobarik qizdirishda qancha ish bajariladi (J)? Havoning molyar massasi 29 g/mol ga teng.

- A) 6648;      B) 4564;      C) 2050;      D) 1518.

29. Massasi 100 g bo‘lgan geliyning temperaturasi 8 K ga ortganda, uning ichki energiyasi qanchaga o‘zgaradi (J)?

- A) 3408;      B) 4546;      C) 4028;      D) 2493.

## II BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

Ichki energiya	Jismni tashkil qilgan barcha zarralarning kinetik energiyalari bilan barcha molekularning o'zaro ta'siri potensial energiyalari yig'indisi shu jismning ichki energiyasiga tengdir, ya'ni: $U = E_k + E_p$
Ideal gazning ichki energiyasi	Bir atomli ideal gazning ichki energiyasi $U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT = \frac{3}{2} pV$
Termodinamik ish	Gazning hajmi o'zgarganda, u tashqi bosim kuchiga qarshi ish bajaradi. Bu ish <b>termodinamik ish</b> deb ataladi. Izobarik jarayonda bajarilgan ish quyidagi ifodaga ko'ra hisoblanadi: $A = p\Delta V = \frac{m}{M} R\Delta T$
Universal gaz doimiysi	Universal gaz doimiysi son jihatdan bir mol gazni bir kelvinga izobarik qizdirilganda shu gaz tomonidan bajarilgan ishga teng.
Issiqlik almashinuv yoki issiqlik uzatish	Bir jismdan ikkinchi jismga ish bajarmasdan energiya uzatish jarayoniga issiqlik almashinuv yoki issiqlik uzatish deyiladi.
Issiqlik miqdori	Issiqlik uzatish vaqtida jism olgan yoki yo'qotgan ichki energiya miqdorini belgilovchi fizik kattalikka issiqlik miqdori deyiladi.
Jism olgan yoki yo'qotgan issiqlik miqdorini hisoblash	Issiqlik uzatilish jarayonida jismning temperaturasi $t_1$ qiymatidan $t_2$ qiymatiga o'zgargan bo'lsa, jism olgan yoki yo'qotgan issiqlik miqdori: $Q = mc(t_2 - t_1)$
1 kaloriya (1kal)	1 gramm distillangan suvni 1°C gacha isitish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdorini <i>1 kaloriya</i> deb atash qabul qilingan.
Moddaning solishtirma issiqlik sig'imi	Massasi 1kg bo'lgan moddaning temperaturasini 1°C ga o'zgartirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdorini tavsiflovchi fizik kattalikka moddaning solishtirma issiqlik sig'imi deyiladi.

<p>Issiqlik balans tenglamasi</p>	<p>Issiqlik almashinishi natijasida ichki energiyalari kamaygan jismlarning uzatgan issiqlik miqdorlarining yig'indisi, ichki energiyalari ortgan jismlarning qabul qilgan issiqlik miqdorlarining yig'indisiga teng, ya'ni</p> $Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = Q'_1 + Q'_2 + \dots + Q'_n$ <p>bu yerda <math>Q_1, Q_2, \dots, Q_n</math> – issiqroq jismlarning bergan issiqlik miqdorlari, <math>Q'_1, Q'_2, \dots, Q'_n</math> esa sovuqroq jismlarning olgan issiqlik miqdorlari.</p>
<p>Solishtirma yonish issiqligi</p>	<p>1 kg yoqilg'i batamom yonganda undan ajralib chiqadigan issiqlik miqdoriga yoqilg'ining solishtirma yonish issiqligi deb ataladi. Yoqilg'ining solishtirma yonish issiqligi <math>q</math> harfi bilan belgilanadi.</p>
<p>Yoqilg'i yonganda ajralib chiqqan issiqlik miqdori</p>	<p>Massasi <math>m</math> bo'lgan har qanday yoqilg'i yonganda ajralib chiqqan issiqlik miqdori <math>Q</math> ni hisoblash uchun uning solishtirma yonish issiqligi <math>q</math> ni batamom yongan yoqilg'ining massasiga ko'paytirish kerak, ya'ni: <math>Q = q \cdot m</math></p>
<p>Termodinamikaning birinchi qonuni</p>	<p>Sistemaga berilgan issiqlik miqdori sistemaning ichki energiyasini o'zgartirishga va sistemaning tashqi kuchlarga qarshi ish bajarishiga sarflanadi, ya'ni: <math>Q = \Delta U + A</math></p>
<p>Izotermik jarayon uchun termodinamikaning birinchi qonuni</p>	<p>Izotermik jarayon (<math>T = \text{const}</math>). Ideal gazning temperaturasi o'zgarmasa, ichki energiyasi ham o'zgarmaydi va <math>\Delta U = 0</math> bo'ladi. Bunday holat uchun termodinamikaning birinchi qonuni quyidagicha ifodalanadi: <math>Q = A</math>. Izotermik jarayonda ideal gazga berilgan issiqlik ish bajarishga sarflanadi. Izotermik jarayonda gaz issiqlik olayotgan (<math>Q &gt; 0</math>) bo'lsa, gaz <math>\Delta V</math> hajmga kengayadi va musbat ish (<math>A &gt; 0</math>) bajaradi.</p>

Izoxorik jarayon uchun termodinamikaning birinchi qonuni	Izoxorik ( $\Delta V = 0$ ) jarayonda $A = p \cdot \Delta V = 0$ bo'ladi, ya'ni ish bajarilmaydi. Bunday holat uchun termodinamikaning birinchi qonuni quyidagicha ifodalanadi: $Q = \Delta U$ . Izoxorik jarayonda sistemaga berilgan issiqlikning hammasi sistemaning ichki energiyasining o'zgartirishiga sarflanadi.
Adiabatik jarayon	Issiqlik almashmaydigan qilib izolyatsiyalangan sistemadagi jarayon <b>adiabatik jarayon</b> deyiladi. Adiabatik jarayonda $Q = 0$ . Gaz adiabatik kengayganda (yoki siqilganda) gazning uchta makroskopik parametrlari $p, V$ va $T$ o'zgaradi.
Gazning adiabatik kengayishi	Gaz adiabatik kengayganda musbat ish bajaradi, ya'ni gaz tashqi kuchlar ustidan ish bajaradi. Ammo gaz adiabatik kengayganda uning ichki energiyasi va bosimi kamayadi.
Gazning adiabatik siqilishi	Gaz adiabatik siqilganda manfiy ish bajariladi, ya'ni gaz ustidan tashqi kuchlar ish bajaradi. Gaz adiabatik siqilganda uning ichki energiyasi va bosimi ortadi.
Qaytar jarayon	Sistemada jarayon avvaliga bir yo'nalishda, so'ngra unga teskari bo'lgan yo'nalishda sodir bo'lib, u o'zining boshlang'ich holatiga qaytib kelganida tashqi muhitda hech qanday o'zgarish sodir bo'lmasa, bunday jarayon qaytar jarayon deyiladi.
Qaytmas jarayon	Sistemada jarayon sodir bo'lib, o'z holatidan chiqarilganda u boshlang'ich holatiga qaytmasa, bunday jarayon qaytmas jarayon deyiladi.
Termodinamikaning ikkinchi qonuni	Agar sovuqroq sistema bilan issiqroq sistemaning ikkalasida yoki atrofdagi jismlarda biror o'zgarish bo'lmasa, sovuqroq sistemadan issiqroq sistemaga issiqlik o'tkazib bo'lmaydi.

### III BOB

## ISSIQLIK DVIGATELLARI

### 26-§. ICHKI YONUV DVIGATELLARI

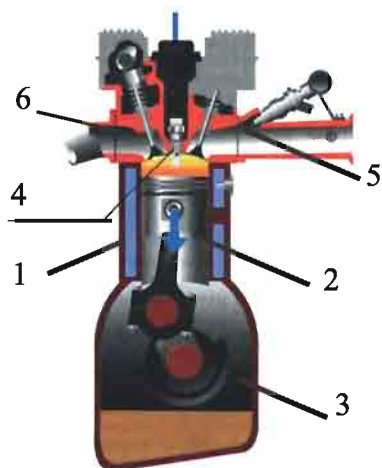
Sanoatda va turmushda ishlatiladigan dvigatellarning ko'pchiligi issiqlik dvigatellaridir. Issiqlik dvigatellarining bir necha turlari mavjud: ichki yonuv dvigateli, dizel dvigateli va reaktiv dvigatellar.



**Issiqlik dvigateli deb, issiqlik energiyasini mexanik energiyaga aylantirib beradigan qurilmaga aytiladi.**

#### Ichki yonuv dvigateli

Eng ko'p tarqalgan issiqlik dvigateli **ichki yonuv dvigatelidir**. Bu dvigatelda yonilg'i dvigatel silindri ichida yonadi. Shu bois, u ichki yonuv dvigateli nomi bilan ataladi. Ichki yonuv dvigatellari suyuq yonilg'i (benzin, kerosin) yoki yonuvchi gaz (metan, propan, oktan) bilan ishlaydi. 32-rasm-da eng sodda (bir silindrli) ichki yonuv dvigatelinining kesimi ko'rsatilgan. Dvigatel silindri (1) ichidagi porshen (2) yuqoriga va pastga harakatlanadi.



32 -rasm.

Porshen tirsakli val (3) ga shatun (4) orqali mahkamlangan. Silindrning ustki qismida yonilg'ini o't oldiradigan svecha (5) o'rnatilgan. Porshen yuqoriga ko'tarilgan vaziyatida klapan (6) ochilib silindr ichiga yonuvchi aralashma (benzin va havo) so'riladi va svecha yonuvchi aralashmani shu onda yondiradi. Porshen ustida yoqilg'i yongach silindr ichidagi havo 1600 – 1800 °C temperaturagacha ko'tariladi. Natijada porshen ustidagi bosim keskin ortadi. Gaz kengayib porshen pastga suriladi, bunda kengaygan gaz mexanik ish bajaradi va klapan (7) ochilib ishlatib bo'lingan gaz tashqariga chiqariladi. Bunday dvigatel uzluksiz ishlab turishi uchun, dvigatel silindrida yonuvchi aralashmaning davriy ravishda yonishini ta'minlash lozim. Mamlakatimizda ishlab

chiqarilayotgan NEXIA, JENTRA, MATIZ yengil avtomobillariga injektorli ichki yonuv dvigatellari oʻrnatilgan (33 - rasm).



33 - rasm.

### Dizel dvigateli

Ichki yonuv dvigateliga nisbatan foydali ish koeffitsiyenti yuqori boʻlgan dvigatelni 1893-yilda nemis injeneri **Rudolf Dizel** yaratdi. Shu bois bunday turdagi dvigatel dizel dvigateli deb nomlanadi. Dizel dvigatelida yonilgʻini oʻt oldiradigan svecha boʻlmaydi. Porshen ustidagi havoni siqish darajasi injektorli (karbyurator) dvigatellarnikiga qaraganda yuqori boʻladi. Silindr ichidagi gazning juda tez siqilishi natijasida gazning temperaturasi keskin ortib ketadi. Shu onda silindr ichiga maxsus forsunka suyuq yoqilgʻini purkaydi (34-rasm). Natijada yoqilgʻi alangalanib ketadi. Mamlakatimizda ishlab chiqilayotgan MAN ogʻir yuk mashinalariga va mikroavtobuslarga dizel dvigatellari qoʻyilgan (35-rasm).

forsunka



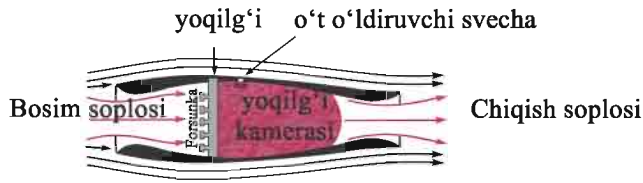
34-rasm.



35-rasm.

### Reaktiv dvigatellari

Reaktiv samolyot va kosmik raketalar reaktiv dvigatel yordamida harakatlanadi. Reaktiv dvigatellar quyidagi asosiy qismlardan iborat: yonilgʻi baki, yonilgʻi yonadigan kamera, yonilgʻini kameraga yetkazib beradigan va yonilgʻi yonganda hosil boʻlgan gazni tashqariga chiqaradigan (saplo) qismdan iborat. 36-rasmda reaktiv dvigatelning sxematik koʻrinishi keltirilgan.



36-rasm.

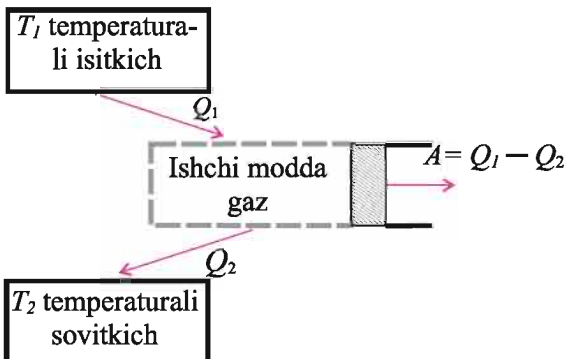
Kosmik kemalar reaktiv dvigatelining yonilg'isi ham, ishchi moddasi ham o'zida bo'ladi. Shu bois, uning ishlashi atrofda muhitga bog'liq bo'lmaydi.



1. Ichki yonuv dvigatelining ishlash prinsipini tushuntiring.
2. Dizel dvigatelining ishlash prinsipi injektorli dvigatelnikidan qanday farq qiladi?
3. Reaktiv dvigatelning ishlash prinsipini tushuntiring.

## 27-§. ISSIQLIK DVIGATELLARINING ISHLASH PRINSIPI

Issiqlik dvigatellarining barchasida ishchi jism (ish bajaradigan jism) gaz bo'lib, u kengayganda ish bajariladi. Har qanday issiqlik dvigateli  $Q_1$  issiqlik miqdorini beradigan  $T_1$  temperaturali isitkich,  $Q_2$  issiqlik miqdorini oladigan  $T_2$  temperaturali sovitkich va mexanik ish bajaradigan ishchi modda (gaz)dan tashkil topgan (37-rasm).



37-rasm

Issiqlik dvigatelining ishlash prinsipi quyidagicha:

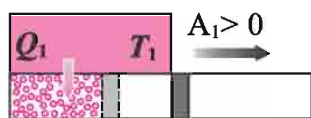
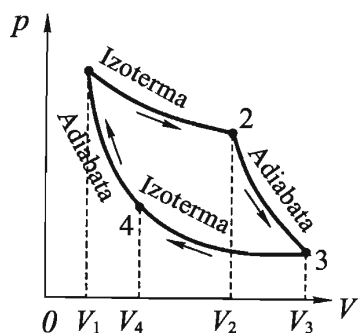
1. Har qanday issiqlik dvigatelida yonilg'ining ichki energiyasi mexanik energiyaga aylanadi.

2. Issiqlik dvigatellarining ishlashi uchun turli temperaturali isitkich va sovitkichning bo'lishi shart.

3. Istalgan issiqlik dvigatelining ishlashi ishchi jism (masalan, gaz) holati o'zgarishining takrorlanuvchi sikllaridan iborat bo'ladi.



Birinchi bo‘lib fransuz injeneri Sadi Karno tomonidan to‘rt siklli ideal is-siqlik dvigatelingning ishlash prinsipi tushuntirib berildi. Bu ideal issiqlik dvigate-lining ishlash sikli ikkita izoterma va ikkita adiabatadan iborat (38-rasm).



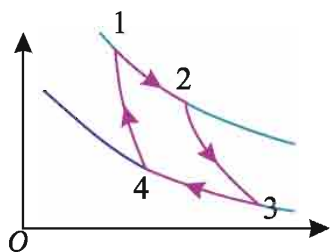
$$A_2 > 0$$



$$A_3 > 0$$



$$A_4 < 0$$



38- rasm.

1-holatda turgan ishchi jismning (gazning) boshlang‘ich temperaturasi  $T_1$  deb belgilaylik. 1-holatda turgan gaz  $T_1$  temperaturada izotermik kengayib, 2-holatga o‘tadi. Bu paytda gaz isitkichdan  $Q_1$  ga teng issiqlik miqdori olib, tashqi kuchga qarshi  $A_1$  ish bajaradi.

2-holatga o‘tgandan so‘ng gaz isitkich bilan kontaktdan ajraladi. Natijada gazning adiabatik kengayishiga imkoniyat yuzaga keladi va ishchi modda 3-holatga o‘tadi. Bunda gaz o‘zining ichki energiyasi hisobiga tashqi kuchlarga qarshi  $A_2$  ish bajaradi. Ish bajarilganda gazning ichki energiyasi kamayadi, natijada uning temperaturasi  $T_1$  dan  $T_2$  temperaturagacha pasayadi. Ammo bu temperatura atrofdagi muhitning temperaturasidan ancha yuqori bo‘ladi.

Gaz 3-holatga o‘tgandan so‘ng uning temperaturasi  $T_2$  bo‘lgan sovitkich bilan kontaktga keladi. Bu holatdan gazni tashqi kuchlarga qarshi 4-holatga o‘tish jarayonida izotermik siqiladi. Bunda tashqi kuchlar gazni siqib  $A_3$  ish bajaradi. Shuningdek, ishchi modda sovitkichga  $Q_2$  issiqlik beradi.

Gaz 4-holatga erishgandan so‘ng ishchi modda sovitkichdan ajraladi va 1-holatga adiabatik o‘tadi. Bunda gaz adiabatik siqilib uning ustidan tashqi kuchlar yana  $A_4$  ish bajaradi. Shuningdek, gaz temperaturasi  $T_2$  dan  $T_1$  gacha ko‘tariladi.

Karno sikli bo‘yicha ishlayotgan issiqlik dvigatelingning bajargan foydali ishi  $A_{foy} = Q_1 - Q_2$  ifoda orqali aniqlanadi. Bunda  $Q_1$  – isitkichdan olingan issiqlik miqdori,  $Q_2$  – sovitkichga berilgan issiqlik miqdori.



## Issiqlik dvigatelining foydali ish koeffitsiyenti (FIK)

Issiqlik dvigatelining foydali ish koeffitsiyenti (FIK) deb, dvigatel bajargan  $A_{foy}$  ishning isitkichdan olingan  $Q_1$  issiqlik miqdoriga nisbatiga aytiladi, ya'ni:

$$\eta = \frac{A_{foy}}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \quad \text{yoki} \quad \eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\% \quad (1)$$

Barcha dvigatellarda ma'lum miqdor issiqlik sovitkichga berilgani uchun hamma hollarda FIK  $\eta < 1$  bo'ladi. Hozirgi issiqlik mashinalarida FIKning (foizlarda olingandagi) o'rtacha qiymati dizel dvigatellarida  $\sim 40\%$ , karbyura-torli dvigatellarining foydali ish koeffitsiyenti 25–30 % ni tashkil qiladi.

Termodinamika qonunlari isitkichning temperaturasi  $T_1$  va sovitkichning temperaturasi  $T_2$  bo'lgan issiqlik dvigatelining erishish mumkin bo'lgan eng katta FIK ni hisoblashga imkon beradi. Buni birinchi bo'lib fransuz injeneri va olimi **Sadi Karno** hisoblab topdi. Ideal issiqlik mashinasi uchun FIKning qiymatini quyidagi ifoda asosida aniqlanadi, ya'ni:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\% \quad (2)$$

Demak, ideal issiqlik mashinalarining FIK faqat isitkich va sovitkich temperaturalarining farqiga to'g'ri proporsional ekan. Issiqlik mashinasi FIK ni oshirish uchun isitkichning temperaturasini ko'tarib, sovitkichning temperaturasini pasaytirish kerak bo'ladi. Agar isitkich va sovitkich temperaturalarining farqi  $T_1 - T_2 = 0$  bo'lsa, dvigatel ish bajara olmaydi.



1. Issiqlik dvigatelida isitkich, sovitkich va ishchi jismning ahamiyati qanday?
2. Karno sikli qanday jarayonlardan iborat?
3. Karno siklining ishlash prinsipini tushuntiring.
4. Issiqlik mashinalari bajargan foydali ish qanday aniqlanadi?
5. Dvigatelning foydali ish koeffitsiyenti qanday hisoblanadi?

Mamlakatimizda faoliyat olib borayotgan «GENERAL MOTORS» kompaniyasi tomonidan ishlab chiqarilgan ichki yonuv dvigatelinini tashqi ko'rinishi.



## 28-§. MASALALAR YECHISH

**1-masala.** Issiqlik mashinasi bir siklda 600 J ish bajaradi va bunda u sovitkichga 600 J issiqlik beradi. Issiqlik mashinasining FIK ni toping.

**Berilgan:**

$$A = 600 \text{ J}$$

$$Q_2 = 600 \text{ J}$$

*Topish kerak:*

$$\eta = ?$$

**Yechilishi:** Karno sikli bo'yicha ishlayotgan issiqlik dvigatelining bajargan foydali ishi  $A = Q_1 - Q_2$  ifoda orqali aniqlanadi. Shuningdek, issiqlik dvigatelining FIK dvigatel bajarayotgan A ishning isitkichdan olingan  $Q_1$  issiqlik miqdoriga nisbati bilan aniqlanadi, ya'ni:  $\eta = \frac{A}{Q_1}$ .

$$\text{Bundan } \eta = \frac{A}{A + Q_2} \cdot 100\% = \frac{600 \text{ J}}{600 \text{ J} + 600 \text{ J}} \cdot 100\% = 50\%.$$

**Javob:**  $\eta = 50\%$ .

**2-masala.** Karno siklida ishlayotgan bug' turbinasiga temperaturasi 480 °C bo'lgan bug' kirib, undan 130 °C temperaturada chiqsa, turbinaning FIKni aniqlang.

**Berilgan:**

$$t_1 = 480 \text{ }^\circ\text{C},$$

$$T_1 = t_1 + 273 = 753 \text{ K}$$

$$t_2 = 130 \text{ }^\circ\text{C},$$

$$T_2 = t_2 + 273 = 403 \text{ K}$$

*Topish kerak:*

$$\eta = ?$$

**Yechilishi:** isitkichning temperaturasi  $T_1$  va sovitkichning temperaturasi  $T_2$  bo'lgan issiqlik dvigatelining FIK ni

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\% \text{ ifoda orqali hisoblaymiz.}$$

$$\eta = \frac{753 \text{ K} - 403 \text{ K}}{753 \text{ K}} \cdot 100\% \approx 46,5\% \quad \text{Javob: } \eta \approx 46,5\%.$$

**3-masala.** Issiqlik mashinasidan isitkichning temperaturasi 237 °C, sovitkichniki 67 °C. Agar bir siklda isitkichdan 1800 J issiqlik miqdori olinsa, mashina bir siklda qancha ish bajaradi?

**Berilgan:**

$$t_1 = 237 \text{ }^\circ\text{C},$$

$$T_1 = t_1 + 273 = 510 \text{ K}$$

$$t_2 = 67 \text{ }^\circ\text{C},$$

$$T_2 = t_2 + 273 = 340 \text{ K}$$

$$Q_1 = 1800 \text{ J}$$

*Topish kerak:*  $A = ?$

**Yechilishi:**  $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad (1) \quad \eta = \frac{A}{Q_1} \quad (2)$

(1) va (2) ifodani tenglashtiramiz.

Bu munosabatlardan dvigatelning bajargan ishi:  $A = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot Q_1$

$$A = \frac{510 \text{ K} - 340 \text{ K}}{510 \text{ K}} \cdot 1800 \text{ J} = 600 \text{ J}.$$

**Javob:**  $A = 600 \text{ J}$ .



1. Ishchi jism (gaz ) isitkichdan 840 J issiqlik oldi. Agar issiqlik dvigateli FIK 30 % bo'lsa, gaz qancha ish bajaradi?
2. Isitkichning temperaturasi 477 °C, sovitkichniki 27 °C bo'lgan issiqlik mashinasining maksimal FIKni hisoblang.
3. Ideal issiqlik dvigatelining FIK 62,5 % bo'lishi uchun uning isitkichdagi temperaturasi qanday bo'lishi kerak? Sovitkichning temperaturasi 300 K ga teng.
4. Agar isitkichning temperaturasi 127 °C, sovitkichning temperaturasi 7 °C bo'lgan ideal issiqlik mashinasi bir siklda isitkichdan 1300 J issiqlik olsa, bajariladigan foydali ish nimaga teng?
5. Foydali ish koeffitsiyenti 40% bo'lgan issiqlik mashinasi bitta siklda sovitkichga 63 kJ issiqlik beradi. Mashina bitta siklda qancha ish bajaradi?
6. Ideal issiqlik dvigatelida sovitkichning temperaturasi 62 °C, issiqlik dvigatelining FIK 50 % bo'lsa, isitkich bilan sovitkich temperaturalari orasidagi farq qanday?
- 7\*. Karno siklida ishlaydigan ideal mashinada isitkich va sovitkich temperaturalarining nisbati 5 ga teng. Agar bir siklda sovitkichga 180 kJ issiqlik berilgan bo'lsa, isitkichdan olingan issiqlik miqdorini aniqlang.
- 8\*. Ideal issiqlik dvigateli isitkichining temperaturasi 327 °C bo'lib sovitkichning temperaturasi 127 °C ga teng. Shu ideal mashinaning FIK ni ikki marta oshirish uchun isitkichning temperaturasini qancha oshirish kerak bo'ladi?

## 29-§. ISSIQLIK MASHINALARI VA TABIATNI MUHOFAZA QILISH

Insoniyatning bugungi hayotini issiqlik mashinalarisiz tasavvur qilib bo'lmaydi. Turli rusumdagi yengil mashinalar, avtobuslar, suvda yuradigan kemalar, poyezdlar, samolyotlar va boshqa transportlar issiqlik dvigatellari yordamida harakatlanadi.

Issiqlik mashinalari yoqilg'ining yonishi hisobiga harakatga keladi. Ularda yoqilg'i sifatida benzin, kerosin, suyultirilgan propan va metan gazidan foydalaniladi. Uchayotgan samolyotni, joyida yurib turgan mashinani diqqat bilan kuzatsak, ularning dvigatelidan tutun ko'rinishdagi gazlarning ajralib chiqayotganligini ko'ramiz. Ichki yonuv dvigatelida yoqilg'i yonganda, uning bir qismi tashqariga tutun bo'lib chiqib ketadi. Bu gazlarning asosiy qismi inson organizmi va ona tabiatimiz uchun zararlidir. Bundan tashqari, bugungi kunda Yer yuzidagi dvigatellar iste'mol qilayotgan quvvat  $10^{10}$  kW ga yetdi. Issiqlik dvigatellari iste'mol qiladigan quvvat  $3 \cdot 10^{12}$  kW ga yetganda Yer kurrasidagi temperatura taxminan bir gradusga ko'tariladi. Bu esa ulkan muzliklarning erishiga va dunyo okeani suvi sathining ko'tarilishiga olib keladi. Natijada bu dengiz va okeanlar bo'ylarida joylashgan shahar va qishloqlarning, serhosil yer maydonlarining suv ostida qolish xavfini yuzaga keltiradi.

Yer zaminimizda issiqlik dvigatellarining soni yildan-yilga tez sur'atlar-da ko'payib bormoqda. Ularda har yili o'rtacha 2 milliard tonna ko'mir va 1 milliard tonna neft mahsulotlari yoqiladi. Ularning ishlashi natijasida atmosferaga juda katta miqdordagi karbonat angidrid gazi qo'shilmoqda. Issiqlik dvigatellaridan chiqayotgan gazlarni to'liq tozalash hozircha juda qiyin. Olimlarning fikriga ko'ra, har yili atrof-muhitda taxminan 120 million tonna kul, 60 million tonna zararli gazlar tarqalmoqda. Issiqlik dvigatellarining yildan-yilga ko'payib borishi, jamiyat oldida tabiatni muhofaza qilish kabi ulkan muammoni yuzaga keltiradi.

Yurtimiz uchun juda zarur bo'lgan elektr energiyasining katta qismi yoqilg'i hisobiga olinadi. Issiqlik beruvchi stansiyalar ham yoqilg'isiz ishlay olmaydi. Bu stansiyalarda har kuni tonnalab yonilg'i yonib, bundan zararli gaz atrofimizga tarqaladi. Yer sharida ekologik muammo yuzaga kelib turgan bir paytda, bizning davlatimiz ham bunday muammolarga befarq qarab turgan emas. Respublikamizda bunday muammoni yechishning birdan-bir to'g'ri yo'li quyosh energiyasidan foydalanishdir. Mamlakatimizda quyoshli kunlarimiz ba'zi mamlakatlarga nisbatan ancha ko'p. Qishloqlarda qurilayotgan zamonaviy uylarning ustiga quyosh batareyalari o'rnatilib, ulardan foydalanilmoqda.

Kundalik hayotimizda issiqlik mashinalari kabi sovitish mashina (muzlatkich, sovitkich) laridan ham foydalanamiz. Ularning soni ham yildan-yilga keskin ravishda oshib bormoqda. Bu mashinalarda ishchi jism sifatida freon deb ataluvchi suyuqlik ishlatiladi. Sovitish mashinalari tizimi qanchalik germetik bo'lmasin, ulardan juda oz bo'lsa-da freon bug'lanib, atmosferaga tarqaladi. Natijada atmosferaning tarkibida yildan-yilga freon bug'i miqdori oshib bormoqda.

Sizga geografiya fanidan ma'lumki, atmosferaning Yer sirtidan 25 – 30 km balandlikdagi qismi ozon (O<sub>3</sub>) qatlamidan iborat. Ozon qatlami yer sirtidagi tirik organizmlarni koinotdan keladigan o'ta qisqa to'lqinli nurlanishlar ta'siridan himoya qiladi. Agar atmosferaning tarkibida freon bug'ining miqdori oshsa, ozon qatlami yemirilib, unda tuynuk hosil bo'ladi. Ozon tuynugi orqali o'tgan o'ta qisqa to'lqinli nurlanishlar tirik organizmlarni yemirib, yerdagi hayotga xavf soladi. Bu masalaning ijobiy yechimini topish maqsadida, olimlar freonni boshqa suyuqlik bilan almashtirish ustida ilmiy izlanishlar olib borishmoqda.

Xulosa qilib aytganda, issiqlik dvigatellari insonga bir tomondan juda katta imkoniyatlarni bersa-da, ammo ikkinchi tomondan ular Yer atmosferasiga va tabiatga o'zining salbiy ta'sirini ko'rsatadi va ko'rsatmoqda.



1. Mamlakatimizda ishlab chiqariladigan elektr energiyasining qancha qismini issiqlik mashinalari beradi?
2. Tabiatni muhofaza qilish uchun avtomobil sanoatida qanday chora-tadbirlar ko'riladi?
3. Atmosferaga qo'shilayotgan zararli gazlar qanday oqibatlarni keltirib chiqarishi mumkin?

### 30-§. MASALALAR YECHISH

**1-masala.** Traktor dvigateli 60 kW quvvat hosil qiladi va shu quvvatda soatiga o'rtacha 18 kg dizel yonilg'isini sarflaydi. Dvigatelning FIK ni toping. Dizel yonilg'isining solishtirma yonish issiqligi 42 MJ/kg.

**Berilgan:**

$$P = 60 \text{ kW} = 60 \cdot 10^3 \text{ W}$$

$$t = 1 \text{ soat} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ s}$$

$$m = 18 \text{ kg}$$

$$q = 42 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$$

*Topish kerak:*  
 $\eta = ?$

**Yechilishi:** Quvvat ta'rifiga ko'ra,  $P$  quvvat bilan ishlayotgan qurilmaning  $t$  vaqtda bajargan foydali ishi quyidagicha aniqlanadi, ya'ni:  $A_{foy} = P \cdot t$ . Dvigatelda biror turdagi  $m$  massali yoqilg'i butunlay yonganda  $m \cdot q$  ga teng issiqlik miqdori ajralib chiqadi.  $m \cdot q$  issiqlik miqdorini – isitkichning bergan issiqlik miqdori  $Q_1 = m \cdot q$  yoki isitkichning umumiy bajargan ishi ham deb qabul qilish mumkin, ya'ni  $A_{um} = m \cdot q$ . U holda dvigatelning foydali ish koeffitsiyenti:

$$\eta = \frac{A_{foy}}{Q_1} \cdot 100 \% = \frac{P \cdot t}{m \cdot q} \cdot 100 \%. \quad [\eta] = \left[ \frac{A_{foy}}{Q_1} \right] = \frac{J}{J} = 1.$$

$$\eta = \frac{A_{foy}}{Q_1} \cdot 100 \% = \frac{P \cdot t}{m \cdot q} \cdot 100 \% = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{18 \cdot 42 \cdot 10^6} \cdot 100 \% = 28,6 \%$$

**Javob:**  $\eta = 28,6 \%$ .

**2-masala.** Pechda massasi 42 g kerosin yonganda, 3 kg suvning temperaturasi qanchaga ko'tariladi? Pechning FIK 30 %, kerosinning solishtirma yonish issiqligi 46 MJ/kg.

**Berilgan:**

$$m_1 = 42 \text{ g} = 42 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$m = 3 \text{ kg}$$

$$q = 46 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$$

$$\eta = 0,3$$

$$c = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

*Topish kerak:*  
 $\Delta t = ?$

**Yechilishi:**

$A_{foy} = Q = m \cdot c \cdot \Delta t$ . Shunigdek,  $m_1$  massali yoqilg'i yonganda ajralgan issiqlik miqdori  $Q_1 = m_1 \cdot q$ . Qurilmaning foydali ish koeffitsiyenti:

$$\eta = \frac{A_{foy}}{Q_1} = \frac{m \cdot c \cdot \Delta t}{m_1 \cdot q}. \quad \text{Bundan:}$$

$$\Delta t = \frac{\eta \cdot m_1 \cdot q}{m \cdot c} \quad [\Delta t] = \frac{1 \cdot \text{kg} \cdot \frac{\text{J}}{\text{kg}}}{\text{kg} \cdot \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}} = ^\circ\text{C}.$$

$$\Delta t = \frac{\eta \cdot m_1 \cdot q}{m \cdot c} = \frac{0,3 \cdot 42 \cdot 10^{-3} \cdot 46 \cdot 10^6}{3 \cdot 4,2 \cdot 10^3} = 46^\circ\text{C}.$$

**Javob:**  $\Delta t = 46^\circ\text{C}$ .

**3-masala.** Avtomobil 100 km yo‘l ni bosib o‘tishi uchun 10 l benzin sarfladi. Avtomobil 90 km/h tezlik bilan harakatlanayotgan bo‘lsa, uning quvvati qanday bo‘lgan? Dvigatelning FIK 30 %. Benzinning zichligi  $\rho = 0,7 \text{ g/cm}^3$ , solishtirma yonish issiqligini  $q = 46 \text{ MJ/kg}$  ga teng deb oling.

**Berilgan:**

$$s = 100 \text{ km} = 10^5 \text{ m}$$

$$v = 90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}$$

$$V = 10 \text{ l} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\rho_b = 0,7 \text{ g/cm}^3 = 700 \text{ kg/m}^3$$

$$q = 46 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$$

$$\eta = 0,3$$

*Topish kerak:*

$$P = ?$$

**Yechilishi:** Bu masalani yechishda quyidagi bir necha amallarni ketma-ket bajaramiz.

1) Avtomobil  $v$  tezlik bilan  $s$  yo‘lda harakatlangan bo‘lsa, uning harakat vaqtini aniqlash, ya‘ni  $t = \frac{s}{v}$ .

2) Yonilg‘ining massasini aniqlash, ya‘ni  $m = \rho \cdot V$ .

3) Yonilg‘i yonganda ajralgan issiqlik miqdori

$$Q_1 = m_1 \cdot q \text{ ga teng.}$$

Qurilmaning foydali ish koeffitsiyenti:

$$\eta = \frac{A_{\text{foy}}}{Q_1} = \frac{P \cdot t}{m \cdot q} = \frac{P \cdot s}{\rho \cdot V \cdot q \cdot v}. \text{ Bu ifodadan}$$

$$P = \frac{\eta \cdot \rho \cdot V \cdot q \cdot v}{s}. [P] = \frac{1 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \text{m}^3 \cdot \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}{\text{m}} = \frac{\text{J}}{\text{s}} = \text{W}.$$

$$P = \frac{\eta \cdot \rho \cdot V \cdot q \cdot v}{s} = \frac{0,3 \cdot 7 \cdot 10^2 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 46 \cdot 10^6 \cdot 25}{10^5} = 24150 \text{ W}.$$

**Javob:**  $P = 24150 \text{ W} = 24,15 \text{ kW}$



1. O‘choqda 60 kg po‘latni 1400 °C ga isitish uchun 4,6 kg maxsus yoqilg‘i sarf bo‘ladi. Agar po‘latning solishtirma issiqlik sig‘imi 460 J/kg·K, maxsus yoqilg‘ining yonish issiqligi 30 MJ/kg bo‘lsa, o‘choqning issiqlik berishi (FIK) qanday?

2. Minutiga 4 g kerosin sarflaydigan isitkichda temperaturasi 31 °C bo‘lgan 2 l suv qancha vaqtdan so‘ng qaynagan? Qurilmaning FIK 35 %  $q_{\text{kerosin}} = 46 \text{ MJ/kg}$  ga teng deb oling.

3. 72 km/h tezlikda harakatlanayotgan avtomobilning 2 km yo‘ldagi benzin sarfini hisoblang. Avtomobilning quvvati 23 kW, FIK 25 % ga teng. Benzinning solishtirma yonish issiqligi 46 MJ/kg.

4. Agar quvvati 50 kW bo‘lgan dizel dvigatelining foydali ish koeffitsiyenti 34 % bo‘lsa, u uch soatda qancha yoqilg‘i sarflaydi? Dizel yoqilg‘isining solishtirma yonish issiqligi 42 MJ/kg ga teng.

5. Ideal issiqlik mashinasidagi gaz isitkichdan olgan issiqligining 60 % ni sovitkichga beradi. Agar isitkichning temperaturasi 227 °C bo'lsa, sovitkichning temperaturasi qanday bo'lgan?

6. Ideal issiqlik mashinasida isitkichining absolyut temperaturasi sovitkichning absolyut temperaturasidan uch marta yuqori. Isitkich gazga 30 kJ issiqlik miqdori berganda u qancha ish bajaradi?

7\*. Gorizontaal yo'lda mototsiklning dvigateli 60 km/h tezlikda 3,5 kW quvvatga erishadi. Agar dvigatelning FIK 25 % bo'lsa, motoroller 3,6 l benzin sarflab, qancha yo'lni bosib o'tadi? Benzinning solishtirma yonish issiqligi 46 MJ/kg, zichligi 0,7 g/cm<sup>3</sup>.

8\*. O'zgarmas 108 km/h tezlik bilan harakatlanayotgan avtomobil 46 km yo'lda 5 kg benzin sarfladi. Benzinning solishtirma yonish issiqligi 46·10<sup>6</sup> J/kg va dvigatelning FIK 24 % bo'lsa, avtomobilning foydali quvvatini aniqlang.

### III BOBNI TAKRORLASH UCHUN TEST TOPSHIRIQLARI

1. Ideal issiqlik mashinasining FIKni kim hisoblagan?

- A) Bolsman;                      B) Selsiy;                      C) Kelvin;                      D) Karno.

2. Foydali ish koeffitsiyenti  $\eta$  bo'lgan issiqlik mashinasi isitkichdan  $Q_1$  issiqlik miqdori olganda, qanday ish bajaradi?

- A)  $(1-\eta)Q_1$ ;                      B)  $(1+\eta)Q_1$ ;                      C)  $\eta Q_1$ ;                      D)  $Q_1/\eta$ .

3. Ideal issiqlik dvigateli isitkichdan 0,8 MJ issiqlik miqdori qabul qilib, sovitkichga 0,3 MJ issiqlik miqdorini beradi. Bu issiqlik dvigatelining maksimal FIKni (%) hisoblang.

- A) 50;                      B) 62,5;                      C) 83,5;                      D) 30.

4. Siklda issiqlik mashinasi 21 kJ ish bajarib, sovitkichga 29 kJ issiqlik miqdorini beradi. Mashinaning foydali ish koeffitsiyentini aniqlang.

- A) 30 %;                      B) 40 %;                      C) 42 %;                      D) 52 %.

5. Ideal issiqlik mashinasining foydali ish koeffitsiyenti 75 % bo'lishi uchun isitkichning temperaturasi sovitkichning temperaturasidan necha marta katta bo'lishi kerak?

- A) 4;                      B) 3;                      C) 5;                      D) 2.

6. FIK 40 % bo'lgan issiqlik mashinasi bitta siklda 34 kJ ish bajaradi. Mashina bir siklda sovitkichga qancha issiqlik miqdori berishini aniqlang (kJ).

- A) 28;                      B) 42;                      C) 51;                      D) 63.



7. Issiqlik mashinasining FIK 25 %, isitkichdan olgan issiqlik miqdori 400 J bo'lsa, foydali ishi qancha bo'ladi (J)?

- A) 200;                      B) 100;                      C) 300;                      D) 400.

8. Agar issiqlik dvigateli isitkichdan olgan issiqlik miqdorining uchdan ikki qismini sovitkichga bersa, dvigatelning FIK ni toping (%).

- A) 33;                      B) 54;                      C) 67;                      D) 60.

9. Sovitkichning absolyut temperaturasi isitkichning absolyut temperaturasining to'rttdan biriga teng. Ideal issiqlik mashinasining FIK ni hisoblab toping (%).

- A) 25;                      B) 30;                      C) 75;                      D) 54.

10. Ideal issiqlik mashinasida isitkichning absolyut temperaturasi sovitkichning absolyut temperaturasidan ikki marta katta bo'lsa, bunday mashinaning foydali ish koeffitsiyenti qanday?

- A) 30 %;                      B) 40 %;                      C) 50 %;                      D) 67 %.

11. Agar issiqlik mashina isitkichining temperaturasi 500 K, sovitkichiniki 250 K bo'lsa va u bir siklda isitkichdan 6000 J issiqlik olsa, bir siklda bajarilgan ishni toping (J).

- A) 1200;                      B) 1500;                      C) 300;                      D) 3000.

12. FIK 40 % bo'lgan ideal issiqlik mashinasi isitkichdan 10kJ issiqlik oladi. Sovitkichga berilgan issiqlik miqdori qanchaga teng (kJ)?

- A) 7;                      B) 6;                      C) 3;                      D) 3,5.

13. Agar quvvati 42 kW bo'lgan dizel dvigatelining foydali ish koeffitsiyenti 20 % bo'lsa, u 3 soatda qancha yoqilg'i sarflaydi (kg)? Dizel yoqilg'isining solishtirma yonish issiqligi 42 MJ/kg ga teng.

- A) 20;                      B) 21;                      C) 28;                      D) 54.

14. Hajmi 3600 l suvni qozonda isitish uchun o'choqda 42 kg ko'mir yoqiladi. Agar suvning boshlang'ich temperaturasi 10 °C va o'choqning issiqlik berish qobiliyati 30 % bo'lsa, suv necha gradusgacha isiydi?  $c_{suv} = 4200 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ , ko'mirning solishtirma yonish issiqligi 30 MJ/kg.

- A) 35 °C;                      B) 50 °C;                      C) 60 °C;                      D) 70 °C.

15. Quruq yog'ochning yonish issiqligi  $10^7 \text{ J/kg}$ , tabiiy gazniki esa  $4\cdot 10^7 \text{ J/kg}$ . Bir xil issiqlik miqdori olish uchun yog'och ( $m_1$ ) va gazning ( $m_2$ ) massalarini taqqoslab, to'g'ri javobni tanlang.

- A)  $m_2 = 2 m_1$ ;                      B)  $m_1 = m_2$ ;                      C)  $m_1 = 4 m_2$ ;                      D)  $m_2 = 2 m_1$ .



### III BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

Issiqlik dvigateli	Issiqlik dvigateli deb, issiqlik energiyasini mexanik energiyaga aylantirib beradigan qurilmaga aytiladi.
Issiqlik dvigatelining turlari	Ichki yonuv dvigateli, dizel dvigateli, reaktiv dvigatel.
Issiqlik dvigatelining ishlash prinsiplari	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Har qanday issiqlik dvigatelida yonilg'ining ichki energiyasi mexanik energiyaga aylanadi.</li> <li>2. Issiqlik dvigatellarining ishlashi uchun turli temperaturali isitkich va sovitkichning bo'lishi shart.</li> <li>3. Istalgan issiqlik dvigatelining ishlashi ishchi jism (masalan, gaz) holati o'zgarishining takrorlanuvchi sikllaridan iborat bo'ladi.</li> </ol>
Issiqlik dvigatelida energiyaning bir turdan boshqa turga aylanishi	Har qanday issiqlik dvigatelida yonilg'ining ichki energiyasi mexanik energiyaga aylanadi.
Karno sikli	Ideal issiqlik mashinalari uchun Karno sikli ikkita izoterma va ikkita adiabatadan iborat.
Issiqlik mashinasida bajarilgan foydali ish	Karno sikli bo'yicha ishlayotgan issiqlik dvigatelining bajargan foydali ishi $A_{foy} = Q_1 - Q_2$ ifoda orqali aniqlanadi. Bunda $Q_1$ – isitkichdan olingan issiqlik miqdori, $Q_2$ – sovitkichga berilgan issiqlik miqdori.
Issiqlik mashinalarining foydali ish koeffitsiyenti (FIK)	<p>Issiqlik dvigatelining foydali ish koeffitsiyenti deb, dvigatel bajarayotgan <math>A_{foy}</math> ishning isitkichdan olingan <math>Q_1</math> issiqlik miqdoriga nisbatiga aytiladi, ya'ni:</p> $\eta = \frac{A_{foyd}}{Q_1} \cdot 100\% = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\%.$
Ideal issiqlik mashinalarining foydali ish koeffitsiyenti (FIK)	$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%.$

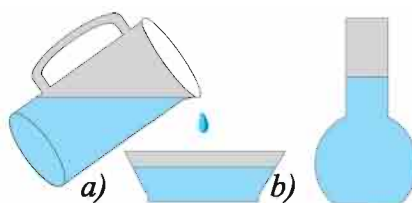
## IV BOB SUYUQLIK VA QATTIQ JISMLARNING XOSSALARI

### 31-§. SUYUQLIKNING XOSSALARI

#### Suyuqlikning oquvchanligi

Gaz molekulari bir-biridan o'z o'lchamiga nisbatan juda katta masofalarda joylashganligi sababli, ular orasidagi o'zaro tortishish kuchlari hisobga olinmas darajada kichik bo'ladi. Gaz molekulari orasidagi tortishish kuchlarining kichikligi gaz molekularining bir-biridan uzoqlashib ketishiga, ya'ni gazning kengayishiga olib keladi. Shu bois, gazning erkin sirti bo'lmaydi.

Gazlardan farqli ravishda suyuqliklarda molekular deyarli bir-biriga tegib turadi. Shuning uchun ular orasida o'zaro ta'sir kuchlari gaz molekulari orasidagi ta'sir kuchlariga nisbatan katta bo'ladi. Suyuqlik molekulari orasidagi tortishish kuchi molekularni bir-biridan uzoqlashib ketishiga yo'l qo'ymaydi. Shu tariqa, gazlardan farqli ravishda suyuqliklar o'z hajmini saqlaydi.



39-rasm.

Idishda bo'lgan suyuqlikka pastga yo'nalgan og'irlik kuchi ta'sir qiladi. Shuningdek, suyuqlik osti va yon tomonlari devorlar bilan to'silgani uchun u muvozanat holatida bo'ladi. Agar idish bir tomonga og'dirilsa, suyuqlik og'irlik kuchi ta'sirida idish og'dirilgan tomonga oqadi (39-a rasm). Idishga quyilgan suyuqlik shu idish shaklini oladi (39-b rasm).



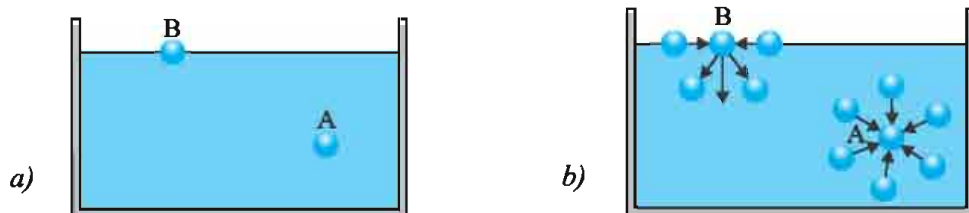
**Suyuqliklar oquvchanlik xususiyati tufayli o'z shaklini saqlab qola olmaydi. Ammo ular o'z hajmini saqlab qoladi.**

#### Sirt taranglik hodisasi

Biror idishga suyuqlik solaylik, masalan, piyolaga suv. Suyuqlik sirtiga nazar solsak suyuqlik sirtining tekisligini ko'ramiz. O'z-o'zidan bizda, nima sababdan suyuqlikning sirti tekis, degan savol paydo bo'ladi.

Modda tuzilishining molekulyar- kinetik nazariyasiga ko'ra modda molekulari orasida doimo o'zaro ta'sir kuchlari mavjud. Suyuqlik ichidagi A va uning sirtida turgan B nuqtadagi molekulaga boshqa molekularning ta'sirini qarab chiqaylik (40-a rasm). Suyuqlik ichidagi A nuqtada turgan molekulaga qarama-qarshi tomon-

lardan ta'sir qilayotgan kuchlar bir-birini muvozanatlaydi (40-b rasm). Natijada unga ta'sir qilayotgan kuchlarning teng ta'sir etuvchisi nolga teng bo'ladi.



40-rasm.

B nuqtadagi molekulaga esa pastdan va yon tomondan kuchlar ta'sir qiladi. Chunki suyuqlikning ustki tomoni havo bilan chegaralanganligi uchun suyuqlik sirtidagi molekulaga yuqori tomondan ta'sir qilayotgan kuchni hisobga olmasa ham bo'ladi. Natijada suyuqlik sirtidagi molekula suyuqlik ichiga qarab tortiladi (40-b, rasm). Bu hol suyuqlik sirtining taranglashishiga olib keladi.

Suv sirtiga ehtiyotlik bilan metall igna qo'yilsa, igna suv ustida qoladi. Suvning sirt pardasi biroz egilib, ignani cho'ktirmay ko'tarib turganligining guvohi bo'lamiz (41-rasm). Bunga sabab suvning sirtida sirt taranglikning mavjudligidir.



41- rasm.

### Sirt taranglik kuchi

Kundalik turmushda mahkam berkitilmagan suv jo'mragida suv tomchisining hosil bo'lganini ko'rgansiz. Jo'mrak og'zida hosil bo'lgan tomchini elastik xaltacha ichida deb tasavvur qilish mumkin. Tomchi kattalashganda uni ko'tarib turish uchun xaltachaning mustahkamligi yetishmaydi va tomchi uziladi (42-rasm).

Haqiqatda esa, xaltacha yo'q. Tomchining sirt qatlami-dagi har bir molekulaga tomchi ichiga yo'nalgan kuch ta'sir qiladi. Bunday kuchlar natijasida tomchining sirt qatlamida uni ushlab turuvchi sirt taranglik kuchi vujudga kela-di. Sirt qatlamini chegaralovchi chiziqqa ta'sir qiluvchi sirt taranglik kuchi shu chiziqning uzunligiga proporsional hamda suyuqlikning turiga bog'liq bo'ladi, ya'ni:

$$F = \sigma l. \quad (1)$$

Bu ifodadagi  $\sigma$  – suyuqlikning tabiatiga bog'liq bo'lgan suyuqlik sirtining xos-salarini xarakterlovchi kattalik bo'lib, sirt taranglik koeffitsiyenti deb ataladi. (1) ifodadan

$$\sigma = \frac{F}{l}. \quad (2)$$



42 -rasm.

ekanligi kelib chiqadi. (2) tenglikdan  $\sigma$  ning birligi [N/m] ekanligi ko‘rinib turibdi. (2) ifodaga ko‘ra sirt taranglik koeffitsiyentining quyidagi fizik ma‘nosi kelib chiqadi. Suyuqlikning sirtini chegaralovchi chiziqning uzunlik birligiga ta’sir qiluvchi sirt taranglik kuchiga son jihatidan teng bo‘lgan fizik kattalik **sirt taranglik koeffitsiyenti** deyiladi.



43-rasm.

Sirt taranglik kuchi suyuqlik sirtini chegaralab turgan sirtni mumkin qadar kichiklashtiradi. Erkin tushayotgan yomg‘ir tomchilari shar shaklida bo‘ladi. 43-rasmda vaznsizlik sharoitida kosmik kema ichida hatto katta massadagi suv ham shar shaklida bo‘lishi tasvirlangan.

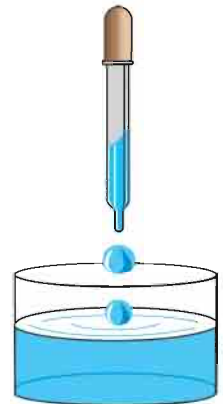
### Sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlash

Suyuqlikning sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlashning bir qancha usullari mavjud. Sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlashning eng sodda usuli tomchi uzilish usulidir (44-rasm). Suyuqlikning ingichka naycha bo‘ylab oqishi natijasida uning uchida tomchi hosil bo‘ladi. Tomchi kichik bo‘lganda u naycha uchidan ajralmaydi, chunki uni sirt taranglik kuchi tutib turadi. Tomchi kattalashib, uning og‘irligi ( $m_0g$ ), sirt taranglik kuchi ( $\sigma l$ ) ga son jihatidan tenglashgach, u uziladi, ya’ni

$$m_0g = \sigma l. \quad (3)$$

bu yerda  $m_0$  – bir dona suyuqlik tomchisining massasi. (3) ifodaga ko‘ra, sirt taranglik koeffitsiyenti quyidagicha hisoblanadi:

$$\sigma = \frac{m_0g}{l}. \quad (4)$$



44-rasm.

Ba’zi suyuqliklarning sirt taranglik koeffitsiyentining son qiymatlari quyidagi jadvalda keltirilgan (20 °C temperaturada).

№	Suyuqliklar	$\sigma$ , N/m	№	Suyuqliklar	$\sigma$ , N/m
1	Simob	0,47	4	O‘simlik yog‘i	0,033
2	Suv	0,073	5	Kerosin	0,024
3	Sovunli etitma	0,04	6	Etil spirti	0,022

## Sirt energiyasi

Suyuqlik sirtida yuzaga kelgan sirt taranglik kuchi hisobiga suyuqlik sirtqi qatlamidagi molekular suyuqlikning ichidagi molekularga qaraganda ortiqcha potensial energiyaga ega bo'ladi.



**Suyuqlik sirtidagi barcha molekularning suyuqlik hajmi-dagi molekularga nisbatan ortiqcha potensial energiyasi sirt energiyasi deb ataladi.**

Sirt energiyasining miqdori suyuqlik sirtining kattaligi ( $S$ ) ga to'g'ri proporsional bo'ladi, ya'ni:

$$W = \sigma S. \quad (5)$$

(5) ifodaga ko'ra, sirt taranglik koeffitsiyenti quyidagiga teng:

$$\sigma = \frac{W}{S}. \quad (6)$$

(6) tenglikdan sirt taranglik koeffitsiyentining quyidagi fizik ma'nosi kelib chiqadi. Sirt taranglik koeffitsiyenti son jihatdan suyuqlik sirtining yuza birligiga to'g'ri keladigan sirt energiyasiga teng bo'lgan fizik kattalikdir. (6) ifodaga ko'ra sirtning birligi Xalqaro birliklar sistemasi [ $J/m^2$ ] da ifodalanadi.



1. Sirt taranglik kuchi qanday yuzaga keladi?
2. Sirt energiya qanday yuzaga keladi?
3. Nima uchun tomizg'ichdan tomchi uzilib tushadi?
4. Kosmik kemada piyolaga choy quyib ichsa bo'ladimi?
5. Nima uchun mayda shudring tomchilarining shakli deyarli sharsimon bo'ladi?
6. Vaznsizlik holatida suyuqlik tomchisi qanday shaklda bo'ladi?



Plastilindan diametri 3mm atrofida bo'lgan sharcha yasang. Sharchaga yog'och cho'pdan tutqich qiling. Uni suv ustiga ehtiyotlik bilan qo'ysangiz, suvning sharchani cho'ktirmay ko'tarib turganligining guvohi bo'lasiz. O'z tafsilotlaringiz asosida xulosangizni yozing.

## 32-§. HO'LLASH. KAPILLYAR HODISALAR

### Ho'llash va ho'llamaslik

Qo'limizdagi ruchka yoki qalamni suvga botirib, keyin uni suvdan chiqarib olsak, uning «ho'l» holda chiqqanligini ko'ramiz. Bizda nima sababdan jism ho'l bo'lib qoldi, degan savol paydo bo'ladi.

Ma'lumki jism va suyuqlik molekularidan tashkil topgan. Ho'llash yoki ho'llamaslik suyuqlik va qattiq jism molekularining o'zaro ta'siriga bog'liq bo'ladi.



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

Demak, qalam suyuqlik zarralarini bir-biridan ajratib, uni o‘ziga tortib oladi. Suyuqlikka tushirilgan qalamning ho‘l bo‘lib qolishiga sabab, qalam suyuqlik molekularini bir-biridan ajratib o‘ziga tortib oladi.



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

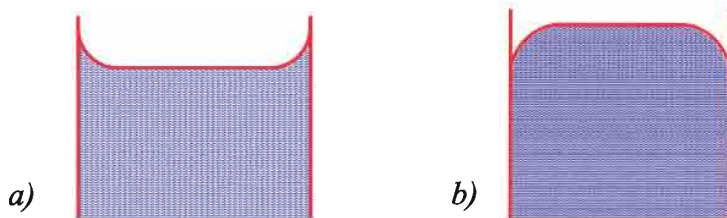
Shisha simob zarralarni bir-biridan ajratib ololmaydi. Shu bois, simob shisha idishga solinsa, u idish devorlarini ho‘llamaydi. Demak, biror qattiq jismni bir suyuqlik ho‘llasa, boshqa suyuqlik uni ho‘llamasligi mumkin.

### Suyuqlik sirtining egrilanishi



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

Suyuqlik qattiq jismni ho‘llashi yoki ho‘llamasligini suyuqlik va qattiq jism chegarasidagi suyuqlik shaklidan bilib olish mumkin. Agar suyuqlik idishni ho‘llasa uning sirti botiq (45-*a* rasm) va aksincha ho‘llamasa, suyuqlik sirti qavariq shaklda bo‘ladi (45- *b* rasm).



45-rasm.

Ho‘llash va ho‘llamaslik hodisalari turmushda va texnikada juda katta ahamiyatga ega. 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 hodisasining jismlarni bo‘yashda, payvandlashda, detallarni moylashda, jismlarni bir-biriga yelimlash kabi jarayonlarda o‘rni juda beqiyos.



## Kapilyar hodisalar

Diametri juda kichik naylar **kapilyarlar** deyiladi. Ho‘lovchi suyuqlik kapilyarda ko‘tariladi, ho‘llamaydigan suyuqlikning sathi esa pasayadi. Ho‘lovchi suyuqlik quyilgan (46- a rasm) kapilyardagi suyuqlik sirt qatlamining chegarasiga, yuqoriga qarab yo‘nalgan sirt taranglik kuchi ta‘sir qiladi, ya‘ni:

$$F = \sigma l = \sigma 2 \pi r. \quad (1)$$

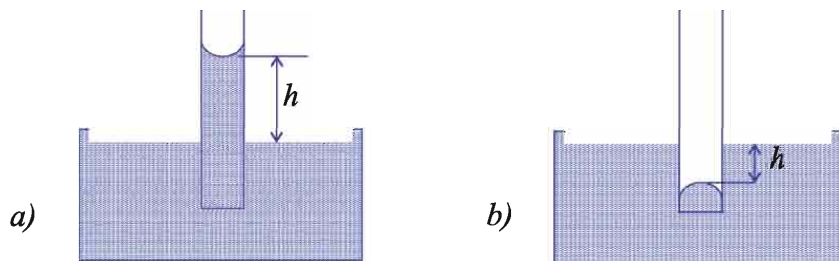
Bu kuch nayda yuqoriga ko‘tarilgan suyuqlik ustuni og‘irligiga ( $m \cdot g$ ) tenglashganda, suyuqlikning kapilyarda ko‘tarilishi to‘xtaydi, ya‘ni:

$$\sigma 2 \pi r = m g. \quad (2)$$

Kapilyar bo‘ylab ko‘tarilgan suyuqlikning og‘irligi  $m g = \rho_s V g = \rho_s \pi r^2 h g$  ekanligidan, (2) ifodaga ko‘ra kapilyar bo‘ylab ko‘tarilgan suyuqlik ustunining balandligi quyidagicha hisoblanadi:

$$h = \frac{2\sigma}{\rho_s r g}. \quad (3)$$

Bu formula ho‘lovchi suyuqliklarda suyuqlikning kapilyarda ko‘tarilish balandligini, ho‘llamaydigan suyuqlikning esa pasayish chuqurligini ifodalaydi. Demak, kapilyarda suyuqlikning ko‘tarilishi yoki tushish balandligi, uning sirt taranglik koeffitsiyentiga to‘g‘ri, suyuqlikning zichligi bilan kapilyarning radiusiga teskari proporsional bo‘lar ekan.



46-rasm.

Kapilyarlik hodisalari tabiatda va texnikada katta ahamiyatga ega. Kapilyarlar orqali oziqlantiruvchi eritma o‘simlikning tanasi bo‘ylab yuqoriga ko‘tariladi. O‘simlik tanasidagi kapilyarlar o‘simlik hujayralarining devorlarida hosil bo‘ladi. Shuningdek, tuproqda hosil bo‘lgan kapilyar bo‘ylab suv tuproqning pastki qatlamidan ustki qatlamiga ko‘tariladi. Natijada tuproqdagi suv tez bug‘lanib, tuproq quriydi. Tuproqdagi namlikni saqlash uchun uning sirtini yumshatib kapilyarlari buzib tashlanadi. Bino poydevorlarining kapilyarlari orqali ko‘tarilgan suvlar uni yemiradi. Bu jarayonni kamaytirish uchun bino poydevorlari fundamentining usti suv o‘tkazmaydigan (masalan, qora mum) materiallar bilan qoplanadi.





1. Nima sababdan suyuqlik qattiq jismni ho'laydi?
2. Nima sababdan suyuqlik qattiq jismni ho'llamaydi?
3. Nima sababdan g'oz va o'rdaklar suvdan quruq chiqadi?
4. Ho'llash hodisalarining kundalik turmushda qanday ahamiyatlarini bilasiz?
5. Qanday hodisalar kapillyarlik hodisalari deyiladi?
6. Kapillyarda suvning ko'tarilishi, simobning esa pasayish sababini tushuntiring.
7. Kapillyar nay bo'ylab ko'tarilgan suyuqlikning balandligi nimaga bog'liq?
8. Nima sababdan ho'l bo'lgan kiyimni kiyish qiyin bo'ladi?
9. Nima uchun kiyimga yog' dog'i tushsa uni sovunli eritmada yuvamiz?



1. Ichki diametri ikki xil bo'lgan kapillyar naylarda suv yoki yog'ning ko'tarilishini kuzatish. Kuzatish tafsilotiga ko'ra xulosangizni yozing.

### 33-§. MASALALAR YECHISH

**1-masala.** Radiusi 0,5 mm bo'lgan kapillyarda kerosin qanday balandlikka ko'tariladi? Kerosinning sirt taranglik koeffitsiyentini 24 mN/m, zichligi 800 kg/m<sup>3</sup> ga teng deb oling.

**Berilgan:**

$$r = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$\sigma = 24 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$$

$$\rho = 800 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2.$$

*Topish kerak:*  
 $h = ?$

**Formulasi:**

$$h = \frac{2\sigma}{\rho_s r g};$$

$$[h] = \frac{\frac{\text{N}}{\text{m}}}{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \text{m} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \frac{\text{N}}{\frac{\text{kg}}{\text{s}^2}} = \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\frac{\text{kg}}{\text{s}^2}} = \text{m}.$$

**Hisoblash:**

$$h = \frac{2 \cdot 24 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{800 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot 9,81} =$$

$$= 12,2 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 12,2 \text{ mm}.$$

**Javob:**  $h = 12,2 \text{ mm}.$

**2-masala.** Uzunligi 6 cm bo'lgan igna suv ustida turibdi. Unga qanday sirt taranglik kuchi ta'sir qiladi?

**Berilgan:**

$$l = 6 \text{ cm} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\sigma = 73 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}.$$

*Topish kerak:*  
 $F = ?$

**Formulasi:**

$$F = 2\sigma \cdot l$$

$$[F] = [\sigma \cdot l] = \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot \text{m} = \text{N}.$$

**Hisoblash:**

$$F = 2 \cdot 73 \cdot 10^{-3} \cdot 6 \cdot 10^{-2} \text{ N} =$$

$$= 8,76 \cdot 10^{-3} \text{ N}.$$

**Javob:**  $F = 8,76 \cdot 10^{-3} \text{ N}.$

**3-masala.** Teshigining diametri 3 mm bo‘lgan tomizg‘ichda 73 cm<sup>3</sup> suv bor. Uning sirt taranglik koeffitsiyenti 73 mN/m. Tomizg‘ichdan hammasi bo‘lib nechta tomchi tomadi?

**Berilgan:**

$$d = 3 \text{ mm} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$V = 73 \text{ cm}^3 = 73 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\sigma = 73 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

*Topish kerak:*

$$N = ?$$

**Formulasi:**

$$m_0 = \frac{\sigma \cdot l}{g} = \frac{\sigma \cdot \pi \cdot d}{g}$$

$$m = \rho V;$$

$$N = \frac{m}{m_0} = \frac{\rho \cdot V \cdot g}{\sigma \cdot \pi \cdot d}$$

$$[N] = \left[ \frac{m}{m_0} \right] = \frac{\text{kg}}{\text{kg}} = 1.$$

**Hisoblash:**

$$N = \frac{10^3 \cdot 73 \cdot 10^{-6} \cdot 9,81}{73 \cdot 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 10^{-3}}$$

$$= 1040 \text{ ta.}$$

**Javob:**  $N = 1040 \text{ ta.}$

**4-masala.** Sovun pufakchasining radiusi 2 cm dan 3 cm gacha kattalashdi. Uning sirt energiyasi qanchaga o‘zgargan? Sovun eritmasining sirt taranglik koeffitsiyenti 0,04 N/m ga teng.

**Berilgan:**

$$R_1 = 2 \text{ cm} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$R_2 = 3 \text{ cm} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\sigma = 4 \cdot 10^{-2} \text{ N/m.}$$

*Topish kerak:*

$$\Delta W = ?$$

**Formulasi:**

$$W = 2 \sigma S;$$

$$S = 4\pi R^2;$$

$$\Delta W = 2\sigma S_2 - 2\sigma S_1 =$$

$$= 2\sigma \cdot 4\pi(R_2^2 - R_1^2)$$

$$[\Delta W] = \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot \text{m}^2 = \text{N} \cdot \text{m} = \text{J.}$$

**Hisoblash:**

$$W = 2 \cdot 4 \cdot 10^{-2} \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot$$

$$\cdot (9 \cdot 10^{-4} - 4 \cdot 10^{-4}) = 5 \cdot 10^{-4} \text{ J}$$

**Javob:**  $\Delta W = 5 \cdot 10^{-4} \text{ J}$  ga ortadi.



1. Suv kapillyarda 14 mm ga ko'tarilgan bo'lsa, uning diametri qanday bo'lgan?
2. Kapillyarda spirt 22 mm balandlikka ko'tarildi. Kapillyar radiusi qanday bo'lgan? Spirtning zichligi  $800 \text{ kg/m}^3$ .
3. Radiusi 0,6 mm bo'lgan kapillyarda kerosin qanday balandlikka ko'tariladi? Kerosinning zichligi  $800 \text{ kg/m}^3$ .
4. Teshigining diametri 2 mm bo'lgan tomizg'ichdan tomadigan suv tomchisining massasini aniqlang.
5. Ichki diametri 2 mm bo'lgan tomizg'ichdan uzilayotgan suyuqlik tomchisining massasi 15 mg ekanligini bilgan holda, shu suyuqlikning sirt taranglik koeffitsiyentini toping.
6. Zichligi  $0,9 \text{ g/cm}^3$  bo'lgan suyuqlik diametri 1,5 mm bo'lgan kapillyar naydagi ko'tarilish balandligi 10 mm bo'lsa, shu suyuqlikning sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlang.
7. Teshigining diametri 3 mm bo'lgan tomizg'ichda  $20 \text{ cm}^3$  suv bor. Uning sirt taranglik koeffitsiyenti  $73 \text{ mN/m}$ . Tomizg'ichdan hammasi bo'lib nechta tomchi tomadi?
8. Yer sirtidagi kapillyarda suv 15 mm ga ko'tariladi. Agar Oyda erkin tushish tezlanishi yerdagidan 6 marta kichik ekanligi ma'lum bo'lsa, Oyda shu kapillyarda suv qancha balandlikka ko'tariladi?
9. Sovun pufakchasining sirt yuzi  $12 \text{ cm}^2$  ortganda sirt energiyasi qanchaga o'zgaradi?
10. Sovun pufakchasining radiusi 2 cm dan 3cm gacha kattalashganda sirt energiyasi qanday o'zgaradi?
11. Nima sababdan qo'ldagi moy qoldiqlarini suv bilan yuvish qiyin, lekin kerosin bilan oson?
12. Samovar jo'mragidan tomayotgan suv tomchisi sovuq holda og'ir bo'ladi yoki issiq holda?
13. Nima uchun xamir isitkichda yumshamaydi balki qotadi?
14. Sovuq suvning molekulari issiq va qaynoq suvning molekularidan farq qiladimi? Muz molekularidan-chi?

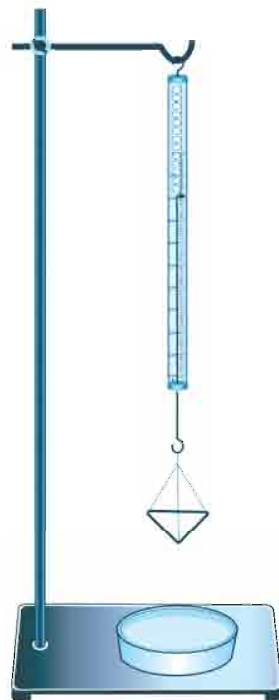
## 34-§ LABORATORIYA ISHI

### SUYUQLIKNING SIRT TARANGLIK Koeffitsiyentini Aniqlash

**Ishning maqsadi:** suyuqlikning sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlashni o'rganish.

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

#### Ishni bajarish tartibi



47-rasm.

1. Dinamometrni shtativga o'rnatish (47-rasm).
2. Chizg'ich yordamida uchburchak shaklidagi simning perimetri  $l$  ni o'lchang.
3. Dinamometrning pastki halqasiga uchburchak shaklidagi simni iling va uning og'irlik kuchi  $F_1$  ni o'lchang.
4. Idishdagi suvni ko'tarib, dinamometrغا osilgan simga tekkizing.
5. Idishni sekin pastga tortib, simning suvdan uzilishi paytidagi dinamometrning ko'rsatishi  $F_2$  ni yozib oling.
6.  $F = F_2 - F_1$  formuladan sirt taranglik kuchini toping.
7.  $\sigma = \frac{F}{2l}$  formula yordamida suvning sirt taranglik koeffitsiyentini 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 jadvalga yozing.

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

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



## 35-§. 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.**

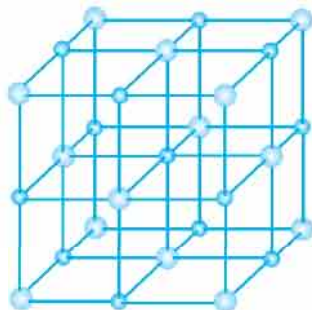
Qattiq jismlar tuzilishiga koʻra *kristall* va *amorf jismlarga* boʻlinadi.



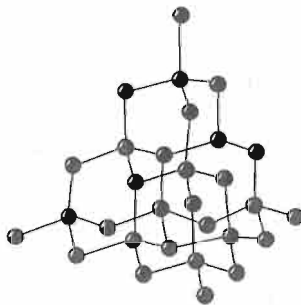
**Atom yoki molekulari fazoda aniq tartibli vaziyatlarni egallagan qattiq jismga kristall jismlar deyiladi.**

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

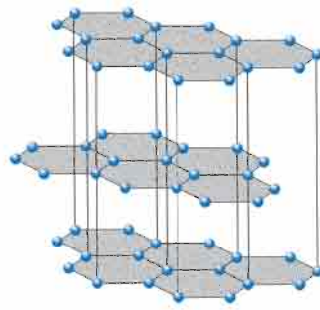
Kristall jismning atom (molekula)lari turgan joylar tutashtirilsa, *kristall panjara* hosil boʻladi. Atom (molekula)lar joylashgan nuqtalar kristall panjaraning *tugunlari* deyiladi. 48 va 49-rasmlarda osh tuzi va olmosning kristall panjaralari tasvirlangan.



48-rasm.



49-rasm.



50-rasm.

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.

Kristallarning fizik xossalari unda tanlab olingan yoʻnalishlarga bogʻliq boʻladi. Masalan, grafit kristalini maʼlum bir yoʻnalishda osongina qatlamlarga ajratish mumkin. Buni siz qalam bilan yozganingizda grafitning qatlamlarga ajralib, yupqa grafit qatlami qogʻozda qoladi. Chunki grafitning kristall panjarasi

qatlam-qatlam strukturali va ularning orasidagi bog‘lanishlar kuchsizroq bo‘lganligi uchun ular bir-biridan tez ajraladi (50-rasm). Lekin grafit kristalini perpendikulyar yo‘nalishda ajratish ancha qiyin.

Metallar 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 kristallardan 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 sohalarda, 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.

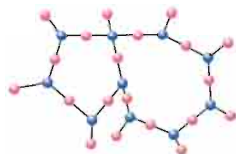
Masalan, alohida mayda osh tuzi, shakar zarrachalari monokristallardir. Ayrim maqsadlarda, masalan, elektronika sohasida monokristallar keng qo‘llaniladi. Buning uchun maxsus usullar yordamida monokristall o‘stiriladi. Suvda eritilgan shakarni o‘stirish orqali tayyorlangan novvot ham monokristalldir.



**Monokristall anizotrop xususiyatga ega bo‘ladi.**

### Amorf jismlar

Kristallardan farqli ravishda amorf jismlarda atom (molekula) lar qat‘iy tartibda joylashgan emas (51-rasm). Shisha, smola, plastmassalarni amorf jismlarga misol qilib keltirish mumkin.



51-rasm.



**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 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 xossalari bilish qadimdan odamlarni qiziqtirib kelgan. X–XI asrlarda yashab ijod etgan buyuk bobokalonimiz **Abu Rayhon Beruniy** qimmatbaho toshlarning, turli metallarning xossalari 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?

## 36-§. QATTIQ JISMLARNING MEXANIK XOSSALARI

### Deformatsiya

Qattiq jismlar o'z-o'zidan shaklini o'zgartirmaydi. Agar qattiq jismga tashqi ta'sir berilsa, u o'z shaklini o'zgartirishi mumkin. Masalan, rezina arqonning uchlaridan ushlab tortilsa, arqonning qismlari bir-biriga nisbatan ko'chadi, arqon uzunroq hamda ingichkaroq bo'lib qoladi. Kuchlarning ta'siri to'xtatilgandan keyin rezina arqon boshlang'ich holatiga qaytadi.



**Jismning tashqi kuch ta'sirida o'z shaklini yoki o'lchamini o'zgartirishi deformatsiya deb ataladi.**

Deformatsiya elastik yoki plastik bo'lishi mumkin.





**Tashqi kuchlarning ta'siri to'xtatilgandan keyin jism shakli yoki o'lchami o'zining dastlabki holatiga qaytsa, bunday deformatsiyaga elastik deformatsiya deyiladi.**

Bir parcha plastilinni barmoqlar bilan ezilsa, barmoqlar plastilindan olingandan so'ng u dastlabki shaklini tiklay olmaydi.



**Jismga qo'yilgan tashqi ta'sir to'xtatilgandan so'ng deformatsiya butunlay yo'qolmasa, bunday deformatsiya plastik deformatsiya deyiladi.**

Loy, mum, qo'rg'oshin kabi jismlar shunday xossaga ega bo'lib, ular plastik deformatsiyalanadi. Juda katta kuch hosil qiladigan presslar yordamida po'lat buyumlarni shtampovka qilishda po'latning plastiklik xossasidan foydalaniladi.

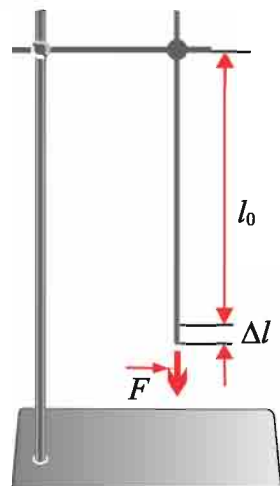
### Cho'zilish deformatsiyasi

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 (52-rasm). Bunda  $F$  kuch deformatsiyalovchi kuch,  $\Delta l$  **absolyut uzayish** deb ataladi. Agar sterjen deformatsiyalanishi natijasida uzunligi  $l$  ga teng bo'lsa, uning absolyut uzayishi quyidagicha aniqlanadi:

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

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

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



52- rasm

### Mexanik kuchlanish

Qattiq jismlarning mexanik xossalari deganda qattiq jismlarning tashqi mexanik kuchlar ta'siri ostida deformatsiyalanishi va shu kuchlar ta'siridagi yemirilishga bardosh berish qobiliyatini belgilovchi xossalari tushuniladi.



**Deformatsiyalangan jismning birlik ko'ndalang kesim yuzasiga ta'sir qilayotgan deformatsiyalovchi kuchga son jihatidan teng bo'lgan fizik kattalik mexanik kuchlanish deyiladi va u  $\sigma$  harfi bilan belgilanadi.**

Ta'rifga ko'ra mexanik kuchlanish: 
$$\sigma = \frac{F}{S}. \quad (3)$$

$\sigma$  – mexanik kuchlanish. Golland olimi Guk tajribada elastik deformatsiyada mexanik kuchlanish nisbiy uzayishga to'g'ri proporsional bo'lishini aniqladi, ya'ni:

$$\sigma = E \cdot |\varepsilon|. \quad (4)$$

Bu ifodada qatnashgan proporsionallik koeffitsiyenti  $E$  ga elastiklik moduli yoki **Yung moduli** deb ataladi. Xalqaro birliklar sistemasida mexanik kuchlanish va Yung modulining birligini, xuddi bosim birligi kabi **Paskal** qabul qilingan.

Yung moduli  $E$  qanchalik katta bo'lsa, material shuncha kam deformatsiyalanadi. Ba'zi moddalarning elastiklik moduli jadvalda keltirilgan.

№	Modda	$E, \text{Pa}$	№	Modda	$E, \text{Pa}$
1	Qo'rg'oshin	$1,1 \cdot 10^{10}$	4	Mis	$1,1 \cdot 10^{11}$
2	Beton	$1,6 \cdot 10^{10}$	5	Po'lat	$1,9 \cdot 10^{11}$
3	Alyuminiy	$7 \cdot 10^{10}$	6	Nikel	$2,1 \cdot 10^{11}$

Mexanik kuchlanishning  $\sigma = \frac{F}{S}$  va nisbiy uzayishning  $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$  ifodalarini

Guk qonuni ifodasiga (4) qo'yib, quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$\frac{F}{S} = E \frac{|\Delta l|}{l_0}. \quad (5)$$

Bundan  $F = E \cdot S \frac{|\Delta l|}{l_0}$  (6) kelib chiqadi. Agar  $\frac{E \cdot S}{l_0} = k$  deb belgilasak,

(6) ifodani quyidagicha yozish mumkin:  $F = k \cdot |\Delta l|$ .

### Mustahkamlik chegarasi

Bir uchi osmaga mahkamlangan po'lat simning ikkinchi uchiga pallachani ilib unga yuk qo'ysak, po'lat sim taranglashadi. Pallaga birin-ketin yuklarni

qo'yib borilsa, simdagi mexanik kuchlanish ham ortib boradi. Kuchlanishning ma'lum bir qiymatida sim uzilib ketadi. Modda materiali chidashi mumkin bo'lgan mexanik kuchlanishning bu qiymatini mustahkamlik chegarasi deb atash qabul qilingan. Ba'zi moddalarning mustahkamlik chegarasi quyidagi jadvalda keltirilgan. Materialning mustahkamlik chegarasi modda turiga va uning tayyorlash texnologiyasiga bog'liq bo'ladi.

	Modda	$\sigma$ , MPa
1	Beton	48
2	Alyuminiy	50 ÷ 115
3	Kapron	55 ÷ 80
4	Mramor	100
5	Po'lat	170 ÷ 700

**Elastiklik.** Har qanday materiallardan yasalgan jism kichik deformatsiyalarda o'zini elastik jism kabi tutadi. Tashqi ta'sir olib tashlangandan so'ng jismning shakli va o'lchamlari asliga keladi.

**Mo'rtlik.** Qattiq jismlarning mo'rtlik deb ataladigan xossasi amalda katta ahamiyatga ega. Agar material uncha ko'p bo'lmagan deformatsiyalarda yemirilsa, u mo'rt material deb ataladi. Shisha va chinni buyumlar mo'rt bo'ladi. Shuningdek, cho'yan va marmar mo'rt hisoblanadi. Mo'rt materiallarda plastiklik xossasi deyarli bo'lmaydi.



1. Deformatsiya deb nimaga aytiladi? Uning qanday turlarini bilasiz?
2. Absolyut va nisbiy uzayish ifodalarini yozing va ularni tushuntiring.
3. Mexanik kuchlanish deb nimaga aytiladi? U qanday birlikda o'lchanadi?
4. Yung moduli deb nimaga aytiladi? Uning ma'nosini tushuntirib bering.

### 37-§. MASALALAR YECHISH

**1-masala.** Metall sterjenning absolyut va nisbiy uzayishi mos holda 4 mm va 0,15 % bo'lsa, deformatsiyalanmagan sterjenning uzunligini aniqlang.

<p><b>Berilgan:</b>  <math>\Delta l = 3 \text{ mm} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}</math>  <math>\varepsilon = 0,15 \%</math></p> <hr/> <p><i>Topish kerak:</i>  <math>l_0 = ?</math></p>	<p><b>Formulasi:</b></p> $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100\%$ <p style="text-align: center;">bundan</p> $l_0 = \frac{\Delta l}{\varepsilon} \cdot 100\%$	<p><b>Hisoblash:</b></p> $l_0 = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{0,15 \%} \cdot 100 \% = 2 \text{ m.}$ <p><b>Javob:</b> <math>l_0 = 2 \text{ m.}</math></p>
---	--	---

**2-masala.** Diametri 2 mm bo‘lgan po‘lat simga 6 kg massali yuk osilgan. Simda qanday mexanik kuchlanish yuzaga keladi?

<p><b>Berilgan:</b>  <math>d = 2 \text{ mm} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}</math>  <math>m = 4 \text{ kg}.</math></p> <hr/> <p><i>Topish kerak:</i>  <math>\sigma = ?</math></p>	<p><b>Formulasi:</b>  <math>F = m \cdot g</math> va <math>S = \pi d^2/4</math></p> $\sigma = \frac{F}{S} = \frac{m g}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{4m g}{\pi \cdot d^2}.$ $[\sigma] = \left[ \frac{F}{S} \right] = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \text{Pa}.$	<p><b>Hisoblash:</b></p> $\sigma = \frac{4 \cdot 4 \cdot 10}{3,14 \cdot 4 \cdot 10^{-6}} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} =$ $= 1,27 \cdot 10^7 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}.$ <p><b>Javob:</b> <math>\sigma = 1,27 \cdot 10^7 \text{ N / m}^2.</math></p>
---	---	---

**3-masala.** Uzunligi 4 m, kesimi 10 mm<sup>2</sup> bo‘lgan po‘lat simni 2 mm ga cho‘zish uchun qancha kuch qo‘yish kerak? Po‘lat uchun elastiklik moduli 190 GPa.

<p><b>Berilgan:</b>  <math>l_0 = 4 \text{ m}</math>  <math>S = 10 \text{ mm}^2 = 10^{-5} \text{ m}^2</math>  <math>\Delta l = 2 \text{ mm} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}</math>  <math>E = 190 \text{ GPa} = 1,9 \cdot 10^{11} \text{ Pa}.</math></p> <hr/> <p><i>Topish kerak:</i>  <math>F = ?</math></p>	<p><b>Formulasi:</b>  <math>\sigma = \frac{F}{S};</math>  <math>\sigma = E  \varepsilon  = E \frac{\Delta l}{l_0};</math>  <math>F = E \frac{\Delta l}{l_0} S.</math>  <math>[F] = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}} \cdot \text{m}^2 = \text{N}.</math></p>	<p><b>Hisoblash:</b></p> $F = \frac{1,9 \cdot 10^{11} \cdot 10^{-5} \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{4} \text{ N} =$ $= 950 \text{ N}.$ <p><b>Javob:</b> <math>F = 950 \text{ N}.</math></p>
---	--	---

**4-masala.** Vertolyotdan tushirilayotgan po‘lat arqon o‘zining og‘irligi tufayli uzilib ketmasligi uchun uning uzunligi kamida qancha bo‘lishi kerak? Po‘latning mustahkamlik chegarasi 1,7·10<sup>8</sup> Pa, zichligi 7800 kg/m<sup>3</sup> ga teng.

<p><b>Berilgan:</b>  <math>\sigma = 1,7 \cdot 10^8 \text{ Pa}</math>  <math>\rho = 7800 \text{ kg/m}^3</math>  <math>g = 10 \text{ m/s}^2.</math></p> <hr/> <p><i>Topish kerak:</i>  <math>l = ?</math></p>	<p><b>Formulasi:</b>  <math>\sigma = \frac{\rho V g}{S} = \frac{\rho S l g}{S} = \rho l g;</math>  <math display="block">[l] = \frac{\frac{\text{N}}{\text{m}^2}}{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = \text{m}.</math>  <math>l = \frac{\sigma}{\rho g}.</math></p>	<p><b>Hisoblash:</b></p> $l = \frac{1,7 \cdot 10^8}{7800 \cdot 10} \text{ m} = 2180 \text{ m}.$ <p><b>Javob:</b> <math>l = 2180 \text{ m}.</math></p>
---	--	--



1. Diametri 2 cm bo'lgan po'lat arqonga og'irligi 30 kN bo'lgan yuk osilgan. Arqondagi mexanik kuchlanishni aniqlang.
2. 18 kN cho'zish kuchi berilganda,  $6 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$  mexanik kuchlanish hosil bo'lishi uchun po'lat sterjenning ko'ndalang kesim yuzasi qancha bo'lishi kerak?
3. Mustahkamlik chegarasi 0,5 MPa va zichligi  $4000 \text{ kg/m}^3$  bo'lgan g'isht devorning balandligi eng ko'pi bilan qancha bo'lishi mumkin?
4. Uzunligi 80 cm va ko'ndalang kesim yuzi  $0,5 \text{ mm}^2$  bo'lgan simga massasi 25 kg bo'lgan yuk osilganda sim 2 mm ga uzaydi. Shu sim uchun Yung modulini aniqlang.
5. Po'latdan yasalgan sterjen uchiga 7,85 kN kuch qo'yilganda u uzilib ketdi. Uning diametri qanday bo'lgan? Po'lat uchun mustahkamlik chegarasi 170 MPa.
6. Bir uchidan osib qo'yilgan po'lat sim suvga tushirilmoqda. Sim o'zining og'irligi ta'sirida uzilib ketmasligi uchun simning uzunligi qancha bo'lishi kerak? Po'lat uchun mustahkamlik chegarasi 170 MPa, zichligi  $7800 \text{ kg/m}^3$  ga teng.

### 38-§. QATTIQ 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.**

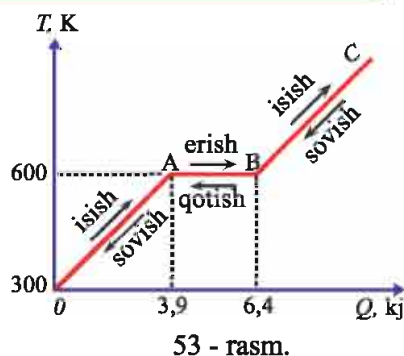
Kristall jismni eritish uchun unga issiqlik berib, uning temperaturasini oshirib boraylik. Kristall jism temperaturasi ma'lum temperaturaga yetganda u eriy boshlaydi.



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

Kristall jismning erish va qotish jarayoni ni 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 temperaturasining o'zgarishini aks ettiraylik (53-rasm).

$27^\circ \text{C}$  ( $300 \text{ K}$ ) 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 tem-



53 - rasm.

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



**Erish temperaturasidagi kristall jismni butunlay suyuqlikka aylantirish uchun sarf bo'lgan issiqlik miqdori erish issiqligi deyiladi.**

Berilgan 0,1 kg massali qattiq holatdagi qo'rg'oshin temperaturasini 27 °C dan 327 °C gacha oshirish uchun  $Q = cm(T_2 - T_1) = 130 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 0,1 \text{ kg} \cdot (600 - 300) \text{ K} = 3900 \text{ J} = 3,9 \text{ kJ}$  issiqlik miqdori sarflanadi (53-rasmda tasvirlangan *grafikning O – A qismi*).

Qo'rg'oshinning temperaturasi 327 °C (600 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*). 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 °C (600 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.

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 °C gacha pasayguncha qo'rg'oshin atrof-muhitga issiqlik uzatadi. To'liq kristall holatga qaytib, 327 °C dan 27 °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 temperaturalarini bir xil bo'ldi.
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) temperaturasi-ga ega. Quyidagi jadvalda ayrim moddalarning erish temperaturasi  $t_e$  keltirilgan.

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	Alyuminiy	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. 53-rasmda tasvirlangan grafikni tahlil qilib bering.

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

#### Moddaning solishtirma erish issiqligi



**Erish temperaturasida turgan 1 kg kristall moddani to'liq eritish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdoriga solishtirma erish issiqligi deyiladi va  $\lambda$  (lyamda) 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 va kJ/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:

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





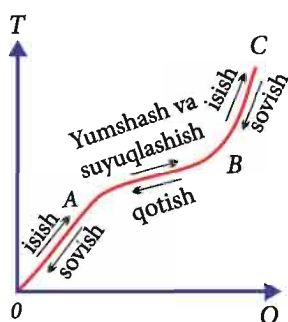
**Berilgan massali kristall jismni erish temperaturasida suyuqlikka aylantirish uchun qancha issiqlik miqdori sarflangan bo'lsa, shu temperaturada suyuq holatdan qattiq holatga aylanishida shuncha issiqlik miqdori ajralib chiqadi.**

Ayrim kristallarning solishtirma erish issiqligi quyidagi jadvalda berilgan.

№	Modda	$\lambda$ , kJ / kg	№	Modda	$\lambda$ , kJ / kg
1	Simob	12	6	Kumush	105
2	Qo'rg'oshin	25	7	Mis	205
3	Qalay	60	8	Temir	266
4	Oltin	64	9	Muz	334
5	Po'lat	84	10	Alyuminiy	385

### Amorf jismlarning erishi va qotishi

Amorf jismga issiqlik berilganda uning temperaturasi avval bir tekis ortib boradi (54-rasmdagi *grafikning O–A qismi*). Bunda berilgan issiqlik jismdagi molekullarning o'z joyida tebranishlarini kuchaytirishga, ya'ni *kinetik energiyasini oshirishga* sarf bo'ladi.



54-rasm.

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

Jism batamom suyuqlikka aylangandan keyin berilgan issiqlik miqdori molekullarning harakat tezligini oshirishga, ya'ni *kinetik energiyaning ortishiga* sarflanadi (*grafikning B – C qismi*).



**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.

### Masala yechish namunasi

20 °C temperaturadagi 4 kg massali suvga 0 °C temperaturali muz solindi. Muz butunlay erib ketishi uchun uning massasi ko'pi bilan qanday bo'lishi kerak? Muzning solishtirma erish issiqligi 336 kJ/kg.

#### Berilgan:

$$t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$m_1 = 4 \text{ kg}$$

$$t_2 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\lambda = 336 \text{ kJ/kg.}$$

#### Topish kerak:

$$m_2 = ?$$

#### Formulasi: $Q_1 = Q_2$

$$Q_1 = m_1 c (t_1 - t_2) \text{ va } Q_2 = \lambda m_2$$

$$m_2 = \frac{m_1 c (t_1 - t_2)}{\lambda}$$

$$[m_2] = \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot \text{K}}{\frac{\text{J}}{\text{kg}}} = \text{kg}$$

#### Hisoblash:

$$m_2 = \frac{4 \cdot 4200 \cdot 20}{336 \cdot 10^3} \text{ kg} = 1 \text{ kg.}$$

**Jabob:**  $m_2 = 1 \text{ kg.}$



1. Moddaning solishtirma erish issiqligi deb nimaga aytiladi?
2. Moddaning solishtirma erish issiqligining formulasi qanday ifodalandi? 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 3 kg muzni suvga aylantirish uchun unga qancha issiqlik miqdori berish kerak?
2. Erish temperaturasida turgan  $m$  massali qalayni to'liq eritishga 10 kJ issiqlik miqdori sarflandi. Eritilgan qalayning massasini toping.
3. Muzlatkichga qo'yilgan 0 °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?
5. Temperaturasi 0 °C bo'lgan 1 l suvni qaynatish uchun sarflanadigan energiya shunday temperaturadagi qancha muzni eritishi mumkin?
6. Sirtining yuzasi 250 m<sup>2</sup> bo'lgan hovuz suvi 0 °C temperaturada 1 mm qalinlikdagi muz bilan qoplandi. Bunda atrofqa qancha issiqlik miqdori ajralgan? Muzning zichligini 900 kg/m<sup>3</sup> ga teng deb oling.

## 40- §. BUG‘LANISH VA KONDENSATSIYA

Og‘zi yaxshilab berkitilgan idishda suyuqlik (masalan, atir) uzoq vaqt tursa-da uning miqdori o‘zgarmaydi. Og‘zi ochiq qoldirilsa, vaqt o‘tishi bilan uning miqdori kamaya boradi va uzoq vaqtdan keyin idishda atir qolmaganligini ko‘ramiz. Kuzatilgan bu fizik hodisaga bug‘lanish hodisasi sababdir.



**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 molekular orasida kinetik energiyasi katta bo‘lgan molekular topiladi. Ular boshqa molekularning tortishish kuchlarini yengib, suyuqlikning sirtqi qatlamini «yorib o‘tib» uchib chiqishi va gaz holatiga o‘tishi mumkin.

Suyuqlik temperaturasi ortishi bilan bug‘lanish ham ortadi. Bug‘lanish suyuqlik ustidagi havoning holatiga ham bog‘liq. Shamol esib turganda suyuqlik sirtidagi molekularga shamol qo‘shimcha energiya berganligi tufayli suyuqlik tezroq bug‘lanadi. Masalan, agar havoning temperaturasi yuqori hamda shamol esib turgan bo‘lsa, ko‘lmak suv tezroq quriydi.

Tarelkaga va stakanga bir xil miqdorda suv solaylik. Bir necha soatdan so‘ng, tarelkadagi suv bug‘lanib ketadi, stakandagi suv qoladi. Demak, bug‘lanish suyuqlik sirtining kattaligiga ham bog‘liq ekan. Shuningdek, bug‘lanish tezligi suyuqlik sirtiga ta‘sir qilayotgan atmosfera bosimiga ham bog‘liq. Atmosfera bosimi past bo‘lgan joylarda bug‘lanish tezlashadi.

### Solishtirma bug‘lanish issiqligi

Bug‘lanish jarayonida energiyasi kattaroq bo‘lgan molekula boshqa molekularning tortishish kuchini yengib, suyuqlikdan tashqariga chiqib ketadi. Bug‘lanayotgan molekularning tashqariga chiqib ketishi uchun ish bajariladi. Shu sababli bug‘lanish jarayonida suyuqlik soviydi.

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



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

Ta'rifga ko'ra,  $m$  massali suyuqlikning solishtirma bug'lanish issiqligi quyidagicha ifodalanadi:

$$r = \frac{Q_b}{m}. \quad (1)$$

Bu ifodaga ko'ra solishtirma bug'lanish issiqligining birligi J/kg da ifodalanadi. (1) ifodadan  $m$  massali suyuqlikni to'la bug'ga aylantirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdorini hisoblash ifodasi kelib chiqadi, ya'ni:

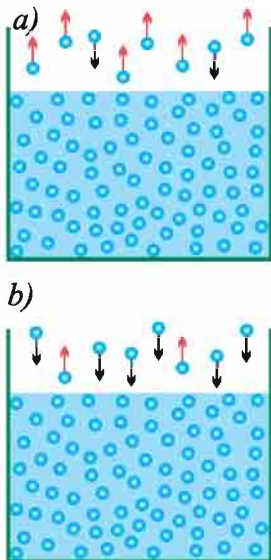
$$Q_b = r \cdot m. \quad (2)$$

Normal sharoitda qaynash temperaturasida turgan 1 kg suvni to'la bug'ga aylantirish uchun  $2,3 \cdot 10^6$  J energiya sarflanadi. Demak, suv uchun solishtirma bug'lanish issiqligi  $r = 2,3 \cdot 10^6$  J/kg ga teng ekan.

## Kondensatsiya

Bug'lanish jarayoniga bir vaqtda teskari jarayon ham mavjud, ya'ni bug' yana suyuqlikka aylanadi. Og'zi yopiq idishdagi suyuqlik miqdorining o'zgarmay qolishiga ayni shu bug'ning kondensatsiyalanishi sababdir.

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



55-rasm.

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

Odatda, suyuqlik bir vaqtda ham bug'lanadi, ham kondensatsiyalanadi. Bug'lanish jarayoni ustunroq bo'lsa, suyuqlik bug'lanadi deyiladi (55-a, rasm). Kondensatsiya jarayoni ustunroq bo'lganda esa, kondensatsiyalanadi deyiladi (55-b, rasm).

Atmosferadagi suv bug'larining kondensatsiyasi natijasida *yomg'ir*, *do'l*, *qor*, *shudring* va *qirov* hosil bo'ladi.

Energiyaning saqlanish va aylanish qonuniga ko'ra berilgan suyuqlikni bug'lantirish uchun qancha issiqlik miqdori sarflangan bo'lsa, bug' kondensatsiyalanib shunday temperaturali suyuqlikka aylanganda bug'lanish issiqligiga teng bo'lgan issiqlik miqdori ajralib chiqadi va bu issiqlikka kondensatsiyalanish issiqligi deyiladi.

$$Q_k = -Q_b = -r \cdot m. \quad (3)$$

## To‘yingan va to‘yinmagan bug‘

Bug‘lanayotgan suyuqlikning usti berkitilsa, suyuqlik ustida bug‘ to‘plab boradi. Dastlab, bug‘lanayotgan molekularlar soni kondensatsiyalanayotgan molekularlar sonidan 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 holat **dinamik muvozanatli holat** deyiladi.



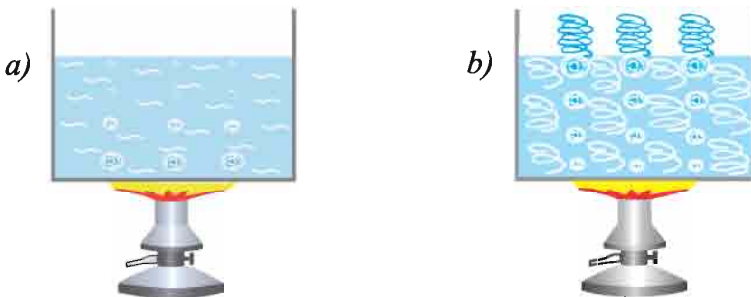
**O‘zining suyuqligi bilan dinamik muvozanatda bo‘lgan bug‘ to‘yingan bug‘ deb ataladi. Bunday sharoitda suyuqlik ustida qaror topgan bug‘ning bosimi to‘yingan bug‘ning bosimi deyiladi.**

Suyuqlik temperaturasi orta borganda to‘yingan bug‘ bosimi ham ortadi. To‘yingan bug‘ning bosimini  $p = nkT$  tenglama orqali ifodalash mumkin.

## Qaynash

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 orta 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 ulgurmaganligi uchun pufakchalardagi bug‘ning ma‘lum qismi kondensatsiyalanadi (56-a rasm). Bu hodisa suvning qaynash oldidan o‘ziga xos ovoz chiqarishida namoyon bo‘ladi. Ma‘lum vaqtdan keyin suyuqlikning butun hajmida temperatura tenglashadi. Ko‘tarilayotgan pufakchalar endi kichiklashmaydi. Ular sirtga chiqib yorilib – «portlab», havoda bug‘ hosil qiladi (56-b, rasm).



56-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 °C da, suv 100 °C da qaynaydi.

Tashqi bosim qancha katta bo‘lsa, qaynash temperaturasi shunchalik yuqori bo‘ladi. Masalan, ichidagi bosim 16·10<sup>5</sup> Pa ga teng bo‘lgan bug‘ qozonida suv 200 °C da ham qaynamaydi. Tibbiyot muassasalarida jarrohlik asboblari yuqumli bakteriyalardan 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. Nima uchun o‘rilgan o‘t shamol bo‘lmaganiga qaraganda, shamol bo‘lganda tezroq quriydi?
3. Kondensatsiya jarayoni qanday kechishini tushuntirib bering.
4. Qanday bug‘ to‘yinmagan bug‘ bo‘ladi?
5. To‘yingan bug‘ deb qanday holatdagi bug‘ga aytiladi?
6. Suvni qizdirmasdan qaynatish mumkinmi?
7. Suv 250 °C temperaturada ham suyuq holatda bo‘ladimi?
8. Ko‘p qavatli imoratlarning birinchi va oxirgi qavatlarida suvning qaynash temperaturasi qanday farq qiladi?

## 41-§. ATMOSFERADAGI HODISALAR

### Havoning namligi

Yer sharining 2/3 qismini suv tashkil qiladi. Suvning bug‘lanishi tufayli atmosferaning tarkibida har doim suv bug‘i bo‘ladi. Tarkibida suv bug‘i bo‘lgan havo nam havo yoki **namlik** deyiladi. Havoda suv bug‘lari qancha ko‘p bo‘lsa, uning namligi shuncha yuqori hisoblanadi.



**1m<sup>3</sup> havodagi suv bug‘ining massasi havoning absolyut namligi deb ataladi.**

Absolyut namlik 1m<sup>3</sup> havoda necha gramm suv bug‘i mavjudligini bildiradi. Berilgan hajmdagi havoda suv bug‘ining massasi orqali absolyut namlik quyidagicha hisoblanadi:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$



Namlik ma'lum  $\rho_0$  miqdorga yetganda havo suv bug'iga to'yinadi. Bu paytda havodagi suv bug'ining zichligini to'yingan suv bug'ining zichligi deb atash qabul qilingan. Havo temperaturasi ortishi bilan, uning to'yinish chegarasi ham ortib boradi.

Havodagi suv bug'ining to'yinganlik darajasini baholash uchun nisbiy namlik tushunchasi kiritilgan. Temperaturasi  $t$  bo'lgan havoda mavjud bo'lgan suv bug'ining zichligi, absolyut namligi shu temperaturada to'yingan bug' zichligiga nisbatining foizlarda olingan qiymati **havoning nisbiy namligi** deyiladi, ya'ni:

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} 100\%. \quad (2)$$

Demak, absolyut namlikning berilgan temperaturadagi to'yingan bug' zichligiga nisbati nisbiy namlik ekan. Nisbiy namlik havoning suv bug'iga qanchalik to'yinganligini anglatadi. Nisbiy namlik 100% ga teng bo'lganda havodagi suv bug'ining to'yinganligi, bug'lanish sodir bo'lmayotganligini bildiradi.

Ba'zida havodagi suv bug'ining bosimi ham absolyut namlik deyiladi. Shuning uchun absolyut namlikni suv bug'ining bosimi orqali ham ifodalashimiz mumkin. Temperaturasi  $t$  bo'lgan havoda mavjud bo'lgan suv bug'i bosimi  $p$  ning shu temperaturada to'yingan bug'ning bosimi  $p_0$  ga nisbatining foizlarda olingan qiymati orqali havoning nisbiy namligi deyiladi va uni quyidagicha hisoblaymiz, ya'ni:

$$\varphi = \frac{p}{p_0} 100\%, \quad (3)$$

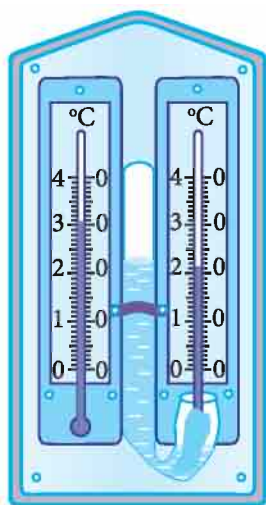
bunda  $p$  – havodagi suv bug'ining bosimi,  $p_0$  – to'yingan bug'ning bosimi.

Temperaturaning turli qiymatlari uchun to'yingan suv bug'ning zichligi va to'yingan suv bug'ining bosimi quyidagi jadvalda keltirilgan.

$t, ^\circ\text{C}$	$\rho_0, \text{g/m}^3$	$p_0, \text{kPa}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho_0, \text{g/m}^3$	$p_0, \text{kPa}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho_0, \text{g/m}^3$	$p_0, \text{kPa}$
1	5,2	0,653	11	10,0	1,31	21	18,3	2,49
2	5,6	0,706	12	10,7	1,39	22	19,4	2,64
3	6,0	0,759	13	11,4	1,49	23	20,6	2,81
4	6,4	0,813	14	12,1	1,59	24	21,8	2,98
5	6,8	0,880	15	12,8	1,71	25	23,0	3,17
6	7,3	0,933	16	13,6	1,81	26	24,4	3,36
7	7,8	0,999	17	14,5	1,93	27	25,5	3,56
8	8,3	1,07	18	15,4	2,07	28	27,2	3,78
9	8,8	1,15	19	16,3	2,19	29	28,7	3,99
10	9,4	1,23	20	17,3	2,33	30	30,3	4,24



## Havoning nisbiy namligini o'lchash



57-rasm.

Tuzilishi oddiy bo'lgan Avgust psixrometridan foydalanib havo namligini o'lchash mumkin (yunoncha *psixros-sovug*). U biri quruq, ikkinchisi nam termometrdan iborat (57-rasm). Birinchi termometr havo temperaturasi o'lchaydi. Ikkinchisining uchi mato bilan o'ralib, pastki uchi 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 (15–28 °C uchun) jadvalda keltirilgan.

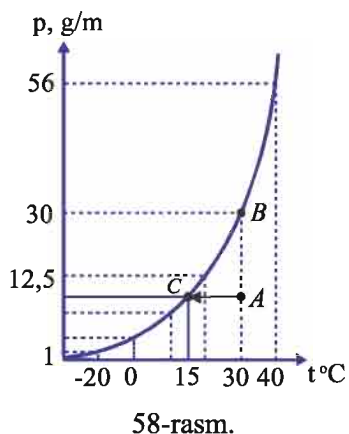
Masalan, 57-rasmdagi psixrometrlarning quruq termometri 28 °C, nam termometri 21 °C ni ko'rsatmoqda. Bunda termometrlardagi farq 7 °C ni tashkil etadi. Psixrometrik jadvaldan havoning nisbiy namligi 53 % ekanligini aniqlash mumkin.

### 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
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20	12
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22	15
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24	17
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29	22
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32	26
22	100	92	83	75	68	61	54	47	40	34	28
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36	30
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38	33
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
27	100	92	85	78	71	65	59	52	47	41	36
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	29
	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.

### 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.

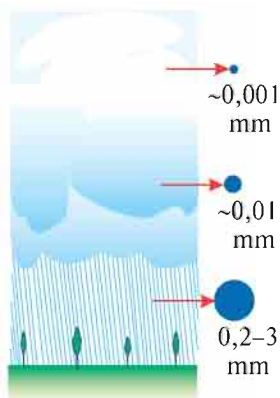
To'yinmagan suv bug'i sovitilsa, ma'lum bir temperaturada to'yingan bug'ga aylanadi. Aytaylik, kunduzi 30 °C li havoning absolyut namligi 12,5 g/m<sup>3</sup> bo'lsin (58-rasmdagi A nuqta). Bunday temperaturada havodagi suv bug'lari to'yinmagan bo'ladi, to'yinishi uchun suv bug'ining zichligi 30 g/m<sup>3</sup> 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 g/m<sup>3</sup>) 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.**

Havoning absolyut namligini shudring nuqta orqali aniqlaydigan asbobga **gigrometr** deyiladi.

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



59-rasm.

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 yanada pasayganda to'yingan bug'lar kondensatsiyalanib, mayda suv zarrachalarini hosil qiladi. Ular bizga **bulut** bo'lib ko'rinadi. Temperatura yanada pasayganda suv zarrachalari birlashib, suv tomchilariga aylana boradi. O'z og'irligini tutib turolmagan suv tomchilari yerga **yomg'ir** bo'lib tusha boshlaydi (59-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 (60-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.



60-rasm.

### Ob-havo

Havoning temperaturasi, namligi, bosimi, shamol, bulut, 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 temperaturasi, 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 temperaturasining 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 temperaturasining 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 Toshkent shahrida va viloyatlarda gidrometeorologik markaz xizmat qiladi.



1. Absolyut 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?

## 42-§. LABORATORIYA ISHI. HAVONING NISBIY NAMLIGINI ANIQLASH

**Ishning maqsadi:** Havoning namligini tajribada aniqlashni o'rganish.

**Kerakli jihozlar:** Avgust psixrometri (yoki ikkita bir xil termometrlar), suv solinadigan idish va doka.

Laboratoriya ishini bajarishdan oldin quyidagi jadvalni chizib oling.

№	$t$ , C	$t_h$ , C	$\Delta t$ , C	$\varphi$ , %	$\rho$ , g/m <sup>3</sup>
1					
2					
3					

### Ishni bajarish tartibi

1. Psixrometr idishchasiga suv soling va 4-5 daqiqa kuting.
2. Quruq va ho'l termometrlar ko'rsatishlarini yozib oling.
3. Quruq va ho'l termometrlarning  $t$  va  $t_h$  ko'rsatishlarini yozib oling.
4. Quruq va ho'l termometrlarning ko'rsatishlarining farqini, ya'ni:  $\Delta t = t - t_h$  hisoblang.
5. Psixrometrik jadvaldan quruq termometrning  $t$  ko'rsatishiga va  $\Delta t$  mos kelgan nisbiy namlikni belgilang (121- betda psixrometrik jadval berilgan).
6. 120-betda berilgan jadvaldan foydalanib, xonadagi absolyut namlikni aniqlang.
7. Tajriba natijalarini jadvalga yozing.

**Izoh.** Laboratoriya o'quv jihozlari ichida Avgust psixrometri bo'lmay, faqat termometrlar bo'lsa, ulardan psixrometr qurilmasini yig'ish mumkin. Agar faqat bitta termometr bo'lsa, u holda dastlab xona temperaturasini o'lchab olasiz. So'ng shu termometrning rezervuarini ho'l mato (doka) bilan o'rab, matoning bir qismini suvli idishga tushirib qo'yasiz. 5-6 daqiqa o'tgach termometrning ko'rsatishini yozib olasiz. Olingan natijalar asosida havoning nisbiy namligini hisoblaysiz.



1. Havoning nisbiy namligini aniqlash usulini ayting.
2. Tajriba natijalariga ko'ra, xonadagi absolyut namlik qanday hisoblanadi?

### 43-§. MASALALAR YECHISH

**1-masala.** 16 °C temperaturada havodagi nisbiy namlik 70 % ni tashkil qilgan bo'lsa, absolyut namlik qanday bo'ladi? 16 °C temperaturada to'yingan suv bug'ining zichligi 13,6 g/m<sup>3</sup> ga teng.

<b>Berilgan:</b> $t = 16\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\varphi = 70\%$ $\rho_t = 13,6\text{ g/m}^3$	<b>Formulasi:</b> $\varphi = \frac{\rho}{\rho_t} \cdot 100\%; \quad \rho = \frac{\varphi \cdot \rho_t}{100\%}$	<b>Hisoblash:</b> $\rho = 0,7 \cdot 13,6\text{ g/m}^3 = 9,52\text{ g/m}^3$
<b>Topish kerak:</b> $\rho = ?$	$[\rho] = \frac{\varphi \cdot \rho_t}{100\%} = \frac{\%}{\%} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	<b>Javob:</b> $\rho = 9,52\text{ g/m}^3$

**2-masala.** 17 °C temperaturada havodagi suv bug'ining bosimi 2 kPa ga teng bo'lsa absolyut namlik nimaga teng bo'ladi?

<b>Berilgan:</b> $t = 17\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T = 290\text{ K}$ $p = 2 \cdot 10^3\text{ Pa}$ $M = 18 \cdot 10^{-3}\text{ kg/mol}$	<b>Formulasi:</b> $pV = \frac{m}{M}RT; \quad \frac{m}{V} = \frac{Mp}{RT}$ $\rho = \frac{m}{V}; \quad \rho = \frac{Mp}{RT}$	<b>Hisoblash:</b> $\rho = \frac{18 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^3\text{ kg}}{8,31 \cdot 290\text{ m}^3} = 14,9 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
<b>Topish kerak:</b> $\rho = ?$	$[\rho] = \frac{\frac{\text{kg}}{\text{mol}} \cdot \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}{\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot \text{K}} = \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}{\text{N} \cdot \text{m}} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	<b>Javob:</b> $\rho = 14,9\text{ g/m}^3$

**3-masala.** Temperaturasi 20 °C bo'lgan havoda, temperaturasi 8 °C bo'lgan jism terlay boshlaydi. Havoning nisbiy namligini aniqlang. 8 °C temperaturada to'yingan suv bug'ining bosimi 1,06 kPa, 20 °C temperaturada to'yingan suv bug'ining bosimi 2,33 kPa ga teng.

<b>Berilgan:</b> $t_1 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_2 = 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ $p = 1,06\text{ kPa} = 1060\text{ Pa}$ $p_0 = 2,33\text{ kPa} = 2330\text{ Pa}$	<b>Formulasi:</b> $\varphi = \frac{p_p}{p_{tb}} \cdot 100\%$	<b>Hisoblash:</b> $\varphi = \frac{1060}{2330} \cdot 100\% = 45,5\%$
<b>Topish kerak:</b> $\varphi = ?$	$[\rho] = \frac{\text{Pa}}{\text{Pa}} \cdot \% = \%$	<b>Javob:</b> $\varphi = 45,5\%$



1. Qaynash temperaturasida 5 kg suvni to'la bug'ga aylanishi uchun qancha issiqlik miqdori kerak? Suvning solishtirma bug'lanish issiqligi  $2,3 \cdot 10^6$  J/kg.
2. Massasi 50 g bo'lgan bug' kondensatsiyalanganda qancha issiqlik ajraladi?
3.  $20^\circ\text{C}$  temperaturada  $4\text{ m}^3$  havoda 40 g suv bug'i bo'lsa, havoning nisbiy namligi qancha?  $20^\circ\text{C}$  temperaturada to'yingan suv bug'ining zichligi  $17,3\text{ g/m}^3$ .
4.  $20^\circ\text{C}$  temperaturada havodagi suv bug'ining bosimi  $1,54\text{ kPa}$  ga teng. Agar  $20^\circ\text{C}$  temperaturada to'yingan suv bug'ining bosimi  $2,43\text{ kPa}$  bo'lsa, nisbiy namlikni aniqlang.
5.  $20^\circ\text{C}$  temperaturada havodagi suv bug'ining zichligi  $17\text{ g/m}^3$  ni tashkil etadi. Agar havoning absolyut namligi  $11\text{ g/m}^3$  bo'lsa, nisbiy namligi qancha?
6.  $24^\circ\text{C}$  temperaturada havoning nisbiy namligi  $50\%$  bo'lsa, absolyut namlik qanday bo'ladi?  $24^\circ\text{C}$  temperaturada to'yingan suv bug'ining zichligi  $21,8\text{ g/m}^3$ .
7. Psixrometrning quruq termometri  $24^\circ\text{C}$  ni, nam termometri  $19^\circ\text{C}$  ni ko'rsatmoqda. Psixrometrik jadvaldan foydalanib, havoning nisbiy namligini aniqlang.

#### IV BOBNI TAKRORLASH UCHUN TEST TOPSHIRIQLARI

1. Suyuqlikning sirt taranglik koeffitsiyentining birligi qaysi javobda to'g'ri berilgan?

- A) J·s;                      B) J/m;                      C) J/m<sup>3</sup>;                      D) N/m.

2. Diametri  $1,46\text{ mm}$  bo'lgan kapilyar nayda suv qancha balandlikka ko'tariladi (cm)? Suvning sirt taranglik koeffitsiyenti  $73\text{ mN/m}$  ga teng.

- A) 4;                      B) 2;                      C) 1;                      D) 8.

3. Suv kapilyar naychada  $2,8\text{ cm}$  ga ko'tarildi. Naychani diametrini aniqlang (mm). Suvning sirt taranglik koeffitsiyenti  $7 \cdot 10^{-2}\text{ N/m}$  deb hisoblang.

- A) 1;                      B) 2;                      C) 0,2;                      D) 0,7.

4. Diametrlari 2 va 1 mm bo'lgan ikkita kapilyardagi suv sathlarining farqini aniqlang (m). Suvning sirt taranglik koeffitsiyenti  $73\text{ mN/m}$ .

- A)  $14,6 \cdot 10^{-3}$ ;                      B)  $28,8 \cdot 10^{-3}$ ;                      C)  $43,2 \cdot 10^{-3}$ ;                      D)  $57,6 \cdot 10^{-3}$ .

5.  $20^\circ\text{C}$  temperaturada diametri  $1\text{ mm}$  bo'lgan vertikal shisha naychadan suv tomchisi uzildi. Tomchining og'irligi nimaga teng (mN)? Suvning sirt taranglik koeffitsiyenti  $73\text{ mN/m}$  ga teng.

- A) 0,11;                      B) 0,32;                      C) 0,50;                      D) 0,23.

6. Yer sirtidagi kapilyar naychada suv  $12\text{ mm}$  ga ko'tariladi. Agar Oyda erkin tushish tezlanishi yerdagidan 6 marta kichik ekanligi ma'lum bo'lsa, Oyda shu naychadagi suv qancha balandlikka ko'tariladi (mm)?

- A) 134;                      B) 36;                      C) 72;                      D) 24.

**7. Elastiklik (Yung) moduli qanday birlikda o'lanadi?**

- A) N/m;                      B) N·m;                      C) Pa·m;                      D) Pa.

**8. Yuk osilganda sim 1,5 mm cho'zilsa, xuddi shunday, lekin 3 marta uzun simga shu yuk osilganda u qanchaga (mm) cho'ziladi?**

- A) 4;                      B) 2,25;                      C) 3;                      D) 4,5.

**9. Uzunligi 1,2 m va ko'ndalang kesim yuzi 1,5 mm<sup>2</sup> bo'lgan simga qanday kuch qo'yilganda u osilganda sim 2 mm ga uzaydi. Shu sim uchun Yung moduli 180 GPa.**

- A) 260;                      B) 225;                      C) 130;                      D) 450.

**10. Po'lat sim uchlariga  $8 \cdot 10^7$  Pa mexanik kuchlanish qo'yilganda qanday nisbiy uzayish bo'ladi? Po'lat uchun Yung moduli 200 GPa.**

- A)  $4 \cdot 10^{-4}$ ;                      B)  $4 \cdot 10^{-2}$ ;                      C)  $2 \cdot 10^{-3}$ ;                      D)  $5 \cdot 10^{-3}$ .

**11. Kristall jism erishni boshlagandan so'ng erib tugaguncha temperaturasi qanday o'zgaradi?**

- A) ortadi;                      B) kamayadi;  
C) o'zgarmaydi;                      D) avval ortadi, so'ngra kamayadi.

**12. Muz 0 °C temperaturada erimoqda. Bunda energiya yutiladimi yoki ajraladimi?**

- A) yutiladi;                      B) ajraladi;  
C) yutilmaydi ham, ajralmaydi ham;                      D) muzning massasiga bog'liq.

**13. Suv o'zgaras 0 °C temperaturada muzga aylanadi. Bunda energiya yutiladimi yoki ajraladimi?**

- A) yutiladi;                      B) ajraladi;  
C) yutilmaydi ham, ajralmaydi ham;                      D) muzning birinchi kristallchalari hosil bo'lishida ajraladi, so'ngra yutiladi.

**14. Kristall qattiq jismlarning o'zgaras temperaturada erish jarayonida ichki energiyasi qanday o'zgaradi?**

- A) o'zgaraydi;                      B) ortadi;  
C) kamayadi;                      D) ba'zan ortadi yoki kamayadi.

**15. Solishtirma qotish issiqligining birligi qaysi javobda to'g'ri berilgan?**

- A) J/kg;                      B) J/kg·K;                      C) J/K;                      D) J.

**16. Erish temperaturasida turgan 300 g chugunni to'la eritish uchun unga qanday issiqlik berish kerak bo'ladi (kJ)? Chugunning solishtirma erish issiqligi 130 kJ/kg.**

- A) 39;                      B) 43;                      C) 10;                      D) 26.



#### IV BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

Suyuqlik xossalari	Suyuqlik o'z hajmini saqlaydi, lekin o'z shakliga ega emas. Idishga quyilgan suyuqlik shu idish shaklini oladi. Suyuqlik oquvchanlik xossasiga ega.
Sirt taranglik	Sirt taranglik suyuqlikning sirt qatlamidagi molekularning suyuqlik ichiga yo'nalgan kuchlarning mavjudligi tufayli hosil bo'ladi.
Sirt taranglik kuchi	Sirt qatlamini chegaralovchi chiziqqa ta'sir qiluvchi sirt taranglik kuchi shu chiziqning uzunligiga proporsional hamda suyuqlikning turiga bog'liq bo'ladi, ya'ni: $F = \sigma l$ . Bunda $\sigma$ – suyuqlikning tabiatiga bog'liq bo'lgan suyuqlik sirtining xossalari xarakterlovchi kattalik bo'lib, sirt taranglik koeffitsiyenti deb ataladi.
Sirt energiyasi	Suyuqlik sirtidagi barcha molekularning suyuqlik hajmidagi molekularga nisbatan ortiqcha potensial energiyasi sirt energiyasi deb ataladi. Sirt energiyasi quyidagi formula bilan aniqlanadi: $W = \sigma \cdot S$ .
Qattiq jism sirtining ho'llanishi	Suyuqlik va qattiq jism molekulari orasidagi tortishish kuchlari suyuqlik molekularining o'zaro tortishish kuchlaridan katta bo'lsa, suyuqlik qattiq jism sirtini ho'llaydi.
Qattiq jism sirtining ho'llanmasligi	Suyuqlik va qattiq jism molekulari orasidagi tortishish kuchlari suyuqlik molekularining o'zaro tortishish kuchlaridan kichik bo'lsa, suyuqlik qattiq jism sirtini ho'llamaydi.
Kapillyar hodisa	Suyuqlikning ingichka naychalarda – kapillyarda keng idishdagi suyuqlik sathiga nisbatan ko'tarilishi yoki pasayishi kapillyar hodisa deb ataladi.
Kapillyarda ko'tarilgan (yoki tushgan) suyuqlik balandligi	To'liq ho'llovchi suyuqlikning kapillyarda ko'tarilish balandligi yoki to'liq ho'llamovchi suyuqlikning pasayish chuqurligi quyidagi formula bilan aniqlanadi: $h = \frac{2\sigma}{\rho_s r g}$ .
Kristall jismlar	Atom yoki molekulari fazoda muayyan tartibli davriy strukturani tashkil etgan qattiq jismlar kristall jismlar deb ataladi.

Anizotropiya	Jismning fizik xossalari uning yo'nalishlariga bog'liqligi anizotropiya deb ataladi. Kristall jismlar anizotrop xossaga ega.
Polikristall	Bir-biriga nisbatan tartibsiz holatdagi ko'p kristallchalardan tuzilgan jism polikristall deb ataladi.
Monokristall	Agar jism yaxlit kristalldan iborat bo'lsa, bunday jism monokristall deb ataladi.
Izotropiya	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.
Deformatsiya	Jismning tashqi kuch ta'sirida o'z shaklini yoki o'lchamini o'zgartirishi deformatsiya deb ataladi.
Elastik deformatsiya	Tashqi kuchlarning ta'siri to'xtatilgandan keyin jism shakli yoki o'lchami o'zining dastlabki holatiga qaytsa, bunday deformatsiyaga elastik deformatsiya deyiladi.
Plastik deformatsiya	Jismga qo'yilgan tashqi ta'sir to'xtatilgandan so'ng deformatsiya yo'qolmasa, bunday deformatsiya plastik deformatsiya deyiladi.
Mexanik kuchlanish	Deformatsiyalangan jismning birlik ko'ndalang kesim yuzasiga ta'sir qilayotgan deformatsiyalovchi kuchga son jihatidan teng bo'lgan fizik kattalik mexanik kuchlanish deyiladi.
Kristall jismning erishi	Moddaning qattiq holatdan suyuq holatga o'tish jarayoni erish deb ataladi. Kristall jismning eriyotgandagi temperaturasi shu kristallning erish temperaturasi deb ataladi.
Bug'lanish	Moddaning suyuq yoki qattiq agregat holatdan gaz holatga o'tish jarayoni bug'lanish deyiladi.
Kondensatsiya	Bug'ning suyuqlikka yoki qattiq holatga aylanish jarayoni kondensatsiya deb ataladi.
Qaynash	Suyuqlikning butun hajmi bo'ylab bug' hosil bo'lish jarayoni qaynash deb ataladi.
To'yingan bug'	O'zining suyuqligi bilan dinamik muvozanatda bo'lgan bug' to'yingan bug' deb ataladi.
Havoning absolyut namligi	1 m <sup>3</sup> havodagi suv bug'ining massasi havoning absolyut namligi deb ataladi. Berilgan hajmda havodagi suv bug'ining massasi orqali absolyut namlik quyidagicha hisoblanadi: $\rho = \frac{m}{V}$ .

## OPTIKA

Fizikaning «*Optika*» bo‘limida yorug‘likning tabiati, yorug‘lik hodisalari-ning qonuniyatlari, yorug‘lik bilan moddalarning o‘zaro ta’siri o‘rganiladi. Optika (οπτικοζ) yunoncha so‘zdan olingan bo‘lib *ko‘rilgan* ma’nosini bildiradi.

Yorug‘likning *to‘g‘ri chiziq bo‘ylab tarqalishi haqidagi tasavvurlar* 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 Oy tutilishi, kamalak hosil bo‘lishining sababini o‘rganishgan.

1620 – 1630-yillarda gollandiyalik olim *Villebrod Snellius* va fransuz olimi *Rene Dekart* *yorug‘likning sinish qonunini* ifodalab berdi. Robert Guk 1672-yili angliya Qirolligi jamiyatining yig‘ilishida qilgan ma’ruzasida yorug‘lik ko‘ndalang to‘lqin kabi tarqaladi degan fikr (gipoteza)ni aytdi. 1690-yili golland fizigi Xristian Gyugens yorug‘likning bo‘ylama to‘lqin nazariyasini ishlab chiqdi. U shu nazariyaga ko‘ra, akustik va optik hodisalarning bir-biriga o‘xshashligini izohladi hamda yorug‘likning to‘lqin nazariyasini muhit chegarasidan qaytishi va ikki muhit chegarasida sinishi misolida tushuntirdi.

Dunyo olimlari tomonidan optikaning turli yo‘nalishlarida keng miqyosda tadqiqot ishlari olib borilib, 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 sohasida olib borilgan tadqiqot ishlarining natijasidir.

O‘zbekistonda ham optikaning zamonaviy yo‘nalishlari bo‘yicha amaliy ahamiyatga ega bo‘lgan tadqiqot ishlari olib borilib, dunyo fan va texnikasining 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.



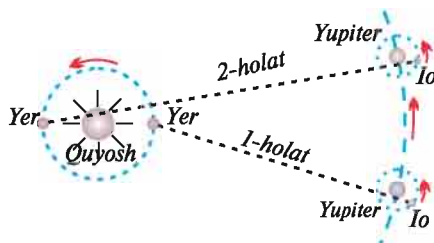
## V BOB YORUG‘LIKNING TARQALISH QONUNLARI. OPTIK ASBOBLAR

### 44-§. YORUG‘LIK TEZLIGINI ANIQLASH

Agar tunda xonaning elektr chirog‘ini yoqsak, bir zumda xonaning yorug‘ bo‘lganligining guvohi bo‘lamiz. Qo‘limizda vaqtni o‘lchaydigan asbob (sekundomer), o‘lchov lentasi bo‘lsa-da, yorug‘likning tarqalish tezligini o‘lchay olmaymiz. Ammo olimlar tomonidan yorug‘lik tezligini o‘lchashning bir necha usullari o‘rganilgan.

#### Yorug‘lik tezligini o‘lchashning astronomik usuli

Yorug‘lik tezligini birinchi bo‘lib daniyalik olim **Olaf Ryomer** 1676-yilda o‘lchadi. U yorug‘lik tezligini Yupiterning «Io» yo‘ldoshi uning soyasiga kirishi va undan chiqishi, ya‘ni tutilishi asosida aniqladi. Astronomik kuzatishlar Yer Yupiterga eng yaqin bo‘lganda (61-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.



61 -rasm.

Bundan  $t = (11 + 11)$  minut = 22 minut bo‘ladi. Ryomer bu vaqtni yorug‘likning Yer orbitasini kesib o‘tishi uchun ketgan vaqt deb tushuntirdi. U Yerning Quyosh atrofida aylanish orbitasi diametrini  $D = 284\,000\,000$  km deb olib,  $c = D/t$  dan yorug‘lik tezligini aniqladi.

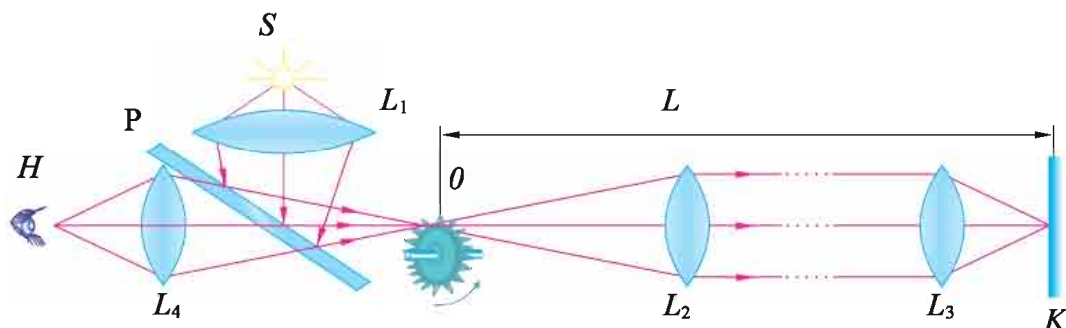


**O. Ryomer 1676-yilda birinchi bo‘lib yorug‘lik tezligini aniqlagan. Uning qiymati taqriban 215 000 000 m/s ga teng bo‘lib chiqqan.**

Garchi yorug‘lik tezligining Ryomer aniqlagan qiymati hozirgi zamondagi aniqlangan 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 *Arman Fizo* tajriba yo'li bilan yorug'lik tezligini aniqroq o'lchash bo'yicha muvaffaqiyatga erishdi. Fizo tajribasining qurilmasi 62-rasmda tasvirlangan. 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. Nur yig'ilgan nuqtaga tishli g'ildirak o'rnatilgan, nur uning tishlari orasidan o'tadi. G'ildirakdan o'tgan nur linza  $L_2$  yordamida parallel nur dastasini hosil qiladi. Parallel nurlar yo'lga juda uzoq masofaga qo'yilgan linza  $L_3$  nurlarni yassi ko'zgu  $K$  ga yig'ib beradi. Ko'zgudan 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.



62-rasm.

G'ildirak sekinroq aylantirilganda qaytgan nurni kuzatuvchi ko'rib turadi. G'ildirakning aylanish tezligi oshirila borilib, ma'lum tezlikka erishganda qaytgan nur kuzatuvchiga ko'rinmay qoladi. 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 yana 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 chastotasini  $\nu$  ( $\nu = 12,67 \text{ s}^{-1}$ ), g'ildirakdagi tishlar soni  $N$  ( $N = 720$ ), g'ildirakdan ko'zgugacha bo'lgan masofani  $l$  ( $l = 8,6 \text{ km}$ ) bilgan holda yorug'lik tezligini  $c = 4 N l \nu$  ifodaga ko'ra aniqladi.



**Fizo tajribasida yorug'lik tezligi 313 300 000 m/s ga teng bo'lib chiqqan.**

Fizo tajribasidan keyin boshqa olimlar tomonidan ham yorug'lik tezligini yanada aniqroq o'lchash usullari o'rganildi. Masalan, fransuz fizigi *Jan 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 ga teng qiymatini oldi.

Amerikalik fizik *Albert 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 299 792 458 m/s ga teng.**

1983-yilda Xalqaro o'lchov va birliklar Bosh assambleyasida yorug'likning vakuumdagi tezligi  $c = 299\,792\,458$  m/s ga teng ekanligini hisobga olib, metrning yangi tavsifi qabul qilingan. «*Metr* – yorug'likning 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'likning vakuumdagi tarqalish tezligini lotin harfi  $c$  bilan belgilash qabul qilingan (lotincha *celeritas* – tezlik). Yorug'lik tezligini yaxlitlab,  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s deb olamiz.



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 bo'lsa, 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? Yerdan Quyoshgacha bo'lgan masofa 149,6 mln km.
3. Fizo usuli bilan yorug'lik tezligini aniqlashda tishli g'ildirak ko'zgidan 8633 m masofaga joylashtirilgan. G'ildirak 720 ta tishga ega. Tajribada yorug'lik tezligi 313000 km/s bo'lib chiqdi. G'ildirak aylanish chastotasi qanday bo'lgan?



## 45-§. YORUG‘LIKNING QAYTISH VA SINISH QONUNLARI

### Yorug‘lik nuri

Yorug‘lik manbayidan chiqayotgan nurlarning yo‘liga kichik tirqish qo‘yilsa, ingichka yorug‘lik nur dastasi hosil bo‘ladi. Yorug‘lik nur dastasi kuzatilsa uning to‘g‘ri chiziq bo‘ylab tarqalayotganligini ko‘ramiz. Yorug‘likning tarqalish yo‘nalishida yorug‘lik energiyasi ham ko‘chadi.



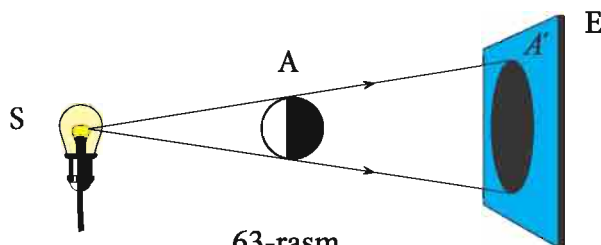
**Yo‘nalishlari fazoning ixtiyoriy nuqtasida yorug‘lik energiyasining ko‘chish yo‘nalishi bilan ustma-ust tushgan geometrik chiziq yorug‘lik nuri deyiladi.**

Demak, yorug‘lik nuri geometrik tushunchadir. Yorug‘likning tarqalish qonunlarini o‘rganadigan bo‘lim geometrik optika deb ataladi. Tajriba yo‘li bilan geometrik optikaning quyidagi to‘rtta qonunlari asoslangan:

- yorug‘likning to‘g‘ri chiziq bo‘ylab tarqalish qonuni;
- yorug‘likning mustaqillik qonuni;
- yorug‘likning qaytish qonuni;
- yorug‘likning sinish qonuni.

### Yorug‘likning to‘g‘ri chiziq bo‘ylab tarqalishi

S nuqtaviy yorug‘lik manbayi bilan ekran orasiga A jismni qo‘yaylik (63-rasm). Yorug‘lik to‘g‘ri chiziq bo‘ylab tarqalayotgani uchun A jism yorug‘lik nurini to‘siq qoladi, natijada bu jismning orqasida kesik konus shaklidagi soya hosil bo‘ladi. Bu kesik konus ichidagi birorta nuqtaga S manbadan kelayotgan yorug‘lik tushmaydi. Shuning uchun bunday konus o‘qiga tik qilib qo‘yilgan E ekranda A jismning A’ soyasi hosil bo‘ladi. Bundan yorug‘likning to‘g‘ri chiziq bo‘ylab tarqalishi kuzatiladi. Quyoshli kunda daraxt, binolarning soyasi yorug‘likning to‘g‘ri chiziq bo‘ylab tarqalishi natijasida hosil bo‘ladi.



63-rasm.

### Yorug‘likning mustaqilligi

Sinf xonasiga yoki katta binoni yaxshi yoritish maqsadida bir nechta yorug‘lik chiqaradigan manbalar o‘rnatiladi. Ular ishlayotganida har biridan yorug‘lik nuri chiqadi va atrofga tarqaladi. Yorug‘lik nurlari o‘zaro kesishganda bir-biriga hech qanday ta‘sir ko‘rsatmaydi. Bu esa, yorug‘lik nurining mustaqillik tamoyiliga ega ekanligini bildiradi.



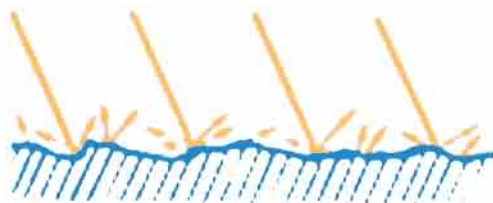
## Yorug'likning qaytishi

Quyoshdan, lampadan va boshqa manbalardan kelayotgan yorug'lik devor, Yer va buyumlarga tushganda ulardan qaytadi. Qaytgan nur ko'zimizga tushgach, biz uning shakli, rangini sezamiz.

Agar sirt notekis bo'lsa, nur dastasi sirt chegarasida sochiladi. Sirtidan qaytgan yorug'lik nurlari turli yo'nalishlarda tarqala boshlaydi. Yorug'likning bunday qaytishi **tarqoq qaytish** yoki **diffuz qaytish** deb ataladi (64-rasm).



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



64-rasm.

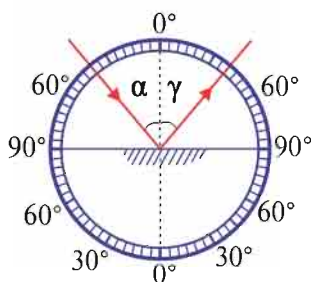


65-rasm.

Yorug'likni yaxshi qaytaruvchi silliq sirtga **ko'zgu** deyiladi. Agar ko'zgu sirti yassi bo'lsa, unga **yassi ko'zgu** deyiladi. Yassi ko'zguga tushgan parallel nurlar dastasi qaytgandan keyin ham parallel nurlar dastasi ko'rinishida qoladi (65-rasm). Yorug'likning bunday qaytishini **tekis qaytish** yoki ko'zqusimon qaytish deb atash qabul qilingan.



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



66-rasm.

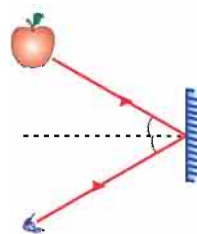
Sirtidan nurlarning ko'zqusimon qaytishi quyidagi qaytish qonuniga bo'ysunadi (66-rasm):

**1. Tushgan nur, qaytgan nur va ikki muhit chegarasiga nurning tushish nuqtasiga o'tkazilgan perpendikulyar bir tekislikda yotadi.**

**2. Qaytish burchagi  $\gamma$  tushish burchagi  $\alpha$  ga teng, ya'ni:**

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

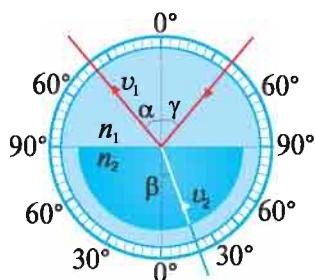
Yassi ko'zgu orqali biror narsaning ko'zgodagi aksini ko'rish yorug'likning qaytish qonuniga asoslangan (67-rasm).



67-rasm.

### Yorug'likning sinish qonuni

Yorug'lik nuri dastasi shisha, suv va boshqa shaffof moddalar sirtidan ham qaytadi, ham sinib ikkinchi muhitga o'tadi. Ikki muhit chegarasida nurning sinishi quyidagi sinish qonuniga bo'ysunadi (68-rasm):



68-rasm.

1. Tushgan nur, singan nur va ikki muhit chegarasiga nurning tushish nuqtasiga o'tkazilgan perpendikulyar 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 nur sindirish ko'rsatkichi** deyiladi va quyidagicha ifodalanadi:

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

Bunda  $n_{21}$ – ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan nisbiy nur sindirish ko'rsatkichi,  $\alpha$  – nurning tushish burchagi,  $\beta$  – nurning sinish burchagi.

Ko'p hollarda nisbiy nur sindirish ko'rsatkichi o'rniga **absolyut nur sindirish ko'rsatkichi** qo'llaniladi. Moddaning absolyut 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 absolyut sindirish ko'rsatkichi ( $n$ ) jadvalda keltirilgan.

№	Modda	$v, 10^8$ m/s	$n$	№	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

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.

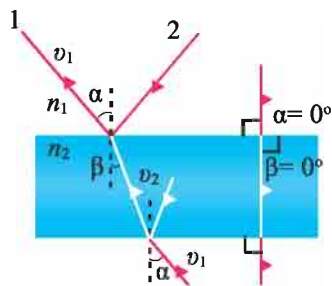
Agar nur tushayotgan muhitda yorug'lik tezligi  $v_1$ , sindirish ko'rsatkichi  $n_1$ , nur singan muhitda yorug'lik tezligi  $v_2$ , sindirish ko'rsatkichi  $n_2$  bo'lsa, quyidagi munosabatni yozish mumkin:

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

Nur tushayotgan muhitning nur sindirish ko'rsatkichi  $n_1$ , nur 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  $\beta < \alpha$  va  $n_2 < n_1$  da  $\beta > \alpha$ .



69-rasm.

Yorug'lik nuri havodan ( $n_1 = 1$ ) shishaga ( $n_2 = 1,5$ )  $\alpha$  burchak ostida tushib, undan yana havoga o'tsin (69-rasm, 1-nur). Bu holda nur shishadan havoga o'tishdagi sinish burchagi ham  $\alpha$  ga teng bo'ladi.

Ikki muhit chegarasiga perpendikulyar tushganda nur sinmaydi, chunki tushish burchagi  $\alpha = 0^\circ$  va sinish burchagi  $\beta = 0^\circ$  bo'ladi (69-rasm, 2 -nur).



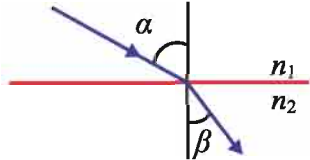
1. Yorug'lik nuri nima?
2. Yorug'likning tarqoq qaytishining sababi nimada?
3. Bir jinsli shaffof muhitda yorug'likning tarqalishi qanday qonunga asoslangan?
4. Yorug'likning qaytish qonuni nimadan iborat?
5. Yorug'lik nurining muhit chegarasida sinishiga sabab nima?
6. Yorug'likning sinish qonunini ta'riflab bering.
7. Absolyut nur sindirish ko'rsatkichining fizik ma'nosini tushuntiring.
8. Nega kunduz kuni yulduzlarni ko'rmaymiz?
9. Biz yorug'likni shisha orqali kuzatsak, nur bizning ko'zimizga kelguncha necha marta sinadi?
10. Nur sindirish ko'rsatkichi nurning muhitda tarqalish tezligiga bog'liqligi qanday ifodalanadi?



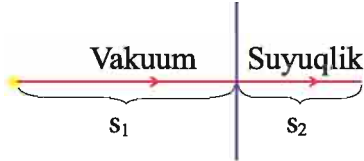
1. Stakan ichiga tanga solib, uning ustidan suv quyung. Stakandagi suvning sathi orta borishi bilan tanga go'yoki ko'tarila borgandek bo'ladi. Buning sababini izohlang.

## 46-§ MASALALAR YECHISH

**1-masala.** Yorug'lik nurining birinchi muhitdan ikkinchi muhitga o'tganda tushish burchagi  $60^\circ$ , sinish burchagi esa  $30^\circ$  ga teng. Ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan sindirish ko'rsatkichi qanchaga teng?

<b>Berilgan:</b> $\alpha = 60^\circ$ $\beta = 30^\circ$	<b>Chizmasi:</b> 				
<b>Topish kerak:</b> $n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = ?$	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> <b>Formulasi:</b>  <math display="block">n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}</math> </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> <b>Hisoblash:</b>  <math display="block">n_{21} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{3}.</math> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;"> <b>Javob:</b> <math>n_{21} = \sqrt{3}.</math> </td> </tr> </table>	<b>Formulasi:</b> $n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$	<b>Hisoblash:</b> $n_{21} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{3}.$	<b>Javob:</b> $n_{21} = \sqrt{3}.$	
<b>Formulasi:</b> $n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$	<b>Hisoblash:</b> $n_{21} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{3}.$				
<b>Javob:</b> $n_{21} = \sqrt{3}.$					

**2-masala.** Agar yorug'lik to'liqini qandaydir vaqt davomida vakuumda 45 cm masofa o'tsa, biror suyuqlikda esa shuncha vaqtda 30 cm masofani o'tadi. Bu suyuqlikning nur sindirish ko'rsatkichi nimaga teng?

<b>Berilgan:</b> $n_1 = 1$ $s_1 = 45 \text{ cm}$ $s_2 = 30 \text{ cm}$	<b>Chizmasi:</b> 				
<b>Topish kerak:</b> $n_2 = ?$	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> <b>Formulasi:</b>  <math display="block">v_1 = \frac{c}{n_1} \quad \text{va} \quad v_2 = \frac{c}{n_2}</math> <math display="block">v_1 \cdot n_1 = v_2 \cdot n_2 \quad v_1 = \frac{s_1}{t} \quad v_2 = \frac{s_2}{t}</math> <math display="block">\frac{s_1}{t} \cdot n_1 = \frac{s_2}{t} \cdot n_2 \quad n_2 = \frac{s_1 \cdot n_1}{s_2}</math> </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> <b>Hisoblash:</b>  <math display="block">n_2 = \frac{45 \text{ cm} \cdot 1}{30 \text{ cm}} = 1,5.</math> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;"> <b>Javob:</b> <math>n_2 = 1,5.</math> </td> </tr> </table>	<b>Formulasi:</b> $v_1 = \frac{c}{n_1} \quad \text{va} \quad v_2 = \frac{c}{n_2}$ $v_1 \cdot n_1 = v_2 \cdot n_2 \quad v_1 = \frac{s_1}{t} \quad v_2 = \frac{s_2}{t}$ $\frac{s_1}{t} \cdot n_1 = \frac{s_2}{t} \cdot n_2 \quad n_2 = \frac{s_1 \cdot n_1}{s_2}$	<b>Hisoblash:</b> $n_2 = \frac{45 \text{ cm} \cdot 1}{30 \text{ cm}} = 1,5.$	<b>Javob:</b> $n_2 = 1,5.$	
<b>Formulasi:</b> $v_1 = \frac{c}{n_1} \quad \text{va} \quad v_2 = \frac{c}{n_2}$ $v_1 \cdot n_1 = v_2 \cdot n_2 \quad v_1 = \frac{s_1}{t} \quad v_2 = \frac{s_2}{t}$ $\frac{s_1}{t} \cdot n_1 = \frac{s_2}{t} \cdot n_2 \quad n_2 = \frac{s_1 \cdot n_1}{s_2}$	<b>Hisoblash:</b> $n_2 = \frac{45 \text{ cm} \cdot 1}{30 \text{ cm}} = 1,5.$				
<b>Javob:</b> $n_2 = 1,5.$					

**3-masala.** Yorug‘lik nuri birinchi muhitdan ikkinchi muhitga  $45^\circ$  burchak ostida tushib, ikkinchi muhitga  $30^\circ$  burchak ostida sinib o‘tadi. Birinchi muhitning absolyut nur sindirish ko‘rsatkichi  $\sqrt{2}$  ga teng bo‘lsa, yorug‘likning ikkinchi muhitdagi tezligi nimaga teng?

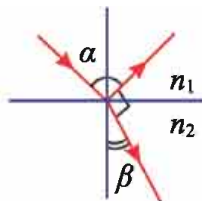
**Berilgan:**

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\beta = 30^\circ$$

$$n_1 = \sqrt{2}$$

**Chizmasi:**



**Topish kerak:**

$$v_2 = ?$$

**Formulasi:**

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

$$v_2 = \frac{c}{n_2}.$$

**Hisoblash:**

$$n_2 = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} \cdot \sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}/2}{1/2} \cdot \sqrt{2} = 2$$

$$v_2 = \frac{c}{n_2} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m}}{2 \text{ s}} = 1,5 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

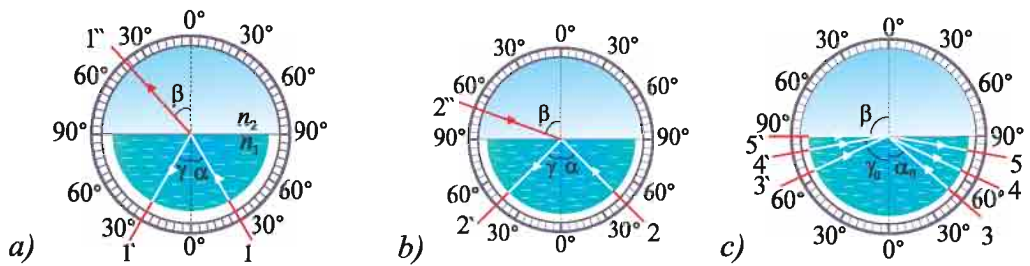
**Javob:**  $v_2 = 1,5 \cdot 10^8 \text{ m/s}.$



1. Tushgan va qaytgan nurlar orasidagi burchak  $70^\circ$  bo‘lishi uchun yassi ko‘zguga nur qanday burchak ostida tushishi lozim?
2. Yassi ko‘zguda buyum tasviri ko‘zgodan 60 cm masofada hosil bo‘lsa, buyum bilan uning tasviri orasidagi masofa qanday bo‘ladi?
3. Absolyut sindirish ko‘rsatkichi 2 ga teng bo‘lgan muhitda yorug‘lik qanday tezlik bilan tarqaladi?
4. Havodan shishaga tushgan va qaytgan nurlar orasidagi burchak  $60^\circ$  ga teng. Agar shishaning sindirish ko‘rsatkichi 1,5 ga teng bo‘lsa, sinish burchagi qanday bo‘ladi?
5. Nur suvdan shishaga o‘tmoqda. Suvning sindirish ko‘rsatkichi 1,33 ga, shishaniki 1,5 ga teng. Bir xil vaqt ichida shu moddalardan yorug‘lik nuri o‘tgan masofalar nisbati qanday bo‘ladi?

#### 47-§. TO‘LA ICHKI QAYTISH

Yorug‘lik nuri sindirish ko‘rsatkichi katta bo‘lgan muhitdan sindirish ko‘rsatkichi kichik bo‘lgan muhitga tushganda 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 (70-a, rasm).



70- 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:

$$\sin \beta = \frac{n_1}{n_2} \cdot \sin \alpha. \quad (1)$$

Masalan,  $\alpha = 30^\circ$  da  $\beta \approx 42^\circ$  (70-a rasm),  $\alpha = 40^\circ$  da esa  $\beta = 75^\circ$  (70-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 (70-c rasm).

Tushish burchagining chegaraviy qiymati  $\alpha_0$  quyidagicha ifodalanadi:

$$\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}. \quad (2)$$

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

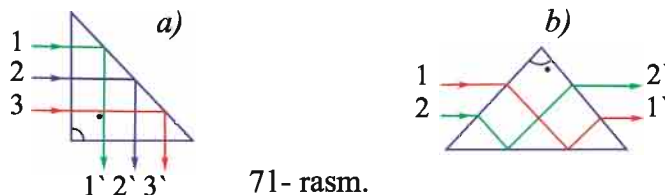
$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{1,5} \approx 0,667 \text{ bundan } \alpha_0 \approx 42^\circ.$$

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.



**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.**

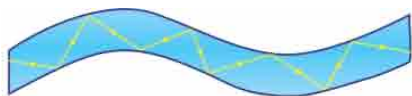
To'la ichki qaytish hodisasidan yorug'lik nurlarini biror yo'nalishga burish (71- a, rasm) yoki nurlar dastasining o'rnini almashtirish (71- b, rasm) uchun foydalaniladi.



71- 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 72-rasmda tasvirlangandek tasavvur qilish mumkin. Tola sindirish ko‘rsatkichlari bir-biridan farq qiluvchi silindr shakli-



72 - rasm.

dagi 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 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.

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

Bunda nur tolali kabel qizilo‘ngach orqali oshqozonga tushiriladi. Kabeldagi bitta toladan yorug‘lik beriladi, ikkinchisidan oshqozon devorlaridan qaytgan yorug‘lik qabul qilinadi.



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. Temperatura ortishi bilan suvning sindirish ko‘rsatkichi biroz kamayadi. Bunda suv uchun to‘la qaytishning chegaraviy burchagi qanday o‘zgaradi?
5. Havoga nisbatan toza suv, shishaga va olmosning sindirish ko‘rsatkichlari 1,33; 1,5 va 2,42 ga teng. Shu moddalardan qaysi birida to‘la ichki qaytishning chegaraviy burchagi eng kichik?
6. Nur havodan suvga tushmoqda. Bunda to‘la ichki qaytish hodisasini kuzatish mumkinmi?



## 48-§. MASALALAR YECHISH

**1-masala.** Yorug‘lik nurining ikki muhit chegarasiga tushish burchagi  $30^\circ$  bo‘lganda, sinish burchagi  $45^\circ$  ekanligini bilgan holda, to‘la ichki qaytishning chegaraviy burchagi qanchaga teng bo‘lishini aniqlang.

**Berilgan:**

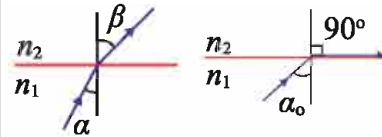
$$\alpha = 30^\circ$$

$$\beta = 45^\circ$$

*Topish kerak:*

$$\alpha_0 = ?$$

**Chizmasi:**



**Formulasi:**

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}; \quad \sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}.$$

**Hisoblash:**

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 45^\circ} = \frac{1/2}{\sqrt{2}/2} = \frac{1}{\sqrt{2}}.$$

$$\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{\sqrt{2}}.$$

**Javob:**  $\alpha_0 = 45^\circ$ .

**2-masala.** Shisha – havo chegarasidagi yorug‘likning to‘la ichki qaytish chegaraviy burchagi  $37^\circ$  ekanligini bilgan holda yorug‘likning shishadagi tezligini aniqlang.

**Berilgan:**

$$\alpha = 37^\circ$$

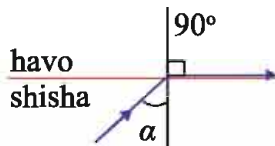
$$n_2 = 1$$

$$\beta = 90^\circ$$

*Topish kerak:*

$$v_1 = ?$$

**Chizmasi:**



**Formulasi:**

$$\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}; \quad n_1 = \frac{n_2}{\sin \alpha_0};$$

$$v_1 = \frac{c}{n_1} = \frac{c}{n_2} \cdot \sin \alpha_0.$$

**Hisoblash:**

sinusning  $37^\circ$  burchakdagi qiymatini jadvaldan olamiz, ya'ni  $\sin 37^\circ \approx 0,6$

$$v_1 = \frac{3 \cdot 10^8}{1} \cdot \sin 37^\circ \approx \approx 3 \cdot 10^8 \cdot 0,6 \approx 1,8 \cdot 10^8 \text{ m/s}.$$

**Javob:**  $v_1 = 1,8 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ .



1. Nur dastasi suvdan ( $n = 1,33$ ) havoga o‘tmoqda. To‘la ichki qaytish yuz berishi uchun suv ichidan tushayotgan nur qanday burchak ostida tushishi kerak?

2. Yoqut uchun to‘la qaytishning chegaraviy burchagi  $34^\circ$  ga teng. Yoqutning sindirish ko‘rsatkichini aniqlang.

3. Agar olmos uchun sindirish ko‘rsatkichi 2 bo‘lsa, yorug‘lik nurining olmosdagi to‘la ichki qaytish chegaraviy burchagi qanday?

4. Nur dastasi sindirish ko'rsatkichi 1,5 bo'lgan bir muhitdan ikkinchi muhitga  $53^\circ$  burchak ostida tushganda, to'la ichki qaytish kuzatildi. Ikkinchi muhitning sindirish ko'rsatkichi qanday bo'lgan?

5. Nur dastasi bir muhitdan nur sindirish ko'rsatkichi 1,2 bo'lgan ikkinchi muhitga  $47^\circ$  burchak ostida tushganda to'la ichki qaytish kuzatildi. Birinchi muhitning nur sindirish ko'rsatkichi qanday bo'lgan?

### 49-§. LABORATORIYA ISHI. SHISHANING NUR SINDIRISH KO'RSATKICHINI ANIQLASH

**Maqsad:** shishaning nur sindirish ko'rsatkichini aniqlashni o'rganish.

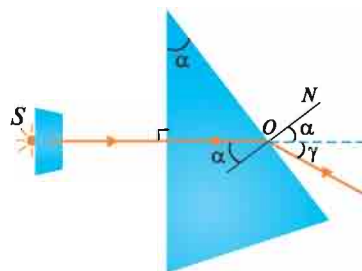
**Kerakli jihozlar:** yorug'lik manbayi, tirqishli to'siq, uchburchakli shisha prizma, ignalar, transportir.

#### Ishni bajarish tartibi

1. Nur dastasi yo'liga uchburchakli shisha prizmani 73-rasmda ko'rsatilgandek joylashtiring. Prizmaning yuqori uchidagi  $\alpha$  burchakni yozib oling (bu burchak prizmagacha yozilgan bo'ladi).

2. 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 yordamida o'lchang.

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



73-rasm.

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

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 shishaning nur sindirish ko'rsatkichini aniqlang.

4. Tajriba jarayonidagi o'lchash va hisoblash natijalarini jadvalga yozing.

№	α	sin α	γ	sin (α+γ)	n	n <sub>o'rt</sub>
1						
2						

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

2. Tajriba jarayonini va natijalarini tahlil qiling.

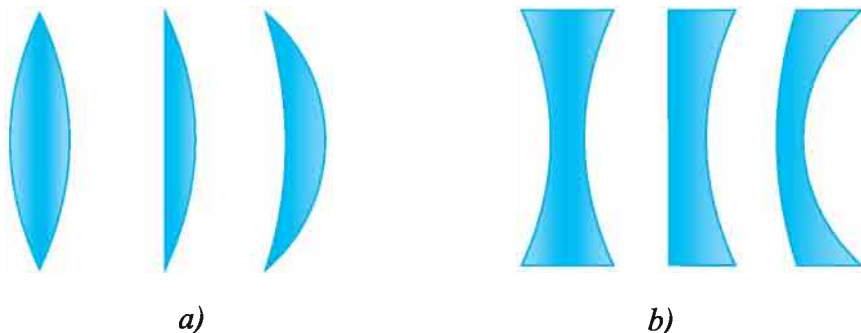
## 50-§. LINZALAR

### Qavariq va botiq linzalar



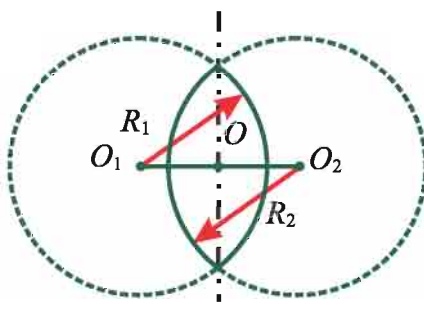
Bir yoki ikki tomoni sferik sirt bilan chegaralangan shaffof jism *linza* deb ataladi.

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 xil linzaning uchtdan turi mavjud (74-rasm).



74-rasm.

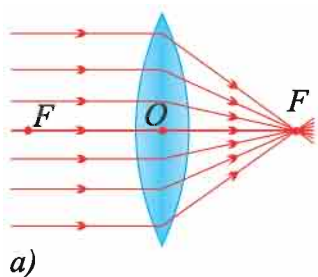
Qavariq linza sirtini  $R_1$  va  $R_2$  radiusli sferalarning o'zaro kesishishidan hosil bo'lgan sirt deb qarash mumkin (75-rasm). Bunda  $R_1$  va  $R_2$  linzaning egrilik radiuslari. Sferalarning  $O_1$  va  $O_2$  markazlaridan o'tkazilgan  $O_1O_2$  to'g'ri chiziq *linzaning bosh optik o'qi* deyiladi. Linzaning o'rtasidagi  $O$  nuqta *linzaning markazi* deyiladi.



75 rasm

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 (76-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 (76-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.

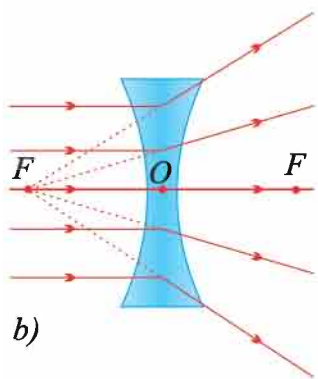


Linzalar ikkita fokusga ega bo'lib, ular linzaning ikki tomonida markazidan bir xil masofada yotadi. Linza markazidan fokusigacha bo'lgan masofa linzaning **fokus masofasi** deyiladi va  $F$  harfi bilan belgilanadi.



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

$$\text{Linzaning optik kuchi: } D = \frac{1}{F}, \quad (1)$$



ifodaga ko'ra aniqlanadi. Optik kuchning asosiy birligi qilib *dioptriya* (1dptr) qabul qilingan. Fokus masofasi 1 m bo'lgan linzaning optik kuchi 1 dptr ga teng bo'ladi: 1 dptr = 1/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:

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

76-rasm.

Bunda nur havodan linzaga tushadi va havoning nur sindirish ko'rsatkichi 1 ga teng deb 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 76-rasmdan ko'rsating.
5. Linzaning optik kuchi deb qanday kattalikka aytiladi? U qanday birlikda ifodalanadi?



1. Qavariq-botiq linzani rasmda ko'rsatilgandek gorizontal qo'ying. Unga suyuqlik quyilsa linzaning optik kuchi qanday o'zgaradi. Tajribada tekshirib ko'ring. Xulosa yozing.

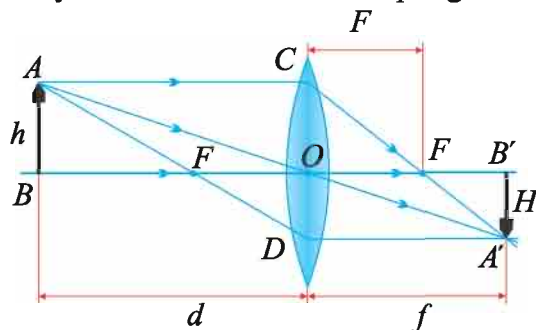


2. Turli xil optik kuchga ega bo'lgan sochuvchi va yig'uvchi linzalar berilgan. Ularning qaysi birining optik kuchi kattaligini qanday aniqlaysiz?

## 51-§. YUPQA LINZA YORDAMIDA TASVIR YASASH

### Linzada tasvir yasash

Biror  $AB$  buyum yig‘uvchi linzadan  $d$  uzoqlikka qo‘yilsa (77-rasm), uning tasviri qanday hosil bo‘ladi? Jism (yoki buyum)ning tasvirini linza yordamida yasash uchun quyidagi nur yo‘nalishlarini tanlash maqsadga muvofiqdir:



77-rasm.

1. Linzaning bosh optik o‘qiga parallel bo‘lgan ( $AC$ ) nurni olamiz. Bu nur linzadan sinib o‘tgach ( $CA'$  nur) uning fokusidan o‘tadi (77-rasm).

2. Linzaga tushgunga qadar uning fokusidan o‘tgan ( $AD$ ) nur olinadi. Bu nur linzadan o‘tgach, bosh optik o‘qqa parallel (ya‘ni  $DA'$  nur) yo‘nalishda ketadi.

3. Linza optik markazidan o‘tuvchi ( $AO$ ) nur olinadi. Bu nur linzadan o‘tgach dastlabki yo‘nalishini o‘zgartirmaydi (ya‘ni  $OA'$ ).

Linzadan o‘tgan nurlarning kesishmasidan hosil bo‘lgan tasvir, haqiqiy tasvir bo‘lib hisoblanadi. 77-rasmdagi linza yordamida olingan ( $A'B'$ ) tasvir to‘nkarilgan haqiqiy tasvirdir.

### Linza formulasi

**Linza formulasi** buyumdan linzagacha bo‘lgan  $d$  masofa, linzadan tasvirgacha bo‘lgan  $f$  masofa va linzaning  $F$  fokus masofasi orasidagi bog‘lanishni ifodalaydi, ya‘ni:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad \text{yoki} \quad D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}. \quad (1)$$

Yig‘uvchi linzalar uchun  $F$ ,  $d$ ,  $f$  kattaliklar musbat. Buyum linzadan  $d < F$  masofada bo‘lganda  $f$  manfiy bo‘lib, tasvir mavhum bo‘ladi.

### Linzaning chiziqli kattalashtirishi

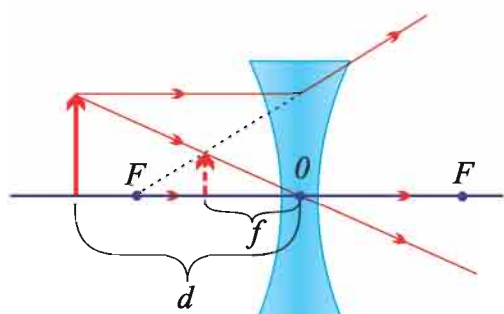


Buyum tasvir o‘lchamining o‘z o‘lchamiga nisbati linzaning chiziqli kattalashtirishi deyiladi.

Ta'rifga ko'ra:  $K = \frac{H}{h} = \frac{A'B'}{AB}$ . Shuningdek, linzaning chiziqli kattalashtirishi linzadan tasvirgacha bo'lgan masofa ( $f$ ) va buyumdan linzagacha bo'lgan masofa ( $d$ ) orqali ham aniqlanadi, ya'ni:  $K = \frac{f}{d}$ .

Agar  $K > 1$  bo'lsa, buyumning linzadagi tasviri kattalashgan bo'ladi.  $K < 1$  bo'lganda esa tasvir kichiklashgan bo'ladi.

### Sochuvchi linzada tasvir yasash



78-rasm.

Sochuvchi linzada buyum tasvirini olish chizmasi 78-rasmida ko'rsatilgan. Rasmdan ko'rinadiki, tasvir sochuvchi linzadan o'tgan nurlarni davomi kesishishidan hosil bo'ladi. Shuning uchun tasvir mavhum, ayni paytda to'g'ri tasvirdir.

Sochuvchi linzalarda esa,  $f$  va  $F$  doim manfiy va tasvir mavhum bo'ladi. Sochuvchi linza formulasi:

$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}. \quad (2)$$



1. Linzada tasvir yasash uchun qanday nurlar tanlanadi?
2. Linza formulasi qanday kattaliklarni bir-biriga bog'laydi?
3. Linzaning chiziqli kattalashtirishi qanday ifodalar orqali aniqlanadi?
4. Yig'uvchi linzada qanday tasvirlarni olish mumkin?
5. Yig'uvchi linza qanday holda mavhum tasvirni hosil qiladi?
6. Sochuvchi linzada qanday tasvirlarni olish mumkin?



Jadvalni to'ldiring.

Yig'uvchi linza			
$d$	$f$	$K$	Tasvir shakli
$d = \infty$	$f = F$	$K < 1$ (kichraygan)	tasvir haqiqiy, ammo u nuqtasimon va linzaning fokusida joylashadi
$d > 2F$	$F < f < 2F$	$K < 1$ (kichraygan)	tasvir haqiqiy, ammo teskari
$d = 2F$			
$F < d < 2F$			
$d < F$			

## 52-§. MASALALAR YECHISH

**1-masala.** Buyum fokus masofasi 7,5 cm bo'lgan yig'uvchi linzadan 10 cm masofada joylashgan. Uning tasviri linzadan qanday masofada hosil bo'ladi? Linzaning kattalashtirishi qanday?

**Berilgan:**

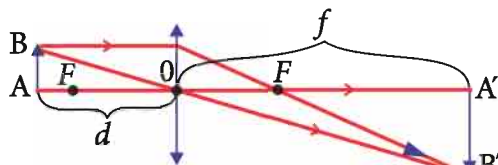
$$F = 7,5 \text{ cm}$$

$$d = 10 \text{ cm.}$$

*Topish kerak:*

$$f = ? \quad K = ?$$

**Chizmasi:**



**Formulasi:**

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f};$$

$$f = \frac{d \cdot F}{d - F}.$$

$$K = \frac{f}{d} = \frac{F}{d - F}.$$

**Hisoblash:**

$$f = \frac{d \cdot F}{d - F} = \frac{10 \cdot 7,5}{10 - 7,5} \text{ cm} = 30 \text{ cm.}$$

$$K = \frac{f}{d} = \frac{30 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} = 3.$$

**Javob:**  $f = 30 \text{ cm}$ ,  $K = 3$ .

**2-masala.** Buyum yig'uvchi linzadan uch fokus masofa uzoqda turibdi. Uning chiziqli o'lchami o'zidan necha marta kichik bo'ladi?

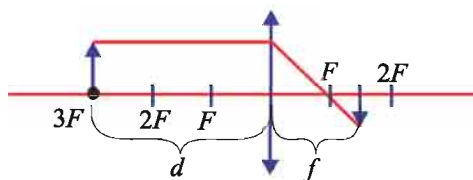
**Berilgan:**

$$d = 3 \cdot F$$

*Topish kerak:*

$$K = ?$$

**Chizmasi:**



**Formulasi:**

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad f = \frac{d \cdot F}{d - F}$$

$$K = \frac{f}{d} = \frac{F}{d - F}$$

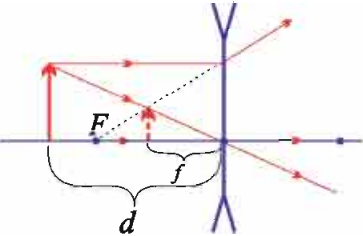
**Hisoblash:**

$$K = \frac{F}{d - F} = \frac{F}{3F - F} = \frac{1}{2}.$$

**Javob:**  $K = \frac{1}{2}$ .



**3-masala.** Linzadan 50 cm uzoqlikdagi jismning mavhum tasviri 2 marta kichiklashgan holda hosil bo‘ldi. Linzaning optik kuchini aniqlang.

<p><b>Berilgan:</b></p> <p><math>d = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}</math></p> <p><math>K = 1/2.</math></p>	<p><b>Chizmasi:</b></p> 	
<p><b>Topish kerak:</b></p> <p><math>D = ?</math></p>	<p><b>Formulasi:</b></p> $K = \frac{f}{d} \quad f = d \cdot K$ $D = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} = \frac{1}{d} - \frac{1}{d \cdot K} = \frac{K-1}{d \cdot K}$	<p><b>Hisoblash:</b></p> $D = \frac{0,5-1}{0,5 \cdot 0,5} \text{ dptr} = -2 \text{ dptr.}$ <p><b>Javob:</b> <math>D = -2 \text{ dptr.}</math></p>



1. Fokus masofasi 40 cm, 25 cm, 10 cm, -10 cm, -25 cm, -40 cm bo‘lgan linzaning optik kuchini aniqlang.
2. Havoga nisbatan nur sindirish ko‘rsatkichi 1,5 ga teng shishadan yasalgan sirtning egrilik radiuslari 20 cm va 25 cm bo‘lgan ikkiyoqlama qavariq linzaning optik kuchini toping.
3. Fokus masofasi 10 cm bo‘lgan linzadan 15 cm beriga qo‘yilgan buyumning tasviri linzadan qancha masofa narida hosil bo‘ladi? Linzaning kattalashtirilishi nechga teng?
4. O‘quvchi laboratoriya ishini bajara turib ekranda yonib turgan shamning aniq tasvirini hosil qildi. Agar buyumdan linzagacha bo‘lgan masofa 15 cm, linzadan ekrangacha bo‘lgan masofa esa 60 cm bo‘lsa, linzaning fokus masofasi va optik kuchi qanday?
5. Fokus masofasi 50 cm bo‘lgan yig‘uvchi linzadan buyumni qanday masofaga joylashtirganda, 4 marta kattalashgan tasvir hosil bo‘ladi?
6. Buyumning mavhum tasviri linzadan 50 cm masofada hosil bo‘ldi. Agar buyumdan linzagacha bo‘lgan masofa 20 cm bo‘lsa, linzaning optik kuchini aniqlang.
7. Sochuvchi linzadan 1 m uzoqlikda turgan buyumning mavhum tasviri linzadan 25 cm masofada hosil bo‘ldi. Linzaning optik kuchi qanday bo‘lgan?
8. Ekrandan 1 m uzoqda turgan yig‘uvchi linza, buyumning ekranda 2 marta kattalashgan tasvirini hosil qildi. Linzaning optik kuchi qanday bo‘lgan?

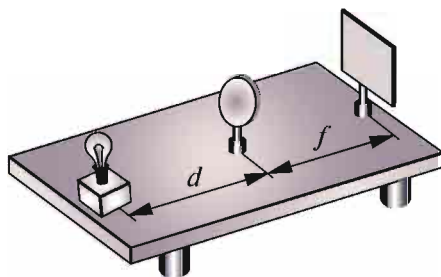
## 53-§. LABORATORIYA ISHI LINZANING OPTIK KUCHINI ANIQLASH

**Maqsad:** linzaning fokus masofasini va optik kuchini aniqlashni o'rganish.  
**Kerakli jihozlar:** qavariq linza, elektr lampa, ekran va masshtabli chizg'ich.

### Ishni bajarish tartibi

1. Elektr lampa, linza va ekranni stol ustiga 79-rasmda ko'rsatilgandek joylashtiring.

2. Lampani yoqing. Ekranni oldinga-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.



79-rasm.

3. Lampa bilan linza orasidagi masofani  $d_2$  va  $d_3$  ga o'zgartirib, tajribani takrorlang. Ekranda 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 jadvalga yozing.

№	d, m	f, m	F, m	F <sub>o'rt</sub> , m	D, dptr
1					
2					
3					

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

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

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



1. 8–9-bandlar bo'yicha o'tkazilgan tajribalarda ekranda hosil qilingan tasvirlar bir-biridan qanday farq qiladi?

2. 10-band bo'yicha o'tkazilgan tajribada nima sababdan ekranda tasvir hosil bo'lmaganini tushuntirib bering.

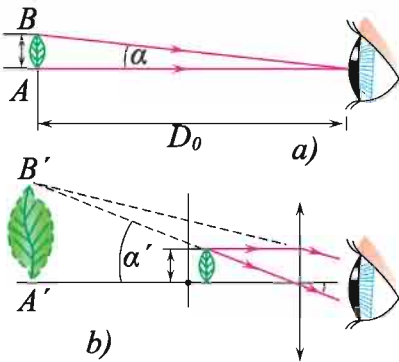
3. Tajriba natijalarini tahlil qiling va ular yuzasidan fikr-mulohaza yuring.

## 54-§. OPTIK ASBOBLAR

### Lupa



**Lupa – buyumlarni ko‘rish burchagini kattalashtirib beradigan kichik fokus masofali qavariq linza.**



80-rasm.

Ko‘zimizning eng yaxshi ko‘rish masofasi  $D_0 = 25$  cm 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 (80-a, rasm). Buyum bilan ko‘zimiz orasiga lupa qo‘ysak,  $D_0$  masofada  $AB$  buyumning kattalashgan  $A'B'$  tasviri ko‘rinadi (80-b, rasm). Tasvirda buyum sirtidagi mayda narsalar ham kattalashgan holda ko‘rinadi. Bunday holat uchun lupaning katta-

lashtirishi  $K = A'B'/AB = \alpha'/\alpha$  bo‘ladi.

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

### Fotoapparat

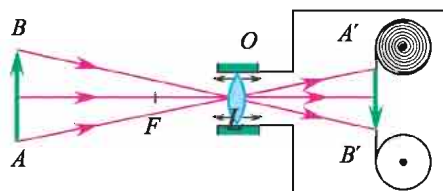


**Fotoapparat – obyektning tasvirini fotoplyonka, fotoplastina yoki foto qog‘ozga tushirib, saqlaydigan qilib beradigan asbob.**

Fotoapparatning asosiy qismi kamera  $K$  va unda joylashgan obyektiv  $O$  dan iborat (81-rasm). Obyektivdagi linza  $L$  kamera ekranida  $AB$  buyumning teskari, haqiqiy va kichraygan  $A'B'$  tasvirini hosil qiladi. Fotoapparatda buyum tasvirini saqlab qolish maqsadida kameraning ekraniga yorug‘lik ta’sirida tasvirni o‘zida hosil qiladigan va saqlab qoladigan maxsus fotoemulsiya qoplangan fotoplyonka joylashtiriladi.

Fan va texnikaning taraqqiyoti natijasida plyonkali fotoapparatlar o‘rnini zamonaviy elektron (raqamli) fotokameralar egalladi (82-rasm). Elektron fotokameralarda fotoplyonka o‘rniga maxsus sezgir element o‘rnatiladi. Elementda olingan tasvirning nuqtalari shakllanadi. Tasvirning bu nuqtalari – piksel deb yuritiladi. *Pixel* – inglizcha (*picture element*) so‘zlardan olingan bo‘lib, tasvir

elementi degan ma'noni anglatadi. Pksel fotoapparat uchun muhim sifat xarakteristikasi hisoblanadi. Agar fotoapparatning pikseli qancha katta bo'lsa, bu fotoapparatda olingan tasvir sifatli bo'ladi. Eng yaxshi fotoapparatning tasvirni qayd qiluvchi elementi bir necha o'n mega pikselni tashkil qiladi.



81-rasm.



82-rasm.

### Mikroskop

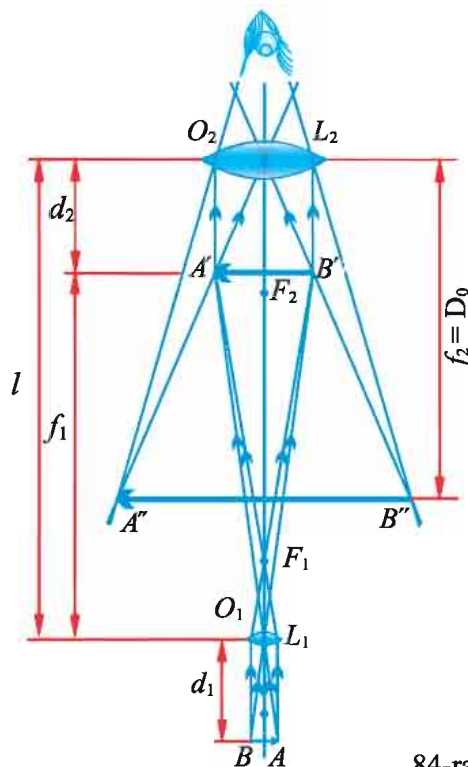


**Mikroskop — yaqin masofadagi ko'zga bevosita ko'rinmaydigan juda mayda obyektlarni kattalashtirib ko'rsatadigan optik asbob.**

Mikroskopdan bakteriyalar, hujayralar kabi mayda obyektlarni kuzatish uchun ham foydalaniladi (83-rasm).



83-rasm.



84-rasm.

$O_1$  okulyardagi  $L_1$  yordamida  $AB$  buyumning teskari, haqiqiy va kattalashgan tasviri  $A'B'$  hosil qilinadi (84-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

$$K = \frac{l \cdot D_0}{F_1 \cdot F_2}$$

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?



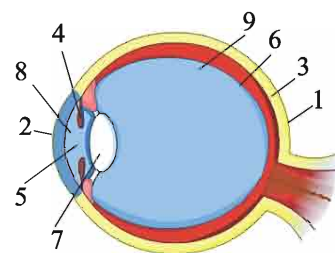
1. Fokus masofasi 2,5 cm bo'lgan lupa buyumni necha marta kattalashtirib ko'rsata oladi? Ushbu va keyingi masalalarda  $D_0 = 25$  cm deb oling.
2. Buyumni 20 marta kattalashtirib ko'rsata oladigan lupaning fokus masofasi qancha?
3. Mikroskop linzalarining fokus masofalari mos ravishda 1,5 cm va 2,5 cm, linzalar orasidagi masofa 30 cm. Bunday mikroskop obyektini necha marta kattalashtirib ko'rsatadi?
4. Fokus masofasi 30 cm bo'lgan linza, buyumning 3 marta kichiklashgan haqiqiy tasvirini hosil qildi. Buyum linzadan qanday masofaga qo'yilgan?
5. Birinchi fotoapparat obyektivining fokus masofasi 5 cm, ikkinchisidiki 4 cm. Bir xil masofadan turib bitta obyektning fotosurati olinganda obyektning qaysi fotoapparatda olingan surati kattaroq chiqadi?
6. Fokus masofasi 40 cm bo'lgan qavariq linzadan buyum 50 cm masofada turibdi. Linzaning chiziqli kattalashtirishi nechaga teng?
7. Fokus masofasi 20 cm bo'lgan qavariq linza ekrandan 60 cm masofada turganda, ekranda buyum kattalashgan haqiqiy tasviri hosil bo'ldi. Buyum va ekran orasidagi masofa qanday bo'lgan?

## 55-§. KO‘Z VA KO‘RISH

### Ko‘zning tuzilishi

85-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.

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 oraliq‘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.

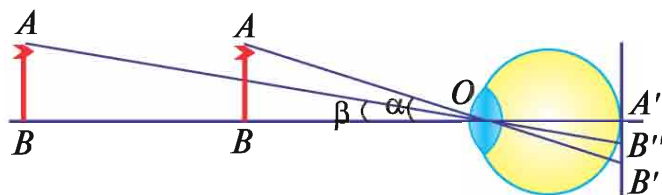


85-rasm.

### 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.



86-rasm.

Juda uzoqdagi buyumlarni seza olmaymiz. Aytaylik, ko‘z gavharining optik markazi O nuqtada bo‘lsin. Yaqinroqda turgan AB kattaligidagi buyumga  $\alpha$  burchak ostida qaraganimizda uning tasviri to‘r pardada A'B' kattaligida hosil bo‘ladi (86-rasm). Agar shu AB buyumni uzoqroq masofaga qo‘yib unga qarasaq, hosil bo‘lgan A'B'' tasvir va  $\beta$  ko‘rish burchagi kichikroq bo‘ladi. Bu holda



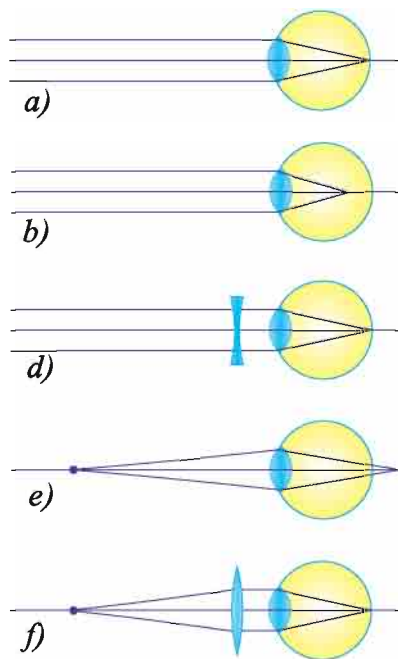
tasvir ostiga kamroq sonli nerv uchlari to'g'ri keladi. Shuning uchun buyumning tashqi ko'rinishi bo'yicha kamroq informatsiya olamiz.

$AB$  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 cm 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-cho'nqirligini 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 (87-a rasm). Ayrim odamlar uzoqni yomon ko'radi. Bunday odamlar ko'zida uzoqdagi buyum tasviri to'r pardadan beriroqda hosil bo'ladi va buyumlar chaplashibroq ko'rinadi (87-b rasm). Bunday ko'z **yaqindan ko'rarlik** deyiladi.



87-rasm.

Yaqindan ko'rarlik ko'zlarda gavharning 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 (87-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 (87-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 (87-f rasm). Natijada bunday ko'zoynak yordamida odam buyumni me'yordagi ko'z kabi yaxshi ko'radi.





1. Ko'zda tasvir qanday hosil bo'ladi?
2. Ikki ko'z bilan ko'rishning bir ko'z bilan ko'rishdan farqi nimadan iborat?
3. Yaqindan ko'rarlik va uzoqdan ko'rarlik ko'zlardagi kamchilik nimadan iborat? Bunday ko'zlar yaxshi ko'rish uchun qanday ko'zoynakdan foydalanish mumkin?

## 56-§. MASALALAR YECHISH

**1-masala.** Odam 4,5 m uzoqlikdan rasmga olinganda, uning tasvirining balandligi 40 mm ga teng bo'ldi. Fotoapparat obyektivining fokus masofasi 10 cm ga teng bo'lsa, odamning bo'yi qancha bo'lgan?

**Berilgan:**

$$d = 4,5 \text{ m}$$

$$h = 40 \text{ mm} = 0,04 \text{ m}$$

$$F = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m.}$$

*Topish kerak:*

$$H = ?$$

**Formulasi:**

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}; \quad \frac{h}{H} = \frac{f}{d};$$

$$H = \frac{d}{f} \cdot h = \frac{d}{\frac{d}{H}} \cdot h = \frac{d - F}{F} \cdot h.$$

**Hisoblash:**

$$H = \frac{4,5 \text{ m} - 0,1 \text{ m}}{0,1 \text{ m}}$$

$$\cdot 0,04 \text{ m} = 1,76 \text{ m}$$

**Javob:**  $H = 176 \text{ cm.}$

**2-masala.** Mikroskop linzalarining fokus masofalari mos ravishda 0,5 cm va 2,5 cm, linzalar orasidagi masofa 40 cm. Bunday mikroskop obyektini necha marta kattalashtirib ko'rsatadi?

**Berilgan:**

$$F_1 = 0,5 \text{ cm} = 0,005 \text{ m}$$

$$F_2 = 2,5 \text{ cm} = 0,025 \text{ m}$$

$$D_0 = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$$

$$l = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$$

*Topish kerak:*

$$K = ?$$

**Formulasi:**

$$K = \frac{l \cdot d_0}{F_1 \cdot F_2}$$

**Hisoblash:**

$$K = \frac{0,4 \text{ m} \cdot 0,25 \text{ m}}{0,005 \text{ m} \cdot 0,025 \text{ m}} = 800$$

**Javob:**  $K = 800.$

**3-masala.** Yaqindan ko‘rar kishi 12,5 cm masofadan kitobni o‘qiy olsa, u normal o‘qiy olishi uchun optik kuchi qanday bo‘lgan ko‘zoynak taqishi kerak?

**Berilgan:**

$$a = 0,125 \text{ m}$$

$$d_0 = 0,25 \text{ m}$$

*Topish kerak*

$$D_{\text{ko'zoynak}} = ?$$

**Yechilishi:**

$$D_n = \frac{1}{d_0} = \frac{1}{0,25 \text{ m}} = 4 \text{ dptr}.$$

$$D_n = \frac{1}{a} + D_{\text{ko'zoynak}}$$

$$D_{\text{ko'zoynak}} = D_n - \frac{1}{a} = 4 \text{ dptr} - \frac{1}{0,125 \text{ m}} = 4 \text{ dptr} - 8 \text{ dptr} = -4 \text{ dptr}.$$

**Javobi:** kishi linzaning optik kuchi  $-4 \text{ dptr}$  bo‘lgan ko‘zoynak taqishi kerak.



1. Balandligi 3 m bo‘lgan daraxt suratga olinganda uning tasvirining balandligi 12 mm bo‘ldi. Agar fotoapparat obyektivining fokus masofasi 20 cm bo‘lsa, surat qanday masofadan olingan?
2. Mikroskop obyektivining fokus masofasi 20 mm, okulyarning fokus masofasi 30 mm. Obyektiv bilan okulyar orasidagi masofa 20 cm bo‘lsa, mikroskopning kattalashtirishini toping.
3. Fokus masofasi 50 cm bo‘lgan botiq linzali ko‘zoynakning optik kuchi qancha bo‘ladi? Bunday ko‘zoynak qanday maqsadda taqiladi?
4. O‘quvchi bola optik kuchi  $-4$  dioptriya bo‘lgan ko‘zoynakda o‘qimoqda. Uning ko‘zoynaksiz eng yaxshi ko‘rish masofasi qanday?
5. O‘quvchi bola ko‘zoynagini olib, kitobni ko‘zidan 16 cm uzoqlikda o‘qiydi. U taqqan ko‘zoynakning optik kuchi qanday bo‘lgan?
6. O‘quvchi optik kuchi  $-2 \text{ dptr}$  bo‘lgan ko‘zoynakda o‘qimoqda. Uning ko‘zoynaksiz eng yaxshi ko‘rish masofasi qanday bo‘ladi?
7. Havoga nisbatan nur sindirish ko‘rsatkichi 1,5 ga teng shishadan yasalgan sirtning egrilik radiuslari 25 cm va 40 cm bo‘lgan ikkiyoqlama qavariq linzaning optik kuchini toping.

## 57-§. 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 esa *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 mamlakatlari 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 avval 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‘ishidadir. 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 quritkichlar, pilla ivitkich va quritkichlar, oltingugurtni suyultirish qurilmalari yaratildi.

1946-yilda Fizika-texnika institutida diametri 10 m li ko‘zqusimon *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 tadbiiq qilindi. Yuqori foydali ish koeffitsiyentiga ega bo‘lgan Quyosh qurilmalari asosida ishlovchi suv nasoslari, tibbiyotda qo‘llaniladigan jihozlar, suv chuchituvchi qurilmalar, issiqxonalar, quritkichlar va sovitkichlar 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 izolyatsiya xossalriga 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 qurilmalar (mikrokalkulyatorlar, soatlar, mobil telefon apparatlar)da 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?

## V BOBNI TAKRORLASH UCHUN TEST TOPSHIRIQLARI

1. Yorug'lik nuri havodan suvga tushmoqda. Tushish burchagi  $\alpha$  bo'lsa, sinish burchagi  $\beta$  ni quyidagi shartlardan qaysi biri to'g'ri qanoatlan-tiradi?

- A)  $\beta > \alpha$  ;      B)  $\beta < \alpha$  ;      C)  $\beta = \alpha$  ;      D)  $\beta < \alpha$ .

2. Yorug'lik nuri shishadan havoga o'tyapti. Tushish burchagi  $30^\circ$ . Nur o'tganda, o'z yo'nalishini  $30^\circ$  ga o'zgartirgan bo'lsa, shishaning nur sindirish ko'rsatkichi nimaga teng bo'ladi?

- A) 1,5;      B) 2;      C)  $\sqrt{2}$  ;      D)  $\sqrt{3}$  .

3. Yorug'lik nurining 1-muhitdan 2-muhitga o'tishida tushish burchagi  $60^\circ$  ga, sinish burchagi esa  $30^\circ$  ga teng. 2-muhitning 1-muhitga nisbatan nur sindirish ko'rsatkichi qanchaga teng?

- A) 0,5;      B) 2;      C)  $\sqrt{3}/3$ ;      D)  $\sqrt{3}$  .

4. Linzadan 50 cm uzoqlikda buyumning 5,5 marta kichraygan mavhum tasviri hosil bo'ldi. Linzaning optik kuchini toping (dptr).

- A) -9;      B) -5;      C) -8;      D) -2.

5. Biror buyum fokus masofasi 12 cm li linzadan 16 cm uzoqlikda qo'yil-gan. Linzaning kattalashtirishi qanchaga teng bo'ladi?

- A) 2;      B) 3;      C) 4;      D) 5.

6. Jism optik kuchi 10 dioptriya bo'lgan qavariq linzadan 20 cm masofa-da turibdi. Linzaning kattalashtirishini toping.

- A) 0,5;      B) 1;      C) 0,8;      D) 1,5.

7. Fokus masofasi 36 cm bo'lgan linzada 18 cm uzoqlikda joylashgan buyumning kattalashgan mavhum tasviri linzadan qanday masofada hosil bo'ladi (cm)?

- A) 9;      B) 18;      C) 36;      D) 12.

**8. Linzadan 10 cm masofada joylashgan buyumning 2 marta kichiklashgan mavhum tasviri hosil bo'ldi. Linzaning optik kuchini aniqlang (dptr).**

- A) 5;                      B) 10;                      C) -10;                      D) -5.

**9. Agar fokus masofasi 5 cm li fotoapparat yordamida 8 m li binoning olingan rasmi 4 cm bo'lsa, bino qanday uzoqlikdan ( $m$ ) rasmga olingan?**

- A) 4;                      B) 10;                      C) 41;                      D) 13;

**10. Fokus masofasi 2 cm bo'lgan lupaning kattalashtirishini aniqlang.**

- A) 9;                      B) 9,5;                      C) 10;                      D) 12,5.

**11. Besh marta kattalashtiradigan lupaning optik kuchini (dptr) toping.**

- A) 150;                      B) 15;                      C) 25;                      D) 20.

**12. Lupada qanday tasvir hosil bo'ladi?**

- A) haqiqiy, teskari, kattalashgan;                      B) mavhum, teskari, kattalashgan;  
C) haqiqiy, to'g'ri, kattalashgan;                      D) mavhum, to'g'ri, kattalashgan.

**13. Odamning eng yaxshi ko'rish masofasi 60 cm bo'lsa, o'zining ko'zgidagi tasvirini yaxshiroq ko'rish uchun u ko'zgidan qanday masofada turishi kerak (cm)?**

- A) 25;                      B) 15;                      C) 30;                      D) 60.

**14. O'quvchi bola optik kuchi -2,25 dioptriya bo'lgan ko'zoynakda o'qimoqda. Uning ko'zoynaksiz eng yaxshi ko'rish masofasini toping (cm).**

- A) 10;                      B) 16;                      C) 15;                      D) 12,5.

**15. Bola ko'zoynaksiz kitobni 20 cm masofadan o'qiydi. Bola ko'zoynagining optik kuchini aniqlang (dptr).**

- A) -1,5;                      B) -1;                      C) -2;                      D) +2.

**16. Buyum fokus masofasi 12 cm bo'lgan linzadan qanday masofaga qo'yilganda, uning tasviri o'z o'chamidan uch marta katta bo'ladi (cm)?**

- A) 16;                      B) 18;                      C) 20;                      D) 15.

## V BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

Olaf Ryomer-tajribasi	O. Ryomer yorug'likning tezligini birinchi bo'lib astronomik usulda o'lchagan.
Arman Fizo tajribasi	A.Fizo laboratoriya sharoitida yorug'lik tezligini o'lchashga muvaffaq bo'lgan.
Yorug'lik tezligi va «metr» uzunlik o'lchoviga yangi tasnif	1983-yilda Xalqaro o'lchov va birliklar Bosh assambleyasida yorug'likning vakuumdagi tezligi $c = 299\,792\,458$ m/s ga teng ekanligini hisobga olib, metrning yangi tavsifi qabul qilingan. « <i>Metr</i> – yorug'likning vakuumda $1/299792458$ s vaqt intervalida o'tgan yo'l uzunligiga teng».
Yorug'likning tarqoq qaytishi	Yorug'lik nuri g'adir-budur sirtidan tarqoq qaytadi.
Yorug'likning tekis qaytishi	Agar sirt yetarli darajada tekis (silliq) bo'lsa, bunday sirt-dan yorug'lik nuri tekis qaytadi.
Yorug'likning qaytish qonuni	1. Tushgan nur, qaytgan nur va ikki muhit chegarasiga nurning tushish nuqtasidan o'tkazilgan perpendikulyar bir tekislikda yotadi. 2. Qaytish burchagi $\alpha$ , tushish burchagi $\beta$ ga teng.
Yorug'likning sinish qonuni	1. Tushgan nur, singan nur va ikki muhit chegarasiga nurning tushish nuqtasidan o'tkazilgan perpendikulyar bir tekislikda yotadi. 2. Tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga nisbati berilgan ikki muhit uchun o'zgarmas kattalikdir, ya'ni: $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}.$
Yorug'likning to'la ichki qaytishi	Nur sindirish ko'rsatkichi katta bo'lgan muhitdan nur sindirish ko'rsatkichi kichik bo'lgan muhitga yorug'lik yo'naltirilganda ( $n_1 > n_2$ ) va nurning tushish burchagi chegaraviy burchakdan katta bo'lganda nur ikki muhit chegarasidan to'la qaytadi. To'la ichki qaytishda tushish burchagining chegaraviy qiymati $\alpha_0$ quyidagicha ifodalanadi: $\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}$  bunda $n_1$ va $n_2$ birinchi va ikkinchi muhitlarning nur sindirish ko'rsatkichi.



Linza	Bir yoki ikki tomoni sferik sirt bilan chegaralangan shaffof jism linza deb ataladi. Ular tabiatiga ko'ra ikki turga bo'linadi, ya'ni yig'uvchi va sochuvchi linzalarga.
Linzaning optik kuchi	Fokus masofasiga teskari kattalik linzaning <i>optik kuchi</i> deyiladi. $D = \frac{1}{F}$ .
Linza formulasi:	$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ $d$ va $f$ lar mos ravishda buyumdan linzagacha va linzadan tasvirgacha bo'lgan masofalar.
Linzaning chiziqli kattalashtirishi	Buyum tasviri o'lchamining o'z o'lchamiga nisbati linzaning chiziqli kattalashtirishi deyiladi. Ta'rifga ko'ra: $K = \frac{f}{d} = \frac{A'B'}{AB}$ Shuningdek, linzaning chiziqli kattalashtirishi linzadan tasvirgacha bo'lgan masofa ( $f$ ) va buyumdan linzagacha bo'lgan masofa ( $d$ ) orqali ham aniqlanadi, ya'ni: $K = \frac{f}{d}$ .
Lupa	Lupa – buyumlarni ko'rish burchagini kattalashtirib beradigan qavariq linza. Lupaning kattalashtirishi $K = \frac{D_0}{F}$ formula bilan aniqlanadi. Bunda $D_0$ – eng yaxshi ko'rish masofasi. $D_0 = 25$ cm.
Fotoapparat	Fotoapparat – obyektning tasvirini fotoplyonka, fotoplastina yoki fotoqog'ozga tushirib, saqlaydigan qilib beradigan asbob.
Mikroskop	Mikroskop – yaqin masofadagi ko'zga bevosita ko'rinmaydigan juda mayda obyektlarni kattalashtirib ko'rsatadigan optik asbob. Mikroskopning kattalashtirishi $K = lD_0/F_1F_2$ formula bilan aniqlanadi. Bunda $l$ – linzalar orasidagi masofa, $F_1$ va $F_2$ – obyektiv va okulyarning fokus masofasi.
Yaqindan ko'rarlik	Yaqindan ko'rarlik ko'zlarda ko'rishni yaxshilash uchun optik kuchi manfiy bo'lgan linzali ko'zoynakdan foydalaniladi.
Uzoqdan ko'rarlik	Uzoqdan ko'rarlik ko'zlarda ko'rishni yaxshilash uchun optik kuchi musbat bo'lgan linzali ko'zoynakdan foydalaniladi.

## VI BOB OLAMNING FIZIK MANZARASI. FIZIKA-TEXNIKA TARAQQIYOTI

### 58-§. OLAMNING YAGONA FIZIK MANZARASI

#### Olamning mexanik manzarasi

Olam manzarasi haqida qadimdan boshlab olimlar mulohaza yuritishgan. Biroq ular faqat tafakkurgagina tayanib, tajriba va kuzatishdan 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 tomonidan 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 tushuntirilgan; olam harakatlanuvchi materiyadan tashkil topgan va barcha ko'rinishda harakatlar mexanik **harakatga** keladi; **fazo** va **vaqt** absolyut 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 qonuniyatlari** 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'lqinlarining 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'lqin 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 absolyut ma'nosini yo'qotdi.

Korpuskulyar-to'lqin 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'llaniladi.



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?

## 59-§. 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, toshbolta 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, temiryo‘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, raketasozlik, avtomatika, kosmonavtika, axborot texnologiyasi va boshqa sohalar yuksak darajada taraqqiy etdi. Sanoat, qishloq xo‘jaligi, 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‘shishmoqda.

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. Yarimo‘tkazgichlar xossasiga ega bo‘lgan qattiq eritmalarining bir necha turi hosil qilindi va ularning 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.

Mamlakatimiz ilmiy tadqiqot muassasalarida va oliy o‘quv yurtlari laboratoriyalarida qattiq jismlar fizikasi, issiqlik va molekulyar fizika, optika va akustikaning zamonaviy fundamental yo‘nalishlari bo‘yicha amaliy ahamiyatga ega bo‘lgan ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Jumladan, moddalarning yuqori temperaturadagi sintezi, strukturasi va xossalari lazer nuri bilan boshqarishning yangi usullari ishlab chiqildi. 5 – 1000°C va 80 – 2000°C temperatura intervalida ishlaydigan pirometr, infraqizil nur chiqaradigan jismning nurlanishini qayd qiladigan yangi tur qabulqilgich yaratildi.

Kondensatlangan muhitlar optikasi sohasidagi o‘ta toza shaffof muhitlarda lazer nurining tarqalishi bilan bog‘liq optik hodisalar o‘rganilib, unda yangi hodisa – tezkor keng polosali luminissensiya topildi. Lazer spektroskopiyasi sohasida nochizig‘iy muhitlarda lazer nurining anomal og‘ishi va o‘z-o‘zidan fokuslanish hodisalari kashf qilindi. Nochizig‘iy modulyatsion nur tolalar optikasi yaratildi.

Shuningdek, yuqori samarali nurlovchi turfa diodlar (akademik M.S.Saidov), Rossiya bilan hamkorlikda kosmik tadqiqotlar uchun zarur bo‘lgan 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 so‘zlab bering.
3. O‘zbekistonda fizika sohasida olib borilayotgan tadqiqotlar haqida nimalarni bilasiz?



## MASHQLARNING JAVOBLARI

- 1-mashq.** 1.  $N = 1,2 \cdot 10^{26}$  ta. 2.  $d = 2,5 \cdot 10^{-10}$  m. 3.  $N \approx 1,67 \cdot 10^{23}$  ta. 4.  $V = 27$  cm<sup>3</sup>.  
 5.  $N \approx 2 \cdot 10^{24}$  ta.
- 2-mashq.** 1.  $v = 15$  mol. 2.  $m = 352$  g. 3.  $N = 1,5 \cdot 10^{23}$  ta. 4.  $m_0 = 6 \cdot 10^{-26}$  kg.  
 6.  $M = 44$  g/mol ( karbonat angridit).
- 3-mashq.** 1.  $N = 1,8 \cdot 10^{24}$  ta. 2.  $m = 373$  g. 3. Karbonat angridrit. 4.  $n = 3,33 \cdot 10^{28}$  m<sup>-3</sup>.  
 5.  $N = 1,05 \cdot 10^{24}$  ta. 6.  $S \approx 0,72$  m<sup>2</sup>. 7.  $m = 40$  g. 8.  $V = 0,5$  l. 9.  $n = 3 \cdot 10^{27}$  m<sup>-3</sup>.  
 10\*.  $l = 3 \cdot 10^{13}$  m. Suv molekulari bir qator qilib joylashtirilgandagi uzunlik Yerdan Oygacha bo'lgan masofadan  $\approx 78125$  marta katta. 11\*.  $V = 81$  cm<sup>3</sup>. 12\*.  $N \approx 3 \cdot 10^{24}$  ta.  
 13\*.  $d = 2,5 \cdot 10^{-9}$  m.
- 4-mashq.** 1.  $p = 800$  Pa. 2.  $p = 108$  k Pa. 3.  $\bar{v} = 120$  m/s. 4.  $\bar{E}_k = 4 \cdot 10^{-21}$  J.  
 5.  $\rho = 0,75$  kg/m<sup>3</sup>. 6.  $\bar{v} = 2000$  m/s. 7.  $\bar{E}_k = 1,125 \cdot 10^{-21}$  J
- 5-mashq.** 3. 3 marta ortadi. 4.  $p \approx 13,8$  kPa. 5.  $n = 5 \cdot 10^{25}$  m<sup>-3</sup>. 6.  $N \approx 2,65 \cdot 10^{25}$  ta.  
 7.  $N \approx 265$  ta.
- 6-mashq.** 1.  $\bar{v} \approx 1765$  m/s. 2.  $T \approx 321$  K. 3.  $T \approx 460$  K. 4.  $\bar{E}_k = 6 \cdot 10^{-22}$  J.  
 5.  $n = 3 \cdot 10^{26}$  m<sup>-3</sup>. 6.  $V \approx 0,5$  m<sup>3</sup>. 7.  $T = 700$  K. 8.  $T_0 = 50$  K.
- 7-mashq.** 1.  $V = 3$  m<sup>3</sup>. 2.  $v = 3$  mol. 3.  $M = 32$  g/mol, kislorod gazi (O<sub>2</sub>).  
 4.  $\rho = 2,5$  kg/m<sup>3</sup>. 5.  $T \approx 318$  K. 6.  $v = 2,4$  mol. 7.  $v \approx 2490$  mol. 8.  $T = 700$  K.
- 8-mashq.** 1.  $V = 0,5$  l. 2.  $p = 1,2 \cdot 10^6$  Pa. 3.  $V = 12,5$  l. 4.  $p = 80$  kPa.
- 9-mashq.** 1.  $V_2 = 20$  l. 2.  $\Delta T = 216$  K. 3.  $V = 4$  l. 4.  $\Delta T = 128$  K.
- 10-mashq.** 1.  $T = 400$  K. 2. Bosim  $\approx 2,2$  marta ortadi. 3.  $p_1 = 125$  kPa.
- 11-mashq.** 1.  $p_2 = 1,5 \cdot 10^6$  Pa. 2. Bosim  $\approx 1,72$  marta kamaygan. 3.  $t_2 = 99$  °C.  
 4. Gaz hajmi 30 % ga ortgan. 5.  $h \approx 25$  m. 6.  $T_1 = 120$  K. 7.  $T_1 = 200$  K. 8.  $T_2 = 240$  K
- 12-mashq.** 1.  $m = 0,8$  kg. 2.  $p = 75$  kPa. 3.  $\Delta U = 4487$  J ga kamaygan.  
 4.  $\Delta U = 12465$  J ga ortgan. 5.  $\Delta U = 59,6$  kJ ga ortgan. 6.  $\Delta U = 30$  J ga ortgan.  
 7. 2 marta ortgan.
- 13-mashq.** 1.  $\Delta V = 0,3$  m<sup>3</sup>. 2.  $\Delta t \approx 70$  °C. 3.  $A = 20$  J. 4.  $A = 0,25$  J.
- 14-mashq.** 1.  $Q = 67,5$  kJ. 2.  $c = 890$  J/(kg · K) alyuminiy. 3.  $Q = 504$  kJ.  
 4.  $Q_1 = 7,8$  kJ;  $Q_2 = 1,95$  kJ.
- 15-mashq.** 1.  $m \approx 53,5$  g. 2. 4,2 marta ortgan. 3.  $\Delta U = 900$  J ga ortgan.  
 4.  $t_2 = 113$  °C. 5.  $A = 200$  J. 6.  $T_0 = 100$  K;  $A = 4155$  J. 7.  $m_2 = 48$  kg. 8. Vodorod 2 marta ko'proq. 9.  $t = 20$  °C. 10.  $V_1 = 40$  l;  $V_2 = 40$  l. 11.  $\Delta t = 320$  °C.
- 16-mashq.** 1.  $m = 200$  g. 2.  $m = 72,5$  kg. 3.  $Q = 322$  MJ. 4.  $Q = 3 \cdot 10^7$  J.
- 17-mashq.** 1.  $A = 5$  kJ. 2.  $\Delta U = 2,8$  kJ. 3.  $A = 1,4$  kJ. 4.  $\Delta U \approx 7,5$  kJ.  
 5.  $Q = 6232$  J. 6.  $Q = 500$  J. 7.  $v \approx 1$  mol
- 18-mashq.** 1.  $A = 252$  J. 2.  $\eta = 60\%$ . 3.  $T_1 = 800$  K. 4.  $A = 390$  J. 5.  $A = 42$  kJ.  
 6.  $\Delta T = 335$  K. 7\*.  $Q_1 = 900$  kJ. 8\*.  $\Delta T = 600$  K.
- 19-mashq.** 1.  $\eta = 28$  %. 2.  $t = 9$  minut. 3.  $m = 0,2$  kg. 4.  $m = 37,8$  kg.  
 5.  $T_2 = 300$  K. 6.  $A = 20$  kJ. 7\*.  $s = 138$  km. 8\*.  $N = 36$  kW.
- 20-mashq.** 1.  $d \approx 2,1$  mm. 2.  $r = 0,25$  mm. 3.  $h = 10,2$  mm. 4.  $m \approx 46,7$  mg.  
 5.  $\sigma \approx 23,4$  mN/m. 6.  $\sigma = 33$  mN/m. 7.  $N \approx 285$  ta. 8.  $h = 90$  mm. 9.  $\Delta W = 96$  μJ.  
 10.  $\Delta W \approx 0,5$  mJ.

- 21-mashq.** 1.  $\sigma = 95,5 \text{ MPa}$ . 2.  $S = 3 \text{ cm}^2$ . 3.  $h \approx 12,7 \text{ m}$ . 4.  $E \approx 196 \text{ GPa}$ .  
 5.  $d \approx 7,7 \text{ mm}$ . 6.  $l = 2548 \text{ m}$ .
- 22-mashq.** 1.  $Q = 1008 \text{ kJ}$ . 2.  $m \approx 0,17 \text{ kg}$ . 3.  $Q = 167 \text{ kJ}$ . 4. Po'latdan.  
 5.  $m = 1,25 \text{ kg}$ . 6.  $Q \approx 75 \text{ MJ}$ .
- 23-mashq.** 1.  $Q = 11,5 \text{ MJ}$ . 2.  $Q = -115 \text{ kJ}$ . 3.  $\varphi \approx 58 \%$ . 4.  $\varphi \approx 63 \%$ .  
 5.  $\varphi \approx 65 \%$ . 6.  $\rho = 10,9 \text{ g/m}^3$ . 7.  $\varphi = 62 \%$ .
- 24-mashq.** 1.  $t \approx 2095 \text{ s}$ . 2.  $t_1 \approx 500 \text{ s}$ ,  $t_2 \approx 1,3 \text{ s}$ . 3.  $v \approx 12,6 \text{ s}^{-1}$ .
- 25-mashq.** 1.  $\alpha = 35^\circ$ . 2.  $d = 1,2 \text{ m}$ . 3.  $v = 1,5 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ . 4.  $\beta \approx 19^\circ$ .  
 5.  $\frac{s_1}{s_2} = \frac{n_2}{n_1} \approx 1,13$ .
- 26-mashq.** 1.  $\alpha_0 = 49^\circ$ . 2.  $n = 1,79$ . 3.  $\alpha_0 = 30^\circ$ . 4.  $n = 1,2$ . 5.  $n = 1,64$ .
- 27-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.  $D = 4,5 \text{ dptr}$ , 3.  $f = 30 \text{ cm}$ ,  $K = 2$ . 4.  $F = 12 \text{ cm}$ ,  
 $D = 8,3 \text{ dptr}$ . 5.  $d = 62,5 \text{ cm}$ . 6.  $D = 3 \text{ dptr}$ . 7.  $D = -3 \text{ dptr}$ . 8.  $D = 4,5 \text{ dptr}$ .
- 28-mashq.** 1.  $K = 10$ . 2.  $F = 1,25 \text{ cm}$ . 3.  $K = 200$ . 4.  $D = 1,2 \text{ m}$ . 5. Birinchisida  
 6.  $K = 4$ . 7.  $l = 90 \text{ cm}$ .
- 29-mashq.** 1.  $d \approx 50 \text{ m}$ . 2.  $K \approx 833$ . 3.  $D = +2 \text{ dptr}$ . Uzoqni ko'rar odamda.  
 4.  $a = 12,5 \text{ cm}$ . 5.  $D = -2,25 \text{ dptr}$ . 6.  $a = 17 \text{ cm}$

### I- bob test topshiriqlarining javoblari

1.D	2.B	3.D	4.B	5.B	6.B	7.B	8.B	9.D	10.D
11.A	12.D	13.A	14.B	15.C	16.D	17.B	18.C	19.B	20.D
21.A	22.C	23.A	24.B	25.D	26.D	27.D	28.C	29.A	30.B

### II- bob test topshiriqlarining javoblari

1.A	2.A	3.B	4.B	5.C	6.B	7.D	8.D	9.C	10.D
11.A	12.A	13.A	14.B	15.A	16.A	17.A	18.D	19.D	20.C
21.C	22.D	23.B	24.C	25.A	26.B	27.A	28.A	29.D	

### III- bob test topshiriqlarining javoblari

1.D	2.C	3.B	4.C	5.A	6.C	7.B	8.A	9.C	10.C
11.D	12.B	13.D	14.A	15.C					



#### IV- bob test topshiriqlarining javoblari

1.D	2.B	3.A	4.A	5.D	6.C	7.D	8.D	9.D	10.A
11.C	12.A	13.B	14.B	15.A	16.A				

#### V- bob test topshiriqlarining javoblari

1.D	2.D	3.D	4.A	5.B	6.B	7.C	8.C	9.B	10.D
11.D	12.D	13.C	14.B	15.B	16.A				

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. P. Habibullayev, A. Boydedayev, A. Bahromov, M. Yuldasheva. FIZIKA. 9- sinf darsligi. Toshkent . «G'.G'ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi» – 2014-y.

2. N.Sh.Turdiyev. FIZIKA. 9 - sinf darsligi. Toshkent . «G'. G'ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi» – 2016-y.

3. В.А. Касьянов. ФИЗИКА 10 – класс. Москва. «Дрофа» – 2005 г.

4. Е.В.Громыко, В.И.Зенкович, А.А. Луцевич, И.Э.Слесарь. ФИЗИКА. 10-класс.

Минск. «Адукацыя і выхаванне» – 2013 г.

5. K. Suyarov, A. Husanov, L. Xudoyberdiyev. FIZIKA. Mexanika va molekulyar fizika. Akademik litsey o'quvchilari uchun o'quv qo'llanma. Toshkent. «O'qituvchi» NMIU – 2002-y.

6. K.T. Suyarov, Sh.N. Usmonov, J. E. Usarov. Molekulyar fizika. II kitob. Toshkent. «Yangi nashr» – 2016-y.

7. K.A.Tursunmetov va boshqalar. Fizikani takrorlang. Toshkent. «O'qituvchi» – 2007 y

8. В.И.Лукашик. Qiziqarli fizika. Savol va masalalar to'plami. «G'. G'ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi». Toshkent – 2016-y.

9. Oliy o'quv yurtlariga kiruvchilar uchun test savollari. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Davlat test markazi. «Axborotnoma» Toshkent . 1996 – 2003-yillar.

## V BOB OPTIKA YORUG‘LIKNING TARQALISH QONUNLARI. OPTIK ASBOBLAR

44-§. Yorug‘lik tezligini aniqlash.....	131
45-§. Yorug‘likning qaytish va sinish qonunlari .....	134
46-§. Masalalar yechish .....	138
47-§. To‘la ichki qaytish .....	139
48-§. Masalalar yechish .....	142
49-§. Laboratoriya ishi. Shishaning nur sindirish ko‘rsatkichini aniqlash.....	143
50-§. Linzalar .....	144
51-§. Yupqa linza yordamida tasvir yasash.....	146
52-§. Masalalar yechish .....	148
53-§. Laboratoriya ishi. Linzaning optik kuchini aniqlash .....	150
54-§. Optik asboblari .....	151
55-§. Ko‘z va ko‘rish.....	154
56-§. Masalalar yechish .....	156
57-§. Geliotexnika. O‘zbekistonda quyosh energiyasidan foydalanish .....	158
V bobni takrorlash uchun test topshiriqlari .....	160
V bob yuzasidan muhim xulosalar .....	162

## VI BOB OLAMNING FIZIK MANZARASI. FIZIKA-TEXNIKA TARAQQIYOTI

58-§. Olamning yagona fizik manzarasi .....	164
59-§. Fizika va texnika taraqqiyoti. O‘zbekistonda fizika sohasidagi tadqiqotlar.....	166

## MUNDARIJA

### MOLEKULAR FIZIKA VA TERMODINAMIKA ASOSLARI

#### I BOB MODDA TUZILISHINING MOLEKULAR-KINETIK NAZARIYASI ASOSLARI

1-§. Modda tuzilishining molekulyar – kinetik nazariyasi .....	4
2-§. Molekulaning massasi va o‘lchami .....	7
3-§. Modda miqdori .....	12
4-§. Masalalar yechish .....	16
5-§. Ideal gaz.....	18
6-§. Temperatura .....	21
7-§. Gaz molekularining harakat tezligi.....	25
8-§. Masalalar yechish .....	28
9-§. Ideal gaz holatining tenglamalari .....	30
10-§. Izotermik jarayon.....	33
11-§. Izobarik jarayon .....	35
12-§. Izoxorik jarayon.....	37
13-§. Amaliy mashg‘ulot. Molekularning o‘lchamini baholash .....	38
14-§. Masalalar yechish .....	40
I bobni takrorlash uchun test topshiriqlari.....	44
I bob yuzasidan muhim xulosalar .....	47

#### II BOB ICHKI ENERGIYA VA TERMODINAMIKA ELEMENTLARI

15-§. Ichki energiya .....	50
16-§. Termodinamik ish .....	53
17-§. Issiqlik miqdori .....	55
18-§. Masalalar yechish .....	60
19-§. Amaliy mashg‘ulot. Jismlarda issiqlik muvozanatini o‘rganish.....	63
20-§. Laboratoriya ishi. Qattiq jismlarning solishtirma issiqlik sig‘imini aniqlash.....	64

21-§. Yoqilg‘ining solishtirma yonish issiqligi.....	65
22-§. Termodinamikaning birinchi qonuni .....	67
23-§. Masalalar yechish .....	70
24-§. Issiqlik jarayonlarining qaytmasligi. Termodinamikaning ikkinchi qonuni .....	72
25-§. Laboratoriya ishi. Turli temperaturali suv aralashtirilganda issiqlik miqdorlarini taqqoslash.....	73
II bobni takrorlash uchun test topshiriqlari .....	74
II bob yuzasidan muhim xulosalar .....	78

### III BOB ISSIQLIK DVIGATELLARI

26-§. Ichki yonuv dvigatellari.....	81
27-§. Issiqlik dvigatellarining ishlash prinsipi.....	83
28-§. Masalalar yechish .....	86
29-§. Issiqlik mashinalari va tabiatni muhofaza qilish .....	87
30-§. Masalalar yechish .....	89
III bobni takrorlash uchun test topshiriqlari .....	91
III bob yuzasidan muhim xulosalar .....	93

### IV BOB SUYUQLIK VA QATTIQ JISMLARNING XOSSALARI

31-§. Suyuqlikning xossalari .....	94
32-§. Ho‘llash. Kapillyar hodisalar .....	97
33-§. Masalalar yechish .....	100
34-§. Laboratoriya ishi. Suyuqlikning sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlash .....	103
35-§. Kristall va amorf jismlar.....	104
36-§. Qattiq jismlarning mexanik xossalari .....	106
37-§. Masalalar yechish .....	109
38-§. Qattiq jismlarning erishi va qotishi .....	111
39-§. Moddaning solishtirma erish issiqligi. Amorf jismlarning erishi va qotishi.....	113
40-§ Bug‘lanish va kondensatsiya .....	116
41-§. Atmosferadagi hodisalar .....	119
42-§. Laboratoriya ishi. Havoning nisbiy namligini aniqlash .....	124
43-§. Masalalar yechish .....	125
IV bobni takrorlash uchun test topshiriqlari .....	126
IV bob yuzasidan muhim xulosalar .....	128

**HABIBULLAYEV PO‘LAT QIRG‘IZBOYEVICH],**  
**BOYDEDAYEV AHMADJON],**  
**BAHROMOV AKBAR DALABOYEVICH],**  
**SUYAROV KUSHARBAY TASHBAYEVICH,**  
**USAROV JABBOR ESHBEKOVICH,**  
**YULDASHEVA MOHIDILXAN KAMALDJANOVNA.**

## **FIZIKA**

*Umumiy o‘rta ta‘lim maktablarining  
9-sinfi uchun darslik*

*Uchinchi nashr*

Muharrir *Sh. Usmonov*  
Badiiy muharrir *Sh. Mirfayozov*  
Texnik muharrir *X. Hasanova*  
Musahhah *D. To‘ychiyeva*  
Kompyuterda sahifalovchi *U. Valijonova*

Nashriyot litsenziya raqami AI.№ 290. 04.11.2016.  
2019-yil 5-mayda bosishga ruxsat etildi.  
Bichimi 70x100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Times New Roman garnitura.  
Ofset bosma. 14,3 shartli bosma toboq. 12,5 nashr tobog'i.  
Adadi 59426 nusxa. 121 - raqamli buyurtma.

Nashriyot litsenziya raqami AI.№ 290. 04.11.2016.  
2019-yil 5-mayda bosishga ruxsat etildi.  
Bichimi 70x100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Times New Roman garnitura.  
Ofset bosma. 14,3 shartli bosma toboq. 12,5 nashr tobog'i.  
Adadi 494082 nusxa. 120 - raqamli buyurtma.

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi  
Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligining  
G'afur G'ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyida chop etildi  
Toshkent, 100128. Labzak ko'chasi, 86.

**www. gglit.uz.    E-mail:info@gglit.uz**

## Ijaraga beriladigan darslik holatini ko'rsatuvchi jadval

T/r.	O'quvchining ismi va familiyasi	O'quv yili	Darslikning olingan-dagi holati	Sinf rahbarining imzosi	Darslikning topshiril-gandagi holati	Sinf rahbarining 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.
Qoniqarsiz	Muqova chizilgan, yirtilgan, asosiy qismidan ajralgan yoki butunlay yo'q, qoniqarsiz ta'mirlangan. Betlari yirtilgan, varaqlari yetishmaydi, chizib, bo'yab tashlangan. Darslikni tiklab bo'lmaydi.