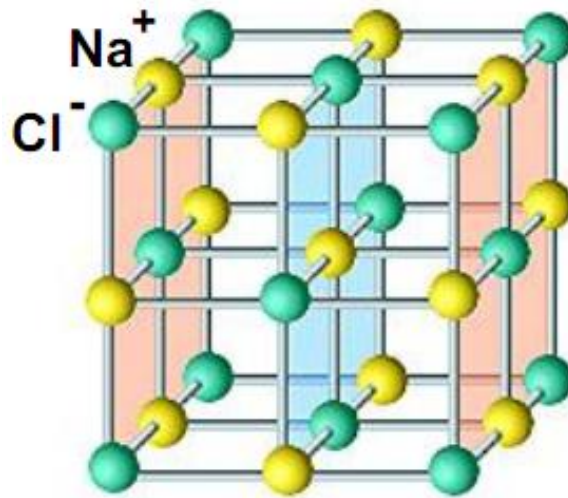




# MOLEKULYAR FIZIKA

Abituriyentlar va mustaqil o'rganuvchilar uchun





## KIRISH.

**Molekulyar fizika** – fizikaning turli agregat xolatlardagi jismlarning fizik xossalarini ularning molekulyar tuzilishlari asosida qarab chiqiladigan bo'limidir.

Molekulyar fizika jismni tashkil qilgan atomlar, molekulalar va ionlar xarakati va o'zaro tasirini o'rganish bilan bog'langan.

Moddaning tuzilishi xaqidagi dastlabki tasavvurlar qadim zamonlardayoq paydo bo'lgan edi. Qadimgi grek faylasuflari bundan ikki ming yil oldin olamdagi xamma narsa bo'linmaydigan juda kichik zarra – atomlardan tashkil topgan deb tasavvur qilgan edilar. Grek olimi Demokrit (E. A 460 – 370 yillar) quyidagicha yozadi: “xamma narsa atomlardan tashkil topgan ... narsalar bir – biridan o'zlarini tashkil qilgan atomlar, ularning tartibi va vaziyatlari bilan farq qiladi ...”. Qadimgi atomislarning moddaning tuzilishi xaqidagi tasavvurlari faqatgina faraziy tusga ega ekanligini xisobga olish kerak.

O'rta asrlarda atomistik talimotning tarafdorlari davlat tomonidan ta'qib ostiga olingan, chunki ularning bu talimoti jismlarning xossalarini tabiiy sabablari bilan tushuntirib odamlarning yaratuvchisiga xudoga bo'lgan etiqodini yo'qotadi, deb o'ylaganlar – 1026 yilda Fransiya oliy sudi atomistik talimotni tarqatishni o'lim jazosiga maxkum etish xavfi ostida taqiqlab qo'ydi. O'rta asrda atomistik gipoteza cherkov taqibi ostida unutildi. Faqatgina XVII asrda I. Nyuton molekulalar fazoda bo'sh joyni to'ldirishga intilishi xaqidagi tasavvurdan kelib chiqqan xolda gazlarning kengayishini tushuntirib berishga xarakat qildi.

XVIII asrda molekulyar kinetik nazariyaning jonkuyar tarafdori va targ'ibotchisi M.B. Lomonosov edi. 1738 yilda molekulyar nuqtai nazaridan gazlar bosimini tushuntirish uchun miqdoriy xisoblashlarni qo'llagan birinchi olimlardan biri peterburg fanlar akademiyasining azosi D. Bernulli edi.

Fizikada molekulyar nazariyaning qat'iy ilmiy rivojlanishi taxminan XIX asrning ikkinchi yarmida boshlandi. Nemis fizigi R. Klauzius, ingliz fizigi J. Maksvell va Avstriya fizigi L. Bolsman atom – molekulyar nazariyaga asos soldilar. Biroq, atom – molekulyar nazariya mislsiz ilmiy natijalariga qaramasdan bir qator yirik olimlar tomonidan qattiq qarshilikka uchradi. E. Max va B. Ostvald kabi mashxur fiziklar XIX asr oxiri XX-asr boshida atomning mavjudligini inkor etdilar.

XX asr boshida atom – molekulyar nazariyaning ishlanmasi ustida va uning tajribada tasdiqlanishida A.Eynshteyn, J. Perren, O.Shtern va boshqalar kabi mashxur fiziklar ish olib bordilar. Ular tomonidan molekulalarning real mavjudligini rad qilib bo'lmaydigan isbotlarigina olingan bo'lmay, balki ularning o'zaro tasiri va xarakatining qat'iy nazariyasi – **molekulyar – kinetik nazariya (MKN)** yaratildi.

### Molekulyar kinetik nazariyaning asosiy xolatlari quyidagilardan iborat:

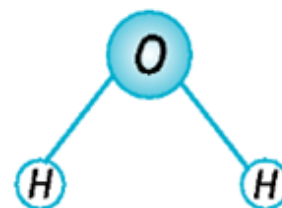
1. Modda zarrachalardan (molekulalardan, atomlardan) tashkil topgan;
2. Zarralar doimo tartibsiz (xaotik) harakatda bo'ladi;
3. Zarralar o'zaro ta'sirlashib turadi (zarralar orasida tortishish va itarishish kuchlari mavjud);

### Molekulyar kinetik nazariyaning asosiy xolatining dalillari:

- Moddalarning mexanik parchalanishi;
- Moddalarning suyuqliklarga aralishishi;
- Moddalarning bir-biriga diffuziyalanishi;
- Gazlarning siqilishi va kengayishi;
- Broun harakati;
- Zamonaviy mikroskoplar yordamida molekulalar kuzatilganda, ular alohida atomlardan tashkil topganligini kuzatish mumkin.

**Molekula** deb – modda xossasi saqlanib qoladigan eng kichik zarraga aytiladi.

Molekula (lotincha *moles* – massa) bitta atomdan yoki bir nechta atomdan tashkil topishi mumkin. Masalan suv molekulasi ( $H_2O$ ) 3 ta atomdan tashkil topgan. Unda 1 ta kislorod va 2 ta vodorod atomi bor (1-rasm).



1-rasm

Molekulalar orasida bir vaqtda tortishish va itarishish kuchlari mavjud. Manashu kuchlarga qarab moddalarning agregat holatlari aniqlanadi. Masalan, qattiq jism molekulalari orasida o'zaro tortishish kuchlari katta, molekulalar bir-birini katta kuch bilan tortganligi uchun bir-birlari orasidagi masofa juda qisqa bo'ladi. Gazlarda esa o'zaro itarishish kuchlari katta bo'ladi.

**Massa atom birligi:** - uglerod atomi massasining  $1/12$  qismiga teng massaga aytiladi.

$$1 \text{ m.a.b} = \frac{1}{12} m_{0c} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

**Nisbiy molekulyar massa:** biror moddaning nisbiy molekulyar massasi uglerod atomining  $1/12$  qismidan (yoki 1 m.a.b dan) necha martta kattaligini ko'rsatadi (moddaning nisbiy molekulyar massasi, moddalarning kimyoviy davriy jadvalida beriladi).

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0c}} = \frac{m_0}{1m.a.b}$$

$m_0$  – bitta molekula massasi.  $M_r$  – o'lchov birligi yo'q kattalik.

### Modda miqdori. Avagadro soni:

$\nu$  (mol) – modda miqdori. 1 mol – bu modda miqdori o'lchov birligi bo'lib, undagi molekulalar soni 12 g ugleroddagi molekulalar soniga teng.

$N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$  1/mol – Avagadro soni.

Avagadro soni, xar qanday bir mol moddadagi atomlar sonini bildiradi.

Modda miqdorini  $\nu = \frac{N}{N_A}$  formula yordamida aniqlash mumkin.

$N$  – atomlar soni

### Molyar massa:

Molyar massa  $\mu$  xarfi bilan belgilanib, bir mol moddaning massasini ko'rsatuvchi kattalik xisoblanadi.

$$\mu \left( \frac{kg}{mol} \right) \quad \mu = m_0 N_A \Rightarrow m_0 = \frac{\mu}{N_A}$$

Nisbiy molekulyar massa  $M_r$  va molyar massa  $\mu$  quyidagicha bog'langan.

$$\mu = M_r \cdot 10^{-3} \frac{kg}{mol}$$

$$Li \Rightarrow \mu = 0,007 \frac{kg}{mol}$$

$$CO_2 \Rightarrow \mu = 0,044 \frac{kg}{mol}$$

$$H_2 \Rightarrow \mu = 0,002 \frac{kg}{mol}$$

$$H_2O \Rightarrow \mu = 0,018 \frac{kg}{mol}$$

$$Havo \Rightarrow \mu = 0,029 \frac{kg}{mol}$$

$$O_2 \Rightarrow \mu = 0,032 \frac{kg}{mol}$$

Modda miqdori  $\nu$ , atomlar soni  $N$  va modda massasi  $m$  quyidagicha bog'lanishga ega.

$$\nu = \frac{m}{\mu} = \frac{N}{N_A} \Rightarrow N = \frac{m}{\mu} N_A$$

### Molekulalarning massasi va o'lchamlari

Xozirgi vaqtda molekulalarning massasini va o'lchamlarini juda aniqlikda o'lchashga imkon beradigan ko'pgina usullar mavjud. Biroq bu usullar juda murakkab. Lekin molekulalarning massasini va o'lchamlarini yetarlicha oddiy tajribalar yordamida aniqlash mumkin.

Molekulalar aslida murakkab shaklga ega, shuning uchun turli yo'nalishlarda turlicha o'lchamga ega bo'ladi. Agar soddalashtirish uchun

molekula shar shaklida desak, u holda gap aniqlanishi kerak bo'lgan molekulaning diametri xaqida boradi, uni moyli moddaning suv sirti bo'ylab yoyilish xossasidan foydalanib aniqlash mumkin. Moyli modda suv sirti bo'ylab yoyilib qalinligi taxminan moyli modda molekulalar diametriga teng bo'lgan juda yupqa qatlam xosil qiladi(2-rasm).



2-rasm

Tajribalardan molekulalar diametri  $D = \frac{V}{S} \approx 10^{-8} \text{ sm} = 1A^{\circ} - \text{Angtrem}$  ekanligi aniqlangan.

Molekulalar massasi esa  $m_0 = \rho V_0 = \rho D^3 \approx 10^{-26} \text{ kg}$  ga teng ekani aniqlangan.

Bitta atomning chiziqli o'lchami  $a$  ni, quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi.

$$a = \sqrt[3]{V_1} = \sqrt[3]{\frac{m}{\rho N}} = \sqrt[3]{\frac{N\mu}{N_A \rho N}} = \sqrt[3]{\frac{\mu}{\rho N_A}}$$

Bu yerda:  $V_1$  – bitta atom hajmi;  $m$  – modda massasi;  
 $\rho$  – modda zichligi;  $N$  – atomlar (molekulalar) soni;  
 $\mu$  – molyar massa.

***Molekulalar o'lchamlarini ko'z oldimizga keltirsak, normal bosimda va xona xaroratida bir kub santimetr xavoda taxminan  $10^{20}$  ta molekula bo'ladi. Bu sonni tasavvur qilish uchun, xar sekunda maxsus asbob yordamida 1 mln molekulani suzib olib tashlasak, bizga bir necha million yil kerak bo'lar edi!***

## BROUN XARAKATI

1827 – yilda ingliz botanigi R. Broun kattalashtiradigan lupa yordamida suvda muallaq turgan gulchangni kuzatib, suv ichida juda kichkina gulchang zarrasining uzluksiz va xaotik xarakatini payqadi. Broun dastlab zarralarning xarakatini ularning jonli bo'lganligidan deb tushuntirdi. Keyinroq ularning suvdagi aralashmasini qaynatilgan xolda xam gulchang zarralari xarakatini davom ettirayotganini payqadi. Broun ancha keyinroq xar qanday moddadan

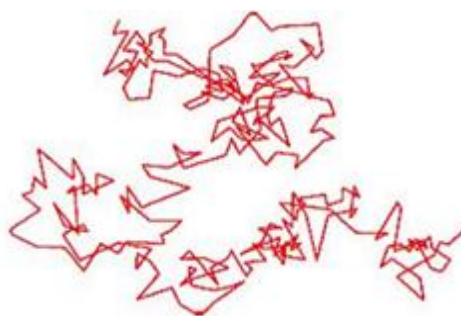
tayyorlangan mayda zarralar xaotik xarakterda bo'lishini aniqladi. Broun o'zi kashf etgan hodisaning sababini tushuntirib bera olmadi.

Broun xarakterini o'rganish bilan ko'pgina olimlar shug'ullandi. Broun xarakterining xaotikligi va cheksiz uzoq muddat sodir bo'lishi, broun zarralarining xarakterlanish tezligi esa ularning massalariga bog'liqligi xamda temperatura ko'tarilishi bilan ortishi aniqlandi.

O'tgan asrning ikkinchi yarmida suyuqlikda muallaq turgan broun zarralari ularga suyuqlik molekulari kelib urilishi natijasida xarakterlanadi deb faraz qilingan edi. Suyuqlik molekulari broun zarralariga xamma tomondan uriladi. Biroq, bu urilish xar doim xam kompensasiyalanmaydi. Biror vaqt momentida qaysidir tomondan molekularning urilishi boshqa tomonga qaraganda kuchliroq bo'ladi. U xolda zarra xarakterlanadi boshlaydi. So'ngra urilishning zo'ri boshqa tomondan keladi va zarra yangi yo'nalishda xarakterlanadi boshlaydi. Natijada zarralarning tartibsiz xarakati sodir bo'ladi.

1905–1906 yillarda A. Eynshteyn bu gipotezaga tayanib, broun xarakterining qat'iy miqdoriy nazariyasini ishlab chiqdi, buni 1908 – 1913 yillarda fransuz fizigi J. Perren tajribada tekshirdi. Perren tajribasining to'g'riligini tasdiqladi. 3-rasmda broun zarralarining harakat traektoriyasi ko'rsatilgan.

Broun xarakati molekular va molekular xarakterlanadigan xaqidagi asosiy tasavvurlar to'g'riligining ishonchli isbotlaridan biri bo'lib xisoblanadi.

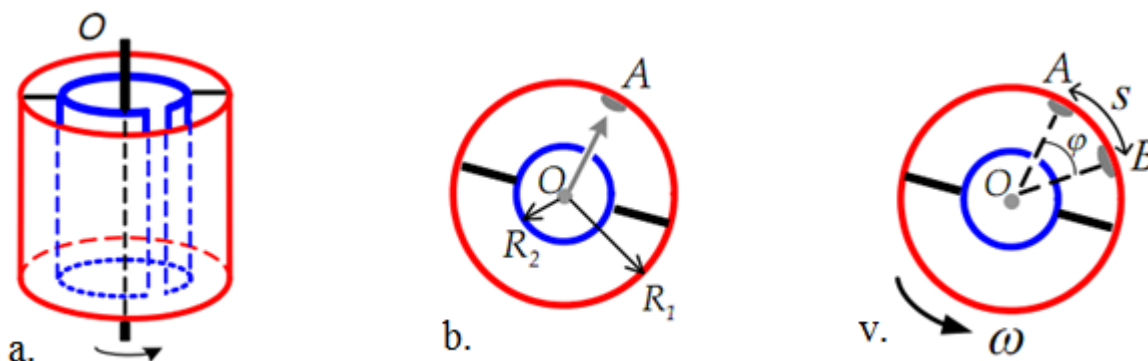


3-rasm

## GAZ MOLEKULARARINING TEZLIGI

### Shtern tajribasi

1920 – yilda birinchi bo'lib tajribada molekularning ilgarilanma xarakter tezligini nemis fizigi O. Shtern aniqladi. Shtern tajribasi quyidagicha. Shternning molekular tezligini aniqlash uchun foydalangan qurilmasi 4-rasmda ko'rsatilgan. U ikkita silindrdan iborat bo'lib, tashqi silindr katta burchak tezlik bilan aylanadi. Ichki silindr markazida kumush sim o'tkazil-



4-rasm

gan. Sim qizdirilganda, undan kumush atomlari uchib chiqadi. Bu qurilma vakumli kameraga joylashtirilgan holda tajribalar olib boriladi.

Agar kumush simni qizdirsak, undan kumush atomlari bug'lanib chiqib, 4 b-rasmdagidek ichki silindr tirqishidan chiqib tashqi silindrdagi A nuqtaga borib o'tiradi. Agar tashqi silindrni ma'lum burchak tezlik bilan aylantirsak (shern tajribasida aylanish chastotasi  $\nu=1500 \text{ s}^{-1}$  ga teng bo'lgan), biroz vaqtdan so'ng, kumush atomlari  $\nu$  tezlik bilan harakatlanib, silindrlar orasidagi masofa ( $R_2-R_1$ ) ni bosib o'tadi  $t = \frac{R_2 - R_1}{\nu}$ , A nuqta esa  $s = 2\pi R_2 \nu t$  masofani bosib o'tib B nuqtaga ko'chadi (4 v-rasm). Bundan molekularning o'rtacha harakat tezligini aniqlash mumkin.

$$\bar{v} = \frac{2\pi\nu(R_2 - R_1)R_2}{s}$$

Tajribalardan birida kumush molekularining ilgariylanma xarakat tezligi 500 m/s bo'lishi aniqlandi. Xuddi shunga o'xshash tajribada kumush atomi 600 m/s tezlik bo'yicha xarakatlandi. Xona temperaturasida kislorod va azod molekulari esa 400 – 500 m/s tezlik bilan, vodorod molekulari esa 1600 – 2000 m/s tezlik bilan xarakatlanadi. Molekularning ilgariylanma xarakat tezligining keltirilgan aniq qiymatini yodda saqlash kerak emas: faqatgina ular sekundiga yuz metr tartibida ekanligini yodda saqlash kifoya. Ov miltig'idan otilgan pitra xuddi shunday tezlikka ega bo'ladi.

## IDEAL GAZ MOLEKULAR – KINETIK NAZARIYASI

Modda uch xil agregat xolatda bo'lishi mumkin. O'rganish uchun eng qulayi gazsimon xolatidir. Yuqoridagi mavzularda normal bosim va xona temperaturasida bir kub santimetrda turli tezliklar bilan xaotik xarakatlanuvchi taxminan  $10^{20}$  ta molekula borligini bilib oldik. Bunda xar bir molekula xar sekundda boshqalari bilan taxminan million marta to'qnashadi. Shunday ekan, mehanika usullarini qo'llab molekular xarakatini (gazlar xossasini xam) o'rganib bo'lmaydi. Buning uchun xar bir daqiqa uchun  $10^{20}$  ta tenglama yozishimiz va uni yechishimiz zarur, buni esa amalga oshirib bo'lmaydi.

## IDEAL GAZNING MOLEKULAR KINETIK NAZARIYASINING ASOSIY TENGLAMASI.

Gazlar qattiq jismlardan va suyuqliklardan nisbatan kichik zichligi, siqiluvchanligi, katta tezlikdagi diffuziyasi, ularga berilgan xar qanday xajmni egallashi bilan farq qiladi.



Gazlarning bu xarakterli xossalarini ularning molekulyar tuzilishi xaqidagi quyidagi asosiy farazlar bilan tushuntirish mumkin:

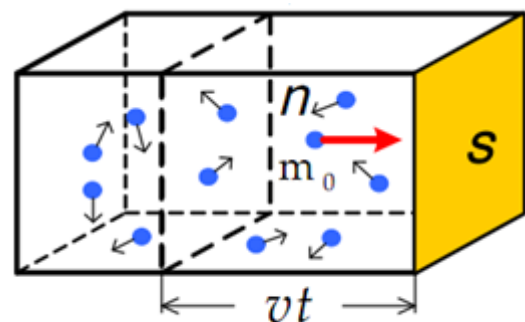
- 1) gaz molekullari (ularning o'lchamlari bilan taqqoslaganda) bir – biridan ancha katta masofalarda turadi;
- 2) gazlar orasidagi tortishish kuchi juda kichik.

**Ideal gaz.** Fizikada gaz xossalarini o'rganishda yengillashtirish uchun real gazlarni ideal gaz deb ataluvchi soddalashtirilgan modelidan foydalani ladi. Ideal gazda:

- a) Molekulalararo o'zaro tasir kuchlari bo'lmaydi, ya'ni molekulalar bir – birini tortmaydi xam, itarmaydi xam;
- b) Molekulalarning o'zaro tasiri faqat ular to'qnashganda sodir bo'ladi va burilish elastik urilish xisoblanadi;
- c) Gaz molekullari xajmga ega emas, ya'ni moddiy nuqta kabi bo'ladi. Gazning bu modeli  $200^{\circ}\text{C}$  dan bir necha ming gradus temperaturagacha bo'lgan temperaturada va atmosfera bosimiga yaqin bosimda bo'lgan bir atomli gazlarning xossalariga mos keladi.

**Gaz bosimi.** Faraz qilaylik, gaz kub shaklidagi idishga qamalgan bo'lsin. Xar bir kub metrda  $n$  ta molekula (xajm birligidagi molekulalar soni *molekulalar konsentratsiyasi* deb ataladi.  $n = \frac{N}{V}$ ) bo'lsin. Molekulalar vaqt

o'tishi bilan xaotik xarakatlanib idish devorlari bilan to'qnashadi (5-rasm). Molekula xar bir to'qnashishda idish devorlariga juda kichik kuch bilan tasir qiladi va qaytadi. Alohida urilishlarning juda kichik kuchlari to'planib, deyarli  $F$  o'zgarmas bosim kuchiga aylanadi.



5-rasm

Gazning idish devoriga beradigan bosimi molekulalar konsentratsiyasiga bog'liq. Molekulalar konsentratsiyasi qancha katta bo'lsa, ular idish devori bilan shuncha ko'p to'qnashadi va bosim shuncha katta bo'ladi. Boshqacha aytganda, gaz bosimi molekulalar konsentratsiyasiga to'g'ri proporsional:

$$P \approx n$$

Tajribalardan gazning idish devoriga beradigan bosimi molekulalarning kinetik energiyasiga bog'liqligi aniqlandi.

$$P \approx \frac{m_0 \mathcal{E}^2}{2}$$

Xosil qilingan ikkala munosabatni birlashtirib, quyidagini xosil qilamiz;

$$P \approx n \cdot \frac{m_0 \mathcal{G}^2}{2}$$

Aniq xisoblashlardan so'ng esa molekular bosimi formulasi xosil qilingan.

$$P = \frac{2}{3} n \cdot \frac{m_0 \mathcal{G}^2}{2}$$

Bu munosabat *ideal gaz molekulyar – kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi* deb nom oldi.

Yuqoridagi formulaning boshqa ko'rinishlarini xam xosil qilish mumkin.

$$P = \frac{1}{3} n \cdot m_0 \cdot \mathcal{G}^2 = \frac{2}{3} n E_k$$

## TEMPERATURA

Siz Temperatura va Termometr so'zini siz bolalik chog'laringizdan bilasiz. Siz yozda qishga qaraganda temperatura yuqoriligini, choyning temperaturasi muzqaymoq temperaturasiga qaraganda yuqoriligini; kasal odamning temperaturasi sog'lom odam temperaturasiga qaraganda yuqori bo'lishligi va hokazolarni bilasiz. Shuningdek, ayni bir xil jism turli temperaturaga ega ekanligini xam bilasiz. Shunday ekan, *temperatura jismning ichki xolatini xarakterlaydi*.

Agar temperaturalari xar xil bo'lgan ikkita jismni bir – biriga tekkizib turilsa, tajribadan malum bo'ladiki, biror vaqt o'tgandan so'ng jismlarning temperaturalari bir xil bo'lib qoladi. Mana shu jarayonga *Issiqlik yoki Termodinamik muvozanat* deyiladi.

### TEMPERATURANI O'LCHASH

1. Temperatura – jismning issiqlik darajasini ifodalaydigan fizik kattalik.
2. Temperatura issiqlik o'tkazuvchanlik yo'nalishini ko'rsatadi (issiq jismdan sovuq jismga).
3. Temperatura issiqlik muvozanatini xarakterlaydi (xar xil temperaturali jismlar bir – biriga tekkizilganda ularning temperaturalari tenglashadi).

Temperaturani o'lchash uchun TERMOMETRdan foydalaniladi (6-rasm). Termometr termodinamik muvozanatda bo'lgan jism temperaturasiga teng bo'lgan xususiy temperaturani qayd etadi.

Sizga tanish bo'lgan simobli va spirtli termometrlarda suyuqlik-



6-rasm

lar xajmining temperaturaga chiziqli bog'liqligidan va buning natijasida suyuqlik ustuni balandligining temperaturaga chiziqli bog'liqligidan foydalaniladi.

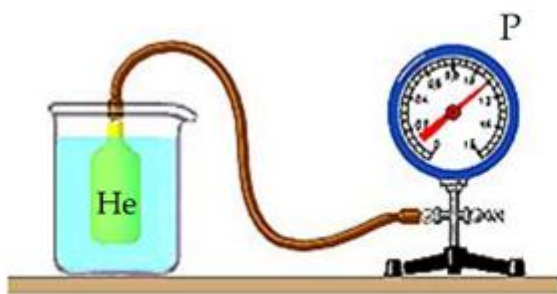
Gazli termometrlarda gaz bosimining temperaturaga bog'liqligidan foydalaniladi, aniq tajriba bilan berk idishga qamalgan gazning temperaturaga proporsionalligi topilgan.

$$P \approx T$$

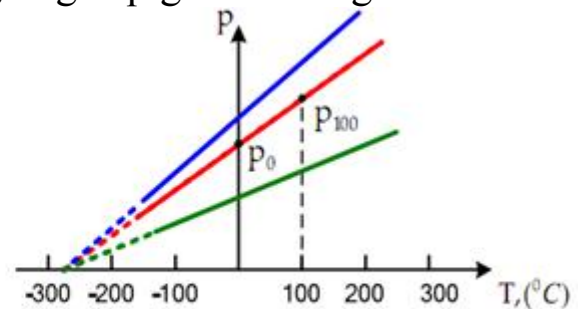
$P$  – gazning bosimi,  $T$  – gazning temperaturasi.

Gazli termometr – balondagi gaz bosimini o'lchaydigan monometr bilan ingichka naycha orqali tutashtirilgan gaz bilan to'ldirilgan uncha katta bo'lmagan balondan iborat (7-rasm). Balon temperaturasi o'lchanishi kerak bo'lgan jism bilan issiqlik kontaktiga keltiriladi. Termometr balonida biror vaqt o'tgandan so'ng jism va gaz temperaturasi tenglashadi. Gaz bosimi uning temperaturasiga proporsional bo'lgani uchun temperaturani o'lchash termometr balonidagi gaz bosimini o'lchash bilan teng kuchlidir. Shunday qilib, **temperatura – gazli termometr ballonidagi gaz bosimiga proporsional bo'lgan kattalik.**

8-rasmda temperatura bilan bosimning bog'liqligi tasvirlangan.



7-rasm



8-rasm

## TEMPERATURA SHKALASI

Kundalik xayotda foydalaniladigan SELSIY shkalasi quyidagi tarzda tuzilgan. Selsiy shkalasining no'l nuqtasi qilib muzning erish temperaturasi qabul qilingan. Suvning qaynash temperaturasi qilib Selsiy gradusi deb ataluvchi 100 birlik qabul qilingan. Temperatura  $0^{\circ}\text{C}$  dan past bo'lganda [ - ] (manfiy) belgi yoziladi.

1848-yilda Ingliz fizigi U. Kelvin (Tomson) gazlar bosimi no'l bo'ladigan temperaturani absolyut no'l qilib olishni taklif qildi va Kelvin shkala (yoki termodinamik shkala) sig'a asos soldi.

Xalqaro birliklar sistemasida temperaturaning termodinamik shkalasi qabul qilingan. Bu shkalada no'l temperatura uchun molekulalarning ilgarilanma (issiqlik) xarakati to'xtaydigan temperatura qabul qilingan. Bu temperatura **absolyut no'l temperatura** deb ataladi. Agar biror gaz yoki jismni absolyut

temperaturagacha sovutilsa, bu jismning xar qanday mexanik xususiyatlaridan qat'iy nazar bu gaz yoki jismning molekulalari xarakatdan to'xtaydi.

Absolyut no'lga erishish mumkin emas. Bunga yaqinlashish mumkin. Xozirgi vaqtda absolyut no'ldan xammasi bo'lib gradusning milliondan bir necha ulushidagi temperaturasi xosil qilingan.

Selsiy shkala bo'yicha temperatura  $0,01^{\circ}\text{C}$ . Termodinamik shkala bo'yicha 273,16 birlik qabul qilingan (bunday birlik KELVIN deb ataladi va 1K deb belgilanadi). Temperaturaning bunday sonli qiymati 1 K aniq  $1^{\circ}\text{C}$  ga teng bo'lishi uchun tanlangan. Termodinamik shkala bo'yicha xisoblanadigan temperaturani ba'zan absolyut temperatura deb xam ataladi.

Bundan tashqari temperaturani o'lchash uchun yana bir shkala FARENGEYT shkalasi xam mavjud. Bu shkaladan AQSH va boshqa bir nechta davlatlar foydalanadi. Bu shkalaning gradus ulushi Selsiy va Kelvin shkalalaridek teng qiymatga ega emas.

Kelvin shkalasi	Selsiy shkalasi	Farengeyt shkalasi
373,15 K	$100^{\circ}\text{C}$	$212^{\circ}\text{F}$
273,15	0	32
0	$-273,15$	$-459,67$
$T=t+273,15$	$t$	$F=\frac{9}{5}t+32$

1. Termodinamik absolyut Kelvin shkalasi,

$$T=t + 273,15 \text{ K}$$

2. Xalqaro amaldagi Selsiy shkalasi,

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

3. Forengeyt shkalasi,

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

### Temperaturaning molekulyar - kinetik manosi.

Siz oldingi mavzularda temperatura deb, izolyasiyalangan sistemaning termodinamik muvozanat sharoitida uning ichki xolatini xarakterlovchi fizik kattalikka aytilishini bilib oldingiz. Termodinamik muvozanat xolatda bo'lgan izolyasiyalangan sistemada barcha jismlarning temperaturasi bir xildir. Agar sistema muvozanatli xolatda bo'lsa, bunda temperaturaning tenglashish jarayoni bo'lib o'tadi: issiqroq jism temperaturasi pasayadi, sovuqroq jism temperaturasi ortadi.

Temperatura jismlarning ichki xolatini ifodalaydi, jism esa molekullardan tashkil topgan bo'lsa, u holda tabiiy ravishda temperaturani qandaydir xolatda molekulalar xarakati bilan bog'liqligini tasavvur qilish mumkin. Masalan, diffuziya tezligi temperaturaga bog'liq.

## Gaz molekularining ilgarilanma xarakati o'rtacha kinetik energiyasi va temperaturasi

Avvalgi mavzularda gazlarning bosimi konsentrasiyaga ( $P \approx n$ ) va temperaturaga ( $P \approx T$ ) bog'liqligini bilib oldingiz. Bu munosabatlarni birlash tirib, aniq xisoblashlardan keyin quyidagicha formula xosil bo'ladi.

$$P = nkT$$

Bu yerda:  $k$  - proporsionallik koeffisienti (Bolsman doimiysi deb ataladi  $k = 1,380662 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ ), konsentrasiya va temperaturani bosim bilan munosabatini tenglaydi.

Gaz bosimi molekularning ilgarilanma xarakati o'rtacha kinetik energiyasi va konsentrasiyasi bilan bog'liqligini aniqlagan edik.

$$P = \frac{2}{3} n \cdot \frac{m_0 \mathcal{G}^2}{2}$$

Oxirgi ikki tenglamaning o'ng tomonlarini tenglab, quyidagini xosil qilamiz.

$$knT = \frac{2}{3} n \frac{m_0 \mathcal{G}^2}{2}$$

Bundan:

$$T = \frac{1}{k} \frac{2}{3} \frac{m_0 \mathcal{G}^2}{2} \Rightarrow T = \frac{2}{3} \cdot \frac{W_k}{k} \Rightarrow W_k = \frac{3}{2} kT$$

Bu natija, temperatura molekular ilgarilanma xarakatining o'rtacha kinetik energiyasiga to'g'ri proporsional ekanini ko'rsatadi.

Yuqoridagi munosabatlardan, gaz temperaturasini uning kinetik energiyaga bog'liqligini bilib oldik. O'z navbatida gaz kinetik energiyasi gazlar ilgarilanma xarakat tezligiga proporsional ekani malum. Endi gaz temperaturasini uning tezligiga bog'liqligini ko'rib chiqsak.

$P = \frac{2}{3} n \cdot \frac{m_0 \mathcal{G}^2}{2}$  va  $P = knT$  tenglamalarni tenglab, quyidagini xosil qilamiz.

$$\mathcal{G} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$$

Oxirgi formula gaz molekularining temperaturasi  $T$  va molyar massasi  $\mu$  orqali aniqlanadigan nazariy o'rtacha kvadratik tezlik formulasi.  $\mathcal{G} = \sqrt{\mathcal{G}^2}$  - bo'lgani uchun, o'rtacha kvadratik tezlik deb ataladi.

### IDEAL GAZ XOLATINING TENGLAMASI.

Gaz xolatining parametrlari (massa, bosim, xajm, va temperatura) ni bog'lovchi tenglama gaz xolatining tenglamasi deb ataladi. Ideal gazning

xolatini xarakterlovchi barcha parametrlarni  $P = nkT$  formulaga kiritish mumkin.  $n$  molekular konsentrasiyasini  $N$  molekular soni va  $V$  gaz xajmi bilan ifodalaymiz:  $n = \frac{N}{V}$ , u xolda  $P = k \frac{N}{V} T$  yoki  $\frac{PV}{T} = kN$

Xosil qilingan formulaning o'ng tomonidagi kattaliklar o'zgarmas kattaliklar bo'lgani uchun

$$\frac{PV}{T} = const \quad \text{yoki} \quad \frac{P_0V_0}{T_0} = \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} = \dots$$

tenglikni yozish mumkin. Oxirgi tenglama Klapeyron tenglamasi deyiladi.

1834 yilda fransuz fizigi B. Klapeyron tomonidan topilgan bu munosabat gaz xolatini ifodalovchi barcha parametrlarini bog'lasa xam lekin amaliyotda qo'llash noqulay. Gap shundaki, tajribada o'lchash mumkin bo'lgan kattaliklar: bosim, xajm, va temperaturalardan tashqari tajribada aniqlanmaydigan  $N$  molekular soni kiradi. 1974 yilda D.I. Mendeleyev bu formulani mukammallashtirdi.

Gaz massasi formulasini keltirib chiqarish uchun  $N$  gaz molekularining sonini gaz massasi  $m$  va bitta molekula massasi  $m_0$  orqali ifodalaymiz:

$$N = \frac{m}{m_0}$$

Yuqoridagi formulaga  $N$  ning topilgan qiymatlarini qo'yib, quyidagini xosil qilamiz:

$$\frac{PV}{T} = k \frac{m}{m_0}$$

Formuladan molekular massasini qisqartirish uchun uni moddaning bir mol massasi va bir moldagi molekular soni orqali ifodalaymiz:

$$m_0 = \frac{\mu}{N_A}$$

Bu ifodani yuqorida topilgan tenglamadagi molekular massasiga qo'yib, quyidagini xosil qilamiz:

$$\frac{PV}{T} = k \frac{m}{\frac{\mu}{N_A}} = kN_A \frac{m}{\mu}$$

Avagadro doimiysini Bolsman doimiysiga ko'paytmasi universal gaz doimiysi deb ataladi va  $R$  ( $R = kN_A = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} = 8,31 \frac{J}{\text{mol} \cdot K}$ ) xarfi bilan belgilanadi.

$$\frac{PV}{T} = R \frac{m}{\mu} \Rightarrow PV = \frac{m}{\mu} RT$$

Bu tenglama Mendeleyev – klapeyron tenglamasi deb ataladi.

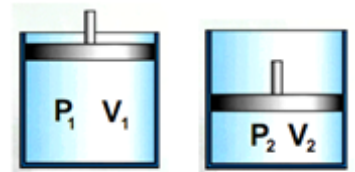
## IZOJARAYONLAR. GAZ QONUNLARI.

Izajarayon deb – gazning  $P$ ,  $V$  yoki  $T$  parametrlaridan biri o'zgarmasdan sodir bo'ladigan jarayonga aytiladi.

### 1. IZOTERMIK JARAYON.

*O'zgarmas massali ( $m=const$ ) ideal gazning temperaturasi o'zgarmasdan sodir bo'ladigan jarayonlarga izotermik jarayon ( $T=const$ ) deb ataladi.*

Bu jarayonni 1662 – yilda ingliz olimi R. Boyl va 1667 – yilda undan bexabar xolda fransuz olimi E. Mariott tajribalar asosida o'zgarmas temperaturada berilgan gaz massasi uchun gaz xajmining bosimiga ko'paytmasi o'zgarmas kattalik ekanligini isbotladilar (9-rasm).



9-rasm

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

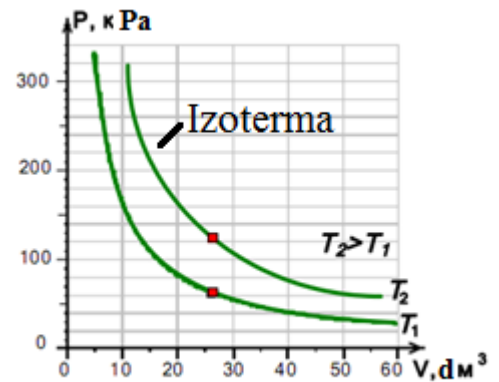
Izotermik jarayonda quyidagi munosabatlar o'rinli:

$$m=const$$

$$T=const$$

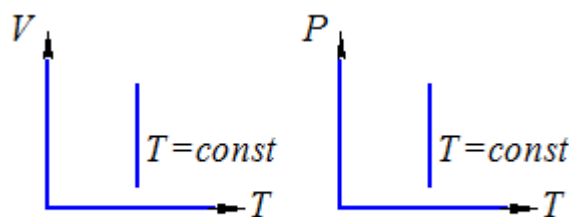
$$PV = const$$

Izotermik jarayonda gaz bosimining xajmga bog'liqlik grafigi giperbola ko'rinishida bo'ladi va **izoterma** deb ataladi (10-rasm). Izoterma kordinata o'qlaridan uzoqlashgan sari, temperatura ortib boradi.



10-rasm

Izotermik jarayon  $V - T$  va  $P - T$  diagrammalarda quyidagi ko'rinishlarda tasvirlanadi (11-rasm).



11-rasm

### 2. IZOBARIK JARAYON.

*Berilgan gazning bosimi o'zgarmagan xolda bo'ladigan jarayonga izobarik jarayon ( $P=const$ ) deyiladi.*

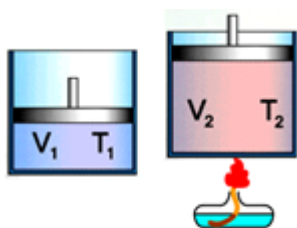
Bu jarayonni 1802 yilda fransuz fizigi Gey – Lyussak temperatura o'zgaranda gazning tabiatini o'rganayotib, o'zgarmas bosimda berilgan gaz massalari chiziqli qonun bo'yicha temperaturaga bog'liq bo'lishini isbotladi:

$$V = V_0(1 + \alpha t)$$

Bunda:  $V_0$  – gazning boshlang'ich xajmi,  $V$  – oxirgi xajmi,  $t$  – boshlang'ich va oxirgi temperaturalar farqi,  $\alpha$  – barcha gazlar uchun bir xil bo'lgan xajmiy kengayish koeffitsienti:

$$\alpha = \frac{1}{273,15} K^{-1} \approx \frac{1}{273} K^{-1}$$

Izobarik jarayonda ideal gaz hajmining temperaturaga nisbati o'zgarmas kattaligidir.

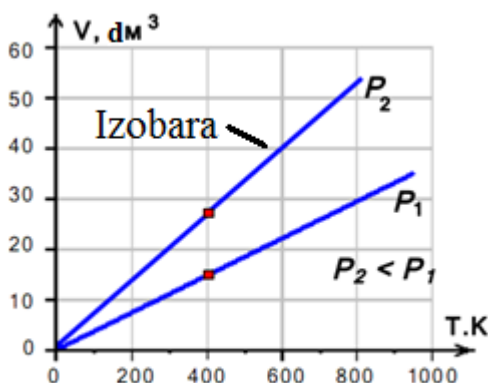


12-rasm

$$\frac{V}{T} = const \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \dots$$

Vajm temperaturaga to'g'ri proporsional ravishda o'zgaradi(12-rasm)

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

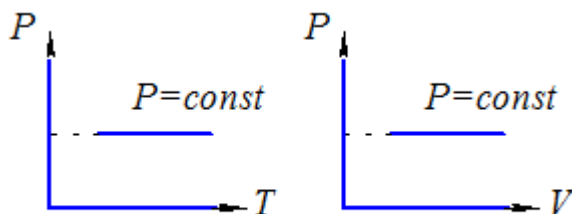


13-rasm

Izobarik jarayonda ( $P=const$ ) xajm temperatura bo'yicha chiziqli o'zgaradi. Ideal gaz bosimi o'zgarmas bo'lganda, uning xajmining temperaturaga bog'liqlik grafigiga **izobara** grafigi deyiladi (13-rasm).

Izobara grafigida temperatura o'qiga yaqinroq joylashgan to'g'ri chiziqqa mos keluvchi gaz bosimi kattaroq qiymatga ega bo'ladi.

Izobarik jarayon  $P - T$  va  $P - V$  diagrammalarda quyidagi ko'rinishlarda tasvirlanadi(14-rasm).



14-rasm

### 3. IZOXORIK JARAYON.

Berilgan gazning xajmi o'zgarmagan xolda bo'ladigan jarayonga **izoxorik jarayon** ( $V=const$ ) deyiladi.



Bu jarayonni XVIII asr oxirida fransuz olimi J. Sharl va undan bexabar xolda fransuz fizigi Gey – Lyussak berilgan gaz massasi o'zgarmas xajmda chiziqli qonun bo'yicha temperaturaga bog'liq bo'lishini isbotlab berdilar:

$$P = P_0 (1 + \alpha t)$$

Bunda:  $P$  – gaz bosimi,  $P_0$  – gazning dastlabki bosimi,  $t$ -boshlang'ich va oxirgi temperaturalar farqi,  $\alpha$  – barcha gazlar uchun bir xil bo'lgan temperatura koeffisienti:

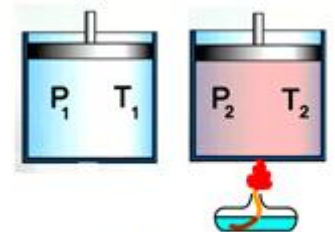
$$\alpha = \frac{1}{273,15} K^{-1} \approx \frac{1}{273} K^{-1}$$

Izoxorik jarayonda o'zgarmas massali gaz bosimining temperaturaga nisbati o'zgarmas kattalikdir.

$$\frac{P}{T} = const \quad \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \dots$$

Bosim temperaturaga to'g'ri proporsional ravishda o'zgaradi (15-rasm).

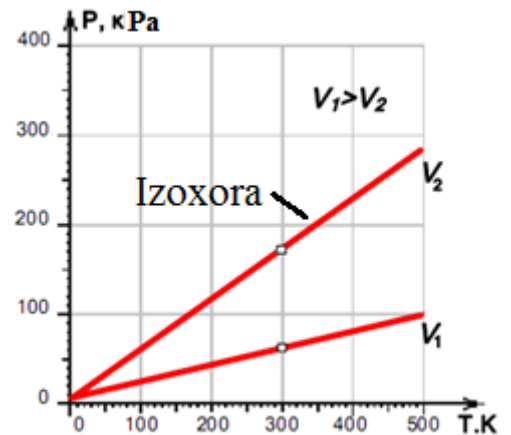
$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1}$$



15-rasm

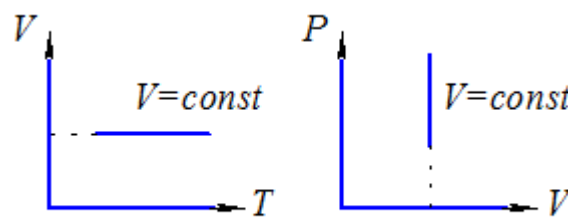
Izoxorik jarayonda gaz bosimi temperatura bo'yicha chiziqli o'zgaradi, bu o'zgarish grafigiga **izoxora** grafigi deyiladi (16-rasm).

Izoxora grafigida temperatura o'qiga yaqinroq joylashgan to'g'ri chiziqqa mos keluvchi gaz xajmi kattaroq qiymatga ega bo'ladi.



16-rasm

Izoxorik jarayon  $V - T$  va  $P - V$  diagrammalarda quyidagi ko'rinishlarda tasvirlanadi (17-rasm).



17-rasm

### Gaz qonunlarining qo'llanish sohasi xaqida:

Zamonaviy usullar bilan jiddiy eksperimental tekshirishlar ideal gazning xolat tenglamasi va undan kelib chiqadigan Boyle – Mariott, Gey –Lyussak va

Sharh qonunlari real gazlarning tabiatini uncha katta bo'lmagan bosimlarda va yuqori temperaturalarda juda aniq tavsiflab berishini, yuqori bosimlarda va past temperaturalarda bu qonunlardan chetlashishi kuzatilishini ko'rsatdi.

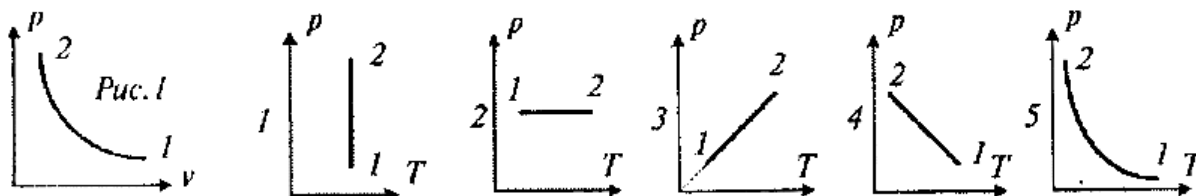
### Savol va topshiriqlar.

1. MKN ning asosiy xolatlarini tavsiflang.
2. MKN ning ...
3. Molyar massa bilan nisbiy atom massaning o'zaro bog'lanishini yozing.
4. Massa atom birligi nima? Nima uchun kiritilgan?
5. Molekulalar massasi, nisbiy molekulyar massa, molyar massa va modda miqdori qanday o'lchov birliklarda o'lchanadi?
6. Avagadro soni qanday fizik ma'noga ega?
7. Ixtiyoriy modda atomining o'lchamini baholang (masalan alyuminiy).
8. Molekulalar orasidagi o'zaro ta'sir kuchlarining tabiati qanday?
9. Broun harakati deb nimaga aytiladi?
10. Nima uchun katta zarralar broun harakatida bo'lmaydi?
11. Diffuziya deb nimaga aytiladi? Diffuziya tezligi nimalarga bog'liq?
12. Ideal gaz?
13. Temperaturani o'lchash uchun qanday shkalalar abul qilingan? Ular orasida qanday bog'liqlik bor?
14. Gaz xolatini, qaysi parametrlari aniqlaydi?
15. Bir nechta jismlar o'zaro termodinamik muvozanatda bo'lishi uchun, ularning qaysi parametrlari bir xil bo'lishi kerak?
16. Qaysi formulani ideal gazning xolat tenglamasi deyish mumkin?
17. Qanday temperatura absolyut no'l temperatura deyiladi?
18. Nima sababdan gaz idish devorlariga bosim bilan ta'sir etadi?
19. Gaz xolatining qaysi parametri bilan, MKN ning asosiy tenglamasini aniqlash mumkin?
20. Molekulalar harakatining o'rtacha kinetik energiyasi bilan gazning idish devorlariga bosimini qanday aniqlanadi?
21. Gazning zichligi yordamida idish devorlariga bosimini qanday aniqlanadi?
22. Qanday fizik kattalik molekulyar harakatining o'rtacha kinetik energiyasini xarakterlaydi?
23. Qanday jarayonlar izobarik jarayonlar deyiladi? Ularni sanang.
24. Izobarik jarayon qanday qonun bilan tavsiflanadi? Uning formulasi?
25. Izobarik jarayonni  $V(T)$ ,  $p(V)$ ,  $p(T)$  grafiklarini chizing?
26. Qanday jarayonga izoxorik jarayon deyiladi? U qanday qonunga bo'ysunadi?
27. Izoxorik jarayonni  $p(T)$ ,  $p(V)$ ,  $V(T)$  grafiklarining chizing?
28. Qanday jarayon Boyle-Mariott qonuniga bo'ysunadi?
29. Ikki xil temperaturaning ( $T_2 > T_1$ ) izotermalarini  $p(V)$  va  $V(T)$  o'qlarida chizing.

**Test topshiriqlari.**

1. (00/6-22). 16 g kislorodning modda miqdorini aniqlang(mol)?  $\mu=32\text{g/mol}$ .  
A) 0,5. B) 1. C) 2. D) 16.
2. (00/5-29). Massasi  $m$  bo'lgan gazning molekular soni  $N$  bo'lsa, uning molyar massasi qanday?  $N_A$  – avagadro soni.  
A)  $NmN_A$ . B)  $\frac{mN}{N_A}$ . C)  $\frac{m}{N}N_A$ . D)  $\frac{N_A}{mN}$ .
3. (00/5-30). Qandaydir gazning bitta molekulasi massasi  $4,8 \cdot 10^{-26}$  kg. bu gazning molyar massasini aniqlang (g/mol).  $N_A=6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .  
A) 8. B) 32. C) 12. D) 29.
4. (00/1-30). Molyar massa – bu ...  
A) hajmi  $1 \text{ m}^3$ , temperaturasi  $T=273 \text{ K}$  bo'lgan moddaning massasi.  
B) bitta molekulaning massasiga teng bo'lgan grammlarda ko'rsatila digan moddaning massasi.  
C) berilgan modda atomining massasini uglerod atomining  $1/12$  qismiga nisbati.  
D) moddaning  $N_A=6 \cdot 10^{23}$  ta molekulasi massasi.
5. (02/9-28). 0,036 kg suvda nechta molekula mavjud?  $N_A=6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$   
A)  $3 \cdot 10^{23}$ . B)  $12 \cdot 10^{23}$ . C)  $6 \cdot 10^{20}$ . D)  $6 \cdot 10^{23}$ .
6. (02/2-24). Hajmi  $200 \text{ sm}^3$  bo'lgan stakanga nechta suv molekulasini sig'adi?  $\mu=18 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ;  $N_A=6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .  
A)  $6,5 \cdot 10^{28}$ . B)  $1,8 \cdot 10^{24}$ . C)  $6 \cdot 10^{25}$ . D)  $6,7 \cdot 10^{24}$ .
7. (01/2-69). Massalari teng bo'lgan kislorod va vodorodning molekular soni necha marta farq qiladi?  $\mu_{\text{O}_2}=32 \cdot 10^{-3} \text{ g/mol}$ .  $\mu_{\text{H}_2}=2 \cdot 10^{-3} \text{ g/mol}$ .  
A) 64. B) 32. C) 18. D) 16.
8. (04/1-40). Agar 6s da 18 mg suv bug'lansa, har sekundda o'rtacha nechta suv molekulasini suv sirtidan uchib ketadi?  
A)  $1 \cdot 10^{23}$ . B)  $1 \cdot 10^{20}$ . C)  $4 \cdot 10^{19}$ . D)  $2 \cdot 10^{18}$ .
9. Avagadro soni nima?  
1) 12 g uglerodagi atomlar soni.  
2) 1 mol moddadagi zarralar soni;  
3) 32 g uglerodagi molekular soni;  
4) 2 g vodorodagi molekular soni.  
A) faqat 1. B) faqat 2. C) faqat 3. D) 1-4.
10. (02/3-24). Temirning  $3,01 \cdot 10^{23}$  atomining massasini (kg) aniqlang? Temirning molyar massasi 56 g/mol,  $N_A=6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$   
A) 56. B) 5,2. C) 6. D) 5,8.
11. (02/2-26). 1 kmol ideal gaz 0,5 MPa bosim va  $52^\circ\text{C}$  temperaturada qanday hajmni ( $\text{m}^3$ ) egallaydi?  $R=8,31 \text{ J/(molK)}$ .  
A) 5,4. B) 5,2. C) 6. D) 5,8.

12. (00/6-27). Agar izobarik jarayonda hajm 2 marta kamaysa, gazning o'rtacha kinetik energiyasi qanday o'zgaradi?  
 A) 4 marta kamayadi. B) o'zgarmaydi.  
 C) 2 marta kamayadi. D) 2 marta ortadi.
13. (00/9-61). Agar gazning bosimi 2 marta kamaysa, molekular konsentrasiyasi 2 marta ortsa, ideal gaz molekularining o'rtacha kvadratik tezligi qanday o'zgaradi?  
 A) o'zgarmaydi. B) 4 marta kamayadi.  
 C) 4 marta ortadi. D) 2 marta kamayadi.
14. (00/10-36). Agar konsentrasiya va molekularning o'rtacha kvadratik tezligi 2 martadan ortsa, gazning bosimi qanday o'zgaradi?  
 A) 8 marta ortadi. B) 2 marta ortadi.  
 C) 4 marta ortadi. D)  $2\sqrt{2}$  marta ortadi.
15. (04/9-27). Vodorodning 83,1 kPa bosim va  $127^{\circ}\text{C}$  temperaturadagi zichligini aniqlang ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).  
 A) 0,05. B) 0,08. C) 0,83. D) 0,02.
16. (5-33). Agar gaz zichligi  $0,09 \text{ kg}/\text{m}^3$ , bosimi  $0,3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  bo'lsa, molekular o'rtacha kvadratik tezligi ( $\text{m}/\text{s}$ ) qanday?  
 A) 200. B)  $3 \cdot 10^3$ . C)  $1 \cdot 10^3$ . D) 171.
17. (99/8-50). Ideal gaz zichligi  $1,4 \text{ kg}/\text{m}^3$ , bosimi 4,2 MPa. Gaz molekularining o'rtacha kvadratik tezligi aniqlansin ( $\text{m}/\text{s}$ ).  
 A) 300. B) 3000. C) 600. D) 1500.
18. (00/5-50). Gazning absolyut temperaturasini 2 marta, hajmini 2 marta orttirilsa, bosim qanday o'zgaradi?  
 A) 1,5 marta o'zgaradi. B) 2 marta ortadi.  
 C) o'zgarmaydi. D) 2 marta kamayadi.
19. Universal gaz doimiysi birligini ko'rsating.  
 A)  $\frac{J}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ . B)  $\frac{J \cdot \text{mol}}{\text{K}}$ . C)  $\frac{J}{\text{K}}$ . D)  $\frac{J}{\text{K} \cdot \text{mol}}$ .
20. (99/1-19). Molekular konsentrasiyasi 5 marta orttirilsa, izobarik jarayonda ideal gaz molekularining issiqlik harakati o'rtacha kinetik energiyasi qanday o'zgaradi?  
 A) 10 marta ortadi. B) 10 marta kamayadi.  
 C) 5 marta ortadi. D) 5 marta kamayadi.
21. 1-rasmdagi  $pV$  grafikda ideal gazning o'zgarish jarayoni ko'rsatilgan.  $pT$  grafiklarining qaysi biri ana shu grafikka mos keladi?



A) 1. B) 2. C) 3. D) 4.

22. (04/9-26). Pufakchanning hajmi suv havzasi tubidan ko'tarilguncha 4 marta kattalashdi. Suv havzasining chuqurligi qancha (m)?

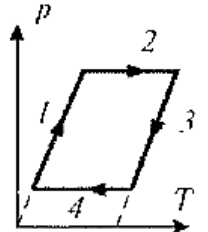
A) 40. B) 4. C) 30. D) 20.

23. (99/2-18). Izoxorik jarayonda ...

A)  $p$  o'zgarmaydi  $V$  va  $T$  o'zgaradi. B)  $T$  o'zgarmaydi,  $p$  va  $V$  o'zgaradi.  
C)  $V$  o'zgarmaydi,  $T$  va  $p$  o'zgaradi. D) tog'ri javob berilmagan.

24. (00/5-28). Berilgan diagrammadan barcha izoxoralarni ko'rsating.

A) 1 va 3. B) faqat 1.  
C) 2 va 4. D) izoxora yo'q.



25. (00/7-31). Germetik idishga solingan gazning temperaturasi  $1^\circ\text{C}$  ga isitilganda, bosimi  $0,4\%$  ga ortgan bo'lsa, uning temperaturasi qanday?

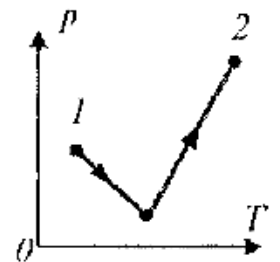
A)  $20^\circ\text{C}$ . B)  $-30^\circ\text{C}$ . C)  $0^\circ\text{C}$ . D)  $-23^\circ\text{C}$ .

26. (00/7-33). Gaz hajmini o'zgartirmasdan  $30\text{K}$  ga ko'tarilganda, temperaturasi 3 marta ortgan bo'lsa, uning oxirgi temperaturasi qancha (K)?

A) 90. B) 30. C) 40. D) 45.

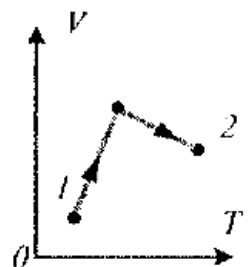
27. (00/10-37). 1 xolatdan 2 ga o'tganda ideal gazning hajmi qanday o'zgaradi?

A) o'zgarmaydi.  
B) kamayadi.  
C) ortadi.  
D) gaz massasiga bog'liq.



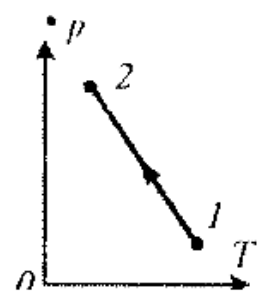
28. (00/9-62). Ideal gaz 1 xolatdan 2 ga o'tganda uning bosimi qanday o'zgaradi?

A) ortadi.  
B) kamayadi.  
C) o'zgarmaydi.  
D) javob gaz massasiga bog'liq.



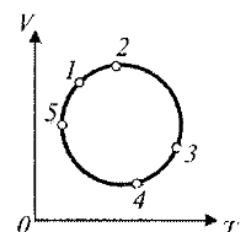
29. (99/1-21). Gaz 1 xolatdan 2 xolatga o'tganda uning hajmi qanday o'zgaradi?

A) ortadi.  
B) kamayadi.  
C) ortishi ham kamayishi ham mumkin.  
D) o'zgarmaydi.

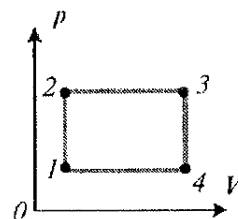


30. (01/12-31). Rasmda ma'lum massali gaz hajmining temperaturaga bog'liqlik grafigi berilgan. Grafikdagi qaysi nuqta gaz bosimining maksimal qiymatiga mos keladi?

A) 5. B) 4. C) 3. D) 2.



31. (03/10-24). Rasmda ma'lum massali ideal gazning ba'zi jarayonlarning  $p$ ,  $V$  diagrammasi ko'rsatilgan. Diagrammadagi qaysi nuqta eng yuqori temperaturaga mos keladi?



A) 1 va 3. B) 1. C) 2. D) 3.

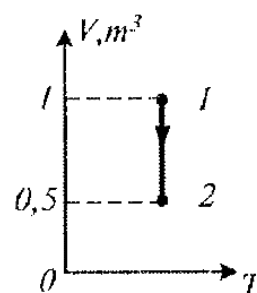
32. (03/11-12). Izotermik jarayonda gaz bosimi 4 marta kamaydi. Gazning molekular konsentratsiyasi qanday o'zgaradi?

A) o'zgarmaydi. B) 4 marta kamayadi.  
C) 4 marta ortadi. D) 16 marta kamayadi.

33. (01/12-18). Qandaydir massali gazning bosimini izotermik jarayonda 2 marta orttirildi. Bunda molekularning o'rtacha kvadratik tezligi qanday o'zgaradi?

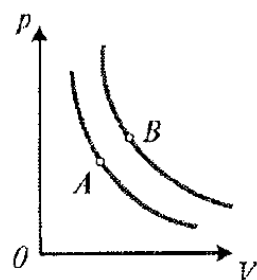
A) o'zgarmaydi. B) 4 marta kamayadi.  
C) 2 marta ortadi. D)  $\sqrt{2}$  marta kamayadi.

34. (03/12-6). Rasmda ko'rsatilgan grafikdagi ideal gaz 1 xolatdan 2 ga o'tganda bosimi qanday o'zgaradi.



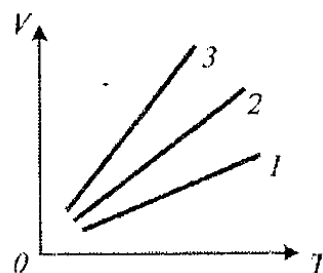
A) 2 marta ortadi. B) 4 marta kamayadi.  
C) o'zgarmaydi. D) 2 marta kamayadi.

35. (01/1-39).  $pV$  diagrammadagi A va B nuqta gazning bir xil xolatiga va massasiga mos keladi. A va B nuqtadagi temperaturalar va zichliklar orasidagi to'g'ri munosabatni ko'rsating.



A)  $T_A < T_B$ ,  $\rho_A > \rho_B$ . B)  $T_A < T_B$ ,  $\rho_A < \rho_B$ .  
C)  $T_A > T_B$ ,  $\rho_A < \rho_B$ . D)  $T_A > T_B$ ,  $\rho_A > \rho_B$ .

36. (01/1-37).  $VT$  diagrammada 3 xil gaz kislorod, geliy va karbonad angidridning izobarik jarayonda xajmining temperaturaga bog'liqligi ko'rsatilgan. Gazlarning massalari va bosimi bir xil. Qaysi grafik qaysi gazga mos keladi?

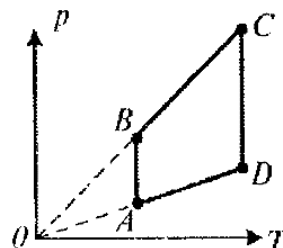


A) 1 - He, 2 -  $O_2$ , 3 -  $CO_2$ .  
B) 1 -  $CO_2$ , 2 - He, 3 -  $O_2$ .  
C) 1 - He, 2 -  $CO_2$ , 3 -  $O_2$ .  
D) 1 -  $CO_2$ , 2 -  $O_2$ , 3 - He.

37. (99/8-49). Ideal gazning bosimini 10,35 marta orttirib, xajmini 3,45 marta kamaytirilganda, absolyut temperatura qanday o'zgaradi?

A) 3,45 marta kamayadi. B) 3 marta kamayadi.  
C) 10,35 marta ortadi. D) 3 marta ortadi.

38. (00/5-53). Ko'rsatilgan silkdagi qaysi nuqta gazning eng kichik xajmiga mos keladi?



A) D nuqta. B) C nuqta.  
C) B-C interval. D) A nuqta.

39. (00/9-63). Qandaydir jarayonda ideal gazning xolat

- tenglamasi  $pV^2 = \text{const}$  ko'rinishga ega. Gazning xajmi 3 marta kamaysa absolyut temperatura qanday o'zgaradi:
- A) 9 marta kamayadi.      B) 9 marta ortadi.  
C) 3 marta kamayadi.      D) 3 marta ortadi.
40. (10-38). Qandaydir jarayonda ideal gazning xolat tenglamasi  $V^2/T = \text{const}$  ko'rinishga ega. Gazning xajmi 2 marta ortsa, gazning bosimi qanday o'zgaradi?
- A) 2 marta ortadi.      B) 2 marta kamayadi.  
C) 4 marta ortadi.      D) 4 marta kamayadi.
41. (01/8-15 va 10-11). Idish bir xil massali vodorod, azot va kislorod bilan to'ldirilgan va germetik yopilgan. Qaysi gazning parsial bosimi eng katta?
- A) kislorod.      B) vodorod.      C) azot.      D) xamma gazlarniki bir xil.
42. (02/1-20). Yopiq idishga joylashgan modda miqdori bir xil bo'lgan azot va vododrodning parsial bosimlarini taqqoslang.  $\mu_a = 28 \text{ g/mol}$ .  $\mu_v = 2 \text{ g/mol}$ .
- A)  $P_v = 14P_a$ .      B)  $P_a = 14P_v$ .      C)  $P_a = P_v$ .      D)  $P_a = 28P_v$ .
43. (02/1-23). Bir xil massali va bir xil sharoitdagi kislorod va vododrodning xajmlari  $V_1$  va  $V_2$  ni taqqoslang.
- A)  $V_2 = 16V_1$ .      B)  $V_1 = 16V_2$ .      C)  $V_1 = V_2$ .      D)  $32V_1 = V_2$ .
44. (01/8-16). Xajmi  $8,31 \text{ m}^3$  bo'lgan balonga sekundiga  $2 \text{ g}$  vodorod yuboriladi. Balondagi bosim  $1,8 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  ga yetishi uchun necha minut kerak bo'ladi? Gaz temperaturasi  $27^\circ\text{C}$ . boshlang'ich bosim  $P_0 = 0$ .
- A) 1,8.      B) 8.      C) 5.      D) 10.
45. (02/1-26). Molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligi va zichligi bir xil bo'lgan kislorod va vodorodning bosimlari qanday munosabatda bo'lishini aniqlang.
- A) 16.      B)  $1/32$ .      C)  $1/16$ .      D) 1.
46. (00/5/48). Idishdagi gaz massasining 84% i azot va 16% i kisloroddan iborat. Bitta kislorod molekulasi ga nechta azot molekulasi mos keladi?  $\mu_a = 28 \text{ g/mol}$ .  $\mu_k = 32 \text{ g/mol}$ .
- A) 4.      B) 3.      C) 2.      D) 6.
47. (01/5-29). Ishchi xajmi  $2 \text{ dm}^3$  bo'lgan nasos, idishdan  $1 \text{ dm}^3$  xajmdagi havoni so'riydi. Nasosning nechta ish siklidan so'ng, idishdagi bosim  $\approx 2,5$  marta kamayadi?
- A) 5.      B) 4.      C) 3.      D) 6.
48. (5-24). Bir xil balonlar bir xil temperaturali va bir xil massali vododrod va kislorod bilan to'ldirilgan. Qaysi gaz balon devorlariga ko'proq bosim ko'rsatadi va necha marta?
- A) kislorod 16 marta.      B) vodorod 8 marta.  
C) kislorod 8 marta.      D) vodorod 16 marta.

## TERMODINAMIKA ASOSLARI

Termodinamika soʻzi ikkita grekcha: termo va dynamis soʻzlaridan kelib chiqqan. Birinchi soʻzi “issiq” ni bildiradi, ikkinchisi esa avvallari ikki xil manoni: “kuch” va “ish” ni bildirar edi. Termodinamika – issiqlik va ish toʻgʻrisidagi talimotdir.

Termodinamika XIX asrning birinchi yarmida fan sifatida shakllandi. Uning yuzaga kelishi va rivojlanishi issiqlik dvigatellarining yaratilishi bilan bogʻliq. Dastlab, termodinamika yonilgʻi energiyasini mexanik energiyaga aylantirish bilan bogʻliq boʻlgan muammolarni qamrab oldi. Termodinamika-ning asoschilaridan biri fransuz olimi S. Karno edi. U 1824 yilda oʻzining “olovni xarakatlantiruvchi kuchi va bu kuchni ishlata oladigan mashinalar xaqida muloxazalar” nomli asarida termodinamikaga asos soldi. Xozirgi kunda termodinamika metodlari nafaqat fizikada, balki kimyo, biologiya va boshqa tabiiy fanlarda qoʻllanilayotgan mustaqil fandır.

Termodinamikada barcha xodisalar mexanizmi nuqtai nazaridan emas, bu xodisalarda energiya oʻzgarishlari nuqtai nazaridan qarab chiqiladi.

### ICHKI ENERGIYA.

Energiya tushunchasi dastlab mexanikaga kiritilgan edi. Izolyasiyalangan jismlar sistemasidagi ishqalanish kuchi va noelastik deformatsiyalar boʻlmagan mexanik xarakatda jismlar sistemasining kinetik va potensial energiyalarining yigʻindisi oʻzgarmas saqlanadi:

$$E_k + E_p = const$$

Agar zarralar sistemasiga noelastik deformatsiya yoki ular orasida ishqalanish sodir boʻlsa, u holda sistemaning toʻla mexanik energiyasi, yaʼni kinetik va potensial energiyalari yigʻindisi asta sekin kamayadi, sistemaga kiruvchi jism isiydi. Bu mexanik energiyaning bir qismi sistemaning ichki energiyasiga aylanadi va molekulalarning oʻrtacha xarakatining kinetik energiyasi ortishini bildiradi.

#### Ideal gazning ichki energiyasi.

**Ichki energiya deb** – molekulalar xaotik xarakatining kinetik energiyasi va ularning oʻzaro tasir potensial energiyalari yigʻindisiga aytiladi.

Ideal gaz molekulalari oʻzaro tasirlashmaydi, shuning uchun ular potensial energiyaga ega boʻlmaydi. Demak, *ideal gazning ichki energiyasi U molekulalar xaotik xarakatining kinetik energiyalar yigʻindisiga teng.*

$$U = E_{k1} + E_{k2} + \dots + E_{kn} = N \langle E_k \rangle$$



Bunda:  $N$  – gaz molekularining soni,  
 $\langle E_k \rangle$  - ularning xaotik (issiqlik) xarakati o'rtacha kinetik energiyasi.

$N$  ta molekuladan tashkil topgan ideal gazning ichki energiyasi, bitta molekulaga energiyasidan  $N$  marta katta bo'ladi:

$$U = \frac{3}{2} NkT = \frac{3}{2} kT \frac{m}{\mu} N_A = \frac{3}{2} \frac{m}{\mu} RT$$

Bu formuladan shu narsa ko'rinib turibdiki, ideal gazning ichki energiyasi faqat temperaturaga va molekular soniga bog'liq xamda na xajmga, na bosimga bog'liq emas. Bu esa ideal gaz ichki energiyasining o'zgarishi faqat uning temperaturasining o'zgarishi bilan aniqlanishini va gaz bir xolatdan boshqa xolatga o'tadigan jarayon xarakteriga bog'liq emasligini bildiradi.

Xaqiqatdan, agar gaz  $T_1$  temperaturali xolatdan  $T_2$  temperaturali xolatga o'tsa, uning ichki energiyasining o'zgarishi quyidagicha topiladi:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} kNT_2 - \frac{3}{2} kNT_1 = \frac{3}{2} kN(T_2 - T_1)$$

Boshqacha aytganda, **ideal gazning ichki energiyasi uning xolat funksiyasi xisoblanadi**. Xar doim gaz berilgan xolatda bo'lsa, uning ichki energiyasi gaz qaysi xolatdan va qanday usul bilan bu xolatga o'tganligidan qat'iy nazar shu xolatga xos qiymatni qabul qiladi.

## REAL GAZLAR ICHKI ENERGIYASI.

Real gazlar molekulari bir-biri bilan o'zaro tasirlashadi va shuning uchun potensial energiyaga ega. Shunday ekan, real gazning ichki energiyasi molekular xaotik xarakatining kinetik energiyasi bilan o'zaro tasir potensial energiyalarining yig'indisiga teng:

$$U = E_k + E_p$$

Biroq, molekularning bir – biri bilan o'zaro tasir potensial energiyasi ular orasidagi masofaga va gaz egallagan xajmga ega bo'ladi.

Shuning uchun, *real gazlar ichki energiyasi faqat temperaturagagina emas, balki gaz egallagan xajmga xam bog'liq bo'ladi*.

Real gaz molekulari ilgari tanilgan xarakatidan tashqari, aylanishi va tebranishi xam mumkin. Shu xarakat tufayli shuningdek, molekular shakliga bog'liq malum energiya mavjud bo'ladi. Molekular shakli molekulalar tarkibiga kiruvchi atomlar soniga va ularning joylashishiga xam bog'liq.

Shunday qilib, *real gaz ichki energiyasi uning temperaturasiga, xajmiga va molekular strukturasi bog'liq bo'ladi*. Buni qisqartirilgan shaklda quyidagicha yozish mumkin:

$$U_{r.g} = \frac{3}{2} NkT + E_p + E_{ayl} + E_{teb}$$

### Issiqlik uzatishda ichki energiyaning o'zgarishi

Sistemani o'zgartirish bilan, ichki energiyani o'zgartirish mumkin. Buning uchun issiqroq jismga yoki sovuqroq jismga tekkizish yetarli. Masalan, agar sovuq suvga qandaydir isitilgan jism tushurilsa, u xolda biror vaqtdan keyin bu jism va suv orasida termodinamik muvozanat qaror topib temperaturalarini bir xil bo'lib qoladi. Temperaturalarining tenglashishi isigan jism o'zining bir qism ichki energiyasini suvga berishidan dalolat beradi.

Bir-biriga tegib turgan turli temperaturali jismlarda ish bajarilmasdan ichki energiya almashinuvi jarayoni *issiqlik almashish* deb ataladi.

Issiqlik almashish jarayonida uzatilgan energiyaga *issiqlik miqdori* deyiladi va u  $Q$  xarfi bilan belgilanadi.

Jismning boshlang'ich xolatdagi ichki energiyasi  $U_1$  bilan, oxirgi xolatdagi  $U_2$  bilan belgilaymiz. U xolda issiqlik almashish jarayonida uzatilgan  $Q$  issiqlik miqdori jismning ichki energiyasi o'zgarishiga teng.

Bu xolda ish bajarilmagani uchun quyidagini yozish mumkin:

$$Q = \Delta U$$

Shunday qilib, *issiqlik miqdori deb, issiqlik almashinish jarayonida jism yoki jismlar sistemasi olgan (yoki bergan) energiyaga aytiladi.*

Issiqlik almashinish jarayoni faqat ikkita jism tushuntirilganda emas, balki nurlanish orqali xam sodir bo'lishi mumkin. Masalan, gulxan yoqilganda atrofidagi barcha jismlar isiydi. Xuddi shunday quyosh nurlari tushayotgan jismlar xam isiydi.

### GAZNING ISHI

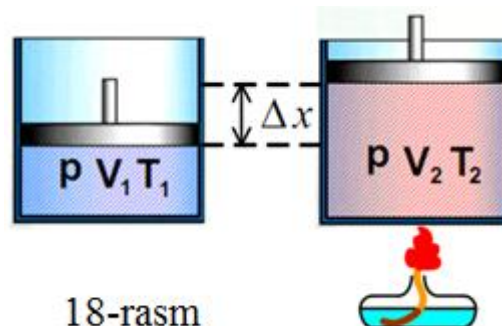
Qattiq va suyuq jismlar, gazlar xajmini o'zgartirish uchun katta kuch kerak bo'ladi. Bunda mexanik ish bajariladi.

Agar gaz silindrda porshen ostida siqilganda, tashqi kuchlar gaz ustidan  $A$  ish bajaradi, shu vaqtda gaz tomonidan ta'sir etuvchi bosim kuchi,  $A = -A$  ish bajaradi (18-rasm).

$$A = F\Delta x = pS\Delta x = p\Delta V$$

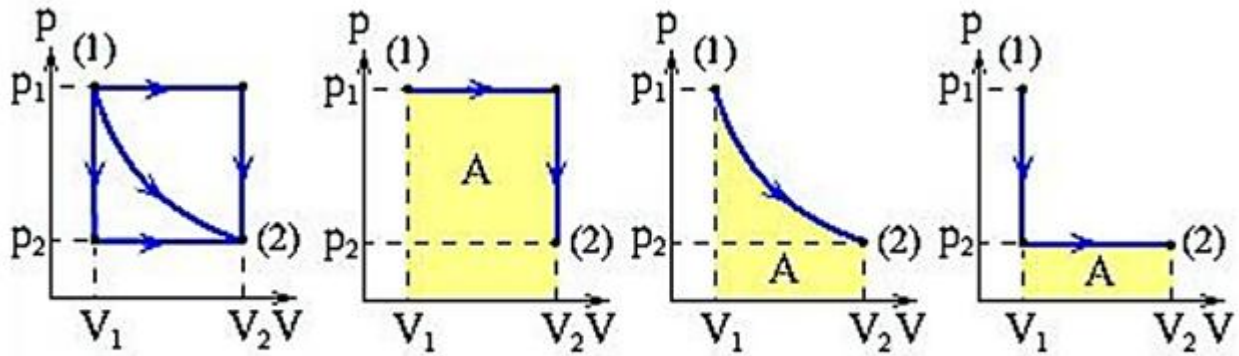
Bu yerda:  $p$  – gazning doimiy bosimi;  
 $S$  – porshen yuzasi;  $\Delta x$  – uning ko'chishi.

*Gaz kengayishida bajarilgan ish - musbat, siqilishida bajarilgan ish - manfiy.*



18-rasm

19-rasmda uch xil turli jarayonda gazning (1) xolatdan (2) xolatga o'tishi tasvirlangan. Uchchala jarayonda gaz turli grafik yuziga teng ish bajarilgan.



19-rasm

19-rasmda ko'rsatilgan jarayonlar teskari yo'nalishda bajarilsa; u holda ish  $A$  ishorasi qarama-qarshisiga o'zgaradi. Jarayonlarning bunday turi *qaytar jarayonlar* deyiladi.

## ISSIQLIK MIQDORI

Bir jismdan, ikkinchi jismga ish bajarmasdan issiqlik o'tkazish *issiqlik almashinish* yoki *issiqlik o'tkazuvchanlik* deyiladi.

Issiqlik miqdori  $Q$  deb – issiqlik almashinish jarayonida jismdan olingan (yoki berilgan) energiyaga aytiladi.

Isish	Sovush
$Q=cm(t_2-t_1); t_2>t_1; Q>0.$	$Q=cm(t_2-t_1); t_2<t_1; Q<0.$
Energiya yutadi	Energiya chiqaradi

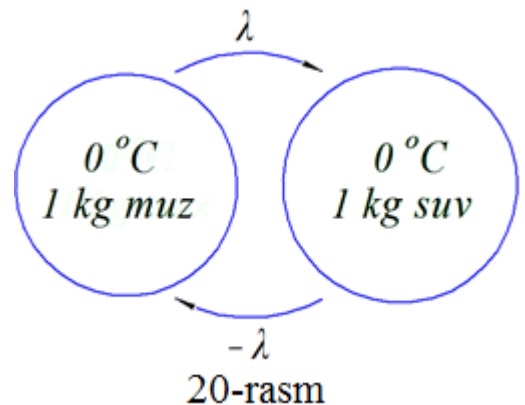
$c \left[ \frac{J}{kg \cdot K} \right]$  - moddaning solishtirma issiqlik sig'imi. Massasi 1 kg bo'lgan jismni bir gradusga isitish uchun kerak bo'ladigan issiqlik miqdori (qiymati jadvallarda beriladi).

$C = cm \left[ \frac{J}{K} \right]$  -  $m$  massali jismning issiqlik sig'imi.

Erish	Qotish
Jism bu jarayonda qattiq xolatdan suyuq xolatga o'tadi.	Jism bu jarayonda suyuq xolatdan qattiq xolatga o'tadi.
$Q=m\lambda$	$Q= - m\lambda$
Energiya yutadi	Energiya chiqaradi
Erish temperaturasi deb ataluvchi o'zgarmas $t_e$ temperaturada sodir bo'ladi	Qotishtemperaturasi deb ataluvchi o'zgarmas $t_q$ temperaturada sodir bo'adi
Moddaning erish va qotish temperaturalarini bir xil $t_e=t_q$ bo'ladi.	

$\lambda \left[ \frac{J}{kg} \right]$  - solishtirma erish issiqligi.

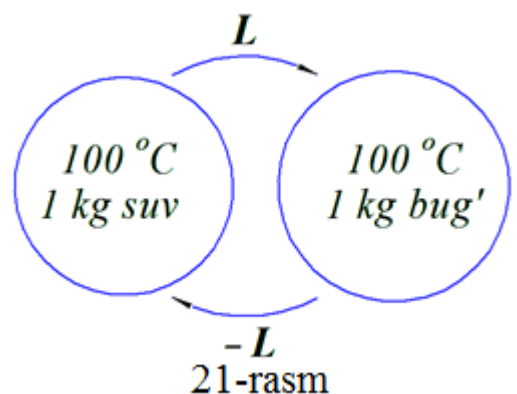
Massasi 1 kg bo'lgan qattiq xolatdagi moddani temperaturasini o'zgartirmasdan suyuq xolatga o'tkazish uchun kerak bo'ladigan energiya (qiymati jadvallarda beriladi) (20-rasm).



Buglanish	Kondensatsiya
Suyuq xolatdan gaz xolatga o'tish jarayoni	Bug' xolatdan suyuq xolatga o'tish jarayoni
$Q=Lm$	$Q= - Lm$
Energiya yutadi	Energiya chiqaradi

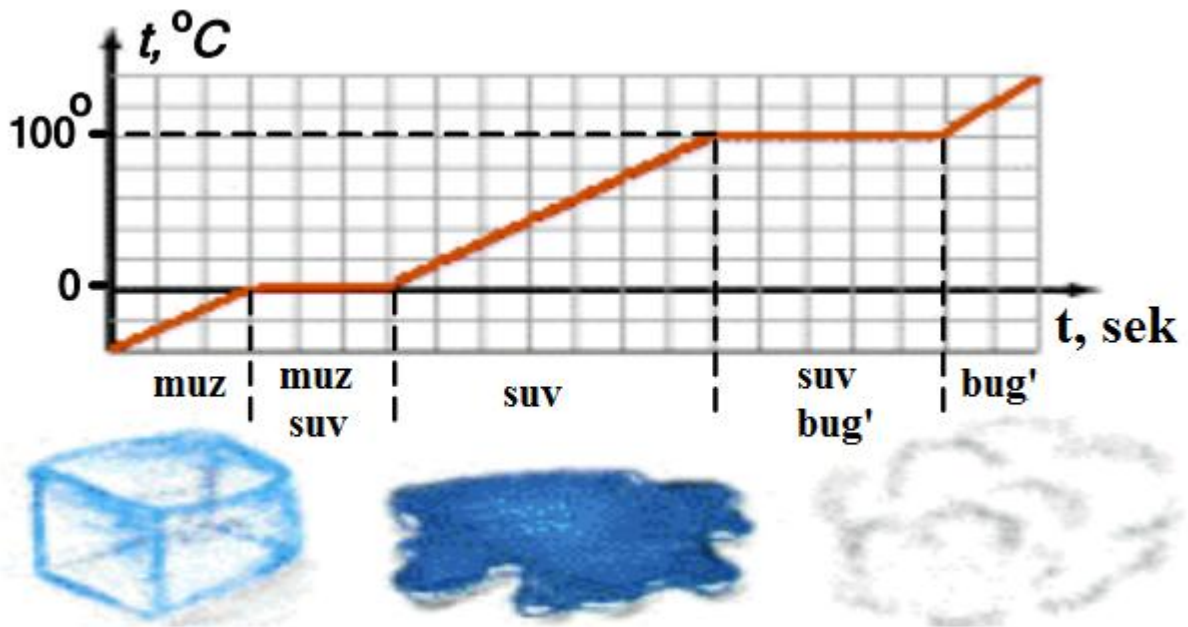
$L \left[ \frac{J}{kg} \right]$  - solishtirma bug'lanish issiqligi.

Qaynash temperaturasidagi 1 kg suyuqlikni, bug'ga aylantirish uchun kerak bo'ldigan energiya (qiymati jadvallarda beriladi) (21-rasm).



Bug'lanish	
Bug'lanish	Qaynash
Suyuqlik sirtining bug'lanishi	Suyuqlikning butun xajmi bo'yicha bug'lanish
Xar qanday temperaturada bo'lishi mumkin.	Qaynash temperaturasi deb ataluvchi doimiy temperaturada $t_q$ sodir bo'ladi.

Muzning erishi va bug'ga aylanish grafigi (22-rasm).



22-rasm

Yoqilg'ining yonish issiqligi	
$Q=mq$	$q \left[ \frac{J}{kg} \right]$ - 1 kg yoqilg'i yonganda ajralib chiqadigan energiya.
<b>Energiya chiqaradi (ajraladi)</b>	

## TERMODINAMIKANING BIRINCHI QONUNI

Ko'pchilik olimlarning izlanishlari natijasida, birinchi navbatda nemis vrachi R. Mayer, ingliz fizigi J. Joul va nemis fizigi G. Gelmgols izolyasiyalangan sistemalarda noelastik deformatsiya sodir bo'ladi yoki sistema qismlari orasida ishqalanish bo'ladi, mexanik energiyaning kamayishi xar doim sistemalar ichki energiyasining ortishiga teng, bunda sistemalarning to'la energiyasini esa o'zgarishini aniqladilar.

Izolyasiyalangan sistemaning to'la energiyasi bu sistemada bo'lib o'tadigan xar qanday o'zgarishlarda o'zgarish bo'lgan energiyaning aylanish va saqlanish qonunining issiqlik xodisalarga qo'llanishiga termodinamikaning birinchi qonuni deyiladi.

Gazga berilgan  $Q$  issiqlik miqdori uning ichki energiyasini  $\Delta U$  ga o'zgartirishga va porshenni  $\Delta x$  balandlikka ko'targanda  $A$  ish bajariladi.

Ish – energiyaning bir turdan ikkinchi turga aylanish o'lchovi bo'lgani uchun  $A$  ish sistema porshenning ko'tarilishi natijasida olgan mexanik energiyaga teng. Energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra

$$Q = \Delta U + A$$

Shunday qilib, termodinamikaning birinchi bosh qonunini quyidagicha ifodalash mumkin: **sistemaga berilgan issiqlik miqdori uning ichki energiyasining o'zgarishiga va sistemaning tashqi kuchlar ustidan bajarilgan ishiga sarf bo'ladi.**

## TERMODINAMIKANING BIRINCHI QONUNING TERMODINAMIK JARAYONLARGA TATBIQI

*Termodinamik jarayon deb* - termodinamik sistemaning bir xolatdan boshqa xolatga o'tish xodisasiga aytiladi. Termodinamikaning birinchi qonunini eng muhim termodinamik jarayonlarga tatbiq etamiz.

### Izoxorik jarayon.

*Izoxorik jarayon deb, gazning o'zgarish xajmda bir xolatdan boshqa xolatga o'tishiga aytiladi.*

Izoxorik jarayonda ( $V=const$ ) sistemaning xajmi o'zgarmaydi. Xajm o'zgarish ish bajarilmaydi ( $A=0$ ). Sistemaga berilgan issiqlik miqdori esa ichki energiyani o'zgartirishga sarf bo'ladi:

$$Q_V = \Delta U$$

$Q$  ning "V" indeksi gaz xajmining o'zgarishini bildiradi.

Bu jarayonda sistemaning FIK i  $\eta=0\%$  ga teng bo'adi.

### Izobarik jarayon.

*Izobarik jarayon deb, gazning o'zgarmas bosimda bir xolatdan boshqa xolatga o'tishiga ayatiladi.*

Izobarik jarayonda sistemalariga berilgan issiqlik miqdori qisman sistemaning ichki energiyasiga aylanadi xamda qisman porshenni siljitishda bajarilgan ishga sarf bo'ladi (mexanik energiyaga aylanadi).

$$Q = \Delta U + A$$

Bu jarayonda termodinamikaning birinchi qonuni to'la ishlaydi. Berilgan issiqlik miqdorining 40% i ish bajarishga, 60% i ichki energiyani o'zgartirishga sarf bo'adi.

### Izotermik jarayon.

*Izotermik jarayon deb, o'zgarmas temperaturada gazning bir xolatdan boshqa xolatga o'tish jarayoniga aytiladi.*

Izotermik jarayonda temperatura ( $T=\text{const}$ ) o'zgarmagani uchun sistemaning ichki energiyasi ham o'zgarmaydi ( $\Delta U=0$ ). Sistemaga berilgan issiqlik miqdorining hammasi ish bajarishga sarf bo'ladi.

$$Q_T = A_T$$

Shunday qilib, *izotermik jarayonda gazga berilayotgan issiqlik miqdori gaz bajargan ishga teng.*

Bu jarayonda sistemaning FIK i  $\eta=100\%$  ga teng bo'ladi.

### Adiabatik jarayon.

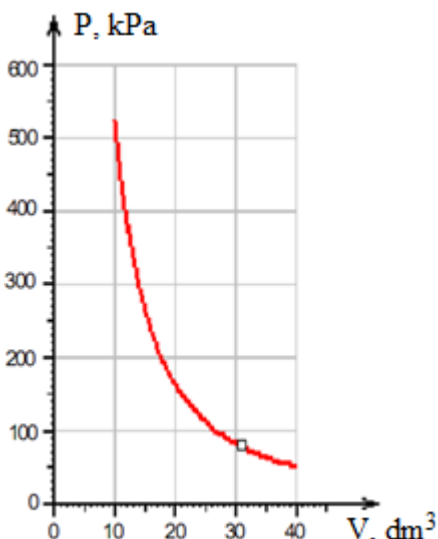
*Adiabatik jarayon deb, shunday jarayonga aytiladiki, bunda sistema issiqlik almashinuvi natijasida energiya olmaydi xam va energiya bermaydi xam ( $Q=0$ ).*

Adiabatik jarayon juda tez sodir bo'ladi. Shuning uchun amalda issiqlik almashinish sodir bo'lmaydi.

Adiabatik jarayonda  $Q=0$  bo'lgani uchun  $\Delta U + A = 0$  bo'ladi. Bundan

$$\Delta U = -A \quad \text{yoki} \quad -\Delta U = A$$

Birinchi xolatda gaz tashqi kuchlar tasirida adiabatik siqiladi. Bunda gaz qiziydi, uning ichki



23-rasm


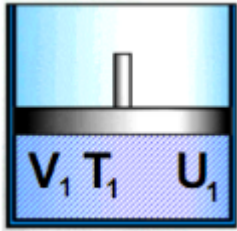
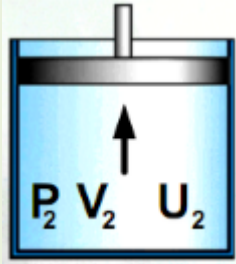
energiyasi esa ortadi. Ikkinchi xolatda gaz adiabatik kengayib ish bajaradi. Bunda gaz soviydi va uning ichki energiyasi kamayadi (23-rasm).

Boshqacha aytganda, adiabatik jarayonda gaz ichki energiyaning o'zgarishi hisobiga ish bajaradi.

Adiabatik jarayon grafigi izotermik jarayon grafigiga o'xshasada ularning aniq hisoblashlar bilan aniqlangan farqlari quyidagicha.

- *Gaz adiabatik kengayishda izotermik kengayishga nisbatan kam ish bajaradi.*
- *Adiabatik siqilganda tashqi kuchlar bajargan ishi izotermik siqilgandagiga nisbatan katta bo'ladi.*

Quyidagi grafikda adiabatik siqilish va kengayishda termodinamikaning birinchi qonunining qo'llanilishi ko'rsatilgan.

Adiabatik siqilish		Adiabatik kengayish	
	Boshlang'ich vaziyat 		
Tashqi kuchlar bajargan ish musbat $A > 0$ Gaz bajargan ish manfiy		Tashqi kuchlar bajargan ish manfiy $A < 0$ Gaz bajargan ish musbat	
Ichki energiya ortadi $\Delta U = U_2 - U_1 > 0$		Ichki energiya kamayadi $\Delta U = U_2 - U_1 < 0$	
Temperatura ortadi $\Delta T = T_2 - T_1 > 0$		Temperatura kamayadi $\Delta T = T_2 - T_1 < 0$	
Dvigatel ish bajaradi.		Atmosfera havosining kengayishi hisobiga ish bajariladi.	



## ISSIQLIK JARAYONLARINING QAYTMASLIGI

### Jarayonlarning qaytmasligi xaqida

Termodinamikaning birinchi qonuni energiyaning saqlanish va aylanish qonunlarini issiqlik jarayonlarining malum sharoitlariga qo'llanishidan iborat ekanligi aytib o'tildi. Termodinamikaning birinchi bosh qonuni barcha xodisalarda aniq kuzatiladi.

Biroq termodinamikaning birinchi bosh qonuni termodinamik jarayonlarni qanday yo'nalishda borayotganligiga nisbatan xech qanday ko'rsatma bera olmaydi.

Bir necha misol qarab chiqaylik. Faraz qilaylik, izolyasiyalangan sistema turli temperaturali ikki jismdan iborat bo'lsin. Termodinamikaning birinchi bosh qonuniga binoan issiqlik almashish jarayonida bitta jism  $Q$  issiqlik miqdori oladi, ikkinchi jism esa xuddi shunday  $Q$  issiqlik miqdorini tashqariga beradi. Issiqlik qanday yo'nalishda uzatiladi? Bu savolga termodinamikaning birinchi qonuni asosida javob berish mumkin emas. Bundan tashqari, termodinamikaning birinchi qonuni issiqlik kamroq isigan jismdan ko'proq isigan jismga ixtiyoriy ravishda o'tadigan jarayon uchun zid bo'lmagan bo'lar edi.

Yana bitta misol qarab chiqamiz. Tosh yerga tushayotganda uning ilgariylan ma xarakatining butun kinetik energiyasi energiyaning saqlanish qonuniga mos ravishda toshning ichki energiyasiga va uning atrofidagi jismlar ichki energiyasiga aylanadi. Biroq, termodinamikaning birinchi qonuniga teskari jarayon xam zid bo'lmas edi, bunda Yerda yotgan toshga atrofdagi narsalardan biror issiqlik miqdori uzatilgan va natijada tosh o'z - o'zidan sakrab ketishi xam mumkin bo'lar edi. Biroq xech kim xech qachon sakrayotgan toshlarni kuzatmagan.

Bu va bunga o'xshash boshqa misollar termodinamikaning birinchi qonuni energiyaning bir turdan boshqa turga aylanishi yo'nalishiga va issiqlikni bir jismda boshqasiga o'tish (uzatilish) yo'nalishiga xech qanday chegara qo'y-masligidan dalolat beradi. Shu bilan birga tajriba energiyaning xar xil turlari teng qiymatli emasligini va ular imkoniyatlari bo'yicha boshqa ko'rinishlarga aylanishini ko'rsatadi. Masalan, istalgan jismning mexanik energiyasini to'laligicha uning boshlang'ich temperaturasiga bog'liq bo'lmagan xolda ichki energiyasiga aylantirish mumkin. Xaqiqatdan xam, istalgan jismni ishqalanish bilan isitish mumkin: bunda uning ichki energiyasi ishga teng kattalikka ortadi. Xuddi shuningdek, elektr to'ki rezistr orqali o'tganda, ichki energiyaga aylanishi mumkin. Shunday qilib, ichki energiya teskarisiga aylanishi uchun boshqa ko'rinishlarda malum chegara mavjud, bu quyidagidan iborat: **ichki energiya xech qanday sharoitlarda to'laligicha energiyaning boshqa tur-**

**lariga aylanmaydi.** Tabiatda jarayonlarning o'tish yo'nalishi shunga bog'liqdir.

## TERMODINAMIKANING IKKINCHI QONUNI

Issiqlik jarayonlarining qaytmasligidan quyidagi xulosa kelib chiqadi: **ichki energiya o'z-o'zidan temperaturasi pastroq jismdan temperaturasi yuqoriroq jismga o'ta olmaydi.** Termodinamikada bu fundamental qonun *termodinamikaning ikkinchi qonuni* deb ataladi.

## ISSIQLIK DVIGATELLARINING ISHLASH PRINSIPI

Issiqlik dvigatellari deb, yonilg'ining ichki energiyasini mexanik energiyaga aylantirib beruvchi mashinalarga aytiladi.

### Issiqlik dvigatellarining yaratilish tarixidan

Birinchi issiqlik dvigateli – bug' mashinalarining yaratilishi xaqiqatdan birinchi olamshumul kashfiyot edi. Tuzilishi va vazifasi bo'yicha xar xil mashinalarini quyidagi olimlar ishlab chiqdilar: ingliz T. Severi (1698 y), ingliz T. Nyukomen (1705 y), fransuz D. Papen (1707 y), rus I.I. Polzunov (1763 y), ingliz James Uatt (1774 y).

Uatt kashfiyoti fan va texnikani rivojlanishi uchun katta axamiyatga ega bo'ldi. Uning kashfiyoti angliyada sanoat gurkirab rivojlanayotgan vaqtiga mos keladi.

1860 yilda Polzunov va Uattlar universal bug' mashinasini kashf etganlaridan deyarli 100 yil keyin fransuz ixtirochisi Lenuar birinchi bo'lib ikki taktli ichki yonuv dvigatelining loyixasini tuzdi. Shundan 16 yil keyin, 1876 yilda nemis konstruktori N. Otto birinchi bo'lib to'rt taktli dvigatel yasadi.

### Issiqlik dvigatellarining ishlash prinsipi

Issiqlik dvigatellari turlarining xar xilligiga qaramasdan, ularning ishlash prinsipi umumiy belgilarga ega. Dvigatellarning ishlashida quyidagi umumiy belgilarini ajratish mumkin:

- a) Iсталgan issiqlik dvigatelida yonilg'ining energiyasi mexanik energiyaga aylanadi. Bunda yonilg'ining energiyasi yuqori temperaturagacha isitilgan gaz yoki bug'ning ichki energiyasiga aylanadi;
- b) Issiqlik dvigatelining ishlashi uchun turli temperaturali ikkita jism bo'lishi shart.

Ular isitkich va sovutgich deb ataladi. Bulardan tashqari, ishchi jism (bug' yoki gaz) zarur. Issiqlik dvigatelining ishlash jarayonida ishchi jism

isitgichdan biror  $Q_1$  miqdordagi issiqlik miqdori oladi va uning bir qismini  $A$  mexanik energiyaga aylantiradi, qolgan issiqlikning  $Q_2$  qismini esa sovutgichga beradi (24-rasm). Energiyaning aylanish va saqlanish qonuniga binoan:

$$Q_1 = Q_2 + A$$

Istalgan issiqlik dvigatelining ishlashi ishchi jism xolatining o'zgarishining takrorlanuvchi sikllaridan iborat. Xar bir sikl turli jarayonlardan: isitgichdan energiya olish (ishchi jismni kengayishi va u olgan energiyaning bir qismini mexanik energiyaga aylantirish) va nixoyat, energiyaning foydalanilmagan qismini sovutgichga uzatishdan iborat.

Sovutish moslamalarida ham xuddi shunday jarayonlar amalga oshiriladi. Sovutish moslamalarining issiqlik mashinalaridan farqi, jarayon teskari amalga oshiriladi. Sovutkichdan ishchi jismga  $Q_2$  issiqlik miqdori beriladi, ishchi jism  $A$  ish bajarib,  $Q_1$  issiqlikni isitkichga beradi (25-rasm). Energiyaning saqlanish qonuniga binoan:

$$Q_2 + A = Q_1$$

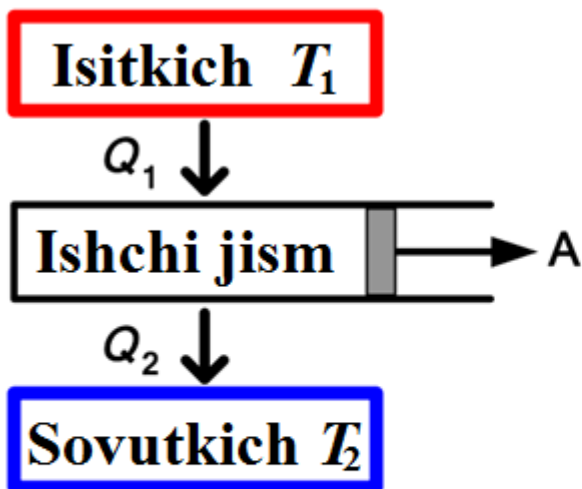
Issiqlik mashinasining bajargan ishi esa  $A = Q_1 - Q_2$  ga teng bo'ladi. Bunda issiqlik mashinasi ishchi jismga  $Q_1$  issiqlik berib,  $A$  ish bajardi.

**Issiqlik mashinasining foydali ish koeffisientini** quyidagi munosabatdan aniqlash mumkin:

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} < 1$$

Yuqoridagi ifoda *real issiqlik mashinalarining FIK* i xisoblanadi.

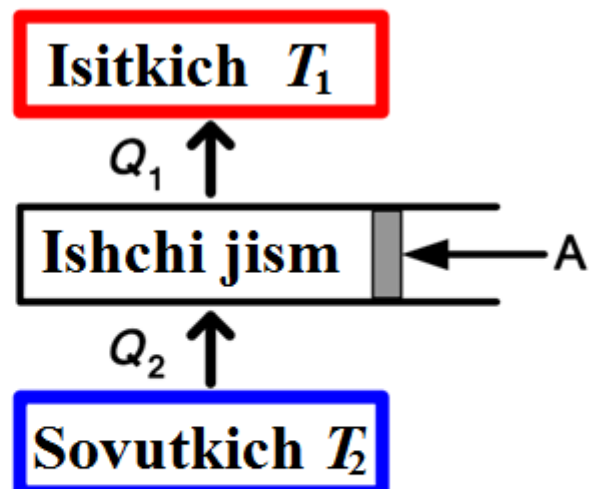
### Issiqlik mashinasi



$$Q_1 = Q_2 + A$$

24-rasm

### Sovutkich moslamasi



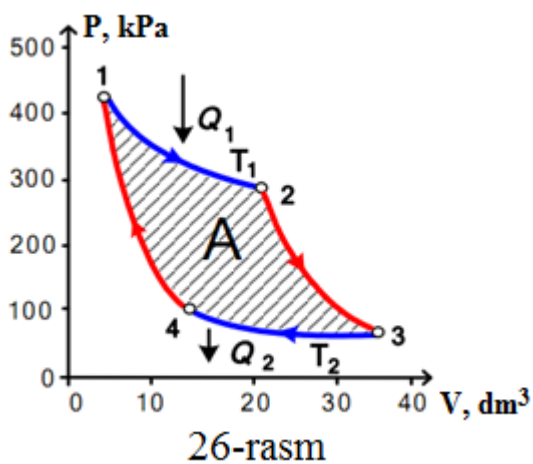
$$Q_2 + A = Q_1$$

25-rasm

## KARNO SIKLI

Karni sikli ideallashtirilgan aylanuvchi jarayonni ko'rsatadi, ishchi jism (ideal gaz) isitkichdan davriy ravishda bitta isitkichdan  $T_1$  issiqlik oladi va bitta sovutkichga  $T_2$  berishini ko'rsatadi.

Karni sikli ikkita izoterma ( $1 \rightarrow 2$  va  $3 \rightarrow 4$ ) va ikkita adiabat ( $2 \rightarrow 3$  va  $4 \rightarrow 1$ ) dan iborat. Fransuz injeneri Karni barcha issiqlik mashinalarida qaytariluvchi jarayonlar sodir bo'lishini va ishchi jism isitkichdan bir xil temperatura  $T_1$  oladi va sovutkichga bir xil  $T_2$  temperatura berishini va bu temperaturalar mashinalar konstruksiyasiga bog'liq bo'lmasligini va issiqlik mashinalarining foydali ish koeffitsienti  $FIK$  i quyidagi formula bilan aniqlanishini isbotladi.



$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

Har qanday  $T_1$  temperaturali isitkich va  $T_2$  temperaturali sovutkich bilan ishlovchi real issiqlik dvigatellarining  $FIK$ i yuqoridagi formula orqali hisoblanadi.

Karni sikli *ideal issiqlik mashinasi*  $p(V)$ -diagrammada soat strelkasi yo'nalishida sodir bo'ladi (26-rasm). Agar sikl teskari yo'nalishda sodir bo'lsa, u holda *sovutish sikli* bo'ladi. U xolatda sistema  $Q_2$  issiqlik olib, issiq jismga  $Q_1 > Q_2$  issiqlik uzatadi. bunday sharoitda Sistema musbat  $A$  ish bajaradi. Bunday sikl sovutish mashinalari (xolodilniklar) da qo'llaniladi (25-rasm).

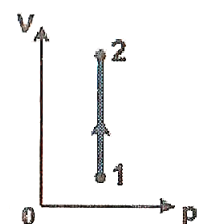
Bir siklda **bajarilgan ish** grafikda **shtrixlab ko'rsatilgan soha yuziga** teng bo'ladi.

## Savol topshiriqlari

1. *Termodinamik sistemaning ichki energiyasi deb nimaga aytiladi?*
2. *Ideal gaz va real gazlarning qaysi parametrlari uning ichki energiyasiga bog'liq?*
3. *Termodinamikada gazning ishi formulasini keltiring.*
4.  *$p(V)$  diagrammada gazning ishi qanday aniqlanadi?*
5. *Issiqlik miqdori deb nimaga aytiladi?*
6. *Quyidagi jarayonlar uchun issiqlik miqdori formulalarini yozing?  
a) isish, b) erish, v) bug'lanish.*
7. *Moddaning solishtirma issiqlik sig'imi, solishtirma erish issiqligi va solishtirma bug'lanish issiqligi qanday aniqlanadi. Ular qanday o'lchov birliklarida o'lchanadi.*
8. *Yoqilg'i yonganda, ajralgan issiqlik miqdori qanday aniqlanadi?*
9. *Yoqilg'i solishtirma yonish issiqligining fizik ma'nosi nima?*
10. *Ichki energiyani o'zgartiruvchi xususiyatlarni sanang.*
11. *Termodinamikaning birinchi qonuni formulasi. U qanday fundamental fizik qonunni ifodalaydi?*
12. *Qanday jarayon adiabatik jarayon deb ataladi. Gaz tez kengayganda (yoki siqilganda) uning temperaturasi qanday o'zgaradi?*
13. *Xar xil izojarayonlarda gazning ishi qanday aniqlanadi?*
14. *Aylanma jarayon (sikl) deb nimaga aytiladi. To'g'ri va teskari jarayonlar (sikllar) bir-biridan qanday farqlanadi?*
15. *Aylanma jarayon (sikl) ning  $p(V)$  o'qlaridagi grafigini chizing. Aylanma jarayonda gazning ishi nimaga teng.*
16. *Qanday qurilma issiqlik dvigateli deyiladi?*
17. *Issiqlik dvigatellari va sovutish qurilmalarining ishlash prinsipi qanday. Ularni termodinamikaning birinchi va ikkinchi qonuni yordamida tushuntiring. Ularning sxemasini chizing.*
18. *Issiqlik dvigatelning foydali ish koeffisienti deb nimaga aytiladi? Ideal issiqlik mashinasining FIK i nimaga teng?*

### Test topshiriqlari

1. (01/12-28). Kristall jism erish boshlagandan, erib bo'lguncha uning temperaturasi qanday o'zgaradi?  
*A) erish boshlanganda ko'tariladi, keyin tushadi.*  
*B) erish boshlanganda tushadi, keyin ko'tariladi.*  
*C) bir xil ortib boradi.*                      *D) o'zgarmaydi.*
2. (01/12-12). Suv  $0^{\circ}\text{C}$  doimiy temperaturada muzga aylanmoqda. Bunda energiya yutadimi yoki ajraladimi?  
*A) ajraladi.*    *B) yutiladi.*    *C) ajralmaydi va yutilmaydi.*  
*D) tashqi muhitga bog'liq ajralishi ham, yutilishi ham mumkin.*
3. (01/12-13). Qaynash temperaturasidagi suvdan 10 kg bug' olish uchun qanday issiqlik miqdori kerak bo'ladi (J)? suvning solishtirma bug'lanish issiqligi  $2,2 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$ .  
*A)  $2,2 \cdot 10^{-5}$ .*    *B)  $10 \cdot 10^5$ .*    *C) 0.*    *D)  $2,2 \cdot 10^6$ .*
4. (03/11-10). Izotermik kengayishda gazning ichki energiyasi qanday o'zgaradi?  
*A) ortadi.*            *B) o'zgarmaydi.*    *C) kamayadi.*  
*D) yuqori bosimda ortadi, past bosimda kamayadi.*
5. (03/4-19). Temperaturasi  $-73^{\circ}\text{C}$  bo'lgan bir mol bir atomli gazning ichki energiyasini aniqlang.  
*A) 1246.*    *B) 1662.*    *C) 2077.*    *D) 2493.*
6. (03/9-46). Xonadagi pech yoqilsa, xavoning ichki energiyasi qanday o'zgaradi?  
*A) kamayadi.*    *B) ortadi.*    *C) o'zgarmaydi.*  
*D) tashqi temperaturaga bog'liq.*
7. (03/5-22). Ideal gazning bosimi 2 marta ortib, hajmi 2 marta kamayganda, ichki energiyasi qanday o'zgaradi?  
*A) o'zgarmaydi.*            *B) 2 marta ortadi.*  
*C) 4 marta kamayadi.*    *D) 2 marta kamayadi.*
8. (03/10-34). Bir atomli ideal gazning hajmi  $2 \text{ m}^3$ , ichki energiyasi 1500 J bo'lsa, bosimi qanday(Pa)?  
*A) 2000.*    *B) 1500.*    *C) 1000.*    *D) 500.*
9. (03/11-13). Diagrammada ko'rsatilgan jarayonda ideal gazning ichki energiyasi ...  
*A) dastlab ortadi, keyin kamayadi.*            *B) ortadi.*  
*C) o'zgarmaydi.*            *D) kamayadi.*
10. (03/4-14). Balondagi gazning yarmini chiqarib yuborilgandan so'ng, temperaturasi  $52^{\circ}\text{C}$  dan  $2^{\circ}\text{C}$  gacha kamaygan bo'lsa, ideal gazning ichki energiyasi necha marta kamaygan?  
*A) 5,6.*    *B) 1,2.*    *C) 1,4.*    *D) 2,4.*



11. (03/10-33). Ideal gaz qizdirilganda bosimi  $p$  o'zgarmasdan hajmi 30% ga ortdi. Bunda qanday ish bajarilgan?  
 A)  $30pV$ . B)  $3pV$ . C)  $0,3pV$ . D)  $0,7pV$ .
12. (03/10-33). Bir bol ideal gazni izobarik ravishda 2 K ga qizdirilganda qanday ish bajarilishini aniqlang (J) ?  
 A) 16,62. B) 8,31. C) 2. D) 1.
13. (01/12-37).  $10^5$  Pa bosim ostidagi gaz, izobarik kengayganda hajmi  $300 \text{ sm}^3$  dan  $500 \text{ sm}^3$  ga o'zgardi. Gazni kengayishda bajargan ishini (J) aniqlang?  
 A) 200. B) 100. C) 50. D) 20.
14. (01/12-41). Doimiy  $10^6$  Pa bosim ostidagi gaz ustidan tashqi kuchlar 100 kJ ish bajardi. Bu jarayonda gazning hajmi qanday o'zgardi?  
 A) 100 marta kamaydi. B) 10 marta kamaydi.  
 C) o'zgarmaydi. D)  $0,1 \text{ m}^3$  ga kamaydi.
15. (03/10-28). Bir xil massali vodorod va geliy o'zgarmas bosimda 10 K ga qizdirildi. Qaysi gaz ko'p ish bajaradi?  
 A) bir xil ish bajaradi. B) geliy.  
 C) vodorod. D) ma'lumotlar yetarli emas.
16. (01/12-39). Bir xil massali kislorod va vodorod bir xil bosim ostida, bir xil temperaturaga qizdirildi. Qaysi gaz ko'p ish bajaradi?  
 A) vodorod. B) ishlar bir xil. C) kislorod. D) ish bajarmaydi.
17. (03/11-14). Bir xil massa va bosimli vodorod va geliy 60 K ga qizdirildi. Bunda vodorod  $A_1$  ish bajardi, geliy -  $A_2$ . Bu ishlar qanday munosabatda? ( $p=\text{const}$ ).  
 A)  $A_2=2A_1$ . B)  $A_1=2A_2$ . C)  $A_2=A_1$ . D)  $A_2=4A_1$ .
18. (03/11-7). Massasi 0,4 kg va solishtirma issiqlik sig'imi  $3800 \text{ J}/(\text{kgK})$  bo'lgan jismni temperaturasini  $4^\circ\text{C}$  dan  $24^\circ\text{C}$  gacha qizdirish uchun qancha issiqlik miqdori kerak bo'ladi(J)?  
 A) 3040. B) 30,4. C) 18240. D) 30400.
19. (03/4-22). Temperaturasi  $10^\circ\text{C}$  bo'lgan 1 l suv, quvvati 600 vt va FIK 84% bo'lgan qaynatgichda (kiptilnik) qanchada (min) qaynaydi? Suvning solishtirma issiqlik sig'imi  $4,2 \text{ kJ}/(\text{kgK})$ .  
 A) 6. B) 8. C) 9,5. D) 10,5.
20. (03/6-41). FIK 80% bo'lgan elektrchoynak  $20^\circ\text{C}$  li 2 l suvni 10 minutda qaynatdi. Elektrchoynakning quvvati (kvt) qanday? Suvning solishtirma issiqlik sig'imi  $4,2 \text{ kJ}/(\text{kgK})$ .  
 A) 0,84. B) 0,7. C) 1,4. D) 2,8.
21. (03/7-41). FIK 50% bo'lgan qozonda 42 kg toshko'mir yoqilganda  $2,9 \text{ m}^3$  suvning temperaturasi necha gradusga ko'tariladi? Ko'mirning solishtirma yonish issiqligi  $q=29 \cdot 10^6 \text{ J}/\text{kg}$ . Suvning solishtirma issiqlik sig'imi  $4,2 \text{ kJ}/(\text{kgK})$ .

- A) 21. B) 29. C) 35. D) 50.
22. (03/8-73). Suv 420 m balandlikdan tushganda ajralgan energiyaning 60% i uning qizishiga sarflangan bo'lsa, suv necha (K) gradusga qizigan?  $c=4200 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$   
A) 0,42. B) 0,6. C) 2,1. D) 4,2.
23. (03/5-23). Massasi 1,2 kg bo'lgan bolg'a 1,5 min ishlaganda 20 K ga qizidi. Bunda ajralgan energiyaning 40% i issiqlikka aylangan bo'lsa, to'liq bajarilgan ishni aniqlang(kJ). Temirning solishtirma issiqlik sig'imi 460 J/(kgK).  
A) 27,6. B) 13,8. C) 11,06. D) 8,6.
24. (01/12-40). Moddaning solishtirma issiqlik sig'imini hisoblash ifodasini qanday?  
A)  $\frac{Q}{m \Delta T}$ . B)  $\frac{Q}{\Delta T}$ . C)  $\frac{Q}{m \cdot \Delta T}$ . D)  $\frac{Q}{V \Delta T}$ .
25. (03/8-74). Suv havzasining yuzasi 1000 m<sup>2</sup> bo'lib u qalinligi 2 mm bo'lgan 0°C li muz bilan qoplanganda qanday energiya (MJ) ajraladi? Muzning zichligi 900 kg/m<sup>3</sup>, uning solishtirma erish issiqligi 330 kJ/kg.  
A) 0,594. B) 2,97. C) 29,7. D) 594.
26. (03/8-75). -10°C li muzni eritib 90°C li suvga aylantirish uchun qancha issiqlik miqdori (kJ) kerak bo'ladi? Muzning solishtirma issiqlik sig'imi  $2,1 \cdot 10^3 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ , uning solishtirma erish issiqligi 330 kJ/kg, suvning solishtirma issiqlik sig'imi  $4,2 \cdot 10^3 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ .  
A) 729. B) 693. C) 660. D) 393.
27. (03/8-25). 5,4 MJ issiqlik miqdori olish uchun necha gramm spirt yoqish kerak? Spirtning solishtirma yonish issiqligi  $2,7 \cdot 10^7 \text{ J}/\text{kg}$ .  
A) 2. B) 54. C) 27. D) 200.
28. (03/7-40). Dvigatelining quvvati 3,5 kv, FIK 25% bo'lgan motorol 60 km/soat tezlikda harakatlanib, 3,6 l benzin sarflagan bo'lsa, u qanday masofani (km) bosib o'tdi? Benzinning solishtirma yonish issiqligi  $46 \cdot 10^6 \text{ J}/\text{kg}$ , zichligi 0.7 g/sm<sup>3</sup>.  
A) 160. B) 69. C) 96. D) 138.
29. (01/12-35). Termodinamikaning birinchi qonuni issiqlik jarayonlaridagi hodisalarni ... bo'yicha tushuntiradi.  
A) impulsning saqlanish qonuni.  
B) energiyaning saqlanish qonuni.  
C) Mendeleev-Klapeyron tenglamasi.  
D) Nyutonning ikkinchi qonuni.
30. (01/12-38). Izobarik jarayonda bir atomli ideal gazni qizdirganda, ichki energiyasini o'zgardi, bunda gazga berilgan issiqlik miqdori Q ning qancha qismi ish bajardi?  
A) 0,2Q. B) 0,3Q. C) 0,6Q. D) 0,4Q.



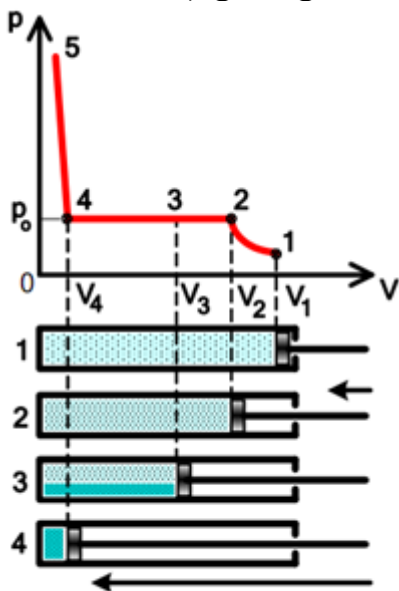
31. (01/12-29). Gazga 200 J issiqlik uzatildi va tashqi kuchlar gaz ustidan 300 J ish bajardi. Bunda gazning ichki energiyasi o'zgarishi nimaga teng(J)?  
A) 0. B) 100. C) 200. D) 500.
32. (03/6-55). Balondagi bir atomli gazga 499 J issiqlik berilganda uning temperaturasi 40 K ga ortdi. Gazning miqdorini aniqlang (mol).  
A) 1. B) 2. C) 0,5. D) 1,5.
33. (03/4-56). Balondagi bir atomli bir mol gazning temperaturasini 20 K ga ko'tarish uchun qancha issiqlik (J) berish kerak?  $R=8,31 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ .  
A) 16,6. B) 24,9. C) 83,1. D) 249.
34. (10-30). Qaysi jarayonda gazning ishi nolga teng?  
A) izoxorik. B) adiabatik. C) izotermik. D) izobarik.
35. (03/10-27). Qaysi termodinamik jarayonda gazga berilgan issiqlik miqdori to'laligicha ichki energiyaning o'zgarishiga sarf bo'adi?  
A) bunday jarayon yo'q. B) adiabatik.  
C) izotermik. D) izoxorik.
36. (03/11-8). Adiabatik siqilishda gaz 500 MJ ish bajardi. Bunda gazning ichki energiyasi ...  
A) no'lga teng. B) 50 MJ ga kamaydi. C) 50 MJ ga ortdi.  
D) 50 MJ ga ortishi ham kamayishi ham mumkin.
37. (03/11-11). Issiqlik dvigateli isitkichdan 0,8 MJ issiqlik olib, sovutkichga 0,3 MJ issiqlik miqdori beradi. Bu dvigatelning FIK qanday(%)?  
A) 30. B) 48. C) 50. D) 62,5.
38. (03/6-22). Ideal issiqlik mashinasining isitkichi  $237^{\circ}\text{C}$ , sovutkichi esa  $67^{\circ}\text{C}$  ga teng. Isitkich bir siklda 1800 J issiqlik oladi. Bunda u necha joul ish bajaradi?  
A) 600. B) 900. C) 1290. D) 450.
39. (01/12-32). FIK  $\eta$  bo'lgan issiqlik mashinasi isitkichdan Q issiqlik miqdori oladi. Uning bajargan ishini qaysi ifoda bilan aniqlash mumkin?  
A)  $\eta Q$ . B)  $(1 + \eta)Q$ . C)  $(1 - \eta)Q$ . D)  $Q/\eta$ .

## REAL GAZLAR VA SUYUQLIKLARNING XOSSALARI

Oldingi mavzuning oxirida izoxorik, izobarik, va izotermik jarayonlarni tavsiflovchi Mendeleev – Klapeyron tenglamasi, Boyle – Mariott, Gey – Lyussak xamda Sharlning xususiy qonunlari yuqori temperaturalarda va past bosimlarda aniqroq, past temperaturalarda va yuqori bosimlarda esa gaz parametrlari orasidagi o'zaro bog'liqlikni kichik aniqlikda ifodalashi aytib o'tilgan edi. Buni osongina tushuntirish mumkin: ideal gaz – bu real gazlarning qisqartirilgan modelidir. Bu modelda molekulalarning xajmi va ular orasidagi o'zaro tasir kuchlari xisobga olinmaydi. Shu bilan birga real gaz molekulalari malum xajmni egallaydi va bir – birlari bilan o'zaro tasirlashadi. Yuqori bosimlarda va past temperaturalarda molekulalarning xususiy xajmlari va ular orasidagi o'zaro tasir kuchlari sezilarli bo'ladi. Gaz molekulalarining o'zaro tasir potensial energiyalari ularning energiyalaridan ancha kichik.

### Real gazlarning ideal gazlardan asosiy farqlari.

Fikran ideal gazning siqilishiga doir tajriba qilib ko'ramiz. Faraz qilaylik, silindrda porshen ostida ideal gaz bor. Bu gazni izotermik siqamiz. Ideal gaz molekulalari xajmga ega emas va u bir – biri bilan o'zaro tasirlashmagani uchun gazni qanchalik siqmaylik, xech qanday xodisa sodir bo'lmaydi: gaz (o'z xolicha) gazligicha qoladi.



27-rasm

Ideal gazni - <fikran> sinashni davom ettiramiz. Yana xech qanday o'zgarish sodir bo'lmaydi. Gaz o'z xolicha qoladi.

*Qisqasi: ideal gaz parametrlari istalgancha o'zgarganda xam u gazligicha qoladi.*

Real gazlar o'zlarini juda boshqacha tutadi. Bunga ishonch xosil qilish uchun tekshirilayotgan gaz qo'zg'aluvchan porshenli juda mustahkam yaltiroq silindr ichiga joylashtiriladi. Gaz qisilganda isigani sababli issiqlikni tarqatish va gaz temperaturasini doimiy saqlash uchun silindr termostat ichiga joylashtiriladi. Gaz sekin siqilganda uning temperaturasi termostatga issiqlik berishi xisobiga doimiy qoladi va jarayon izotermik bo'ladi. Tajriba boshla-

nishida gaz bosimi mos ravishda Boyle – Mariott qonuniga muvofiq o'zgaradi. Bu bosqich grafikda 1-2 izoterma tarzida tasvirlangan. Biror paytdan boshlab (grafikdagi 2 nuqta) gaz xajmining keyingi kamayishi uning bosimining ortishiga olib kelmaydi. Bu vaqtda silindr devorlarining sirtida suyuqlik

tomchilarini ko'rishimiz mumkin. Binobarin, gazning bir qismi suyuqlikka aylanadi, endi silindrda bir vaqtda gaz xam, suyuqlik xam bo'ladi.

Gazning keyingi siqilishi uning massasini kamayishiga va suyuqlik massasining ortishiga sababchi bo'ladi. Bunda bosim o'zgarmaydi (2-3 izobara).

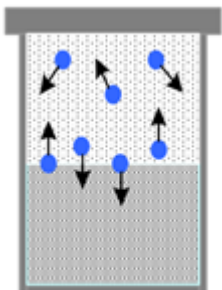
Nixoyat, gazning xammasi suyuqlikka aylanadi. Suyuqlikni siqishga urinib ko'rish bosimni keskin ortib ketishiga olib keladi. Bosimning ortishi suyuqlik molekulalari shunchalik kichik masofaga yaqinlashishidan dalolat beradiki, bunda ularning keyingi yaqinlashishlari molekulalarning bir-biridan itarishish kuchlarining keskin ortib ketishiga olib keladi.

Molekulyar nuqtai nazaridan gazning suyuqlikka aylanishi molekulalar bir-biriga juda yaqinlashganda ularning o'zaro tortishish kuchlari yuzaga kelishidan dalolat beradi. Molekulalar go'yo bir-biriga yopishib ketgandek bo'ladi va modda suyuq xolatga o'tadi.

Gazni siqish bo'yicha tavsiflangan tajriba *real gaz suyuqlikka aylanishi mumkinligini ko'rsatadi*, gaz va suyuqlik bu ayni bir moddaning ikki xolati (ikki fazasi)dir.

Real gazlarning xar doim istalgan bosimlarda gaz xolicha qoladigan ideal gazlardan asosiy farqi shundan iborat.

### To'yingan bug'



28-rasm

Bug'lanayotgan suyuqlik usti berkitilsa, suyuqlik ustida bug' yig'ilib boradi (28-rasm). Bunda bug'lanayotgan molekulalar kondensatsiyalanayotgan molekulalardan ko'p bo'ladi. Bu holda suyuqlik ustidagi bug' *to'yinmagan bug'* deyiladi.

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

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

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

To'yingan bug' bosimining temperaturaga bog'liqligi:

Temperatura qancha organ sari molekulalar suyuqlikka aylanishi uchun shuncha ko'p energiya oladi, buning natijasida to'yingan bug' zichligi ortadi (29-rasm).

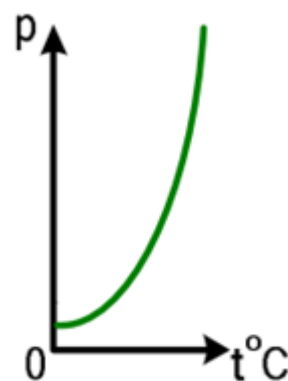
To'yingan bug' bosimi quyidagi ideal gaz xolat tenglamasidan kelib chiqqan ifodadan aniqlanadi:

$$P = nkT$$

Ideal gaz uchun bu munosabat chiziqli bog'lanishga ega, bunda  $n$  konsentrasiya temperaturaga bog'liq emas. To'yingan bug' bosimining temperaturaga bog'liqligi chiziqli emas. Bunga sabab shuki suv qizdirilganda uning molekulalarining xaotik xarakter tezligi ortishi bilan bir vaqtda bug'ning massasi xam ortadi, buning natijasida, molekulalar konsentratsiyasi ortadi. Boshqacha aytganda, to'yingan bug' bosimining ortishi molekulalar xarakter tezligining va ularning konsentratsiyasi ning ortishi xisobiga bo'ladi.

Lekin temperatura ko'tarilishi bilan molekulalarning xarakter tezligi sezilarsiz ortadi, shuning uchun to'yingan bug' temperaturasi ortganda uning bosimining ortishi bug' massasining va  $n$  konsentratsiyasining ortishi xisobiga bo'ladi.

*To'yingan bug' bosimi faqat uning temperaturasi va bug' turiga bog'liq, uning xajmiga bog'liq emas.*



29-rasm

### To'yingan bug' gaz qonunlariga bo'ysunadimi?

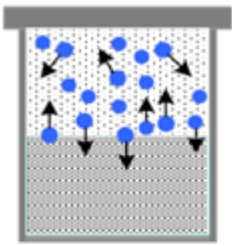
Bu savolga javob aniq: Boyle – Mariott, Gey – Lyussak , Sharl qonunlarini to'yingan bug'ga qo'llab bo'lmaydi, chunki bug'massasi bir xolatdan boshqasiga o'tganda o'zgaradi. Lekin to'yingan bug'ning istalgan xolati uchun Mendeleev – Klapeyron tenglamasini qo'llash mumkin.

### Kritik temperatura.

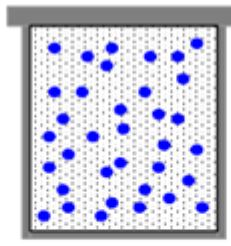
Agar to'yingan bug' temperaturasi orttirilsa (30-rasm), uning bosimi va zichligi ortadi, suyuqlik zichligi esa issiqlikdan kengayish xisobiga kamayadi. Qandaydir temperaturada suyuqlik va gaz zichliklari bir xil bo'lib qoladi, ya'ni bug' va suyuqlik o'rtasida chegara yo'qoladi (31-rasm).

Mana shunday temperature **kritik temperatura** ( $T_k$ ) deb ataladi (32-rasm). Agar biror suyuqlik temperaturasi kritik temperaturadan yuqori  $T > T_k$  temperaturagacha ko'tarilsa bu suyuqlik va uning bug'i uchun fizik qonuniyatlar buziladi. Suv uchun kritik temperatura – 647,3 K. Azot uchun kritik temperatura – 123 K.

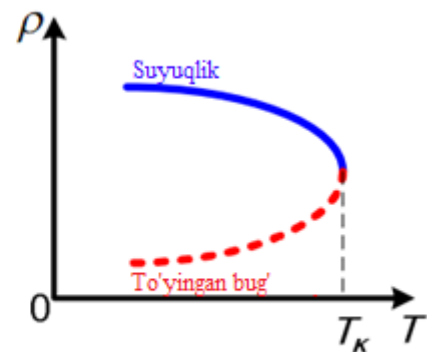
Kritik temperaturaning eng muhim ahamiyati shundaki, ***biror gazni kritik temperaturadan yuqori temperaturagacha ko'tarilganda bu gazni xar qanday bosimda xam suyuqlik xolatiga qaytarib bo'lmaydi.***



30-rasm



31-rasm



32-rasm

### VAN – der – VALS TENGLAMASI.

Real gazlarning xarakati natijasida molekulalarning o'lchamlari va bir - biriga tasiri o'zgarib turadi, shuning uchun yuqorida real gazlar modeli sifatida ideal gaz tushunchasi qabul qilingan edi. Ideal gazlar uchun MENDELEEV –KLAPEYRON tenglamasi (xolat tenglamasi) ning  $PV_\mu = RT$  (1 mol gaz uchun) ko'rinishi o'rinli bo'ladi. Lekin bu tenglama real gazlar uchun o'rinli emas.

Van–der–Vals (1837 – 1923) Mendeleev – Klapeyron tenglamasida molekulalarning xususiy xajmi va o'zaro tasirini xisobga olgan xolda ikkita o'zgarish kiritdi.

Real gaz molekulalarning xaqiqiy erkin xajmi  $V_m$  ga teng bo'lmasdan ( $V_m - b$ ) ga teng bo'ladi, bu yerda  $b$  – molekulalarning xususiy xarakatlanuvchi xajmi.

Real gaz molekulalari xaotik xarakati davomidagi o'zaro tortishish va itarishish kuchlari natijasida, gazda qo'shimcha ichki bosim xosil bo'ladi. Ichki bosim gaz xajmining kvadratiga teskari proporsional, ya'ni  $P' = \frac{a}{V_\mu^2}$ , bu yerda  $a$  – Van – der – vals doimiysi bo'lib, molekulalararo tortishuv kuchini xarakterlovchi doimiy,  $V_m$  – molyar xajm (bir mol gaz xajmi)

Bu o'zgarishlardan Van – der – valsning ***real gazlar uchun xolat tenglamasini*** olamiz.

$$\left( p + \frac{a}{V_\mu^2} \right) \cdot (V_\mu - b) = RT$$

Ixtiyoriy  $m$  massali gaz uchun quyidagicha bog'lanishga ega  $\nu$  mol gaz ( $\nu = m/\mu$ ) hajmi  $V = \nu V_\mu$  ga teng bo'ladi. Van – der – vals tenglamasi esa quyidagi ko'rinishni oladi.

$$\left(P + \frac{\nu^2 a}{V^2}\right) \cdot \left(\frac{V}{\nu} - b\right) = RT \quad \text{yoki} \quad \left(P + \frac{\nu^2 a}{V^2}\right) \cdot (V - \nu b) = RT\nu$$

Bu yerda  $a$  va  $b$  – xar bir gaz uchun alohida tajriba yo'li bilan aniqlanadigan doimiy kattalik.

## XAVONING NAMLIGI

Xavoda doimo suv bug'lari bo'ladi. Suv bug'i okeanlar, dengizlar ko'llar, suv omborlari, daryolar va hokazolar sirtidan, suvning bug'lanishi natijasida xosil bo'ladi. Ob – xavo insonning kayfiyati, uning juda ko'p o'rganlarining funksiyasi, o'simliklar xayoti, shuningdek, texnik obektlarning, arxitektura obidalarining san'at asarlarining saqlanish suv bug'ining miqdoriga bog'liq. Shuning uchun xavoning namligini kuzatib borish va uni o'lchashni bilish juda zarur.

*Suv bug'ining parsial bosimi* (absolyut bosim) deb – xavoning tarkibidagi boshqa gazlardan tashqari faqat suv bug'i xosil qilgan bosimga aytiladi.  $P_a$  va *mm.sim.ust* birliklarida o'lchanadi.

*Absolyut namlik* deb – 1 m<sup>3</sup> havodagi suv bug'ining massasiga (yoki parsial bosimiga) aytiladi.  $\rho = \frac{m}{V}$

### Nisbiy namlik.

Xavodagi suv bug'i odatda to'yinmagan bo'ladi. Agar xavodagi suv bug'i to'yingan bo'lsa edi, u holda Yer sirti va unda turgan barcha narsalar suv tomchilari bilan qoplanib qolgan va xech qachon qurimagan bo'lar edi.

Aksincha, xavodagi suv bug'i to'yinishdan qanchalik uzoq bo'lsa, xavo shunchalik quruq bo'ladi.

Shuning uchun xavodagi suv bug'ining bosimini berilgan temperaturada to'yingan suv bug'i bosimi bilan taqqoslab, xavoning namligi to'g'risida xulosa chiqarish mumkin. Shu maqsad uchun xavoning *nisbiy namligi* deb ataluvchi kattalik kiritilgan.

**Xavoning nisbiy namligi**  $\varphi$  deb, xavodagi suv bug'i parsial bosimi  $P$  ning berilgan temperaturadagi to'yingan bug' bosimi  $P_0$ , ga nisbatining foizlarda ifodalagan qiymatiga aytiladi.

$$\varphi = \frac{P}{P_0} \cdot 100\% \quad (1) \quad \text{yoki} \quad \varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%$$

Bu yerda:  $\rho$  – suv bugi zichligi (absolyut namlik),  $\rho_0$  – berilgan temperatura-dagi suv bug'i zichligi.

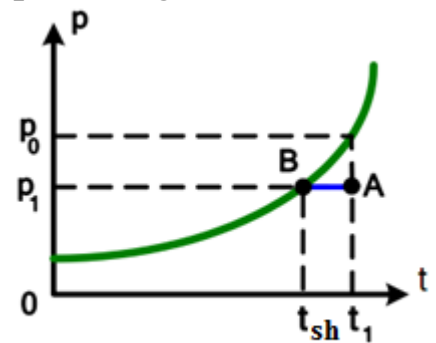
Atmosfera xavosining nisbiy namligi qanchalik kam bo'lsa, suv xavzalari dan, nam predmetlardan, o'simliklardan, suvning bug'lanishi shunchalik tez sodir bo'ladi.

Inson kayfiyati va sog'ligi yaxshi bo'lishi uchun nisbiy namlik 40 dan 60% atrofida bo'lishi zarur. Biroq qish oylarida bizning uylarimizda va maktablarimizda nisbiy namlik ko'pincha 10 yoki 20 % dan ortmaydi. Bunday sharoit tez bug'lanishga olib keladi va burun, tomoq, o'pka va shilliq pardalarining qurishiga olib keladi, natijada odamlarda shamollash va boshqa kasalliklarga moyillik ortadi.

Shuning uchun qish vaqtida odamlar yashaydigan uylar maxsus qurilmalar (masalan, isitgich elementlariga maxkamlanadigan oddiy namlagich) yordamida namlab turiladi.

Xavoning nisbiy namligini aniqlash uchun:

- 1) Xavoning temperaturasini o'lchash va shu temperatura-ga mos keluvchi to'yingan bug' bosimini jadvaldan topish;
- 2) Shudring nuqtasini aniqlash va o'sha jadval bo'yicha xavodagi suv bug'ilarini bosimini topish;
- 3) Formula bo'yicha nisbiy namlikni aniqlash zarur;



33-rasm

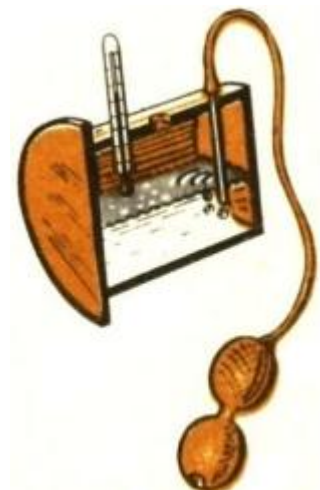
33-rasmda to'yingan suv bug'i bosimining temperaturaga bog'liqligi ko'rsatilgan.

**To'yingan bug' xosil bo'ladigan temperatura shudring nuqtasi  $t_{sh}$  deb ataladi.**

Xavoning namligi: *gigrometr* (34-rasm) va *psixrometrlar* (35-rasm) yordamida o'lchanadi.

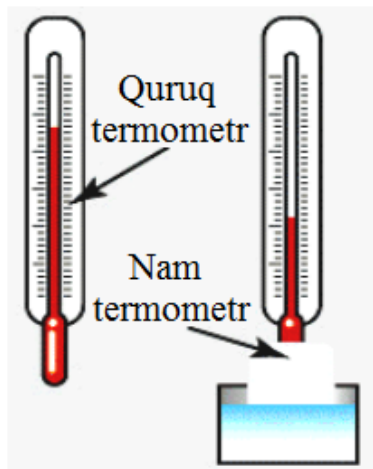
Xavodagi suv bug'larining shudring nuqtasini aniqlash uchun maxsus asboblari – *gigrometr* lar yaratilgan.

Ulardan eng oddiyi Lambrext gigrometridir. Bu asbobning asosiy qismini o'qi gorizontaldagi turgan silindr shaklidagi metal idishdan iborat. Silindrni bitta tashqi sirti yaltiroq qilinadi. Silindr ichiga rezina nokcha orqali xavo beriladi va efir quyiladi. Xavo berganda efir orqali xavo o'tib, uning bug'lanishi tezlashadi. Efir bug'lanib soviydi va silindrni sovutadi.



34-rasm

Silindr temperaturasi shudring nuqtasi temperaturasiga  $t_{sh}$  tenglashganda, uning sirti terlaydi. Temperaturani o'lchash uchun silindr ichiga termometr qo'yilgan va u yordamida temperatura  $t_1$  aniqlanadi.

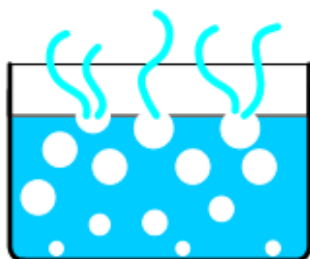


35-rasm

Bu temperaturalar yordamida jadvaldan  $P$  va  $P_0$  bosimlar aniqlanib (1) formula yordamida nisbiy namlik  $\varphi$  hisoblanadi.

Nisbiy namlikni faqat shudring nuqtasini aniqlash yo'li bilan emas, balki maxsus asbob – psixrometr yordamida xam topish mumkin. Psixrometr ikkita termometrdan iborat bo'lib, ulardan biri mato bilan o'ralib, pastki uchi distillangan suvga tushirilgan. Quruq termometr xavoning temperaturasini, nam termometr esa bug'lanayotgan suvning temperaturasini ko'rsatadi.

Biroq suyuqlik bug'lanayotganda uning temperaturasi kamayadi. Xavo qanchalik quruq bo'lsa (uning nisbiy namligi kam), nam matodan shunchalik tez bug'lanadi va uning temperaturasi shunchalik past bo'ladi. Xo'l va quruq termometrlar ko'rsatishlarini farqi ya'ni psixrometrik farq xavoning nisbiy namligiga bog'liq. Bu temperaturalar farqini bilgan xolda maxsus psixrometrik jadvaldan xavoning nisbiy namligi topiladi.



36-rasm

Xuddi shuningdek shkalasidan xavoning nisbiy namligini bevosita foizlarda xisoblab topiladigan maxsus asboblardan mavjud.

### Qaynash

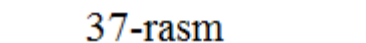
*Qaynash – suyuqliklarning butun xajmi bo'yicha*

*bug'lanishi va bu bug' pufaklarini suyuqlik yuzasiga ko'tarilishidir (36-rasm).*

Qaynash to'yingan bug' pufaklarininng bosimi suyuqlik bosimiga tenglashganda boshlanadi.

$$P = P_{atm} + \rho gh \approx P_{atm}$$

Qaynash temperaturasi atmosfera bosimiga proporsional. Bosim oertsa, qaynash temperaturasi ham ortadi. Bosim kamaysa, qaynash temperaturasi ham kamayadi.



37-rasm

Normal atmosfera bosimida suv 373 K da

qaynaydi.

Xavosi qisman so'rib olingan muhitda suv 100°C dan past temperaturada qaynaydi.



Agar tog'ga chiqadigan bo'lsak, atmosfera bosimi kamayadi, buning natijasida suvning qaynash temperatursi xam pastlaydi, taxminan 300 m balandlikka ko'tarilganimizda suvning qaynash temperaturasi 10 °C ga kamayadi. 7000 m metr balandlikda esa bosim taxminan 0,4 10<sup>5</sup> Pa, suvning qaynash temperaturasi esa 70 °C ga tushib ketadi.

Yuqoridagi xulosalardan suvning qaynash temperaturasini atmosfera bosimiga qarab ham aniqlash mumkinligi kelib chiqadi. Quyidagi jadvalda xar xil temperaturalarda to'yingan bug' bosimining zichligiga bog'liqligi keltirilgan.

### Xar xil temperaturalarda to'yingan suv bug'i bosimi va zichligi.

t, °C	p, mm.sim.ust	ρ, kg/m <sup>3</sup>	t, °C	p, mm.sim.ust	ρ, kg/m <sup>3</sup>	t, °C	p, mm.sim.ust	ρ, kg/m <sup>3</sup>
-20	0,77	0,88	18	15,48	15,4	60	149,4	130
-10	1,95	2,14	20	17,54	17,3	80	355,1	293
0	4,58	4,84	40	55,32	51,2	100	760,0	598

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, suv 60°C da qaynashi uchun bosimni 149,4 mm.sim.ust gacha kamaytirish kerak. Yoki teskarisi, bosim 55,32 mm.sim.ust gacha kamaysa suv 40°C da qaynaydi.

Bunday jadval bilan havoning nisbiy namligini ham aniqlash mumkin. Misol uchun quruq termometr 20°C ( $p_0=17,54$  mm.sim.ust) ni ko'rsatdi. Xo'l termometr 18°C ( $p_0=15,48$  mm.sim.ust) ni ko'rsatdi.

$\varphi = \frac{P}{p_0} 100\%$  formula bo'yicha nisbiy namlikni aniqlaymiz.

$$\varphi = \frac{15,48 \text{ mm.sim.ust}}{17,54 \text{ mm.sim.ust}} 100\% = 88,26\%.$$

## SUYUQLIKLARNING XOSSALARI

Suyuqliklarning gazlardan asosiy farqlari shundaki:

- Gaz ma'lum xajmga ham shaklga ham ega emas. Gaz qanday idishga solinsa, uning to'liq xajmini va shaklini egallaydi.
- Suyuqlik esa, o'zining xususiy xajmiga ega, lekin shaklga ega emas. Suyuqlik biror idishga solinsa, u idishda o'zining xajmichalik joyini va idish shaklini egallaydi.

Gazlar nisbatan oson siqiladi, suyuqliklar esa amalda deyarli siqilmaydi. Bu esa suyuqliklarning molekulari bir-biridan kichik masofalarda (suyuqlik molekulari deyarli yopishib turadi) joylashishidan dalolat beradi. Shu sababli, suyuqliklarni siqish uchun molekulyar itarishish kuchini yengib o'tish kerak.

Maxsus o'tkazilgan tajribalar suyuqliklarda xar bir molekula yaqinida boshqa molekular malum tartibda joylashganini ko'rsatdi. Biroq katta sohalar mashtabida tartib bo'lmaydi. Shuning uchun suyuqliklar molekularining joylashishi yaqin tartibga bo'ysunadi va uzoq tartibda esa, o'rinli emas.

### **Suyuqlik molekularining xarakati.**

Suyuqlik xolatlar nazariyasining qator muammolarini xal qilishda Y.M. Frenkel sezilarli xizmat qildi. Frenkel nazariyasiga muvofiq suyuqliklarda kichik bo'shliqlar – o'ziga xos teshiklar bo'ladi. Bu teshiklar xolati doimiy qolmaydi, vaqt o'tishi bilan ular xarakatlanuvchi molekular bilan to'lib boradi va teshikchalar suyuqlikning qayeridan molekular ketgan bo'lsa, o'sha joylarida xosil bo'ladi.

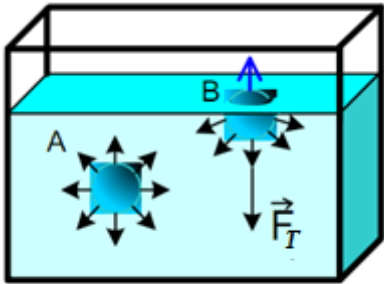
Xar bir molekula biror vaqt mobaynida malum muvozanat vaziyati atrofida xaotik tebranadi. Vaqt o'tishi bilan molekula yangi xolatga molekularning o'zlarining o'lchamlari tartibidagi masofaga sakrab o'tish bilan siljib muvozanat o'rnini o'zgartiradi. Shunday qilib, molekular suyuqliklar ichida malum joylar atrofida biroz vaqt to'xtab, juda sekin siljiydi. Frenkelning tavsifi bo'yicha, molekular ko'chmanchi xayot kechirib, suyuqlikning xamma xajmi bo'yicha kezib yuradi, bunda qisqa vaqtli ko'chish, uzoq muddat o'troq xayot kechirish bilan almashinib turadi. Bu to'xtashlarning davomiyligi turlicha bo'lib, vaqt o'tishi bilan tartibsiz o'zgaradi, temperatura ko'tarilishi bilan esa keskin qisqaradi.

Moddaning suyuq xolati bilan gazsimon xolati orasidagi yana bir muhim farqqa etibor berish zarur.

*Gazlarda kinetik energiyasi ularning potensial energiyasidan juda katta, suyuqliklarda esa molekularning kinetik energiyasi ularning potensial energiyasiga taxminan teng bo'ladi.*

## SUYUQLIKLARNING SIRT TARANGLIGI.

Suyuqlikning gazdan farqli bo'lgan xarakterli xossasi suyuqlikning gaz bilan chegarasida erkin sirt xosil bo'lishidir. Suyuqliklarning xar bir molekulasi undan taxminan  $10^{-19}$  m masofada joylashgan qo'shni molekulalarning tortishish kuchlari tasir qiladi.



38-rasm

Idishga quyilgan suyuqlik ichidagi A molekulani qarab chiqamiz(38-rasm). Bu molekulani xamma tomonidan xuddi shunday molekulalar qurshab turadi va A molekulaning qo'shni molekulalarga tortishish kuchi muvozanatlashadi.

$$F_T=0$$

Endi esa suyuqlik sirtida turgan B molekulani ajratib qaraylik. Bu molekulaning bug' molekulalariga natijaviy tortishish kuchi uning suyuqlik molekulalariga tortishish natijaviy kuchidan ikki marta kichik. Shu sababli suyuqlik ichiga yo'nalgan teng tasir etuvchi kuch xosil bo'ladi. Qalinligi molekulyar kuch tasiri radiusiga teng bo'lgan sirt qatlamidagi barcha suyuqlik molekulalari xaqida xam shuni gapirish mumkin. Sirt qatlam suyuqlik ichidagi molekulalarni suyuqlik ichiga bosadi. Bu jihatdan sirt qatlami bolalar o'ynaydigan pufak qobig'iga o'xshaydi.

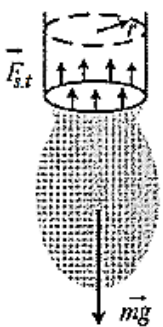
### Sirt taranglik kuchi.

Suyuqliklar sirtini qisartirish xossasi bu sirtini qisqartirishiga intiluvchi kuchlar mavjudligi bilan tushuntirish mumkin. Bunday kuchlar *sirt taranglik* kuchlari deb ataladi. Sirt taranglik kuchi quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$F = \sigma \cdot l, \quad \text{bundan} \quad \sigma = \frac{F}{l} \quad \left( \frac{N}{m} \right)$$

Bu yerda:  $l$  - sirt chegara uzunligi,  $\sigma$  - sirt taranglik koeffisienti.

*Sirt taranglik koeffisienti*  $\sigma$  - suyuqlikning sirt qatlami suyuqlikning erkin sirtidagi biror konturning uzunlik birligiga shu sirtga urinma bo'yicha tasir qiluvchi kuch bilan o'lchanadi.



39-rasm

Suyuqliklarda sirt taranglikni aniqlash uchun tomizgichdan chiqib tomchi xosil bo'lishi va uning uzilish jarayonidan foydalanish mumkin(39-rasm). Tomizgichdan asta sekin suyuqlik chiqa boshlagach, u kattalasha boradi, lekin uzilmaydi, chunki uni sirt taranglik kuchi ushlab turadi. Tomchi kattalashib borib uning og'irligi sirt taranglik kuchiga teng bo'ladi va tomchi uziladi. Shuning uchun quyidagicha tenglikni yozish mumkin:

$$F_{s,t} = mg \Rightarrow \sigma l = mg \quad \sigma 2\pi r = mg;$$

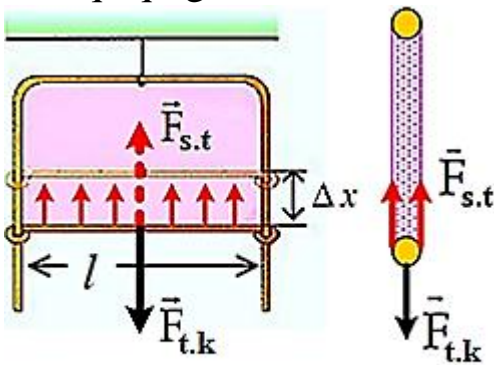
$$\sigma = \frac{mg}{2\pi r}$$

### Sirt taranglik kuchining bajargan ishi.

Suyuqliklarning erkin sirti qisqarishga intiladi. Buni suyuqlik yupqa parda xolida bo'lganda kuzatish mumkin. Bunday xolatga sovunli suv pardasi misol bo'la oladi. Shunga o'xshash xodisalarni yoshligingizda sovun pufaklarini puflab kuzatgansiz.

Sovun parda qalinligi juda yupqa bo'lgani uchun pardadagi suyuqlikni qatlamlar orasidagi molekular tasirini xisobga olmagan xolda ikkita sirt qatlam kabi qarab chiqish mumkin.

Naycha yordamida sovun pufakchalari xosil qilib, uni naydan ajratmagan xolatda kuzatsangiz pufakcha kichraymaganini sezasiz. Bu sovun pardasining sirti qisqarganidan dalolat beradi.



40-rasm

Simdan yasalgan to'g'ri to'rtburchakli karkasni sovunli suvga tushirib, suvdan tortib olingan sim ramka sovun parda bilan qoplanganini ko'rasiz(40-rasm). Sovun pardasidaning sirt taranglik kuchi, pardani qisqartirishga intiladi. Pardani  $\Delta x$  ga cho'zish uchun sirt taranglik kuchiga qarshi  $F$  kuch tasir qilib  $A$  ish bajariladi, u quyidagicha:

$$\Delta A = F_{st} \cdot \Delta x = \Delta E_p$$

Sovun pardasi ikki qatlamdan iborat bo'lgani uchun, sirt chegarasi uzunligi  $2l$  ga teng deb olinadi.

$$A = F_{st} \cdot \Delta x = \sigma 2l \Delta x = \sigma \Delta S$$

Bu yerda:  $\Delta S (m^2)$  - pardalar sirtining yuzi.

$$\text{Bundan} \quad \sigma = \frac{A}{\Delta S} \quad \left[ \frac{J}{m^2} \right]$$

*Sirt taranglik koeffisienti  $\sigma$  - suyuqlikning erkin sirti yuzasini bir metr kvadratga oshirish uchun bajarilgan ishga yoki yuza birligida bajarilgan ishga teng bo'lgan kattalik.*

## KAPILYAR XODISALAR

Shu vaqtgacha suyuqlikning sirt qatlamida uning bug'i bilan chegarasidagi xodisa qarab chiqildi. Bu xolda suyuqliklar molekulalarining bug' molekulalari bilan kuchsiz o'zaro tasirini xisobga olmaslik mumkin edi.

Suyuqlikning sirt qatlamida uning qattiq jism (yoki boshqa suyuqlik) bilan chegarasida murakkab xodisa sodir bo'ladi. Bunday xolda suyuqliklar molekulalari qattiq jism molekulalari bilan o'zaro tasirlari sezilarli va uni xisobga olmaslik mumkin emas.

### Xo'llash va xo'llamaslik xodisasi.

Kundalik tajribada suv tomchisi stolning toza sirtida yoyilishi, biroq yog'li stol ustida yoyilmasligi, deyarli sharcha shaklini olishi kuzatiladi. Birinchi xolda suv stol sirtini xo'llaydi, ikkinchi xolda esa xo'llamaydi deyiladi. Xo'llash va xo'llamaslik xodisasi suyuqlik va qattiq jism orasida o'zaro tasir kuchining namoyon bo'lishiga yaqqol misol bo'la oladi.

**Xo'llash** xolida suyuqlik molekulalarining bir – biri bilan o'zaro tasir kuchi, qattiq jism molekulalarining o'zaro tasir kuchidan kichik. Bu kuch tasirida (shuningdek og'irlik kuchi tasiri ostida) suyuqlik qattiq jism sirti bo'ylab yoyiladi(41-rasm).

**Xo'llamaslik** xolida aksincha: suyuqlik molekulalarining bir – biriga tortishish kuchi qattiq jism molekulalarining o'zaro tasir kuchidan katta, natijada suyuqlik shar shakliga yaqin shaklni oladi(42-rasm). Suyuqliklar tomchilarining yassilanishi – og'irlik kuchi tasiri suyuqlik molekulalarining qattiq jism molekulalari bilan o'zaro tasirlashishi natijasidir.

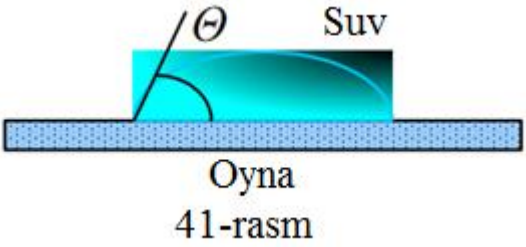
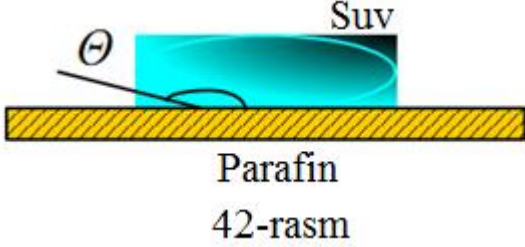
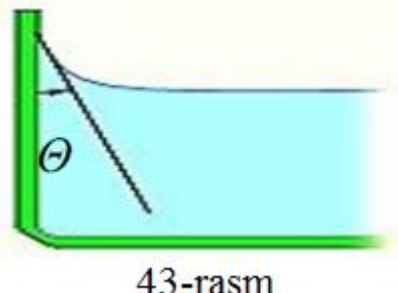
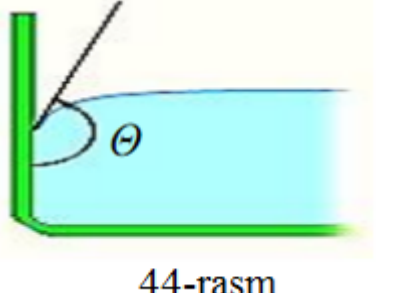
Xo'llash o'lchovi bo'lib xo'llanuvchi sirt va suyuqlik sirtiga o'tkazilgan urinma o'rasidagi  $\theta$  burchak xisoblanadi. Bu burchakni *xo'llanish burchagi* yoki *chegaraviy burchak* deb ataladi.

Xo'llanish va xo'llamaslik xodisalari turmushda va texnikada juda katta ahamiyat kasb etadi. Agar suv bizning tanamizni xo'llamaganda edi, dushda cho'milish befoyda bo'lar cho'milish jarayonini faqat yutuvchi modda yordamida amalga oshirish mumkin bo'lar edi. Yaxshi xo'llanishni, masalan, bo'yashda va artishda, payvandlashda, oqartirish va boshqa texnologik jarayonlarda kuzatiladi. Aksincha, gidroizolyasion inshoot qurilayotganda suv bilan xo'llanmaydigan modda zarur bo'ladi.

Agar suyuqlikni shu suyuqlik bilan xo'llanadigan materialdan yasalgan idishga quyilsa, u xolda suyuqlik sirti idish devorida egrilanadi. Suyuqlikning bir qismi idish devori bo'ylab ko'tariladi(43-rasm). Bu suyuqlik molekulalarining idish devorlari bilan o'zaro tasir kuchi suyuqlik molekulalarining bir – birlari bilan o'zaro tasirlashishidan katta bo'ladi.

Agar suyuqlikni shu suyuqlik bilan xo'llamaydigan materialdan yasalgan idishga quyilsa, uning sirti idish devorida 44-rasmda ko'rsatilgandek bo'ladi.

Suyuqlikning qattiq jism bilan tegib turgan chegarasi yaqinidagi egilgan sirti menisk (grekcha <<meniskos>> so'zidan olingan bo'lib, yarim oy degan manoni bildiradi).

Xo'llash	Xo'llamaslik
	
Keng idishda suyuqlik sirtining egrilanishi	
	
<p>Xo'llovchi suyuqlikda egrilanish burchagi <math>\theta</math> o'tkir bo'ladi.</p> $0 \leq \theta < \frac{\pi}{2}$	<p>Xo'llamaydigan suyuqlikda egrilanish burchagi <math>\theta</math> o'tmas bo'ladi.</p> $\frac{\pi}{2} < \theta < \pi$

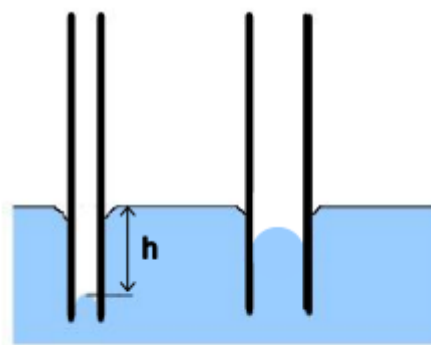
### Kapilyar xodisalar.

**Kapilyar xodisasi deb** – suyuqlikka ingichka nay tushurilganda, nay ichida suyuqlikning ko'tarilishi yoki pasayishiga aytiladi.

Agar suyuqlik sirti qavariq bo'lsa, u holda uning qisqarishga intilishi vertikal pastga yo'nalgan natijalovchi kuchni xosil bo'lishiga olib keladi. Natijada plastinalar orasidagi suyuqlik idishning keng qismi sathidan pastga tushadi(45-rasm).

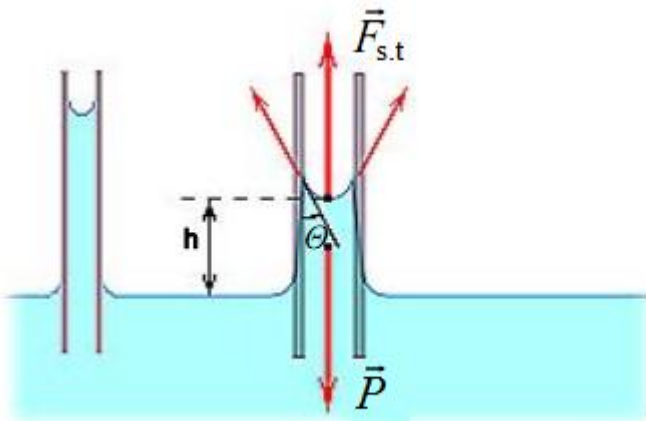
Agar suyuqlik sirti botiq bo'lsa, u xolda suyuqlik sirtining qisqarishga intilishi yuqoriga vertikal yo'nalgan teng tasir etuvchi kuchni xosil qilishga olib keladi. Natijada suyuqlik ko'tariladi (46-rasm).

Bizning xayotimizda suyuqliklar ning ingichka naycha bo'ylab ko'tarilishi katta



45-rasm

axamiyatga ega. Bunday naychalarni kapilyar naychalar yoki kapilyar (lotincha “kapilya” – soch tolasi degan manoni bildiradi) deb ataladi.



46-rasm

Kapilyarlarda suyuqliklar sirti yarim sfera shakliga yaqin shaklga ega bo’ladi.  $F_s$  sirt taranglik kuchi uzunligi kapilyarning ichki aylanasi uzunligi  $l=2\pi R$  ga teng bo’lib, sirt taranglik kuchi quyidagicha bo’ladi.

$$F_s = 2\pi R\sigma$$

Suyuqliklarni kapilyar bo’ylab ko’tarilishi yoki tushishi suyuqliklar ning  $F_s$  sirt taranglik kuchi kapilyar

da  $P$  suyuqlik ustunining og’irlik kuchiga teng bo’lganda to’xataydi.

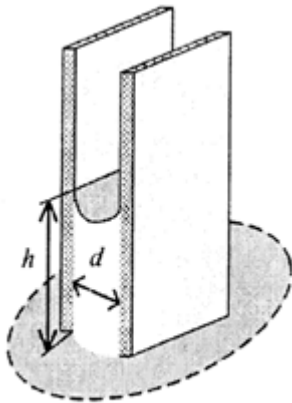
$$P = \rho\pi R^2hg$$

Bu yerda:  $h$  - kapilyardagi suyuqlikustunining balandligi.

Bundan

$$h = \frac{P}{\pi R^2 \rho g} = \frac{F_s}{\pi R^2 \rho g} = \frac{2\pi R\sigma}{\pi R^2 \rho g} = \frac{2\sigma}{\rho Rg}$$

Shunday qilib, *kapilyarda suyuqlikning ko’tarilish yoki tushish balandligi kapilyar radiusiga teskari proporsional ekan.*



47-rasm

Bir-biriga yaqin joylashgan parallel plastinkalar orasida xo’llovchi suyuqlikning ko’tarilish balandligi (47-rasm).

Plastinkalar orasidagi masofa  $d$ . Plastinkalar orasida suyuqlikning ko’tarilish balandligi  $h$ , diametri  $d=2r$  bo’lgan naychaga qaraganda 2 marta kichik bo’ladi.

$$h = \frac{2\sigma}{\rho gd}$$

Kapilyar xodisalar tabiatda va texnikada katta ro’l o’ynaydi.

- Suyuqlik o’simliklarning poyasi va tanasi bo’yicha kapilyar xodisalar sababli ko’tariladi;
- Tuproq kapilyarlari bo’ylab suv chuqurliklardagi qatlamlardan yuqori qatlamlarga ko’tariladi.
- Pilik kapilyari bo’ylab moylovchi modda (pilik moyi) ko’tariladi; va h.k.

## QATTIQ JISMLAR XOSSALARI

O'z shakli va hajmini saqlaydigan jismlar *qattiq jismlar* deb ataladi.

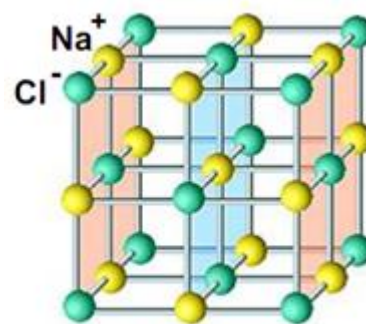
Qattiq jismlarda atom (molekula)lar muvozanat vaziyatlari atrofida tebranib turadi. Qattiq jismlar tuzilishiga ko'ra *kristall* va *amorf* jismlarga bo'linadi.

### Kristall jismlar.

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

«Kristall» so'zi yunonchadan olingan bo'lib, «muz» degan ma'noni bildiradi.

Kristall jismning atom (molekula)lari turgan joylar tutashtirilsa, *kristall panjara* hosil bo'ladi. Atom (molekula)lar joylashgan nuqtalar kristall panjaraning *tugunlari* deyiladi. 48-rasmda osh tuzi kristall panjaralari tasvirlangan.



48-rasm

Kristall jismlarda turli yo'nalishlarda atom (molekula)lar orasidagi masofa bir xil emas. Har xil yo'nalishlarda kristallar issiqlik, elektr toki va yorug'likni turlicha o'tkazadi. 49-rasmdagi 1,2 va 3 yo'nalishlarda kristall jismning mexanik xossalari turlicha bo'ladi.

*Jismlarning fizik xossalari uning ichki yo'nalishlariga bog'liqligi **anizotropiya** deb ataladi. Kristall jismlar anizotrop xossaga ega.*

Yunonchada *anizos* - bir xil emas, *tropos* - yo'nalish degan ma'nolarni bildiradi.

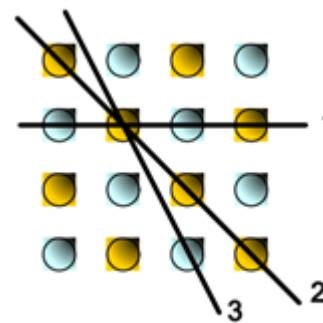
Metall parchasi juda ko'p mayda kristallchalardan tashkil topgan bo'ladi. Metall quyishda bunday kristallchalar bir-biriga nisbatan tartibsiz joylashib qoladi. Shuning uchun bunday metallarning fizik xossalari barcha yo'nalishlarda bir xil bo'ladi.

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

Lotinchada *poli* – so'zi *ko'p* degan manoni bildiradi. Masalan, qotib qolgan tuz parchasi va oq qand polikristallardir. Ular maydamayda kristallchalardan tashkil topgan. Sanoat, qurilish, energetika, aloqa va boshqa sohalarda asosan polikristall holatdagi mahsulotlar ishlatiladi.

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

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



49-rasm



Masalan, alohida mayda osh tuzi, shaker zarrachalari monokristallardir. Ayrim maqsadlarda, masalan, elektronika sohalarida monokristallar keng qo'llaniladi. Buning uchun maxsus usullar yordamida monokristallar olinadi. Suyultirilgan shakardan 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. Shisha, plastmassalarni amorf jismlarga misol qilib keltirish mumkin.

*Amorf jismlarning fizik xossalari barcha yo'nalishlarda bir xil bo'ladi. jismning fizik xossalari uning ichki yo'nalishlarga bog'liq bo'lmasligi izotropiya deb ataladi. Amorf jismlar izotrop xossaga ega.*

Yunonchada *izos* – 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 ravishda oqadi. Masalan, shisha ham ma'lum darajada oqadi. Uzoq vaqt vertical holatda turgan deraza oynasining qalinligi o'lchanganda, uning pastki qismi qalinlashib qolgani aniqlangan.

Moddaning kristall xolatini amorf xolatidan farqlovchi asosiy belgisi shundan iboratki:

- ***Kristall moddalar erish temperaturasida suyuq xolatga o'tadi (eriydi).***
- ***Amorf xolatdagi modda qizdirilganda sekin asta yumshab borib, so'ngra suyuq xolatga o'tadi.***

Amorf jism o'z-o'zidan kristall xolatga o'tishi mumkin. Xuddi shuningdek, plastik oltingugurt xam o'z o'zidan kristall xolatga aylanadi. Juda eski qalalar oynasi va eskirib ketgan billur shishalarni tekshirish, ularning yaltiroqligining yo'qolish sababi, ularda mayda kristallar xosil bo'lishi ekanini ko'rsatadi.

Amorf jismlar o'z-o'zidan kristall xolatga o'tadi. Shuning uchun moddaning kristall shakli amorf jismlarga qaraganda turg'unroq bo'ladi.

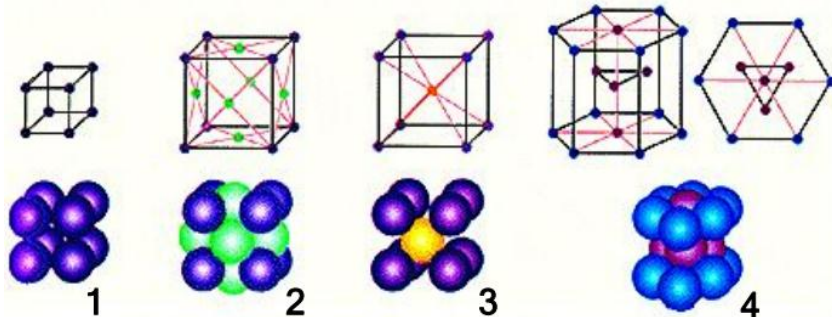
### **Molekulalarning tuzilishi.**

Kristall panjarani xosil qilgan molekulalar (ionlar, atomlar) tugunlar atrofida tugunlar orasidagi masofalarga nisbatan kichik og'ib tebranadi. Jismning temperaturasi qancha yuqori bo'lsa, molekulalarning tugun vaziyati yaqinidagi tebranish qulochi shuncha katta bo'ladi.

Qattiq jism molekularining kinetik energiyasi ularning o'zaro tasiri potensial energiyalaridan juda kichik.

Amorf jismlar molekulari suyuqlik molekulari kabi xarakatlanadi, ammo ularning xarakatchanligi juda kichik.

50-rasmda oddiy kristall panjaralarning turlari keltirilgan.



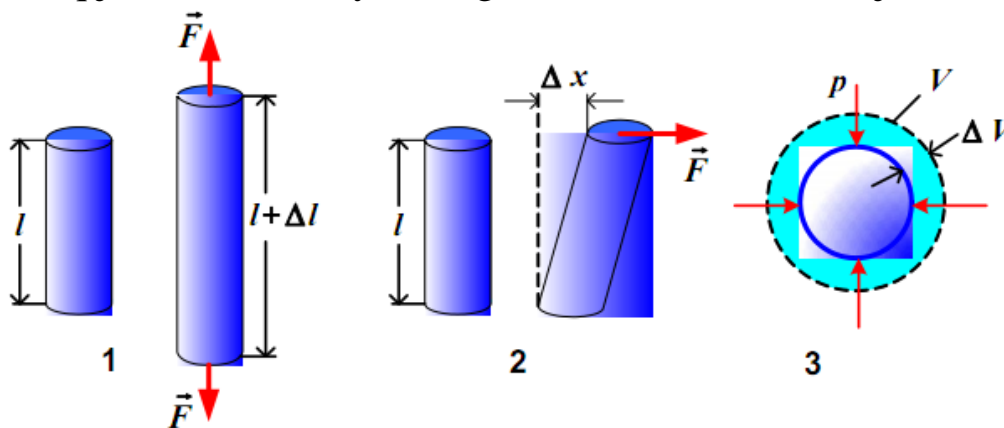
50-rasm

- 1 – oddiy kub shaklidagi kristall panjara (NaCl, KCl);  
 2 – tomonlari markazlashgan kub shaklidagi kristall panjara (Cu, Ag, Pt, Au);  
 3 – xajmiy markazlashgan kub shaklidagi kristall panjara (Li, Na, K, W);  
 4 – geksagonal kristall panjara (Mg, Zn, Re, Ti).

## QATTIQ JISMLARNING MEXANIK XOSSALARI.

*Deformasiya deb – jismning shakli va hajmini ozgartirishiga aytiladi.* Qattiq jism deformasiyasi, jismga ta'sir etayotgan tashqi kuchlar natijasida jismni tashkil etuvchi zarralarning vaziyatini o'zgartirishidan vujudga keladi.

Qattiq jism deformasiyasining bir nechta turlari mavjud (51-rasm).

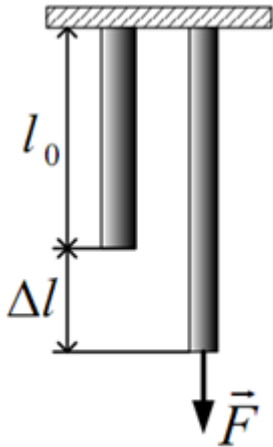


51-rasm

1 – cho'zilish; 2 – siljish; 3 – xamma tomonlama siqilish.

Agar tashqi kuch ta'siri to'xtaganda, jism boshlang'ich shakli va o'lchamlariga qaytsa, bunday deformasiya – *elastik deformasiya* deb ataladi.

Agar tashqi kuch olinganda, jism deformasiyalangan vaziyatini saqlab qolsa, bunday deformasiya – *plastik deformasiya* deb ataladi.

**CHO'ZILISH DEFORMASIYASI. GUK QONUNI.**

52-rasm

Bir jinsli sterjen  $F$  kuch ta'sirida cho'zilayotgan bo'lsin (52-rasm).

$l_0$  – boshlang'ich uzunligi;  $l$  – oxirgi uzunligi.

$\Delta l = l - l_0$  - absolyut uzayish;

$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$  - nisbiy uzayish;

Cho'zilishda  $\varepsilon > 0$ , siqilishda esa  $\varepsilon < 0$  bo'ladi;

$F$  - ta'sir etayotgan kuch;

$S$  – sterjenning ko'ndalang kesim yuzi;

$\sigma = \frac{F}{S}$  - mexanik kuchlanish.

**Guk qonuni:** kichik deformasiyalarda kuchlanish nisbiy uzayishga proporsional.

$$\sigma = E\varepsilon$$

Bu yerda:  $E \left( \frac{N}{m^2} = Pa \right)$  - elastiklik moduli yoki Yung moduli. Yung moduli moddaning turiga bog'liq koeffitsient bo'lib, xar bir modda uchun jadvalda alohida beriladi.

Yuqoridagi mexanik kuchlanish formulalaridan quyidagi munosbat kelib chiqadi.

$$\sigma = \frac{F}{S} = E\varepsilon \Rightarrow \frac{F}{S} = E \frac{\Delta l}{l_0} \Rightarrow F = \frac{SE}{l_0} \Delta l$$

Mexanikada guk qonunini  $F = k\Delta l$  formula bilan ifodalanishini bilasiz.

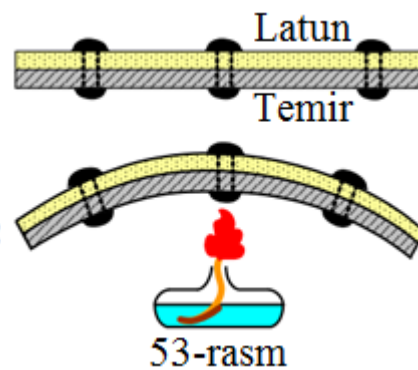
$$F = \frac{SE}{l_0} \Delta l = k\Delta l$$

$$k = \frac{SE}{l_0}$$

Oxirgi ifoda moddaning bikrligini uning turi va o'lchamlariga ko'ra aniqlash formulasi bo'ldi.

## QATTIQ JISMLARNING ISSIQLIKDAN KENGAYISHI.

Siz moddalar (qattiq, suyuq va gazsimon) issiqlikdan kengayadi, sovuqlikdan torayishini bilasiz. Bu hodisalarning sababi molekular harakatidir. Moddalarning bu xossasidan turmush va texnikada keng foydalaniladi. Temir yo'l relslarini o'rnatishda ularni bir-biriga jips tegmaydigan qilib o'rnatiladi. Elektr o'tkazuvchi simlarni ustunlarga yoz kunida biroz osiltirib o'rnatiladi. Qishda torayishi evaziga uzilib ketmasligi uchun shunday qilinadi. Shisha stakanlarga issiq suvni birdaniga quyib bo'lmaydi. Chunki, uning ichki qismi issiqlikdan tez kengayadi. Tashqarisi esa kengayib ulgurmaydi. Shu sababli stakan sinib ketadi.



53-rasm

53-rasmda bir-biriga parchinlab mahkamlangan ikkita – latun va temir plastina keltirilgan.

Bu plastinada latun vat emir issiqlikdan turlicha kengayadi. Bunday plastina qizdirilsa, plastina temir tomonga, sovutilsa latun tomonga egiladi. Bunga sabab turli moddalarning issiqlikdan turlicha kengayishidir.

Tajribalarning ko'rsatishicha, xajmning nisbiy o'zgarishi  $\frac{\Delta V}{V_0}$  temperaturaning o'zgarishiga  $\Delta T$  to'g'ri proporsional:

$$\frac{\Delta V}{V_0} = \beta \Delta T$$

Bu yerda:  $\beta$  – xajmiy kengayishning temperatura koeffisienti,  $\Delta V$  – jismning  $V_0$  boshlang'ich xajmining o'zgarishi.

Jism issiqlikdan kengayganda uning barcha o'lchamlari o'zgaradi. Issiqlikdan uzayuvchi jismlar (similar, truba va boshq) uzunligining o'zgarishi ham temperaturaga to'g'ri proporsional. Jismlar uzunligining o'zgarishini aniqlash uchun chiziqli kengayishning temperaturaviy koeffisienti  $\alpha$  ishlatiladi:

$$\frac{\Delta l}{l_0} = \alpha \Delta T$$

Bu yerda:  $\Delta l$  – jismning temperaturasi  $\Delta T$  ga o'zarganda jism o'lchamining o'zgarishi,  $l_0$  – boshlang'ich uzunlik.

Jismlar va anizotrop moddalarning xajmiy kengayishi temperaturaviy koeffisienti  $\beta$  va chiziqli uzayishi  $\alpha$  orasida [ $\beta=3\alpha$ ] munosabat o'rinli:

Jismlarning issiqlikdan uzunligining ortishi  $l = l_0 (1 + \alpha t)$

Jismlarning issiqlikdan yuzasining ortishi  $S = S_0 (1 + \alpha t)$

Jismlarning issiqlikdan xajmining ortishi  $V = V_0(1 + \alpha t)$

Chiziqli kengayishning temperaturaviy koeffitsienti  $\alpha$  (termik koeffitsient) turli moddalar uchun turlicha bo'lib, uning qiymati jadvallarda beriladi. Masalan 53-rasmda ko'rsatilgan latun va temirning termik koeffitsienti quyidagicha:

$$\alpha_{temir} = 1,2 \cdot 10^{-5} K^{-1}$$

$$\alpha_{latun} = 1,8 \cdot 10^{-5} K^{-1}$$

Termik koeffitsientlardan ko'rinib turibdiki, latunning termik koeffitsienti temirnikiga qaraganda ko'p, shuning uchun issiqlik natijasida latun temirdan ko'proq kengayadi. Demak, 53-rasmdagi plastinalarning issiqlikdan latun tomonga egilishi ham shundan.

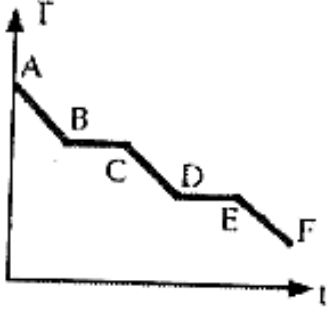
Issiqlikdan yoki sovutish natijasida barcha jismlar, konstruksiyalar va moslamalarning o'lchamlari o'zgaradi, qo'shimcha deformatsiyalar paydo bo'ladi.

Shuning uchun texnika va qurilish sohalarida issiqlik va suvuqlik natijasida xosil bo'ladigan qo'shimcha deformatsiyalar va mexanik xossalarni o'zgarishini xisobga olish kerak bo'ladi.

**Savol va topshiriqlar.**

1. *To 'yingan bug' deb nimaga aytiladi?*
2. *To 'yingan bug' bosimi uning xajmi va temperaturasiga qanday bog'liq?*
3. *To 'yingan bug' va ideal gazning bosimini temperaturaga bog'liqligini taqqoslang.*
4. *Kritik temperatura deb nimaga aytiladi?*
5. *Modda kritik temperaturadan yuqori temperaturada (past temperaturada) qanday agregat holatda bo'ladi?*
6. *Qaynash nima? Qaynash temperaturasi bosimga qanday bog'liq?*
7. *Absolyut va nisbiy namlik qanday aniqlanadi? Ular qanday o'zgaradi?*
8. *Shudring nuqtasi nima? To 'yingan bug' bosimining temperaturaga bog'liqlik grafigida tushuntiring.*
9. *Nisbiy namlik qanday aniqlanadi va qanday asboblardan bilan? Ularning ishlash prinsipini tushuntiring.*
10. *Sirt taranglik koeffitsientining vujudga kelish sababini tushuntiring.*
11. *Sirt taranglik koeffitsientining fizik manosi qanday? U nimalarga bog'liq?*
12. *Suyuqlik nima uchun shar shaklini egallashga harakat qiladi?*
13. *Sirt taranglik kuchining bajargan ishi qanday hisoblanadi?*
14. *Xo'llash va xo'llamaslikni tushuntiring?*
15. *Xo'llovchi va xo'llamaydigan suyuqliklarda kapilyar xodisalarini tushuntiring?*
16. *Qanday kuch natijasida kapilyar naychada suyuqlik ko'tariladi (tushadi)?*
17. *Kapilyar naychada suyuqlikning ko'tarilish balandligiga qanday fizik kattaliklar bog'liq?*
18. *Kapilyar xodisalariga misol keltiring.*
19. *Qattiq Kristall jismlarning asosiy xossalari ayting.*
20. *Anizotropiya deb nimaga aytiladi? Kristallar anizotropiyasini tushuntiring.*
21. *Monokristall va polikristall tushunchalari?*
22. *Qattiq amorf jismlarning asosiy xossalari ayting.*
23. *Deformatsiya deb nimaga aytiladi? Deformatsiya turlarini sanang.*
24. *Guk qonunini ta'riflang. Yung moduli qanday fizik ma'noga ega?*
25. *Qanday deformatsiya elastik (plastik) deyiladi?*

**Test topshiriqlari.**

- (96/10-27). To'yingan bug' bosimi uning xajmiga qanday bog'liq?  
 A) *xajmga proporsional.* B) *xajmga bog'liq emas.*  
 C) *xajmga teskari proporsional.* D) *xajm kvadratiga proporsional.*
- (98/9-10). Moddani sovutish natijasida avval gaz xolatdan suyuq xolatga, keyin suyuq xolatdan qattiq xolatga o'tdi. Rasmda ko'rsatilgan modda temperaturasining vaqtga bog'lanish grafigidagi qansi qism, moddaning gaz xolatdan suyuq xolatga o'tish jarayoniga mos keladi?  
 A) C-D. B) A-B. C) E-F. D) B-C.
 
- (98/3-27). To'yinga bug' bosimi qanday parametrlarga bog'liq?  
 A) *temperatura va hajmga.*  
 B) *temperaturaga ham, bosimga ham bog'liq emas.*  
 C) *xajmga.*  
 D) *temperaturaga va gaz turiga bog'liq.*
- (00/10-40). Germetik berk idishda faqat to'yinga bug' bor (suv yo'q). idish sovutilganda, bug' molekullari konsentratsiyasi qanday o'zgaradi.  
 A) *kamayadi.* B) *o'zgarmaydi.*  
 C) *ortadi.* D) *javob temperaturaga bog'liq.*
- (96/5-99). Moddaning qanday xolatida temperatura ortishi bilan zichligi ham ortib boradi?  
 A) *to'yinmagan bug' xolatida.* B) *suyuq xolatda.*  
 C) *to'yingan bug' xolatida.* D) *qattiq xolatda.*
- (00/9-65). Birinchi yopiq idishda suv va suv bug'i bor, ikkinchisida – faqat to'yingan suv bug'i bor. Temperatura ortishi bilan idishlardagi bosim qanday o'zgaradi.  
 A) *ikkinchida ko'proq ortadi.* B) *birinchida ko'proq ortadi.*  
 C) *bir xil ortadi.* D) *birinchida o'zgarmaydi, ikkinchisida ortadi.*
- (00/9-27). Suv bilan to'ldirilib, zich berkitilgan bankada xavo pufagi bor. Qanday temperaturada pufak hajmi eng katta bo'ladi? Bankaning xajmi o'zgarishini xisobga olmang.  
 A)  $0^{\circ}\text{C}$ . B)  $20^{\circ}\text{C}$ . C)  $15^{\circ}\text{C}$ . D)  $8^{\circ}\text{C}$ .
- (00/9-64). Usti ochiq idishda suv  $95^{\circ}\text{C}$  da qaynadi. Bunga sabab nima?  
 A) *atmosfera bosimi normaldan ko'p.* B) *suv sekin qizdirilgan.*  
 C) *suv tez qizdirilgan.* D) *atmosfera bosimi normaldan kam.*
- (00/10-39). Suv germetik yopiq idishda  $105^{\circ}\text{C}$  temperaturada qaynadi. Bunga sabab nima?  
 A) *idishdagi bosim, normal atmosfera bosimidan ko'p.*  
 B) *suv tez qizdirilgan.*  
 C) *idishdagi bosim, normal atmosfera bosimidan kam.*

- D) suv sekin qizdirilgan.*
10. (98/6-32). Shudring nuqtasi deb nimaga aytiladi?  
*A) suv bug'i to'yinadigan nisbiy namlik.*  
*B) suv bug'i to'yinadigan bosim.*  
*C) berilgan bosimda suvning qaynashi.*  
*D) atmosferadagi suv bug'lari to'yinadigan temperatura.*
11. (96/3-22). Ta'rifni davom ettiring: «xavodagi suv bug'ining parsial bosimi ...»  
*A) xavodagi barometrning ko'rsatishi.*  
*B) suv bug'i to'yinadigan bosim.*  
*C) suv bug'i kritik temperaturagacha qizdiriladigan bosim.*  
*D) boshqa gazlardan tashqari faqat suv bug'i xosil qiladigan bosim.*
12. (01/7-51). Agar 1 m<sup>3</sup> havoda 15 g suv bug'i bo'lsa, uzunligi 70 m, eni 7m va bo'yi 4 m bo'lgan maktab zalida qancha suv bug'i bor (kg)?  
*A) 25. B) 28,6. C) 39,2. D) 29,4.*
13. (96/7-26). Suv bug'ining harorati 19°C, bosimi 1,1 kPa. Havoning nisbiy namligi qanday? To'yingan suv bug'ining 19°C dagi bosimi 2,2 kPa.  
*A) 30%. B) 40%. C) 50%. D) 60%.*
14. (96/15-109). Havoning harorati iyulda 35°C va noyabrda 0°C nisbiy namligi esa, 40% va 95% bo'lgan bo'lsa, suv bug'ining zichliklari qanday munosabatda? To'yingan suv bug'ining bosimi 0°C da 4,6 mm.sim.ust, va 35°C da 42 mm.sim.ust ga teng.  
*A) 0,33. B) 0,5. C) 1. D) 3,8.*
15. (03/7-42). 16°C temperaturada nisbiy namlik 50% bo'lsa, absolyut namlik qanday (g/m<sup>3</sup>)? To'yingan suv bug'ining zichligi 16°C da  $\rho=13,6$  g/m<sup>3</sup>.  
*A)  $4,81 \cdot 10^{-4}$ . B)  $6,8 \cdot 10^{-4}$ . C)  $6,81 \cdot 10^{-4}$ . D)  $1,8 \cdot 10^{-4}$ .*
16. (99/10-45). Agar shudring nuqtasi 9°C ga teng bo'lsa, 20°C temperaturada havoning nisbiy namligi qanday. To'yingan suv bug'ining bosimi 9°C da 1,15 kPa va 20°C da 2,33 kPa.  
*A) 50. B) 90. C) 100. D) 45.*
17. (01/8-22). Yopiq idishda 15°C temperaturada nisbiy namlik 80% ga teng. Agar temperatura 29°C gacha ko'tarilsa, nisbiy namlik qanday o'zgaradi(%)? To'yingan suv bug'ining elastikligi 15°C da 9,2 mm.sim.ust va 29°C da 23,8 mm.sim.ust.  
*A) 40. B) 35. C) 15. D) 32.*
18. (02/3-42). Havoning temperaturasi ortganda uning absolyut va nisbiy namligi qanday o'zgaradi?  
*A) ortadi. B) absolyut namlik ortadi, nisbiy – kamayadi.*  
*C) absolyut namlik o'zgarmaydi, nisbiy – kamayadi. D) kamayadi.*



19. (99/6-2). Ichida namlikni yutuvchi modda bo'lgan naycha orqali 1 l havoni o'tkazilganda, havoning absolyut namligi  $30 \text{ g/m}^3$  ekanligi aniqlangan. Bunda naychani massasi qanchaga ortgan?  
 A) 3 mg.    B) 30 mg.    C) 3 g.    D) 300 mg.
20. (99/9-2). Ichida namlikni yutuvchi modda bo'lgan naycha orqali 20 l havoni o'tkazilgan. Bunda naychani massasi 600 mg ortdi. Havoning absolyut namligini hisoblab toping ( $\text{g/m}^3$ ).  
 A) 40.    B) 30.    C) 20.    D) 50.
21. (10-37).  $20^\circ\text{C}$  temperaturada  $5 \text{ m}^3$  havoda 50 g suv bug'i bo'lsa, havoning nisbiy namligi qancha (%)?  $20^\circ\text{C}$  temperaturada to'yingan suv bug'ining zichligi  $17,3 \text{ g/m}^3$ .  
 A) 50.    B) 58.    C) 62.    D) 65.
22. (03/4-5). Sirt taranglik koeffitsienti o'lchov birligini ko'rsating.  
 1) N/m;    2)  $\text{N/m}^2$ ;    3) J/m;    4)  $\text{J/m}^2$ ;    5) Pa.  
 A) 1; 5.    B) 1.    C) 2; 3.    D) 1; 4.
23. (96/5-97). Bir xil haroratli sakkizta shar shaklidagi simob tomchilari birlashib, yagona tomchi hosil qiladi. Bunda harorat qanday va nima sababli o'zgaradi?  
 A) harorat o'zgarmaydi, chunki suyuqlik sirt energiyasi o'zgarmaydi.  
 B) harorat pasayadi, chunki sirt energiyasi kamayadi.  
 C) harorat pasayadi, chunki sirt energiyasi ortadi.  
 D) harorat ko'tariladi, chunki sirt energiyasi kamayadi.
24. (03/5-24). Hajmi  $1 \text{ cm}^3$  bo'lgan suv, diametri 1,8 mm bo'lgan naychadan tushmoqda. Bunda nechta tomchi hosil bo'ladi? suvning sirt taranglik koeffitsienti  $0,072 \text{ N/m}$ .  
 A) 49.    B) 36.    C) 30.    D) 25.
25. (03/4-9). Diametri 1 mm bo'lgan pipetkadan uzilayotgan spirt tomchisining massasini aniqlang (mg)? spirtning sirt taranglik koeffitsienti  $22 \text{ mN/m}$ .  
 A) 6,9.    B) 11.    C) 13,8.    D) 34,6.
26. (99/9-3). Choynak ostida diametri 0,146 mm bo'lgan dumaloq teshik mavjud. Bu choynakka qanday balandlikkacha suv quyilsa, suv to'kilmaydi? Suvning sirt taranglik koeffitsienti  $73 \text{ mN/m}$ , zichligi esa  $1000 \text{ kg/m}^3$ .  
 A) 73.    B) 60.    C) 40.    D) 20.
27. Radiusi 5 sm, massasi 7,5 g bo'lgan sim halqa sovunli aralashmaga gorizontal ravishda tushirildi. Xalqani aralashmadan ajratib olish uchun qancha kuch sarflash kerak? Sovunli aralashmani sirt taranglik koeffitsienti  $40 \text{ mN/m}$ .  
 A) 0,025 N.    B) 0,075 N.    C) 0,1 N.    D) 0,05 N.

28. (00/1-33). Sirt taranglik koeffisientining o'lchov birligi qanday ko'rinishda? A) J·s. B) J/m. C) J/m<sup>3</sup>. D) N/m.
29. (03/1-44). Diametri 2 mm bo'lgan tomizgichdan ajralayotgan tomchining massasi 15 mg bo'lsa, bu suyuqlikning sirt taranglik koeffisientini aniqlang (N/m).  
A) 24. B) 30. C) 40. D) 64.
30. (96/3). Sovun pufagining radiusini 1 sm dan 6 sm gacha orttirish uchun qanday ish bajarish kerak? Sovunli aralashmaning sirt taranglik koeffisienti 45 mN/m.  
A) 4,5. B) 4,0. C) 3,6. D) 1,89.
31. (03/4-7). Diametri 0,73 mm bo'lgan kapilyar naychada suv qanday balandlikka ko'tariladi? Suvning sirt taranglik koeffisienti 73 mN/m.  
A) 1. B) 2. C) 4. D) 8.
32. (03/4-6). Diametri 1,5 mm bo'lgan naychada suv tushmoqda, diametri 0,5 mm bo'lgan naychada esa kerasin tushmoqda. Suyuqliklarning tushish balandliklari  $h_s/h_k$  qanday munosabatda? Suv va kerosinning zichligi va sirt taranglik koeffisientlari  $\rho_s=1 \text{ m/m}^3$ ,  $\rho_k=0,8 \text{ g/m}^3$  va  $\sigma_s=72 \text{ mN/m}$ ,  $\sigma_k=24 \text{ mN/m}$ .  
A) 0,5. B) 0,8. C) 1,25. D) 1,5.
33. (03/1-45). Agar zichligi  $0,8 \text{ g/m}^3$  bo'lgan suyuqlik diametri 2 mm bo'lgan kapilyar naychada 7,5 mm ga ko'tarilsa, bu suyuqlikning sirt taranglik koeffisientini (N/m) aniqlang?  
A) 73. B) 24. C) 40. D) 30.
34. (02/10-22). Ichki diametri 1 va 2 mm bo'lgan kapilyar naychalarda suvning ko'tarilish balandliklari farqini (mm) aniqlang. Suvning sirt taranglik koeffisienti 72 mN/m.  
A) 0. B) 14,4. C) 28,8. D) 43,2.
35. (02/8-26). Ichki diametri 0,4 va 1 mm bo'lgan kapilyar naychalarda zichligi  $800 \text{ kg/m}^3$ , sirt taranglik koeffisienti 22 mN/m bo'lgan suyuqlik tushmoqda. Suyuqlikning naychalarda ko'tarilish balandliklarining farqini aniqlang(mm).  
A) 3,35. B) 6,35. C) 8,25. D) 16,5.
36. (02/12-46). Ikkita kapilyar naycha ikki xil suyuqlikka tushirildi. Ikkinchi naycha radiusi, birinchidan 4 marta kam. Ikkinchi naychada suyuqlikning ko'tarilish balandligi, birinchiga qaraganda necha marta katta bo'ladi? Agar ikkinchi suyuqlikning sirt taranglik koeffisienti, birinchiga qaraganda 2 marta katta bo'lsa.  
A) 8. B) 4. C) 2. D) 16.
37. (04/). Ikkita parallael plastina va kapilyar naycha xo'llovchi suyuqlikka vertical tushirildi. Plastinkalar orasidagi masofa naycha radiusiga teng.

Ularda suyuqlikning ko'tarilish balandliklari  $h_1$  va  $h_2$  qanday munosabatda?

- A)  $h_1 = 1,5 h_2$ .      B)  $2h_1 = h_2$ .      C)  $h_1 = 2 h_2$ .      D)  $h_1 = h_2$ .

38. (01/12-28). Kristall jismda erish boshlangandan tugagunga qadar harorati qanday o'zgaradi?

- A) erish boshida ortadi, keyin kamayadi.  
 B) erish boshida kamayadi, keyin ortadi.  
 C) bir xil ortadi.      D) o'zgarmaydi.

39. (03/4-10). Yuk osilgan simni ikki buklab, yana o'sha yuk osilsa, simning nisbiy uzayishi qanday o'zgaradi?

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

40. (03/4-11). Yuk osilgan simni ikki buklab, yana o'sha yuk osilsa, simning absolyut uzayishi qanday o'zgaradi?

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

41. (03/4-4). Agar bikrlilari bir xil, lekin birining uzunligi 2 marta katta bo'lgan sim bir kuch ta'sirida cho'zilsa, nisbiy uzayish ularning qaysi birida katta va necha marta katta bo'ladi?

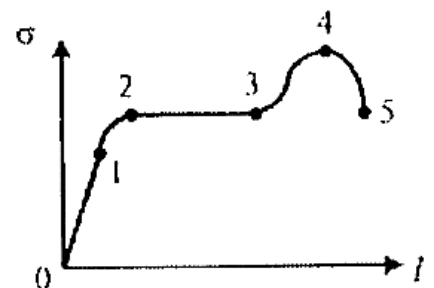
- A) ikkalasi bir xil.      B) ikkinchisida 2 marta.  
 C) birinchisida 4 marta.      D) ikkinchisida 4 marta.

42. (98/1-23). Rasmda materialning cho'zilish diagrammasi ko'rsatilgan. Diagrammadagi qaysi qism Guk qonuniga bo'ysunadi?

- A) 4-5.      B) 1-2.      C) 2-3.      D) 0-1.

43. (98/5-23). Rasmda materialning cho'zilish diagrammasi ko'rsatilgan. Diagrammadagi qaysi nuqta materialning mustahkamlik chegarasiga mos keladi?

- A) 1.      B) 2.      C) 3.      D) 4.



44. (98/12). Mustahkamlik chegarasi  $\sigma$  va zichligi  $\rho$  bo'lgan sim bir uchidan osiltirib qo'yilgan. Sim uzilmasligi uchun uning uzunligi ko'pi bilan qancha bo'lishi kerak bo'ladi?

- A)  $\sigma\rho g$ .      B)  $\frac{\sigma}{\rho g}$ .      C)  $\frac{\rho g}{\sigma}$ .      D)  $\frac{\sigma}{g}$ .

45. (02/3-36). Uzunligi 4 m ko'ndalang kesim yuzi  $1 \text{ mm}^2$  bo'lgan po'lat simni 2 mm ga cho'zish uchun, qanday kuch qo'yish kerak? Po'latning elastiklik moduli 200 GPa.

- A) 10 N.      B) 1000 N.      C) 100 kN.      D) 100 N.

46. (01/11-44). Mustahkamlik chegarasi 0,36 MPa, zichligi  $1,8 \text{ g/sm}^3$  bo'lgan g'ishtdan, ko'pi bilan necha metr devor ko'tarish mumkin?

- A) 20.      B) 25.      C) 64.      D) 30.

47.(02/2-18). Bir uchidan osib qo'yilgan po'lat sim suvga tushirildi. O'zining og'irlik kuchi ta'sirida uzilib ketishi uchun simning uzunligi qancha (km) bo'lishi kerak? Po'latning mustaxkamlik chegarasi  $5 \cdot 10^8$  Pa, zichligi  $7,8 \text{ g/sm}^3$  ga teng.

A) 7,35.      B) 6,45.      C) 8,2.      D) 8,75.

48.(01/11-37). Metall sterjenning uzunligi  $l_0$  ko'ndalang kesimi  $S$ , bikrligi  $k$  va yung moduli  $E$  orasidagi bog'lanishni toping.

A)  $k = \frac{El_0}{S}$ .      B)  $k = \frac{ES}{l_0}$ .      C)  $k = ES l_0$ .      D)  $k = \frac{l_0 S}{E}$ .

49.(11-8). Jismga ikki parallel tekislikda yotuvchi qarama-qarshi yo'nalgan juft kuch ta'sir qilsa, jism qanday deformatsiyaga uchraydi?

A) cho'zilish.      B) siqilish.      C) egilish.      D) buralish.

50. Diametri 2 mm bo'lgan po'lat sigma 9 kg yuk osilgan. Simda hosil bo'luvchi mexanik kuchlanishni aniqlang(MPa).  $\pi=3$ ,  $g=10 \text{ m/s}^2$  deb hisoblang.

A) 15.      B) 27.      C) 30.      D) 270.

51.(00/9-26). Latundan tayyorlangan diskdateshik ochilgan. Agar disk sovutilsa, teshikning diametri qanday o'zgaradi?

A) kamayadi.      B) ortadi.  
C) javob teshik joylashgan joyga bog'liq.      D) o'zgarmaydi.

52.(00/10-1). Mis plastinkaga kvadrat chizildi. Agar plastinka qizdirilsa, kvadratning shakli qanday o'zgaradi?

A) rombligicha qoladi.      B) o'zgarmaydi.  
C) trapetsiya bo'lib qoladi.      D) bo'chkasimon bo'lib qoladi.







