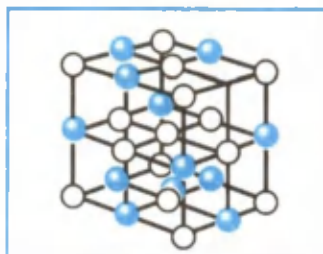


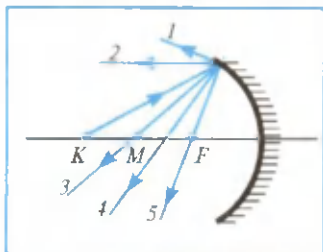
D. SH. SHODIYEV, N. SH. TURDIYEV

# FIZIKA 9

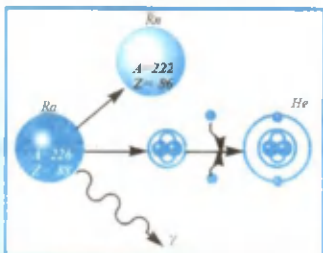


2-NASHRI

**MOLEKULAR FIZIKA  
VA TERMODINAMIKA ASOSLARI**



**OPTIKA**



**ATOM FIZIKASI  
ASOSLARI**



**KOINOT TUZILISHI  
HAQIDA TASAVVURLAR**

TOSHKENT "MA'NAVIYAT" 2003



53 (075)

Darslikda molekulyar fizika va termodinamika, optika, atom fizikasi va koinot haqidagi bilimlar berilgan. Har bo'limda tayyorgarlikni tekshirish hamda bo'limni o'rganish darajasini tekshirish uchun namunaviy test savollari, mashqlar keltirilgan. Nazariy materiallarni amaliyot bilan bog'lash uchun laboratoriya ishlari ham asosiy matnda berilgan.

### DARSLIK BILAN QANDAY ISHLASH KERAK?

1. Mavzu matnini o'qing, unda tavsiflangan hodisaning sxemalarini, rasmlarini, chizmalarini sinchiklab o'rganing.

2. Tajribalarning tavsifini shoshilmasdan, diqqat bilan o'qing va: a) tajribaning g'oyasini; b) eksperimental qurilmaning sxemasini; v) tajribaning borishini; g) tajriba natijalarini tushunib olishga harakat qiling.

3. Xotirada saqlash uchun daftarga formulalarni, fizik kattaliklarning o'lchov birliklarini, qonunlarni, ta'riflarni yozib boring va sxemalarni chizing. Bu sizga materialni puxta, chuqur o'zlashtirishga yordam beradi.

4. Darslikdagi shartli belgilardan foydalanishni bilib oling. Ularning belgilanishi va ma'nosi quyidagicha:

- fizik kattaliklarga ta'rif; asosiy qonunlar;
- muhim formulalar;
- e'tibor bering, eslab qoling;
- ? mavzu matnini o'qib chiqqandan so'ng qo'yilgan savollarga javob bering;
- \* bu mavzular fizikani chuqur o'rganishga ishtiyoqi bo'lgan o'quvchilar uchun mo'ljallangan;
- bu mavzular avval o'tilganlarni takrorlab, eslatish uchun mo'ljallangan;
- 👤 o'quvchi tomonidan mustaqil bajariladigan amaliy ish.

5. Kerak bo'lgan mavzuni yoki bobni izlash uchun mundarijadan foydalaning.

6. Darslikni o'rganish davomida siz ba'zi kerakli materialni tushunmayotganingizni sezsangiz, fizika o'qituvchingizga murojaat eting.

**Ushbu nashrga doir barcha huquqlar muhofaza qilinadi va nashriyotga tegishlidir. Undagi matn va rasmlarni nashriyot roziligisiz to'liq yoki qisman ko'chirib bosish taqiqlanadi.**

SH 4702620204-2  
M 25 (04)-03

© «Ma'naviyat», 2003

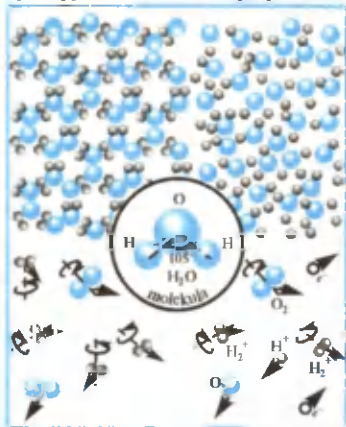
03  
A 03

W 29460  
3

# MOLEKULAR FIZIKA VA TERMODINAMIKA ASOSLARI

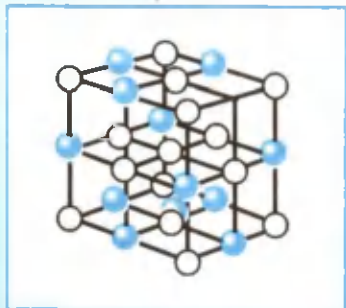
Qattiq jism

Suyuqlik (suv)



Gaz (aralashma  $O_2$  va  $H_2$ )

Plazma



Siz bu bo‘limda quyidagilar bilan tanishasiz:

- molekulyar-kinetik nazariyaning asosiy qoidalari;
- molekularning o‘lchamlari;
- gaz molekularining harakat tezligi;
- ideal gazning molekulyar-kinetik nazariyasi asoslari;
- absolyut temperatura;
- ideal gaz holatining tenglamasi;
- suyuqlik va gazning bir-biriga aylanishi;
- qattiq jismlarning xossalari;
- erish va qotish;
- termodinamika haqida tushuncha;
- termodinamikaning birinchi qonuni.

## 6–8-SINFLARDA O'RGANILGAN ASOSIY FIZIK KATTALIKLAR

Fizik kattaliklar	Formula	O'lchov birliklari
Tezlik	$v = \frac{s}{t}$	m/s
Tezlanish	$a = \frac{v-v_0}{t}$	m/s <sup>2</sup>
Modda zichligi	$\rho = \frac{m}{V}$	kg/m <sup>3</sup>
Kuch	$F = ma$	Nyuton (N)
Mexanik ish	$A = F s$	Joul (J)
Mexanik quvvat	$N = \frac{A}{t}$	Vatt (Vt)
Potensial energiya	$E_p = mgh$	Joul (J)
Kinetik energiya	$E_k = \frac{mv^2}{2}$	Joul (J)
Kuch momenti	$M = Fl$	N · m
Foydali ish koeffitsienti	$\eta = \frac{A_f}{A_u} = \frac{A_f}{Q}$	
Bosim	$p = F/S$	Paskal (Pa)
Tok kuchi	$I = q/t$	Amper (A)
Elektr kuchlanish	$U = A/q$	Volt (V)
O'tkazgichning solishtirma qarshiligi	$R = \rho \cdot l/S$	(Om · mm/m <sup>2</sup> )
Elektr tokining ishi	$A = IUt$	Joul (J)
Elektr tokining quvvati	$P = IU$	Vatt (Vt)
Linzaning optik kuchi	$D = 1/F$	Dioptriya (dptr)
Tovush intensivligi	–	Bell
Tovush chastotasi	$\nu = \frac{1}{T}$	Gers (Gs)
Ichki energiya	$Q = U_2 - U_1$	Joul (J)
Temperatura	$t$ $T$	Gradus (°C), Kelvin (K)
Tebranish davri	$T = t/N$	Sekund (s)
Tebranish chastotasi	$\nu = N/t$	1/s
Tebranish konturi davri	$T = 2\pi \sqrt{LC}$	Sekund (s)



## QONUNLAR

Qonunlar	Formula	Ta'rif
Kulon qonuni	$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$	Vakuumdagi joylashgan zaryadli qo'zg'almas nuqtaviy ikki jismning o'zaro ta'sir kuchi zaryadlar modullarining ko'paytmasiga to'g'ri va ular orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsionaldir.
Om qonuni	$I = \frac{U}{R}$	Zanjirning bir qismidagi tok kuchi shu qismga qo'yilgan kuchlanishga to'g'ri, qarshiligiga esa teskari proporsionaldir.
Nyutonning birinchi qonuni	$v = \text{const}$ $a = 0$	Har qanday jism unga boshqa jismlar ta'sir qilib, holatini o'zgartirmaguncha o'zining tinch yoki to'g'ri chiziqli harakatini saqlaydi.
Nyutonning ikkinchi qonuni	$a = \frac{F}{m}$ ; $F = ma$	Har qanday jismning tezlanishi ta'sir etuvchi kuchga to'g'ri, jismning massasiga esa teskari proporsional.
Nyutonning uchinchi qonuni	$F_1 = -F_2$	Jismlar bir-biriga ayni bir to'g'ri chiziq bo'ylab yo'nalgan, absolyut qiymati jihatdan teng va yo'nalishi jihatdan qarama-qarshi kuchlar bilan ta'sir qiladi.
Butun olam tortishish qonuni	$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$	Hamma jismlar bir-birini massalari ko'paytmasiga to'g'ri va ular orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsional bo'lgan kuch bilan tortadi.
Joul-Lens qonuni	$Q = I^2 R t$	O'tkazgichdan tok o'tganda ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori tok kuchining kvadratiga, o'tkazgich qarshiligiga va tok o'tib turgan vaqtga to'g'ri proporsional.
Paskal qonuni		Muvozanatda turgan suyuqlik yoki gazga berilgan tashqi bosim barcha yo'nalishlar bo'yicha bir xil tarqaladi.
Arximed qonuni	$F_A = \rho \cdot g V$	Suyuqlik yoki gazga to'la botirilgan jism o'z hajmi qadar suyuqlik yoki gazni siqib chiqaradi va jismga siqib chiqargan suyuqlik yoki gazning og'irligiga teng yuqoriga yo'nalgan kuch ta'sir qiladi.

## TAYYORGARLIKNI TEKSHIRISH

*Aziz o'quvchilar! Sizlar quyi sinflarda "Fizika", "Tabiatshunoslik", "Atrofimizdagi olam", "Kimyo" kurslarida modda tuzilishi va issiqlik hodisalariga doir ma'lumotlarni o'rgangansiz. 9- sinfda ularning davomi sifatida molekulyar fizika va termodinamika hodisalarini o'rganasiz. Bo'limni o'rganishdan avval o'zingizning tayyorgarlik darajangizni 10 ta test savollari orqali tekshirib ko'ring.*

### TEST SAVOLLARI

**1. Nima sababdan Yer yuzasidan yuqoriga ko'tarilgan sari temperatura pasayib boradi?**

A) Yuqoriga ko'tarilgan sari havoning zichligi kamayib borganligi tufayli.

B) Yuqori qatlamlarda shamol yo'qligi tufayli.

C) Savol noto'g'ri. Chunki isigan havo yuqoriga ko'tariladi va yuqoriga ko'tarilgan sari temperatura ortib boradi.

D) Yer yuzasiga yaqin joydagi havo, yuzadan qaytgan issiqlik hisobiga va quyosh nurlari hisobiga isiganligi tufayli.

E) A, B, D javoblardagi sabablar tufayli.

**2. Nima sababdan suv bug'lari Yer sathidan yuqoriga ko'tariladi?**

A) Chunki suv bug'lari zarrachalari havo zarrachalaridan yengil.

B) Suv temperaturasi havo temperaturasidan yuqori bo'lganligi tufayli.

C) Suv bug'lari temperaturasi suvnikidan yuqori bo'lganligi tufayli.

D) Shamol ta'siri tufayli.

E) To'g'ri javob keltirilmagan.

**3. Konveksiya nima?**

A) Jismlardan o'zaro nurlanish orqali issiqlik almashinishi.

B) Bir-biriga tegib turgan jismlarning issiqlik almashinishi.

C) Notekis isitilgan suyuqlik yoki gaz qatlamlarining og'irlik kuchi ta'sirida issiqlik almashinishi.

D) Notekis isitilgan havo qatlamlari orasida shamol paydo bo'lishi.

E) Bosimlari turlicha bo'lgan havo qatlamlari orasida shamol paydo bo'lishi.

**4. Quyoshdan issiqlik Yerga qanday uzatiladi?**

A) Konveksiya tufayli.

B) Nurlanish orqali.

C) Issiqlik o'tkazuvchanlik.

D) A, B javoblardagi usul bilan.

E) A, B, C javoblardagi usul bilan.

**5. Qattiq jism molekulalari o'zaro qanday ta'sirlashadi?**

A) Molekulalar o'zaro tortishib turadi.

B) Molekulalar o'zaro itarishib turadi.

C) Molekulalar orasidagi o'zaro ta'sir nolga teng.

D) Molekulalar orasida hech qanday o'zaro ta'sir kuchlari yo'q.

E) Ular orasidagi tortishish kuchi, itarishish kuchidan katta bo'ladi.

**6. Temir yo'l relslari nima sababdan bir-biriga zich tegadigan qilib qurilmaydi.**

A) Materialni tejash uchun.

B) Biridagi zanglash ikkinchisiga o'tib ketmasligi uchun.

C) Issiqlikdan kengayishi, sovuqlikdan torayishini hisobga olish uchun.

D) Vagon g'ildiragi va temir yo'l relsi orasidagi ishqalanishni ko'paytirish uchun.

E) Xasharotlar temir yo'ldan falokatsiz o'tib olishlari uchun.

**7. Suvning zichligi temperaturaga qanday bog'liq?**

A) Zichligi temperatura ortishi bilan ortadi.

B) Zichligi temperatura ortishi bilan kamayadi.

C) Zichligi temperaturaga bog'liq emas.

D) Zichligi temperatura ortishi bilan ortadi, faqat 4°C dan yuqori temperaturalarda.

E) Zichligi temperatura ortishi bilan kamayadi, faqat 4°C dan yuqori temperaturalarda.

**8. Fotima mushugini birga olib yotishni yaxshi ko'radi. Bunda kim-kimni isitadi?**

A) Bir xonada bo'lgani uchun hech-kim.

B) Fotima mushukni.

C) Mushuk Fotimani.

D) Ikkalasi bir-birini.

E) Javob mushuk turiga bog'liq.

**9. Moddanning ichki energiyasi uning hajmi ( $V$ ), temperaturasi ( $T$ ), zichligi ( $\rho$ ) kabi parametrlaridan qaysilariga bog'liq?**

A) faqat hajmiga;

B) faqat temperaturasiga;

C) faqat zichligiga;

D) temperaturasi va hajmiga;

E) temperaturasi va zichligiga.

**10. Molekulalarning tartibsiz harakati natijasida ikkita turli moddaning aralashib ketish hodisasi ... deyiladi.**

A) ... konveksiya;

B) ... diffuziya;

C) ... issiqlik almashinishi;

D) ... ichki energiya o'zgarishi;

E) ... ichki ishqalanish.

## KIRISH SUHBATI

VIII sinf fizika kursida jismlarning harakatini boshqaruvchi qonunlarni o'rganayotganimizda biz bu jismlarning qanday tuzilganligi, ularning qanday xossalarga ega ekanligi bilan qiziqmadik.

Jismlarning xossalari esa ularning qanday tuzilganligiga, qanday qismlardan tashkil topganiga va boshqalarga bog'liq. Moddalarning bu xossalari molekulyar fizika o'rganadi.

Molekulyar fizika har xil agregat holatdagi moddalarning xususiyatlarini ularning molekulyar (makroskopik) tuzilishi asosida tekshiradigan fizikaning bir bo'limidir. Bunda jismni tashkil qilgan atomlar, molekulalar va ularning o'zaro ta'sir kuchi hamda ularning harakati hisobga olinadi.

Moddaning tuzilishi haqidagi dastlabki tasavvurlar qadim zamonlardayoq paydo bo'lgan edi. Qadimgi yunon olimi Demokrit (er.av 460—370-yillar) tabiatdagi hamma narsa bo'linmaydigan juda kichik zarra — atomlardan tashkil topgan deb tasavvur qilgan.

IX—X asrda Beruniy 152 dan ortiq asar yaratgan. U o'zining asarlarida moddalar mayda zarrachalardan tuzilgan, ular orasida tortishish kuchi mavjud, konveksiya, atmosfera bosimi kabi fizik hodisilarning kelib chiqishini, qiymatlarini hisoblab, tushuntirib berushga harakat qildi.

XVIII asrda M. V. Lomonosov o'z zamonasida ma'lum bo'lgan barcha fizik va kimyoviy hodisalarning yagona manzarasini modda molekulalarining harakati va o'zaro ta'siri asosida tushuntirishga urindi.

Siz kimyo kursidan bilasizki, XIX asr boshida kimyogar olimlarning tadqiqoti

bilan atom molekulyar ta'limot yana rivojlana boshladi (J. Dalton).

Fizikada molekulyar-kinetik nazariyaning ilmiy rivojlanishi taxminan XIX asrning ikkinchi yarmidan boshlandi. Nemis fizigi R. Klauzius, ingliz fizigi J. Maksvell va avstriya fizigi L. Bolsman atom-molekulyar nazariyaga asos soldilar.

1905—1906-yillarda A. Eynsh-teyn zarralarning tartibsiz harakati gipotezasiga tayanib, broun harakatining qat'iy miqdoriy nazariyasini ishlab chiqdi. Buni 1908—1913-yillarda fransuz fizigi J. Perren tajribada tekshirdi. Perren tajribasining natijalari Eynsh-teyn hisoblarining to'g'riligini tasdiqladi.

Molekulyar fizika — molekulalar va atomlar orasidagi o'zaro ta'sir kuchini va issiqlik harakati ta'sirida mexanik hamda issiqlik xususiyatlarining o'zgarishi haqida fikr-mulohaza yuritadi.

O'zbekistonda issiqlik fizikasini o'rganish asosan akademik P. Q. Habi-bullayev yaratgan xalqaro miqyosda tanilgan ilmiy maktabda olib borilmoqda. Bu ilmiy maktab markazi O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasining Issiqlik fizikasi bo'limi hisoblanadi. Unda suyuqlik molekulalarining xususiy tebranish chastotalari, undagi kichik o'lchamdagi mikrostrukturalarning yashash vaqti, aralashmaydigan suyuqliklar chegarasidagi fizik hodisalar, suyuqliklarda o'ta yuqori chastotali mexanik to'lqinlar tarqalish hodisalari va h. k. o'rganilmoqda. Tadqiqot natijalari bevosita xalq xo'jaligining ko'pgina sohalarida ishlatilmoqda.



## MOLEKULAR-KINETIK NAZARIYANING ASOSIY QOIDALARI

Molekulyar-kinetik nazariya moddalarning tuzilishini, ularning xususiyatlarini, gazlarda, suyuqliklarda va qattiq jismlarda ro'y beradigan barcha hodisalarni molekular harakatining natijasi deb qaraydi va ularni shu nuqtai nazarga tayanib o'rganadi. Mazkur nazariya asosida yotgan fikrlar tajribalarda tasdiqlangan. Ular quyidagilardan iborat:

- a) moddalar ko'zga ko'rinmaydigan zarralar — molekulalardan tashkil topgan;
- b) ular tartibsiz va to'xtovsiz harakat qiladi;
- v) zarralar bir-birlari bilan o'zaro ta'sirlashadi.

Bu uchta qoida modda tuzilishining **molekulyar-kinetik nazariyasining asosiy qoidalari** hisoblanadi.

### 1-§. MOLEKULALARNING O'LCHAMLARI, MASSASI VA AVOGADRO DOIMIYSI

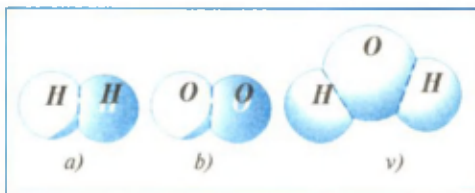
Molekulalarning haqiqatan mavjudligi juda ko'p eksperimental dalillar bilan tasdiqlanadi. Masalan, VI sinf fizika kursidan bilasizki, bunday dalillarga, xususan, moddaning suvda va boshqa erituvchilarda erishi, gazlarning kengayishi va siqilishi, broun harakati hamda diffuziya hodisasi misol bo'la oladi.

**Molekulalarning o'lchami.** Kimyo kursidan ma'lumki, molekular turlicha atom birikmalaridan tashkil topishi mumkin. Bir atomli (geliy He, argon Ar, neon Ne kabi inert gazlar), ikki atomli (kislrod  $O_2$ , vodorod  $H_2$ , azot  $N_2$ ) va ko'p atomli molekular bo'lishi mumkin. Turli modda atomlari birikib ko'p atomli molekularni hosil qiladi. Masalan, osh tuzining molekulasida bitta natriy Na atomi va bitta xlor Cl atomidan, suv molekulasida esa ikkita vodorod H atomi va bitta kislrod O atomidan iborat (1-

rasm). Hozirgi vaqtda turli usullar bilan atom va molekularning mavjudliginagina emas, balki ularning o'lchamlarini ham aniqlash mumkin.

Masalan, suv sirtiga hajmi  $V=10^{-9} \text{ m}^3$  bo'lgan moy tomchisi tomizganimizda tomchi  $S=0,5 \text{ m}^2$  yuzaga yoyilgan bo'lsin. U holda qatlamning qalinligi, ya'ni molekulaning diametri  $D$  quyidagicha topiladi:

$$D = \frac{V}{S} = \frac{10^{-9} \text{ m}^3}{0,5 \text{ m}^2} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ m}.$$



1-rasm.



**Molekulalarning soni.** Molekulalarning o'lchami juda kichik bo'lgani uchun har qanday makroskopik jismda nihoyatda ko'p molekular bo'ladi. Bunga ishonch hosil qilish uchun massasi  $10^{-3}$  kg, hajmi  $V=10^{-6}$  m<sup>3</sup> bo'lgan suv tomchisidagi molekular sonini taqriban hisoblab ko'raylik. Suv molekulasi diametri  $3 \cdot 10^{-10}$  m ga teng ekanini hisobga olganimizda, har bir suv molekulasi egallagan hajmi taxminan  $V \approx (3 \cdot 10^{-10} \text{ m})^3 \approx 2,7 \cdot 10^{-29}$  m<sup>3</sup> ga to'g'ri keladi. U vaqtda  $10^{-6}$  m<sup>3</sup> hajmdagi suv molekulalarining soni

$$N = \frac{V}{V_1} = \frac{10^{-6} \text{ m}^3}{2,7 \cdot 10^{-29} \text{ m}^3} = \frac{1}{3} \cdot 10^{23} = 3 \cdot 10^{22}$$

bo'ladi.

**Molekulalarning massasi.** Ayrim molekulalarning massasi juda kichik ekanligiga ishonch hosil qilish maqsadida bitta suv molekulasi massasini hisoblab ko'raylik. Buning uchun yuqorida normal sharoitda olingan  $10^{-3}$  kg massali suvning egallagan hajmi  $V=10^{-6}$  m<sup>3</sup> ga tengligidan foydalanamiz. Bu hajmda mavjud bo'lgan suv molekulalarining soni  $N=3 \cdot 10^{23}$  dona ekanini ma'lum. U vaqtda  $10^{-3}$  kg suv massasini unda mavjud bo'lgan molekular soniga bo'lish orqali bir dona suv molekulasi massasi topiladi:

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = m/N = 10^{-3} \text{ kg} / 3 \cdot 10^{22} = 3 \cdot 10^{-26} \text{ kg}.$$

Molekulalarning massalari juda kichik bo'lganligi tufayli, hisoblashlarda massalarning absolyut qiymatlaridan

emas, balki nisbiy qiymatlaridan foydalanish qulaydir. Shuning uchun hamma atom va molekulalarning massasi Xalqaro kelishuvga muvofiq uglerod atomi massasining  $\frac{1}{12}$  qismi bilan taqqoslanadi. Buning sababi shundaki, uglerod ko'pgina kimyoviy birikmalar tarkibiga kirgani uchun uglerod massasi asos qilib olingan.

**Nisbiy molekulyar massa.** *Moddaning  $M_n$  nisbiy molekulyar (yoki atom) massasi deh shu molekula (yoki atom) massaning uglerod atomi  $m_{\text{OC}}$  massasining  $\frac{1}{12}$  qismiga nisbatiga aytiladi:*

$$M_N = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{\text{OC}}}.$$

**Modda miqdori.** Jismlarda atom yoki molekular nihoyatda ko'p bo'ladi. Shuning uchun aniq bir jismdagi atomlar sonini 0,012 kg uglerod massasidagi atomlar soni bilan taqqoslash qabul qilingan. Buning uchun **modda miqdori** deb ataladigan maxsus fizik kattalik kiritiladi. Modda miqdori ( $\nu$ ) deb (grek harfi; "nyu" deb o'qiladi), **ma'lum bir jismdagi molekular soni  $N$  ning 0,012 kg massali uglerodda mavjud bo'lgan atomlar soni ( $N_{\text{A}}$ ) ga nisbatiga aytiladi:**

$$\nu = \frac{N}{N_{\text{A}}}.$$

Modda miqdori mol hisobida o'lchanadi. **Bir mol — moddaning shunday miqdoriki, unda mavjud bo'lgan molekular soni 0,012 kg uglerodagi atomlari soniga teng.** Mol bilan bir qatorda katta

o'lchamdagi modda miqdorini hisoblashda kilomol ham qo'llaniladi:

$$1 \text{ kmol} = 10^3 \text{ mol.}$$

**Avogadro doimiysi.** Molning ta'rifiga ko'ra istalgan moddaning bir moldagi atomlar yoki molekular soni bir xil bo'ladi va shuning uchun uni **Avogadro doimiysi** deb ataladi. Bu 0,012 kg uglerodagi atomlar soniga teng bo'lib, qiymat jihatidan

$$N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

ga teng.

**Molyar massa.** *Molyar massa molekulaning massasi bilan Avogadro doimiysining ko'paytmasiga teng:*

$$M = m_0 N_A.$$

Har qanday miqdordagi moddaning massasini topish uchun bitta molekula massasini jismdagi molekular soniga ko'paytirish kerak:

$$m = m_0 \cdot N.$$

Molyar massa tushunchasidan foydalanib, modda miqdorini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$v = \frac{m}{M}.$$

$m$  — moddaning massasi,  $M$  — molyar massa.

**Modda miqdori modda massasining uning molyar massasiga nisbatiga teng.**

### Masala yechish namunasi

**Masala.** Azotning molyar massasi  $0,028 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$ . Azot molekulasining massasi nimaga teng?

*Berilgan:*

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

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

*Formula.*

Molyar massa molekulaning massasi bilan Avogadro doimiysi ko'paytmasiga teng.

$$M = m_0 N_A.$$

Bu tenglamadan bitta molekulaning massasini topamiz.

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

*Yechilishi:*

$$m_0 = \frac{M}{N_A} = \frac{28 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} \approx 4,6 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

*Javob:*  $4,6 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ .



1. Molekulalarning diametrini qanday o'lchash mumkin?
2. Modda tuzilishi haqidagi dastlabki tasavvurlarni esga oling.
3. Molekular massasini qanday o'lchash mumkin va u nimaga teng?
4. Molyar massa deb nimaga aytiladi va u qanday birlik bilan o'lchanadi?



## 2-§. GAZ MOLEKULALARINING HARAKAT TEZLIGI

Barcha gazlarning molekulari har tomonga tartibsiz harakatlanadi. Molekulalarning harakat tezliklarini tajribada birinchi bo'lib nemis fizigi O. Shtern 1920-yilda aniqladi.

**Shtern tajribasi.** Shtern tajribasi fundamental tajribalardan hisoblanadi va uni dunyoning ko'pgina ilmiy laboratoriyalarida ko'p marta takrorladilar. 2-rasmda bu tajribani o'tkazish qurilmalaridan biri ko'rsatilgan.

Uzluksiz ishlovchi nasos yordamida yuqori vakuum hosil qilingan 1 kameraga vismut bug'ini hosil qilish uchun mo'ljallangan 2 elektr pech joylashtirilgan. 3 teshik orqali vismut molekula (atom)lari pechdan uchib chiqadi. 4 diafragma bu molekula (atom)larning ingichka dastasini ajratib chiqaradi, keyinroq bu dasta yo'nalishi bo'yicha 5 silindrga qarab harakatlanadi. Molekulalar 6 teshik orqali silindrga kiradi va 6 teshik qarshisiga mahkamlangan 7 ekranga o'tiradi.

Ekranga o'tirgan vismut qatlamining mikroskop ostida o'rganilishi qo'zg'almas silindrda molekular cheti aniq ko'rina-

digan bir xil qalinlikdagi (yupqa) ensizgina vismut qatlam (2-a rasm) hosil bo'lganini ko'rsatadi.

So'ngra tajriba aylanuvchi silindrda takrorlanadi. Bu holda ekrandagi vismut qatlami biror  $\Delta l$  masofaga cho'zilgan bo'lib qoladi (2-b rasm). Chunki,  $\Delta t$  vaqt ichida molekularlar 6 teshikdan ekrangacha bo'lgan  $s=2R$  masofani uchib o'tadi, u esa aylanayotgan silindrga asosan  $\Delta l$  masofaga siljiydi. Bunday siljishning sababi vismut molekularining har xil tezlikka ega bo'lishidir. Silindr ichida vismut molekularining ilgari lanma harakat tezligini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$v = \frac{s}{\Delta t} = \frac{2R}{\Delta t}. \quad (1)$$

Biroq,

$$\Delta l = \frac{\Delta l}{u}. \quad (2)$$

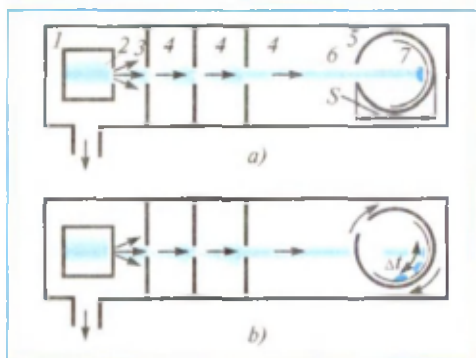
bunda  $u$  — aylanayotgan silindr nuqtasining chiziqli tezligi.  $u=2\pi Rv$ , bunda  $R$  — silindr radiusi va  $v$  — uning aylanish chastotasini hisobga olib, quyidagi hosil qilinadi:

$$\Delta l = \frac{\Delta l}{2\pi Rv}. \quad (3)$$

Bu (3) ifodani (1) formuladagi  $\Delta t$  ning o'rniga qo'ysak, u holda vismut molekularining ilgari lanma harakatining o'rtacha tezligi quyidagicha aniqlanadi:

$$v = \frac{4\pi R^2 v}{\Delta l}.$$

**Molekularning tezliklari bo'yicha taqsimlanishi.** Silindr aylantirilganda vis-



2-rasm.



3-rasm.

mut molekularining o'tirishi natijasida hosil bo'lgan qatlamni sinchiklab o'rganish shuni ko'rsatadiki, qatlam bir oz chaplashgan holda va turlicha qalinlikda bo'lar ekan. 3-rasmda shunday qatlamning kesimi juda kattalashtirilgan holda ko'rsatilgan.

Qatlamning chaplashganlik darajasi avvalo, molekula (atom)larning har xil tezlikka ega ekanligidan va nishonga turli vaqtda yetib kelishidan dalolat beradi. Katta tezlikka ega bo'lgan molekular ekrangacha tezroq uchib boradi va qatlamning boshlanishiga yaqin joyga o'tiradi. Kichik tezlikka ega bo'lgan molekular esa uzoq vaqt uchadi va qatlamning oxiriga yaqin joyga borib

o'tiradi. Agar barcha molekular bir xil tezlikka ega bo'lsa, u holda qatlam qo'zg'almas silindr bilan qilingan tajribadagi hodisa kabi keskin chegarali qatlam bo'lar edi.

Qatlam kesimining xarakteri katta va kichik tezlikdagi molekular soni katta emasligini (qatlam oxiri ingichka) bildiradi. Molekularning asosiy qismi qandaydir o'rtacha tezlikka ega.

1860-yilda ingliz fizigi J. M a k s v e l l molekularning tezliklari bo'yicha taqsimlanishini nazariy aniqladi. Olib borilgan tajribalar va Maksvellning nazariy qarashlaridan quyidagi xulosalar chiqadi:

1. Gaz molekulari orasida tez harakatlanuvchi molekular hamda nisbatan sekin harakatlanuvchi molekular bo'ladi.

2. Molekularning tezliklari bo'yicha taqsimlanishi temperaturaga bog'liq; temperatura ko'tarilganda ko'proq molekular katta tezlik bilan harakatlanadi.

### Masala yechish namunasi

**Masala.** Aylanish chastotasi 20 ayl/min va molekularning o'rtacha tezligi 300 m/s bo'lganda Shtern silindridagi metall qatlamining siljishi qanday bo'ladi? Silindrning radiusi 10 sm.

*Berilgan:*

$$\begin{aligned} v &= 300 \text{ m/s.} \\ v &= 20 \text{ ayl/min.} = \frac{1}{3} \frac{\text{ayl}}{\text{s}} \\ R &= 10 \text{ sm} = 0,1 \text{ m.} \end{aligned}$$

*Topish kerak:*

$$\Delta l = ?$$

*Formula:*

$$\begin{aligned} v &= 4\pi R^2 \nu / \Delta l \\ \Delta l &= 4\pi R^2 \nu / v \end{aligned}$$

*Yechilishi:*

$$\Delta l = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot (0,1 \text{ m})^2 \cdot 1/3 \text{ ayl/s}}{300 \text{ m/s}} =$$

$$= 1,39 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$\text{Javob: } \Delta l = 1,39 \cdot 10^{-4} \text{ m.}$$



1. Shtern tajribasini va uning natijalarini tushuntirib bering.
2. Molekularning harakat tezliklari temperaturaga qanday bog'liq?

**1 - m a s h q**

1. Massasi 135 g bo'lgan alyuminiy buyumdagi atomlar sonini toping. (*Javob:*  $3 \cdot 10^{24}$  ta.)

2. Normal sharoitda 1 kg vodorodda nechta molekula bor? 1 kg kisloroddachi? (*Javob:*  $\approx 3 \cdot 10^{26}$  ta;  $\approx 1,9 \cdot 10^{25}$  ta.)

3. Vodorod va kislorodning bitta molekulasining massasini hisoblang. (*Javob:*  $\approx 3,35 \cdot 10^{-27}$  kg;  $\approx 5,3 \cdot 10^{-26}$  kg.)

4. 1 m<sup>3</sup> suvda nechta molekula bor? Suv molekulasining diametri qanday o'lchanadi? (*Javob:*  $\approx 3,3 \cdot 10^{28}$  ta;  $\approx 3,1 \cdot 10^{-10}$  m.)

**I BOBNING MUHIM XULOSALARI**

Molekulyar-kinetik nazarining asosiy qoidalari	<p>a) Moddalar ko'zga ko'rinmaydigan zarralar — molekulalardan tashkil topgan;</p> <p>b) ular tartibsiz va to'xtovsiz harakat qiladi;</p> <p>v) zarralar bir-birlari bilan o'zaro ta'sirlashadi.</p>
Molekula massasi, diametri, soni	Molekula massasi taxminan $m_0 = 10^{-26}$ kg, diametri $D = 2 \cdot 10^{-9}$ m; $10^{-6}$ m <sup>3</sup> hajmdagi suv molekularining soni $N = 3 \cdot 10^{22}$ .
Avogadro doimiysi	Massasi bir molga teng bo'lgan modda tarkibidagi molekular sonini Avogadro doimiysi deyiladi: $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ mol <sup>-1</sup> .
Modda miqdori	<p>Moddaning miqdori mol bilan ifodalanadi. Mol — moddaning shunday miqdoriki, undagi molekular soni 0,012 kg uglerodagi atomlar soniga teng.</p> <p>Jismdagi modda miqdori undagi molekular sonining Avogadro doimiysi nisbatiga teng: <math>\nu = \frac{N}{N_A}</math>.</p>
Molyar massa	<p>Qiymati bir molga mos keluvchi moddada mavjud bo'lgan massani molyar massa deyiladi. Molyar massa molekulaning massasi bilan Avogadro doimiysining ko'paytmasiga teng:</p> $M = m_0 N_A$ <p>Modda miqdori modda massasining molyar massasiga nisbatiga teng:</p> $\nu = \frac{m}{M}$



## IDEAL GAZNING MOLEKULAR-KINETIK NAZARIYASI ASOSLARI

Moddalar turli xil (qattiq, suyuq, gazsimon) holatlarda bo'lishi mumkin.

Moddaning xossalarini o'rganishni gazlarning xossalarini o'rganishdan boshlaymiz.

Molekulyar jarayonlarni o'rganish uchun mexanik hodisalarni o'rganishda qo'llanilgan usullardan farqli bo'lgan statistik va termodinamik usuldan foydalaniladi.

Bu usullardan biri mexanika qonunlarini har bir molekula uchun emas, balki katta to'plamdagi molekullarga, masalan, u yoki bu hajmni egallagan barcha molekular to'plamiga qo'llanishdan iborat. Buning uchun masalan, molekularning o'rtacha tezligi, o'rtacha

zichligi, o'rtacha bosimi va hokazolar kabi maxsus tushunchalar va kattaliklar kiritiladi. Bu kattaliklarni hisoblashda statistik usuldan foydalaniladi, shuning uchun bu usul *statistik usul* deb ataladi.

*Termodinamik usul* shundan iboratki, bunda u yoki bu molekular sistemasi-da borayotgan jarayonlar bu sistemaning ichki tuzilishlariga e'tibor qilmasdan o'rganiladi. Bu holda sistemani to'laligicha xarakterlovchi fizik kattaliklar va tushunchalar qo'llaniladi. Masalan, gazlarni o'rganishda bosim, hajm va temperatura singari kattaliklardan foydalaniladi.

Molekulyar hodisalarni o'rganishda statistik va termodinamik usullar o'zaro bir-birini to'ldirib boradi.

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

Gazlar quyidagi xarakterli xususiyatlarga ega:

1. Gazlar har qanday hajmni (erkin holatda) egallaydi.

2. Gaz molekularlari harakatchan bo'lib, bir-biri orasiga oson kirishadi.

3. Gazlar oson siqiladi.

4. Gazlar zichligi suyuqliklar va qattiq jismlar zichligiga nisbatan ancha kichik.

Gazlarning bu xarakterli xossalarini ularning molekulyar tuzilishi haqidagi quyidagi asosiy farazlar bilan tushuntirish

mumkin: 1) gaz molekularlari (ularning o'lchamlari bilan taqqoslaganda) bir-biridan katta masofalarda turadi; 2) gaz molekularlari orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari juda kichik.

**Ideal gaz.** Gaz xossalarini o'rganishni yengillashtirish uchun real gazlarni **ideal gaz** deb ataluvchi soddalashtirilgan model bilan almashtiriladi. Ideal gazda:

a) molekulararo o'zaro ta'sir kuchlari e'tiborga olinmaydigan darajada kichik, gaz molekularlari tartibsiz (xaotik) harakatlanadi;

b) molekulalarning o'zaro ta'siri faqat ular to'qnashganda sodir bo'ladi va urilishi elastik urilish hisoblanadi;

v) gaz molekulalarini hajmga ega bo'lmagan, ya'ni moddiy nuqta deb qaraladi.

**Gaz bosimi.** Faraz qilaylik, gaz kub shaklidagi idishga qamalgan va har bir kub metrda  $n$  ta molekula<sup>1</sup> bo'lsin. Molekulalar vaqt o'tishi bilan tartibsiz harakatlanib idish devorlari bilan to'qnashadi. Molekula har bir to'qnashishda idish devorlariga juda kichik kuch bilan ta'sir qiladi va idish devoridan qaytadi. Agar idishdagi molekulalar soni ko'p bo'lmasa edi, u holda idish devoriga o'zgarmas bosim o'rniga onda-sonda va tartibsiz molekulalarning urilishlari bo'ladi. Lekin gaz molekulalarining soni juda katta. Shuning uchun molekulalarning idish devoriga urilishi deyarli uzluksiz bo'ladi. Alohida urilishlarning juda kichik kuchlari to'planib, deyarli o'zgarmas bosim kuchiga aylanadi. Molekulalarning devordan qaytishi turli yo'nalishlar bo'yicha sodir bo'ladi va ularning harakati tartibsiz bo'lib qoladi. Idish devoriga gaz beradigan bosimni topaylik.

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 binobarin, bosim shuncha katta bo'ladi. Bundan gaz bosimi molekulalar konsentratsiyasiga proporsional, ya'ni

$$p \sim n \quad (1)$$

deb yoza olamiz.

Bu tasavvurning to'g'riligiga quyidagi modelli tajribada ishonch hosil qilish mumkin. 4-rasmda tasvirlangan qurilmani yig'amiz. Ingichka og'izli voronkaga juda kichkina pitralar solamiz. Pitralar nov bo'ylab dumalab, biror  $\alpha$  burchakka og'uvchi  $A$  plastinkaga uriladi. Pitralar konsentratsiyasini orttiramiz. Buning uchun voronkani og'zi ikki marta katta bo'lgan voronka bilan almashtiriladi. Endi nov bo'ylab 2 marta ko'p pitralar dumalaydi. Plastinkaning og'ish burchagi ham ikki marta ortadi. Bu bosimning ikki marta ortganini bildiradi.

Agar dumalayotgan pitralarning sonini uch marta orttirsak, ularning plastinkaga herayotgan bosimi ham uch marta ortadi. Demak tajriba gaz bosimini uning konsentratsiyasiga proporsionalligini ko'rsatdi. Lekin gaz bosimi faqatgina konsentratsiyasiga proporsional bo'libgina qolmay, u molekulalar tezligiga ham proporsionaldir. Bosim tezlikka proporsional bo'lsa, albatta sharchaning bosimi kinetik energiyaga ham proporsional bo'ladi. (1) hulosani yanada to'laroq qilib quyidagicha yozish mumkin:

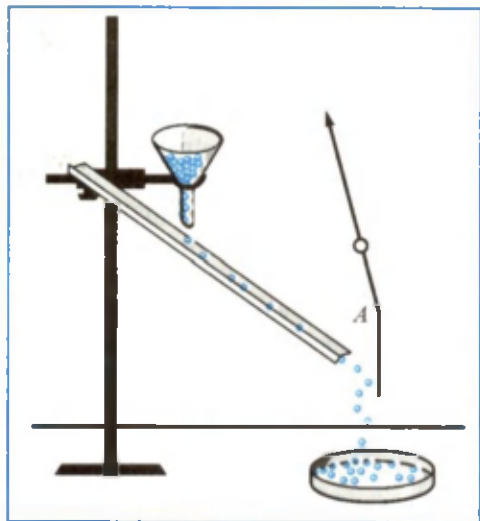
$$p \sim n_1 E_k \quad (2)$$

Buni isbotlash uchun modelli tajribani davom ettiramiz.

Endi 4-rasmda tasvirlangan tajribani takrorlaymiz. Sharchalarning dumalab tushish balandligini orttiramiz (bu bilan sharchalarning harakatlanish tezligini orttiramiz). Natijada plastinkaning katta burchakka og'ganini sezamiz. Mexanikada biror balandlikdan tushgan jism tezligi

<sup>1</sup> Hajm birligidagi molekulalar soni molekulalar **konsentratsiyasi** deb ataladi.





4-rasm.

$$v^2 = 2gh$$

bo'lganligidan plastinkaning og'ish burchagi sharcha tezligi kvadratiga proporsionalligi kelib chiqadi. Bundan sharchaning plastinkaga beradigan bosimining ortishi sharchalarning kinetik energiyasiga bog'liq ekanligi ma'lum bo'ladi. Shuning uchun

$$E_k = \frac{m_0 \bar{v}^2}{2}$$

ekanligidan (bunda  $\bar{v}$  — molekularning o'rtacha kvadratik tezligi,  $m_0$  — molekular massasi) quyidagini yozish mumkin:

$$p = n \frac{m_0 \bar{v}^2}{2}$$



1. Gazning bosimi nimalarga bog'liq?
2. Ideal gaz bosimini hisoblash formulasini yozing va ma'nosini tushuntiring.
3. Gazning bosimi formulasini nima uchun ideal gaz tushunchasidan foydalanib chiqariladi?

Proporsionallik belgisidan tenglik belgisiga o'tayotib, proporsionallik koefitsientini kiritamiz:

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

(3) tenglikdagi  $c$  — proporsionallik koefitsienti bo'lib, uning qiymati  $\frac{2}{3}$  ga tengdir. U holda (3) tenglikni quyidagicha yozish mumkin:

$$p = \frac{2}{3} n \frac{m_0 \bar{v}^2}{2}$$

Bu tenglik *ideal gaz bosimi uchun molekulyar-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi deb yuritiladi*.

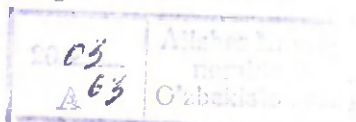
Bu munosabatlardagi

$$\bar{E}_k = \frac{m_0 \bar{v}^2}{2}$$

kattalik bitta molekulaning ilgarilanma harakat kinetik energiyasining o'rtacha qiymati. Shuning uchun molekulyar-kinetik nazariyaning asosiy tenglamasini kinetik energiya orqali quyidagicha yozish mumkin:

$$p = \frac{2}{3} n \bar{E}_k$$

Demak, *ideal gazning bosimi hajm birligidagi gaz molekularining o'rtacha kinetik energiyasining uchdan ikki qismiga teng*.



#### 4-§. ABSOLYUT TEMPERATURA

Siz yozda qishga qaraganda temperatura yuqoriligini, choyning temperaturasi muzqaymoq temperaturasiga qaraganda yuqoriligini; kasal odamning tana temperaturasi sog'lom odamnikiga qaraganda yuqori bo'lishini va hokazolarni bilasiz.

● Binobarin, *temperatura jismning ichki holatini xarakterlaydigan fizik kattalikdir.*

**Issiqlik muvozanati.** Temperatura haqidagi bu yuzaki tasavvurlarga aniqlik kiritish va kengaytirish zarur.

Agar temperaturalari har xil bo'lgan ikkita jismni bir-biriga tekkizib turilsa, tajribadan ma'lum bo'ladiki, biror vaqt o'tgandan so'ng jismlarning temperaturalari bir xil bo'lib qoladi. Bunda issiqroq jism temperaturasi kamayadi, sovuqroq jism temperaturasi esa ortadi.

Masalan, agar issiq metall sharni sovuq suvga tushirilsa, u holda biror vaqtdan so'ng shar va suv bir xil temperaturaga ega bo'ladi. Moddalarning issiqlik almashinishi natijasida temperaturalari ● tenglashishiga *issiqlik muvozanati* deyiladi.

Issiqlik muvozanati holatida bo'lgan sistemaning hamma qismlarida temperatura ayni bir qiymatga ega bo'ladi. Bu issiqlik muvozanatini gazlarda ham qo'llash mumkin.

Masalan, 5-a, rasmda tasvirlangan idishning o'ng tomonidagi gazni idishning chap tomonidagi gazga qaraganda juda yuqori temperaturagacha isitib, isitkich va gazlarni ajratib turgan to'siq olib qo'yilsa (5-b, rasm), biror vaqtdan

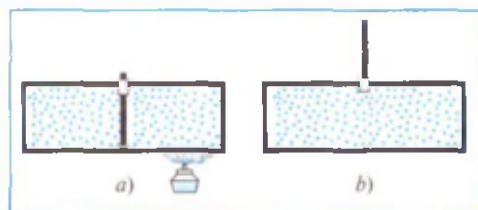
so'ng butun idishdagi gaz temperaturasi bir xil bo'ladi.

Shunga o'xshash ko'pgina kuzatishlardan issiqlik almashinishida bo'lgan jismlar temperaturasi tenglashadi deb xulosa chiqarish mumkin.

Xalqaro birliklar sistemasida temperaturaning absolyut shkalasi qabul qilingan. Bu shkalada nol temperatura uchun molekullarning ilgarilanma (issiqlik) harakati to'xtaydigan va gazning bosimi nol bo'ladigan temperatura qabul qilingan. Bu temperatura *absolyut nol* (°K) temperatura deb ataladi. Bu mumkin bo'lgan temperaturalarning eng quyisi bo'ladi. *Absolyut noldan boshlab hisoblanadigan temperatura temperaturaning termodinamik shkalasi yoki Kelvin shkalasi deyiladi.* Temperaturaning absolyut shkalasida manfiy temperatura bo'lmaydi.

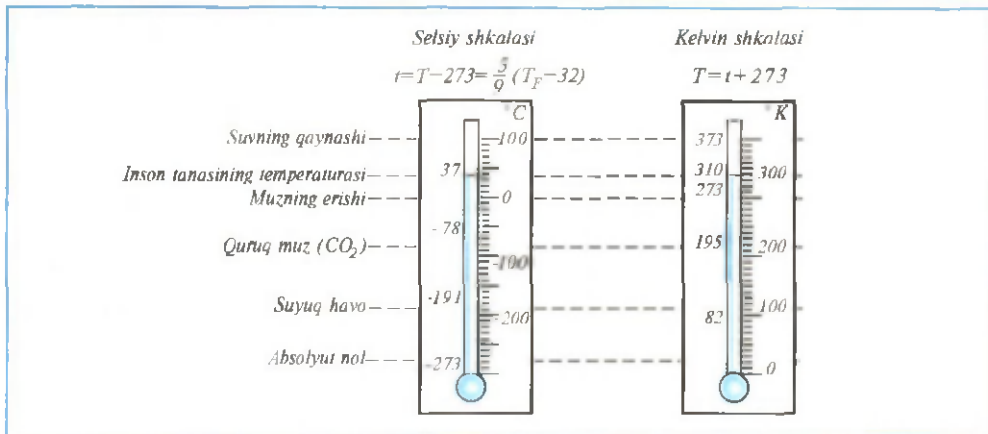
Mazkur shkala bo'yicha absolyut nol — 273°C ga teng (aniqrog'i — 273,16°C). Kelvin shkalasida temperatura  $T$  orqali belgilanadi. Selsiy shkalasidagi  $t$  temperatura Kelvin shkalasidagi temperatura bilan quyidagicha bog'langan:

$$T = t + 273.$$



5-rasm.





6-rasm.

Selsiy va Kelvin shkalasi 6-rasmda ko'rsatilgan va biridan ikkinchisiga o'tish nisbatlari berilgan.

**Temperaturaning molekulyar-kinetik ma'nosi.** Temperatura jismlarning ichki holatini ifodalaydi, jism esa molekulalardan tashkil topgan bo'lsa, u holda tabiiy ravishda temperaturaning molekular harakati bilan bog'liqligini tasavvur qilish mumkin. Tajribaviy dalillar ham bunday tasavvurlarni tasdiqlaydi. Masalan, diffuziya tezligi temperaturaga bog'liq.

**Gaz molekularining ilgarilanma harakati o'rtacha kinetik energiyasi va temperaturasi.** Jismlar molekulalardan tashkil topganligi, ularning tartibsiz harakati sizga ma'lum. Molekulalarning harakatlanishi tufayli gazning bosimi yuzaga keladi. Agar gazning temperaturasi o'zgarmas bo'lsa, gazning bosimi birlik hajmdagi molekular konsentratsiyasiga proporsional bo'ladi, ya'ni:

$$p \sim n.$$

Bundan tashqari, **gazning bosimi o'zgarmas hajmdagi gaz konsentratsiyasi va absolyut temperaturasiga proporsional:**

$$p \sim nT.$$

Tajribada aniqlangan bu xulosalarni umumlashtirib gazning bosimi uchun quyidagi ifodalarni yozamiz:

$$p = knT, \tag{1}$$

bu yerda  $k$  — proporsionallik koeffitsienti deb yuritiladi. Ideal gaz bosimi uchun molekulyar-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasini yozaylik:

$$p = \frac{2}{3} n \bar{E}_K. \tag{2}$$

Oxirgi ikki tenglamaning o'ng tomonlarini tenglab, quyidagini hosil qilamiz:

$$knT = \frac{2}{3} n \bar{E}_K.$$

Bundan,

$$T = \frac{1}{k} \cdot \frac{2}{3} E_k. \quad (3)$$

**Absolyut temperatura molekulalar ilgarilanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasiga to'g'ri proporsional bo'ladi.**

Formuladagi  $k$  o'zgarmas koeffitsient

$$k = \frac{2}{3} \frac{E_k}{T}$$

bo'lib molekulyar-kinetik nazariyaga katta hissa qo'shgan avstriyalik fizik L. Boltzman sharafiga **Boltzman doimiysi** deb ataladi. U quyidagiga teng:

$$k = 1,380662 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}.$$

Uning fizik ma'nosi: ideal gaz temperaturasi 1K ga o'zgarganda, gaz bitta molekulasiga to'g'ri kelgan energiyaga o'zgarishini bildiradi.



1. Qanday muvozanat issiqlik muvozanati deb ataladi?
2. Temperaturaning o'lchov birliklarini sanab bering.
3. Selsiy shkalasining nol nuqtasi nimani bildiradi?
4. Absolyut nol temperatura nima?
5. Temperatura molekulalar ilgarilanma harakati o'rtacha tezligiga qanday bog'liq?

## 5-§. IDEAL GAZ HOLATINING TENGLAMASI

Gaz holatining parametrlari (massa, bosim, hajm va temperatura)ni bog'lovchi tenglama *gaz holatining tenglamasi* deb ataladi.

**Ideal gaz holatining tenglamasini keltirib chiqarish.** Ideal gazning holatini xarakterlovchi barcha parametrlarni  $p = nkT$  formulaga kiritish mumkin.

$n = \frac{N}{V}$  ekanligidan  $p = k \frac{N}{V} T$  yoki  $\frac{pV}{T} = kN$ .

1834-yilda fransuz fizigi B. Klapeyron tomonidan topilgan bu munosabat gaz holatini ifodalovchi barcha parametrlarini bog'lasa ham, lekin amaliyotda qo'llashga noqulay. Gap shun-

daki, tajribada o'lchash mumkin bo'lgan makroskopik kattaliklar: bosim, hajm va temperaturalardan tashqari tajribada aniqlanmaydigan molekulalar soni  $N$  kiradi. 1874-yilda D. I. Mendeleev bu formulaga makroskopik parametr — massani kiritib mukammallashtirdi.

Gaz massasi formulasini keltirib chiqarish uchun gaz molekulalarining soni  $N$  ni gaz massasi  $m$  bilan bog'liqlik formulasidan foydalanamiz:

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

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

$$\frac{pV}{T} = k \frac{m}{M} N_A.$$

Bu yerda  $k$  va  $N_A$  doimiy bo'lganligidan  $R = k \cdot N_A$  deb belgilaymiz.

Avogadro doimiysining Bolsman doimiysiga ko'paytmasi **universal gaz doimiysi** deb ataladi va  $R$  harfi bilan belgilanadi. Shunday qilib,

$$\frac{pV}{T} = \frac{m}{M} R.$$

Bu tenglama ixtiyoriy  $m$  massali gaz uchun **Klapeyron — Mendeleyev tengla-**

**masi** deb ataladi. 1 mol miqdordagi gaz uchun  $m = M \cdot pV = RT$  bo'ladi.

**Universal gaz doimiysi.** Universal gaz doimiysining qiymatini hisoblaymiz:

$$\begin{aligned} R &= N_A \cdot k = \\ &= 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} = \\ &= 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}. \end{aligned}$$

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



1. Gaz holatining tenglamasi deb nimaga aytiladi?
2. Ideal gaz holat tenglamasini keltirib chiqaring.
3. Universal gaz doimiysi qiymati nimaga teng?

## 6-§. IDEAL GAZ HOLAT TENGLAMASINING XUSUSIY HOLLARI (IZOJARAYONLAR)

Ideal gaz holati tenglamasi yordamida gazning massasi va bosimi, hajm yoki temperatura kabi uchta parametrdan bittasi o'zgaras bo'ladigan jarayonlarni tadqiq qilish mumkin. Gaz holatining bitta parametri o'zgaras bo'lgan holdagi qolgan ikkita parametri o'rtasidagi miqdoriy bog'lanishlarga **gaz qonunlari** deyiladi.

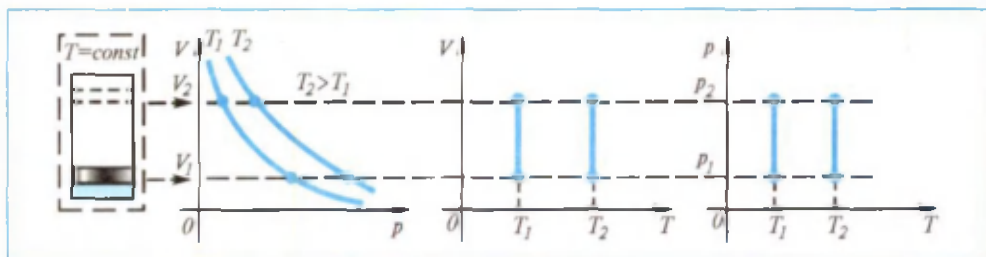
Buning uchun porshenli silindr ichidagi ideal gazni qaraylik. Bunda gaz holati uning bosimi ( $p$ ), hajmi ( $V$ ) va temperaturasi ( $T$ ) bilan aniqlanadi. Shu parametrlarning o'zgarishiga **jarayon** deyiladi. Jarayon davomida parametrlardan birortasi o'zgarishsiz qolsa, unga

**izojarayon** deb ataladi. Tajribalar davomida gaz massasi ( $m$ ) o'zgaras saqlanadi.

**Izotermik jarayon,  $T = \text{const}$ .** 1662-yilda ingliz olimi R. Boyl va 1667-yilda undan bexabar holda fransuz olimi E. Mariott tajribalar asosida quyidagi qonunni kashf etdilar. **O'zgaras temperaturada berilgan massali gaz hajmining unga mos kelgan bosimiga ko'paytmasi o'zgaras kattalik**, ya'ni

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

7-rasmda gaz bosimini o'zgaras temperaturada uning hajmiga bog'liqlik grafigi berilgan. Grafiklardagi chiziqlar



7-rasm.

**izoterma**<sup>1</sup> deb ataladi. O'zgarmas temperaturada gazning bir holatdan boshqa holatga o'tishi **izotermik jarayon** deb ataladi.

Gaz izotermasi bosim bilan hajm o'rtasidagi teskari proporsionallik munosabatini ifodalaydi, ya'ni  $p = \frac{\text{const}}{V}$ .

**Izoharik jarayon,  $p = \text{const}$ .** 1802-yilda bu jarayonni o'rgangan fransuz fizigi Gey-Lyussak ideal gaz hajmining absolyut temperaturaga bog'liq bo'lishini isbotladi:

$p = \text{const}$  va  $m = \text{const}$  bo'lganda:

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

Bosim o'zgarmas bo'lgan ideal gaz hajmining absolyut temperaturaga nisbati o'zgarmas bo'ladi.

Yuqoridagi formulaga asosan o'zgarmas bosimda gazning hajmi absolyut temperaturaga chiziqli bog'liq bo'ladi:

$$V \sim T.$$

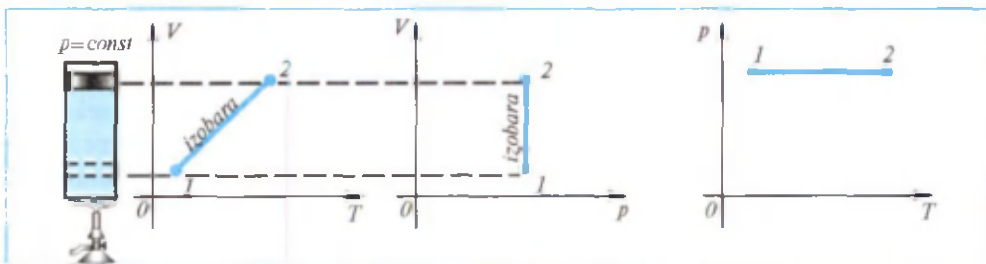
Gaz massasi va bosim o'zgarmas bo'lganda **ideal gazning hajmi absolyut temperaturaga to'g'ri proporsional**.

Gazning o'zgarmas massasida va bosimida uning parametrlari orasidagi bog'liqlik chizig'i **izobara**<sup>2</sup> deb ataladi.

8-rasmda gaz izobaralari  $VT$ ,  $Vp$  va  $pT$  koordinatalarda keltirilgan.

Gazning o'zgarmas bosimda bir holatdan ikkinchi holatga o'tish jarayoni **izobarik jarayon** deyiladi.

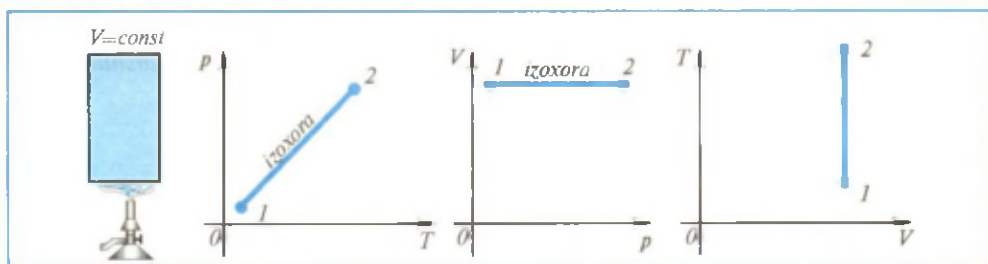
**Izoxorik jarayon.  $V = \text{const}$ .** Bu jarayonni XVIII asr oxirida fransuz olimi



8-rasm.

<sup>1</sup> Grekcha "izos" — o'zgarmas va "termos" — issiq degan ma'noni bildiradi.

<sup>2</sup> "Baros" grekcha so'z bo'lib, bosim (og'irlik) degan ma'noni bildiradi.



9-rasm.

J. Sh a r l tajribada tekshirib quyidagi qonunni aniqladi.

Gaz holatining hajm o'zgarmas bo'lgan holda gaz bosimining absolyut temperaturaga nisbati o'zgarmas bo'ladi.  $V = \text{const}$ ,  $m = \text{const}$  bo'lganda

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

Boshqacha holda buni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$p \sim T$$

Bu degani: **ideal gaz o'zgarmas hajmda gazning bosimi absolyut temperaturasiga to'g'ri proporsional bo'ladi.**

9-rasmda gazning o'zgarmas hajmda  $pT$ ,  $VT$  va  $TV$  koordinatalarda gaz holatining parametrlari orasidagi bog'lanish grafigi keltirilgan. Bu grafiklar **izoxora**<sup>1</sup> deb ataladi.

Gazning o'zgarmas hajmda sodir bo'ladigan bir holatdan boshqa holatga o'tishi jarayoni **izoxorik jarayon** deb ataladi.

### Masala yechish namunasi

**Masala.** Ballondagi gazning temperaturasi  $t = 27^\circ\text{C}$ , bosimi  $p = 4 \cdot 10^5$  Pa. Ballondagi gaz massasining yarmi chiqarib yuborilib, temperaturasi  $t_2 = 12^\circ\text{C}$  gacha pasaysa, bosim  $p_2$  qanday bo'ladi?

Berilgan:

$$p_1 = 4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_1 = V_2$$

$$t_1 = 27^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 12^\circ\text{C}$$

$$m_2 = \frac{1}{2} m$$

$$T_1 = 273 + 27 = 300 \text{ K}$$

$$T_2 = 273 + 12 = 285 \text{ K}$$

$$p_2 = ?$$

Formula:

Butun gaz massasi uchun holat tenglamasi  $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{m_1}{M}$  va gazning yarmisi chiqib ketganidan keyingi

holati uchun  $\frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{m_2}{M}$

$$\frac{1}{M} = \frac{p_1 V_1}{T_1 m_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2 m_2} \Rightarrow \frac{p_1 V_1}{T_1 m_2} = \frac{p_2 V_1}{T_2 m_2}$$

bundan  $p_2 = \frac{T_2 p_1}{2 T_1}$

Yechilishi:

$$p_2 = 4 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot \left( \frac{285 \text{ K}}{2 \times 300 \text{ K}} \right) = 1,9 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Javob:  $p_2 = 1,9 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .

<sup>1</sup> Grekcha "izos" — doimiy va "xeros" — hajm degan ma'noni bildiradi.



1. Izojarayonlar deganda nimani tushunasiz?
2. Izotermik, izobarik va izohorik jarayonlarning mohiyatini tushuntirib bering.

## 2 - mashq

1. Turli xil temperaturalar va bosimlarda har xil gazli ikkita idishni naycha yordamida tutashtirildi. Termodinamik muvozanat qaror top-ganda idishdagi molekular kinetik energiyasi bir xil bo'lishini isbotlang.

2. Sig'imi  $0,2 \text{ m}^3$  bo'lgan idishda  $1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  bosim ostida 1 mol ideal gaz bor. Gaz molekularining ilgarilanma harakati o'rtacha kinetik energiyasini aniqlang. (*Javob:*  $5 \cdot 10^{-20} \text{ J}$ .)

3. Gaz molekularining temperaturasi 1K ga o'zgarganda uning o'rtacha kinetik energiyasi qanchaga o'zgaradi? (*Javob:*  $\approx 2 \cdot 10^{-23} \text{ J}$ .)

4. Qo'zg'aluvchan porshenli idishda  $1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  bosim va 27 K temperatura ostida gaz bor. Agar gazning hajmini ikki marta kamaytirilsa, temperaturasini esa 600 K gacha orttirilsa, uning bosimi qanday bo'ladi? (*Javob:*  $4,4 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ .)

5.  $0^\circ\text{C}$  temperaturadagi kislorod zichligi qanday bosimda suv zichligiga teng bo'ladi? (*Javob:*  $7,08 \cdot 10^7 \text{ Pa}$ .)

6. Ballon jo'mragining nosozligi sababli undan gaz chiqib ketmoqda. Agar ballondagi gaz bosimi ikki marta kamaygani ma'lum bo'lsa, undan chiqqan gaz massasi qancha? Ballondagi gazning dastlabki massasi 2 kg. (*Javob:* 1 kg.)

7. Sig'imi  $300 \text{ m}^3$  bo'lgan havo sharida  $27^\circ\text{C}$  temperatura va  $1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  bosim ostida vodorod bor. Bu vodorodning massasini aniqlang. (*Javob:* 24 kg.)

8. Kislorodning molekulyar og'irligi va Avogadro sonidan foydalanib kislorod molekulasining massasini toping. (*Javob:*  $\approx 2,4 \cdot 10^{26} \text{ kg}$ .)

9. Agar inert gazning temperaturasi elektr lampa yoqilgandan so'ng  $18^\circ\text{C}$  dan  $309^\circ\text{C}$  gacha ortgan bo'lsa, elektr lampa yoqilgandan so'ng uning ballonidagi inert gaz bosimi necha marta ortadi? (*Javob:* 2 marta.)

10. Hajmi 40 l bo'lgan azotning  $150 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  bosim va  $27^\circ\text{C}$  temperatura ostidagi massasini aniqlang. (*Javob:* 6,74 kg.)



## II BOBNING MUHIM XULOSALARI

Ideal gaz molekulyar-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi	Ideal gazning bosimi hajm birligidagi molekularning o'rtacha kinetik energiyasi ko'paytmasining uchdan ikki qismiga to'g'ri proporsional. $p = \frac{2}{3} n \bar{E}_k$ .
Absolyut temperatura	Jismning issiqlik holatini ifodalovchi asosiy kattaliklardan biri. Issiqlik muvozanatida turgan sistemaning barcha qismlarida temperatura bir xil bo'ladi. Temperatura molekulyar-kinetik nuqtai nazardan qaralsa, muvozanatda turgan sistemadagi zarrachalar (atom, molekula) tartibsiz harakatining intensivligini bildiradi. Temperatura molekular tartibsiz harakatining o'rtacha kinetik energiyasiga to'g'ri proporsional. Xalqaro birliklar tizimida °K da o'lchanadi.
Kelvin (°K)	Termodinamik temperatura (absolyut temperatura) o'lchov birligi bo'lib, xalqaro birliklar tizimining asosiy o'lchov birligi. Suvning bir vaqtda uch holatda bo'ladigan temperatura-sining $\frac{1}{273,16}$ qismiga teng.
Selsiy (1°C)	Selsiy shkalasi uchun normal atmosfera bosimida eriyotgan muz va qaynayotgan suv temperaturasi olinadi va ikki temperatura oralig'i yuzta teng bo'lakka bo'linib, bir bo'lagini 1°C deb olinadi.
Gazning universal doimiysi $R = k N_A$	Gazning universal doimiysi son jihatidan bir mol ideal gazni izobarik ravishda bir Kelvinga isitishda bajarilgan ishga teng ekanligini bildiradi. $R = 8,31 \cdot \frac{J}{mol \cdot K}$ .
Bolsman doimiysi $k = \frac{R}{N_A}$	Bolsman doimiysi son jihatidan gazni izobarik ravishda bir Kelvinga isitishda ideal gazning bitta molekulasiga o'rtacha qancha ish to'g'ri kelishini ifodalaydi $k = 1,38 \cdot 10^{-23} J/K$ .
Ideal gaz holat tenglamasi $\frac{pV}{T} = \frac{m}{M} R$	Bosim, temperatura va hajmni bog'lovchi tenglama gazning holat tenglamasi deb ataladi.



### III BOB

## SUYUQLIK VA GAZNING BIR-BIRIGA AYLANISHI

Molekulyar-kinetik nazariya moddaning suyuq holatdan gaz holatga o'tishi

jarayonining sabablarini tushuntirishga imkon yaratadi.

### 7-§. BUG'LANISH VA KONDENSATSIYA

**Bug'lanish.** *Suyuqlikning erkin (idish devoriga tegib turmaydigan) sirtidan har qanday temperaturada bug' hosil bo'lishi bug'lanish deyiladi.*

Turli moddalarning bug'lanish jarayonini tajribada kuzatish bilan quyidagi xulosalarni chiqarish mumkin.

Bug'lanish natijasida suyuqlik sirtida bug' (tuman) hosil bo'ladi va sirt kengaygan sari bug'lanish tezlashadi.

Har qanday temperaturada ham bug'lanish sodir bo'ladi. Temperatura ko'tarilgan sari bug'lanish ortib boradi. 10-rasmda aralashmaning temperaturasi ko'tarilishi bilan suyuqlikdan chiquvchi kislorod va azot molekulalarining harakati tasvirlangan. Temperatura pasayishi bilan bug'lanish sekinlashadi.

Bug'lanishda nisbatan katta kinetik energiyali molekulalarning suyuqlikni tark etishi suyuqlik ichki energiyasining kamayishiga olib keladi. Shuning uchun suyuqlik bug'langanda hamma vaqt soviydi. Yoz kunlarida suv havzalarida doimiy bug'lanish bo'lib turganligidan atrofining salqin bo'lishi; sopol ko'zalarda suvning muzdek bo'lishi; jarohat olgan sportchining jarohat joyiga tez bug'lanuvchi suyuqlikni purkash natija-

sida jarohat olgan joy soviib sportchi og'riqni sezmasligi; cho'milib chiqqan odam o'z tanasini salqin sezishi ham yuqoridagi hodisalarga asoslangan.

Bug'lanish tezligi moddaning kimyoviy tarkibiga ham bog'liq. Masalan, efir spirtidan tezroq, spirt benzindan tezroq, benzin kerosindan tezroq bug'lanadi.

Suyuqlik tashqaridan issiqlik olmasdan bug'langanda soviydi. Masalan, sopol idishlarda (ko'za, xum) yoz oylarida suvni saqlab iste'mol qilish shunga asoslangan.

**Kondensatsiya.** Bug' molekulalarining ba'zilar tartibsiz harakati natijasida suyuqlikka aylanishi mumkin. Shu sababli, bir vaqtning o'zida ham bug'lanish, ham suyuqlikka aylanish hodisasi sodir bo'lib turadi. *Bug'ning suyuqlikka aylanish hodisasiga kondensatsiya deyiladi.*

Suyuqlikka qaytib tushgan molekulalar hisobiga suyuqlikning temperaturasi ko'tariladi, chunki suyuqlikka tushgan molekulalarning kinetik energiyasi suyuqlikning ichki energiyasiga aylanadi. Suyuqlik isiydi. Suyuqlikda bug'lanish jarayoni ustunlik qilsa, suyuqlik soviydi, kondensatsiya ustunlik qilsa, suyuqlik isiydi.

Okean, dengiz, suv havzalari, yerning yuza qatlami va o'simliklar sirtidan suv bug'lanishi tufayli atmosferada suv bug'lari mavjud bo'ladi. Suv bug'lari molekularining va suyuqlik molekularining zichligi, ularning bug'ga va suyuqlikka aylanish jarayoni. 10-*a*, *b*, *v* rasmda tasvirlangan.

**To'yingan va to'yinmagan bug'lar.** Ochiq idishda turgan suyuqlik miqdori vaqt o'tishi bilan tobora kamayib boradi. Bunda suyuqlikdan uchib chiqayotgan molekular soni unga qaytayotgan molekular sonidan ko'p bo'ladi. Bu holda suyuqlik ustidagi bug'ni **to'yinmagan bug'** deyiladi.

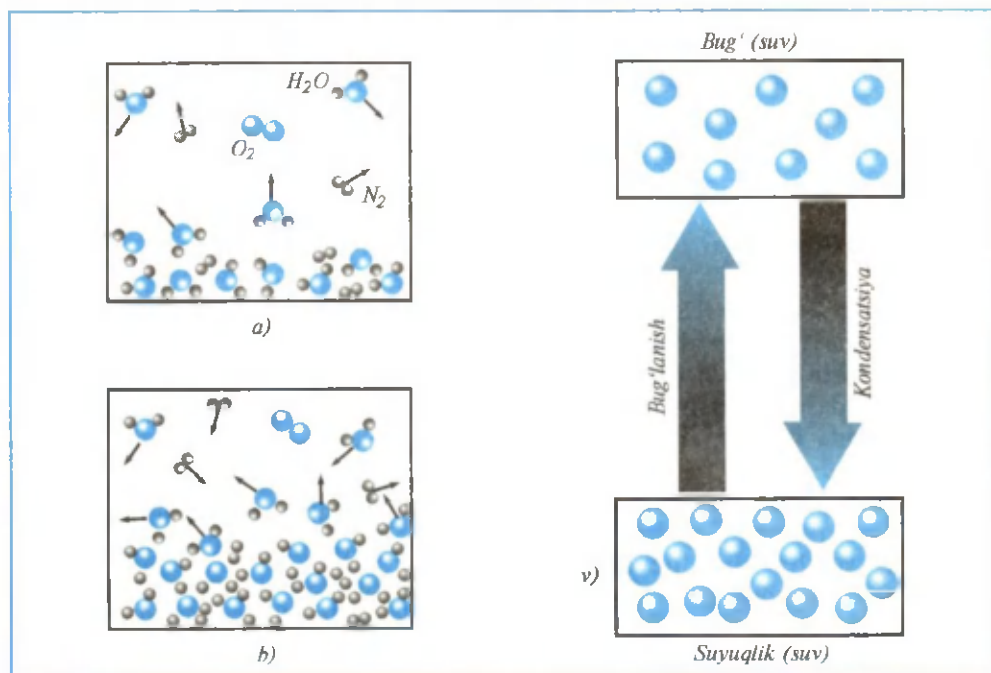
Agar idish zich qilib herkitib qo'yilgan bo'lsa, biror vaqt o'tgandan so'ng

suyuqlik ustidagi fazoda molekular soni shunchalik ko'p bo'ladiki, suyuqlikning sirtidan vaqt birligi ichida uchib chiqayotgan molekular soni shu vaqt ichida unga qaytib tushayotgan molekular soniga teng bo'lib qoladi. Bunday sharoitda suyuqlik bilan bug' **dinamik muvozanatda** bo'ladi.

**O'zining suyuqligi bilan dinamik muvozanatda bo'lgan bug' to'yingan bug' deyiladi.**

Bug' qozonlaridagi suv bug'lari to'yingan bug'dir; yomg'irli va tumanli havoda atmosferadagi suv bug'lari ham to'yingan bug'ga misol bo'la oladi.

**Solishtirma bug'lanish issiqligi.** Suyuqlikni bug'ga aylantirish uchun



10-rasm.

uning temperaturasini ko'tarish kerak. Buning uchun suyuqlikka tashqaridan issiqlik berish lozim.

**1 kg suyuqlikni o'zgaras bosim va temperaturada hug'ga aylantirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdoriga solishtirma hug'lanish issiqligi deyiladi, va**

$$r = \frac{Q}{m}$$

bilan ifodalanadi.

Suv	$2,3 \cdot 10^6$	Efir	$0,41 \cdot 10^6$
Ammiak (suyuq)	$1,4 \cdot 10^6$	Simob	$0,3 \cdot 10^6$
Spirit	$0,9 \cdot 10^6$	Havos (suyuq)	$0,2 \cdot 10^6$

Bu yerda:  $r$  — solishtirma bug'lanish issiqligi bo'lib, suyuqlikning tabiatiga va temperaturasiga bog'liq.  $Q$  — moddaga berilgan issiqlik miqdori.  $m$  — bug'ning massasi.

Formuladan ko'rinadiki, **solishtirma bug'lanish issiqligi**  $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$  bilan o'lchanadi. Jadvalda ba'zi moddalarning solishtirma bug'lanish issiqligi  $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$  (normal atmosfera bosimida) berilgan.

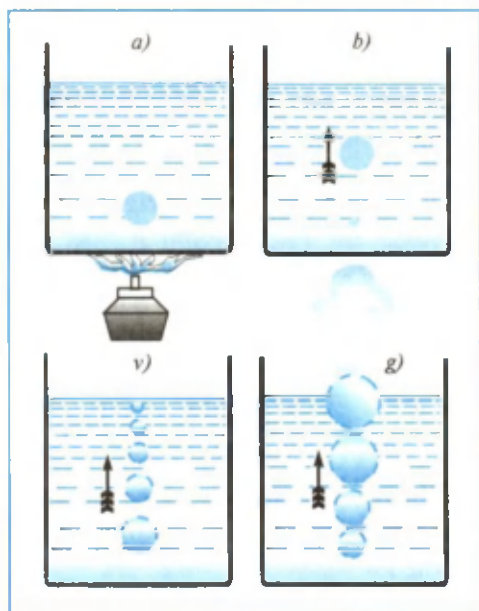


1. Bug'lanish hodisasini tushuntiring va bug'lanishda suyuqlik sovushiga doir turmushdan misollar keltiring.
2. Bug'lanish jarayonining intensivligi qanday omillarga bog'liq?
3. Kondensatsiya hodisasini tushuntiring.
4. Qanday bug' to'yingan deb ataladi?
5. Solishtirma bug'lanish issiqligi deb nimaga aytiladi?

## 8-§. QAYNASH

Qaynash sodir bo'lishini tajribada kuzataylik. Suvli shisha idish olib uning temperaturasini orttirib boraylik. Suv isiyotganda dastlab, shisha idish tubida va devorlarida havo pufakchalari hosil bo'ladi (11-*a* rasm). Isitishni davom ettira borsak, havo pufakchalari kattalashadi (11-*b* rasm). Kattalashayotgan pufakcha shisha idish devorlaridan uziladi va Arximedning ko'tarish kuchi ta'sirida yuqoriga ko'tariladi. Yuqoriga ko'tarilganda uning hajmi kichrayadi (11-*v* rasm). Uning kichrayishiga sabab, temperaturasi past bo'lgan yuqori qat-

lamda uning ichidan bug' molekulari-ning bir qismi suyuqlikka aylanadi va pufakcha ichida oz miqdorda havo qoladi. Suyuqlik temperaturasi yana ko'tarilishi bilan pufakchalar ichidagi havo kengayib, pufakcha kattalashadi. Agar bu paytda suyuqlik butun hajmi bo'yicha issiqlik muvozanatiga kelib bir xil temperaturada bo'lsa, pufakchanning hajmi yuqoriga ko'tarilgan sari kattalashadi va suv betida yoriladi (11-rasm). Bunda suyuqlik pufakcha ichida ham bug'lana boshlaydi.



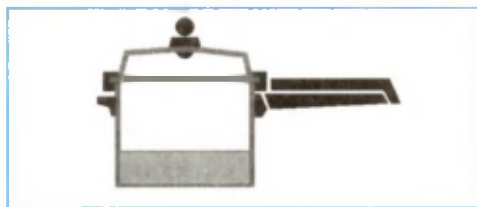
11-rasm.

**Suyuqlikning erkin sirtidan tashqari, butun hajmi bo'ylab pufakchalar ichida bug'lanish jarayoniga qaynash deyiladi.**

**Qaynash temperaturasi. Suyuqlik to'yingan bugining bosimi tashqi bosimga teng yoki katta bo'lgan temperaturaga qaynash temperaturasi deyiladi.**

Suyuqlikning qaynash vaqtidagi temperaturasi o'zgarmaydi. Sababi, tashqaridan beriladigan issiqlik miqdori suyuqlik molekullari orasidagi tutinish kuchini yengish uchun sarflanadi.

Qaynash hodisasi atmosfera bosimiga bog'liq. Atmosfera bosimi past bo'lsa,



12-rasm.

suyuqlikning, masalan, suvning qaynash temperaturasi ham pasayadi va aksincha. Baland tog'larda (dengiz sathiga nisbatan balandlik ortib borgan sari bosim pasayib boradi) bosim kam. Bunday sharoitda suv  $100^{\circ}\text{C}$  da emas, balki undan past temperaturada qaynaydi. Masalan, dengiz sathidan 5 km balandlikda bosim normal atmosfera bosimidan ikki marta kam. Bunday sharoitda suv  $84^{\circ}\text{C}$  da qaynaydi.

Atmosfera bosimi ortib borsa, qaynash temperaturasi ham ortib boradi. Masalan, tashqi bosim 10 atm ga teng bo'lgan sharoitda suv  $180^{\circ}\text{C}$  da, 33 atmosferaga teng bo'lgan sharoitda  $240^{\circ}\text{C}$  da qaynaydi.

Qaynash temperaturasi suyuqlikning tarkibiga ham bog'liq. Masalan, toza distillangan suv  $100^{\circ}\text{C}$  temperaturada qaynasa, 6,6% tuz eritmali sho'r suv  $101^{\circ}\text{C}$  temperaturada, 25,5% li namokob esa  $105^{\circ}\text{C}$  temperaturada qaynaydi.

Uy va tog' sharoitlarida germetik berk idishlardan (12-rasm) foydalanish zarur. Chunki, berk idishda atmosfera bosimi tashqi atmosfera bosimidan katta bo'ladi.



1. Qaynash va qaynash temperaturasi deb nimaga aytiladi?
2. Qaynash temperaturasi bosimga qanday bog'liq?

## 9-§. HAVONING NAMLIGI

Havoda doimo suv bug'ı bo'ladi. Suv bug'ı okeanlar, dengizlar, ko'llar, suv omborlari, daryolar va hokazolar sirtidan suvning bug'lanishi natijasida hosil bo'ladi.

Havodagi suv bug'ining miqdori **havoning namligi** deyiladi.

Ob-havo insonning kayfiyati, uning juda ko'p organlarining funksiyasi, o'simliklar hayoti, shuningdek, texnik ob'ektlarning, me'moriy obidalarining, san'at asarlarining saqlanishi havoning namligiga bog'liq. Shuning uchun havoning namligini kuzatib borish va uni o'lchashni bilish juda zarur.

**Absolyut namlik.**  $1 m^3$  havodagi suv bug'larining grammlarda ifodalangan qiymatiga **absolyut namlik** deyiladi. Absolyut namlik havodagi suv bug'larining zichligini ham ifodalaydi. Absolyut namlikni bilish bilan ob-havoni aniqlab bo'lmaydi. Chunki ob-havo "aynishi" havodagi suv bug'larining to'yinishiga bog'liq.

**Nisbiy namlik.** Havodagi suv bug'ı odatda to'yinmagan bo'ladi. Agar havodagi suv bug'ı to'yingan bo'lsa edi, u holda Yer sirti va unda turgan barcha narsalar suv tomchilari bilan qoplanib qolgan va hech qachon qurimagan bo'lar edi.

Aksincha, havodagi suv bug'ı to'yinishidan qanchalik uzoq bo'lsa, havo qancha quruq bo'lsa, havoning namligi past bo'ladi.

Shuning uchun havodagi suv bug'ining bosimini berilgan temperaturada to'yingan suv bug'ı bosimi bilan taqqoslab, havoning namligi to'g'risida xulosa

chiqarish mumkin. Shu maqsad uchun havoning **nisbiy namligi** deb ataluvchi asosiy kattalik kiritilgan.

**Havoning nisbiy namligi  $\varphi$  deb, havodagi suv bug'ı bosimi  $p$  ning shu temperaturadagi to'yingan bug' bosimi  $p_t$  ga nisbatining foizlarda ifodalangan qiymatiga aytiladi:**

$$\varphi = \frac{p}{p_t} 100\% .$$

Suv havzalaridan, nam buyumlardan, o'simliklardan, organizmning ochiq shilliq pardasidan suvning bug'lanishi atmosfera havosining nisbiy namligi qanchalik kam bo'lsa, shunchalik tez sodir bo'ladi.

Inson kayfiyati va sog'lig'ı yaxshi bo'lishi uchun nisbiy namlik 40 dan 60% atrofida bo'lishi zarur.

**Shudring.** Agar havo temperaturasi to'satdan pasaysa, u holda bug' to'yingan bug'ga aylanadi. Bug'ning kondensatsiyalanishi natijasida suv tomchilari hosil bo'ladi va shudring tushadi. **Havodagi suv bug'larining to'yingan holga o'tadigan temperaturasi shudring nuqtasi deyiladi.**

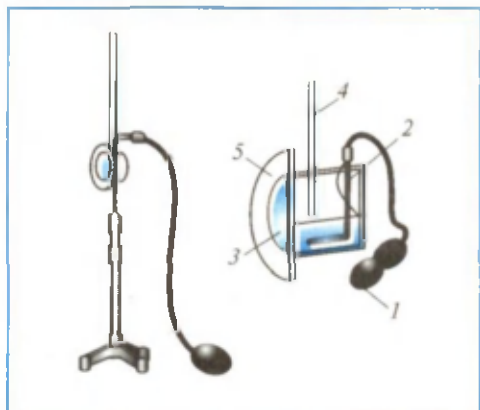
Havoning nisbiy namligini aniqlash uchun:

1) havoning temperaturasini o'lchash va shu temperaturaga mos keluvchi to'yingan bug' bosimini jadvaldan topish;

2) shudring nuqtasini aniqlash va o'sha birinchi jadval bo'yicha havodagi suv bug'lari bosimini topish;

3) formula bo'yicha nisbiy namlikni hisoblash zarur.





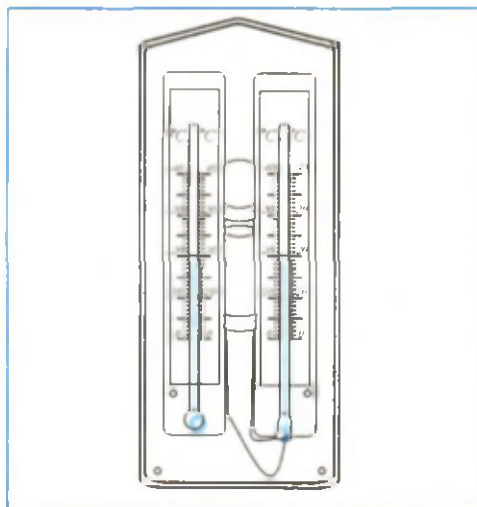
13-rasm.

Havodagi suv bug'larining shudring nuqtasini aniqlash uchun maxsus asboblardan — *gigrometrlar* yaratilgan.

Ulardan eng oddiyi Lambrext gigrometridir (13-rasm). Bu asbobning asosiy qismi o'qi gorizontal holatda turgan silindr shaklidagi 3 metall idishdan iborat. Silindr bitta asosining tashqi sirti yaltiroq qilingan. Silindr ichiga qandaydir dam beradigan qurilma, masalan, 1 rezina nokchaga ulanadigan 2 naycha kiradi.

Silindr ichiga efir quyiladi. Dam berganda efir orqali havo o'tib, uning bug'lanishi tezlashadi. Efir bug'lanib soviydi va silindrni sovitadi. Silindr temperaturasi shudring nuqtasining temperaturasi tenglashganda, uning sirti "terlaydi". Temperaturani o'lchash uchun silindr ichiga 4 termometr qo'yiladi; shudringning tushish vaqti sezilarli bo'lishi uchun silindrga undan izolyatsiya qilingan 5 yaltiroq halqa kiydiriladi.

**Psixrometr.** Nisbiy namlikni faqat shudring nuqtasini aniqlash yo'li bilan emas, balki maxsus asbob — *psixrometr*



14-rasm.

yordamida ham topish mumkin. Psikrometr ikkita termometrdan iborat bo'lib, ulardan biri mato bilan o'ralib, pastki uchi distillangan suvli idishga tushirilgan (14-rasm). Quruq termometr havoning temperaturasi, nam termometr esa bug'lanayotgan suvning temperaturasi ko'rsatadi.

Biroq suyuqlik bug'lanayotganda uning temperaturasi kamayadi. Havo qanchalik quruq bo'lsa (uning nisbiy namligidan kam bo'lsa), nam matodan shunchalik tez bug'lanadi va uning temperaturasi shunchalik past bo'ladi. Binobarin, ho'l va quruq termometrlar ko'rsatishlarining farqi (psixrometrik farq) havoning nisbiy namligiga bog'liq. Bu temperaturalar farqini bilgan holda maxsus psixrometrik jadvaldan (jadval psixrometrdan keltirilgan) va yuqoridagi formula asosida nisbiy namligi topiladi.

## 10-§. TABIATDA TUMAN, BULUT VA YOG'INLARNING HOSIL BO'LISHI

Tuman ham shudring tushishining bir ko'rinishidir. Lekin bunda shudring o'simlik barglariga, o'tlarga, suv va yer yuzasiga tushmasdan havo hajmida bo'ladi. Ma'lum bir sharoitda havodagi suv bug'larining bir qismi kondensatsiyalanib tuman hosil bo'ladi. Bunda havodagi suv bug'larining taxminan bir foizi tumanga aylanadi.

**Bulutlar.** Qadimdan insoniyat bulutlardan yomg'ir va qor yog'ishini bilishgan. Ular esa obi hayot manbaidir. Ayrim joylarda surunkali yoqqan yomg'ir suv toshqinlarini vujudga keltirib, insoniyatga falokatlar olib kelgan. Bulut ham tuman

kabi havodagi juda mayda suv zarrachalaridan hosil bo'ladi. Bulutlarda suv zarrachalaridan tashqari mayda muz kristallari ham bo'ladi. Ba'zilar esa muz kristalchalaridan tashkil topadi. Yerdan bulutgacha bo'lgan masofa har xil bo'ladi.

Masalan, qat-qat bulutlar bir necha o'n metr dan bir kilometrgacha bo'lsa, kumushrang bulutlar esa taxminan 80 km balandlikda bo'ladi. Bulutlarning ham uzunligi turlicha; qat-qat bulutlar 100 km gacha bo'lsa, yomg'ir qatli bulut 100 dan 1000 km gacha bo'ladi. Bulutlar qalinligi ham har xil; qat-qat bulutlar 100 m dan 1 km gacha boradi.



1. *Absolyut namlik deb nimaga aytiladi?*
2. *Nisbiy namlikni qanday aniqlash mumkin?*
3. *Gigrometr qanday tuzilgan va undan qanday foydalanish mumkin?*
4. *Psixrometr qanday tuzilgan va undan qanday foydalaniladi?*
5. *Tuman qanday hosil bo'ladi?*
6. *Shudring nuqtasi deganda nimani tushunasiz?*

## 11-§. SIRT TARANGLIK KUCHI

**Suyuqliklarning erkin sirti.** Suyuqliklarning erkin sirti qisqarishga intiladi. Buni suyuqlik yupqa parda holida bo'lganda kuzatish mumkin. Bunday holatga sovunli suv pardasi misol bo'la oladi. Shunga o'xshash hodisalarni yoshligingizda sovun pufakchalarini puflab kuzatgansiz.

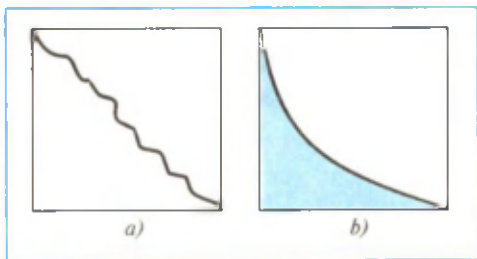
Sovun parda qalinligi juda yupqa bo'lgani uchun pardadagi suyuqlikni qatlamlar orasidagi molekullar ta'sirini hisobga olmagan holda ikkita sirt qatlam kabi qarab chiqish mumkin.

Simdan yasalgan to'g'ri to'rtburchakli

karkas (ramka) oling va uning qarama-qarshi burchaklarini tarang tortilmagan ip orqali tutashtiring. Karkasni sovunli suvga tushirib oling. Shunda siz suvdan tortib olingan sim ramka sovun parda bilan qoplanganini ko'rasiz (15-a rasm). Ipining bir tomonidagi pardani teshib yuborib, ip yoy shaklini egallaganini ko'rasiz (15-b rasm). Tajriba sovun pardaning sirti qisqarganidan dalolat beradi.

**Sirt taranglik kuchi.** Suyuqliklar sirtining qisqarish xossasini bu sirtini qisqartirishga intiluvchi kuchlar mavjud-





15-rasm.

ligi bilan tushuntirish mumkin. Bunday kuchlar **sirt taranglik kuchlari** deb ataladi.

Quyida tavsiflangan tajriba yordamida sirt taranglik kuchini o'lash mumkin. Agar 16-a rasmda tasvirlangan sovunli suvga simdan yasalgan karkas (ramka) tushirib, so'ng karkasni suvdan olib qaralsa, uning yuqori qismi sovun parda bilan qoplanganini sezish mumkin. Agar bu ramka  $AB$  qo'zg'aluvchan tomoni bilan tushirilsa, parda qisqaradi.

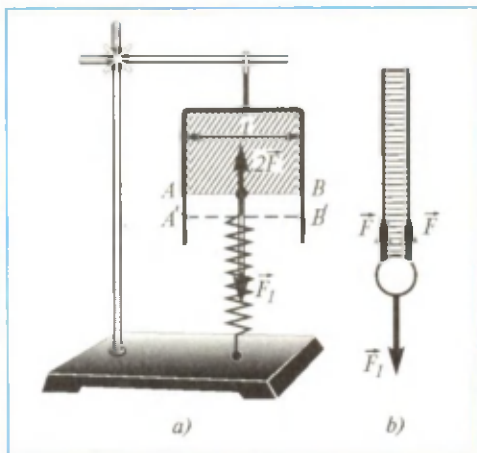
Ramkada hosil bo'lgan parda suyuqlikning yupqa qatlamidan iborat va ikkita erkin sirtga ega. Har bir sirt qatlamining ramkaning qo'zg'aluvchan tomoniga ta'sir qiluvchi kuchini  $\vec{F}$  bilan belgilaymiz (16-b rasm). U holda ikkala sirt qatlamning umumiy sirt taranglik kuchi  $2\vec{F}$  ga teng bo'ladi. Bu kuchni dinamometr prujinasining elastiklik kuchi  $\vec{F}_1$  bilan tenglash mumkin:

$$2F = -F_1.$$

Bundan

$$F = \frac{F_1}{2}.$$

Biroq  $F$  kuch ramkaning qo'zg'aluvchan tomonining barcha uzunligiga qo'yilgan. Shuning uchun uzunlik birligiga to'g'ri kelgan sirt taranglik kuchini quyidagicha ifodalash mumkin:



16-rasm.

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

$\sigma$  kattalik sirt taranglik koeffitsienti deb ataladi. **Sirt taranglik koeffitsienti suyuqlikning erkin sirtida u yoki bu konturning uzunlik birligiga shu sirtga urinma bo'ycha ta'sir qiluvchi kuch bilan o'lchanadi.** Xalqaro birliklar sistemasida bu kattalik nyuton taqsim metr ( $1 \frac{N}{m}$ ) da o'lchanadi.

Sirt taranglik temperaturaga va moddaning turiga bog'liq. Temperatura ko'tarilishi bilan suyuqlikning sirt tarangligi kamayib, kritik temperaturada nolga teng bo'ladi. Quyidagi jadvalda ba'zi moddalarning  $20^\circ\text{C}$  dagi sirt tarangligi keltirilgan:

Modda	Sirt tarangligi; $\sigma$ , $\cdot 10^{-3} \text{ N/M}$
Suv	73
Kerosin	24
Sovun eritmasi	40
Simob	470
Spirt	21



1. Nima uchun tomchi shar shaklida bo'ladi?
2. Suyuqliklarning sirt taranglik koeffitsienti temperaturaga qanday bog'langan?
3. Sovun pufagi bilan o'tkazilgan tajribaning mohiyatini tushuntiring.

## 12-§. SUVNING SIRT TARANGLIGINI ANIQLASH

(1-laboratoriya ishi)

Suyuqlikda sirt taranglikni aniqlash uchun tomizg'ichdan chiqib tomchi hosil bo'lishi va uning uzilishi jarayonidan foydalanish mumkin. Suyuqlik naycha bo'ylab oqishi natijasida uning uchida tomchi hosil bo'ladi (16-b rasmga qarang). Tomchi kichik bo'lganda u ajralmaydi: uni sirt taranglik kuchi tutib turadi (sirt qatlam o'ziga xos qopcha vazifasini bajaradi).

Tomchining og'irligi uning bo'yni atrofi bo'ylab ta'sir qiluvchi sirt taranglik kuchiga teng bo'lganda tomchi uziladi.

Tomchi bo'ynining diametrini taxminan naycha diametriga teng deb olish mumkin. Shuning uchun quyidagini yozish mumkin:

$$mg = \pi D \sigma$$

Bundan  $\sigma = mg / \pi D$  yoki

$$\sigma = \frac{P}{\pi D},$$

bu yerda  $\sigma$  — sirt taranglik koeffitsienti,  $P$  — bitta tomchi og'irligi,  $D$  — tomchi diametri. Bitta tomchining massasini

topish uchun  $N$  ta tomchi to'plash, ularning umumiy massasi  $M$  ni aniqlash va tomchilar soniga bo'lish kerak.

**Kerakli asboblari:** torozi toshlari bilan, o'lchov ponasi, shtangensirkul, naycha bilan birlashtirilgan voronka, jo'mrak va uchlik (pipetka), kolba, yupqa devorli kimyoviy stakan, shtativ.

**Ishni bajarish tartibi:**

1. O'lchov pona va shtangensirkul yordamida  $D$  uchlikning diametrini o'lchang.
2. Voronkani shtativga mahkamlang va uni suv bilan to'ldiring.
3. Stakanni torting.
4. Naychani uchiga kolbani qo'yib, jo'mrakni shunday holatga to'g'rilangki, bunda tomchi hosil bo'lib va tomchi juda sekin uzilib tushsin.
5. Kolbani stakan bilan juda tez almashtiring va 50—60 ta tomchini hisoblang.
6. Stakanni suvi bilan torting va bitta tomchining massasini aniqlang.
7. Sirt taranglik koeffitsientini hisoblang.

### 13-§. KAPILLYAR HODISALAR

#### Ho'llash va ho'llamaslik hodisalari.

Kundalik tajribalarda suv tomchisi stolning toza sirtida yoyilishi (17-a rasm), biroq yog'li stol sirtida yoyilmasligi, deyarli sharcha shaklini olishi (17-b rasm) kuzatiladi. Birinchi holda suv stol sirtini ho'llaydi, ikkinchi holda esa ho'llamaydi deyiladi. Ho'llash va ho'llamaslik hodisalari suyuqlik va qattiq jism orasida o'zaro ta'sir kuchining namoyon bo'lishiga yaqqol misol bo'la oladi.

Ho'llash holida suyuqlik molekularining bir-biri bilan o'zaro ta'sir kuchi, suyuqlik molekulasi bilan qattiq jism molekularining o'zaro ta'sir kuchidan kichik. Bu kuch ta'sirida (shuningdek og'irlik kuchi ta'siri ostida) suyuqlik qattiq jism sirti bo'ylab yoyiladi.

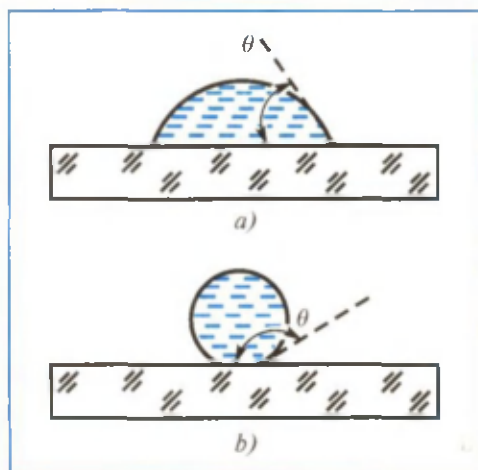
Ho'llamaslik holida aksincha: suyuqlik molekularining bir-biriga tortishish kuchi suyuqlik molekulasi bilan qattiq jism molekularining o'zaro ta'sir kuchidan katta, natijada suyuqlik shar shakliga yaqin shaklni oladi. Suyuqliklar tomchilarining yassilanishi (yasmaqsimon bo'lishi) — og'irlik kuchi ta'siri suyuqlik molekularining qattiq jism molekulari bilan o'zaro ta'sirlashishi natijasidir. Ho'llanuvchi sirt va suyuqlik sirtiga o'tkazilgan urinma orasidagi  $\theta$  burchak ho'llanish o'lchovi bo'lib hisoblanadi. Bu burchakni **ho'llanish burchagi** yoki **chegaraviy burchak** deb ataladi. Agar  $\theta < 90^\circ$  bo'lsa, suyuqlik qattiq jismni ho'llaydi,  $\theta > 90^\circ$  bo'lsa, ho'llamaydi (17-rasm).

Ho'llash yoki ho'llamaslik nisbiy tushunchalardir. Suyuqlik biror qattiq jismni ho'llasa, boshqasini ho'llamasligi

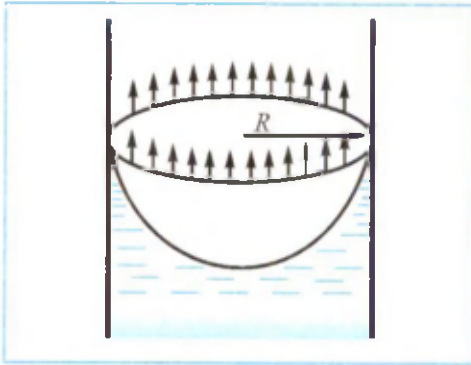
mumkin. Masalan: suv oynani ho'llaydi, parafinni ho'llamaydi. Simob oynani ho'llamaydi, lekin toza metallar yuzini ho'llaydi.

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

Agar suyuqlikni shu suyuqlik bilan ho'llanadigan materialdan yasalgan idishga quyilsa, u holda suyuqlik sirti idish devorida egrilanadi. Suyuqlikning bir qismi idish devori bo'ylab ko'tariladi



17-rasm.



18-rasm.

(18-rasm). Bu suyuqlik molekulalarining idish devorlari bilan o‘zaro ta’sir kuchi suyuqlik molekulalarining bir-birlari bilan o‘zaro ta’sirlashishidan katta bo‘ladi.

**Kapilyar hodisalar.** *Suyuqlikka tushirilgan ingichka naychalarda suyuqlik sathining umumiy sathga nisbatan o‘zgarishiga kapilyarlik deyiladi.* Bizning hayotimizda suyuqliklarning ingichka naycha bo‘ylab ko‘tarilishi katta ahamiyatga ega. Bunday naychalarni *kapilyar naychalar* yoki *kapilyarlar* (lotincha “kapillya” — soch tolasi degan ma’noni bildiradi) deb ataladi.

Kapilyarlarda suyuqliklar sirti yarim sfera shakliga yaqin shaklga ega bo‘ladi (18-rasm). Kapilyarning ichki aylanasining uzunligi  $l=2\pi R$  ga teng bo‘lib, sirt taranglik kuchi quyidagiga teng bo‘ladi:

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

Suyuqliklarning kapilyarlar bo‘ylab ko‘tarilishi (yoki tushishi) suyuqliklar-

ning  $F_s$  sirt taranglik kuchi kapilyardagi suyuqlik ustunining og‘irlik kuchiga teng bo‘lganda  $P=mg$  to‘xtaydi. Bunda  $P=mg = \rho Vg = \rho gSh = \rho g\pi R^2h$  bo‘lganligidan  $F=P$  ni tenglab, ko‘tarilish balandligi  $h$  ni topamiz.

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

Shunday qilib, kapilyarda suyuqlikning ko‘tarilish (yoki tushish) balandligi kapilyar radiusiga teskari proporsional ekan.

Kapilyar hodisalar tabiatda va texnikada katta rol o‘ynaydi. Oziqlantiruvchi eritma o‘simlik hujayralarining devorlaridan hosil bo‘lgan ingichka kapilyar naychalar bo‘yicha ko‘tariladi. Tuproq kapilyarlari bo‘ylab suv chuqurlikdagi qatlamlardan yuqori qatlamlarga ko‘tariladi. Tuproq kapilyarlarining diametrlarini zichlash yo‘li bilan kichraytirib, tuproq sirtiga, ya’ni bug‘lanish sohasiga oqayotgan suvni kuchaytirish mumkin; bu bilan tuproqning qurishi tezlashadi. Aksincha, tuproq sirtini yumshatib va shu yo‘l bilan tuproq kapilyarlarini buzib, suvni bug‘lanish sohasiga qarab oqishini kamaytirish va tuproqning qurishini sekinlatish mumkin. Tuproqdagi suv rejimini tartibga solib turishning agrotexnik tadbirlari — zichlash va boronalash shunga asoslangandir. Bino devorlariga kapilyar kanallari bo‘ylab sizot suv ko‘tariladi (gidroizolyatsiya bo‘lmaganda); pilik kapilyari bo‘ylab moylovchi modda (pilik moyi) ko‘tariladi; bosma qog‘oz va shu kabilardan foydalanish ham kapilyarlik hodisasiga asoslangan.



1. Suyuqlik sirtining idish devori yaqinida egrilanishiga sabab nima?
2. Diametri 0,2 mm bo'lgan shisha naychada suvning ko'tarilish balandligini hisoblang.
3. Kapillyar yordamida suyuqlikning sirt tarangligi qanday aniqlanadi?
4. Nima sababdan Yerda balandligi 50 yoki 100 m bo'lgan daraxtlar o'smaydi?

### III BOBNING MUHIM XULOSALARI

Bug'lanish va kondensatsiya	Suyuqlikning erkin (idish devoriga tegib turmaydigan) sirtidan har qanday temperaturada bug' hosil bo'lishiga bug'lanish deyiladi. Bug'ning suyuqlikka aylanish hodisasi kondensatsiya deb yuritiladi.
Solishtirma bug'lanish issiqligi	1 kg suyuqlikni normal atmosfera bosimda va qaynash temperaturasida to'la bug'ga aylantirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdoriga solishtirma bug'lanish issiqligi deyiladi. $r = \frac{Q}{m}, \text{ o'lchov birligi } \frac{J}{kg}$
To'yingan va to'yinmagan bug'	Suyuqlikdan uchib chiqayotgan molekulalar soni unga qaytayotgan molekulalar sonidan ko'p bo'lgan bug'ni to'yinmagan bug' deyiladi. O'zining suyuqligi bilan dinamik muvozanatda bo'lgan bug' to'yingan bug' deyiladi.
Havoning namligi	1 m <sup>3</sup> havodagi suv bug'larining grammlarda ifodalangan qiymatiga absolyut namlik deyiladi. Havoning nisbiy namligi deb, havodagi suv bug'i bosimining shu temperaturadagi to'yingan bug' bosimiga nisbatining foiz hisobida ifodalangan qiymatiga aytiladi: $\varphi = \frac{p}{p_s} \cdot 100\%$
Sirt taranglik kuchi	Suyuqlik sirti qisqarish xossasini bu sirtni qisqartirishga intiluvchi kuch mavjudligi bilan tushuntirish mumkin. Bu kuch sirt taranglik kuchi deb ataladi va $F = \sigma l$ bilan ifodalanadi. Bu yerda $\sigma$ — sirt taranglik koeffitsienti; $l$ — kontur uzunligi; $F$ — sirt taranglik kuchi.
Ho'llash hodisasi	Ho'llash holida suyuqlik molekulalarining bir-biridan o'zaro ta'sir kuchi suyuqlik molekulasini bilan qattiq jism molekulalarining o'zaro ta'sir kuchidan kichik.



### 3 - mashq

1.  $20^{\circ}\text{C}$  temperaturada hajmi  $100\text{ m}^3$  bo'lgan xonada havoning nisbiy namligi  $30\%$  ga teng. Bu xonada aynan shu temperaturada namlikni 2 marta orttirish uchun qancha suv bug'lantirish kerak?  $20^{\circ}\text{C}$  da to'yingan bug' bosimi  $2333\text{ Pa}$  ga teng. (*Javob:*  $\approx 0,52\text{ kg}$ .)

2. Kunduzi havoning temperaturasi  $25^{\circ}\text{C}$ , nisbiy namligi  $68\%$  edi. Kechasi temperatura  $11^{\circ}\text{C}$  gacha tushdi. Shudring tushadimi? Agar, tushgan bo'lsa, u holda havoning har bir kub metridan qancha suv ajralgan? (*Javob:*  $\approx 5,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .)

3. Massasi  $9\text{ g}$  bo'lgan suv bug'ini  $30^{\circ}\text{C}$  temperaturada izotermik ravishda qisiladi. Bug' qanday hajmda kondensatsiyalana boshlaydi?  $30^{\circ}\text{C}$  da to'yingan suv bug'ining bosimi  $4240\text{ Pa}$  ga teng. (*Javob:*  $\approx 0,3\text{ m}^3$ .)

4. Kechasi hiyobonga shudring tushdi. Biroq shudring skameyka ostida yo'q edi. Buni qanday tushuntirasiz?

5. Suv shishadan yasalgan kapillyar naychada  $40\text{ sm}$  balandlikka ko'tarildi. Bu naychaning ichki diametrini aniqlang. (*Javob:*  $\approx 7,4 \cdot 10^{-5}\text{ m}$ .)

6. Aynan bir xil materialdan yasalgan ikkita yassi plastina vertikal holatda ho'llovchi suyuqlikka bir-biriga yaqin qilib tushirilgan. Nima uchun bu plastinalar bir-biriga tortilishini tushuntiring.

7. Suyuqliklarda sirt hodisalarini o'rganib, suyuqliklar sirtining energiyaga ega ekanligini bilib oldingiz. Bu energiya sirt energiyasi deb ataladi va  $U_s$  harfi bilan belgilanadi. Bu energiyani hisoblash formula-sini toping.

8\*. Vaznsizlik holatida nima uchun shisha silindrdagi suv uning devorlari bo'ylab yoyiladi, havo esa uning o'rta qismida to'planadi?

9. Radiusi  $2\text{ mm}$  bo'lgan simob tomchisini teng ikkiga bo'lish uchun qanday ish bajarish kerak? Simobning sirt taranglik kuchi  $\sigma = 0,46\text{ J/m}^2$ . (*Javob:*  $\approx 6 \cdot 10^{-6}\text{ J}$ .)

10\*. Suv diametri  $0,1\text{ mm}$  bo'lgan kapillyarda qanday balandlikka ko'tarilishi mumkin? (*Javob:*  $\approx 0,3\text{ m}$ .)

11. Kerosin diametri  $1,8\text{ mm}$  bo'lgan naydan oqib tushmoqda.  $20^{\circ}\text{C}$  haroratli  $1\text{ sm}^3$  kerosindan nechta tomchi hosil bo'ladi. (*Javob:*  $\approx 58$ .)

12. Suv tomchisi diametri  $1\text{ mm}$  bo'lgan vertikal joylashgan shisha naychadan oqmoqda. Agar suvning harorati  $20^{\circ}\text{C}$  bo'lsa, tomchining massasini toping. (*Javob:*  $\approx 22,9 \cdot 10^{-6}\text{ kg}$ .)



IV  
BOB

## QATTIQ JISMLARNING XOSSALARI

Ko'pgina suyuqliklar qattiq holatga o'tishi kundalik kuzatishlardan ma'lum. Bunga misol qilib eng ko'p kuzatiladigan hodisa — suvning muzga aylanishini keltirish mumkin. Gaz holatidagi karbonat kislotasi tez kengaytirilganda “quruq” muzga aylanadi. Maxsus tajriba-

lar yordamida barcha moddalarni qattiq holatga o'tkazish mumkin.

Qattiq jismlarning suyuqliklar va gazlardan farqli tashqi xarakterli belgisi shundaki, ular o'z shakliga ega. Shubhasiz, bu xossa qattiq jismlarning molekulyar tuzilishi bilan bog'liqdir.

## 14-§. QATTIQ JISMLARNING MOLEKULAR TUZILISHI

**Amorf va kristall jismlar.** Qattiq jismlarning molekulyar tuzilishini o'rganish uchun quyidagi tajribani ko'raylik.

Qattiq jismlarni ikki turga ajratish mumkin. Ulardan birini *kristall*, ikkinchisini *amorf jismlar* deb ataladi.

Kristallar doimiy shaklga ega, amorf jismlar esa doimiy shaklga ega emas. Bu yerdan ularining nomlanishi kelib chiqadi: “amorf” grekcha so'z bo'lib, “shaklsiz” degan ma'noni bildiradi. Kristall jismlar bitta kristaldan (monokristall) va juda ko'p “o'sgan” kristallar (polikristallar)dan iborat bo'lishi mumkin.

Qator hollarda aynan bir moddaning o'zi sharoitga bog'liq ravishda ham kristall, ham amorf holatda bo'lishi mumkin. Siz kimyo kursidan oltingugurt kristall shaklda (sariq rangda) va amorf (plastik oltingugurt — to'q qo'ng'ir rangda) bo'lishini bilasiz.

Kvars — kristall. Biroq, agar kvars qumi eritilib, so'ngra eritma tez sovitilsa, amorf kvars shisha hosil bo'ladi.

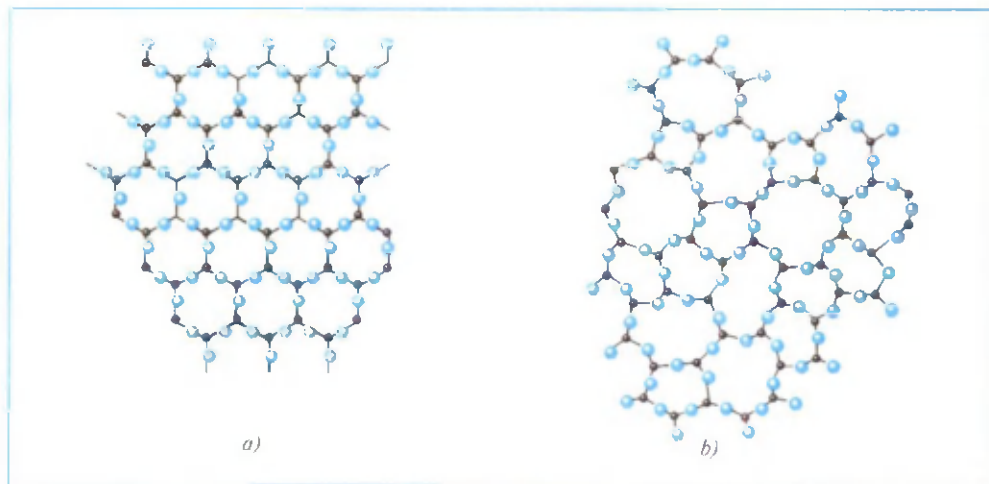
Metallurgiyada olinadigan temir kristall tuzilishiga ega. Biroq, eritmani tez sovitish usuli bilan amorf temir (temir oyna) olinadi.

Moddaning kristall holatini amorf holatidan farqlovchi asosiy belgisi erish temperaturasidir.

Kristall jismlar aniq bir temperaturada eriydi. Amorf jismlarning aniq erish temperaturasi yo'q. Ular temperatura ortgan sari yumshab borib so'ngra oqa boshlaydi.

**Kristall jismlarda molekularlarning joylashishi.** Amorf jism o'z-o'zidan kristall holatga o'tishi mumkin. Masalan, plastik oltingugurt o'z-o'zidan kristall holatga aylanadi. Vaqt o'tishi bilan juda eski qal'alar oynasi va eskirib ketgan billur idishlar o'zining yaltiroqlik xususiyatini yo'qotadi. Ularning yaltiroqligining yo'qolish sababi, ularda mayda kristall hosil bo'lishi bilan tushuntiriladi.

Qattiq jismlarning rentgen suratlarini o'rganish shuni ko'rsatadiki, amorf



19-rasm.

jismlarning molekulyalari bir-biriga yaqin joylashgan, kristall jismlarda molekulyalar uzoq joylashgan ekan. 19-rasmda kvarts (a) va kvarts oyna (b) molekulyalarining joylashishi yassi sxemasi keltirilgan. Bu ikkala modda kremniy oksididan iborat. Biroq kvarts — kristall jism, kvarts oyna — amorf jism.

Molekulyar tuzilishi jihatidan amorf jismlarni qattiq jismlar — kristallar qatoriga emas, balki juda katta qovushoqlikka ega bo'lgan suyuqliklar qatoriga kiritish mumkin.

Haqiqatan, amorf jismlarda oquvchanlik yaqqol ko'rinib turadi. Agar voronkaga mum bo'laklari solinsa (20-rasm), biror yuqori temperaturada vaqt o'tishi bilan (temperaturaga bog'liq ravishda bu vaqt turlicha bo'ladi) mum bo'laklari asta-sekin "eriy boshlaydi", mum voronka shaklini egallaydi va undan sterjen ko'rinishida oqib tusha boshlaydi. Hatto shishaning ham oquvchanlik xususiyatiga ega ekanligi payqalgan. Juda eski binolarning deraza oynalarining

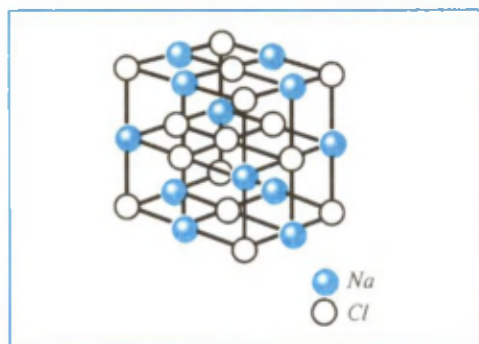
qalinligini o'lchash bilan bu xulosaga ishonch hosil qilish mumkin. Asrlar mobaynida oyna yuqoridan pastki tomon oqib tushadi. Bu hol oynaning pastki qismi yuqori qismidan qalinroq bo'lib qolganligidan bilinadi.

**Kristall panjara.** Odatda kristall denganda katta bo'laklari uchun ham, mayda bo'laklari uchun ham bir xil bo'lgan geometrik muntazam shakldagi mineralar tushuniladi.

Agar kub shaklidagi osh tuzi kristallchasini mayda bo'lakchalarga bo'linsa,



20-rasm.



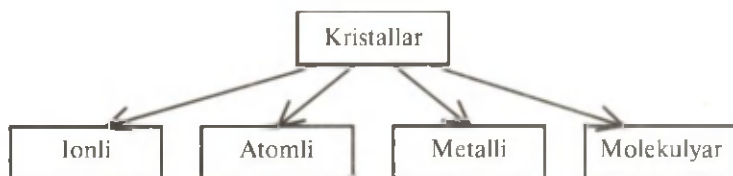
21-rasm.

u holda bo'lakchalarni mikroskop ostida o'rganib, biz ularning o'lchamlariga bog'liq bo'lmagan holda kub (yoki bir nechta yopishib qolgan kublar) shakliga ega ekanligini sezamiz. Agar kristallarning bo'linish jarayonini fikran davom ettirishni tasavvur qilsak, u holda biz

atom (molekula yoki ion) larning juda kam sonlaridan iborat bo'lgan kristallarning elementar yacheykalariga kelamiz.

Kristallarni o'rganishning zamona-viy usullari kristallarning elementar yacheykalari ichida zarralar (atomlar, molekulalar, ionlar)ni qanday joylashganligini bilishga imkon beradi. 21-rasmda osh tuzi kristalining ichida natriy va xlor ionlarining joylashish sxemasi keltirilgan. Davriy ravishda joylashgan atomlar to'plami **kristall panjara** deb ataladi. Kristall panjarada joylashgan zarralar (atomlar, ionlar, molekulalar)ning o'rni kristall panjaraning **tugunlari** deyiladi.

Kristall panjara tugunlarida turgan zarralar turiga bog'liq holda kristallar to'rtga bo'linadi.



Ayni bir xil atomlar har xil kristall panjarani tashkil qilishi mumkin. Masalan, siz ishlatadigan qalam asosi grafit bo'lib, qattiq yuzaga surkalganda yumshoqligidan uvalanib, unga yopishib iz qoldiradi. Olmos esa juda qattiq bo'lib, shishalarni qirqadi. Grafit ham, olmos ham uglerod atomlaridan tashkil topgan. Kristall panjarasining shakli turlicha bo'lganligidan fizik xossasi har xil.

**Beruniy — mineralshunos olim.** Beruniyning “Kitob al-javohir fi ma'rifat al-javohir” (“Qimmatbaho toshlarni bilib

olish bo'yicha ma'lumotlar to'plami”) kitobi mineralogiyaning rivojlanishiga ta'sir ko'rsatdi. Bu asar 1048-yilda nashrdan chiqqan bo'lib, ikki qismdan iborat: birinchi qismi 36 bobga bo'lingan va u qimmatbaho toshlarga bag'ishlangan; ikkinchi qismi 12 bobga bo'lingan bo'lib, metallarga bag'ishlangandir. Bu kitobda Beruniy 300 dan ortiq mineralning xususiyatlari, qo'llanilishi, hosil bo'lishi, rangi, qattiqligi, so'lishtirma og'irligi va boshqa fizik xossalarni keltirgan.

Respublika mineralog mutaxassislari tomonidan O'zbekiston xududida dunyoda noma'lum bo'lgan yangi minerallar — aviseniyat, berunit, uklonskit, shorsuit, hamrabasvit, mintinit, vavellit, serulohtit,

suvli alyuminiy fosfatlari, tulgstit va boshqa minerallar topildi.

“O'zbekiston minerallari” kitobida 1000 ga yaqin minerallarning batafsil bayoni berilgan.



1. Amorf va kristall jismlarning molekulyar tuzilishini tasvirlab bering.
2. Kristall jismlarni molekulyar tuzilishi qanday bo'ladi?
3. Kristall panjara deb nimaga aytiladi?
4. Nima uchun qattiq jism molekulari ma'lum tartibda joylashadi? Bunday joylashish qanday xarakterga ega?
5. Beruniy mineralogiya fanini rivojlanishiga qanday hissa qo'shgan?

## 15-§. QATTIQ JISMLARNING MEXANIK XOSSALARI

**Tashqi kuch ta'sirida jism shaklining o'zgarishiga deformatsiya deyiladi.** Deformatsiya ikki xil bo'ladi: **elastik** va **plastik**. Tashqi kuch olinganidan so'ng jism oldingi shakliga qaytsa — elastik, qaytmasa plastik deformatsiya bo'ladi. Bir oz cho'zilgan rezina, prujinadagi deformatsiya elastik, chaynalgan saqich plastik deformatsiyaga misol bo'la oladi.

**Tajriba.** Uzunligi va ko'ndalang kesim yuzi  $S$  bo'lgan qattiq rezina sterjen olamiz. Sterjenning yuqori uchini qo'zg'almas qilib mahkamlab qo'yib, pastki uchiga esa kuch qo'yilsa, sterjen cho'ziladi.

Kuch sterjen shaklini o'zgartirgani uchun uni odatda **deformatsiyalovchi kuch** deyiladi (22-a rasm). Sterjen biror  $\Delta l$  kattalikka uzayadi, uni **absolyut uzayish** yoki **absolyut deformatsiya** deyiladi (22-b rasm).

Tajriba ko'rsatadiki, **sterjenning absolyut uzayishi deformatsiyalovchi kuchga to'g'ri proporsional, sterjenning**

**ko'ndalang kesim yuziga teskari proporsional.**

**Yuza birligiga qo'yilgan kuch mexanik kuchlanish deb ataladi:**

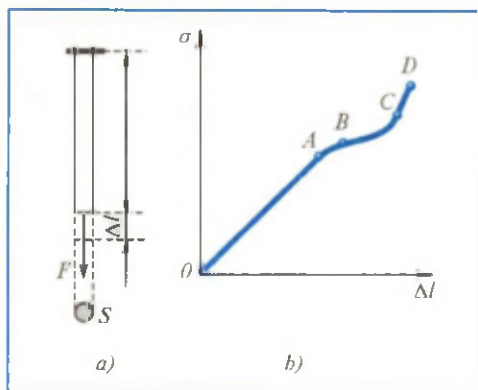
$$\sigma_x = \frac{F}{S}$$

Xalqaro birliklar sistemasida bu kattalik  $1 \frac{N}{m^2}$  da o'lchanadi.

Tajriba ko'rsatadiki, o'zgarmas kuch ta'sirida sterjenning absolyut uzayishi  $\Delta l$ , sterjenning dastlabki uzunligi  $l_0$  ga bog'liq. Shu sababli nisbiy uzayish tushunchasi kiritiladi:

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

Deformatsiyalovchi kuchni oshira borib va sterjenning absolyut uzayishini o'lchab, sterjenning nisbiy uzayishi



22-rasm.

kuchlanishga to'g'ri proporsional ekanini payqash mumkin.

Nisbiy uzayish va kuchlanish orasidagi bog'lanishni birinchi bo'lib aniqlagan ingliz fizigi sharafiga bu qonun **Guk**

**qonuni** deyiladi:

$$\sigma_m = |\epsilon| \cdot E.$$

Bunda  $E = \frac{F \cdot \Delta l}{s \cdot l_0}$  — **Yung moduli** deb yuritiladi.

Guk qonuniga bo'ysunadigan deformatsiya **elastik** deformatsiya deyiladi. Bu deformatsiyaning xarakterli belgilari shundaki, sterjen yuk olingandan keyin biror vaqt o'tgach, yana o'zining dastlabki shaklini (o'lchamlarini ham) tiklaydi.

Guk qonunini quyidagicha ta'riflash mumkin: **kuchlanish elastiklik chegarasidan oshib ketmagunga qadar nisbiy deformatsiya mexanik kuchlanishga proporsional bo'ladi.**



1. Guk qonunini ta'riflang.
2. Qanday deformatsiyalar elastik deformatsiyalar deyiladi?
3. Elastiklik chegarasi deb nimaga aytiladi?

## 16-§. ERISH VA QOTISH

**Erish va qotish. Moddalarning qattiq holatdan suyuq holatga o'tishiga erish, suyuq holatdan qattiq holatga o'tishiga qotish deyiladi.**

Qattiq moddalar eriganda ularning kristall panjarasida joylashgan mayda zarrachalar oralig'idagi masofa ortadi va panjaraning yemirilishi sodir bo'ladi. Erish vaqtida zarrachalar oralig'ining ortishi zarrachalarning potensial energiyasi oshishini bildiradi. Bu esa erish jarayoni o'z-o'zidan sodir bo'lmashligini ko'rsatadi. Erish jarayoni sodir bo'lishi

uchun unga tashqi tomondan issiqlik berish kerak.

Qotish vaqtida kristall panjara tugunlaridagi mayda zarrachalar orasidagi masofa qisqaradi. Zarrachalarning potensial energiyasi kamayadi. Potensial energiya tashqi muhitga beriladi, ya'ni energiya sarfi yuz beradi. Demak, moddalar qotishi vaqtida o'zidan atrofga issiqlik chiqaradi.

**Erish temperaturasi.** Kristall jismlar tashqi bosim o'zgarmaganda tayinli bir temperaturada eriydi. **Mazkur kristall**



**erigan temperatura shu kristallning erish temperaturasi deyiladi.** Kristall jism hatamom erib tugamaguncha temperatura o'zgarmaydi. Tabiatda uchraydigan

moddalar har xil temperaturada eriydi va qotadi. Quyidagi jadvalda ba'zi moddalarning normal atmosfera bosimida erish temperaturasi ko'rsatilgan.

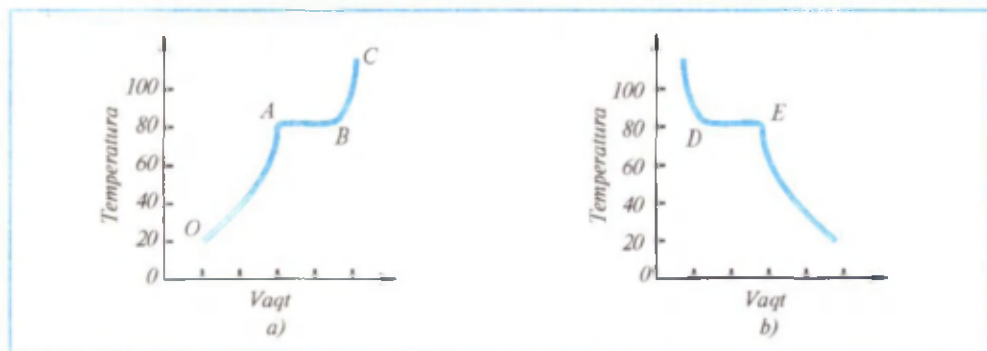
Modda	Erish temperaturasi: °C da	Modda	Erish temperaturasi: °C da
Ko'mir	3800	Rux	459
Volfram	3370	Qo'rg'oshin	327
Platina	1774	Qalayi	212
Toza temir	1530	Suv	0
Oq cho'yan	1200	Simob	-9
Mis	1083	Kislorod	-219
Oltin	1063	Vodorod	-257
Alyuminiy	658	Geliy	-272

Erish va qotish jarayonini tajribada naftalin misolida ko'rib chiqaylik. Naftalinning erishi boshlanguncha temperatura ortib boradi (23-a rasmdagi grafikka e'tibor bering).

Grafikdagi *OA* egri chiziq temperatura ortishiga to'g'ri keladi. Erish boshlangan temperaturada, tashqi tomondan issiqlik berilsa ham naftalin temperaturasi ortmaydi (*AB* to'g'ri chiziq shunga to'g'ri keladi). Naftalin butunlay erib bo'lgandan so'ng yana temperatura ortishi kuzatiladi (*BC* qism). Naftalinning qotishida

ham shu holatning teskarisini kuzatish mumkin (23-b rasm). Demak, kristall moddalar qaysi temperaturada erisa, shu temperaturada qotadi. Erish va qotish vaqtida kristall moddalarning temperaturasi ko'tarilmaydi ham, tushmaydi ham, bir xilda saqlanadi.

**Solishtirma erish issiqligi.** Erish vaqtida moddaning olgan issiqligi kristall moddaning fazoviy panjarasini yemirish uchun sarf bo'ladi. Buning natijasida erish jarayonida moddaning issiqligi ortadi.



23-rasm.



**Moddaning erish temperaturasida qattiq holatdan suyuq holatga o'tish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori moddaning erish issiqligi deyiladi.**

Har doim erish vaqtida moddaning olgan issiqligi qotish vaqtida chiqargan issiqlik miqdoriga teng bo'ladi. Har xil moddalarning erish issiqligi shu modda massa birligini (1 kg, 1 g va h.k.) eritish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori bilan xarakterlanadi.

**Erish temperaturasidagi kristall modda massasi birligini qattiq holatdan suyuq**

**holatga o'tkazish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdorini solishtirma erish issiqligi deyiladi:**

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

Bu yerda  $\lambda$  — solishtirma erish issiqligi,  $Q$  — issiqlik miqdori,  $m$  — moddaning massasi. **Solishtirma erish issiqligining o'lchov birligi  $\frac{J}{kg}$ .**

Ba'zi moddalarning solishtirma erish issiqligi quyidagi jadvalda ko'rsatilgan.

Modda	Solishtirma erish issiqligi; kJ/kg	Modda	Solishtirma erish issiqligi; kJ/kg
Alyuminiy	390	Vodorod	59
Muz	340	Qo'rg'oshin	59
Temir	270	Qalayi	25
Mis	210	Kislorod	14
Spirt	110	Simob	12
Kumush	87	Oltin	67
Po'lat	84		

Normal atmosfera bosimida va erish temperaturasida kristall moddalarning erib, suyuq holatga o'tishi uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori.

$$Q = \lambda m$$

bilan aniqlanadi.

Moddalar suyuq holatdan kristall holatga o'tishida ham erishda olgan issiqligiga teng issiqlik chiqaradi. Masalan,

qotish temperaturasida 1 kg suv muzga aylanganda  $3,4 \cdot 10^5$  J issiqlik chiqaradi. Moddalarning kristallanish temperaturasida kristall holatga o'tishida chiqargan issiqlik miqdorini;

$$Q = -\lambda m$$

bilan aniqlanadi. Bu yerda, “-” ishora jismning ichki energiyasi kamayishini bildiradi.



1. Erish nuqtasi deb nimaga aytiladi? Erish nuqtasi qanday moddalarga xos parametr?
2. Solishtirma erish issiqligi deb nimaga aytiladi va u qanday birliklarda o'lchanadi?
3. Solishtirma erish issiqligini qanday o'lchash mumkin?


## 4 - m a s h q

1. Havoda qo'zg'almas (muallaq) turgan aerostatdan temir sim tushirildi. Simning uchi Yer sirtidan 10 m balandlikda bo'lganda sim og'irlik kuchi ta'siri ostida uzilib ketdi. Aerostat qanday balandlikda bo'lgan? Temirning mustahkamlik chegarasi  $2 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$ , zichligi  $7800 \text{ kg/m}^3$ . (Javob:  $\approx 2626 \text{ m}$ .)

2. Ko'ndalang kesim yuzi o'zgarmas bo'lgan g'ishtdan qurilayotgan devorni qancha balandlikkacha ko'tarish mumkin? G'ishtning zichligi  $1800 \text{ kg/m}^3$ , mustahkamlik chegarasi  $5 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ . (Javob:  $\approx 280 \text{ m}$ .)

3. Uzunligi 2 m, ko'ndalang kesim yuzi  $2 \text{ mm}^2$  bo'lgan temir simga balandligi 20 sm va ko'ndalang kesim yuzi  $4 \text{ sm}^2$  bo'lgan temir silindr osildi. Simning deformatsiyasi elastik bo'ladimi? Agar deformatsiya elastik bo'lsa, simning absolyut uzayishini aniqlang.

## IV BOBNING MUHIM XULOSALARI

Qattiq jismlarning molekulyar tuzilishi	<div style="text-align: center;">  <pre> graph TD     A[Qattiq jismlar] --&gt; B[Kristall]     A --&gt; C[Amorf]           </pre> </div> <p>Modda amorf holatidan vaqt o'tishi bilan o'z-o'zidan kristall holatiga o'tadi, chunki moddaning kristall holati amorf holatiga qaraganda energetik turg'unroqdir.</p>
Qattiq jismlarning mexanik xossalari	$\sigma_M = \frac{F}{S}$ mexanik kuchlanish deb elastiklik kuchi moduli $F$ ning jismning ko'ndalang kesimi yuzi $S$ ga nisbatiga teng miqdorga aytiladi.
Erish va qotish	Moddaning qattiq holatdan suyuq holatga o'tishi erish, suyuq holatdan qattiq holatga o'tishiga qotish deyiladi.
Solishtirma erish issiqligi	Erish temperaturasidagi modda birlik massasini qattiq holatdan suyuq holatga o'tkazish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdorini solishtirma erish issiqligi deyiladi: $\lambda = \frac{Q}{m}$ ; o'lchov birligi $\frac{J}{kg}$



## TERMODINAMIKA HAQIDA TUSHUNCHA

Termodinamika<sup>1</sup> XIX asrning birinchi yarmida fan sifatida shakllandi. Uning yuzaga kelishi va rivojlanishi issiqlik dvigatellarining yaratilishi bilan bog'liq. Dastlab termodinamika yonilg'i energiyasini mexanik energiyaga aylantirish bilan bog'liq bo'lgan muammolarni qamrab oldi. Termodinamikaning asoschilaridan biri fransuz olimi S. Karno edi. U 1824-yilda o'zining "Olovning harakatlantiruvchi kuchi va bu kuchni

ishlata oladigan mashinalar haqida mulohazalar" nomli asarida termodinamikaga asos soldi. Hozirgi kunda termodinamika metodlari nafaqat fizikada, balki kimyo, biologiya va boshqa tabiiy fanlarda qo'llanilayotgan mustaqil fanlar qatoriga kiradi.

Termodinamikada barcha hodisalar energiya o'zgarishlari nuqtai nazaridan qarab chiqiladi.

### 17-§. ICHKI ENERGIYA

**Ichki energiya.** Ichki energiya tushunchasi dastlab VI sinf fizika kursida kiritilgan edi. Unda molekularlarning harakati va o'zaro ta'sirini ichki energiya xarakterlaydi, deb qayd qilingan edi. Biz endi bilamizki, harakatdagi har qanday jismning kinetik energiyasi bo'lganidek, molekularlarning ham kinetik energiyasi bo'ladi. Jismning molekularlari o'zaro ta'sir kuchlari bilan bog'langandir. Gazlarda molekularlar kuchsizroq, suyuqliklarda va qattiq jismlarda juda kuchli bog'langandir. Shuning uchun molekularlarning bir-biriga nisbatan joylashuviga bog'liq bo'lgan potensial energiyasi ham bo'ladi.

**Jismni tashkil qilgan molekularlar xaotik harakatining kinetik energiyasi**

**bilan ularning o'zaro ta'sir potensial energiyalarining yig'indisi jismning ichki energiyasini tashkil qiladi.**

Jismning ichki energiyasi o'zgarib turishi mumkin. Masalan, temperatura ko'tarilganda jismning ichki energiyasi ortadi; chunki shu jism molekularlarining o'rtacha kinetik energiyasi ortadi. Temperatura pasayganda esa jismning ichki energiyasi kamayadi.

Jismning holati o'zgariganda uning ichki energiyasi ham o'zgaradi. Agar harakat qilayotgan jism ishqalanish kuchini yengib ish bajarsa, uning mexanik energiyasi kamayadi, shu bilan birga jismning holati ham o'zgaradi. Ishqalaniganda jismlar isiydi, hatto bir agregat

<sup>1</sup> "Termodinamika" so'zi ikkita grekcha: "termo" va "dynamis" so'zlaridan kelib chiqqan. Birinchi so'zi "issiq"ni bildiradi, ikkinchisi esa avvallari ikki xil ma'noni: "kuch" va "ish"ni bildirar edi. Termodinamika — issiqlik va ish to'g'risidagi ta'limotdir.

holatdan ikkinchisiga o'tishi ham mumkin. (Masalan, bir-biriga ishqalangan muz parchalari erib, suvga aylanadi.) Demak, ish bajarish jarayonida jismning ichki energiyasi o'zgaradi.

Jismning ichki energiyasini boshqa yo'llar bilan ham o'zgartirish mumkin. Uydagi havo boshqa buyumlar hisobidan isiydi, demak, ular molekularining kinetik energiyasi ko'paygani uchun ichki energiyasi ortadi. Ammo bunda ish bajarilmaydi. Demak, ichki energiyaning o'zgarishi faqat ish bajarilishidagina emas, balki turli issiqlik jarayonlarida ham ro'y berishi mumkin ekan.

Jism ichki energiyasining hech qanday ish bajarilmasdan o'zgarish jarayoni **issiqlik uzatish** deb ataladi.

Issiqlik uzatish jismlar bevosita bir-biriga tekkanda, bir-biridan ma'lum bir uzoqlikda bo'lganda (buyumlarning pechka, radiator, Quyoshdan isishida) ham ro'y beradi.

**Ideal gazning ichki energiyasi.** Ideal gaz molekulari o'zaro ta'sirlashmaydi. Shuning uchun ular potensial energiyaga ega bo'lmaydi. Demak, **ideal gazning ichki energiyasi molekularlar xaotik harakatining kinetik energiyalari yig'indisi teng:**

$$U = E_1 + E_2 + \dots + E_n = N \bar{E}.$$

Bunda  $N$  — gaz molekularining soni,  $\bar{E}$  — ularning o'rtacha kinetik energiyasi.

Molekulyar-kinetik nazariyaga ko'ra  $\bar{E} = \frac{3}{2} kT$  ekanligi hisobga olinsa,

$$U = \frac{3}{2} NkT$$

bo'ladi.

Demak, ideal gazning ichki energiyasi faqat temperatura va molekular soniga bog'liq bo'lar ekan.

**Real gazning ichki energiyasi.** Real gaz molekulari bir-biri bilan o'zaro ta'sirlashadi va shuning uchun potensial energiyaga ham ega. Demak, **real gazning ichki energiyasi molekularning potensial va kinetik energiyalari yig'indisiga teng:**

$$U = E_p + E_k.$$

**Issiqlik uzatishda ichki energiyaning o'zgarishi.** Sistemaning temperaturasini o'zgartirish bilan ichki energiyani o'zgartirish mumkin. Bu hollarda issiqlik almashish jarayonida ish bajarilmaydi, lekin uzatilgan  $Q$  issiqlik miqdori jismning ichki energiyasi o'zgarishiga teng:

$$Q = \Delta U.$$

Issiqlik miqdori ham ish va energiya kabi xalqaro birliklar sistemasida **joullarda** o'lchanadi.

Massasi  $m$  bo'lgan jismni (moddani)  $t_1$  temperaturadan  $t_2$  temperaturagacha isitish uchun kerak bo'ladigan  $Q$  issiqlik miqdori quyidagicha hisoblanadi:

$$Q = cm(t_2 - t_1).$$

Bu yerda  $c$  — modda tarkibiga bog'liq bo'lgan koeffitsient bo'lib, **solishtirma issiqlik sig'imi** deb ataladi.  $t_1$  — jismning boshlang'ich temperaturasi,  $t_2$  — jismning oxirgi temperaturasi,  $m$  — jism massasi.

**Solishtirma issiqlik sig'imi** — **1 kg moddaning temperaturasini 1°C ga o'z-**

gartirishda unga beriladigan yoki undan olinadigan issiqlik miqdoridir.

$$c = \frac{Q}{m \cdot t}$$

Oltin	130	Grafit	750
Simob	140	Shisha	840
Qo'rg'oshin	140	G'isht	880
Qalayi	230	Alyuminiy	920
Kumush	250	Muz	2100
Mis	400	Kerosin	2100
Rux	400	Efir	2350
Jez (latun)	400	Dub yog'ochi	2400
Temir	460	Spirt	2500
Po'lat	500	Suv	4200
Cho'yan	540		

**Ish bajarilganda ichki energiyaning o'zgarishi.** Endi sistemani ish bajarishga majbur qilaylik. U holda sistemaning ichki energiyasi o'zgaradi.

Qalin devorli shisha idishga nasos yordamida sekin-asta (24-a rasm) idishning tiqini otilib (24-b rasm) ketguncha havo damlaymiz. Idishdan tiqin otilib chiqib ketish paytida tuman hosil bo'ladi. Demak, havo tiqinni itarish jarayonida ish bajaradi, uning ichki energiyasi kamayadi, chunki uning ichki energiyasining bir qismi chiqib ketgan tiqinning mexanik energiyasiga aylanadi.

Issiqlik uzatilmadi ( $Q=0$ ) deb hisoblab, quyidagini yozish mumkin:

$$-\Delta U = A.$$

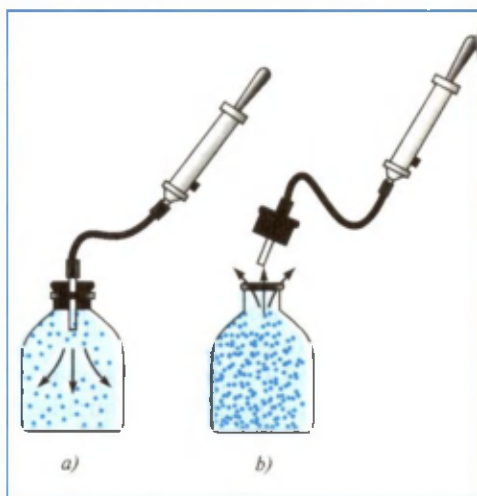
Mazkur sistema bajargan  $A$  ish musbat, ushbu sistema ustidan tashqi kuchlar bajargan ish esa manfiy deb hisoblanadi.

**Solishtirma issiqlik sig'imi**  $1 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$  da o'lchanadi.

Quyidagi jadvalda ba'zi moddalarning solishtirma issiqlik sig'imi keltirilgan,

$$\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Tashqi kuchlar bajargan ish hisobiga gazlarning ichki energiyasi ortadi. Bunga 25-rasmda ko'rsatilgan tajribada ishonch hosil qilish mumkin. Shaffof silindr tu-



24-rasm.



25-rasm.

biga paxta bo'lagi yoki terak pari joylash-tiriladi va porshen shtokiga keskin uriladi. Porshen ostidagi havo siqilish natijasida shunchalik qattiq qiziydiki, bunda silindrdagi paxta alangalanib ketadi. Havoni

tezda siqish bo'yicha tavsiflangan tajriba XVIII asrdayoq ma'lum edi va havo chaqmog'i deb nom oldi. Bu tajribada gazning ichki energiyasining o'zgarishi tashqi kuchlar bajargan ishga teng:

$$\Delta U = A_{\text{tash}}$$

Shunday qilib, sistemaning ichki energiyasi issiqlik almashinish jarayonida, yoki ish bajarilganda o'zgaradi. ***Bajarilgan ish va uzatilgan issiqlik miqdori sistema ichki energiyasi o'zgarishining o'lchovi bo'ladi.*** Binobarin, issiqlik va ish sistemaning bir holatdan boshqa holatga o'tish jarayoni hisoblanmay, sistema holatining miqdoriy xarakteristikasi hisoblanadi.



1. Qanday energiyaga jismning ichki energiyasi deyiladi?
2. Qaysi hollarda jismning ichki energiyasi o'zgaradi?
3. Issiqlik miqdori nima? Issiqlik miqdori qanday birliklarda o'lchanadi?

## 18-§. TERMODINAMIKANING BIRINCHI QONUNI. ADIABATIK JARAYON

Ko'pchilik olimlarning izlanishlari natijasida birinchi navbatda nemis shifokori R. M a y e r, ingliz fizigi J. J o u l va nemis fizigi G. G e l m g o l s ish va issiqlikning ekvivalent miqdorlarda o'zaro aylanuvchanligini isbotlaganlaridan so'ng termodinamikaning birinchi qonuni kashf qilindi.

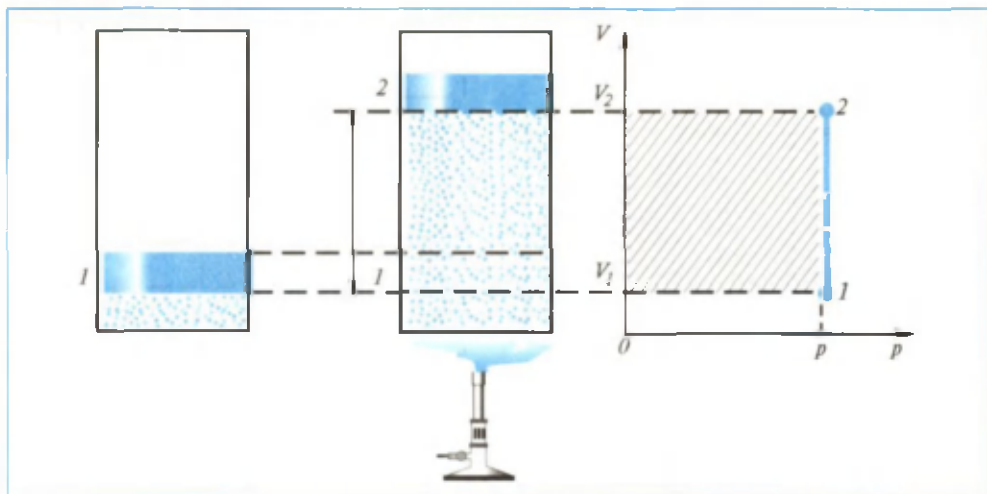
Termodinamikaning birinchi qonuni-ni yaxshi tasavvur qilish uchun quyidagi fikriy tajribani qilib ko'ramiz. Silindrning qo'zg'aluvchan porsheni ostida turgan gazni qizdiramiz. Gazga berilgan  $Q$  issiqlik miqdori uning ichki energiyasini

$\Delta U$ ga orttirishga va porshenni  $\Delta h$  balandlikka 1 vaziyatdan 2 vaziyatga o'tayotganda  $A$  ish bajarishga olib keladi (26-rasm).

Ish energiyaning bir turdan boshqa turga aylanish o'lchovi bo'lgani uchun  $A$  ish **sistema porshenning ko'tarilishi natijasida olgan mexanik energiyaga teng.** Energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra yuqoridagi termodinamikaning birinchi qonunining quyidagicha matematik ko'rinishiga ega bo'lamiz.

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





26-rasm.

Termodinamikaning birinchi qonuni quyidagicha ta'riflanadi:

**Sistemaga berilgan issiqlik miqdori  $Q$ , sistema ichki energiyasi o'zgarishi  $\Delta U$  bilan sistemaning tashqi kuchlarga qarshi bajarilgan ishi  $A$  ning yig'indisiga teng.**

*Termodinamik jarayon deb, termodinamik sistemaning bir holatdan boshqa holatga o'tish hodisasiga aytiladi.* Termodinamikaning birinchi qonunini eng muhim termodinamik jarayonlarga tatbiq etamiz.

**Izoxorik jarayon.  $V = \text{const}$**  Izoxorik jarayonni tasavvur qilish uchun ideal gazni berk idishda qamalgan deb faraz qilaylik (9-rasmga qarang). Silindrni va unga qamalgan gazni qizdiramiz. Gaz tashqi kuchlar ustida ish bajara olmaydi.

Shuning uchun **izoxorik jarayonda gazning ichki energiyasi o'zgarishi gazga berilgan issiqlik miqdoriga teng:**

$$Q_v = \Delta U.$$

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

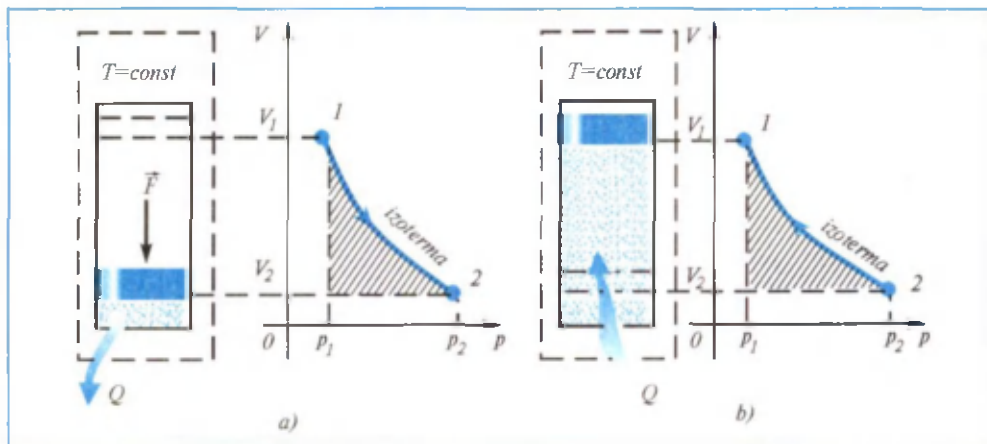
**Izobarik jarayon.  $p = \text{const}$**  Izobarik jarayonni amalga oshirish uchun porsheni erkin qo'zg'ala oladigan silindrga gaz qamaymiz (8-rasmga qarang). Gaz qizdirilganda unga  $Q$  issiqlik miqdori beriladi. Termodinamikaning birinchi qonuniga binoan sistemalarga berilgan energiya qisman sistemaning ichki energiyasiga aylanadi hamda qisman porshenni siljitishda bajarilgan ishga sarf bo'ladi (mexanik energiyaga aylanadi):

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

Izobarik jarayonda gaz bajarilgan ishni topaylik. Gaz bosimi o'zgarmas bo'lsa, u holda bosim kuchi ham o'zgarmas bo'ladi:  $F = pS$

Binobarin,  $A = p \cdot S\Delta h$ .

Ammo  $S\Delta h$  ko'paytma gaz hajmining  $\Delta V = V_2 - V_1$  o'zgarishiga teng. Shuning uchun



27-rasm.

$$A = p \cdot \Delta V.$$

Ish  $pV$  koordinatalar grafigida (26-rasmga qarang) 1–2– $V_2$ – $V_1$  nuqtalardan to'rtburchak hosil qilingan yuzasiga son qiymat jihatidan teng bo'ladi. Agar grafik chizilgan masshtab ma'lum bo'lsa, u holda ishni oson hisoblab topish mumkin.

**Izotermik jarayon.**  $T = \text{const}$  Izotermik jarayonni amalga oshirish uchun gazni oson qo'zg'aluvchan porshenli silindr ichiga, silindrning o'zini esa qat'iy ravishda o'zgarmas temperatura (27-rasm shtrixli chiziq) saqlanib turadigan termostat ichiga joylashtiramiz.

Gazni asta-sekin siqamiz (27-a rasmga qarang). Bunda hiz  $A_1$  ish bajaramiz. Termodinamikaning birinchi qonuniga binoan issiqlik miqdori quyidagiga teng bo'ladi:

$$Q_1 = \Delta U + A_1.$$

Gaz temperaturasi o'zgarmas bo'lgani uchun uning ichki energiyasi ham

o'zgarmas bo'ladi:  $U = \text{const}$ ,  $\Delta U = 0$ . Shuning uchun gaz bosimi asta-sekin kamaytirilsa (27-b rasm), gaz shunchalik sekin-asta kengayadi. Bunda gaz  $A_1$  ish bajaradi va termostatdan issiqlik miqdorini yutadi, aniqrog'i bajarilgan ishga teng bo'lgan  $Q_1$  issiqlik miqdorini oladi:

$$Q_1 = A_1.$$

Shunday qilib, izotermik jarayonda gaz berayotgan issiqlik miqdori gaz bajarilgan ishga teng.

Gazning  $pV$  koordinata tekisligida keltirilgan holat diagrammasida izotermik kengayishida bajarilgan ishi shtrixlangan shakl yuzi orqali tasvirlanadi (27-rasmga qarang).

**Adiabatik jarayon.** *Adiabatik jarayon deb, shunday jarayonga aytiladiki, bunda sistema issiqlik olmaydi ham va issiqlik bermaydi ham. Boshqacha aytganda adiabatik jarayonda*

$$Q = 0.$$

Bunday jarayonni amalga oshirish uchun gazni devorlari atrofidagi jismlar bilan issiqlik almashinuvida bo'lmaydigan idishga solish kerak. Termodinamikaning birinchi qonuniga binoan

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

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

Bundan

$$\Delta U = -A$$

yoki  $-\Delta U = A$ .

Gaz tashqi kuchlar ta'siri ostida adiabatik siqilsa, bunda gaz qiziydi, uning ichki energiyasi esa ortadi. (Havo chaqmog'i bilan o'tkazilgan tajribani esga oling (25-rasm). Gaz adiabatik kengayib ish bajarsa, bunda gaz soviydi va uning ichki energiyasi kamayadi (24-rasmda tasvirlangan tajribadagi tuman hosil bo'lishini esga oling).

Biz muhim termodinamik jarayonlarni o'ta sodda termodinamik sistema — ideal gaz misolida qarab chiqdik. Biroq hosil qilingan qonuniyatlar istalgan boshqa termodinamik sistemalar uchun qo'llaniladi.



1. Issiqlikdan izolyatsiyalangan qo'zg'aluvchan porshenli silindrda turgan gaz isitkichidan 200J issiqlik miqdori oldi. Bunda porshen 800 N doimiy qarshilikni yengib, 10 m ga siljidi. Gazning ichki energiyasi qanchaga o'zgargan?
2. Ichki energiya sistemaning holat funksiyasi hisoblanadi. Nima uchun issiqlik miqdori va ish sistemaning holat funksiyasi hisoblanmaydi?
3. 18-paragrafda tavsiflangan tajribada havoning siqilish jarayoni qanday jarayon bo'ladi?
4. 19-paragrafda tavsiflangan tajribada havoning kengayish jarayoni qanday jarayon bo'ladi?
5. Silindr porsheni ostida xona temperaturasidagi gaz bor. Porshen ustiga har bir minutda qum donalari qo'shib boriladi. Gazning siqilish jarayoni qanday bo'ladi?

## V BOBNING MUHIM XULOSALARI

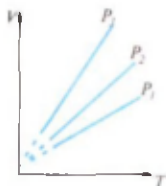
Ichki energiya	Mikroskopik jismlar ichki energiyaga ega bo'ladi, bu energiya jismni tashkil qilgan molekulalar tartibsiz harakatining kinetik energiyasi bilan ularning o'zaro ta'sir potensial energiyalari yig'indisiga teng.
Ideal gazning ichki energiyasi	Ideal gaz molekulalari o'zaro ta'sirlashmaydi. Shuning uchun ularning potensial energiyasi molekulalar tartibsiz harakatining kinetik energiyalari yig'indisiga teng: $U = E_1 + E_2 + \dots + E_N$

Real gazning ichki energiyasi	Real gazning ichki energiyasi molekullarning potensial va kinetik energiyalari yig'indisiga teng. $U = E_k + E_n.$
Termodinamika-ning birinchi qonuni	Sistemaga berilgan issiqlik miqdori $Q$ sistema ichki energiyasining o'zgarishi $\Delta U$ bilan sistemaning tashqi kuchlarga qarshi bajarilgan ishi $A$ ning yig'indisiga teng. $Q = \Delta U + A.$
Izojarayonlar	Izotermik jarayonda ( $T = \text{const}$ ) ideal gazning ichki energiyasi o'zgarmaydi va $Q = A$ bo'ladi. Izoxorik jarayonda ( $V = \text{const}$ ) ish nolga teng va $\Delta U = Q$ bo'ladi. Izobarik jarayonda ( $P = \text{const}$ ) sistemaga beriladigan issiqlik miqdori sistemaning ichki energiyasini o'zgartirishga va ish bajarishga sarf bo'ladi: $Q = \Delta U + A$ Adiabatik jarayonda sistema issiqlik olmaydi ham, issiqlik chiqarmaydi ham. $Q = 0, \Delta U = A.$

## I BO'LIMNI YAKUNLASH BO'YICHA TEST SAVOLLARI

1. Rasmda qanday jarayon aks ettirilgan va bosimlar munosabatini ko'rsating.

- A) Izobarik,  $p_1 < p_2 < p_3$   
 B) Izoxorik,  $p_1 < p_2 > p_3$   
 C) Izotermik,  $p_1 < p_2 < p_3$   
 D) Izobarik,  $p_1 > p_2 > p_3$   
 E) Izoxorik,  $p_1 < p_2 < p_3$



2. "O'zining suyuqligi bilan dinamik muvozanatda bo'lgan bug' ... deb ataladi.

- A) ... kondensatsiyalanayotgan bug' ...  
 B) ... to'yingan bug' ...  
 C) ... to'yinmagan bug' ...  
 D) ... o'ta qizdirilgan bug' ...  
 E) ... o'ta sovutilgan bug' ...

3. Shudring nuqtasi deganda nimani tushunasiz?

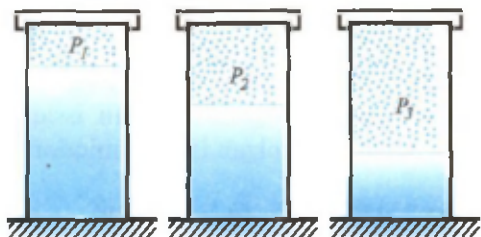
- A) Shudring hosil bo'ladigan sharoitdagi atmosfera bosimini.  
 B) Suv bug'i to'yinadigan temperaturasini.  
 C) To'yingan bug'ning parsial bosimini.  
 D) Tayinli bir temperaturada havoda bo'lgan suv bug'i  $P$  parsial bosimining shu temperaturadagi to'yingan bug'  $p_T$  bosimiga nisbatini.  
 E) Suyuqlik bilan uning to'yingan bug'ining fizik xossalari farqi yo'qoladigan temperaturasini.

4. Quyidagi xossalardan qaysi birlari amorf jismlarga tegishli?

- 1) Aniq bir temperaturada eriydi.
- 2) Erish temperaturasi aniq emas.
- 3) Sekin ta'sir etuvchi kuch ta'sirida oqadi.
- 4) Atomlar o'zaro panjara tashkil qilib joylashadi.

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

5. Rasmda uchta bir xil og'zi berk idishga suv solingan holat keltirilgan. Idishdagi suv bug'lari bosimlari orasidagi munosabatni ko'rsating.



- A)  $P_1 > P_2 > P_3$ ; B)  $P_1 < P_2 < P_3$ ;  
C)  $P_1 = P_3 < P_2$ ; D)  $P_1 = P_3 > P_2$ ;  
E)  $P_1 = P_2 = P_3$ .

6. Zichliklari va o'rtacha kvadratik tezliklari bir xil bo'lgan kislorod va azot gazi bosimlarining nisbatini aniqlang.

- A) 14; B) 1; C)  $\frac{7}{8}$ ; D) 32; E)  $\frac{8}{7}$ .

7. Moddaning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash formulasini ko'rsating.

- A)  $\frac{Q}{m \cdot \Delta t}$ ; B)  $\frac{Q}{m}$ ; C)  $\frac{A}{Q_1}$ ;  
D)  $nk \cdot \Delta T$ ; E)  $\lambda \cdot m$ .

8. Ideal gaz temperaturasi va konsentratsiyasi 2 marta kamaysa, uning hosimi qanday o'zgaradi?

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

9. Sirt taranglik koeffitsientining o'lchov birligini ko'rsating.

- A)  $N/m^2$ ; B)  $N/m$ ;  
C)  $N \cdot m$ ; D)  $Pa \cdot s$ ;  
E) o'lchov birlikka ega emas.

10. 0,5 g suv tomchisida qancha suv molekulasini bor?

- A)  $3 \cdot 10^{23}$ ; B)  $2 \cdot 10^{23}$ ;  
C)  $2 \cdot 10^{23}$ ; D)  $1,8 \cdot 10^{23}$ ;  
E)  $1 \cdot 10^{22}$ .

## 19-§. LABORATORIYA ISHLARI

### TURLI TEMPERATURALI SUV ARALASHTIRILGANDA ISSIQLIK MIQDORINI TAQQOSLASH

(2-laboratoriya ishi)

**Kerakli asboblari:** Kalorimetr, termometr, o'lchov silindri (menzurka), stakan, filtr qog'oz, issiq suvli idish.

**Eslatma.** Kalorimetr asbobi, bir-biriga kiydirilgan ikki tashqi va ichki idishdan, hamda quyma taglikdan iborat bo'lib, ular o'rtasida havoli bo'shliq mavjud.

#### **Ishni bajarish tartibi:**

1. Kalorimetrga o'lchov silindr yordamida 100 ml issiq suv, stakanga esa xuddi shuncha sovuq suv quyung. Issiq va sovuq suvning temperaturalarini o'lchang.

2. Sovuq suvni issiq suvli idishga quyung, aralashmani termometr bilan ehtiyot bo'lib aralashiring va hosil bo'lgan aralashmaning temperaturasini o'lchang.

3. Issiq suvning aralashma temperaturasiga qadar soviganda bergan issiqlik miqdorini va sovuq suvning shu temperaturagacha isiganda olgan issiqlik miqdorini hisoblab toping.

4. Issiq suvning bergan issiqlik miqdorini ( $Q_2$ ) sovuq suvning olgan issiqlik miqdori ( $Q_1$ ) bilan taqqoslang va tegishli xulosa chiqaring.

$Q_2 = cm_2(t_2 - t)$  — issiq suvning bergan issiqlik miqdori.

$Q_1 = cm_1(t - t_1)$  — sovuq suvning olgan issiqlik miqdori.

— Sovuq suvning massasi  $m_1$ , kg

— Sovuq suvning temperaturasi  $t_1$ , °C

— Aralashmaning massasi  $m$ , kg

— Aralashmaning temperaturasi  $t$ , °C

— Issiq suvning massasi  $m_2$ , kg

— Issiq suvning temperaturasi  $t_2$ , °C

— Issiq suvning bergan issiqlik miqdori  $Q_1$ , J

— Sovuq suvning olgan issiqlik miqdori,  $Q_2$ , J

5. O'lchov natijalarini jadvalga tushiring:

$m$ , kg	$t_1$ , °C	$m_2$ , kg	$t_2$ , °C	$m$ , kg	$t$ , °C	$c_c \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$
						4200



## QATTIQ JISMNING SOLISHTIRMA ISSIQLIK SIG'IMINI ANIQLASH

(3-laboratoriya ishi)

**Kerakli asboblari:** kalorimetr, termometr, tarozi, tarozi toshlari, metall silindr, suv qaynab turgan idish, ilgak, filtr qog'oz.

### Ishni bajarish tartibi:

1. Kalorimetrning ichki idishi tarozida tortiladi  $m_1$ , kg.
2. Unga yarmidan kamroq suv quyilib yana tarozida tortiladi  $m_2$ , kg.  $m_s = m_2 - m_1$  formuladan kalorimetrdagi suv massasi aniqlanadi.
3. Kalorimetr ichki idishi tashqi idishga solinib, undagi suvning boshlang'ich temperaturasi o'lchanadi  $t_1$ , °C.
4. Metall silindr massasi  $m_3$  tarozida tortiladi.
5. Ilgak yordamida qaynab turgan suvga metall silindr solinadi va bir necha minut ushlab turiladi, hamda qaynab turgan suv temperaturasi o'lchanadi  $t_2$  °C. So'ngra silindr qaynoq suvdan olinib tezda kalorimetrdagi suvga solinadi.
6. Termometr bilan suvni aralashtirib, temperaturaning ko'tarilishi to'xtagandan so'ng temperatura yozib olinadi  $t$ , °C.

Olingan ma'lumotlar quyidagi jadvalga yoziladi.

$m_1$ , kg	$t_1$ , °C	$m_s$ , kg	$t_2$ , °C	$m_3$ , kg	$t$ , °C	$c_c$ $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$

7. Jadvaldagi qiymatlardan foydalanib, (1) formula hamda quyidagi formulalar asosida metall silindr moddasining solishtirma issiqlik sig'imi aniqlanadi:

$$Q_1 = cm_3(t_2 - t); \quad Q_2 = c_s m_s(t - t_1); \quad Q_3 = c_k m_1(t - t_1)$$

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 \text{ dan } C = \frac{(c_s m_s + c_k m_1)(t - t_1)}{m_3(t_2 - t)} \quad (1)$$

Bunda  $C_k$  — kalorimetr yasalgan metallning solishtirma issiqlik sig'imi.

## IZOBARIK JARAYONNI O'RGANISH

(4-laboratoriya ishi)

**Kerakli asboblari:** bir tomoni kavsharlangan, uzunligi 50—60 sm va diametri 6—10 mm bo'lgan shisha nay; balandligi 60—70 sm, diametri  $\approx 12$  mm bo'lgan silindr shaklida issiq suv solingan idish; uy temperaturasida suv quyilgan stakan; chaynalgan saqich.

### *Ishni bajarish tartibi:*

1. Shisha nayning uzunligi  $l_1$  o'lchanadi. So'ngra ochiq og'zini yuqoriga qilib, issiq suv solingan idishga solinadi va 3—4 minut ushlab turiladi. Idishdagi suv temperaturasi o'lchanadi  $t$ , °C.

2. Ochiq og'zini chaynalgan saqich bilan berkitilib issiq suvdan olinadi va suvli stakanga saqichli tomoni bilan tez tushiriladi. Suv ichida turgan holda saqich olinadi.

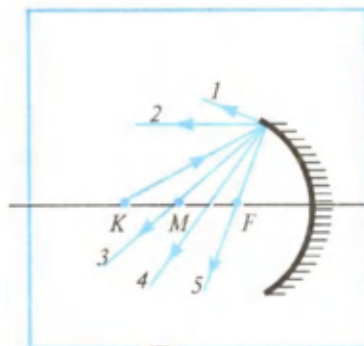
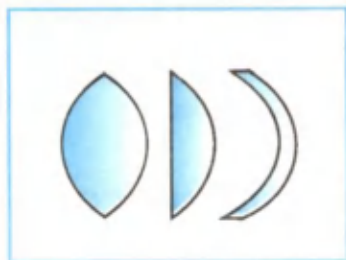
3. Shisha nay ichidagi havo sovugani tufayli nay ichiga suv kirib ko'tarila boshlaydi va to'xtaguncha kutiladi.

4. Shisha nay ichidagi suv sathi, stakandagi suv sathiga teng bo'ladigan qilib botiriladi. Bunda shisha nayning suv kirmagan qismidagi balandligi  $l_2$  o'lchab olinadi.

5. Havo temperaturasi  $t_2$  °C o'lchanadi. Shisha nayning diametri butun uzunligi bo'yicha bir xil bo'lganligidan  $V_1 = S \cdot l_1$  va  $V_2 = S \cdot l_2$  deb olinadi.

6. Izobarik jarayon uchun  $\frac{V_1}{V_2} = \frac{S l_1}{S l_2} = \frac{T_2}{T_1}$  munosabat tekshiriladi ( $T = t + 273$ ).

# OPTIKA



Bu bo'limda Siz:

- yorug'likning qaytish va sinish qonunlari;
- to'la ichki qaytish hodisasi;
- qavariq va botiq linzalari;
- linza xarakteristikalari — fokusi, optik kuchi, kattalashtirishi;
- linzalarda tasvir yasash;
- yupqa linza formulasi;
- ko'zning optik xossalari va u bilan bog'liq nuqsonlari hamda uni bartaraf etish usuli;
- optik asboblari — lupa, proyeksion apparat, fotoapparat, mikroskop, grafoprojektor;
- yorug'lik tezligi haqida;
- yorug'lik to'liqini va to'liqin uzunligi;
- yorug'lik dispersiyasi haqida;
- infraqizil, ultra binafsha, rentgen nurlari va ularning xossalari haqida;
- fotoeffekt xodisasi va uning qonunlari;
- geliotexnika va quyosh energiyasidan foydalanish;
- yorug'likning kimyoviy va biologik ta'siri;
- laboratoriya ishlari va masalalar bilan tanishasiz.

## TAYYORGARLIKNI TEKSHIRISH

Hurmatli o'quvchilar! Sizlar 6-sinfda yorug'lik hodisalari to'g'risidagi dastlabki tushunchalar bilan tanishgansizlar. 9-sinfda esa yorug'lik hodisalari — batafsil o'rganiladi. Bo'limni o'rganishni boshlashdan avval o'zingizning tayyorgarlik darajangizni 17 ta test savollari orqali sinab ko'rasiz. Javoblarni 35 minut ichida berishga harakat qiling. Agar Siz 15 va undan ko'p ball (to'g'ri javob bir ball) to'plasangiz natijangiz a'lo, 11—14 ball bo'lsa — yaxshi hisoblanadi. Agar 9 balldan kam ball olsangiz 6-sinfda o'tilganlarni takrorlashingiz lozim bo'ladi.

### 6-SINFDA O'RGANILGAN "YORUG'LIK HODISALARI"GA DOIR TEST SAVOLLARI

**1. Yorug'likning tabiiy manbalari yozilgan qatorni ko'rsating.**

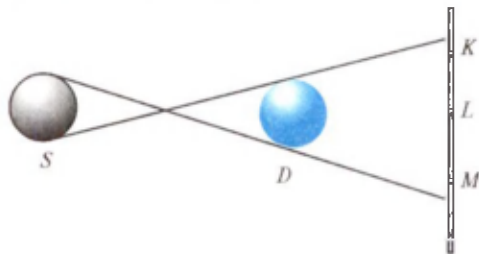
- A) quyosh, oy, yulduzlar;
- B) quyosh, gulxan, yulduzlar;
- C) yulduzlar, chaqmoq, yaltiroq qo'ng'iz;
- D) sham, elektr lampochka, cho'ntak fonari;
- E) kerosin lampa, elektr lampa, kompyuter ekrani.

**2. Soyanning hosil bo'lishi sababi nimada?**

- A) Yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalish qonuniga bo'ysunishida.
- B) Yorug'lik manbalarining nuqtaviy ekanligida.
- C) Ikkita yorug'lik nurlari uchrashganda bir-biriga ta'sir qilishida.
- D) Yorug'lik dastasining tarqalish davomida yoyilishida.
- E) Yorug'lik tezligining juda katta ekanligi.

**3. Rasmdagi  $S$ , manbadan chiqqan yorug'lik  $D$  to'siqdan o'tib, ekranga tu-**

**shadi.  $K$ ,  $L$  va  $M$  nuqtalardan qaysilari yarim soyada bo'ladi?**



- A)  $K$  nuqta;
- B)  $L$  nuqta;
- C)  $M$  nuqta;
- D)  $K$  va  $M$  nuqta;
- E)  $K$ ,  $L$  va  $M$  nuqta.

**4. Yuqoridagi rasmda  $D$  to'siq manbaga yaqinlashtirilsa ekrandagi soya va yarimsoya o'lchami qanday o'zgaradi?**

- A) Soyani ortadi, yarim soyani kamayadi.
- B) Soyani kamayadi, yarim soyani ortadi.
- C) Ikkalasi ham ortadi.
- D) Ikkalasi ham o'zgarmaydi.

E) Soyaniki o'zgaraydi, yarim soyaniki ortadi.

5. Qaysi ta'rifda yorug'likning qaytish qonuni to'g'ri keltirilgan? ( $\alpha$ -tushish,  $\beta$  – qaytish burchaklari).

A) Qaytgan nur, tushgan nur va tushish nuqtasiga o'tkazilgan perpendikulyar o'zaro tik bo'lgan uchta tekislikda yotadi.  $\alpha = \beta$ .

B) Qaytgan nur, tushgan nur va tushish nuqtasiga o'tkazilgan perpendikulyar o'zaro parallel tekisliklarda yotadi.  $\alpha > \beta$ .

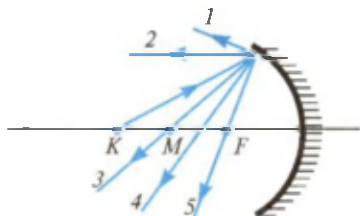
C) Tushgan nur, qaytgan nur bitta tekislikda yotadi.  $\alpha = \beta$ .

D) Tushgan nur, qaytgan nur va tushish tekisligiga o'tkazilgan perpendikulyar bilan bir tekislikda yotadi.  $\alpha > \beta$ .

6. Ko'zguga tushgan va qaytgan nurlar orasidagi burchak  $30^\circ$  bo'lsa, nurning qaytish burchagi nimaga teng?

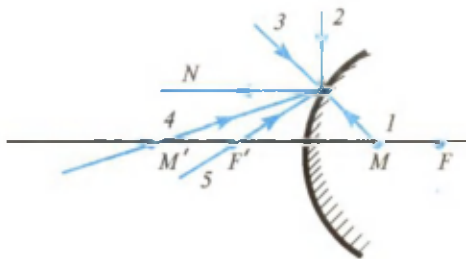
- A)  $15^\circ$ ; B)  $30^\circ$ ; C)  $45^\circ$ ;  
D)  $60^\circ$ ; E)  $75^\circ$ .

7. Botiq ko'zguga nur  $K$  nuqtadan tushmoqda. Qaytgan nur qaysi yo'nalishda bo'ladi?  $M$  – ko'zgu markazi,  $F$  – fokusi.



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

8. Qavariq sferik ko'zgudan nur  $MN$  yo'nalishda qaytmoqda. Nur ko'zguna qaysi yo'nalishda tushgan?  $M$  – ko'zgu markazi,  $F$  – fokusi.



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

9. Yorug'likning sinish qonuni to'g'ri keltirilgan javobni ko'rsating.

A) Qaytgan, tushgan nur bir tekislikda, sinigan nur ularga perpendikulyar tekislikda yotadi.

B) Qaytgan, sinigan nur bir tekislikda, tushgan nur perpendikulyar tekislikda yotadi.

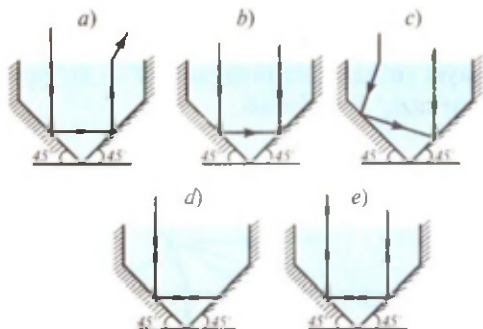
C) Qaytgan, sinigan va tushgan nurlar bir tekislikda yotadi.

D) Qaytgan, sinigan va tushgan nurlar o'zaro perpendikulyar tekisliklarda yotadi.

E) Yorug'lik tezligi katta bo'lgan muhitdan, tezligi kichik bo'lgan muhitga o'tganda sinish burchagi tushish burchagidan katta bo'ladi.

J) Sinish burchagi har doim tushish burchagidan kichik bo'ladi.

10. Qaysi rasmda tushgan va qaytgan yorug'lik yo'li to'g'ri ko'rsatilgan? Idish ichida suv bo'lib, devorlari yassi ko'zguli.



11. Buyum yig'uvchi linzadan  $2F$  masofada joylashgan. Tasvir qanday bo'ladi? ( $F$  — fokus masofasi).

- A) To'ng'irilgan, haqiqiy, buyum o'lchamiga teng bo'ladi.
- B) To'ng'irilgan, haqiqiy, kattalashgan.
- C) To'ng'irilgan, haqiqiy, kichiklashgan.
- D) To'g'ri, mavhum, kattalashgan.
- E) To'g'ri, mavhum, kichiklashgan.

12. Buyumning sochuvchi linzadagi tasviri qanday bo'ladi?

- A) To'ng'irilgan, haqiqiy, kattalashgan.
- B) To'g'ri, haqiqiy, kichiklashgan.
- C) To'ng'irilgan, haqiqiy, kichiklashgan.
- D) To'g'ri, mavhum, kattalashgan.
- E) To'g'ri, mavhum, kichiklashgan.

13. Fokus masofasi 10 sm bo'lgan qavariq linzaning optik kuchi nimaga teng?

- A) 1 dptr;      B) 10 dptr;
- C) 0,1 dptr;    D) 5 dptr;
- E) 100 dptr.

14. Fotoapparatda tasvir hosil bo'ladigan tekislik va ob'yektiv orasidagi masofa  $l$  qancha bo'lishi mumkin?  $F$  — ob'yektiv fokus masofasi.

- A)  $l = F$ ;
- B)  $l < F$ ;
- C)  $F < l < 2F$ ;
- D)  $2F < l < 3F$ ;
- E)  $l = 2F$ .

15. Lupa qanday optik asbob?

- A) Kichik fokus masofali, ikki yoqlama qavariq linza.
- B) Kichik fokus masofali, ikki yoqlama botiq linza.
- C) Bir tomoni qavariq, bir tomoni botiq har qanday linza.
- D) Katta fokus masofali, ikki yoqlama qavariq linza.
- E) Katta fokus masofali, ikki yoqlama botiq linza.

16. Normal ko'z uchun eng yaxshi ko'rish masofasi qanchaga teng?

- A) 10 sm;    B) 15 sm;    C) 20 sm;
- D) 25 sm;    E) 30 sm.

17. Ko'zdagi qaysi qism fotoapparatdagi diafragma bilan bir xil vazifani bajaradi?

- A) kamalak parda;
- B) ko'z gavhari;
- C) tor parda;
- D) qobiq;
- E) oldingi kamera.



## KIRISH SUHBATI

Dastlabki o'rganilgan qonunlardan yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalish qonuni eramizdan 300 yil oldin yashab o'tgan Evklid asarlarida uchraydi. Yorug'likning sinish hodisasi eramizdan 350 yil oldin yashagan Aristotelga ma'lum bo'lgan bo'lsa, undagi qonuniyatni aniqlashga Ptoleme (eramizdan 120 yil oldin) uringan edi. 1000 yillarda yashagan arab optigi Alxaytam yorug'lik tushish burchagining sinish burchagiga nisbati o'zgarib turishini topgan. Tushish, qaytish va sinish burchaklari orasidagi munosabatni Dekart (1637) kiritadi. Albatta undan oldin Snelli (1591—1626) bu qonuniyatlarni topgan bo'lsa-da, ularni e'lon qilmagan. Yorug'likning tabiati haqidagi dastlabki tasavvurlar Nyutonga tegishli edi, desak xato qilmaymiz. Yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishi uni zarrachalar oqimi deb qarashga sabab bo'ladi. Yorug'likning ikki muhit chegarasidan qaytishini xuddi elastik sharchalarning urilib qaytishi kabi tushuntirish mumkin bo'ldi. Lekin Nyuton davrida yorug'lik tezligi o'lchangan edi. Yorug'lik tezligi o'lchangach (1676-yilda Ryomer), Nyuton zamonadoshlari zarrachaning 300 000 km/s tezlik bilan harakatlana olishiga shubha bilan qarashdi. Nyuton zamonadoshi Gyuygens yorug'likni to'lqin deb qarashni taklif qildi. Lekin u to'lqinning mazmunini ochib bera olmasa-da, yorug'lik impulslarining yo'nalishini ko'rsatadigan prinsipni ochib berdi.

Gyuygens prinsipini 1815-yilda Frenel to'ldiradi. Frenel va Arago yorug'likning *qutblanishi* va *interferensiyasi* hodisalarini tajribada o'rganishdi. Bu tajriba natijalarini tushuntirishda Yung yorug'lik to'lqinlarining *ko'ndalang* ekanligini isbotladi. 1846-yilda Faradey elektromagnit hodisalarini bilan yorug'lik hodisalarini orasida bog'liqlik borligini topdi. Nihoyat Maksvellning nazariy tadqiqotlarida yorug'likning elektromagnit to'lqinlar ekanligi ochildi. So'ngra bu nazariy g'oya Gers (1888 y.) tajribalarida tasdiqlandi. Yorug'lik difraksiyasi, dispersiyasi kabi hodisalar yorug'likning to'lqinlardan iborat ekanligini to'la tasdiqlagandek bo'ldi. Lekin 1887—88-yillarda ochildigan fotoeffekt hodisasi, 1900-yillarda yorug'lik bosimining o'lchanishi hamda yorug'likning nurlanishi va yutilishi kabi hodisalarni o'rganish yana zarracha-korpuskulyar nazariyani qo'llashga majbur qildi. 1960-yilda yorug'likning monoxromatik manbalari — lazerlar yaratildi. Ular yordamida o'tkazilgan tajribalar yorug'likning bir vaqtda ikki xil xususiyatga ega bo'lishini tasdiqladi. Shunga ko'ra yorug'lik ham to'lqin, ham zarracha xususiyatiga ega bo'lgan elektromagnit to'lqinlardir. Inson faqat chastotasi  $4 \cdot 10^{14}$  Gs dan  $8 \cdot 10^{14}$  Gs gacha bo'lgan yorug'likni seza oladi. Ayrim hasharotlar chastotasi  $8 \cdot 10^{14}$  Gs dan katta bo'lgan ultrabinafsha nurlarni, ilon va kaltakesaklar esa chastotasi  $4 \cdot 10^{14}$  Gs dan kichik bo'lgan infraqizil nurlarni sezadi. Demak, ular dunyoni bizga nisbatan boshqacha manzarada ko'radi.

VI  
BOBYORUG'LIKNING TARQALISHI,  
QAYTISHI VA SINISHI20-§. YORUG'LIKNING QAYTISH  
VA SINISH QONUNLARI

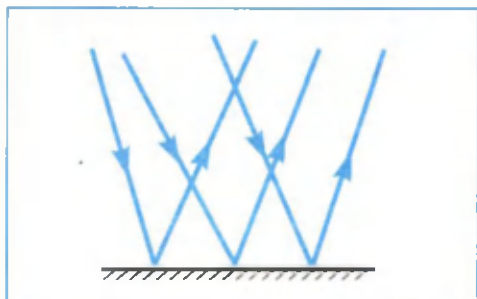
**Yorug'likning qaytish qonuni.** Siz kirish suhbatida yorug'lik haqidagi tavsavvurlarning rivojlanish tarixi bilan qisqacha tanishdingiz. Yorug'likni inson ko'zi bilan bevosita ko'radimi? Yo'q, biz faqat yorug'lik manbaini hamda yorug'likni qaytargan jismlarnigina ko'ra olamiz. Turli jismlar esa yorug'likni turlicha qaytaradi. Buni ba'zi jismlar yaltirab ko'rinishidan, ba'zilarining xira ko'rinishidan bilishimiz mumkin. Yassi ko'zgular o'ziga tushgan yorug'likni 90% gacha qaytara oladi. Bunday ko'zgularning yuzasidagi g'adir-budirliklar tushgan yorug'lik to'lqin uzunligidan kichik bo'lsa, yuzadan qaytgan yorug'lik tushish qonuniga bo'ysunadi (28-rasm). Agar g'adir-budirliklar o'lchami yorug'lik to'lqin uzunligidan katta bo'lsa tushgan yorug'lik har tomonga sochilib tarqaladi (29-rasm). Unga *diffuz* (tarqoq) *qaytish* deyiladi. Tarqoq qaytish tufayli o'zidan

yorug'lik chiqarmaydigan jismlarni ko'ra olamiz. Tarqoq qaytgan nur ko'zni charchatmaydi. Shu sababli, xonalarni yoritishda tarqoq yorug'lik hosil qilish uchun kunduzgi yoritish lampalari va cho'g'lanma yoritish lampalari ustiga silliq-lanmagan shishali qopqoq yopiladi.

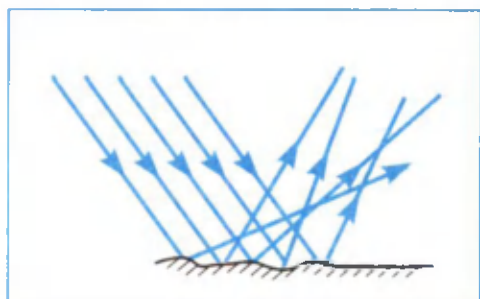
Ko'zqusimon va tarqoq qaytishni yorug'likning qaytish qonuni orqali tushuntirish mumkin. U quyidagicha ta'riflanadi.

*Tushgan nur, qaytgan nur va tushish nuqtasiga o'tkazilgan perpendikulyar bir tekislikda yotadi. Qaytish burchagi, tushish burchagiga teng:  $\alpha = \gamma$ .*

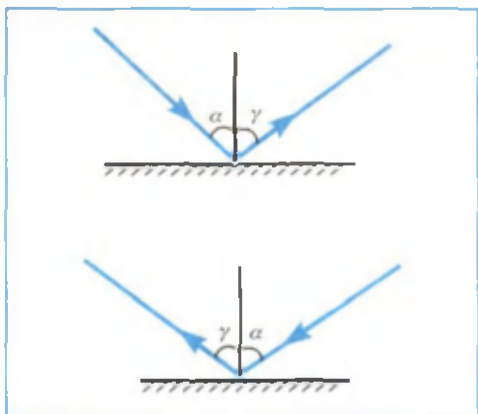
Bunda nur tushish nuqtasiga o'tkazilgan perpendikulyar va tushgan nur orasidagi burchak *tushish burchagi* ( $\alpha$ ) va perpendikulyar hamda qaytgan nur orasidagi burchak *qaytish burchagi* ( $\gamma$ ) deyiladi (30-rasm).



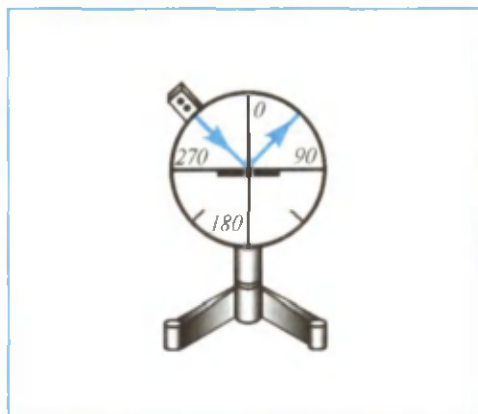
28-rasm.



29-rasm.



30-rasm.

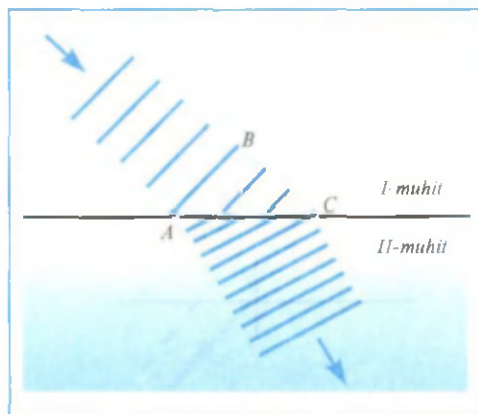


31-rasm.

Optik disk o'rtasiga yassi ko'zgu qo'yib, unga "nurli ko'rsatkich" (lazer) nurini turli burchak ostida yo'naltirib yorug'likning qaytish qonunining to'g'ri ekanligiga ishonch hosil qilish mumkin (31-rasm). Tajribani ko'zgu o'rniga qalin shisha plastina qo'yib davom ettiraylik. Bunda yorug'likning qaytishi bilan birgalikda, bir qismi shisha plastina ichiga o'tganligini ko'rish mumkin (32-rasm).



32-rasm.



33-rasm.

**Yorug'likning sinish qonuni.** *Yorug'likning ikki muhit chegarasidan o'tish davrida o'z yo'nalishini o'zgartirishiga yorug'likning sinishi deyiladi.*

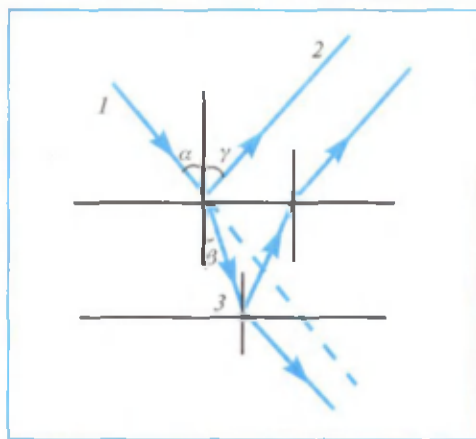
Bu hodisani kundalik turmushda ko'p uchratgansiz. Yorug'likning sinishi bir muhitdan ikkinchisiga o'tganda tezligining o'zgarishi bilan tushuntiriladi. Bunday sababni birinchi marta XVII asr o'rtalarida Menyan ko'rsatgan.

Yorug'likning old qismidan  $AB$  qismini qaraylik (33-rasm). Yorug'lik das-tasining  $A$  nuqtasi ikki muhit chegarasiga yetib kelganda,  $B$  nuqtasi hali yetib bor-magan bo'ladi. Ikkinchi muhitga o'tgan-da  $A$  nuqtadagi yorug'lik tezligi kamaya-di,  $B$  nuqtadagi yorug'lik avvalgi katta tezlik bilan harakatini davom ettiradi. Natijada, mashinaning oldingi ikki g'il-dirakdan biri tez, ikkinchisi sekin harakat qilganida burilganidek, yorug'lik ham bu-riladi.

Ikki muhit chegarasiga tushgan, qayt-gan va singan nurlar chizmasini qaraylik (34-rasm).

Nur tushish nuqtasiga o'tkazilgan perpendikulyar va singan nur (3) orasi-dagi burchak sinish burchagi ( $\beta$ ) deyila-di. Tushish burchagi ortishi bilan, sinish burchagi ham ortadi, lekin  $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$  nisbat o'zgarmaydi.

Tajriba vositasida yorug'likning to-pilgan sinish qonuni quyidagicha ta'riflanadi.



34-rasm.

**Tushgan nur, qaytgan nur, singan nur va tushish nuqtasiga o'tkazilgan perpen-dikulyar bir tekislikda yotadi.**

Tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga nisbati o'zgar-mas bo'lib, ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan nur sindirish ko'rsatkichi deyiladi:

$$n_{21} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

Muhitning vakuumga nisbatan nur sindirish ko'rsatkichini absolyut nur sindirish ko'rsatkichi deyiladi. U holda muhitlarning absolyut nur sindirish ko'rsatkichlari  $n_1$  va  $n_2$  nisbiy nur sindirish ko'rsatkichi  $n_{21}$  quyidagicha bog'langan:

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$$

Nur sindirish ko'rsatkichini muhit-lardagi yorug'lik tezliklari orqali ham ifodalash mumkin:

$$n_{21} = \frac{v_1}{v_2}$$

Nur sindirish ko'rsatkichi yorug'lik-ning rangiga bog'liq. Uning kattaligi yashil nurga nisbatan qizil rangda kat-taroq.

Havoning absolyut nur sindirish ko'rsatkichi, vakuumnikidan kam farq qiladi. Masalan, sariq nur uchun  $n_{\text{havo}} = 1,000292 \cdot n_{\text{vakuum}}$ .

Quyidagi jadvalda ba'zi bir muhitlar-da yorug'likning tarqalish tezligi  $v$  hamda havoga nisbatan nur sindirish ko'rsatkichi keltirilgan:

Jadval

Modda	Tezlik $v$ , km/s	Havoga nisbatan nur sindirish ko'rsatkichi
Muz	228 782	1,31
Suv (20°C da)	225 341	1,33
Kvars	194 613	1,54
Olmos	123 845	2,42
Kedr moyi (20°C da)	197 174	1,52
Yoqut	170 386	1,76

*Eslatma:* jadvaldagi natijalar sariq nur uchun keltirilgan.

Ko'pgina optik asboblarning asosi sifatida uchburchakli shisha prizma ishlatiladi.

35-rasmda prizmadan o'tayotgan nurlar yo'li ko'rsatilgan.

Yorug'likning sinishi ko'pgina optik hodisalarni tushuntirishga imkon beradi.

Hovuzdagi yoki ariqdagi suvga qaralganda chuqur emasdek ko'rinadi.

Lekin suvga tushsak, uning biz mo'l-jallagandan chuqurroq ekanligini ko'ramiz.

Bunda bizga ko'ringan suv chuqurligi  $h$ , haqiqiy chuqurlik  $N$  ning taxminan  $\frac{3}{4}$  qismiga teng bo'ladi.

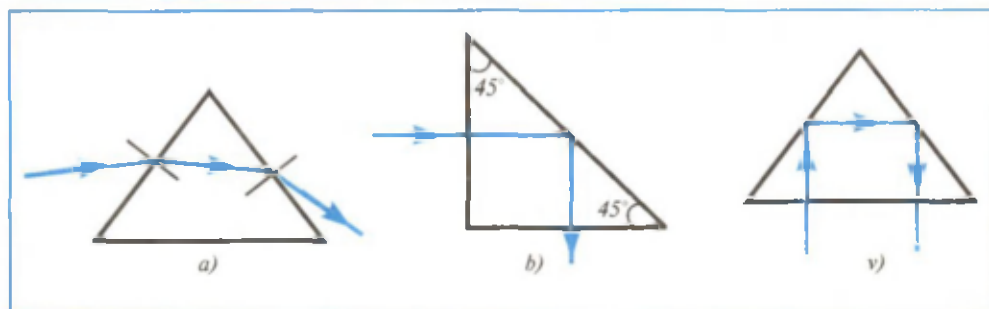


*Stol ustiga piyolani qo'yib, ichiga tanga soling. Stoldan tanga ko'rinmaydigan joygacha orqaga siljning. So'ngra o'rtoq'ingizdan piyolaga suv solishini so'rang. Piyola suvga to'lganda tanganing yana ko'ringanligini ko'rasiz. Sababini tushuntiring.*

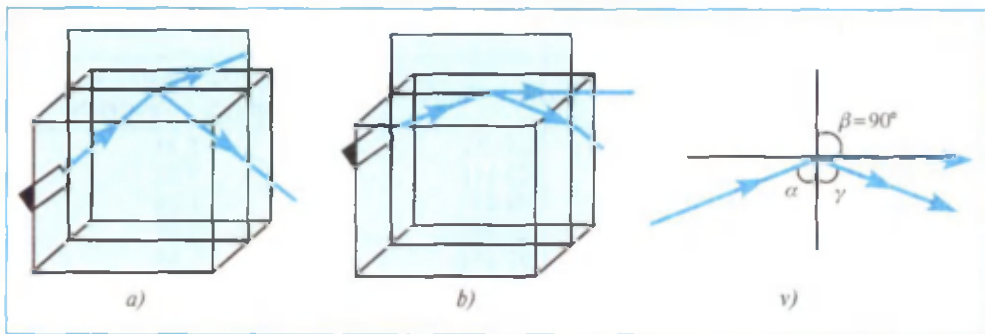
## 21-§. TO'LA ICHKI QAYTISH

Yorug'lik optik zichligi katta bo'lgan muhitdan, optik zichligi kichik bo'lgan

muhitga o'tganida qiziq hodisani kuzatish mumkin.



35-rasm.



36-rasm.

Suv solingan shisha idishga ingichka yorug'lik dastasini tushiraylik (36-a rasm). Bunda suvdan havoga chiqish nuqtasida singan va qaytgan nur hosil bo'lganini ko'ramiz. Tushish burchagi orttira borilsa singan nur suv yuzasiga tomon burila borib oxirida yo'qoladi.

Bu hodisaga **to'la ichki qaytish** deyiladi. To'la ichki qaytishda singan nur bo'lmasdan, tushgan nur to'la qaytadi. Bu hodisa kuzatiladigan tushish burchagi  $\alpha_0$  — chegaraviy burchak (36-v rasm) deyiladi. Uni nur sindirish ko'rsatkichi formulasidan topish mumkin:  $\frac{\sin \alpha_0}{\sin \beta} = \frac{1}{n}$ . To'la ichki qaytishda  $\sin \beta = \sin 90^\circ = 1$  bo'lgani uchun

$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{n}$$

Jadvaldagi  $n$  ning qiymatidan foydalanib,  $\alpha_0$  burchakni turli moddalar uchun hisoblab topish mumkin. Masalan, u suv uchun  $49^\circ$ , olmos uchun  $24^\circ$  va h.k. ga teng.

Yorug'likning to'la ichki qaytishdan fan-texnikada, tibbiyotda va ishlab chiqarishda keng foydalaniladi. Ulardagi

asosiy element — nur tolali kabel bo'lib, unga berilgan yorug'lik kabel ichida to'la ichki qaytishlarga uchraydi (37-rasm).

Televideniya tasvir signallari havo orqali uzatilsa, atmosferada yutilishi tufayli qisqa masofaga tarqaladi. Nur tolali kabel orqali uzatilganda bunday yutilish deyarli yo'q. Bunda elektr tebranishli televizion signal yorug'lik signallariga aylantirilib nur tolali kabelga beriladi. Kabelning ikkinchi uchida yorug'lik signallari yana elektr signallariga aylantiriladi va televizorga beriladi. Tibbiyotda nur tolali kabel, inson ichki organlarini bevosita kuzatuvchi endoskoplarda ishlatiladi. Bunda nur tolali kabel oziqlantirish yo'llari orqali oshqozonga tushiriladi. Bir kabeldan yorug'lik beriladi, ikkinchisidan oshqozon devorlaridan qaytgan yorug'lik qabul qilinadi.



37-rasm.





1. Qanday yuzalardan yorug'lik tarqoq (diffuz) qaytadi?
2. Yassi ko'zguda buyumning tasviri qanday chiziladi?
3. Yorug'likning qaytish va sinish qonuni uchun umumiy ta'rif yozib ko'ring.
4. Nima sababdan suvli shisha stakanga tushirilgan temir qoshiqcha singandek bo'lib ko'rinadi?
5. Nur havodan suvga tushmoqda. Bunda to'la ichki qaytish hodisasini kuzatish mumkinmi?

## 5 - m a s h q

1. Yassi ko'zguga tushgan nurning tushish burchagi qanday bo'lganda, qaytish va tushish nurlari o'zaro perpendikulyar bo'ladi? (Javob:  $\alpha=45^\circ$ .)

2. Yorug'lik suvda qanday tezlik bilan tarqaladi? Suvning vakuumga nisbatan nur sindirish ko'rsatkichi 1,33 ga teng. (Javob:  $2,25 \cdot 10^8$  m/s.)

3. Yorug'lik nuri havodan suvga o'tmoqda. Bunda tushish burchagi  $30^\circ$  bo'lganda, sinish burchagi  $50^\circ$  ga teng bo'ldi. Shishaning havoga nisbatan nur sindirish ko'rsatkichini aniqlang. (Javob: 1,5.)

4. Shisha va suvning nur sindirish ko'rsatkichlari mos ravishda 1,57 va 1,33 ga teng. Yorug'lik shishadan suvga o'tganida to'la ichki qaytish hodisasi kuzatiladigan chegaraviy burchak topilsin. (Javob:  $\approx 58^\circ$ .)

5. Suv va muzning absolyut nur sindirish ko'rsatkichlari mos ravishda 1,33 va 1,31 ga teng. Suvning muzga nisbatan nur sindirish ko'rsatkichi nimaga teng? (Javob: 1,015.)

## VI BOBNING MUHIM XULOSALARI

1. Yorug'lik ikki muhit chegarasiga tushganda undan bir qismi qaytadi, bir qismi ikkinchi muhitga sinib o'tadi. Tushish nuqtasiga o'tkazilgan perpendikulyar, tushgan nur va singan nur bir tekislikda yotadi.

2. Tushish burchagining har qanday o'zgarishida tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga nisbati o'zgar olmaydi. Bu nisbat  $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$  ga ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan nur sindirish ko'rsatkichi deyiladi.

3. Nur optik zichligi katta bo'lgan muhitdan optik zichligi kichik bo'lgan muhitga o'tganda, ma'lum tushish burchagida singan nur bo'lmaydi. Bunga to'la ichki qaytish hodisasi deyiladi. Hodisa kuzatiladigan tushish burchagi  $\alpha_0$  — chegaraviy burchak deyilib, u nisbatan suvning absolyut nur sindirish ko'rsatkichiga bog'liq.  $\sin \alpha_0 = \frac{1}{n}$ .

## VII BOB

### LINZALAR VA OPTIK ASBOBLAR

#### 22-§. QAVARIQ VA BOTIQ LINZALAR. LINZANING FOKUS MASOFASI VA OPTIK KUCHI

20-§ da yorug'likning yassi sirtlardan qaytishi va sinishini o'rgandik. Amalda sferik sirtlardan yorug'likning o'tish hodisasi keng qo'llaniladi.

**Sferik sirt bilan chegaralangan shaffof jismga linza deyiladi.**

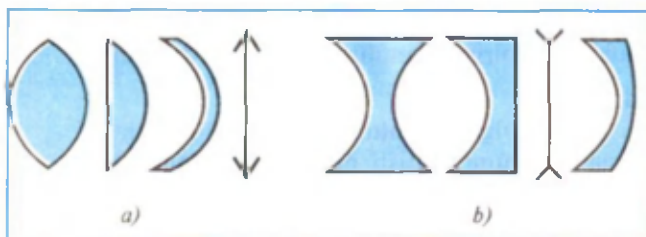
Linza ning bir tomoni tekis bo'lishi ham mumkin. Tekislikni radiusi cheksizlikka teng bo'lgan sferik sirt deyish mumkin. Linzaning o'rta qismi chetki qismlariga nisbatan qalin bo'lsa — **qavariq**, ingichka bo'lsa — **botiq** deyiladi. 38-rasmda turli linzalar va ularning sxematik belgilanishi keltirilgan.

Sferik sirtlarning  $O_1$  va  $O_2$  markazlari orqali o'tuvchi  $O_1O_2$  to'g'ri chiziq linzaning **bosh optik o'qi** deyiladi (39-rasm). Linzaning o'rta qismiga joylashgan  $O$  nuqta uning **optik markazi** deyiladi. Linza orqali o'tuvchi nurlar yo'nalishiga qarab, linzalar yig'uvchi va sochuvchi linzalarga bo'linadi.

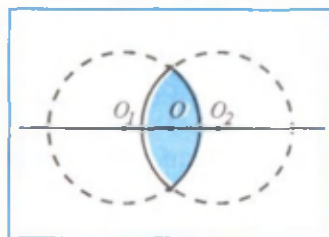
Qavariq linzaga parallel nurlar dastasini yuboraylik (40-rasm). Linza ortiga qo'yilgan ekranni siljitib, unda yorug'lik bir nuqtaga to'plangan holatga keltiramiz (40-a rasm).

**Ana shu yig'uvchi nuqta linzaning bosh fokusi deyiladi. Qavariq linza o'rniga botiq linza qo'yilsa, ekranni qancha siljitmaylik nurlarni to'play olmaymiz.**

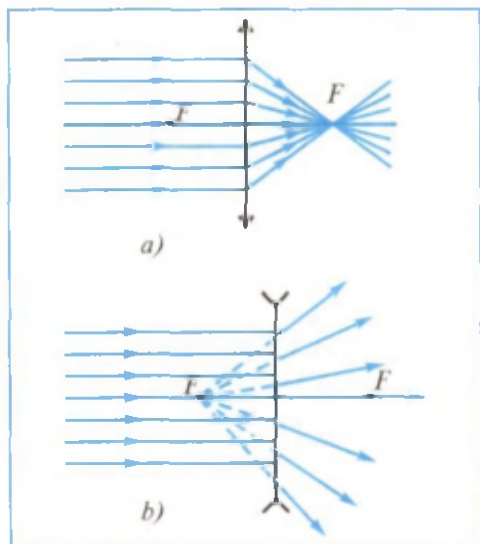
Demak qavariq linza nurlarni yig'adi, botiq linza esa nurlarni sochadi. Sochuvchi linzadan o'tgan nurlarni teskari tomonga davom ettirilsa, ular optik o'qda yotgan bir nuqtada kesishadi. Bu nuqta linzaning **mavhum fokusi** deyiladi (40-b, rasm). Linzalar ikkita fokusga ega bo'lib, bir jinsli muhitda bu fokuslar linzaning ikki tomonida bo'ladi. Optik markazdan fokusigacha bo'lgan  $F$  masofa linzaning **fokus masofasi** deyiladi. Fokus orqali



38-rasm.



39-rasm.



40-rasm.

optik o'qqa perpendikulyar o'tgan tekislik linzaning **fokal tekisligi** deyiladi.

Fokus masofasiga teskari bo'lgan  $D$  kattalik linzaning **optik kuchi** deyiladi:

$D = \frac{1}{F}$ ,  $D = \frac{1}{1m} = 1$  dioptriya (dptr). Yig'uvchi linzalarda optik kuchi musbat, sochuvchi linzalarda manfiy bo'ladi.

Linzaning fokus masofasi nimalarga bog'liq?

Ma'lumki nur ikki muhit chegarasidan o'tganda, sinish burchagi nisbiy nur sindirish ko'rsatkichiga bog'liq. Ikkinchidan, sinish burchagi tushish burchagiga ham bog'liq. Demak linzaning fokus masofasi linza yasalgan moddaning nisbiy nur sindirish ko'rsatkichi  $n_{21}$  ga hamda linza sferik sirtlarining egrilik radiuslari  $R_1$  va  $R_2$  ga bog'liq bo'lar ekan:

$$\frac{1}{F} = (n_{21} - 1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right).$$

- ?
1. Linza deb nimaga aytiladi?
  2. Yig'uvchi linzalarni sochuvchi linzalardan qanday farqlash mumkin?
  3. Linzaning fokus masofasi, linza moddasiga qanday bog'liq?
  4. Sochuvchi linzaning fokusi nechta bo'ladi?

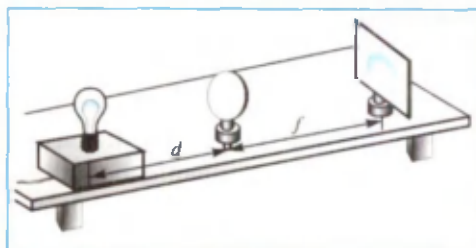
## 23-§. LINZALARDA TASVIR YASASH

(Laboratoriya ishi)

**Yig'uvchi linzalarda hosil bo'lgan tasvirlar.** Tajriba uchun elektr lampochkasi, qavariq linza, ekran va o'lchov chizg'ichi kerak bo'ladi. Ularni 41-rasmda ko'rsatilganidek joylashtiriladi. Linzani ekran va lampa oralig'ida surib ekranda lampochka cho'g'lanish tolasining kattalashgan, aniq tasviri olinadi.

Lampochkadan linzagacha bo'lgan masofa  $d_1$  va linzadan ekrangacha bo'lgan masofa  $f_1$  o'lchanadi. So'ngra linzani yana surib, cho'g'lanish tolasining ekrandagi kichiklashgan, aniq tasviri olinadi. Bunda ham  $d_2$  va  $f_2$  o'lchab olinadi.

Linzaning yarmini yorug'likni to'sadigan biror narsa bilan berkitaylik. Bunda



41-rasm.

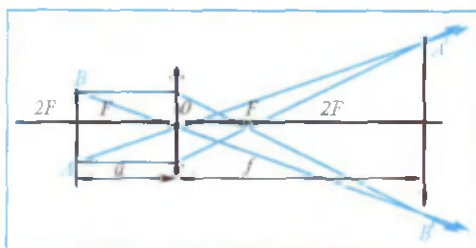
ekrandagi tasvirning faqat ravshanligi ikki barobar kamayib, tasvir o'lchami o'zgar-maganligini ko'ramiz.

**Xulosa.** Qavariq linza yordamida buyumning kattalashgan yoki kichiklash-gan aniq tasvirini olish mumkin ekan. Uning bu xususiyatidan ko'pgina optik asboblar — *proyeksion apparat, lupa, ko'zoynak, mikroskop, teleskop* va h.k. larda foydalaniladi.

Linza tasvir hosil qilish 42-rasm-da keltirilgan.

42-rasmdan ko'rinadiki, tasvir hosil qilish uchun har bir nuqtadan (masalan, buyumdagi  $A$  nuqtadan) ikki nurni o'tkazish kifoya. Birinchisini linza mar-kazidan o'tkazilsa, ikkinchisini bosh optik o'qqa parallel holda yuboriladi. Linza markazidan o'tgan nur sinmasdan o'tadi. Bosh optik o'qqa parallel ketgan nur lin-zadan o'tib, uning fokusi orqali o'tadi. Ikkala nur kesishadigan nuqtada ko'rila-yotgan nuqtaning tasviri hosil bo'ladi.

**Bosh optik o'qda joylashgan buyum-larning tasvirlari.** 43-rasmda buyum lin-zaning fokusi  $F$  va ikkilangan fokusi  $2F$  oralig'ida joylashgan. Chizmaga ko'ra tasvir to'nkarilgan, kattalashgan va haqiqiy bo'ladi. Buyumning qavariq va botiq linzadan turli uzoqlikda joylash-ganda tasvirlar hosil bo'lishi — rasmda keltirilgan.



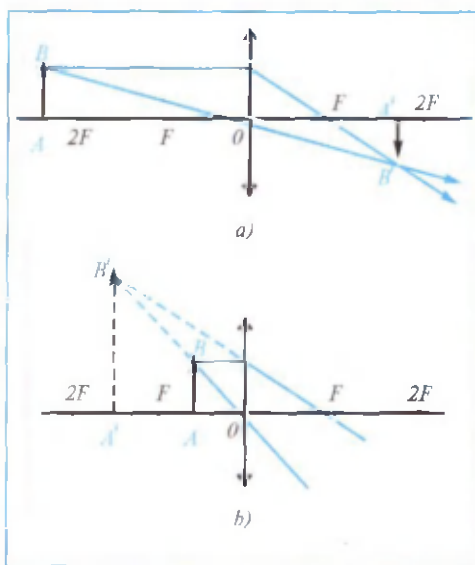
42-rasm.

43-*a* va *b* rasmlarga ko'ra qavariq linzada buyumning tasviri quyidagicha bo'ladi. Agar  $d > 2F$  bo'lsa, tasvir ( $F$  va  $2F$  oralig'ida joylashib) to'nkarilgan, kichiklashgan va haqiqiy bo'ladi;

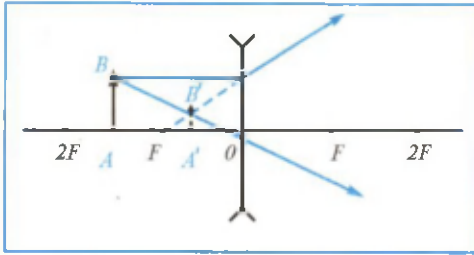
$d = F$  bo'lsa, tasvir hosil bo'lmaydi;

$d < F$  bo'lsa, tasvir linza markazi va fokusi oralig'ida bo'lib, to'g'ri, kichik-lashgan va mavhum bo'ladi.

Botiq linzada buyum qayerga joylash-tirilishidan qat'i nazar uning tasviri



43-rasm.



44-rasm.

to'g'ri, kichiklashgan va mavhum bo'ladi (44-rasm).

Ekspirimental topshiriqda buyumning aniq kattalashgan yoki kichiklashgan tasviri  $d_1$  va  $f_1$  yoki  $d_2$  va  $f_2$  ning ma'lum bir qiymatlarida hosil bo'lishini ko'rdingiz.

Bu masofalar linzaning fokus masofasi bilan linza formulasi deb ataluvchi quyidagicha munosabatda bo'ladi:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}.$$

Formulada  $F$  ning qiymati yig'uvchi linza uchun musbat, sochuvchi linza uchun manfiy olinadi.

Buyum va uning linzadagi tasvirining o'lchamlari odatda bir-biriga teng bo'lmaydi.

Tasvir chiziqli o'lchamlarining buyum chiziqli o'lchamlariga nisbati chiziqli kattalashtirish deyiladi:

$$K = \frac{A'B'}{AB} = \frac{H}{h}.$$

44-rasmdagi  $OA'B'$  va  $OAB$  uchburchaklarning o'xshashligidan  $\frac{A'B'}{AB} = \frac{|f|}{|d|} = K$  kelib chiqadi.



1. Linza formulasini yozib ko'rsating.
2. Qanday linzalarning fokus masofasi manfiy qiymatga ega?
3. Linzaning chiziqli kattalashtirishi deyilganda nima tushuniladi?
4. Buyum botiq linza fokusi va linza oralig'iga qo'yilgan bo'lsa tasvir qanday bo'ladi?

## 24-§. OPTIK ASBOBLAR

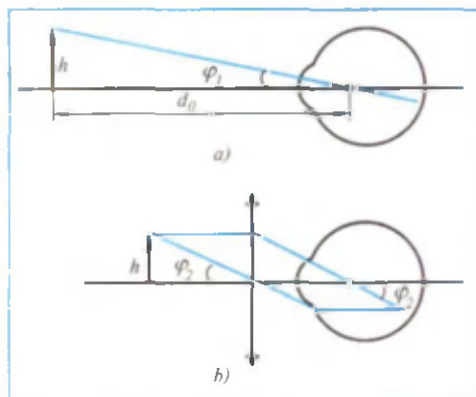
1. **Lupa.** Lupa yig'uvchi linzadan iborat bo'lib, uning vazifasi ko'rish burchagini orttirib berishdir. Shu maqsadda qisqa fokusli qavariq linza ishlatiladi.

45-a rasmdan ko'rish burchagi katta bo'lsa, ko'zda hosil bo'ladigan tasvir ham katta bo'lishini ko'rish mumkin. Ko'rish burchagi kichik bo'lganda chiziqli kattalashtirishni, ko'rish burchagini katta-

lashtirishga teng deb olish mumkin:

$$K = \frac{f}{d} = \frac{\varphi_1}{\varphi_2}.$$

Shunga ko'ra, lupa ishlatilganda uni ko'zga yaqinroq joylashtirilib, buyum uning fokal tekisligiga qo'yiladi. Bu holda ob'yektning istalgan nuqtasidan chiqqan nurlar lupadan o'tib ko'zda aniq tasvirni hosil qiladi (45-b rasm).



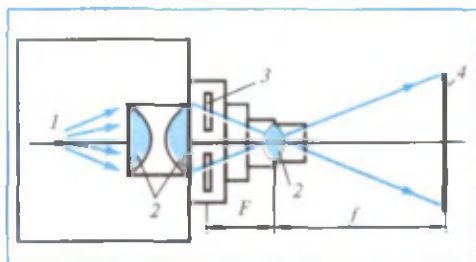
45-rasm.

Lupaning kattalashtirishi

$$K = \frac{D_0}{F},$$

bu yerda  $D_0$  — aniq ko'rish masofasi (normal ko'z uchun 25 sm),  $F$  — lupaning fokus masofasi.

2. **Projekcion apparatlar.** Projekcion apparatlar buyumni ekranga kattalashtirib beruvchi asboblardir. Buyumning shaffof rasmlari tushirilgan diapozitivlarni kattalashtiradigan projekcion apparatlar **diaskop** (yunoncha dia — shaffof), shaffofmas rasmlarni kattalashtiradigan projekcion apparatlar **episkop** (yunoncha epi — shaffofmas) deyiladi. Ham shaf-



46-rasm.

fof, ham shaffofmas rasmlarni kattalashtirish uchun yaratilgan projekcion apparatlar — **epidiaskop** deyiladi.

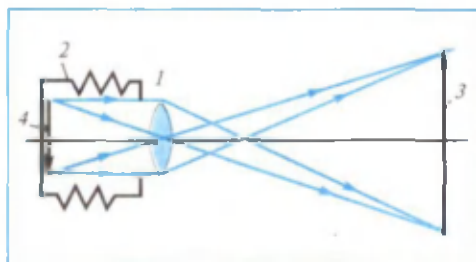
46-rasmda diaskopning tuzilishi keltirilgan. Diaskopning asosiy qismi linzalar (2) hisoblanadi. 1 yorug'lik manbaidan chiqqan yorug'lik (2) linzalar sistemasi orqasi (3) slaydga tushadi. Slayd va (2) ob'yektiv orasidagi masofa  $F$  ga teng qilib olinib ekranda kattalashtirilgan tasvir (4) hosil bo'ladi. U holda diaskopning kattalashtirishi  $K = \frac{f}{F}$  bo'ladi.

3. **Fotoapparat.** Fotoapparatning asosiy qismi (1) ob'yektiv va (2) kameradan iborat (47-rasm). Tasvir (4) kameraning orqa tomonida to'ng'irilgan, haqiqiy va kichraygan holda hosil bo'ladi. Kameraning shu joyiga fotoplyonka joylashtiriladi.

4. **Mikroskop.** Mikroskop yaqin joylashgan juda mayda ob'yektlarni ko'rishga mo'ljallangan. Unda ikkita linza qo'yilib, biri okulyar (1), ikkinchisini ob'yektiv (2) deyiladi (48-rasm). Mikroskopning kattalashtirishi

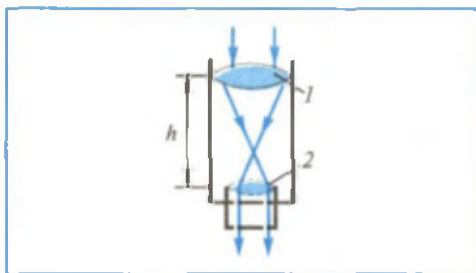
$$K = \frac{h \cdot D_0}{F_1 \cdot F_2},$$

bunda  $h$  — ob'yektiv va okulyar orasidagi masofa,  $D_0$  — eng yaxshi ko'rish masofasi



47-rasm.

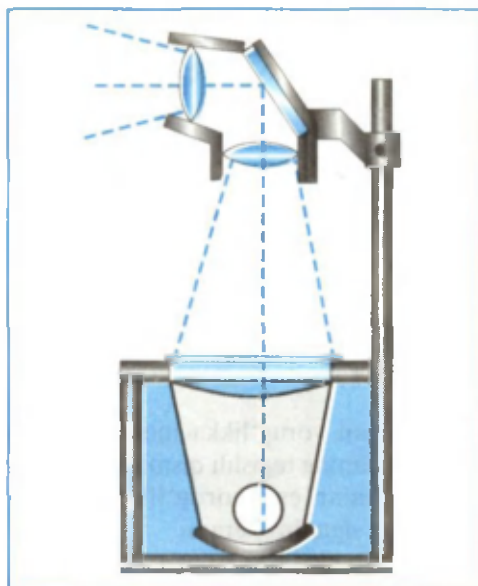




48-rasm.

( $D_0 = 25$  sm).  $F_1$  va  $F_2$  — ob'yektiv va okulyarning fokus masofalari. Amalda yorug'lik difraksiyasi tufayli mikroskopning kattalashtirishi 2500—3000 dan ortmaydi.

5. **Grafoproyektor.** Shaffor plyonkaga tushirilgan yozuv, chizma va rasmlarni kattalashtirib ekranga tushiradigan optik asbobga grafoproyektor (grek. grapho — yozaman; lat. proyektor — oldinga otuvchi) deyiladi. Grafoproyektor ishlashi uchun xonani qorong'ulatishning hojati yo'q. Grafoproektorning ishlash prinsipi 49-rasmda keltirilgan. Yorug'lik manbaidan chiqqan barcha yorug'lik oqimi, maxsus linzalar to'plami — kondensorga botiq ko'zgu yordamida yo'naltiriladi.



49-rasm.

di. Kondensor ustiga shaffor plyonka qo'yiladi. Undan o'tgan yorug'lik ob'yektivning birinchi linzasi orqali yassi ko'zgudan qaytib, ob'yektiv ikkinchi linzasi orqali ekranga tushiriladi. Ekranda plyonkadagi rasmning kattalashgan tasviri ko'rinadi.

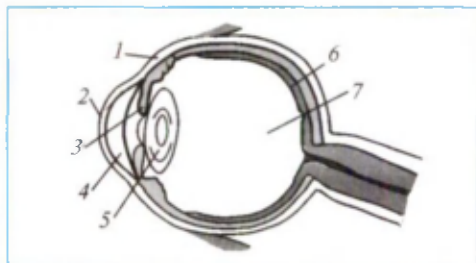


1. *Optik asboblarning asosiy vazifalari nimadan iborat?*
2. *Darslikdagi rasmini kattalashtirilgan holda ekranda ko'rish uchun qanday asbobdan foydalanish kerak?*
3. *Kondensor nima?*
4. *Qaysi optik asbobda linzalar bilan birgalikda ko'zgular ishlatiladi?*

## 25-§. KO'ZNING OPTIK XOSSALARI

Inson ko'zining umumiy tuzilishi 50-rasmda keltirilgan. Narsa va buyumlardan qaytgan yorug'lik gavhardan o'tib, to'r pardaga tushadi. To'r pardada

buyumning haqiqiy, kichraygan va teskari tasviri hosil bo'ladi. To'r pardada **tayoqchalar** va **kolbachalar** deb ataluvchi ko'rish nerv tolalari bo'ladi. Tayoqcha-



50-rasm.

1—himoya qobiq; 2—shoh parda; 3—suvsimon suyuqlik; 4—qorachiq; 5—gavhar; 6—toʻr parda; 7—shishasimon jism.

lar tushgan yorugʻlikka mos signallarni bosh miyaning tegishli qismiga yuboradi. Kolbachalar esa yorugʻlikning rangi haqidagi signalni beradi.



*Bloknot yoki daftar olib, uning har bir varagʻiga koʻtarilayotgan qoʻlning ketma-ket holatini chizing. Soʻngra bloknotni tez varaqlang. Bunda qoʻlning harakatini koʻrasiz.*

Bu sizning birinchi yaratgan mult-filmingiz boʻladi! Koʻzdan turli uzoqlikda joylashgan buyumlarni aniqroq koʻrish uchun maxsus muskullar koʻz gavharining egrilik radiusini bir oz oʻzgartiradi. Bunga **koʻz akkomadatsiyasi** deyiladi.

Inson dunyoni ikkita koʻz bilan koʻradi. Bu esa narsa, buyumlarni hajmiy holatda, oʻlchamlarini his qilgan holatda koʻrishga imkon beradi. Qaralayotgan

Koʻz faqat yorugʻlikni qabul qiladi xolos. Tasvirni tasavvur qilish esa bosh miyada roʻy beradi. Shu sababli biz buyumlarni toʻgʻri, kichraymagan holdagi tasavvuriga ega boʻlamiz. Lekin bu tasavvur yorugʻlik koʻzga tushgan zahoti hosil boʻlmasdan, bir oz kechikib hosil boʻladi. Toʻr pardada tasvir yoʻqolganda, miya uni yana 0,14 s davomida eslab turadi. Shu eslash tufayli biz kino, televizor koʻra olamiz. Nega deganda kinolentada faqat harakatsiz kadrlar boʻladi. Bu kadrlarda tasvirning har  $\frac{1}{24}$  s davomidagi holati aks ettirilgan boʻladi. Kadrlar tez oʻtkazilganda unda harakatlanayotgan tasvirni koʻramiz.

jismni aniq koʻrish nimalarga bogʻliq? Uzoqda joylashgan bogʻlarga, uylarga qarasak, daraxtlarning alohida shoxlarini, osmonga qarasak, hamma yulduzlar kichkina koʻrinadi. Oy esa ancha katta. Aslida esa yulduzlarning oʻlchami, Oynikiga qaraganda haddan tashqari katta. Demak aniq koʻrish uchun buyumlar koʻzga yaqin turishi kerak ekan.

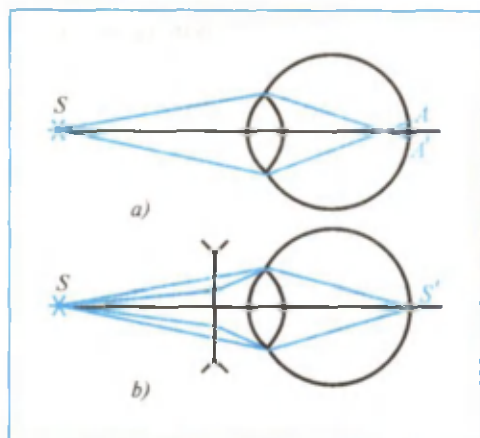


*Kaftingizni ochib qoʻlingizni choʻzing va undagi chiziqlarga qarang. Soʻngra uni koʻzingizga yaqinlashtira boshlang. Shunda kaftingiz va koʻz orasidagi masofa 10—15 sm dan kamayganda chiziqlar xiraroq koʻrinishini sezarsiz.*

Demak buyumlarni aniq koʻrish uchun buyum koʻzdan maʼlum uzoqlikda boʻlishi kerak. Bu masofa normal koʻz uchun  $L=25$  sm ga teng.

Koʻz tuzilishi bilan bogʻliq ayrim kasalliklar mavjud.

**Yaqindan koʻrarlik.** Bu kasallik koʻz gavhari nurlarni toʻr pardaga emas, balki



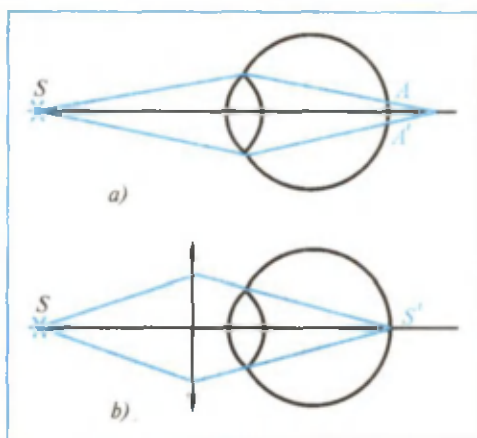
51-rasm.

uning old qismiga yig'ganda hosil bo'ladi. Tasvir  $AA'$  ko'rinishida xira bo'ladi (51-a rasm). Bunday odamlar sochuvchi linzali ko'zoynak taqadi (51-b rasm). Natijada nurlar to'r pardada to'planadi.

**Uzoqdan ko'rarlik.** Bu holda ko'z gavhari nurlarni to'r parda orqasiga to'playdi (52-a rasm). Nuqsonni tuzatish uchun yig'uvchi linzali ko'zoynak taqiladi (52-b rasm).

**Masala.** Uzoqdan ko'rarlik ko'zga ega bo'lgan odam kitobni 50 sm masofada tutib yaxshi o'qiy oladi. U optik kuchi qanday bo'lgan ko'zoynak taqishi kerak? Normal ko'zning yaxshi ko'rish masofasi  $L_0 = 0,25$  m.

**Yechish.** Odam ko'zoynak orqali  $L_0$  masofada joylashgan buyumga qaraganda, ko'zdan  $l$  uzoqlikda mavhum tasvirini ko'radi. Ko'z va ko'zoynak ora-



52-rasm.

sidagi masofani hisobga olmasdan, linza formulasidan foydalansak  $\frac{1}{F} = D = \frac{1}{L_0} - \frac{1}{l}$ , bundan  $D = \frac{l - L_0}{L_0 \cdot l}$ .

$$D = \frac{0,5M - 0,25M}{0,5M \cdot 0,25M} = 2 \text{ dptr.}$$

Tiniq suvda cho'milganingizda suv ostida ko'zingizni ochib suv o'tlari, toshlarga qaragan bo'lishingiz mumkin. Bunda buyumlar xira ko'rinadi. Negaki ko'zdagi suyuqlik va suvning nur sindirish ko'rsatgichlari bir-biriga yaqin bo'lganligidan nur shoh pardadan o'tgach, sinmasdan to'g'ri o'tib ketadi. Suv ostida biz uzoqdan ko'rarlik ahvolda tushib qolamiz. Suv tagida aniq ko'rish uchun ko'z va suv oralig'ida havo qatlami hosil qilish kerak. Bunga akvalanglar taqadigan mas-ka yoki skafandr shlemi orqali erishiladi.



1. Ko'zda yorug'likning rangi haqidagi signallarni nimalar qabul qiladi?
2. Ko'z akkomadatsiyasi nima?
3. Ko'zoynak turini (yaqindan yoki uzoqdan ko'rarlik) qanday aniqlash mumkin?

4. Nima sababdan tez aylanayotgan ventilyator parragi tutash doira shaklida ko'rinadi?
5. Eng yaxshi ko'rish masofasi deyilganda nimani tushunasiz?

## 6 - m a s h q

1. Shishadan fokus masofasi 20 sm bo'lgan qavariq linza tayyorlandi. Linzaning egrilik radiuslari teng. Shishaning nur sindirish ko'rsatkichi 1,5. Egrilik radiusini toping. (*Javob*: 22 sm.)
2. Buyum bilan uning tasviri tushadigan ekran oralig'i 2 m. Buyum tasvirini 4 marta kattalashtirish uchun qanday optik kuchga ega bo'lgan linza tanlash kerak? (*Javob*: 3,125 dptr.)
3. Ko'zoynakning optik kuchi (—) 2 dptr ga teng bo'lsa, uning fokus masofasi nimaga teng bo'ladi? (*Javob*: 0.5 m.)
4. Optik kuchi 10 dptr bo'lgan lupaning kattalashtirishi nechaga teng? (*Javob*: 2,5.)

## VII BOBNING MUHIM XULOSALARI

1. *Sferik sirti bilan chegaralangan shaffof jismlarga linza deyiladi.* Linzalar nurni sochuvchi yoki yig'uvchi turlarga bo'linadi. Linzalarining fokus masofasi uning egrilik radiuslariga va materialiga bog'liq bo'ladi. Buyumdan linzagacha, linzadan tasvirgacha bo'lgan masofani linzaning fokus masofasi bilan o'zaro bog'laydigan formula **linza formulasi** deyiladi:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}.$$

2. Yig'uvchi linzaga **lupa** deyiladi. Lupaning kattalashtirishi  $k = \frac{D_0}{F}$  ga teng.  $D_0 = 25$  sm normal ko'zning aniq ko'rish masofasi.
3. Buyum tasvirini ekranda kattalashtirib beruvchi optik asboblarga proyeksiyon apparatlar deyiladi. Optik asboblarga shuningdek epidiaskop, fotoapparat, mikroskop va grafoprojektor kiradi.
4. Inson ko'zi yorug'likni optik asbob kabi qabul qiladi. Tasvirni tasavvur qilish miyada ro'y beradi. Tasavvur qilish miyada taxminan 0,14 s kechikib ro'y berganligi tufayli kino, televizor ko'rish imkoniyatiga egamiz. Ko'zdagi uzoqdan ko'rarlik, yaqindan ko'rarlik kabi nuqsonlar ko'zoynak taqish orqali bartaraf etiladi.

VIII  
BOB

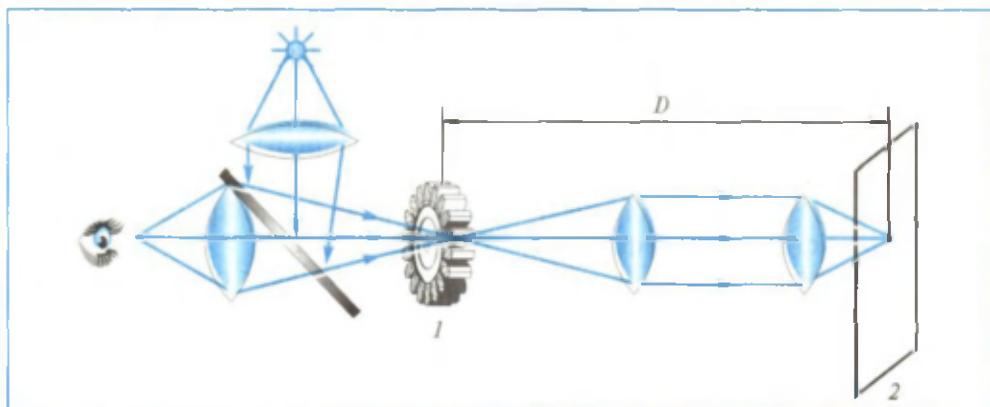
## YORUG'LIK TO'LQINLARI

## 26-§. YORUG'LIK TEZLIGINI ANIQLASH

Yorug'likning tezligini birinchi marta 1676-yilda daniyalik olim O. Ryomer astronomik usul bilan o'lchagan. U Quyosh sistemasidagi eng katta planeta Yupiterning eng yaqin joylashgan yo'ldoshining tutilishini kuzatadi. Yerning Quyosh atrofidagi harakatida Yupiterga eng yaqin kelgandagi yo'ldoshning tutilish vaqti  $t_1 = 42$  soat 28 minut bo'lgan. Bir necha oydan keyin Yer Yupiterdan o'z orbita diametri  $D$  ga teng masofaga uzoqlashgan paytda yo'ldoshning Yupiter soyasini aylanib o'tish vaqti  $t_2 = 42$  soat 50 minutga teng bo'lgan. Demak, yorug'lik Yer orbitasining diametrini  $\Delta t = t_2 - t_1 = 22$  min vaqt oralig'ida o'tgan. Ryomer ishlatgan  $D = 2,84 \cdot 10^{11}$  m masofa uncha aniq bo'lmaganligi uchun yorug'lik tezligi  $v = \frac{D}{t} = 2,15 \cdot 10^8$  m/s ga teng bo'lgan.

Yorug'lik tezligini laboratoriya sharoitida birinchi marta 1849-yilda fransuz fizigi Fizo o'lchashga muvaffaq bo'ldi.

Fizo yorug'lik dastasini aylanib turgan g'ildirak (1) tishlari orqali o'tkazib (53-rasm), uzoq masofada turgan ko'zguga (2) yo'naltirdi. Ko'zgudan qaytgan nur yana g'ildirak tishlari orasidan o'tishi kerak edi. Aylanishning ma'lum bir kichik tezligida qaytgan nur ko'rinadi. Aylanish tezligi ortganda qaytgan nur ko'rinmay qoladi. Bunga sabab nima? Sababi shundaki, nur tishlar orasidan o'tib, ko'zgudan qaytib kelguncha g'ildirak aylanib, tirqish o'rniga tish kelib qoladi va yorug'likni to'sadi. G'ildirak tezligi yana orttirilsa, yorug'lik yana ko'rinishga boshlaydi. Sabab nur qaytib kelguncha tish o'rniga keyingi tirqish kelib qoladi.



53-rasm.



G'ildirakning aylanish tezligini bilgan holda  $D$  masofadan (Fizo tajribasida 8,6 km) va g'ildirak bitta tishining kengligidan foydalanib yorug'lik tezligini topish mumkin. Fizo tajribasida yorug'lik tezligi 313000 km/s ga teng chiqqan. Shundan so'ng aniq o'lchashlar o'tkaza oladigan ko'pgina qurilmalar yasalib, yorug'lik tezligi o'lchandi. Xususan, amerikalik fizik Maykelson tishli g'ildirak o'rniga, sakkiz qirrali ko'zgdan foydalanigan edi. Hozirgi zamon ma'lumotlariga ko'ra yorug'likning vakuumdagi

tezligi  $c = 299\,792\,458,2 \pm 1,2$  m/s ga teng.

Suvda o'lchangan yorug'lik tezligi vakuumga nisbatan  $\frac{4}{3}$  marta kichik chiqdi. Qolgan muhitlarda ham tezlik vakuumga nisbatan kichik ekan.

Hozirgi davrda yorug'likning vakuumdagi tezligini  $3 \cdot 10^8$  km/s ga teng deb hisoblash qabul qilingan. Bu tezlik tabiatda mavjud bo'lgan eng katta tezlikdir.

Yorug'lik tezligining, elektromagnit to'lqinlar tezligiga tengligi, ularning tabiati bir xil deb qarashga asos bo'ldi.



1. Yorug'lik tezligi va muhit nur sindirish ko'rsatkichi orasida qanday bog'liqlik bor?
2. Fizo tajribasidagi  $D$  masofa orttirilsa, yorug'lik tezligini o'lchash aniqligi qanday o'zgaradi?
3. Vakuumda yorug'likning tarqalish tezligi turli rangdagi yorug'lik uchun qanday bo'ladi?

## 27-§. YORUG'LIK TO'LQINI. YORUG'LIKNING TO'LQIN UZUNLIGI. YORUG'LIK DISPERSIYASI

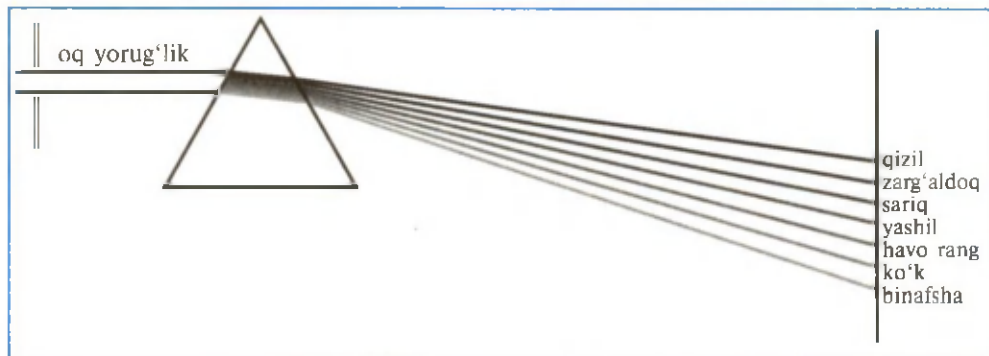
Qadimdan odamlar yorug'likning turli rangda bo'lishiga e'tibor berganlar. Osmonning havorangda bo'lishi, kechki payt quyosh botishida qizarib ko'rinishi, yomg'irdan so'ng kamalak paydo bo'lishi, sovun pufagining nurni turli rangga ajratib yuborishi kabi hodisalarni tushuntirish uchun yorug'likni to'lqinlardan iborat deb qarashga to'g'ri keldi.

Yorug'likning to'lqin nazariyasiga muvofiq, yorug'lik — fazoda katta tezlik bilan tarqaluvchi to'lqindan iborat. Yorug'likning rangi uning to'lqin uzunligiga bog'liq.

Yorug'likning to'lqin uzunligi juda ham kichik, masalan, eng katta to'lqin uzunlikka ega bo'lgan qizil rangli nurning to'lqin uzunligi  $\lambda_{\text{q}} = 7,6 \cdot 10^{-7}$  m bo'lsa, eng kichik binafsha nurniki esa  $\lambda_{\text{n}} = 3,8 \cdot 10^{-7}$  m ga teng. Qolgan ko'rindigan nurlarning to'lqin uzunligi ular oralig'ida yotadi.

1873-yilda ingliz olimi J. Maksvell yorug'lik bo'shliqda  $v = 3 \cdot 10^8$  m/s tezlik bilan tarqaluvchi **elektromagnit to'lqindan** iborat ekanligini nazariy ravishda isbotladi. Bu nazariyani G. Gers tajribada tasdiqladi.





54-rasm.

Bir muhitdan ikkinchi muhitga o'tganda yorug'likning to'lqin uzunligi o'zgarib, chastotasi o'zgarmaydi.

Bizga ma'lumki, yorug'lik vakuumdan biror muhitga o'tganda tezligi  $n$  marta kamayadi.

$$v = \lambda \nu$$

formuladan turli rangdagi yorug'likning aynan bir xil muhitda turlicha tezlikda tarqalishi kelib chiqadi.

$$n = \frac{c}{v}$$

kattalik muhitning vakuumga nisbatan nur sindirish ko'rsatkichi ekanligini hisobga olsak, muhit nur sindirish ko'rsatkichi turli rangli yorug'lik uchun turlicha bo'lishi kelib chiqadi.

**Muhit nur sindirish ko'rsatkichining yorug'lik to'lqin uzunligiga bog'liq bo'lishiga yorug'lik dispersiyasi deyiladi.**

Bu hodisani birinchi bo'lib Nyuton kashf etgan. Uning tajribasi ham oddiy edi. Nyuton prizma olib, unga ingichka quyosh yorug'ligini tushiradi. Prizmadan o'tgan nur ro'paradagi devorga tushirilgan. Bunda ranglarning kamalakda

ko'rinadigan tartibda joylashgan tasviri kuzatiladi (54-rasm).

Tajribada qizil nur prizmadan o'tganda eng kam, binafsha nur esa eng katta og'ishini aniqladi. Ana shu yetti xil nurlardan tashkil topgan tasvirni Nyuton **spektr** deb atadi.

Nur tushayotgan teshikni Nyuton qizil shisha bilan berkitganda, devorda faqat qizil dog' qolganligini, ko'k shisha bilan berkitganda faqat ko'k dog' qolganligini kuzatadi. Bundan oq nurni prizma "bo'yab" chiqarishini emas, balki oq nur murakkab tuzilishga ega ekanligini isbotladi. Prizmadan o'tgan nurlarni yig'uvchi linza orqali o'tkazilsa, yig'ilgan nurlar yana oq nur ko'rinishiga o'tadi. Shunday qilib Nyuton quyoshning oq nuri ma'lum nisbatda qo'shilgan turli toza ranglarning aralashmasidan iborat ekanligini isbotladi. Tabiatda narsa va buyumlarga quyosh nurlari tushganda turli rangda ko'rinishiga sabab, jismning ayrim nurlarni yutishi va ayrimlarini qaytarishidir. Qora jism tushgan nurlarni to'la yutadi, oq jism barchasini qaytaradi. Bayramlar, attraksionlar va turli tomoshalarda yorug'lik rangli shishalardan o'tkaziladi. Ular faqat bir rangni o'tkazib, qolganini yutib qoladi.



1. To'liqin chastotasi deganda nimani tushunasiz?
2. Spekrda nurlarning ketma-ket joylashish tartibini ko'rsating.
3. Prizmaga tushayotgan oq nurni havorang shisha hilan berkitilsa, spektrda nima o'zgarish ro'y beradi?

## 28-§. INFRAQIZIL, ULTRABINAFSHA VA RENTGEN NURLARI, ULARNING XOSSALARI



*Kuchlanishi o'zgaradigan manbaga elektr lampochkasini ulang. Xonani qorong'ilatib, lampochkaga beriladigan kuchlanishni 0 dan boshlab nominal qiymatigacha oshirib boring. Lampochkaning yonish ravshanligini kuzating.*

Bunda siz lampochkaning oldin qizarib, so'ngra oq yorug'lik chiqarishini ko'rasiz. Chiqayotgan yorug'lik o'rganilganda ularning spektri ham o'zgarganligi kuzatiladi. Spekrning nur tushgan joyi, qiziydi. Qizdirilgan joy temperaturasi maxsus termometrlar (qarshilik elektr termometri) bilan o'lchanganda qizil nurdan boshlab binafsha nurga tomon temperatura ortib borganligi aniqlandi. Sezgir termometrni spekrning ko'zga ko'rinmaydigan qizil nurga yaqin joyiga qo'yilganda ham qizdirishi aniqlandi. Xuddi shunday termometrni binafsha nurdan keyingi ko'zga ko'rinmaydigan joyiga surilganda termometr ko'rsatishi kattaroq bo'lgan.

**Infraqizil nurlar.** Spekrda qizil nur ( $\lambda_q = 0,76 \text{ mkm}$ ) dan keyin joylashadigan ko'rinmaydigan nurlarga **infraqizil nurlar** deyiladi. Har qanday qizdirilgan jismlar infraqizil nurlar chiqarganligidan ko'pincha **issiqlik nurlari** deb ham ataladi. Infraqizil nurlar qizil nurlarga qaraganda kuchsizroq sinadi. Ularning to'liqin uzunligi  $0,76 \div 350 \text{ mkm}$  oralig'ida bo'ladi.

Tandirda yopilgan nonlarning gaz tunuka pechlarida pishgan nonga nisbatan shirin bo'lishining sababi ham yaxshi oqartirib qizdirilgan tandirdan uzoq muddat infraqizil nurlar chiqarib turushidir. Infraqizil nurlar, shuningdek sabzavot va bo'yoqlarni quritishda ishlatiladi. Maxsus kamerada inson butun tanasining har bir nuqtasining temperaturasi undan chiqayotgan infraqizil nurlar yordamida o'lchanadi. Ilonlar kechasi ovga chiqqanida o'z o'ljasini infraqizil nurlar yordamida topadi. Xuddi shunday prinsipda "Yer—Osmon" tipidagi raketalarning havoda manevr bilan uchayotgan samolyotni topib, urib tushiradi. Qorong'ida ko'rish asboblarining ishlashi ham infraqizil nurlar orqali amalga oshiriladi.

**Ultrabinafsha nurlar.** Spekrda binafsha nurlardan keyin joylashgan ko'zga ko'rinmaydigan nurlarga **ultrabinafsha nurlar** deyiladi. Bu nurlar binafsha nurlarga nisbatan kuchliroq sinadi. To'liqin uzunligi  $0,4—0,005 \text{ mkm}$  oralig'ida yotadi. Ultrabinafsha nurlarni lyuminafor modda bilan qoplangan ekran orqali sezish mumkin. Bunda ekranga tushiril-

gan spektrning binafsha nur tushgan joyining yonboshi o'zidan nur chiqara boshlaydi. Ultrabinafsha nurlar atmosferada to'la yutilmaydi. Shu sababli, bunday nurlar ta'sirida badan qorayadi. Quyosh nurlari tik tushgan joyda ma'lum vaqt davomida bo'lish foydalidir. Nurlar markaziy nerv sistemasiga ta'sir etib, organizmdagi muhim hayotiy funksiyalarni yaxshilaydi. Ultrabinafsha nurlar shuningdek gazlarni ionlashtiradi, ba'zi kimyoviy jarayonlarni tezlashtiradi. Tibbiyotda xonalarni bakteriyalardan dezinfeksiya qilishda foydalaniladi. Ultrabinafsha nurlar ko'z to'r pardasiga kuchli ta'sir etib, uni yemiradi. Shu sababli to'g'ridan-to'g'ri quyoshga, payvandlashda elektr va gaz alangasiga himoya ko'zoynagisiz qarash mumkin emas.

**Rentgen nurlari.** Ko'pchilik o'quvchilar o'z sog'lig'ini tekshirtirganlarida rentgen kamerasiga kirganlar, albatta. Unda inson tanasining turli qismlaridagi ko'zga ko'rinmaydigan ichki a'zolarining rasmlarini olish imkoniyatlari haqida o'quvchilarimiz tasavvurga egalar. Bu nurlarni 1895-yili nemis fizigi Vilgelm Rentgen kashf etgan. Rentgen kichik bosim ostida turgan gazdan tok o'tishini o'rgana turib, uning yaqinida qora qog'ozga o'ralgan fotoplastinkaning qorayib qolganigini aniqladi. Rentgen qo'lini nay bilan ekran orasiga qo'yganda panja suyaklarining qoramtir soyasini ko'radi. Demak, naydan qandaydir kuchli o'tish qobiliyatiga ega bo'lgan nurlar chiqar ekan. U bu nurlarni *X-nurlar* deb atadi. Keyinchalik bu nurlanish *Rentgen nurlari* deb atala boshlandi. *Rentgen nurlari* gazdan elektr toki o'tishi natijasida emas, balki *tez harakatlanuvchi elektronlarning*

*biror-bir to'siq* (shisha devor yoki metall plastina) bilan to'qnashishidan hosil bo'ladi. Rentgen nurlari ham elektromagnit to'liqlaridan iborat bo'lib, to'liqin uzunligi  $10^{-8}$  m dan  $10^{-11}$  m oralig'idadir.

Rentgen nurlarining noshaffof jismlardan o'ta olish xususiyatidan tibbiyotda va ilmiy tadqiqot ishlarida keng qo'llaniladi. Tibbiyotda chiqqan va singan suyaklarni ko'rish, o'pkada va boshqa a'zolardagi chet o'simalarni topish va davolash ishlarida foydalanilsa, metallurgiyada tayyor metall buyumlar ichida defektlarni aniqlashda qo'llaniladi. Bojxona nazorat postlarida chemodan va yuklarni ochmasdan uning ichki qismini tekshirish ham shu nurlar yordamida bajarilishi mumkin. Ilmiy tadqiqot ishlarida qattiq kristall jism fazoviy strukturasi, organik birikmalarning molekulyar tuzilishini o'rganishda rentgen nurlari qo'l kelmoqda.

**Elektromagnit to'liqlar shkalasi.** Rentgen nurlari ochilishi bilan bir davrda radioaktivlik hodisasi ham kashf etildi. Ayrim moddalar (uran birikmalari) hech qanday tashqi ta'sirsiz o'z-o'zidan nur chiqarar ekan. Bu nurlanish tarkibida to'liqin uzunligi  $10^{-11}$  m dan kichik bo'lgan elektromagnit to'liqlar ham mavjud edi. Bu nurlar *γ-nurlar* deb ataladi. Ularni atom yadrolari chiqarar ekan. Shunday qilib, inson to'liqin uzunligi bir-necha ming kilometrdan tortib, to  $10^{-13}$  m gacha bo'lgan elektromagnit to'liqlarni o'rganishga muvassar bo'ldi. Ular to'liqin uzunligi kamayib borish tartibida joylashtirilsa, *past chastotali nurlanish, radioto'liqlari, infraqizil nurlar, ko'zga ko'rinadigan yorug'lik, ultrabinafsha nurlar, rentgen nurlari va γ-nurlar* tartibida bo'ladi. Albatta bu nurlar

chegarasi shartli ravishda ajratilgan. Barchasi vakuumda 300000 km/s tezlik bilan tarqaladi. Lekin ularni hosil qilish (qizdirish, antenna orqali, elektronlar tormozlanishi) va qayd etish usullari tur-

lichadir. To'liq uzunligi katta bo'lgan nurlanishda to'liq xususiyatlari ko'proq namoyon bo'lsa, to'liq uzunligi qisqa bo'lganlarida zarracha xususiyati ustunroq turadi.



1. *Infraqizil, ultrabinafsha, rentgen nurlarining chastota oralig'i nimaga teng?*
2. *Infraqizil nurlar yana qayerlarda ishlatiladi?*
3. *To'liq uzunligi  $10^{-11}$  m dan kichik nurlar qanday nurlar deb ataladi?*

### 7 - m a s h q

1. Yerdan Quyoshgacha bo'lgan masofa 150 mln. km ga teng. Quyoshdan chiqqan yorug'lik Yerga qancha vaqtda yetib keladi?
2. Qizil nurning to'liq uzunligi  $7,6 \cdot 10^{-7}$  m, binafsha nurniki  $3,8 \cdot 10^{-7}$  m. Ularning chastotalarini hisoblang.
3. Yorug'likning shishada tarqalish tezligini hisoblang. Shishaning nur sindirish ko'rsatkichi 1,5.

## VIII BOBNING MUHIM XULOSALARI

1. Yorug'lik tezligi tabiatdagi eng katta tezlik bo'lib, vakuumda  $c=3 \cdot 10^8$  m/s ga teng. Muhitda yorug'lik tezligi vakuumdagiga nisbatan  $n$  marta kam.
2. Bir muhitdan ikkinchi muhitga yorug'lik o'tganda uning chastotasi o'zgarmaydi. Muhitning nur sindirish ko'rsatkichi turli ranglar uchun turlicha. Unga yorug'lik dispersiyasi deyiladi. Bu hodisani birinchi bo'lib Nyuton kashf etgan.
3. Tabiatda narsa va buyumlarga quyosh nurlari tushganda turli ranglarda ko'rinishiga sabab, ularning ayrim rangli nurlarni yutib, ayrimlarini qaytarishidir.
4. To'liq uzunligi (chastotasi) kamayib (ortib) borish tartibida joylashtirilgan elektromagnit to'liqlar maxsus shkalani hosil qiladi. Joylashish tartibi quyidagicha: past chastotali nurlanish, radio to'liqlari, infraqizil nurlar, ko'zga ko'rinadigan yorug'lik, ultrabinafsha nurlar, rentgen nurlari va  $\gamma$ -nurlar.
5. Rentgen nurlari va  $\gamma$ -nurlar noshaqqof jismlardan o'ta oladi.

# IX BOB

## YORUG'LIK KVANTLARI

### 29-§. FOTOEFFEKT HODISASI VA UNING QO'LLANILISHI

Hozirgi kunda televizor yoki videomagnitofonni masofadan turib pult bilan boshqarilishini ko'rmagan odam qolmagan. Toshkent metrosiga kirishda yo'l "jetoni"ni tashlamasdan kirmoqchi bo'linganda, mexanik qo'l ushlab qolishini ham bilasiz, albatta. Shunga o'xshash avtomatik qurilmalarning ko'pchiligida yorug'lik ta'siriga asoslanib ishlaydigan *fotodiod, fotorezistor, yorug'lik diodlari, optron* kabi asboblari bor.

*Yorug'lik ta'sirida moddadan elektronlar ajralishi fotoeffekt deyiladi.* Fotoeffekt hodisasini 1887-yilda G. Gers kashf etgan bo'lib, so'ngra uni A. G. Stoletov o'rganib chiqadi. Uni o'rganish sxemasi 55-rasmda keltirilgan.

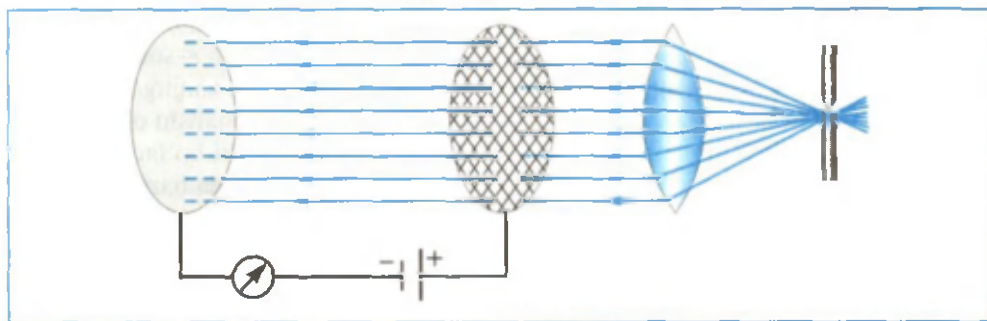
Biri tutash, ikkinchisi to'r ko'rinishida bo'lgan ikkita disk o'zaro parallel o'rnatilgan bo'lib, elektr zanjiriga ulangan. Disklar bir-biriga tegmaganligidan zanjir ochiq bo'lib, galvanometr ko'rsatishi nol.

Elektr yoyidan chiqqan yorug'lik diskka tushganda galvanometr tok hosil bo'lganligini ko'rsatadi. Bunda yaxlit disk albatta manbaning manfiy qutbga ulanishi shart. Agar musbat qutbga ulansa tok bo'lmaydi. Demak, haqiqatdan ham diskka yorug'lik tushganida undan elektronlar chiqar ekan. Tajriba natijasida quyidagi qonuniyatlar kuzatildi.

1) Har bir moddada fotoeffekt hodisasi ma'lum bir to'lqin uzunlikdagi yorug'likdan kichik to'lqin uzunlikdagi yorug'likda kuzatiladi. Masalan, rux uchun bu chegara 0,37 mkm, kaliy uchun — 0,45 mkm bo'lsa, natriyda — 0,68 mkm.

2) Metalldan uchib chiquvchi elektronlar energiyasi (tezligi) yorug'lik intensivligiga bog'liq bo'lmasdan, faqat yorug'lik to'lqin uzunligiga bog'liq.

Bu qonuniyatlarni yorug'likni to'lqin deb qarab tushuntirib bo'lmaydi. Foto-



55-rasm.



effektning sababi 1905-yilda A. Eynshteyn tomonidan tushuntirildi. Eynshteyn M. Plankning yorug'lik kvantlari haqidagi qarashlaridan foydalandi. Unga ko'ra yorug'lik faqat ayrim porsiyalar bilan chiqariladi, yutiladi va tarqaladi. Bitta porsiya yorug'likni "**yorug'lik kvanti**" deb nomlandi. Yorug'lik kvanti, shuningdek, "**foton**" deb ataladi. Foton energiyasi

$$\varepsilon = h\nu$$

bilan aniqlanib, chastotaga proporsional.  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  ga teng bo'lib, **Plank doimiysi** deb ataladi.

Metallga tushgan foton energiyasi elektronni atomdan chiqarish uchun bajariladigan ishga ("**chiqish ishi**") hamda elektronga kinetik energiya berishga sarflanadi:

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$$

- Bu tenglama fotoeffekt uchun **Eynshteyn formulasi** deyiladi. Formula berilgan moddada nima sababdan faqat ma'lum to'lqin uzunlikdan kichik to'lqinli yorug'lik ta'sirida fotoeffekt kuzatilishini tushuntiradi. Chunki elektron atomdan chiqishi uchun unga eng kamida chiqish ishi  $A$  ga teng bo'ladigan miqdorda yorug'lik energiyasi berilishi kerak:

$$h\nu \geq A,$$

bundan  $\nu_{\min} \geq \frac{A}{h}$  — berilgan modda uchun fotoeffekt kuzatiladigan qizil chegara deb ataladi.

Foton zarracha deb atalsa-da, tinch holatda massaga ega emas, ya'ni u tinch

holatda bo'lishi mumkin emas. Foton hosil bo'lgan zahoti yorug'lik tezligi  $c$  bilan harakatlana boshlaydi.

**Fotoeffekt hodisasiga asoslanib ishlaydigan asboblari.**

**Fotodiodlar.** 7-sinfda siz yarim o'tkazgichlar haqidagi ma'lumotlarni o'rganmansiz. Unda atomdan elektron chiqarilsa, **elektron-kovak** jufti hosil bo'lishi aytilgan. Elektron-kovak juftini moddaga yorug'lik tushirib ham hosil qilish mumkin ekan. Bunday moddalardan yasalgan yarimo'tkazgichli diod **fotodiod** deb ataladi. Fotodioddan o'tuvchi tok kuchi yorug'lik intensivligiga qarab o'zgaradi.

**Yorug'lik diodlari** — bu bir yoki bir necha  $p-n$  o'tishga ega bo'lgan diod bo'lib, undan tok o'tganda o'zidan yorug'lik chiqaradi. Bu diodda elektronlarning miqdori kovaklarga nisbatan ko'proq bo'ladi. Elektronlar  $n$ -sohadan,  $p$ -sohaga o'tganda kovaklar bilan rekombinatsiyalanib o'zlaridan ortiqcha energiyasini nur sifatida chiqaradi. Tok ortishi bilan yorug'lik intensivligi ortadi.

**Quyosh batareyalari** asosida ham fotodiodlar yotadi. Bunday fotoelektrik qurilmalarda yorug'lik ta'sirida kuchlanish hosil bo'ladi. Odatda ular  $p-n$  o'tishga ega bo'lib, hosil bo'lgan kuchlanishning musbat qutbi  $n$ -sohada bo'ladi. Bu kuchlanish tashqi zanjirga ulansa, tok hosil qiladi. Tok yo'nalishi o'tish yo'nalishiga qarama-qarshi bo'ladi.

**Fototranzistorlarda** baza zanjiri uzib qo'yilgan bo'lib, baza sohasi yoritilganda uning korpusida elektron-kovak jufti hosil bo'ladi. Bunda elektronlar bazada qoladi va konsentratsiyasi ortib emitter-baza o'tishidagi to'g'ri kuchlanishni





56-rasm.

oshiradi. Bu esa emitterdan bazaga ko'vaklarning kelishini kuchaytiradi va ko'pchiligi kollektorga o'tadi. Shunday qilib, bazaga tushayotgan yorug'lik tranzistordan o'tuvchi tokni boshqaradi.

**Optron asboblari.** Qurilma ichiga fotodiod va yorug'lik diodi joylashtiril-

gan asboblari **optronlar** deyiladi (56-rasm).

Fotodiod, yorug'lik diodlari, fototranzistorlar, yorug'lik batareyalari — yorug'lik indikatorlari, optoelektron asboblari nurlanish manbai, kino, fototexnika va avtomatik qurilmalarda ishlatiladi.



1. Fotoeffekt deb qanday hodisaga aytiladi?
2. Fotoeffekt kuzatiladigan tajribada yorug'lik nima sababdan manfiy qutbga ulangan diskka tushiriladi?
3. Foton deganda nimani tushunasiz?
4. Yorug'lik energiyasi uning rangiga qanday bog'liq?
5. Fotoeffekt kuzatiladigan qizil chegara nimani bildiradi?
6. Fotodiod va yorug'lik diodi orasidagi farqni tushuntiring.

### 30-§. GELIOTEXNIKA. O'ZBEKISTONDA QUYOSH ENERGIYASIDAN FOYDALANISH VA UNING ISTIQBOLLARI

Quyosh energiyasidan foydalanib ishlaydigan texnik qurilmalar **geliotexnik qurilmalar** deyiladi. Quyosh nurlari qurilmaning ishchi qismiga yutilib issiqlikka aylanadi. Qadimdan Quyosh energiyasidan foydalanishga intilishgan. Arximedning tug'ilgan shahri Sirakuzaga rimliklar xujum qilganda, ayollarning qo'liga katta ko'zgular berib, ulardan qaytgan quyosh nurini bitta yog'och

kemaga yo'naltirishni buyurgan va bunda kemanding yonib ketganligi haqida ma'lumotlar bor. XVIII-asrda Fransiya-da (J. Byuffon), Angliyada (D. Gershel), Rossiyada (M. V. Lomonosov) turli geliotexnikalar sinab ko'rilgan, lekin bular uncha natija bermagan. XIX-asrning 2-yarmida fransuz O. Musxo (1878), rus olimi V. K. Seraskiy (1890) ancha mukammal qurilmalar yasashgan. 1927-yilda

V. N. Buxman Qozog'istonda 24 yassi ko'zgudan iborat quyosh reflektori yasab, undan suv isitishda foydalangan. Yerga tushayotgan Quyosh energiyasi  $240 \text{ kJ}/\text{sm}^2$  dan yuqori (yillik quyosh vaqti 1800—2000 soat) bo'lgan joylarda quyosh energiyasidan foydalanish iqtisodiy nuqtai nazardan maqsadga muvofiq.

Quyosh energiyasidan texnika, turmushda foydalanishga doir ishlar O'zbekistonda 20-yillarda boshlangan. 1929-y. tamaki ekstraktini quyosh nuri yordamida bug'lantirish amalga oshirilgan (A. I. Lastak), 1930-y. quyosh nurida isitiladigan tajribaviy issiqxonalar qurildi (L. N. Satikov), 1934-y. Toshkentda geliotexnika laboratoriyasi, 1943-y. esa O'zbekiston FA Fizika-texnika instituti tarkibida geliotexnika laboratoriyasi tashkil etildi. Unda quyosh suv qurilmalari, meva quritkichlar, quyosh pilla ivitgichlari va quritgichlari, oltingugurtning quyosh suyultirish qurilmasi ishlab chiqildi va amaliyotga tatbiq qilindi. Toshkentda 1946-yilda ko'zglasining diametri 10 m li paraboloid qurilma qurildi. Bu qurilma xonalarni isitish va havosini mo'tadillashtirish, bug' hamda muz olish bilan bog'liq tadqiqotlar o'tkazishga imkon berdi (G'. Yo. Umarov). Buxoro shahrida geliosuv isitkichlar va gelioshxonalarni ko'plab ishlab chiqaradigan birinchi gelioapparatlar zavodi qurildi (1978).

1963-yilda Geofizika bo'limi tashkil etilib, unda quyosh nuri energiyasini termodinamik usul bilan energiyaning boshqa turlariga aylantirish natijasida

0,5—2,0 kVt quvvatli issiqlik dvigatellari barpo qilish imkoniyatlari tug'ildi.

To'plangan quyosh nuri bilan bemorlarni davolaydigan tibbiy qurilmalar, qishloq xo'jalik ekinlari urug'lariga ekishdan oldin zaharli kimyoviy moddalarni qo'llamagan holda impulsli nur bilan ishlov beruvchi qurilmalar yaratildi.

Katta quyosh konsentratorlarining amaliy ahamiyatini e'tiborga olib akademik S. A. Azimov rahbarligida issiqlik quvvati 1000 kVt bo'lgan Katta Quyosh sandonini (KQS) o'z ichiga olgan ilmiy ishlab chiqarish majmuasi yaratildi. Majmuaning katta Quyosh sandoni Toshkent shahridan 45 km uzoqlikda, Parkent tumanida 1987-yilda ishga tushirildi. Bunday qurilma shu vaqtga qadar faqat Odeyo (Fransiya) shahrida bor edi. Qurilmaning konsentratori yuqori va pastdan kesilgan hamda fokus masofasi 18 m bo'lgan paraboloid bo'lib,  $54 \times 42$  m o'lchamga ega. Geliostat maydoni (ko'zgular joylashgan maydon) 62 ta bir xil o'lchamdagi, qiya tekislikda ma'lum tartibda joylashgan geliostatlardan tashkil topgan. Maydonning vazifasi kun bo'yi konsentratorni uning optik o'qi yo'nalishidagi quyosh nurlari bilan ta'minlab turishdan iborat. 1993-yilda "Fizika-Quyosh" ilmiy ishlab chiqarish birlashmasi tarkibida materialshunoslik instituti tashkil etilgan. Hozirgi kunda institutda yirik olimlar T. T. Risqiyev, G'. T. Odilov va boshqalar boshchiligidagi qiyin eruvchi materiallar fizikasi sohasida keng ko'lamda ilmiy izlanishlar olib borilmoqda.

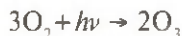


1. Quyosh energiyasidan foydalanish bo'yicha qanday qo'shimcha ma'lumotlarga egasiz?
2. Quyosh konsentratorlarida qanday shakldagi ko'zgulardan foydalaniladi?

### 31-§. YORUG'LIKNING KIMYOVIY VA BIOLOGIK TA'SIRI. FOTOGRAFIYA. FOTOSINTEZ VA UNING AHAMIYATI

Kimyo kursida siz murakkab molekularning oddiy molekularlarga ajralishi yoki oddiy lari birikib bir oz murakkabroq molekula hosil qilishi (sintez) mumkinligini o'qigansiz. Bunday kimyoviy reaksiya borishi uchun ma'lum miqdorda energiya sarflanishi kerakligi ham aytilgan. Ayrim molekular shu energiyani yorug'likdan olib parchalanishi yoki birikishi mumkin ekan. Yorug'likning **kimyoviy va biologik ta'sirlari** shunga asoslangan.

Yorug'likning kimyoviy ta'sirida sintez borishiga misol sifatida kislorodning ultrabinafsha nurlari ta'sirida ozonga aylanishini ko'rsatish mumkin:



Ajralish reaksiyasini ammiakning azot va vodorodga ajralishida ko'rsatish mumkin. Vodorod va xlor gazlari qorong'ulikda ta'sirlashmasligi kimyo kursidan ma'lum. Lekin qisqa muddatli yorug'lik ta'sirida ham reaksiya shiddat bilan borib, portlash ro'y beradi. Reaksiya borishi uchun, fotoeffekt hodisasiga o'xshash o'ziga xos "qizil chegara" mavjud. Chunki yorug'lik kvantining energiyasi molekula ichidagi kimyoviy bog'lanishni uzish uchun yetarli bo'lishi kerak.

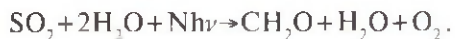
Fotografiya asosida ham yorug'likning kimyoviy ta'siri yotadi.

**Fotografiya.** Fotoapparat tuzilishi bilan 24-§ da tanishgan edingiz. Narsa va buyumlardan qaytgan yorug'lik foto-plyonkaga tushadi. Uning sezgir qatlami

kumush bromid (AgBr)ning jelatinga botirilgan mayda kristallaridan iborat. Yorug'lik ta'sirida kumush bromid parchalanib, toza kumush atomlari ajraladi. Hosil bo'lgan kumush atomlari soni yorug'lik intensivligiga bog'liq bo'lib, plyonkaning ayrim joylari qorayadi. Uni yashirin tasvir deb ataladi. Shundan so'ng plyonka ochiltirish uchun gidroksinon, metall yoki boshqa moddalar eritmasiga botiriladi. Natijada plyonkaning negativ tasviri hosil bo'ladi. Bu tasvirda ob'yektning oq joylari qora, qora joylari oq bo'ladi. Bundan so'ng plyonka yorug'lik ta'sirida o'zgarish uchun, plyonkada qolgan kumush bromidning kristallarini eritish uchun yuvib yuboriladi. Tasvirni mustahkamlash uchun esa plyonka giposulfit eritmasiga botiriladi va suvda yuvib yuboriladi. Tayyor bo'lgan negativdan kerakli o'lchamdagi fotorasm hosil qilish uchun kichik proyeksiyon apparatga qo'yilib, tasvir fotoqog'ozga ko'chiriladi. Fotoqog'ozga yuqoridagi usul bilan ishlov berilganda haqiqiy pozitiv tasvir hosil bo'ladi. Hozirgi kunda to'g'ridan-to'g'ri pozitiv tasvir hosil qiladigan fotoapparatlar ishlangan. Lekin ularda tasvir o'lchami va rasmlar soni cheklangan.

Yorug'likning biologik ta'siri tabiatda va inson hayotida muhim ahamiyatga ega. Daraxt va o'tlarning yashil barglarida, ignabarglarda va ko'pgina mikroorganizmlarda yorug'lik ta'sirida Yerdagi butun hayot uchun zarur jarayonlar sodir bo'ladi. O'simliklarda yorug'lik ta'sirida

uglevod hosil bo'lishi va kislorod ajralishining birinchi bosqichi quyidagicha boradi:



Bu reaksiya natijasida hayot uchun eng muhim kislorod ajralib turadi.

O'simliklar uglerod atomlaridan iborat zanjirga ildizlari vositasida yerdan oladigan boshqa elementlarning atomlarini qo'shib olib, inson va hayvonlar

uchun oziq bo'lmish oqsil, yog', uglevod molekularini hosil qiladi. Bu jarayon *fotosintez* deb ataladi. Fotosintezga yana misol tariqasida ba'zibir bakteriyalarda kechadigan quyidagi reaksiyani ko'rsatish mumkin:



Fotosintez natijasida Yerdan har yili 100 mlrd tonna organik moddalar va erkin kislorod hosil bo'ladi.



1. Yorug'likning kimyoviy va biologik ta'siri nimaga asoslangan?
2. Fotografiyada yorug'lik ta'siri qanday rol o'ynaydi?
3. Fotoplyonkada negativ tasvir hosil qilishda bajariladigan ishlarni aytib bering.
4. O'simliklarda yorug'lik ta'sirida uglevod hosil bo'lish va kislorod ajralish reaksiyasini tushuntiring.
5. Fotosintez nima?

## 8 - m a s h q

1. Qizil yorug'lik nuri ( $\lambda=700$  nm) uchun foton energiyasini hisoblang. (*Javob:*  $2,83 \cdot 10^{-19}$  J.)

2. Energiyasi  $3 \cdot 10^{-16}$  J bo'lgan nurlanish fotonining to'lqin uzunligi nimaga teng? (*Javob:*  $6,6 \cdot 10^{-10}$  m.)

3. Kaliy uchun elektronning chiqish ishi  $3,6 \cdot 10^{-19}$  J. Kaliy uchun fotoeffekt "qizil chegarasi"ga mos kelgan to'lqin uzunligi topilsin. (*Javob:*  $5 \cdot 10^{-7}$  m.)

4. Seziy elementiga  $\lambda=400$  nm bo'lgan binafsha nur tushirilganda uning sirtidan kinetik energiyasi qancha bo'lgan elektronlar uchib chiqadi? Seziy uchun elektronning chiqish ishi  $1,7 \cdot 10^{-19}$  J. (*Javob:*  $5 \cdot 10^{-19}$  J.)

## IX BOBNING MUHIM XULOSALARI

1. Metallarga yorug'lik tushganida undan elektronlar chiqishi mumkin. Unga fotoeffekt hodisasi deyiladi. Har bir metall uchun fotoeffekt kuzatiladigan yorug'lik uchun "Qizil chegara" mavjud, ya'ni tushgan yorug'lik energiyasi, elektronning metallardan chiqish ishiga yetishi kerak.

2. Fotoeffekt hodisasi nazariyasi 1905-yilda A. Eynshteyn tomonidan M.T Plankning yorug'lik kvantlari haqidagi qarashlaridan foydalanib tushuntirildi.

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}, \quad A - \text{elektronning metallardan chiqish ishi};$$

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \text{ Plank doimiysi deyiladi.}$$

3. Fotoeffekt hodisasiga asoslanib ishlaydigan asboblari: fotodiodlar, yorug'lik diodlari, quyosh batareyalari, fototranzistorlar, optron asboblari — nurlanish manbai, kino-fototexnikada va avtomatik qurilmalarda ishlatiladi.

4. Quyosh energiyasidan foydalanib ishlaydigan qurilmalar yaratish va foydalanish O'zbekistonda ham rivojlangan. Respublikada maxsus ilmiy-tadqiqot institutlari ishlab turibdi.

5. Yorug'lik ta'sirida ko'pgina kimyoviy reaksiyalar boradi. Masalan: kislorod ultrabinafsha nurlari ta'sirida ozonga aylanadi. Fotoplyonkada tasvir hosil qilish ham shunga asoslangan. O'simliklarda yorug'lik ta'sirida fotosintez boradi.

## 32-§. LABORATORIYA ISHLARI VA MASALALAR YECHISHDAN NAMUNALAR

1. Shishaning nur sindirish ko'rsatkichini aniqlash.

**Kerakli asboblari.** Ikki tomoni parallel, qalinligi 1 sm atrofida bo'lgan shisha plastina, ignalar, oq qog'oz, penoplast, ixtiyoriy yorug'lik manbai, chizg'ich.

**Ishni bajarish.** 1) Oq qog'ozga shisha plastinani qo'yib parallel tomonlari chizib olinadi.

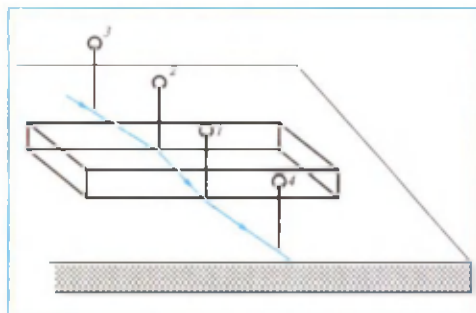
2. Shishani qog'oz bilan birgalikda penoplast ustiga qo'yiladi. Shishaga taqalgan holda, parallel tomonlarga 2 ta igna qadaladi (1 va 2 ignalar).

3) Penoplastni shisha bilan birgalikda ko'tarib shisha qalinligi orqali yorug'lik manbaiga qaraladi. Shisha plastinadan taxminan 2—3 sm uzoqlikda 3 va 4 ignalarni shisha orqali qaralganda ustma-ust tushadigan qilib qadaladi (57-rasm).

4) Shisha ostidagi qog'ozni olib, unda quyidagicha chiziqlar o'tkaziladi (58-rasm).

5) Nur sindirish ko'rsatkichini  $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$  (1) formula bilan aniqlanishini hisobga olib  $\sin \alpha = \frac{CB}{AC} = \frac{GF}{FD}$  va  $\sin \beta = \frac{ED}{AD} = \frac{AL}{AD}$  aniqlanadi. Buning



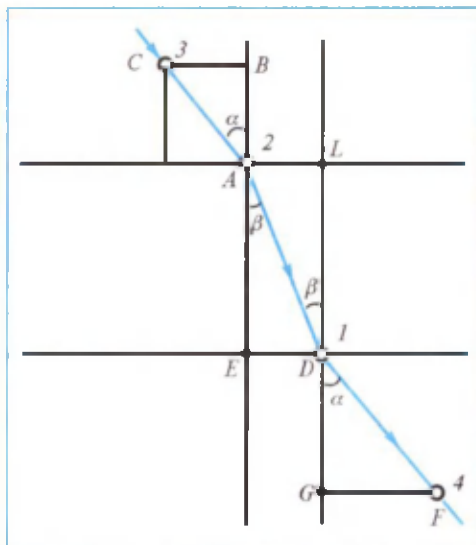


57-rasm.

uchun  $SV$ ,  $AS$ ,  $GF$ ,  $FD$ ,  $ED$ ,  $AD$ ,  $AL$  va  $AD$  lar millimetrli chizg'ich yordamida o'lchanadi.

6) Tajribani 3 marta turli tushish burchaklari  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  va  $\alpha_3$  uchun takrorlanadi va mos ravishda nur sindirish ko'rsatkichlarini (1) formula yordamida hisoblanadi.

7) Olingan natijaning absolyut va nisbiy xatoligi topiladi.



58-rasm.

### Tekshirish uchun savollar

1. Nur sindirish ko'rsatkichi tushish burchagiga bog'liqmi?
2. Sinish burchagi shisha qalinligiga qanday bog'liq?
3. Nur sindirish ko'rsatkichining fizik ma'nosini tushuntiring.

### 2. Yorug'lik dispersiyasini o'rganish.

**Kerakli asboblari:** tirqishli yorug'lik manbai, prizma, ekran, linza.

#### Ishni bajarish.

1) Ekranni qo'zg'olmaydigan holatda o'rnatib, yorug'lik manбайдan ingichka oq yorug'lik nurini prizмага tushiriladi.

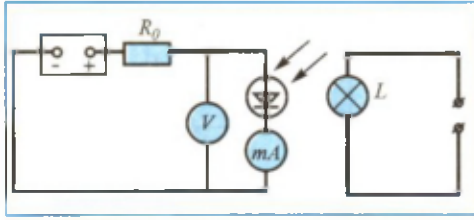
2) Prizma va manbai holatini o'zgartirib, ekranda aniq spektr hosil bo'lishi kuzatiladi.

3) Prizmadan chiqqan nur yo'lga linnani qo'yib, ekranda ingichka oq yorug'lik hosil bo'lishiga erishiladi.

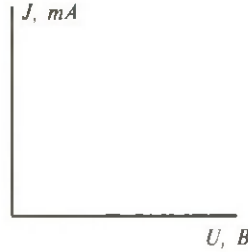
### Xulosa uchun savollar

1. Nima sababdan oq yorug'lik prizmadan o'tganda turli ranglarga ajraladi?
2. Spekrda ranglar qanday tartibda joylashadi?
3. Nima sababdan oq yorug'lik yassi parallel shishadan o'tganda ranglarga ajralmaydi?





59-rasm.



### 3. Fotodiodni o'rganish.

**Kerakli asboblari:** fotodiod, tirqishli yorug'lik manbai, 0 dan 10 V gacha o'zgaradigan o'zgarimas tok manbai, milliampermetr, voltmetr (o'lchash chegarasi 12 V gacha), ulash simlari.

1) Fotodiod texnik xarakteristikallari bilan tanishiladi.

2) 59-rasmida keltirilgan chizma ulovchi o'tkazgichlar yordamida yig'iladi.

3) Yorug'lik manbai tirqishini berkitib, fotodioddan o'tuvchi tok kuchi nol bo'ladigan minimal kuchlanishni tanlab belgilanadi.

4) Yorug'lik tirqish orqali fotodiod-tushiriladi. Tok manбайдan beriladi-

gan kuchlanishni asta-sekin orttirib milliampermetr va voltmetr ko'rsatishlari jadvalga yozib boriladi.

U(B)					
J(mA)					

5) Jadval natijalaridan foydalanib  $J=f(U)$  bog'lanish grafigi tuziladi.

6) Tajriba lampochka ravshanligini (unga berilgan kuchlanishini) o'zgartirib takrorlanadi.

7) Olingan natijalardan xulosalar chiqariladi.

### Tekshirish uchun savollar

1. Fotodiodning ishlash prinsipi nimaga asoslangan?
2. Nima sababdan yorug'lik tushmasa, to'g'ri  $p-n$  o'tish bo'lsa ham tok o'tmaydi?
3. Fotodiod toki lampochka ravshanligiga qanday bog'liq.

### MASALALAR YECHISHDAN NAMUNALAR

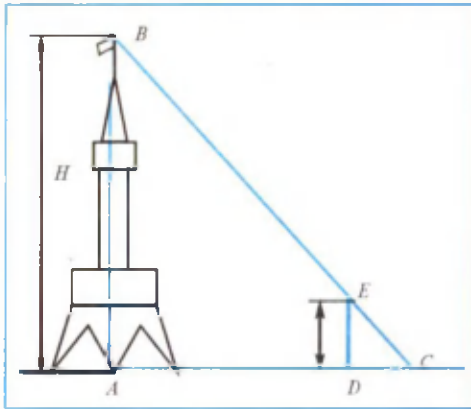
1- masala. Toshkent teleminorasi soyasining uzunligi 40 m ga teng bo'lgan vaqtda, uzunligi 7,5 m bo'lgan sim-yog'och soyasining uzunligi 1 m ga teng bo'ldi (60-rasm). Teleminora balandligi necha metr?

Yechilishi. Masala shartiga ko'ra quyidagi chizmani chizamiz.

Berilgan:  $AC=50$  m  
 $DC=1$  m  
 $ED=7,5$  m  


---

 $AB=?$



60-rasm.

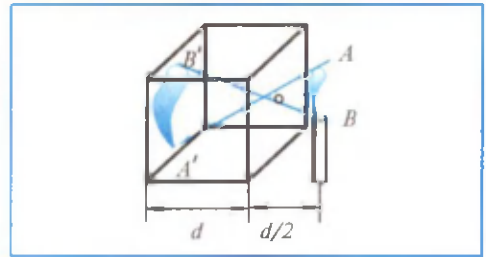
$\triangle ABC \sim \triangle DEC$  ekanligidan:  $\frac{AB}{ED} = \frac{AC}{CD}$ .

Bundan minora balandligi  $\frac{H}{h} = \frac{50}{1,5}$ ;  
 $H = h \cdot 50 = 7,5 \text{ m} \cdot 50 \text{ m} = 375 \text{ m}$ .

2-masala. Tomoni  $d$  ga teng, kub shaklidagi xona devorida kichik tirqish ochilib, undan  $\frac{d}{2}$  masofada yonib turgan sham qo'yiladi. Xona ichidagi devorda sham alangasi qanday holatda ko'rinadi (61-rasm)?

Yechilishi. Yorug'lik to'g'ri chiziq bo'ylab tarqaladi. Alanganing  $A$  nuqtasidan chiqqan nur devordagi  $A'$  nuqtaga,  $V$  nuqtasidan chiqqan nur devordagi  $V$  nuqtaga boradi. Demak, to'ng'ri, kattalashgan holatda ko'rinadi.

3-masala. 62-rasmda keltirilgan ko'zgu  $O$  nuqta atrofida aylana oladi. Aylana 8 ta teng bo'lakka ajratib ko'rsatilgan. Ko'zgdagi 2 nuqta aylanib 3 nuqtaga kelsa, 1 nuqtada turgan  $A$  jismning tasviri qaysi nuqtadan qaysi nuqtaga o'tadi?



61-rasm.

Yechilishi. Yassi ko'zguda  $A$  jismning tasviri unga simmetrik bo'lgan  $A'$  holda bo'ladi. Ko'zguni rasmida ko'rsatilganidek burilsa, tasvir jismga simmetrik bo'lgan 5 nuqtaga ko'chadi.

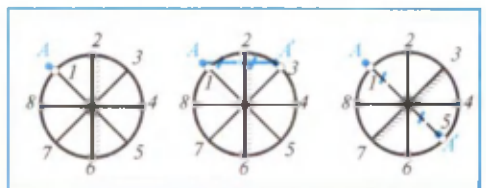
4-masala. Shisha va suvning nur sindirish ko'rsatkichlari mos ravishda  $n_1 = 1,57$  va  $n_2 = 1,33$  bo'lsa, suvning shishaga nisbatan nur sindirish ko'rsatkichlari topilsin.

Berilgan:  $n_1 = 1,57, n_2 = 1,33, n_{12} = ?$

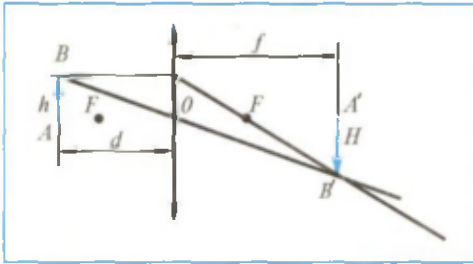
Yechilishi. Birinchi muhitning ikkinchisiga nisbatan nur sindirish ko'rsatkichi.  $n_{12} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\frac{c}{n_2}}{\frac{c}{n_1}} = \frac{n_1}{n_2}$  bilan

aniqlanadi. Shunga ko'ra  $n_{12} = \frac{1,57}{1,33} = 1,18$ .

5-masala. Balandligi 5 sm bo'lgan buyum fokus masofasi 20 sm bo'lgan ikki tomoni qavariq linzadan 30 sm masofada uning bosh optik o'qiga perpendikulyar



62-rasm.



63-rasm.

joylashtirilgan. Tasvirdan linzagacha bo'lgan masofa va balandligi topilsin.

Berilgan.  $h=5$  sm,  $F=20$  sm,  $d=30$  sm.  $f=?$  N—? Masalani yechishdan avval buyumning qavariq linzadagi tasvirini yasaymiz (63-rasm).

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} \Rightarrow f = \frac{F d}{d - F} = \frac{0,2\text{m} \cdot 0,3\text{m}}{0,3\text{m} - 0,2\text{m}} = \frac{0,06}{0,1} = 0,6\text{m}.$$

Chizmada  $\triangle ABO$  va  $\triangle A'B'O$  ning o'xshashligidan  $\frac{H}{h} = \frac{f}{d} \Rightarrow H = h \frac{f}{d} = 5 \cdot 10^{-2}\text{m} \frac{0,6\text{m}}{0,3\text{m}} = 10\text{sm} = 10^{-1}\text{m}.$

6-masala. Uzoqdan ko'radigan qariya kitobni ko'zoynaksiz 50 sm masofada o'qiy oladi. Kitobni normal ko'zning eng yaxshi ko'rish masofasi 25 sm oraliqda o'qish uchun qariya taqishi kerak bo'lgan ko'zoynakning optik kuchi topilsin.

Yechilishi.

$d_1=50$  sm,  $L_0=25$  sm,  $D=?$

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f} = D_1 \text{ va } \frac{1}{L_0} + \frac{1}{f} = D_1 + D.$$

Ular birgalikda yechilsa,

$$D = \frac{1}{L_0} - \frac{1}{d_1} = \frac{1}{0,25\text{m}} - \frac{1}{0,5\text{m}} = 4 - 2 = +2 \text{ dptr}.$$

7-masala. Ko'zga ko'rinadigan yorug'lik nurlarining to'liq uzunliklari  $4 \cdot 10^{-7}\text{m}$  dan  $7,5 \cdot 10^{-7}\text{m}$  gacha intervalda yotsa, bu intervalga mos kelgan yorug'lik nurlarining chastotalari topilsin.

Berilgan.  $\lambda_1=4 \cdot 10^{-7}\text{m}$ ,

$\lambda_2=7,5 \cdot 10^{-7}\text{m}$ ,  $s=3 \cdot 10^8\text{m/s}$ .

Yechilishi. Yorug'likning to'liq uzunligi  $\lambda$ , uning tarqalish tezligi  $c$  va chastotasi  $\nu$  quyidagicha bog'langan:

$$\nu_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{3 \cdot 10^8\text{m/s}}{4 \cdot 10^{-7}\text{m}} = 7,5 \cdot 10^{14}\text{Gs}.$$

$$\nu_2 = \frac{c}{\lambda_2} = \frac{3 \cdot 10^8\text{m/s}}{7,5 \cdot 10^{-7}\text{m}} = 4 \cdot 10^{14}\text{Gs}.$$

8-masala. Kaliy uchun elektronning chiqish ishi  $3,6 \cdot 10^{-19}\text{J}$  ga teng. Fotoeffekt "qizil chegarasi"ga mos kelgan yorug'lik chastotasi topilsin.

Berilgan.  $A=3,6 \cdot 10^{-19}\text{J}$ ,

$c=3 \cdot 10^8\text{m/s}$ ,

$h=6,625 \cdot 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ .  $\nu=?$

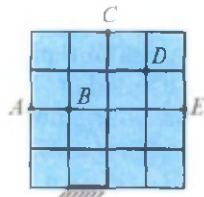
Yechilishi.

Fotoeffekt "qizil chegarasi"ga mos kelgan yorug'lik energiyasi  $E=h\nu_0$  to'liq holda elektronning metallardan chiqish ishi  $A$  ga sarflanadi.  $h\nu_0=A \Rightarrow \nu_0 = \frac{A}{h} = \frac{3,6 \cdot 10^{-19}\text{J}}{6,625 \cdot 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}} = 5,4 \cdot 10^{14}\text{Gs}.$

## II BO'LIMNI YAKUNLASH BO'YICHA NAZORAT SAVOLLARI

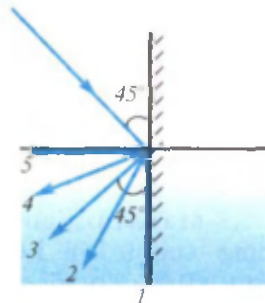
1. A nuqtadan ko'zguna qaragan kishi rasmdagi qaysi nuqtalarning tasvirini ko'radi?

- A) Faqat B;  
 B) B va D;  
 C) D va E;  
 D) C, D va E;  
 E) B, C, D va E.



2. Ko'zguning yarmi suvda, yarmi havoda joylashgan. Botish chegarasiga tushgan nur qaysi yo'nalishda qaytadi?

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



3. Optik kuchlari +3 dptr va +0,75 dptr bo'lgan linzalarning bosh fokus masofalari nisbati nimaga teng?

- A) 4; B) 2; C) 1; D) 0,5; E) 0,75.

4. Sindirish koeffitsienti 1,52 bo'lgan shishadan optik kuchi +2 dptr bo'lgan yassi qavariq linza yasash talab qilindi. Egrilik radiusi qancha bo'lishi kerak?

- A) 26 sm; B) 13 sm; C) 52 sm;  
 D) 39 sm; E) 15,2 sm.

5. Buyum shishadan  $d$  uzoqlikda tursa va shishaning bosh fokus oralig'i  $F$  ga

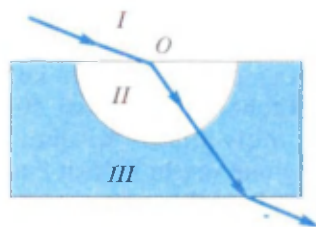
teng bo'lsa, tasvir buyumning o'zidan necha marta katta bo'ladi?

- A)  $\frac{F}{d-F}$ ; B)  $\frac{F}{d+F}$ ; C)  $\frac{F}{F-d}$ ;  
 D)  $\frac{F}{d}$ ; E)  $\frac{d}{F}$ .

6. Proyeksion apparatdagi yig'uvchi linzaning fokus masofasi 15 sm, undan ekrangacha bo'lgan oraliq 6 m. Buyumning tasviri taxminan necha marta katta bo'ladi?

- A) 40; B) 35; C) 30; D) 25; E) 20.

7. Yorug'lik nuri I, II va III muhitlardan rasmda ko'rsatilgan yo'nalishda o'tmoqda. I, II va III muhittarning nur sindirish ko'rsatkichlarini taqqoslang ( $O$  — yarim doira markazi).



- A)  $n_{II} > n_I > n_{III}$ ;  
 B)  $n_{II} > n_{III} > n_I$ ;  
 C)  $n_{III} > n_{II} > n_I$ ;  
 D)  $n_{III} > n_I > n_{II}$ ;  
 E)  $n_{II} = n_{III} > n_I$ .

8. Moddaning nur sindirish ko'rsatkichi qizil ( $n_q$ ), sariq ( $n_s$ ) va binafsha ( $n_b$ ) nurlar bilan o'Ichandi. Natijalarni solishtirilsa qanday bo'ladi?

- A)  $n_b > n_s > n_q$ ;  
 B)  $n_q > n_s > n_b$ ;  
 C)  $n_b > n_q > n_s$ ;  
 D)  $n_q > n_b > n_s$ ;  
 E)  $n_b = n_s = n_q$ .

**9. Yorug'lik havodan shishaga o'tganda uning qaysi parametri o'zgarmay qoladi?**

- A) chastotasi;  
 B) to'lqin uzunligi;  
 C) tarqalish tezligi;  
 D) intensivligi;  
 E) bunday parametrlar yo'q.

**10. Dispersiya — bu yorug'lik...**

- A) ...nur sindirish ko'rsatkichining to'lqin uzunligiga bog'liqligi.  
 B) ...to'lqinlari tezligining chastotaga bog'liqligi.  
 C) ...tezligining tabiatdagi eng katta tezlik ekanligi.  
 D) ...ta'sirida moddadan elektronlar ajralishi.  
 E) ...ning atomlar va molekularlar tomonidan porsiyalab yutilishi.

**11. Infraqizil nurlarning to'lqin uzunligi oralig'ini ko'rsating.**

- A)  $0,76 \div 350$  mkm;  
 B)  $10^{-11}$  m dan kichik;  
 C)  $10^{-8} \div 10^{-11}$  m;  
 D)  $0,4 \div 0,005$  mkm;  
 E)  $7,6 \cdot 10^{-7} \div 3,8 \cdot 10^{-7}$  m.

**12. Qaysi nurlarning zarracha xususiyati ko'proq?**

- A)  $\gamma$ -nurlar;  
 B) rentgen nurlari;

- C) ultrabinafsha nurlar;  
 D) ko'zga ko'rinadigan nurlar;  
 E) barchasida bir xil.

**13. Fotoeffekt deb — ... aytiladi. Nuqtalar o'rniga to'g'ri javobni qo'ying.**

- A) ...yorug'lik ta'sirida moddadan elektronlar ajralishiga...  
 B) ...nur sindirish ko'rsatkichining to'lqin uzunligiga bog'liqliligiga...  
 C) ...yorug'lik energiyasining atomlar va molekularlar tomonidan porsiyalab yutilishiga...  
 D) ...yorug'lik tezligining to'lqin chastotasiga bog'liq bo'lmasligiga...  
 E) ...optik asboblardan orqali buyumlar tasvirining kattalashishiga...

**14. Qizil yorug'lik nuri ( $\lambda = 700$  nm) va rentgen nuri ( $10^{-10}$  m) ning energiyalari nisbati  $\frac{\epsilon_+}{\epsilon_-}$  nimaga teng?**

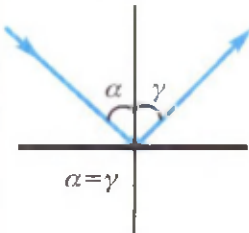
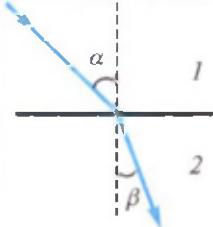
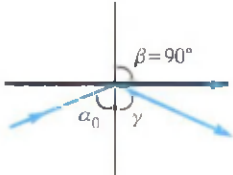
- A)  $1,4 \cdot 10^{-4}$ ;  
 B)  $7 \cdot 10^{-4}$ ;  
 C)  $7 \cdot 10^{-5}$ ;  
 D)  $7 \cdot 10^{-3}$ ;  
 E)  $1,4 \cdot 10^{-3}$ .

**15. Fotoeffektning "qizil chegarasi" deganda nima tushuniladi?**

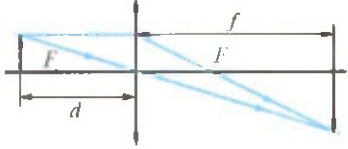
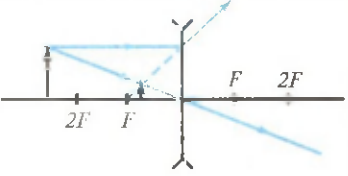
- A) Fotoeffekt hodisasi vujudga kelishi uchun moddaga tushgan yorug'lik chastotasining minimal qiymati.  
 B) Ko'zga ko'rinadigan va infraqizil nurlar chegarasi.  
 C) Fotoeffekt hodisasi vujudga kelishi uchun moddaga tushgan yorug'lik to'lqin uzunligining minimal qiymati.  
 D) Bir kvantga to'g'ri kelgan foton energiyasi.  
 E) To'g'ri javob keltirilmagan.

## YAKUNLOVCHI SUHBAT

Bunda Siz II bo'limda o'rganilgan mavzularning qisqacha xulosalari bilan tanishasiz.

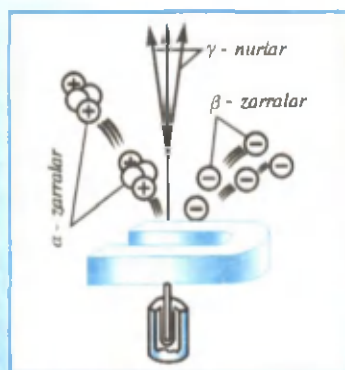
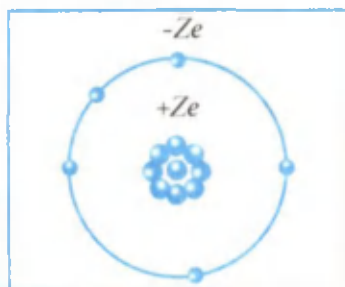
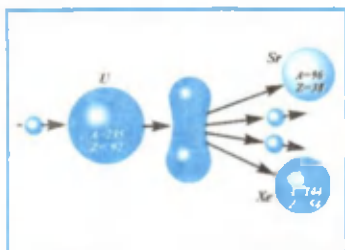
Yorug'likning tarqalishi	Shaffof bir jinsli muhitda yorug'lik to'g'ri chiziq bo'ylab tarqaladi. Yorug'lik tarqalayotgan chiziq yorug'lik nuri deyiladi.	
Yorug'lik tezligi $c$	Vakuumda taxminan 300000 km/s ga teng.	
Yorug'likning qaytish qonuni	 <p style="text-align: center;"><math>\alpha = \gamma</math></p>	Tushgan nur, qaytgan nur va nur tushish nuqtasiga o'tkazilgan perpendikulyar bir tekislikda yotadi. Tushish burchagi va qaytish burchagi o'zaro teng.
Yorug'likning sinish qonuni	 <p style="text-align: center;"><math>\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{12} = \text{const}</math></p>	Tushgan nur, qaytgan nur, singan nur va nur tushish nuqtasiga o'tkazilgan perpendikulyar bir tekislikda yotadi. Tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga nisbati o'zgarmas bo'lib, ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan nur sindirish ko'rsatkichi deyiladi.
To'la ichki qaytish	<p>Optik zichligi katta bo'lgan muhitdan optik zichligi kichik bo'lgan muhitga yorug'lik nuri tushganda muhitlarni chegaralovchi yuzadan yorug'lik nurining to'la qaytishi to'la ichki qaytish deyiladi.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div data-bbox="351 1214 631 1463">  <p style="text-align: center;"><math>\beta = 90^\circ</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\alpha_0</math>   <math>\gamma</math></p> </div> <div data-bbox="631 1214 1083 1463"> <p style="text-align: center;"><math>\frac{\sin \alpha_0}{\sin \beta} = \frac{1}{n}</math></p> <p><math>\alpha_0</math> — to'la ichki qaytish kuzatiladigan chegaraviy burchak.</p> </div> </div>	



Linza	<p>Sferik sirt bilan chegaralangan shaffof jismga linza deyiladi.</p> <p>Turlari: qavariq (yig'uvchi), botiq (sochuvchi).</p> <p>Fokus masofasi (<math>F</math>) — linza optik markazidan fokusigacha bo'lgan masofa.</p> $\frac{1}{F} = (n_{21} - 1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$ <p><math>n_{21}</math> — linza materialining linza joylashgan muhitga nisbatan nur sindirish ko'rsatkichi, <math>R_1</math> va <math>R_2</math> — linza sferik sirtlarining egrilik radiuslari.</p>
Yupqa linza formulasi	$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$ <p><math>d</math> — buyumdan linzagacha bo'lgan masofa;  <math>f</math> — linzadan tasvirgacha bo'lgan masofa;</p> <p><math>D = \frac{1}{F}</math> — linzaning optik kuchi. <math>[D]=1</math> dptr.</p> 
Linzada tasvir yasash	<p>Tasvir yasash uchun ikkita nur o'tkazish kifoya:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• buyum uchidan linza markaziga;</li> <li>• buyum uchidan bosh optik o'qqa parallel, so'ngra linzadan o'tib sinadigan (yig'uvchi linzada), linzadan orqa yo'nalishda bosh fokusga qarab (sochuvchi linzada)</li> </ul> 
Optik asboblari	<p>• Lupa • Ko'z • Ko'zoynak • Mikroskop • Fotoapparat • Grafoproektor • Proyeksiyon apparat.</p>
Yorug'likning to'lqin uzunligi, $\lambda$	<p><math>\lambda = \frac{c}{\nu}</math>; <math>\nu</math> — yorug'lik chastotasi.</p> <p>Ko'zga ko'rinadigan nurlar <math>\lambda = 7,6 \cdot 10^{-7} \div 3,8 \cdot 10^{-7}</math> m.</p>

Yorug'likning dispersiyasi	Muhit nur sindirish ko'rsatkichining yorug'lik to'lqin uzunligiga bog'liq bo'lishiga yorug'lik dispersiyasi deyiladi. Prizmaga ingichka oq nur tushirilsa, o'tayotgan nurlar prizma asosiga turlicha og'adi va ekranda yonma-yon joylashgan yetti xil rang ko'rinadi.
Elektromagnit to'lqinlar shkalasi	Elektromagnit to'lqinlar shkalasi deyilganda tabiatda mavjud bo'lgan barcha elektromagnit to'lqinlarning chastotasi ortib borishiga qarab ketma-ket joylashtirilishi tushuniladi. Ular past chastotali nurlanish, radioto'lqinlar, infraqizil nurlar, ko'zga ko'rinadigan yorug'lik, ultrabinafsha nurlar, rentgen nurlari va $\gamma$ -nurlar.
Yorug'lik tabiatiga bo'lgan qarashlar	Yorug'lik ham zarracha, ham to'lqin tabiatiga ega.
Fotonlar	Atom va molekular yorug'lik energiyasini porsiyalab yutadi va chiqaradi. Bitta porsiya yorug'likni "yorug'lik kvanti" yoki "foton" deb ataladi. Foton energiyasi $E=h\nu$ , $h=6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ — Plank doimiysi.
Fotoeffekt	Yorug'lik ta'sirida moddadan elektronlar ajralishi fotoeffekt deyiladi. Ichki fotoeffektida yorug'lik ta'sirida atomdan elektron chiqib, elektron-kovak jufti hosil bo'ladi. Tashqi fotoeffektida moddadan yorug'lik ta'sirida elektronlar chiqadi. $h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$ — fotoeffekt uchun Eynshteyn formulasi. $A$ — chiqish ishi.
Fotoeffekt uchun qizil chegara	Fotoeffekt hodisasining vujudga kelishi uchun moddaga tushgan yorug'lik chastotasining minimal qiymati. $\nu_{\min} \geq \frac{A}{h}$
Fotoelektron asboblari	Fotodiod — yorug'lik ta'sirida elektr o'tkazuvchanligi ortadigan yarimo'tkazgich asbob. Yorug'lik diodi — tok o'tganda o'zidan kuchsiz bir rangda yorug'lik chiqaruvchi yarimo'tkazgich asbob. Fototranzistor — yorug'lik yordamida o'tayotgan tok boshqariladigan tranzistor. Quyosh batareyasi — yorug'lik ta'sirida kuchlanish hosil qiladigan yarim o'tkazgich diod.
Geliotexnik qurilmalar	Quyosh energiyasidan foydalanib ishlaydigan texnik qurilmalar.

# ATOM FIZIKASI ASOSLARI



Siz bu bo'limda quyidagilar bilan tanishasiz:

- Atom tuzilishi
- Rezerford tajribalari
- Lazerlar va ularning qo'llanilishi
- Yadro tuzilishi
- Radioaktivlik hodisasi
- Neytronning kashf etilishi
- Yadro kuchlari
- Radioaktiv nurlanishning biologik ta'siri va undan himoyalaniş
- Yadro energiyasi va undan foydalanish
- O'zbekistonda yadro fizikasi sohasida olib borilayotgan ishlar.

## KIRISH SUHBATI

Atomlar moddaning nihoyatda mayda zarrachalari ekanligi haqidagi dastlabki tasavvurlar bizning eramizdan ancha ilgari paydo bo'lgan. Qadimiy grek faylasufi *Anak sagor* (eramizdan oldingi taxminan 500—428-yillar) hamma moddalar juda mayda birlamchi zarrachalardan — “urug'lardan” tuzilgan, degan fikrni maydonga tashladi. Uning fikrini mashhur grek faylasuflari — *Levkip* va *Demokrit* (eramizdan oldingi taxminan 460—370-yillar) rivojlantirdilar. *Levkip* moddaning juda mayda bo'linmas zarrachalari — atomlar abadiydir, tabiatda yuz beradigan hamma o'zgarishlar esa atomlarning birikishi yoki ajralishi natijasida sodir bo'ladi, deb hisobladi.

*Demokrit*ning fikricha, atomlar cheksiz ko'p bo'lib, ular son-sanoqsiz shakllarni olishi mumkin. Sifat jihatidan esa hamma atomlar bir xildir. Barcha jismlar o'z atomlarining soniga, katta-kichikligiga, shakliga va joylanish tartibiga qarab bir-biridan farq qiladi. Atomlar hech qanday ichki tuzilishiga ega bo'lmagan eng oddiy zarrachalardir.

*Demokrit*ning fikrlarini grek faylasufi *Epikur* (eramizdan oldingi 341—270-yillar) takomillashtirdi. *Epikur* ta'limotini faylasuf shoir *Lukretsiy Kar* (eramizdan oldingi taxminan 99—55-yillar) “Moddalarning tabiati haqida” degan mashhur poemasida bayon etgan edi. *Epikur*ning fikricha, barcha jismlar quyosh nurida ko'rinadigan chang zarrachalari kabi uzluksiz harakatlanuvchi juda mayda atomlardan iborat.

Fransuz faylasufi va matematigi *P. Gassendi* (1592—1655) *Demokrit* singari, tabiatdagi hamma moddalar bir-

biridan shakli, katta-kichikligi va og'irligi jihatidan farq qiluvchi bo'linmas zarracha — atomlardan tuzilgan, deb ta'kidladi.

Qadimiy atomchilarning tasavvurlarini dastlab qayta tiklaganlardan biri ingliz kimyogari va fizigi *R. Boyl* (1627—1691) edi. *Robert Boyl* element — eng oddiy, kimyoviy jixatdan bo'linmaydigan modda bo'lib, murakkab moddaning tarkibiga kirishi mumkin; kimyoviy elementning eng oddiy zarrachasi esa bo'linmas va o'zgarmas atomlar deb hisobladi.

Rus olimi *M. V. Lomonosov* (1711—1765) va fransuz fizigi *Lavua-zye* (1743—1794) moddalarning tuzilishi haqidagi fanga katta hissa qo'shdilar.

1808-yilga kelib esa, ingliz fizigi va kimyogari *J. Dalton* (1766—1844) atom kimyoviy elementning eng kichik zarrachasi bo'lib, boshqa element atomlaridan massalari bilan farq qilishini tasdiqladi.

Moddalarning atom tuzilishi haqidagi g'oyalar, elementlarning davriy sistemasi yaratilgandan so'ng o'zining uzil-kesil tasdig'ini topdi. Bu davriy sistemani bir-biridan xabarsiz ravishda rus kimyogari *D. I. Mendeleev* (1869) va nemis kimyogari *L. Mayer* (1870) asoslab berdilar. Moddalarning atom tuzilishini *Broun* harakati nazariyasi ham tasdiqladi.

Katod nurlari (1858), radioaktivlik hodisasi (1896) va elektron (1897)lar kashf qilingandan so'ng atomning bo'linishi haqidagi g'oya aniq bo'lib qoldi. Shundan so'ng atomning ichki tuzilishi haqida dastlabki nazariy modellar va o'rganuvchi tajribalar olib borildi.

## ATOM TUZILISHI

## 33-§. ATOM TUZILISHI. REZERFORD TAJRIBASI

Yuqoridagi mulohazalardan ma'lum bo'ldiki olimlar atom tuzilishi haqidagi to'g'ri tasavvurlarga darhol kelgan emaslar. Atomning birinchi modeli elektronni kashf etgan ingliz fizigi J. J. Tomson (1856—1940) tomonidan 1903-yilda taklif qilingan.

**Tomson modeli.** Tomsonning fikricha, atomlar musbat zaryadlangan moddadan iborat bir jinsli sharlar bo'lib, ularda elektronlar bo'ladi.

Elektronlarning yig'indi zaryadi atomning musbat zaryadiga teng. Shuning uchun atom bir butun holda elektr neytral bo'ladi.

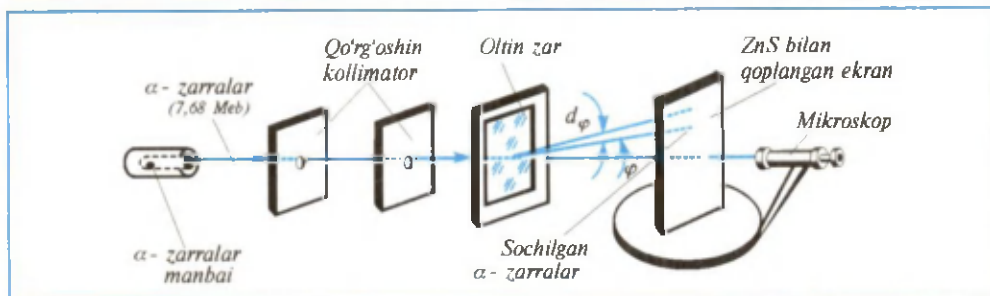
Biroq Tomsonning atom modeli atomda musbat zaryadining taqsimlanishini tadqiq qilishga doir tajribalarga mutlaqo zid bo'lib chiqdi.

**Rezerford tajribasi.** 1911-yili E. Rezerford o'z xodimlariga atomning Tomson modelining to'g'riligini tajribada tekshirib ko'rishni taklif etdi. Tajribaning

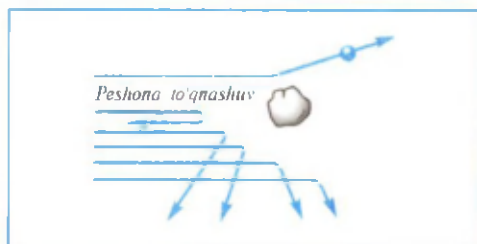
g'oyasi juda sodda edi. Agar atomning Tomson modeli haqiqatga to'g'ri kelsa, juda yupqa metall plyonkaga yo'naltirilgan tez harakatlanuvchi  $\alpha$ -zarralarning plyonkadan o'tishida o'z yo'lidan sezilarli og'ishlari kuzatilmasligi kerak.

Eksperimental qurilmaning sxemasi 64-rasmda ko'rsatilgan.  $\alpha$ -zarralarni nurlantiruvchi radioaktiv modda juda kichik teshikli qo'rg'oshin idishga joylashtirilgan. Idish teshikchasidan  $\alpha$ -zarralarning dastasi chiqadi. U juda yupqa oltin folgaga tushadi. Folgadan o'tayotgan  $\alpha$ -zarralar o'zlarining dastlabki yo'nalishini turli burchak ostida o'zgartiradi. Aylanuvchi ekranning  $\alpha$ -zarralar urilgan joyida chaqnashlar paydo bo'ladi. Chaqnashlar mikroskop yordamida kuzatiladi:

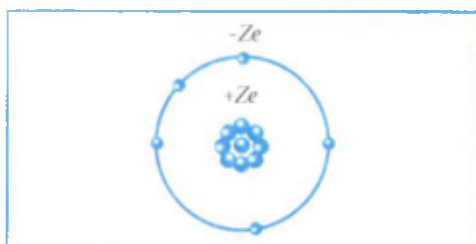
Tajribaning ko'rsatishicha  $\alpha$ -zarrachalarning ko'pchiligi yupqa plastinkadan bemalol o'tgan. Ba'zilar esa ma'lum bir burchakka og'ib o'tgan. Lekin ayrim



64-rasm.



65-rasm.



66-rasm.

zarrachalarning  $90^\circ$  dan katta burchakka, hatto  $180^\circ$  ga og'ganligi aniqlangan. 65-rasmda yadrodan turli masofada uchib o'tgan  $\alpha$ -zarrachaning traektoriyasi tasvirlangan.

Tajribalarning natijalarini tahlil qilib, Rezerford elektronga nisbatan katta massaga ega bo'lgan va nihoyatda katta ( $v \approx 10^7$  m/s) tezlik bilan harakatlanuvchi  $\alpha$ -zarralardan ayrimlarining o'z yo'lidan keskin og'ishi, agar musbat zaryadlar folga hajmi bo'yicha bir tekis emas, balki bir-biridan katta oraliqlar bilan ajratilgan qandaydir zichlashgan sohashalar ko'rinishida taqsimlangan deyilsa, osongina tushuntirish mumkin, degan xulosaga keladi. Metallarda atomlar juda zich joylashgani sababli, bu zichlashgan sohashalar atomlar ichida bo'lishi kerak.

**Atomning Rezerford modeli.** Rezerford  $\alpha$ -zarrachalarning yupqa metall folgadan o'tishidagi sochilishi bo'yicha o'tkazilgan tajribalarni chuqur tahlil qilib, 1911-yili atomning yadro modelini taklif etdi. Bu

modelga ko'ra, atom zarralarning mu-rakkab sistemasi bo'lib, uning markazida  $+Ze$  musbat zaryadli massiv yadro joylashgan (66-rasm), yadro atrofida  $Z$  elektronlar aylanadi. Atomning deyarli hamma massasi yadroda to'plangan.

Rezerford modelining ham kamchiligi bor. Lekin bu model kamchiligini tuzatishdagi harakatlar tufayli yangi soha kvant fizikasi vujudga keldi. Unga ko'ra atomda elektron orbitalar bo'ylab joylashadi. Har bir orbita, o'z energiyasiga ega bo'lib, bu atomda energetik sathlarni tashkil etadi. Atom tashqaridan energiya yutganda uyg'ongan holatga o'tdi deyiladi. Uyg'ongan atom tezda ortiqcha energiyasini  $\Delta E = h\nu$  — yorug'lik kvanti sifatida chiqarib, asosiy holatiga qaytadi,  $\Delta E = E_1 - E_2$  energetik sathlar farqi energiyasi.

Atomning Rezerford modeli sodda, eksperimentga asoslangan, biroq atomlarning barqarorligini tushuntirib bera olmaydi.



1. Atom tuzilishi tarixidan qisqacha ma'lumot bering.
2. Atomning Tomson modelini tushuntiring.
3. Rezerford tajribasi qanday maqsadda o'tkazildi?
4. Rezerford tajribasini tushuntiring.
5. Rezerford tajribasidan qanday natija olindi?
6. Atomning Rezerford taklif etgan modeli qanday?



### 34-§. LAZERLAR VA ULARNING QO‘LLANILISHI

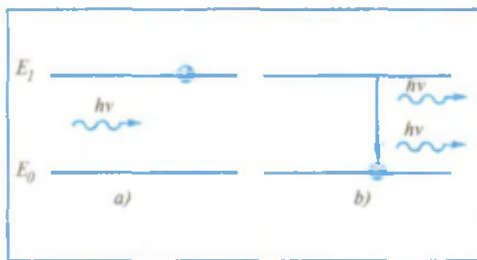
**O‘z-o‘zidan (spontan) nurlanish.** Ma‘lumki yorug‘likning juda ko‘p tabiiy va sun‘iy manbalari bor. Lekin ularda yorug‘lik hosil bo‘lish prinsipi bir xil.

Yorug‘lik atomlar, molekular va ionlar tomonidan nurlanadi. Oldingi 33-§ da aytilganidek, atomda elektronlar energiyasiga ko‘ra turli sathlarda joylashadi. Bunday holat atomning asosiy — turg‘un holati deyiladi. Atom (molekula, ion) turg‘un (asosiy) holatda bo‘lganda, u nur chiqarmaydi. Bunday holatda atom cheksiz uzoq vaqt bo‘lishi mumkin. Ammo atom, unga tashqi elektromagnit maydon yoki zarralar (masalan, boshqa atomlar yoki elektronlar) ta‘sir etishi natijasida uyg‘ongan holatga o‘tishi mumkin. Bu holat atomning uyg‘ongan holati deyiladi. Atomning uyg‘ongan holatda bo‘lish vaqti juda kichik bo‘lib  $10^{-7} \div 10^{-8}$  s ni tashkil etadi. So‘ngra atom uyg‘ongan holatdan asosiy turg‘un holatga o‘tganda o‘zidan foton chiqaradi. Odatdagi yorug‘lik manbalarida atomlarning barchasi bir vaqtda uyg‘ongan holatga o‘tmaydi. Bunga ko‘ra atomlar tartibsiz holatda nur chiqarib turadi. Shu sababli moddadan chiquvchi yorug‘lik ma‘lum spektrga ega bo‘ladi.

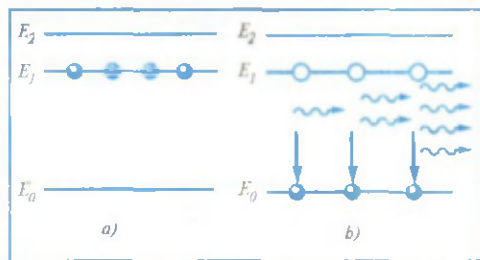
**Majburiy nurlanish.** 1916-yilda Eynshteyn atomlar qo‘zg‘algan holatdan asosiy turg‘un holatga faqat o‘z-o‘zidan emas, balki majburiy (induksiyalangan) nurlanib o‘tishini ko‘rsatdi. Nurlanish uyg‘ongan atom yonidan birorta atom o‘tganida ro‘y beradi (67-a, rasm). Bunda uyg‘ongan atomdan chiqqan foton, aynan atom yonidan o‘tgan foton bilan bir xil bo‘ladi (67-b, rasm).

**Yorug‘likning kuchayishi.** Ba‘zi bir moddalar horki, ularning atomlari uyg‘ongan holatda uzoqroq turadi. Bunga **metastabil** holat deyiladi. Bunday moddalarga yoqut kiradi. Uning asosiy formulasi  $Al_2O_3$  bo‘lib, qisman alyuminiy atomlari metastabil holatda bo‘la oladigan xrom ionlari bilan almashtirilgan. Yoqutga yorug‘lik tushirilganda xrom ioni uyg‘ongan  $E_2$  holatga o‘tadi.

Lekin atom tezda metastabil holat  $E_1$  ga o‘tadi. Bunda nurlanish bo‘lmaydi. Chiqarilgan energiya kristall panjaraga o‘tib temperaturani orttirishga saflanadi. Agar yoqut kristalini biror muddat yoritilsa, xrom ionlarining ko‘pchiligi metastabil holatga o‘tib ulguradi. Shunda sterjen o‘qi bo‘ylab yorug‘lik tushirilsa uyg‘ongan ionlarning barchasi asosiy



67-rasm.



68-rasm.

holatga o'tadi. O'tayotgan foton, ikkita fotonni, ikkitasi to'rtasini va h.k. hosil qiladi. Natijada undan kuchaygan bir xil chastotali va o'zgarmas fazali yorug'lik chiqadi (68-rasm).

Mana shunday majburiy nurlanish natijasida, optik diapazonda monoxromatik yorug'lik nurini chiqaruvchi asbobga **lazer** deyiladi. Lazerlarda faqat yoqut kabi qattiq jismlar emas, balki gazlar, suyuqliklar, yarim o'tkazgichlar va h.k. holatdagi moddalar ishlatiladi. Ishlatilgan moddasiga ko'ra chiqayotgan yorug'lik chastotasi (rang) har xil bo'ladi. Masalan: yoqutli lazer qizil nur chiqarsa, argonli lazerdan yashil nur chiqadi.

Lazer nurining tarqalish burchagi juda kichik:  $10^{-5}$  radian atrofida yorug'lik dastasi hosil qiladi. Lazerlar eng kuchli yorug'lik manbalari bo'lib  $10^{-11}$  sekund vaqt ichida  $10^{14}$  Vt/sm<sup>2</sup> nurlanish quvvatiga erishadi. Quyoshning nurlanish quvvati butun spektri bo'yicha  $7 \cdot 10^3$  Vt/sm<sup>2</sup> ga teng. Lazer spektral chizig'ining kengligi esa Quyosh nurlanishining atigi  $0,2$  Vt/sm<sup>2</sup> quvvatiga to'g'ri keladi.

**Lazerlarning qo'llanishlari.** Lazerlar qiyin eriydigan materiallarni payvandlash va kesish uchun, teshiklar ochish (masalan olmoslarda) uchun ishlatiladi.

Lazerlar yordamida ko'z operatsiya-

lari o'tkazilib, ko'zning oq tushgan to'rt pardasini eritib yopishtirib, yo'qotilganda ko'rish qobiliyati yana tiklanadi.

Jarrohlikda lazerlar "yorug'lik nash-tari" sifatida ishlatiladi. Lazer ta'sir etgan joydagi to'qimani kuydiradi, bu esa buyrak, jigar, ichak va boshqa organlarni kesish kabi operatsiyalarni qon chiqarmay amalga oshirishga imkon beradi.

Lazerlarning qo'llanishidagi boshqa yo'nalish lazerlardan chiqarilgan yorug'lik tarqalishida deyarli sochilmashligi bilan bog'liq.

Lazer nurining bu xususiyatidan, masalan, metropoliten liniyalarini qurishda, kema, samolyot va raketalarning tezligi va harakat yo'nalishini aniqlashda foydalaniladi. Lazer nurlari yordamida turli ma'lumotlarni uzoq masofalarga uzatish mumkin.

Lazer yordamida televideniya bir yo'la 80 million aloqa kanali orqali eshittirishlar olib borish mumkin. Lazer nuri telefonda ham ishlatilmoqda. Bunday telefon aniq tovush eshutilishiga xalaqit beruvchi chastotalarning yo'qligi bilan boshqa telefonlardan farq qiladi. Lazerlar tovush va televizion tasvirlarni yozib olish va qayta ko'rsatishda hamda zamonaviy texnikaning boshqa sohalarida keng foydalanilmoqda.



1. Qanday nurlanish majburiy nurlanish deyiladi?
2. Yorug'lik nurini kuchaytirish nimalarga asoslangan?
3. Lazerlarning qo'llanishidagi asosiy yo'nalishlarni nomma-nom aytib bering?

### 35-§. ATOM YADROSI

Atom yadrosining kashf etilish va o'rganilish tarixi nihoyatda ibratli va qiziqarlidir. Yadro haqidagi zamonaviy tasavvurlar sekin-asta, eksperimental dalil-

lar to'planishiga qarab shakllangan. Bu shakllanishning muhim bosqichlarida to'xtalib o'tamiz.

**Atom yadrosining kashf etilishi.**

**Uning o'lchamlarini aniqlash.** Rezerford tajribalari (1911-y.) atom ichida musbat yadro borligiga shubha qoldirmaydi. Bu tajribalarning natijalari  $\alpha$ -zarralar yadrogga yaqinlashgan eng qisqa  $x$  masofani baholash imkonini berdi. Bu masofada  $\alpha$ -zarraning kinetik energiyasi

$$W_p = \frac{q_{ya}q_{\alpha}}{4\pi\epsilon_0x}$$

formula bilan hisoblash mumkin bo'lgan elektrostatik itarishish potensial energiyasiga to'liq aylanadi.

Ravshanki,  $q_{ya} = Ze$ ,  $q_{\alpha} = 2e$ ,  $W_p = W_k$ . U holda

$$W_k = \frac{2Ze^2}{4\pi\epsilon_0x}$$

bo'ladi, bundan

$$x = \frac{Ze^2}{2\pi\epsilon_0W_k}$$

topiladi. Agar  $\alpha$ -zarraning kinetik energiyasini  $W_k = 5 \cdot 10^6$  eV deb qabul qilsak va oltin uchun  $Z = 79$  ekanini e'tiborga olsak,  $x \approx 10^{-14}$  m bo'ladi. Bundan,  $\alpha$ -zarra va atom yadrosi radiuslarining yig'indisi  $10^{-14}$  m dan bo'lishi kerak ekan. Zamonaviy dalillar bo'yicha yadrolarning o'lchamlari  $10^{-14} \div 10^{-15}$  tartibida.

Rezerford tajribasida  $\alpha$ -zarralar atom yadrolari bilan to'qnashganda ularning parchalanib ketmaganligi atom yadrolarining mustahkamligini ko'rsatadi.

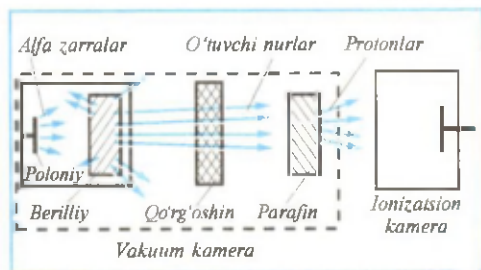
**Neytronning kashf etilishi.** E. Rezerford 1920-yili massasi proton massasiga teng bo'lgan, ammo elektr zaryadiga ega bo'lmagan zarra mavjud bo'lishi kerak, degan taxminni aytgan edi. Ammo bunday zarrani Rezerford topa olmadi.

Bundan o'n yil o'tgandan so'ng nemis olimlari V. Bote va G. Bekker berilliyning  $\alpha$ -zarralar bilan bombardimon qilinganda o'tish qobiliyati nihoyatda katta bo'lgan qandaydir nurlar paydo bo'lishini aniqlashdi, ular qattiq  $\gamma$ -nurlar oldik, deb o'ylashdi.

Fransuz olimlari F. Jolio-Kyuri va I. Jolio-Kyuri 1932-yili berilliyning  $\alpha$ -zarralar bilan bombardimon qilinganda olingan nurlarni tekshirishga qaror qilishdi. Eng avvalo ular bu nurlar havodan o'tganda uni deyarli ionlashtirmasligini aniqlashdi. Ammo ularning yo'liga parafin yoki ko'p vodorodli boshqa biror modda joylashtirilsa, nurlarning ionlashtirish qobiliyati keskin ortadi (69-rasm).

O'sha 1932-yili ingliz olimi D. Chedvik (Rezerfordning xodimi) berilliyning  $\alpha$ -zarralar bilan bombardimon qilinganda  $\gamma$ -nurlar emas, balki elektr zaryadiga ega bo'lmagan, massasi va o'lchami bo'yicha protonlarga yaqin bo'lgan qandaydir zarralar oqimi chiqadi, degan gipotezani ilgari surdi. Bu zarralarni u neytronlar deb atadi. Neytronlar zaryadsiz bo'lgani sababli, hisoblagichdan o'tishida ular hech qanday ionlashtirishni yuzaga keltirmaydi.

Neytronlar bevosita kameraga tushsa, har minutda bir nechta zarra qayd qi-



69-rasm.

linadi xolos. Zarralarning bu soni kamera oldiga yupqa qo'rg'oshin ekran qo'yilganda ham o'zgarmaydi, ammo kamera oldiga yupqa parafin plastinka qo'yilsa, unga tushuvchi zarralar soni keskin ortadi. Har minutdagi sanashlar sonining ortishi shu bilan bog'liqliki, neytronlar parafindagi vodorod atomlarining yadro-

lari bilan to'qnashib, parafindan protonlarni urib chiqaradi, ular ionizatsion kameraga tushadi va qayd qilinadi.

Erkin, ya'ni yadro tarkibiga kirmagan neytron faqat 1000 s atrofida yashashi mumkin, bundan keyin u proton, elektron va neytronga (juda kichik massali zarra) ajraladi.



1. Rezerford tajribasini 64-rasmdan foydalanib tushuntiring.
2. Neytronning kashf etilishini aytib bering.
3. Atom yadrosini o'rganish tarixining asosiy bosqichlarini gapirib bering.

### 36-§. ATOM YADROSINING TUZILISHI. BOG'LANISH ENERGIYASI

**Atom yadrosining tarkibi.** Atom yadrosi proton va neytronlardan tarkib topgan. Bu zarralarni nuklonlar deb ham ataladi. Yadro tarkibiga kiruvchi protonlar soni  $Z$  uning zaryadini aniqlaydi, u  $Ze$  ga teng.  $Z$  soni kimyoviy elementning Mendeleev davriy jadvalidagi tartib nomerini belgilaydi va atom nomeri yoki yadroning zaryad soni deb yuritiladi.

Yadrodagi proton va neytronlarning yig'indi soni  $A$  yadroning massa soni deyiladi.

Uni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$A = N + Z.$$

Bunda,  $A$  — yadroning massa soni,  $N$  — neytronlar soni,  $Z$  — protonlar soni (D.I. Mendeleev davriy jadvalida elementning tartib raqamini ifodalaydi).

Yadro odatda  ${}^A_ZX$  — ifoda bilan belgilanadi. Bu yerda  $X$  — elementning kimyoviy belgisi,  $A$  — massa soni,  $Z$  — atom nomeri.

**Izotoplar** — 1906-yilda bitta kimyoviy elementning barcha atomlari bir xil massaga ega bo'lmasligi ma'lum bo'ldi.

**Berilgan kimyoviy element yadrolarining massasi bilan farqlanuvchi turli xillari izotoplar deyiladi.** Bir element turli izotoplarining xossalari bir-biriga juda yaqin, bu ularning elektron orbitalari bir xil tuzilishga ega ekanligidan, yadrolarining zaryadlari, demak, ulardagi protonlar soni bir xilligidan dalolat beradi. Ularning nomi ham shundan kelib chiqib (grekcha "izos" — bir xil va "topos" — o'rin), bir elementning barcha izotoplari elementlar Davriy jadvalida bir xil o'rinni egallashini anglatadi. Izotoplar massasining har xilligi ularning yadrolaridagi neytronlar sonining har xilligi bilan bog'liq.

**Yadroviy kuchlar.** Oddiy dalillar atom yadrolarining mustahkamligidan dalolat beradi: atrofimizdagi buyumlar zarralarga ajralib ketmasdan uzoq vaqt yashaydi. Ammo buni qanday tushuntirish mumkin? Chunki atom yadrolari tarkibiga

protonlar kiradi va elektr o'zaro itarishish kuchlari ularni tarqatib yuborishi kerak edi. Bundan yadrolar ichidagi nuklonlar orasida elektrostatik itarishish kuchidan katta bo'lgan qandaydir kuchlar ta'sir etadi, degan xulosa kelib chiqadi. Bu kuchlar yadroviy kuchlar deb nomlangan. Yadroviy kuchlar har qanday nuklonlar (protonlar, neytronlar, proton va neytronlar) orasida ta'sir etadi. Yadroviy kuchlarning o'ziga xos xususiyati ularning yaqindan ta'sir qilishidir:  $10^{-15}$  m masofalarda ular elektrostatik o'zaro ta'sir kuchlaridan taxminan 100 marta katta, ammo  $10^{-14}$  m masofalardayoq ular juda kichik bo'ladi.

**Bog'lanish energiyasi.** Yadrodan proton yoki neytronni chiqarib yuborish uchun yaqindan ta'sir yadroviy kuchlarni yengib, ish bajarish zarur. Natijada

“qolgan yadro — chiqarilgan nuklon” sistemasining energiyasi tashqi kuchlar bajargan ishga teng bo'lgan  $\Delta E$  ga ortadi.

**Yadroni alohida proton va neytronlarga to'liq ajratish uchun zarur bo'lgan energiya yadroning bog'lanish energiyasi deyiladi.**

Massa va energiyaning o'zaro bog'liqlik qonuniga ko'ra bunda zarralarning massasi ham

$$\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2}$$

ga ortadi. Demak, yadroning massasi hamma vaqt uni tashkil etuvchi zarralarning alohida olingan holdagi massalari yig'indisidan kichik bo'ladi. Bu yerdagi  $\Delta m$  **massa defekti** deb yuritiladi.



1. Atom yadrosining tarkibiga qanday zarralar kiradi?
2. Izotoplar nima? Izotoplarga misollar keltiring.
3. Yadro kuchlarini ta'riflab bering.
4. Bog'lanish energiyasini ta'riflang. Uning fizik mazmunini tushuntirib bering.
5. Yadroning parchalanib ketmasligiga sabab nima?

## 37-§. RADIOAKTIVLIK HODISASI

Fransuz olimi A. Bekkerel 1896-yilda uran tuzlaridan biri tabiati noma'lum bo'lgan nurlanish manbai ekanligini yaxshi o'ralgan fotoplastinkalar yordamida aniqladi. A. Bekkerel tashqi omillarning ta'sirisiz uran tuzlari o'z-o'zidan nurlanishni aniqladi. U kashf qilgan bu nurlanishni barcha uran tuzlari va uran metalining o'zi ham chiqarishini, ya'ni uran atomlari nurlanish manbai bo'lishini aniqladi.

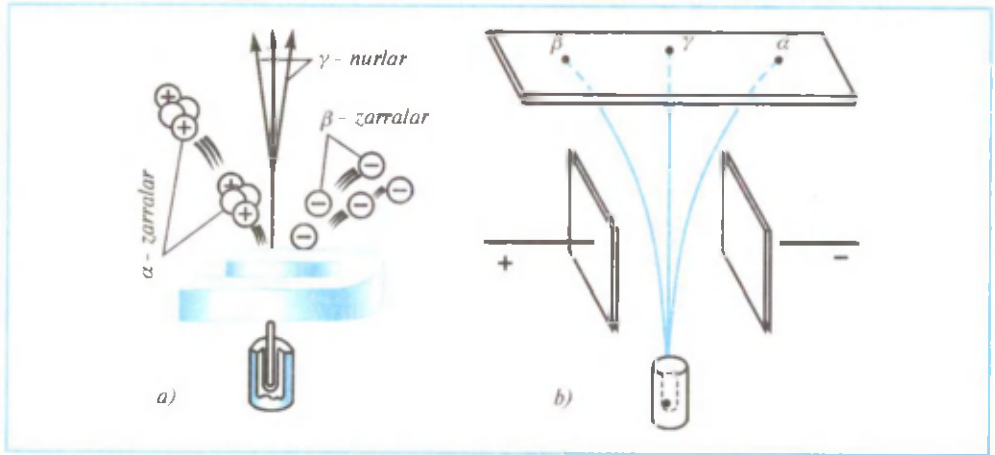
1898-yilda Mariya Sklodovs-

kaya-Kyuri o'zining umr yo'ldoshi Pyer Kyurining maslahati bilan ikkita yangi radioaktiv elementni kashf etishdi va ularga poloniy hamda radiy deb nom qo'yishdi. Bu hodisa **radioaktivlik** deb ataladi. Nurlarning o'zlari esa **radioaktiv nur** nomini oldi.

Radioaktiv nurlarining kelib chiqishi, tabiati, ularning boshqa moddalarga ta'siri kabi qator xossalari tekshirish keng rivojlandi.

Rezerford 1899-yili radioaktiv nurla-





70-rasm.

nishning ionlashtirish qobiliyatini oʻrgangan, uning ikki qismdan iboratligini aniqlagan va ularga  $\alpha$ -va  $\beta$ -nurlar deb nom bergan. U  $\alpha$ -nurlar geliy atomining yadrosi ekanligini isbotlashga erishgan. Oʻsha yili A. Bekkerel  $\beta$ -nurlar elektronlar oqimidan iboratligini isbotladi.

Fransuz fizigi P. Vildard 1900-yili radioaktiv nurlanish tarkibida uchinchi tashkil etuvchi ham borligini aniqladi va uni  $\gamma$ -nurlar deb atadi.  $\gamma$ -nurlarni oʻrganish shuni koʻrsatadiki, ular toʻlqin uzunligi rentgen nurlarining toʻlqin uzunligidan kichik boʻlgan elektromagnit toʻlqinlar ekan.

Shunday qilib, radioaktiv nurlanish  $\alpha$ -,  $\beta$ - va  $\gamma$ -nurlardan iboratligi aniqlandi. 70-rasmda bu nurlarning magnit maydonidagi harakat yoʻnalishi aks ettirilgan.

E. Rezerford va uning xodimi F. Soddi 1903-yili radioaktivlik hodisasi bir kimyoviy elementning boshqa elementga, masalan, radiyning radonga aylanishi bilan birgalikda roʻy berishini koʻrsatishgan edi.

Radioaktivlik hodisasi hamma vaqt energiya ajralishi bilan birga boʻladi.

Maʼlum boʻlishicha, 1 g radiydan 600 J energiya ajraladi, u  $\alpha$ -,  $\beta$ - va  $\gamma$ -nurlar tomonidan olib chiqiladi.

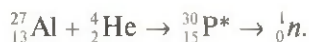
Tajribalarning koʻrsatishicha, radioaktivlik hodisasiga atomning elektron oqimini oʻzgartirishi mumkin boʻlgan tashqi taʼsirlar (qizitish, elektr va magnit maydonlar, kimyoviy birikma, agregat holat, bosim va h.k.) oʻz taʼsirini oʻtkaza olmaydi. Binobarin, radioaktivlik hodisasiga faqat atom yadrosining ichki tuzilishi sabab boʻlishi mumkin. Aniqlanishicha radioaktivlik — *ayrim atom yadrolarining oʻzidan zarralar chiqarish bilan oʻz-oʻzidan boshqa yadrolarga aylana olish xususiyati ekan.*

- $\alpha$ -nurlar — geliy atomlari yadrolarining oqimi
- $\beta$ -nurlar — tez uchayotgan elektronlar oqimi
- $\gamma$ -nurlar — qisqa toʻlqin uzunlikka ega elektromagnit toʻlqinlar.



**Sun'iy radioaktivlik.** Frederik va Iren Jolio-Kyurilar 1932-yili radioaktiv bo'lmagan  $\gamma$ -zarralar bilan bombardimon qilib, ularning ayrimlarini nurlantirilgandan so'ng radioaktiv bo'lib qolishini aniqlashdi. Bu hodisa **sun'iy radioaktivlik** deb nomlandi. Shunday qilib, odatda radioaktiv bo'lmagan moddalarning radioaktiv izotoplarni hosil qilish mumkinligi ma'lum bo'ldi. Chunonchi, alyuminiy yadrosi  $\alpha$ -zarralar bilan bombardimon qilinsa, fosforning radio-

aktiv izotopi hosil bo'ladi va neytron uchib chiqadi:



Hozirgi kunda odatdagi sharoitda radioaktiv bo'lmagan juda ko'p elementlarning radioaktiv izotoplari olingan. Radioaktiv izotoplar ishlab chiqarishda va fanning turli sohalorida keng qo'llaniladi.



1. Radioaktivlik hodisasi qachon va kim tomonidan kashf etilgan?
2. Radioaktiv nurlarning qanday asosiy turlari mavjud?
3. Radioaktiv nurlar tabiatini tushuntiring.
4. Sun'iy radioaktivlik hodisasi qanday hosil bo'lgan va uning fizik mohiyatini tushuntiring?
5. Radioaktiv bo'lmagan moddalardan ham radioaktiv izotoplar olish mumkinligini tushuntiring.

### 38-§. RADIOAKTIV NURLANISHNING BIOLOGIK TA'SIRI VA UNDA HIMOYALANISH

**1. Xavfli ta'sir.**  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - (alfa, betta, gamma) nurlarning atrof-muhitga ta'siri doimiy ravishda mavjud bo'ladi. Lekin ularning intensivligi juda ham kichik bo'lib, tirik organizm bunday intensivlikdagi nurlarga moslashib qolgan. Juda sezgir ba'zi bir ichki organlar esa teri bilan himoyalangan bo'ladi. Bordiyu, atmosferada turli xildagi yadroviy qurollar portlatilsa, yoki yadro reaktorlarning nosozligi oqibatida atrof-muhitga yadro nurlar sizib chiqsa, muhitning radioaktivligi ortib, bunday nurlanish barcha tirik organizmlarga juda katta xavfli ta'sir ko'rsatadi. Masalan, Chernobil atom elektr stansiyasida bo'lgan

halokatdan so'ng o'sha atrof-dagi o't-o'lanlar bilan oziqlangan ko'plab hayvonlar talafot ko'rganlar, ularning sut va go'sht mahsulotlari ham iste'mol uchun yaroqsiz bo'lib qolgan. O'rmondagi qo'ziqorinlar, daryo va ko'llardagi baliqlar ham inson salomatligi uchun juda xavfli nurlanish bilan zararlangan. Radioaktiv moddalar nurlanishining inson salomatligiga ko'rsatadigan ta'siri quyidagilarga bog'liq:

- A) Nurlanish turi va uning intensivligiga.
- B) Nurlanish vaqtiga.
- C) Organizm sezgirligiga.

Rak kasalliklari	Nur kasalliklari	Nurlanishdan halok bo'lish
<ul style="list-style-type: none"> <li>— qon raki</li> <li>— o'pka raki</li> <li>— ko'krak raki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— shikastlangan qon tanachalari</li> <li>— soch to'kilishi va ich ketishi</li> </ul>	<p>Organizmning himoya vositasi buzilib, infeksiya tufayli kasal halok bo'ladi.</p> <p>Organizm to'qimalarining o'zgarishi Telbalik</p>

Radioaktiv nurlanishning inson organizmiga ta'siri yuqoridagi jadvalda va quyida ko'rsatilgan.

$\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - nurlar organizmga ta'sir ko'rsatib, to'qimalardagi atom va molekullarni ionlashtirib, ularning bog'lanishlarini uzadi. Shuning uchun ham to'qimalarda ularning halokatga olib keluvchi kimyoviy va biokimyoviy jarayonlar yuz beradi. Tez parchalanuvchi to'qimalar juda ko'p shikastlanadi.

**Turli xildagi yadroviy nurlanishlarning ta'siri.** Inson organizmiga tashqaridan ta'sir etuvchi alfa nurlar uncha xavfli emas, chunki ulardan insonni terisi himoya qiladi. Turli yo'llar bilan, masalan, nafas olish yo'li, og'iz bo'shlig'i orqali yoki shikastlangan teri o'rnidan organizm ichiga o'tgan modda alfa nurlar chiqarsa, bu juda xavflidir. Sababi, juda kichik hajmda juda ko'p ionlar hosil bo'ladi. Shuning uchun ham organizm ichiga kirib qolgan radiy va poloniy kabi elementlar juda xavfli hisoblanadilar. Radiy suyaklarda yig'ilib, organizmda oq va qizil qon tanachalarini ishlab chiqarish buziladi, natijada inson kamqonlik kasaliga chalinadi.

$\beta$ -nurlar teri hujayralarini kuydirib, teri osti tirik to'qimalariga xavfli ta'sir etadi. Ba'zi hollarda beta nurlari teri rakiga olib keladi. Beta nurlarga ko'zning

sezgirliigi katta, shuning uchun unga yomon ta'sir qiladi.

$\gamma$ -nurlarining o'tish qobiliyati juda katta bo'lib, bu nurlar organizmning chuqur qismiga joylashgan to'qimalarga ham ta'sir ko'rsatadi. Qon tarkibini o'zgartirib, kamqonlik va ko'z kasalliklarining paydo bo'lishiga olib keladi.

#### **Yadro nurlanishining qo'llanilishi.**

Har doim ham yadro nurlanishlari ta'siri zararli bo'lavermaydi. Bundan tibbiyotda tashxis qo'yishda, turli kasalliklarni davolashda foydalaniladi. Oz miqdordagi radioaktiv natriy yordamida qon aylanish sistemasi tekshiriladi. Yodning radioaktiv preparatlari yordamida buqoq kasalligi diagnoz qilinadi. Radioaktiv moddalar nurlanishi tez parchalanuvchi to'qimalarga kuchli ta'sirlashuvidan inson organizmidagi turli xil shishlar nurlantirilib, o'sish jarayoni to'xtatiladi. Sanoatda, gamma nurlar yordamida metall quymalardagi kamchiliklarni topishda keng foydalaniladi. Qishloq xo'jaligida nurlantirish yordamida hayvonlar va o'simliklarning o'sishi tezlashtirilib, sifati yaxshilaniladi. Urug'larni nurlantirganda ular tez o'sadi, uzum ko'proq shakar to'playdi va hokazo. Arxeologlarga esa nurlanish qadimgi buyumlarning tarkibi va yoshini aniqlashga imkon beradi.

## EHTIYOT CHORALARI VA HIMOYALANISH

Radioaktiv nurlanishlari yana shunisi bilan xavfliki, ularning hatto yuqori dozalarini ham inson sezgi organlari sezmaydi. Shuning uchun radioaktiv moddalar bilan ishlaganda ehtiyot bo'lish va xizmat yo'riqnomalarida yozilgan yo'l yo'riqlarga qat'iy rioya qilish zarur.

Har qanday holatda ham radioaktiv moddani qo'lga olish mumkin emas, buning uchun dastali maxsus qisqichlardan foydalanish mumkin.

Radioaktiv moddalar bilan ishlashda nihoyatda batartib bo'lish, ish joyi va laboratoriyaning radioaktiv ifloslanishiga yo'l qo'ymaslik kerak. Masalan, radioaktiv moddalarni kanalizatsiyaga yuvib yuborish, radioaktiv changni havoga uchirib yuborish mumkin emas. Bunda sizning birga ishlaydigan o'rtoqlaringiz ham va siz ishlayotgan laboratoriyadan uzoqda bo'lgan mutlaqo notanish kishilar ham zararlanishi mumkinligini esdan chiqarmang.



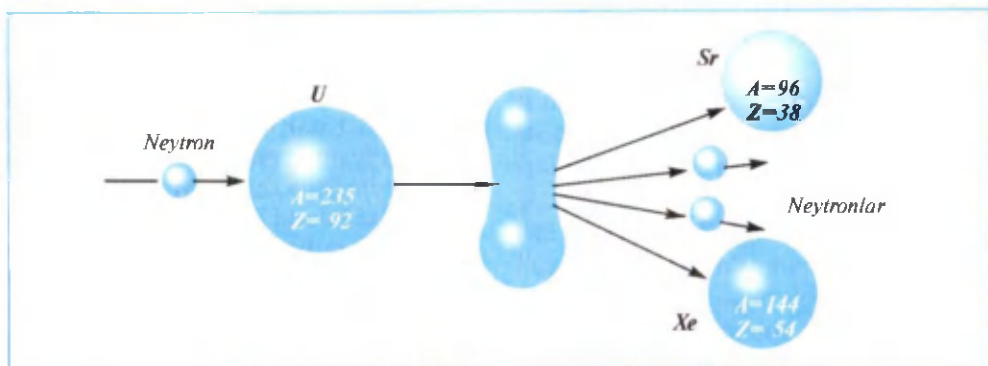
1. Nima uchun radioaktiv moddalar qalin qobiqli qo'rg'oshin idishlarda saqlanadi?
2. Radioaktiv nurlarning qanday xavfli ta'sirlari bor? Nurlar ta'sirida nimalar zararlangan?
3. Yadroviy nurlar ta'sirida insonlarda qanday kasalliklar paydo bo'ladi?
4. Radioaktiv moddalardan qanday himoyalaniadi? Qanday ehtiyot choralari ko'rish lozim?
5. Radioaktiv nurlardan turmushda va xalq xo'jaligida qanday foydalaniladi?

## 39-§. YADRO ENERGIYASI VA UNDAN FOYDALANISH

**Yadroning bo'linishi.** 1938-yil nemis fiziklari Otto Gan va Fris Shtrassman uran yadrolarini neytronlar bilan bombardimon qilinganda u teng ikki qismga bo'linganini hamda 2—3 neytron nurlanganini aniqladilar. Bu hodisa yadroning bo'linishi deb nomlandi. 71-rasmda uran **yadrosining bo'linishi** sxematik tarzda ko'rsatilgan. Neytron uran ( $^{235}_{92}\text{U}$ ) yadrosiga ta'sir etib, uni  $^{90}_{38}\text{Sr}$  va ksenon  $^{144}_{54}\text{Xe}$  yadrolariga bo'lib yuboradi hamda ikkita yangi neytron ajratib chiqaradi. Bu

proton va neytronlarning umumiy soni o'zgarmasligini ko'rsatadi. Bu qonuniyat boshqa yadrolar bo'linganda ham saqlanadi. Yadrolar bo'linganda juda katta energiya ajraladi. Bu energiya esa **yadro energiyasi** deyiladi.

Bu energiya qanday hosil bo'ladi? Tajribalar ko'rsatadiki, yadro va zarra-larning reaksiyagacha bo'lgan massasi reaksiyadan keyingi massasidan katta bo'ladi. Bu esa tinchlikdagi massa o'zgar-ganligini bildiradi va shu hisobdan katta energiya ajraladi.



71-rasm.

Bu energiya

$$\Delta E = \Delta mc^2$$

bilan hisoblanadi.

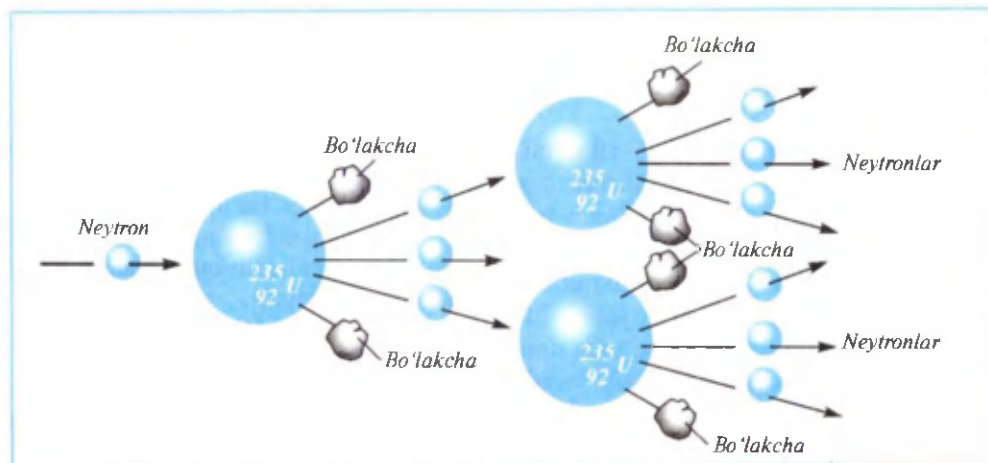
Misol. 1 kg uranning bo'linishida uning massasi 1 g kamayadi. Shuning uchun ham shunga mos energiya ajralib chiqadi.

**Zanjir yadro reaksiyasi.** Uran yadrolarining bo'linishida uchib chiqayotgan neytronlar yangi yadrolarning bo'linishini yuzaga keltiradi va oqibatda yana neyt-

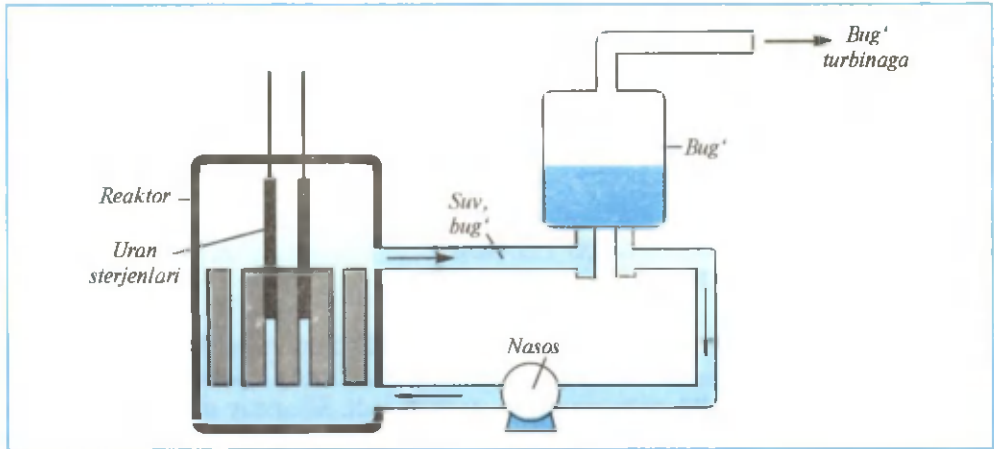
ronlar ajralib chiqadi, bular ham yadrolarni parchalashda qatnashadi.

Bunday reaksiya **zanjir yadro reaksiyasi** deb yuritiladi (72-rasm). Bunday reaksiya bir parcha uranda yoki plutoniya amalga oshirilsa shu zahoti katta miqdordagi energiya ajralib chiqadi va kuchli portlash sodir bo'ladi. Yadroviy zaryadlar shunday portlaydi. Buni esa atom bombalarida amalga oshiriladi.

Lekin har qanday moddada ham



72-rasm.



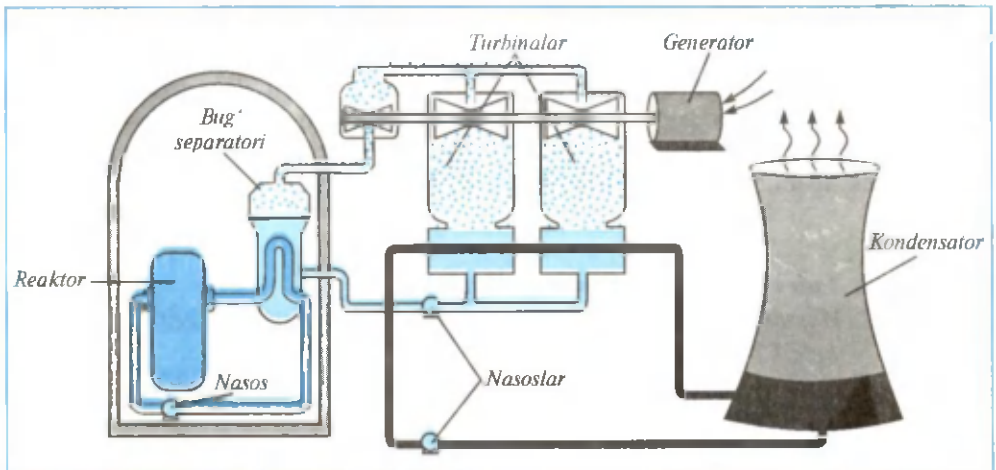
73-rasm.

zanjir yadro reaksiyalari amalga oshavermaydi. Faqatgina  $^{235}_{92}\text{U}$  uran hamda  $^{239}_{94}\text{Pu}$  plutoniy izotoplarida bu yuz berishi mumkin.

**Yadro reaktori.** Yadro energiyasidan xalq xo'jaligida, aniqrog'i tinchlik maqsadlarida foydalanish uchun uni yuzaga keltirish va boshqarish ham kerak bo'ladi. Bu esa **yadro reaktori** deb ataladigan

qurilmada amalga oshiriladi (73-rasm). Ularning tuzilishi turlicha bo'lishi mumkin, lekin quyidagi umumiylikka ega:

1. Yadro yoqilg'isi sterjenlari:  $^{235}_{92}\text{U}$ ,  $^{233}_{92}\text{U}$ ,  $^{239}_{94}\text{P}$  radioaktiv elementlardan iborat.
2. Neytronlarni sekinlatgichlar (grafit, og'ir yoki oddiy suv).
3. Neytronlarni qaytargichlar (grafit,



74-rasm.



plastinkalar) reaktordan neytronlar chiqishiga yo'l qo'ymaydi.

4. Reaksiya jadalligini moslovchi kadmий yoki bordan qilingan maxsus sterjenlar.

5. Issiqlik tashuvchilar suyuq natriy va suv.

Atom elektr stansiyalarining tuzilishi 74-rasmda ko'rsatilgan.

## 40-§. O'ZBEKISTONDA YADRO FIZIKASI SOHASIDAGI ISHLAR

Vatanimizdagi yadro fizikasi sohasidagi ishlar 1940-yillardan e'tiboran muntazam amalga oshirilib kelinmoqda. 1955-yilda amaliy yadro fizikasi bo'yicha tamal toshi qo'yildi: akademik U. O. Orifov tashabbusi bilan fizika-texnika instituti (FTM) da kobalt—60 gamma nurlatgich manbai bo'lgan qurilmada ipak qurti pillasining ishlovida gamma-nurlaridan foydalanish imkoniyatlari tadqiq etila boshlandi. O'sha yili radioaktiv izotoplar ishlab chiqarish maqsadida 100 kilovattli yadro reaktorini qurish zarurligi U. O. Orifov tomonidan asoslab berildi. Shuningdek, Vatanimizda birinchilardan bo'lib M. Mo'minov suv, tuproq, mevali daraxtlar, yovvoyi hamda madaniy ekinlarning radioaktivligini o'rganish ishini boshlab berdi.

1959-yilda Toshkent shahri yaqinidagi Ulug'bek shaharchasida O'zbekiston

Fanlar akademiyasining reaktori ishga tushirildi. Uning quvvati 2 megavattni tashkil etdi. Shunday qilib, O'zbekiston Fanlar akademiyasi bazasida "Yadro Fizikasi" instituti tashkil etildi.

Reaktorlarning iqtisodiy tejamligini va samaradorligini tadqiq qilish uchun quvvati uncha katta bo'lmagan eksperimental reaktorlar quriladi. Ilmiy-tadqiqot reaktorlari neytronlarning yadrolar bilan ta'sirlanishini o'rganish va neytronlar ta'sirida turli kristallarning va organik birikmalarning har xil fizik va kimyoviy xossalari ta'sirini o'rganish uchun ishlatiladi. Shuning uchun bu reaktorlarning muhim xususiyati katta:  $10^{12} + 10^{14}$  neytron/sm<sup>2</sup> · s neytronlar oqimini hosil qilib berishdir.

Bunday ilmiy tadqiqot reaktorlarining aktiv zonasidan neytronlar dastasini tashqariga chiqarish uchun bir nechta qo'shimcha gorizontal kanallari bo'ladi.



1. *Yadro energiyasi deb nimaga aytiladi?*
2. *Massaning juda kichik o'zgarishi energiyaning qanday o'zgarishlariga olib keladi?*
3. *Qanday reaksiyani zanjir reaksiya deyiladi? Nima sababdan  ${}_{92}^{235}\text{U}$  \* da zanjir reaksiya bo'lishi mumkin?*
4. *Atom bombalari qanday portlashlarga asoslangan?*
5. *Atom elektr stansiyalarining ishlash prinsiplarini tushuntiring.*



## MASALA YECHISHDAN NAMUNALAR VA III BO' LIMNI YAKUNLASHGA DOIR NAZORAT TEST SAVOLLARI

1. Geliy atomi yadrosining bog'lanish energiyasini hisoblang. Massa defekti  $\Delta m = 0,03$  ga teng.

Yechilishi.  ${}^4_2\text{He}$  atomlar massasi uglerod atomi birliklarida (a.m.b. — atom massa birligi) berilganligidan uni kg ga aylantirib yechamiz. 1 a.m.b. =  $1,66 \cdot 10^{-27}$  kg.

$$E = \Delta m \cdot c^2 = 0,03 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 9 \cdot 10^{16} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \approx 4,5 \cdot 10^{-12} \text{ J.}$$

2. Atom to'lqin uzunligi 662 nm bo'lgan foton chiqarganda, undagi elektronning energiyasi necha J ga o'zgaradi?  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ .

Yechilishi.

$$\lambda = 662 \text{ nm} = 6,62 \cdot 10^{-7} \text{ m.} \quad \Delta E = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

$$s = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s.}$$

$$\Delta E = \frac{10^{-34} \text{ J} \cdot 3 \cdot 10^8}{10^{-7}} = 3 \cdot 10^{-26} \text{ J.}$$

$\Delta E = ?$

### TEST SAVOLLARI

1. 18 ta elektroni bo'lgan neytral atom yadrosida nechta proton bor?

A) 9; B) 18; C) 12; D) 40; E) 36.

2.  ${}^{14}_7\text{N}$  azot atomining yadrosi qanday tuzilgan?

A) 7 ta proton, 14 ta neytron bor;  
B) 14 ta proton, 7 ta neytron bor;  
C) 7 ta proton, 7 ta neytron bor;  
D) 14 ta proton bor, neytroni yo'q;  
E) 14 ta protoni, 14 ta neytroni bor.

3. Mendeleev davriy sistemasidagi tartib raqami 92, tarkibidagi neytronlar soni 146 ta bo'lgan yadroning massa soni nimaga teng?

A) 92; B) 143; C) 146;  
D) 238; E) 330.

4.  ${}^7_3\text{Li}$  va  ${}^6_3\text{Li}$  — litiy izotoplari o'zaro nimalari bilan farq qiladi?

A) neytronlari soni bilan;  
B) protonlari soni bilan;  
C) elektronlari soni bilan;  
D) yadro zaryadi bilan;  
E) farq qilmaydi.

5.  $\alpha$ -zarracha nimalardan tashkil topgan?

A) ikkita protondan;  
B) ikkita neytrondan;  
C) ikkita proton va ikkita neytrondan;  
D) ikkita proton va bitta neytrondan;  
E) ikkita neytron va bitta protondan.

6. Atom yadrosiga kiruvchi neytronni kim va qachon topgan?

- A) E. Fermi, 1942-yilda;
- B) I. V. Kurchatov, 1946-yilda;
- C) O. Gan va F. Shtrassman, 1938-yilda;
- D) Jolio-Kyuri, 1934-yilda;
- E) D. Chedvik, 1932-yilda.

7. "Yadroning tinchlikdagi  $M_{\alpha}$  massasi uni tashkil etuvchi protonlar bilan neytronlarning tinchlikdagi massalari yig'indisi..." Nuqtalar o'rniga to'g'risini tanlab qo'ying.

- A) ... dan hamisha kichik bo'ladi;
- B) ... dan hamisha katta bo'ladi;
- C) ... ga hamisha teng bo'ladi;
- D) ... og'ir yadrolarda katta bo'ladi;
- E) ... yengil yadrolarda katta bo'ladi.

8. Atom yadrosining bog'lanish energiyasi deganda nimani tushunasiz?

- A) yadro va elektron qobiq orasidagi o'zaro ta'sir potensial energiyasini;
- B) yadrodagi protonlar energiyasini;
- C) yadroning radioaktiv yemirilishda chiqargan energiyasini;
- D) yadroni alohida zarralarga bo'lib yuborish uchun kerak bo'lgan energiyani;
- E) yadrodagi protonlar va neytronlar orasidagi o'zaro ta'sir potensial energiyasini.

9. Lazerlarda qanday nurlanish turi qo'llaniladi?

- A) issiqlik nurlanishi;
- B) tormozli nurlanish;
- C) majburiy nurlanish;
- D) spontan nurlanish;
- E) yuqoridagi nurlanishlarning barchasi.

### III BO'LIMNING MUHIM XULOSALARI

1. XX asr boshida atomning Tomson modeli ko'pchilik tomonidan tan olindi. E. Rezerford va uning xodimlari o'tkazgan tajribalar Tomson modelining asossizligini ko'rsatdi.

2. Odatdagi yorug'lik manbalari chastotasi va fazasi bir xil bo'lmagan ma'lum spektrdagi yorug'likni chiqaradi. Lazer nuri chastotasi va fazasi o'zgarmas bo'lgan yorug'likdir.

3. Atomlarning yadrolari proton va neytronlardan iborat. Agar yadro shar shaklida deb hisoblansa, uning diametri  $10^{-15}$  m tartibida bo'ladi. Yadroning massa soni  $A$  protonlar soni  $Z$  va neytronlar soni  $N$  ning yig'indisiga teng:  $A=Z+N$ .

Protonlar soni  $Z$  birday, biroq neytronlar soni  $N$  turlicha bo'lgan yadrolar izotoplar deb ataladi.

4. Yadrolarning tarkibiga kiruvchi proton va neytronlar orasida yadroviy kuchlar ta'sir etadi.  $10^{-15}$  m tartibidagi masofalarda yadroviy kuchlar elektrostatik o'zaro ta'sir kuchlaridan taxminan 100 marta katta.  $10^{-14}$  m masofalarda esa ular juda kichik bo'ladi.

5. Yadroni alohida proton va neytronlarga to'liq ajratish uchun zarur bo'lgan energiya yadroning bog'lanish energiyasi deyiladi.

6. Yadrolarning bitta yoki bir nechta zarralar chiqarib, o'z-o'zidan yemirilishi va buning natijasida yana yadro hosil bo'lishi radioaktivlik hodisasi deb yuritiladi.

7. Radioaktiv nurlanishlar tirik organizmlar uchun katta xavf tug'diradi. Ular bilan ishlashda alohida muhofaza tadbirlarini amalga oshirish kerak.

8. Yadrolarning bir-biri bilan o'zaro ta'sirida o'zgarishi yadroviy reaksiyalar deb ataladi. Yadroviy reaksiyalarda energiya ajralishi yoki yutilishi sodir bo'ladi. Ko'plab yadroviy reaksiyalar yadrolarning katta energiyali zaryadli zarralar yoki yengil yadrolar bilan to'qnashuvlarida kuzatiladi. Neytronlar yadrolar tomonidan itarilmaydi va shuning uchun uncha katta bo'lmagan energiyalarda ham yadroviy reaksiyalar hosil qilishi mumkin.

9. Atom energetikasi rivojining birinchi bosqichida sekin (issiqlik) neytronlar reaktori qurildi va ularda yadro "yonilg'isi" sifatida uran — 235 dan foydalanildi. Ikkinchi bosqichda, sekin neytronlar reaktorlari bilan bir qatorda, tez neytronlar reaktorlaridan ham foydalanildi. Tez neytronlar reaktorlarida plutoniy (yoki uning uran—235 bilan aralashmasi)dan foydalaniladi. Yadro energetikasining uchinchi bosqichi, aftidan, yengil yadrolar sintezi jarayonida ajraluvchi energiya bilan bog'liq bo'ladi.

10. O'zbekistonda yadro fizikasi sohasidagi ishlar 1940-yillardan e'tiboran muntazam amalga oshirib kelinmoqda.

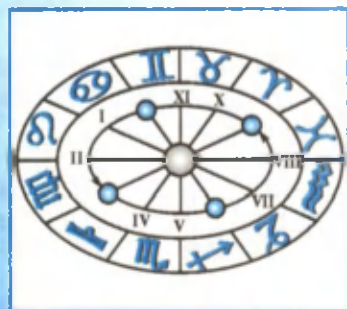
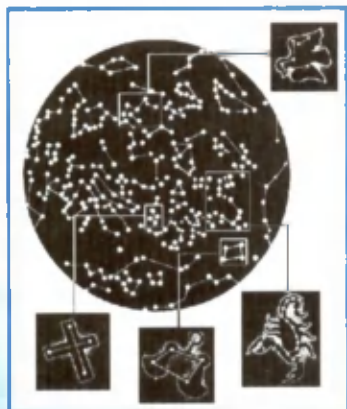
O'zbekiston Fanlar akademiyasining atom reaktori ilmiy tadqiqot va yadro fizikasining yutuqlarini xalq xo'jaligida tatbiq qilish maqsadlarida Toshkent shahri yaqinidagi Ulug'bek shaharchasida 1959-yildan beri 2.000 dan 10.000 KVt gacha (issiqlik) quvvatida ishlab turibdi.

## YAKUNIY SUHBAT

Alfa-zarralar ( $\alpha$ -zarralar)	Radioaktiv yemirilishda atomlardan chiqadigan gely yadrolari. $\alpha$ -zarralar ikkita protondan va ikkita neytrondan tashkil topgan.
Angstrom	Atom yoki yadro o'lchamlarida ishlatiladigan uzunlik birligi. U $\text{Å}$ ko'rinishida belgilanadi. $\text{Å} = 10^{-10} \text{ m} = 0,1 \text{ nm}$ . 1868-yilda shved fizigi va astronomi A. Angstrom tomonidan kiritilgan.
Atom yadrosi	Atomning asosiy massasi to'plangan markaziy qismi. Atom yadrosi Rezerford tomonidan $\alpha$ -zarralarning sochilishini o'rganish tajribasi natijasida aniqlangan. Yadro protonlar va neytronlardan tashkil topgan. Protonlar soni (Z) D. I. Mendeleev jadvalidagi kimyoviy elementning tartib nomeriga teng. Neytronlar soni $N=A-Z$ . A — atom massa birligi.

Beta-zarralar ( $\beta$ -zarralar)	Radioaktiv yemirilishda atom yadrolaridan chiqadigan elektronlar oqimi.
Massa va energiya bog'lanishi. Yadroning bog'lanish energiyasi	$E_0 = m_0 c^2$ . $m_0$ — zarraning tinch holatdagi massasi. $c$ — yorug'lik tezligi. Yadroni alohida proton va neytronlarga to'liq ajratish uchun zarur bo'lgan energiya $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$
Gamma-nurlanish ( $\gamma$ -nurlanish)	Radioaktiv yemirilishda atomlardan chiqadigan juda qisqa to'liqinli ( $10^{-10}$ m dan kichik) elektromagnit nurlanish. $\gamma$ -nurlanish, shuningdek moddaga tez harakatlanuvchi elektronlar oqimi urilib tormozlanganda ham hosil bo'ladi.
Majburiy nurlanish	Uyg'otilgan holatga o'tgan atom yoki molekulaga foton kelib tushganda, atom yoki molekuladan xuddi shunday yana bitta foton qo'shib chiqishi. Bunda uyg'ongan atomning energiyasi uyg'onmagan atom energiyasidan aynan tushgan foton energiyasiga teng miqdorga farq qilishi kerak: $E_2 - E_1 = h\nu$ . Lazerlarning ishlash prinsipi.
Lazer	Majburiy nurlanish natijasida, optik diapazonda monoxromatik elektromagnit to'liqlarni chiqaruvchi asbob. Lazerlarni quyidagilarga ko'ra farqlashadi: 1) uyg'otish usuliga ko'ra: elektronlarni uyg'otish, kimyoviy reaksiya va h.k.; 2) Ishchi muhitiga ko'ra: gazli, suyuqlikli, qattiq dielektrik, yarim o'tkizgichli; 3) rezonator shakliga ko'ra; 4) ish rejimiga ko'ra: to'xtovsiz, impulsli. Lazerlar qattiq va qiyin eriydigan materiallarni payvandlash, yerda va kosmosda optik lokatsiyalash, meditsinada davolash va jartohlik operatsiyalar o'tkazish va h.k. ishlatiladi.
Radioaktivlik	Ba'zi bir atom yadrolarning o'z-o'zidan zarralar va nurlar chiqarib hoshqa yadrolarga aylanishi. 1996-yilda fransuz fizigi A. Bekkerel tomonidan tabiiy radioaktivlik ochildigan.
Yadro energiyasi (atom energiyasi)	Ba'zi bir yadro reaksiyalarida ajraladigan atom yadrolarining ichki energiyasi. Yadro energiyasini ikki usulda olish mumkin: zanjirli yadro reaksiyasida og'ir yadrolarning bo'linishi hamda yengil yadrolarning birikib termoyadro reaksiyasi natijalarida. Hozirgi kunda yadro energetikasida faqat birinchi usuli qo'llaniladi.
Massa defekti	Yadro massasining uni tashkil etgan zarralar umumiy massasidan har doim kichik bo'lishi $\Delta m = Z \cdot m_p + (A - Z)m_n - m_{ya}$ .
Grey	Nurlanish dozasining o'lchov birligi. Gr=1; ya'ni 1 kg massali jisimga nurlanishning 1J energiya berilishiga teng. Inson 1—2 Gr nurlanish dozasini olsa, nurlanish kasaliga duchor bo'ladi. 7—10 Gr nurlanish olsa, halok bo'lishi mumkin. Ingliz olimi L.G.Grey sharafiga qo'yilgan.

# KOINOT TUZILISHI HAQIDA TASAVVURLAR



Bu bo'limda Siz quyidagilar bilan tanishasiz:

- koinot tuzilishi haqida tasavvurlarning qisqacha rivojlanish tarixi
- yerning koinotdagi harakati
- quyosh, oy va sayyoralar harakati
- quyosh, sayyoralar tuzilishi
- vaqtni o'lchash va taqvimlar
- quyosh tizimiga kirgan kichik osmon jismlari
- galaktikamiz va boshqa galaktikalar haqida
- astronomik tadqiqotlar va bu borada vatandoshlarimizning ishlari
- mavzuga kirish va uni yakunlash bo'yicha test topshiriqlari va nazorat savollari
- qiziqarli materiallar

## TAYYORGARLIKNI TEKSHIRISH

1. O'rta Osiyoda dastlabki globusni kim birinchi bo'lib yasagan?

- A) Muhammad al-Xorazmiy.
- B) Abu Rayxon Beruniy.
- C) Zahiriddin Bobur.
- D) Mahmud Koshg'ariy.
- E) Abu Nasr al-Forobiy.

2. O'rta Osiyoda yasalgan dastlabki globusning diametri taxminan qanchaga teng edi?

- A) 5 m; B) 8 m; C) 10 m;
- D) 1; E) 3 m.

3. Yer ekvatori deganda nima tushuniladi?

- A) Yer markazidan o'tgan chiziq.
- B) Yer o'qiga perpendikulyar chiziq.
- C) Globus o'rtasidan Yer o'qiga perpendikulyar o'tkazilgan aylana.
- D) Globus o'rtasidan o'tkazilgan aylana.
- E) Yer o'qiga parallel o'tkazilgan chiziq.

4. Yer yadrosining radiusi taxminan qanchaga teng?

- A) 3500 km; B) 2900 km;
- C) 6400 km; D) 80 km; E) 1800 km.

5. Yer mantiyasining yuqorigi qotgan qatlami va Yer qobig'idan tashkil topgan qismi... deyiladi.

- A) litosfera;
- B) gidrosfera;
- C) atmosfera;
- D) biosfera;
- E) stratosfera.

6. Atmosferaning eng quyi zich qatlami... deyiladi.

- A) troposfera;
- B) stratosfera;
- C) litosfera;
- D) biosfera;
- E) ionosfera.

7. Yerda eng uzun kun qayerda kuza-tiladi?

- A) Yer qutbida;
- B) ekvatorida;
- C) tropik mintaqada;
- D) nol gradusga to'g'ri kelgan meridianda;
- E) nol gradusga to'g'ri kelgan parallelda.

8. Stratosfera Yer yuzasidan qanday balandlikda joylashgan?

- A) 50—55 km; B) 10—11 km;
- C) 60—100 km; D) 100 km dan yuqori qismi; E) aniq chegara belgilanmagan.

9. O'zbekiston joylashgan kengliklarda troposfera qalinligi taxminan necha km ni tashkil etadi?

- A) 10—11 km; B) 50—55 km;
- C) 60—100 km; D) 17—30 km; E) aniqlanmagan.

10. Butun olam tortishish qonunini kim kashf etgan?

- A) I. Nyuton. B) N. Kopernik.
- C) G. Galiley. D) I. Kepler. E) Ptolemey.



## KIRISH SUHBATI

Qadimgi odamlarda aniq yuradigan mexanik soatlar ham, kompas ham bo'lmagan. Ularning o'rnida osmon jismlari va ularning harakati ishlatilgan. Quyosh va Oy harakati yillar, oylar va kunlar hisobini bergan bo'lsa, yulduzlar joylashishi shimol, janub, g'arb va sharqni ko'rsatgan. Ular dengizda, sahroda yo'l ko'rsatuvchi yulduzlar deb hisoblangan.

Osmon jismlarini o'rganish juda qadimdan boshlangan. Ularda bo'ladigan hodisalarni tushunishga urinishgan. Shunga ko'ra turli afsonalar, ertaklar va rivoyatlar to'qishgan.

Masalan: O'rta Osiyo ertaklarida Katta Ayiq yulduz turkumiga kirgan yettita yulduzni yetti qaroqchi sifatida tasvirlanadi.

Osmon jismlarining va ular sistemalarining harakatini, tuzilishini, kelib chiqishini va rivojlanishini o'rganadigan fan — **astronomiya** deyiladi. Shu maqsadni amalga oshirish uchun maxsus jihozlangan bino **observatoriya** deyiladi. Astronomiya bu faqat qiziqish, dunyoni bilish uchungina o'rganadigan fan emas. U aniq vaqtini, Yerdagi ob'yektlarning geografik koordinatlarini (ayniqsa dengizchilar, aviatorlar, geodezistlar uchun) aniqlashga imkon beradi.

Tungi osmonga qarasangiz, yulduzlar son-sanoqsizga o'xshab ko'rinadi. Aslida ko'rinma osmon sferasida ularning soni uch mingdan ortmaydi. Yulduzlarning o'zaro joylashishi oddiy kuzatishlar asosida bir necha yuz yillarda ham o'zgarmaganligini ko'rsatadi. Yulduzlarga qarab mo'ljal olish uchun qadim sharqda osmonning yorug' yulduzlari alohida

to'dalarga ajratilib, ularni **yulduz turkumlari** deb atashgan. Ayrim yulduz turkumlaridagi yorug' yulduzlarni o'zaro tutash-tirganda hosil bo'ladigan shaklga qarab nom berishgan. Masalan: O'qotar, Tarozu, Arslon, Qisqichbaqa, Katta Ayiq. Ba'zilarining nomlari grek afsonalarining qahramonlari: alp Gerakl, ovchi Orion, qo'rqmas jangchi Persey, qanotli otda chopib ketayotgan Pegas kabilar bilan bog'langan. Buyuk geografik sayohatlar davrida (XV asr o'rtasi — XVII asrlar) janubiy yarim shardagi ayrim yulduz turkumlari dengizchilikda ishlatiladigan buyumlar nomiga ham qo'yilgan. O'rta Osiyoda ham ba'zi yulduzlarga xarakteriga ko'ra nom qo'yishgan. M.: Qo'zg'olmas Qutb yulduzini "Temir qoziq", katta yorqinlikka ega bo'lgan Venerani — Zuhro va h.k. nomlar bilan atashgan.

XVII asrda har bir yulduz turkumiga kiruvchi bir necha yorug' yulduzlar yunon alifbosining harflari ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  va h.k.) bilan belgilanadigan bo'ldi. Shuningdek, 30 ga yaqin yorug' yulduzga alohida nom berildi. Masalan: Orionning  $\alpha$  si — Betelgeyze, Perseyning  $\alpha$  si — Algol, Katta Itning  $\alpha$  si — Sirius va h.k. Xiraroq yulduzlarni tartib bilan raqamlash qabul qilindi. 1922-yilda yulduz turkumlarini lotincha nomlash qabul qilindi. Masalan: Katta Ayiqni **Ursa Major, UMa**; Eridiana — **Eridanus, Eri**.

1930-yilda Xalqaro astronomik ittifoq qaroriga binoan osmonni 88 ta yulduz turkumiga ajratish qabul qilindi. Yerda xuddi davlatlar bir-biri bilan qanday chegaralangan bo'lsa, osmonni ham yulduz turkumlariga bo'lib shunday ajratildi.

# XI BOB

## QUYOSH, YER VA OY HARAKATI

### 41-§. KOINOT TUZILISHI HAQIDAGI TASAVVURLARNING RIVOJLANISH TARIXIDAN LAVHALAR

Eramizdan 4000 yil oldin misrliklar quyosh kalendarini yaratgan. Vavilonida eramizdan oldingi 721-yilda Oy tutilishi haqida yozib qoldirishgan. O'sha davrda sutkani 24 soatga bo'lish taklif etilgan edi. Qadimgi Xitoyda birinchi observatoriya eramizdan 1100 yil oldin qurilgan. Xitoy solnomalarida batafsil yozilgan materiallar yulduzlar va boshqa osmon jismlarining harakat qonunlarini topishga imkoniyat berdi. Eramizdan oldingi IV asrda yashagan xitoy astronomlari Gan Gun va Shi Shen yulduzlar xaritasini tuzgan. Unda 800 ta yulduz holati keltirilgan bo'lib, undan 120 tasining koordinatasi aniqlanib keltirilgan.

Gretsiyada yashagan Evdoks Aristoteldan 25 yosh katta bo'lib, eramizdan oldingi 408-yilda tug'ilgan. Evdoks birinchi bo'lib olamning geometrik manzarasini chizadi. Unga ko'ra Yer atrofida shaffof sfera berilib, qo'zg'olmaydigan yulduzlar, Quyosh va Oy o'rnatilgan. Aristotel Evdoks tushunchalarini rivojlantirib Yer va Oyniing shar shakllidalgini isbotlaydi. Gretsiyalik astronom Gipparx, shuningdek yulduzlarning yorqinligiga qarab kattaliklarga bo'lishni joriy qiladi. Gipparx ularni oltita kattalikka ajratgan. U, shuningdek Quyosh va Oyniing kelajakda 800 yillik harakati jadvalini ham tuzadi.

Bizning eramizdagi II asrda yashagan Klavdiy Ptolemey astronomiya sohasida erishilgan barcha materiallarni

to'plab yagona matematik sistemaga solgan. Unga ko'ra Olam markazida Yer bo'lib, uning atrofida Quyosh, Oy va planetalar kichik aylana orbitalar bo'ylab tekis aylanadilar. Lekin aylana markazlari ham o'z navbatida katta aylana bo'ylab tekis aylanadi deb tushuntiradi. Ptolemey ularni o'zining "Almagest" kitobida yozib qoldirgan. Bir necha asr davomida Ptolemeyning olam haqidagi **geosentrik** (olam markazi — Yer) xato nazariyasi hukm suradi. Yer radiusini birinchi bor qadimgi vatandoshimiz Al-Xorazmiy boshchiligida Suriyada o'lchashgan. O'lchashlar Sindjar saxrosida Tadmor va Rakka shaharlari orasida o'tkazilgan. Manbalarga ko'ra ikki guruh astronomlar bir nuqtadan chiqib shimol va janubga meridian bo'ylab yo'lga chiqqanlar, hamda yo'l uzunligi va yulduzlarning gorizontdan balandligini o'lchaganlar. Bundan bir gradusga to'g'ri kelgan meridian uzunligi topilib, Yer radiusi aniqlangan. Yer radiusini shuningdek o'rta osiyolik buyuk mutafakkir al-Beruniy ham o'lchagan. Beruniy astronomiya, xaritashunoslik, geodeziya (Yer ilmi) va boshqa qator yo'nalishlar bo'yicha yuzlab asarlar yaratgan.

Samarqandda yashagan sharqning buyuk shoiri Umar Hayyom (1048—1131 y.) eron quyosh kalendarini qayta ishlab katta aniqliklar kiritgan. Astronomiya rivojiga katta hissa qo'shgan

vatandoshimiz Mirzo Ulug‘be-ning astronomiya maktabi alohida hikoyani talab qiladi.

Polyak astronomi A. Kopernik Ptolemeyning planetalar aylanish orbitalari markazlari harakatini o‘rgana turib, qarama-qarshilikni sezib qoladi. Ptolemey nazariyasiga ko‘ra Oy o‘zining birinchi va oxirgi choragida, yangi oy yoki to‘lin oy holatiga nisbatan Yerga ikki barobar yaqin bo‘lishi kerak. Demak, Oy diskining kattaligi ham mos ravishda o‘zgarishi kerak. Kopernik o‘lchashlari esa amalda bunday o‘zgarish yo‘qligini ko‘rsatdi.

Kopernik o‘zining 30 yillik mehnati samarasi sifatida 1543-yilda “Osmon sferasining aylanishi haqida”gi kitobida olamning **geliosentrik** sistemasini asoslaydi. Unga ko‘ra Yer va boshqa planetalar Quyosh atrofida aylanadi. Ularni esa qo‘zg‘olmas yulduzlar o‘rab turadi. Kopernikning geliosentrik nazariyasining isboti sifatida astronom Tixo Brage ning kuzatishlaridan foydalangan Iogann Kepler 1609-yilda planetalar harakatining uchta qonunini kashf etadi. Astronomiyaning bundan keyingi rivojlanishi teleskoplar yaratilishi bilan bog‘liqdir. 1610-yilning 7-yanvarida birinchi bor Galiley osmonga teleskop orqali qaraydi va bir nechta ixtirolar qiladi.

Nyuton jismlar orasidagi o‘zaro ta’sir qonuni, ya’ni butun olam torttishish qonunini topadi (8-sinf darsligiga qarang). Bu qonunni aylanma harakat qonunlari bilan birgalikda qaralsa, Kepler qonunlari ham, Galileyning erkin tushish tezlanishining doimiy qolish qoidasi ham kelib chiqadi. Bundan tashqari Yer o‘z o‘qi atrofida aylanishi tufayli markazdan qochma kuch hisobiga ekvator qismida, qutblarga nisbatan radiusi katta bo‘lishini nazariy jihatdan ko‘rsatib beradi (bu farq taxminan 28 km, 0,43%). Buni eksperimental ravishda 50 yildan so‘ng fransuz akademiklari isbotladilar. Bu qonunlarning ochilishi **osmon mexanikasi** faniga asos soldi, natijada osmon yoritgichlarigacha bo‘lgan masofalarni hisoblash, oldindan ko‘pgina kometalarning kelish vaqti va h.k. hisoblash mumkin bo‘ldi.

Toshkentda Astronomiya observatoriyasi 1873-yilda tashkil etilgan. Observatoriya 1966-yili O‘zbekiston Fanlar akademiyasi Astronomiya institutiga aylantirilgan. Institutda fotografik astronomiya va **yulduzlar astronomiyasi, vaqtni aniqlash, saqlash va o‘rganish, Quyosh fizikasi, ravshanligi o‘zgaruvchi yulduzlar** kabi sohalarda ishlar olib borilmoqda. Kitob shahri yaqinida, xalqaro dastur asosida ishlaydigan xalqaro kenglama stansiyasi joylashgan bo‘lib, unda qutb va qit‘alarning harakati o‘rganiladi.



1. Koinot fizikasini o‘rganish hozirgi kunda fanga, texnikaga va amaliyotga nimalarni beradi?
2. Koinot tuzilishini o‘rganishga o‘rta osiyolik olimlarning qo‘shgan hissasini gapirib bering.
3. Observatoriyada qanday ilmiy tadqiqotlar olib boriladi?
4. Teleskoplar yaratilishi koinotni o‘rganishga qanday hissa qo‘shdi?

## 42-§. YERNING O‘Z O‘QI ATROFIDA AYLANISHIGA DALILLAR

Oldingi mavzuda aytilganidek Yer Quyosh atrofida aylana ko‘rinishiga yaqin elliptik orbita bo‘ylab harakatlanadi. Yer Quyosh atrofida aylanishi bilan birgalikda, o‘z o‘qi atrofida ham harakatlanadi. Albatta Yer o‘qi deyilganda, mashina g‘ildiragining aylanish o‘qiga o‘xshash alohida o‘qni emas, balki faraziy o‘q tushuniladi. Shu faraziy o‘qning bir uchini **shimoliy qutb**, qarama-qarshi uchini **janubiy qutb** deyiladi. O‘qqa o‘rnatilgan Yer modelini siz maktab globusi tarzida ko‘rgansiz (75-rasm).

5-sinfdan globusda shu o‘qqa perpendikulyar ravishda Yer sirti bo‘ylab hayoliy chizilgan **parallel** chiziqlarni, parallelga perpendikulyar chizilgan **meridian** chiziqlarini bilasiz. Globusning o‘rtasidan o‘tgan parallel chiziq **ekvator** deyiladi. Har kuni ertalab Quyoshning sharqdan chiqib, g‘arbga botishini hamma biladi. Aslida esa Quyosh bu paytda o‘z joyini amalda o‘zgartirmaydi. Bu paytda Yer o‘z o‘qi atrofida aylanadi. Natijada



75-rasm.

Yerning Quyosh nuri tushgan qismida kun, tushmagan qismida tun bo‘ladi. Yerdan kun va tunning birgalikdagi davomiyligi **sutka** deb atalib, 24 soatni tashkil etadi.

Kun va tun davomiyligi yilda ikki marta teng bo‘ladi. Bahorgi teng kunlik 21-martga, kuzgi teng kunlik 23-sentyabrga to‘g‘ri keladi. Qolgan davrda kun va tun davomiyligi turlicha bo‘lib, 22 iyunda eng uzun kun bo‘lsa, 22-dekabrda eng uzun tun bo‘ladi.

Agar tunda ma‘lum bir joydan turib yulduzlar bir necha soat davomida kuza-tilsa, ularning osmon bo‘ylab siljiyotganini ko‘rish mumkin. Janub tomonga qarab turgan kuzatuvchiga yulduzlar chapdan o‘ngga, ya‘ni soat strelkasi yo‘nalishida harakatlanayotgandek ko‘rinadi. Bunda belgilangan yulduz sharq tomondan ma‘lum bir nuqtadan ko‘tarilib, g‘arbda ham aniq bir nuqtada botadi. Uning gorizontdan maksimal ko‘tarilish balandligi kunlar o‘tishi bilan o‘zgar olmaydi.

Agar kuzatuvchi shimol tomonga qarasa, bir qism yulduzlar sharqdan chiqib, g‘arbga botayotganini, ayrimlari ma‘lum bir qo‘zg‘almas nuqta atrofida aylanalar bo‘ylab siljishini ko‘radi. Bu qo‘zg‘almas nuqta **olamning shimoliy qutbi** deb yuritiladi.

Uning o‘rnida joylashgan yulduzni **qutb yulduzi** deb ataladi. Yurib ketayotgan vagon oynasidan tashqariga qaralsa, telegraf ustunlari, daraxtlar va hoshqayo‘l yoqasidagi jismlar bizning yonimizdan o‘tib ketayotgandek tuyuladi. Shunga



o'xshash yulduzlarning ham bu ko'rinma siljishi Yerning shovqinsiz o'z o'qi atrofida aylanishi tufaylidir.

Yerning o'z o'qi atrofida aylanishi tufayli shimoldan janubga qarab oqayot-

gan daryolarning o'ng va chap qirg'oqlari turlicha yedirilgan bo'ladi. Xuddi shunday janubdan shimolga qatnaydigan poezdlar relslarining o'ng tomondagisi ko'proq yeyilgan.



1. Yerning o'z o'qi atrofida aylanishiga dalillar keltiring.
2. Yulduzlarda ham, quyosh kabi "chiqish" va "botish" hodisasi kuzatiladimi?
3. Olamning janubiy qutbi ham bormi?
4. G'arb tomonga qarab turgan kuzatuvchiga yulduzlar harakati qanday yo'nalishda bo'ladi?

### 43-§. QUYOSHNING YILLIK KO'RINMA HARAKATI

Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki yulduzlarning chiqish va botish nuqtalari, maksimal ko'tarilish balandligi o'zgar-maydi. Quyosh va Oyni chiqish va botish nuqtalari, maksimal ko'tarilish balandligi o'zgarib boradi. Quyosh navro'zda (bahorgi teng kunlikda 21-mart) aniq sharq nuqtasidan ko'tarilib, aniq g'arbg'a hotadi. Keyinchalik uning chiqish va botish nuqtalari shimol to-monga siljib boradi. Bu davrda Quyosh-ning tush paytidagi balandligi orta borib, kunlar uzayadi, tun esa qisqara boradi.

Bu holat 22-iyungacha davom etadi. So'ngra, aksincha, chiqish va botish nuq-talari gorizontning janub tomoniga siljiy boshlaydi. Shu davrda Quyoshning tush paytidagi balandligi pasaya boradi va mos ravishda kunlar qisqarishi boshlanib, tunlar uzaya boradi. Yil davomida doimiy ravishda tush paytida quyoshning zenit-dan uzoqligini ma'lum bir joyda turib o'lchansa, uning og'ishi +23,5° dan -23,5° gacha o'zgarishi ma'lum bo'ladi.

Bu davrda uning yulduzlarga nisbatan g'arbdan sharqqa siljib borishi ham

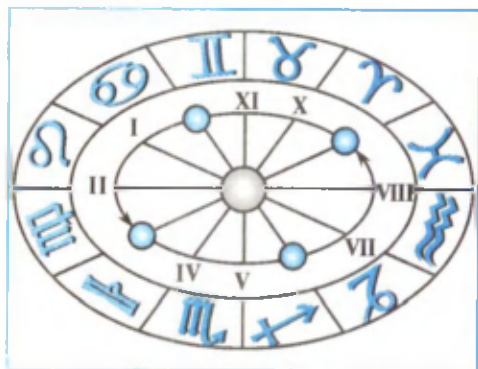
ma'lum bo'ladi. Bunday harakat tufayli Quyosh har sutkada taxminan 1 gradus-dan siljib borib, bir yilda bir marta, to'la aylanib chiqadi. Quyoshning yillik ko'-rinma bu aylana yo'li *ekliptika* deyiladi. Quyoshning yillik ko'rinma yo'li *zodiak* yulduz turkumlari deb ataladigan 12 yulduz turkumidan o'tadi:

- qishda — Qavs (o'q otar), Jaddi (tog' echkisi), Dalv (qovg'a)
- bahorda — Hut (baliq), Hamal (qo'y), Savr (buzoq)
- yozda — Javzo (egizaklar), Saraton (qisqichbaqa), Asad (arslon)
- kuzda — Sunbula (parizod), Mezon (tarozu), Aqrab (chayon).

Har qaysi yulduz turkumining o'z simvolik rasmi bor (76-rasm).

- ♈ — o'q otar; ♉ — tog' echkisi;
- ♊ — qovg'a; ♋ — baliq; ♌ — qo'y;
- ♍ — buzoq; ♎ — egizaklar; ♏ — qisqichbaqa; ♐ — arslon; ♑ — parizod;
- ♒ — tarozu; ♓ — chayon.

Qanday qilib Quyoshning o'rmini yulduzlarga nisbatan aniqlaymiz? Quyosh chiqqan davrda osmonda yulduzlar ko'-



76-rasm.

rinmaganligi sababli, Quyoshni qaysi yulduzlar turkumida ekanligini aniqlab bo'lmaydi.

Shu sababli uni aniqlash uchun Zodiak yulduzlaridan qaysi biri yarim kechada gorizontdan eng baland bo'lishi aniqlanadi. Bundan Quyosh unga diametral qarama-qarshi tomondagi yulduz turkumida bo'lishi kelib chiqadi.

Masalan, yarim kechasi Sunbula yulduzlar turkumi gorizontdan eng katta balandlikka ko'tarilgan bo'lsin. Demak, Quyosh Zodiakning qarama-qarshi tomoni Hut yulduzlar turkumida ekan.



1. Quyosh har doim aniq sharqdan chiqib g'arbga botadimi?
2. Zodiak nima?
3. Zodiak nomlari bilan bog'langan o'zbek xalq maqollari, hikmatli so'zlarni bilasizmi?
4. Quyoshning yillik ko'rinma harakatida uning hozirgi kunda qaysi Zodiak yulduzlar turkumida ekanligini qanday aniqlash mumkin?

#### 44-§. YERNING QUYOSH ATROFIDA AYLANISHIGA DALILLAR. KEPLER QONUNLARI

Quyoshning yillik ko'rinma harakati-ning sababi, Yerning Quyosh atrofida aylanishidir.

Yerning Quyosh atrofida aylanishini birinchi bo'lib N. Kopernik isbotlab bergani haqida 41-§ da aytib o'tildi. Unda shuningdek boshqa sayyoralarning ham Quyosh atrofida aylanish qonunlarini nemis olimi I. Kepler aniqlagani aytilgan edi. Keplerning birinchi qonuni quyidagicha: **har bir sayyora aylanaga yaqin bo'lgan ellips bo'ylab aylanadi va ellipsning fokuslaridan birida Quyosh turadi** (78-rasmda *A* nuqta. 77-rasmda ellips chizishning oddiy usuli ko'rsatilgan).

*DC* masofa — ellipsning katta o'qi, *EF* masofa — kichik o'qi deyiladi. Sayyora-

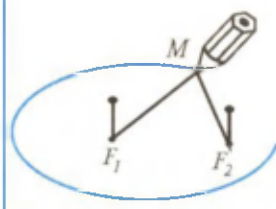
lar aylanuvchi ellipsda katta va kichik o'qlar masofasi kam farq qilganligidan taxminiy hisoblarda ularni o'zaro teng deb qarash mumkin.

$R = \frac{DC}{2}$  masofa — sayyoraning Quyoshdan o'rtacha uzoqligi deyiladi. Orbitaning Quyoshga eng yaqin nuqtasi *D* **perigeliy**, eng uzoq nuqtasi *C* esa **afeliy** deyiladi.

Keplerning ikkinchi qonuni: **sayyora-ning radius-vektori teng vaqtlar ichida teng yuzalar chizadi**. Bundan sayyora *PG* va *MN* yoyni bir vaqtda bosib o'tsa, *AGP* va *AMN* yuzalar bir-biriga teng bo'lishi kelib chiqadi. *GP* yoy uzunligi *MN* dan kichikligidan, *GP* yoyni bosib o'tishda



Ellips chizishning oddiy usuli.



$F_1$  va  $F_2$  nuqtalarga ignalar qadang. Ular orasiga biroz uzunroq ipni bog'lab, qalam uchi bilan taranglashtiriladi va Ellips chiziladi.

77-rasm.

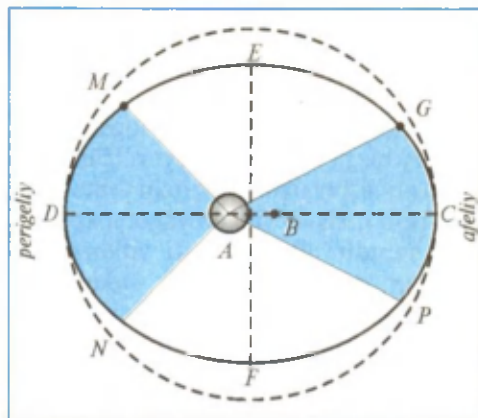
sayyoraning harakat tezligi,  $MN$  yoyda harakatlanganidan kamroq bo'ladi. Sayyora Quyoshga qancha yaqin bo'lsa, uning orbita bo'ylab harakat tezligi shuncha katta bo'ladi.

Keplerning uchinchi qonuni. **Sayyoralarning Quyosh atrofida aylanish davrlari kvadratlarning nisbati, orbitalari katta yarim o'qlarining kublari nisbatiga teng.**

Agar birorta sayyora orbitasi katta yarim o'qining uzunligini  $a_1$ , aylanish davrini  $T_1$ , ikkinchi bir sayyora orbitasi katta yarim o'qi uzunligini  $a_2$ , aylanish davrini  $T_2$  bilan belgilasak, u holda uchinchi qonun ifodasi quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}.$$

Keplerning bu qonuni istalgan sayyoraning Quyoshgacha bo'lgan o'rtacha masofasini uning yulduz davri bilan bog'laydi.



78-rasm.

Uchinchi qonunning ahamiyati juda kattadir. Negaki birorta sayyoradan Quyoshgacha bo'lgan masofa ma'lum bo'lsa, qolgan sayyoralarning Quyoshdan uzoqligini ularning aylanish davrlarini bilgan holda hisoblab topish mumkin. Bunda asosiy masofa sifatida Yer orbitasi katta o'qining uzunligi olinib, uni astronomik birlik deb ataladi.

XX asrning 40-yillariga kelib radiolokatsiya kashf qilindi. Radioto'lqinlar yordamida Yerdan Oygacha va Quyoshgacha bo'lgan masofalar ko'p martalab o'lchandi. Bunga ko'ra Yerdan Oygacha bo'lgan o'rtacha masofa 384 000 km, Yerdan Quyoshgacha bo'lgan o'rtacha masofa esa 150 000 000 km ga teng.



1. Kepler qonunlaridan foydalanib, sayyoralarning qanday fizik kattaliklarini hisoblab topish mumkin?
2. Yerning Quyosh atrofida aylanishiga dalillar keltiring.
3. Orbitaning perigeliyi va afeliysini tushuntirib bering.

## 45-§. OYNING HARA-KATI, FAZALARI VA DAVRLARI. QUYOSH VA OY TUTILISHI

Yerning yagona tabiiy yoʻldoshi boʻlgan Oy bizga eng yaqin joylashgan kosmik jism hisoblanadi. Ikkinchi tomondan Oy inson qadami yetgan yagona kosmik jism hamdir. Oy harakati yulduzlarga nisbatan kuzatilganda 27,3 sutkada bir marta aylanib chiqishi aniqlangan. Bu davrga *siderik* (lotincha sidus — yulduz) **oy** deyiladi. Yer oʻz oʻqi atrofida qaysi yoʻnalishda aylansa, Oy ham oʻsha yoʻnalishida Yer atrofida aylanadi. Oy ham Yer kabi oʻzidan yorugʻlik chiqarmaydi. Ular faqat oʻziga tushgan Quyosh nurlarini qaytaradi. Yerga yorugʻlik tushgan qismida kunduz, tushmagan tomonida tun boʻlgani kabi, Oyda ham yorugʻlik tushgan qismi yorugʻ, qolgan qismi qorongʻu boʻladi. Oyning Yer atrofida harakati davrida Oyning yoritilgan qismining koʻrinishi oʻzgarib turadi. Bunga *oy fazalari oʻzgarishi* deyiladi. Agar Oy Quyosh va Yer oraligʻida boʻlsa, biz uni koʻrmaymiz. Bunda Quyosh Oyning Yerdan turib koʻrinmaydigan qismini yoritadi. Bir necha kundan keyin yangi oy ingichka oʻroq shaklida koʻrinadi. Agar Yer Quyosh va Oy oraligʻida boʻlsa Oyni toʻla yoritilgan holda koʻramiz. Uni *toʻlin* oy deymiz (79-rasm).

Yangi oy chiqqanda uning yoritilmagan va koʻrinmaydigan qismi Yerga qaragan boʻladi. Bu paytda u kechki payt Quyosh botayotgan nuqtaga yaqin joyda ingichka oʻroq shaklida koʻrinadi. Kunlar oʻtishi bilan Oy yuzasining koʻproq qismi yorishib boradi va ikki haftadan soʻng toʻlin oy shakliga oʻtadi. Bu davrda Oy butun kecha davomida chiqishdan botishgacha koʻrinib turadi. Soʻngra jarayon teskari yoʻnalishda boradi.

Oy fazalari almashinishi 29,5 sutkada takrorlanadi. Ikkita ketma-ket bir xil fazalar oraligʻidagi vaqtni **sinodik** oy (grekcha. sunodos — qoʻshilish) deb ataladi.

*Sinodik va siderik oylar orasida farq boʻlishiga* sabab Oy Yer atrofida aylanishi bilan birgalikda, Yerga qoʻshilib Quyosh atrofida aylanadi. Yerdan qaragan kuzatuvchiga Oyning faqat bir tomoni koʻrinadi. Oyda ham kun va tun almashinib turadi. Oydagi kunning uzunligi Yerdagi ikki haftaga toʻgʻri keladi.

**Quyosh va Oy tutilishi.** Oy Yer atrofida harakati davomida biror muddat Quyoshni toʻsib qoʻyadi va Quyosh tutilishi kuzatiladi. Oy harakati davrida Yer soyasiga oʻtib qolsa Oy tutilishi kuzatiladi.

Yerda yoritilgan narsa va buyumlarining orqasida soya hosil boʻlgani kabi, Yerning va Oyning ham uzun soyasi boʻladi. Oy soyasining Yerga tushishiga Quyosh tutilishi deyiladi (80-rasm).

Quyosh tutilishi asosan uch xil koʻrinishda kuzatiladi. Qisman tutilishda Oy Quyoshning faqat bir qismini toʻsadi. Toʻla tutilishda Oy Quyoshni butunlay toʻsib qoʻyadi. Halqasimon tutilishda Oy Quyosh-



79-rasm.

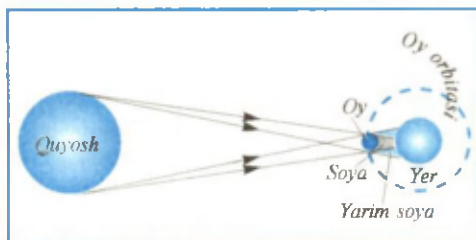
ning o'rtta qismini to'sadi. Bunga sabab Yerdan Oygacha va Quyoshgacha bo'lgan masofalarning bir oz o'zgarib turishidir.

Oy tutilishi ikki ko'rinishda bo'ladi: qisman va to'la tutilish.

Oy tutilishini Yer yarim sharidagi Oy ko'rinadigan barcha joyda kuzatish mumkin. Quyoshning to'la tutilishi faqat Yerga Oyning dog' shaklidagi soyasi tushgan joylardagina kuzatiladi. Dog'ning diametri 250 km dan oshmaganligidan to'la tutilish bir vaqtning o'zida Yerning faqat kichik qismidagina ko'rinadi (agar havo ochiq bo'lsa).

Oyning to'la tutilishi 1 soatu 40 min davom etadi. Qisman tutilish undan ikki soat ko'proqqa boradi.

Yer va Oyning harakat qonunlari aniqlanganligi sababli, tutilishlarni qachon va qayerda, qanday ko'rinishda bo'lishini oldindan hisoblab qo'yish mumkin. Eramizdan avvalgi 2000-yillarda bobilliklar tutilishlarning davriy ravishda takrorlanishini aniqlaganlar. Bu davr 18 yilu 11,3 sutkaga teng. Misrliklar uni *saros* deb ataganlar. Saros davrida



80-rasm.

43 marta Quyosh va 28 marta Oy tutilishi ro'y beradi.

“O'zbekfilm” kinostudiyasida o'rtta osiyolik mutafakkir Ibn Sinoga bag'ishlangan kinofilmda Ibn Sinoning mana shunday Quyosh tutilishini oldindan aytib, uni kuzatish manzarasi keltirilgan. Polyak yozuvchisi Bolislav Plusning kitobi va u asosida ishlangan filmda Misr kohinlari Quyosh tutilishini oldindan bilganlari uchun undan ustalik bilan foydalanganligi keltiriladi.

Bir yilda Yerdagi kuzatuvchi Quyoshning ikki martadan besh martagacha tutilishini ko'rishi mumkin. O'rtta hisobda Quyoshning to'la tutilishi bir joyda 200—300 yilda bir marta bo'ladi.



1. *Quyosh va Oy tutilishlari sababini aytib bering.*
2. *Nima sababdan Oy tutilishlari Quyosh tutilishlariga nisbatan ko'proq kuzatiladi?*
3. *Nima sababdan Oyning faqat bir tomoni ko'rinadi?*
4. *Oy fazalari o'zgarishini tushuntirib bering.*

## 46-§. VAQTNI O'LCHASH. TAQVIMLAR

Insoniyat o'z faoliyatida vaqtni o'lchashga katta e'tibor bergan. Vaqtning katta bo'laklarini aniqlashda Yerning o'z o'qi va Quyosh atrofida aylanish davriga

mos kelgan sutka va yil tushunchalaridan foydalangan. Kichik vaqt bo'laklari bo'lgan soat, minut va sekundlarni o'lchashda maxsus vaqt o'lchaydigan soatlardan



O'rta asrlarda yonib turgan shamning birday vaqtlarda erishi ko'rsatilgan, belgili shamlardan vaqtni o'lchashda foydalanganlar.



Qadimgi Misrda suvli bir idishdan, ikkinchisiga suv tomib o'tadigan soatlardan foydalanishgan.



Quyosh soatlarda sterjendan tushgan soya, taxtachadagi siferblatga tushib vaqtni ko'rsatgan.



O'rta asrlarda qumli soatlardan qisqa vaqtlarni o'lchashda foydalanilgan.



Bu soatlarda kvarts kristalining tebranishlari ishlatiladi.

81-rasm.

foydalangan. Qadimgi odamlar ishlatgan soatlar quyosh, qumli, olovli yoki suvli bo'lgan (81-rasm). XVIII asrga kelib birinchi mexanik soatlar yasalgan. Mexanik soatlarda siqilgan prujina bo'lib, u asta-sekin yoyila boshlaydi. Yoyilish jarayonida tishli g'ildirakchalar aylanib, sekund, minut va soat strelkalarini harakatga keltiradi. Ayrim soatlarning yoyilgan prujinasini oldingi holatiga keltirish uchun bir sutkada bir marta buralsa, ayrimlarini haftada bir marta burash kifoya. Hozirgi zamon buralmaydigan batareyali soatlarda kichkinagina kvarts kristali bor. Batareyadan berilgan elektr razryadlari ta'sirida kvarts rezonatorida tebranishlar hosil bo'ladi.

Hozirgi kunda eng aniq yuradigan soat — bu seziiyli atom soatlari bo'lib, 1955-yilda yaratilgan. Ularning yurishi atomlarning nurlanish chastotasi bilan boshqariladi. Bunday soatlar yuz yilda bir sekundga orqada qolishi mumkin.

Yer aylanishi tufayli uning turli sohalari sutkaning turli vaqtida yoritilgan bo'ladi. Londonda tush payti bo'lganda Nyu-Yorkda tong otadi. O'zbekistonda Quyosh botayotgan bo'ladi. Agar odamlar Quyoshning haqiqiy holatiga nisbatan vaqtni hisoblaganlarida edi, butun dunyo bo'yicha anglashilmovchiliklar vujudga kelar edi. Masalan, bir mamlakatdan ikkinchi mamlakatga qatnovchi poyezdlar, samolyotlar jadvali va h.k.

Yer yuzida vaqtni belgilash uchun, uni meridian bo'yicha 24 soat mintaqasiga bo'lingan. Nol—hisob boshi sifatida Grinвич observatoriyasidan o'tuvchi meridian qabul qilingan. Samarqand va Grinвич o'zaro 4 soatga farq qiladi.

Kattaroq vaqt bo'laklari sutka, oy va yil bilan hisoblanadi. Yuqorida aytib o'tilganidek, qadim bobilliklar yilni 12

ta teng bo'lakka, sutkani 24 soatga ajratganlar. Hozirgi aniq o'lchashlarga ko'ra yil 365 sutka 5 soat 48 minut 46 sekundga teng. Bundan ko'rinadiki, yildagi sutkalar soni hamda siderik yoki sinodik oy davrlari butun sonni tashkil etmaydi. Shunga ko'ra oddiy va qulay taqvim (kalendar)ni tuzish qiyin. Taqvimda yil oylarga, haftalarga bo'lib ko'rsatilib, unda haftaning ish va dam olish kunlari, bayramlar aks ettiriladi.

Insoniyat tarixida turli taqvimlar tuzilgan va ulardan foydalanilgan.

Taqvimni tuzishda unda yilning davomiyligi Yerning Quyosh atrofida aylanish davriga yaqin bo'lishi, Quyosh sutkalarining soni albatta butun bo'lishi kerak (chunki yangi yilni bir yil kechasi 12 da, keyingi yili ertalab 6 da kutib olish noqulay).

Yuqoridagi shartga to'laroq javob beradigan taqvim aleksandriyalik astronom Sozigen tomonidan ishlangan va eramizdan avvalgi 46-yilda Rimda Yuliy Sezar tomonidan joriy etilgan. Yulian yoki eski stildagi taqvim deb nom olgan bu taqvimda uch yil ketma-ket 365 sutka

olinib uni *oddiy yillar* deb ataladi. Har to'rtinchi yil, *kabisa yili* deb atalib, undagi sutkalar soni 366 sutkani tashkil etadi. Oddiy yilda fevral oyida 28 kun, kabisa yilida 29 kun bo'ladi. Yulian taqvimida yil ko'rsatilgan son 4 ga qoldiqsiz bo'linadigan yillar kabisa yillar hisoblanadi. Demak, bu taqvimda yil davomiyligi o'rtacha 365 kun 6 soatni tashkil etadi, ya'ni haqiqiy o'rtacha yil davomiyligidan 11 minutu 14 sekund uzun. Shu sababli bu taqvim bo'yicha 400 yilda 3 sutka orqada qolinadi. 1582-yilda Rim papasi Grigoriy XIII bu farqni yo'qotish uchun 1600 va 2000 ga o'xshash yillarni kabisa yillari, 1700, 1800 va 1900 yillarni esa oddiy yillar kabi hisoblashni taklif qildi (16 va 20 sonlari 4 ga bo'linadi, 17, 18 va 19 lar 4 ga bo'linmaydi). Sobiq SSSR da qabul qilingan dekretga muvofiq, O'zbekistonda yangi Grigorian taqvimiga 1918-yil 1-fevraldan o'tilgan. O'sha kunga kelib oradagi farq 13 kunni tashkil etganligi sababli 2-fevral kuni 14-fevral deb e'lon qilinib, kun hisoblari boshlangan.



1. Hozirgi kunda O'zbekistonda qanday taqvim bilan ish yuritiladi?
2. Taqvim deganda nimani tushunasiz?
3. Nima sababdan taqvimlarga tuzatishlar kiritib horish kerak?

## 9 - mashq

1. Agar birorta yulduzdan chiqqan yorug'lik Yerga 4,25 yil davomida yetib kelsa, ungacha bo'lgan masofa qanchaga teng?
2. Yer sharining qaysi joyida yil davomida kun va tun davomiyligi o'zaro teng?
3. 21-mart kuni biror shaharda Quyosh  $6^{\text{00}}$  da chiqsa, soat nechada botadi?
4. Mars sayyorasining Quyosh atrofida aylanish davri 687,02 Yer sutkasiga teng. Sayyoraning Quyoshdan o'rtacha uzoqligini hisoblang.



## XI BOBNING MUHIM XULOSALARI

1. Insonning Yerdagi hayoti Koinotdagi boshqa osmon jismlariga ham bog'liq. Koinotni o'rganadigan fan astronomiya deyiladi. Astro-nomiyaning rivojlanishiga o'rta osiyolik mutafakkirlardan Ulug'bek, Beruniy, al-Xorazmiy va boshqalar katta hissa qo'shishgan.

2. Osmon ham Yerdagi mamlakatlar kabi 88 ta yulduz turkumlariga ajratilgan. Ularni nomlashda grek afsonalari qahramonlari, dengizchi-likda ishlatiladigan buyumlar va h.k. lardan foydalanilgan.

3. Yer o'z o'qi atrofida 24 soatda bir marta aylanib chiqadi. Bunga dalillar sifatida osmondagi yulduzlarning ko'rinma harakati, yerda kun va tun almashinishi, shimoldan janubga yoki aksincha yo'nalishda oqayotgan daryolar qirg'oqlarining bir tomoni ko'proq yedirilgan bo'lishi, janubdan shimolga qatnaydigan poyezd relslarining o'ng tomondagisi ko'proq yeyilganligini keltirish mumkin.

4. Yulduzlarning chiqish va botish nuqtalari, maksimal ko'tarilish balandligi o'zgarmaydi. Quyosh va Oyniki o'zgarib boradi. Quyosh bahorgi teng kunlikda aniq sharq nuqtasidan ko'tarilib, aniq g'arbda botadi. Quyosh yulduzlarga nisbatan yil davomida g'arbdan sharqqa siljib boradi va yillik ko'rinma harakati ekliptika deyiladi. Yillik ko'rinma yo'l zodiak yulduz turkumlari deb ataladigan 12 yulduz turkumidan o'tadi.

5. Sayyoralarning Quyosh atrofida aylanish qonunlarini I. Kepler aniqlagan. 1-qonun: Har bir sayyora aylanaga yaqin bo'lgan ellips bo'ylab aylanadi va ellipsning fokuslaridan birida Quyosh turadi.

2-qonun: Sayyora radius vektori teng vaqtlar ichida teng yuzalar chizadi.

3-qonun: Sayyoralarning Quyosh atrofida aylanish davrlari kvad-ratlarining nisbati orbitalari katta yarim o'qlarining kublari nisbatiga teng.

6. Oyning Quyosh yorug'ligi tushgan tomoni yorug', qolgan qismi qorong'u bo'ladi. Oyning Yer atrofida harakati davrida yoritilgan qismining ko'rinishi o'zgarib turishiga Oy fazalari deyiladi. Yerdagi kuzatuvchiga Oyning faqat bir tomoni ko'rinadi. Oy Yer atrofida harakati davomida hiror muddat Quyoshni to'sib qo'yganda Quyosh tutilishi, Yer soyasiga o'tib qolganda Oy tutilishi kuzatiladi.

7. Yil oylarga, haftalarga bo'lib ko'rsatilgan jadval taqvim deyiladi. Hozirgi kunda O'zbekistonda Grigorian taqvimiga amal qilinadi. Yer yuzida vaqtni belgilash uchun u meridian bo'yicha 24 soat mintaqasiga bo'lingan. Nol — hisob boshi sifatida Grinvich observatoriyasidan o'tuvchi meridian qabul qilingan. Samarqand va Grinvich o'zaro 4 soatga farq qiladi.

## XII BOB

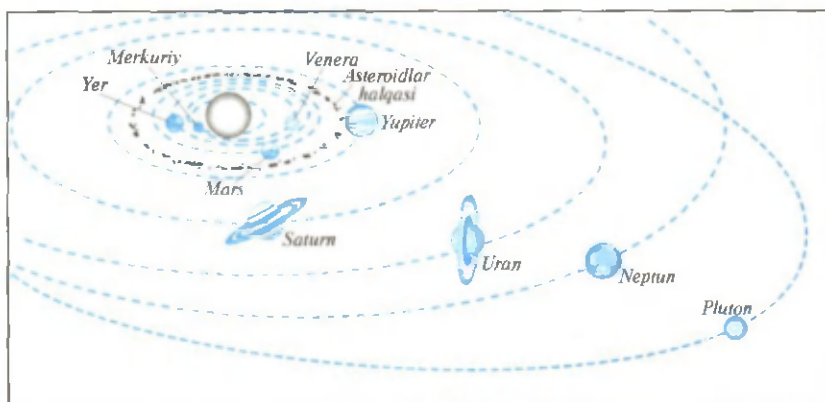
### QUYOSH SISTEMASI

#### 47-§. QUYOSH SISTEMASI. SAYYORALAR VA ULARNING YO‘LDOSHLARI

Quyosh sistemasiga Quyosh va uning atrofida aylanuvchi 9 ta sayyora, sayyoralarning yo‘ldoshlari, asteroidlar, kometalar va meteoroidlar kiradi (82-rasm).

**I. Quyosh** — Quyosh sistemasining markazi. Uning massasi barcha sayyoralarning birgalikdagi massasiga nisbatan 740 marta katta. Yer massasiga nisbatan esa 333000 marta ortiq. U asosan vodorod (74,7%) gazidan tashkil topgan bo‘lib, unda yuqori temperatura va bosim ostida termoyadro reaksiyasi boradi. Reaksiya natijasida vodorod geliya (23,7%) aylanadi va beqiyos miqdorda energiya ajralib turadi. Bu energiya koinotga yorug‘lik, issiqlik va hoshqa turlarda nurlanib turadi.

Reaksiya Quyosh yadrosida boradi va energiya gaz konveksiyasi tufayli sirtiga chiqadi. Yadro temperaturasi  $15000000^{\circ}\text{C}$  bo‘lsa, yuzasida  $5500^{\circ}\text{C}$ . Xalqda “Quyoshda ham dog‘ bor” degan ibora bor. Haqiqatdan ham maxsus moslamalar bilan Quyoshga qaralsa, unda qoraroq sohalari ham ko‘rinadi. Ulardan olovli alanga ko‘tarilib **quyosh tojini** hosil qiladi. Tojdan koinotga elementar zarrachalar oqimidan tashkil topgan quyosh shamoli paydo bo‘ladi. Quyoshdan, shuningdek ultrabinafsha va rentgen nurlari ham chiqadi. Quyoshda qattiq holatdagi modda yo‘q. Quyosh taxminan 5 mlrd yil oldin gaz-chang bulutidan paydo bo‘lgan.



82-rasm.

Yana to'rt-besh milliard yildan so'ng Quyosh o'zidagi barcha vodorodni yoqib tugatadi. Shundan so'ng uning yadrosi siqiladi, tashqi qobig'i esa kengayadi va qizil gigantga aylanadi.

**II. Sayyoralar.** Quyosh sistemasidagi sayyoralar soni 9 ta bo'lib, ular Quyosh atrofida quyidagicha joylashgan: Merkuriy, Venera, Yer, Mars, Yupiter, Saturn, Uran, Neptun, Pluton. Sayyoralarni shartli ravishda ikki guruhga ajratish mumkin:

— yer guruhiga kiruvchi sayyoralar: Merkuriy, Venera, Yer, Mars;

— ulkan sayyoralar: Yupiter, Saturn, Uran va Neptun.

Eng uzoq joylashgan va eng kichik sayyora bo'lgan Pluton ularga kirmaydi.

Yer guruhiga kiruvchi sayyoralar asosan silikat va metallardan tashkil topgan bo'lsa, ulkan sayyoralar — yengil gazlar (vodorod, geliy) va ozgina miqdorda og'ir elementlardan iborat. Yer guruhidagi sayyoralar diametri 5000—12000 km atrofida, o'rtacha zichligi 4000—5000 kg/m<sup>3</sup> bo'lsa, ulkan sayyoralarda mos ravishda 48000—140000 km va 1000—2000 kg/m<sup>3</sup> teng.



**1. Merkuriy** (arablar Utorud deb atashadi). Merkuriy yuzasi toshloq ko'rinishda bo'lib, meteorlar urilishi natijasida hosil bo'lgan kraterlar ko'p. Ko'p qismi qum bilan qoplangan. Atmosferasi hatto yuzasiga yaqin joylashgan qatlamda ham juda siyak. Tarkibida geliy, vodorod, kislorod, neon va argon bor. Sayyoraning yoritilgan qismida temperatura 290—430°C bo'lsa, yoritilmagan qismida —160°C ni tashkil etadi. Merkuriyning yo'ldoshlari yo'q.



**2. Venera.** Osmonda Quyosh va Oydan keyingi eng yorug' yoritgich bo'lganligidan Zuhro — “tong yulduzi” deb nom berishgan. Yuzasi notekis bo'lib, qoyatoshlar ko'p uchraydi. Vulqonlar otilishi natijasida hosil bo'lgan kraterlar ham bor. Ko'p qismi quruq va qumli cho'ldan iborat. Atmosferasi karbonat angidrid (~96%), azot (3,5%) va suv bug'lari (~0,2%) dan iborat. Atmosferasida asosan sulfat kislotaning 75—85 foizli suvdagi eritmasidan tashkil topgan ikki qavatdan iborat bulutlar suzib yurib, quyosh nurlarini sayyora yuzasiga o'tkazmaydi hisob. Hozircha hayot alomatlari topilgani yo'q. Veneraning aylanish o'qi orbita tekisligiga perpendikulyar bo'lganligidan yil fasllari yo'q. Aylanish yo'nalishi Yerga nisbatan teskari bo'lganligidan Quyosh g'arbdan chiqib, sharqqa botadi.



**3. Yer.** Quyosh sistemasida hayot mavjud bo'lgan yagona sayyora. Yuzasi qattiq bo'lib, tuproq va suv bilan qoplangan. Atmosferasi azot (78%), kislorod (21%) va hoshqa gazlardan tashkil topgan. Bulutlari suv bug'laridan iborat. Uning bitta tabiiy yo'ldoshi (Oy) bor. Oy yuzasi qoyatoshlar va yupqa qatlamda chang bilan qoplangan. Ko'pgina qismida tog'lar bo'lib, balandligi 9 km ga boradi. Oyning Yerdan ko'rinadigan qismining qorong'uroq joylari dengizlar deb nomlangan. Lekin, aslida Yerdagiga o'xshash dengizdan asar ham yo'q. Yoritilgan tomonida temperatura 130°C bo'lsa, qorong'i tomonida — 170°C gacha boradi. Oyda suv ham, atmosfera ham yo'q.



**4. Mars (Mirrix).** Osmonda qizg'ish — qon rangda ko'ringanligidan qadimda "Urush xudosi" deb nom olgan. Yuzasi toshlar va qum bilan qoplangan. Atmosferasi juda siyrak bo'lib, 95% karbonat anhidriddan, 2,5% azot, 1,5—2% argon va juda kam miqdorda kislorod (0,2%) va suv bug'i (0,1%) dan iborat. Temperatura Marsda sutka davomida keskin o'zgaradi: ekvatorda kechasi  $-103^{\circ}\text{C}$ , kunduzi  $+17^{\circ}\text{C}$ . Marsda kuchli qum bo'ronlari mavjud bo'lib, ba'zan 50 km balandlikgacha ko'tariladi.

Marsdagi tog'larning balandligi 25 km gacha boradi. Qurigan daryo va ko'llarning izlari borligi, ularda qachonlardir suv oqqanligidan darak beradi. Kuzatishlar Mars qutbidagi muzlik o'lchamining o'zgarib turishini ko'rsatadi. Marsning ikkita tabiiy yo'ldoshi bor: Fobos (grekcha: phobos — qo'r-qinch) va Deymos (grekcha deimos — dahshat). Ular shar shaklida bo'lmay, kartoshka shaklini eslatadi. Shunga ko'ra Fobosning ikki perpendikulyar o'lchami 18 va 22 km, Deymosniki 10 va 16 km ga teng.



**5. Yupiter (Mushtariy)** — Quyosh sistemasi-dagi eng yirik sayyora hisoblanadi. Uning massasi qolgan 8 ta sayyoraning birgalikdagi massasidan 2,5 barobar ortiq. Yorqinligi jihatidan Veneradan keyingi o'rinda turadi. O'z o'qi atrofida tez (sutkasi taxminan 10 soat) aylanganligidan ekvatorning diametri, qutblar diametriga nisbatan katta. U asosan suyuqlik va gazdan iborat. Yupiter ham

Quyosh kabi massasining ko'p qismini vodorod tashkil qiladi. Yupiterning aylanish o'qi orbita tekisligiga perpendikulyar bo'lganligidan yil fasllari o'zgarmaydi hisob. Yupiter atmosferasining asosiy qismini vodorod ( $\sim 70\%$ ) va geliy ( $\sim 28\%$ ) tashkil qiladi. Yupiterning 16 ta tabiiy yo'ldoshi va Yerdan ko'rinmaydigan chang va muz bo'lakchalaridan tashkil topgan halqasi mavjud.



**6. Saturn** — qadimgi Rimning "Vaqt va taqdir xudosi" nomi bilan ataladi. Sharqda Zuhul nomi bilan yuritiladi. 1781-yilga qadar quyosh sistemasining oxirgi sayyorasi hisoblanib kelingan. Negaki bu sayyora qurollanmagan ko'z bilan ko'rish mumkin bo'lgan oxirgi sayyora hisoblanadi. Kattaligi jihatidan Yupiterdan keyin ikkinchi o'rinda turadi. Uning atrofida eni 60 ming kilometrgacha, qalinligi 10—15 km gacha yetadigan halqasi bor. Halqa muz kristallari, chang va o'lchami 10 m gacha boradigan boshqa qattiq jismlardan tashkil topgan. Atmosferasining qalinligi 300 km atrofida bo'lib, temperaturasi  $-178^{\circ}\text{C}$ . Tarkibi asosan molekulyar vodorod, geliy, metan va ammiakdan iborat. Unda ekvator bo'ylab g'arbdan sharqqa qarab esuvchi kuchli shamollar mavjud (500 m/s gacha). Buni kuchli chaqmoqli haqiqiy bo'ron deyish mumkin. Saturn yuzasi Yupiterdagi kabi qattiq emas. Qalin bulutlardan so'ng vodorod va geliydan tashkil topgan suyuq qatlam boshlanadi. Ichkari qismi esa metallga aylangan vodoroddan iborat.

Saturnning 18 ta tabiiy yo'ldoshi bor. Ulardan eng kattasi Titan bo'lib, o'l-



chamlari jihatidan Merkuriydan qolishmaydi.



**7. Uran** sayyorasi 1781-yilda V. Gershel tomonidan teleskop yordamida topilgan. 1986-yilda Uran yaqinidan “Voyadjer — 2” kosmik kemasi uchib o‘tganidan so‘ng uning ko‘p sirlari ochildi.

Sayyora juda qalin (11000 km) va sovuq ( $-210^{\circ}\text{C}$  atrofida) atmosfera bilan o‘ralgan. Tarkibida vodorod, geliy va metan, hamda ammiak zarrachalaridan tashkil topgan suzib yuruvchi bulutlari bor. Uning ostida suv, ammiak va metandan tashkil topgan qatlam joylashgan.

1977—1978-yillarda Uranda 11 ta yupqa halqa mavjudligi ochildigan. Halqalarning umumiy kengligi 9000 km, qalinligi 5—15 km ni tashkil etadi.

Sayyoraning 17 ta tabiiy yo‘ldoshi bor. Qizig‘i shundaki, uning aylanish o‘qi salkam orbita tekisligida yotadi. Sayyora yonboshlab olib, o‘zining yarim yili davomida bir qutbini quyoshga qaratsa, ikkinchi yarim yilida boshqa qutbini qaratadi.



**8. Neptun.** Oddiy ko‘z bilan ko‘rib bo‘lmaydi. Uning mavjudligini ingliz astronomi Jon Adams va fransuz Urban Levere Uraning orbita bo‘ylab harakatlarida chetga chiqishlar borligiga tayanib hisoblab chiqarganlar. 1846-yilda nemis astronomi Yoxan Gale, ular ko‘rsatgan joyga teleskopini qaratib yangi sayyorani topadi. 1989-yilda “Voyadjer — 2” kosmik stansiyasi uning yaqinidan uchib o‘tib,

qimmatli ma‘lumotlarni Yerga uzatadi. Neptun atmosferasi qalin bo‘lib, vodorod, geliy va metandan tashkil topgan. Unda suv va ammiak kristallaridan tashkil topgan bulutlar suzib yuradi. Atmosferasida tezligi 500—700 m/s ga boradigan kuchli shamollar esadi. Neptun yuzasi temperaturasi  $-214^{\circ}\text{C}$  atrofida bo‘lib, ammiak va metanli kichik okeanlar bilan qoplangan. Sayyorani Yerdan ko‘rinmaydigan beshta halqa o‘rab turaadi. Neptunning 8 ta tabiiy yo‘ldoshi bor.



**9. Pluton.** Leverening muvaffaqiyatidan ilhomlangan astronomlar Neptundan uzoqda ham sayyora bo‘lishini taxmin qilib hisoblashga va hisoblash natijalariga ko‘ra izlashga tushib ketdilar. Lekin omad faqat Kloyd Tomboga kulib boqdi. 1930-yili K. Tombo P. Lovellning murakkab hisoblashlaridan foydalanib, sayyorani topadi. Sayyorani faqat katta teleskopda ko‘rish mumkin. Bu uzoq sayyoraga hozircha birorta avtomatik kosmik stansiya yaqinlashmaganligi tufayli, u haqda ma‘lumotlar kam. Hisoblashlarga ko‘ra, uning atmosferasi siyrak azot va metandan tashkil topgan. Yuzasi qattiq bo‘lib, temperaturasi  $-235^{\circ}\text{C}$ . 1978-yilda Pluton atrofida bitta tabiiy yo‘ldoshi topilgan. U Plutondan bor-yo‘g‘i ikki marta kichik.

**10. Asteroidlar.** To‘qqizta sayyoradan tashqari Quyosh atrofida ko‘pgina kichik sayyorachalar aylanadi. Ularni asteroidlar deb ataladi. Oddiy ko‘z bilan ularni ko‘rib bo‘lmaydi. Teleskopda yorug‘ nuqta bo‘lib ko‘rinadi. Asteroidlarning 95% Mars va Yupiter oraliq‘ida elliptik orbitalar bo‘ylab aylanadi. Diametri 1 km dan kam bo‘lmagan jismlarni **asteroid**



deb atashga kelishilgan. Birinchi asteroid 1801-yilda topilib, **Serera** deb atalgan. Uning diametri 1000 km atrofida. 1992-yilga qadar o'Ichami 1 km dan 1000 km

gacha boradigan 5000 dan ortiq asteroid hisobga olingan. Asteroidlar bir vaqtlar bir butun bo'lgan sayyora bo'laklari degan farazlar bor.



1. *Quyosh sistemasiga kiruvchi osmon jismlari haqida so'zlab bering.*
2. *Yer guruhiga kiruvchi sayyoralarning o'xshashlik va farqli jihatlarni aytib bering.*
3. *Ulkan sayyoralar guruhi Yer guruhiga kiruvchi sayyoralardan nimalari bilan farqlanadi?*
4. *Quyosh sistemasiga kirgan barcha osmon jismlari ham sharsimon ko'rinishga egami?*
5. *Sayyoralardan qaysi birining atmosferasi inson yashashi uchun yaroqli?*

#### 48-§. KOMETALAR, METEORLAR VA METEOROIDLAR

**Kometalar.** Quyosh sistemasida teleskop yordamida o'Ichamlari asteroidlarniki kabi, lekin dumli bor jismlarni ko'rish mumkin. Ular **kometalar** (grekcha komyote's aste'n — dumli yulduz) deb ataladi. Ba'zilari o'z harakati davomida Yerga yaqin kelib qolganda oddiy ko'z bilan ham ko'rish mumkin. Kometalar Quyosh atrofida turli orbitalar bo'ylab aylanadi. Aylanish davri 200 yildan kichik bo'lganlarini **qisqa davrli**, katta bo'lganlarini **uzoq davrli kometalar** deb ataladi. Ingliz olimi E. Galley ilgari ko'ringan bir necha kometalarning orbitalarini hisoblab chiqib, 1531, 1607 va 1682-yilda kuzatilgan kometalar bitta kometa ekanligini isbotladi. O'z hisob-kitoblari bilan navbatdagi yaqinlashishni aytib berdi. Haqiqatdan ham Galley o'limidan 16 yil o'tgach, 1758-yili kometa ko'rindi va **Galley kometasi** degan nom oldi. Kometa oxirgi marta Yerga 1986-yilda yaqinlashganligi kuzatildi. Kometani o'rganish uchun unga tomon maxsus avtomatik stansiyalar uchirildi.

Kometa **yadro, bosh va dumdan** iborat. Yadro chang zarralari, moddalarining qattiq bo'laklari, muzlab qolgan suv, ammiak, metan, karbonat angidrid, ditsiana va boshqa gazlar aralashmasidan iborat. Quyoshga yaqinlashayotganda kometa yadrosi bug'lana boshlaydi. Natijada yadro atrofida gazlardan iborat bosh va dum hosil bo'ladi. Kometa dumli Quyosh nurlarining bosimi tufayli unga teskari yo'nalishda bo'ladi. Kometa boshining kattaligi 1—2 million km ga, dumli esa o'n, hatto yuz million km gacha



83-rasm.

cho'zilishi mumkin. Quyosh yaqinidan o'tayotib bug'lanish natijasida kometa o'z massasining 0,2%—0,5% ni yo'qotadi.

**Meteor va meteoroidlar.** Quyosh va sayyoralar atrofida harakatlanuvchi, diametri 1 km dan kichik jismlarni *meteoroidlar* yoki *meteor jismlar* deb ataladi. Ular asosan kometa yoki asteroidlar qoldiqlaridir. Ulardan ayrimlari tortish kuchi tufayli Yer atmosferasiga kirib keladi. Tezligi katta (11—72 km/s) bo'lganligidan ishqalanish natijasida qattiq qiziydi va yorqin iz qoldiradi (83-rasm). Halqimizda bu hodisani "yulduz uchdi" deb qo'yishadi. Ular yorug'lik chiqaruvchi *meteor* yoki *bolid* deb ataladi. Alohida meteorlardan tashqari, ularning oqimi ham kuzatiladi.

Odatda ular biror yulduz turkumi tomonidan yo'nalgan bo'lganligidan, uning nomi bilan ataladi. Masalan, Persey yulduz turkumi tomonida kuzatilgan meteor oqimini — *perseidlar* deyiladi.

Atmosferada yonib ulgurmagan va Yerga kelib tushgan meteoroidlarni *meteorit* deb ataladi. Yerga har yili umumiy massasi taxminan 100000 t atrofida bo'lgan meteoritlar tushadi. Katta massali meteoritlar Yerga urilishi natijasida kraterlar (havza) hosil qiladi. Ularni *astroblemlar* deb ataladi. Krater o'lchamlari ba'zan juda katta bo'ladi. Masalan, AQSh dagi Arizona shtatida topilgan kraterning diametri 1300 m, chuqurligi esa 175 m ga yetadi.



1. *Meteorlar meteoritdan nimasi bilan farqlanadi?*
2. *Kometalar, meteorlar va meteoroidlardan qaysilari Quyosh sistemasiga kiradi?*
3. *Nima sababdan kometalarda dum bo'ladi?*

## XII BOBNING MUHIM XULOSALARI

1. Quyosh sistemasi — Quyosh va uning atrofida aylanuvchi 9 ta sayyora, sayyoralarning yo'ldoshlari, asteroidlar, kometalar va meteoroidlardan iborat. Sistemada eng kattasi Quyosh bo'lib, uning massasi barcha sayyoralari massalari yig'indisiga nisbatan 740 marta katta. Quyosh — sistemada asosiy energiya manbai bo'lib, unda vodorodning to'xtovsiz geliyga aylanish reaksiyasi boradi.

2. Sayyoralar ikki guruhga ajraladi: 1) Yer guruhiga kiruvchi sayyoralar: Merkuriy, Venera, Yer, Mars; 2) Ulkan sayyoralar: Yupiter, Saturn, Uran va Neptun. Pluton ularga kirmaydi.

3. Yer guruhiga kiruvchi sayyoralar yuzasi qattiq moddalardan, ulkan sayyoralar yuzasi suyuqlik va gazdan iborat. Sayyoralardan Uran, Neptun va Pluton teleskop yordamida ko'rinadi.

4. Mars va Yupiter oralig'ida ko'pgina kichik sayyorachalar aylanadi. Ulardan diametri 1 km dan kam bo'lmaganlarini asteroidlar deyiladi. 1992-yilga qadar 5000 dan ortiq asteroid hisobga olingan.

5. O'lchamlari asteroidlarniki kabi, lekin dumli bor jismlarni kometalar deyiladi. Quyosh atrofida aylanuvchi diametri 1 km dan kichik jismlarni meteoroidlar deb ataladi. Yer atmosferasiga kirib kelganda yorqin iz chiqarganligidan meteor yoki bolid deyiladi.



## GALAKTIKAMIZNING TUZILISHI

### 49-§. KOINOT TUZILISHI VA RIVOJLANISHI HAQIDA HOZIRGI ZAMON DUNYOQARASHLARI

Yer va hoshqa sayyoralar Quyosh sistemasiga kirgani kabi, Quyosh sistemasi ham **Galaktika** deb ataluvchi yulduzlar toʻdasiga kiradi (84-rasm). Biz osmonda koʻz bilan koʻradigan barcha obʼyektlar Galaktikaga kiradi. Galaktika tarkibida taxminan 250 milliard yulduz bor.

Osmondagi “Somon yoʻli” deb ataluvchi katta-kichik yulduzlar toʻdasi Galaktikamiz asosini tashkil etadi. Galaktikamiz oʻlchamlari, tarkibi va tuzilishi haqidagi maʼlumotlar keyingi oʻn yillar davomida katta teleskoplar yordamida kuchsiz yorugʻlik sochuvchi yulduzlar va uzoq obʼyektlarni oʻrganish natijasida olindi. Galaktikamiz yadrodan va uni oʻrab turuvchi ikki sistemadagi yulduzlardan iborat. Yulduzlar **disksimon** va **galaktik toj** shaklida joylashgan. Yadro bizdan taxminan 30 000 yorugʻlik yili masofada (1 yo.y.— yorugʻlikning bir yilda bosib oʻtgan yoʻli). Yadroda yulduzlar zich joylashgan. Disk qatlamiga Galaktikaning 5% yulduzlari toʻgʻri keladi. Galaktika tojini sharsimon koʻrinishdagi yulduz toʻdalari va nomaʼlum tabiatli moddalar tashkil etadi.

Galaktikamizning diametri 100 000 yorugʻlik yilini tashkil etadi. Tashqi tomondan Galaktikamizga qaralsa u spiralsimon koʻrinishga ega boʻlar edi. Quyosh va uning sistemasi Galaktika yadrosi atrofida 250 km/s tezlik bilan aylanadi. Yer hisobi bilan olganda, Quyosh galaktika yadrosi atrofida 230

million yil davomida bir marta aylanib chiqadi. Quyosh sistemasi paydo boʻlganiga 4,7 milliard yil boʻlganligini hisobga olsak, Galaktika yadrosi atrofida hozirga qadar 20 marta aylanganligini bilish mumkin.

Bizning Galaktikamizdan tashqari Koinotda koʻpgina unga oʻxshash yulduz sistemalari mavjud. Ularning mavjudligini 1920-yilda AQSh astronomi Edvin Xabbl isbotlab bergan edi. Hozirgi zamon kuchli teleskoplarida bizdan million va milliard yorugʻlik yilida joylashgan turli shakldagi galaktikalarni koʻrish mumkin. Teleskopsiz faqat Shimoliy yarim sharda yagona **Andromeda** galaktikasini koʻrish mumkin.

E. Xabbl galaktikalar spektrini oʻrganib, ularda chiziqlar qizil nur tomonga siljiganligiga eʼtibor berdi. Bunday nur siljish hodisasi galaktikalar bizdan juda katta tezlik bilan uzoqlashayotganligini



84-rasm.

ko'rsatadi. 1929-yilda Xabbl ularning uzoqlashish tezligi galaktikalargacha bo'lgan masofaga proporsional ekanligini aniqladi:

$$v = H \cdot R.$$

$v$  — galaktika tezligi,  $N$  — Xabbl doimiysi bo'lib,  $60-80 \frac{\text{km}}{\text{e-yorug'lik yili}}$  atrofida. Bundan galaktika bizdan qancha ko'p uzoqda bo'lsa, shuncha tezligi katta bo'lishi kelib chiqadi. 1988-yilda bizdan  $v = 274851 \text{ km/s}$  tezlik bilan uzoqlashayotgan galaktika topildi. Galaktikalarning bunday uzoqlashuvi bir vaqtlar ular bir joyda to'plangan degan xulosaga keltiradi. Xabbl qonunidan foydalanib, ularning tarqalish vaqtini topish mumkin. Hisob kitoblarga ko'ra bu 13—15 milliard yil oldin boshlangan. Koinot tuzilishi va rivojlanishi haqidagi hozirgi zamon tasavvurlariga ko'ra 13—15 milliard yil avval butun materiya, energiya, fazo va

vaqt **Katta portlash** tufayli sekundning qandaydir bir ulushlarida paydo bo'lgan. Portlash sababi noma'lum bo'lsa-da, jarayon quyidagicha borgan degan tasavvurlar bor.

Portlashdan so'ng sekundning ma'lum ulushlarida temperatura pasayib protonlar va neytronlar hosil bo'lgan. Uch minutdan so'ng proton va neytronlar birlashib vodorod va geliy yadrolarini hosil qilgan. Uch yuz ming yil o'tib elektronlar yadro atrofida aylana boshlaydi va atom shakllana boradi. Koinotda nur paydo bo'ladi. Bir milliard yildan so'ng gravitatsiya kuchlari moddani siqa boshlaydi va galaktikalar hosil bo'ladi. 15 milliard yil o'tadi va biz kengayayotgan Koinotni ko'ramiz. Bundan so'ng nima bo'ladi? Bu savolga ba'zi olimlar kengayish ma'lum davrgacha boradi, so'ngra ular qaytadan siqiladi deb javob beradilar. Bu kabi savollarga aniqroq javobni kelajakda Siz kabi aziz o'quvchilarimiz topadilar degan umiddamiz.



1. Galaktika qanday sistema?
2. Galaktikamiz asosini nima tashkil etadi?
3. Quyosh va uning sistemasining Galaktikamizdagi harakati qanday?
4. Boshqa galaktikalar haqida qanday tushunchaga egasiz?
5. "Katta portlash" jarayoni taxminan qanday kechgan?

## 50-§. ULUG'BEKNING ASTRONOMIYA MAKTABI VA UNING FAOLIYATI

Yuqorida aytib o'tilganidek astronomik tadqiqotlar yilning davomiyligini, yil fasllarining boshlanish kunlarini bilish, vaqtni aniqlash kabi bir necha hayotiy masalalarni hal qilish uchun olib borilgan. Shunday ehtiyojlar tufayli maxsus ashoblar va inshootlar qurilgan. Masalan,

Qoraqalpog'istondagi Qo'y Qirilgan qal'a (mil. av. 4—3. a.) shunday qurilganki, uning markazidan ayrim gumbazlariga bo'lgan yo'nalishlar tengkunlik va quyosh turish kunlarida quyoshning chiqish joylarini ko'rsatgan. Teleskoplar yaratilgunga qadar bunday tadqiqotlar rasadxo-

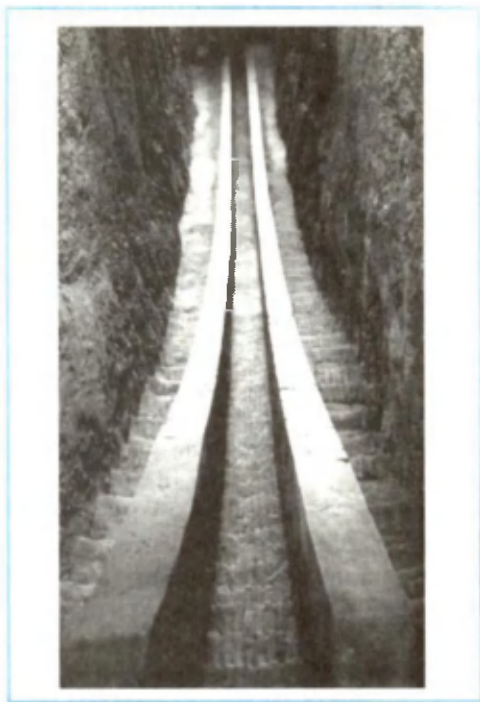


nalarda maxsus o'rnatilgan ko'rish trubasi orqali olib borilgan.

Mana shunday butun jahonga tanilgan ulkan rasadxonani ham davlat boshlig'i, ham buyuk alloma Mirzo Ulug'bek qurdirgan va tadqiqotlar olib borgan. Rasadxona Samarqand yaqinidagi Ko'hak tepaligida 1428—1429-yillarda o'sha davrning buyuk matematigi G'iyosiddin Jamshid va mavlono Nizomiddin al Koshiy ishtirokida barpo qilingan. O'sha zamonda unga teng keladigan bunday rasadxona Sharqda ham, G'arbda ham yo'q edi.

Buyuk sohibqiron Amir Temurning nevarasi Ulug'bek 1394-yilning 22-martida tug'ilgan. Bobosi suyuqli nabirasining tarbiyasiga katta e'tibor berib, uni o'zining eng dono ayoli Saroymulkxonimga topshiradi. Ulug'bek bobosining Hindiston yurishida qatnashib, Armaniston va Afg'onistonda ham bo'ladi. Amir Temur vafotidan so'ng butun Movarounnaxr Ulug'bek qo'lida qoladi. Ulug'bek Samarqand va Buxoroda ko'pgina madrasalar qurdiradi va ularga zamonasining buyuk olimlarini taklif etadi. Lekin Ulug'bekning rasadxona loyihasini ishlatishi, uni qurishi va o'tkazgan tadqiqotlari olim sifatida olamga mashhur qildi.

Rasadxona aytilganidek Obirahmat arig'i yoqasiga, Ko'hak qoyali tepaligi (hozirgi Cho'pon-ota)ga qurilgan bo'lib, Bohurning aytishiga ko'ra uch qavat qilib qurilgan. U aylana shaklida bo'lib diametri 46,4 m, balandligi 30 m dan kam bo'lmagan. Rasadxonaga ulkan marmar sekstant o'rnatilgan bo'lib, radiusi 40,212 m ga teng. Sekstant vertikal o'rnatilgan bo'lib, yarmi yer ustida bo'lsa, yarmi yer ostida davom etgan (85-rasm). Sekstant aylana yoyining bir qismi bo'lib, uzunligi



85-rasm.

63 m ni tashkil etgan. Sekstant yoyi ikki qator bo'lib, ulardagi marmar plitalarga minut va sekundlar belgisi misdan yasab qo'yilgan.

Rasadxonada Quyosh, Oy, sayyoralar va ekliptika atrofidagi eng yorug' yulduzlar kuzatilgan. Osmondagi tengkunlik nuqtalarining vaziyatlari, ekliptikaning og'maligi, sayyoralar harakatiga oid ma'lumotlar aniqlangan. Rasadxonada, shuningdek, yulduzlar zijini tuzish, vaqtni aniqlash, joyning geografik koordinatlarini belgilash kabi astronomik muammolarni hal qilishda qo'llaniladigan asboblardan biri edi. Ulug'bek boshchiligidagi samarqandlik astronomlarning o'tkazgan tadqiqotlarining ibtidosi "Zij Ko'ragoniy" nomli jadval bo'ldi. Jadval



1437-yilda tugatildi. U ikki qismdan iborat bo'lib, Kirish qismida era, yil, oy va uning bo'laklari haqida tushunchalar beriladi. Astronomik kuzatishlar hamda yulduzlar balandligini, meridian chizig'ini, kenglik, yulduz va sayyoralar orasidagi masofani aniqlashning o'sha davrdagi usullari ochib berilgan. Ikkinchi qismi jadvaldan iborat bo'lib, unda 1019 ta yulduzning koordinatasi keltiriladi. Bu jadval shunchalik aniq tuzilganki, uning qadri shu kunda ham kamaygani yo'q. Yulduz yili Ulug'bek hisob-kitoblariga ko'ra 365 kun 6 soat 10 minut 8 sekundga teng. Hozirgi zamon hisoblari bo'yicha 365 kun 6 soat 9 minut 15 sekundga teng. Demak xatolik bir minutdan ham kam. Unda, shuningdek, O'rta Osiyo, Rossiya, Armaniston, Eron, Iroq, hatto Ispaniya-

ga tegishli 683 ta shaharning geografik koordinatasi aniq keltiriladi. Ulug'bek Yer aylanish o'qining ekliptikasiga nisbatan og'ish burchagini ham aniq o'lchagan. Unga ko'ra bu og'ish (1437-yilda)  $23^{\circ} 30' 17''$  ga teng bo'lib, xatolik bor yo'g'i  $0' 32''$  ni tashkil etadi. Agar kuzatishlar, teleskopsiz oddiy ko'z bilan olib borilganligi hisobga olinsa, bunchalik aniq ma'lumotlar olinganligidan hayratga tushasiz. Ulug'bek vafotidan so'ng rasadxonada ishlovchi olimlar sekin-asta tarqalib ketdi. Rasadxona esa qarovsiz qolganligidan zamonlar o'tishi bilan buzilib ketdi. Uning ostki qismi 1908-yilgi arxeologik qazilmalarda topildi. 1949-yilda rasadxona o'rnida marmar monument o'rnatildi va 1964-yilda Ulug'bek muzeyi qurib bitirilib, o'z ishini boshladi.

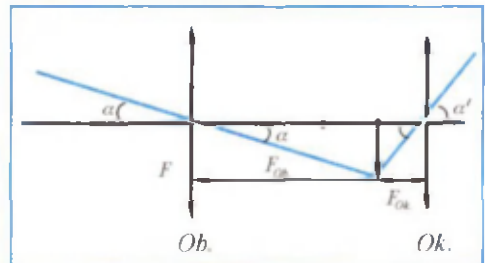
## 51-§. ASTRONOMIK TADQIQOTLAR

Teleskoplar ixtiro qilingandan so'ng astronomik tadqiqotlar rivojlanishi tezlashdi. Birinchi teleskopni gollandiyalik olim Xans Lipperstey 1608-yilda yasaydi. Unda shisha linzalar qo'llanilgan bo'lib, uzoqdagi jismlarni kattalashtirib ko'rsatgan. Bunday asbob yaratilganligini eshitgan Galileo Galiley uning chizmasini ko'rmagan bo'lsa-da, mustaqil ravishda ikki linzadan iborat teleskopni yasaydi. Galiley teleskopi refraktor deyilib, unda birinchi linzaning fokus masofasi katta bo'lib — ob'yektiv deb ataladi. Ikkinchisi okulyar deb atalib, fokus masofasi kichik bo'ladi.

Uzoq yulduzlardan kelgan nurlar ob'yektivdan o'tib fokal tekislikda yig'ildi (86-rasm). Okulyarning fokusi ob'yektiv fokusi bilan ustma-ust tushadigan joyga

o'rnatiladi. Shunda teleskop yulduzning ko'rish burchagini kattalashtirib beradi.

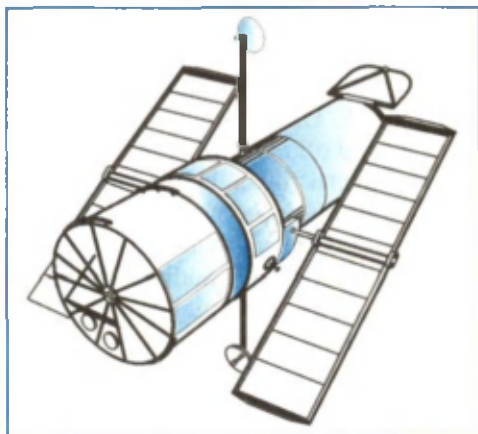
Teleskoplarning ikkinchi turi reflektor deb atalib, unda linza o'rnida katta botiq ko'zgu ishlatiladi. Unda nurlar yig'ilib, ikkinchi ko'zgudan qaytadi va teleskop okulyariga tushadi. G. Galiley tomonidan birinchi teleskop yasalib,



86-rasm.

osmon jismlariga qaratilganiga uch yarim asrdan ko'p vaqt o'tdi. Bu davr ichida qator maxsus refraktor va quvvatli reflektorlar ishga tushib, ko'pgina yutuqlarga erishildi. Yulduzlarda borayotgan jarrayonlar tufayli ulardan nafaqat ko'zga ko'rinadigan yorug'lik, balki ko'rinmaydigan radioto'lqinlar, infraqizil nurlar, ultrabinafsha nurlar, rentgen va gamma nurlar chiqadi. Ularni o'rganish uchun observatoriyalarga radioteleskoplar, spektroskoplar o'rnatiladi. Ma'lumki, Yer atmosferasi yuqori energiyali nurlarni kuchli darajada yutadi. Bundan tashqari bulutli kunlarda muhim voqealarni (Quyosh va Oy tutilishlari kabi) Yerdan o'rganib bo'lmaydi. Shu sababli, astronomik kuzatishlar kosmik apparatlarda ham olib boriladi. Kosmosga chiqarilgan eng katta teleskoplardan biri Xabbl teleskopi hisoblanadi (87-rasm). Teleskopni 1990-yilda amerikaning Shattl kosmik kemasi orbitaga olib chiqqan. Bu teleskop Yerdagi teleskopga nisbatan 50 marta kuchsiz yorug'lik chiqaruvchi ob'yektlarni kuzata oladi.

Astronomik tadqiqotlar, shuningdek, boshqa sayyoralarga kosmik zondlar yuborish orqali ham olib boriladi.



87-rasm.

Kosmosdagi tadqiqotlar 1957-yilda (sobiq SSSR) Yerning birinchi sun'iy yo'ldoshi chiqarilishi bilan boshlandi. 1961-yilda (sobiq SSSR) birinchi marta inson kosmosga chiqdi. 1966-yilda (sobiq SSSR) Oyga birinchi avtomatik stansiya "Luna-9" qo'ndirildi. 1969-yilda esa "Apollon-11" avtomatik stansiya insonni Oyga olib bordi (AQSh). Hozirgi kunda avtomatik stansiyalar Plutondan tashqari barcha sayyoralar yaqinidan tadqiqotlar o'tkazib uchib o'tgan.



1. *Ulug'bekni astronomiya maktabining asosiy erishgan yutuqlarini aytib bering.*
2. *Refraktor — teleskopining ishlash prinsipini tushuntirib bering.*
3. *Radioteleskoplar yordamida nimalarni o'rganish mumkin?*
4. *Qachondan boshlab va qanday holda astronomik kuzatishlar kosmosda ham olib borilmoqda?*

### XIII BOBNING MUHIM XULOSALARI

1. Quyosh sistemasi Galaktika deb ataluvchi yulduzlar to'ldasiga kiradi. Unda taxminan 250 milliard yulduz bor. Galaktikamiz yadrodan va uni o'rab turuvchi ikki sistemadagi yulduzlardan iborat. Galaktikamiz diametri 100 000 yorug'lik yilini tashkil etadi. Tashqi tomondan qaralsa, spiralsimon ko'rinishga ega.

2. Quyosh va uning sistemasi Galaktika yadrosi atrofida 250 km/s tezlik bilan aylanadi va Yer hisobi bilan 230 million yil davomida bir marta aylanib chiqadi. Paydo bo'lganidan to hozirga qadar 20 marta aylangan xolos!

3. Galaktikamizdan tashqari Koinotda ko'pgina unga o'xshash yulduz sistemalari mavjud. Ulardan teleskopsiz faqat Shimoliy yarim sharda yagona Andromeda galaktikasini ko'rish mumkin. E. Xabbl galaktikalar spektridagi chiziqlar qizil nur tomonga siljiganligiga asoslanib galaktikalar bizdan juda katta tezlik bilan uzoqlashayotganligini ko'rsatdi. Uzoqlashish tezligi  $v = H \cdot R$  formula bilan aniqlanadi. Galaktikalar uzoqlashishi, ular bir vaqtlar bir joyda bo'lib, so'ngra katta portlash tufayli sochilib ketgan degan qarashlarga olib keladi.

4. Jahon astronomiya fani rivojiga ulkan hissa qo'shgan vatan-doshimiz M. Ulug'bek 1428—1429-yillarda Samarqandda rasadxona qurdirib, ko'p yillar davomida tadqiqotlar olib borgan. Tadqiqotlarning ibtidosi "Ziji ko'ragoniy" nomli jadval bo'ldi.

5. Astronomik tadqiqotlar linzali yoki ko'zguli teleskoplarda olib boriladi. Yulduzlardan kelayotgan ko'zga ko'rinmaydigan nurlarni radioteleskoplar, rentgen teleskoplari bilan o'rganiladi. Xozirda teleskoplar kosmosga ham chiqarilgan.

### IV BO'LIMNI YAKUNLASH BO'YICHA TEST SAVOLLARI

1. **Osmon jismlarining va ular sistemalarining harakatini, tuzilishini, kelib chiqishini va rivojlanishini o'rganadigan fan... deyiladi.**

- A) astrofizika;
- B) astrologiya;
- C) kosmogoniya;
- D) astronomiya;
- E) koinot fizikasi.

2. **Toshkent Astronomiya observatoriyasi qachon tashkil etilgan?**

- A) 1873-yilda; B) 1966-yilda; C) 1922-yilda; D) 1992-yilda; E) Aniq yili yo'q.

3. **Quyosh qishda qaysi yulduz turkumlaridan o'tadi?**

- A) Qavs, Jaddi, Dalv;
- B) Hut, Hamal, Savr;

- C) Javzo, Saraton, Asad;  
D) Sunbula, Mezon, Aqrab;  
E) Aqrab, Qavs, Jaddi.

4. ♄ belgi qaysi zodiak yulduz turkumini?

- A) chayon; B) parizod; C) qovg'a;  
D) buzoq; E) tog' echkisi.

5. Qisqichbaqa yulduz turkumining belgisini ko'rsating.

- A) ♄; B) ♃; C) ♉; D) ♈; E) ♊.

6. Perigeliy nima?

A) Sayyoraning Quyoshdan o'rtacha uzoqligi.

B) Sayyoraning Quyoshga eng yaqin kelgan masofasi.

C) Sayyoraning Quyoshdan eng uzoq masofasi.

D) Sayyoraning Yerdan eng ko'p uzoqlashuvi.

E) Sayyora va Yer orasidagi eng qisqa masofa.

7. Uran sayyorasi 84 Yer yiliga teng davrda Quyosh atrofini bir marta aylanib chiqadi. Sayyora Yerga nisbatan Quyoshdan necha marta uzoq? (a. b. larda)

- A)  $\approx 19$  a.b; B)  $\approx 84$  a.b; C)  $\approx 9$  a.b;  
D)  $\approx 168$  a.b; E)  $\approx 42$  a.b.

8. Astronomik birlik (a.b) sifatida qanday o'lchov tanlab olingan?

A) Yer orbitasi katta o'qining uzunligi.  
B) Yer orbitasi kichik o'qining uzunligi.

C) Yerdan Quyoshgacha bo'lgan o'rtacha masofa.

D) Quyosh diametri.

E) Yer orbitasi uzunligi.

9. Siderik Oy necha Yer sutkasiga teng?

- A) 27,3; B) 29; C) 30;  
D) 29,5; E) 28.

10. Taqvim nima?

A) Yil oylarga, haftalarga bo'lib ko'rsatilgan jadval;

B) Quyosh va Oy tutilishlarini hisoblash usuli;

C) Yilning 12 ta zodiak belgilariga ko'ra taqsimlanishi;

D) Ob-havo o'zgarishini ko'rsatadigan tabiat belgilari;

E) A, V, S, D javobdagilarning hammasini o'z ichiga oluvchi majmua.

11. Yer guruhiga kirgan sayyoralar qatorini ko'rsating.

A) Merkuriy, Venera, Yer, Pluton;

B) Venera, Yer, Pluton, Mars;

C) Merkuriy, Yer, Mars, Venera;

D) Mars, Venera, Pluton, Merkuriy;

E) Mars, Neptun, Venera, Uran.

12. Qaysi sayyoralarning tabiiy yo'ldoshlari yo'q?

A) Merkuriy, Venera;

B) Venera, Merkuriy, Pluton;

C) Neptun, Merkuriy, Pluton;

D) Uran, Pluton, Merkuriy;

E) Uran, Pluton, Venera.

E) ma'lum yulduz turkumi tomonidan kuzatilgan meteor oqimi.

13. Ulug'bek rasadxonasiga o'rnatilgan astronomik asbobning nomi nima?

A) linzali teleskop;

B) ko'rish trubasi;

C) sekstant;

D) globus;

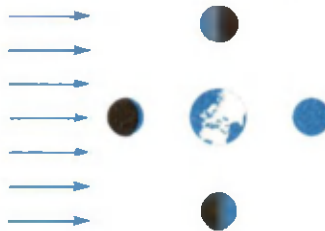
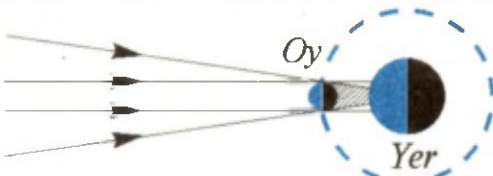
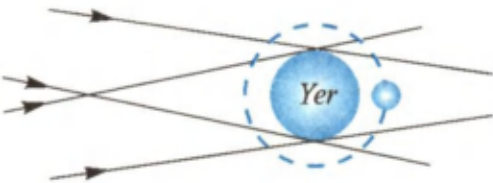
E) ko'zguli teleskop.

## YAKUNIY SUHBAT

Yakuniy suhbatda Siz “Koinot tuzilishi haqida tasavvurlar” bo‘limining qisqacha mazmuni bilan tanishasiz.

Astronomiya	Osmon jismlarining va ular sistemalarining harakatini, tuzilishini, kelib chiqishini va rivojlanishini o‘rganadigan fan.
Observatoriya	Astronomik tadqiqotlar o‘tkazish uchun maxsus jihozlangan bino.
Koinot	Koinot — bu hamma narsani: Quyosh, sayyoralar, bizning Galaktika, boshqa milliardlab galaktikalarni o‘z ichiga olgan fazo.
<div style="text-align: center;"> <pre> graph TD     QS[Quyosh sistemasi] --&gt; Q[Quyosh]     QS --&gt; YG[Yer guruhiga kiruvchi sayyoralar]     QS --&gt; US[Ulkan sayyoralar]     QS --&gt; P[Pluton]     QS --&gt; QSKJ[Quyosh sistemasining kichik jismlari]     YG --&gt; M[Merkuriy]     YG --&gt; V[Venera]     YG --&gt; Y[Yer]     YG --&gt; Ma[Mars]     US --&gt; Yu[Yupiter]     US --&gt; Sa[Saturn]     US --&gt; Ur[Uran]     US --&gt; Ne[Neptun]     QSKJ --&gt; As[Asteroidlar]     QSKJ --&gt; Ko[Kometalar]     QSKJ --&gt; Me[Meteoroidlar]     QSKJ --&gt; Mt[Meteoritlar]           </pre> </div>	
Yulduz turkumlari	Shartli chiziq bilan chegaralangan osmonning bir bo‘lagi. Butun osmon 88 yulduz turkumiga ajratilgan.
Zodiak yulduz turkumlari	Quyoshning yillik ko‘rinma yo‘li o‘tadigan: 12 ta yulduz turkumi: ♈ — o‘q otar; ♉ — tog‘ echkisi; ♊ — qovg‘a; ♋ — baliq; ♌ — qo‘y; ♍ — buzoq; ♎ — egizaklar; ♏ — qisqichbaqa; ♐ — arslon; ♑ — parizod; ♒ — tarozu; ♓ — chayon.
Yulduzlar	Yulduzlar — termoyadro reaksiyasi natijasida o‘zidan issiqlik va yorug‘lik chiqarib turadigan ulkan gaz sharlari. Bizning quyosh — o‘rtacha sariq yulduz.
Yil fasllari	Yerning Quyosh atrofida harakatlanayotganida, Yer o‘qining burchak ostida joylashganligi tufayli ekvatoridan uzoqroq joylashgan mintaqalarda fasl o‘zgarishi.



Oy fazalari	<p>Oyning Yer atrofida harakati davrida yoritilgan qismining o'zgarib turishi.</p> 
Quyosh tutilishi	<p>Oy soyasi Yerga tushganda Quyosh tutilishi ro'y beradi. Oyning yarim soyasi tushgan joylarda Quyoshning qisman tutilishi kuzatiladi.</p> 
Oy tutilishi	<p>Oy Yer soyasiga tushib qolganda Oy tutilishi ro'y beradi. Bu faqat to'lin Oyda kuzatilishi mumkin.</p> 
Taqvim	<p>Taqvimda — yil oylarga, haftalarga bo'lib ko'rsatilib, unda haftaning ish va dam olish kunlari, bayramlar aks etdiriladi.</p>
Galaktika	<p>Tortishish kuchi tufayli tutib turilgan ulkan yulduzlar to'plami. Quyosh Somon yo'li galaktikasiga kiruvchi 250 mlrd yulduzdan biridir.</p>
Katta portlash	<p>15 mlrd yil burun ro'y berib Koinot paydo bo'lishiga sabab bo'lgan juda katta portlash.</p>
Kengayayotgan koinot	<p>Katta portlashdan so'ng Koinotning kengayishi. Kengayishi <math>u=HR</math> qonuniyati asosida boradi. <math>u</math>—tezlik, <math>N</math>—Xabbl doimiysi, <math>R</math>—koinotning o'rganilayotgan nuqtasidan Yergacha bo'lgan masofa.</p>
Teleskop	<p>Osmon jismlarini kuzatish uchun ishlatiladigan asbob. Linzalardan yig'ilgan teleskoplarni — <b>refraktorlar</b>, ko'zgular ham qo'shib yig'ilgani — <b>reflektorlar</b> deyiladi. Koinotdan keluvchi radioto'lqinlarni qabul qiluvchini — <b>radioteleskop</b> deyiladi. Bulardan tashqari rentgen nurlari, infraqizil nurlar, ultrabinafsha nurlar va shunga o'xshash nurlanishlarni qayd etuvchi teleskoplar mavjud.</p>

		Merkuriy	Venera	Yer	Mars	Yupiter	Saturn	Uran	Neptun	Pluton
1.	Massasi, kg	$3,302 \times 10^{23}$	$4,869 \times 10^{24}$	$5,974 \times 10^{24}$	$6,419 \times 10^{21}$	$1,898 \times 10^{27}$	$5,685 \times 10^{26}$	$8,683 \times 10^{25}$	$1,024 \times 10^{26}$	$1,32 \times 10^{22}$
2.	O'rtacha zichligi, kg/m <sup>3</sup>	5430	5240	5520	3910	1330	690	1318	1638	2000
3.	Ekvator radiusi, km	2240	6051	6378	3396	71492	60268	25559	24776	2150
4.	Erkin tushish tezlanishi, m/s <sup>2</sup>	3,63	8,87	9,80665	3,71	23,2	9,28	8,4	11,5	0,4
5.	Orbita bo'ylab o'rtacha harakatlanish tezligi, km/s	47,9	35	29,8	24,1	13,06	9,6	6,8	5,4	0,5
6.	Quyosh atrofida aylanish davri (yer sutkalarida)	88	225	365,26	687,02	11,862	29,46	84,01	164,8	246,08
7.	O'z o'qi atrofida aylanish davri	58,6 yer sutkasi	243 yer sutkasi	23,9345 soat	24,62 soat	9,925 soat	10,6562 soat	17,24 soat	16,11 soat	6,3872 soat
8.	Quyoshdan uzoqligi, mln. km									
	— eng uzoqlashishi	69,8	108,9	152,1	249,2	816	3005	3005	4537	7428
	— eng yaqin kelishi	46,0	107,5	147,1	206,6	740	1348	2735	4456	4456
	— o'rtacha	57,9	108,2	149,6	227,9	778	1427	2870	4509	5942
9.	Yerdan uzoqligi, mln.km									
	— eng uzoqlashishi	222	261	—	401,3	968	1658	3157	4689	7580
	— eng yaqin kelishi	69,8	38	—	54,5	588	1196	2583	4304	4804



## OLAMNING FIZIK MANZARASI

### 52-§. OLAMNI BILISHDA VA JAMIYAT TARAQQIYOTIDA FIZIKANING AHAMIYATI. HOZIRGI ZAMON FIZIKASI VA TEXNIKASINING TARAQQIYOTI

Atrofimizni o‘rab turgan olam turli-tumandir. Shu sababli uni turli fanlar yordamida o‘rganiladi. Fizika olamdagi eng umumiy qonuniyatlarni o‘rganadi hamda ulardan amaliyotda foydalanish bo‘yicha tavsiyalar beradi. Fizika fanining olamni bilishdagi erishgan yutuqlari hamda ochilgan qonuniyatlari tufayli texnik inqiloblar ro‘y berganligini Siz yaxshi bilasiz, albatta. Ayniqsa bunday inqilob XX asr o‘rtalarida yuz berdi. Ko‘pgina rivojlangan mamlakatlarda ishlab chiqarishda to‘la mexanizatsiyalash va avtomatlashtirishga o‘tila boshladi. Ayrim texnologik jarayonlarda mutlaqo qo‘l mehnati ishlatilmaydigan bo‘ldi hisob. Ishlab chiqarishning bunday rivojlanishi elektr energiyasini ko‘plab iste‘mol qilishga olib keldi. Yangidan-yangi xususiyatlarga ega bo‘lgan materiallar kerak bo‘la boshladi. Buning natijasida ilmiy izlanishlarga bo‘lgan talab kuchaydi. Shunday qilib fan va ishlab chiqarish bir-birini rivojlantira boshladi.

XX asrning uchinchi choragida boshlangan yangi ilmiy-texnika inqilobi ishlab chiqarishni ilmiy asosga ko‘tardi. Aniq va nafis texnologiyalar vujudga keldi. Bu esa ularga xizmat qiladigan

yangi tipdagi kasblarni taqozo qildi. Hozirgi zamon kasblarini egallash uchun umumiy ma‘lumoti yuqori bo‘lgan insonlar kerak.

Bu kasbdagi kishilar zamonaviy mashinalarni boshqarish, ularga xizmat qilish uchun ularning poydevori bo‘lgan fizika fanini yaxshi egallashi zarur. Fizika fani yutuqlari asosida inson atom energiyasiga ega bo‘ldi. Kompyuterlar yaratildi va nihoyat inson o‘z “beshigi” bo‘lgan Yerdan chiqib koinotga yo‘l oldi. O‘zidan birnecha yuz yorug‘lik yili uzoqlikda joylashgan yulduzlar tuzilishi, undagi kechayotgan jarayonlarni o‘rgana boshladi. Aloqa kuchli darajada rivojlandi. Xossalari oldindan belgilangan materiallar yaratilmoqda. Hattoki tabiatda uchramaydigan yangi kimyoviy elementlarni yadro reaktorlarida hosil qilindi.

Zamonaviy texnika va texnologiya ham o‘z navbatida fizika fani rivojiga ta‘sir ko‘rsatmoqda. Masalan, yadro fizikasida tadqiqotlar olib borish uchun zaryadli zarralarning tezlatgichlari kerak. Nazariy va amaliy fizikada murakkab formulalar yordamida ayrim parametrlarni hisoblashda zamonaviy elektron hisoblash mashinalarining xizmati beqiyos bo‘lmoqda.

## **53-§. FIZIKA VA TEXNIKA SOHASIDA O‘ZBEKISTONDA OLIB BORILAYOTGAN ISHLAR VA ULARNING AMALIY AHAMIYATI. IQTISODIYOTNING BOZOR MUNOSABATI SHAROITIDA ILMIIY TEXNIK RIVOJLANISH**

O‘zbekistonda ham dunyo mamlakatlarida bo‘lganidek, fan rivojlanishiga katta e‘tibor berilmoqda. Jumladan, fizika fani bo‘yicha ko‘plab yo‘nalishlarda ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu ishlar O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi (FA) hamda Fan va texnika davlat qo‘mitasi tomonidan muvofiqlashtiriladi.

Dastlabki yillarda Respublikada ilmiy tadqiqot ishlari universitet va institutlardagi ilmiy laboratoriyalarda olib borilgan. 1932-yilda Fan qo‘mitasi ta‘sis qilindi. 1940-yilda Fan qo‘mitasi negizida Ittifoq FA ning O‘zbekiston filiali O‘zFAN tuzildi. 1943-yilda O‘zFAN asosida O‘zFA tashkil qilindi. O‘sha paytda uning tarkibida 10 ta ilmiy tadqiqot instituti, 18 ta muxtor instituti, 11 haqiqiy a‘zosi, 18 ta muxbir a‘zo, 3 ta faxriy a‘zo bor edi. Institutlarda 210 ta ilmiy xodim, 28 fan doktori, 80 fan nomzodi ishlar edi. O‘zbekiston mustaqillikka erishgach, FA ning ilmiy yo‘nalishlari qayta ko‘rib chiqildi. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 1995-yil 3-aprel qarori bilan O‘zRFA ning yangi Nizomi tasdiqlandi. Unga ko‘ra FA da 8 ta bo‘lim faoliyat ko‘rsatadi. Shulardan birinchisi fizika-matematika bo‘limidir. Birinchi bo‘limga: Yadro fizikasi instituti (Og‘ir ionlar fizikasi bo‘limi); “Fizika — Quyosh”

ilmiy ishlab chiqarish birlashmasi (materialshunoslik instituti), Astronomiya instituti, matematika instituti, issiqlik fizikasi bo‘limi (Amaliy lazer fizikasi instituti) va “Akademiasbob” ilmiy ishlab chiqarish birlashmasi kiradi. Ularning ko‘pchiligi haqida darslik boblarida tanishdingiz. Jumladan: molekulyar fizika bo‘limida — issiqlik fizikasi; atom fizikasi asoslari bo‘limida — yadro fizikasi instituti; optika bo‘limida — quyosh texnikasi fizikasi va qiyin eruvchi materiallar fizikasi instituti; koinot tuzilishi haqida tasavvurlar bo‘limida — astronomiya institutida bajarilayotgan ishlar haqida ma‘lumotlar berildi. Akademiyaning fizikaviy elektronika institutida termoelektron emissiya hodisalari, fizika-texnika institutida esa yarim o‘tkazgichlar fizikasi bo‘yicha tadqiqotlar olib boriladi.

Fizika bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar Milliy universitetda va viloyatlar universitetlarida ham olib boriladi.

Bozor iqtisodiyotiga o‘tish jarayonida ishlab chiqarishni kengaytirish, olimlar tomonidan ishlab chiqilgan yangi texnologiyalarni joriy etish borasida bir qancha horijiy firmalar bilan birgalikda ish tutishga kirishilgan. Bu borada FA negizida “O‘zFANT” Respublika ilmiy ishlanmalar innovatsiya tijorat markazi tuzilgan.

## QIZIQARLI MATERIALLAR

### MOLEKULYAR FIZIKA

• Ma'lumki suv to'la idishga tosh yoki qattiq jism solinsa suv toshib to'kiladi. Quyidagi tajribani o'tkazib ko'ring: — ichimlik ichiladigan qadahni olib qirralarini barmoqlaringiz bilan ushlab chiqing. Unga suvni to'latib quying. Endi uning ichiga birin-ketin ignalar soling. Yuzlab ignani solsangiz ham suv qadahdan toshib chiqmaydi! Sababini o'ylab ko'ring.

• Ertaklarda malikalar yigitlarni sinash uchun g'alvirda suv olib kelishni so'rganlar. Buni bajarib bo'ladimi? Buning iloji bor ekan! Teshikchasining diametri 1 mm atrofida bo'lgan temir simli g'alvirni olib erigan parafin (sham)ga tez botirib olinadi. Bunda g'alvir simi yupqa ko'zga ko'rinmas darajada parafin bilan qoplanadi. Bunda teshikchalar berkilib qolmaydi (igna o'tkazib ko'rsatish mumkin). Unda bemalol ma'lum miqdordagi suvni olib kelish, g'alvirni suv ustiga qo'yib qayiqcha sifatida suzdirish mumkin! Sababini o'ylab ko'ring.

### OPTIKA

• Ko'zgodan qaytgan yorug'lik nurini 30 km uzoqlikdan ham ko'rish mumkin. Uning xususiyatidan sahro va dengizlarda signal berishda foydalanish mumkin. Amerika kemalarida ko'zgu qutqarish jihozlari ro'yxatiga kiritilgan.

• Yozning issiq kunida avtomobilda ketayotgan odamlarga old tomondagi asfalt yo'lning ayrim joylari ho'lga o'xshab ko'rinadi. Bunga sabab qattiq qizigan asfalt ustidagi havoni ham qizdiradi. Uning zichligi (optik zichligi ham) yuqoriroq qatlamga nisbatan kamroq bo'ladi. Shu sababli bu qatlamlar orasida to'la ichki qaytish ro'y berib, asfalt ho'lga o'xshab ko'rinadi.

• Sahrolarda hosil bo'ladigan saroblar ham turlicha qizigan qatlamlardan to'la ichki qaytish hodisasi tufayli hosil bo'ladi.

• Shisha butilka yoki uning bo'lagi linza vazifasini o'tashi mumkin. Ma'lum sharoitlarda bunday qo'lbola linzalar orqali to'plangan yorug'lik nuri yong'in hosil qilishi mumkin. Shu sababli tabiat qo'yniga dam olishga chiqqanda bunday buyumlarni qoldirmang.

• Ko'r bo'lib tug'ilgan kishi operatsiya yordamida ko'radigan bo'lsa, ancha muddatgacha atrof-olamni oyog'i osmonda — teskari holda ko'radi. Keyinchalik normal holda ko'radigan bo'ladi.

• Ko'zoynakni 1299-yilda italiyalik Salvino Armatti ixtiro qilgan deyishadi.

• 1727-yilda Y. Shulse (nemis) kumush tuzlarining yorug'likka sezgir ekanligini aniqlagan.

• Fotoapparatni 1839-yilda fransuz Lui Dager ixtiro qilgan.









- Inson ko'zi spektrda 160 tagacha rangni ajratishi mumkin.
- Ba'zi ranglarni ajrata olmaslik kasali, shu xususiyatga ega bo'lgan ingliz olimi J. Dalton nomi bilan daltonizm deyiladi.
- Infraqizil nurlarni 1800-yilda F. V. Gershel topgan.
- V. K. Rentgen — Nobel mukofotiga sazovor bo'lgan dunyodagi birinchi fizik olim.
- Rentgen nurlarini angliyaliklar hali ham X-nurlar deb atashadi. Chunki ularning vatandoshi V. Kruks Rentgendan oldin bu nurlarga duch kelsa-da, uni bilmasdan o'tkazib yuborganligiga chiday olmaydilar. Kruks katod trubkasi yaqinida turgan fotoplastinkalarning qorayib qolganligini ko'rib, fotoplastinkani chiqargan firmaga sifatsiz plastinka yuborgan deb o'ylab e'tiroz xati jo'natgan.
- 1895-yilda topilgan Rentgen nurlari tabiati 1912-yilga kelib o'z javobini topdi. Nemis fizigi Maks Laue uning qisqa to'liqinli elektromagnit to'liqinlar ekanligini aniqladi.

## ATOM

- Hozirgi kunda 300 tacha moddalarda tabiiy radioaktivlik hodisasi kuzatilgan. Yadro reaksiyalaridan foydalanib 1500 dan ortiq nurlanish manbalari bo'la oladigan moddalar hosil qilingan.
- Birinchi atom bombasi AQShning Alamogordo sahosidagi poligonda 1945-yilning 16-iyulida portlatilgan.
- Radioaktivlikni o'rganish bo'yicha ko'rsatgan xizmatlari uchun 1903-yilda Pyer va Mariya Kyuri hamda A. Bekkerellar fizika sohasi bo'yicha Nobel mukofotiga sazovor bo'lganlar. Sun'iy ravishda olingan elementlardan biriga kyuriy nomi qo'yilgan. 1911-yilda esa M. Kyuriga ikkinchi marta Nobel mukofoti berilgan. Bu safar — kimyo sohasida, radiy metali olingani sababli.

## KOINOT

- Bir yil davomida Quyoshdan Yerga tushgan yorug'lik tufayli Yerdan 500 000 km<sup>3</sup> suv bug'lanadi (solishtirish uchun Boltiq dengizi 22 000 km<sup>3</sup>).
- Quyosh sistemasi 4,7 mlrd yil burun hosil bo'lgan. Quyosh yoshi 8 mlrd yilga yetganda uning markazidagi vodorod tugaydi va Quyosh kattalasha boshlaydi. Merkuriy yo'q bo'lib ketadi. Quyosh diametri 150 marta kattalashganda uning ko'rinishi yarim osmonni egallaydi. Yerdagi temperatura ko'tarilib okeanlar qaynaydi. Yer hozirgi Veneraga o'xshab qoladi.

- Quyosh va sayyoralarning o'z shartli belgilari bor: Quyoshniki —  ; Merkuriyniki —  ; Veneraniki —  ; Yerniki —  yoki  ; Oyniki —  ;

Marsniki — ☿ ; Yupiterniki — ♃; Saturnniki — ♄ ; Neptunniki — ♆ ;  
Plutonniki — ♇ .

- Sayyoralar, shuningdek, qadimgi afsonalardagi xudolar nomi bilan ham bog'langan. M: Merkuriy — rim afsonalarida savdo xudosi, sayohatchilar homiysi; Venera — sevgi va go'zallik xudosi; Mars — urush xudosi; Yupiter — oliy xudo; Saturn — ekinlar, yer bilan ishlash xudosi; Uran — grek afsonasida osmon xudosi; Neptun — rim afsonasida dengizlar xudosi; Pluton — yer osti xudosi.

- 1877-yilda italiyalik olim Jovanni Virginiy Skiaparelli teleskopdan Marsga qarab, unda qorong'i to'g'ri polosalarni ko'radi va ularni kanallar deb ataydi. Shundan so'ng Marsda hayot bor deb qarab, ular haqida turli asarlar yozilgan. Ular bilan aloqa o'rnatish ho'yicha turli takliflar berilgan. Shulardan biriga ko'ra — Sahroi Kabirda uzun kanallar qazib, uni kerosin bilan to'ldirish va yoqib yuborib marsliklar e'tiborini jalb etish. Hozirgi tadqiqotlar Marsda aqlli mavjudotlar yo'qligini ko'rsatdi.

- Yil davomida Mars yuzasi teleskopdan qaralsa o'zgarib turadi. Qishda qutb qalpog'i 50° kenglikgacha kelsa, yozda salkam yo'qolib ketadi. Dastlab uni Mars yuzasidagi o'simliklar o'sishi bilan tushuntirmoqchi bo'lishgan. Aslida bu CO<sub>2</sub> gazining muzlashi va erishi bilan bog'langan ekan.

- Ba'zi kometalarning orbitasi shunchalik uzunki, uni bir marta aylanib chiqishlari uchun 100 000 dan 1 000 000 yilgacha vaqt kerak bo'ladi.

- Dinosaurlarning Yer yuzidan yo'qolib ketishiga keltirilgan sabablardan biri, Yerga tushgan ulkan osmon jismidir. Jumladan, 65 mln yil avval Karib dengizi yaqinidagi Yukatan yarim oroliga diametri 10 km bo'lgan asteroid 10 km/s tezlik bilan urilganligidan diametri 180 km lik krater hosil qilgan. Natijada kuchli to'liqin hosil bo'lgan hamda bug'lanib ketgan qoyatosh zarrachalari butun osmonni chang, bug' va karbonat angidrid gazi bilan to'ldirgan. Bu esa Yerga iqlimni o'zgartirib, ko'pgina hayvonot olamining halok bo'lishiga olib kelgan.

- Yerga meteoritlarning tushishi haqidagi eng qadimgi ma'lumotlar eramizdan oldingi 2133-yildagi Hitoy solnomalarida yozilgan.

- 1952-yilda Shvetsiyada Yerga 463 million yil yotgan meteorit topilgan.

- 1500 mln. yil oldin Yer o'z o'qi atrofida bir yil davomida 900 marta aylangan (ya'ni bir sutka 10 soatni tashkil etgan). 500 mln yil avval esa — 380 marta aylangan. Har 50 000 yilda sutka bir sekundga ortadi.

- Agar Yerdan Quyoshga reaktiv samolyot bora olganida edi, 800 km/soat tezlik bilan harakatlanib 21 yilda yetar edi.

- Hozir astronomlar koinotning radiusi 10 milliard yorug'lik yiliga teng bo'lgan qismini kuzata oladi.

- 1975-yilda Kavkazga o'rnatilgan teleskop oynasi eng katta bo'lib diametri 6 metr, qalinligi bir metrga yaqin, og'irligi esa 42 tonna! Teleskopning eng nozik qismi — ko'zguni 1600 gradusli haroratda quyilib, dastlabki yetmish tonnalik quyilmasini sovutish uchun 2 yilu 4 kun zarur bo'lgan. Chunki tez sovutilsa, unda mayda yoriqlar hosil bo'lishi mumkin. Ko'zguni sferik sirt shakliga keltirish unga

bir necha yil sayqal berilib, undan “atigi” 28 tonna kukun chiqarildi. Ulkan teleskopning og‘irligi 850 tonna. 25 ming kilometr narida yoqilgan shamni osongina ko‘ra olishi reflektor — “gigant ko‘zi”ning o‘tkirrigiga dalil bo‘la oladi.

- 2 m li to‘lqinda ishlaydigan haqiqiy birinchi radioteleskop 1936-yilda amerikalik radioinjener G. Reber tomonidan yasalgan.

- 60—70-yillarda radioastronomik usullar yordamida qo‘lga kiritilgan yutuqlar optik astronomiyaning salkam 400 yil davomida erishgan yutuqlari bilan solishtirarli bo‘lgan.

- Ba‘zan matbuotda kosmosdan qandaydir osmon jismlari Oyga yoki Yerga kelib urilishi haqida xabarlar chiqib qoladi. Ulardan ko‘pchiligi asossiz bo‘lib chiqadi. Masalan: 1921-yilda dunyo Saturn halqasi yo‘qolib qolganligi va uning bo‘laklari Quyosh tomon harakatlanib, yo‘l-yo‘lakay Yerga urilishi aytilgan. Hattoki uriladigan kun ham belgilangan. Mish-mishga sabab o‘sha yili Saturn halqasi ko‘rinishi o‘zgarib turganligidan qisqa muddat davomida ko‘rinmay qolishi bo‘lgan edi.

### Mashqlarni ishlashda foydalaniladigan jadval

Modda	Zichligi $10^3$ kg/m <sup>3</sup>	Qaynash temperaturasi °C	Solishtirma bug‘lanish issiqligi, MJ/m	Sirt taranglik koeffitsienti, mN/m	Solishtirma issiqlik sig‘imi kJ/(kg · K)
Suv	1	100	2,3	73	4,19
Spirt	0,79	78	0,85	22	2,4
Simob	13,6	357	0,29	510	0,14
Benzin	0,7	—	—	21	—

## MUNDARIJA

### MOLEKULYAR FIZIKA VA TERMODINAMIKA ASOSLARI

Tayyorgarlikni tekshirish .....	6	8-§. Qaynash .....	28
Kirish suhbatlari .....	8	9-§. Havoning namligi .....	30
<b>I bob. Molekulyar-kinetik nazariyaning asosiy qoidalari .....</b>	<b>9</b>	10-§. Tabiatda tuman, bulut va yong'inlar-ning hosil bo'lishi .....	32
1-§. Molekulalarning o'lchamlari, massasi va Avogadro doimiysi .....	9	11-§. Sirt taranglik kuchi .....	32
2-§. Gaz molekullarning harakat tezligi .....	12	12-§. Suvning sirt tarangligini aniqlash .....	34
1-mashq .....	14	13-§. Kapilyar hodisalar .....	35
I bobning muhim xulosalari .....	14	III bobning muhim xulosalari .....	37
<b>II bob. Ideal gazning molekulyar-kinetik nazariyasi asoslari .....</b>	<b>15</b>	3-mashq .....	38
3-§. Ideal gaz molekulyar-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi .....	15	<b>IV bob. Qattiq jismlarning xossalari .....</b>	<b>39</b>
4-§. Absolyut temperatura .....	18	14-§. Qattiq jismlarning molekulyar tuzilishi .....	39
5-§. Ideal gaz holatining tenglamasi .....	20	15-§. Qattiq jismlarning mexanik xossalari .....	42
6-§. Ideal gaz holat tenglamasining xususiy hollari (izojarayonlar) .....	21	16-§. Erish va qotish .....	43
2-mashq .....	24	4-mashq .....	46
II bobning muhim xulosalari .....	25	IV bobning muhim xulosalari .....	46
<b>III bob. Suyuqlik va gazning bir-biriga aylanishi .....</b>	<b>26</b>	<b>V bob. Termodinamika haqida tushuncha .....</b>	<b>47</b>
7-§. Bug'lanish va kondensatsiya .....	26	17-§. Ichki energiya .....	47
		18-§. Termodinamikaning birinchi qonuni. Adiabatik jarayon .....	50
		V bobning muhim xulosalari .....	53
		I bo'limni yakunlash bo'yicha test savollari ..	55
		19-§. Laboratoriya ishlari .....	56

### OPTIKA

Tayyorgarlikni tekshirish .....	60	23-§. Linzalarda tasvir yasash .....	71
Kirish suhbatlari .....	63	24-§. Optik asboblari .....	73
<b>VI bob. Yorug'likning tarqalishi. Qaytish va sinish .....</b>	<b>64</b>	25-§. Ko'zning optik xossalari .....	75
20-§. Yorug'likning qaytish va sinish qonunlari .....	64	6-mashq .....	78
21-§. To'la ichki qaytish .....	67	VII bobning muhim xulosalari .....	78
5-mashq .....	69	<b>VIII bob. Yorug'lik to'liqlari .....</b>	<b>79</b>
VI bobning muhim xulosalari .....	69	26-§. Yorug'lik tezligini aniqlash .....	79
<b>VII bob. Linzalar va optik asboblari .....</b>	<b>70</b>	27-§. Yorug'lik to'liqini. Yorug'likning to'liq uzunligi. Yorug'lik dispersiyasi .....	80
22-§. Qavariq va botiq linzalar. Linzaning fokus masofasi va optik kuchi .....	70	28-§. Infragizil, ultrabinafsha va rentgen nurlari. Ularning xossalari .....	82
		7-mashq .....	84
		VIII bobning muhim xulosalari .....	84

IX bob. Yorug'lik kvantlari .....	85	8-mashq .....	90
29-§. Fotoeffekt hodisasi va uning qo'llanilishi ..	85	IX bobning muhim xulosalari .....	91
30-§. Geliotexnika. O'zbekistonda Quyosh energiyasidan foydalanish va uning istiqbollari .....	87	32-§. Laboratoriya ishlari va masalalar yechishdan namunalar .....	91
31-§. Yorug'likning kimyoviy va biologik ta'siri. Fotografiya. Fotosintez va uning ahamiyati .....	89	II bo'limni yakunlash bo'yicha nazorat savollari .....	96
		Yakunlovchi suhbat .....	98

## ATOM FIZIKASI ASOSLARI

Kirish suhbatlari .....	102	38-§. Radioaktiv nurlanishning biologik ta'siri va undan himoyalaniş .....	111
X bob. Atom tuzilishi .....	103	39-§. Yadro energiyasi va undan foydalanish .....	113
33-§. Atom tuzilishi. Rezerfort tajribasi .....	103	40-§. O'zbekistonda yadro fizikasi sohasidagi ishlar .....	116
34-§. Lazerlar va ularning qo'llanilishi .....	105	Masala yechishdan namunalar va III bo'limni yakunlashga doir nazorat savollari .....	117
35-§. Atom yadrosi .....	106	III bo'limning muhim xulosalari .....	118
36-§. Atom yadrosining tuzilishi. Bog'lanish energiyasi .....	108	Yakuniy suhbat .....	119
37-§. Radioaktivlik hodisasi .....	109		

## KOINOT TUZILISHI HAQIDA TASAVVURLAR

Tayyorgarlikni tekshirish .....	122	XIII bob. Galaktikamizning tuzilishi .....	141
Kirish suhbatlari .....	123	49-§. Koinot tuzilishi va rivojlanishi haqida hozirgi zamon dunyoqarashlari ..	141
XI bob. Quyosh, Yer va Oy harakati .....	124	50-§. Ulug'bekning astronomiya maktabi va uning faoliyati .....	142
41-§. Koinot tuzilishi haqidagi tasavvur- larning rivojlanish tarixidan lavhalar .....	124	51-§. Astronomik tadqiqotlar .....	144
42-§. Yernig o'z o'qi atrofida aylanishiga dalillar .....	126	XIII bobning muhim xulosalari .....	146
43-§. Quyoshning yillik ko'rinma harakati ..	127	IV bo'limni yakunlash bo'yicha test savollari .....	146
44-§. Yerning Quyosh atrofida aylanishiga dalillar. Kepler qonunlari .....	128	Yakuniy suhbat .....	148
45-§. Oyning harakati, fazalari va davrlari. Quyosh va Oy tutilishi .....	130	XIV bob. Olamning fizik manzarasi .....	151
46-§. Vaqtni o'lchash. Taqvimlar .....	131	52-§. Olamni bilishda va jamiyat taraqqiyotida fizikaning ahamiyati. Hozirgi zamon fizikasi va texnikasining taraqqiyoti .....	151
9-mashq .....	133	53-§. Fizika va texnika sohasida O'zbekistonda olib borilayotgan ishlar va ularning amaliy ahamiyati. Iqtisodiyotning bozor munosabati sharoitida ilmiy texnik rivojlanish .....	152
XI bobning muhim xulosalari .....	134	Qiziqarli materiallar .....	153
XII bob. Quyosh sistemasi .....	135		
47-§. Quyosh sistemasi. Sayyoralar va ularning yo'ldoshlari .....	135		
48-§. Kometalar, meteorlar va meteoroidlar .....	139		
XII bobning muhim xulosalari .....	140		



DAVRON SHODIYEV, NARZIQL TURDIYEV

**FIZIKA**

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

2-nashri

*Toshkent «Ma'naviyat» 2003*

Muharrir *M. Sa'dullayev*

Nashriyot muharriri *A. Jo'rayev*

Musavvir *J. Gurova*

Texn. muharrir *T. Zolotilova*

Musahhihlar: *Sh. Ithombekova, S. Abdusamatova*

Diapozitivdan bosishga 18.12.2002-y. da ruxsat etildi. Bichimi 70×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Tayms garniturası. Ofset bosma usulida bosildi. Shartli b. t. 11,70. Shartli kr.-ott. 23,98. Nashr t. 11.2. 30000 nusxa. Buyurtma № K-9589. Bahosi 725 s.

«Ma'naviyat» nashriyoti. Toshkent. Buyuk Turon. 41-uy. Shartnoma № 02—03.

«ARNAPRINT» mas'uliyati cheklangan jamiyat bosmaxonasida terilib, Ijaradagi Toshkent matbaa kombinatida chop etildi. Toshkent, Navoiy ko'chasi, 30. 2003.

Sh55

**Shodiyev D., Turdiyev N.**

Fizika: 9-sinf.—2-nashri—T.: “Ma’naviyat”, 2003.—  
160 b.

1. Muallifdosh.

BBK 22.3ya721