

Файзи НОРМУРОД  
Сайидчаъфари ҚОДИРӢ

# ФИЗИКА

**Китоби дарсӣ барои синфи 7 -уми  
муассисаҳои таҳсилоти умумӣ**

**Наشري IV**

Вазорати маориф ва илми  
Ҷумҳурии Тоҷикистон  
тавсия кардааст

ДУШАНБЕ  
БЕБОК  
2017

**ББК 22.3я72**

**Н-81**

**Н-81** Нормурод Ф., Қодирӣ С., **Физика**. Китоби дарсӣ барои синфи 7-уми муассисаҳои таҳсилоти умумӣ. Душанбе, “Бебок”, 2017, 288 сах.

Муҳаррири масъул – доктори илмҳои физика-математика, профессор Ҳабибуллоҳи Абдуллоҳ.

### **Хонандаи азиз!**

Китоб манбаъи донишу маърифат аст, аз он баҳравар шавед ва онро эҳтиёт кунед. Кӯшиш кунед, ки китоб соли таҳсили оянда низ барои хонандагон қобили истифода бошад.

### **Истифодаи иҷоравии китоб**

№	Ному насаби хонанда	Синф	Соли таҳсил	Ҳолати китоб	
				Аввали сол	Охири сол
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

**ISBN 978-99975-873-4-3**

© Ф. Нормурод, С.Қодирӣ, 2017

© “Бебок”, 2017

Моликияти давлат

## Омӯзгорони арчманд!

Бори нахуст аст, ки шогирдони шумо китоби «Физика»-ро ба даст мегиранд. Онҳо ба василаи ин китоб ва ёрмандии шумо бояд бо табиат (яъне *табиъат*) ва падидаҳои табиӣ, бо низоми рӯйдоди ин падидаҳо ва имкони пешбинӣ кардани онҳо ошноӣ пайдо кунанд. Барои ин зарур аст, ки шумо шогирдонро аз огози омӯзиши физика ба роҳи пурпечухами донишандӯзӣ раҳнамунӣ кунед, онҳоро бо ҳуруфу рамзҳои китоби мухташами ТАБИАТ, бо мақоми мушоҳидаҳову таҷрибаҳои физикӣ дар омӯзиши рӯйдодҳои чи заминиву чи осмонӣ – аз оромишу чунбиши барги дарахт то ҳаракати сайёраҳову милт-милти ситораҳо ошноӣ диҳед.

Ҳар омӯзгор тарзи ба худ хоси дарс гуфтани посух талаб кардан дорад. Мо мустақилияти омӯзгорони ҷӯяндаро эҳтиром мегузорем ва бо эҳсоси ҳамин эҳтиром аз шумо, омӯзгорони азиз, хоҳиш мекунем, ки гоҳи аз рӯйи китоби мо дарс гуфтан ва инчунин ҳангоми санҷидани натиҷаи дарс баъзе маслиҳатҳои усулии борҳо санҷидашударо то ҷоёе ки метавонед, пайгирӣ кунед, то ки дарси шумо ҳатталимкон пурсамартар бошад. Ин аст маслиҳат:

1) Сахтгирӣ накунад, ки ҳама шогирдони шумо ин ё он таъриф ё қонидаро ҳатман азёд кунанд. Ин на барои ҳама судманд аст. Хуб мебуд, ки шогирдони шумо мавзӯи дарсро бо қаламу қоғаз таҳлил карда–таҳлил карда, ҳазм кунанд, моҳияти физикии формулаҳо, расмҳо, нигораҳо (графикҳо) ва, дар мачмӯъ, моҳияти мавзӯро ба ҳубӣ дарк кунанд. Кӯшиш кунед, ки хонандагон мушоҳидаву мулоҳиза кардан, суол гузоштан ва ҷавоб чустанро ёд бигиранд.

2) Саъй кунед, ки шогирдонатон масъалагурез нашаванд, балки масъалаҳову машқҳоро бо шавқу завқ ҳал кунанд, супоришҳоро ба ҷо биёранд. Дар доираи мустақилияте, ки шумо, омӯзгорони азиз, доред (ё шӯрои мактаб ба шумо додааст), метавонед ин ё он мавзӯро вазифаи хонагӣ дода, соати дарсро барои ҳал кардани масъалаҳо ва машқҳо истифода кунед – ин, хусусан аз он рӯ муҳим аст, ки дар ин китоб баъзе ҷиҳатҳои мавзӯҳои алоҳида дар қолаби машқ, супориш, пажӯҳиши мустақилона ё чун масъала баён шудаанд.

3) Дар омӯзиши физика мақоми таҷриба хеле баланд аст. Аз ин рӯ ҳамеша дар фикри он бошед, ки шогирдони шумо гоҳи омӯхтани ин ё он мавзӯ дар ҳар мавриде, ки имкони таҷриба

кардан дошта бошанд, он тачрибаро мустақилона ё бо ёрмандии шумо анҷом диҳанд, натиҷаи тачрибаи худро мулоҳиза кунанд ва аз он хулоса бароварданро ёд бигиранд, бошад ки бар дунболи тачриба карданҳову хулоса гирифтани қонуниятро ошкор созанд. Чунончи, дар тачрибаи гузаштани сақои пӯлодин аз даруни ҳалқаи оҳанин (ниг. §2.2) агар гӯед, ки *“сақои сард аз халқа озодона мегузарад, аммо ҳамин сақо агар гарм карда шавад, дар ҳалқаи сард дармемонад”*, хонандаҳо ин гуфтаро дуруст мефаҳманд. Ин ҷо шумо бо пурсишҳои пайдарпайи мантиқӣ метавонед андешаи ононро тавре таҳриқ диҳед, ки ин хусусияти сақои пӯлодин ё моддаи пӯлодро бар моддаҳои дигар умумият дода тавонанд ва, масалан, бифаҳманд, ки симҳои барқрасони байни симчӯбҳо маҳз ба ҳамон сабаб дар тобистон ҳалта мезананду ҳангоми зимистон дарҳам кашида (таранг) мешаванд.

Ин навъ таҳриқ доданҳои шумо ва онро пайгирӣ кардани шогирдон, агар даст диҳад, дар баробари он ки кайфияти бағоят ачиби оламфаҳмӣ дорад, боз роҳи физикаомӯзии шогирдони шуморо хеле равшан мегардонад ва завқи пажӯҳандагии ононро боло бурда метавонад.

4) Ҳатмист, ки шогирдони шумо баъди хатм шудани ҳар боби китоби дарсӣ як навъ иншои физикӣ нависанд. Хуб мебуд, ки унвони иншо ва дойираи мавзӯҳои онро барои ҳар шогирд ё гурӯҳҳои чанднафарии хонандаҳо худи Шумо муқаррар кунед. Шарти пешрафти ҳар хонанда бояд баҳои мусбат гирифта аз ҳамин иншо бошад. Барои хонандагони пешқадам ба сифати мавзӯи иншо ҳамонҳоро интихоб кардан мумкин аст, ки бо ситораҷа ишорат шудаанд (чун § 1.4\*) ё дар паҳлуи матни онҳо хатти ғафс кашида шудааст.

\* \* \*

Дар мавридҳои, ки ҳамон як мавзӯ ба ду-се дарс тақсим шуда бошад, пурсишҳои дахлдор дар поёни мавзӯ оварда мешавад.

Инак, мепардозем ба омӯзиши ҳамон китоби мухташами ТАБИАТ (яъне *табиъат*).



## Боби I ТАБИАТ. ИНСОН. ТАБИАТШИНОСИ

### §1.1. Табиат ва инсон

Замину Осмон ва умуман ҳама мавҷудот – аз резтарин зарра то сангу хасу долу дарахт, Офтобу ситорахову фазои фарогирандаи онҳо, аз хурдтарин чонзоди рӯи Замин то наҳанги дарёй – ҳамаи инҳо дар маҷмӯъ табиат (табиъат)-ро ташкил медиҳанд. Худи одам низ як ҷузъи табиат аст.

Калимаҳои *Коинот*, *Кайҳон*, *дунё*, *гетӣ*, *олам* низ гоҳо ба ҳамин маънӣ (ба маънои *табиъат*) қорбаст мешаванд. Аммо дар гуфтугузори ҳаррӯза *табиат* гуфта маъмулан қисми қобили мушоҳидаи олам ё ҳатто муҳити атрофро мефаҳманд.

Дар табиат доимо тағйирот (рӯйдодҳо)-и гуногун рух медиҳад: наботот нумӯ мекунад, гулҳои рангобаранг мерӯяд, ҳайвонот инкишоф меёбад, як навъи модда ба навъи дигар мубаддал мешавад, шамол ба вучуд меояд, барфу борон меборад, гоҳо тирукамон пайдо мешавад, гоҳи сард гаштани ҳаво об ях мебандад, гоҳи гарм шудани ҳаво барфҳову яхҳо об мешаванд, об бухор шуда, дар табиат гардиш меҳӯрад...

Инсон аз даврони қадим ба ин сӯ табиатро мушоҳида мекунад ва дар ҷараёни ин мушоҳидаҳову омӯзишҳо дониш меандӯзад. Ҳанӯз қадимиён медонистанд, ки ду чизи сойиш-хӯранда гарм мешаванд ва дар натиҷаи сойиш баъзе навъҳои ҷӯб оташ мегирад. Инро худи шумо низ санҷида метавонед.

Одамони аҳди қадим медиданд, ки дар пайи шаб рӯз меояд, баъд шаб фаро мерасад, боз рӯз мешавад ва ғ. Фардҳои соҳибзавқи он давра мушоҳида кардаанд, ки баъди баҳори фараҳбахш тобистони сӯзон фаро мерасад, аксари гиёҳҳо хушк мешаванд, баъзе меваҳо мепазанд; баъд фасли ҳазон (тирамох) дармеояд, дарахтҳо аз рӯйиш бозмемонанд, ҳаво торафт сардтар мешавад; зимистон меояд, бодҳои сарди барфолуд дарахтҳо ва ҳатто манорхоро чунбиш медиҳанд; баъд, вақте ки барфҳо ҳама об шуданд, боз фасли баҳор меояд, садои булбул меояд, насими форами бӯи гул меояд, саҳро либоси сабз ба бар мекунад, кулоҳи сап-сафед олу ба сар мекунад ва муҳити атроф таровати тоза мегирад. Сипас боз фасли гармо фаро мерасад... Ва ҳама фаслҳо такрор мешаванд.

Хонандаи азиз! Дидед, дар як-ду мисоле, ки овардем, чӣ қадар нуктаҳои донистанӣ ниҳон аст. Гумон аст, ки одамони даврони қадим чӯёи сабаби даргирифтани ду пора чӯби сойишхӯранда ё чӯёи сабаби иваз шудани шабу рӯз гардида бошанд. Вале ба яқин метавон гуфт, ки онҳо **занд** ном чӯбҳои зуддаргиранда ва роҳҳои ниғаҳдошти оташро чувстучӯ мекарданд. Онҳо бо мурури замон корбурдҳои гуногуни оташ (пухтани хӯрок, гарм кардани чойҳои зист, рамондани даррандаҳо ва ғайра)-ро ёд гирифта буданд. Онон аз зарурати шикор корбурди калтак, бар сари он барбастанӣ санг, яъне тарзи сохтани як навъ путкро дарёфтанд. Вақте ки онҳо шикор кардану шикам сер карданро ёд гирифтанд, камубеш вақти холи ёфтанд, фикр кардан ва кор фармудани ақли зоти худро ёд гирифтанд. Ин корбаст карданҳо, такмил доданҳо, боз фикр карданҳо ва пеш рафтани зарурати шинохтани муҳит, зарурати шинохтани табиат ва, аз ин рӯ, зарурати дониستاني *физикаро* ба миён овард.



1. Шумо «Табиат (табиъат)» гуфта чиро мефаҳмед?
2. Калимаҳои «физика» ва «табиат» чӣ бастагӣ доранд?
3. Дониستاني қонуниятҳои асосии физика чӣ зарурат дорад?

## §1.2. Табиатшиносӣ

Вақте ки одамони қадимулайём аз давуғечи рӯзгор каму беш фориғ мегаштанд, беихтиёр фикр мекарданд, ки

Осмон чӣ қадар баланд аст,

чаро ситораҳо рӯзона ғайб мезананд,

чаро рӯйи Замин пасту баланд аст, кӯлу дарёву баҳру бар дорад, кӯҳ дорад, санг дорад, садбаргу бобуна дорад, лолаву газна дорад, олуву шафтолу, тарбузу харбуза дорад, зимистони қаҳратуну тобистони сӯзон дорад, садҳо навъ даррандаву паранда дорад ва ғайра.

Оё ин чизҳову рӯйдодҳо ҳамбастагӣ надоранд?

Сабаб чист, ки кабк ё гунчишкаки очиз парвоз карда метавонаду одам наметавонад?

Чарост, ки фил бо ҳамон бузургӣ аз мушаки нотавон меҳаросад, шери жаён аз мӯрчагон сари тарс дорад?..

Дар сари одамони даврони қадиму даврони баъд аз ин гуна пурсишҳо садҳову ҳазорҳо пайдо мешуд.

Дар сари шумо чӣ, бачаҳо? Оё шумо аз рӯйдоди ғайри-чашмдоште хайрон шуда, боре аз худ пурсидаед, ки сабаби он чӣ бошад?..

Чӣ навъ шуд, ки табиатшиносӣ ба миён омад?

Чӣ навъ шуд, ки табиатшиносӣ аз як василаи дарк кардани муҳити зисти одамони чомиъаи ибтидоӣ ба илми муқтадири замонавӣ табдил ёфт?

Онҳое, ки тақрибан 5-6 ҳазор сол пеш аз даврони мезистанд, ба хубӣ медонистанд, ки

баъзе ҳайвонотро чӣ тавр ром кунанд,

хонасозиро ёд гирифта буданд ва аз санг хона месохтанд,

чарх ихтироъ карда, аробаҳои гуногун месохтанд, чархи кулолгарӣ бунёд карда буданд,

ёфтани ғудохтани оҳан, сохтани табару тешаро ёд гирифта буданд, заврақу киштиҳои бодбонӣ сохта буданд ва ғайра.

Чунин ба назар мерасад, ки одамон дар ҳамон давраи қарӣ-ритаърихӣ сӯйи як чизи бағоят муҳим раҳ ёфта буданд – раҳ сӯйи бинои ханӯз бунёдношудаи *илм*.

Зарурати аз як ҷо ба ҷойи дигар нақл кардани маълумоти ҳаётан муҳим хушмандони Мисру Бобулистон (Вавилон), Чину Ҳиндустон ва кишвари Порси он замонро водор сохт, ки ҳарфу хат ихтироъ кунанд, донишҳои риёзӣ ва нучумиро дар санг, дар пӯсти гов ё ягон сафҳаи дигар сабт гардонанд. Аввалин кӯшишҳои созидани нақшаҳои қитъаҳои хушкӣи сатҳи Замин, нахустин нақшаҳои обёрӣ кардани киштзорҳо низ маҳсули машғулоти “илмӣ”-и ҳамон асрҳоанд.

Баъд, айёме фаро расид, ки *давраи атиқа* ном гирифтааст ва давраи поягузорӣ шудани санъатҳо буд. Дар ин давра хусусан донишмандони юнонӣ хуб фаъолият кардаанд. Онҳо донишҳои андӯхтаи пешиниёни худро таҳлил карда ва то ҷойе, ки тавонистанд, такмил дода, ба эҷоди *фалсафа* ном соҳаи фаъолияти инсонҳои ҷӯянда нойил гаштанд, ки он дар баробари ахлоқ ва мантиқ маҷмӯи донишҳои бо табиат алоқамандро низ дарбар мегирифт. Маҳз маҷмӯи ҳамин донишҳо, ки юнониҳо онро *peri physeos* (*дар бораи табиат*) ва форсҳо *табиийот* номида буданд, аз қарри таърих ба ин сӯ такмил дида, ба дараҷаи табиатшиносии имрӯза расидааст.

Табиатпажӯҳои давраи атиқа табиатро чун як чизи том мидиданд, манзараи умумии табиатро ба дурустӣ дарк карда буданд, вале ҷузъиёти он манзараро ханӯз фаҳм карда наметавонистанд. Чандин садсолаи дигар лозим буд, ки пажӯ-хандагони табиат дидаҳои худро ҷузъ-ҷузъ намуда, чизҳои

рӯйдодҳои муайяноро чудо-чудо муойина карда, сабабу оқибати ҳар як падидаро ҳам дар чудой ва ҳам дар ҳамбастагӣ бо падидаҳои дигар фаҳм карда, дар заминаи онҳо манзараи томи табиатро дида тавонанд.

Хушбахтона, донишмандони даврони атиқа инсонии тарс-хӯрдаро – инсонеро, ки дар муқобили офатҳову балоҳои осмонӣ худро очиз медид ва дар тарсу ҳарос ҳаёт ба сар мебуд, гули сари сабади олам эълон карданд. Онҳо пай бурданд, ки инсон на танҳо чашми бино, пойи раво, дасти гиро ва забони гӯё, балки, муҳимтар аз ҳама, ақли чӯё дорад. Аз ин рӯ ӯ набояд аз падидаҳои даҳшатбор бимнок шавад, балки бикӯшад, ки имконоти худододи худро оқилона ба кор бурда, сабаби руҳ додани падидаҳои табииро дарёбад. Он гоҳ дар майдони тасаввурҳои ӯ чойи тарсу ҳарос боқӣ наместонад. Ҳамин озодии тафаккур буд, ки пажӯҳандагони ҷаҳони атиқа ва ҷаҳони пасин дар илму фан ва ҷодаҳои дигар комёбиҳои шойистаи таҳсин ба даст оварданд. Зинда бод ақли ҷӯянда!

Донишмандони ҷаҳони атиқа дарк карда буданд, ки *олам ягона аст* ва ҳама чизу чора, одамизоду ҳайвоноту набототи он ба таври ногуастаи ҳамбастаанд. Бинобар ин онҳо дар ҷустуҷӯи чизе (ақидае) буданд, ки тамоми рӯйдодҳои табииро дар ҷаҳорҷӯбаи ягонагии олами моддӣ шарҳ дода тавонад. Ба ақидаи Демокрит (с. 460-370 то милод) “*ҳама чизҳои олам аз адади беҳад зиёди зарраҳои тақсимнопазир (ба маънои хурдтарин, содатарин) иборатанд*”. Демокрит ин зарраҳоро атом (ба ҳамон маънои “тақсимНОпазир”) номид. Ӯ атомҳоро бетағйир, гуногуншакл, вале доиман дарҳаракат ва абадӣ мепиндошт. Атомҳои Демокрит *ба миқдори муайян ба ҳам омада, ашӯи гуногун ба вуҷуд меоранд*. Ақидаи Демокрит то поёни асри XIX, яъне муддати тақрибан 24 аср дар мадди назари олимони табиатшинос буд.

Ин ҷо мо буд гуфта, онро дар назар надорем, ки гӯё атомҳои Демокрит аз сахнаи табиатшиносӣ *рӯфта* партофта шуда бошанд. Не, *рӯфта* нашудаанд. Мо ҳоло ҳам тамоми мавҷудоти оламро иборат аз атомҳо медонем. Аммо акнун атомҳои таркиби моддаҳо на *тақсимнопазиранд*, балки ҷунҷимҳои физикии мураккаб муойина мешаванд, зеро ҷунҷимҳои инкишофи пасинаи табиатшиносӣ ва хусусан илми физика нишон дод, онҳо дарвоқеъ ҳамингунаанд: атом зарраи тақсимнопазири ношикастани нест, балки мураккаб аст, дарун дорад, андарунаш мағз дорад – онро *ҳастаи атом* (ядрои атомӣ)



мегӯянд; ва ин ҳаста, чунонки пай бурдед, бараҳна нест, балки чомае дорад иборат аз *электронҳо* ном зарраҳо, ки назар ба худи ҳаста ҳазорҳо бор камҷирмтар, каммассатар (сабуктар) мебошанд ва гирди ҳаста гардиш меҳӯранд (чу парвонаи гирди шамъ). Шумо дар бораи атомҳо ва зарраҳои таркибдихандаи онҳо дар синфи 9-ум (ва сипас дар синфи 11-ум) дониши амиқтар мегиред – он гоҳ мебинед, ки ҳастаҳои атомӣ низ аз чандин зарраи алоҳида таркиб меёбанд ва ин зарраҳои даруниҳастай (андарҳастай) низ аз зарраҳои дигари хурдтар иборатанд ва ғайра.

Ҳамин тариқ, дар тӯли ҳамагӣ 5-6 даҳсола – охири асри XIX то аввали солҳои 60-и асри XX хиради одамай дар роҳи пажӯҳиши сохтори модда ба чанд хонаи дарунбадарун раҳ ёфт:

одам қадам ба қадам дарк кард, ки ҳама моддаҳо аз *молекулаҳо* ном зарраҳо таркиб ёфтаанд,

ҳар як молекула аз як, ду ё зиёда атом иборат аст,  
атом мағз (ҳаста) ва чомаи электронӣ дорад,

ҳастаи атом низ зарра-зарра аст ва

он зарраҳо низ сода нестанд, балки мураккабанд, дарун доранд, онҳо низ дар андаруни худ зарраҳо доранд ва ғайра.

Мо дар бораи марҳалаҳои асосии шакл гирифтани илми табиатшиносӣ сухан ронда, беихтиёр сӯйи гуфтори физикӣ майл хурдем. Ин бесабаб нест. Шумо дар заминаи гуфтаҳои боло бояд пай бурда бошед, ки илми физика бунёди табиатшиносӣ мебошад – мо ин маъниро дар рӯи дарунии муқоваи китоб ба шакли як дарахти дониш тасвир сохтаем.

1. Табиат чист?

2. Мафҳумҳои “табиат” ва “муҳити атроф”-ро муқоиса кунед. Онҳо чӣ умумият доранд?



3. Оё шумо метавонед, ки ягон падидаи табиӣ дар муҳити атрофи худ – аз ҳавливу қўча то мактаб руҳдодаро мушоҳида кунед ва аз мушоҳидаҳои худ хулоса бигиред?

4. Шумо дар хусуси Офтобу Моҳ ва Замин, дар бораи фаслҳои сол, шамол, барфу борон, яхбасти об ва ҷўшиши он, вазиши бод ва падидаҳои дигари табиӣ чӣ гуфта метавонед?

Пораҳои шеърерио, ки дар рӯяи дарунии муқоваи китоб оварда шудаанд, мутолиа кунед ва бинед, ки шоир офариниши Оламу Офтобу Мохро чӣ хуб баён кардааст. (Шарҳи вожаҳои номафҳумро аз омӯзгорон бипурсед ё хубаш, аз фарҳангҳо чуствучӯ кунед).

1. Аз кадомин дoston аст ин гуфтори табиатшиносона?
2. Шоир дар бораи гардиши Замину Офтоб гуфтааст:

*Ҳамегаиш гирди Замин Офтоб* (байти 16).

- Шумо чӣ мегӯед? Офтоб гирди Замин мегардад ё Замин гирди Офтоб?
3. Дар байти 26 омадааст:

*Равон андар ӯ гавҳари дилфурӯз,  
К-аз ӯ равшанойӣ гирифтаст рӯз.*

- Ин ҷо “ӯ” чист? “гавҳари дилфурӯз” чӣ?
4. Дар байти 33, ки мегӯяд:

*Ду рӯзу ду шаб рӯй нанмоядо,  
Ҳамонро зи гардиш бифарсоядо,*

“нанмудан” ва “фарсудан” чиро ифода мекунад?

### §1.3. Физика бунёди табиатшиносӣ аст

Физика чист ва чиро меомӯзад?

Ба ин пурсиш ҳар кас, вобаста ба ин ки физикаро чӣ андоза медонад, ҳар хел посух медиҳад. Баъзеҳо миёни физика ва техникаву технология (фанну фановарӣ) чандон фарқ дида наметавонанд, ҳол он ки илми физика бо олатҳову мошинҳо маҳдуд намешавад ва домани бaсе фарох дорад.

Дар даврони қадим қисми бо Табиат алоқаманди донишро *физика* меномиданд. Ин калимаро (дар лотинӣ *ta physika*) донишманди Юнони қадим Арасту (384-322 то милод) дар асоси вожаи юнонии *physis*, ки маънии *табиат* дорад, ба майдони истеъмоли овардааст. Ҳамин аст, ки гуфтаанд:

*Физика табиатро меомӯзад.*

Ба гуфти дигар, физика бо пажӯҳиши хусусиятҳои одитарин ва, дар айни ҳол, умумитарини ҳама чизҳову падидаҳои табиат саруқор мегирад.

Ин ҷо *одитарин* гуфтани мо **на** он гуна маънӣ дорад, ки гӯё физика илми одӣ, илми сода бошад ва гӯё ҳар як чиз ё падидаро бо як-ду-се дидан аз ҷиҳати физикӣ фаҳм кардан осон бошад. Бaсе мешавад, ки ҷӯйиши сабаби рӯйдоди ин ё он ҳодиса солҳову даҳсолаҳо тӯл мекашад.

Хуб, физика бо пажӯҳиши ҷӣ гуна падидаҳо сарувор мегирад ва бо шоҳаҳои дигари табиатшиносӣ ҷӣ бастагӣ дорад? Барои ба ин пурсишҳо посух додан, аввал бояд бинем, ки физика ҷӣ ҳадафҳо дорад.

Дар рафти омӯзиши физика аввалтар аз ҳама мо бояд *нур* (рӯшноӣ)-ро бишносем, зеро мо қариб 90 дарсади ахборро маҳз ба василаи нур мегирем;

нур аст, ки ҳама ҷо ва ҳама чизҳоро равшан месозад ва мо онҳоро мебинем;

нур аст, ки ҷараёнҳои барои нумӯ ва инкишофи набототи мавҷудоти зинда ҳаётан муҳимро неру мебахшад;

нур аст, ки...

Худи шумо, бачаҳо, аз ин гуна мисолҳо бояд бисёр оварда тавонед. Агар натавонед, пас, бидонед, ки дониши физикии шумо кам аст – онро то ҷойе, ки метавонед, пурратар гардонед. Дидед, ки яке аз ҳадафҳои физика ҷӣ будаасту ҳаст?

Дуюм. Чизи дигаре, ки бояд дар пеши *назари* шумо омада бошад, *садо* аст. Садо низ яке аз воситаҳои расонидани ахбори физикӣ мебошад. Пас, илми физика ба пажӯҳиши ин падида низ бояд машғул шавад.

Сеюм. Чи ҷисмҳои гирду атрофи мо ва чи мавҷудоти зинда гарм ё сард мебошанд, яъне дорои ин ё он ҳароратанд ва ҳарорати онҳоро ҳарорати бадани шумо каму зиёд шуда, тағйир ёфта метавонад ва, умуман, қариб ҳама падидаҳои дар муҳити атроф рӯйдиханда бо тағйироти ҳарорат алоқамандӣ доранд. Пас, таҳқиқи *падидаҳои ҳароратӣ* (ё худ *падидаҳои гармоӣ*) низ бояд ҳадафи физика бошад ва ҳаст.

Чаҳорум. Ҳаёти мо, ҳама ҷабҳаҳои зиндагонии мо пур аз *ҳаракат* аст: донаи гард, донаи барф, молекулаи об дар рағҳои мову рағҳои дарахт, ситораи сайёра дар фазои Коинот, хулоса ҳама чизҳо дарҳаракатанд – дар ҳаракати доимӣ.

Дар ҳаракат будан – яъне ҷӣ?

Яъне ин ки ҳама зарраҳои ҷисмҳо ва кулли ҷонзоди дунё бо мурури замон мавҷеи худро дар фазо тағйир дода метавонанд. Пас, ҳаракат низ “ҷизест”, ки бояд мавриди пажӯҳиши донандаҳои физика қарор бигирад ва ғайра.

Ин ҷо панҷуму шашум, даҳуму бистум гуфта, риштаҳои дигари пажӯҳишҳои физикиро ном бурдан мумкин аст. Сипас, агар ин қонуниятҳоро аз нигоҳи илмӣ таҳлил кунем, мебинем, ки муҳимтарини онҳо ҷустуҷӯи посухи ин пурсиш аст:

### **“Чӣ аз чӣ иборат аст?”**

Дарвоқеъ, санг, чӯб, лола, донаи хурмо ва ҳазорҳо чизи дигар аз чӣ таркиб ёфтаанд?

Посуhi ин пурсиш на танҳо барои физика, балки барои илми кимиё, зистшиносӣ (биология), заминшиносӣ (геология), укёнушшиносӣ (океанология) ва шоҳаҳои дигари “дарахти” табиатшиносӣ басе муҳим аст ва пажӯҳишгарони соҳаҳои дигари илм дар боби фаҳмидани ин, ки *чӣ аз чӣ иборат аст*, ба натиҷаҳои пажӯҳишҳои физикӣ таъя мекунанд.

Ҳар як риштаи илмӣ бо омӯзиши гурӯҳи муайяни рӯйдодҳои табиӣ сарукор мегирад. Физика, чунонки гуфтем, умумитарин хосиятҳои ҳама чизҳову падидаҳоро меомӯзад. Ҳамин фароҳии домани физика ва фарогир будани қонунҳои физикӣ аст, ки ин риштаи илмӣ ба маънои томи калима заминаи аксари илмҳои табиатшиносӣ гардидааст (ниг. ҳамон дарахти донишро дар рӯяи дарунии муқоваи китоб). Чӣ хуб гуфтааст дар ин бора олими рус М. Ломоносов (1711-65):

***“Кимиёшиносе, ки физикаро надонад,  
монанди нобиноест, ки ҳама чизро  
ба тарзи сон-сон ёфтани мешавад”.***

Донишҳои физикӣ дар кимиё барои шарҳ додани сохтори моддаҳову пайвастагиҳои иборат аз чанд модда,

дар заминшиносӣ барои муайян кардани таркиби хоку сангу қамодот (минералҳо),

дар қайҳоншиносӣ барои пажӯҳиши ҳаракати ситораҳову сайёраҳо ва ғайра истифода мешавад.

Ҳеч илми дигар, ба чуз физика, наметавонад бигӯяд, ки тобиши Офтоб, гармои Офтоб аз кучо, дар натиҷаи чӣ гуна падидаҳо ба вучуд меояд. Кори тамоми олатҳои техникӣ, ҳаракати киштиҳои зеробиву қайҳонӣ, кори радиову телевизион, навъҳои гуногуни алоқа ва воситаҳои монанди ин маҳз дар заминаи қонуниятҳои физикӣ сурат мегирад.

Бинобар ин, хонандаи азиз, ин ҳақиқати зиндагисозро дар ягон гӯшаи хоҳири худ, балки дар мағзи он чо кунед: шумо дар ҳар чойе, ки қору фаъолият кунед, бо ҳар қоре ки машғул шавед, агар он қор бо масъалаҳои табиатшиносӣ алоқаманд бошад, бидонед, ки қори шумо бе қорбурди донишҳои физикӣ самари зиёд намедихад, яъне, бори дигар меғӯем, ки ***физикаро донистан бисёр зарур аст.***

1. Физика чиро меомӯзад?
2. Оё физикаро нодониста, табиатро шинохтан имкон дорад?
3. Алломаи Машриқзамин Муҳаммад Иқбол (1877-1938) чунин гуфта дорад:



*Наргис он сад пардaro бармедарад,  
То насибе аз шуоъи ту барад.*

Ин чо тахти иборан “шуоъи ту” чӣ дар назар аст?

4. Оё шумо медонед, ки духтури ниғаҳдори тандурустии шумову падару модари шумо барои санчиши ҳарорати бадан ва фишори хун ё барои доругузaronӣ чӣ асбобҳои физикиро ба кор мебарад?
5. Оё шумо ягон бозичаи техникӣ, ягон олати техникиро ном бурда метавонед, ки берун аз қонунҳои физика “қор қунад”?

### §1.4\*. «Қисм». «Модда». «Майдон». «Ҳайуло» (материя).

Дар баёноти илмӣ, аз ҷумла дар баёнҳои физикӣ дар баробари калимаҳои маъмул *истилоҳҳо* ном вожаҳои низ қорбаст мешаванд, ки бори маънавии муайян бар дӯш доранд. Фарҳангҳои физикии муосир даҳҳо ҳазор истилоҳро дар бар мегиранд – *қисм, модда, қор, қувва, тавон, неру, суръат, ҳаракат, шитоб* ва ғайра.

Калимае, ки ба сифати истилоҳ пазируфта мешавад, бар хилофи вожаи муқаррарӣ бояд танҳо як маъниро ифода қунад, то ки хонанда гоҳи дар ин ё он матн дидани он ҳайрон намонад, ки *ин калима ин чо ба чӣ маънӣ омада бошад*. Чунончи, калимаи *қисм*, ки дар забони омма маънии *тан, бадан, пайқар, қасад* ва инчунин маънии *қолбуд* дорад, дар физика ба маънии *қиз*, ба маънои ҳар қизи алоҳидае омада метавонад, ки шаклу ҳаҷми муайян дорад ва қисми муайяни фазоро ишғол мекунад.

*Модда* қизест, ки қисмҳо аз он сохта мешаванд. Чунончи, об модда аст, аммо чакраи об ба ҷумлаи қисмҳои физикӣ дохил мешавад. Ҷумча (қошук)-и ҷӯбин *қисм* аст, валекин ҷӯберо, ки ҷумча аз як порайи он сохта шудааст, *модда* номидан мебояд. Аммо ҳамон ҷӯб, агар мо онро ба сифати дастак, болор (рав) ё тири ҷувоз ба қор бурданӣ бошем, бояд ба ҷумлаи қисмҳо дохил қарда шавад.

Моддаҳо сохтори зарра-зарраӣ доранд, яъне аз зарраҳои алоҳида таркиб ёфтаанд. Зарраҳоеро, ки моддаҳо аз онҳо

таркиб меёбанд, чунонки гуфтем, *молекула* меноманд. Молекулаҳо хурдтарин зарраҳои он модда, ки ҳама хосиятҳои кимиёии он моддаро дар худ таҷассум мекунанд. Молекулаҳо низ *зарра* номидан то дараҷае шартист, зеро инҳо ҳам, чунонки гуфтем, “дарун доранд”, мураккабанд – онҳо аз *атомҳо* ном зарраҳои хурдтар таркиб ёфтаанд. Ҳар як молекула аз як, ду, се ё зиёда атоми яхела ё гуногун таркиб меёбад. Атомҳо андаруни молекулаҳо бо якдигар ба василаи робитаҳои кимиёӣ алоқаманданд. Маҷмӯи атомҳои як навъи муайянро *унсури кимиёӣ* мегӯянд.

Адади унсурҳои то ҳол кашфшуда ва унсурҳое, ки бо роҳи сунъӣ сохта шудаанду ном дода шудаанд, ба 114 мерасад.

Моддаҳо *сода* ва *мураккабанд*. Моддаҳои *сода* онҳоеанд, ки аз ҳамон як навъ унсури кимиёӣ (аз ҳамон як навъи атомҳо) иборатанд. Моддаҳои *мураккаб* (пайваस्ताгиҳои кимиёӣ) аз атомҳои ба тарзи кимиёӣ ба ҳам алоқаманди ду ё зиёда унсур таркиб меёбанд. Ҷузъи таркибдихандаи моддаҳо – молекулаҳо *якатома* (монанди алюмин Al, тилло Au ва ғ.), *дуатома* (чун водород H<sub>2</sub>, оксиген O<sub>2</sub> ва ғ.), *сеатома* (озон O<sub>3</sub>, об H<sub>2</sub>O ва ғайра), *чандатома* (турушаи сулфат H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ва ғайра) ва ҳоказо буда метавонанд. Моддаҳое низ ҳастанд (монанди сафедаҳо), ки молекулаҳои онҳо то садҳо ҳазор атом доранд.

Миқдори молекулаҳои ин ё он ҷисмро аз рӯйи ҳаҷм ва масса (ҷирм)-и онҳо ёфтан мумкин аст.

Яке аз мафҳумҳои физикии дигар мафҳуми «*майдон*» аст. Майдон дар физика ба маънии соҳае фаҳмида мешавад, ки дар он *қувва* зоҳир мегардад. Майдон навъҳои гуногун дорад – *майдони магнитӣ*, *майдони электрикӣ*, *майдони ҷозиба* ва ғайра.

Мавҷудияти майдонро аз рӯйи таъсире ошкор сохтан мумкин аст, ки аз тарафи ин майдон ба ҷисми дар он воридшуда оварда мешавад. Чунончи, агар ҷисмеро аз рӯйи Замин боло бардошта, раҳо кунем, рост сӯйи поён меафтад – ин афтидан далел аст, ки Замин ҷозиба, *майдони ҷозиба* дорад ва ҷисмро бо қувваи муайяне сӯйи маркази худ ҷазб мекунад. Навъи дигари майдон *майдони электромагнитӣ* мебошад, ки атомҳову молекулаҳои моддаро бо якдигар робита медиҳад. Ҳамин майдони электромагнитӣ аст, ки ҳосил кардан ва густириш додани радиомавҷҳо имконпазир мегардонад. Дар ин замина мо имкон пайдо мекунем, ки радио бишнавем ё телевизион тамошо кунем.

Моддаву майдонро якҷоя *ҳайуло* (*материя; matter*) мегӯянд.



1. Инҳо чисманд ё модда: тилло, танга, қалам, оҳан, сим, тир, хаво, мис, абр, оҳак?
2. Инҳо моддаанд ё падида (ходиса): барфбод, тирукамон, раъду барқ, жола, арзиз, алкул (спирт), барф, маска, шафак, мисгарӣ ва оҳангарӣ, об, обхезӣ.
3. Аз чӯб чӣ гуна чизҳо (чисмҳо) сохта мешавад? аз оҳану чӯян чӣ? аз барф чӣ?

## §1.5. Мушоҳида – мулоҳиза – таҷриба...

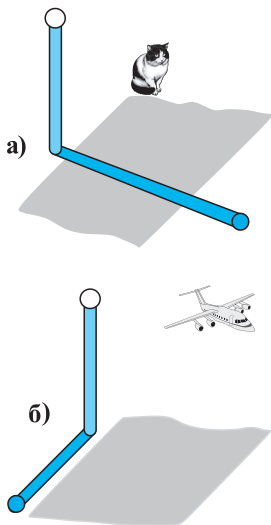
Ҳама гуна дониш, аз ҷумла дониши физикӣ дар натиҷаи мушоҳида ва таҷриба ба василаи мулоҳиза ба даст меояд.

Мушоҳида қардан – яъне дидан, бо чашми худ дидан, муддати дурудароз дидан аст. Шумо ҳар рӯз даҳқову садҳо чизро... (чӣ гӯем ин ҷо?) *мебинед* ё ин ки *мушоҳида мекунед*.

Ҳарду гуфта дуруст аст. Агар ин ҷо каме фикр кунед ё, чӣ хеле ки мегӯянд, андак мулоҳиза ронед, мефаҳмед, ки *дидан* ва *мушоҳида қардан* ҳаммаъно ҳам ҳастанду фарқ ҳам мекунанд.

Шумо ба чизе нигаристед. Агар он чиз лозим набошад, шумо нигоҳи худро ба ҷойи дигар мекӯчонед, ба чизе мекӯчонед, ки ҷолибтар, диққатангезтар бошад. Ҷунончи, шумо агар дар сари кӯча гурба ва сагчаеро бинед, ки яке дар гурез асту дигаре онро дунболагирӣ мекунад, мебинед, ки дар кунҷе, дар ҷойи танге, ки дигар роҳи гурез намонанд, гурба ногаҳон ақиб гашта, бурутҳои худро гиз мекунад ва бо оҳанги хеле ғазаболуд *Мийа..ав!*, *Мийа..ав!* мегӯяд. Сагча бошад, дар ҷавоби ӯ аввал чанд бор *ъурр-ъурр...* карда, сипас аз муборизаи минбаъда хичолатмандона рӯ метобад.

Ин манзараро агар додарчаи шумо низ мушоҳида карда бошад, дидаҳои худро дар шакли содаи «*Сагча тарсид*» хулоса мекунад. Шумо чӣ хулоса гирифтед? Оё дар сари шумо фикре пайдо нашуд, ки “сагча дид, ки зӯраш ба он гурбаи хашмолуд намерасад, ўро ба ҳоли худ гузошт”?



Рас. 1.1

Акнун, биёед, падидаи дигареро бинем, чизеро мушохида кунем, ки аз он хулоса гирифта тавонистани шумо мулоҳизаи олимонатар талаб мекунад. Дар канори роҳи мактаб чароғпояе ҳаст, ки сояи он пагоҳиҳо – гоҳи сӯйи мактаб рафтани шумо дар рӯйи роҳ тарвоза мехобад (рас. 1.1). Вале шумо ҳини аз мактаб омадан мебинед, ки соя на тарвоза, балки ба рафти роҳ хобидааст. Ин ҳам мушохида аст.

Агар шумо инро мулоҳиза кунед, дер ё зуд ба хулосае мерасед, ки на танҳо сояи чароғпоя, балки сояи ҳама чизҳои дигар, аз ҷумла сояи ҳуди шумо ҳам бо мурури замон мавқеи худро тағйир медиҳад. Ин як.

*Дуюм*, оё шумо инро ҳам мулоҳиза кардаед, ки сояи чароғпоя ё сояи ҳуди шумо дар лаҳзаи бозгашт аз мактаб назар ба сояи пагоҳони кӯтоҳтар меояд?

*Сеюм*, оё мушохида кардаед, ки сояи ҳама чизҳои қарибиҳои нимрӯзи кӯтоҳи кӯтоҳ аст?

*Чаҳорум*, оё фикр кардаед, ки чаро ҷисмҳои шабонгаҳ соя надоранд?

*Панҷум*, оё мутаваҷҷеҳ шудаед, ки гоҳи абрпӯш будани осмон низ сояҳои нопадид мешаванд? Ё ин ки ин ҷо сирре ниҳон аст?

Биёед як чизи дигарро таҷриба (ё мушохида) кунем. Рӯзи зимистон, яъне гоҳи сард будани ҳаво додарҷаи шумо тӯберо аз берун хона оварда гуфт: Ақаҷон, инро дам кунед, саҳт шавад. Шумо дар пеши дар тӯбро аз дасти ӯ гирифта, дидед, ки пучнамо аст. Онро дам карда, ба бозигар додед. Берун рафт. Пас аз лаҳзае бозомад ва ҳамон хоҳишашро такрор кард. Боз дам кардед. Берун рафт. Бозомад. Боз ҳам ҳамон ҳол. Шумо, агар надонед, ки ин ҷо гап дар чист, дар навбати худ ба бародари бузурги худ мурочиат мекунад, ки ду-се синф болотар мехонад ва ин марҳаларо аз сар гузаронидааст, яъне дар ин бора, ҷунонки меғоянд, таҷриба андӯхтааст, ба шумо ин гуна маслиҳат медиҳад: *Агар тӯбро на дар хона, балки дар берун дам диҳӣ, дигар суст намешавад*. Шумо месанҷед ва ба хулосае меоед, ки воқеан ҳам гуфтаи бародаратон дуруст аст.

Аввалин пурсише, ки дар ин маврид пайдо мешавад, ин аст: *Чӣ фарқ дорад, ки мо тӯбро дар кучо дам медиҳем?*



**Абуалӣ ибни Сино** (980–1037) – файласуф, табиб ва олими оламшумули тоҷик. Зодаи Бухоро. Ақидаҳои Ибни Сино дар бораи табиат ва шинохти он асосан дар китоби «Донишнома»-и ӯ баён шудааст. Ӯ пайдоиши раъду барқ, борону жола, гирифтҳои Оғтоб, Моҳ, чунбиши Замин ва падидаҳои дигарро шарҳи илмӣ додааст. Абуалӣ Сино д.б. *нуришносии* ё худ *оптика* (*илми манозир ва мароё*), аз чумла д.б. густариш, инъикос ва шикасти нур, дар боби густариши садо, шикасти зарфҳо бо таъсири фишори моеъи ба даруни онҳо рехташуда ва ғайра бахшҳои ҷолиб боқӣ гузоштааст.



Дар назари аввал ҳамин тавр ҳам менамояд. Аммо, охир, худи шумо дидед, ки саҳтии тӯб ба ҷойи дам додани он бас-тағӣ доштааст (!) – ин таҷриба аст, пас, ҳақиқат аст.

Беҳуда нагуфтаанд, ки *таҷриба меъёри ҳақиқат аст* ё ин ки *қозии ҳақиқат таҷриба аст*. Пас, таҷриба андешидан ва онро анҷом додан ҳанӯз на ҳама ҷиҳати падидаи мушоҳидашударо равшан мегардонад. Ин ҷо боз фикр ронда, падидаи мазкурро дарк карда тавонистан мебоҷад. Кашфиёт кардани бошад, бо ҳамин роҳ меравед.

Хуб, натиҷаи таҷрибаи болоро ҷӣ чамъбаст кунем, бо ҷӣ роҳ ба хулосаи дуруст бирасем? Роҳ, чунонки дар унвони ин банд ишорат шуд, равшан аст:

аввал *мушоҳида кардан*, баъд *мулоҳиза кардани натиҷаи мушоҳида*, сипас *таҷриба кардан*, баъд *боз мулоҳиза* (мулоҳизаи натиҷаи таҷриба) *кардан*, ана баъд, дар охир, агар муяссар шавад, хулоса гирифтани. Ин ‘занҷир’-ро мухтасаран чунин ифода кардан мумкин аст:

***Мушоҳида – мулоҳиза – таҷриба – мулоҳиза – хулоса... (\*)***

Хуб ки бошад, биёед гузориши масъаларо як бори дигар пеши рӯ биёрем ва ба он аз нигоҳи нақшаи (\*) нигарем:

(*Қадами аввал*): Тӯб дар даруни хона саҳт аст, дар берун суст мешавад. Аммо вақте ки тӯбро дар берун дам диҳем, дигар суст намешавад.

(*Қадами дуюм*): Пас, ин ҷо чизеро дарк кардан зарур аст, ки дар даруни хона як, вале дар берун дигар аст. Ҷӣ бошад он чиз? *Ҷӣ муъҷиза ниҳон бошад ин ҷо?*

Агар шумо дар ҳақиқат ба моҳияти масъала сарфаҳм рафтани бошад, фикри шумо пагоҳу бегоҳ, гоҳи роҳ рафтани ё хӯрок хӯрдани, гоҳи телевизион тамошо кардан, хулоса, ҳамеша бо ин масъала банд бошад, беихтиёр дар лаҳзаҳои фароғат ва ҳатто дар соатҳои хоб ҳам бо он банд мешавад.



**Абурайхони Берунӣ** (973–1048) – олими оламшумули тоҷик, алломаи бузурги Машрикзамин. Зодаи Хоразм. Ӯ қариб дар ҳама риштаҳои илмии замони худ, аз ҷумла дар риёзиёт ва, хусусан дар пешбурди риштаҳои табиатшиносӣ саҳми зиёд дошт – низом додани ҷаҳорҷубаи ҳисоби даҳӣ, санҷиши арзу тӯли беш аз 600 мавзъ, санҷиши вазни хоси ҷамодот (минералҳо), нишондоди мавқеи конҳои гуногун, аз конҳои нафти Фарғона то кони лаъли Бадахшон, санҷиши андозаи Замин ва ғайра. Китоби ӯ «Қонуни Масъуд» (с. 1030) хеле машҳур аст.

Он гоҳ ҳатман рӯзе меояд, лаҳзае фаро мерасад, ки пеши назари шумо кушода мешавад ва шумо мефаҳмед, ки...

(Қадами сеюм):.. мефаҳмед, ки **тӯб дар ҳавои сарди берун фишурда мешавад**. Вақте ки шумо инро фаҳмидед, ҳамон дам ба хотир меоред, ки боре тӯби каме сустшударо як сӯ гузошта, додарҷаи хунукхӯрдаатонро ба сари дастурхон нишондед, то ки хӯрок бихӯрад ва камубеш гарм шавад ва вақте ки азми берун кард, шумо тӯбашро дам додан хостед, вале дидед, ки тӯб суст нест, балки назар ба лаҳзаи аз берун оварда шуданаш хеле саҳт аст – он вақт шумо қадре ҳайрон монда будед, вале ба ин эътиборе надодед. Акнун, ки сабаби суст шудани тӯбро камубеш фаҳмидед, инро ҳам мефаҳмед, ки тӯби сустшуда дар хонаи гарм дар муддати чанд дақиқаи хӯрок хӯрдани додарҷаатон саҳт шудааст, гарм шуда, саҳт шудааст.

Ин ҷо шумо дарун-дарун шод мешавед ва, ҷунонки мегӯянд, як курта гӯшт мегирад. Дар ин гуна лаҳза хурсандии шумо беҳадду канор мешавад – охир шумо қариб мустақилона як чизи муҳимро дарк кардед, кашфиёт кардед. Каш-фи-ёт (!!!)

Дили шумо меҳоҳад, ки аз хона ба парвоз берун равед ва ба ёрону дӯстони худ ва ҳатто ба раҳгузарони ношинос бо ифтихор бигӯед:

### **Ман кашфиёт кардам, каш-фи-ёт!**

Ана ҳамин хел ширинӣ дорад дарки сабаби рӯйдодҳо. Ин ҳолати ваҷд аст. Онро аллома Муҳаммад Иқбол бо мафҳуми *лаззати эҷод* ифода кардааст.

Ин таҷрибаҳо ва таҷрибаҳои монанди ин нишон дод, ки на танҳо сақои пӯлодин ва ҳавои даруни тӯб, балки ҳама филизот (металлҳо) ва газҳо ва, умуман, ҳама чизҳо аз таъсири гармо васеъ ва дар асари сармо фишурда мешаванд.

Ин хулосаро дар ёд нигоҳ доред, зеро дар ҳама давраҳои ояндаи илмомӯзии шумо даркор мешавад.

1. Агар тӯберо, ки дар бораи он дар матн сухан рондем, вақти зимистон аз берун ба хона оварда, дам накунем ҳам, баъди муддате худбахуд саҳт мешавад. Сабаб чист?
2. Агар ҳамон тӯбро вақти зимистон дар берун саҳт, хеле саҳт дам дода, баъд ба хона дарорем, намекафад? Бояд бикафад ё накафад?
3. Чаро тобистон ё баҳору тирамоҳ масъалаи дар берун ё даруни хона дам додани тӯб ба миён намеояд?

## Машқ

Аз дидаҳо ва шундаҳои худ хулоса бароварданро ёд гиред. Бо дусе ҳамсинфи худ барои равшан гардонидани ин ё он масъала таҷрибае тарҳрезӣ кунед, ки онро дар хона ё мактаб анҷом дода тавонед. Бигзор, масъалаи шумо иборат бошад аз муайян кардани самти вазиши боди суғ дар ягон нуқтаи рӯйи ҳавлӣ. Ба чӣ тарз ҳал мекунед ин масъаларо?

## §1.6. Таҷриба меъёри ҳақиқат аст

Оре, таҷриба меъёри ҳақиқат аст.

Чаро чунин гуфтаанд ва мо ҳам ба ин бовар дорему онро пайгирӣ мекунем? Меъёри ҳақиқат будани таҷриба аз он ҷост, ки натиҷаи таҷриба ба ҷойи анҷом додани он, ба майлу хоҳиши каси таҷрибақунанда ва одами машхуру номашхур будани ӯ бастагӣ надорад.

Аммо дарёфти ҳақиқат аз рӯйи натиҷаи таҷриба малака мебошад, зеро роҳи илм роҳи рости ҳамвор нест, норавшану номуайян аст. Барои дар ин роҳ гом бардоштан аввал ба хубӣ доништан зарур аст, ки шумо чӣ масъаларо ҳал карданӣ ҳастед ва он ҳал ба чӣ бастагӣ дорад. Баъд дар қадами аввал шумо бояд ин ё он тахмин ба миён биёред. Ин гуна тахмин *фарзия* ном гирифтааст. Содатар гӯем, ҳар як фарзия як навъ пурсишест, ки дар пеши табиат гузошта мешавад.

Талаби нахустин аз шахси таҷрибагузор ин аст, ки ҳамин пурсишро дар як шакли барои табиат фаҳмо ба миён биёрад. Ин заруратро ҳанӯз Г. Галилей дарёфта, гуфта буд:

*Фалсафа дар Китоби муҳташама сабт аст, ки он дар пеши назари мо ҳамеша боз аст (ман Коинотро дар назар дорам), вале агар мо пешакӣ забони онро ёд нагирем, ҳарфҳоро навиштаҷоташро*

*нафаҳмем, фалсафаро дарк карда наметавонем. Забони фалсафа забони риёзиёт аст*

(Дар замони Галилей *фалсафа* гуфта физикаро мефаҳмиданд).

Ба гуфти дигар, таҷрибакорону табиатшиносон бо табиат бояд бо забони ӯ, ба воситаи ҳамон ҳарфҳову навиштаҷоти номбурдаи Галилей гуфтугӯ (суолу ҷавоб) кунанд. Ин ҳарфҳову навиштаҷот ҷисмҳоеанд, ки дар муҳити атрофи мо ҳастанд ва падидаҳоеанд, ки дар ин муҳит рух медиҳанд.

Шахси таҷрибакунанда бояд камубеш тасаввур кунад, ки таҷриба чӣ тавр сурат мегирад ва чӣ гуна сабабу сабабчаҳо ба ҳам омада, падидаи пажӯҳиданиро воқеъӣ мегардонанд.

Натиҷаи таҷриба ҳар хел буда метавонад. Вале ин чо мо на ҳама гуногуниҳои он натиҷаро муҳокима мекунем. Биёед ба ду чиз тавачҷух кунем:

а) Бигзор таҷриба тахмин ва пешгӯии шуморо ба кулӣ тасдиқ кунад. Дар ин маврид шумо ҳақ доред шодмонӣ кунед, ба ин маънӣ шодмонӣ кунед, ки *Худованд шуморо аз ақл бенасиб нагардондааст ва шумо фикр ронда, ба моҳияти падидаҳои табиӣ расидагӣ гирифта метавонед. Зинда бод ақли гиро!*

Чунин натиҷа шуморо фараҳманд месозад, шоҳроҳи пажӯҳишҳои баъдинаи шуморо равшантар мегардонад, шавқи шуморо ба ҷустуҷӯҳо зиёд мекунад.

б) Бигзор таҷрибаи шумо натиҷаи ғайриҷашмдошт диҳад. Дар ин сурат шумо бояд беш аз мавриди аввал шодмонӣ кунед, зеро агар натиҷа ғайриҷашмдошт бошад, имкон дорад, ки дар паси он қонуниятҳои ҳанӯз ошкорношудае ниҳон бошад (ки медонад, шояд кашфи он дар оянда танҳо ба шумо муяссар гардад).

Дигар ин ки натиҷаи ғайриҷашмдошт ҳам натиҷа аст, маънии муайян дорад ва ин ё он ҷиҳати ин ё он рӯйдоди табииро зоҳир мегардонад. Чунончи, борҳо мушоҳида кардаед, ки санг, кулӯҳ ё ҷӯберо хеле дур партофта метавонед, аммо варақи кушодаи қоғазро ҳатто ба масофаи 1-2 м дур андохтан муяссар намешавад. Вале агар варақро ғичим кунед, онро дуртар партофта метавонед.

Чӣ хулоса мегиред шумо аз ин чо? Фикр кунед. *Чӣ чизи ноаён аст ин чо, ки монети парвози қоғаз мегардад?*

Баъд шумо дар сари ин масъала боз фикр ронда, дарк мекунад, ки ҳамон чизи ноаён на танҳо парвози варақи кушода, балки парвози варақи ғичимшударо низ монет мегардад. Ин

шуморо водор месозад, ки хулосаи худро шакли кадре умумитар диҳед ва онро чунин баён кунед:

*Ин ҷо чизи дар чаим ноаёне вуҷуд дорад, ки парвози  
варақи когаз, варақи гичимиудаи когаз ва чизҳои  
дигари партофтшавандаро камубеи монез мешавад.*

Фикри шумо ба ҳамин чиз банд мешавад. Шабу рӯз, гоҳи бозӣ, пагоҳу бегоҳ, вақти мактаб рафтан фикри шуморо ҳамин масъала банд мекунад. Назди пири худ – омӯзгори физика меравед ва моҳияти масъалаеро, ки фикри шуморо банд кардааст, арз мекунад. Он кас аз пажӯҳишҳои шумо шод мешавад, албатта. Баъд каме ба фикр фуру рафта, роҳи шуморо кадре равшан месозад:

*Ҳама ҳодисаҳо, ҷони ман, дар ин ё он муҳит рӯй медиҳанд.  
Дар муойиноти худ ҳамин чизро низ ба назар бигир. Лек, агар ба  
хулосаи дуруст расида натавонӣ, таҷрибаи дигар бикун. Ман ба  
ту танҳо лавозимоти яке аз ин гуна таҷрибаҳоро мегӯям: як  
порчаи начандон фароҳи матоъи тунук ва як ҷӯбе, ки матоъро  
бар он баста, парчам (байрак) сохтан мумкин бошад. Давоми  
нек роҳатро!*

Шумо аз пеши устои худ берун омадед. Табъи шумо болида хоҳад буд, зеро омӯзгор таҷрибаи якуми шумо ва, умуман қисми аввали ҷӯйишҳои шуморо маъкул ёфт, шуморо ҷони ман гуфта, рӯҳбаланд кард. Ин амали падаронаву устодонаи омӯзгор дере нагузашта шуморо ба мурод мерасонад, хусусан, вақте ки шумо парчами ба гуфтаи ӯ сохтаи худро ин сӯ – он сӯ алвонҷ диҳед, мебинед, ки ҳамон чизи ноаён матоъи парчамро ба парпар кардану мавҷ задан водор мекунад ва буди (мавҷудияти) худро низ то дараҷае ошкор месозад.

Вале ҳар як «зарра»-и дониши нав, ҳар чихати асрори табиати саркаш танҳо барои касе ошкор мегардад, ки чашму гӯшу ҳуши ӯ барои дарк кардани навиҳо омода шуда бошад, яъне ӯ ба қадри кофӣ дониши табиатшиносанда андӯхта бошад. Агар шумо ин гуна дониш андӯхта бошед, дар яке аз лаҳзаҳои кушоиши кор дар заминаи гуфтаи устои худ дармеёбед, ки ҳамон чизи ноаёни монезшавандаи парвози когазу чисмҳои дигари партофтшаванда ҳаво аст – ин ҳамон муҳитест, ки дар бораи мавҷудияти он омӯзгор гоҳи раҳнамоӣ кардани шумо ишорат карда буд.

Тамоми фазои атрофи мо пури ҳавост. Ҳаво моддаи газии сабуку шаффофе мебошад, ки, метавон гуфт, ҳеч гоҳ қарорӣ

надорад, чунб мехӯрад, ҳаракат мекунад. Ҳаракати ҳаворо *шамол* мегӯянд. Шамоли суст (шамолак) барги дарахтонро алвонҷ медиҳад, сатҳи оби кӯлро водор месозад, ки охиста-охиста мавҷ занад; агар ҳаракати ҳаво қавитар бошад, лолазору гандумзорро ба ҳоли мавҷ задан меоварад, дарахтҳоро ин сӯ – он сӯ мечунбонад ва ғайра. Ҳаво дар сурати бо суръати боз ҳам баландтар ҳаракат кардан (шамоли сахт) метавонад, ки кулоҳи шуморо аз саратон рабуда, ким-кучо бубарад, боми биноҳоро барканад, дарахтҳои бузургро ба замин хобонад ва ғайра.

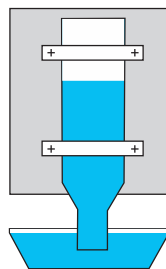
Ҳаво дар баробари ин ҳама харобкориҳо амалҳои савоб низ дорад: агар ҳаво намебуд, мо нафас гирифта ё садоеро шунида наметавонистем; дар набудани ҳаво бӯйеро ҳам шунидан илоҷ намедошт; маҳз ҳаво аст, ки парвози гулпараку парандаҳо, парвози чархболу ҳавопаймоҳоро имконпазир мегардонад ва ғайра.

Ҳамин тариқ, хонандаи азиз, аз як-ду таҷрибаи одӣ хеле дониш гирифтани ва малака ҳосил кардан мумкин аст.

*Таҷриба на танҳо меъёри ҳақиқат аст, балки воситаи муҳимми ба даст овардани дониши нав низ мебошад.*

### Машқ

Аз рас. 1.2 бармеояд, ки гӯё об аз шишаи вожгун (сарнагун) муддати дурударозе намерехта бошад. Шумо чӣ мегӯед? Агар ба фикри шумо ин тавр набошад, он гоҳ (ҳамин гуна дастгоҳ сохта) таҷриба кунед ва бинед, ки гуфтаи боло рост аст ё не. (Шарҳи хаттӣ тайёр кунед).



Рас. 1.2

## §1.7\*. Назарияҳо ва қонунҳои физикӣ

Дар чараёни омӯзиши хусусиятҳои ашё ва рӯйдодҳои гуногун ногузир пурсише ба миён меояд, ки чаро ин ё он ҳодиса маҳз он тавр рӯй медиҳад, ки мушоҳида шудааст?

Таҷриба ба ин гуна пурсиш посух дода наметавонад. Ин навъ пурсиш дар заминаи маҷмӯи нуктаҳои илмие шарҳ дода мешавад, ки онҳо дар натиҷаи ҷамъбасти кардани донишҳои алоқаманд бо ҳаракат ва ҳамтаъсири ҷисмҳои муойинашаванда ба даст омада, *назарияи физикӣ* ном гирифтааст. Ҳар

як назарияи физикӣ маҳсули таҳлили фарзияҳову таҷрибаҳо ва мулоҳизаҳои мебошад, ки аз замони ба миён омадани масъалаи муойинашаванда шакл гирифтааст.

Барои дарк кардани рӯйдодҳои физикӣ дар бисёр мавридҳо лозим меояд, ки *намунҳо* (моделҳо) ба кор бурда шаванд. *Намун* тимсоли ҳаёлии чиз ё падидаи физикиест, ки бо мақсади равшан гардонидани чихатҳои номуайяни он чиз ё падида шакл дода мешавад (чунонки мо дар бораи паланги тездандон аз рӯи ниҳоди гурбаи мискин тасаввур ҳосил мекунем).

Намунҳо дар сурате ба кор бурда мешаванд, ки дарки бевоситаи рӯйдоди таҳқиқшаванда имконпазир набошад ё душворӣ дошта бошад. Чунончи, намуने, ки бо номи *намуни атоми Резерфорд* (ба исми олими англис Резерфорд, 1871–1937) с.1911 бунёд шуда буд, имкон дод, ки сохти атом дар муқоиса бо сохтори Манзумаи Офтоб хубтар дарк шавад: дар ин наmun ҳар як атом аз электронҳои иборат доништа мешуд, ки гирди ҳастаи атом (гирди мағзи атом) гардиш мекарданд, монанди он ки Замин ва сайёраҳои дигари Манзумаи Офтоб гирди Офтоб гардонанд, яъне аз нигоҳи ин наmun андаруни атом дар мақоми Офтоб ҳастаи атом чой гирифтааст ва дар мақоми сайёраҳо электронҳо гардиш мекарданд. Аз ин рӯ намуни мазкур *намуни сайёраи атом* ном гирифт.

Бо вучуди ин ҳама аёнӣ ҳеч наmun рӯйдодҳои воқеӣ ро бекамукост инъикос карда наметавонад. Аз ин рӯ олимони дар баробари эҷод кардани наmunҳои нав мекӯшанд, ки наmunҳои пешинаро такмил диҳанд. Ҳамин буд, ки намуни номбурдаи атом дар ҷараёни пешрафти илм чанд бор такмил дода шуд: сараввал барои маънидод кардани пайвандҳои кимиёӣ атомҳо чун кураҳои чангақдор пиндошта мешуданд; дертар ин наmun бо намуни иваз шуд, ки атомҳо ба миллиардкураҳои дойимобархӯранда монанд мекард; баъд, вақте ки с.1911 Э. Резерфорд атомҳо ба василаи сели алфа-зарраҳо “рентген карда”, ба даруни онҳо “назар андохт”, (монанди он ки духтур ба воситаи дастгоҳи рентгенӣ даруни сандуки синаи шуморо муойина мекунанд), равшан гашт, ки атомҳо на мисли кураҳои чангақдоранду на мисли сақоҳои биллиард: атомҳо, чунонки гуфтем, ба Манзумаи Офтоб монандӣ доранд.

Агар ин ё он наmun дар ҷараёни такмил диданҳои паёпай то ҷойе инкишоф ёфта бошад, ки натиҷаҳои таҷрибавии дойираи муайяни рӯйдодҳо ба хубӣ шарҳ диҳад, мегӯянд, ки он наmun ба дараҷаи *назария* расидааст.

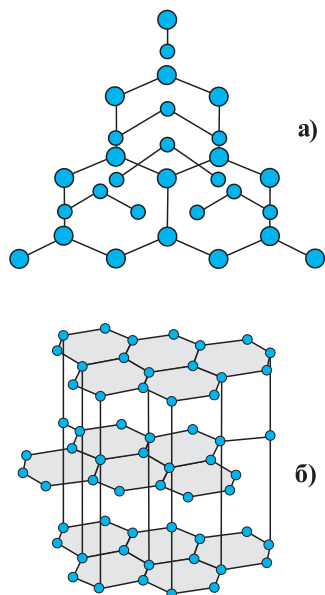
*Назарияи физикӣ гуфта маҷмӯи нуктаҳоеро мефаҳманд, ки дар ҷараёни умумият додани донишҳои физикӣ низоми муайян пайдо кардааст.*

Назария, агар ин гуна низом гирифта бошад, дойираи муайяни падидаҳои табииро шарҳ дода, ҷиҳатҳои гуногуни рӯхдоди онҳоро пешгӯӣ карда метавонад, яъне қудрати пешгӯӣ кардан дорад. Чунончи, назарияи ҳаракати ҷирмҳои осмонӣ метавонад дар асоси қонунҳои гирди Офтоб гардиш хӯрдани Замин ва радифи он (Моҳ) пешгӯӣ кунад, ки падидаи *гирифтти Моҳ* (*хусуф*, яъне пӯшида шудани рӯи Моҳ бо сояи Замин) ё *гирифтти Офтоб* (*кусуф*, яъне паноҳ гаштани Офтоб дар паси Моҳ) кадом солу моҳ, кадом рӯзу соату дақиқаву сония рӯи медиҳад. Мисоли инро шумо шояд дар филме дида бошед, ки дар он Абурайҳони Берунӣ гирифтти Офтобро пешгӯӣ кардааст.

Мисоли дигар. Шумо медонед, ки *алмос* ном модда саҳттарин ҷамод (минерал) аст ва дар қорҳои шишабурӣ, пармағарии чинҳои кӯҳӣ ва ғайра ба қор меравад. Шумо инчунин медонед, ки *графит* – ҳамон моддаи сиёҳе, ки милаи қалам аз он сохта мешавад, ба қадри кофӣ мулоим аст, он қадар мулоим аст, ки гоҳи бо қалам хат навиштан дар рӯи қоғаз из (пай) мегузорад, ҳарф менависад. Аммо, оё шумо медонед, ки ҳам алмос ва ҳам графит аз ҳамон як ҳел атомҳо – аз атомҳои карбон иборатанд? Хосиятҳои алмосу графит бо сохтори дарунии онҳо алоқаманд аст: атомҳои карбон дар алмос ба шакли аҳром (пирамида) ҷой мегиранду (рас.1.3, а) дар графит – ба тарзи қабат-қабат (рас.1.3, б).

Пас, аз ин ҷо ҳулосаи назарии муҳимме сар мезанад, ки дар шароити мусоид, масалан, дар фишору ҳарорати зиёд графит бояд ба алмос бадал шавад. Ин навъ “боядҳо”-ро бояд таҷриба тасдиқ ё рад кунад. Ин пешгӯӣ дар таҷриба тасдиқ гашт ва эҷоди алмосҳои сунъиро имконпазир гардонд.

Дар бораи қонунҳои физикӣ низ айни ҳамон ҷизҳоеро гуфтан мумкин



Рас. 1.3



аст, ки дар хусуси назарияҳо гуфтем. Шумо, хонандаи азиз, хангоми омӯзиши физика бо қонунҳои ҳаракат, қонуни ҷозиба, қонуни афтиши озодонаи ҷисмҳо ба рӯйи Замин ва ғайра шинос мешавед. Қонунҳои физикӣ як навъ ҷамъбаст, як навъ ҳулосае мебошанд, ки хусусиятҳои рӯйдодҳои табииро дар шакли таносубҳои риёзӣ ифода мекунанд. Қонунҳо, ки илми табиатшиносӣ муқаррар кардааст, (бар хилофи амалияи қонунҳои ҳуқуқӣ) на ба илтимосҳову пуштбониҳо бастагӣ доранду на ба обрӯву эътибори шахси санҷандаи қонун. Қонунҳои физикӣ ҳамеша дар ҳамон як шароит ҳамон як натиҷа медиҳанд. Маҳз ҳамин хусусият онҳоро мақоми қонун додааст. Имкони пешгӯйикунандагии қонунҳои физикӣ низ маҳз ба ҳамин хусусияти онҳо бастагӣ дорад.

Доништани назарияҳову қонунҳои физикӣ ва истифодаи қонунҳои тавонистани онҳо шуморо имкон медиҳад, ки рӯйдодҳои физикиро хубтар дарк бикунед ва он назарияҳову қонунҳоро дар арсаи меҳнат бо самари бештарин ба кор баред.

- ?
1. Намун (модел) чист? назария чӣ? қонун чӣ?
  2. Чӣ маънии фарохтар дорад: мафҳуми *назария* ё *қонун*?
  3. Шумо қудрати пешгӯйикунандагии ин ё он қонун ё назарияро дар чӣ мебинед?

## §1.8. Бузургиҳои физикӣ

*Бузургии физикӣ* (ё худ *камийяти физикӣ*) гуфта он гуна тавсифоти ҷеншавандаи ҷисмҳо ё падидахоро мефаҳманд, ки онҳоро (дар ҷараёни санҷиш) ба таври миқдорӣ ифода кардан имконпазир аст. Дарозӣ, роҳ, вақт, масоҳат, суръат, ҳаҷм, қувва, фишор, қор, вазн, ҳарорат,... – ҳамаи инҳо бузургии физикианд.

Шумо аз мушоҳидаҳои ҳаррӯза медонед, ки одами савори дучарха (велосипед) дар ҳамон як фосилаи вақт назар ба одами пиёда роҳи дарозтарро паймуда метавонад, мошини сабукрав дар ҳамон як муддати вақт назар ба дучархасавор масофаи боз ҳам зиёдтарро мепаймояд, зеро суръати зиёдтар дорад. Ин ҷо мафҳумҳои *фосилаи вақт* (муддати вақт), *роҳ* ва *суръат* бузургиҳои физикие ҳастанд, ки барои тавсиф кардани ҳаракати пиёдагард, савори дучарха ва ё мошин ба кор рафтаанд. Дарозии, масалан, қадди шумо низ бузургии физикӣ мебошад. Ва шумо аллакай медонед, ки қадди ҳамсинфҳои

шумо як хел нест – яке миёнақад, дигаре қадбаланд ва ғайра. Шумо агар миёнақадҳои синфи худро саф ораста, қадди онҳоро муойина кунед, мебинед, ки қадшон бисёр набошад ҳам, каму беш фарқ мекунад.

Бузургии физикие, ки қадди шумо ё, масалан, баландии синфхонаро ифода мекунад, *дарозӣ* аст.

Дарозӣ, *баландӣ* ё ягон бузургии физикии дигарро *чен кардан* ё худ *андозагирӣ кардан* он гуна маънӣ дорад, ки он бузургӣ бо бузургии ба худ монанди дигаре, ки чун *воҳид* пазируфта шудааст, муқоиса (қиёс) карда мешавад. Чунончи, дарозӣ ва паҳноии синфхонаро қадам (ё вачаб) карда, дидан мумкин аст, ки онҳо чандқадамианд ва аз якдигар чӣ қадар фарқдоранд. Дар ин гуна санҷиш қадам чун *воҳиди дарозӣ* ба кор меравад. Ҳамчунин, барои санҷидани миқдори маҳсулоти ғаллагӣ ва чизҳои обакӣ коса, пиёла, табақ ё ягон паймонаи дигарро истифода мекарданд ва ҳоло ҳам мекунад. Андозагирӣ ба воситаи ин навъ паймонаҳои ғайристандартӣ бадие надошта бошад ҳам, носаҳеҳ аст (шумо инро бе шарҳ фаҳмида метавонед, албатта).

Дигар ин ки дар ҳар кишвар барои ҳамон як бузургӣ воҳидҳо (паймонаҳо)-и гуногун ба кор бурда мешуд. Чунончи, барои ифода кардани дарозӣ дар ватани мо – Тоҷикистон воҳиде бо номи *газ* (баробари 91,5 см) истифода мешуду дар Русия *аршин* (71,12 см), дар Инглистон (Англия) *фут* (30,48 см) ва ғайра. Ин дарҳамбарҳамӣ мубодилаи молу мавод ва ҳисобукитобро душвор мегардонд. Густариши тиҷорат ва раванқи илму фан зарурати корбаст кардани воҳидҳои *барои ҳама кишварҳо ягонро* ба миён овард.

Фаҳмоист, ки агар интиҳоби воҳидҳо низом надошта бошад, дарҳамбарҳамӣ аз байн намеравад. Ҳатмист, ки воҳиди пазируфтани дар ҳама ҷабҳаҳои зиндагонӣ – заминсанҷӣ, бинокорӣ, кишоварзӣ, баҳрнавардӣ, тиҷорат ва ғайра қобили истифода бошад. Инчунин бисёр зарур аст, ки намуна ё худ *санча* (эталон)-и воҳиди қабулшаванда дар асари гармо ва сармову нами ҳаво тағйир наёбад. Барои он ки ин намуна гоҳи пасту баланд шудани ҳарорат ё тағйир ёфтани нами ҳаво ва омилҳои дигар кӯтоҳу дароз нашавад, занг нагирад, напӯсад, фарсуда нашавад, онро дар шароити муайян нигоҳдорӣ кардан мебошад. Барои ин дар ш. Париж, ш. Санкт-Петербург ва баъзе шаҳрҳои дигари дунё марказҳои махсуси нигоҳдошти баъзе намунаҳо таъсис дода шудаанд.

Қадами муҳим дар роҳи низом додани воҳидҳо эҷоди *Манзума* (система)-и *метрии паймонаҳо* (ММП) буд, ки онро 1-уми августи соли 1793 Фарҳангистони Фаронса пазируфтааст. Ин манзума бар ду воҳиди бунёӣ (воҳиди асосӣ) асос ёфта буд: яке – воҳиди дарозӣ, яъне *метр* ( $m$ ) ва дигаре – воҳиди масса, яъне *килограмм* ( $kg$ ). Ин ду воҳид чун санҷаҳое (эталонҳо) буданд, ки дар заминаи корбурди онҳо воҳидҳои серистеъмоли дигар, аз ҷумла, воҳиди масоҳат – *метри мураббаъ* ( $m^2$ ), воҳиди ҳаҷм – *метри мукааб* ( $m^3$ ), воҳиди гунҷойиш барои чизҳои обакӣ – *литр* ( $l$ ) ва ғайра эҷод шудаанд.

Баъд, вақте ки зарурати корбурди воҳидҳои нав ба нав ба миён омад, ба ҷойи ММП с.1960 манзумаи дигар – *Манзумаи байналмилалӣи воҳидҳо* (МБВ, ишорати байналмилалӣи SI аст – аз номи фаронсагии он Systeme international d'Unites) қабул шуд, ки ҳама воҳидҳои заруриро дарбар мегирад:

воҳидҳои ёдшудаи дарозӣ ва масса – 1  $m$  ва 1  $kg$ ,  
 вақт – *сония* ( $s$ ),  
 ҳарорат – *келвин* ( $K$ ),  
 қувваи ҷараёни электрикӣ – *ампер* ( $A$ ),  
 қувваи рӯшноӣ – *шамъ* ( $w$ ),  
 миқдори модда – *мол* ( $mol$ ).

Инҳоро *воҳидҳои асосӣ* ё худ *воҳидҳои бунёӣ* мегӯянд.

Воҳидҳои монанд ба метри мураббаъ ( $m^2$ ), метри мукааб ( $m^3$ ), ки дар заминаи воҳидҳои бунёӣ эҷод шудаанд, *воҳидҳои ҳосилавӣ* ном гирифтаанд.

Шаш воҳиди бунёии аввал мақоми санча (мақоми эталон) доранд. *Санча* олат, асбоб ё ягон воситаи дигарест, ки барои нигаҳдорӣ кардани ин ё он воҳид ба кор бурда мешавад. Санчаеро, ки дар ин ё он мамлакат ба сифати намунаи аввалия пазируфта шудааст, *санҷаи давлатӣ* (ё худ *стандартӣ давлатӣ*)-и ҳамон мамлакат меноманд.

1. Бузургии физикӣ (ё ин ки камийяти физикӣ) чист?
2. Ин ё он бузургии физикиро санҷидан чӣ маънӣ дорад?
3. Қимати бузургии физикӣ чист ва ба интихоби воҳиди бузургии физикӣ чӣ бастагӣ дорад?
4. Шумо аз оғози китоб то ин ҷо бо чӣ гуна бузургиҳои физикӣ ошно шудед?
5. Шумо дар байни мафҳумҳои қимати бузургии физикӣ ва андозаи бузургии физикӣ чӣ фарқ мебинед?



6. Оё шумо ягон бузургии физикиро ном бурда метавонед, ки он дар ин китоб ҳанӯз дучор наомада бошад?
7. Воҳиди бунёӣ (воҳиди асосӣ) чӣ гуна воҳид аст? воҳиди хосилавӣ чӣ?
8. Санча (эталон) чист? санчаи давлатӣ (стандартҳои давлатӣ) чӣ?
9. Сархарфҳои ҷидаи МБВ, SI ва ММП чиро ифода мекунанд?

## §1.9. Санҷиши бузургиҳои физикӣ

Шумо ҳар рӯз агар ба якдигар чизе гуфтани шавед, вожаҳои хурду бузург, кӯтоҳу дароз, пасту баланд, гарму сард, сабуку вазнин ва монанди инро даҳҳо бор бар забон меоред. Чунончи, мегӯед:

*Дина ман як моҳӣ гирифтаам,  
АНА ҲАМИН ҚАДАР КАЛОН БУД,  
Бародарам аз бозор як тарбуз овард, ОН ҚАДАР КАЛОН  
БУД, ки ман онро бардошта натавонистам*

ва ғайра. Аз ин гуфтаҳо чизеро фаҳмидан душвор аст. Чунончи, фаҳмидан осон нест, ки моҳии мисолшуда чӣ қадар калон будааст, нисбат ба чӣ калон будааст – нисбат ба бозичамоҳии шумо ё нисбат ба худи шумо.

Барои он ки гуфт (ин гуфтаҳо) фаҳмо бошад, мебояд, ки зарурати корбурди ададҳои дарк кунем, истифодаи ададҳои фаҳм кунем, ки то ин дам шумо дар дарсҳои риёзиёт бо онҳо сарукар доштед. Як мисол:

Агар шумо гӯед, ки *Ман дар мактаб мехонам*, ҳамсуҳбати шумо мефаҳмад, ки шумо ҳарфҳои мешиносед, хондану навиштан метавонед ва ғайра. Аммо агар гӯед, ки “*Ман дар синфи 7-ум мехонам*”, маълум мешавад, ки шумо 13–14-сола ҳастед ва дар баробари донишҷӯи ҳарфҳои тавонистани хондану навиштан боз ададҳои медонед, физика мехонед, баъзе таҷрибаҳои физикиро анҷом дода, рӯйдодҳои табииро кам ё беш фаҳмида, баъзеи онҳоро шарҳ дода метавонед ва ғайра.

Дидед, ки дар ин мисол адади 7 дар ҳамбастагӣ бо калимаҳои *синф* ва *хондан* (дар ҷумлаи “*Ман дар синфи 7-ум мехонам*”) адади хушқу ҳоли нест ва бисёр ҷиҳатҳои ҳаёти шуморо менамояд.

Хуб, ин навъ ҳамҷӯрии ададҳо, калимаҳо ва маъниҳо аз қучо, дар натиҷаи чӣ гуна амалҳои дарёфта (фаҳмида) мешавад?

Оё гуфтан мумкин аст, ки ин ё он хусусияти чисмҳо ё падидаҳои табиӣ андар ададҳо таҷассум ёфтааст?

Ба ин пурсишҳо мо то дараҷае дар бандҳои пешина, хусусан дар бандҳои 1.5 ва 1.6 посух додаем. Он посухҳоро дар шакли зайл ҷамъбаст кардан мумкин аст:

Маъниҳо ё хусусиятҳо ва ададҳо дар натиҷаи санчиши бузургҳои физикӣ бо ҳамдигар алоқамандӣ пайдо мекунанд. Шумо ин ҷо, агар каме андеша кунед, мисоли бисёр ёфта метавонед. Чунончи, агар як сониясанҷ дошта бошед, метавонед ҳамсинфҳои худро ба мусобика дароварда, бубинед, ки ҳар яки онҳо масофаи 100 м-ро дар чанд сония метозад. Дар ин маврид шумо ададҳои ифодакунандаи масофаро бо ададҳои алоқаманд мегардонед, ки муддати тохтро ифода мекунанд. Ин ададҳо дараҷаи давандагии ҳамсинфҳои шуморо инъикос мекунанд.

Ҳамин тариқ, метавон гуфт, ки ҳаёти мо пур аз санчиш аст. Вақте ки кӯдак ба дунё меояд, доя ба модари ӯ мегӯяд:

*“Меҳмони нав муборак бошад!*

*Вазни он кас се килову ҳаитсад гиром аст.*

*Саъдахтар бодо!”*

Яъне санчишҳои физикӣ барои ҳар яки шумо аз худи зод-рӯз оғоз меёбанд. Дар рӯзҳои аввали баъди зода шудан ҳар дам ҳарорати бадани шуморо чен карда, мегӯянд: 36,6 дараҷа аст; ҳар ҳафта ё ҳар моҳ қадди шуморо санчида, мегӯянд, ки *фалон сантиметр дароз шудааст* ва ғайра. Сипас, вақте ки шумо калонакак шуда, бисёр чизҳоро мефаҳмед, мебинед, ки дарвоқеъ ҳам ҳаёти мо пур аз санчиш аст:

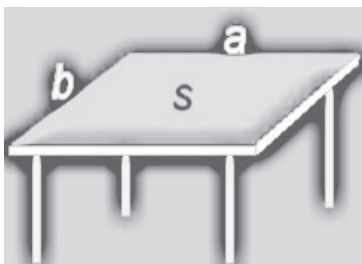
модари шумо гоҳи хӯрокпазӣ миқдори пиёзу сабзӣ, гӯшту биринҷ, равғану об ва ғайраро чен ё баҳодод мекунад;

ҳар чизе, ки кишоварзону фурӯшандаҳо ба якдигар медиҳанд ё мегиранд, ҳама ба миқдори муайян аст, ҳисоб дорад, яъне чен карда шудааст;

бинокорон бе амали андозагирӣ ҳеҷ гуна иншоот бино карда наметавонанд;

омӯзгорон низ дониши шуморо ҳар рӯз ба навъе месанҷанд ва ғайра.

Барои хуб анҷом додани ин ё он санчиш тасаввур кардан зарур аст, ки шумо чиро муайян кардан мехоҳед ва барои ин кадом бузургҳоро чен кардан лозим аст. Дар ҳар гуна санчиш ҳамбастагии бузургҳои физикии санҷиданӣ ва бузургҳои бо онҳо алоқамандро дар мадди назар доштан зарур меояд.



Ҳамбастагии бузургиҳоро доништан хусусан аз он рӯ зарур аст, ки санчишҳо ду навъ мешаванд – бевосита ва бавосита.

Санчишро *санчиши бевосита* мегӯянд, ки дар он бузургии физикии ченшаванда бо ин ё он асбоб бевосита санчида (чен карда) мешавад, мисли он ки шумо

дарозии майдончаи варзишро бо навори дарозисанҷӣ ё вақтро бевосита бо *сониясанҷ* чен мекунед.

Вале бо ин тарзи осон на ҳама бузургиҳоро санчидан муяссар мегардад. Дар ин сурат бузургии санчиданиро аз рӯйи натиҷаи санчиши бузургиҳое меёбанд, ки онҳо бо бузургии санчиданӣ алоқамандии муайян доранд. Чунончи, барои ёфтани масоҳати рӯйи миз дарозӣ ва бари он  $a$  ва  $b$ -ро чен кардан кофист: шумо аз дарсҳои риёзӣ медонед, ки ҳосили зарби  $a \cdot b = S$  ҳамон масоҳати матлубро ифода мекунанд. Ин навъ санчишро *санчиши бавосита* мегӯянд.

Барои тавсифи миқдорӣ додани бузургиҳои физикӣ қимати онҳоро доништан зарур аст.

*Қимати бузургии физикӣ* гуфта ададери мефаҳманд, ки ҳам қимати ададӣ ва ҳам воҳиди бузургии физикиро дарбар дорад. Вақте гӯянд, ки *дарозии варақи дафтар бисту як сантиметр аст* ва онро ба шакли  $l = 21$  см нависанд, шумо онро бояд чунин бифаҳмед: ин ҷо 21 қимати ададии дарозии варақи дафтар асту “см” ишорати воҳидест, ки дарозии варақи дафтар бо он ифода карда шудааст.

Дар миёни *қимати бузургии физикӣ* ва мафҳуми *андозаи бузургии физикӣ* низ фарқе ҳаст: андозаи бузургии физикӣ як ҷиҳати табиӣ, як ҷиҳати воқеъии ашро ифода мекунанд ва ба ин вобаста нест, ки мо онро чен кардаем ё не, медонем ё не; вале қимати бузургии физикӣ ба интиҳоби воҳид бастагӣ дорад. Агар мо дарозии ҳамон дафтарро на бо сантиметр, балки бо метр ( $m$ ) ифода кунем, яъне  $l = 0,21$  м нависем, қимати бузургӣ тағйир меёбад, ҳол он ки андозаи дафтар тағйир наёфтааст. Пас, бидонед, ки қимати бузургии физикӣ ба интиҳоби воҳиди ифодакунандаи он бузургӣ бастагӣ дорад.

Акнун, ки мо маънии бузургиҳои физикӣ, санчиши онҳо ва қоидаҳои умумии сабт кардани натиҷаҳои санчишро камобеш медонем, биёед, бинем, ки дар анҷом додани ин ё он санчиш чӣ қадар хато меравад.

Аммо аввал ин пурсишҳоро посух гӯед.

1. Ин ё он бузургии физикиро чен кардан (санчидан) чӣ маънӣ дорад?
2. Истифодаи ададҳо дар санчиши бузургҳои физикӣ чӣ зарурат дорад?
3. Оё шумо метавонед, ки зӯри чанд ҳамсинфи худро бисанҷед? Барои ин чӣ гуна бузургҳои физикиро чен кардан зарур аст?
4. Санчишҳои бевосита чӣ гуна санчишанд?

## §1.10. Сабти натиҷаҳои санчиш. Воҳидҳои каратӣ ва ҳиссавоҳидҳо

Дар амалияи ҳисобукитоб ва ҷамъбаст кардани натиҷаи санчишҳо ва сабт гардонидани онҳо гоҳо лозим меояд, ки бо ададҳои хурду бузург сарукар бигирем.

Шумо медонед, ки барои бо ягон тарзи дигар ифода кардани адади 10 ҳоҷате нест, зеро ин сабт худ сода аст. Вале ададҳои 100 ва 1000-ро ба шакли  $10^2$  (яъне даҳ бо дараҷаи ду ё даҳ ба тавони ду) ва  $10^3$  (даҳ ба тавони се) навиштан мумкин аст.

Ҳамчунин, 10000, 100000, 1000000,...-ро ба шакли  $10^4$ ,  $10^5$ ,  $10^6$ ,... овардан навиштро осон мекунад, зеро ҷойи кам мегирад ва ҳисобукитоб низ осон мешавад. Чунончи, агар зарби ададҳои 1000 ва 1000-ро дар шакли  $1000 \cdot 1000 = 1000000$  нависем, барои хондани он адади сифрҳоро шуморидан лозим меояд. Аммо агар 1000-ро дар шакли  $10^3$  ва зарбро ба шакли  $1000 \cdot 1000 = 10^3 \cdot 10^3 = 10^6$  нависем, мебинем, ки пас аз адади 1 шаш сифр омадааст. Монанди ҳамин, зарби ададҳои 100 000 ва 1000 000-ро чунин ифода кардан «хондан»-ро осон мекунад:

$$100000 \cdot 1000000 = 10^5 \cdot 10^6 = 10^{11}.$$

Аз ин ҷо қоидаи умумие сар мезанад, ки дар сурати зарб задани ин гуна ададҳо *дараҷаҳои 10 ҷамъ мешаванд*. Ин тарзи навиштро *навишти стандартӣ* мегӯянд.

Хуб, *адади 500 000-ро чӣ тавр сабт кардан мебояд?*

Посух ин аст: Азбаски  $500\,000 = 5 \cdot 100\,000$  мебошад, пас,  $500\,000 = 5 \cdot 10^5$  аст.

*Пурсиш:* Ҷирми Замин 6 000 000 000 000 000 000 000 000 кг аст. *Ин ададро дар шакли стандартӣ чӣ тавр нависем?*

*Посух:* Дар заминаи мисоли боло адади номбурдаро дар шакли  $6 \cdot 10^{24}$  кг сабт кардан мебояд.

*Пурсиш:* Адади 523 000-ро чӣ тавр сабт мекунад?

*Посух:*  $523\ 000 = 5,23 \cdot 10^5$ , яъне дар ин маврид баъди рақами аввал вергул гузошта, баъд рақамҳои маънидор (дар мисоли мо рақамҳои 2 ва 3)-ро менависанд (сифр рақами маънидор нест) ва, сипас, аломати зарб гузошта, 10 менависанд ва дар дараҷаи он миқдори рақамҳоеро нишон медиҳанд, ки онҳо баъди рақами маънидори аввал омадаанд (мисоли охир аз ин гуна рақамҳо панҷто дорад).

*Пурсиш:* Офтоб аз Замин  $149\ 600\ 000\ 000$  м дурӣ дорад. **Ин ададро чӣ тавр нависем?**

*Посух:*  $149\ 600\ 000\ 000$  м =  $1,496 \cdot 10^{11}$  м

ё ин ки тақрибан  $1,5 \cdot 10^{11}$  м.

Хуб, мо қоидаҳои сабти чанд адади бузургро фаҳмидем.

Аммо, **ададҳои хурди 0,1 ва 0,01 ё 0,4 ва 0,024 ё ададҳои монанди инро ба чӣ сурат сабт мекунам?**

Даҳяк (0,1)-ро чун  $1/10$  ё ба шакли дараҷагӣ чун  $10^{-1}$  ифода кардан мумкин аст. Пас, адади *сабт* (0,01) бояд ба ин тарз навишта шавад:

$$0,01 = \frac{1}{100} = 10^{-2}$$

Сабти ададҳои 0,4 (*даҳчор* ё худ чор даҳяк) ва 0,024 (*бисту-чор ҳазоряк*) дигаргунатар аст:

$$0,4 = \frac{4}{10} = 4 \cdot \frac{1}{10} = 4 \cdot 10^{-1},$$

$$0,024 = \frac{24}{1000} = 24 \cdot \frac{1}{1000} = 24 \cdot 10^{-3}$$

ё ин ки

$$24 \cdot 10^{-3} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{10}{10} = \frac{24}{10} \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 2,4 \cdot 10^{-2},$$

яъне  $24 \cdot 10^{-3}$  ва  $2,4 \cdot 10^{-2}$  айни якдигаранд.

*Пурсиш:* **Чӣ,  $10^{-3} \cdot 10 = 10^{-2}$  аст?**

*Посух:* Бале, чунин аст, зеро дар зарби ададҳои, ки асоси якхела доранд, дараҷа (дар мисоли мо  $-3$  ва  $+1$ ) бо назардошти аломати онҳо ҳам мешаванд. Чунончи:

$$10^{-6} \cdot 10^4 = 10^{-2}, \quad 10^{-5} \cdot 10^4 = 10^{-1}, \quad 10^{-4} \cdot 10^4 = 10^0 = 1.$$

Бале,  $10^4 \cdot 10^{-4} = 10^0 = 1$  мебошад. Иббот ин аст:



$$10^4 \cdot 10^{-4} = \frac{10^4}{10^4} = 1.$$

Фаҳм кардед ин исботро? Амалҳои дигарро дар ҷойҳои баён мекунем, ки зарурат ба миён ояд.

Ҷадв.1.1. Пешвандҳои номи воҳидҳои бузургҳои физикӣ				
Қимати ададии бузургии физикӣ (ном)		Сабти мухтасар	Пешванди номи воҳид	Ишорати пешванд
Барои воҳидҳои қаратӣ				
1 000 000 000 000	(триллион)	$10^{12}$	тера	Т
1 000 000 000	(миллиард)	$10^9$	гига	Г
1 000 000	(миллион)	$10^6$	мега	М
1 000	(ҳазор)	$10^3$	кило	к
100	(сад)	$10^2$	ҳекто	ҳ
10	(даҳ)	$10^1$	дека	да
Барои ҳиссаҳои воҳидҳо				
0,1	(дахяк)	$10^{-1}$	деси	д
0,01	(садык)	$10^{-2}$	сантӣ	с
0,001	(ҳазоряк)	$10^{-3}$	милли	м
0,000001	(миллионяк)	$10^{-6}$	микро	мк
0,000 000 001	(миллиардяк)	$10^{-9}$	нано	н
0,000 000 000 001	(триллионяк)	$10^{-12}$	пико	п
...		...	...	...

Ҳаминҳоанд тарзҳои сода ва мухтасари ифода кардани ададҳои хурду бузург. Бар замми ин гуфтаҳо имкони дигаре низ ҳаст, ки қимати ададии бузургҳои физикиро боз ҳам кӯтоҳтар ифода кунем (чанд мисол):

$$1000 \text{ м} = 10^3 \text{ м} = 1 \cdot 10^3 \text{ м} = 1 \text{ километр} = 1 \text{ км};$$

$$10\,000 \text{ м} = 10 \cdot 10^3 \text{ м} = 10 \text{ километр} = 10 \text{ км};$$

$$0,05 \text{ м} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 5 \text{ сантиметр} = 5 \text{ см};$$

$$3000 \text{ г} = 3 \cdot 10^3 \text{ г} = 3 \text{ килограмм} = 3 \text{ кг};$$

$$0,003 \text{ г} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ г} = 3 \text{ миллиграмм} = 3 \text{ мг}, \dots,$$

яъне адади  $10^3$ -ро *кило...* (ё *ҳазор...*) гуфтаанду адади  $10^{-2}$ -ро *сантӣ...* (ё худ *садык...*) ва ғ. Баъзеи ин пешвандҳо дар ҷадв. 1.1 омадааст. Ин тарзи навишт имкон медиҳад, ки қиматҳои ададӣ хеле сода сабт шаванд:

$$1 \cdot 10^{-9} \text{ м} = 1 \text{ нм (нанометр)};$$

$$2 \cdot 10^{-6} \text{ с} = 2 \text{ мкс (микросония)};$$

$$4,1 \cdot 10^6 \text{ г} = 4,1 \text{ Мг (мегаграм, мегаграмм)}, \dots$$

Дар омади гап, бузургии  $10^6 \text{ г} = 10^3 \cdot 10^3 \text{ г} = 10^3 \text{ кг}$  аст, номи махсус низ дорад – онро *тон* мегӯянд ва бо ҳарфи хурди “*т*” ишорат мекунанд, яъне ба ҷойи 4,1 *Мг* маъмулан 4,1 *т* мегӯянд ва менависанд.

Дарозии баробар ба масофаи байни Замин то Офтоб, ки  $149,6 \cdot 10^6 \text{ км}$  аст, низ номи махсус гирифтааст – онро *воҳиди нучумӣ* (ВН) мегӯянд:

$$149,6 \cdot 10^6 \text{ км} = 1\text{ВН}.$$

Ин гуна воҳидҳо ба ягон манзума (система)-и воҳидҳо тааллуқ надоранд – инҳоро *воҳидҳои ғайриманзумӣ* мегӯянд. Дақиқа (*дақ*), соат (*ст*), шабонарӯз ё шаборӯз (*шр*), ҳафта, моҳ, сол, аср низ ба ҷумлаи воҳидҳои ғайриманзумӣ дохиланд.

Хонандаи азиз! Бовар дорем, ки шумо маънӣ ва андозаи ин воҳидҳо ро бе ёрмандии омӯзгор низ дармеёбед.

1. Ададҳо ба *шакли стандартӣ* сабт кардан чӣ маънӣ дорад?
2. Адади сонияҳои 1 *ст*-ро дар шакли стандартӣ чӣ тавр сабт мекунанд?
3. Пешвандҳоеро, ки дар номи воҳидҳои каратии зерин омадаанд, дар шакли қушода (яъне ба воситаи яке аз ададҳои  $10^1$ ,  $10^2$ ,  $10^3$  ва ғ.) ифода кунед: декалитр, километр, хектограм, мегаграм (*тон*).
4. Пешвандҳои дар номи ҳиссаҳои зерин омадаро дар шакли қушода нависед: десиметр, миллиметр, сантиграм, микрограм, наносония.
5. Ададҳои зеринро ба воситаи пешвандҳои ҷадв. 1.1 ба шакли стандартӣ нависед:  
 $0,0000000106 \text{ см}$  (андозаи атоми ҳидроген),  
 $0,000000023 \text{ см}$  (андозаи молекулаи ҳидроген),  
 $149957870,5 \text{ км}$  (1 воҳиди нучумӣ),  
 $397\ 300\ 000\ 000\ 000 \text{ км}$  (дурии ситораи ба мо наздиктарини Осмон, яъне Шабоҳанг – он ки ба лотинӣ Сириус ном гирифтааст).

## §1.11. Хатои санҷиши бузургиҳои физикӣ

Санҷишҳои физикӣ ба воситаи асбобҳои гуногун – хаткашак, навори дарозисанҷӣ, тарозу, соат, ҳароратсанҷ ва ғайра анҷом дода мешавад. Аммо **ҳеҷ санҷиширо бе ғалат анҷом додаш мумкин надорад**. Ин бесабаб нест, зеро ҳама гуна асбоб, бо вучуде ки бо камоли ҳунармандӣ ва дақиққорӣ сохта шуда бошад, ба дараҷаи мутлақ дақиқ буда наметавонад. Дурустии натиҷаи санҷиш ба омилҳои гуногун бастагӣ дорад: носаҳеҳ будани микёс (шкала)-и асбоби санҷиш, тағйирпазир будани бузургии ченшаванда, нодуруст сабт кардани натиҷаҳо, бедқиқатӣ кардани шахси таҷрибакунонда ва ғайра.

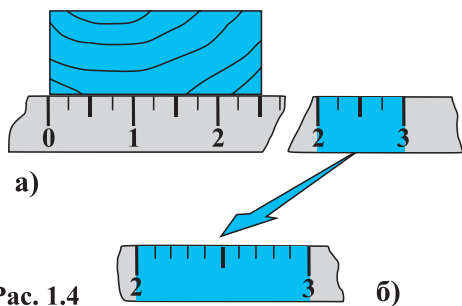
“Пас, – метавонед бигӯед шумо, – ҳар қадаре ки мо саъй кунем, гоҳи санҷидани дарозӣ, ҳаҷм, ҳарорат ва бузургиҳои физикии дигар хатоҳо ба таври ногузир рӯй медиҳанд?”

“Оре, рӯй медиҳанд!” мегӯяд омӯзгор, зеро медонад, ки масалан, дар сурати чен кардани бари шишаи тиреза натиҷаҳо гуногун меоянд (шиша дар ҳар ҷо ҳар хел пахноӣ дорад). Ё ин ки, агар шумо ҳарорати ҳаворо дар ҳар ҷойи ҳавлӣ чен кунед, мебинед, ки барои ҳар ҷо ҳар хел қимат ҳосил мешавад ва ғайра.

Модом ки санҷишҳо дар ҳар маврид натиҷаи ҳархела диҳанд, пас, зарур аст, ки мо дар сабти натиҷаҳо қоидаҳои муайяно риоя кунем, то ки натиҷаҳои сабткардаи моро дигарон низ хонда ва фаҳмида тавонанд.

Ба рас. 1.4 зехн монед. Ин ҷо ғӯлаҷӯбе тасвир ёфтааст, ки дарозии онро бо хаткашак санҷидан мебоянд. Санҷиши дарозӣ, чунонки акнун шумо медонед, осон аст: барои ин нуқтаи сифрии хаткашакро дар ростии канори ғӯлаҷӯб ҷой дода (рас. а), бинед, ки нӯги дигари он ба кадом тақсимоти хаткашак рост меояд. Рақамҳои рӯйи хаткашак дарозиро бо см ифода мекунанд. Пас, ғӯлаҷӯб тақрибан 2,5 см дарозӣ доштааст.

Хуб, ин натиҷаро чӣ тавр сабт кунем?



Рас. 1.4

Пеш аз он ки ба ин пурсиш посух диҳем, бояд шароити санҷиш (шароити таҷриба) ва сифати асбоби санҷиширо бидонем, бояд бидонем, ки як тақсимоти микёс (шкала)-и асбоб ба чанд ҳиссаи як воҳиди бузургии ченшаванда баробар аст.

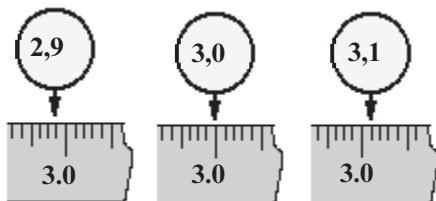
Ин чо «як тақсимот» он гуна қимати ададии бузургии санҷиданиро ифода мекунад, ки он ба як хонаи байни ду хатчаи ҳамсои рӯи миқёси асбоб рост меояд. Дар мисоли мо ба сифати асбоби санҷиш хаткашаки одӣ истифода шудааст ва як тақсими он ба 1мм (0,1см) баробар аст. Мо инро донем ҳам, гуфта наметавонем, ки натиҷаи ҳосилшуда, яъне ҳамон 2,5 см чӣ дараҷа дуруст аст, зеро ба сабаби маълум набудани дарозии ҳақиқии ғӯлачӯб мо хатои мутлақи санҷиш, яъне қимати бо аломати мусбат ифодашудаи фарқи байни дарозии ҳақиқии ғӯлачӯб (ДФ) ва қимати ченшудаи он (2,5 см), яъне модули |ДФ – 2,5 см|-ро ёфта наметавонем.

Илоҷ ку? Илоҷ ҳаст ва ин аст: барои ҳар санҷиш (ё гурӯҳи санҷишҳои якгун) хатои санҷишро ёфта ё онро баҳо дод карда тавониш зарур аст (ин мазмун дар банди оянда баррасӣ хоҳад шуд).

1. Хатои санҷиш чӣ маъниро ифода мекунад ва онро донишҷӯ чӣ зарурат дорад?
2. Асбоби санҷиш умуман чӣ вазифа дорад?
3. Як тақсими миқёс (шкала)-и асбоби санҷиш чиро ифода мекунад?
4. Миқёси ин ё он асбоби санҷишро чӣ тавр дараҷабандӣ мекунад?

## §1.12. Хатоҳои мутлақ ва нисбӣ

Амалияи муайян карда тавониш хатоҳое, ки дар санҷидани бузургиҳои физикӣ ба миён меояд, тақозо мекунад, ки шахси таҷрибакунанда ба дараҷаи кофӣ маҳорати андозагирӣ (чен) қардан дошта бошад. Имкони ба даст овардани натиҷаи хубтарин, яъне имкони бо хатои камтарин ҳосил кардани натиҷаи санҷиш ба сифати асбоби санҷиш низ бастагӣ дорад.



Рас. 1.5

Бигзор, дарозии ғӯлачӯbero муайян қардан лозим бошад, ки мо онро дар банди пешина мисол овардем. Бигзор, дарозии аслии ғӯлачӯб расо 30 мм бошад, вале мо ин андозаро пеш аз санҷидани дарозии ғӯлачӯб

надонем. Натиҷаи санҷиш расо 30 мм (3,0 см), қадре камтар, чунончи, 29 мм, қадре зиёдтар, масалан 31 мм ва ғайра буда метавонад. Фарз кунем, ки дар санҷиши мо натиҷаи тақрибии 3,0 см ҳосил ояд.

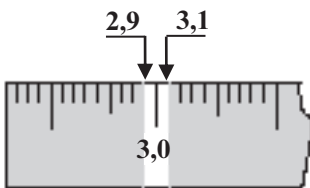
Масъала иборат аз муайян кардани ин аст, ки натиҷаи санҷиш ба қимати аслии дарозии ғӯлачӯб чӣ қадар наздикӣ дорад ва онро бо қимати аслии чӣ тавр алоқаманд кардан зарур аст ё, ба гуфти дигар, кадом натиҷаи рас. 1.5 дуруст аст.

Фарқи натиҷаи санҷишро аз қимати ҳақиқии дарозии ғӯлачӯб ( $DF$ ) хатои мутлақи санҷиш ё мухтасаран *хатои санҷиш* мегӯянд. Дар ин маврид хатои санҷишро баробари бузургии мегиранд, ки хатои мутлақ аз он зиёд буда наметавонад. Дар мисоли мо ба сифати ин гуна бузургӣ як хонаи миқёси хаткашакро (ки 0,1 см мебошад) гирифтани мумкин аст. Дар ин маврид мегӯянд, ки хатои мутлақи қимати таҷрибавӣ, яъне қимати тақрибии 3,0 см на бештар аз ҳамон 0,1 см аст ва онро чунин сабт мекунанд:

$$|DF - 3,0| \leq 0,1. \quad (*)$$

Ин навишта ро мехонем: Адади 3,0 қимати тақрибии дарозии ғӯлачӯбро бо см-ҳо ба дурустии то 0,1 ифода мекунанд. Ифодаи (\*)-ро ба ин сурат навиштан мумкин аст:

$$DF = (3,0 \pm 0,1) \text{ см} \quad (**)$$



Рас. 1.6

Ин ҷо адади 3,0 қимати дар натиҷаи санҷиш ҳосилшудаи дарозии ғӯлачӯб асту адади 0,1 – хатои мутлақи санҷишҳо. Пас, навиштаи (\*\*) онро ифода мекунанд, ки қимати аслии дарозии ғӯлачӯб  $DF$  дар байни қиматҳои  $3,0 - 0,1 = 2,9$  см ва  $3,0 + 0,1 = 3,1$  см, яъне дар фосилаи сафеди рас. 1.6

меҳобад.

Ин гуфтаро шакли умумӣ низ додан мумкин аст: Агар бузургии номуайяни  $x$  ба ягон бузургии  $A$  тақрибан баробар бошад ва хатои мутлақи қимати тақрибии  $A$  на бештар аз ягон қимати  $a$  бошад, бузургии  $A$ -ро “қимати тақрибии  $x$  ба дурустии то  $a$ ” мехонанд ва чунин сабт мекунанд:

$$x \approx A \text{ ба дурустии то } a.$$

Пас, дарозихоро бо хаткашаки миллиметритақсимот ба дурустии то 0,1 см чен кардан душвор набудааст.

Агар шумо ин ё он дарозиро дақиқтар, масалан, ба дурустии то 0,1 мм (= 0,01 см) чен карданӣ бошед, бояд асбоберо ба кор баред, ки **милипаргор** ё худ **итангенпаргор** (русӣ: *итангенциркуль*; ингл.: *caliper*) ном дорад.

**Резанҷ** (микрометр) ном асбобе низ ҳаст, ки бо он андозаи чизҳои хурд (чизҳои рез)-ро боз ҳам дақиқтар – ба дурустии то 0,01 мм (= 0,001 см) чен кардан имкон дорад.

Дар баробари хатой номбурда хатое бо номи **хатой нисбӣ** низ истеъмоли мешавад. Хатой нисбӣ ба нисбати бо дарсадҳо (бо %-ҳо) ифодашудаи хатой мутлақ қимати тақрибии бузургӣ ченшуда бар модули ҳамон қимати тақрибӣ баробар аст. Ба иборати дигар,

$$\text{Хатой нисбии адади } a = \frac{x - a}{a} \cdot 100\%;$$

Ҳосили тарҳи  $x - a$  маънои **хатой санҷиши** дорад;  $a$  ададест, ки чун қимати тақрибии бузургӣ  $x$  муойина мешавад ва  $x$  қимати дурусти бузургӣ  $a$  мебошад. Фарқи  $x - a$ -ро **хатой мутлақ** низ мегӯянд.

**Масъала.** Санҷиши дарозии муқоваи кушодаи китоби физика  $L$  ва ғафсии 100 вараки он  $b$  бо хаткашаки миллиметритақсимот натиҷаи зайл дод (бо см):  $L = 34,1$  ба дурустии то 0,1;  $b = 1,2$  бо ҳамон дурустӣ.

Дар ин санҷишҳо чӣ қадар хато (хатой нисбӣ) рафтааст?

*Ҳал.* Хатой мутлақ дар ҳарду санҷиш ҳамон як бузургӣ дорад: 0,1. Аммо ҳамин бузургӣ 0,1 нисбат ба 1,2 тақрибан 8,3% асту нисбат ба 34,1 – ҳамагӣ 0,3%, яъне

$$\begin{aligned} \text{Хатой нисбӣ} &= \frac{\text{Хатой мутлақ}}{\text{Қимати тақрибӣ}} \cdot 100\% = \frac{0,1}{1,2} \cdot 100\% \approx 8,3\% \text{ барои} \\ \text{муқова ва} & \frac{0,1}{34,1} \cdot 100\% \approx 0,3 \text{ барои } 100 \text{ варақи китоб} \end{aligned}$$

Ин ҷо аломати “ $\approx$ ” маънои “тақрибан баробари...” дорад.

Биёед, натиҷаҳоро бихонем: дарозии муқоваи кушодаи китоб бо хатой нисбии 8,3% санҷида шудаасту ғафсии сад вараки он – бо хатой нисбии 0,3%.

Хуб, кадомин хато аёниатар аст, яъне сифати санчишро равшантар ифода мекунад – хатои мутлақ ё хатои нисбӣ?

Биёед се чизеро, ки андозахошон мувофиқан 1 см, 50 см ва 100 см аст, аввал бо навори дарозисанҷӣ андозагирӣ кунему баъд бо хаткашаки миллиметритаксимот ва бубинем, ки хатоҳо чикадарианд. Натиҷаҳо дар ҷадв. 1.2 оварда шудаанд.

Хатои мутлақ ҳамчени як тақсимооти асбоби санчиш, яъне барои навори дарозисанҷӣ 0,5 см ва барои хаткашак 0,1 см гирифта шудааст. Чунонки мебинем, ба қадри кӯтоҳ шудани дарозии санҷиданӣ хатои нисбӣ зиёд мешавад – ин он гуна маънӣ дорад, ки бо ҳамон як асбоби санчиш дарозии, масалан, 50 см-ро назар ба дарозии 1 см дақиқтар санҷидан мумкин аст, ҳол он ки хатои мутлақ дар ҳарду маврид як аст. Ҳамин аст посухи он ки кадомин санчиш дурусттар анҷом дода шудааст.

Аз муойинаи ҷадв. 1.2 хулосаи муҳими дигаре низ бармеояд: чизҳои хурдандозаро бо асбобе санҷидан хубтар аст, ки микёс (шкала)-и он тақсимооти ҳарчи хурдтар дошта бошад – дар ин сурат санчишро хубтар анҷом додан имкон дорад.

Ҷадв.1.2. Муқоисаи хатоҳои мутлақ ва нисбӣ

Андозаи ашё (см)	Хатои мутлақ (см)	Хатои нисбӣ (%)
Бо навори дарозисанҷӣ		
100 см	0,5	0,5
50 см	0,5	1,0
1 см	0,5	50,0
Бо хаткашак		
100 см	0,1	0,1
50 см	0,1	0,2
1 см	0,1	10,0



1. Хатои мутлақ чӣ гуна хато аст? онро аз рӯйи чӣ меёбанд?
2. Хатои нисбӣ чист? онро чӣ тавр меёбанд?
3. Хатоҳои мутлақ ва нисбиро чӣ тавр сабт кардан меояд?
4. Дурустӣ (саҳеҳият)-и санчишҳои физикӣ бо қимати як тақсимооти микёс (шкала)-и асбоб чӣ бастагӣ дорад?
5. Дар санчишҳои физикӣ чӣ гуна омилҳо боиси сар задани хатоҳои мегарданд?
6. Кадомин хато аёниатар аст – хатои мутлақ ё хатои нисбӣ?
7. Чӣ чора андешидан меояд, ки ҳангоми таҷриба кардан натиҷаҳо бо хатои камтарин чен карда шаванд?

## Машқ

1. Як тақсимооти ҳароратсанҷи тиббӣ 0,1 °C аст. Ин асбоб ҳароратро ба чӣ дурустӣ нишон дода метавонад?
2. Як тақсимооти резсанҷ (микрометр) 0,01 мм аст. Оё бо ин асбоб ғафсии варақи китобро ба дурустии 0,005 мм чен кардан имкон дорад?

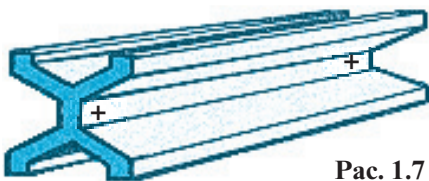
## §1.13. Санчиши дарозихо ва масофаҳо

Шумо акнун медонед, ки санчиши дарозихо (ва) ё масофаҳо назар ба ҳама санчишҳои дигар бештар зарур меояд.

Барои тавсиф кардани бузургиҳои физикии алоқаманд бо дарозихо пеш аз ҳама лозим аст, ки дарозиро, чунонки мегӯянд, *ҳисобназир* гардонем, то ки имкони ба воситаи ададҳо ифода кардани бузургиҳои физикӣ фароҳам ояд. Аз ин рӯ аввал дар бораи воҳиди дарозӣ ва *намун* (модел)-и он сухан меронем.

Донишмандони фаронсавӣ ҳанӯз 1-уми августи соли 1793, чунонки дар §1.8 гуфтем, *Манзумаи метрии паймонаҳо* ном манзумаи воҳидҳоеро эҷод карда буданд, ки аз ду воҳиди асосӣ (дурустгараҳ: *воҳиди бунёнӣ*) иборат буд: яке воҳиди дарозӣ – *метр* ва дигаре воҳиди масса – *килограм*. Ин ду воҳид дар *Манзумаи байналмилалии воҳидҳо* (SI) низ ба ҷумлаи воҳидҳои бунёнӣ дохиланд. Дар бораи *килограм* сухан дар пеш аст. Ҳоло бинем, ки *метр* (м) чӣ гуна воҳид аст.

**Воҳиди дарозӣ – метр.** Номи ин воҳид аз калимаи юнонии *metron* (паймона, меъёр, чен) пайдо шудааст.



Рас. 1.7

Ба сифати эталони метр (*санҷаи метр*) с.1799 фосилаи байни ду нишонае пазируфта шудааст, ки дар милаи платинӣ-иридийи чортарка (рас. 1.7) гузошта шудаанд.

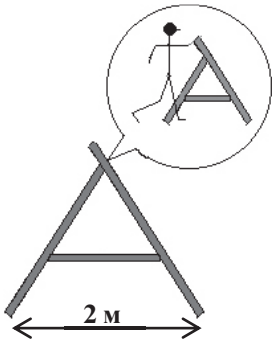
Мебоист, ки ин фосила бо ягон чизи табиӣ алоқаманд мебуд. Фаронсавихо дар ин маврид дарозии баробар ба даҳмиллионяки чоряки нисфуннаҳор (меридиан)-и ш. Парижро, ки 40 000 000 м аст, гирифта буданд. Ин намуна с.1960 тағйир ёфт: ба сифати 1м 1650763,73 дарозии мавҷи нури афкандаи атомҳои криптон-86 пазируфта шуд.

Баъдтар, с.1983, вақте ки тарзҳои оптикӣ дарозисанҷӣ ба миён омад, қарор дода шуд, ки метр ба воситаи суръати нур тағйирин шавад.

*Дар замони мо ба сифати 1м фосилае пазируфта шудааст, ки онро нур дар муддати 1/299 792 458 ҳиссаи сония дар фазои беҳаво мепаймояд.*

Ин таъриф дар он замина ба миён омад, ки нур дар муддати 1 с масофаи 299 792 458 м  $\approx$  300 000 000 м-ро мепаймояд.





Рас. 1.8. Ченчӯб

- 1 км = 10<sup>3</sup> м,
- 1 дм = 0,1 м = 10 см,
- 1 см = 10<sup>-2</sup> м,
- 1 мм = 10<sup>-3</sup> м,
- 1 мкм = 10<sup>-6</sup> м,
- 1 нм = 10<sup>-9</sup> м,...

Таърифи нави метр воҳиди дарозиро тағйир надод, балки онро дар заминаи корбурди усули нав дақиқтар сохт. Мо дар рас. 1.8-1.10 чанд асбобу олати дигари дарозисанчиро тасвир кардаем.

Воҳидҳои каратии метр ва ҳисса-воҳидҳои он – километр (км), десиметр (дм), сантиметр (см), миллиметр (мм), микрометр (мкм ё μм)... низ корбаст мешаванд ва чунин бастагӣ доранд (ниг. §1.10):



Рас. 1.9. Навори дарозисанҷӣ

**Тариқи андозагирӣ.** Заминсанҷҳо (онҳое, ки дарозиву паҳноии заминҳои киштро месанҷанд) барои чен кардани қитъаҳои замин баъзан *ченчӯб* ном олатеро ба кор мебаранд, ки ба шакли ҳарфи “А” сохта шудааст (рас. 1.8) ва як қадамаш маъмулан 2 м аст. Фаҳмост, ки қадами ченчӯб дарозихоро назар ба қадами одам дурусттар ифода мекунад. Бо *рулет* ном олати дарозисанҷӣ (аз фаронсавии *roulette* – чархак) ва *навори дарозисанҷӣ* дарозихову андозахоро боз ҳам дақиқтар чен кардан мумкин аст. Бо ин асбобҳо дарозихо ва масофаҳои то даҳҳо метрро ба дурустии то 0,5 см санҷидан имкон дорад.

Барои чен кардани дарозихои камтар аз 1 м маъмулан *хаткашак* ба кор меравад. Шумо аз банди пешина тарзи бо хаткашак санҷидани дарозихо ё андозаи ҷисмҳоро медонед. Дурустии санҷиш ба воситаи хаткашак, чунонки гуфтем, то 0,5 мм аст. Ин гуна саҳеҳият дар санҷиши дарозии миз ё дар хиштрезиву хонасозӣ кофӣ бошад ҳам, дар эҷоди ҷузъиёти хурди миллиметриандоза коромад нест. Дар ин гуна мавридҳо *милларгор* ва *резсанҷ* (микрометр) ба кор бурда мешаванд.

**Санҷиши ғафсии ҷизҳои борик ва тунук.** Ин ҷо ду маврид – санҷиши ғафсии симҳои борик ва ғафсии варақи ягон китобро муойина мекунем.



Рас. 1.10

1. Бигзор симе дошта бошем бо ғафсии камтар аз 1 мм. Оё ғафсии онро ба воситаи чадвал ё худ хаткашаки мактабӣ ба кадри кофӣ дақиқ чен кардан илоч дорад? Ин пурсиш ду посух дорад: “Не” ва “Ҳа”.

Агар мо ғафсии сими, масалан, ниммиллиметро бо чадвал чен карданӣ шавем, натиҷаи санчиш хеле носаҳеҳ меояд:

*тақрибан 0,54 мм ё 0,53 мм ё ин ки 0,55 мм.*

Вале навмед нашавед – илоч ҳаст, аз ҷумла илоҷе, ки дар рас. 1.11 омадааст. Онро фаҳмидан осон аст. Ин масъала – санчиши ғафсии сими борикро ба воситаи милапаргор ва резсанч низ ҳал кардан мумкин аст. Тарзи истифодаи ин асбобҳо дар корҳои амалии поёни ин банд баён шудааст.

2. Ғафсии қоғаз ё ин ки мӯйро низ бо милапаргор чен кардан душвор нест. Вале дар ин гуна мавридҳо хатои санчиш зиёд буда метавонад.

Аз ин рӯ, агар ғафсии қоғаз, вараки дафттар ё китобро чен карданӣ бошед, аз асбобҳои мавҷуда бояд ҳамоношро ба кор баред, ки ғафсиҳои камро саҳеҳтар чен мекунад. Ин гуна асбоб **резсанч** (микрометр) аст. Резсанч имкон медиҳад, ки ғафсии чизҳои борик (сими борик, мӯй,...) ва ё тунук (вараки китоб, тунука, пардаҳои гуногун,...) ба дурустии то 0,01 мм чен карда шавад. Шумо агар §1.11 ва 1.12-ро ба хубӣ фаҳм карда бошед, бояд бидонед, ки хатои санчиш дар қадом маврид камтар аст – дар сурати чен кардани ғафсии як варақ ё ғафсии умумии 100 вараки китоб. Инро фаҳм кунед.

1. Шумо дар бораи **Манзума (система)-и метрии паймонаҳо** чӣ медонед? Дар бораи **Манзумаи байналмилалӣи воҳидҳо** чӣ?

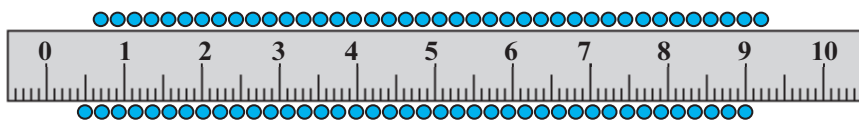
2. **Метр** чист? **Килограм** чист?



3. Чӣ зарурат бар ин аст, ки намуна ё худ санчаи 1 м ва 1 кг бо ягон чизи табиӣ алоқаманд бошад?

4. Оё шумо метавонед, ки бо ченчӯб, бо рулет, навори дарозисанчӣ, милапаргор (штангенпаргор) ва резсанч (микрометр) ягон чизро андозагирӣ кунед?

5. Санчиши андозаи чизҳои борикро тунук аз чизҳои бузург чӣ фарк дорад?



Рас. 1.11

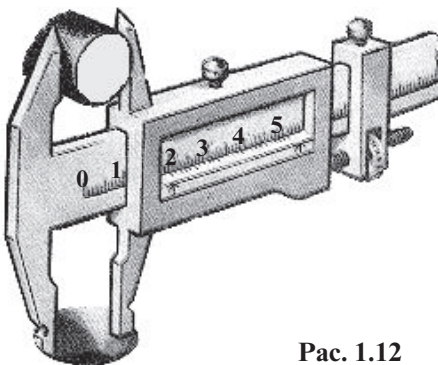
### Машқ

1. Дурустии санчиши дарозии хонаи худро дар сурати бо кадам, бо навори дарозисачӣ ва бо хаткашак (чадвали муқаррарӣ) чен кардани он муқоиса кунед.
2. Дарозии дари хонаи худро (ки тақрибан 2 м аст) бо хаткашак ва бо навори дарозисанчӣ чен кунед, ки ҳар хонааш (як тақсимоташ) 0,5 см аст. Хатои кадомин санчиш кам меояд?

### Чен кардани ғафсии чизҳои бориқ ва тунук бо милапаргор Кори лабораторӣ

*Ҳадаф:* Ёд гирифтани истифодаи *милапаргор* (штанген-паргор) ва санчиши ғафсии чизҳои борику тунук.

*Лавозимот:* Милапаргор, ягон сими бориқ, ягон порчаи тунука.



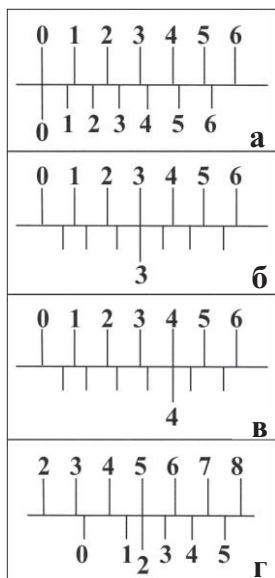
Рас. 1.12

**Милапаргор** (русӣ: *штангенциркуль*; ингл.: *caliper*) аз хаткашак ё худ чадвали миллиметритаксимоти пӯлодин ва *нониус* (номи кӯҳнааш: *верньер*) ном олате иборат аст, ки дар он чадвалчаи махсуси ёридиҳанда созида шудааст (рас. 1.12). Нониус даричаи хурде дорад, ки қисми поёнаш дараҷабандӣ шудааст ва 10 тақсимот (хонача) дорад. Ин 10 хонача ҳамчени

9 мм меоянд, яъне ин 9 мм ба 10 хиссаи баробар тақсим шудааст ва ҳар як хонаи чадвалчаи рӯи нониус аз як хоначаи чадвали асосӣ ба кадри даҳяки миллиметр кӯтоҳтар аст. Дурустии нишондоди милапаргор аз корбурди ҳамин нониус ба даст меояд.

Аз номи «чадвали миллиметритаксимот» фаҳмост, ки ҳар як таксимоти чадвали асосӣ 1 мм асту они нониус – 0,9 мм, яъне ба кадри 0,1 мм кӯтоҳтар аст.

Чизи санчиданӣ дар байни лабаҳои милапаргор чой дода мешавад. Чанд маврид ро бинем:



Рас. 1.13 Андозагирӣ бо милапаргор

а) дар байни лабаҳои асбоб чизе нест ва онҳо бо якдигар чафсанд – дар ин сурат нишонаҳои сифрии ҳарду чадвал дар ростӣ якдигар чо гирифта, ғафсии сифриро нишон медиҳанд (яъне менамоянд, рас. 1.13, а);

б) лабаҳо ба кадри 0,3 мм кушодаанд – дар ин сурат хатчаҳои “3”-и ҳарду чадвал муқобили ҳам чой мегиранд (рас. 1.13, б), яъне агар дар байни лабаҳои асбоб ягон чизи тунук гузошта шавад ва андозаи санчидани он 0,3 мм бошад, хатчаҳои “3” дар ростӣ ҳамдигар чой мегиранд ва

в) хатчаҳои “4” дар ростӣ якдигар чой гирифтаанд (рас. 1.13, в) – ин он гуна маънӣ дорад, ки даҳони милапаргор ба кадри 0,4 мм боз аст, яъне ҷисме, ки дар байни лабаҳо қапсонда шудааст, андозаи 0,4 мм дорад. Ҷисмҳои дигари миллиметрии андоза низ ба ҳамин тарз санчида мешаванд.

Хуб, агар ғафсии ҷисми санчиданӣ беш аз 1 см, масалан, 1,12 см, яъне 11,2 мм бошад, чӣ? Посуҳи ин пурсишро аз рас. 1.13, г дарк кардан осон аст. Адади миллиметрҳои томо бояд аз рӯйи чадвали асосӣ ба ҳисоб гирем. Дар мисоли мо ин адад 11 аст. Ҳиссаҳои миллиметри 12-умро аз рӯйи мавқеи ҳамон хатчаи нониус меёбанд, ки он дар ростӣ ягон хатчаи чадвали асосӣ чой мегирад (ин чо фарқе надорад, ки хатчаи нониус дар ростӣ кадом хатчаи чадвали асосӣ чой мегирад).

### Пурсиш

Модом ки чадвали асосии милапаргор аз чадвали муқаррарӣ фарқ нашошта бошад, пас, “сирри” ин ки милапаргор назар ба чадвали миллиметритаксимот дурустии даҳчанд дорад, дар ҷист? Ин гуна дурустӣ аз ҳисоби чӣ ба даст меояд?

Андозаи ду-се ҷисми цилиндршакл ё курашаклро бо милапаргор чен кунед ва хулоса бигиред. (Ниг. §1.10).

### Чен кардани гафсии чизҳои борик ва тунук бо резсанҷ

Кори лабораторӣ

*Мақсад:* Ёд гирифтани корбурди *резсанҷ*.

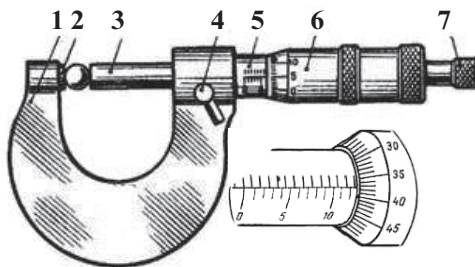
*Лавозимот:* Резсанҷ (микрометр), қадре сими борик, як порча пардаи полиетиленӣ, як варақ қоғаз ё чизҳои монанди ин.

Сохти резсанҷ дар рас. 1.14 омадааст. Вазифаи чузъҳои ин асбоб аз номшон фаҳмост. Ҷисми санҷиданиро дар байни сандон ва забончаи резсанҷ гузошта, кулоҳаки андозагирии 5-ро то дами ба ҷисм ҷафс шудан сӯйи рост тоб медиҳанд.

(*Таъкид:* ин амалро дар лаҳзаи охири санҷиш на бо кулоҳаки 5, балки бо думкулоҳаки 6 анҷом медиҳанд, то ки забонча ҷисмро нафишорад).

Адади миллиметрҳои томи ифодакунандаи андозаи ҷисм аз ҷадвали рӯйи муҳра (4) ва ҳиссаҳои ҷадвали дойиравие гирифта (яъне хонда) мешавад, ки дар лаб-лаби тарафи чапи кулоҳаки 5 сохта шудааст. Хатчаҳои ҷадвали рӯйи муҳра аз якдигар ниммиллиметрӣ дуранд.

Порас аз ин ҷадвал дар рас. 1.15 тасвир ёфтааст. Вақте ки кулоҳаки даврзанандаи 5 ба қадри як даври пурра тоб дода шавад, ним миллиметр мекӯчад, яъне як қадами ин кулоҳак 0,5 мм аст. Ҷадвали даври, ки дар лаб-лаби ин кулоҳак сохта шудааст, 50 хатча (50 тақсимот) дорад ва фосилаи байни хатчаҳои он  $0,5\text{мм} / 50 = 0,01\text{мм}$  аст (дар рас. 1.14 рақамҳои 5, 0, 45-и ҷадвали дойиравӣ намоёнанд). Пас, агар кулоҳаки андозагирии 5 як давр тобида шавад, даҳони резсанҷро ба қадри 0,5 мм боз мекунад. Аз ин рӯ, вақте ки кулоҳак чени як тақсими ҷадвали дойиравӣ бупечад, даҳони резсанҷ чени панҷоҳаки 0,5 мм, яъне чени садяки 1мм (0,01мм) боз мешавад. Ин он гуна маънӣ

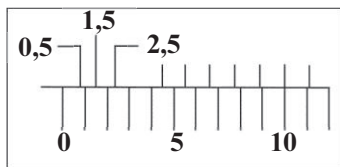


Рас. 1.14. Резсанҷ (микрометр):

- 1 – қамон,
- 2 – сандон,
- 3 – забонча,
- 4 – муҳраи резсанҷ,
- 5 – кулоҳаки андозагирӣ,
- 6 – думкулоҳак,
- 7 – ҷисми санҷиданӣ.

дорад, ки бо резсанҷ дарозихои то садяки миллиметрро чен кардан имконпазир аст.

Ҳамин тариқ, резсанҷ назар ба милапаргор дурустии 10 бор хубтар дорад.



Рас. 1.15 Ҷадвали рӯйи мухраи резсанҷ

## Ду машқ

1. Ба воситаи резсанҷ ғафсии ягон сими борик ва чанд донаи нахӯд ё арзанро чен кунед.

*Ёрмандӣ:* Донаҳои нахӯд ё арзан то дараҷае гуногунодозаанд. Аз ин рӯ андозаи донаҳоро санчида, қиматҳои ҳосилшударо чамъ кунед ва натиҷаро ба адади санчишҳо тақсим карда, қимати миёнаи андозаи як донро ёбед.

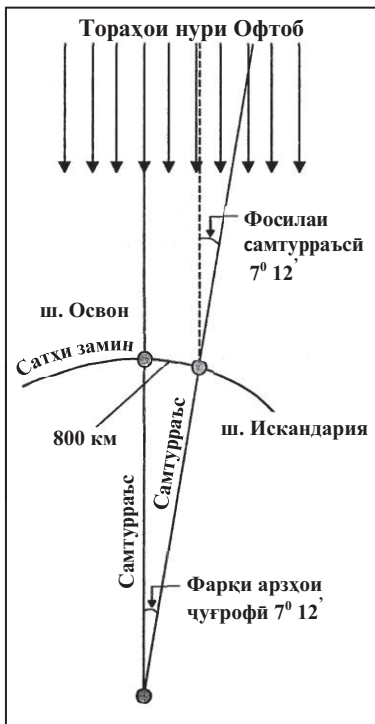
2. Бо резсанҷ аввал ғафсии як варақи китоб ва баъд ғафсии умумии 100 ё 200 варақро чен кунед. Сипас, аз рӯйи ҳосили тақсими ин ғафсии умумӣ бар адади варақҳо ғафсии миёнаи як варақи китобро ёфта, онро бо ғафсии варақе, ки дар алоҳидагӣ чен кардаед, муқоиса кунед.

Дар баробари натиҷаҳои ҳарду машқ хатоҳои санчишро низ нишон диҳед (ниг. §1.10).

## §1.14\*. Ёфти дарозии хатти истиво (хатти экватор)

Илми нучум дар даврони қадим дар Мисру Ҳинду Чин ва Юнон ба дараҷаи (барои он давра) хеле баланди инкишоф расида будааст. Он замон мушоҳидони Осмони ситоразор ба дарки бисёр асрори ниҳони табиати саркаш комёб гардида тавонистаанд. Аз ҷумла, онҳо ҳанӯз 23-24 аср пеш аз замони мо фаҳмиданд, ки Замин шакли кура дорад. Олими юнонинажоди мисрӣ *Еротус* (276-194 то м.) андозаи Заминро бо тарзи барои он давра хеле дақиқ муайян кардааст.

Роҳи ҳалли ин масъаларо Еротус он гоҳ ёфтааст, ки ӯ аз тоҷирони равуокунандаи байни шаҳри Искандария (ватани Еротус) ва шаҳри Освон як чизи муҳимро шунидааст – ин ки ҳар сол дар лаҳзаи нимрӯзии 22-юми июн нури Офтоб ба қаъри чуқуртарин чоҳҳои шаҳри Освон мерасад.



Рас. 1.16

Еротус барои муайян кардани дарозии хатти истиқвои Замин фосилаи самтурраъсӣ<sup>1</sup> Офтобро (ниг. рас.1. 16) барои ду нуқтаи аз якдигар хеле дури рӯи Замин чен кардааст. ӯ ба сифати ин ду нуқта ду шаҳро гирифтааст – яке ш. Искандария (шимоли Миср) ва дигаре ш. Освон, ки 800 км дур аз Искандария (дар ҷануби Миср) воқеъ аст.

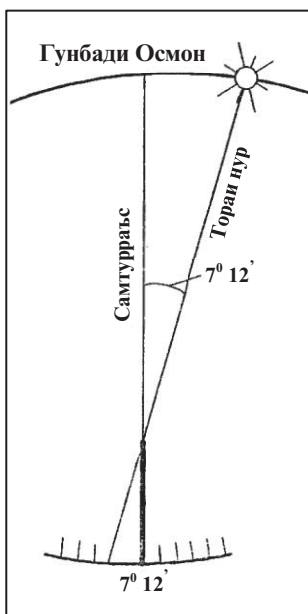
Ҳадаф ин буд, ки аз рӯи фосилаи самтурраъсӣ Офтоб қимати ба 1 дараҷаи кунҷӣ (ба 1°) рӯстояндаи масофаи байни ҳарду шаҳр ёфта шавад. Он гоҳ ҳосили зарби ин масофа ба адади 360 дарозии тақрибии хатти истиқворо ифода мекунад. Дар ин маврид масофаи байни ҳарду шаҳр (ба ҳисоби дараҷаҳои кунҷӣ) ба фарқи арзҳои ҷуғрофӣ шаҳрҳо баробар меояд, ки ин аз рас.1.16

аён аст.

Еротус барои чен кардани фосилаи самтурраъсӣ асбобе сохт, ки тарзи истифодаи онро аз рас.1.17 фаҳмидан осон аст. Асбоби ӯ (бо ҳавои номгузориҳои юнонӣ) *искофис* ном гирифта буд. Искофис як навъ косае буд ба шакли нимкура, ки дарунаш бо дараҷаҳои кунҷӣ дараҷабандӣ шуда буд ва дар қаъраш як милаи филизӣ (металлӣ) дошт дар ҳоли истода. Еротус гоҳи санҷиш косаро мавқеъе меод, ки мила дар ростии нуқтаи самтурраъс чой бигирад. Гоҳи ба сари мила задани шуоъи Офтоб мила дар қаъри косаи Еротус соя меафканд ва дарозии он соя фосилаи самтурраъсӣ Офтобро нишон меод.

Барои анҷом додани санҷиш боз зарур буд, ки Еротус лаҳзаи фаро расидани шароити мусоидро бидонад. Офтоб гоҳи нимрӯзии 22-юми июн дар ростии самтурраъс воқеъ мешавад. Ин гуфта ба ш. Освон дахл дошт. Дар Искандария бошад, дар

<sup>1</sup>Самтурраъс (*zenum; zenith*) – баландтарин нуқтаи гунбади Осмон – он, ки гоҳи нимрӯзии 22-юми июн дар болои сар воқеъ мешавад.



Рас. 1.17

лаҳзаи мутобиқ ба ними рӯзи 22-юми июн Офтоб на дар болои сар (дар таҷрибаи Еротус – дар болои сари милаи даруни косаи асбоби соясанҷӣ), балки  $7^{\circ}12'$  дур аз нуқтаи самтурраъс ҷой мегирад, яъне чанд боре, ки  $360^{\circ}$  аз  $7,2^{\circ}$  зиёд бошад, дарозии хатти истииво  $l$  нисбат ба масофаи байни Освон то Искандария ҳамон қадар бор зиёд аст:

$$\frac{360^{\circ}}{7,2^{\circ}} = \frac{l}{800}. \quad (*)$$

Аз ин ҷо Еротус барои дарозии хатти истииво (экватор)  $l$  қимате ёфт, ки ба қимати ҳозира (40 000 км) хеле наздик аст.

1. Самтурраъс (зенит) чист?
2. Фосилаи самтурраъсии Офтоб чӣ гуна фосила аст?
3. Чарост, ки фосилаи самтурраъсиरो на бо километр (км), балки бо дараҷаҳои кунҷӣ (бо  $^{\circ}$ ) ифода мекунад?
4. Шахрванди Мисри қадим Еротус дарозии хатти истииво (экватор)-и Замиро чӣ тавр ёфтааст?
5. Оё шумо аз рӯйи таносуби (\*) андозаи Замиро ёфта метавонед?
- 6\*. Дар замони ҳозира андозаи Замиро ба чӣ тарз баҳо дод мекунад?

## §1.15. Санҷиши масоҳат

Сатҳ гуфта рӯйи берунии ҷисмро мефаҳманд. Чунончи, сатҳи об ҳамон рӯйи об мебошад, ки дар сарҳадди об ва ҳавои болои он воқеъ гаштааст; сатҳи дасти шумо рӯрӯйи пӯсти даст аст ва гайра. Сатҳ дарозӣ ва паҳноӣ дорад, аммо жарфӣ (чуқурӣ) надорад, яъне дучена аст.

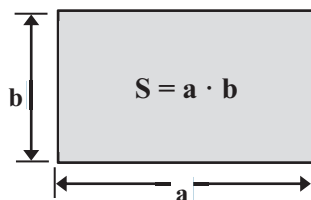
Масоҳат бузургист, ки дараҷаи фароҳии сатҳи ҷисмро ифода мекунад ва ба ҳосили зарби дарозӣ ва паҳноӣ (барои масоҳати росткунҷа) баробар аст:



$$\text{Масоҳат} = \text{Дарозӣ} \cdot \text{Паҳноӣ}. \quad (1)$$

Агар масоҳатро бо ҳарфи  $S$ , дарозиро бо  $a$  ва паҳноиро бо  $b$  ишорат кунем, ифодаи (1) чунин шакл мегирад:

$$S = a \cdot b. \quad (2)$$



Рас. 1.18

Мазмуни ин формуларо рас.1.18 ифода мекунад.

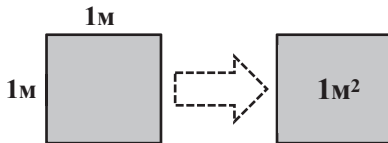
**Воҳиди масоҳат.** Чунонки шумо медонед, дарозихоро бо метр ( $m$ ) ва воҳидҳои ҳосилавии он ( $cm, dm, km, \dots$ ) ифода мекунам. Барои масоҳат воҳиди махсус интихоб кардан ҳоҷат надорад. Воҳиди масоҳат ба воситаи воҳиди дарозӣ – метр муқаррар карда шудааст: Азбаски дар формулаи (1) бузургҳои  $a$  ва  $b$  дарозиченаканд, яъне бо  $m, cm$  ва монанди ин ифода карда мешаванд, пас, ченаки масоҳат бояд

$$[\text{Ченаки дарозӣ}] \cdot [\text{Ченаки дарозӣ}] = [\text{Ченаки дарозӣ}]^2,$$

яъне

$$[метр] \cdot [метр] = [метр]^2 \text{ ё худ } m \cdot m = m^2$$

бошад. Бинобар ин дар Манзумаи байналмилалии воҳидҳо (SI) ба сифати воҳиди масоҳат масоҳате пазируфта шудааст, ки дарозӣ ва бараш якметрианд (рас. 1.19). Ин воҳид метри мураббаъ ё худ мураббаъметр ном гирифтааст ва бо  $m^2$  ишорат мешавад.



Рас. 1.19

**Масъала.** Масоҳати майдонро муайян кунед, ки дарозӣ ва бараш 100-метрианд.

$$a = 100 \text{ м},$$

Ҳал. Масоҳати матлубро аз рӯи рас.1.18

$$b = 100 \text{ м}.$$

меёбем:

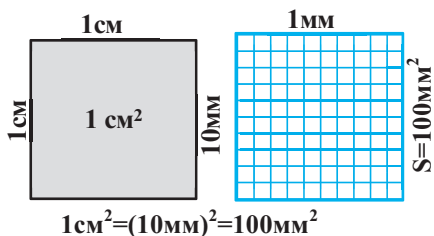
$$S = ?$$

$$S = a \cdot b, \quad S = 100 \text{ м} \cdot 100 \text{ м} = 10\,000 \text{ м}^2,$$

яъне масоҳати майдони 100 м дар 100 м ба  $10\,000 \text{ м}^2$  баробар аст. Ин гуна масоҳатро *ҷариб* мегӯем ва бо ҳарфи хурди  $\mu$  ишорат мекунем:  $1 \mu = 10^4 \text{ м}^2$  (номи русии ин воҳид *гектар* ва номи англисиаш *hectare* аст).

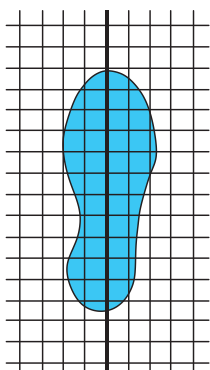
Воҳидҳои ҳосилавии  $m^2 - mm^2, cm^2, dm^2, km^2$  ва ғайра низ ба қор мераванд ва бо якдигар чунин бастагӣ доранд:

$$\begin{aligned}
 1 \text{ км}^2 &= (1000 \text{ м})^2 = 10^6 \text{ м}^2, \\
 1 \text{ м}^2 &= (100 \text{ см})^2 = 10^4 \text{ см}^2, \\
 1 \text{ дм}^2 &= (10^{-1} \text{ м})^2 = 10^{-2} \text{ м}^2 \\
 &= 100 \text{ см}^2, \\
 1 \text{ мм}^2 &= (10^{-3} \text{ м})^2 = 10^{-6} \text{ м}^2 \\
 &= 10^{-2} \text{ см}^2 \text{ ва ғ.}
 \end{aligned}$$



Ба сифати мисол, бикӯшед, ки таносуби байни  $\text{см}^2$  ва  $\text{мм}^2$ -ро муқаррар кунед?

Агар шумо ҳалли масъалаи болоро хуб дарк карда бошед, ҳатман бояд дарёбед, ки ин квадратчаҳо (хоначаҳои мураббаъ)-ро барои чен кардани сатҳ ё масоҳати порчаҳои бешакли қитъаҳои нақшаҳо ё харитаҳо ба қор бурдан осон аст. Барои ин дар рӯи ягон лавҳачаи шаффофи тунук хатпанҷарае мекашанд, ки масоҳати чашмакҳо (хоначаҳо)-и он ҳамчени  $1 \text{ см}^2$  ё  $0,25 \text{ см}^2$  ва ғайра бошад. Ин асбоб *палет* ном гирифтааст (аз вожаи фаронсавии *palette* – лавҳача).



Рас. 1.20

Барои чен кардани сатҳ (масоҳат) палетро дар рӯи он сатҳ гузошта, адади хоначаҳои том ва нимтом ва инчунин сеякҳову чорякхоро ба ҳисоб мегиранд ва ҳамаи онҳоро зам карда, сатҳ (масоҳат)-и матлубро меёбанд. Як мисоли ин гуна санҷиш дар рас. 1.20 омадааст.

Барои шумо, ки акнун хеле чизро медонед, бояд фаҳмо бошад, ки дар сурати ба қор бурдани палети хурдчашмак масоҳатро хубтар муайян кардан мумкин аст.

**Хатои санҷиши масоҳат.** Аз ифодаи масоҳат равшан аст, ки хатои умумии санҷиши  $S$  ба чамъи хатоҳое баробар аст, ки дар мавриди чен кардани дарозӣ  $a$  ва паҳноии масоҳат  $b$  ногузир содир мешаванд.

**Масъала.** Хатои нисбии санҷиши масоҳати рӯи қуттии гӯгирдро, ки дарозии  $a = 5,2 \text{ см}$  ва паҳноии  $b = 3,5 \text{ см}$  дорад, ёбед.

*Ҳал.* Шумо аз §1.12 медонед, ки хатои нисбии санҷиши дарозӣ бо нисбати ба 100 (бо %) зарбшудаи хатои мутлақи санҷиш бар бузургии ченшуда таъйин мешавад. Аммо азбаски масоҳат  $S$  баробари ҳосили зарби ду дарозӣ (дар мисоли мо  $a$  ва  $b$ ),

яъне  $S = a \cdot b$  аст, бинобар ин хатоҳои нисбии санчиши харду дарозиро зам кардан зарур аст. Пас, ҳал ин аст:

$$\Delta(\%) = \left( \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b} \right) \cdot 100 \%$$

Додаҳо:  $a = 5,2$  см;  $b = 3,5$  см;  $\Delta = ?$

Ба фарзи ин, ки дарозии  $a$  ва  $b$  бо хаткашаки одӣ санчида шудаанд, хатои санчиши онҳоро баробари  $0,1$  см мегирем. Он гоҳ натиҷаи зайл ба даст меояд:

$$\Delta_{\mu} = \left( \frac{0,1}{5,2} + \frac{0,1}{3,5} \right) \cdot 100 \% \approx 4,8 \%$$

**Масоҳати лӯла.** Қутри давра  $D$  бо дарозии он  $L$  алоқамандии содае дорад:

$$L = 3,14D.$$

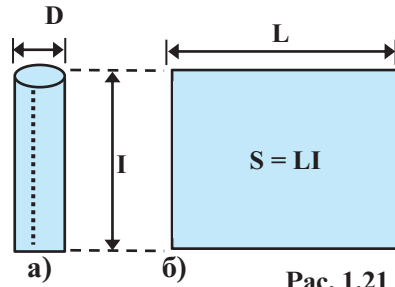
Аз рӯи ин таносуб масоҳати лӯлаҳоро ба ҳисоб овардан осон аст. Бигзор, лӯлае дошта бошем (рас. 1.21, а). Дарозии онро бо  $l$  ишорат мекунем. Сатҳи лӯларо чӣ тавр ёфтан мекояд?

**Масъала.** Сатҳи лӯлаеро муайян кунед, ки дарозии  $l = 2,0$  см ва қутри  $D = 1,0$  см дорад.

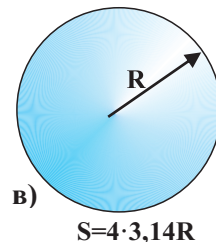
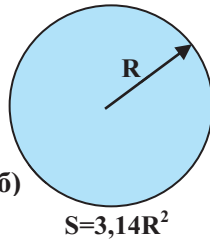
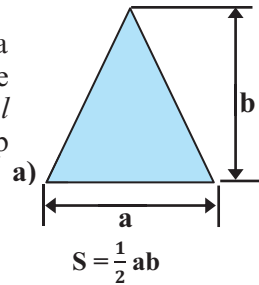
*Ҳал:* Агар лӯлаи шумо коғазӣ бошад, онро ба қадди хатти нуқтачӣ бурида, ҳамвор кардан ё, чунонки мегӯянд, густурдан мумкин аст (рас. 1.21, б). Шакли ҳосилшударо *густара* меномем. Дарозии густараи лӯлаи мисолшуда  $L = 3,14$  см аст. Масоҳати ин гуна варақи густурда  $S$  (шумо инро медонед) баробари ҳосили зарби дарозӣ ва паҳноии он аст:

$$S = L \cdot l, \text{ яъне } S = 3,14 \text{ см} \cdot 2,0 \text{ см} = 6,28 \text{ см}^2.$$

Аммо, агар лӯлаи шумо коғазӣ набошад ё онро буридан нахоҳед, масоҳаташро чӣ тавр ёфтан мекояд? Дарозии доираи лӯла  $L$ -ро аз рӯи ҳамон формулаи  $L = 3,14 D$  ёфтан осон аст.



Рас. 1.21



Рас. 1.22

Масоҳати лӯла ба ҳосили зарби ҳамин  $L$  ва дарозии лӯла  $l$  баробар аст:

$$S = L \cdot l = 3,14 \cdot D \cdot l = 3,14 \cdot 1,0 \text{ см} \cdot 2,0 \text{ см} = 6,28 \text{ см}^2 \text{ (Поёни ҳал.)}$$

Шумо аз дарсҳои риёзиёт (математика) бояд дар ёд дошта бошед, ки масоҳати секунҷа ба нисфи ҳосили зарби асос ва баландии он ( $a$  ва  $b$ ) баробар аст (рас. 1.22, а).

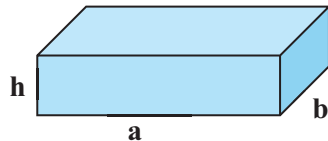
Масоҳати дойира ба ҳосили зарби адади 3,14 ва дараҷаи дуи радиуси дойира  $R$ , яъне ба  $3,14R^2$  (рас. 1.22, б), масоҳати кура ба чаҳорчанди ин бузургӣ (барои радиусҳои якхела) баробар аст (рас. 1.22, в).

## Машқ

1. Масоҳати силиндре (устувонае)-ро ёбед, ки қутр (диаметр)-и  $D = 6,0 \text{ см}$  ва дарозии  $l = 10,0 \text{ см}$  дорад. Масоҳати як нӯги цилиндр чӣ қадар аст?
2. Дар ҳикояе омадааст: “Дарозии майдони шолӣ бобои Одина 50 м ва бараш низ 50 м аст, яъне бобои Одина дар майдони ним ҷариб (гектар) (0,5 ҷ) шолӣ коштааст”. Магар ин гуфта дуруст аст?

## §1.16. Санҷиши ҳаҷм

Ҳаҷм меъёри ҷойи дар фазо ишғолкардаи ҷисм аст. Ҳаҷми ҷисм ба ҳосили зарби дарозӣ, паҳноӣ ва баландии он баробар аст:



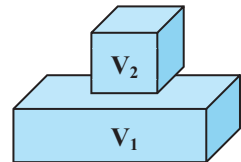
Рас. 1.23

$$\text{Ҳаҷм} = \text{Дарозӣ} \cdot \text{Паҳноӣ} \cdot \text{Баландӣ}. \quad (1)$$

Ҳаҷмро бо  $V$ , дарозиро бо  $a$ , паҳноиро бо  $b$  ва баландиро бо  $h$  ишорат карда, (1)-ро чунин менависем:

$$V = a \cdot b \cdot h. \quad (2) \quad V = V_1 + V_2$$

Ин формула дар сурате истифодабоб аст, ки ҷисм шакли дурусти ҷандасӣ (геометрӣ) дошта бошад, он сон, ки ҷисми дар рас.1.23 тасвиршуда дорад. Дар акси ҳол ҳаҷми ҷисм ба ҷамъи ҳаҷмҳои аз ҷиҳати ҷандасӣ дурусте баробар хоҳад буд, ки ҷисмро ба онҳо тақсим кардан мумкин аст. Ҷисми дар



Рас. 1.24

рас.1.24 тасвиршуда аз ду ҷисми дорой шакли ҳандасии дуруст иборат аст – яке бо ҳаҷми  $V_1$  ва дигаре бо ҳаҷми  $V_2$ . Ҳаҷми умумии ин ҷисм  $V$  ба ҷамъи ҳаҷмҳои  $V_1$  ва  $V_2$  баробар аст.

**Воҳиди ҳаҷм.** Дар *Манзумаи байналмилалӣ воҳидҳо* (SI) ба сифати воҳиди ҳаҷм *мукаабметр* (метри мукааб, метри кубӣ,  $m^3$ ) пазируфта шудааст.  $1 m^3$  ҳаҷми ҷисмест, ки дарозиву паҳноиву баландиаш якметрианд.

Дар *Манзумаи воҳидҳои СГС* (ки дар он воҳидҳои асосӣ *сантиметр, ғиром ва сония* ҳастанд) ба сифати ин гуна воҳид  $1 cm^3$  истеъмом мешавад, ки миллионяки  $m^3$  аст, зеро

$$1 m^3 = (100 cm)^3 = 1\,000\,000 cm^3 = 10^6 cm^3$$

мебошад. Воҳидҳои ҳосилавии  $m^3$  – *мукаабкилометр* ( $km^3$ ), *мукаабдесиметр* ( $dm^3$ ), *мукаабмиллиметр* ( $mm^3$ ) ва ғайра низ ба қор мераванд, ки чунин таносубдоранд:

$$\begin{aligned} 1 km^3 &= (1000 m)^3 = 10^9 m^3, \\ 1 dm^3 &= (10 dm)^3 = 10^3 dm^3, \\ 1 m^3 &= (100 cm)^3 = 10^6 cm^3, \\ 1 cm^3 &= (10 mm)^3 = 10^3 mm^3, \dots \end{aligned}$$

**Масъала.** Ҳаҷми китоберо, ки андозаҳои  $a = 30 cm$ ;  $b = 20 cm$  ва  $h = 5 cm$  аст, бо  $m^3$  ва  $cm^3$  ифода кунед.

*Ҳал* осон аст. Ҳаҷми китоб ба ҳосили зарби ҳарсе андозаи он баробар аст:

$$V = abh; V = 0,3m \cdot 0,2m \cdot 0,05m = 0,003m^3 = 3000cm^3.$$

**Санҷиши ҳаҷми моеъҳо.** Санҷиши ҳаҷми моеъҳо (об, раван, бензин ва ғайра) душвор нест, зеро моеъ ба сабаби шоранда будани худ гоҳи дар ягон зарф рехта шудан ҳаҷми он зарфро аз поён сӯйи боло пур мекунад ва шакли он зарфро мегирад.

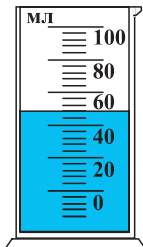
Ҳаҷми чизҳои обакиро маъмулан бо *литр* ( $л$ ) ном воҳиди ифода мекунанд, ки аввалҳо ҳамчун ҳаҷми  $1 kg$  оби тоза дар ҳарорати  $4^\circ C$  гирифта мешуд, вале баъди соли 1964 онро баробари  $1 dm^3$  мегиранд.

Ҳазоряки литрро *миллилитр* ( $мл$ ) мегӯянд. Ин ҳиссаҳои мутобики ҳаҷми  $1 cm^3$  аст:  $1 ml = 1 cm^3$ .

Барои чен кардани ҳаҷми моеъҳо зарфҳои махсус истифода мешаванд. Якеи онҳо зарфи шишагини цилиндршаклест (рас. 1.25, *a*), ки девораш аз поён сӯйи боло дарачабандӣ шудааст. Онро *зарфи мударраҷ* ё худ *шишаи мударраҷ* (яъне *дарачабандишуда*; русӣ: *мензурка*; ингл.: *measuring glass*) мегӯянд. Шишаҳои

мударрач вобаста ба таъйиноти худ ба шаклҳои гуногун сохта мешаванд (рас. 1.25, б, в).

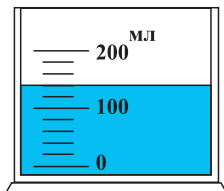
Вақте ки моеъи санҷиданиро дар зарфи дараҷабандишуда мерезем, сатҳи моеъ дар ростои ин ё он хатчаи



а)



б)



в)

Рас. 1.25

микёс (шкала)-и рӯйи зарф қарор мегирад. Ҳаҷми моеъ аз рӯйи мавқеи ҳамон хатча ёфта мешавад. Биёед, нишондоди шишаҳои мударрачи рас. 1.25-ро хонем:

а) 48 мл, б) 8,6 мл ва в) 140 мл.

**Масъалаи 1.** Ҳаҷми 5 л обро бо  $m^3$ ,  $dm^3$  ва  $cm^3$  ифода кунед.

Ҳал. Азбаски  $1 л = 1 dm^3$  ва  $1 dm = 0,1 м$  мебошад, пас,

$$1 dm^3 = (0,1m)(0,1m)(0,1m) = 0,001 m^3$$

аст. Аз ин рӯ, ҳалли масъала шакли зайл мегирад:

$$5 л = 0,005 m^3;$$

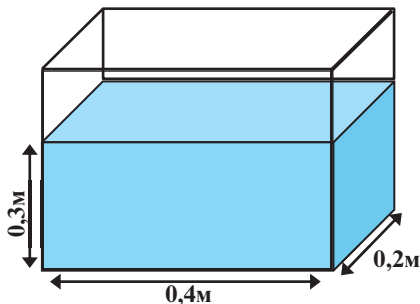
$$5 л = 5 dm^3;$$

$$5 л = 5000 cm^3.$$

**Масъалаи 2.** Обсаро (аквариум)-и рас. 1.26 то баландии 0,3 м об дорад. Обсаро чанд литр об дорад?

Ҳал. Об ҳаҷмеро ишғол кардааст бо дарозии  $a = 0,4 м$ , бари  $b = 0,2 м$  ва баландии  $h = 0,3 м$ .

Пас, ҳаҷми ишғолкардаи об



Рас. 1.26

$$V = abh,$$

$$V = 0,4 м \cdot 0,2 м \cdot 0,3 м = 4 dm \cdot 2 dm \cdot 3 dm = 24 dm^3$$

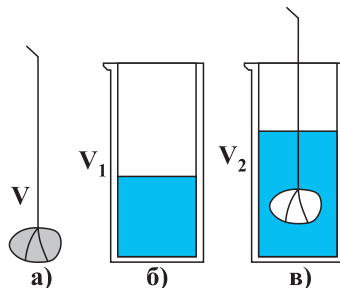
аст. Азбаски  $1 dm^3 = 1 л$  аст, пас, обсаро 24 л об дорад.

## II

### Санчиши ҳаҷми ҷисмҳои сахт.

Гуфтем, ки моеъ агар дар зарф рехта шавад, онро аз поён сӯйи боло пур мекунад.

Ҷисмҳои сахт ин гуна хосият надоранд – онҳо шоранда нестанд. Дар сурати шакли ҳандасӣ (шакли геометрӣ)-и дуруст доштани ҷисми сахт ҳаҷми онро, чунонки медонед, муайян кардан душвор нест.



Рас. 1.27

Вале агар ҷисм монанди ангуштарин, пиёла, санг, тухм, кӯза ё тоҷи подшоҳ шакли ҳандасии мураккаб дошта бошад, ҳаҷми онро чӣ тавр муайян кардан мебояд? Дар ин гуна мавридҳо зарфи мударраҷ корро осон мекунад.

Барои ба воситаи зарфи мударраҷ муайян кардани ҳаҷми ҷисми нодурустшакл (рас. 1.27, а) дар зарф он миқдор об мерезанд, ки агар ҷисм дар он андохта шавад, ба пуррагӣ бигӯтад.

Бигзор, ҳаҷми ин об  $V_1$  бошад (рас. 1.27, б). Баъд ҷисм, масалан, ягон тухмуро ба воситаи риштаи борикике дар об меандозанд – он гоҳ сатҳи об боло мебарояд ва акнун ҳаҷми умумии ҷисму об баробари  $V_2$  мешавад (рас. 1.27, в).

Пас, бояд фаҳмо бошад, ки ҳаҷми ҷисм ин қадар аст:

$$V_{\text{ҷисм}} = V_2 - V_1.$$

**Мисол.** Зарфи мударраҷ 50 мл об дошт. Вақте ки санг дар он андохтанд, об боло баромад ва дар ростон нишонаи 90 мл қарор гирифт. Ҳаҷми сангро ёбед.

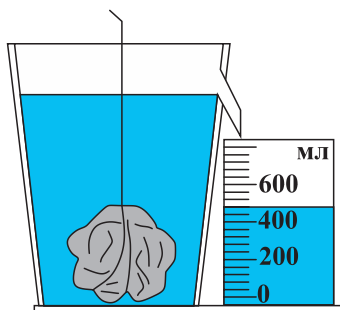
*Ҳал.* Азбаски ҳаҷми об  $V_1 = 50$  мл буд ва баъди дар об андохтани санг  $V_2 = 90$  мл шуд, пас, ҳаҷми санг ба фарқи ҳаҷмҳо, яъне ба  $V_2 - V_1$  баробар аст:

$$V_{\text{санг}} = V_2 - V_1 = 90 \text{ мл} - 50 \text{ мл} = 40 \text{ мл}.$$

**Масъала.** Бинед, ки дар рас. 1.28 чӣ тасвир ёфтааст?

**Ин расмро чӣ тавр “хондан” мебояд?**

*Ҳал.* Ин ҷо роҳи дигари санчиши ҳаҷми ҷисмҳои нодурустшакл тасвир ёфтааст. Ин тарз он гоҳ ба кор бурда мешавад, ки



Рас. 1.28

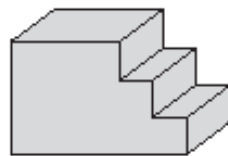
чисми санчиданӣ бузург бошад ва дар зарф нагунчад. Дар ин маврид аввал зарфи калонро то ростои ҷумак пур (лабрез)-и об мекунад. Баъд зарфи мударрачи холиро дар зери ҷумак гузошта, чисми санчиданиро дар он об меандозанд – дар натиҷа оби баробар ба ҳаҷми ҷисм аз зарфи бузург ба воситаи ҷумак ба зарфи мударрач мерезад. Ҳаҷми ин об ҳаҷми ҷисмро ифода мекунад. Дар мисоли мо, чунонки аз расм аён аст, зарфи мударрач 480 мл об дорад. Пас, ҳаҷми ҷисм 480 см<sup>3</sup> будааст.



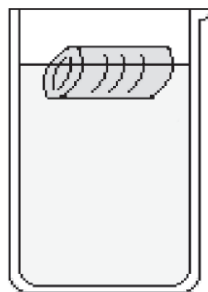
- 1 см<sup>3</sup> миллионики м<sup>3</sup> аст. Инро чӣ тавр сабт кардан мебояд? 1 м<sup>3</sup> чандяки 1 м<sup>3</sup> аст?
2. Ҳиссаҳои литр – килолитр (кл), ҳектолитр (хл), децилитр (дл) ва декалитр (дал) бо литр (л) чӣ таносуб доранд?
3. Чӣ зарурат бар ин аст, ки ресмони дар санчиши ҳаҷми ҷисмҳои моеъ корбастшаванда (чун ресмони дар рас. 1.27 истифодашуда) борик бошад?
4. Санчиши ҳаҷми ҷисмҳои дурустшакл аз санчиши ҷисмҳои нодурустшакл чӣ фарқ дорад?

### Машқ

1. Ҳаҷми умумии ҷисмро ёбед, ки дар рас. 1.29 тасвир шудааст. Андозахоро худатон интиҳоб кунед. Агар ин ҷисмро ба се ҷисми хандасии дурустшакл тақсим кардани шавед, барои муайян кардани ҳаҷми пурра бояд камаш 9 дарозиро чен кунед. Расмро муойина карда, гӯед, ки оё ҳамагӣ бо чаҳор санчиши дарозӣ ҳаҷми пурраро муайян кардан илоч надорад?
2. Агар шумо ба василаи зарфи мударрач ҳаҷми ҷисмро муайян кардани шавед, ки “ба ихтиёри худ” дар об ба пуррагӣ фуру наравад (рас. 1.30), чӣ мебояд кард? (Ресмони борик ин ҷо кор намеояд). Илоч чист?
3. Оё шумо медонед, ки ҳаҷми кура ва ҳар гуна чизи куравӣ V бо радиуси он R чунин алоқаманд аст:



Рас. 1.29



Рас. 1.30

$$V_{кура} = \frac{4}{3} \cdot 3,14 R^3$$

яъне барои муайян кардани ҳаҷми кура танҳо радиуси онро донистан зарур аст. Аз рӯи ин формула ҳаҷми тӯби футбол ва инчунин ҳаҷми кураи Заминро ёбед. Радиуси тӯбро худатон чен кунед. Радиуси Заминро  $R = 6400$  км гиред.  $[1,09 \cdot 10^{12} \text{ км}^3]$ .



## §1.17. Масса (чирм) ва санчиши он

### I

Масса аз чумлаи бузургиҳои физикии бисёр маъмул аст. Масса хосиятҳои қозибавии ҷисмҳоро “идора” мекунад ва меъёри бефаъолияти (меъёри «таъсирнопазирӣ»)-и онҳо буда, монанди вақту фазо дар саросари физика ба қор меравад. Ҳама чизҳо – чи хурду чи бузург, чи сахту чи моеъ ва чи газмонанд, масса доранд.

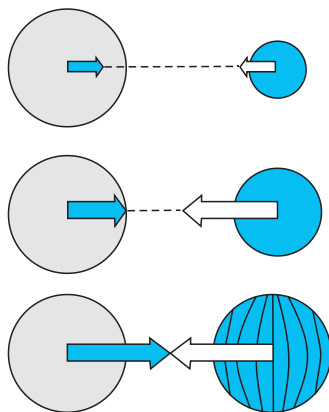
Пас, доништан зарур аст, ки масса чист.

Аммо массаро таърифи сода додан осон нест. Ҳатто олими маъруф И. Нйутон массаро аз ночорӣ *миқдори модда* гуфтааст<sup>2</sup>. Ин таъриф, умуман, чандон фаҳмо набошад ҳам, дар замони Нйутон назар ба “масса” равшантар менамуд ва барои навомӯзони физика (таъкид мекунем: барои навомӯзон) ҳоло ҳам равшантар менамояд. Аз ин рӯ, биёед, дар заминаи гуфтаи Нйутон пеш аз ҳама бубинем, ки масса ё хусусияти массадорӣ ҷисмҳо дар чӣ зоҳир мегардад. Азбаски ҷисмҳо аз ин ҷе он *миқдори модда* иборатанд, онҳо ин ҷе он миқдор масса доранд ва масса ки дошта бошанд, сӯйи Замин ҷазб (кашида) мешаванд – инро шумо аз он ҷо медонед, ки ҳар чизи аз канори миз ҷе аз дасти шумо раҳошуда поён меафтад, монанди себе, ки аз шохии дарахт ба пеши пойи Нйутон афтада, ба қавле боиси кашф шудани мавҷудияти қозибавии Замин (ва қонуни қозибавӣ) гардида буд.

Пас, Замин хосияти ҷисмҷазбкунандагӣ, яъне *қозибавӣ* дорад.

Ҷисмҳои дигар ҳам монанди Замин, яке камтар, дигаре бештар хусусияти ҷазб кардан (қозибавӣ) доранд. Аммо азбаски ҷисмҳо назар ба Замин “миқдори модда” кам доранд, пас... чӣ? Чӣ хулоса бармеояд аз ин ҷо? аз рас. 1.31 чӣ?

Қозибавӣ падидаест, ки дар он хосияти массадорӣ (хосияти чирмдорӣ)-и ҷисмҳо зоҳир мегардад:



Рас. 1.31

<sup>2</sup>Дар замони мо ибораи “миқдори модда” маънои нав гирифтааст, зеро ҷисми гуногунҷинс метавонанд “миқдори модда”-и якхела (яъне адади якхелаи зарраҳо), вале массаи гуногун дошта бошанд. Ба гуфти дигар, дар замони мо бар хилофи даврони Нйутон мафҳуми “миқдори модда” ҳамвазни “масса” (ҳамвазни “чирм”) доништа намешавад (ниг. “Физика, 10”).

*Ҳар қадаре ки массаи ҷисм (“миқдори модда”-и ҷисм) зиёд бошад, он ҷисм ба Замин ҳамон қадар саҳттар ҷазб мешавад.*

Дар бозор гоҳи бо тарозу баркашидани чизҳои гуногун ҳамин хосияти ҷисмҳо истифода мешавад. Масса (ҷирм)-и зиёд ҷозибар зиёд дорад – ин аз ҳамон рас. 1.31 аён аст (тирчаҳо дараҷаи зӯрии ҷозибаро ифода мекунанд).

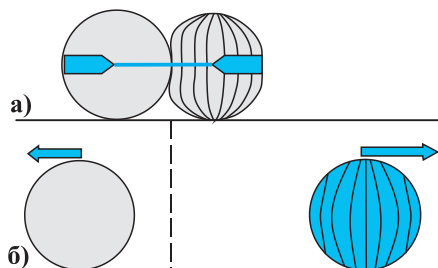
Пас, метавон гуфт, ки ҷисм ва Замин якдигарро “ҳис мекунанд”. Ин маъниро дар физика бо истилоҳи *ҳамтаъсирот* ё *таъсиrotи мутақобил* ифода мекунанд – дар ин маврид мегӯянд, ки ҷисм ва Замин *таъсири мутақобил мекунанд*, яъне ба ҳамдигар таъсир мерасонанд ва таъсири ҷавобӣ мебинанд. На танҳо ин ё он ҷисм ва Замин, балки ҳама ҷисмҳо бо якдигар таъсири мутақобил мекунанд. Курсие, ки шумо дар рӯйи он нишастаед, бо фарши хона, кафши шумо гоҳи роҳ рафтан бо сатҳи Замин, кабки дарпарвоз бо ҳаво таъсири мутақобил мекунанд ва ғайра.

*Ҳамтаъсирот дар баробари ҷозибаро падидаи дигарест, ки дар он хосияти ҷирмдорӣ (хосияти массадорӣ)-и ҷисмҳо зоҳир мегардад.*

Хуб, чӣ чизҳоро рӯйдодхоро муойина кунем ё, хубаш, чӣ таҷриба кунем, ки буд (мавҷудият)-и массаи ҷисмҳо дар мавриди таъсири мутақобил қардани онҳо хубтар дарк шавад?

## II

**Таҷриба** (таҷрибаи сода ва арзон). Як тӯбчаи резинӣ мегирему як кураи пӯлодин (кураи вазнин) ва онҳоро бо тасмае мебандем (рас. 1.32, а). Сипас, агар риштаеро, ки ҳарду сари тасма бо он баста шудааст, сӯзонем, мебинем, ки кура ва тӯбча аз ҳам дур мешаванд – ин натиҷаи ҳамтаъсиrotи онҳост.

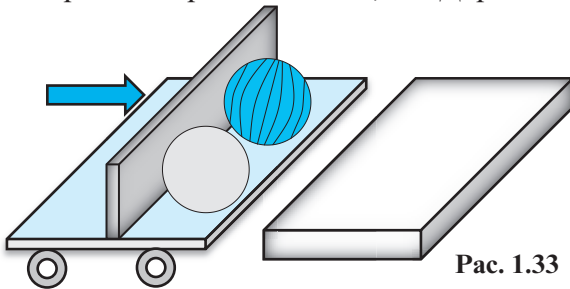


Рас. 1.32

Муҳимтарин чизе дар ин таҷриба, ки дар мулоҳизаҳои мо чун замина хидмат мекунанд, ин аст: *кура назар ба тӯбча дар ҳамон як муддати вақт роҳи хеле кӯтоҳро мепаймояд* – ин аз рас. 1.32, б аён аст. Пас, фаҳмост, ки кура дар ин маврид охистатар ҳаракат кардааст. Ин бесабаб нест.

Гап дар он аст, ки *кура назар ба тӯбча массаи бештар дорад ва аз ин рӯ онро ба ҳаракат даровардан душвортар аст*. Ба гуфти дигар, дар ин сурат чисме, ки массаи бештар дорад (кура), ҳолати оромиши худро саҳттар нигоҳ доштан «мехоҳад», яъне ба таъсири беруна бештар муқобилат мекунад.

Хуб, агар ҳамон кураву тӯбчаи мисолшуда на қарор, балки дар ҳоли ҳаракат бошанд, чӣ? Дар ин маврид массаи зиёд ё кам



доштани чисмҳо дар чӣ зоҳир мегардад?

Биёед, ба рас. 1.33 сеҳн монем. Ин ҷо кура ва тӯбча дар рӯи аробачае тасвир ёфтаанд, ки он пас аз лаҳзае ба садди сари роҳи худ

расида, якбора меистад (тормоз меҳӯрад). Он гоҳ ҳолати ачибе рӯй медиҳад: кура ва тӯбча, ки ҳамроҳи ароба дар ҳаракат буданд, гоҳи тормоз хӯрдани аробача ҳаракати худро сӯйи пеш – ба самти рафти аробача идома медиҳанд. Идома ёфтани ҳаракати чисми тормозхӯрда ҷойи хайрон шудан надорад – инро шумо аз давиданҳову якбора истоданҳо ва ба сӯйи пеш лағжиданҳои худ медонед.

Натиҷаи ҳайратангез ин аст, ки дар ин сурат, бар хилофи таҷрибаи аввал чисмҳо бо ҳамон шасте, ки ҳангоми ҳаракат “ба даст овардаанд”, монанди мошини тормозхӯрда

*ҳаракати худро давом додани,*

яъне ҳолати дар ҳаракат будани худро нигоҳ доштани мешаванд. Фаҳмост, ки дар ин маврид чисми пурмассатар (чисми пурҷирмтар) шастаи зиёдтар дорад.

Акнун, биёед, он чиро, ки дар бораи ҷозиба ва ду таҷрибаи охир гуфтем, як навъ чамъбаст кунем. Ҳама чисмҳо як хосияти умумӣ доранд: онҳо *гоҳи таъсири мутақобил кардан на якбора, балки “бо дили нохоҳам”* (оҳиста-оҳиста) ба ҳаракат мебароянд, яъне

*тезондани ҳаракати чисм вақт мевоҳад.*

Ин хосияти таъсирНОпазирӣ, яъне хосияти ба таъсири берунӣ муқобилаткунандагии чисмҳоро *шастаи ҳаракат* (инерсия) меноманд. Ҳар қадаре ки массаи чисм зиёдтар бошад, онро ба ҳаракат даровардан ё агар чисм дар ҳаракат бошад, онро аз ҳаракат боздоштан ҳамон қадар мушқилтар

аст. Ҳамин аст, ки мегӯянд: масса меъёри бефаъолиятии ҷисм ё (дар мавриди дарҳаракат будани ҷисм) меъёри *шести* ҳаракати ҷисм аст<sup>3</sup>.

Мо дидем, ки мавҷудияти массаи ҷисмҳо *ҳам дар падидаи ҷозиб*а зоҳир мегардаду *ҳам дар таъсири мутақобил*<sup>4</sup>.

### III

**Санчиши массаи ҷисмҳо. Воҳиди масса.** Пеш аз он ки дар бораи санчиши масса сухан ронем, бояд бидонем, ки массаи ҷисмҳоро чӣ тавр муқоиса мекунам. Мо инчунин бояд бидонем, ки воҳиди масса чист.

Ба сифати воҳиди масса, чунонки гуфтем, массаи цилиндр (устувона)-и иборат аз хӯлаи платинӣ-иридийе пазируфта шудааст, ки қутр ва баландиаш 39-миллиметрианд. Ин ҷисм намуна ё худ *пешмуна* (прототип)-и байналмилалӣ *килограм* буд. Ин цилиндр массаи баробар ба массаи 1  $дм^3$ -и оби тоза (дар ҳарорати 4 °С) дорад. Онро бо *кг* (ҳарфҳои хурд) ишорат мекунам. (Аввалҳо ба сифати воҳиди масса массаи ҳамин 1  $дм^3$  оби тоза пазируфта шуда буд, вале ба сабаби наҷандон сахех будан аз байн рафт).

Воҳидҳои ҳосилавии килограм – *грам* (ё *гиром*; ишораташ: *г*), *миллиграм* (*мг*), *микrogram* (*мкг*) ва ғайра бо килограм (*кг*) чунин таносуб доранд:

$$\begin{aligned}1 \text{ кг} &= 10^3 \text{ г}, \\1 \text{ г} &= 10^{-3} \text{ кг}, \\1 \text{ г} &= 10^3 \text{ мг}, \\1 \text{ мг} &= 10^{-3} \text{ г}, \\1 \text{ мкг} &= 10^{-6} \text{ г ва ғайра.}\end{aligned}$$

---

<sup>3</sup> Аз ин хусус дар банди “Шести ҳаракат” (“Инерсия”) муфассалтар сухан меравад (ниг. оғози боби IV). Дар китобҳои ҳозира мафҳуми “шести ҳаракат»-ро бо калимаи “инертнокӣ” баён кардаанд, ки бемаънӣ аст.

<sup>4</sup> (Барои омӯзгор) “Ҳам падидаи ҷозиба ва ҳам таъсири мутақобил” гуфтани мо на ба он маъно аст, ки гӯё ин ҷо дар бораи ду падида сухан мерафта бошад; не, ҷозиба низ як навъ зуҳуроти таъсири мутақобил аст. Чудо-чудо муоина кардани ин ду мафҳум аз он рӯ зарур аст, ки онҳо ҷиҳатҳои қадре гуногуни таъсири мутақобили ҷисмҳои инъикос мекунам. Ин ҷиҳатҳоро ба воситаи масса ва массаеро ба воситаи ҳамин ҷиҳатҳо дарк кардан осонтар аст. Массаи ҷисм чизест, ки дар ҳама навъҳои таъсири мутақобил (ба ҷуз ҷозиба) тағйироти суръат, вале дар мавридҳои алоқаманд бо ҷозиба ҳам тағйироти суръат ва ҳам дараҷаи зӯрии таъсири мутақобилро таъин мекунад. Аз ин рӯ массаи алоқаманд бо ҷозибаро *массаи ҷозиб* (ё *ҷирми ҷозиб*) мегӯянд; массаеро, ки боиси ин ё он дараҷа тағйир ёфтани суръати ҳаракати ҷисм мегардад, *массаи шестӣ* гуфтан ҷойиз аст.

Ба чумлаи воҳидҳои масса *сентнер* (*сн*) ва *тон* (*т*) низ дохиланд.

$$1 \text{ т} = 1000 \text{ кг} = 10 \text{ сн.}$$

Акнун – дар бораи муқоисаи массаи ҷисмҳо. Содатарин тарзи муқоисаи массаи ҷисмҳо баркашидани онҳо ба воситаи *тарозуи* шоҳиндор аст. Ду ҷисми қиёсшавандаро дар паллаҳои тарозу гузошта, мебинанд, ки паллаҳо дар чӣ вазъ қарор мегиранд. Ҷисме вазнинтар аст, ки массааш бештар бошад (паллаи дорои ин гуна ҷисм поёнтар қарор мегирад). Аммо агар паллаҳо дар баландии якхела қарор гиранд (ё, чӣ хеле ки мегӯянд, тарозу шаванд), пас, бидонед, ки ҷисмҳои дар рӯи онҳо гузошташуда массаи баробар доранд.

Тарозуҳо сохти гуногун доранд: *мактабӣ*, *фанарӣ* (пружинӣ), *шоҳиндор*, *таҳлилӣ*, *техникӣ* ва ғайра. Баъзе тарозуҳо он қадар ҳассосанд, ки чунбиши андаки ҳавои аз чунбиши дасти шумо рухдодаро “ҳис” мекунанд. Фаҳмост, ки бо ин гуна тарозу (ки *тарозуи таҳлилӣ* ном дорад) массаҳои хеле камро низ чен кардан муяссар мегардад.

Тарозуҳое ҳам ҳастанд, ки бо онҳо ҳувули ғалла, трактор ва ҳатто вағони пурборро баркашидан мумкин аст.

1. Сабаб чист, ки мошини қарор, агар ба роҳ дарояд, суръати худро якбора зиёд карда наметавонад?
2. Тарозу чист? Массаи ҷисмро “тарозу кардан” чӣ мазмун дорад?
3. Мошини равноро якбора қарор додан илоч надорад. Шумо сабаби инро дар чӣ мебинед?
4. Чарост, ки одами давон гоҳи аз ягон чиз пешпо хӯрдан сӯйи пеш меафтад (ё, чӣ хеле ки мегӯянд, каладав меравад), на сӯйи ақиб?
5. Чарост, ки дар рӯи замини саҳт роҳ гаштан осон аст, вале рӯрӯйи рег роҳ рафтани бо душвории зиёд муяссар мегардад?
6. Аз рӯйи заврақи хурд ба соҳил ҷастан осон аст ё аз рӯйи заврақи бузург? Чаро?
7. Гоҳи бо тарозу мактабӣ муайян кардани массаи ҷисмҳо натиҷаҳои ҳосилкардаи шумо чӣ қадар носаҳеҳ буда метавонанд?

## Машқ

1. Ягон санг, китоб, пиёла, тӯби футбол ё ягон чизи дигарро бо дасти худ, чӣ хеле ки мегӯянд, вазн карда–вазн карда, бинед, ки чандгиромианд. Сипас он чизҳоро бо тарозу баркашида, тахминҳои худро бисанҷед.

2. Оё шумо метавонед, ки массаи ҳама сокинони рӯйи Замирро тахминан баҳодед кунед? Массаи як одамро ҳамчени массаи худ гиред.
3. Фарз кунем, ки шумо дар лаби кӯли бузурге як заврақи калон, як фили аҳл ва як тарозуи дастӣ (он ки то 10 кг борро баркашида метавонад) дошта бошед. Оё метавонед, ки бо он тарозу массаи филро муайян кунед?
- 4\*. Мо дар поварақи сах. 57 гуфтем, ки дар замони ҳозира мафҳуми “миқдори модда” маънои нав гирифтааст ва (бар хилофи таърифи Нйутон, ки *масса* ва *миқдори моддаро* айнаи якдигар мепиндошт) ҳамвазни “*масса*” нест. Инро чӣ тавр фаҳмидан мебояд? Хуб мебуд, ки шарҳи хаттӣ тайёр кунед.

## §1.18. Зичии модда

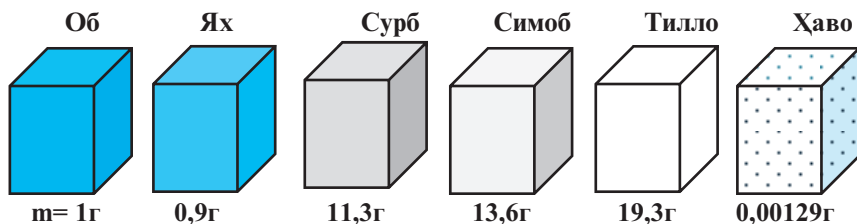
### I

Ҳамин тариқ, чунонки дар банди гузашта дидем, массаи чисмҳоро ба воситаи тарозу санчидан мушкил нест.

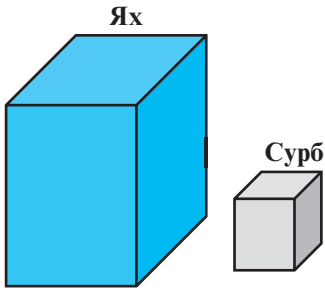
Моддаҳо гуногунанд – об, ҳаво, пахта, оҳан ва ғайра. Чисмҳои иборат аз моддаҳои гуногун, агар ба ҳаҷми баробар, чунончи ба кадри  $1 \text{ см}^3$  гирифта шуда, ба воситаи тарозу санчида шаванд, аз ҷиҳати масса аз ҳамдигар фарқ мекунанд:  $1 \text{ см}^3$  оби тоза массаи  $1 \text{ г}$  дораду  $1 \text{ см}^3$  сурб массаи  $11,3 \text{ г}$  ва ғайра.

Аз тарафи дигар, агар мо ҳаҷми  $1 \text{ т}$  (*тон*) яхро бо  $1 \text{ т}$  сурб муқоиса кунем, мебинем, ки  $1 \text{ т}$  ях ҳаҷми  $1,1 \text{ м}^3$  дораду  $1 \text{ т}$  сурб – ҳамагӣ  $0,09 \text{ м}^3$ , яъне  $1 \text{ т}$  ях ҳаҷмеро ишғол мекунад, ки он назар ба ҳаҷми  $1 \text{ т}$  сурб тақрибан  $12,5$  бор зиёд аст (рас. 1.35). Кадоми ин чисмҳо пурмассатар (пурҷирмтар) аст, яъне массаи бештар дорад?

Посух ин аст: Ҳарду ҷисме, ки дар рас. 1.35 тасвир шудаанд, бо вучуди гуногунҳаҷм будан массаи баробар доранд; аммо аз ҷисмҳои дар рас. 1.34 тасвиршуда, ки ҳаҷмҳои баробаранд, тилло массадортар (ҷирмдортар) аст.



Рас. 1.34. Моддаҳои гуногун зичии гуногун доранд



Рас. 1.35

Агар ҷисмҳои қиёсшаванда гуногунҳаҷму гуногуншакл бошанд, яъне ҳаҷми нобаробар дошта бошанд, массаи онҳоро чӣ тавр муқоиса кардан мебояд?

Барои он ки ин гуна муқоиса осон бошад, **ҳаҷми ҷисмро бо массаи он алоқаманд гардонидан зарур аст.** Хуб мебуд, ки ин гуна алоқамандӣ шакли формулаи риёзӣ дошта бошад, то ки ҳисобукитоб осон шавад.

Шумо шояд пай бурда бошед, ки барои қобили муқоиса гардонидани массаи моддаҳои гуногун массаи ҷисми дорои ҳаҷми воҳидии онҳоро доништан лозим аст. Ана ҳамин гуна массаи ба ҳаҷм тақсимшудаи ҳар гуна моддаро *зичии* ҳамон модда мегӯянд ва онро чунин ифода мекунанд:

$$\text{Зичӣ} = \frac{\text{Масса}}{\text{Ҳаҷм}} \text{ ё ба воситаи ишоратҳо: } \rho = \frac{m}{V}$$

яъне зичии модда (ишораташ:  $\rho$ )-и ҳар гуна ҷисм ба нисбати массаи ҷисм  $m$  бар ҳаҷми он  $V$  баробар аст.

Дар *Манзумаи байналмилалии воҳидҳо (SI)* воҳиди масса  $кг$  асту воҳиди ҳаҷм –  $м^3$ . Пас, воҳиди зичӣ  $кг/м^3$  мебошад ва *килограм бар мукаабметр* хонда мешавад. Мо зичии баъзе моддаҳоро дар рӯи дарунии муқоваи китоб овардаем.

**Масъала.** Зичии хиштчаи филизиеро ёбед, ки тарафҳои  $5,4 \text{ см}$ ,  $4 \text{ см}$  ва  $3 \text{ см}$  асту массааш  $175 \text{ г}$ . Аз чӣ гуна модда аст ин хиштча?

$a = 5,4 \text{ см},$
$b = 4 \text{ см},$
$c = 3 \text{ см},$
$m = 175 \text{ г},$
$\rho = ?$

*Ҳал.* Аввал бояд ба ёд биёрем, ки ҳаҷми ҷисми дурустшакл баробари ҳосили зарби ҳарсе андозаҳои он, яъне

$$V = abc$$

аст. Пас, моддаи хиштча ин қадар зичӣ дорад:

$$\rho = \frac{175 \text{ г}}{5,4 \text{ см} \cdot 4 \text{ см} \cdot 3 \text{ см}} = 2,7 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$

Акнун муайян кардан лозим аст, ки моддаи хиштча аз чист. Зичии ҳосилшуда –  $2,7 \text{ г/см}^3$  дар қадвали зичиҳо хоси ду модда аст – мармар ва алумин. Аммо хиштчаи мисолшуда филизӣ (металлӣ), яъне алуминӣ аст. (Поёни ҳал).

Дар ҳалли масъалаҳо гоҳо лозим меояд, ки натиҷаҳои бо ин ё он воҳид ифодашударо ба воҳиди дигар гардонем.

**Масъала. Зичии санги мрамар  $2700 \text{ кг/м}^3$  аст? Онро бо  $\text{г/см}^3$  ифода кунед?**

*Ҳал.* Ин чо гардондани  $\text{кг}$  ба  $\text{г}$  ва  $\text{м}^3$  ба  $\text{см}^3$  тақозо шудааст:

$$1 \text{ кг} = 1000 \text{ г}, 1 \text{ м}^3 = (100 \text{ см})^3 = 1\,000\,000 \text{ см}^3. \text{ Пас,}$$

$$2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 2700 \frac{1000 \text{ г}}{1\,000\,000 \text{ см}^3} = \frac{2700 \text{ г}}{1000 \text{ см}^3} = 2,7 \frac{\text{г}}{\text{см}^3},$$

яъне барои бо  $\text{г/см}^3$  ифода кардани зичии бо  $\text{кг/м}^3$  ифодашуда натиҷаро ба  $10^3$  тақсим кардан кофист (ниг. ҷадвали зичихо: зичихое, ки дар сутуни  $\text{г/см}^3$  омадаанд, дар натиҷаи ба  $10^3$  тақсим кардани зичихои сутуни  $\text{кг/м}^3$  ҳосил шудаанд).

Масъалаи табдили  $\text{г/см}^3$ -ро ба  $\text{кг/м}^3$  мустақилона ҳал кунед.

**Таъкид.** Агар дар шартӣ масъала ҳаҷми ҷисм бо мукаабсантиметрҳо омада бошад, зичиро на бо *килограм бар мукаабметр* ( $\text{кг/м}^3$ ), балки бо *гиром бар мукаабсантиметр* ( $\text{г/см}^3$ ) ифода кардан зарур аст. Ва, умуман, дар сурати истифода кардани ҳар гуна формула ҳама бузургҳои фарогирифтаи онро бо воҳидҳои ҳамон як манзумаи воҳидҳо (SI ё худ МБВ ё СГС) ифода кардан мебоҷад.

## II

**Муайян кардани зичӣ.** Барои муайян кардани зичӣ ду чиз – *масса* ва *ҳаҷми* ҷисмро доништан зарур аст. Ҳосили тақсими *массаи* ҷисм  $m$  бар *ҳаҷми* он  $V$ , яъне  $m/V$ , чунонки дар боло гуфтем, зичии ҷисмро ифода мекунад.

Ҳаргиз шарт нест, ки барои муайян кардани зичӣ ҷисмҳои шаклан дурустро ба кор барем. Зичии ҳар гуна ҷисми нодурустшакли монанди санг, порайи шиша, мурӯд ва ғайраро низ муайян кардан осон аст, ба шарте ки тарзҳои муайян кардани ҳаҷми ин навъ ҷисмҳо (мавзӯи “Санчиши ҳаҷм”) аз ёди шумо нарафта бошад. Массаро ба воситаи тарозу чен кардан осон аст.

**Масъалаи 1. Зарраи зар ҳаҷми  $1 \text{ мм}^3$  ва массаи  $0,0193 \text{ г}$  дорад.**

**Зичии онро ёбед.**

$V=1 \text{ мм}^3,$   
 $m=0,0193 \text{ г},$   
 $\rho=?$

*Ҳал.* Додаҳои масъаларо бо воҳидҳои Манзумаи байналмилалӣи воҳидҳо (SI) меорем. Дар ин манзума воҳиди ҳаҷм  $1 \text{ м}^3$  асту воҳиди масса –  $1 \text{ кг}$ . Азбаски ҷузъи “милли...” вожаи *миллиметр* маънои “ҳазоряки...” дорад, яъне  $1 \text{ мм} = 0,001 \text{ м}$  аст, пас,

$$V = 1 \text{ мм}^3 = (0,001 \text{ м})^3 = 0,000\,000\,001 \text{ м}^3$$

мебошад. Монанди ҳамин,  $1 \text{ г} = 0,001 \text{ кг}$  аст ва, аз ин рӯ,



$$m = 0,0193 \cdot 0,001 \text{ кг} = 0,0000193 \text{ кг}$$

аст. Пас, ин аст ҳалли масъала:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,0000193 \text{ кг}}{0,000000001 \text{ м}^3} = 19300 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3},$$

яъне зичии модда (дар мисоли мо зар – тилло)-ро аз рӯйи як пораи хурди он низ ёфтан мумкин аст.

**Масъалаи 2.** Зичии чисmero ёбед, ки массаи 181,3 г дорад ва андоза-хояш ҳамчени андозаҳои қуттии гӯгирданд: 5,0 см; 3,7 см ва 1,4 см.

*Ҳал.* Додаҳо, талаби масъала ва формулаи заруриро дар шакли зайл менависем:

$$a = 5,0 \text{ см}; b = 3,7 \text{ см}; c = 1,4 \text{ см}; m = 181,3 \text{ г}; \rho = ?,$$

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

Массаи чисм дар шарти масъала омадааст. Пас, барои ёфтани зичӣ ҳаҷми чисmero донистан зарур асту бас. Ҳаҷми чисм, чунонки медонед, ба ҳосили зарби ҳарсе андозаи он баробар аст:  $V = abc$ . Пас, зичии чисм ин аст:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{abc} = \frac{181,3 \text{ г}}{5,0 \text{ см} \cdot 3,7 \text{ см} \cdot 1,4 \text{ см}} = 7,0 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$

Ин чисм чӯянист, зеро зичии баробар ба зичии чӯян дорад.

**Масъалаи 3.** Зичии чӯян  $7,0 \text{ г/см}^3$  аст (ниг. масъалаи 2), яъне  $1 \text{ см}^3$ -и ин модда массаи 7,0 г дорад. Ин натиҷаро бо  $\text{кг/м}^3$  ифода кунед.

*Ҳал.* Ҳалли ин масъала ба масъалаи 1 монанд аст. Як гиром ҳазоряки кг, яъне 0,001 кг асту 1 см садяки 1м-ро ташкил медиҳад:  $1 \text{ см} = 0,01 \text{ м}$ . Пас,

$$1 \text{ см}^3 = (0,01 \text{ м})^3 = 0,000001 \text{ м}^3$$

аст. Зичии чӯянро бо  $\text{кг/м}^3$  чунин ифода мекунем:

$$7,0 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 7 \cdot \frac{0,001 \text{ кг}}{0,000001 \text{ м}^3} = 7000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3},$$

яъне  $1 \text{ м}^3$ -и чӯян массаи 7000 кг дорад.

- ?
1. Мафҳуми “зичии модда” чӣ маъниро ифода мекунад?  
(Бори дигар мулоҳиза кунед шарҳро, ки мо дар бораи мафҳуми “миқдори модда” дар повараки сах. 57 овардаем).
  2. Зичиро бо чӣ гуна воҳидҳо ифода мекунамд?
  3. Воҳиди зичӣ ( $\text{кг/м}^3$ ) воҳиди асосӣ аст ё воҳиди ҳосилавӣ?

4. Зичии моддаи алюминӣ  $2700 \text{ кг/м}^3$  аст – ин чӣ маънӣ дорад?

5. Зичиро маъмулан чӣ тавр муайян мекунад? Оё шумо ин корро дар мисоли ягон чизи одӣ анҷом дода метавонед?

## Машқ

1. Зичии моддаро на танҳо бо *килограм бар мукаабметр* ( $\text{кг/м}^3$ ) ва *гиром бар мукаабсантиметр* ( $\text{г/см}^3$ ), балки инчунин бо *тон бар мукаабметр* ( $\text{т/м}^3$ ) ифода кардан мумкин аст. Ин се воҳид бо ҳамдигар чӣ таносуб доранд?
2. Зичии хишти хокиро ёбед, ки массаи  $3,5 \text{ кг}$  дорад ва андозаҳош (бо *см*)  $24,5 \times 12,0 \times 6,6$  аст.
3. Массаи ҳавоеро ёбед, ки хонаи хоби шуморо пур кардааст. Зичии ҳаворо  $1,29 \text{ кг/м}^3$  гиред.

## §1.19. Ҳисоби масса (ҷирм) ва ҳаҷм аз рӯйи зичӣ

Дар сурати маълум будани ҳаҷми ҷисм ва зичии моддае, ки ҷисм аз он “сохта шудааст”, массаи ҷисмро бе тарозу (барнокашида) ҳам муайян кардан мумкин аст. Мисол, мо метавонем массаи тахтачаеро бо роҳи ҳисобукитоб ёбем, ки он аз ҷӯби булут ба андозаҳои  $25 \times 20 \times 2$  (бо *см*) бурида шудааст. Барои ин аввал ҳаҷми тахтачаро меёбем:

$$V = 25 \text{ см} \cdot 20 \text{ см} \cdot 2 \text{ см} = 1000 \text{ см}^3.$$

Акнун аз ҷадвали зичӣҳо (ниг. рӯйи дарунии муковаи китобро) мебинем, ки ҷӯби булут зичии  $0,8 \text{ г/см}^3$  дорад. Ин рақам он гуна маънӣ дорад, ки массаи ҳар як  $\text{см}^3$ -и булут  $0,8 \text{ г}$  аст. Тахтача ҳаҷми  $1000 \text{ см}^3$  дорад. Модом ки ҳар  $\text{см}^3$ -и он  $0,8 \text{ г}$  бошад, пас, барои ёфтани массаи умумии тахтача ҳамин  $1000$ -ро бо  $0,8$  зарб задан лозим аст, яъне

$$1000 \text{ см}^3 \cdot 0,8 \text{ г/см}^3 = 800 \text{ г} = 0,8 \text{ кг}.$$

Пас, барои аз рӯйи зичии ҷисм ва ҳаҷми он ёфтани массаи ҷисм  $m$ , зичӣ  $\rho$  ва ҳаҷм  $V$ -ро зарб задан зарур аст:

$$\text{Масса} = \text{Зичӣ} \cdot \text{Ҳаҷм}$$

ё ба воситаи ишоратҳо:

$$m = \rho V.$$

Мисли хамин, агар чисми муайянзичӣ баркашида шуда бошад, яъне агар зичӣ ва массаи ҷисм маълум бошанд, ҳаҷми онро муайян кардан осон аст. Барои ин массаи ҷисм  $m$ -ро ба зичии он  $\rho$  тақсим кардан мебояд:

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

**Масъалаи 1.** Ҳаҷми маҳзанае, ки дар рӯи мошини боркаш ҷойгир аст, бояд чӣ қадар бошад, ки  $m = 9,6 \text{ т}$  нафтро гунҷонад? Зичии нафтро ин қадар гиред:  $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$ .

*Ҳалли* масъала сода аст. Аввал воҳидҳоро ҳамшакл мегардонем. Барои ин массаи нафтро бо  $\text{кг}$  ифода кардан кофист:

$$9,6 \text{ т} = 9600 \text{ кг}.$$

Сипас қиматҳои  $\rho$  ва  $m$ -ро дар формулаи охир мегзорем:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{9600 \text{ кг}}{800 \text{ кг/м}^3} = 12 \text{ м}^3$$

**Масъалаи 2.** Маҳзанае, ки дар борааш дар масъалаи 1 сухан рафт, чӣ қадар бензин мегунҷонад?

*Ҳал.* Зичии бензин маълум аст:  $\rho = 710 \text{ кг/м}^3$ . Пас, ин масъала ба масъалаи ёфтани масса аз рӯи қимати зичӣ ва ҳаҷм бадал мешавад:

$$m = \rho V = 710 \text{ кг/м}^3 \cdot 12 \text{ м}^3 = 8520 \text{ кг} = 8,52 \text{ т}.$$

Ҳамин тариқ (хулосаи ду масъалаи охир), маҳзанае, ки ҳаҷми  $12 \text{ м}^3$  дорад, дар худ  $9,6 \text{ т}$  нафт ё  $8,52 \text{ т}$  бензин мегунҷонад.

**Машқ.** 10 л об, 10 л алкул (спирт) ва 10 л бензин чиқадарӣ масса доранд?

*Мисоли ҳал* (барои об). Аввал воҳидҳоро ҳамшакл мегардонем. Азбаски  $1 \text{ л} = 1 \text{ дм}^3$  аст, пас, бояд ё  $\text{м}^3$ -ро ба  $\text{дм}^3$  ё, баръакс,  $\text{дм}^3$ -ро ба  $\text{м}^3$  бадал кунем. Роҳи осон ин аст:

$$1 \text{ л} = 1 \text{ дм}^3 = (1/10 \text{ м})^3 = 1/1000 \text{ м}^3.$$

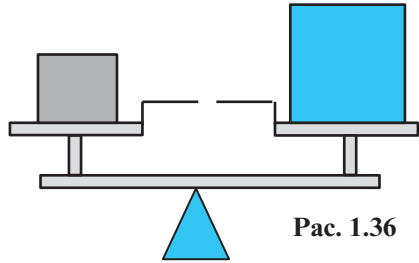
Он гоҳ ҳалли масъала шакли зайл мегирад:

$$\begin{aligned} m &= \rho V = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ л} = \\ &= 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \cdot 1/1000 \text{ м}^3 = 10 \text{ кг}. \end{aligned}$$

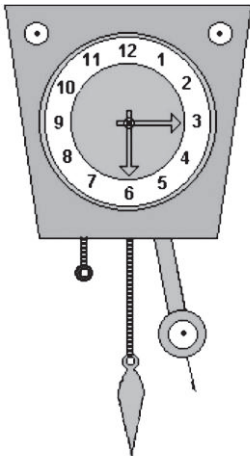
Пас, 10 л об массаи 10 кг дорад. Ҳамчунин, шумо мустақилон ёфта метавонед, ки массаи 10 л алкул (спирт) 8 кг ва массаи 10 л бензин 7,1 кг аст.



1. Дар паллахо (каффаҳо)-и тарозуе, ки дар рас. 1.36 омадааст, ду чисм тасвир ёфтааст – яке хурд ва дигаре бузург ва онҳо якдигарро мувозанат додаанд. Кадом чисм зичии бештар дорад?
2. Ҳаҷми чисмро аз рӯйи масса ва зичии он чӣ тавр меёбанд?
3. Зарфи севунимлитра чанд килограмм карасин мегунҷонад?
4. Массайи чисмро аз рӯйи зичӣ ва ҳаҷми он чӣ тавр меёбанд?



Рас. 1.36



Тик-тики соат чӣ гӯяд?

Хуш дор?

Гуядат: Бедор бош, эй хушёр!

## §1.20. Санҷиши вақт

### I

Агар пурсанд: “Чист он, ки биноҳои ободро хароб гардонад, кӯҳҳои сардарфалакро ба хок яксон кунад, подшоҳони абарқудратро ба қарри чоҳи таърих афканад?”, бигӯ, ки...

Ку бигӯ, чист?

Агар пурсанд: “Чист он, ки шумо, навомӯзони аҷибтарин илм – физикаро рафта-рафта дунёбин ва оламфаҳм гардонад?”, бигӯ, ки... Чист?

Мо медонем, ки ту, хонандаи азиз, медонӣ, ки ин чист ва мегӯӣ:

*Вақт аст ин, вақт, ки ободхоро хароб мегардонад ва эҳё мекунад, нотавонхоро абарқудрат мегардонад ва вожгун месозад, моро донову тавоно мегардонад, ба шарте, албатта, ки илмҳои табиатишиносиро аз сари сидқ биёмӯзем, забону адаб омӯзем, маънавияти худро ҳарчи ганитар гардонем”...*

Оре вақт аст он, замон аст! Аммо чист вақт?

Олими амрикоӣ *Р.Фейнман* (1918-88), ки соҳиби баландтарин мукофоти илмӣ – ҷойизаи Нобел буд, гуфтааст:

*“Напурсед маро, ки чист вақт. Ин ба дараҷае мушқилот дорад, ки дар бораиш ҳатто фикр рондан душвор аст.”*

Агар ба ин гуфтахову хулосаҳо бовар надошта бошед, ихтиёр доред. Аммо танбалӣ накарда, фикр давонед, ки вақт

чист? Фикр ронед, андеша кунед. Он гоҳ хоҳед фаҳмид, ки вақт асроромезтарин падида аст. Вақт ба худии худ чун як чиз вучуд надорад ва берун аз чизхову рӯйдодҳо, берун аз ҳаракату оромиши чизҳо эҳсос шуда наметавонад.

Оре, эҳсоси вақт дар шуури мо дар заминаи мушоҳидаи тағйироти олами атроф пайдо мешавад.

Оё шумо андеша кардаед, ки як мева хеле оҳиста мепазад ё меваи дигар боз ҳам дертар мерасад? Вале меваҳо дер ё зуд – яке пештар, дигаре дертар, дерпазтариншон то охири тирамоҳ мепазанд, лек додарчаи шумо бисёр оҳиста бузург мешавад, то ки шуморо аз ле-ле-пе-пе карданхову бозӣ доронданҳои харрӯза фориг гардонад. Аз сӯйи дигар, падидахое рӯй медиханд – мисли *барқ*, ки муддати бисёр кӯтоҳ мепоянд. (Ибораи «*барқвор гузашту рафт*» аз ҳамин ҷост)...

Мегӯянд, ки чараёни вақт сӯйи оянда нигаронида шудааст. Ин аз маънии мафҳумҳои *замони гузашта*, *замони ҳозира* ва *замони оянда* бармеояд. Аммо, он сон ки вақт баргаштнопазир аст (ба он маънӣ, ки дар тири замон ақиб рафта, бо Абуалӣ Сино суҳбат доштан ё ба хидмати Ҳаким Фирдавсӣ расидан илоҷ надорад), мисли ҳамин, замони ояндаро пас гардонидан, яъне, масалан, ҷавонӣ ёфтан имкон надорад.

Илоҷ надорад – *на ба пулу мол, на бо ҷоҳу ҷалол* (!)

Яъне вақт ақиб намегардад, онро ақиб гардонидан имкон надорад. Ин бо он алоқаманд аст, ки рӯйдодҳои физикӣ сӯйи ақиб чараён намегиранд, яъне баргаштнопазиранд.

Дар давраҳои гуногун барои ифода кардани вақту замон мафҳумҳои гуногун ба миён омадаанд – *саргузашт*, *гоҳ*, *дер*, *лаҳза*, *замони гузашта*, *умр*, *аср*, *замони оянда*, *абадийят* ва ғайра, ки ҳар якеи онҳо маънӣ, мавқеъ ва дарозии ба худ хос дорад. Биёед, пеш аз ҳама, бинем, ки ба сифати воҳиди вақт чӣ муддате пазируфта шудааст.

## II

**Воҳиди вақт.** Бидонед, ки аз мафҳумҳои *ҳазорсола*, *аср*, *сол*, *моҳ*, *ҳафта*, *рӯз*, *соат* (*дурустаи: соъат*), *дақиқа* ва *сония* фосилаи кӯтохтарин *сония* аст (ки бо ҳарфи *с* ишорат мешавад): 1 *с*, 2 *с*, 60 *с* ва ғайра.

Ҳам дар Манзумаи байналмилалии воҳидҳо (SI) ва ҳам дар Манзумаи воҳидҳои СГС ба сифати воҳиди вақт ҳамин *сония* қабул шудааст. Муддати 1 *с* ба 9192631770 даври тобиш (даври нурафканӣ)-и мутобиқи гузариши байни ду ҳолати муайяни

атоми сезий-133 баробар аст, яъне муддати баробар ба 9192631770 ларзиши атоми сезий-133 баробари 1 с гирифта шудааст. Ин таъриф он гуна хубӣ дорад, ки ба тағйироти дарозии соли нучумӣ вобаста нест.

Маъмултарин ченакҳои вақт – сол, шабонарӯз ё худ шаборӯз (*шр*), соат (*ст*), дақиқа (*дақ*) ва сония (*с*) байни худ чунин таносуб доранд:

1 сол = 365,25 *шр* (тақрибан);

1 *шр* = 24 *ст*;

1 *ст* = 60 *дақ*;

1 *дақ* = 60 *с*.

Аз ин ҷо бо ҳисобукитоби сода дидан осон аст, масалан, ки як сол чанд сония ё ин ки як шабонарӯз чанд дақиқа аст.

Шумо шояд бидонед, ки чаро 1 сол на ба адади томи рӯзҳо, балки ба 365 рӯзу боз чоряк рӯзи дигар баробар аст (шаборӯзро мухтасаран “рӯз” ҳам меноманд). Гап дар он аст, ки ҳанӯз дар ибтидои солшумории милодӣ сокинони қисмати ҷанубии Ироқ як солро (ба маънои як соли тақвимӣ) иборат аз 360 *шр* ме-донистанд, ки саҳеҳ набуд ва бинобар ин, мисриёни ҳамон давра бар он 360 рӯз боз 5 рӯзи дигар зам карданд. Аммо дар ин сурат адади рӯзҳои сол ба адади моҳҳо – 12 бе бақия тақсим намешавад. Ҳамин ва баъзе ҷиҳатҳои дигар буд, ки моҳҳоро 30 ё 31 рӯз, вале февралро 28 рӯз доданд.

Баъдтар равшан гашт, ки 365 рӯз ҳам барои ифода кардани дарозии соли тақвимӣ (ё ба гуфти Абурайҳони Берунӣ – соли табиӣ) дақиқ нест. Аз ин рӯ зарур омад, ки як рӯзро чор тақсим карда, дарозии як соли томро ба ҳаракати солиёнаи Офтоб мутобиқ созанд. Абурайҳони Берунӣ дар асари машҳури худ “Китоб-ут-тафҳим” овардааст:

*“Соли табиӣ иборат аст аз он муддат, ки андар ӯ як бор гардиши гармо ва сармо ва кишту зеҳ ба тамоми бувад... Ва андозаи ӯ сесаду шасту панҷ рӯз аст ва касрӣ аз ҷаҳорҷаки рӯз камтар”.*

Микдори рӯзҳои солро Берунӣ соли 1016 дар Гурганҷ муайян кардааст. Адади кунунии рӯзҳои соли табиӣ – 365,25 рӯз аз гуфти Берунӣ фарқ надорад. Аммо ҳозирҳо адади рӯзҳои сол, чунонки мегӯянд, касрӣ нест: ҳамон ҷаҳорҷаки рӯзҳо аз соли 1584 ба ин сӯ ҳар соли ҷаҳорум (соле, ки ба 4 бе бақия тақсим шавад), дар шакли як шабонарӯзи том бар моҳи феврал зам мекунанд. Дар ин гуна сол моҳи феврал 29 рӯз мегирад – ин гуна солро соли кабиса ва тақвими дар заминаи он эҷодшударо тақвими *григорӣ* мегӯянд (ба исми бобои калисои католикии Рум Григорийи XIII, ки с.1582 амр бар ислоҳи тақвим кардааст).

### Ш

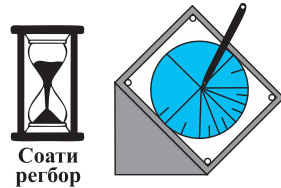
**Соат** (мутолиан озод). Оё шумо аз дарсҳои табиатшиносӣ ва мавзӯҳои то ин дам мутолиашудаи ин китоб медонед, ки сайёраи мо – Замин гирди Офтоб гардиш меҳӯрад ва ин гардиш пас аз ҳар 365 *шр* 5 *ст* 48 *дақ* 46 *с* (ё дурусташ  $31556926,9747с = 1$  сол) такрор мешавад. Метавон гуфт, ки манзумаи иборат аз Офтобу Замин ва гирди Офтоб гардиш хӯрдани Замин як навъ соати нучумӣ аст, ки аз рӯи он шумори солҳои гузаштара ба ҳисоб овардан мумкин аст.

*Моҳ низ аз ҷиҳати нишон додани гузашти замон ва шумориши соли қамарӣ, ба гуфти Шамси Табрэзӣ, паймонаи умр аст.* Ногуфта ҳам фаҳмоист, ки ин “соатҳо” барои баён кардани давраҳои таърихӣ, даврони салтанати подшоҳон, замони зисти одамон, синну сол ва монанди ин хеле созгоранд, вале барои ифода кардани муддати вақти хӯру хоб, кор ва монанди ин муносиб нестанд. Дар ин мавридҳо на сол, балки рӯзу соату дақиқа мувофиқтаранд.

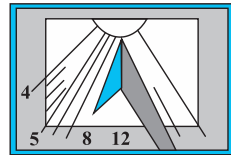
Аз ин рӯ асбобе сохтан лозим омад, ки асосан соатшумор ва дақиқашумор бошад – ин гуна асбоб *соат* ном гирифт.

Нахустин соатҳо соатҳои офтобӣ буданд. Ду навъи онҳо дар рас. 1.37 тасвир ёфтааст. Аз рӯи ин расм “кори” ҳам соатҳои офтобӣ ва ҳам соатҳои обиву регборро бе шарҳ фаҳмидан осон аст.

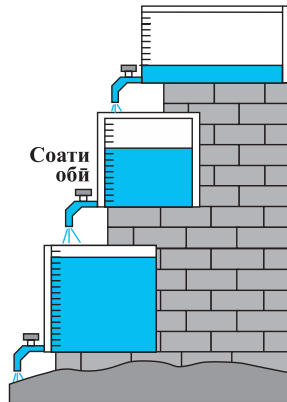
Ҳамчунин, бояд фаҳмо бошад, ки хамаи ин соатҳо чандон дақиқ нестанд – онҳо вақту соатро ба дурустии то чанд дақиқа нишон медиҳанду бас. Муддати кори онҳо низ маҳдуд аст. Аз ин нигоҳ дурустии соатҳои зиёд аст, ки ҷузъи асосии кори онҳо дар рас. 1.38 тасвир шудааст. Дар ин гуна соат гашти чархи дандонадор – *чархи дангро* амали якҷояи санги 3 ва ованги 2 низом медиҳад: санг дар чархи данг овезон аст ва онро ҳамеша сӯйи поён кашида медорад. Дар лаҳзаи аввали ба кор даровардани соат овангро андак такон



Соати регбор



Соатҳои офтобӣ



Рас. 1.37



Рас. 1.38

лахзаи ақиб гаштани ованг сар карда, хамаи ин амалҳо тақрор мешаванд ва соат боз “тик!” мегӯяд. Фосилаи ду “тик”-и соат муддати як чунби овангро ташкил медиҳад. Хамин тарик, *тик-тики соат шумори вақт аст.*

**Масъала. Муддати байни тик-тикҳои соати овангӣ 0,5 с аст.**

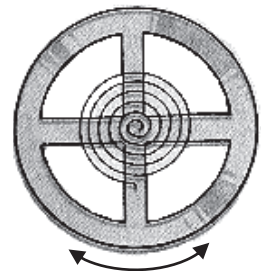
**Ованги ин гуна соат дар 3 дақ чанд чунб мехӯрад?**

*Ҳал.* Азбаски 3 дақ баробари 180 с аст, пас, ованг дар ин муддат  $180 \text{ с} : 0,5 \text{ с} = 360$  бор мечунбад. (Поёни ҳал).

Акнун бори дигар вазифаи санги соати овангиро пеши рӯ оварда, гӯед, ки оё ин гуна соат дар шароити бевазнӣ, масалан, андаруни киштии кайҳоние, ки гирди Замин гардон аст, кор карда метавонад?

**Масъалаи дигар. Чӣ гуна соат сохтан мебояд, ки дар шароити бевазнӣ вақтро дуруст нишон диҳад?**

*Ҳал.* Соати овангӣ дар шароити бевазнӣ “кор намекунад”. Сабаб ин аст, ки дар шароити бевазнӣ санги соат низ мисли чизҳои дигар бевазн мешавад ва чархи данги соати овангдорро дар ҳоли кашида (сӯйи поён) нигоҳ дошта наметавонад. Чора чист? Илоҷ ку?



Рас. 1.39

додан зарур аст. Он гоҳ ованг мечунбад ва лангари бо худ ҳамбастаи 4-ро низ чунб медиҳад – он гоҳ чархи данг муддати кӯтоҳе аз “чанголи” лангар озод шуда, аз кашиши санги соат қадре гардиш мехӯрад – он гоҳ чархи данг дандони лангар ва якҷо бо он овангро данг (такон) медиҳад (номи *чархи данг* аз хамин ҷост).

Сипас дандони дигари лангар рӯрӯйи сатҳи ду дандонаи чархи данг лағжида, дар назди нуқи он дармемонад; он гоҳ ованг ақиб мегардад ва лангар лаҳзаи кӯтоҳе қарор гирифта, аз чархи данг зарб мехӯрад – дар натиҷа лангар аз “чанголи” чархи данг раҳо мешавад ва соат “тик!” мегӯяд. Аз



Фикр кунед. Ба чойи санги соат олатеро ба кор бурдан мебояд, ки вазифаи сангро ба чо биёрад, яъне чархи дангро дар ҳоли кашида нигоҳ дорад, мисли он, ки камон зеҳи худро кашида медорад. Камон кор медиҳад, аммо имкони кам дорад. Илочи дигар истифодаи фанар (пружин)-и пӯлодини печида аст, ки ба мехвари қуттии махсус дар ҳоли кашида печонида шудааст ва вазифаи борсанги 3-и рас. 1.38-ро адо мекунад. Аз ин ҳисоб “раққосак” ном олати соат (рас. 1.39) гоҳ як сӯ ва гоҳ сӯйи дигар тоб хӯрда, гашти соатро низом медиҳад.



Рас. 1.40

Баъдтар соатхое сохта шудаанд, ки дар онҳо ба сифати манбаъи такондиханда батареча ё чараёни барқ истифода мешавад. Аммо соатҳои механикии раққосакдор он гуна бартарӣ доранд, ки бо девор, бо санги овезон ё бо манбаъи барқ “побанд” нестанд ва дар тағи дарёву тори ҳаво тик-тики худро кардан мегиранд.

**Сониясанҷ.** Ин ҳам асбоби санҷиши вақт аст. Шумо онро дар лабораторияи физика ё дар дасти омӯзгори варзиш дидаед. Сониясанҷи одитарин дар рас. 1.40 тасвир шудааст. Ин гуна олат маъмулан барои чен кардани фосилаҳои замони баробар ба 30 дақ (ва) ё 60 дақ сохта мешавад ва вақтро бо сонияҳо ва ҳиссаҳои сония нишон медиҳад.

#### IV

**Дурустии санҷиши вақт** (мутолиаи озод). Ба рас. 1.37 зеҳн монед. Кадом соат хубтар аст – соати обӣ, регбор ё ягон соати офтобӣ? Кадом навъи соат вақтро дақиқтар нишон медиҳад?

Посух ба он вобаста аст, ки мо дар кадом вақти шабу рӯз кадом навъи соатро ба кор мебарем ва чӣ гуна фосилаҳои вақтро чен кардан мехоҳем. Фосилаҳои чанддақиқайнаи вақтро бо соати регбор рӯзу шаб санҷидан мумкин аст, ҳол он ки соатҳои офтобӣ шабонгаҳ ва рӯзҳои беофтоб кор намеоянд. Соати обӣ шабу рӯз кор карда метавонад, вале оби истифодашудаи онро дам ба дам боло бароварда, ба маҳзани аввал рехтан зарур аст – ин амалҳо дараҷаи дурустии санҷиширо кам мекунанд. Аз ин рӯ соати овангӣ хубтар аст.

Замоне ки соатҳои раққосакдор пайдо шуданд, имкон фароҳам омад, ки вақтро ба дурустии то даҳяки сония чен кунанд. Аммо ин дараҷаи дурустӣ ( $0,1$  с) ҷавобгӯии талаботи имрӯз нест. Ин ҷо мисоле овардан кофист: Дар мусобиқаи давандагӣ доваронро гоҳо зарур меояд, ки варзишгари пирӯзро аз рӯи натиҷаҳои ба ҳам хеле наздик муайян кунанд. Чунончи, дар мавриди бо натиҷаҳои

10,097 с,

10,097 с,

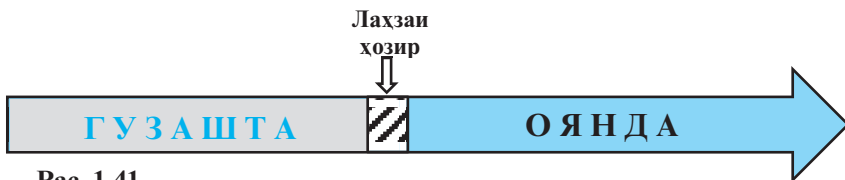
10,098 с

паймуда шудани фосилаи  $100$  м доварон, ҳарчанд чашми тез дошта бошанд ҳам, ғалат карда метавонанд, зеро чашми инсон фосилаҳои вақтеро, ки аз якдигар ба қадри камтар аз  $0,04$  с фарқдоранд, ҷудо-ҷудо дида (ташхис карда) наметавонад. Дар ин мавридҳо соате даркор аст, ки ҳиссаҳои ҳазоряки сония ( $0,001$  с)-ро ҷудо карда тавонад.

Хушбахтона, ин гуна имкони физикӣ вучуд дорад: соатҳои сохта шудаанд бо номи *соатҳои электронӣ, кварсӣ ва атомӣ*, ки дар онҳо ба ҷойи чунбишҳои раққосак ё овангларзишҳои андаркварсӣ (ларзишҳои даруникварсӣ) ё ларзишҳои атомӣ истифода мешавад. Бо соати атомӣ фосилаҳои вақтро ба дурустии то даҳтриллионяки сония ( $10^{-13}$  с) ва бо соати кварсӣ ба дурустии то даҳмиллиардяки сония ( $10^{-10}$  с) чен кардан муяссар мегардад. Ин гуна соатҳо дар муддати садҳо ва ҳазорҳо сол ба қадри *на бештар* аз  $1$  с «ғалат мекунанд». Ба гуфти дигар, соати кварсӣ дар  $1000$  сол танҳо  $1$  с пеш меравад ё ақиб меонад. Соати атомӣ бошад, садҳо бори дигар дақиқтар «қор мекунад».

Ба таъкид меғӯем, ки нишондоди соат ба худии худ маъно надорад ва дар сурате маъно мегирад, ки лаҳзаи аввали ҳисоби вақт маълум бошад, яъне *танҳо фарқи ду нишондоди соат маънии муайян дорад* ва замони байни ду рӯйдод ҷараёни вақтро ифода мекунад.

Вақт бузургии физикии якчена аст, яъне барои ифода кардани он як тири координатӣ кофист. Вақт аз замони гузашта сӯйи замони оянда ҷараён дорад – инро мо дар шакли рас. 1.41 ифода кардаем.



Рас. 1.41

Дар кори ҳама навъҳои соат ду ҷиҳат муҳим аст:

- 1) ба таври даврӣ такрор шудани ҷунбиши ованг ё ин ки раққосак, ларзиши атомҳо ва монади ин ва
- 2) низоми муайян доштани он рӯйдодҳо.

1. Оё шумо медонед, ки 1 сол чанд сония дорад?
2. Шумо медонед, ки шаб чисту рӯз чист. Аммо оё медонед, ки шабонарӯз (шаборӯз) чист?
3. Моҳ гирди Замин дар 29,5 *шр* як бор давр мезанад – ин муддат як моҳ ном дорад. Пас, ҷароғат, ки 30 рӯзро ҳам 1 моҳ мегӯянд 31 ё 28 ва 29 рӯзро ҳам?
4. Соатҳои офтобӣ, обӣ ва регбор чандон дақиқ нестанд. Сабаб чист?
5. Оё соати овангӣ дар шароити бевазний (чун даруни киштии кайҳоние, ки гирди Замин гардон аст) кор медиҳад?
6. Ин гуфтаи Абдурахмони Қомӣ чӣ маънӣ дорад:

*Гузашта чу мургест ҷаста зи дом,  
Аз ӯ нест дар дастӣ ту ғайри ном;*

ва ин гуфтаи Низомии Ганҷавӣ чӣ:

*“Дору наси марғ кай кунад суд?”*

7. Оё шумо вақти ҳаррӯзаи худ, яъне ҳамон 24 соатеро, ки ҳар шабонарӯз дар ихтиёр доред, дуруст истифода карда метавонед? Оё шумо сахархезӣ мекунад?
8. Ба тасвири соати деворие зеҳн монед, ки дар сах. 68 омадааст. Оё шумо метавонед бигӯед, ки он тасвир чӣ камиву кистӣ дорад?

1. Кори соатро ба хубӣ фаҳм кунед, зеро ин чо фикрати бисёр донишварон ва чандин кашфиёти илмӣ истифода шудааст. Шумо бояд
  - а) бифаҳмед, ки бори овезон, яъне ҳамон санги соат аз як такони андак чанд муддат чунбиш мехӯрад. (Инро худи шумо санчида метавонед – барои ин бореро дар сари ресмони овезон баста, андак такон диҳед ва чунбишашро мушоҳида кунед);
  - б) бифаҳмед, ки ин чунбиш ба дараҷаи такон ва инчунин ба вази бори сари ресмон бастагӣ надорад;
  - в) ва агар тавонед, дарёбед, ки муддати як рафтуромад кардани бори соат бузургии собит аст (кашфи Г. Галилей, с.1583);
  - г) дарёбед, ки барои доиман «кор кардани» соат ованги онро ҳамвора данг (такон) додан зарур аст ва асбобе, ки барои санчиши вақт сохта мешавад, бояд «ухдадори» ҳамин данг доданҳо бошад;
  - ғ) аз рӯйи ин гуфтаҳо ба хулосае бирасед, ки падидаи чунбиши овангро барои муайян кардани муддати рӯйдоди ҳодисаҳо, яъне барои санчидани вақт ба кор бурдан имконпазир аст.
2. Тасаввур кунед, ки вақтро ақиб гардондан имкон мебошад. Он гоҳ шумо метавонистед, ки замони Сомониёнро бо чашми худ бубинед ва поягузори давлати ононро (ҳеч набошад) наззора кунед;
  - ё ин ки бо қаҳрамони «Шоҳнома»-и Абулқосими Фирдавсӣ Сиёвуши далер хокбозиву асптозӣ кунед;
  - ё ин ки аз алломаҳои Машрикзамин Абурайҳони Беруниву Абуалӣ Сино китоб чустан ва илм андӯхтан биёмӯзед; Аммо вақт, замон баргаштНОпазир ва такрорНОпазир аст. Оё шумо наметавонед, ки дар заминаи баррасии ин «сайри таърихӣ» омӯзиши бунёди илмҳои мактабиро дар солҳои ояндаи мактабҳои худ тавре ба роҳ монед, ки дар охири давраи мактабҳои «соз нахондам» гуфта пушаймон нашавед?
3. Сониясанҷе гирифта, камубеш машқ кунед ва бинед, ки дар сурати бо оҳанги муайян талаффуз кардани ҷӣ гуна калима ё ибора муддати 1 ё 2 с мегузарад. Русҳо дар ин маврид *двадцат адин, двадцат два* мегӯянд инглисизабонҳо – *Миссисити ван, Миссисити туу*. Шумо ҳам метавонед «Дониш бичӯй!», «Дониш бичӯй!» (ё ягон чизи дигар) гуфта, сонияшуморӣ кунед. Ин гуна малака, масалан, ҳангоми иҷро кардани қорҳои лабораторӣ ё гоҳи таҳминан баҳодод кардани муддати рӯйдоди раъду барқ ва мавридҳои монанди ин қор меояд.

## ОЗМОЙИШ (Боби 1)

1. Кутри Замирно (ки тақрибан 12800 км аст) бо мм ифода кунед.

2. Масоҳати умумии секунҷаи баробарпахлу ва дойираи дар рӯйи тегаи он тасвиршударо ёбед. Радиус (шуоъ)-и дойира  $R$ -ро ҳамчени як тарафи секунҷа, яъне  $R = a = b = c$  гиред.

3. Ҳосили зарби  $10^{+3}$  ва  $10^{-3}$  ба чӣ баробар аст?

4. Ҳаҷми синфхонаи худро бо  $см^3$  ифода кунед.

5. Дарозии мизи омӯзгорро ба воситаи хаткашаки одӣ бо чӣ дараҷаи дурустӣ чен кардан муяссар мешавад?

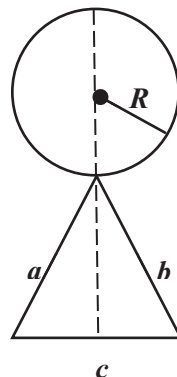
6\*. Оё ғафсии як тори мӯйи ёли аспро ба воситаи хаткашак муайян кардан душвор аст?

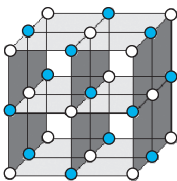
7. Зарфи кубшакле, ки тарафҳош 2-метрианд, чанд литр об мегунҷонад?

8. Масса (цирм)-и чисмеро ёбед, ки зичии  $19,3 \text{ кг/м}^3$  дорад ва ҳаҷми  $1 \text{ см}^3$ -ро ишғол мекунад.

9. Як шаборӯз чанд дақиқа дорад? ба ҳисоби сония чӣ?

10\*. Оё бор (санг)-и соате, ки дар саҳифаи 71 тасвир шудааст, дуруст (яъне дар чойи худ) овехта шудааст? Занҷираи ҳалқадор дар ин соат чӣ даркор аст?





## Боби II МАЪЛУМОТИ АВВАЛИЯ ДАР БОРАИ СОХТИ МОДДА

### §2.1. Молекулаҳо

Гуфти нахустин дар бораи ин ки моддаҳо аз атомҳо иборатанд (боби 1), ба хирадманди Юнони қадим Демокрит мансуб аст. Ба гуфти ӯ, ҳама чизҳои олам ва, аз ҷумла, *чаҳор унсур* – хок, об, ҳаво, оташ аз *атомҳо* таркиб ёфтаанд.

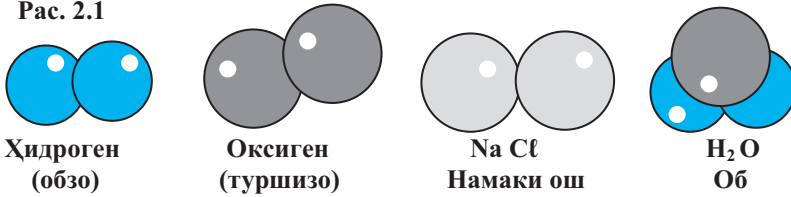
Агар порай бӯр, санг ё ягон чизи дигарро рӯйи сандон гузошта, бо зарби путк бишканем ва резаҳои онро шикастан гирем, дар охир зарраҳои ҳосил мекунем, ки онҳоро дигар бо ин тарз шикастан намешавад, яъне ин гуна зарраҳо тақсим-НОпазир хоҳанд буд. Демокрит маҳз ҳамин зарраҳои “дигар тақсимношуданӣ”-ро *атом* ном додааст. Вожаи юнонии *atomos* маънои *тақсимнопазир* (яъне *дигар тақсимнашаванда*) дорад.

Ақидаи Демокрит то охири асри XIX як навъ дастури амал буд. Баъд ошкор гашт, ки моддаҳо дар ҳақиқат аз атомҳо иборатанд, яъне гуфти Демокрит дар бораи аз атомҳо таркиб ёфтани моддаҳо тасдиқ шуд. Аммо ин *атомҳо* акнун **на** он гуна буданд, ки Демокрит мепиндошт.

Мафҳуми *атом* ҳоло **на** чун *зарраи тақсимНОпазир*, балки ба маънои зарраи мураккаб фаҳмида мешавад, яъне атом зарраи сода набуда, аз ҷузъиёти назар ба худ хурдтар иборат аст. Хусусиятҳои атомҳо ба микдор ва хосиятҳои ҳамин зарраҳо бастагӣ дорад.

Ду ва ё зиёда атом бо ҳам пайваست шуда, *молекула* ном заррае ба вучуд меоранд, ки он хусусиятҳои кимиёии моддаи иборат аз ин гуна зарраҳоро дар худ таҷассум мекунад. Вожаи юнонии *molecula* маънои *массаи хурд* дорад. Ду атоми ҳидроген бо ҳам пайваст шуда, як молекулаи ҳидроген ба вучуд меоваранд, яъне молекулаи ҳидроген дуатома аст. Моддаи ҳидроген аз ҳамин гуна молекулаҳои дуатома таркиб меёбад. Молекулаи намаки ош аз як атоми натрий ва як атоми хлор иборат аст. Молекулаи об аз як атоми оксиген ва ду атоми ҳидроген ташкил меёбад ва ғайра.

Рас. 2.1



Дар рас.2.1 сохти молекулаҳои ҳидроген, оксиген, об ва намаки хӯрданӣ тасвир шудааст. Ин ҷо Н атоми ҳидроген асту О – атоми оксиген, Na атоми натрий асту Cl – атоми хлор.

Молекулаҳоро ба атомҳои таркибдихандаи онҳо тақсим кардан (*ҷузъ-ҷузъ кардан*) мумкин аст. Ҳаво аз молекулаҳои ду-атомаи нитроген N<sub>2</sub> (тақрибан 78%), оксиген O<sub>2</sub> (21%), атомҳои аргон Ar (0,9%) ва баъзе газҳои дигар таркиб ёфтааст.

Атомҳо ва молекулаҳо зарраҳои хурдандозанд. Молекула назар ба атом ду, се ё чанд бор бузургтар буда метавонад.

Атомҳо андозае доранд тақрибан баробари 0,00000001 см. Хурд будани андозаи атомҳо аз он ҷо тасаввур кардан мумкин аст, ки дар ҳаҷми 1 см<sup>3</sup>-и об (ки массаи 1 г дорад)

20 000 000 000 000 000 000 000

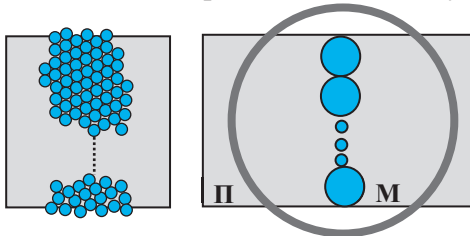
молекулаи об мавҷуд аст. Ин адад хеле бузург аст ва агар мо ин миқдор донаи, масалан, регро дар як ҷо ҷамъ оварем, кӯҳе пайдо мешавад ҳамчени бинои бузурге.

Барои равшанӣ андохтан ба масъалаи андозаи молекулаҳо ду мисоли дигарро бинем.

1. Чакраи равшани дар рӯи оби ором пахншуда шакли пардае мегирад, ки ғафсии он назар ба мӯйи одам қариб 40 000 бор кам аст. Вале ғафсии пардаи равшан (даҳмиллионяки мм) чени андозаи чанд молекулаи рӯйиҳам чидашуда аст (рас. 2.2).

2. Чанд боре, ки як дона себ аз кураи Замин хурд бошад, молекула ҳам аз себ ҳамон қадар бор хурд аст.

Молекулаҳои ҳамон як модда якхелаанд. Ҳар гуна моддаи ҳолис аз молекулаҳои якхелаи хоси ҳамон модда таркиб меёбад. Оби аз шарбати ягон мева ҷудошуда аз оби покиза фарқе



надорад, яъне онҳо аз ҳамон як навъи молекулаҳо иборатанд. Вале молекулаҳои моддаҳои гуногун аз ҳамдигар фарқ мекунанд.

Рас. 2.2 (П-пардаи равшан, М-як молекула.)



1. Зарраҳое, ки моддаҳо аз онҳо таркиб ёфтаанд, чӣ ном доранд?
2. Молекула чист?
3. Молекулаи об чанд атом дорад? моддаҳои дигар чӣ?
4. Шумо дар бораи молекулаи намаки хӯрдани (намаки ош) чӣ медонед?
5. Дар бораи андозаи молекулаҳо чӣ гуфтан мумкин аст?

## §2.2. Шарҳи падидаҳои физикӣ дар заминаи сохти молекулии моддаҳо

Аввал натиҷаи чанд падидаи маъмулиро бинем.

*Падидаи 1.* Як пора яхро дар зарфи сарпӯшида ҷой дода, зарфро оҳиста-оҳиста гарм мекунем. Мебинем, ки ях аввал об мешаваду баъд – бухор. Сабаби ин дар чист?

*П2.* Сақои пӯлодин аз ҳалқае, ки қутр (диаметр)-и даруниаш ҳамчени қутри сақост, озодона мегузарад (рас. 2.3, а). Вале ҳамамон сақо агар гарм карда шавад, дар ҳамамон ҳалқа дармемонад (рас. 2.3, б). Ин чӣ сабаб дорад?

*П3.* Сими оҳаниро ҳам кардан душвор аст. Аммо агар онро гарм кунем, ин кор осон мешавад. Сабаб чист?

*П4.* Симиҳои барқрасонӣ гоҳи тобистон ҳалта мезананд, вале дар зимистон кашаида (таранг) мешаванд. Чаро?

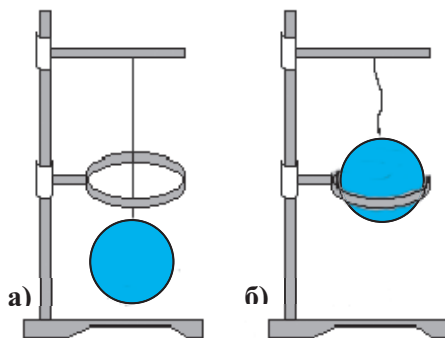
*П5.* Агар тӯби волейболро фишорем, ҳаҷми он кам мешавад. Ин чӣ сабаб дорад?..

Ин гуна падидаҳо бешуморанд. Онҳо дар чӣ замина рӯй медиҳанд?

Вақте ки яхро гарм мекунем, мебинем, ки шакл ва ҳолати он ба қуллӣ дигаргун мешавад. Сақои пӯлодин ҳангоми гарм кардан васеъ мешавад, сими саҳт хосияти мулоҷимӣ пайдо мекунад (падидаи 3) ё дароз мешавад (падидаи 4). Падидаи 5 аз он далолат мекунад, ки ҳаҷми ҳавои даруни тӯб гоҳи фишурдан хурд мешавад ва ғайра.

Ин падидаҳо як ҷиҳати умумӣ доранд – дар онҳо сохти дарунии модда аз таъсири берунии таъйир меёбад.

Шарҳи ин падидаҳо дар заминае осон аст, ки моддаҳо сохти атомӣ-



Рас. 2.3



молекули дошта бошанд. Гап дар он аст, ки молекулаҳои модда аз якдигар дар фосилаҳои муайян ҷой мегиранд ва дар сура-ти тағйир ёфтани ин масофаҳо ҳаҷми ҷисм низ тағйир меёбад. Ҳангоми гарм кардани ҷисм масофаҳои байнимолекули меафзоянд – дар натиҷа ҷисм васеъ мешавад. Пас, хурд шудани ҳаҷми ҷисм натиҷаи он буда метавонад, ки гоҳи сард кардани ҷисм масофаҳои байни молекулаҳои он кӯтоҳ мешавад.

Ин ҷо инчунин пурсише ба миён меояд, ки *ҷаро ҷисмҳо дар назари мо яклухт менамоянд*. Посух ин аст: молекулаҳои ҷамагуна ҷисм андозаи бағоят хурд доранд – ба ҳамин сабаб мо онҳоро на танҳо бо ҷаҷми номусаллаҳ, балки ҳатто бо *резбин* (микроскоп)-и хуб дида наметавонем.

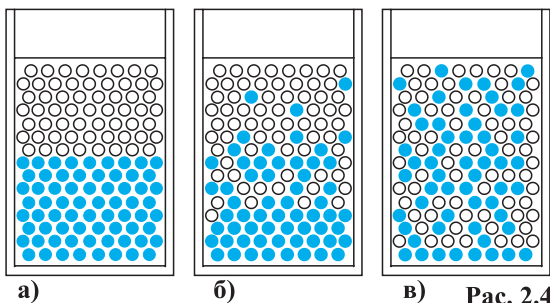


1. Дар матн зикр шуд, ки гоҳи каму зиёд шудани масофаи байни молекулаҳои ҷисм ҳаҷми он ҷисм тағйир меёбад. Шумо ин падидаро дар заминаи назарияи ҷунбишҳои молекули ҷи шарҳ дода метавонед?
2. Сақои дар рас. 2.3, б тасвирушударо, ки андар ҳалқа дармондааст, агар сард кунем, аз ҳалқа мегузарад. Сабаб ҷист?
3. Ҷарост, ки агар сими саҳтро гарм кунем, ҳам кардани он осон мешавад?

### §2.3. Даррафти моддаҳо ба ҳамдигар

Даррафт (диффуз)-и моддаҳо ба ҳамдигар падидаи худбахуд ба якдигар даррафтани (яъне ба ҳамдигар фуру рафтани)-и ду модда аст. Ин падида ба сабаби ҳаракати ҳароратӣ кардани зарраҳои модда рӯй медиҳад ва мисолҳои бисёр дорад. Яке аз онҳо паҳн гардидани молекулаҳои атр аст дар фазои хона, ки баъди кушодани даҳони шишаи атрдор дере нагузашта ба димоғи нишастагони ҷама кунҷҳои хона мерасад. Аз ин ҷо хулоса бармеояд, ки молекулаҳои атр бо молекулаҳои ҳавои хона бархӯрда-бархӯрда, ба ҷама ҷойи он хона мерасанд.

Таҷрибаи маъмули дигаре, ки бисёр аёнӣ ва омӯзанда мебошад, ин аст: Дар як истакон қадре моеъ мегирем, ки вазнинтар аз об бошад – ин гуна моеъ метавонад маҳлули оби зочи кабуд (ё худ даҳанифаранг) бошад. Дар рӯйи ин маҳлул қадре оби софро бо камоли оҳистагӣ мерезем, тавре мерезем, ки бо маҳлули зоч омехта нашавад. Баъд, агар истаконро ночунбонда, ба ҳоли худ гузошта, сарҳадди ҷудоии ҳарду моеъро муддати 10-15 рӯз мушоҳида кунем, мебинем, ки сарҳадди дар



Рас. 2.4

аввал ҳамвору аёни  
 ҷудоии моеъҳо (рас.  
 2.4, а) бо мурури  
 замон вайрон (ново-  
 зех) шуда, дар охир аз  
 байн меравад, яъне  
 моеъҳо худбахуд  
 омехта мешаванд (рас.  
 2.4, в), ба ҳам он қадар  
 омезиш меёбанд, ки  
 гӯё онҳоро омехта

бошем.

Шарҳ ин аст. Молекулаҳо қарор нестанд, онҳо мудом ҳаракати бенизом мекунанд, бо ҳамдигар бархӯрда-бархӯрда, самти ҳаракат ва ҷойи буди худро тағйир медиҳанд. Ин бархӯрдҳову кӯчишҳо боиси он мегардад, ки молекулаҳои ҳарду моеъ ба ҳам ҷойи ҳаҷми фарогирифтаи моеъҳо рафта метавонанд – дар натиҷа баъди муддате моеъҳо ба ҳамдигар дармераванд, яъне онҳо худбахуд омезиш меёбанд.

Аз ин гуна таҷрибаҳо як чизи дигар низ дарк мешавад – ин ки зарраҳо ба ҳам самтҳо густариш ёфта метавонанд. Вале дар мавридҳои гуногунзичӣ будани моддаҳои омезишёбанда ин падида аз соҳаи зичмодда ба соҳаи тунукмодда сурат мегирад.

Суръати даррафти моддаҳо бо ҳамдигар ба хусусиятҳои моддаҳо низ бастагӣ дорад. Ин падида аз ҳам ҷудтар, ҷӣ хеле ки аз мисоли аввал равшан аст, дар газҳо рӯй медиҳад, зеро газҳо моддаҳои тунуканд ва зарраҳои он имкони зиёдтари ҷунбучул қардан (имкони ҷудтар ҷунбиш хӯрдан) доранд.

Ин падида дар ҷисмҳои сахт низ имконпазир аст, вале бисёр оҳиста рӯй медиҳад, зеро ҷисмҳои сахт зичии зиёд доранд (ниг. §1.19) ва молекулаҳои онҳо ба сабаби бо якдигар сахт алоқаманд будан имкони хеле ками ҷунбиш хӯрдан доранд.

Таҷрибае маъмул аст, ки гуфтаҳои болоро ба хубӣ нишон медиҳад. Бигзор ду хиштча дошта бошем – сурбӣ ва тиллоӣ. Агар яке аз паҳлуҳои ҳамвори хиштчаи сурбиро сайқал дода, ба рӯйи ҳамин гуна сатҳи сайқалии хиштчаи тилло монем ва дар рӯйи онҳо як бори чандкилоӣ бигзорем, хиштчаҳо дар муддати панҷ сол ба даруни ҳамдигар ба қадри 1 мм фуру мераванд. Дар сурати зиёд будани ҳарорат суръати даррафти моддаҳо меафзояд. Падидаи даррафти моддаҳо ба ҳамдигар далел аст, ки молекулаҳо бефосила ва бетартибона ҷунбиш меҳӯранд.

Даррафти моддаҳо дар рӯйдодҳои алоқаманд бо зиндагии одамону ҳайвонот ва нумӯи рустаниҳо мақоми муҳим дорад. Маҳз ҳамин падида аст, ки оксигени нафаси мо аз шуш ба хун ва аз хун ба бофтаҳои баданамон мезаҳад.

1. Шумо *даррафт* (диффуз)-и моддаҳо ба ҳамдигар гуфта чӣ падидаро пешни рӯ меоред?
2. Оё даррафти ду модда ба якдигар аз омезиши муқаррарии моддаҳо фарқ надорад?
3. Шумо даррафти моддаҳо ба ҳамдигар дар заминаи сохти молекулии онҳо чӣ шарҳ дода метавонед?
- \*4. Оксигени таркиби ҳаво ба воситаи масомаҳо (сӯрохҳои хурд-хурди пӯст) ба бадани инсон ворид мегардад. Оё ин падида ба падидаи даррафти оксиген дар масомаҳои пӯсти бадани одам мансуб доништан дуруст аст?

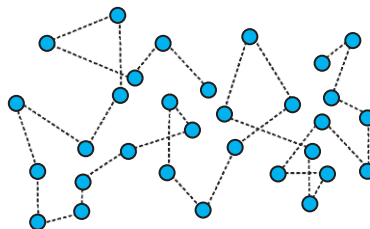
### Супориш

1. Тавонед, таҷрибаи хонагӣ анҷом диҳед, ки дар сурати баландтар будани ҳарорат зиёдтар шудани суръати даррафти моддаҳо ба ҳамдигар нишон диҳад. Лавозимот: Ду пораи тақрибан баробари ягон нағви ранги хушкіда, ду истакони яххелаи пуроб, яхдон, соат.
2. Мавзӯи ба ҳамдигар даррафтани моддаҳо дар шакли хаттӣ тавре баён кунед, ки дар он аввал мисоли ба ҳамдигар даррафтани моеъҳо ояду баъд даррафти газҳо ва, дар охир, даррафти ҷисмҳои сахт ба ҳамдигар. Баъд баёни худро бо баёне, ки мо дар боло овардем, муқоиса кунед.

## §2.4. Ҳаракати Браунӣ

Яке аз таҷрибаҳои, ки сохти атомӣ-молекулаи доштани моддаҳо ва дар ҳоли ҳаракати доимӣ будани молекулаҳо ба ҳуби тасдиқ мекунанд, *ҳаракати Браунӣ* аст.

Агар ба воситаи *резбин* (микроскоп)-и пурқудрат ҳаракати зарраҳои хурд ро муойина кунем, ки андаруни моеъ ва ё газ (масалан, дар “қатра”-и хурди тумани ҳаво, дар “гард”-и ранги даруни оби ором ва ғ.) ҷунбучул доранд, мебинем, ки зарраҳо дар ҳаракати доимианд ва ҳар қадаре ки ин зарраҳо хурдандозатар бошанд, ҳамон қадар ҷолоқонатар ҳаракат мекунанд. Зарраҳои рез (хурдандоза) тезҳаракатанд ва аз ҷойе ба



чойи дигар бо осонӣ кӯчида метавонанд. Зарраҳои бузургтар низ бетартибона чунбиш мехӯранд.

Ин падида ро набототшиносии англис Р. Браун соли 1827 кашф кардааст. Номи «*ҳаракати браунӣ*» аз ҳамин ҷост. Ҳаракати браунӣ дар он замина шарҳ дода шуд, ки моддаҳо сохтори атомӣ-молекулаӣ доранд.

Биёед, бо резбин ҳаракати ягон зарраи нишонашуда (масалан, зарраи ранг)-ро тамошо кунем. Молекулаҳои модда (моё, газ ва ғайра) ба зарраи нишонашуда аз ҳар сӯ зарба зада метавонанд. Дар сурати ба ягон самт бартарӣ ёфтани адади зарбаҳои зарраи нишонашуда ҳамон сӯ майл мехӯрад. Дар натиҷаи ин гуна бархӯрдҳо ва ҳар дам ҳар сӯ данг хӯрданҳо зарра водор мешавад, ки бетартибона ҳаракат кунад.

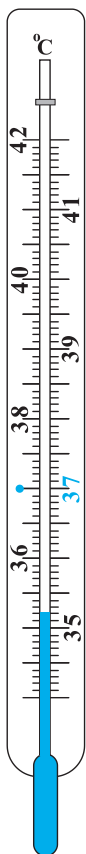
Молекулаҳо ро дар резбини одӣ дидан имкон надорад, вале аз рӯйи ҳаракати зарра дар хусуси буди (вучуди) молекулаҳо ва дар ҳоли чунбучули доимӣ будани онҳо ҳулосаи равшан баровардан мумкин аст: молекулаҳо зарраи нишонашударо пайдарпай такон дода, онро ба ҳаракат кардан водор месозанд.

Ҳамин тариқ, ба яқин метавон гуфт, ки ҷисмҳо (моддаҳо) аз молекулаҳо иборатанд ва молекулаҳо андаруни ҷисмҳо ба таври бефосила ҳаракати бетартибона (бенизом) мекунад.

Табиати ҳаракати брауниро соли 1905 олими машҳур А. Эйнштейн (1879–1955) шарҳ додааст. Ӯ дар заминаи натиҷаҳои таҷрибавии онвақта тавонист, ки андозаи молекулаҳо ва атомҳо ро баҳодод кунад ва барои қутри атомҳо бузургии тақрибан  $10^{-10}m$  ҳосил кард.

1. **Сабаб ҷист, ки ҳаракати донаи гард (масалан, ягон зарраи ранг) андаруни моё низом надорад?**
2. **Ҳаракати бенизом (бетартибона)-и зарраҳои модда чӣ шарҳи физикӣ дорад? Ин ҷо вожаи “низом” ҷиро ифода мекунад?**
3. **Магар ҳаракати браунӣ ягон лаҳза қатъ намегардад?**
4. **Шумо дар миёни ҳаракати браунӣ, падидаи ба ҳамдигар фуру рафтани (ё худ даррафтани)-и ду модда ва ҳарорати ҷисми таҳқиқшаванда чӣ алоқамандӣ мебинед?**

## §2.5. Ҳарорат<sup>1</sup>



Мафҳумҳои *гармӣ, сардӣ, гармо, сармо, ҳарорати баланд, ҳарорати наст* ва ғайра бисёр истеъмол мешаванд, зеро рӯйдодҳои алоқаманд бо ҳарорат хеле маъмуланд – гарм ё сард шудани ҳаво, ях бастан ё бухор шудани об, гудохта шудани филизот (металҳо) ва монанди ин. Ин навъ падидаҳо *падидаҳои ҳароратӣ (падидаҳои гармоӣ)* ном гирифтаанд.

Барои тавсиф кардани ҳолати ҳароратии ҷисмҳо мафҳумҳои *ҳаҷм, фишиор, ҳарорат* ва монанди ин истеъмол мешаванд. Дар ин қатор *ҳарорат* мақоми хосса дорад. Ҳарорат дараҷаи гармии ҷисмро ифода мекунад.

Барои хубтар дарк шудани ин маънӣ сақои пӯлодинеро ба ёд биёрем (ниг. §2.2), ки аз даруни ҳалқаи оҳанин озодона мегузашт, вале баъди гарм кардан дар он ҳалқа дармемонд. Гуфтем: сабаб ин аст, ки сақо дар натиҷаи гарм кардан васеъ мешавад.

Ё, биёед, падидаи даррафт (диффуз)-и ду навъ моёро ба ҳамдигар дар як вақт дар ду зарфе мушоҳида кунем, ки яке дар чойи гарм гузошта шудаасту дигаре дар чойи сард. Ин гуна мушоҳида моро ба хулосае меорад, ки *падидаи даррафти моддаҳо ба ҳамдигар дар мавриди баланд будани ҳарорат зудтар рӯй медиҳад.*

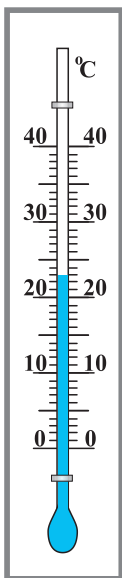
Мушоҳидаҳо далеланд, ки суръати ҳаракати молекулаҳо ба ҳарорат бастагии бевосита дорад. Ин аст хулоса:

*Ҳар қадаре ки суръати ҳаракати молекулаҳо зиёд бошад, ҳарорати ҷисм ҳамон қадар баланд аст.*

Аз ду ҷисм ҳамонаш ҳарорати баландтар дорад, ки суръати зарраҳояш зиёдтар бошад. Агар ин ҷисмҳоро ба якдигар расонем ва онҳоро дар ҳамин ҳол муддате нигоҳ дорем, ҳарорати онҳо баробар мешавад.

**Таъкид.** *Ҳарорат* (монанди фишор – ниг. §5.1) *барои як атом ё як молекула маънӣ надорад – ин мафҳум танҳо барои маҷмӯи зарраҳои сершуморе мазмуни муайян дорад, ки ҷисм аз онҳо иборат аст. Ҳарорат «маҳсул»-и ҳамтаъсиботи молекулаҳои ҷисм аст, яъне гуфтан раво нест, ки ҳарорати як молекула фалон қадар аст ё ки ин ё он молекула фалон қадар гарм аст ё сард.*

<sup>1</sup> Аслан ин чо *дараҷаи ҳарорат* гуфтан саҳеҳтар мебуд. Вале мо истилоҳи кӯтоҳро бартарӣ дода, ба чойи *дараҷаи ҳарорат* мухтасаран *ҳарорат* мегӯем.



**Ҳароратсанчи табиӣ.** Шумо *қувваи ломиса*<sup>1</sup> (қудрати ламскунандагӣ)-и худро барои санҷидани ҳарорат ҳар рӯзу ҳар соат истифода мекунед – ба ҷисмҳо даст расонида, онҳоро ламс карда, на танҳо гармиву сардӣ, балки инчунин нармӣ ва саҳтиашонро ҳис мекунед. Вале нишондоди ин «ҳароратсанҷ»-и табиӣ (яъне дасти шумо) чандон дақиқ нест, зеро даст, ҷунонки ҳуди шумо низ медонед, имкони зиёди таҳҳис надорад.

**Ҳароратсанҷҳои замонавӣ.** Асбобҳои санҷиши ҳароратро *ҳароратсанҷ* (термометр; *thermometre*) мегӯянд. Ҳароратсанҷҳо бисёре гуногунанд. Қори онҳо бар тағйироте асос ёфтааст, ки гоҳи пасту баланд шудани ҳарорат рӯй медиҳад. Ҷунончи, дар ҳароратсанчи нахустин (ихтироъи Г. Галилей) он ҳосияти газҳо истифода шудааст, ки онҳо гоҳи афзудани ҳарорат васеъ мешаванд. Умуман, дар санҷиши ҳарорат тағйироти бузургихоеро (чун *фишор*, *ҳаҷм*)

ба қор бурдан раво аст, ки ба ҳарорат бастагӣ доранд.

Қори ҳароратсанҷҳои замони ҳозира бар истифодаи вобастагии ҳаҷми *алкул* (спирт) ё ягон моеъи дигар (чун симоб) ба ҳарорат асос ёфтааст. Яке аз ин гуна олатҳо *ҳароратсанҷи шишагини тиббӣ* мебошад. Ҳангоми паст ё баланд шудани ҳарорат моеъи даруни ҳароратсанҷ назар ба шиша бештар *фишурда* ё васеъ шуда, тағйироти ҳароратро нишон медиҳад.

Барои миқдоран тавсиф кардани ҳарорат миқёсе (шкалае) интихоб кардан зарур аст, ки бо дараҷаҳои ҳарорат дараҷабандӣ шуда бошад. Ба сифати ин гуна миқёс маъмулан *миқёси Селсий* (ба исми олими шведӣ Андерс Селсий, 1701–44, ки миқёси номбурдаро с.1742 эҷод кардааст) ба қор меравад. Дар ин миқёс ба сифати нуқтаи сари ҳисоби ҳарорат, яъне сифри ҳарорат (0 °C) ҳарорати яҳи навобшуда пазируфта шудаасту ба сифати нуқтаи дуҷуми дар ин маврид зарурӣ – нуқтаи ҷӯшиши об, ки 100 °C аст. Фосилаи байни ин ду нуқта, яъне нуқтаҳои обшудии яҳ ва ҷӯшиши об ба 100 ҳиссаи баробар тақсим шудааст (рас. 2.5).

Тағйироти баробар ба якеи ин ҳиссаҳо *дараҷаи ҳарорат* ё худ *градуси ҳарорат* мегӯянд, яъне ҳар як тақсими миқёси Селсий ба 1 °C (*як градуси Селсий*) баробар аст.

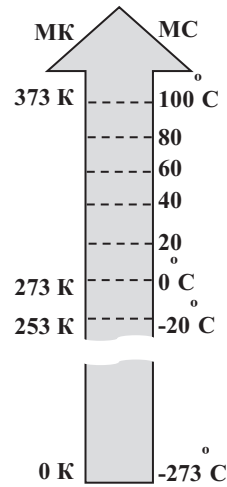
<sup>1</sup> *Ломиса* – ҳисси панҷум аз ҳисҳои панҷгона, ки гармӣ, сардӣ, нармӣ ва саҳтин чизҳо ба воситаи он фарқ карда мешавад. Чаҳор ҳисси аввал инҳоанд: *ҳисси биноӣ* (босира), *ҳисси шунавоӣ* (сомеъа), *ҳисси бӯёӣ* (шомма) ва *ҳисси ҷашоӣ* (зонка).

Фаҳмост, ки ҳарорат аз  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  боло ё аз  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  поён низ буда метавонад. Мисол, мо мегӯем, ки *ҳарорати ҳаво дар мавзеи Парихам ба  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  (+20 градуси Селсий) баробар аст* ё мегӯянд, ки *ҳарорати гудозиши алюминӣ тоза  $660\text{ }^{\circ}\text{C}$  аст.*

Дар физика миқёси ҳароратие низ истифода мешавад, ки *миқёси дараҷаҳои ҳарорати мутлақ* ном гирифтааст. Онро с.1848 олими инглис У. Келвин эҷод кардааст. Дар ин миқёс ва инчунин дар *Манзумаи байналмилалӣ воҳидҳо* (SI) ба сифати воҳиди ҳарорат келвин пазируфта шудааст, ки ишораташ ҳарфи калони *K* аст – 1 K (бе аломати “градус”) ва **як келвин** хонда мешавад. 1 K ҳамчени  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  аст:  $1\text{ K} = 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Ҳисоби ин ҳарорат аз нуқтае сар мешавад, ки он ба қадри  $273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$  поёнтар аз нуқтаи  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  воқеъ аст, яъне ҳарорати 0 K (нол келвин) мутобиқи ҳарорати  $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$  аст. Ҳарорати бо миқёси Келвин ифодашуда *ҳарорати мутлақ* ё худ *ҳарорати Келвин* ном дорад ва ҳамеша мусбат аст.

Муқоисаи миқёси Селсий (MC) ва Келвин (МК) дар рас. 2.5 омадааст.



Рас. 2.5



1. Падидаи даррафт (диффуз)-и моддаҳо ба яқдигар дар ҳарорати паст зудтар рӯй медиҳад ё дар ҳарорати баланд? Сабаби ин дар чист?
2. Афзоиши ҳарорат ба ҳолати моддаҳо чӣ асар дорад?
3. Оё гуфтан мумкин аст, ки хушк шудани хишти наврехта бо падидаҳои ҳароратӣ алоқаманд аст?
4. Истифодаи ҳароратсанҷҳо бар чӣ гуна тағйироти физикӣ асос ёфтааст?
5. Ҳароратро чен кардан чӣ маънӣ дорад?
6. Корбурди миқёсҳо (шкалаҳо)-и гуногуни ҳарорат, аз ҷумла миқёси Селсий ва миқёси Келвин чӣ зарурат дорад?
7. Оё шумо ҳароратҳои миқёси Селсийро ба ҳароратҳои миқёси Келвин (ва баръакс) гардонда метавонед?
- \*8. Ҳарорат чӣ чихати рафтори зарраҳои моддаҳо ро ифода мекунад?

## §2.6. Ба ҳамдигар ҷазб шудан ва аз якдигар тела хӯрдани молекулаҳо

Молекулаҳои модда ба ҳамдигар таъсир мерасонанд: онҳо дар масофаҳои муайян ба ҳамдигар ҷазб (кашида) шуда ё аз якдигар тела хӯрда метавонанд. Ин гуна додугирифтӣ таъсир *таъсири мутақобил* ё, мухтасаран, *ҳамтаъсирот* ном дорад. Ҳамтаъсиротӣ молекулаҳо дар сурати ҳамчени андозаҳои хаттии онҳо будани масофаи байнашон зоҳир мегардад. Дар масофаҳои назар ба андозаи молекулаҳо зиёд ҳамтаъсиротӣ молекулаҳо хеле суст аст.

Биёед, барои ба хубӣ дарк шудани ҳамтаъсиротӣ молекулаҳо падидаҳои зеринро муойина кунем:

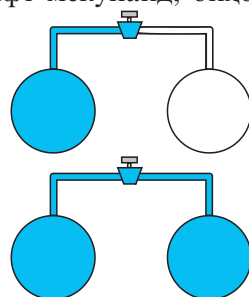
а) Агар шишаеро бишканем ва баъд пораҳои онро ба ҳам наздик барем, онҳо намечаспанд, ошно намешаванд, зеро дар ин сурат мо адади хеле ками молекулаҳои гоҳи шикастани шиша ҷудошударо ба ҳам наздик бурда метавонем. Вале агар он пораҳоро то ҳарорати муайян гарм карда, баъд наздик барем, мечаспанд: дар ин сурат адади зиёди молекулаҳо то масофаҳои барои ҷазб зарурӣ наздик шуда метавонанд.

б) Порчаҳои чизҳои нарм – мисли пластилин ё лой бо ҳам бо осонӣ мечаспанд (дар ин маврид низ адади зиёди молекулаҳо то ба масофаҳои зарурӣ наздик шуда метавонанд). Ҳар як молекула молекулаҳои ҳамсояро ҷазб мекунад ва худ ҳам ба онҳо ҷазб мешавад.

в) Агар ҷумаки найчаи пайваस्तкунандаи ду зарфи ҳамҳаҷм – яке холӣ ва дигаре пурдудро (рас. 2.6) кушоем, нисфи ҳавои дудомез ба зарфи холӣ мегузарад. Аммо агар дар яке аз зарфҳо моеъ бошад, баъди кушодани ҷумак молекулаҳои моеъ ба зарфи холӣ намегузаранд. Чаро?

Сабаб ин аст, ки молекулаҳои ҳаво аз якдигар дур-дур ҷойгиранд ва байни худ хеле кам додугирифт мекунад, онҳо метавонанд озодона ҳар сӯ равуо кунанд. Барои *моеъ* сурати ҳол дигар аст: дар моеъ молекулаҳо ба сабаби бо молекулаҳои ҳамсоя ҷазби сахт доштан аз “оғӯши” якдигар канда намешаванд, яъне сӯйи зарфи холӣ рафтани наметавонанд.

Ҳамин тариқ, молекулаҳои ҷисмҳои сахт ва моеъҳо низ монанди молекулаҳои газ ба молекулаҳои ҳамсояи худ ҷазб (кашида) мешаванд. Вале молекулаҳои газ



Рас. 2.6



назар ба молекулаҳои моеъхову чисмҳои сахт нисбатан озодтаранд ва имкони бештари ба масофаҳои дуртар кӯчидан доранд, зеро газ моддаест, ки назар ба чисми сахт садҳо бор тунуктар аст, яъне назар ба моеъхову чисмҳои сахт зичии садҳо бор кам дорад.

Дар заминаи гуфтаҳои боло на ҳама падидаҳои ба тарзи сода маънидод кардан осон аст. Чунонки гуфтем, агар тӯби пури ҳаворо бифишорем, ҳаҷмаш хурд мешавад. Валекин фишурдани моеъ ва ё чисми сахт осон нест. Барои шарҳ додани ин падида бояд тахмин кунем, ки молекулаҳо дар масофаҳои назар ба андозаҳои худ кӯтоҳтар аз якдигар тела мехӯранд.

1. Сабаб чист, ки чисмҳои сахт ва моеъҳо худбахуд ба молекулаҳои *алоҳида* чудо намешаванд?
2. Чаро пораҳои алоҳидаи шишаи шикаста ба ҳам пайваст намешаванд, вале пораҳои пластилин, бар хилофи шиша, бо осонӣ ба ҳам мечаспанд?
- \*3. Кадом падидаҳо далеланд, ки молекулаҳо ба якдигар на танҳо ҷазб мешаванд, балки аз ҳамдигар тела низ мехӯранд?

## §2.7. Газҳо. Моеъҳо. Чисмҳои сахт

Моддаҳои муҳити атрофи мо дар се ҳолат вомехӯранд – *моеъ, сахт* ва *газшакл*. *Ин* ҳолатҳои дар заминаи тасаввуроти сохти атомӣ-молекулии моддаҳо шарҳ додан осон аст.

1. **Газҳо** моддаҳои андозаи худии ин зарраҳо даҳҳо бор зиёд аст. Дар ин масофаҳо молекулаҳо бо ҳам таъсири мутақобил мекунанд, вале ин ҳамтаъсирот хеле суст аст, то дараҷае суст аст, ки зарраҳо ҳамдигарро дар наздикии худ нигоҳ дошта наметавонанд. Ҳамин аст, ки газҳо тамоми ҳаҷми ба ихтиёрашон воғузуршударо фаро мегиранд (зарф набошад, газ ҳаҷми худро нигоҳ дошта натавониста, пароканда мешавад).

Ду пуфаки якхеларо – яке пурдуд, дигаре – ҳолӣ, ки дар банди пешина мисол задем, агар ба воситаи ягон чумак даҳонбадаҳои васл кунем ва баъд чумакро кушоем, нисфи ҳавои пуфаки пурдуд ба пуфаки ҳолӣ мегузарад, яъне ҳавои дудолуд тамоми ҳаҷми ҳарду пуфакро фаро мегирад. Дар ин маврид фосилаи байни молекулаҳои газ меафзояд ва зичии дуд нисбат ба ҳолати аввала ду бор кам мешавад.

Фишори газ дар натиҷаи зарбаҳои молекулаҳо ба девори зарф ба вучуд меояд. Газҳоро ба осонӣ фишурдан мумкин аст, то дараҷае фишурдан мумкин аст, ки ҳаҷмашон садҳо бор кам

шавад. Пас, метавон гуфт, ки дар газҳо фосилаҳои байномолекулӣ назар ба андозаи худ молекулаҳо хеле зиёд аст: агар ин фосилаҳо зиёд намебуд, газро фишурда, ҳаҷми онро даҳхову садҳо бор кам кардан илоҷ намедошт.

Газҳои ҳастанд, ки мисли ҳаво берангу шаффоф ва ноаёнанд. Дар омади гап, бояд бигӯем, ки буди (вучуди) ҳаворо аз мушоҳидаи дуди оташ, ҳаракати чангу губор, вазиши шамол ва монанди ин дарк кардан мумкин аст.

Дар баъзе муойиноти физикӣ мафҳуми *гази ҳаёли* (гази идеалӣ) истеъмол мешавад. Гази ҳаёли *намун* (ё худ модел)-и газе мебошад, ки барои маънидод кардани хосиятҳои физикии газҳо ба кор меравад. Гази ҳаёли маҷмӯи газии тунукест иборат аз атомҳо ё молекулаҳои, ки бо якдигар додугирифт надоранд ва ҳаракаташон беист ва бенизом аст (мисли газҳои дигар). Зарраҳои гази ҳаёли чун кураҳои фишорнопазир (фишурданашаванда) пиндошта мешаванд. Ин зарраҳо қисми зиёди вақт дар ҳоли ҳаракати ростхатта “мезиянд”.

**2. Моеъҳо.** Моеъ ҳолати обакӣ модда аст, яъне ин ҳолат ҳолатест дар байни ҳолатҳои сахтӣ ва газии модда. Молекулаҳо дар моеъҳо дар наздикии бевоситаи ҳамдигар ҷой гирифтаанд. Молекулаҳои моеъ аз якдигар дар масофаҳои тақрибан ҳамчун андозаи худ молекулаҳо ҷойгиранд, яъне ба ҳамдигар қариб ҷафсанд. Ҳар як молекула бо молекулаҳои ҳамсоя таъсири мутақобил мекунад, ба онҳо ҷазб мешавад ва онҳоро ҷазб мекунад, яъне ҳаракати молекулаҳои моеъ асосан аз лапишхову ларзишхое иборат аст, ки дар назди ҳолатҳои муқаррарии онҳо рӯй медиҳанд. Ҳамин наздикӣ аст, ки молекулаҳои моеъ ба ҳамдигар бо қувваи зиёд ҷазб мешаванд.

Вале, умуман гирем, ҷозибай байни молекулаҳои моеъ на то он дараҷа аст, ки моеъ шакли худро нигоҳ дошта тавонад. Маҳз ҳамин аст, ки ҳар гуна моеъ баробари дар ин ё он зарф рехта шудан шакли дарунии он зарфро мегирад.

Моеъро бо осонӣ пош додан низ мумкин аст. Ва моеъи пошида боз ба ҳам омада метавонад. Бехуда нест, ки мегӯянд: *Об агар сад пора гардад, боз бо ҳам ошност.*

Бо вучуде ки моеъ шакли худро бо осонӣ тағйир медиҳад, ҳаҷмашро тағйир додан “намомонад”: моеъро фишурдан бағоят мушкул аст. Гоҳи фишурдани моеъ молекулаҳои он ба якдигар ба андозае наздик мешаванд, ки қувваи ҷозибайи онҳо ба қувваи талахӯрд бадал мешавад. (Ин бо табиати қувваҳои алоқаманд аст, ки дар байни молекулаҳо амал мекунад). Ҳамин сабаб аст, ки монети фишурда шудани моеъ мегардад.

Ҳолати обакӣ, чунонки гуфтем, ҳолати мобайнии ҳолатҳои сахтӣ ва газӣ мебошад. Шояд ҳамин «ҳамсоягӣ»-и дутарафа бошад, ки моеъҳо баъзе хосиятҳои ҷисмҳои сахт ва баъзе хосиятҳои газҳоро соҳибанд: моеъҳо аз як тараф, монанди ҷисмҳои сахт зичии зиёд доранд ва фишорнопазиранд, вале, аз сӯйи дигар, мисли газҳо осоншор (осончоришаванда) мебошанд. Ҳамин тарик, *моеъҳо, бар хилофи газҳо, ба тағйир додани ҳаҷми худ сахттар муқобилат мекунанд.*

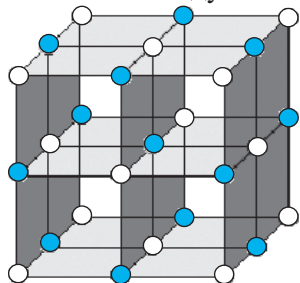
Дар рафтори моеъҳо ҷиҳати дигари қолиб ин аст, ки агар онҳо таҳти таъсири ягон қувваи доимӣ қарор бигиранд, молекулаҳои аксаран ба самти ҳамон қувва ҷаҳиш мекунанд. Маҳз ҳамин аст, ки онҳо (моеъҳо) дар асари қувваи вазнинӣ хосияти шорандагӣ зоҳир мекунанд.

**3. Ҷисмҳои сахт** онҳоеанд, ки аз газҳо ва моеъҳо бо хосияти шаклу ҳаҷмнигоҳдорандагии худ фарқ мекунанд. Зарраҳои таркибдихандаи моддаҳои гуногун «муносибат»-и ба худ хос доранд. Молекулаҳо ва атомҳои газҳо бо ҳамдигар амалан алоқамандие надоранд. Валекин дар моеъҳо, бар хилофи газҳо, зарраҳо алоқамандии сахт доранд – бо вучуди ин онҳо монети кӯчиши нисбии якдигар гардида наметавонанд.

Ҷисми сахт аз ҳардуи ин ҳолатҳо ба кулӣ фарқ дорад: дар ҷисми сахт қувваҳои ҳамтаъсири атомҳо онҳоро дар мавқеҳои муайяни фазоӣ нигоҳ медоранд, атомҳо дар назди ҳолатҳои муқаррарии худ ин ё он дараҷа ларзиш бихӯранд ҳам, аз ҷойи худ дур шуда наметавонанд, гӯё ин ки дар миёнҷойи як ҳолати муқаррарӣ баста шуда бошанд. Ҳамин аст, ки сохтор ва шакли ҷисм бе таъсири берунӣ тағйир намеёбад. (Ҷисми сахт аз *плазма* ҳам, ки ҳолати ҷоруми модда аст, фарқ дорад).

Ҷисмҳои сахт аз нигоҳи сохтор ду навъанд – *булӯринсохтор* ва *аморфисохтор* (аз юн. *amorphous* – бешакл). Дар ҷисмҳои булӯринсохтор атом панҷара ё худ шабакаи фазоии банизом ташкил медиҳанд. Мисол: шабакаи намаки ош  $\text{NaCl}$  аз ду навъ атомҳо – натрий ва хлор ташкил меёбад (рас. 2.7). Чунонки мебинем, дар ин шабака атомҳои хлор ва натрий бо низоми муайян – ба тарзи якдармиён ҷой гирифтаанд.

Вале ин низоми атомҳо дар ҷисмҳои аморфисохтор мушоҳида намешавад: дар ин ҷисмҳо зарраҳо бетартибона ҷой мегиранд. Ин навъ ҷисмҳо, ки *ҷисмҳои аморфӣ* ном гирифтаанд, дар ҳама равишҳо хосиятҳои якхелаи механикӣ,

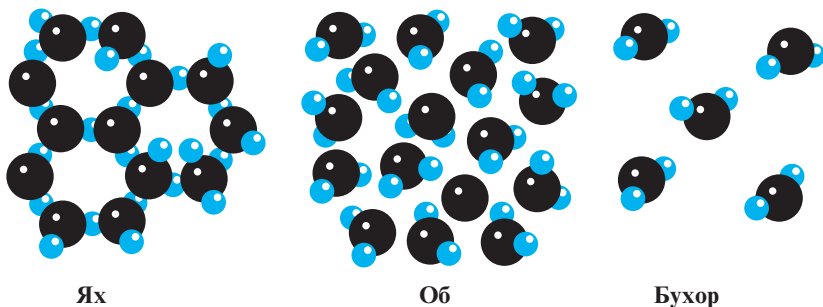


●-атоми Na, ○-атоми Cl

Рас. 2.7

электрикӣ ва ғайра зоҳир мекунанд, ҳол он ки ҷисмҳои булӯринсохтор дар ҳар самт ҳар хел хосият доранд. Маъмултарин ҷисми аморфӣ шиша аст. Қаҳрабо, баъзе пластмасҳо, зифт (катрон) ва монанди ин низ сохтори аморфӣ доранд. Ҷисмҳои аморфӣ дар асари зарбаи саҳт рез-рез (пора-пора) мешаванд.

Ҳамин тариқ, газҳо, моеъҳо ва ҷисмҳои саҳт бо низоми ҷой-ғирифтӣ атому молекулаҳои худ фарқ мекунанд.



Рас. 2.8. Се ҳолати об

1. Об дар табиат дар се ҳолат вомехӯрад – ях, моеъ, бухор (рас. 2.8). Ҳарсеи ин ҳолатҳо аз ҳамон ях навъ молекулаҳо ба вуҷуд меоянд.



Пас, ин ҳолатҳо аз ҳамдигар чӣ фарқ доранд?

2. Молекулаҳои газҳои моеъҳо ва ҷисмҳои саҳт

чӣ гуна имкони ҷунбӯҷул қардан (имкони ҷунбиш хӯрдан) доранд?

3. Моеъҳо бо газҳо ва ҷисмҳои саҳт чӣ умумият доранд?

4. Моддаҳои булӯринсохтор ва аморфисохтор аз якдигар чӣ фарқ доранд?

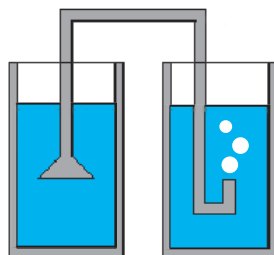
### Супориш

1. Пуфак ё тӯби пурбодро бифишоред ва тағйироти шакли ҳаҷми онро мушоҳида кунед. Оё шумо аз ин ҷо хулоса гирифта метавонед, ки газҳоро фишурдан осон аст?

2. Шумо аз муойинаи рас. 2.9 чӣ хулоса мегиред? Сабаб чист, ки гоҳи дар об ғўтондани қиф аз нӯги дигари найча хубоҷаҳои пурҷаво (пурбод) берун меоянд?

3. Фарқи асосии газ аз ҷисми саҳт ва аз моеъ дар чист?

4. Моеъҳо шакли худро нигоҳ намедоранд ва шакли зарфери мегиранд, ки дар он рехта мешаванд. Вале ҷақраҳои шабнам ё қатраҳои борон шакли куравӣ доранд. Шумо инро чӣ шарҳ медихед?



Рас. 2.9

## §2.8. Ба воситаи зичӣ ифода кардани адади молекулаҳо

Азбаски ҳама ҷисмҳо аз молекулаҳо таркиб ёфтаанд, масъалаи ҷисмро ба воситаи массаи молекулаҳо ва шумораи онҳо ифода кардан осон аст. Бигзор  $M$  ишорати массаи ҷисм бошад. Ин масса ба ҳосили зарби адади молекулаҳои таркиби ҷисм  $N$  ва массаи як молекулаи он  $m$  баробар аст:

$$M = Nm. \quad (1)$$

Зичии ҷисм  $\rho$  ба нисбати массаи ҷисм  $M$  бар ҳаҷми он  $V$  баробар аст:

$$\rho = \frac{M}{V}. \quad (2)$$

Қимати массаро аз ифодаи (1) ба (2) гузошта, меёбем:

$$\rho = \frac{Nm}{V}. \quad (3)$$

Пас, зичӣ, ҳаҷм ва массаи як молекулаи ҷисмро доништа, адади молекулаҳоро аз рӯи ифодаи (3) ёфтан осон аст:

$$N = \frac{\rho V}{m}. \quad (3')$$

Чунончи, ҳисобукитоб карда, дидан мумкин аст, ки  $1 \text{ см}^3$  ҳаво  $2,7 \cdot 10^{21}$  молекула дорад.

**Масъалаи 1.**  $1 \text{ см}^3$  тилло чанд атом дорад? Массаи як атоми тилло тақрибан  $3,3 \cdot 10^{-22} \text{ з}$  ва зичиаш  $19,3 \text{ з/см}^3$  аст.

<p>Додаҳо:</p> $V = 1 \text{ см}^3,$ $\rho = 19,3 \text{ з/см}^3,$ $m = 3,3 \cdot 10^{-22} \text{ з}$ <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> $N = ?$
--

*Ҳал.* Ҳаҷми ҷисм  $V$ , зичӣ  $\rho$  ва массаи як молекулаи ҷисм  $m$  дар шартҳои масъала омадаанд. Адади атомҳои тиллоро ин тавр меёбем:

$$N = \frac{\rho V}{m} = \frac{19,3 \text{ з/см}^3 \cdot 1 \text{ см}^3}{3,3 \cdot 10^{-22} \text{ з}} \approx 5,9 \cdot 10^{22}$$

**Масъалаи 2.** Дар  $1 \text{ см}^3$  оби тоза  $3,34 \cdot 10^{22}$  молекула мавҷуд аст. Массаи як молекулаи обро ёбед.

Додаҳо:

$V = 1 \text{ см}^3,$ $\rho = 1 \text{ з/см}^3,$ $N = 3,34 \cdot 10^{22}$ <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> $m = ?$
--

*Ҳал.* Дар ин масъала (бар хилофи масъалаи 1) массаи микдори муайяни обро ёфтан мебошад. Аз формулаи (3') натиҷаи зайл ҳосил мекунем:

$$m = \rho \frac{V}{N}, m = 1 \frac{\text{з}}{\text{см}^3} \cdot \frac{1 \text{ см}^3}{3,34 \cdot 10^{22}} \approx 3 \cdot 10^{-23} \text{ з}.$$

**Масъалаи 3.** Зичии гази оксиген  $1,43 \text{ кг/м}^3$  аст. Аз ин газ бо роҳи сард кардан ва фишурдан оксигени моеъ ҳосил мекунамд, ки зичии  $1140 \text{ кг/м}^3$  дорад. Миқдори молекулаҳо дар оксигени моеъ назар ба гази оксиген (дар ҳаҷми як ҳаҷм) чанд бор зиёд аст?

*Таҳлил ва ҳал.* Талаби масъала ёфтани нисбати адади молекулаҳои оксигени моеъ  $N_m$  бар адади молекулаҳои гази оксиген  $N_g$  аст. Ҳам гази оксиген ва ҳам оксигени моеъ аз ҳаҷм як навъ молекулаҳо иборатанд, яъне онҳо масса ва ҳаҷми якхела доранд:  $m_g = m_m$ ,  $V_g = V_m$ .

Пас, нисбати мазкурро аз формулаи (3) ёфтан мумкин аст:

$$N_m = \rho_m \frac{V_m}{m_m}, \quad N_g = \rho_g \frac{V_g}{m_g}, \quad \frac{N_m}{N_g} = \frac{\rho_m}{\rho_g} = \frac{1140}{1,43} = 800,$$

яъне миқдори молекулаҳо дар ҳаҷми оксигени моеъ нисбат ба оксигени газӣ  $\sim 800$  бор зиёд аст.

**Масъалаи 4.** Зичии об дар ҳарорати чӯшиш  $958 \text{ кг/м}^3$  ва зичии зиёдтарини бухори об дар ҳамин ҳарорат  $0,598 \text{ кг/м}^3$  аст. Миқдори молекулаҳои об нисбат ба молекулаҳои бухор дар ҳаҷми як ҳаҷм чанд бор зиёд аст?

*Ҳал.* Зичии об  $\rho_{об}$  ва бухори он  $\rho_b$  барои ҳарорати чӯшиш маълуманд. Ҳаҷм ҳам барои об  $V_{об}$  ва ҳам барои бухори он  $V_b$  якхела ( $V_{об} = V_b$ ) аст. Талаби масъала ёфтани нисбати адади молекулаҳои об  $N_{об}$  бар адади молекулаҳои бухор  $N_b$  мебошад. Ин нисбат мувофиқи формулаи (3)

$$\frac{N_{об}}{N_b} = \frac{\rho_{об} \frac{V_{об}}{m}}{\rho_b \frac{V_b}{m}} = \frac{\rho_{об}}{\rho_b} = \frac{958 \text{ кг/м}^3}{0,598} = 1600$$

аст, яъне ҳаҷми воҳидии об дар ҳарорати чӯшиш назар ба бухори худ 1600 бор бештар молекула дорад.



1. Моеъ ва ҳисси саҳт нисбат ба газ садҳо бор зичтаранд. Шумо муҳимтарин ҷиҳатҳои фарқияндаи ин моддаҳо дар чӣ мебинед?
2. Адади молекулаҳои ин ё он моддаро чӣ тавр муайян мекунамд?
3. Намаксуд кардани бодиринг ё моҳӣ бар кадом падидаи физикӣ асос ёфтааст?

## Супориш

Дар пиёлаи пури оби сард бо оҳистагӣ як лӯнда қанд андозед ва онро ҳал нокарда, аз рӯйи об чошнӣ бигиред (обро бичашед) ва бинед, ки баъди чанд вақт қабати рӯйинаи об ширин мешавад. Ин падида ро шарҳ диҳед.

## Озмойиш

1. Ду пуфаки якхела – яке пурхаво, дигаре холӣ ба василаи чумак даҳон-бадаҳон васл шудаанд. Дар сурати кушодани чумак миқдоре аз ҳавои пуфаки пурхаво ба пуфаки холӣ мегузарад. Дар ин маврид зичии ҳавои даруни пуфакҳо чӣ тағйирот мебинад? ҳаҷми умумии пуфакҳо чӣ?
  - А. Ҳаҷми умумии пуфакҳо тағйир намеёбад; нисфи ҳавои пуфаки пур ба пуфаки холӣ мегузарад; зичии ҳаво ду бор кам мешавад.
  - Б. Ҳаҷми умумӣ ду бор зиёд мешавад; зичӣ тағйир намеёбад.
  - В. Ҳаҷми умумӣ ду бор зиёд мешавад; зичӣ низ.
  - Г. Ҳаҷми пуфакҳо ва зичии ҳавои даруни онҳо ду бор кам мешавад.
2. Сабаб чист, ки ҳангоми гарм кардани ҷисми саҳт андозаҳои он меафзоянд?
  - А. Масофаҳои байнимолекулӣ меафзоянд.
  - Б. Масофаҳои байнимолекулӣ мекоҳанд.
  - В. Ҳавои байни молекулаҳо зиёд мешавад.
3. Падидаи даррафт (диффуз)-и газҳо ба ҳамдигар назар ба ҷисмҳои саҳт зудтар рӯй медиҳад – ин чӣ сабаб дорад?
  - А. Молекулаҳои газҳо нисбат ба молекулаҳои ҷисмҳои саҳт сабуктаранд.
  - Б. Газҳо моддаҳои тунуканд, яъне молекулаҳои газҳо имкони бештари ҷунбучул кардан доранд ва падидаи даррафтро зудтар воқеъӣ мегардонанд.
  - В. Молекулаҳои газҳо нисбат ба молекулаҳои ҷисмҳои саҳт хурдтар (резтар) ҳастанд ва, аз ҳамин рӯ, падидаи даррафтро тезонида метавонанд.
  - Г. Молекулаҳои газҳо нисбат ба молекулаҳои ҷисмҳои саҳт имкони камтари ҷунбиш хӯрдан доранд – ҳамин аст, ки падидаи даррафт дар онҳо (назар ба ҷисмҳои саҳт) зудтар рӯй медиҳад.
  - Ғ. Молекулаҳои ҷисмҳои саҳт қароранду молекулаҳои газҳо – беқарор. Ба ҳамин сабаб падидаи даррафт дар газҳо зудтар рӯй медиҳад.
4. Гази ҳаёлӣ чист?
  - А. Ин газест, ки молекулаҳои аз ҳамдигар дур-дур ҷойгиранд ва бо ҳам додугирифт (таъсири мутақобил) надоранд.
  - Б. Газест, ки молекулаҳои аз ҳамдигар дур-дур ҷойгир бошанд ҳам, бо ҳам додугирифт қарда метавонанд.
  - В. Газест, ки молекулаҳои бо низоми муайян ҷойгиранд ва муназзамона додугирифт мекунанд.
  - Г. Газест, ки молекулаҳои бо низоми муайян дарҳаракатанд.
5. Моддаи алюмин чӣ қадар зичӣ дорад? Миқдори ҳаҷмӣ (концентрация)-и молекулаҳои алюминро  $6,04 \cdot 10^{29} \text{ л/м}^3$  ва массаи як атоми алюминро  $4,48 \cdot 10^{27} \text{ кг}$  гиред.
  - А.  $2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .
  - Б.  $2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .
  - В.  $3,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .
  - Г.  $4,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .
  - Ғ.  $6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .



### §3.1. Ҳаракати механикӣ

Омӯзиши ҳаракат таърихи беш аз 2000-сола дорад.

Дар табиат ҳама чиз – чи зиндаву чи ғайризинда – ҳама дарҳаракат аст. Мо ҳар рӯз ҳаракати ҷисмҳои гуногун, аз ҷумла, ҳаракати одамон, парандаҳо, абрҳову ҷунбиши барги дарахтҳо ва ғайраро мушоҳида мекунем, дар хусуси он гуфтугӯзор мекунем, ки аз Офтобу ситораҳову галахтарҳо (галактикаҳо) сар карда то атому молекулаҳову зарраҳои бунёдӣ, ки олами ягонаи моддиро ташкил медиҳанд, ҳамеша дарҳаракатанд.

*Содатарин шакли ҳаракат ҳаракати механикӣ аст.*

Ҳама падидаҳои олам, аз ҷумла, ҳаракати механикӣ дар ин ҷо он замон ва дар ин ҷо он макон ҷо, ҷунонки мегӯянд, дар фазо ва вақт рӯй медиҳанд. Ҳар ҷисм дар фазо дар ҳар лаҳзаи вақт нисбат ба ҷисмҳои атрофи худ мавқеи муайян дорад, метавонад қарор ҷо дарҳаракат бошад.

*Ҷисм дар ҳоли ҳаракат аст ҷо ҷисм ҳаракат мекунад* гуфтан он гуна маънӣ дорад, ки он ҷисм бо мурури замон мавқеи худро нисбат ба ҷисмҳои дигар тағйир медиҳад. Ҳамин мавридӣ бо мурури замон нисбат ба ҷисмҳои дигар тағйир ҷофтани мавқеи ҷисмро *ҳаракати механикӣ* мегӯянд. Ҳаракати чана, ароба, мошин, ҳавопаймо, киштии кайҳонӣ, парвози парандаҳо ва монади ин мисолҳои ҳаракати механикианд.

Мо ба атроф назар афканда, мебинем, ки ҷисмҳои беҳаракат низ мавҷуданд. Чойнак дар рӯйи миз ҷо ин ки миз дар рӯйи фарши хона қарор истодаанд; онҳо ва ҷисмҳои монанди онҳо то даме, ки ҳаракат дода нашаванд, намечунбанд. Кӯҳ ҷо бино солҳову асрҳо дар ҷоӣ худ собит мемонад...

Шумо аз ин навъ мисолҳо бисёр оварда метавонед.

*Ҳар гуна ҳаракати механикӣ ва оромии ҷисмҳо нисбӣ аст.*

Нисбӣ будани ҳаракати ҷисм дар он зоҳир мегардад, ки он ҷисм мавқеи худро дар фазо *нисбат ба ҷисмҳои дигар* бо мурури замон тағйир медиҳад ҷо намедиҳад. Одаме, ки савори киштӣ аст, нисбат ба худӣ киштӣ қарор аст, вале нисбат ба кӯҳҳову дарахтҳо ва ҷизҳои дигари соҳил дарҳаракат мебошад. Пас, ба пурсиши “*Ҷисм қарор аст ҷо дар ҳоли ҳаракат қардан?*” тавре посух додан мебояд, ки дар он (посух) дар бораи



нисбат ба ҷисмҳои дигар дарҳаракат будани ҷисм ё оромиш доштани он маълумоти зарурӣ мавҷуд бошад.

Ҳама гуна ҳаракат гуногуниҳо бисёр дорад. Аз ҷумла, ҳаракати механикӣ ростхатта, қачхатта, гирдхатта, пастсуръат, баландсуръат ва ғайра буда метавонад. Аз ин рӯ, ба таври ногузир пурсишҳои зиёде ба миён меояд, ки

“Ҳаракат чӣ тавр сурат мегирад?”,

“Оё гуфтан мумкин аст, ки мавқеи ҷисми ҳаракатманд бо мурури замон чӣ тавр тағйир меёбад?”,

“Оё ҳаракатро тавсифи микдорӣ додан имкон дорад?” ва ғайра.

**Кинематика.** Фасле дар механика, ки ба ҷустуҷӯи ҳалли ҳамин гуна масъалаҳо машғул аст, *кинематика* ном гирифтааст. Ин калима аз вожаи юнонии *kinematos* пайдо шудааст, ки маънои *ҳаракат*, *ҷунбши* дорад. Кинематика хосиятҳои ҳандасӣ (хосиятҳои геометрӣ)-и ҳаракати ҷисмҳоро меомӯзад – бе он ки ба сабабҳои пайдоиши ҳаракат эътиборе диҳад. Содатар гӯем, кинематика онро меомӯзад, ки ҷисм чӣ тавр ҳаракат мекунад, вале ба он ки чаро ҷисм маҳз чунин ё чунон ҳаракат мекунад, кор намегирад.

Дар кинематика барои ифода кардани ҳаракат мафҳумҳои *нуқтаи моддӣ<sup>1</sup>*, *системаи сарҳисоб* (*созғони сарҳисоб*), *масири ҳаракат* ва бузургҳои физикии тавсифкунандаи ҳаракат – *роҳ*, *кӯчиши*, *суръат* ва *ишоб* зиёд истеъмол мешаванд.

Хонандаи азиз! Бикӯшед, ки дар оғози роҳи омӯзиши илми физика мазмуни мафҳумҳову бузургҳои номбурдари ба ҳубӣ дарёбед, зеро инҳо на танҳо дар омӯзиши кинематикаву фаслҳои дигари физика, балки дар пажӯҳиши масъалаҳои қариб ҳама риштаҳои табиатшиносӣ зарур меоянд.

**Нуқтаи моддӣ.** «Нуқтаи моддӣ» мафҳуми ҳаёлиест, ки барои осон гардонидани дарки хусусиятҳои ҳаракат ба кор меравад. Ҷисмеро *нуқтаи моддӣ* мегӯянд, ки шакли андозаи онро дар шароити муойинашаванда ба назар нагирифта мумкин бошад.

Дар таърифи нуқтаи моддӣ ибораи *дар шароити муойинашаванда* ба маъноест, ки ҷисмро на дар ҳама мавридҳо нуқтаи моддӣ пиндоштан раво аст. Қатори сивагонро дар

---

<sup>1</sup> “Нуқтаи моддӣ” (нуқтаи материалӣ?) истилоҳи саҳеҳ нест; ба ҷойи ин *ҷирми нуқтагӣ* гуфтан хубтар мебуд, он тавр ки *барқои нуқтагӣ* (заряди нуқтагӣ) ё *манбаи нуқтагӣ* мегӯянд. Вале мо ин ҷо аънанашиканӣ накарда, ҳамон мафҳуми *нуқтаи моддӣ*ро ба кор мебарем.

мукоиса бо дарозии роҳи оҳани байни ду шахр нуқтаи моддӣ пиндоштан мумкин аст. Биёед чанд мавридро бинем.

**Масъалаи 1.** Замин, ки қутраш қариб 12 800 км мебошад, гирди Офтоб гардон аст. Масофаи Замин то Офтоб қариб 150 000 000 км аст. Оё дар муойинаи ҳаракати Замин дар ин маврид Заминро нуқтаи моддӣ пиндоштан дуруст аст?

$$D = 12800 \text{ км},$$

$$s = 150 \cdot 10^6 \text{ км}$$

$$\frac{s}{D} = ?$$

*Ҳал.* Оре, дуруст аст. Барои аз шартҳои масъала хулоса гирифтани доништан мебоҷад, ки масофаи Замин то Офтоб назар ба андозаи қураи Замин чанд бор зиёд аст: нисбати ин масофа  $s$  бар қутри Замин  $D$ , яъне  $s/D$  баробари 11700 аст, пас, ин ҷо қураи Заминро нуқтаи моддӣ пиндоштан ғалат нест.

**Мисоли дигар.** Лекин агар мо ҳаракати сеbero муойина кунем, ки андозаи 10 см дорад ва аз баландии, масалан, 5 см меафтад, сеbero нуқтаи моддӣ пиндоштан ғалат мебуд, зеро нисбати дарозии роҳи афтиши себ бар андозаи он, яъне нисбати  $5 \text{ см} / 10 \text{ см} = 0,2$  ба таърифи нуқтаи моддӣ созгор нест.

## §3.2. Системаи сарҳисоб

Ҷисм гоҳи ҳаракат қардан мавқеи худро бефосила тағйир медиҳад. Дар омӯзиши хусусиятҳои ҳаракат мо бояд имкон дошта бошем, ки мавқеи ҷисмро барои лаҳзаҳои гуногуни вақт муайян қарда тавонем. Барои ин пеш аз ҳама *системаи сарҳисоб*<sup>2</sup> (ё худ *созғони сарҳисоб*) интихоб қардан зарур аст. Ин, дар навбати худ, ба интихоби *ҷисми сарҳисоб* бастагӣ дорад: нисбӣ будани ҳаракат тақозо мекунад, ки мавқеи ҷисм нисбат ба ягон ҷисми дигар нишон дода шавад.

*Ҷисмеро, ки ҳаракат нисбат ба он муойина мешавад, ҷисми сарҳисоб мегӯянд.*

Симҷуби сари роҳ, бинои мактаб, дуқони гулфурӯш ва монанди ин ҷисми сарҳисоб буда метавонанд. Вале ин ҷо ҷисмеро интихоб қардан хуб аст, ки муойинаи ҳаракат ва ҳисобу-китобро осон гардонад. Мисол, дар муойинаи ҳаракати мошин

<sup>2</sup> *Система* ё худ *систем* (русӣ *система*, ингл. *system*, аз юн. *systema*, ки маънои *манзума* дорад) – маҷмӯи чузъиёте (ибораат аз чизҳо ё падидаҳо ва ғ.), ки дар ин ё он замина бо ҳамдигар алоқаманд шудаанд. Ин ҷо вожаи *система* ба маънои маҷмӯи ибораат аз се координате аст, ки ҳар яки онҳо нисбат ба дуи дигар равиши амудӣ дорад, яъне нисбат ба дигарӣ қунҷи рост ташкил медиҳад. Ҳамин аст, ки чунин системаро *системаи координатҳои ростқунҷа* низ мегӯянд. Ин ҷо дар мақоми система *манзума* ҳам гуфтан мумкин аст (чунонки *Манзумаи Офтоб* ё *Манзумаи хуриедӣ* мегӯянд) *созғон* ҳам (созғони координатӣ, созғони ҳисоб ва ғ.).

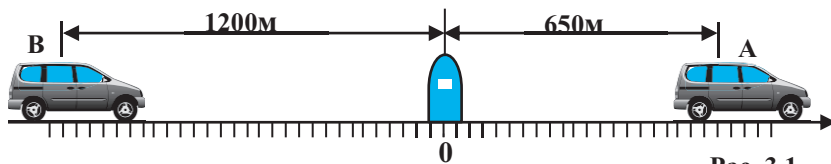
ба сифати ҷисми сари ҳисоб симҷӯб, пости нозирони роҳ ё ягон чизи дигарро гирифтани мумкин аст. Вале дар муойинаи ҳаракати Моҳ, Замин ё ягон сайёраи дигар ба сифати нуқтаи сари ҳисоб Офтобро пазируфтани хубтар аст.

Вақте ки ҷисми сарҳисоб интиҳоб шуда бошад, аз ягон нуқтаи он тирҳои координатӣ кашида, мавқеи ҳар гуна ҷисми дигарро нисбат ба он муойина кардан осон мешавад.

*Ҷисми сарҳисобро яқчо бо системаи бо он алоқаманди координатҳо ва асбоби санҷиши вақт (яъне соат) системаи сарҳисоб (ё созғони сарҳисоб) меноманд.*

**Як мисол.** Биёед, мавқеи мошинҳои дар рас. 3.1 тасвиршударо муайян кунем. Бигзор роҳ рост бошад. Роҳ ки рост бошад, барои нишон додани ҷойи ин ё он мошин як тирӣ координатӣ кофӣ аст. Ба сифати чунин тир тирӣ  $OX$ -ро мегирием ва онро ба рафти роҳ равона месозем. Нуқтаи бензигириро чун нуқтаи сари ҳисоб мепазирем (ин нуқта бо ҳарфи  $O$  ишорат шудааст). Соҳаи рости ин нуқта соҳаи қиматҳои мусбати  $X$  асту соҳаи чап – қиматҳои манфии он. Мошини  $A$  аз нуқтаи сари ҳисоб дар фосилаи  $OA$  воқеъ аст. Ин масофа ба шашу ним тақсимоти тирӣ  $X$  рост меояд. Агар миқёс (масштаб)-и тасвирро тавре гирием, ки ҳар як тақсимот ба дарозии, масалан,  $100\text{ м}$  рост ояд, пас, метавон гуфт, ки мошини  $A$  аз нуқтаи  $O$  ба қадри  $OA = 6,5$  тақсимот, яъне чени  $650\text{ м}$  дур аст. Ин натиҷаро чунин сабт мекунем:

$$X_A = 650\text{ м},$$



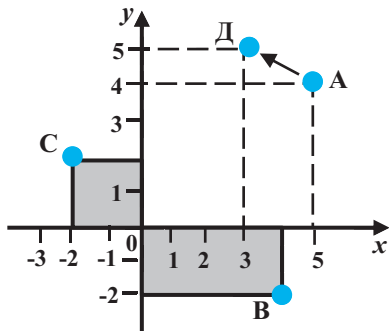
Рас. 3.1

яъне мошини  $A$  дар соҳаи қиматҳои мусбати  $X$  дар масофаи  $650\text{ м}$  дур аз нуқтаи  $O$  воқеъ аст. Ҷамчунин, ҷойи мошини  $B$  бояд ин тавр ифода карда шавад:

$$X_B = -1200\text{ м},$$

зеро ин мошин аз нуқтаи  $O$  ба қадри  $12$  хона, яъне  $1200\text{ м}$  дур аст. Аломати минус онро ифода мекунад, ки мошини  $B$  дар соҳаи қиматҳои манфии тирӣ  $X$  воқеъ аст.

Агар мавқеъи як ё чанд мошинро **на** дар роҳи рост (рӯйи хатти рост), балки *дар ягон ҳамворӣ* муайян кардан зарур бошад, он гоҳ **на як, балки ду** тири координатии нисбат ба якдигар амудӣ –  $OX$  ва  $OY$ -ро ба кор бурдан лозим меояд. Як намунаи ин маврид дар рас. 3.2 тасвир ёфтааст. Ин ҷо нуқтаҳои А, В, С мавқеъҳои мошинҳоанд.

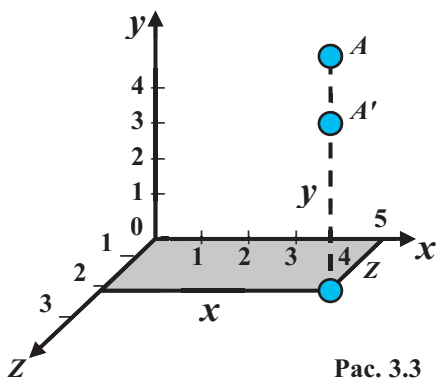


Рас. 3.2

Барои нишон додани ҷойи мошин дар ҳамворӣ қимати координатҳои  $X$  ва  $Y$ -ро дар шакли  $(X; Y)$  меоранд. Барои мошини А координати  $X$  ба 5 баробар асту  $Y$  ба 4:  $X = 5, Y = 4$ , яъне мавқеъи мошини А бояд ба шакли  $A(5; 4)$  ифода карда шавад. Барои мошини В  $X = 4$  ва  $Y = -2$  асту барои мошини С  $X = -2$  ва  $Y = 2$ . Пас, мавқеъи мошинҳои В ва С-ро бояд чунин хел ифода кунем:  $B(4; -2), C(-2; 2)$ .

Аммо агар мавқеъи чисмро *дар фазо*, масалан, мавқеъи чароғи хонаро нишон додан лозим ояд, ду координат ҳам камӣ мекунад – дар ин сурат се координат зарур аст:  $OX, OY, OZ$ . Ин тирҳо нисбат ба ҳамдигар равиши амудӣ доранд (рас. 3.3). Акнун худ шумо бояд гуфта тавонед, ки ҷойи нуқтаи А-ро бо чӣ гуна координатҳо ифода кардан мекӯед.

Агар чисми мисолшуда дар ҳаракат бошад, масалан, агар мошини дар рас. 3.2 тасвиршудаи А аз ҷойи худ ба нуқтаи Д бикӯчад, мегӯянд, ки мавқеъи он тағйир ёфт, зеро акнун координатҳои чисм (баъди ба нуқтаи Д кӯчидан) бо қиматҳои  $X = 3$  ва  $Y = 5$  таъйин мешаванд. Агар нуқтаи А дар рас. 3.3 то



Рас. 3.3

мавқеъи  $A'$  поён омада бошад, мавқеъи нави он бо қиматҳои дигари  $X, Y, Z$  таъйин мешавад. Пас, ҳангоми дар ҳаракат будани чисм мавқеъи он мудом тағйир меёбад ва ҳолати нави чисмро бо қиматҳои нави координатҳо ифода кардан лозим меояд.



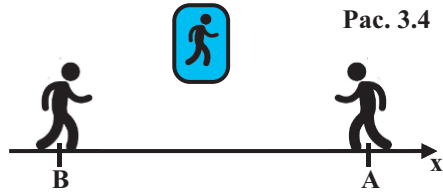
1. Чисми сарҳисоб чист?
2. Нуктаи сари ҳисоб (нуктаи сарҳисоб) чист? Онро чӣ тавр интиҳоб мекунанд?
3. Шумо дар миёни нуктаи сари ҳисоб ва чисми сарҳисоб чӣ фарқ мебинед?
4. Системаи сарҳисоб чист? Ин ҷо калимаи *система* ба чӣ маънии омадааст?
- 5\*. Ду машин дар роҳи рост равонанд. Оё яке аз он машинҳоро чун нуктаи сари ҳисоби координатҳои ифодакунандаи ҳаракати онҳо интиҳоб кардан мумкин аст?

### Ду машқ

1. Мавқеъҳои пайдарпайи ҷисм А, В, С-ро дар ҳамвориҳои ХУ бо нуктаҳои ифода кардан мумкин аст, ки ин гуна координат доранд: А (-3;-5), В (3;5), С (7;6). Ин нуктаҳоро бо миқёс (шкала)-и дилхоҳи худ тасвир созед ва онҳоро бо якдигар пайвандед.

*Ёрмандӣ:* Ба сифати сари ҳисоб нуктаеро гиред, ки бо нуктаи сари ҳисоби  $X$  ва  $Y$  ҳамҷост.

2. Дар рас. 3.4 ду бача тасвир ёфтааст. Фосилаи байни онҳо 140 м аст. Нуктаи сари ҳисобро дар тири  $X$  дар ҷойе интиҳоб кунед, ки координати бачаи якум  $X_1 = +50$  м бошаду координати бачаи дуюм  $X_2 = -90$  м.



Рас. 3.4

## §3.3. Масири ҷисми дарҳаракат

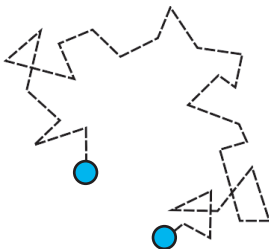
*Масир* маънии роҳи рафт, хатроҳа, хатти сайр дорад.

Вақте ки шумо аз хона сӯйи мактаб меравед ё ин ки дар гулгаште бо дӯсти худ сайру гашт мекунед, роҳеро тай мекунед. Ана ҳамон роҳи рафти шумо *масири* ҳаракати шумост.

*Масир хатти бифосилаест, ки онро ҷисми раванда*

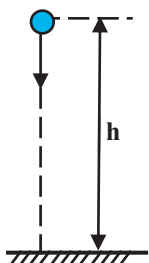
(нисбат ба системаи сарҳисоби интиҳобшуда) *мекашад.*

Масири машини вобаста ба роҳи рафти он рост, қач, қачмоқачак ва ғайра буда метавонад; масири ҳаракати як молекулаи ин ё он модда метавонад шакле дошта бошад, ки дар рас. 3.5 тасвир ёфтааст.



Рас. 3.5

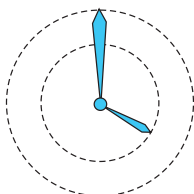
Агар масири ҷисми дарҳаракат хатти рост бошад, ҳаракатро *ҳаракати ростхатта* меноманд. Ҳаракати ҷисме, ки шумо онро аз баландии  $h$  аз даст раҳо мекунед, ҳаракати *ростхатта* аст ва аз



Рас. 3.6

ҷойи раҳо шудани ҷисм сӯйи маркази Замин самт дорад (рас. 3.6).

Соати акрабақдореро дар пеши худ бигзоред ва ҳаракати нӯги акрабаки сонияшумори онро мушоҳида кунед. Ба зудӣ мебинед, ки масири нӯги акрабақ ва масири нуқтаи интиҳобкардаи шумо хатти гирд, яъне давра аст (рас. 3.7). Ин ҳаракатро *ҳаракати дойравӣ* (ё худ *ҳаракати давронӣ*) мегӯянд.



Рас. 3.7

Масири тӯби футбол (баъди зарб хӯрдани он) назар ба масирҳои муойинашуда мураккабтар аст (рас. 3.8).

Масири ҳамон як ҷисм дар сурати аз дидгоҳҳои гуногун, чунончи, аз як дидгоҳи қарор ва як дидгоҳи сайёр мушоҳида кардан ба шаклҳои гуногун менамояд. Чунончи, донаҳои барф ё қатраҳои борон дар ҳавои бешамол аз боло рост сӯйи поён меоянд. Вале агар шумо савори мошин бошед, чунин ба назар мерасад, ки гӯё ҳамон қатраҳои борон (ё донаҳои барф) сӯйи ақиб парвоз мекарда бошанд.

1. Масири ҳаракат чист?
2. Гоҳи навиштани ҳарфи “О” ва вожаи “ХИРАД” нӯги қалами шумо чӣ гуна масир мекашад?



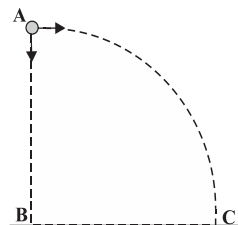
3. Оё шакли масир ба он бас-тагӣ дорад, ки ҳаракат дар чӣ гуна системаи сарҳисоб муойина мешавад?
- 4\*. Шумо мураккаб будани масири дар рас. 3.8 тасвиршударо дар чӣ мебинед?



Рас. 3.8

### Супориш

Тасаввур кунед, ки рафики шумо андаруни автобуси беҳаракат истодааст ва сақоеро аз даст раҳо мекунад. Дар ин сурат ҳам  $\vec{u}$  аз даруни автобус ва ҳам шумо аз истгоҳи канори роҳ мебинед, ки сақо рост сӯйи поён меафтад. Аммо агар рафики шумо ҳамон амалро дар сурати дарҳаракат будани мошин анҷом диҳад, дар назари  $\vec{u}$  чизе тағйир намеёбад, яъне масири сақо боз ҳам хатти рост мбод (рас. 3.9, хатти АВ); вале ҳамон масир дар назари шумо чунин менамояд, ки дар ҳамон расм бо хатти АС тасвир ёфтааст. Шумо ин гуногуниро чӣ шарҳ медиҳед?



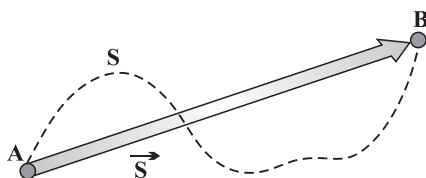
Рас. 3.9

### §3.4. Роҳ ва кӯчиш

Чисми дарҳаракат бо мурури замон масофаи муайянеро мепаймояд. Масофаи дар ин ё он муддати вақт паймудаи **чисм роҳ** ном дорад.

**Кӯчиши** ин ё он чисм (ё *нуқтаи моддӣ*) порчаи нигаронидаи хатти ростест, ки нуқтаҳои аввалу охири ҳаракатро мепайвандад.

Аз ин таърифҳо бармеояд, ки роҳ ва кӯчиш умумияте доранд. Дар мавриде, ки чисм аз нуқтаи А (рас. 3.10) бо масири кӯтоҳтарин, яъне бо хатти рост (**таъкид: бо хатти рост**) то ба нуқтаи дигар, масалан, то нуқтаи В бикӯчад, дарозии кӯчиш ва роҳ баробари якдигар меоянд.



Рас. 3.10

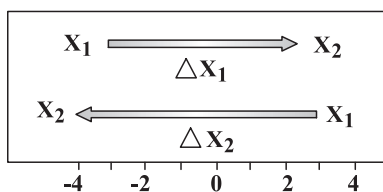
Вале агар чисм аз нуқтаи А то В бо ягон роҳи норост ояд, роҳ ва кӯчиш аз ҳам ба кулӣ фарқ мекунад. Ин аз ҳамон рас. 3.10 аён аст. Дар ин расм роҳи АВ бо ҳарфи *s* ишорат шудааст – ин ишорат дарозии умумии роҳро ифода мекунад; кӯчиш низ бо ҳамон гуна ҳарф ишорат шудааст, вале дар болояш тирча дорад; тирча онро ифода мекунад, ки кӯчиш самт низ дорад – аз нуқтаи аввали ҳаракат А сӯйи нуқтаи охири он В. Содатар гӯем, кӯчиш нишон медиҳад, ки чисм кадом сӯ ҳаракат кардааст ё раван аст. Ин гуна бузургихоро *бузургихои векторӣ* (ё худ *бузургихои бурдорӣ*) мегӯянд. Хусусияти фарқкунандаи бузургихои векторӣ ин аст, ки онҳо ҳам қимати ададӣ доранд ҳам самт. Дар ин замина кӯчишро таърифи дигаргуна додан мумкин аст:

*Кӯчиши векторе (бурдоре<sup>3</sup>) мебошад, ки аз нуқтаи аввали ҳаракат сӯйи нуқтаи охири он нигаронида шудааст ва нуқтаи аввали ҳаракатро бо нуқтаи охир мепайвандад.*

Ҳамин тариқ, *кӯчиши ба шакли роҳ бастагӣ надорад.*

Бузургихое низ истифода мешаванд, ки мисли кӯчиш соҳиби ин ё он қимати ададӣ бошанд ҳам, бар хилофи он ягон сӯ равона нестанд, яъне самт надоранд. *Вақт, дарозӣ, масоҳат, ҳарорат, ҳаҷм, зичӣ, масса* (цирм) ва монанди ин ҳамингунаанд.

<sup>3</sup> Калимаи «бурдор» бар қисми вожаҳои *рафт +ор*, *гуфт +ор* сохта шудааст ва маънои «вектор» дорад.



Рас. 3.11

Кӯчиши манфӣ низ буда метавонад. Бигзор, чисме (1) ба рафти координати  $X$  аз нуқтаи  $X_1 = -3\text{ м}$  ба нуқтаи  $X_2 = 2\text{ м}$  бикӯчад (рас. 3.11). Дар ин маврид кӯчиши

$$\Delta X_1 = X_2 - X_1 = 2 - (-3) = 5\text{ м}$$

хоҳад буд. Ва агар чисми дигаре (2) аз нуқтаи  $X_1 = 3\text{ м}$  ба нуқтаи  $X_2 = -4\text{ м}$  кӯчида бошад, дар ин сурат кӯчиши

$$\Delta X_2 = X_2 - X_1 = -4 - 3 = -7\text{ м},$$

яъне манфӣ аст. Дар ин ифодаҳо  $\Delta X$  фарқи координатҳои мавқеъҳои ибтидоӣ ва интиҳои чисми кӯчида ё худ тағйири он координатҳост, яъне тағйири маконро ифода мекунад.

**Масъалаи 1.** Тӯб ба пойи бозингар бархӯрда, то баландии  $6\text{ м}$  амудан боло баромад ва бозгашт. Бозингар онро дар баландии  $2\text{ м}$  қапид. Роҳи паймудаи тӯб ва кӯчиши онро ёбед.

$h_1 = 6\text{ м},$	$\text{Ҳал.}$ Тӯб баъди бархӯрд ба қадри $6\text{ м}$ амудан боло баромада, сипас ақиб гаштааст ва то лаҳзаи қапида шудан $4\text{ м}$ поён омадааст (рас. 3.12). Пас, роҳи умумии паймудаи тӯб
$h_2 = 4\text{ м},$	
$s = ?$	
$\vec{s} = ?$	

$$s = 6\text{ м} + 4\text{ м} = 10\text{ м}$$

будасту дарозии кӯчиши он

$$|s| = |\Delta h| = |h_1 - h_2| = |6 - 4| = 2\text{ м}.$$

**Масъалаи 2.** Мошин гирди ш. Душанбе, ки қариб  $80\text{ км}$  аст, ду бор гардида, ба нуқтаи оғози ҳаракати худ бозгашт. Роҳи паймудаи мошин ва кӯчиши онро ёбед.

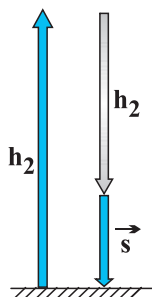
$\text{Ҳал.}$  Додаи масъала ин аст:  $l = 80\text{ км}$ . Пас, роҳи паймудаи мошин

$$s = 2l = 2 \cdot 80\text{ км} = 160\text{ км}$$

асту кӯчиши он

$$s = |x_{\text{ан}} - x_{\text{оғ}}| = 0,$$

зеро нуқтаҳои оғозу анҷоми ҳаракат якеанд.



Рас. 3.12





1. Роҳи паймудаи ҷисм ва кӯчиши он чӣ умумият ва чӣ тафовут доранд?
2. Дар кадом маврид роҳи паймудаи ҷисм ҳамчени кӯчиш меояд?
3. Кӯчиш дар кадом мавридҳо манфӣ мебошад?
4. Оё аз он ки кӯчиш қимати сифрӣ дорад, ҳулоса гирифташ дуруст аст, ки ҷисм ҳаракат накардааст?

### Супориш

1. “Мусбат ё манфӣ будани кӯчиш ба самти ҳаракат бастагӣ дорад” гуфташ чӣ маънӣ дорад? Шарҳи хаттӣ тайёр кунед.
2. Роҳи дар муддати 1 дақ ва 5 дақ паймудаи нӯги акрабаки сонияшумори ягон соат ва кӯчиши нӯги он акрабакро ёбед. Посуҳи хаттӣ тайёр кунед.

## §3.5. Ҳаракати ростхаттаи якнавохт

*Ҳаракати ростхаттаи якнавохт* (ё худ ҳаракати ростхаттаи муназзам) ҳаракатест, ки ҷисм дар он дар фосилаҳои баробари вақт масофаҳои баробарро мепаймояд.

Мисоли ин гуна ҳаракат ҳаракати якнавохти мошин аст дар роҳи рости ҳамвор.

Ҳаракати ростхаттаи якнавохти *ҷисмҳои гуногун* аз якдигар бо тезии рӯйдоди худ фарқ дошта метавонад, яъне ҷисмҳо метавонанд, ки дар фосилаҳои баробари вақт масофаҳои гуногунро паймоянд. Бигзор, пиёдагард, савори дучарха (велосипед) ва савори мошин дар ҳамон як вақт ба роҳ баромада, фосилаи ростхаттаи ҷодаи Исмоили Сомониро паймоянд. Бо вучуде ки ҳарсеи онҳо аз як ҷой ба роҳ мебароянд ва кӯчиши якхела мекунанд, фаҳмост, ки то нуқтаи охири роҳ аввалтар аз ҷама мошин ва дертар аз ҷама пиёдагард мерасад. Сабаби ин, чунонки пай мебаред, гуногун будани тезии ҳаракати роҳпай-моён аст.

Шумо, хонандаи азиз, аз ин мисол бояд заруратеро дарёбед, ки барои тавсифи миқдорӣ додани ҳар гуна ҳаракат, аз ҷумла, ҳаракати ростхаттаи якнавохт *суръати ҳаракат* ном бузургии физикиро доништан зарур аст.



1. Ҳаракати ростхаттаи якнавохт чӣ гуна ҳаракат аст?
2. Ҳаракати якнавохти ҷисмҳои гуногун аз якдигар бо чӣ хосияти худ фарқ мекунад?
3. Ба қор бурдани мафҳуми *суръат* ё *суръати ҳаракат* чӣ зарурат дорад?

### §3.6. Суръати ҳаракати ростхаттаи якнавохт (ҳаракати ростхаттаи муназзам)

*Суръати ҳаракати ростхаттаи якнавохт нисбати дарозии роҳи паймудаи ҷисм аст бар фосилаи вақти ин раҳнаймаӣ, яъне*

$$\text{Суръат} = \frac{\text{Роҳ}}{\text{Замон}}.$$

Ё ин ки агар суръатро бо  $v$ , роҳро бо  $s$  ва фосилаи вақтро бо  $t$  ишорат кунем, ба ҷойи ифодаи боло чунин навиштан мумкин аст:

$$v = \frac{s}{t}.$$

Ин ифода **формулаи суръат** ном дорад.

Суръати ҳаракатро аз рӯйи ин ифода ёфтан душвор нест. Барои ин дарозии роҳи паймудаи ҷисм  $s$ -ро чен карда, онро ба муддати вақти паймоиши роҳ  $t$  тақсим кардан зарур аст. Чунончи: агар мошин роҳи Душанбе – Ваҳдатро, ки  $s = 30$  км аст, дар муддати  $t = 0,5$  соат (ним соат) паймуда бошад, суръати он

$$v = \frac{s}{t} = \frac{30 \text{ км}}{0,5 \text{ соат}} = 60 \frac{\text{км}}{\text{соат}}$$

мебарояд. Ин он гуна маънӣ дорад, ки агар мошин дойиман бо ҳамон оҳанги “30 км дар ним соат” рафтан гирад, ҳар соат масофаи баробар ба 60 км-ро мепаймояд. Мошин бо ин гуна суръат масофаи Душанбе то Қубодиёнро, ки 180 км аст, дар муддати 3 соат тай мекунад. Пас,

*ҳаракатеро ҳаракати якнавохт (ҳаракати муназзам) мегӯянд, ки суръат дар он дар саросари роҳи тайишаванда дойимӣ (собит) монад.*

Ба сифати воҳиди суръат суръати ҳаракатеро пазируфтаанд, ки дар он ҷисми муназзамона ҳаракаткунанда дар 1 с як воҳиди дарозӣ, яъне масофаи 1 м-ро мепаймояд. Ин воҳид метр бар сония ном дорад ва ин хел навишта мешавад: 1 м/с.

Суръати мошини ҳозиракак мисолшударо бо м/с чунин ифода мекунем (бо назардошти ин ки 1 км = 1000 м ва 1 соат = 3600 с аст):

$$v = 60 \frac{\text{км}}{\text{соат}} = 60 \cdot \frac{1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} \approx 16,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

**Масъалаи 1.** Масофаи байни Қалъаи Мири Қубодиён ва мадрасаи Хоча Машҳад (деҳаи Сайёд) 25 км аст. Пиёдагард ин масофаро дар 5 см тай кард. Суръати пиёдагардро ёбед.

$$\begin{aligned} s &= 25 \text{ км}, \\ t &= 5 \text{ см}, \\ v &=? \end{aligned}$$

Ҳал. Суръати матлубро ин хел меёбем:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{25 \text{ км}}{5 \text{ см}} = 5 \frac{\text{км}}{\text{см}}.$$

**Масъалаи 2.** Ҳавопаймо фосилаи Душанбе – Қўлобро, ки 200 км аст, дар муддати 20 дақ паймуд. Ҳаракати ҳавопайморо ҳаракати якнавохт пиндошта, суръати парвозро ёбед.

Ҳал. Аввал додаҳои масъаларо сабт мекунем:

$$s = 200 \text{ км}, \quad t = 20 \text{ дақ}, \quad v = ?$$

Ин ҷо низ ҳамон формулаи суръат қор медиҳад:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{200 \text{ км}}{1/3 \text{ см}} = 600 \frac{\text{км}}{\text{см}}.$$

**Масъалаи 3.** Ҳавопаймо бо суръати то 720 км/см парвоз карда метавонад. Ин суръатро бо м/с ифода кунед.

Ҳал. Азбаски 1 км = 1000 м ва 1 см = 360 с аст, пас,

$$720 \frac{\text{км}}{\text{см}} = 720 \frac{1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 200 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Суръати ҳаракати баъзе чизҳо (бо м/с)

Пиёдагард	1,8
Говзанбӯр	7
Акул (акула)	8,3
Шамоли сахт	12
Кабутари хаткашон	19
Тундбод	21
Қатора (поезд)	20
Мошини сабукрав (ба ҳисоби миёна)	30
Садо дар ҳаво (дар 0 °С)	332
Тири автомат	715
Моҳ дар гирди Замин	1 000
Молекулаи гидроген (дар 0 °С)	1 693
Молекулаи гидроген (дар 20 °С)	2 250
Радифи маснуъи Замин	8 000
Замин дар гирди Офтоб	30 000
Рӯшноӣ ва мавҷҳои радио	300 000 000

1. Аз ҳаракати ростхаттаи якнавохт чӣ мисол оварда метавонед?

2. Оё дар асоси формулаи суръат чунин навиштан мумкин аст:

$$Роҳ = Суръат \times Вақт?$$



3. Воҳиди суръат (1 м/с) аз чӣ гуна воҳидҳо ҳосил шудааст?

4. Оё шумо метавонед воҳиди суръат м/с-ро ба воҳидҳои дигари дар амалия истифодашавандаи см/с, км/с, км/см ва ғайра гардонед?

### §3.7. Суръати онӣ (суръати лаҳзай)

Ҳар гуна ҷисми дарҳаракат дар ҳар лаҳзаи вақт дар ҳар нуқтаи масир (траектория)-и худ ин ё он суръат дорад. Ин суръатро *суръати онӣ* (суръати лаҳзай) мегӯянд, яъне

*суръати онӣ суръатест, ки ҷисм онро дар ин ё он лаҳзаи вақт дар ин ё он нуқтаи роҳи рафти худ дорад аст.*

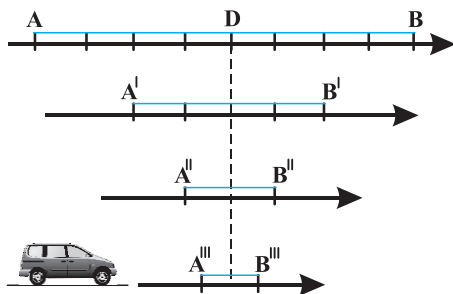
Донишҷӯи суръати онӣ аз он рӯи хуб аст, ки гоҳо истеъмоли маҳз ҳамин суръат зарур мешавад. Масалан, гоҳо суръатеро донишҷӯи лозим меояд, ки онро мошин дар лаҳзаи пеш аз садама ё тири тӯп дар лаҳзаи ҷастан соҳиб аст.

Маънои *суръати онӣ*ро аз рӯи маънии суръати ҳаракати ростхаттаи якнавохт дарк кардан осон аст, ба шарте ки мазмуни рас. 3.13 ба хубӣ фаҳмида шавад.

Бигзор, мошин дар роҳи рости ҳамвор бо суръати дойиман якхелаи  $8 \text{ м/с}$  сӯйи рост ҳаракат кунад, яъне мошин ҳар сония масофаи  $8 \text{ м}$ -ро паймояд. Агар мошин бо ин суръат муддати  $1 \text{ с}$  дарҳаракат бошад, масофаи  $28,8 \text{ км}$ -ро мепаймояд. Ин суръатро ба шакли  $28,8 \text{ км/с}$  ифода мекунам ва ин ҳамон суръати  $8 \text{ м/с}$  аст, вале на бо  $\text{м/с}$ , балки ба ҳисоби  $\text{км/с}$ . Қимати  $28,8 \text{ км/с}$  дар ин маврид суръати ҳаракати ростхаттаи якнавохти мошиноро ифода мекунад.

Биёед, дарозии ҳамон қитъаи  $8\text{-метраи}$  роҳи дар тӯли  $1 \text{ с}$  паймудаи мошиноро бо АВ ишорат кунем. Модом ки мошин фосилаи АВ-ро дар  $1 \text{ с}$  паймуда бошад, пас, фосилаи А'В'-ро, ки ба нисфи АВ, яъне ба  $4 \text{ м}$  баробар аст, дар ним ( $1/2$ ) сония мепаймояд. Мисли ҳамин, мошин барои паймудани фосилаи А''В'', ки ба нисфи А'В', яъне ба  $2 \text{ м}$  баробар аст, чоряк ( $1/4$ ) сония, барои паймудани фосилаи А'''В''', ки  $1 \text{ м}$  аст, ҳаштяк сония сарф мекунад ва ғайра.

Акнун, агар фосилаҳои паймудаи мошин  $8 \text{ м}$ ,  $4 \text{ м}$ ,  $2 \text{ м}$ ,  $1 \text{ м}$ ,...-ро ба муддатҳои паймоиши ин фосилаҳо  $1 \text{ с}$ , ( $1/2$ )  $\text{с}$ , ( $1/4$ )  $\text{с}$ , ( $1/8$ )  $\text{с}$ ,... тақсим кунем, мебинем, ки дар ҳамаи ин мавридҳо ҳамон як суръат ҳосил мешавад:



Рас. 3.13

$$v = \frac{S}{t} = \frac{8m}{1c} = \frac{4m}{(1/2)c} = \frac{2m}{(1/4)c} = \frac{1m}{(1/8)c} = 8 \text{ м/с.}$$

Ҳамаи ин натиҷаҳо якхелаанд ва ба ҳисоби  $км/см$  баробари ҳамон  $28,8 км/см$  мебошанд. Аз ин ҷо хулосаи равшане бармеояд: Агар муддати санчиши масофаи паймудаи мошинро кӯтоҳ кардан гирем, масофаи тайшуда ҳам кӯтоҳ шудан мегирад ва ҳолате фаро мерасад, ки ҳам масофа ва ҳам вақт бағоят кӯтоҳ мешаванд, он қадар кӯтоҳ мешаванд, ки масофаи тайкардаи мошин ба як нуқта кашида мешаваду муддати вақти мутобиқ ба он баробари *як он* (ҳамчени як мижа задан) меояд. Барои ин лаҳзаи кӯтоҳ гуфтан мумкин аст, ки *дар ин лаҳза суръати ҳаракат ба суръати онӣ баробар аст.*

Мисли ҳамин, дар бораи таносуби суръати онӣ ва суръати ҳаракати якнавохт гуфтан мумкин аст, ки дар ҳаракати якнавохт дар ҳама нуқтаҳои роҳ ва дар ҳама лаҳзаҳои кӯтоҳу дарози вақт суръати онӣ ҳамон як қимат дорад. Аммо дар ҳаракати ғайриякнавохт суръати онӣ дар ҳар нуқта ва ҳар лаҳза қимати гуногун дошта метавонад. Суръати онӣ мисли ҳар гуна суръати дигар бузургии векторӣ аст. Вектори суръати онӣ ҳамеша ҳамсамти ҳаракат мебошад.

1. Суръати онӣ (ё суръати лаҳзаӣ) чист? Онро чӣ тавр месанҷанд?
2. Суръати онӣ дар ҳаракати ростхаттаи якнавохт аз суръати онии ҳаракати ростхаттаи ғайриякнавохт чӣ фарқ дорад?
3. (Аз нигоҳи омодагӣ гирифта ба омӯзиши ду мавзӯи оянда) *Суръати миёна* чӣ гуна суръат аст ва чиро ифода мекунад?

### §3.8. Ҳамбастагии роҳ ва муддати ҳаракат

Дар мавриди маълум будани суръати ҳаракати ҷисм роҳи дар фосилаи муайяни вақт тайшударо ба ҳисоб овардан душвор нест. Барои ёфтани дарозии роҳ  $s$  суръати ҳаракат  $v$ -ро ба муддати вақти сипаришуда  $t$  зарб задан зарур аст – он гоҳ *формулаи роҳ* ҳосил мешавад, ки ин аст:

$$s = vt.$$

**Масъалаи 1.** Мошин агар бо суръати  $72 км/см$  муддати  $15 дақ$  ҳаракат кунад, чӣ қадар роҳро мепаймояд?

$v = 72 км/см$ ,  
 $t = 15 дақ$   
 $s = ?$  | Ҳал.  $15 дақ = 0,25 см$  аст. Пас, аз рӯи формулаи роҳ натиҷаи зайл ҳосил мешавад:

$$s = vt = 72 \frac{км}{см} \cdot 0,25 см = 18 км.$$

Агар роҳи тайшуда ва суръати ҳаракат маълум бошанд, муддати ҳаракатро низ муайян кардан осон аст. Барои ин роҳи тайшударо ба суръати ҳаракат тақсим кардан мебояд:

$$t = \frac{s}{v}$$

**Масъалаи 2.** Автобус роҳи Марғдин – Илмободро, ки 105 км аст, бо суръати 52,5 км/см мепаймояд. Автобус баъди чанд соат ба Илмобод мерасад?

*Додаҳо:*  $s = 105$  км,  $v = 52,5$  км/см;  $t = ?$

*Ҳал* ин аст:

$$t = \frac{s}{v} = \frac{105 \text{ км}}{52,5 \frac{\text{км}}{\text{см}}} = 2 \text{ см}.$$

### §3.9. Суръати миёнаи ҳаракати ғайриякнавохт

Дар бисёр мавридҳо ҳаракатеро муойина кардан лозим меояд, ки онро *ҳаракати ғайриякнавохт* (ҳаракати номуназзам, ҳаракати ғайримуназзам) номидан мумкин аст.

Дар ҳаракати ғайриякнавохт ҳисм дар фосилаҳои баробари вақт масофаҳои нобаробарро мепаймояд.

Барои тавсиф кардани ҳаракати ғайриякнавохт дар баробари мафҳуми *суръати онӣ* (суръати лаҳзай), ки дар бораи он дар §3.7 сухан рафт, мафҳуми нав – *суръати миёна* низ истеъмоли мешавад.

Суръати миёнаро маъмулан бо ҳарфи  $v$ -и хатчадор, яъне  $\bar{v}$  ё бо  $v_m$  ишорат мекунанд. Барои муайян кардани суръати миёна монанди мавриди суръати ҳаракати ростхаттаи якнавохт роҳи умумии тайшударо ба муддати вақти ҳаракат тақсим кардан мебояд:

$$\text{Суръати миёна} = \frac{\text{Роҳи умумии тайшуда}}{\text{Муддати паймоиши роҳ}}$$

ё ба шакли формула:  $\bar{v} = \frac{s}{t}$ .

\***Мисол.** Мошин номуназзамона ҳаракат карда, масофаи байни Илмобод то Душанберо, ки 105 км аст, дар 2 см 20 дақ мепаймояд. Суръати миёнаи ҳаракати мошинро ёбед.

$$\left. \begin{array}{l} s = 105 \text{ км}, \\ t = 2 \text{ см } 20 \text{ дақ}, \\ \bar{v}_m = ? \end{array} \right| \begin{array}{l} \text{Ҳал. Аввал муддати } 2 \text{ см } 20 \text{ дақ-ро ба соат (см)} \\ \text{мегардонем:} \\ t = 2 \text{ см } 20 \text{ дақ} = 2 \frac{1}{3} \text{ см} = \frac{7}{3} \text{ см}. \end{array}$$

Бинобар ин суръати миёна дар заминаи формулаи боло ин кадар хоҳад буд:

$$v_M = \frac{s}{t} = \frac{105 \text{ км}}{\frac{7}{3} \text{ со}} = 45 \frac{\text{км}}{\text{со}}$$

Дар физика ду навъ суръати миёна ба кор бурда мешавад:

1) суръати миёна аз рӯи роҳи тайшуда, ки бузургии скаларӣ аст, на векторӣ; онро *суръати масирӣ* низ мегӯянд ва

2) суръати миёна аз рӯи кӯчиш – ин суръатро *суръати кӯчишӣ* ном додан мумкин аст.

**Суръати масирӣ** ба нисбати роҳи тайшуда бар муддати вақти сипаришуда баробар аст ва самт надорад. Ҳамаи шаш масъалае, ки мо аз §3.6 то ба ин дам ҳал кардем, мисолҳои истеъмол шудани мафҳуми *суръати масирӣ* буда метавонанд.

**Суръати кӯчишӣ** (ба воситаи як мисол). *Барои донишмандони ин ки ҳавопаймо аз Душанбе парвоз карда, дар ин ё он лаҳза то ба кучо расидааст, на танҳо суръат, балки самти парвозро низ донишмандон зарур аст. Дар ин маврид ба ҷойи роҳи тайшуда бояд бузургии кӯчиши истифода шавад, яъне суръати миёнаи кӯчишӣ гайр аз қимати ададӣ самт низ дорад.*

Суръати миёнаи кӯчишӣ  $v_i$  ба нисбати кӯчиши  $\vec{x}$  бар муддати кӯчиш  $t$  баробар аст:

$$v_i = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

Ин ҷо  $x$ -ҳо координатҳои аввалу охири кӯчиши ҷисманд. Дар ҳаракати ростхатта дарозии кӯчиш ба масофаи тайшуда баробар аст. Дар ин маврид суръати миёнаи масирӣ ва бузургии суръати миёнаи кӯчишӣ айни яқдигаранд. Вале гоҳо суръати миёнаи масирӣ аз суръати миёнаи кӯчишӣ фарқ дошта метавонад. Як мисол.

$$s = 200 \text{ км},$$

$$x_2 - x_1 = 160 \text{ км},$$

$$t_2 - t_1 = 3 \text{ со}$$

$$v_M = ? \quad v_m = ?$$

**Мошин аз Душанбе бо роҳи Ваҳдат сӯйи ноҳияи Восеъ ба роҳ баромад ва масофаи 180 км-ро паймуда, ба маркази ноҳия расид; баъд ақиб гашта, пас аз паймудани фосилаи 20 км ба шаҳри Хулбуки бостон омад. Муддати умумии роҳпаймоиро 3 со гуфта, суръатҳои масирӣ ва кӯчишии мошинро ёбед. Роҳи Душанбе – Ваҳдат – Восеъ ва Восеъ – Хулбукро роҳи рост пиндоред.**

*Ҳал.* Фарқи координатҳои аввалу охири кӯчиш дар аввал ба 200 км баробар асту дар мавриди дуюм ба 160 км. Пас, суръати миёна аз рӯи роҳи паймудаи мошин

$$v_M = \frac{s}{t} = \frac{200 \text{ км}}{3 \text{ со}} \approx 67 \frac{\text{км}}{\text{со}}$$

асту суръати миёнаи кӯчишӣ

$$v_m = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{160 \text{ км}}{3 \text{ см}} \approx 53 \frac{\text{км}}{\text{см}}$$

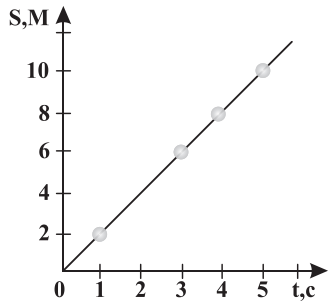


1. Суръати миёна чист? \*суръати миёнаи масирӣ чӣ? \*суръати миёнаи кӯчишӣ чӣ?
2. Оё шумо дар ёд доред, ки бузургиҳои векторӣ (ё худ бузургиҳои бурдорӣ) ва скалярӣ чӣ фарқ дошанд?
3. Дар болои ҳарфи ишорати суръати миёнаи масирӣ хатча-тирчаи самтдор гузошта шудааст. Ин тирча чиро ифода мекунад?

### §3.10. Нигораи вобастагии роҳи тайшуда ба муддати ҳаракат

Нигора (график)-и алоқамандии байни роҳи тайшуда  $s$  ва муддати ҳаракат  $t$ -ро дар сурате сохтан осон аст, ки суръат маълум бошад. Барои ҷисме, ки бо суръати  $v = 2 \text{ м/с}$  ҳаракати якнавохт мекунад, формулаи роҳ ин аст:

$$s = vt = 2t.$$

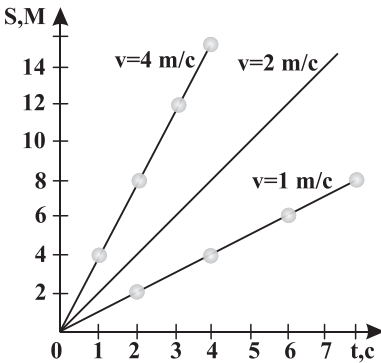


Рас. 3.14

Чадвале месозем, ки қиматҳои  $s$ -ро барои ҳар сонияи оянда нишон диҳад:

$t, c$	0	1	2	3	4	5	6	7	...
$s, m$	0	2	4	6	8	10	12	14	...

Сипас барои сохтани нигораи матлуб системаи сарҳисоби иборат аз ду координате мегирем, ки дар он яке аз тирҳои равиши амудӣ ва тири дигар равиши уфуқӣ дошта бошанд. Бигзор, тири амудӣ роҳи тайшударо нишон диҳаду тири уфуқӣ



Рас. 3.15

– муддати ҳаракатро. Миқёси тасвир (масштаби тасвир)-ро барои ҳар тири координат тавре мегирем, ки тасвир чандон калон наояд ва ҳама ададҳои дар чадвал дарҷшударо гунҷонад. Агар қиматҳои чадвалиро ҷобачо карда, онҳоро бо ҳам пайвандем, нигорае ҳосил мешавад, ки роҳи дар ин ё он муддат тайшударо менамояд (рас. 3.14). Онро **нигораи роҳ** мегӯянд.



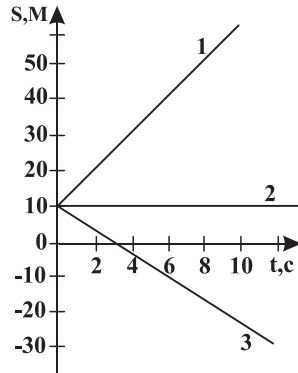
Чунин нигораро барои ҳар гуна суръати дигар низ сохтан осон аст. Дар рас. 3.15 нигораҳое тасвир шудаанд, ки барои суръатҳои  $1 \text{ м/с}$ ,  $2 \text{ м/с}$  ва  $4 \text{ м/с}$  созида шудаанд. Муқоисаи онҳо нишон медиҳад, ки бо зиёд шудани суръат шеби хат (яъне дараҷаи мойилии хат) меафзояд ва ҳар қадаре ки суръат зиёдтар бошад, хатти ифодакунандаи ҳаракат ҳамон қадар болотар меҳобад ва “кӯталтар” меояд.



1. Нигораи роҳ (графики роҳ) чӣ чихатҳои ҳаракатро ифода мекунад? Онро чӣ тавр месозанд?
2. Нигораи рас. 3.14 барои чӣ гуна суръат сохта шудааст?

### Машқ \_\_\_\_\_

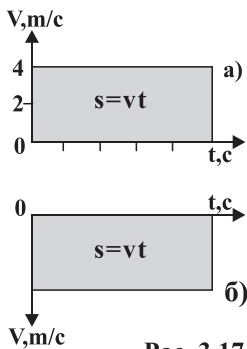
1. Чисме, ки нигораи роҳи рафти он дар рас. 3.16 бо хатти 2 тасвир ёфтааст, дар  $1 \text{ с}$  чӣ қадар роҳро паймудааст? дар  $8 \text{ с}$  чӣ?
2. Нигораҳои рас. 3.16 барои чӣ гуна ҳаракатҳо сохта шудаанд? Аз рӯйи ин нигораҳо кӯчиши дар ин ё он муддат қардаи қисмҳои 1, 2, 3 ва суръати ҳаракати онҳоро ёбед. Қисмҳо нисбат ба якдигар қадом сӯ ҳаракат қардаанд? (ниг. §3.11).



Рас. 3.16

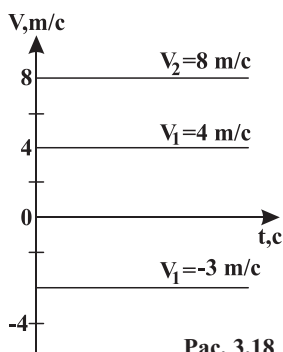
## §3.11. Нигораи вобастагии суръат ба вақт

Созидани нигора (график)-и суръат мисли созидани нигораи роҳ осон аст. Барои ин вобастагии суръатро ба муддати ҳаракат тасвир сохтан мебошад: дар ин маврид дар тири амудии координатҳо қиматҳои суръат ва дар тири уфуқӣ қиматҳои муддати ҳаракатро ҷой медиҳанд. Дар ҳаракати якнавохт (муназзам) бузургии суръат собит (дойимӣ) мемонад. Аз ин рӯ нигораи ин гуна ҳаракат хатти росте мебошад, ки мувозан (параллелан) ба тири вақт ҷой мегирад.



Рас. 3.17

Ба сифати мисол дар рас. 3.17,  $a$  нигораи суръати ҳаракати қисме тасвир ёфтааст, ки муддати  $10 \text{ с}$  дар ҳаракат будааст ва ҳар сония  $4 \text{ м}$  роҳро



паймудааст, яъне бо суръати  $4 \text{ м/с}$  ҳаракат кардааст. Азбаски дар ҳаракати якнавохт роҳи тайшуда  $s$  баробар ба ҳосили зарби суръат  $v$  ва муддати ҳаракат  $t$ , яъне

$$s = vt$$

аст, пас, масоҳати рангаи рас. 3.17,  $a$  ададан ба дарозии ҳамин роҳ  $vt$  баробар мебошад. Дар мисоли мо дарозии роҳи тайшуда ин қадар аст:

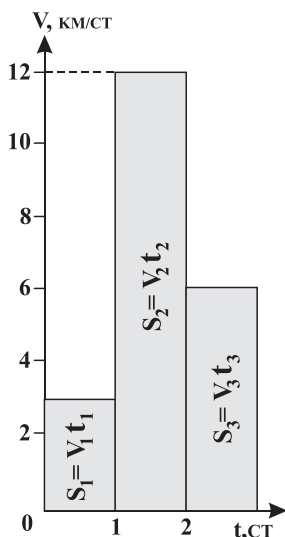
$$s = 4 \frac{\text{М}}{\text{с}} \cdot 10 \text{ с} = 40 \text{ м.}$$

Ҳар қадаре ки суръат зиёд бошад, хатти рости ифодакунандаи он ҳамон қадар болотар меҳобад. Барои муқоиса дар рас. 3.18 нигораҳои суръати ҳаракати ҳисме омадааст, ки дар як маврид бо суръати  $4 \text{ м/с}$  ва дар мавриди дигар бо суръати  $8 \text{ м/с}$  ҳаракати якнавохт кардааст.

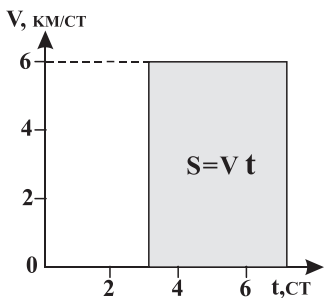
Агар ҳисм на ба самти мусбати тири  $X$ , балки ба самти манфии он ҳаракат карда бошад, нигораи соятасвир (проексия)-и суръати онро дар соҳаи қиматҳои манфии суръат, яъне поён аз тири вақт тасвир сохтан мебошад. Ин маврид, чун мисол, барои суръати  $v = 3 \text{ м/с}$  дар рас. 3.18 дар зери тири вақт тасвир ёфтааст.

Дар сурате ки ҳисм дар фосилаҳои гуногуни вақт бо суръатҳои гуногун ҳаракат карда бошад, нигораи суръати ҳаракат барои ҳар маврид бо як хатти рост тасвир мешавад. Нигораи рас. 3.19 ҳаракати ҳисмро барои соати якум (бо суръати  $3 \text{ км/с}$ ), соати дуум ( $12 \text{ км/с}$ ) ва соати сеюми ҳаракат ( $6 \text{ км/с}$ ) ифода мекунад.

Дар боло ишорат кардем, ки роҳи дар ин ё он муддат тайшуда ададан ба масоҳате баробар аст, ки он бо тири вақт  $t$ , тири сурат  $v$  ва хатти ифодакунандаи суръат ва инчунин тири ординати мутобиқ ба муддати ҳаракат маҳдуд гаштааст. Барои нигораи суръати  $v_1 = 3 \text{ км/с}$  (ниг. рас. 3.19)



роҳи тайшуда  $s_1 = v_1 t_1 = 3 \text{ км/см} \cdot 1 \text{ см} = 3 \text{ км}$  асту барои суръати  $v_2 = 12 \text{ км/см}$   $s_2 = 12 \text{ км/см} \cdot 1 \text{ см} = 12 \text{ км}$  ва барои  $v_3 = 6 \text{ км/см}$   $s_3 = 6 \text{ км/см} \cdot 1 \text{ см} = 6 \text{ км}$  мебошад, яъне ҷисм дар муддати ин се соат роҳи умумии  $s = s_1 + s_2 + s_3 = 21 \text{ км}$ -ро паймудааст.



Рас. 3.20

Акнун, як **масъалаи** сода. Дар рас. 3.20 нигораи ҳаракати якнавоҳти ҷисме тасвир шудааст. Оё аз рӯйи ин тасвир роҳи паймудаи ҷисмро ёфтан имкон дорад?

Оре, дорад. Ҷисм муддати  $t = 7 \text{ см} - 3 \text{ см} = 4 \text{ см}$  бо суръати дойимии  $v = 6 \text{ км/см}$  ҳаракат кардааст. Пас, роҳи паймудаи он  $s = vt = 6 \text{ км/см} \cdot 4 \text{ см} = 24 \text{ км}$  мебошад.

1. Чӣ гуна нигора (график) *нигораи суръат* ном гирифтааст? онро чӣ тавр месозанд?
2. Оё шумо метавонед, ки аз рӯйи нигораи суръат суръати онӣ (суръати лаҳзай)-и ҷисмро ёбед?
3. Нигораи суръати ҳаракат чиро ифода мекунад?
4. Нигораи 3.17, б чиро ифода мекунад?



### Супориш

Рас. 3.18 ва 3.19-ро таҳлил карда, хулоса бигиред.

## §3.12. Шитоб – суръати тағйири суръат. Ҳаракати шитобдор

### I

Суръати ҳаракати мошин дар роҳи пурпечухам доиман якнавоҳт (муназзам) буда наметавонад. Дар ин гуна ҳаракат, ки *ҳаракати ғайриякнавоҳт* (ё ҳаракати номуназзам) мебошад, суръат гоҳ каму гоҳ зиёд шуда метавонад, яъне ҷисм гоҳ ҳаракати сустшаванда мекунаду гоҳ ҳаракати тезшаванда, мисли он ки автобус гоҳи ба истгоҳ наздик шудан суръати худро торафт кам мекунад ва гоҳи аз истгоҳ ба роҳ даромадан оҳиста-оҳиста суръат мегирад.

Барои тавсифи миқдорӣ додани тағйироти суръати ҳаракат бузургие истифода мешавад, ки *шитоб* ном гирифтааст.

Шитоб бузургиест баробар ба нисбати тағйироти суръати  
 чисм бар муддати вақти рӯй додани он тағйирот, яъне

$$\text{Шитоб} = \frac{\text{Тағйироти суръат}}{\text{Муддати рӯйдоди ин тағйирот}}$$

Пас, *шитоб бузургие будааст, ки суръати тағйироти суръатро ифода мекунад* (мазмун ин таърифро ба хубӣ дарёбед).

Барои хубтар дарк кардани ин мафҳум, биёед фарз кунем, ки чисм дар лаҳзаи аввали вақт  $t_0$  суръати  $v_0$  дошта бошад ва дар муддати  $t$  суръати худро то қимати  $v$  афзоиш диҳад. Он гоҳ шитобро (ки бо ҳарфи аввали номи англисии он *acceleration* ишорат мешавад), чунин ифода кардан мекояд:

$$a = \frac{v - v_0}{t - t_0} \quad \text{ё ки ба шакли векторӣ} \quad \vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t - t_0}.$$

Агар ҳисоби вақт аз қимати  $t_0 = 0$  сар шавад, формулаи шитоб содатар мешавад:

$$a = \frac{v - v_0}{t}. \quad (*)$$

Пас, барои муайян кардани шитоби ҳаракат суръати ибтидоӣ  $v_0$ , суръати онӣ  $v$  (суръати лаҳзаӣ) ва муддати рӯйдоди тағйироти суръат  $t$ -ро санчида, қимати онҳоро дар формулаи (\*) гузоштан мекояд.

Ба сифати воҳиди *шитоб* дар *Манзумаи байналмилалӣ воҳидҳо* (SI)  $1 \text{ м/с}^2$  пазируфта шудааст.  $1 \text{ м/с}^2$  шитоби ҳаракати нуқтаи моддиест, ки суръати он дар муддати  $1 \text{ с}$  ба қадри  $1 \text{ м/с}$  тағйир меёбад. Воҳиди шитоб аз рӯи формулаи (\*) ин хел муқаррар карда мешавад:

$$\text{Воҳиди шитоб} = \frac{\text{Воҳиди суръат}}{\text{Воҳиди вақт}}$$

Азбаски воҳиди суръат  $1 \text{ м/с}$  ва воҳиди вақт  $1 \text{ с}$  мебошанд, пас, нисбати  $1 \text{ м/с}$  бар  $1 \text{ с}$  ба ҳамон  $1 \text{ м/с}^2$  баробар аст. Онро *як метр бар квадрати сония* (ё худ *як метр бар тавони дуи сония*) мехонанд.

## II

**Як масъала. Қатора аз истгоҳ ба ҳаракат даромада, баъди 20 с суръати худро то 14,4 км/с расонд. Шитоби қатораро ёбед.**

*Ҳал.* Қатора аз чойи ист ба роҳ даромадааст, яъне барои он  $v_0 = 0$  будааст. Аз ин рӯ додаҳоро ба ин шакл меорем:

$\begin{aligned} v_0 &= 0, \\ v &= 14,4 \frac{\text{км}}{\text{с}} = 4 \frac{\text{М}}{\text{с}}, \\ t &= 20 \text{ с}, \\ \alpha &= ? \end{aligned}$	Ин чо истифодаи формулаи (*) кофӣ аст, ки шитоби қатораро муайян кунем: $\alpha = \frac{v - v_0}{t} = \frac{4 \text{ М} / \text{с} - 0}{20 \text{ с}} = 0,2 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$
---	---

Ин натиҷа он гуна маънӣ дорад, ки қатора дар муддати ҳар сонияи ояндаи ҳаракат суръати худро ба қадри 0,2 м/с афзоиш медиҳад, яъне шитоби 0,2 м/с<sup>2</sup> дорад.

Дар ин мисол бузургии 0,2 м/с<sup>2</sup> қимати миёнаи шитоб ё худ шитоби миёнаро ифода мекунад.

Агар дар ин ё он ҳаракат бузургии шитоб собит (доимӣ) монад, мегӯянд, ки ин ҳаракат *ҳаракати собитшитоб*, яъне ҳаракат бо шитоби доимӣ аст. Ҳаракати ростхаттаи собитшитоб содатарин ҳаракати ғайриякнавохт мебошад: дар ин маврид суръат дар ҳама фосилаҳои баробари вақт ба ҳамон як бузургӣ тағйир меёбад.

**\*Шитоби манфӣ.** Дар аввали ин банд гуфтем, ки автобус гоҳи ба истгоҳ наздик шудан суръати худро торафт кам мекунад. Аз нигоҳи физикӣ автобус (ва ҳар гуна ҷисми монанди автобус ҳаракаткунанда) на танҳо дар мавриди бо мурури замон афзудани суръат, балки дар мавриди кам шудани суръат низ *ҳаракати шитобдор* мекунад. Вале ба сабаби он ки баъди пахш кардани тормоз суръати мошин торафт кам мешавад, шитоб аломати манфӣ мегирад. Ин хулоса аз формулаи (\*) бармеояд: дар ин маврид  $v < v_0$  аст ва, аз ин рӯ  $a < 0$  мешавад, яъне шитоб манфӣ мебошад.

**Масъала. Дучархасавор (велосипедсавор) бо суръати 10 м/с раво аст.**

**Агар шитоби  $\bar{a} = -2,5 \text{ м/с}^2$  бошад, суръати ҳаракат пас аз муддати 3 с чанд м/с мешавад?**

$$\begin{aligned} v_0 &= 10 \frac{\text{М}}{\text{с}}, \\ \alpha &= -2,5 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}, \\ t &= 3 \text{ с}, \\ v &= ? \end{aligned}$$

*Ҳал.* Суръатеро меёбем, ки дар ифодаи шитоб бо  $v$  ишорат шудааст. Барои ин ҳарду тарафи (\*)-ро ба  $t$  зарб зада, аз муодилаи ҳосилшуда  $v$ -ро меёбем:

$$at = v - v_0, \quad v = v_0 + at.$$

Додаҳоро ба ин формула гузошта, мебинем, ки пас аз 3 с суръат ин қадар мешавад:

$$v = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}} - 2,5 \frac{\text{М}}{\text{с}^2} \cdot 3 \text{ с} = 2,5 \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

Агар дучарха бо ҳамон шитоб боз як сонияи дигар ҳаракат кунад, қарор мегирад (меистад).

**Як масъалаи дигар. Қатора агар аз ҷойи исти худ ба роҳ дарояд ва бо шитоби  $a = 0,3 \text{ м/с}^2$  ҳаракат кунад, баъди  $50 \text{ с}$  чӣ қадар суръат мегирад?**

*Таҳлил.* Қатора агар аз ҷойи ист ба роҳ дарояд, пас, суръати аввалии он  $v_0 = 0$  аст, яъне додаҳои масъаларо бояд чунин нависем:

$$\begin{aligned} v_0 &= 0, \\ a &= 0,3 \text{ м/с}^2, \\ t &= 50 \text{ с}. \end{aligned}$$

Талаби масъала ёфтани суръати  $v$  аст.

*Ҳал.* Дар ин маврид низ аз ҳамон формулаи шитоб суръати онӣ  $v$  (суръати лаҳзай)-ро меёбем (ниг. ҳалли масъалаи пешина):

$$v = v_0 + at.$$

Додаҳоро гузошта, ин гуна натиҷа ҳосил мекунем:

$$v = 0 + 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 50 \text{ с} = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

1. Шитоб чист ва бо суръати ҳаракат чӣ алоқамандӣ дорад?
2. Шитобро чӣ тавр меёбанд?
3. Шитоби онӣ (шитоби лаҳзай) чист?
4. Воҳиди шитоб аз воҳиди суръат чӣ фарқ дорад?
5. Шитоби ҳисм  $1 \text{ м/с}^2$  аст – ин чӣ маънӣ дорад?
6. Ҳаракати ростхаттаи собитшитоб чӣ гуна ҳаракат аст?
7. Суръати онии ҳаракати ростхаттаи собитшитобро ба чӣ тарз ёфтан осон аст?

## Машқ

Санҷиши суръати онӣ (суръати лаҳзай) натиҷаи зайл дод:

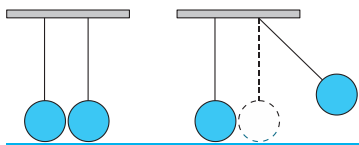
T (с)	1	2	3	4	5	...
v (м/с)	2	2,1	2,2	2,3	2,4	...

Ҳисм бо чӣ гуна шитоб ҳаракат кардааст?

## Озмойиш

---

1. «**Чисм ҳаракати механикӣ мекунад**» гуфтан чӣ мазмун дорад?  
А. Тағйир ёфтани мавқеъи ҷисм (бо мурури замон) нисбат ба ҷисмҳои атроф.  
Б. Тағйир ёфтани мавқеъи ҷисм (бо мурури замон) нисбат ба Замин.  
В. Рафти ростхаттаи ҷисм (бо мурури замон) нисбат ба ҷисмҳои дигар.  
Г. Гардиш хӯрдани ҷисм (бо мурури замон) нисбат ба ҷисмҳои дигар.
2. **Мошин дар роҳи рост масофаи 40 км-ро паймуд ва баъд 15 км сӯйи ақиб ҳаракат кард. Кӯчиши мошинро ёбед.**  
А. 20 км; Б. 30 км; В. 25 км; Г. 35 км; Ғ. 45 км.
3. **Масофаи байни Душанбе то Маскав бо роҳи рост 3600 км аст. Ҳавопаймо онро дар 4 соат паймуд. Суръати ҳавопайморо бо м/с ифода кунед.**  
А. 350 м/с; Б. 300 м/с; В. 250 м/с; Г. 350 м/с.
4. **Мошини сабукрав масофаи 144 км-ро бо суръати м/с паймуд. Мошин чанд соат дарҳаракат будааст?**  
А. 3 соат; Б. 2 соат; В. 5 соат; Г. 2,5 соат.
5. **Аз рӯйи нигорани вобастагии суръати ҳаракат ба вақт (расм) муайян кунед, ки ҷисм пас аз 2 сонияи ҳаракат чӣ қадар масофаро паймудааст.**  
А. 4 м; Б. 3 м; В. 2 м; Г. 5 м.
6. **Мошин аз ҳоли қарорӣ ба ҳаракат даромад ва баъди 0,33 дақ суръати худро то 72 км/соат расонд. Шитоби мошинро бо м/с<sup>2</sup> ифода кунед.**  
А. 1 м/с<sup>2</sup>; Б. 2 м/с<sup>2</sup>; В. 1,5 м/с<sup>2</sup>; Г. 1,2 м/с<sup>2</sup>.
7. **Савори дучарха (велосипед) бо суръати 1 м/с дарҳаракат аст. Агар шитоби ҳаракати ӯ 1 м/с<sup>2</sup> бошад, пас аз 2 с соҳиби чӣ қадар суръат мегардад?**  
А. 1,5 м/с; Б. 2 м/с; В. 3 м/с; Г. 4 м/с.



## Боби IV ҚУВВА (НЕРУ)

Калимаи қувва на танҳо дар саҳифаҳои китобҳои дарсии физика, балки дар зиндагонии ҳаррӯза низ серистеъмол аст. Вақте ки мо *Зуд бош!*, *Бичунб!* ё калимаву ибораҳои ба инҳо монандро ба қор мебарем, ё ҳамин мафҳуми қувваро дар назар медорем ё бузургихоеро пеши рӯ меорем, ки бо қувва алоқамандӣ доранд.

Вале шумо, хонандаи азиз, оё боре андешидаед, ки ба пурсиши *Қувва чист?* чӣ посух додан мебояд. Ин қор начандон осон аст, ки менамояд.

Вазиҷаи асосии физика омӯзиши *ҳаракат* ва *ҳамтаъсири* чисмҳост. Ин ду мафҳум ҳамбастаи якдигаранд. Аз нигоҳи омӯзиш аввал ҳаракатро дарк кардан осонтар аст. Бинобар ин пеш аз он ки мо шуморо бо қувва ва бузургихои бо он алоқаманд шиносонем, аввал моҳияти як мафҳуми асосии дигар – *шастии ҳаракат* (*инерсия ҳаракат*) ва ҳамон *ҳамтаъсири* чисмхоро каме шарҳ медиҳем.

### §4.1. Шастии ҳаракат (инерсия)

#### I

Оё шумо мушоҳида кардаед, ки санге дар рӯйи хавлӣ моҳҳову солҳо “хоб” аст ва чунбидан “намехоҳад” ё китобе, ки шумо чанд рӯз боз онро ба даст нагирифтаед, ночунбида истодан мегирад; тӯбе, ки дар майдончаи бозӣ қарор истодааст, то даме ки зада нашавад, аз ҷой намечунбад.

Ин гуна мисолҳо бисёранд ва нишон медиҳанд, ки чисмҳои қарор то дами ба онҳо таъсир овардани чисмҳои дигар ҳолати оромиши худро нигоҳ медоранд. Чисмҳо (ҳамон сангу китобу тӯби мисолшуда ва ғайра.) худбахуд ба ҳаракат намедароянд, аз ҷой намечунбанд, яъне суръати худро тағйир дода наметавонанд.

Донишманди Юнони қадим Арасту аз мушоҳидаи он, ки чисми рӯрӯйи замин таконгирифта ҳаракати худро торафт суст карда, рафта-рафта қарор мегирад, дарёфт, ки ҳолати оромӣ ҳолати табиӣ ҳама чисмҳост. Г. Галилей ин ақидаи Арастуро такмил дода, дарёфт, ки ҳолати дарҳаракат будани чисмҳо низ



монанди ҳолати оромӣ ҳолати табиӣ мебошад. Гап дар он аст, ки агар Арасту соиши байни ҷисм ва сатҳи Замиро ба назар мегирифт, ба яқин ба хулосаи Галилей мерасид. Дарвоқеъ, агар соиш вучуд наред, онро бартараф сохтан имконпазир мебуд, ҷисми таконхӯрда ҳолати дарҳаракат будани худро муддати дурудароз нигоҳ медошт.

Биёед, дар бораи падидаҳои мулоҳиза ронем, ки мушоҳида кардани онҳо душворие надорад. Тӯби фелон дер ё зуд аз ҳаракат бозмеонад. Аробачаи равон низ дар роҳи ҳамвор ин ё он масофаро паймуда, аз рафтан бозмеонад. Мошине, ки дар роҳи ҳамвор бо суръати, масалан,  $50 \text{ км/с}$  равон аст, пас аз лаҳзаи хомӯш гардонидани мотораш якбора наистода, қариб 300 м роҳ паймуда метавонад ва ғайра.

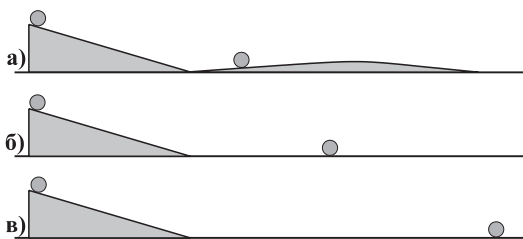
Хонандаи азиз, пеш аз он ки ин таҷрибаҳоро ҷамъбаст кунем, биёед як таҷрибаи дигарро бинем. Дар канори мизи ҳамвор тахтачаеро дар ҳоли мойил мегузорем ва сақоеро аз нӯги болои он тахтача сар медиҳем. Аввал дар рӯйи миз дар роҳи рафти сақо қадре поёнтар аз ҷойе, ки нӯги поёни тахтачаи мойил ба сатҳи миз мерасад, поре коғазӣ регдор (коғазӣ сунбод) ё поре ягон матоӣ дурушт мегузарем (то ки соиш зиёдтар шавад). Рафтори сақоро мушоҳида карда, мебинем, ки он на танҳо рӯрӯйи тахтачаи мойил меғелада, балки ҳаракати худро дар рӯйи сатҳи уфуқии миз низ идома медиҳад, аммо дар қисми регдори роҳи худ ба зудӣ қарор мегирад (рас. 4.1, а).

Агар шумо қисми ояндаи ин матнро нохонда, ҷӯёи сабаби ин падида шавед, албатта пай мебаред, ки сабаби асосӣ соиши сатҳи сақо бо роҳи регпӯш ё бо матоӣ дурушт аст.

Барои ба ин бовар ҳосил кардан коғазӣ сунбодаро бармегирем ва сақоро аз ҳамон ҷойи аввала боз сар дода, мебинем, ки он назар ба мавриди аввал дургтар меравад (рас. 4.1, б), зеро дар ин маврид ба сабаби назар ба коғазӣ регдор сайқалхӯрдатар будани сатҳи миз соиш камтар аст.

Сипас, агар дар роҳи рафти сақо шишаи ҳамворе гузоред, ки сатҳи он аз сатҳи миз ҳам сайқалхӯрдатар, яъне камсоиштар аст, сақо боз ҳам дургтар меғелада (рас. 4.1, в).

Вақте бинед, ки тахмини шумо рост мебарояд, рӯҳбаланд



Рас. 4.1

мешавед. Ин таҷриба хулосаеро тасдиқ мекунад, ки сабаби асосии аз ҳаракат бозмондани сақо буди (будани) соиш аст. (Дар бораи падидаи соиш ва қувваи соиш дар §§ 6.8 ва 6.9 суҳан хоҳад рафт). Воқеъан, таҷриба нишон медиҳад, ки ҳар қадаре ки соиш камтар бошад, сақо роҳи ҳамон қадар дуртар меравад.

Пурсиш ба миён меояд, ки *агар соиш комилан бартараф карда шавад, сақо чӣ тавр ҳаракат мекунад, чӣ қадар масофаро мепаймояд?*

Бояд фаҳмо бошад, ки сақо дар ин маврид ҳаракати ростхатта ва якнавохти худро то дами ба он таъсир овардани ҷисмҳои дигар идома медиҳад, яъне суръати рафти худро тағйир намедиҳад; агар ҷисм қарор бошад, дар ҷойи худ истодан мегирад, вале агар дарҳаракат бошад, ҳаракати худро бо ҳамон суръат давом медиҳад.

Ҳамин тарик, шумо натиҷаи ин гуна мушоҳидаву таҷрибаҳоро мулоҳизакорона аз назар гузаронида, дармеёбед, ки

1) ҷисмҳо ҳолати оромиши нисбии худро муддати дурудароз нигоҳ медоранд, ба шарте, албатта, ки онҳо аз тарафи ҷисмҳои дигар таъсир набинанд, вале

2) ҷисмҳои, ки дарҳаракатанд, бар хилофи ин, майл мекунаанд, ки ҳолати дарҳаракат будани худро нигоҳ доранд ва бо ҳамон *шасте*, ки доранд, ҳаракати худро беист идома диҳанд (яъне ҳаракати *шастӣ* кунанд).

Ана ҳамин майли нигоҳ доштани ҳолати оромиши нисбӣ ё ҳолати ҳаракати ростхаттаи якнавохти ҷисмҳоро мо *шастии ҳаракат* ном додаем, ки онро инглисҳо *inertia* мегӯянд русҳо – *инертность* (ё худ *инерция*).

Дар мавриди ба ҷисми қарор таъсир овардани як ё чанд қувваи берунӣ хосияти шастдории ҷисм дар он зоҳир мегардад, ки ҷисм ҳаракати худро на якбора, балки оҳиста-оҳиста тағйир медиҳад ва ҳар қадаре ки массаи ҷисм зиёд бошад, ҳаракати он ҳамон қадар оҳистатар тағйир мепазирад. Ин нуктаро *қонуни шастии ҳаракат* ном медиҳем.

Қонуни шастии ҳаракатро пеш аз Ҳама Г. Галилей дарк кардааст. И. Нютон дар пайи Галилей рафт ва ақидаи уро дар шакли зайл баён кард:



**Галилео Галилей** (1564–1642) – олими маъруфи итолиёӣ, яке аз бунёдгузори илми табиатшиносӣ дақиқ, яке аз онҳое, ки дар пешбурди тафаккури илмӣ ҳиссаи зиёд доранд. Вожаи «*физика*»-ро ба сифати пояи асосии илми табиатшиносӣ маҳз ӯ ба миён овардааст. Кашфи қонуни афтиши озодонаи ҷисмҳо ва собит мондани шитоби ин афтиш, ихтироӣи лӯлаи дид барои мушоҳидаҳои нучумӣ, ихтироӣи гармобин (термоскоп), ки тимсоли ҳароратсанҷ буд, кашфи чаҳор радифи Муштарӣ ва ғайра – инҳо ҳама маҳсули пажӯҳишҳои Галилей мебошанд.

Ба пиндори ғарбиён Галилей аввалин касе будааст, ки таҷрибаро заминаи илми табиатшиносӣ донистааст, бо вучуде ки ҳанӯз **Ероғуси** мисрӣ (276–194 то м.) дарозии хатти истиво (экватор)-и Замиро муайян кардааст, **Абурайҳони Берунӣ** (973–1048) тарзи содаи ёфтани ҳаҷми ҷисмҳои нодурустшаклро ба қор бурдааст ё ин ки **Умари Хайём** (1048–1123) тарзҳои барқашидани ҷисмҳо ва муайян кардани вазни ҳоси онҳоро панҷ аср пеш аз Галилей баён кардааст.

*Ҳар гуна ҷисм ҳолати аввалии оромии нисбӣ ё ҳаракати ростхатта ва якнавохти худро доиман нигоҳ медорад, ба шарте ки аз асари ҷисмҳои дигар эмин бимонад ё асари якҷояи онҳо ба ҷисм сифрӣ (баробари нол) бошад.*

Ин яке аз таърифҳои маъмули қонуни *шастӣ ҳаракат* аст. Онро қонуни *якуми Нютон* низ мегӯянд.

## II

Акнун мушоҳидаҳои навӣи дигарро мулоҳиза кунем.

Талаби асосии қонуни *шастӣ ҳаракат*, бешак, рӯяи мешавад, оромии нисбии ин ё он ҷисмро танҳо таъсири ҷисмҳои дигар ё худ қувваҳои берунӣ халалдор карда метавонад. Аммо барои он ки тахтачаеро, масалан, рӯрӯйи сатҳи миз ё аробачаеро рӯрӯйи Замин муназзамона (ба таври якнавохт) кашида тавонем, зарур аст, ки онҳоро доиман ҳаракат диҳем.

Пурсише ба миён меояд, ки оё талаби дуҷуми қонуни шаст ба мушоҳидаҳо ва ҳулосаҳои мо зид нест.

Не, ин ҷо зиддияте нест. Гап дар он аст, ки тахтача ё аробача гоҳи рӯрӯйи ин ё он сатҳи кашида шудан соиш меҳӯрад ва қуввае, ки барои кашидани тахтача (аробача) зарур меояд, ин соишро баргараф месозад. Агар соиш вучуд намедошт, тахтачаи мисолшуда ҳаракати худро бо суръати доимӣ беист давом медод.



1. Шасти ҳаракат (инерсияи ҳаракат) чист?

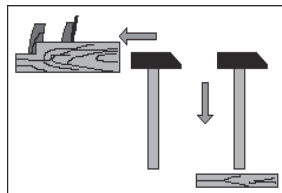
2. Оё қисми қарор шаст дорад?

3. Қонуни шасти ҳаракат (қонуни инерсияи ҳаракат) чӣ мазмунро ифода мекунад?

4. Автобуси равон дар назди истгоҳ

тормоз хӯрда, истод. Саворони он кадом сӯ бор мегиранд (хам мешаванд)? Гоҳи аз чойи ист якбора ба роҳ даромадани автобус чӣ?

5. Меғӯянд, ки қисм бо шасти худ дарҳаракат буд – ин гуфта чӣ маънӣ дорад?



## Супориш

1. Оё донишманди Юнони қадим Арасту ҳақ буд, ки меғуфт: “Қисм танҳо дар сурати ба он таъсир овардани қувва(ҳо) ва қисм(ҳо)и дигар ҳаракат мекунад”?

[Ёрмандӣ. Посух ба ҳавои Галилей: “Дар сурати ба қисм таъсир наовардани қисмҳои дигар он қисм ё ором мемонад ё бо шасти худ ҳаракати ростхатта ва якнавохт мекунад”, яъне Арасту начандон ҳақ буд].

2. Либоси гардгирифтаро метаконанд, гилеми гардолудро бо гилемшаппак мешапанд. Оё шумо дар ин мисолҳо ягон ҷихате мебинед, ки ҳаракати гарди гилему либос бо қонуни шасти ҳаракат алоқаманд бошад?

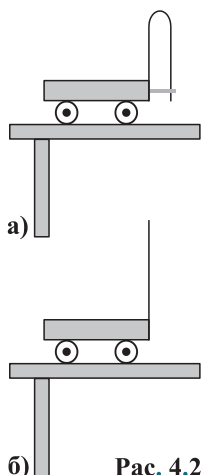
3. Мо гуфтем: Ҳар қадаре ки массаи қисм зиёд бошад, ҳаракати он ҳамон қадар оҳистатар тағйир мепазирад. Оё шумо аз ин гуфта хулоса гирифта метавонед, ки массаи қисм меъёри ҳаракати он аст?

4\*. Қонуни якуми Нйутон (яъне қонуни шасти ҳаракат)-ро таърифе диҳед, ки дар он хулосаи таҷрибаҳои тасдиқкунандаи ин қонун ва шароити татбиқпазир будани он баён шавад.

## §4.2. Ҳамтаъсиrotи қисмҳо

*Ҳамтаъсиrot* ё худ *таъсиrotи мутақобил* мафҳумест барои ифода кардани асари қисмҳо ба якдигар. Ин мафҳумро аз он рӯ доништан зарур аст, ки сабабгори ҳама гуна тағйирот аст, аз ҷумла, сабаби тағйир ёфтани суръати ҳаракати қисмҳо маҳз ҳамин таъсири як қисм ба қисми дигар, яъне ҳамин ҳамтаъсиrot мебошад.

Аробачае мегирам дар рӯйи миз. Дар канори пеши аробача лавҳачаи филизии (металлии) чандире часпонда шудааст. Онро ҳам карда, бо риштае мебандем (рас. 4.2, а). Баъд канори пеши



Рас. 4.2

мегузорем (рас. 4.3, *a*) ва таҷрибаро тақрор мекунем. Акнун, агар риштаи ниғахдорандаи лавҳачаи филизиро сӯзонем, мебинем, ки аробачаҳо мисли ин ки аз якдигар зарб хӯрда бошанд, ба самтҳои муқобил ба ҳаракат мебароянд ва аз ҷойи аввалаи худ, яъне аз хатти нишои рӯйи миз дур мешаванд (рас. 4.3, *b*).

Чӣ ҳулоса медиҳад ин таҷрибаи сода?

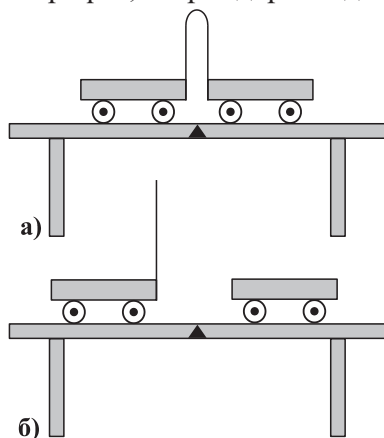
Дар натиҷаи якбора рост шудани лавҳачаи хамида аробачаи тоқа аз ҷойи наҷунбид, вале дар мавриди дуҷум он аробача ҳам худ ба ҳаракат даромад ва ҳам аробачаи дигарро ба ҳаракат даровард.

Аз сӯйи дигар дар набудани аробачаи дуҷум аробачаи якҷум аз ҷойи наҷунбид. Пас, фаҳмоӣ, ки аробачаи якҷумро маҳз аробачаи дуҷум тела (ҷунб) додааст.

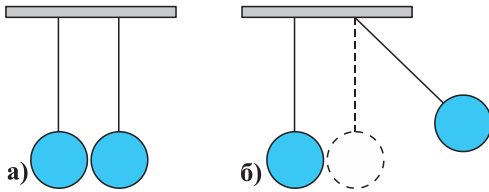
Акнун, биёед, таҷрибаи содаи дигареро бинем, ки гуфти болоро ба ҳубӣ тасдиқ мекунад. Ду қураи пӯлодини якхеларо бо ресмонҳои борики якхела меовезем. Онҳо пас аз лаҳзае қарор мегиранд (рас. 4.4, *a*). Ин ҳолати қарор буданро дар физика *ҳолати мувозанат* меноманд. Сипас, агар яке аз қураҳоро аз ҳолати мувозанат каме дуртар бурда, сар дихем,

аробачаро бо нишои канори миз рост карда, риштаро, бе он ки ба аробача даст расонем, месӯзонем. Ришта ки сӯхт, лавҳача рост мешавад. Дар ин лаҳза дар сари мо беихтиёр фикре пеш меояд, ки «ана ҳозир ягон чиз мечунбад ё мечаҳад». Аммо аробача, бар хилофи чашмдошти мо, аз ҷойи наҷунбад – ин ҳолат дар рас. 4.2, *b* тасвир шудааст.

“Ин ҷо сабаб чӣ бошад?” меғӯем мо худбахуд. Аммо пеш аз он ки сабаби наҷунбидани аробачаро ҷӯё шавем ва аз ин таҷриба ҳулоса барорем, ҳамон гуна аробачаи дигаре гирифта, онро дар назди аробачаи якҷум



Рас. 4.3



Рас. 4.4

ин кура ба ҳолати мувозанат баргашта, ба кураи қарор мезанад ва (**бинед лаҳзаи ҳушангезро!**) қарор мегирад, аммо кураи яқум, ки то ин дам қарор буд, ба ҳаракат мебарояд.

Ҳамин тариқ, дар ин маврид кураи қарор аз таъсири кураи ҳаракатманд ба ҳаракат мебарояд.

Ин он гуна маънӣ дорад, ки кураи қарор аз кураи ҳаракатманд *такон* гирифтааст. Гуфтан мумкин аст, ки дар ин маврид ҳамтаъсиrotи ду ҷисм дар натиҷаи додугирифт, дар шакли ҳаракати аёнӣ зоҳир гашт.

Мисолҳои ин гуна таъсиrot бисёр аст – ақиб рафтани заврақ гоҳи аз рӯйи он сӯйи соҳил ҷастани заврақсабор, пошна задани тӯп гоҳи аз дули он берун ҷастани тир, боло рафтани мушак гоҳи аз шайпураи он хориҷ гардидани шарраи газҳои фишурда ва монанди ин.

Хулосаи умумӣ аз гуфтаҳои боло ин аст, ки ҷисмҳо ҳолати худро **на** худбахуд, балки танҳо дар натиҷаи ҳамтаъсиrot бо ҷисмҳои дигар тағйир медиҳанд. Аммо ҳаргиз чунин наметавонад, ки як ҷисм ба ҷисми дигар таъсир расонаду дар айни ҳол худ таъсире набинад; ҷисми такондиҳанда низ таъсир мебинад, яъне ҳарду ҷисм ба якдигар таъсир мерасонанд:

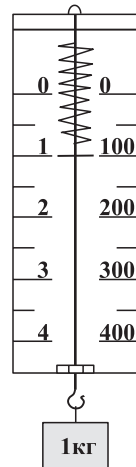
*ҳар як ҷисм, агар ба ҷисми дигар таъсир расонад, дар ҷавоби таъсири худ таъсир мебинад.*

Моҳияти ҳамтаъсиrotи ҷисмҳо низ дар ҳамин аст.

Ин ҷо пурсише ба миён меояд, ки зӯри такон ё худ дараҷаи зарбаи як ҷисм ба ҷисми дигар ба чӣ (ба чихо) бастагӣ дорад.

Ҷустуҷӯи посухи ин пурсиш моро водор месозад, ки вобастагии тезии ҳаракати ҷисмҳои дар ҳамтаъсиrot таъсирдидаро ба *массаи* онҳо биёмӯзем.

Баъзе мисолҳои дигари ҳамтаъсиrotи ҷисмҳоро дар банди оянда муойина хоҳем кард.



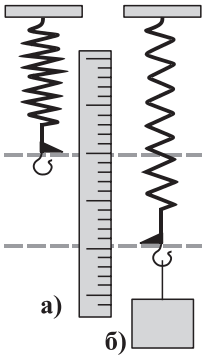
Рас. 4.5



1. Мафҳуми ҳамтаъсирот ё худ таъсири мутақобил чиро ифода мекунад?
2. Чархи мошин бо сатҳи роҳ таъсири мутақобил мекунад – дар натиҷа мошин пеш меравад; сатҳи роҳ чӣ?
3. Мисолҳое, ки мо дар поёни матни ин банд овардаем (тӯп ва тири он, заврақ ва савори он, мушак ва шарраи газҳои аз шайпураи он хоричшаванда) чӣ умумият доранд?
4. Бореро дар чангаки тарозуи фанарӣ (тарозуи пружинӣ) овезон мекунем (рас. 4.5). Дар ин маврид чӣ ба чӣ таъсир мерасонад ва аз чӣ таъсир мебинад? Натиҷаи ин таъсирот дар чӣ зоҳир мегардад? Магар бор дар натиҷаи таъсири фанар (пружин)-и тарозу поён меояд?

(Посухи худро бо далел баён кунед).

### §4.3. Қувва



Мо дар ду банди пешинаи хамин боб бо мафҳуми қувва то дараҷае шинос шудем. Барои боз ҳам равшантар шудани ин мафҳум биёед бо дасти худ чанд таҷрибаи содае анҷом диҳед, ки дар онҳо қувва мақоми асосӣ дорад.

1. Сақои рӯйи мизро андак такон диҳед. Сақо ба рафти такон ба ҳаракат мебарояд.

2. Тӯби футбол аз зарбаи пойи шумо ба парвоз мебарояд ва ба сари бозингаре бархӯрда, самти парвози худро тағйир медиҳад; баъд ба замин зада, каму беш гелида, бозмеистад.

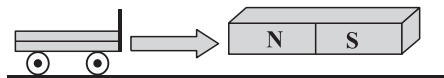
Рас. 4.6

3. Агар дар сари фанари овезон (рас. 4.6, а) боре овезем, бор сари фанарро сӯйи поён мекашад (рас. 4.6, б).

4. Аробачае мегирем дар рӯйи миз, ки қисми пешаш оҳанин бошад ё ба он ягон пораи оҳан часпонида шуда бошад. Агар ягон оҳанрабо (магнит)-ро ба он наздик барем, аробача ба ҳаракат мебарояд (рас. 4.7).

5. Барги гул ё шохи дарахт аз вазиши бод ҷунбиш меҳӯрад ва ғайра.

Биёед, мулоҳиза кунем, ки ин мисолҳо ва мисолҳои ба инҳо монанд чӣ умумият ва чӣ тафовут



Рас. 4.7



**Исаак Нйутон** (1643–1727) – зодаи Инглистон, олими оламшумул, олиме, ки дар бунёд ниҳодани бинои илми физика саҳми бисёр бузург дорад. Нйутон қонунҳои асосии механикаи классикиро шакл додааст. Қашфи қонуни қозибии ҷаҳонӣ, қашфи таҷзияи нури сафед, эҷоди назарияи заррагии нур, таҳияи ҳисобҳои дифференсиалӣ ва интегралӣ ва ҷандин қашфиёти дигар бо номи ӯ алоқаманд аст. Хулосаҳои илмие, ки Нйутон ба даст овардааст, дар таърихи табиатшиносӣ, аз ҷумла дар таърихи физика, бағоят муҳиманд, зеро мақоми бунёди доранд.

доранд. Чизи аввале, ки ба назар мерасад, ин аст, ки ҷисми муойинашаванда (сақои рӯи миз, тӯби футбол, барги гул ва ғ.) бо таъсири ҷисми дигар ба ҳаракат мебарояд ё аз рафтани бозмемонад, яъне суръати ҷисм дар натиҷаи ба он таъсир овардани ҷисми дигар тағйир меёбад. Равшантар гӯем, суръати ҷисмҳои мисолшуда аз он рӯ тағйир меёбад, ки сақо ва дасти тақондиҳандаи он, тӯб ва сар ё пойи футболбоз, шамол ва барги гул ва ғайра ба якдигар таъсир мерасонанд ва аз якдигар таъсир мебинанд.

Дар мавзӯи “*Шасти ҳаракат (инерсияи ҳаракат)*” дидем, ки ҷисм агар бо ҷисмҳои дигар додугирифт (таъсири мутақобил) надошта бошад, ҷунончи, агар ба ҷисм ягон ҷисми дигар таъсир нарасонад, он ҷисм ростхатта ва муназзамона (яъне ба таври яқнавохт) ҳаракат мекунад ё ин ки ором будан мегирад; аммо агар ин ҷисм ба ҷисмҳои дигар додугирифт дошта бошад, суръати худро тағйир медиҳад.

Дар физика барои ифода кардани дараҷаи ин тағйирот зарур омад, ки мафҳуми *қувва* ба қор бурда шавад.

*Бузургии физикие, ки ҳамтаъсироти ҷисмҳо ба воситаи он тавсифи миқдори дода мешавад, қувва номида шудааст.*

Ба гуфти дигар,

*қувва меъёри миқдории ҳамтаъсироти ҷисмҳост.*

Ҳамин тариқ, таъсири қувва ба ҷисм боиси тағйир ёфтани суръати ҳаракат, яъне боиси шитоб гирифтани ҷисм мегардад. Ҷисме, ки қувва ба он таъсир мерасонад, ба самти таъсири қувва шитоб мегирад. Вақте мегӯянд, ки ба ҷисми дорои массаи



$m$  қувваи  $F$  таъсир меорад, инро ба маъние фаҳмидан мебояд, ки он ҷисм бо ҳамон “ҷисми дигар” таъсири мутақобил (додугирифт) мекунад. Қувваи  $F$  меъёри ҳамин таъсирот аст. Аммо дар муойиноти физикӣ дар аксари мавридҳо дар бораи ҷисме, ки ба ҷисми муойинашаванда таъсир меорад, танҳо ин қадар мегӯянд, ки суръати он ҷисм дар натиҷаи таъсири қувва тағйир меёбад.

Қувваро ба воситаи массаи ҷисм ва шитобе ифода кардан мумкин аст, ки ҷисм ба он дар натиҷаи таъсири қувва соҳиб мегардад. Агар қувваро бо  $F$ , массаро бо  $m$  ва шитобро бо  $a$  ишорат кунем, ин тавр навишта метавонем:

$$F = ma.$$

Ин формула, ки онро И. Нйутон кашф кардааст, ифодаи асоситарин қонуни ҳаракат мебошад. Қонуни  $F = ma$  қонуни дуюми Нйутон ном гирифтааст ва дар саросари илми физика истифода мешавад.



1. Мафҳуми қувва дар физика ба чӣ маънӣ меояд?
2. Мафҳуми қувва бо мафҳуми ҳамтаъсироти ҷисмҳо ҳамбастагии ногуастагӣ дорад. Ин ҳамбастагӣ дар чӣ зоҳир мешавад?
3. Қувва меъёри микдории ҳамтаъсирот мебошад. Ин гуфта чӣ маънӣ дорад?
4. Шумо дар бораи ҳамтаъсироти ҷисмҳо чӣ мисолҳои дигар оварда метавонед?

## §4.4. Воҳиди қувва

Дар Манзумаи байналмилалӣ воҳидҳо (SI) ба сифати воҳиди қувва қуввае пазируфта шудааст, ки суръати ҷисми дорои массаи  $1 \text{ кг}$ -ро ҳар сония ба қадри  $1 \text{ м/с}$  афзоиш медиҳад. Ин воҳидро ба ифтихори И. Нйутон *нйутон* номидаанд. Ишораташ  $H$  (ҳарфи калон) аст. Ин ҷо ибораи “ҳар сония ба қадри  $1 \text{ м/с}$ ” маънои зайл дорад:

$$\frac{1 \text{ м} / \text{с}}{1 \text{ с}} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

ва шитоби ҷисмро ифода мекунад. Пас, нйутонро таърифи равшантар додан мумкин аст:

*1 Н қувваест, ки ҷисми дорои массаи 1 кг-ро шитоби 1 м/с<sup>2</sup> мебахшад, яъне:*

$$1 \text{ Н} = 1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}.$$

Воҳиди назар ба нйутон ҳазор бор бузургтар – *килонйутон* ( $kH$  – бо “к”-и хурд ва “н”-и калон) низ истеъмол мешавад.  $1kH = 1000 H$ .

Дар *Манзумаи воҳидҳои СГС*, ки дар он масофаро бо *сантиметр* ( $см$ ) ифода мекунанду массаро – бо *грам* ( $г$ ) ва вақтро – бо *сония* ( $с$ ), ба сифати воҳиди қувва *дина* (ишораташ: *дин*) ба кор меравад, ки мазмунаш ин аст:

$$1 \text{ дин} = 1 \text{ г} \cdot 1 \text{ см/с}^2 = 1 \text{ г} \cdot \text{см/с}^2.$$

Ин ду воҳид –  $H$  ва  $дин$  таносуби зайл доранд:

$$1 H = 100\,000 \text{ дин}.$$

**\*Масъалаи 1.** Чисми дорои массаи  $5 \text{ кг}$  бо таъсири қувваи номаълум шитоби  $4 \text{ м/с}^2$  мегирад. Ба қисм чӣ қадар қувва таъсир овардааст?

*Ҳал.* Ин ҷо қонунеро ба кор бурдан мебоянд, ки қувваи ба қисм таъсиркунанда  $F$  ва шитоби қисм  $a$ -ро алоқаманд мегардонад – ин ҳамон қонуни  $F = ma$  аст (қонуни дуюми Нйутон – ниг. поёни §4.3). Пас,

$$\left. \begin{aligned} m &= 5 \text{ кг}, \\ a &= 4 \text{ м/с}^2 \\ F &=? \end{aligned} \right\}$$

$$F = 5 \text{ кг} \cdot 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 20 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} = 20 H.$$

**\*Масъалаи 2.** Қуввае ба қисми дорои массаи  $5 \text{ кг}$  муддати  $2 \text{ с}$  таъсир карда, суръати онро то  $4 \text{ м/с}$  афзоиш дод. Он қувва чӣ бузургӣ дорад?

*Ҳал.* Дар шарти масъала наомадааст, ки қисм дар чӣ ҳолат қарор дошт. Аз ин рӯ биёед чунин пиндорем, ки қисм дар лаҳзаи аввали вақт беҳаракат буда бошад. Дар ин сурат доҳои масъаларо бояд чунин биёрем:

$$m = 5 \text{ кг}, \quad t = 2 \text{ с}, \quad v_0 = 0, \quad v = 4 \text{ м/с}, \quad F = ?$$

Пас, ин ҷо низ ҳамон қонуни  $F = ma$ -ро ба кор бурдан дуруст аст. Лекин дар ин маврид ба ҷойи шитоби  $a$  бузургии ифодакунандаи он – нисбати тағйироти суръат бар муддати вақт, яъне бузургии  $(v - v_0)/t$ -ро гузоштан мебоянд:

$$F = ma = m \frac{v - v_0}{t}, \quad F = 5 \text{ кг} \cdot \frac{4 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 0}{2 \text{ с}} = 10 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} = 10 H.$$



1. “Ба қисми  $m$  қувваи  $F$  таъсир овардааст” гуфтан, ба фикри шумо, чӣ мазмун дорад?
2. Қувваро бо чӣ гуна воҳидҳо ифода мекунанд?
3. Як *нйутон* ( $1H$ ) чӣ гуна воҳид аст ва ба кадом манзумаи воҳидҳо тааллуқ дорад?

## §4.5. Қувва бузургии векторӣ аст

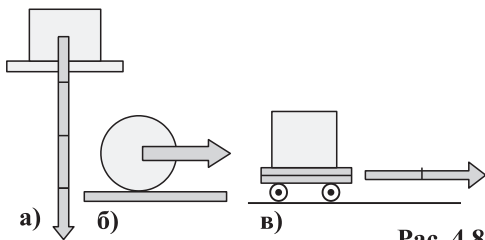
Чисм аз таъсири қувваҳои гуногун ба масофаҳои гуногун мекуҷад ва ҳар қадаре ки қувва зиёд бошад, чисм кӯчиши ҳамон қадар дарозтар мекунад. Пас, кӯчиш ба он вобаста будааст, ки қувваи ба чисм таъсиркунанда чӣ қимати ададӣ дорад.

Валекин на танҳо бузургии қувва, балки самти таъсири он низ муҳим аст. Ароба дар роҳи рости ҳамвор, вобаста ба он ки кадом сӯ тела мекуҷад, ё пеш меравад ё ақиб; сақои билиярд вобаста ба самти таъсири қувва ин ё он сӯ меравад ва ғайра.

Бузургиҳои физикиеро, ки ҳам қимати ададӣ доранд ҳам самт, *бузургиҳои векторӣ* (ё худ *бузургиҳои бурдорӣ*) ном додаанд. *Кӯчиш*, *суръат* ва *широб*, ки мо дар боло истеъмол кардем, хамингунаанд. Қувва низ бузургии векторӣ аст, яъне агар қувва ба чисме таъсир оварад, онро ба самти таъсири худ пеш бурда метавонад.

Дар муойинаи қувва ғайр аз бузургии қувва ва самти таъсири он чизи дигаре низ муҳим аст – *нуқтаи таъсир* ё, чи хеле ки дар боло гуфтем, *нуқтаи гузориши* қувва. Муҳим будани нуқтаи гузориши қувваро аз мисоли машҳури ҷойи шинондани дастаи дар дидан осон аст. Фаҳмост, ки агар дастаи дар дур аз меҳвари гардиш, яъне дур аз меҳвари ошиқмаъшукҳо шинонда шавад, кушодану пӯшидани дарро осон мекунад.

Бузургиҳои векторӣ, аз ҷумла, қувваро дар тасвирҳо бо порчаи хатти рости тирчашакле ифода мекунанд, ки аз нуқтаи гузориши қувва сар мешавад. Чанд мисоли ин гуна порчаҳои хатти рост дар рас. 4.8 омадааст. Тирча самти таъсири қувваро нишон медиҳаду дарозии он дар миқёси интиҳобшуда – қимати ададии қувваро. Аз ҷумла, ба чисме, ки дар рас. 4.8, *а* тасвир шудааст, 4 воҳид, ба сақо (тасвири *б*) 1 воҳид ва ба аробача (тасвири *в*) 2 воҳид қувва таъсир овардааст. Ин ҷо калимаи *воҳид* маънои *кг* (килограм) ё *Н* (нйутон) дошта метавонад. Чунончи, дар бораи рас. 4.8, *а* гуфтан мумкин аст, ки ба чисми рӯи миз қувваи 4 *Н* таъсир овардааст.



Рас. 4.8

Бузургиҳои векториро мухтасаран *вектор* мегӯянд. Мо онҳоро *бурдор* низ мегӯем. Чунончи, гуфтан мумкин аст, ки *қувва вектор аст ё қувва бурдор аст* ва ғайра.

Векторҳо дар матн бо ҳарфҳо низ ишорат мешаванд. Ҳарфи ишорати векторро назар ба ҳарфҳои муқаррарӣ **гафстар** (яъне сиёҳтар) менависанд ё ин ки дар болояш тирча мегуздоранд ва, масалан, ишоратҳои зеринро чунин мехонанд:

$s$  – вектори кӯчиш,  $F$  – вектори қувва ва ғайра.

Дарозии вектор (қимати ададии он) бо ҳарфи муқаррарии ишорати вектор дар миёни ду хатчаи рост оварда мешавад. Мисол:  $|A|$  ишорати дарозии вектори  $A$  мебошад.

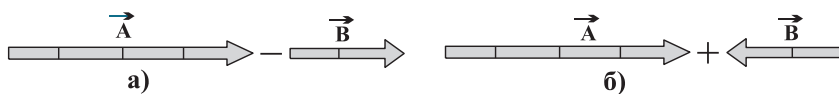
- ❓
1. Вектор (бурдор) чи гуна бузургист?
  2. Истеъмоли мафҳуми «бузургии векторӣ» чӣ зарурат дорад?
  3. Ишоратҳои  $a$  ва  $|a|$  чиро ифода мекунанд?

## §4.6. Чамъ ва тарҳи векторҳо

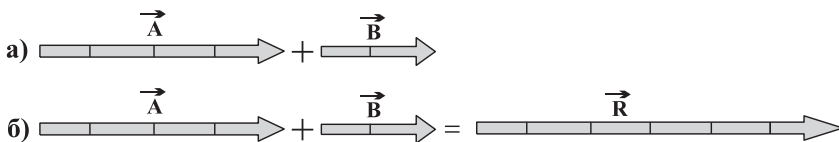
Қоидаҳои чамъу тарҳ кардани векторҳо (бурдорҳо) аз қоидаҳои маъмулии чамъ ва тарҳи ададҳо чӣ фарқ дорад?

Содатарин маврид чамъ кардани ду векторе, масалан  $A$  ва  $B$  аст, ки ба қадди як хатти рост равонанд. Ҳосили чамъи векторҳои  $A$  ва  $B$  маъмулан бо  $R$  ишорат мешавад ва онро *вектори натиҷавӣ* меноманд. Дар сурати ба қадди як хатти рост равона будани векторҳои  $A$  ва  $B$  чамъи онҳо чамъи одӣ аст.

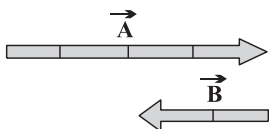
Чунончи, агар  $A = 4$  в. (воҳид) ва  $B = 2$  в. бошад, вектори натиҷавии чамъи онҳо  $R = A + B = 4$  в. + 2 в. = 6 в. мешавад (рас. 2). Тавре ба назар меояд, ки гӯё аввали вектори  $B$  ба охири вектори  $A$  васл шуда бошад; дар ин маврид вектори натиҷавӣ  $R$  бо  $A$  ва  $B$  ҳамсамт меояд.



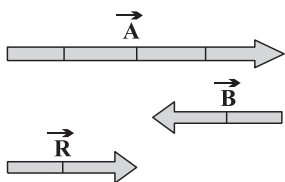
Рас. 4.9



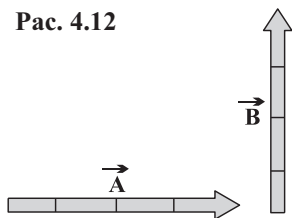
Рас. 4.10



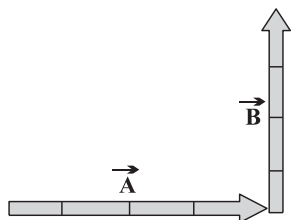
Рас. 4.11



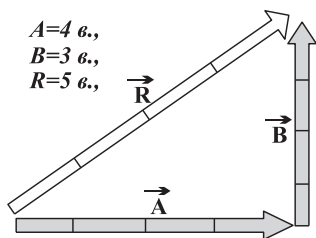
Рас. 4.12



Рас. 4.13



Рас. 4.14



Рас. 4.15

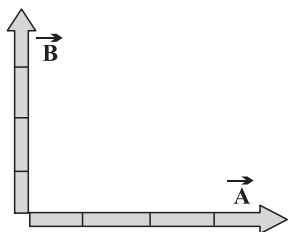
хаткашаки одӣ санчида, онро бо воҳиди интихобӣ муқоиса кунем, 5 воҳид меояд.

Аз вектори  $A$  тарҳ кардани вектори  $B$  низ душвор нест, ба шарте ки фарқи  $A-B$ -ро бо ҷамъи  $A+(-B)$  иваз кунем. Ин он гуна мазмун дорад, ки вектори  $B$  бояд чаппа гардонида (яъне амали рас. 4.10 – 4.9-и пешина бо амали рас. 4.11 – 4.10-и пешина иваз шавад) ва баъд агар боз мисли мавриди ҷамъи векторҳо аввали  $B$ -ро бо охири  $A$  ҳамҷо кунем (рас. 4.11), вектори  $B$  дарозии ба худ баробари вектори  $A$ -ро барҳам мезанад – он гоҳ вектори натиҷавӣ  $R$  баробари қисми боқимондаи вектори  $A$  мешавад (рас. 4.12).

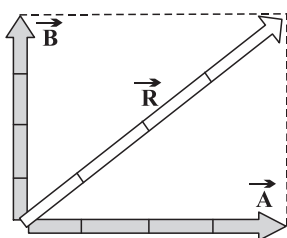
Ҷамаи ин векторҳо бояд дар рӯйи як хат тасвир шаванд. Мо онҳоро аз он рӯ ҷудо-ҷудо тасвир сохтаем, ки хондани тасвир осон бошад.

Ҷамин тариқ, ҷамъи векторҳои ҳамхат (яъне онҳое, ки ба қадди як хатти рост равонаанд) осон аст.

Акнун ҷамъ ва тарҳи векторҳоеро бинем, ки на ба қадди як хатти рост равонанд, балки самти ихтиёрӣ доранд. Боз ҳам бинем мавриди содатаринро: Бигзор  $A$  ва  $B$  нисбат ба якдигар тахти кунҷи рост равона бошанд (рас. 4.13). Дар ин маврид низ барои ҷамъ кардани векторҳои  $A$  ва  $B$  аввал онҳоро ҳамҷо мекунем: охири  $A$ -ро бо аввали  $B$  васл медиҳем (рас. 4.14) ва аз аввали  $A$  то охири  $B$  хатти рост мекашам (рас. 4.15). Ана ҷамин хат, ки бо ҳарфи  $R$  ишорат шудааст, вектори натиҷавӣ аст ва дар ин маврид ҳосили ҷамъи векторҳои  $A$  ва  $B$ -ро ифода мекунад. Агар дарозии вектори  $R$ -ро бо



Рас. 4.16



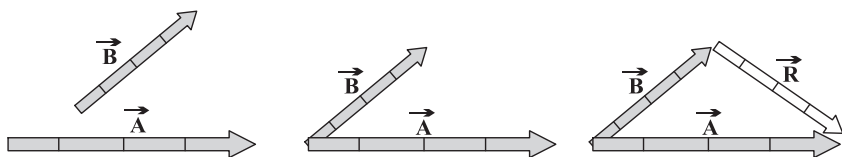
Рас. 4.17

Вектори  $B$ -ро ба тағйири самт ба аввали вектори  $A$  мекуҷонем, то ки ҳардуи онҳо аз як нуқта сар шаванд (рас. 4.16). Сипас аз нуғи  $B$  мувозан (параллелан) ба  $A$  ва аз нуғи  $A$  мувозан ба  $B$  хатҳои рости канда-канда, ва, дар охир, аз аввали векторҳои  $A$  ва  $B$  то ба кунҷи муқобили тасвири (чоркунҷаи) ҳосилшуда хатти рости векторӣ мекашем; ин хат, ки куҷр (диагонал)-и чоркунҷа аст, ҳосили ҷамъи векторҳои  $A$  ва  $B$ , яъне вектори натиҷавии  $R$ -ро ифода мекунад (рас. 4.17).

Ин тарзи ҷамъбандии векторҳо қоидаи мувозинаҳлу ном гирифтааст (номи пешинааш қоидаи параллелограм буд).

Амали аз як вектор тарҳ кардани вектори дигар низ ҷолиб аст: Дар рас.

4.18 қоидаи аз вектори  $A$  тарҳ кардани вектори  $B$  оварда шудааст. Дар ин маврид барои ёфтани вектори натиҷавӣ  $R$  векторҳои  $A$  ва  $B$ -ро тавре ҷой медиҳем, ки онҳо аз ҳамон як нуқта сар шаванд (тасвири миёна).



Рас. 4.18

Сипас охири  $B$ -ро бо охири  $A$  мепайвандем – он гоҳ векторе ҳосил мешавад ( $R$ ), ки натиҷаи тарҳи  $A - B$ -ро ифода мекунад – ин натиҷа дар тасвири охири рас. 4.18 омадааст.

Ба ин чиз таваҷҷуҳ кунед: Агар тасвири охиirro бо қоидаи ҷамъбандии векторҳои  $A$  ва  $B$  муқоиса кунем, мебинем, ки

$$A = B + R \quad (*)$$

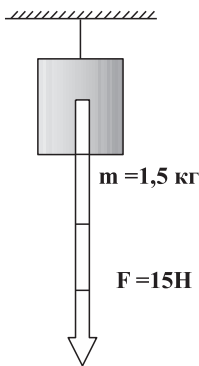
аст. Ин фаҳмоист, зеро дар ифодаи фарқи векторҳо  $A - B = R$  агар  $B$ -ро ба тарафи рости баробарӣ бубарем, ба ҳамон ифодаи (\*) бадал мешавад. Ба гуфти дигар, фарқи  $A - B = R$ -ро ба ҷамъи  $B + R = A$  иваз кардан мумкин аст.



1. Чамъ кардани векторҳо ва чамъ кардани ададҳои муқаррарӣ чӣ монандӣ ва чӣ тафовут доранд?
2. Ду векторро чамъ кардан чӣ маънӣ дорад? Як векторро аз вектори дигар тарҳ кардан чӣ?
3. Вектори натиҷавӣ чист?
4. Баъзан фарқи векторҳои  $A$  ва  $B$ , яъне  $A - B = R$ -ро (ин ҷо  $R$  вектори натиҷавӣ аст) ба амали чамъи  $B + R = A$  табдил медиҳанд. Оё ин табдилот ҷойиз аст?

## §4.7. Тасвири қувва

Қувваро дар нақшаҳои нигораҳо бо порчаи хатти ростии нигаронидае ифода мекунам, ки аз *нуқтаи гузориши қувва* ибтидо мегирад ва ба рафти таъсири қувва равона карда мешавад; яъне порчаи хатти ростии ифодакунандаи қувва бояд шакли тирчае дошта бошад, ки самти он рафти қувваро нишон диҳаду дарозияш дар миқёс (шкала)-и муайян – қимати қувваро. Мисол: агар миқёси тасвирро чунон гирем, ки қувваи  $10\text{ Н}$  бо тирчаи дусантиметрӣ ифода шавад, қувваеро, ки Замин бо он ба ҷисми  $1,5$ -килоии овозон таъсир меоварад, бо тирчаи  $3$ -сантиметрӣ тасвир сохтан мебояд (рас. 4.19).

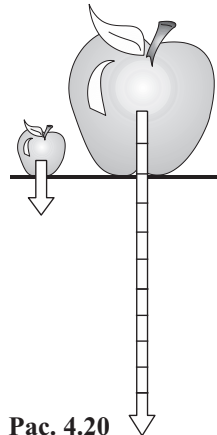


Рас. 4.19

таъсиркунандаро ифода мекунад,  $0,5\text{ см}$  гирем (яъне агар миқёси тасвир  $0,5\text{ Н} = 0,1\text{ кг}$  бошад), қувваи ба каду таъсиркунандаро бояд бо тирчаи  $5$ -сантиметрӣ тасвир созем. Ҳал дар рас. 4.20 омадааст.

**Масъала.** Себи  $100$ -гиромӣ ба Замин бо қувваи  $1\text{ Н}$  ҷазб мешавад. Кадуи  $1$ -килоӣ чӣ? Ин ду қувваро бо тирчаҳои тасвир созад, ки онҳо массаи себ ва кадуро ифода кунанд.

**Ҳал.** Ҷисми дорои массаи  $100\text{ г}$  ба Замин бо қувваи  $1\text{ Н}$  ҷазб мешавад. Пас, табиист, ки ҷисми дорои массаи  $1\text{ кг}$  ба Замин бо қувваи  $10$  бор бештар ҷазб мешавад. Агар дарозии тирчаеро, ки қувваи ба себ



Рас. 4.20



1. Қувваро дар нақшаҳои нигораҳо (графикҳо) ба чӣ шакл тасвир месозанд?
2. «Хатти ростии нигаронида» чӣ гуна хат аст?

## §4.8. Чамъ кардани ду қуввае, ки ба қадди як хатти рост равонанд

Дар мавридҳое, ки ба ҷисми муойинашаванда якбора чанд қувва таъсир биёрад, қувваи натиҷавӣ онҳоро донистан зарур меояд. Қувваеро қувваи натиҷавӣ (ё худ бароянди қувваҳо) мегӯянд, ки он ба ҷамъи ҳама қувваҳои ба ҷисм таъсиркунанда баробар бошад. Барои ёфтани қувваи натиҷавӣ қоидаи ҷамъбандии векторҳоро ба кор мебаранд. Биёед, ин мавзӯро дар ҳалли чанд масъалаи сода бинем.

**Масъалаи 1.** Мошини сабукрави «Сабо» қувваи кашиши мотори худро то ба  $20 \text{ кН}$  расонида метавонад. Ин бузургиро дар шакли вектори қувваи ифода кунед.



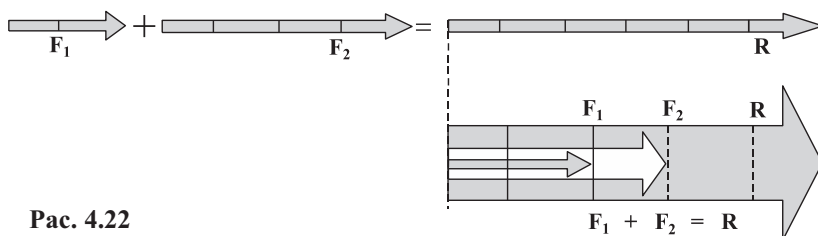
**Рас. 4.21**

интихоб кардан зарур аст. Биёед, дар ҳалли ин масъала микёсро тавре интихоб кунем, ки  $1 \text{ см}$  ба қувваи  $5000 \text{ Н} = 5 \text{ кН}$  рост ояд. Он гоҳ вектори қувваи  $20000 \text{ Н}$ -ро он сон тасвир кардан мумкин мешавад, ки дар рас. 4.21 омадааст.

**Масъалаи 2.** Ба ҷисм дар як вақт дар ҳамон як самт ду қувва таъсир меоварад,  $F_1 = 2 \text{ Н}$  ва  $F_2 = 3 \text{ Н}$ . Қувваи натиҷавиро ёбед. Қувваҳоро дар шакли векторҳо тасвир созед ва онҳоро муқоиса кунед.

*Ҳал.* Ин ҷо дар ҳамон як самт гуфтан чунин маънӣ дорад, ки ҳарду қувва ба ҷисм ба қадди як хатти рост таъсир меоваранд. Пас, барои ёфтани таъсири якҷояи онҳо бояд қоидаи ҷамъбандии векторҳои ҳамхат (ниг. § 4.6) корбастан шавад.

Бигзор, ҳарду қувва ба ҳамон як нуқтаи ҷисм таъсир биёранд. Агар микёси тасвириро тавре гирем, ки ҳар як нютон қувваи ба ҷисм таъсиркунанда бо векторҳои яксантиметрӣ ифода шавад, онҳоро, масалан, он тавр тасвир сохтан мумкин мешавад, ки дар рас. 4.22 овардаем.



**Рас. 4.22**



**Масъалаи 3. Оё шумо метавонед таҷрибае анҷом диҳед, ки дар он натиҷаи масъалаи пешинаро санҷидан мумкин бошад?**

*Ҳал.* Натиҷаи масъалаи 2-ро бо чанд роҳи таҷрибавӣ санҷидан мумкин аст. Роҳи хуб ин аст: Дар чангаки асбоби қуввасанҷӣ (динамометр) боре меовезем, ки массаи муайян дошта бошад. Бигзор вазни бор  $0,5 \text{ кг}$  бошад. Он гоҳ қуввасанҷ қувваи  $5 \text{ Н}$ -ро нишон медиҳад. Баъд дар болои он бор як бори дигар, масалан, санги  $200$ -гиромӣ мегузorem ва мебинем, ки нишондоди қуввасанҷ  $7 \text{ Н}$  мешавад.

Агар ҳарду борро аз чангаки қуввасанҷ гирифта, ба чойи онҳо як бори  $700$ -гиромӣ овезем, қуввасанҷ боз ҳамон қувваи  $7 \text{ Н}$ -ро нишон медиҳад, яъне фанар (пружин)-и қуввасанҷ чени мавриде меёзад, ки бораш  $0,5 \text{ кг} + 0,2 \text{ кг}$  буд. Пас, қувваи натиҷавии чамъи ду қуввае, ки ба қадди як хатти рост як сӯ равонанд, ба чамъи ҳардуи онҳо баробар аст.

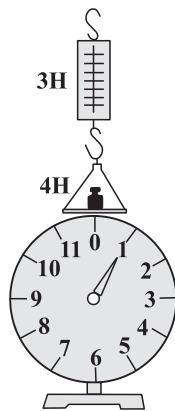
Ва боз: қувваи натиҷавӣ дар мавриди ҳамхат ва ҳамсӯ будани қувваҳои чамъшаванда ба рафти он қувваҳо равона мешавад. (Поёни ҳал).

Хуб, агар ду қувва ба ҷисм ба самти муқобили якдигар таъсир биёранд, чӣ? Дар ин маврид қувваи натиҷавӣ кадом сӯ равона мешавад?

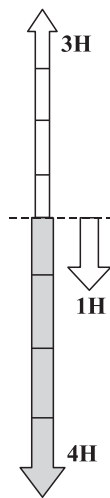
Ин мавзӯро аз ҳалли масъалаи зайл дарк кардан осон аст.

**Масъалаи 4. Ба ҳамон як ҷисм ду қувва – қувваи  $F_1 = 4 \text{ Н}$  сӯйи поён ва қувваи  $F_2 = 3 \text{ Н}$  сӯйи боло таъсир меоваранд. Қувваи натиҷавии асари якҷояи ин қувваҳо ро ёбед ва агар имкон дошта бошад, ин натиҷаро дар таҷриба бисанҷед.**

*Ҳал.* Биёед, ҳалли ин масъаларо аз қисми дуюми он оғоз кунем. Қуввасанҷе (динамометре) мегирем, ки дар болояш косачаи боргузорӣ дорад (рас. 4.23). Дар он косача  $0,4 \text{ кг}$  бор мегузorem. Қуввасанҷи гирд қувваи  $4 \text{ Н}$ -ро нишон медиҳад. Баъд, як қуввасанҷи чангакдор гирифта, косачаи қуввасанҷи гирдро бо он бо қувваи  $3 \text{ Н}$  боло мекашем. Он гоҳ қуввасанҷи поёни қувваи  $1 \text{ Н}$ -ро нишон медиҳад. Фаҳмост, ки дар ин сурат қувваи  $3 \text{ Н}$  аз қувваи  $4 \text{ Н}$  тарҳ



Рас. 4.23



Рас. 4.24

мешавад, зеро онҳо муқобили якдигар равонаанд (рас. 4.24).  
Хулосаи ҳалли масъала ин аст:

*Қувваи натиҷавии қувваҳои ба ҷисм таъсиркунанда ҳамеша ба самти қувваи зиёдтар равона мешавад.*

Акнун саъй кунед, ки ҳалли ду масъалаи зерро бифаҳмед.

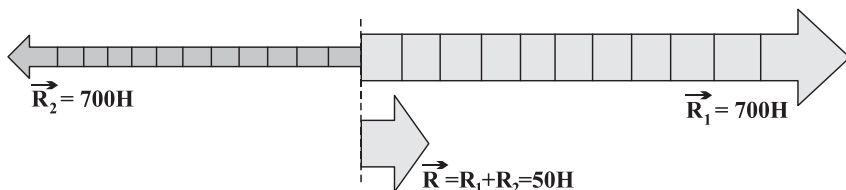
**Масъалаи 1.** Дар мусобиқаи бандкашӣ ду нафар аргамчинро бо қувваи  $500\text{ Н}$  ва  $250\text{ Н}$  як сӯ ва ду каси дигар бо қувваи  $300\text{ Н}$  ва  $400\text{ Н}$  ба тарафи муқобил мекашанд. Аргамчин кадом сӯ меравад?

$F_1 = 500\text{ Н},$ $F_2 = 250\text{ Н},$ $F_3 = 300\text{ Н},$ $F_4 = 400\text{ Н}$		Ҳал. Ин чо қоидаи ҷамъбандии векторҳои ҳам- хатро ба кор бурдан хуб аст. Аввал қувваи нати- ҷавиеро меёбем, ки аз ҷамъбандии қувваҳои ду варзишгари аввал ҳосил мешавад:
$R = ?$		$R_1 = F_1 + F_2.$

Ин қувваҳо ҳамон як сӯ равонаанд (яксӯанд). Бинобар ин онҳо ҳамаломатанд ва бояд зам карда шаванд:

$$R_1 = 500\text{ Н} + 250\text{ Н} = 750\text{ Н}.$$

Қувваи натиҷавии ҷамъи қувваҳои ду каси дигар (онҳое, ки аргамчинро сӯйи муқобил мекашанд)



Рас. 4.25 (ниг. Рас. 4.24)

$$R_2 = 300\text{ Н} + 400\text{ Н} = 700\text{ Н}$$

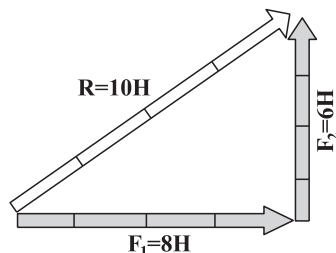
аст. Пас, қувваи натиҷавӣ бояд ба ҷамъи  $R_1$  ва  $R_2$  баробар бошад (бо назардошти он ки  $R_1$  ва  $R_2$  ба қадди як хатти рост зидди якдигар равонаанд) – ин қувваҳо дар рас. 4.25 тасвир ёфтаанд.

Ҳамин тариқ, натиҷа ин мешавад, ки бандкашҳои гурӯҳи аввал ғолиб меоянд, аргамчин бо қувваи  $50\text{ Н}$  ба рафти қувваи  $500\text{ Н} + 250\text{ Н}$  кашида мешавад.

**Масъалаи 2.** Ба як ҷисм ду қувва – яке  $F_1 = 8\text{ Н}$  аз чап сӯйи рост таъсир меовараду дигаре  $F_2 = 6\text{ Н}$  – аз поён сӯйи боло. Қувваи натиҷавии асари ин ду қувва чӣ қадар аст ва кадом сӯ самт дорад?

Масъаларо бо роҳи нигорасозӣ (графиксозӣ) ҳал мекунем.

Қувва бузургии векторӣ аст. Пас, қоидаи ҳамбандии векторҳои ноҳамхатро ба кор бурдан мебояд (ниг. рас. 4.15). Микёси тасвириро тавре мегирем, ки дарозии 1 см мутобиқи 2 Н бошад. Он гоҳ қувваи  $F_1$  дар дарозии 4 см чой мегираду қувваи  $F_2$  – дар дарозии 3 см. Тасвири ин қувваҳо дар рас. 4.26 омадааст. Ин ҷо қувваҳои  $F_1$  ва  $F_2$  нисбат ба ҳамдигар тахти кунҷи рост равонаанд (шарти масъала ҳаминро талаб мекунад). Дар ин маврид қувваи натиҷавӣ векторе хоҳад буд, ки аз аввали тирчаи  $F_1$  ба охири тирчаи  $F_2$  кашида мешавад. Дар рас. 4.26 ин қувва бо ҳарфи  $R$  ишорат шудааст. Дарозии ин векторҳоро бисанҷед.



Рас. 4.26



1. Дар сурати ба ҷисм якбора таъсир овардани ду қувваи баробар, вале зидсамт қувваи натиҷавӣ ба ҷӣ баробар мешавад?
2. Агар қувваҳои ба ҷисм дар як вақт таъсиркунанда ба қадди як хатти рост равона набошанд, қувваи натиҷавии онҳоро ба ҷӣ гарз ёфтан мебояд?
3. Қоидаи параллелограм (қоидаи мувозинаҳлу) ҷӣ моҳият дорад?

## §4.9. Қозибай Замин

Сабаб чист, ки агар чизро боло бардошта, раҳо кунем, ба рӯйи Замин меафтад, тири тӯп ҳам рафта-рафта ба Замин мезанад; оби ҷӯй танҳо сӯйи поён мешорад; гунҷишк ҳам агар хангоми парвоз бол назанад, ба Замин меафтад ва ғайра. Ин гуна мисолҳо бисёранд. Сабаби ин афтиданҳо дар чист?

Мо яқин дорем, ки хонандаи донишпажӯҳ агар ҷӯеи сабаби ин ҳама рӯйдодҳо шавад, ба зудӣ мефаҳмад, ки сабабгори ин падидаҳо Замин аст, модом ки чизҳо ба рӯйи Замин меафтанд ё сӯйи пастиҳои сатҳи Замин мераванд, пас, ба яқин гуфтан мумкин аст, ки гап дар сари ҳамин Замин аст.

Замин қозибай ё худ *хосияти ҷисмҷазбкунандагӣ* дорад ва ҳама чизро ба худ мекашад, ҷазб мекунад. Ҳама ҷисмҳо, сарфи назар аз он ки дар кадом нуқтаи рӯйи Замин воқеъанд ё аз ҷӣ гуна баландии наздикиҳои сатҳи Замин раҳо карда мешаванд,

сӯйи маркази Замин меафтанд ва инро ханӯз Абурайҳони Берунӣ ва Абуалӣ ибни Сино медонистанд.

Ривояте ҳастанд, ки И. Нйутон гоҳи дар чаҳорбоғи худ сайр кардан беихтиёр чӯёи сабаби падидаи аз дарахт афтидани себе мешавад ва пай мебарад, ки ин ҷо омили себафтонанда ҷозибай Замин, яъне қувваи кашиши Замин аст; ҳамин хусусияти Замин аст, ки обро сӯйи поён қорӣ мегардонад, санги кӯхро сӯйи поён мегелонад ва ғайра. Нйутон падидаи гирди Замин гардиш хӯрдани Мохро низ бо ҳамин хусусияти ҷозибай Замин алоқаманд донистааст.

Мо дар оғози банди “Қувва” тарҳи панҷ таҷрибаеро оварда будем, ки шумо мебоист анҷом медодед ва дар заминаи мулоҳизаи натиҷаи онҳо дарк мекардед, ки ҷисмҳо дар сурати бо ҳамдигар тамос (расиш) надоштан ҳам ба якдигар бо ин ё он қувва таъсир оварда метавонанд. Ҷозибай Замин ҳамин гуна қувва аст. Замин Мохро, ки қариб 400 000 км дур аст ва инчунин ҳама сайёраҳоро, ки миллионҳо км дурӣ доранд, ба худ ҷазб мекунад, ҳар яки онҳо Замин ва ҳамдигарро низ ҷазб мекунад ва ғайра. Умуман, ҳар чизе, ки ҷирм (масса) дорад, ҳама ҷисмҳои дигарро ҷазб мекунад ва худ ба онҳо ҷазб мешавад – ин қонунест, ки дар ҳама ҷойи олам амал мекунад ва қонуни ҷозибай (қонуни ҷозибайи ҷаҳонӣ) ном гирифтааст.

\* \* \*

### Дар сӯхбати Ибни Сино ва Абурайҳони Берунӣ (Баёни озодона)

Асри XI. Шаҳри Хоразми қадим. Сӯхбати ду дӯст – мутафаккирони бузурги халқи тоҷик Абурайҳони Берунӣ ва Ибни Сино.

*Ибни Сино:* Мушоҳидаҳо далеланд, ки санги сӯйи боло партофтшуда бозгашта ба рӯйи Замин мезанад. Сабаб чист?

*Берунӣ:* Сабаб ин аст, ки Замин хусусияти сӯйи худ ҷазб кардан дорад.

*Ибни Сино:* На ҳама ҷисмҳо ба Замин ҷазб мешаванд. Мисол: Дуд ва алангаи оташ майли боло доранд.

*Берунӣ:* Осема машав, дӯстам Буалӣ. Ин муамморо ба василаи мулоҳаза шарҳ додан начандон осон аст, ки менамояд. Он чи ту мегӯӣ, марбут ба қабатҳои гарму сарди ҳавост. Агар чунин намебуд, аланга ва дуди оташ боло намерафтанд, чаро ки ҳама ҷисмҳо ба Замин ҷазб мешаванд. Ман пай мебарам, ки ту чӣ гуфтан мехоҳӣ: ту дар байни падидаҳои афтиши санг ба рӯйи Замин ва боло рафтани дуди оташ фарқ дидани мешавӣ, оламро ба ду қисм – осмон ва Замин тақсим мекуни. Арасту низ ҳамин гуна ақида дошт, вале иштибоҳ



Тафсилоти падидаи ҷозоба ва қонуни ҷозобаи ҷаҳонӣ дар китоби «Физика,10» муойина мешавад. Ин ҷо танҳо ҳамин қадар мегӯем, ки Замин ба сабаби ҷозоба доштан ҳама ҷисмҳоро сӯйи худ бо шитоби муайян ҷазб мекунад – онро *шитоби афтиши озодона* (шитоби афтиши озод) мегӯянд ва аз ин хусус дар банди оянда суҳан хоҳад рафт.

1. Ҷозоба чист? Хосияти ҷозобадории ҷисмҳо дар чӣ зоҳир мегардад?
2. Ҷарост, ки чиз аз даст раҳошуда ё партофтшуда ба рӯйи Замин меафтад?
3. Таҷрибаҳои сершумор далеланд, ки кураи Замин ҷозоба, яъне қобилияти ҷисмҷазбкунандагӣ дорад. Оё Моҳ ҳам монанди Замин ҷозоба дорад ва ҷисмҳоро ба худ ҷазб мекунад?
4. Оё ҷисмҳои майда-чӯйда ҳам ҷозоба доранд?

## §4.10. Шитоби афтиши озодона

Шумо медонед, ки ҷисмҳо агар аз ин ё он баландӣ сар дода шаванд, ба рӯйи Замин меафтанд. Шояд мушоҳида карда бошед, ки ҷисмҳои гуногун – чун пари ягон паранда ва пораи ҷӯб агар аз ҳамон як баландӣ раҳо карда шаванд, яке (дар мисоли мо – пораи ҷӯб) зудтар, дигаре дертар ба рӯйи Замин мезананд. Ё ин ки бигирем ду варақи якхелаи қоғазро ва якеи онҳоро ғичим карда, баъд ҳардуи онҳоро аз ҳамон як баландӣ сар диҳем, то ки биафтанд. Мебинем, ки варақи ғичимшуда зудтар ба замин мерасад.

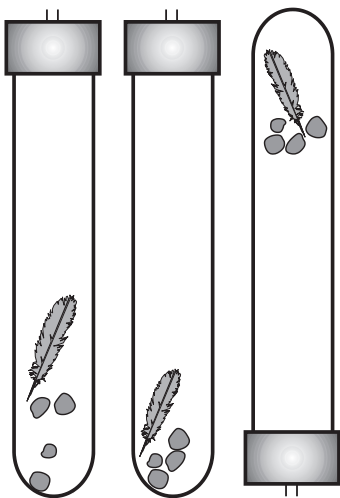
Аз ин навъ мушоҳидаҳо ва таҷрибаҳо худбахуд пурсише ба миён меояд, ки ин ҷо сабаб чӣ бошад. Сабаб чист, ки ҳама ҷисмҳо сӯйи поён меафтанд? Сабаб чист, ки қоғазӣ ғичимшуда зудтар меафтад?

Ин гуна пурсиш дар сари олими шуҳратманди Юнони қадим Арасту (384–322 то милод) низ пайдо шуда будааст. Аммо Арасту аз ин навъ мушоҳидаҳо ба хулосаи носоҳеҳе омадааст, ки гӯё афтиши пораи тилло ё сурб ё ҳар гуна чизи дигари вазндор чунин рӯйи медода бошад: *ҳар қадаре ки ҷисм вазнинтар бошад, ҳамон қадар зудтар меафтад* (?)

Ин хулосаи галат бо вучуди баъзе кӯшишҳои ислоҳкорона то асрҳои XV–XVI поист. Г. Галилей дар натиҷаи мулоҳизаҳои мантиқӣ дарёфт, ки гап НА дар *вазни ҷисмҳо*, балки дар буди (вучуди) *ҳаво* аст: ҳаво ба ҳаракати ҷисмҳои ҳамвазн, вале гуногунодоза ба дараҷаи гуногун муқовимат мекунад ва қувваи ин муқовимат зидди қувваи ҷозобаи Замин равона аст.

Аз ин рӯ, ба гуфти ӯ, агар илоҷе бошад, ки муқовимати ҳаво аз байн бурда шавад, ҳама гуна ҷисмҳои аз ҳамон як баландӣ раҳошуда дар ҳамон як лаҳза ба Замин мерасанд.

Танҳо дар замони И. Нйутон имкон фароҳам омад, ки ин гуна санҷиш воқеӣ гардонида шавад – *тулунбаҳо* (насосҳо)-и ҳавокашӣ маҳз дар ҳамон давра ихтироъ шуданд. Нйутон ҳавои найчаи шишагини дарозеро кашида, имкон фароҳам овард, ки як пар ва як тангаи тилло дар фазои беҳаво озодона биафтанд. Ва ӯ хулоса гирифт, ки ақидаи Галилей дуруст аст: пар ва танга, ки вазну сатҳи гуногун доранд, дар сурати озодона (дар фазои беҳаво) афтидан дар ҳамон як вақт ба қаъри найча мерасанд.



Завқмандони омӯзиши физика аз ҷумлаи ҳамсинфҳои шумо шояд аллакай он қадар дониши физикӣ ҳосил карда бошанд, ки як чизи аз нигоҳи илмӣ муҳимро фаҳм кунанд:

“Хуб, – бояд бигӯяд хонандаи завқманд, – *модом ки ҳаво ба ҳаракати пар, варақи коғаз, барг ва монанди ин муқовимат дошта бошад ва ҳаракати донаи сочмаву тангаву сангча ва чизҳои монанди инро чандон монев нашавад, пас, шарт нест, ки хусусиятҳои ҷозибави Замин ҳатман ба воситаи баргу пар пажӯҳида шавад, он хусусиятҳоро ба василаи омӯзиши ҳаракати сочма ва сангча низ дарк кардан имкон дорад!*”

Ин гуна фикр дар ҳар саре пайдо шавад, *Аҳсант!* гуфтан мебояд соҳиби он сарро. *Зинда бод шавқу завқи ҷӯяндагӣ!*

Аммо ин ақида нав нест. Онро ҳам Г. Галилей дар мадди назар дошту ҳам И. Нйутон. Чунончи, Галилей сақоҳои гуногунҷинсу гуногунандозаро аз болои манораи машҳури Пиза (рас. 4.27) раҳо карда, афтиши онҳоро борҳо санҷид ва дид, ки онҳо қариб дар як вақт ба рӯи Замин мезананд. Ҳаво на танҳо ба коғазу баргу пар, балки ба ҳаракати сақову сочмаву санг ворӣ ҷисмҳо низ муқовимат мекунад. Аммо таҷриба нишон медиҳад, ки дар сурати ба қадри кофӣ пурҷирм (сермасса, вазнин) будани сақо ё ҷисми дигари раҳошаванда муқовимати ҳаворо ба эътибор нагирифтани мумкин аст. Галилей аз санҷиши

фосилаҳои дар муддати муайяни вақт паймудаи ҷисмҳои афтон хулосаи бисёр муҳим гирифт, ки

*ҷисми аз ин ё он баландӣ раҳошуда  
бо шитоби 9,8 Н/кг (ё худ 9,8 м/с<sup>2</sup>) поён меафтад.*

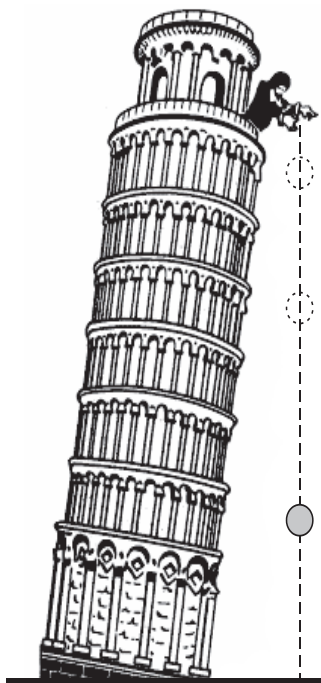
Ин шитоб доимист ва сӯйи маркази Замин самт дорад. Онро бо ҳарфи  $g$  (ҳарфи аввали вожаи лот. *gravitas* – *вазнинӣ, ҷозоба*) ишорат мекунад.

$$g \approx 9,8 \frac{H}{кг} = 9,8 \frac{M}{с^2}.$$

Ҳамин тарик, Г. Галилей дарёфт, ки Замин ҳама ҷисмҳои озодона афтандаро бо ҳамин шитоб ҷазб мекунад.

Мо гуфтем, ки шитоби афтиши озодона собит (доимӣ) аст. Аммо дар асл ин шитоб ба арзи ҷуғрофии ҷойи санҷиш камубеш бастагӣ дорад. Чунончи, дар рӯйи хатти истиво (экуатор)  $g = 9,780 \text{ Н/кг}$  асту дар арзи ҷуғрофии  $45^\circ$   $9,806 \text{ Н/кг}$  ва дар қутби Замин  $9,832 \text{ Н/кг}$ . Пас, дар ҳисобҳои амалӣ ҳамон қимати ҳосилкардаи Галилей, яъне  $9,8 \text{ Н/кг}$  ё  $9,8 \text{ м/с}^2$ -ро ба қор бурдан равоаст; дар ин маврид хатои нисбӣ (ниг. §1.12) на бештар аз даҳяк дарсад, яъне  $0,1 \%$  хоҳад буд. Дар ҳалли аксари масъалаҳо қимати  $g$ -ро тақрибан  $10 \text{ Н/кг}$  гирифтани мумкин аст, зеро дар ин сурат хатои нисбӣ тақрибан  $2\%$  мебошад.

Офтубу Моҳ ва сайёраҳои дигар низ, чунонки гуфтем, ҷозоба доранд. Агар таҷрибаҳои ёдшудаи Галилей дар рӯйи Моҳ анҷом дода шаванд, барои шитоби афтиши озодона қимате ба даст меояд, ки назар ба шитоби заминӣ 6 бор кам ( $g = 1,623 \text{ Н/кг}$ ) аст, яъне бачае, масалан, ки дар рӯйи Замин  $36 \text{ кг}$  вазн дорад, дар рӯйи Моҳ  $6 \text{ кг}$  вазн медашт. Шитоби афтиши озодона барои Миррих  $3,86 \text{ Н/кг}$  асту барои сайёраи Зуҳра  $8,69 \text{ Н/кг}$ .



Рас. 4.27





1. Шитоби афтиши озодона чист?
2. Арасту ва Галилей дар бораи афтиши озодонаи ҷисмҳо чӣ ақида доштанд ва кадоми онҳо ба ҳақиқат наздиктар буд?
3. Сабаб чист, ки агар варақи ғичимшудаи қоғаз ва як варақи боз аз ҳамон як баландӣ раҳо карда шаванд, варақи ғичимшуда зудтар меафтад?
4. Чатри парвоз (парашут) чӣ вазифа дорад?
5. Чарост, ки донаҳои барф мисли парашут бо низоми муайян (бе шитоб) поён меоянд?
6. Сабаб чист, ки шитоби афтиши озодона дар рӯйи хатти истиво (экватор)  $9,780 \text{ Н/кг}$  асту дар қутби Замин қимати бештар  $-9,832 \text{ Н/кг}$  (ё худ  $9,832 \text{ м/с}^2$ ) дорад?
- 7\*. Г. Галилей шитоби афтиши озодонаро бо чӣ тарз муайян кардааст?

## §4.11. Афтиши озодона ҳаракати собитшитоб аст

Афтиши озодонаи ҷисм мисоли бисёр ҷолиби ҳаракати якнавохттезшаванда аст, ҳаракатест, ки дар он (фаромӯш накарда бошед) ҷисм дар роҳи рост дар фосилаҳои баробари вақт масофаҳои ба ҳамон як бузургӣ зиёдшавандаро мепаёмуд. Ин ҷо «ба ҳамон як бузургӣ» гуфтан он гуна маънӣ дорад, ки суръати ҷисм дар фосилаҳои баробари вақт ба ҳамон як қимат меафзояд, яъне дар ин маврид ҳаракати ҷисм ҳаракати шитобдор аст ва ин шитоб доимӣ (собит) аст. Ин гуна ҳаракат *ҳаракати собитшитоб* аст. Барои ин ҳаракат формулаи роҳ шакли зайл дорад:

$$s = v_0 t + \frac{a}{2} t^2, \quad (1)$$

ки ин ҷо  $s$  дарозии роҳ асту  $v_0$  – суръати ибтидоӣ,  $t$  вақт асту  $a$  – шитоби ҳаракат.

Агар мо формулаи (1)-ро барои афтиши озодонаи ҷисм навиштанӣ бошем, бояд ба ҷойи  $a$  шитоби афтиши озодона  $g$ -ро бигзорем. Ин ҷо агар онро ҳам ба назар гирем, ки дар ҳама формулаҳои  $g$ -дор роҳи тайшуда маъмулан бо ҳарфи  $h$  ишорат мешавад, формулаи (1) шакли зайл мегирад:

$$h = v_0 t + \frac{g}{2} t^2. \quad (2)$$

Аломати  $g$  мусбат ҳам буда метавонаду манфӣ ҳам. Дар мавриди озодона афтидани ҷисм  $g$  аломати мусбат дорад. Аммо агар ҷисм бо ин ё он суръати ибтидоии  $v_0$  сӯйи боло партофт шавад, дар пеши касри формулаи (2) бояд аломати « $\rightarrow$ » ояд. Дар мавриди аз баландии  $h$  бе суръати ибтидоӣ ( $v_0 = 0$ ) раҳо кардани ҷисм формулаи (2) шакли содае мегирад:

$$h = \frac{g}{2} t^2 \quad (3)$$

Суръати ҳаракат  $v$  бо суръати ибтидоӣ  $v_0$ , шитоби афтиши озодона  $g$  ва муддати ҳаракат  $t$  чунин алоқаманд аст:

$$v = v_0 + gt. \quad (4)$$

Аломати шитоби афтиши озодона  $g$  ин ҷо низ вобаста ба самти ҳаракат « $+$ » ё « $\rightarrow$ » буда метавонад.

$t = 2c,$       **Масъалаи 1.** Баландiero ёбед, ки ҷисм аз он дар муддати  $2c$  меафтад. Суръати ибтидоиро  $v_0 = 0$  гиред.  
 $\left. \begin{array}{l} v = 0, \\ h = ? \end{array} \right\}$       *Ҳал.* Бузургии  $g$  маълум аст:  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ . Баландии матлубро аз формулаи (3) меёбем:

$$h = \frac{1}{2} gt^2, \quad h = \frac{1}{2} \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 4 \text{с}^2 = 19,6 \text{ м},$$

яъне агар ҷисм аз баландии  $19,6 \text{ м}$  раҳо карда шавад, дар муддати  $2 \text{ с}$  ба рӯйи Замин меафтад.

**Масъалаи 2.** Ҷисме, ки бо суръати ибтидоии  $v_0 = 20 \text{ м/с}$  амудан боло партофт шудааст, суръати худро пас аз  $t = 2 \text{ с}$  «аз даст дода», як он меистад. Чӣ қадар баланд мебарояд ин ҷисм?

$v_0 = 20 \text{ м/с},$       *Ҳал.* Ҷисми сӯйи боло партофтшуда ҳаракати якнавохтестушаванда мекунад. Дар ин маврид суръати ҷисм дар фосилаҳои баробари вақт ба  $g \approx 10 \text{ м/с}^2,$       ҳамон як бузургӣ кам мешавад, то даме кам мешавад, ки  $v_0 = 0$  шавад. Маҳз дар ҳамин лаҳза ҷисм ба мавқеи болотарини роҳи рафти худ мерасад.

Баландии рафти ҷисмро бо  $h$  ишорат мекунем. Агар онро низ ба назар гирем, ки дар мавриди боло рафтани ҷисм аломати шитоби  $g$  бар хилофи масъалаи 1 манфӣ аст, роҳи рафти ҷисмро (аз ҷойи партофт то баландтарин нуқтаи рафт) ин хел ифода мекунем:

$$h = v_0 t - \frac{1}{2} gt^2, \quad h = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 2 \text{с} - \frac{1}{2} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2 \text{с}^2 = 40 \text{ м} - 20 \text{ м} = 20 \text{ м}$$

яъне ҷисме, ки бо суръати ибтидоии  $20 \text{ м/с}$  амудан боло партофт мешавад,  $20 \text{ м}$  боло мебарояд.

**Масъалаи 3.** Чисме, ки бо суръати ибтидоии  $10 \text{ м/с}$  амудан боло партофт мешавад, дар чӣ қадар вақт соҳиби суръати сифрӣ мегардад?

$v_0 = 10 \text{ м/с}$ ,  
 $g \approx 10 \text{ м/с}^2$ ,  
 $\frac{v}{t} = 0$ ,  
 $t = ?$

Ҳал. Дар ҳалли ин масъала формулаи (4) кор медеҳад. Аммо азбаски дар ин маврид (низ) ҷисм муқобили ҷозибай Замин, яъне сӯйи боло ҳаракат мекунад, аломати шитоби  $g$ -ро манфӣ гирифта зарур аст. Ҳамин тариқ, формулаи (4)-ро ба ин шакл менависем:

$$v_0 = v_0 - gt.$$

Ҷисм то лаҳзае боло мебарояд, ки суръаташ  $v$  баробари 0 шавад. Аз ин рӯ:

$$0 = v_0 - gt, \text{ яъне } v_0 = gt. \text{ Пас, } t = \frac{v_0}{g} = \frac{10 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} = 1 \text{ с.}$$

## §4.12. Баркашидани ҷисмҳо. Санҷиши массаи ҷисмҳо бо тарозу



**Рас. 4.28**

Тарозу асбобест барои баркашидани ҷисмҳо. Кори ин асбоб бар истифодаи қувваи ҷозибай асос ёфтааст.

Тарозуҳо аз ҷиҳати сохт ба се гуногунанд – шохиндор (фашангӣ), фанарӣ (пружинӣ), гардишхӯранда ва ғайра. Одитарин тарозу тарозуи шохиндор аст (рас. 4.28), ки ду палла (каффа) дорад. Паллаҳо дар сарҳои шохин овезонанд. Шохини тарозу дар сутуни он чунон шинонда шудааст, ки паллаҳо муаллақ бошанд ва озодона болову поён рафта тавонанд.

Чизи баркашиданӣ дар яке аз паллаҳо мегузоранд. Он гоҳ ин палла поён меравад. Баъд дар паллаи холӣ, он қадр санг<sup>1</sup> (санги тарозу) мегузоранд, ки вазни умумии онҳо ҳамчун вазни чизи баркашиданӣ шавад, яъне паллаҳои тарозу мувозанат ёбанд (баробар шаванд). Чунин ҳам мегӯянд: паллаҳо тарозу шаванд.

<sup>1</sup> Сангҳои тарозуи мактабӣ маъмулан инкадарианд (бо гиромҳо), 100, 50, 20, 20, 10, 5, 2, 2, 1. Сангҳои сабуктари 500-, 200-, 200-, 100-, 50-, 20- ва 10-миллиграммӣ низ истифода мешаванд. Масса (чирм)-и сангҳои тарозу дар рӯйи онҳо сабт шудааст.

Хуб, баробарии паллаҳои тарозу натиҷаи чист?

Фикр кунед. Фикри дуруст шуморо ба хулосае меорад, ки ҳам чизи баркашидани, яъне бори тарозу ва ҳам сангҳои мувозанатдиҳандаи он бор сӯйи маркази Замин бо ҳамон як қувва кашида (ҷазб) мешаванд. Аз ин баробарии қувваҳои ба бор ва сангҳои тарозу таъсиркунанда хулосаи дигаре бармеояд, ки массаи бор баробари массаи сангҳои мувозанатдиҳанда аст. Агар бори ба тарозу гузошташуда бо як санги 100-гиромӣ, ду санги 20-гиромӣ ва як санги 2-гиромӣ мувозанат ёфта бошад, фаҳмоист, ки бори тарозу массаи  $100 \text{ г} + 20 \text{ г} + 20 \text{ г} + 2 \text{ г} = 142 \text{ г}$  дорад, яъне ҳосили ҷамъи массаи дар рӯйи сангҳо сабтшуда массаи бори тарозуро ифода мекунад.

Акнун, ки шумо тарзи бо тарозуи шоҳиндор муайян кардани массаи ҷисмҳоро ёд гирифтед, бояд бидонед, ки ин усул чӣ заминаи физикӣ дорад. Гап дар он аст, ки ба ҳар гуна ҷисм, аз ҷумла ба бори тарозу ё ба сангҳои он аз тарафи Замин қуввае ( $F_g$ ) таъсир меорад, ки он бо массаи ҷисм  $m$  алоқамандии содае дорад:

$$F_g = mg. \quad (*)$$

Қувваи  $F_g$ -ро қувваи вазнинӣ мегӯянд. Ин алоқамандӣ дар §4.15 муойина мешавад. Аз ифодаи (\*) аён аст, ки барои муайян кардани массаи ҷисм  $m$  шитоби афтиши озодона  $g$  ва қувваи вазнинӣ  $F_g$ -ро доништан зарур аст. Қимати  $g$  маълум аст. Қимати  $F_g$ -ро бошад, чен кардан зарур аст. Онро, чунонки гуфтем, бо тарзҳои гуногун, масалан, бо тарозуи фанарӣ (тарозуи пружинӣ) санҷидан мумкин аст. Он гоҳ аз рӯйи ифодаи (\*) ёфтани масса осон мешавад:

$$m = \frac{F_g}{g}.$$

Хатои ин тарзи массасанҷӣ зиёд нест. Тарозуҳои ҳассоси замони ҳозира имкон медиҳанд, ки массаи ҷисмҳо ба дурустии то чанд миллигиром чен карда шавад. (Тарзҳои дигари ҷирмасанҷӣ дар китоби «Физика, 10» муойина хоҳад шуд).

1. Тарозу чӣ гуна олат аст ва истифодаи он чӣ зарурат дорад?

2. Амали баркашидан чӣ гуна аст?



3. Баркашидани ҷисмҳо бо тарозуи шоҳиндор чӣ заминаи физикӣ дорад?

4. Мо мегӯем: Қувваи вазнинии ба ҷисм таъсиркунанда  $F_g$  ба массаи он ҷисм  $m$  мутаносиб аст, яъне  $F_g \sim m$ . Ин гуфтаву навишта чӣ мазмунро ифода мекунад?

Шоир асри XVII Мирзо Муҳаммадали Сойиб гуфтае дорад ба ин мазмун:

Агар *санги камӣ дорӣ*, тарозуро фалохан кун,  
Ки ин чо муҳтасиб пайваста дар бозор мегардад.

Ин чо *санги камӣ доштан* чӣ маънӣ дорад? *тарозуро фалохан кардан* чӣ? Мақсади шоир аз ин гуфта чист?

Ёрмандӣ: 1) «Санг» ба маънии санги тарозу аст.

2) *Фалохан* ё *фалохун* ё худ *фалахмон* (олати сангандозӣ) аст.

3) Муҳтасиб шахси назораткунандаи риояи тартибу қоида дар бозор аст.

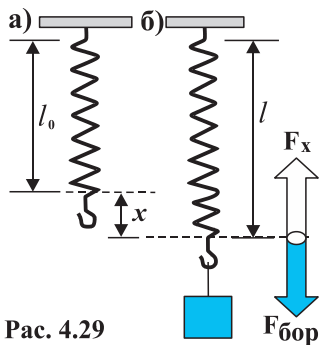
(Дар Бухорои тоинқилобӣ ин гуна шахсро раис мегуфтанд).

Хуб мебуд, хонандаи арҷманд, ки дар заминаи ин байти Сойиб дар бораи рамзи ростӣ будани тарозу барои ҳамсинфҳои худ андарзномае эҷод кунед.

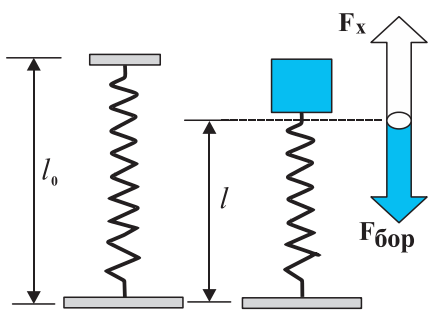
### §4.13. Таъсири қувва ва тазйиқ (деформатсия)-и ҷисмҳо

Ҳар гуна ҷисм дар натиҷаи ба он таъсир овардани қувва ин ё он дараҷа тазйиқ хӯрда (деформатсия шуда), яъне андоза ё шакл ё ин ки ҳам андоза ва ҳам шакли худро тағйир дода мегардонад. Чунончи, агар дар сари фанар (пружин)-и дарозиаш  $l_0$  (рас. 4.29, а) боре овозем (рас. 4.29, б), фанар ба қадри  $l - l_0$  меёзад. Дар ин маврид бор вазифаи қувваро адо мекунад.

Дар сурати ба фанар таъсир овардани қувва андозаи фанар тағйир меёбад. Агар борро аз сари фанар дур кунем, фанар дарҳол ба ҳолати аввалии худ бармегардад, яъне баъди бозгирифтани бор фанар кӯтоҳ шуда, ба ҳоли  $l_0$  мегардад. Онро қуввае ба ин ҳолат бармегардонад, ки дар байни атомҳо ва молекулаҳои фанар танҳо гоҳи тазйиқ дидани фанар ба вуҷуд меояд ва қувваи *чандирӣ* ном дорад.



Рас. 4.29



Рас. 4.30

Қувваи чандирӣ зидди қувваи тазйикдихандаи фанар, яъне зидди қувваи берунӣ (қувваи аз берун ба ҷисм таъсиркунанда) равона аст. Бор сари фанарро сӯйи поён кашида медораду қувваи чандирӣ онро сӯйи боло мекашад. Ин қувваҳо дар рас. 4.29,б бо тирчаҳои  $F_x$  (қувваи чандирӣ) ва  $F_{бор}$  (қувваи

кашолақунандаи бор) тасвир шудаанд. Агар дар сари фанар бори бештар овозем, ёзиши он зиёдтар мешавад ва ҳар қадаре ки ёзиш зиёдтар бошад, қувваи чандирии ҳамон қадар бештар ба вуҷуд меояд.

*Мисоли дигар.* Агар фанари пӯлодинеро дар рӯйи миз он тавр бигзорем, ки дар рас. 4.30, а тасвир ёфтааст ва дар “тори сари” он ягон бор монем, фанар қадре (аз  $l_0$  то  $l$ ) фишурда мешавад. Дар ин маврид низ қувваи чандирӣ зидди қувваи фишорандаи фанар, яъне сӯйи боло равона аст.

Тазйиқи ҷисмҳо ду навъ аст – *чандир* ва *пластикӣ* (аз лот. *plastikos* – кулолӣ, ҳайкалбоб). *Тазйиқи чандир* он гуна тазйиқ аст, ки баъди аз миён бурдани он шаклу андозаи ҷисми тазйиқхӯрда комилан барқарор мегардад; дар акси ҳол тазйиқро *тазйиқи пластикӣ* мегӯянд, дар ин сурат ҷисми тазйиқдида андозаҳои худро барқарор карда наметавонад.

**Қонуни Ҳук (Гук).** Таҷрибаи дар рас. 4. 29 (ё рас. 4.30) тасвиршударо барои борҳои гуногун такрор карда, ба ин ҳулоса мерасем: *барои ба вуҷуд овардани тазйиқи ҳарчи бештар ба сари фанар бори ҳарчи зиёдтар овехтан зарур меояд.* Модом ки чунин бошад, пас, гуфтан мумкин аст, ки аз рӯйи дараҷаи тазйиқи фанар доништан мумкин аст, ки он тазйиқро чӣ қадар қувва ба вуҷуд овардааст.

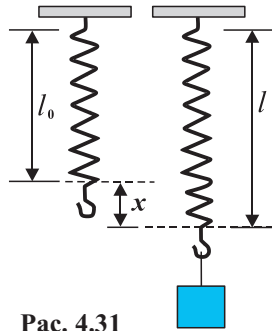
Аз ҷамъбасти ин гуна таҷрибаҳо қоидае сар задааст, ки *қонуни Ҳук* ном дорад ва ин аст таърифи он:

*Қувваи чандирие, ки дар ҷисм гоҳи тазйиқ додани он ба вуҷуд меояд, ба ёзиши ҷисм мутаносиб аст ва зидди самти кӯчиши зарраҳои таркиби ҷисм равона мебошад.*

Ин аст ифодаи қонуни Ҳук:

$$F_x = k(l - l_0) \text{ ё худ } F_x = kx.$$

Ин чо  $F_x$  қувваи берунии ба фанар таъсиркунанда асту  $l_0$  – дарозии фанар (пружин)-и ноёзида (рас.4.31),  $l$  – дарозии фанари ёзида. Фарқи  $l - l_0 = x$  ёзиши фанарро ифода мекунад. Бузургии  $k$  зариви мутаносибии байни қувваи чандирӣ  $F_x$  ва ёзиши фанар  $x$  аст ва дараҷаи тазйикро нишон медиҳад. Онро *сахтши фанар* низ мегӯянд.



Рас. 4.31

Бузургии  $k$  ададан баробари қимати мутлақи қувваест, ки ҳисро тазйик дода, онро чени як воҳиди дарозӣ меёзнад (ё мефишорад). Ин бузургӣ барои фанари додашуда қимати дойимӣ дорад.

Қонуни Ҳук ҷойи татбиқ бисёр дорад – қуввасанҷо, тарозуҳои фанарӣ (пружинӣ), таппонҷаҳо ва ғайра.

**Масъала.** Ба рӯи фанар (пружин) бори  $10\text{ Н}$  гузошганд. Фанар  $1\text{ см}$  фишурда шуд. Агар ба болои он бор бори дигаре бигзоранд, ки  $20\text{ Н}$  бошад, фанар чанд сантиметр фишурда мешавад.

*Ҳал.* Дараҷаи тазйики фанар  $x$  ба қувваи чандирии ба он таъсиркунанда  $F_x$  мутаносиб аст. Ин мутаносибият барои ҳар фанар то ҳадди муайяни фишориш (ё ёзиш) рафтори хаттӣ дорад, яъне ҳар қадаре ки бор зиёд шавад, фанар ҳамон қадар фишурдатар (ё кашидатар) мешавад. Аз ин рӯ дар мисоли мо қувваи  $10\text{ Н}$  фанарро ба қадри  $1\text{ см}$  мефишорад. Пас, қувваи  $10\text{ Н} + 20\text{ Н} = 30\text{ Н}$  онро  $3\text{ см}$  мефишорад.



1. Шумо *тазйик* (ё деформатсия)-и *чисм* гуфта чиро мефаҳмед? Тағйири шакл (яъне ҳамон *деформатсия*) чӣ маънӣ дорад?
2. Тазйиқи *чисм* дар натиҷаи чӣ гуна амал ба вучуд меояд?
3. Тазйиқи чандир аз тазйиқи пластикӣ чӣ фарқ дорад?
4. Қонуни Ҳук чӣ ҷиҳати тазйиқи *чисм*хоро ифода мекунад?
5. Зариб (коэффитсиент)-е, ки дар формулаи қонуни Ҳук омадааст ( $k$ ), чиро ифода мекунад?

### Машқ

Зариб (коэффитсиент)-и  $k$  дар ифодаи қонуни Ҳук барои ҳар фанар (пружин) қимати муайян дорад. Оё шумо гуфта метавонед, ки барои яқин кардани ин маънӣ чӣ гуна таҷриба ё кори лабораторӣ анҷом додан мебояд?

## §4.14. Қуввасанч (динамометр)

Вазифаи ин асбоб аз номаш пайдост, қуввасанч – яъне асбоби ченкунандаи қувва, асбоби қуввасанҷӣ.

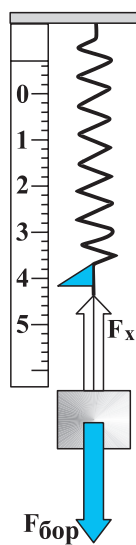
Номи юнонибунёди он – *динамометр*, ки аз вожаҳои *dynamis* – қувва ва *metreo* – месанҷам, чен мекунам таркиб ёфтааст, низ маънии *қуввасанч* дорад.

Қуввасанч олати содаест. Кори он бар истифодаи қувваи чандирии фанар (пружин)  $F_x$ , ки мо онро дар банди пешина дидем, асос ёфтааст. Дар сурати ба нӯги озоди фанар таъсир овардани қувва, масалан, дар сурати ба сари фанар овехтани ягон бор, фанар меёзад ва ёзиши он ба бузургии қувваи таъсиркунанда (бор) вобаста аст: ҳар қадаре ки бор зиёд бошад, фанар ҳамон қадар бештар меёзад, яъне аз рӯйи ёзиши фанар гуфтан мумкин аст, ки ба он чӣ қадар қувва (бор) таъсир овардааст. Аммо дар сурате чунин гуфтан раво аст, ки қуввасанч дараҷабандӣ шуда бошад, яъне маълум бошад, ки ин ё он ёзиши фанар ба асари чӣ қадар қувва рост меояд.

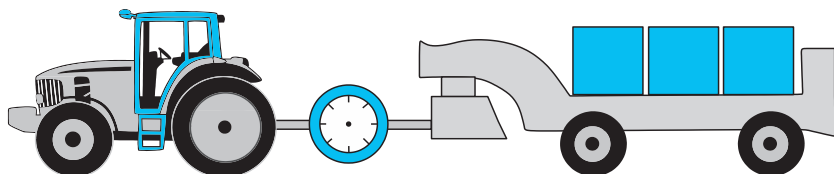
Қуввасанчро маъмулан ба воситаи борсанғҳои намунавӣ тавре дараҷабандӣ мекунамд, ки ҳар тақсимоташ ба  $1\text{ Н}$  (як нйутон) ё ягон воҳиди дигари қувва рост ояд.

Қуввасанчи дар рас. 4.32 тасвиршуда қуввасанчи мактабист ва бо нйутонҳо дараҷабандӣ шудааст. Ин қуввасанч нишон медиҳад, ки ба нӯги он қувваи  $4\text{ Н}$  таъсир овардааст. Чунонки шумо акнун медонед, қуввае, ки бо он бори  $0,1\text{ кг}$  сӯйи Замин ҷазб мешавад, як нйутон ( $\text{Н}$ ) ном дорад. Пас, қуввасанчи дар рас. 4.32 тасвиршуда бори  $400\text{ г}$ -ро нишон додааст.

Қуввасанҷоҳе низ ҳастанд, ки ҳар тақсимоташон ба массаи  $1\text{ т}$  (тон) ё худ  $10000\text{ Н}$  рост меояд. Бо ин гуна қуввасанч қувваи кашиши, масалан, тракторро чен мекунамд (рас.4.33).



Рас. 4.32



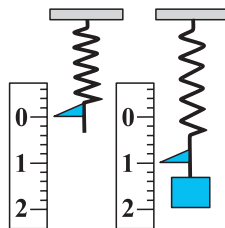
Рас. 4.33



Микёс (шкала)-и ҳама қуввасанҷҳои фанарӣ то ҳадде дараҷабандӣ карда мешавад, ки барои он қонуни мутаносибияти ёзиши фанар ба қувваи чандирӣ, яъне қонуни Ҳук ба ҷо ояд. Аз ин рӯ ба чангаки қуввасанҷ ҳеч гоҳ боре наовезед, ки аз он ҳадд зиёд бошад, вагарна фанари қуввасанҷ хосияти борсанҷандагии худро гум мекунад.



1. Қуввасанҷ (динамометр) чӣ гуна сохт дорад?
2. Қори қуввасанҷ бар чӣ қонун асос ёфтааст?
3. Таъкиде, ки дар матн овардем, чӣ мазмунро хотирнишон мекунад?



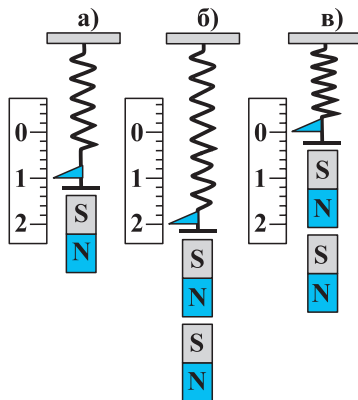
Рас. 4.34

### Машқ

1. Дар рас. 4.34 ду ҳолати ҳамон як қуввасанҷ (динамометр) тасвир ёфтааст. Онҳо аз якдигар чӣ фарқ доранд ва борҳошон чиқадарианд?

2. Қуввасанҷе, ки дар рас. 4.35 дар се ҳолат тасвир шудааст, дар мавридҳои *а*, *б* ва *в* чӣ гуна қувваҳоро нишон додааст?

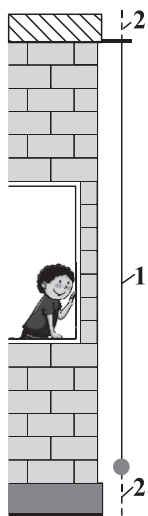
3. Қуввасанҷе дорем бо ёзиши зиёдтарини 5 см. Фанар (пружин)-и қуввасанҷ ба ин дараҷаи ёзиш бо таъсири қувваи 5 кН мерасад. Ин фанар бо таъсири қувваҳои 200 Н, 500 Н ва 1 кН чиқадарӣ меёзад?



Рас. 4.35

## §4.15. Қувваи вазнинӣ

Қуввае, ки Замин бо он ҷисмҳоро ҷазб мекунад (мекашад), қувваи вазнинӣ ном гирифтааст. Қувваи вазнинӣ қувваи ҷозибаст, ки ба ҷисм таъсир меоварад. Ин қувва ба қадди ҳатти амудии ҷойи буди ҷисм сӯйи миёнҷойи Замин равона аст – ин ҳулоса аз он ҷо равшан аст, ки ҷисмҳои аз ин ё он баландӣ раҳошуда маҳз ба қадди ҳатти амуд меафтанд. Санги *шоқул* ҳам (рас. 4.36) дар сурати бурида ё сӯзонда шудани риштаи он ба қадди ҳамин ҳат меафтад. Қувваи вазнинӣ бо  $F_g$  ё бо  $P$  ишорат мешавад.



Рас. 4.36  
(1-шоқул  
2-хатги амуд).

Ҳамин тарик, қувваи вазнинӣ ба массаи ҷисм бастагӣ дорад: *ҳар қадаре ки массаи ҷисм зиёд бошад, Замин он ҷисмро бо қувваи ҳамоно қадар беитар ҷазб мекунад.*

Модом ки чунин бошад, магар илоҷе нест, ки қувваи вазнинӣ бо массаи ҷисм дар шакли ягон формулаи риёзӣ алоқаманд гардонида шавад?

Дар боби “Қувва” гуфтем, ки қувваи ба ҷисм таъсиркунанда  $F$  ба ҳосили зарби массаи ҷисм  $m$  ва шитобе ( $a$ ) баробар аст, ки ҷисм ба он дар натиҷаи таъсири қувва соҳиб мешавад:

$$F = ma. \quad (1)$$

Ин ифодаи қонуни дуҷуми Нютон аст, ки дар бораи он дар поёни §4.3 каме суҳан рафта буд.

Қувваи ба ҷисм таъсиркунанда каму зиёд буда метавонад. Вале агар мо қувваро доиман як хел нигоҳ дошта, рафтори ҷисмҳоеро мушоҳида кунем, ки массаи гуногун доранд ва бо таъсири ҳамин қувваи доимӣ аз ин ё он баландӣ меафтанд, чизи аҷибе ошкор мегардад.

Фаҳмо, ки ин ҷо гап дар бораи ба қувваи ҷозибаи Замин, яъне ба қувваи вазнинӣ  $F_g$  иваз кардани қувваи  $F$ -и формулаи (1) меравад.

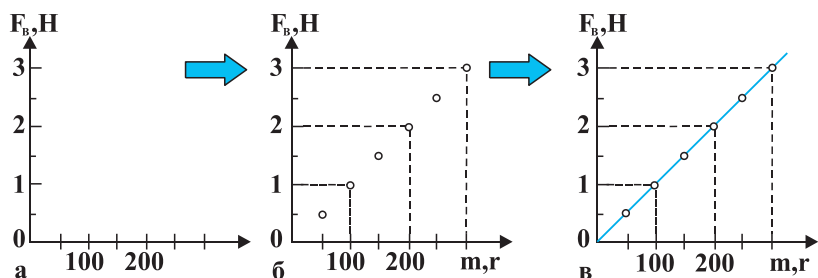
### Биёед, як таҷриба кунем

(Ба сифати пажӯҳиши лабораторӣ)

$m$ (кг)	$F_B$ (Н)
0,050	0,49
0,100	0,98
0,150	1,47
0,200	1,96
0,250	2,45
0,300	2,94
...	...

Барои ин як тарозуи фанарие (тарозуи пружиние) лозим аст, ки бо *нйутонҳо* дараҷабандӣ шуда бошад ва ҳиссаҳои нйутонро низ нишон диҳад. Бигирем тарозуеро, ки дар рас. 4.34 ё 4.35 тасвир ёфтааст.

Аввал тарозуро месанҷем. Сипас ба он як санги 50-гиромӣ меовезем ва мебинем, ки қувваи 0,49Н-ро нишон медиҳад. Баъд ба бори тарозу як санги 50-гиромии дигар зам мекунем – он гоҳ тарозу қувваи 0,98Н-ро менамояд (нишон медиҳад). (Ёд бод, ки ба сифати воҳиди қувва – *нйутон* қуввае пазируфта шудааст, ки Замин бо он ҷисми садгиромиро ҷазб мекунад). Ҳамин тарик, борҳои 150 г, 200 г, 250 г ва ғ.-ро зам карда, қувваҳои нишондодаи тарозуро сабт мекунем. Массаҳоро бо кг ифода карда, натиҷаҳоро ҷадвал мекунем.



Рас. 4.37

Натиҷаҳоро дар шакли нигора (график) низ тасвир сохтан мумкин аст. Нигора назар ба ҷадвал аёнитар аст. Барои сохтани нигора пеш аз ҳама миқёс ё худ масштабе интихоб мекунем (рас. 4.37, а), ки натиҷаҳо дар он ба хубӣ ҷой бигиранд. Баъд нуқтаҳои таҷрибавиро дар ҷойҳои ба онҳо мувофиқ нишоннагузорӣ карда (рас. 4.37, б), дар охир нуқтаҳоро ба ҳамдигар мепайвандем (рас. 4.37, в).

Акнун, биёед, ба нигораи ҳосилшуда зеҳн монем. Бинед, ки нуқтаҳои таҷрибавӣ на бетартибона, балки *саф кашуда*, дар рӯйи хатти росте ҷой мегиранд, ки он аз нуқтаи сари координатҳо – аз нуқтаи «0» сар мешавад. Ин хатти рост чиро ифода мекунад? *Оё аз ин ҷо бӯйи ягон кашифиёт шунда намешавад?*

Фикр кунед: ҳар қадре ки массаи ҷисм, яъне бори тарозуро зиёд кунем, қувваи аз тарафи Замин ба бор таъсиркунанда (қувваи вазнинӣ) ҳамон қадар меафзояд. Пас, фаҳмост, ки қувваи вазнинӣ  $F_g$  ба массаи борсанг  $m$  мутаносиб аст. Ин навъ мутаносибиятро *мутаносибияти роста* мегӯянд, яъне мегӯянд, ки  $F_g$  ба  $m$  мутаносиби роста аст ва онро чунин ифода мекунанд,  $F_g \sim m$ . Модом ки чунин бошад, пас, нисбати ин бузургӣҳо  $F_g/m$  барои ҳама сатрҳои ҷадвали натиҷаҳо бояд собит монад. Аввал сатри якумро бинем:  $F_g = 0,49H$  асту  $m = 0,05$  кг. Пас,

$$\frac{F_g}{m} = \frac{0,49H}{0,05\text{кг}} = 9,8 \frac{H}{\text{кг}} \quad (1)$$

аст. Ин нисбат барои сатри дуюм ҳам

$$\frac{F_g}{m} = \frac{0,98H}{0,10\text{кг}} = 9,8 \frac{H}{\text{кг}} \quad (2)$$

асту барои сатрҳои дигар низ.

Маҳал	$G$ (Н/кг)
Сатҳи баҳр	9,8066
Хатти истиво	9,780
Арзи ҷуғрофии 45°	9,806
Кутби шимол	9,8322
Маскав	9,8156
Париж	9,80665
Душанбе	9,8012
Вашингтон	9,8012
Токио	9,7980

Дидед, ки баркашиданҳову нигорасозихо ва нисбат гирифтганҳо моро ба чӣ хулоса овард:

*Нисбати қувваи вазнинии аз тарафи Замин ба ҷисм таъсиркунанда бар массаи ҷисм бузургии собит (доимӣ) аст.*

Дар навиштори физикӣ барои ифода кардани бузургии собит ишорати *const* истифода мешавад. Пас, нисбатҳои (1), (2) ва нисбатҳоеро, ки мебоист барои сатрҳои чаҳорум, панҷум ва ғайраи чадвали натиҷаҳо навишта мешуданд, чунин ифода кардан мумкин аст:

$$\frac{F_g}{m} = \text{const} \quad \text{ё} \quad F_g = \text{const} \cdot m \quad (3)$$

Мехонем ин ифодаро:

*Қувваи вазниние, ки аз тарафи Замин ба ҷисм таъсир меоварад, ба массаи ҷисм  $m$  мутаносиб аст.*

**Таносуби (3) чиро ифода мекунад?**

*Бузургии пеши  $m$ , яъне *const* (ки баробари  $9,8 \text{ Н/кг}$  аст),*

*чӣ ҳосияти ҳамтаъсироти ҷисмҳоро ифода мекунад?*

Шумо ба пурсиши аввал бо осонӣ посух дода метавонед.

Посухи пурсиши дуюм душвортар аст. Албатта, шумо гуфта метавонед, ки *const*-и мазкур як навъ *зариб* (коэффитсиент)-и риёзӣ аст ва агар бо  $m$  зарб зада шавад, ҳосили зарбро баробари  $F_g$  мекунад, яъне як бузургиро ба бузургии дигар алоқаманд мегардонад. Номе он, яъне *зариб* (ё *ҳамгар*) аз ҳамин ҷост. Аммо азбаски  $F_g$  ва  $m$  табиати физикӣ доранд, пас, *const*-и пеши  $m$  дар формулаи (3) бояд маънои физикии муайян дошта бошад.

Биёед андеша кунем: ин ҷо қувваи вазнинӣ бо массаи ҷисм алоқаманд шудааст. Онҳоро ҷозибай Замин алоқаманд гардонандааст, яъне омили алоқамандкунанда ҷозибай Замин аст. Пас, гуфтан мумкин аст, ки дар формулаи (3) *const*-и  $g$  як навъ бузургии ифодакунандаи дараҷаи зӯрии ҷозибай Замин аст. Онро одатан бо  $g$  (харфи аввали вожаи латинии *gravitas* – гарониш, ҷозоба) ишорат мекунанд ва ифодаи (3)-ро чунин менависанд:

$$F_g = mg. \quad (4)$$

Ин ифода дар боло чанд бор ба кор рафт. Азбаски қимати  $g$  маълум ( $9,8 \text{ Н/кг}$ ) аст, пас, ин формула имкон медиҳад, ки қувваи вазнинии ба ҳар гуна ҷисми маълуммасса (маълумҷирм) таъсиркунанда бо осонӣ ёфта шавад.



1. Қувваи вазнинӣ чист?
2. Замин чисми 100-гиромиро сахттар чазб мекунад ё чисми 200-гиромиро?
3. Қувваи вазнинӣ ба массаи ҷисм чӣ тавр алоқаманд аст?
4. Шумо аз таҷрибаи дар ҳамин банд баёншуда дидед, ки нисбати қувваи вазнинӣ бар массаи ҷисм  $F_g/m$  ба  $9,8 \text{ Н/кг}$  баробар аст. Чиро ифода мекунад ин нисбат?
5. Оё қимати  $g$  дар ҳама нуқтаҳои рӯи Замин яксон аст? (Барои ба ин пурсиш ва пурсиши баъдина посух додан мавзӯи §4.10-ро бори дигар мутолиа кунед).
6. Ҷисме, ки ба он дар арзи ҷуғрофии  $45^\circ$  қувваи вазнинии  $10 \text{ Н}$  таъсир меоварад, чӣ қадар масса дорад? Дар қутби Замин ба ин ҷисм чӣ қадар қувваи вазнинӣ таъсир меоварад?

## §4.16. Қувваи вазнинӣ дар сайёраҳо

Дар §4.15 гуфтем, ки қувваи вазнинӣ  $F_g$  дар сатҳи Замин ба ҳосили зарби массаи ҷисм  $m$  ва шитоби афтиши озодона  $g$  баробар аст:

$$F_g = mg.$$

Барои Замин  $g = 9,8 \text{ Н/кг}$  аст. Аммо ин гуфта чандон саҳеҳ нест, зеро қимати  $g$  на дар ҳама ҷойи рӯи Замин  $9,8 \text{ Н/кг}$  мебошад. Ин аз чадвале равшан аст, ки мо дар банди пешина овардаем.

Чунонки мебинем, қиматҳои  $g$  аз як маҳал то маҳалли дигар камобеш фарқ доранд. Сабаб ин аст, ки кураи Замин каме пачақрӯ мебошад ва, илова бар ин, кӯҳу камар дорад, яъне ҳар маҳал аз маркази Замин дар ҳар ҳел дурӣ воқеъ аст. Хулоса, қимати шитоби афтиши озодона на танҳо ба масса (ҷирм)-и сайёра, балки боз ба радиуси сайёра бастагӣ дорад.

Биёед, маълумоти чадвали зеро, ки барои сайёраҳои Манзумаи Офтоб гирд оварда шудааст, муқоиса кунем. Ҳамаи ин сайёраҳо дар асари ҷозибаи Офтоб гирди он гардиш меҳӯранд. Онҳо масса ва андозаи гуногун доранд, қувваи ҷозиба ва, аз ин рӯ, шитоби афтиши озодона низ барои онҳо гуногун аст.

Ин қиматҳоро муқоиса карда, мебинем, ки ҳар қадаре ки сайёра ҷирми зиёд дошта бошад, шитоби  $g$  барои он ҳамон қадар зиёд аст. Қиматҳои  $g$  ки гуногун бошанд, пас, ба ҳамон як ҷисм дар рӯи ҳар сайёра қувваи вазнинии гуногунбузургӣ таъсир меоварад. Чунонки, ба ҷисми дорои ҷирми  $10 \text{ кг}$  дар рӯи Замин қувваи вазнинии  $98,1 \text{ Н}$  таъсир меоварад, ҳол он ки

Сайёра	Радиуси сайёра, км	Ҷирми сайёра /ҷирми Замин	Шитоби афтиши озодона, Н/кг
Уторид	2439	0,055	3,7
Зухра	6051	0,816	8,87
Замин	6378	1,000	9,81
Миррих	3398	0,107	3,71
Мушгарӣ	71 400	318	25,00
Зухал	60 400	95,1	11,00
Уран	24 300	14,6	9,50
Нептун	25 050	17,2	11,50

Ҷирми Замин  $5,98 \cdot 10^{24}$  кг аст.  
 Ҷадвали сайёраҳо Плутон ном сайёро низ дарбар мегирифт, аммо чанд сол боз ба сайёра будани Плутон шак пайдо шуд. Ҳолиё онро бузургтарин сайёраи хурд мешуморанд (радиусаш 1187 км; массааш тақрибан  $10^{22}$  кг).

Миррих ҳамон ҷисмро (агар ба рӯи Миррих кӯчонида шавад) бо қувваи 37,1  $N$  ҷазб мекунад.

Шитоби афтиши озодона  $g$ , ҷирми сайёра  $M$  ва радиуси он  $R$  чунин алоқамандӣ доранд:

$$g = G \frac{M}{R^2} \quad (1)$$

Ин ифода дар мавзӯи “Ҷозибҳои Замин” омада буд (ниг. § 4.9). (Қимати *собити ҷозиб*  $G$  дар ҷумлаи додаҳои масъалаи зер меояд).

**Масъалаи 1.** Шитоби афтиши озодонаи ин ё он ҷисмро барои сатҳи сайёраи Миррих ёбед. Ҷирм (масса)-и Миррих  $6,4 \cdot 10^{23}$  кг ва радиусаш 3400 км аст.

$M \approx 6,4 \cdot 10^{23} \text{ кг},$ $R = 3400 \text{ км} =$ $= 3,4 \cdot 10^6 \text{ м},$ $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{H \cdot M^2}{\text{кг}^2},$ $g_{\text{Мирр}} = ?$
--

Ҳал. Ин ҷо формулаи матлуб формулаи (1) аст ва барои  $g$  натиҷаи зайл медиҳад:

$$g = G \frac{M}{R^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{H \cdot M^2}{\text{кг}^2} \frac{6,4 \cdot 10^{23} \text{ кг}}{(3,4 \cdot 10^6 \text{ м})^2} = 3,7 \frac{H}{\text{кг}},$$

яъне қувваи вазнинӣ дар рӯи Миррих назар ба Замин беш аз 2,6 бор кам аст.

**Масъалаи 2.** Қувваи вазниниеро ёбед, ки дар рӯи Моҳ ба ҷисми дорони ҷирм (масса)-и 300 кг таъсир меоварад. Қимати *собити ҷозиб*  $G$ -ро аз додаҳои масъалаи 1 гиред.

$m = 300 \text{ кг},$ $M_m = 7,35 \cdot 10^{22} \text{ кг},$ $R_m = 1738 \text{ км} \approx 1,74 \cdot 10^6 \text{ м},$ $F_g = ?$
--

Ҳал. Ифодаи қувваи вазнинӣ дар банди пешина омада буд ва ин аст:

$$F_g = mg.$$

Ин ҷо  $g$  шитоби афтиши озодонаи ҷисм барои Моҳ аст, ки бо ҷирми Моҳ  $M_M$  ва радиуси он  $R_M$  чунин бастагӣ дорад:

$$g = G \frac{M_M}{R_M^2} \quad \text{ё ин ки} \quad F_g = m \cdot G \frac{M_M}{R_M^2}$$

Дар охир додаҳои масъаларо гузошта, меёбем:

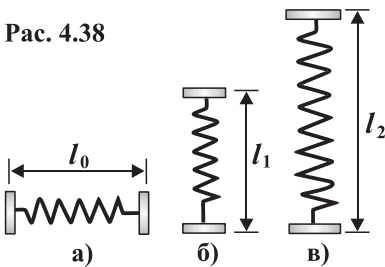
$$F_g = 300 \text{ кг} \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot \frac{7,35 \cdot 10^{22} \text{ кг}}{(1,74 \cdot 10^6 \text{ м})^2} = 490 \text{ Н}.$$

Агар ҳамон ҷисми 300-килоӣ ба рӯи Замин кӯчонида шавад, ба он қувваи вазнинии 2940 Н таъсир меоварад. (Шумо бо осонӣ дарёфта метавонед, ки ин натиҷа аз кучо ҳосил мешавад).

## §4.17. Вазни ҷисм. Бевазнӣ

### I

Рас. 4.38



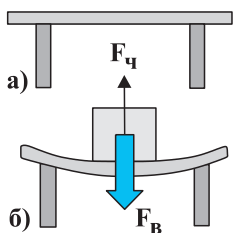
Мо фанар (пружин)-и пӯлодинро чандин бор мисол задем. Бигзор, фанар дар рӯи миз хобида бошад (рас. 4.38, а). Дарозии онро бо чадвал чен мекунем. Бигзор ин дарозӣ  $l_0$  бошад. Баъд фанарро мехезонем, яъне онро дар рӯи миз дар ҳоли истода мегузorem (рас. 4.38, б). Боз

дарозиаширо чен мекунем ва мебинем, ки фанари истода назар ба фанари хобида қадре кӯтоҳтар (яъне  $l_1 < l_0$ ) мешавад. Дар охир, фанарро меовезем, он сон ки дар рас. 4.38, в тасвир ёфтааст. Дар ин ҳолат фанар назар ба ҳолати хобида, баръакс, дарозтар ( $l_2 > l_0$ ) мешавад.

Хонандаи азиз! Агар шумо банди пешинаро ба хубӣ фаҳм карда бошед, бояд пай бубаред, ки ин ҷо гап дар ҷист. Вақте ки мо фанарро дар ҳоли истода мегузorem, ҳама печҳои он бо таъсири қувваи вазнинӣ сӯйи поён кашида мешаванд – бинобар ин фанар кӯтоҳтар мешавад.

Хуб, чаро дар ин ҳол печҳои фанар бо ҳамдигар чафс намешаванд?

Сабаби инро фаҳмидан осон аст: гоҳи фишурда шудани фанар дар он қувваи чандирие ба вучуд меояд (ниг. § 4.13), ки зидди кӯчиши печҳо равона аст ва монеъи чафс шудани онҳо мегардад.



Рас. 4.39

Мавриде ҳам, ки дар рас. 4.38, *в* тасвир ёфтааст, ҳамин гуна шарҳ дорад: гоҳи овезон кардани фанар ҳар як печи он дар асари қувваи вазнинӣ сӯйи поён кашида мешавад, то даме кашида мешавад, ки қувваи чандирии дар натиҷаи ёзиши фанар пайдошуда (ки дар ин маврид ҳам мисли мавриди истода будани фанар сӯйи боло равона аст) ҳамчени қувваи вазнинӣ шавад. Қувваи чандирӣ намегузорад, ки фанар беш аз ҳадди муайян биёзад.

Аммо агар дар сари ҳамон фанари овезон ягон бор овезем, фанар назар ба дарозии  $l_2$  ҳам зиёдтар меёзад, зеро дар ин сурат фанарро қувваи вазнинии ба бори сари фанар таъсиркунанда низ поён мекашад. Фаҳмост, ки қувваи дар ин маврид пайдошавандаи чандирӣ назар ба мавриди аввал бештар хоҳад буд.

*Мисоли дигар.* Хаткашаки пӯлодинро дар рӯйи ду қуттии гӯгирд тавре мегзорем, ки дар рас. 4.39, *а*) тасвир ёфтааст. Хаткашак қариб ҳамношуда менамояд.

Вале агар ба миёнҷои хаткашак боре гузорем, ҳам мешавад (рас. 4.39, *б*) – онро қувваи вазнинии  $F_в$  ҳам мекунад. Дар “ҷавоби” ин қувва дар хаткашак қувваи чандирии  $F_ч$  ба вучуд меояд, ки зидди  $F_в$  равона аст ва онро мувозанат медиҳад, яъне вақте ки ин ду қувваи нисбат ба якдигар зидсамт баробар шаванд, бор ва хаткашак дигар поён намераванд.

Ин мисолҳову мисолҳои сершумори монанди инҳо як ҷиҳати умумӣ доранд – ин ки ҳар гуна ҷисм (дар рас. 4.38 – фанар, дар рас. 4.39 – хаткашак ва бори рӯйи он) ба тақягоҳи худ ё, агар овезон бошад, ба нуқтаи овезиш фишор меорад.

*Қувваеро, ки ҷисм бо он (ба сабаби сӯйи Замин ҷазб шудани худ) ба тақягоҳ ё нуқтаи овезиш фишор меоварад, вазни ҷисм мегӯянд.*

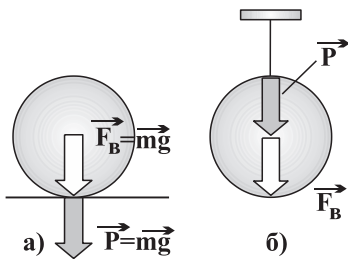
Вазнро дар нақшаву нигораҳо (графикҳо) одатан бо ҳарфи  $P$  ифода мекунанд. Вазни ҷисм ҳам мисли қувваи вазнинӣ  $F_в$  ба ҳосили зарби массаи ҷисм  $m$  ва шитоби афтиши озодона  $g$  баробар аст:

$$\vec{P} = m\vec{g}, \quad \vec{F}_в = m\vec{g}.$$

## II

Шумо аз ду мавзӯи пешина медонед, ки қувваи вазнинӣ табиатан қувваи ҷозиба аст ва ба ҳудди ҷисм (на ба тақягоҳ!)

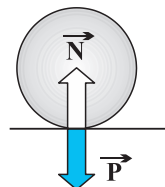




Рас. 4.40

таъсир меоварад. Онро дар нақшаҳо маъмулан бо тирчае ифода мекунанд, ки аз миёнҷои ҷисм (бор) сӯйи поён равона аст (рас. 4.40, тирчаҳои сафед). Аммо вазни ҷисм қувваест, ки ба таҷағоҳ ё, агар ҷисм овезон бошад (расми б), ба ҷойи овезиш таъсир меорад. Тирчаи ифодакунандаи вазни ҷисм аз таҷағоҳ ё ҷойи овезиш сӯйи маркази Замин равона аст.

Дар рас. 4.40, а кура ва сатҳи миз тавре тасвир шудаанд, ки гӯё буди (вучуд доштани) якеи онҳо ба дигараш асаре надошта бошад. Аммо дар асл чунин нест. Кура ва таҷағоҳи худ таъсири мутақобил мекунанд: кура ба сатҳи миз бо қувваи баробар ба вазни худ  $P$  таъсир меорад; сатҳи миз ба ин таъсир ба кура бо қуввае “ҷавоб” мегардонад, ки қувваи воқуниши (қувваи реаксия) номида шудааст ва бо  $N$  ишорат мешавад (рас. 4.41). Ин ду қувва аз ҷиҳати бузургӣ ҳамчени якдигаранд, вале зидди ҳам равонаанд. Ҳамин тариқ, ба курае, ки дар рӯйи миз беҳаракат хобидааст, ду қувва таъсир мекунанд:  $F_g$  – қувваи вазнинӣ ва  $N$  – қувваи воқуниши таҷағоҳ ба вазни кура. Вазни кура ба таҷағоҳ таъсир меорад. Нуқтаи таъсири ин қувваҳо ро донистан ҳатмист.



Рас. 4.41

Агар таҷағоҳ ва ҷисми рӯйи он (дар мисоли мо: кура) нисбат ба Замин қарор бошанд, вазни ҷисм ҳамчени қувваи вазнинӣ меояд. Дар сурате ҳам, ки таҷағоҳ ҳамроҳи ҷисми ҳамбастаи худ нисбат ба Замин ҳаракати якнавохт ва ростхатта кунад, ин қувваҳо баробари ҳамдигар мебошанд.

Вазни ҷисм нисбат ба қувваи вазнинӣ каму зиёд низ буда метавонад – ин он гоҳ мушоҳида мешавад, ки ҷисм ҳамроҳи таҷағоҳи худ ба самти таъсири қувваи вазнинӣ ҳаракати шитобдор кунад. Чунончи, агар тарозу (рас. 4.42) ҳамроҳи бораиш бо ин ё он шитоб сӯйи поён ҳаракат дода шавад, вазни назар ба вазни аслии бор (назар ба қувваи вазнинӣ) камтарро нишон медиҳад. Дар сурати сӯйи боло бо шитоб ҳаракат додан тарозу, баръакс, вазни борро аз будаиш бештар нишон медиҳад. Дар мавриде ҳам, ки мушаки ҳомили киштии кайхоннавардӣ бо шитоби барои ҷасти мушак зарурӣ



Рас. 4.42

сўйи боло партофт шавад, вазни киштї ва, аз чумла, вазни саворони он назар ба вазни аслишон чандин бор зиёд мешавад – ин ҳолат ҳолати *зиёдвазнӣ* аст. (Воқеъан, дар ин ҳол дар назари кайхоннавардҳо чунин менамояд, ки гӯё вазни ҳар як узви бадани онҳо чандин бор афзуда бошад).

### III

**Масъала.** Қуввасанҷе, ки дар чангакаш бори 1 кг овезон аст, бо шитоби 9,8 Н/кг сўйи боло рафт. Вазни бор чанд бор меафзояд.

$a=9,8\text{ Н/кг}$ ,  $g=9,8\text{ Н/кг}$ ,  $m=1\text{ кг}$   
 Ҳал. Бор дар ҳолати қарор будан вазни  $P = mg$  дорад. Агар ин бор бо шитоби  $a$  сўйи боло ҳаракат дода шавад, вазни он ба қадри  $ma$  меафзояд. Он гоҳ бор ин қадар вазн хоҳад дошт:

$$\frac{P'}{P} = ?$$

$$P' = mg + ma = m(g + a),$$

$$\frac{P'}{P} = \frac{m(g + a)}{mg} = \frac{g + a}{g} = \frac{9,8 + 9,8}{9,8} = 2 \text{ бор.}$$

Дар мавриди бо ин ё он шитоб сўйи поён ҳаракат додани қуввасанҷ (тарозуи фанарӣ) вазни бор, баръакс, кам мешавад.

**Масъала.** Лифт бо шитоби 4,9 Н/кг амудан поён меояд. Дар ин маврид вазни мусофире, ки массаи 60 кг дорад, чӣ қадар мекоҳад?

Ҳал. Пеш аз ҳама додаҳои масъаларо сабт мекунем:

$$a = 4,9\text{ Н/кг}, \quad g = 9,8\text{ Н/кг}, \quad m = 60, \quad P' = ?$$

Лифт поён меояд; пас, шитоби он бояд бо аломати минус гирифта шавад. Аз ин рӯ вазни аввалаи мусофир  $P = mg$  ба қадри  $ma$  мекоҳад:

$$P' = P - ma = mg - ma = m(g - a) =$$

$$= 60\text{ кг} \left( 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} - 4,9 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \right) = 294\text{ Н},$$

ки ин назар ба вазни дар ҳоли қарор будан доштаи мусофир, яъне назар ба

$$P = mg = 60\text{ кг} \cdot 9,8\text{ Н/кг} = 588\text{ Н}$$

ду бор кам аст.

Мавриде низ ҷолиб аст, ки ҳамон тарозу (рас. 4.42) бо бораш аз даст раҳо шавад. Дар ин сурат фанари тарозу ба ҳолати табиӣ худ, ба ҳолати сифрӣ меояд, гӯё ки дар чангаки он боре овезон набошад, яъне тарозу бо вучуди бор доштан вазни

сифриро нишон медихад. Ин ҳолатро ҳолати *бевазнӣ* мегӯянд. Буди ин ҳолат далел аст, ки агар ҷисм ба тақягоҳ фишор наорад, хосияти вазндории он ошкор намешавад.

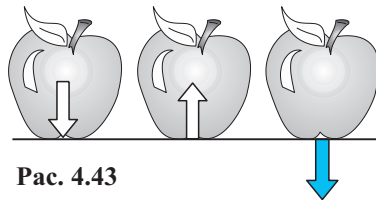
Дар омади гап, агар моторҳо (муҳаррикҳо)-и киштии кай-хонӣ кор накунанд, ҳам киштӣ ва ҳам кайҳоннавардҳои даруни он *бевазн* мешаванд. Шумо дар телевизион дидаед, ки кайҳоннавардон *дар ҳавои* даруни киштӣ озодона “шино” мекунанд. Худи шумо ҳам гоҳи аз баландие ба об ҷаҳидан то дами ба об расидан, гоҳи аз рӯи ҷӯй ҷастан то лаҳзаи ба замин расидан ва монанди ин дар ҳолати бевазнӣ, дар ҳоли парвози озодона мебошед.



1. Вазн чист? Вазн чӣ гуна қувва аст?
2. Вазни ҷисм ба кучон он таъсир меорад – ба худи ҷисм ё ба тақягоҳи он?
3. Қувваи вазнинӣ ба қадом ҷойи ҷисм таъсир меорад?
4. Бевазнӣ чист? Зиёдвазнӣ чӣ? Шарҳи хаттӣ омода созед.
5. Қувваи вазнинӣ ва вазни ҷисм дар қадом маврид айни якдигаранд ва дар чӣ гуна мавридҳо аз якдигар фарқ мекунанд?
6. Вазни ҷисм ва қувваи вазнинии ба ҷисм таъсиркунандаро дар нақшаҳо ба чӣ шакл тасвир месозанд?
7. Бевазнӣ ва зиёдвазнӣ ба чӣ сабаб ба миён меоянд?

### Машқ

Дар рас. 4.43 ҳамон як себ ва қувваи ба он таъсиркунанда дар се ҳолат тасвир ёфтааст. Ин қувваҳо чӣ гунаанд ва чӣ ном доранд?



Рас. 4.43

## §4.18. Ҳамбастагии масса, қувваи вазнинӣ ва вазн

Акнун, ки шумо маънои қувваи вазнинӣ ва вазни ҷисмро фаҳмидед, мо метавонем *килограм-қувва* ном воҳиди қувваро таъриф диҳем (ин воҳид бо “Г”-и калон навишта мешавад: *кГ*; ишорати “*кг*” низ истифода мешавад).

Ба сифати *1 кГ* қуввае пазируфта шудааст, ки намунаи соҳиби массаи *1 кг* бо он ба тақягоҳ (ё ба нуқтаи овозиш) фишор меорад.

Ҳамчунин шарт шудааст, ки (санги) намунаи масса маҳз дар макони ниғадошти он (яъне дар ш. Севри Фаронса, ки барояш шитоби афтиши озодона  $9,80665 \text{ Н/кг}$  мебошад) ба тақягоҳ (ё ба нуқтаи овозиш) бо қувваи *1 кГ* фишор меорад.

Азбаски вазни чисм  $P$  ба ҳосили зарби массаи чисм  $m$  ва шитоби афтиши озодона  $g$ , яъне ба  $mg$  баробар аст, пас,

$$1 \text{ кГ} = 1 \text{ кг} \cdot 9,80665 \text{ Н/кг} = 9,80665 \text{ Н}$$

мебошад. Аз ин рӯ вазни санги намуна дар чойе баробари  $1 \text{ кГ}$  гирифта мешавад, ки барои он  $g = 9,80665 \text{ Н/кг}$  бошад.

**Масъалаи 1.** Чисми сохиби вазни  $980 \text{ кГ}$  чӣ қадар масса (чирм) дорад?

$P=980 \text{ кГ},$ $g=9,8 \text{ Н/кг},$ $m=?$
---

*Ҳал.* Аз таърифи воҳиди қувва – нйутон ( $H$ ) бармеояд, ки ба чисми дорои массаи  $1 \text{ кг}$  (бо «2»-и хурд) аз тарафи Замин қувваи вазнинии  $9,8 \text{ Н}$  таъсир меоварад. Пас, ба чисми дорои вазни  $980 \text{ кГ}$  қувваи вазнинии  $P = 980 \cdot 9,8 \text{ Н}$  таъсир меорад. Бинобар ин массаи чисм аз рӯйи ифодаи  $P = mg$  ин қадар мебарояд:

$$m = \frac{980 \cdot 9,8 \text{ Н}}{9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} = 980 \text{ кг}.$$

**Масъалаи 2.** Вазни чисме  $20 \text{ кГ}$  (ё худ  $20 \text{ кгқ}$ ) аст.

**Ин вазиро бо нйутонҳо ифода кунед.**

*Ҳал.* Барои бо нйутонҳо ифода кардани вазни чисм боз ҳам таърифи нйутонро ба ёд меорем. Он гоҳ фаҳм кардани навиштаҳои зер душворие нахоҳад дошт:

$$100 \text{ Г} = 1 \text{ Н}, \quad 1 \text{ кГ} = 9,8 \text{ Н} \approx 10 \text{ Н}, \quad 20 \text{ кГ} \approx 200 \text{ Н}.$$

## Машқ

1. Қувваи вазнинӣ ва вазни чисм чӣ монандӣ ва чӣ тафовут доранд?
2. Мо шитоби афтиши озодонаро бо ду навъ ченак ифода кардем:

$$g = 9,8 \text{ Н/кг} \quad \text{ва} \quad g = 9,8 \text{ м/с}^2.$$

Оё ин ченакҳо –  $\text{Н/кг}$  ва  $\text{м/с}^2$  айни якдигаранд?

## Супориш

Ҳалли ду масъалаеро, ки мо дар сах. 162 овардаем, шумо дар шакли содатар баён кунед – шитоби чисро ҳамчени шитоби афтиши озодона  $g$  (дар масъ.1) ё баробар ба нисфи он (дар масъ.2) гиред ва роҳе ёбед, ки ҳалли шумо назар ба ҳалле, ки мо овардаем, кӯтоҳтар ояд.



## МАСЪАЛАҲОИ ТЕСТӢ

1. Трактор (тартарак) чисми 30-тониро тела дода, онро шитоби  $0,5 \text{ м/с}^2$  бахшид. Трактор ба чисм бо чӣ қадар қувва таъсир овардааст?

а)  $15 \text{ кН}$ ; б)  $10 \text{ кН}$  в)  $5 \text{ кН}$  г)  $7 \text{ кН}$ .

2. Чисм дар сурати ба он таъсир овардани қувваи  $6 \text{ кН}$  соҳиби шитоби  $0,08 \text{ м/с}^2$  гардид. Ба ин чисм бо чӣ қадар қувва таъсир кардан мебояд, ки шитоби  $0,32 \text{ м/с}^2$  бигирад?

а)  $12 \text{ кН}$ ; б)  $15 \text{ кН}$ ; в)  $24 \text{ кН}$ ; г)  $36 \text{ кН}$ .

3. Қуввае ба чисми дорои массаи  $2 \text{ кг}$  муддати  $5 \text{ с}$  таъсир оварда, суръати онро аз  $5 \text{ м/с}$  то  $10 \text{ м/с}$  зиёд кард. Он қувва чӣ қадар будааст?

а)  $1 \text{ Н}$ ; б)  $2 \text{ Н}$ ; в)  $5 \text{ Н}$ ; г)  $6 \text{ Н}$ .

4. Ба чисм дар як вақт дар ҳамон як самт ду қувва – яке  $F_1 = 100 \text{ Н}$  ва дигаре  $F_2 = 10 \text{ Н}$  таъсир меоваранд. Қувваи натиҷавиро ёбед. Ин қувва (қувваи натиҷавӣ) дар сурати зидсамт будани қувваҳо ба чӣ баробар аст?

а)  $110 \text{ Н}$  ва  $50 \text{ Н}$ ; б)  $110 \text{ Н}$  ва  $90 \text{ Н}$ ;  
в)  $220 \text{ Н}$  ва  $180 \text{ Н}$ ; г)  $100 \text{ Н}$  ва  $90 \text{ Н}$ .

5. Чисм аз манори машҳури Пиза (бе суръати ибтидоӣ) раҳо карда шуд ва пас аз муддати  $3,4 \text{ с}$  ба рӯйи Замин афтид. Манори Пиза чӣ қадар баландӣ дорад?

а)  $57,4 \text{ м}$ ; б)  $67,4 \text{ м}$ ; в)  $77,4 \text{ м}$ ; г)  $59,4 \text{ м}$ .

6. Суръати чисмеро ёбед, ки аз баландии муайян раҳо карда шудааст ва баъди  $2 \text{ с}$  ба рӯйи Замин мезанад.

а)  $19,4 \text{ м}$ ; б)  $20,6 \text{ м}$ ; в)  $16,8 \text{ м}$ ; г)  $22,6 \text{ м}$ .

7. Савори лифт  $50 \text{ кг}$  масса дорад. Дар сурати бо шитоби  $2,8 \text{ м/с}^2$  сӯйи поён ҳаракат кардани лифт вазни мусофир чӣ қадар мешавад? Агар лифт бо ҳамон шитоб сӯйи боло ҳаракат дода шавад, чӣ?

а)  $420 \text{ Н}$  ва  $600 \text{ Н}$ ; б)  $350 \text{ Н}$  ва  $630 \text{ Н}$ ;  
в)  $408 \text{ Н}$  ва  $608 \text{ Н}$ ; г)  $360 \text{ Н}$  ва  $760 \text{ Н}$ .

8. Чисм бо вазни  $1960 \text{ Н}$  чӣ қадар масса дорад?

а)  $200 \text{ кг}$ ; б)  $100 \text{ кг}$ ; в)  $1000 \text{ кг}$ ; г)  $2000 \text{ кг}$ .

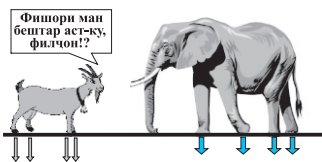
9. Дар рӯйи фанар (пружин) боре гузошганд бо массаи  $0,2 \text{ кг}$ . Фанар чӣ қадар фишурда мешавад?

Сахтии фанарро  $k = 100 \text{ Н/м}$  гиред.

а)  $1,96 \text{ см}$ ; б)  $2,5 \text{ см}$ ; в)  $4 \text{ см}$ ; г)  $19,6 \text{ см}$ .

10. Фанар (пружин) сахтии  $k = 30 \text{ Н/м}$  дорад ва бо таъсири бор  $2 \text{ см}$  ёзид. Бор чӣ қадар вазн дорад?

а)  $2 \text{ Н}$ ; б)  $0,6 \text{ Н}$ ; в)  $0,5 \text{ Н}$ ; г)  $1 \text{ Н}$ .



## Боби V ФИШОР

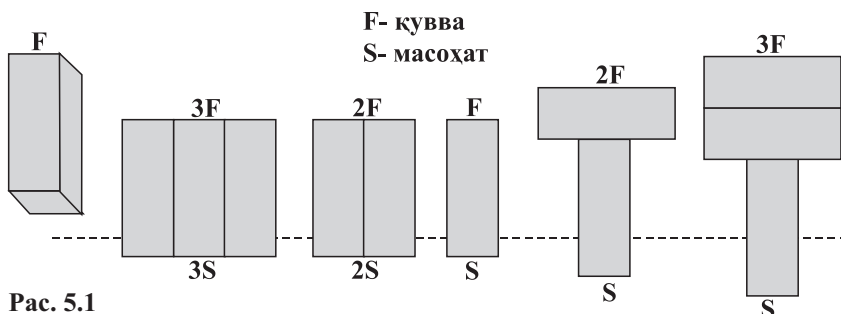
### §5.1. Фишор. Воҳиди фишор

Хонандаи азиз! Шумо шояд мушоҳида карда бошед, ки чизро бо корди тез назар ба корди кунд буридан хеле осон аст ё ин ки рӯрӯи барф бо лижа лағжидан назар ба мавриде, ки пойафзоли муқаррарӣ дошта бошед, осонтар аст. Шумо ҳар қадаре ки саҳт кӯшиш кунед, нӯги ягон оҳани кундро дар ягон тахта халида наметавонед, аммо нӯги дарафшро бо ҳамон қадар қувва дар ҳамон тахта халонидан осон аст. Ё ин ки кӯфтани мехҳои кунд ва тезро ба ёд биёред.

Ва ин мисолҳоро то ҷойе ки метавонед, таҳлил кунед, яъне бинед, муқоиса кунед, мулоҳиза кунед, масалан, ки дар мавриди дар ин ё он тахта кӯбидани меҳи кунд ва ҳамон гуна меҳи тез даст ҳамон аст, кӯба ҳамон аст, қувваи мехкӯбӣ ҳамон аст, вале меҳи тезро кӯбидан хеле осон аст. Ин ҷо пурсише ба миён меояд, ки *оё кӯбиши меҳ ба қувваи ба меҳ таъсирунанда бастагӣ надорад?*

Ба ин пурсиш ва пурсишҳои дигаре, ки дар ин гуна мавридҳо пайдо мешаванд (дар бораи қувваи таъсирунанда ва масоҳате, ки таҳти таъсири ин қувва қарор мегирад), худхотон посух ҷӯед. Барои осонии кор се хишти якхелае гиред, ки якеи онҳо дар тарафи чапи рас. 5.1 тасвир ёфтааст.

Бигзор масоҳати нӯги хишт  $S$  бошад. Қувваеро, ки як хишт бо он ба масоҳати  $S$  таъсир меоварад, бо  $F$  ишорат кунед. Сипас, ягон ҷойи серхокиро он қадар суст ва мулоим кунед,



Рас. 5.1

ки агар хиштеро дар рӯи он гузored, камобеш бигӯтад – дараҷаи ин гӯтиш дараҷаи таъсири қувваро нишон медиҳад. Акнун, агар шумо се хишт, ду хишт ё як хиштро дар рӯи хок тавре гузored, ки дар се тасвири дигари рас.5.1 омадааст, натиҷа ин мешавад, ки ҳамаи онҳо дар хок як хел мегӯтанд. Ин фаҳмост: ба ҳар як хишти дорои масоҳати  $S$  ҳамон як қуввае ( $F$ ) таъсир меорад, ки он баробари вазни як хишт аст.

Акнун, агар дар тори сари хишти тоқа хишти дигаре бигзored (тасвири панҷум), мебинед, ки хишт тақрибан ду бор зиёдтар мегӯтад. Ва агар дар рӯи он ду хишт боз як хишти дигар гузored, гӯтиши хишти поёнӣ тақрибан сечанди гӯтиши хишти тоқа мешавад. Фаҳмидед?

Хуб, чӣ гуна бузургии физикӣ сохтан мебояд, ки хосияти ба сатҳи  $S$  таъсиркунандагии қувваи  $F$ -ро ифода кунад?

Ин бузургӣ *фишор* номида шудааст ва бо ҳарфи  $p$  ишорат мешавад. Бо забони риёзӣ гӯем, фишор нисбати қувва (он ки бо  $F$  ишорат шуд) бар масоҳат ( $S$ ) аст, яъне

$$\text{Фишор} = \frac{\text{Қувва}}{\text{Масоҳати сатҳ}} \text{ ё ин ки } p = \frac{F}{S}.$$

Ин ифода *формулаи фишор* ном дорад.

Ба сифати *воҳиди фишор* фишоре пазируфта шудааст, ки онро қувваи  $1\text{ Н}$  бар масоҳати сатҳи  $1\text{ м}^2$  меорад. Ин воҳид ба ифтихори олими фаронсавӣ Б. Паскал *паскал* ном дода шудааст ва бо  $Pa$  ишорат мешавад.

Азбаски  $1\text{ Н}$  қувваи кам аст,  $1\text{ Па}$  низ фишори зиёд нест. Аз ин рӯ воҳидҳои нисбат ба  $1\text{ Па}$  калонтар – *ҳектопаскал* ( $хПа$ ), *килопаскал* ( $кПа$ ), *мегапаскал* ( $МПа$ )... низ корбаст мешаванд, ки чунин таносуб доранд:

$$\begin{aligned} 1\text{ Па} &= 1\text{ Н/м}^2 \\ 1\text{ хПа} &= 100\text{ Па}, \\ 1\text{ кПа} &= 10^3\text{ Па}, \\ 1\text{ МПа} &= 10^6\text{ Па} = 10^3\text{ кПа}. \end{aligned}$$

Дар амалия воҳиди  $1\text{ Н/см}^2$  хеле серистеъмол мебошад ва назар ба  $1\text{ Па}$  10000 бор бузург аст – инро ҳуди шумо бо ҳисобукитоби одӣ нишон дода метавонед. Фишори одами миёнавазн гоҳи роҳ рафтн ба сатҳи роҳ бо ин воҳидҳо 30-40  $\text{Н/см}^2$  асту фишори трактори тасмачарх ба сатҳи замин – ҳамагӣ 5-6  $\text{Н/см}^2$ . Ҳамин аст, ки дар замини нисбатан мулоим пойи одам ё чархи дучарха (велосипед)-и шумо назар ба «по»-и трактор изи чуқуртар мегузорад.

**Таъкид.** Шумо медонед, ки қувва бузургии векторӣ (ё бурдорӣ) аст, яъне ҳам қимати ададӣ дораду ҳам самт. Самти қуввае, ки ба ҷисм фишор меоварад, ҳар сӯ буда метавонад. Чунончи, қуввае, ки бо он гулдон ба сатҳи миз фишор меорад, амудан (яъне рост ба сӯйи поён) поён равона аст, ҳол он ки қувваи фишори дами теги симбурак (яъне анбури симбури) дар фазо самти дилхоҳ дошта метавонад. Аммо дар ҳамаи ин мавридҳо қувваи фишор ба сатҳи фишорбинанда равиши амудӣ (самти перпендикулярӣ) дорад.

Шумо, хонандаи азиз, ин таъкидро ҳамеша пеши рӯ дошта бошед, то ки қувваи фишорро айни вазни ҷисм напандоред.

## Се масъала

### 1. Шумо гоҳи роҳ рафтан ба сатҳи Замин чӣ қадар фишор меоред?

Массаи худро 42 кг ва масоҳати тагҷарми як кафшатонро 175 см<sup>2</sup> гиред.

Ҳал. Қуввае, ки шумо бо он ба сатҳи Замин фишор меоваред, ба вазни шумо  $mg$  ( $g$  – шитоби афтиши озодона) баробар аст. Аз ин рӯ дар формулаи фишор ба ҷойи қувваи  $F$  ҳамин  $mg$ -ро мегузorem:

$$m = 42 \text{ кг},$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2},$$

$$\frac{S = 0,0175 \text{ м}^2}{p = ?}$$

$$p = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{42 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{0,0175 \text{ м}^2} = \frac{420 \text{ Н}}{0,0175 \text{ м}^2} = 24 \text{ кПа}.$$

Фаҳмоист, ки агар шумо роҳ нагардед, балки қарор биистед, ба сатҳи Замин фишори ду бор камтар меоваред.

### 2. Трактори тасмачархе, ки массаи 6600 кг дорад, ба сатҳи Замин чӣ қадар фишор меоварад? Масоҳати ҷойи ба хок расидаи харду тасмачархро 1,4 м<sup>2</sup> гиред.

$$\frac{m = 6600 \text{ кг},}{g = 10 \text{ м/с}^2,}$$

$$\frac{S = 1,4 \text{ м}^2,}{p = ?}$$

Ҳал. Қувваи вазнинии трактор ба ҳосили зарби массаи он  $m$  ва шитоби  $g$  баробар аст. Пас, дар асоси формулаи фишор ин натиҷа ба даст меояд:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{6600 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2}{1,4 \text{ м}^2} \cong 47 \text{ кПа}.$$

### 3. Пинадӯз ба сӯзани масоҳати нӯгаш 0,03 мм<sup>2</sup> бо қувваи 30 Н фишор оварда, онро дар чарм мехалад. Фишори сӯзанро ба чарм ёбед.

$$F = 30 \text{ Н},$$

$$\frac{S = 0,03 \text{ мм}^2 =}{= 3 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2}$$

$$\frac{p = ?}{}$$

Ҳалли ин масъала низ осон аст:

$$p = \frac{F}{S}, \quad p = \frac{30 \text{ Н}}{3 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2} = 10^9 \text{ Па} = 10^6 \text{ кПа}.$$

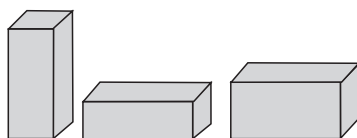


Ҳамин тарик, фишоре, ки пинадӯз ба чарм дар нуктаи халондани сӯзан меоварад, назар ба фишоре, ки трактори тасмачарх ба сатҳи Замин меорад,  $10^6 \text{ кПа}/47 \text{ кПа} \approx 20000$  бор зиёд аст.

1. **Сабаб чист, ки одам гоҳи рӯрӯйи барф роҳ рафтани меғӯтад, аммо агар савори лижа бошад ё ин ки дар таги пойфзолаш чапарак бандад** (он сон, ки дар зимистонҳои Ҷанги Дуюми Ҷаҳон қаҳрамони Иттиҳоди Шуравӣ Сафари Амиршоҳ аз ҷӯбу чаҳс чапарак созида, ба пойи худ ва аскарони дастааш мебастанд), **намеғӯтад?**
2. **Фишор чист? Онро бо чӣ гуна воҳид(ҳо) ифода мекунанд?**
3. **Як паскал (1 Па) чӣ қадар фишор аст ва шумо онро чӣ таъриф мекунед?**
4. **Чаро дӯзандагон дар сари ангушти сӯзанпахшкунандаи худ сарангушти мегиранд?**
5. **Чарост, ки гоҳи роҳ рафтани фил сатҳи Замин осебе намебинад, аммо пойи буз он сатҳро хароб мекунад?**
6. **Одам бо дандонҳои пеш фишори зиёд ба вучуд оварда метавонад ё бо дандонҳои курсии худ?**
7. **Чарост, ки релсҳои роҳи оҳанро на дар рӯйи хок, балки дар рӯйи болиштҳои ҷӯбин ё бетонӣ меҳобонанд?**

## Супориш

1. Фишоре, ки ба ин ё он сатҳ оварда мешавад, ба қувваи таъсиркунанда  $F$  ва масоҳати сатҳи фишорбинанда  $S$  бастагӣ дорад. Оё шумо медонед, ки фишорро бо чӣ роҳ каму зиёд кардан мумкин аст?

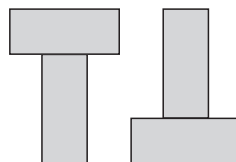


Рас. 5.2

Аз рӯйи формулаи фишор  $p = F/S$  фаҳмош, ки барои каму зиёд кардани фишор ё қувваи  $F$ -ро тағйир додан зарур аст ё масоҳати  $S$ -ро. Агар ҳардуи ин бузургӣҳоро тағйир диҳем, чӣ? Агар қувваро ду бор зиёд, вале масоҳатро ду бор кам кунем, фишор чанд бор тағйир меёбад?

2. Дар рас. 5.2 ҳамон як хишт дар се ҳолат тасвир ёфтааст. Масса ва андозаҳои хиштро худатон чен кунед ва фишорро барои ҳарсе ҳолат ёбед.

3. Ду хишт ба ду тарз тавре рӯйиҳам гузошта шудаанд, ки дар (рас.5.3) тасвир ёфтааст. Дар ин ду маврид ба тақягоҳ чиқадарӣ қувва таъсир меоварад. Тақягоҳҳо дар ҳар яке аз ин мавридҳо чиқадарӣ фишор меҳӯранд?

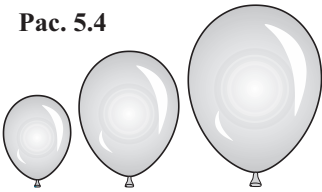


Рас. 5.3

## §5.2. Фишори газ

Газҳо низ ба ҷисмҳои фишор меоваранд. Аммо дар ин маврид “масоҳате, ки қувва ба он фишор меоварад”, на танҳо тақрибӣ ҷисм аст, балки маънои хеле фарох дорад. Газ на танҳо ба *поён*, балки ба ҳама тараф фишор меорад – ин бо табиати газ алоқаманд аст. Гап дар он аст, ки газ тамоми ҳаҷми ба ихтиёр шудаи зарфро ишғол карда, ба ҳама ҷойи барояш “дастрас”-и деворҳои зарф фишор меорад. Бинобар ин *фишори газ* гуфта қувваеро мефаҳманд, ки аз тарафи газ ба воҳиди сатҳи бо газ расандаи ҷисм (масалан, деворҳои зарф ё сатҳи ҷисме, ки андаруни газ ҷой дорад) таъсир мекунад.

Рас. 5.4



Ин ҷо се ҷиҳат ҷолиб аст:

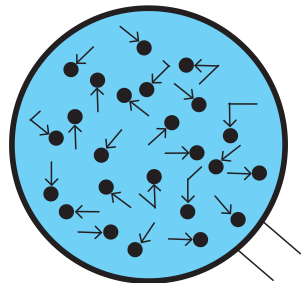
1. Фишор доштани газҳоро дар таҷрибаҳои гуногун нишон додан мумкин аст. Чунончи, агар ягон пуфакро дам додан гирем (рас.5.4), мебинем, ки он оҳиста-оҳиста

даמידан мегирад. Сабаби ин дар чист?

Шарҳ ин аст. Ҳаво, аз ҷумла, ҳавое ҳам, ки шумо пуфакро бо он пур мекунад, газ аст ва аз атому молекулаҳои ҷудогона иборат мебошад. Ҳам муҳити беруни ва ҳам фазои даруни пуфаки дамида пури молекула ҳастанд. Фишоре, ки ҳаво (газ) ба деворҳои пуфак меорад, натиҷаи зарбаҳои адади бешумори ҳамин молекулаҳо аст. Ҳар  $\text{см}^3$ -и газ ҳатто дар ҳоли нофишурда миллиардҳо миллиард молекула дорад. Онҳо бефосила байни худ ва бо деворҳои зарф дар задухӯрданд.

Манзараи яклаҳзаинаи чунбишу задухӯрди чанд молекулаи газ дар рас. 5.5 тасвир шудааст. Адади ин навъ бархӯрдҳо хеле зиёд аст ва ба ҳар  $\text{см}^2$ -и сатҳи деворҳои зарф дар шароити муқаррарӣ тақрибан  $10^{22}$ - $10^{23}$  зарба (дар 1 с) рост меояд. Зарбаи як молекулаи алоҳида чандон саҳт нест, албатта. Аммо зарбаҳои якҷояи микдори бешумори молекулаҳо то дараҷае зиёд аст, ки пуфакро на танҳо дамонда, балки кафонда метавонад.

Хуб, сабаб чист, ки пуфак гоҳи зиёд кардани ҳавои дарунаш шакли куравӣ мегирад?

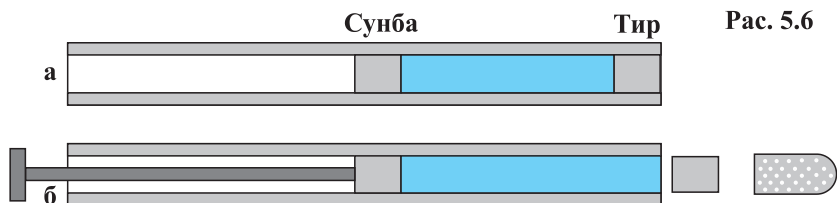


Рас. 5.5

Гап дар он аст, ки деворҳои пуфак ҳам аз даруну ҳам аз берун бефосила молекулаборон мешаванд. Дар мавриди зиёд шудани миқдори ҳаҷмии молекулаҳо дар ҳар см<sup>3</sup>-и даруни пуфак назар ба беруни он адади зарбаҳо меафзояд – дар натиҷа деворҳои пуфак сӯйи берун тела меҳӯранд ва пуфак дамидан мегирад. Шакли куравӣ гирифтани пуфак далел аст, ки газ ба ҳама деворҳои пуфак, ба ҳама сӯ як хел фишор меорад (ниг. рас. 5.4) – ин натиҷаи зарбаҳои бенизоми адади бешумори зарраҳои газҳо мебошад ва ҳама газҳо хос аст.

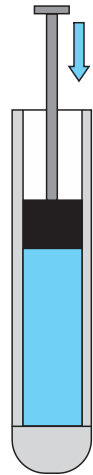
2. Донистани ҷиҳати дигари рафтори газҳо низ муҳим аст: ҳар қадаре ки адади молекулаҳо дар воҳиди ҳаҷм (зиҷии газ) зиёд бошад, фишори газ ҳамон қадар бештар хоҳад буд.

Найчаи шишагине гирифта, як навъ туфак месозем. *Туфак* най ё чӯби дарози дарунҳолие аст, ки кӯдакҳо аз он бо зӯри нафас гулӯлаи гилин ё чӯбин меандозанд. Барои сохтани туфак як сари найчаро ба рӯйи пораи тӯшакаҳ (картошка) пахш мекунанд, то ки ҳиссае аз дилаи тӯшакаҳ бо лаблаби найча бурида шуда, ба даруни он дарояд. Дилаи ҷудошуда дар тӯфаки мо чун *сунба* (чу поршен) хидмат мекунад. Ин сунбаро дар миёнаҷои найча қарор дода, нӯги найчаро боз ба тӯшакаҳ фуру мебарем. Дилаи дар ин сурат ба даруни найча дароянда чун тири тӯфак ба кор меравад (рас. 5.6, а). Агар ба ин олат даста шинонем, тӯфак ба таппонча бадал мешавад (рас. 5.6, б), дар сурати сӯйи тир тела додани сунба ҳавои байни сунба ва тир фишурда мешавад ва фишор меафзояд – ин фишор ба ҳама тараф, аз ҷумла, ба тир ҳам дода мешавад; он гоҳ тир берун мечаҳад.



Ҳамин тариқ, агар ҳаҷми газро кам кардан гирем, газ торафт зичтар (яъне адади молекулаҳо дар воҳиди ҳаҷм зиёдтар) мешавад. Афзойиши адади молекулаҳо дар воҳиди ҳаҷм адади зарбаҳоро ба девори зарф зиёд мекунад – ин гуфта он гуна маънӣ дорад, ки *гоҳи кам кардани ҳаҷми газ* (яъне гоҳи афзудани адади молекулаҳо) *фишори газ меафзояд*.

Ин хулосаро таҷрибае ҳам тасдиқ мекунад, ки асбобаш дар заминаи асбоби таҷрибаи пешина бо каме дигаргунӣ сохта шудааст (рас. 5.7); фарқ дар он аст, ки дар ин маврид ба ҷойи сунбаи тӯшақаҳӣ сунбаи резинии саҳт ба қор рафтаасту дар нӯғи поёни найчаи шишагин пардаи нозуки резинӣ (як порай пуфаки резинӣ) кашида шудааст. Агар шумо сунбаро сӯйи дарун тела диҳед, парда сӯйи берун меамад – дар рас. 5.7 маҳз ҳамин ҳолат тасвир ёфтааст. Сӯйи берун тела хӯрдани парда далел аст, ки дар мавриди сӯйи дарун тела додани сунбаи фишори газ меафзояд. Агар сунбаро ақиб кашем, парда сӯйи даруни найчаи фуру меавад. Пас, фаҳмост, ки ҳангоми зиёд кардани ҳаҷми газ адади молекулаҳои ба ҳар воҳиди ҳаҷм ростоянда ва, аз ин рӯ, адади зарбаҳои онҳо ба деворҳои найчаи кам мешавад – он гоҳ фишори газ низ кам мешавад.

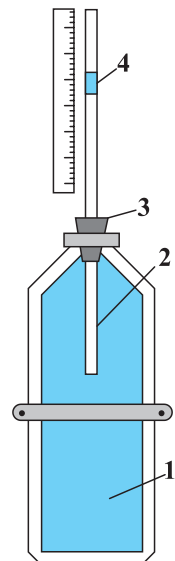


Рас. 5.7

Ҳамин тариқ, фишори газ гоҳи васеъ кардани ҳаҷми газ кам мешавад, вале ҳангоми кам кардани ҳаҷм меафзояд.

3. Аз гуфтаҳои боло пай бурдан осон аст, ки фишори газ ба суръати ҳаракати молекулаҳо (суръати ҷунбиши зарраҳо) бастагӣ дорад. Вале ин бастагиро фаҳм кардан осон нест, зеро шумо то ҳол дар бораи он чизе нахондаед. Аммо дидаед. Дидаед, ки агар пуфаки пурхаво муддате таҳти таъсири тобиши офтоб қарор гирад, гарм мешавад, дам мекунад, он қадар дам мекунад, ки қафида метавонад, зеро газ ҳангоми гарм шудан, яъне ҳангоми афзудани ҳарораташ васеъ мешавад. Сабаб ин аст, ки ҳангоми афзудани ҳарорат суръати ҳаракати молекулаҳои газ зиёд мешавад; суръат ки зиёд шуд, ҷунонки пештар гуфтем, адади зарбаҳои молекулаҳо ба деворҳои зарф ва инчунин қуввати ҳар як зарба меафзояд.

Барои ин як шишачаи пенисилин, як найчаи борики шишагин ва як чакраи оби рангин лозим аст. Тарҳи таҷриба дар рас. 5.8 тасвир ёфтааст. Агар шумо шишачаро бо қафи даст гарм кунед, мебинед, ки чакраи ранг сӯйи боло меавад – ин далел аст, ки ҳавои даруни шишача аз гармии дасти шумо васеъ шуда, ба чакраи ранг фишор меорад. Пас, фаҳмост, ки *ҳангоми баланд шудани ҳарорати газ фишори он меафзояд.*



Рас. 5.8

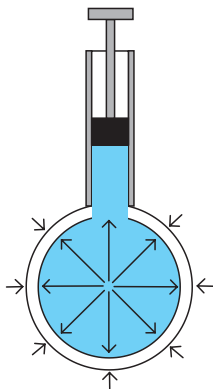


1. *Фишор доштани газ чӣ маънӣ дорад?*
2. *Ба деворҳои зарф фишор овардани газро дар таҷриба чӣ тавр санҷидан мумкин аст?*
3. *Гази фишурда назар ба гази тунук фишори зиёд дорад. Шумо инро чӣ шарҳ медиҳед?*
4. *”Туфак” ном бозичаи бачагона чӣ тавр “кор мекунад”?*
5. *Мили танку тўпро аз навъҳои бисе мустаҳкамӣ пӯлод месозанд. Ин чӣ зарурат дорад?*
- \*6. *Дар сурати 40 °C будани ҳарорати ҳаво таҷрибае, ки дар анҷоми матн баён кардем (рас. 5.8) чӣ тағйирот мебинад?*

### §5.3. Фишоргузаронии моеъҳо ва газҳо. Қонуни Паскал

Дар мавриди ба сатҳи ҳисми саҳт бо ин ё он қувва таъсир овардан он ҳисм ба самти таъсири қувва фишор меҳӯрад – ин имкон медиҳад, ки мо ба ҳисми саҳт ба самти муайян таъсир расонем (побел кардани замин, кӯбидани меҳ, тарошидани оҳан ва м.и.).

Дар моеъҳо ва газҳо чунин нест: дар ин моддаҳо қувваи фишори ба самти муайян равонашуда ба тамоми ҳаҷми моеъ (ё газ), яъне ба ҳама самтҳо дода мешавад. Ин аз он ҷо равшан аст, ки агар ба зарфи пури об аз туфанг тир занем, зарф пора-пора мешавад. Пора-пора шудани зарф натиҷаи он аст, ки ҳангоми ба зарф ворид гаштани тир фишор дар ҳама ҷойи зарф зиёд мешавад – агар фишори ба моеъ овардаи тир танҳо сӯйи пеш самт медошт, зарф танҳо дар ҷойҳои даромад ва баромади тир фишор хӯрда, сӯроҳ мешуд (мисли он ки тир тахтаро дар роҳи рафти худ сӯроҳ мекунад, вале ба ҷойҳои дигари он асар надорад).



Рас. 5.9

Таҷрибае ҳам анҷом додан осон аст, ки ҳосияти фишоргузаронии газҳо ба таври аёнитар нишон диҳад. Барои ин як тўбчаи теннис ё тўбчаи резинӣ ё пластмассӣ, як *сиринҷ* (ё худ *шприц*)-и тиббӣ ва каме пластилин барои маҳкам кардани ҷойи васли тўбчаву ҳамон сиринҷ зарур аст.

Тўбчаро ҷо-ҷо сӯроҳҳои хурд-хурд мекунем. Баъд онро ба воситаи сиринҷ пури об мекунем. Акнун агар сунбаи сиринҷро паҳш кунем, аз ҳама сӯроҳҳо об ҷаввора мезанад (рас.5.9).



**Паскал Блез** (1623–62) – риёзидон, физикдон ва файласуфи фаронсавӣ. Бо тахсила хонагӣ дар риёзиёт ва физика бисёр мохир гардида будааст. Дар овони 16-солагӣ ба кашфи қазие комёб гаштааст, ки он дар хандасаи тасвирӣ (хандасаи фазой) бо номи қазияи *Паскал* маъруф гашта. Дар физика ӯ қонуни ба ҳама сӯ бе ҳеч гуна тағйирот дода шудани фишори ба моеъ расидаро кашф кардааст. Ин қонун *қонуни Паскал* ном дорад. Паскал тарзи кори манганиаи обӣ (пресси хидравликӣ)-ро шарҳ дод, с.1646 дар заминаи таҷрибаи Торричелӣ вучуд доштани фишори хаворо ба исбот расонд ва ғайра.

Дониши муҳимме, ки шумо бояд аз ин таҷриба бигиред, ин аст, ки об ба ҳар сӯ – чапу рост, пасу пеш ва таҳу тор як хел ҷавора мезанад – ин он гуна маънӣ дорад, ки фишори сунбаи сирич ба ҳама тараф як хел дода мешавад, вақте ки сунба ба оби даруни сирич фишор меоварад, молекулаҳои фишорхӯрда ба зарраҳои наздики худ зичтар мешаванд ва фишорро ба ҷойҳои дигари моеъ, ба ҳама сӯ мерасонанд; он гоҳ фишор дар ҳама ҷойи ҳаҷми моеъ зиёдтар (ва якхела) мешавад.

Тақрори таҷриба дар сурати ба ҷойи об пури дуд кардани тӯбчаву сирич низ ҳамин гуна натиҷа медиҳад, фишори сунбаи сирич ба ҳама ҷойи ҳаҷми тӯбчаи пурдуд як хел дода мешавад. Олати дар рас. 5.9 тасвиршуда *кураи Паскал* ном гирифтааст.

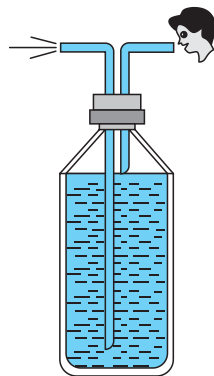
Таҷрибаи дигари аёнӣ ва сода таҷрибаест, ки шумо онро чандин бор кардаед: агар як сари найчаи борики покизаеро бо кафки собун биолоед ва нӯги дигарашро ба даҳон гирифта, ба он оҳиста-оҳиста ҳаво диҳед, ба хубӣ хоҳед дид, ки хубоби собун ҳама сӯ як хел меамад.

Шарҳ ин аст: Молекулаҳои таркибдиҳандаи моеъ ё газ (бар хилофи ҷисмҳои сахт, ки заррашон танҳо дар мавқеҳои муайян як навъ “побанд” ҳастанд) бетартибона ҳаракат карда метавонанд. Ҳамин аст, ки газ дар ҳама ҷойи ҳаҷми худ зичии якхела дорад ва дараҷаи зарбаи молекулаҳо барои як воҳиди масоҳат дар ҳама ҷойи газ низ якхела аст. Ин ҷо инчунин доништан зарур аст, ки фишори моеъ (ё газ) ба сатҳи деворҳои зарф ё сатҳи ҷисми даруни он самти амудӣ дорад.

Таҷрибаҳои сершумор Б. Паскалро ба хулосае овард, ки *моеъҳо ва газҳо андаруни зарфи маҳкам фишори ба онҳо расидаро ба ҳама сӯ як хел медиҳанд*. Ин нукта *қонуни Паскал* ном гирифтааст. Ин қонун қонуни асосии *ҳидростатика* ва *аэростатика* ворӣ шохаҳои илм мебошад ва дар соҳаҳои

гуногуни илму фан ҷойи истифода бисёр дорад. Мисол ҷустанро ба худи шумо ҳавола мекунем.

1. Қонуни Паскал чӣ чихати рафтори моеъхоро ифода мекунад?
2. Сабаб чист, ки моеъҳо ва газҳо (бар хилофи ҷисмҳои сахт) фишорро ҳамма сӯ як хел мегузаронанд? Дар ин ҷо “бар хилофи ҷисмҳои сахт” гуфтан чӣ мазмун дорад?
3. Агар ба ягон ҷойи саночаки пури хамираи дандоншӯйи фишор биёрем, хамира аз даруни саночак берун мерезад. Шарҳ чист?
4. Шумо ба дучарха савор шудед. Оё дар ин сурат фишори ҳаво даруни камераҳои дучарха тағйир намеёбад? Оё фишори ҳаво дар қисмҳои боло ва поёни камераҳо яксон аст?
5. Оё қонуни Паскал дар шароити бевазний (чун даруни радифи маснӯи Замин) риоя мешавад?
6. Чарост, ки таркиши зеробӣ боиси марғи моҳиён ва ҷонварони дигари обӣ мегардад?
7. Агар аз туфанги борикмил ба тухми пухта тир занем, тухм сӯроҳ мешавад. Аммо агар ба тухми хом тир занем, тухм... мешавад. Чӣ мешавад? Чаро... мешавад?
8. Ду найча аз тариқи пӯке, ки чун даҳонаки шиша хидмат мекунад, гузаронда шудаанд (рас. 5.10); сари поёни найчаи дароз дар об асту найчаи кӯтоҳ – дар фазои рӯйи он. Агар аз тариқи найчаи кӯтоҳ пуф кунем, оби шиша ба воситаи найчаи дароз берун мерезад. (Дар мавриди сахтгар пуф кардан оби берушоранда гард-гард мешавад). Оё дар сурати аз тариқи найчаи дароз пуф кардан низ об аз найчаи дигар берун мерезад?

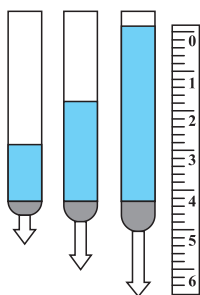


Рас. 5.10

## §5.4. Фишори ҳидростатикӣи моеъ (ва газ)

Акнун бинем, ки аз ҳисоби қисми болои сутуни моеъ дар қабатҳои поёнии моеъ (ё газ) чӣ қадар фишор ба вучуд меояд.

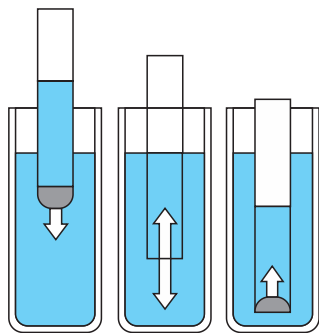
Таҷриба мегӯяд, ки қабатҳои болоии моеъ ба қабатҳои поёнии он бо вазни худ фишор меоранд. Фишореро, ки андаруни моеъ аз ҳисоби қисми болои сутуни моеъ ба вучуд меояд, *фишори ҳидростатикӣ* мегӯянд. Ин фишор дар ҳамон як ҷуқури (аз сатҳи болои моеъ) дар ҳамма сӯ ҳамон як қимат дорад.



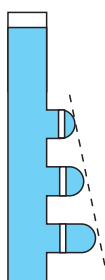
Рас. 5.11

Инро санчидан душвор нест. Се найчаи шишагини якхела гирифта, нўгҳои поёни онҳоро пардаи резинии тунук мебандем ва дар онҳо то баландии гуногун об мерезем (рас. 5.11). Он гоҳ пардаҳо сўйи поён халта мезананд. Ҳар қадаре ки сутуни оби найча баландтар бошад, пардаи сари он ҳамон қадар бештар халта мезанад, яъне *дарачаи дамидагии пардаҳо ба баландии сутуни моеъ бастагӣ дорад.*

Агар найчаи обдорро дар зарфи обдор гўтонем (рас. 5.12), мебинем, ки ба қадри ҳарчи чуқуртар гўтондани найча дамидагии пардаи резинӣ пасттар мешавад ва вақте ки сатҳи оби найча ба сатҳи оби зарф баробар шавад, пардаи резинии дамида ба куллӣ ҳамвор мешавад (тасвири дуюм). Ҳамвор шудани парда натиҷаи он аст, ки дар ин маврид таъсир ба парда аз болову поён яксон аст.



Рас. 5.12

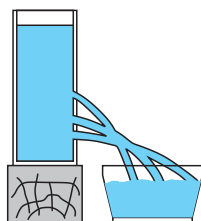


Рас. 5.13

Мавридҳои якум ва сеюми рас. 5.12 бе шарҳ низ фаҳмоистанд. Дар рас. 5.12 ва 5.13 дарозии тирчаҳо дарачаи таъсири ба пардаи резинӣ расидаро ифода мекунанд. Ҳамин тариқ, дамидани пардаҳо натиҷаи (таъсири) фишорест, ки онро андаруни моеъ қувваи ба моеъ таъсиркунанда ба вучуд меоварад.

Гуфтаҳои болоро таҷрибае низ тасдиқ мекунанд, ки дар рас. 5.13 омадааст. Найчаи дароз аз паҳлу чанд даричаи барҷаста дорад. Агар ин даричаҳоро монанди таҷрибаи пешина пардаи резинии тунук баста, найчаро пури об кунем, мебинем, ки пардаҳо сўйи берун медаманд – ин далели вучуд доштани фишор андаруни моеъ мебошад.

Ҳамин тариқ, дарачаи дамидагии пардаҳо ба баландии сутуни моеъ мутаносиб аст, яъне ҳар қадаре ки парда чуқуртар ҷой гирифта бошад, ҳамон қадар зиёдтар медаманд. Тиракҳои обе ҳам, ки аз сўроҳҳои паҳлуи зарф берун мепаранд (рас. 5.14) ин гуфтаро ба хубӣ тасдиқ мекунанд.



Рас. 5.14





1. Фишори хидростатикӣ чӣ гуна фишор аст?
2. Шумо аз кучо хулоса мегиред, ки қабатҳои болоии моеъи даруни зарф ба қабатҳои поёни бо вазни худ фишор меоваранд?
3. Ҳолате, ки дар мобайни рас. 5.12 тасвир шудааст, аз ҳолатҳои қанори он чӣ фарқ мекунад?

## Супориш

Кӯшиш кунед бифаҳмед, ки расмҳои 5.11-5.14 чӣ умумият доранд.

## §5.5. Фишори моеъ ба қаъри зарф ва деворҳои он

### I

Фишори моеъро ба қаъри зарф (кафи зарф) ва деворҳои он баҳо дод кардан мушқил нест. Барои ин қувваи фишорро ба масоҳате тақсим кардан мебошад, ки таҳти таъсири қувва қарор гирифтааст.

Қуввае, ки моеъи даруни зарф бо он ба воҳиди масоҳати қаъри зарф фишор меорад (чунон ки дар мавзӯи пешина дидем), ба вазни сутуни моеъи болои он масоҳат баробар аст. Ба гуфти дигар, қувваи фишори моеъ (дар сурати якхела будани масоҳати ҳама буришҳои сутуни моеъ) ба қувваи вазнинии баробар аст, ки моеъ бо он ба қаъри зарф таъсир меорад.

Қувваи вазнинии моеъ  $F_g$  бо массаи моеъ  $m$  чунин алоқаманд аст ( $g$  – шитоби афтиши озодона):

$$F_g = mg. \quad (1)$$

Пас, агар масоҳати қаъри зарфро бо  $S$  ишорат кунем, фишори моеъ  $p$ -ро чунин ифода кардан мумкин аст:

$$p = \frac{F_g}{S} = \frac{mg}{S}. \quad (2)$$

Массаи моеъ  $m$  бо зичии он  $\rho$  алоқамандии сода дорад:

$$m = \rho V. \quad (3)$$

ки ин ҷо  $V$  ҳаҷми моеъ аст. Азбаски ҳаҷми моеъ ба ҳосили зарби масоҳати қаъри зарф  $S$  ва баландии сутуни моеъ  $h$  баробар аст, пас, формулаи (3)-ро ба (2) гузошта, барои фишори моеъ чунин ифода ҳосил мекунем:

$$p = m \frac{g}{S} = \rho V \frac{g}{S} = \rho Sh \frac{g}{S} = \rho gh, \quad p = \rho gh, \quad (4)$$

яъне фишори ба қаъри зарф овардаи моеъ ба зичии моеъ ва баландии сутуни моеъ мутаносиб мебошад. Бинед, ки *фишори моеъ ба масоҳати қаъри зарф бастагӣ надорад*.

Ба воситаи ин формулаи сода на танҳо фишори моеъро ба қаъри зарф ва деворҳои он, балки инчунин фишореро ҳам ёфтани осон аст, ки андаруни моеъ аз поён сӯйи боло таъсир меорад. Ин хулоса аз он ҷо сар мезанад, ки *дар чуқуриҳои муайян фишори моеъ ба ҳама тараф ҳамон як қимат дорад*.

Мафҳумҳои *фишори моеъ* ва *қувваи фишори моеъ*, чунонки аз номшон равшан аст, айна якдигар нестанд, яъне фарқ доранд. Биёед, инро дар ҳалли **масъалаи** зайл бинем.

**Зарфе мегирем, ки кафаш (қаъраш) андозаҳои 20 см X 40 см дошта бошад ва онро то баландии 25 см об рехта, муайян мекунем, ки**

- 1) ин микдор об ба кафи зарф бо чӣ қадар қувва фишор меорад;
- 2) фишори об ба кафи зарф чӣ қадар аст.

*Додаҳо:* андозаҳои кафи зарф 0,2 м X 0,4 м;  
баландии сутуни об 0,25 м.

*Ҳал.* 1) *Қувваи фишори моеъ* ба кафи зарф (зарфи мо росткунҷа аст) ҳамчени вазни моеъ аст. Вазни моеъ  $P$  аз рӯйи массаи он  $m$  ёфта мешавад:  $P = mg$  ( $g$  – шитоби афтиши озодона).

Массаи об бо ҳаҷм  $V$  ва зичии он  $\rho$  чунин алоқаманд аст:

$$m = \rho V.$$

Азбаски об зичии  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$  ва ҳаҷми

$$V = 0,2 \text{ м} \times 0,4 \text{ м} \times 0,25 \text{ м} = 0,02 \text{ м}^3$$

дорад, пас, масса ва вазни об инқадарианд:

$$m = \rho V = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,02 \text{ м}^3 = 20 \text{ кг},$$

$$P = mg = 20 \cdot 10 \text{ Н/кг} = 200 \text{ Н}.$$

2) Акнун *фишори моеъро* меёбем. Дар формулаи фишор  $S$  масоҳати қаъри зарф аст ва дар масъалаи мо қимати

$$S = 0,2 \text{ м} \cdot 0,4 \text{ м} = 0,08 \text{ м}^2$$

дорад. Пас, фишори моеъ ба қаъри зарф ин қадар хоҳад буд:

$$p = \frac{P}{S} = \frac{200 \text{ Н}}{0,08 \text{ м}^2} = 2500 \text{ Па. (Поён)}.$$

Масъалаи ёфтани фишори моеъро ба қаъри зарф **бо роҳи дигар** низ ҳал кардан мумкин аст. Массаи об  $m$ , ҳаҷми он  $V$ , масоҳати қаъри зарф  $S$  ва сутуни об  $h$  чунин алоқаманданд:

$$P = mg = \rho V = \rho S h.$$

Фишорро меёбем:

$$p = \frac{P}{S} = \frac{g\rho Sh}{S} = g\rho h,$$

$$p = \rho gh, \quad p = 10 \frac{H}{\text{кг}} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,25 \text{ м} = 2500 \text{ Па. (Поён)}$$

Хонандаи азиз! Ин натиҷаҳоро бо он чӣ мо пеш аз баёни масъала гуфтем, муқоиса кунед ва хулоса бигиред.

## II

Акнун ҳалли чанд масъалаи дигарро бинем.

**Масъалаи 1.** Фишори оби баҳрро барои чуқурии 10 м ёбед.  
Зичии оби баҳрро  $1030 \text{ кг/м}^3$  гиред.

Ҳал бе тағйири шакли ифодаи охир ба даст меояд:

$$\left. \begin{array}{l} h = 10 \text{ м}, \\ \rho = 1030 \text{ кг/м}^3, \\ g \cong 10 \text{ Н/кг} \\ p = ? \end{array} \right| \begin{array}{l} p = g\rho h, \\ p = 10 \frac{H}{\text{кг}} \cdot 1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \text{ м} = 103000 \frac{H}{\text{м}^2} = 103000 \text{ Па} \end{array}$$

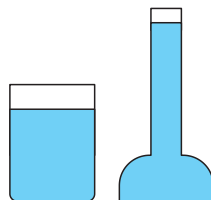
**Масъалаи 2.** Дар чойҳои чуқуртарини укёнуси Ором фишори об 112 270 кПа аст. Зичии оби баҳрро  $1030 \text{ кг/м}^3$  гирифта, муайян кунед, ки он чойҳо чӣ қадар чуқуранд.

Ҳал. Додаҳои масъала (ба ҷуз фишори об) ҳамонанд, ки дар масъалаи 1 овардем. Баландии сутуни обро аз ҳамон ифодаи (4) меёбем:

$$p = \rho gh, \quad h = \frac{p}{\rho g},$$

$$h = \frac{112\,270\,000 \text{ Па}}{1030 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 10900 \text{ м}.$$

**Масъалаи 3.** Зарфҳое, ки дар рас. 5.15 тасвир шудаанд, об (ё моеъи яххелаи дигар) доранд, вале баландии сутуни моеъ дар зарфи гарданборик ду бор зиёд аст. Об ба қарри кадом зарф бештар фишор меорад? Фишори беш аз фишори кам чанд бор зиёд аст?



Рас. 5.15

Ҳал. Формулаи ҳисоби фишорҳо ҳамон аст, ки дар масъалаҳои 1 ва 2 ба кор бурдем. Барои зарфи якум ва дуюм

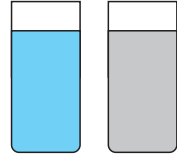
$$p_1 = \rho gh_1 \quad \text{ва} \quad p_2 = \rho gh_2$$

аст. Дар шарти масъала  $h_2 = 2h_1$  аст. Пас, нисбати фишорҳо

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{\rho g \cdot 2h_1}{\rho gh_1} = 2$$

мебарояд. Ин натиҷа ба ҳарду пурсиш посух меғӯяд.

**\*Масъалаи 4.** Ду зарфи якхела мегирем (рас. 5.16). Яке об дораду дигаре симоб. Кадомин моеъ ба қаъри зарф бештар фишор меорад ва фишори беш нисбат ба фишори кам чанд бор зиёд аст?



Рас. 5.16

*Ҳал.* Ин масъала ҳамонанди масъалаи пешина аст: он чо мо фишори сутунҳои гуногунбандии моеъҳоро муқоиса кардем; ин чо бояд фишори сутунҳои моеъҳои гуногунзичиро муайян кунем. Дар ин масъала ҳар ду моеъ баландии якхела доранд, пас, нисбати фишорҳо  $p_2/p_1$  танҳо бо нисбати зичии моеъҳо  $\rho_2/\rho_1$  таъйин мешавад:

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{\rho_2 gh}{\rho_1 gh} = \frac{\rho_2}{\rho_1}.$$

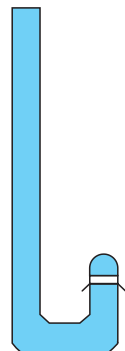
Зичии об  $1\text{ г/см}^3$  асту зичии симоб  $13,6\text{ г/см}^3$ . Пас,

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{13,6\text{ г/см}^3}{1\text{ г/см}^3} = 13,6$$

аст, яъне симоб ба кафи зарф фишоре меоварад, ки он назар ба фишори об 13,6 бор зиёд аст.



1. Фишоре, ки моеъ ба қаъри зарф меоварад, ба чӣ гуна бузургҳои физикӣ вобастагӣ дорад?
2. Фишори моеъ ба қаъри ва деворҳои зарф ва ба баландии сутуни моеъ чӣ бастагӣ дорад? ба зичии моеъ чӣ?
3. Моеъи даруни зарф ба қаъри зарф ва деворҳои он фишор меоварад. Ин фишор *фишори ҳидростатикӣ* ном гирифтааст. Фишоре ҳам, ки ба ин моеъ ба василаи ягон сунба (поршен) оварда мешавад (яъне фишори беруний), ба қаъри ва деворҳои зарф таъсир мекунад. Оё ин фишор андаруни моеъ сӯйи боло низ асар дорад?
4. Аз рас. 5.17 шумо чӣ хулоса гирифта метавонед?
5. Дар хонаҳои бисёррошӯна лӯлаҳои об (облӯла, водопровод) бояд ғафсдевор бошанд. Ин тадбир чӣ зарурат дорад?



Рас. 5.17

1. Оё шумо бо роҳи ҳисобубукитоб дарёфта метавонед, ки фишор дар ҳамон як чуқурии оби кӯл зиёд аст ё дар оби баҳр? Зичии оби баҳро  $1030 \text{ кг/м}^3$  гиред.
2. Зарфи “қадбаланде” (чун шишаи полиэтиленӣ) гиред ва дар девори пахлуи он аз поён сӯйи боло чанд сӯрохи танг-тангак кунед. Сипас он сӯрохоро ё бо коғазчаҳои тофта ё бо чӯбчаҳо маҳкам кунед. Баъд, агар зарфро пури об карда, сӯрохоро (аз поён сӯйи боло) кушодан гиред, манзарае мушоҳида мешавад, ки дар рас. 5.14 омадааст.

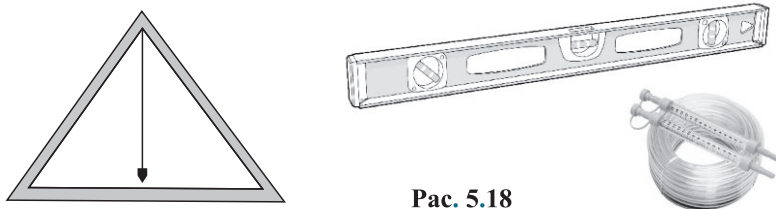
Хулосаи мушоҳидаи худро дар шакли хаттӣ баён кунед. Аз баёни шумо бояд равшан бошад, ки чаро тираки поёнии об аз ҳама дур мепарад, чаро дурии париши тиракҳои оянда (аз поён сӯйи боло) торафт камтар мешавад ва ғайра.

## §5.6. Сатҳи озоди моеъ. Обтарозу

Сатҳи озоди моеъ сатҳи рӯйи моеъ аст, сатҳест, ки (ба ҷуз канорҳояш) ба деворҳои зарфи моеъдор намерасад (ё тамос надорад).

Агар моеъ ба ин ё он зарф рехта шавад, зарфро аз поён (аз қаъри зарф) сӯйи боло пур мекунад, зеро моеъ низ чун ҷисмҳои дигар гирифтори ҷозибаи Замин аст ва сӯйи маркази Замин ҷазб мешавад. Сатҳи озоди моеъи дар зарф рехташударо молекулаҳои ташкил медиҳанд, ки баъди ором шудани моеъ аз ҳама боло ҷой мегиранд.

Моеъи ором сатҳи озоди уфуқӣ дорад. Ин хосияти сатҳи озод дар санҷиши уфуқияти ҳамвориҳо кор меояд. *Обтарозу* ном олати сода (ки се намунаи он дар рас. 5.18 омадааст) ҳамин вазифаро адо мекунад.



Рас. 5.18

Газ сатҳи озод надорад, зеро молекулаҳои ба сабаби ҳамтаъсири ночиз доштан аз якдигар дур-дуранд. Газ, чунон ки гуфтем, назар ба моеъ шорандатар аст ва ҳама ҳаҷми ба

ихтиёраш вогузоршударо пурра фаро мегирад. Фарқи кулли газҳо аз моеъҳо дар ҳамин аст – ин он гуна маънӣ дорад, ки “газтарозу” сохтан имконпазир нест.

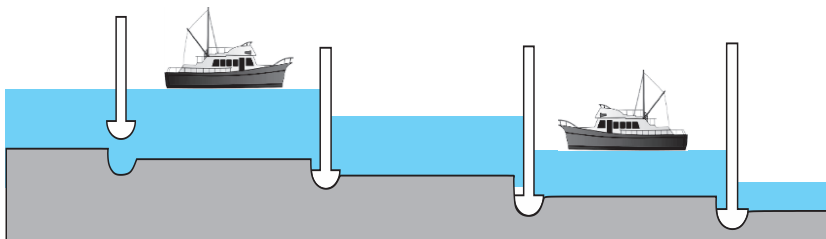
Хулоса, дар чамъбасти ду мавзӯи охир чунин гуфтан мумкин аст: қонуни асосии ҳидростатика ва аэростатика (яъне қонуни Паскал) натиҷаи ин аст, ки молекулаҳои моеъҳо ва газҳо *чунбӯӣ* (харакатмандӣ)-и зиёд доранд, яъне бисёр чунбанда мебошанд. Ҳамин чунбуии зиёди молекулаҳо аст, ки фишор дар моеъҳо ва газҳо ба ҳама тараф як хел дода мешавад.



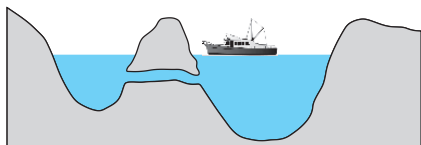
1. Сатҳи озоди моеъ чист?
2. Чарост, ки газҳо сатҳи озод надоранд?
3. Кори обтарозу бар истифодаи чӣ хосияти моеъҳо (ва як хубобчаи ҳаво) асос ёфтааст? Оё бе истифодаи моеъ ва ҳамон як хубобчаи ҳаво ягон навъ “обтарозу”-и дигар сохтан имкон надорад?
4. Оё шумо ба воситаи шоқул уфуқияти ягон сатҳро санҷида метавонед?

## Машқ

1. Дар рас. 5.9 асбобе тасвир ёфта буд, ки *кураи Паскал* ном дошт. Қонуни Паскал ба василаи ҳамин асбоб ба дараҷаи тасдиқ расидааст. Оё натиҷаи таҷрибаҳои, ки бо ин асбоб анҷом дода шудаанд, дар мавриди хобида будани сунба (поршен) тағйир намеёбад? Посухро ба сурати хаттӣ баён кунед.
2. Шумо як сақочаи пӯлодин ва як пора шишаи ҳамвор (шишаи одӣ) доред. Оё ҳамин ду чиз бас аст, ки уфуқияти сатҳи, масалан, мизро бисанҷед?

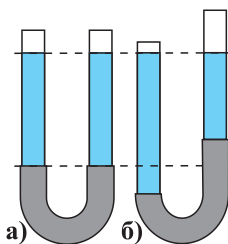


## §5.7. Зарфҳои пайваста



Ду найчаи шишагини якхеларо агар бо якдигар ба воситаи як найчаи резинӣ васл карда, баъд дар яке аз ин найчаҳо каме об резем, мебинем, ки сатҳи об дар ҳарду найча дар ҳамон як баландӣ қарор мегирад (рас. 5.19, а). Агар яке аз найчаҳоро қадре боло ё поён ҳаракат диҳем ҳам (рас.5.19, б), дар ҳарду шоха об дар ҳамон як сатҳ (баландӣ) қарор мегирад. Шумо медонед, ки ин бо хусусияти шорандагии об алоқаманд аст. Ин гуна зарфҳоро *зарфҳои пайваста* мегӯянд.

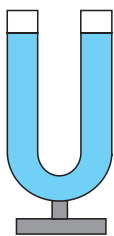
Ду зарфи обдор агар бо ягон найча (хоҳ рост бошад, хоҳ қачмоқачак) пайваст бошанд, сатҳи озоди об дар ҳарду зарф дар ҳамон як баландӣ қарор мегирад (ниг. рас.5.19, 5.20 ва тасвири қўл). Пас, бояд фаҳмо бошад, ки зарфҳои пайваста моҳиятан як зарф мебошанд, ба он маънӣ як зарфанд, ки агар ба як шохаи онҳо об резем, шохаҳои дигар низ пур мешаванд – ин аз рас. 5.21 аён аст.



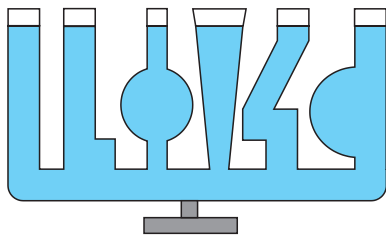
Рас. 5.19

Аммо агар ба зарфҳои пайваста – чун зарфи душоҳаи рас. 5.20 на як, балки ду навъ моеъ, масалан, об ва симоб резем, сатҳҳои озоди онҳо дар баландии гуногун қарор мегиранд (рас. 5.22). Сабаб ин аст, ки об ва симоб зичии гуногун ( $1\text{ г/см}^3$  ва  $13,6\text{ г/см}^3$ ) доранд. Аз ин рӯ сатҳҳои озоди моеъҳо дар шохаҳои зарф тавре ҷой мегиранд, ки сутунҳои ҷапу ростии моеъҳо ба миёнҷои зарфи U-шакл, яъне ба ҳамвории  $aa'$  фишори якхелаи  $p_1 = p_2$  оваранд.

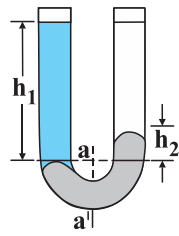
Азбаски фишори сутуни обӣ баробари  $p_1 = \rho_1gh$  асту фишори сутуни симобӣ  $p_2 = \rho_2gh$ , пас, дар сурати мувозанат доштани моеъҳо



Рас. 5.20



Рас. 5.21



Рас. 5.22

$$\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2 \quad \text{ё} \quad \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \quad \text{ё} \quad \text{ки} \quad \frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

мебошад, яъне дар зарфҳои пайваста баландии сутуни моеъҳо ба зичии онҳо мутаносиби чаппа аст. Ин гуфта он гуна маънӣ дорад, ки аз ду-се моеъе, ки дар зарфи ду-се-шоха рехта мешаванд, ҳамонаш поёнтар ҷой мегирад, ки зичии зиёдтар дорад.

## Машқ

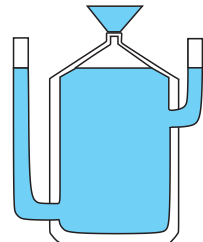
Агар шумо ин мавзӯро ба хубӣ дарк карда бошед, ба ин пурсишҳо бо осонӣ посух дода метавонед:

Фарз кунем, зарфҳои пайвастае дошта бошем иборат аз се найчаи якхела (монанди рас. 5.21.); дар ҳар найча як навъ моеъ, масалан, дар яке симоб, дар дигаре об ва дар найчаи сеюм карасин мерезем. Моеъҳо дар найчаҳо чӣ тавр ҷой мегиранд? Болотар аз ҳама кадом моеъ ҷой мегирад?

Ёрмандӣ: Зичии обу карасин ва симоб (бо  $г/см^3$ ) 1, 0,8 ва 13,6 аст.

## Пурсиш. Супориш

1. Чӣ гуна зарфҳоро зарфҳои пайваста мегӯянд?
2. Агар найчаи шишагини U-шакл танҳо як моеъ дошта бошад, дар ҳарду шохаи найча сатҳи озоди моеъ дар ҳамон як баландӣ воқеъ мешавад (ниг. рас. 5.20 ва 5.21). Агар дар як шохаи найча об ва дар шохаи дигар карасин резем, сатҳҳои озоди моеъҳо дар чӣ вазъ қарор мегиранд?
3. Баҳрҳо ва уқёнусҳои қураи Замин бо якдигар бо гулӯгоҳҳо алоқаманданд, яъне онҳо як навъ зарфҳои пайваста мебошанд. Сатҳи озоди об дар ҳама уқёнусҳо ва баҳрҳо як аст. (Баландии кӯҳҳоро нисбат ба ҳамин сатҳ ифода мекунанд ва, масалан, мегӯянд, ки қуллаи кӯҳи намаки Хочамуъмин аз сатҳи баҳр 1334 м баланд аст). Валекин сатҳи баҳри Хазар назар ба сатҳи ҷаҳонии баҳрҳо қариб 30 м поён воқеъ гаштааст. Шумо агар ин сабабро дарёбед, мефаҳмед, ки чаро баҳри Хазарро баъзан «кӯли Хазар» ном мебаранд.
4. Зарфи душохаи дар рас. 5.23 тасвиршударо пури об карда, даҳони онро (ки қифмонанд аст) пардаи резинӣ мекашем. Фаҳмост, ки об дар ҳарду шоха дар ростии оби даруни зарф қарор мегирад (бо вучуде ки сутунчаҳои об дар найчаҳо дарозии гуногун доранд). Агар пардаи даҳони зарфро каме пахш кунем, сатҳи оби зарф ва найчаҳо тағйир меёбад. Магар ин тағйирот дар найчаҳо ва зарф як хел аст?



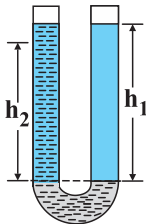
Рас. 5.23



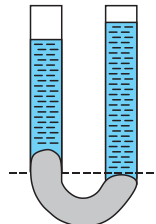
5. Оё шумо дарёфта метавонед, ки барои дар девори хона хатти уфуқӣ кашидан дар заминаи истифодаи рас. 5.18 чӣ гуна олати уфуқиятсанҷӣ сохтан мумкин аст?

Ду масъала

1. а) Найчаи шишагини U-шакл (рас. 5.24) об ва карасин дорад. Кадом шохаи найча об дорад?
- б) Бигзор сатҳи сутунчаи карасинӣ аз хатти канда-кндаи уфуқӣ 20 см боло воқеъ бошад. Баландии сутунчаи обӣ (аз ҳамон хат) бояд чанд см бошад, ки сутунчаи карасиниро дар ҳамон ҳолат нигоҳ дошта тавонад? (Посух: 16 см).
2. Дар найчаи U-шакл қадре симоб мерезем. Баъд, агар ба яке аз шохаҳои найча 17 см карасин резем, сатҳи симоб дар шохаи дигар 1 см боло меравад (рас. 5.25). Дар ин шоха чанд см об рехтан мебояд, ки сатҳи симоб дар ростои сатҳи симоби зери карасин қарор гирад? (Посух: 13,6 см).



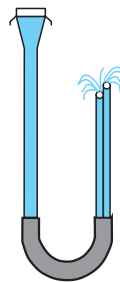
Рас. 5.24



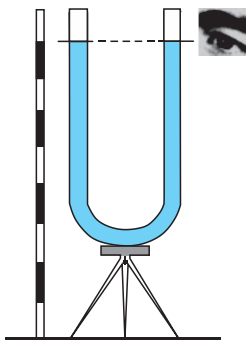
Рас. 5.25

Ду супориш

1. Аз як қиф, ду найчаи дароз ва рӯдаи резинӣ фаввора месозем (рас. 5.26). Расмро муойина карда, гӯед, ки агар шохаи қифдори найчаро болотар бардорем, оё баландӣ ва шакли фаввора тағйир намеёбад? агар даҳони қифро пардаи резинӣ кашида, ба он фишор биёрем, чӣ?



Рас. 5.26

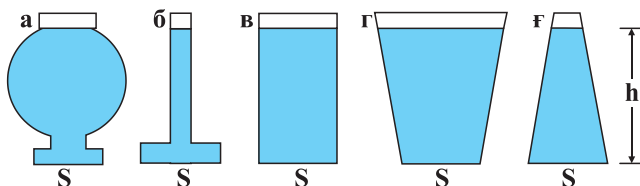


Рас. 5.27

2. Кори тарози обӣ (ё худ нивелир, аз фар. *niveler* – савия) бар истифодаи зарфҳои пайваста асос ёфтааст (рас. 5.27). Бо тарози обӣ баландии ин ё он нуқтаи сатҳи Замирно нисбат ба ягон нуқтаи дигар муайян мекунанд. Расмро муойина карда, кори ин олатро шарҳ диҳед.

## §5.8. Қувваи фишори моеъ ба қаъри зарфҳои гуногуншакл

Биёед, фишори хидростатикиро дар мисоли зарфҳои бинем, ки шакли гуногун, вале қаъри ҳамчен доранд ва дар онҳо то ҳамон як баландии  $h$  моеъ (об) рехта шудааст (рас. 5.28). Оё моеъ ба қаъри ҳама зарфҳо як хел фишор меорад?



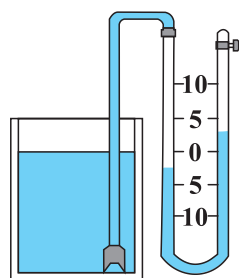
Рас. 5.28

Чунин ба назар мерасад, ки гӯё қувваи фишор дар мавриди  $a$  (тасири чаҳорум) аз ҳама зиёд ва дар мавриди  $b$  аз ҳама кам бошад. Аммо ҳақиқат чӣ гуна аст?

Чӣ бояд кард, ки масъала равшан шавад?

Асбобе сохтан хуб мебуд, ки фишорро дар чуқуриҳои гуногун, аз ҷумла дар қаъри зарфҳо нишон дода тавонад. Ин гуна асбобро дар заминаи истифодаи найчаи шишагини U-шакл сохтан осон аст (рас. 5.29). Шумо аз мавзӯҳои пешина бояд бидонед, ки агар найчаи U-шакл моеъ дошта бошад ва ба яке аз шохаҳои он камобеш фишор биёред (мисол: сӯйи даҳони яке аз шоҳаҳо андаке пуф кунед), сатҳи моеъ дар шоҳаи дигар ҳолати худро тағйир медиҳад, яъне як шоҳаи найча тағйироти фишори шоҳаи дигарро «ҳис мекунад».

Пас, агар мо куттичае гирем, ки девори як паҳлуи он аз пардаи резинӣ иборат бошад ва ин куттичаро бо ягон найчаи резинӣ дигар ба яке аз шоҳаҳои найчаи U-шакл пайваस्त кунем, он куттича вазифаи асбоби фишорсанҷиро адо карда метавонад. Агар куттичаро аз даруни моеъ оҳиста-оҳиста берун баровардан гирем, мебинем, ки моеъи шоҳаи чапи асбоб низ боло баромадан мегирад (зеро дар ин маврид фишор торафт кам мешавад), вале дар айни замон моеъи шоҳаи рост поён мефурояд ва вақте ки куттича то сатҳи озоди моеъ бардошта шавад, сатҳи моеъ дар ҳарду шоҳаи



Рас. 5.29

найчаи U-шакл баробар мешавад (сатҳи моеъ дар шохаҳо дар ростои нуктаи «0» қарор мегирад).

Ҳамин тариқ, ба воситаи ин асбоби сода фишори қабатҳои моеъро санҷидан мумкин аст. Чунончи, санҷиши фишори моеъ дар қаъри зарфҳои рас. 5.28 нишон медиҳад, ки фишор дар ҳама нуктаҳои қаъри зарфҳо, аз ҷумла дар қаъри зарфҳои  $b$  ва  $c$  як хел аст – ин ба тахмине, ки дар оғози мавзӯ баён кардем, рост нест ва шарҳ меҷаҳад.

Ҳап дар он аст, ки мувофиқи қонуни Паскал фишор аз як қабати моеъ ба қабати дигар новобаста ба шакли зарф ба ҳама тараф як хел дода мешавад. Фишори даруни моеъ танҳо ба баландии сугуни моеъ ва зичии моеъ бастагӣ дорад, яъне агар зарфҳои қиёсшаванда то ҳамон як баландӣ об дошта бошанд, фишор дар қаъри онҳо якхела хоҳад буд (чунонки дар зарфҳои мисолкардаи мо чунин аст). Дарвоқеъ, азбаски мувофиқи формулаи фишор қувваи фишори моеъ  $F = pS$  аст, масоҳати қаъри зарфҳо  $S$  баробари якдигаранд: ва, инчунин, азбаски фишор дар қаъри зарфҳо якхела аст, пас, қувваи фишор низ дар ҳама мавридҳои рас. 5.28 яксон (якхела) аст.

**\*Масъала. Масоҳати қаъри зарфҳое, ки дар рас. 5.30 тасвир шудаанд, баробари якдигаранд. Зарфи бузург якчанд килограм, вале зарфи бориқ ҳамагӣ чандсад гиром об доранд. Қувваи фишори об ба қаъри зарф дар кадомин зарф зиёд аст?**

*Ҳал.* Пеш аз ҳама бояд бигӯем, ки дар шартҳои масъала миқдори оби зарфҳо нишон дода нашудааст. Инро доништан шарт ҳам нест, зеро (шумо медонед, ки) фишори моеъ ба қаъри зарф ( $p$ ) танҳо ба баландии сугуни моеъ  $h$  ва зичии он  $\rho$  бастагӣ дорад:

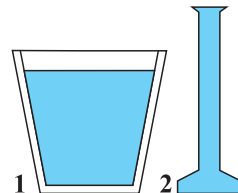
$$p = \rho gh.$$

Аммо қувваи фишори моеъ  $F$  ғайр аз зичии моеъ ва баландии сугуни он ба масоҳати қаъри зарф  $S$  низ вобаста аст:

$$F = pS = \rho ghS.$$

Ҳалли масъала талаб мекунад, ки ин формуларо барои ҳарду зарф навишта, нисбати онҳоро ёбем. Азбаски қаъри ҳарду зарф ҳамчен аст ва онҳо моеъи якхела доранд, пас,

$$F_1 = \rho gSh_1, \quad F_2 = \rho gSh_2, \quad \frac{F_2}{F_1} = \frac{h_2}{h_1}$$



Рас. 5.30

аст. Агар зарфҳои мукоисашаванда ба андозаи як бар як тасвир шуда бошанд, бо ёрии формулаи охир қимати ададии бузургҳои матлубро низ ҳосил кардан осон аст. Барои зарфҳои мисолкардаи мо  $h_2/h_1 = 1,5$  аст. Пас,  $F_2 = 1,5F_1$  мебарояд. Ин натиҷа ҳушангез аст. Фаҳм кунед онро.

1. Оё фишори моеъ дар чуқуриҳои гуногун яксон аст?

Инро бо чӣ гуна асбоб санҷидан мумкин аст?



2. Дар чӣ асос гуфтан мумкин аст, ки фишор ба ҳама тарафи муҳити моеъ як хел дода мешавад?

3. Чӣ зарурат бар он аст, ки ғаввос (одами дар об ғўтазананда), агар то чуқуриҳои зиёд ғўта заданӣ бошад, либоси махсус бипӯшад?

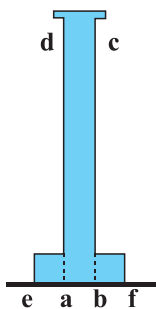
### Супориш

Кӯшиш кунед, ки аз матни ин мавзӯӣ ва ҳалли масъала хулосаи дуруст бигиред. Хулоса бояд аз як сӯ чамъбасти мавзӯӣ бошад, аз сӯйи дигар, дар назди шумо вазифа гузорад, ки дарси оянда чиро таҳқиқ кунед.

**\*Пажӯҳиш** (чӯйиши мустақилонаи илмӣ)

Агар ягон зарфи обдорро аз рӯйи Замин ба рӯйи Моҳ кӯчонем, фишори моеъ ба қаъри зарф чӣ тағйирот мебинад?

## §5.9. Таҷрибаи Паскал



Рас. 5.31

Аз мавзӯи пешина шумо бояд хулоса гирифта бошед, ки қувваи фишори моеъ ба қаъри зарф ба шакли зарф ва миқдори моеъ бастагӣ надорад. Ин қувва (барои моеъи муайянзичӣ ва масоҳати муайяни қаъри зарф) танҳо ба баландии сутуни амудии моеъ бастагӣ дорад ва ададан ба вазни ҳамин сутуни моеъ баробар аст.

Ин натиҷа ғайриҷашмдошт аст ва ба ҳамин сабаб *танокӯзи ҳидростатикӣ* (*парадокси ҳидростатикӣ*) ном гирифтааст (аз юн. *paradoxos*, ки маънои *ачиб*, *тааҷҷубовар*, *ғайриодӣ* дорад). Дар асл ин ҷо ҳеч чиз ғайриодӣ нест – ин натиҷа дар заминаи қонуни Паскал шарҳ дода мешавад:

*моёи фишори ба он додашударо ба ҳама сӯ (ба ҳама нуктаҳои моеъ) бекамукост, бе ҳеч гуна тағйирот мегузаронад.*

Ин гуфта он гуна маънӣ дорад, ки сутуни  $abcd$ -и моеъ (рас. 5.31) ҳам ба ҳама нуқтаҳои тахти худ, яъне ба нуқтаҳои соҳаи  $ab$  ва ҳам ба нуқтаҳои соҳаҳои  $ea$  ва  $bf$  як хел фишор меорад. Пас, барои ба ҳама нуқтаҳои соҳаи кафи зарф фишори зиёдтарин овардан ҳаргиз шарт нест, ки сутуни моеъ баробари масоҳати кафи зарф фарох бошад – дар ин маврид найчаи борики ҳам кофист, ки моеъи даруни он дар тамоми масоҳати қаъри зарф фишори зиёдтарин ба вучуд биёрад.

Дуруст будани ин хулосаро соли 1648 Б. Паскал собит кардааст. Ӯ ба бушкаи чӯбини пуроб найчаи борики васл кард ва вақте ки аз баландии чанд метр дар найча ҳамагӣ як коса ( $\sim 1$  л) об рехт, фишори моеъ андаруни бушка он қадар афзуд, ки тахтаҳои бушқаро аз ҳам ҷудо кард ва об аз байни онҳо ғавворасон берун рехтан гирифт (рас. 5.32). Ин тасдиқи дигари дурустии қонуни Паскал буд.

**Масъалаи 1.** Ба зарфи оҳанине, ки 1 м баландӣ дорад, найчаи 10-метра шинонданд ва онҳоро пури об карданд. Масоҳати қаъри зарфро  $0,75 \text{ м}^2$  ва зичии обро  $1000 \text{ кг/м}^3$  гирифта, фишор ва қувваи фишорро ба қаъри зарф ёбед.

$$\begin{aligned} h_1 &= 1 \text{ м}; h_2 = 10 \text{ м}, \\ S &= 0,75 \text{ м}^2, \\ \rho &= 1000 \text{ кг/м}^3, \\ g &= 10 \text{ м/с}^2, \\ p &= ? \quad F = ? \end{aligned}$$

*Ҳал.* Масъала дар заминаи ифодаи  $p = \rho gh$  ҳал мешавад. Баландии сутуни об баробари баландии зарф  $h_1$  чамъи дарозии найча  $h_2$  аст:

$$h = h_1 + h_2 = 11 \text{ м}.$$

Пас, ин аст фишори об ба қаъри зарф:

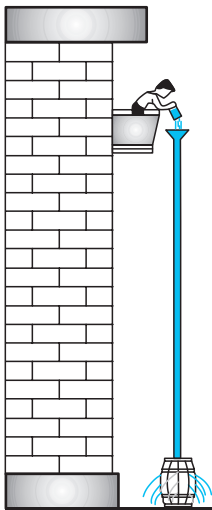
$$p = \rho gh = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 11 \text{ м} = 110\,000 \text{ Па}.$$

Акнун қувваи фишорро муайян мекунем. Ин қувва, чунонки гуфтем, ба ҳосили зарби фишори моеъ ва масоҳати қаъри зарф баробар аст:

$$F = pS,$$

$$F = 110\,000 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot 0,75 \text{ м}^2 = 82\,500 \text{ Н}.$$

**Масъалаи 2.** Масоҳати қаъри зарфе, ки онро Паскал дар таҷрибаҳои худ истифода кардааст,  $2 \text{ м}^2$  буд. Агар ба ин гуна зарф аз боло найчаи 5-метрае шинонда шавад, ки буриши  $1 \text{ см}^2$  дошта бошад ва зарфу найча пури об карда шаванд, оби даруни найча ба оби зарф бо чӣ қадар қувва фишор меоварад? Ин қувваро бо вази оби даруни найча муқоиса кунед.



Рас. 5.32

$$S_1 = 2 \text{ м}^2,$$

$$S_2 = 1 \text{ см}^2,$$

$$h = 5 \text{ м},$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3,$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2,$$

$$F = ? \quad \frac{F}{P} = ?$$

*Хал.* Аввал қувваи фишори обро ба қаъри зарф меёбем (ниг. §5.4 ва 5.5):

$$F = \rho g h S_1,$$

$$F = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 5 \text{ м} \cdot 2 \text{ м}^2 = 100000 \text{ Н}.$$

Қувваи вазнинии оби найчаро низ аз рӯи ҳамин формула ёфтан мумкин аст, ба шарте ки ба ҷойи  $S_1$  масоҳати  $S_2$ -ро бигзорем. Вале роҳи содатар ин аст, ки дар ҳисоби қувваи вазнинии оби найча ин ифодаро ба кор барем:

$$P = mg.$$

Ин ҷо  $m$  массаи оби даруни найча аст. Азбаски ҳаҷми найча

$$V = hS = 500 \text{ см} \cdot 1 \text{ см}^2 = 500 \text{ см}^3$$

аст ва  $1 \text{ см}^3$ -и об массаи  $1 \text{ г}$  дорад, пас, массаи оби найча  $m = 500 \text{ г} = 0,5 \text{ кг}$  мебошад. Аз ин рӯ вазни оби найча баробари

$$P = mg = 0,5 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 5 \text{ Н}$$

аст. Пас, қувваи фишори оби найча нисбат ба қувваи вазнинии он

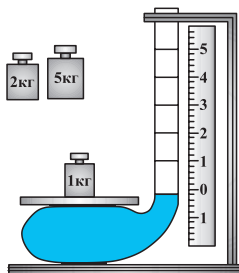
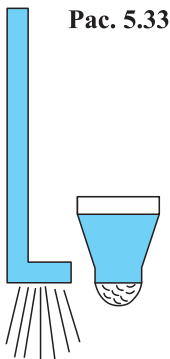
$$\frac{F}{P} = \frac{100000 \text{ Н}}{5 \text{ Н}} = 20000 \text{ бор зиёд будааст}$$



1. Мафҳуми «сутуни моеъ» чӣ маънӣ дорад?
2. Таноқузи ҳидростатикӣ (парадокси ҳидростатикӣ) чист?
3. Тачрибаи Паскал чиро собит кард?

## Ду сунориш

1. Қаъри зарфҳои дар рас. 5.33 тасвиршуда баробаранд ва пардаи резинии якхела кашида шудаанд. Агар зарфи борикро пури об кунем, пардаи резинӣ медадррад. Аммо агар ҳамон микдор обро дар зарфи дигар резем, пардаи резинӣ халта мезанаду халос (намедадррад).



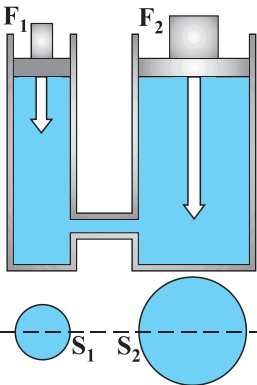
Шумо инро чӣ шарҳ медиҳед?

Мулоҳизаҳои худро бо далел баён кунед.

\*2 (Озмоиши хонагӣ – як навъ кори лабораторӣ). Найчаи шишагини тақрибан якметраеро бо камераи тӯби футбол васл кунед ва найчаро дар вазъи амудӣ ба воситаи ягон поя (штатив) тавре устувор

кунед, ки дар рас. 5.34 омадааст. Баъд дар найча он қадар об резед, ки камераи резинӣ пур шавад ва сатҳи об дар ростои нишонаи “0”-и ҷадвали паҳлуи найча қарор гирад. Сипас дар рӯи камераи резинӣ ягон бор гузоред. Бор ба моеъи даруни камера фишор меорад – дар натиҷа сатҳи об дар найча боло мебарояд; ва ҳар қадаре ки бор зиёд бошад, об ҳамон қадар болотар мебарояд. Ин вобастагиро барои борҳои гуногун таҳқиқ кунед

## §5.10. Мошинҳои ҳидравликӣ



Рас. 5.35

Дар соҳаҳои гуногуни ҳаёт мошинҳои ба кор бурда мешаванд, ки амали онҳо бар истифодаи қонунҳои ҳаракати моеъҳо ва мувозанати онҳо асос ёфтааст. Ин гуна мошинҳоро *мошинҳои ҳидравликӣ* меноманд (аз юн. *hydraulikos* – обӣ).

Соҳти содатарин мошини ҳидравликӣ дар рас. 5.35 омадааст. Ин мошин аз ду цилиндре (аз ду устувонае) иборат аст, ки буриши арзии гуногун доранд. Силиндрҳои монанди зарфҳои пайваста бо якдигар васл шудаанд ва маъмулан пури равшан мебошанд. Ин цилиндрҳо сунба (поршен) доранд. Дар ин гуна мошин яке аз

сунбаҳои хурд асту дигаре бузург, *то ки бо истифодаи қувваи кам ҳосил кардани қувваи зиёд муяссар гардад.*

Бигзор, масоҳати ба моеъ расидаи сунбаи хурд  $S_1$  ва қувваи ба он таъсиркунанда  $F_1$  бошад. Ин сунба бо таъсири қувваи  $F_1$  ба моеъ фишори  $p_1 = F_1/S_1$  оварда метавонад. Мисли ҳамин, сунбаи бузург ба моеъ бояд фишори  $p_2 = F_2/S_2$  биёрад ( $S_2$  – масоҳати сунба ва  $F_2$  – қувваи ба он таъсироваранда).

Азбаски фишори моеъ ба ҳама тараф як хел дода мешавад, пас, дар ҳама нуктаҳои даруни цилиндрҳо бояд  $p_1 = p_2$  ё ки

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}, \quad \text{яъне} \quad \frac{S_2}{S_1} = \frac{F_2}{F_1} \quad (*)$$

бошад. Пас, чанд боре ки масоҳати сунбаи калон аз масоҳати сунбаи хурд зиёд бошад, ба сунбаи калон қувваи ҳамон қадар бештар таъсир меорад.

**Масъала.** Масоҳати сунба (поршен)-и хурди мошини ҳидравликӣ  $8 \text{ см}^2$  асту масоҳати сунбаи бузурги он  $160 \text{ см}^2$ . Агар ба сунбаи хурд бо қувваи  $250 \text{ Н}$  таъсир расонем, ба сунбаи бузург чӣ қадар қувва таъсир меоварад?

*Ҳал.* Додаҳои масъала:

$$S_1 = 8 \text{ см}^2,$$

$$S_2 = 160 \text{ см}^2,$$

$$F_1 = 250 \text{ Н}.$$

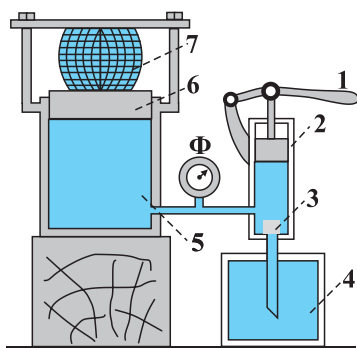
Мақсад ёфтани  $F_2$  аст. Онро аз ифодаи (\*) меёбем:

$$F_2 = \frac{S_2}{S_1} F_1, \quad F_2 = \frac{160 \text{ см}^2}{8 \text{ см}^2} \cdot 250 \text{ Н} = 5000 \text{ Н}.$$

Ин қувва бистчанди қувваест ( $5000 \text{ Н} / 250 \text{ Н} = 20$ ), ки он ба сунбаи хурд таъсир меорад.

Ҳамин тариқ, мошини ҳидравликӣ имкон медиҳад, ки ба василаи қувваи кам қувваи зиёде ба вуҷуд оварда шавад.

Мошини ҳидравликиеро, ки барои фишурдани чизҳо хидмат мекунад, манганиаи обӣ ё худ пресси ҳидравликӣ мегӯянд. Ин гуна мошин дар олатҳои обкашӣ, рехтагарӣ, дар дастгоҳҳои равғанкашӣ, қолибгарӣ ва монанди ин ба кор меравад. Яке аз навъҳои манганиаи обӣ – манганиаи фишоранда дар рас. 5.36 тасвир шудааст. Агар сунбаи хурд (2) ба воситаи дастаи 1 сӯйи поён тела дода шавад, моеъи даруни силиндри хурд фишор хӯрда, даричаи 3-ро бафта, даричаи 5-ро мекушоад – дар натиҷа қадре моеъ аз силиндри хурд ба силиндри калон шорида, сунбаи калонро водор месозад, ки каме боло баромада, ба қисми 7 фишор биёрад. Дар сурати сӯйи ақиб (боло) тела додани сунбаи хурд даричаи 5 бафта, вале даричаи

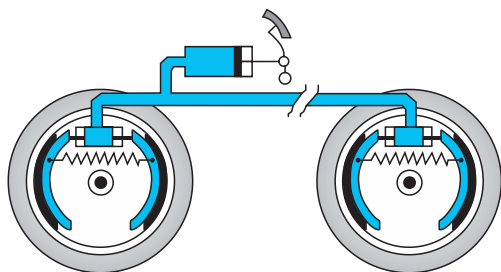


Рас. 5.36

3 кушода мешавад – он гоҳ қадре моеъ аз маҳзани 4 ба силиндри хурд мешорад. Ҳамин тариқ, сунбаи хурдро чанд бор болову поён тела дода, сунбаи калонро то ҷойи зарурӣ боло бурда, қисми 7-ро ба дараҷаи дилхоҳ фишурдан мумкин аст.

Мисоли дигари корбурди қонуни Паскал – сохти тормози моеъгӣ дар рас. 5.37 омадааст, ки кори онро дар заминаи гуфтҳои боло фаҳмидан осон аст.





Рас. 5.37 Тормози мошин ва трактор



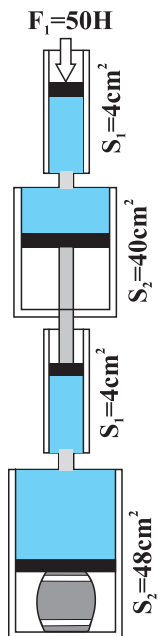
1. Мо гуфтем, ки кори мошини хидравликӣ бар истифодаи қонуни Паскал асос ёфтааст. Ин гуфта чӣ маънӣ дорад?
2. Истифодаи мошинҳои хидравликӣ аз чӣ бурд медахад?
3. Оё манганаи обӣ (пресси хидравликӣ) дар рӯйи Моҳ низ ҳамчунон қор мекунад, ки дар рӯйи Замин мекунад?
4. Бурди қувваро дар манганаи обӣ чӣ тавр баҳодод кардан мумкин аст?

### Ду масъала

1. Ба ҷисме, ки дар манганаи оби дуқушаи рас. 5.38 фишурда мешавад, чӣ қадар қувва таъсир мекунад? (Посух:  $6 \text{ кН}$ ).

2. Қутри сунба (поршени)-и хурди манганаи обӣ (пресси хидравликӣ)  $4 \text{ см}$  асту қутри сунбаи калони он –  $80 \text{ см}$ . Ба сунбаи хурд бо чӣ қадар қувва таъсир кардан мебояд, ки сунбаи калон қувваи  $10^5 \text{ Н}$  ба вучуд биёрад?

(Посух:  $250 \text{ Н}$ ).



Рас. 5.38

### Супориш



Рас. 5.39

1. Кори манганаи обиеро, ки дар рас. 5.36 тасвир ёфтааст, бори дигар таҳлил карда, бинед, ки барои ба сифати олати болобурди борҳо (чун домкрати мошин) истифода кардани мангана ба он чӣ тағйирот даровардан зарур аст.

2. Дар рас. 5.39 *домкрат* ном олати борбардорӣ тасвир ёфтааст. Дар заминаи тасаввуроте, ки шумо аз омӯзиши сохти чузъҳои манганаи обӣ ҳосил кардаед, амали домкратро шарҳ диҳед ва, аз ҷумла, гӯед, ки ин ду олат чӣ фарқ доранд.

## §5.11. Шабакаи обрасонӣ (облӯла)

Шабакаи обрасонӣ маҷмӯи олатҳои техникаест, ки вазифаи бо об таъмин гардонидани шаҳру деҳот ва корхонаҳои саноатиро адо мекунад. Онро мухтасаран *облӯла* (ба русӣ: водопровод) мегӯянд. Тарҳи як қитъаи ин гуна шабака дар рас. 5.40 омадааст. Вазифаи ҳар як ҷузъи ин иншоот аз зернавишти расм равшан аст.

Махзани об (8) дар ягон ҷойи баланд ҷой дода мешавад. Вазифаи обилои 4 соф кардан ва полонидани обест, ки аз ҳавз (1) гирифта мешавад. Оби дар обило покизашударо *оби софӣ* мегӯянд. Ин об ба воситаи тулумба (насос)-и 5 ба махзани об ва аз он ҷо ба хонаҳо (9) дода мешавад.

Шумо гоҳи истифода кардани облӯлаи маҳаллаи худ мебинед, ки фишори об дар баъзе хонаҳо зиёд асту дар баъзеи дигар – кам. Ин фишор ба фарқи баландии сатҳи озоди оби махзан ва облӯлаи хонаи шумо вобаста аст – ҳар қадаре ки махзани об баландтар воқеъ бошад, фишори об дар лӯлаҳои хонаи шумо ҳамон қадар зиёдтар мешавад.

Аммо ин навъ облӯла обро то хонаҳое, ки болотар аз сатҳи озоди моеи даруни махзан воқеъанд, бароварда наметавонад. Ба ин хонаҳо об ба воситаи тулумбаҳо суронида мешавад (ҷу тулумбаҳои 3 ва 5-и рас. 5.40, ки обро то махзани 8 суронида метавонанд).

**Масъалаи 1.** Тулумба (насос)-и обкашӣ бояд чӣ қадар фишор ба вучуд биёрад, ки обро 8 м метр боло суронад?

$\begin{aligned} h &= 8 \text{ м}, \\ \rho &= 10^3 \text{ кг/м}^3, \\ \frac{g = 10 \text{ м/с}^2}{p = ?} \end{aligned}$	<p><i>Ҳал.</i> Дар шартҳои масъала ибораи «<b>чӣ қадар фишор</b>» маънои «<i>чӣ қадар фишори камтарин</i>» дорад. Онро аз ин формула меёбем:</p> $p = \rho gh.$
---	---

Ин ҷо  $p$  фишор асту  $\rho$  – зичии об ва  $h$  – баландие, ки обро то он баровардан мебошад. Пас,

$$p = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 8 \text{ м} = 8 \cdot 10^4 \text{ Па} = 80 \text{ кПа}.$$

**Масъалаи 2.** Бинои 16-ошёна тақрибан 48 м баландӣ дорад. Бо роҳи ҳисобукитоб муайян кунед, ки фишори об дар облӯлаи ошёнаи 4-ум назар ба ошёнаи 10-ум чанд бор зиёд аст.

*Ҳал.* Ин ҷо онро ба назар гирифта зарур аст, ки фишор дар облӯлаи ин ё он ошёна ба фарқи баландии сатҳи озоди оби махзан  $H$  ва баландии ошёнаи муоинашаванда  $h$  бастагӣ дорад ва чунин ёфта мешавад:

$$p = \rho g(H-h). \quad (*)$$

Бинобар ин, ба фарзе, ки ҳар ошёна 3 м баландӣ дорад ва махзани об дар баробари ошёнаи 16-ум воқеъ аст, додаҳои масъаларо чунин сабт мекунем:

$$\begin{aligned} H &= 48 \text{ м}, \\ h &= 12 \text{ м (ошёнаи 4)}, \quad h = 30 \text{ м (ошёнаи 10)}, \\ \rho &= 10^3 \text{ кг/м}^3, \quad g = 10 \text{ м/с}^2. \end{aligned}$$

Пас, ин аст фишори об дар ошёнаҳои 4 ва 10:

$$p_4 = \rho g(H - h_4) = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} (48 \text{ м} - 12 \text{ м}) = 36 \cdot 10^4 \text{ Па},$$

$$p_{10} = \rho g(H - h_{10}) = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} (48 \text{ м} - 30 \text{ м}) = 18 \cdot 10^4 \text{ Па}.$$

Он гоҳ нисбати фишорҳо

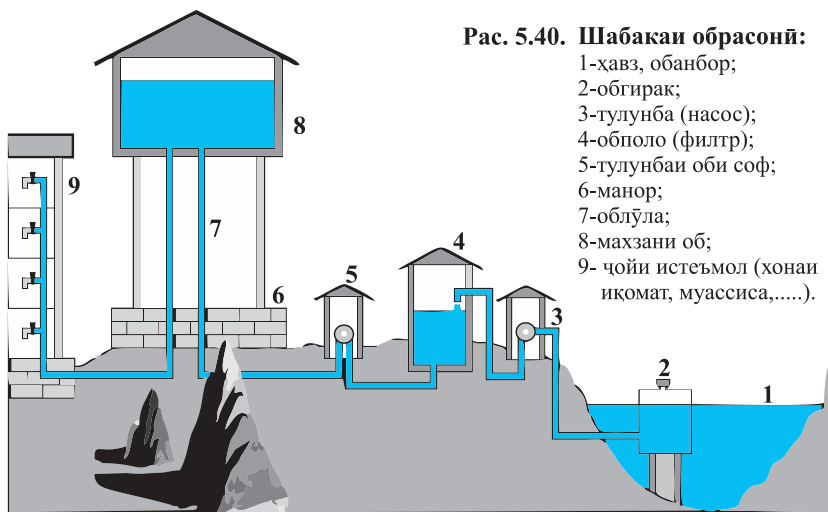
$$\frac{p_4}{p_{10}} = \frac{36 \cdot 10^4 \text{ Па}}{18 \cdot 10^4 \text{ Па}} = 2 \text{ бор (Поён)}.$$

мешавад. Талаби масъала ёфтани ҳамин нисбат буд. Аммо ин масъаларо бо **роҳи кӯтоҳтар** – бо тарзи якбора нисбат гирифтани низ ҳал кардан мумкин аст. Дар ҳақиқат, аз рӯйи ифодаи (\*) низ ҳамин натиҷа ба даст меояд:

$$\frac{p_4}{p_{10}} = \frac{\rho g(H - h_4)}{\rho g(H - h_{10})} = \frac{H - h_4}{H - h_{10}} = \frac{48 \text{ м} - 12 \text{ м}}{48 \text{ м} - 30 \text{ м}} = \frac{36}{18} = 2 \text{ бор}.$$



1. Облӯла (водопровод) чӣ гуна сохт дорад?
2. Чӣ зарурат аст, ки махзани об дар ягон ҷойи баланд нишонда шавад?
3. Ҷузъиёти облӯлае, ки дар рас. 5.40 тасвир ёфтааст, чӣ даркоранд?
4. Тулунба (насос)-и 3 дар рас. 5.40 чӣ вазифаро адо мекунад? Тулунбаи 5 чӣ вазифа дорад?



Рас. 5.40. Шабакаи обансон:

- 1-хавз, обанбор;
- 2-обгирак;
- 3-тулунба (насос);
- 4-обполо (филтр);
- 5-тулунбаи оби соф;
- 6-манор;
- 7-облӯла;
- 8-махзани об;
- 9- чойи истеъмоли (хонаи иқомат, муассиса,.....).

## Машқ

Масъалаи 2-ро бори дигар мулоҳиза кунед ва баъд масъалаи зайлро ҳал кунед: Сатҳи оби махзани дар рас. 5.40 тасвиршуда бояд чӣ қадар баланд бошад, ки фишор дар облӯлаи ошёнаи 16-ум 30 кПа шавад? (Посух: 3 м).

## §5.12. Атмосфераи Замин (ҷавви Замин) ва фишори он

Қураи Замин *ҷомаи* газие дорад, ки *атмосфера* номида шу-дааст (аз калимаҳои юнонии *atmos* – бухор ва *sphaira* – қура). Ин мафҳумро гузаштагонӣ мо бо калимаи *ҷавв* ифода кардаанд. Дар гуф-тори маъмулӣ ба ҷойи *атмосфера* ҳаво низ мегӯянд.

Мо ин ҷо чанд ҷиҳати муҳимро хотирнишон мекунем:

1) Атмосфера, чунонки гуфтем, газ аст. Саҳеҳтар гӯем, атмосфера муҳити газӣ ё ҳавоист дар гирди қураи Замин, ки ҳамроҳи он гардиш меҳӯрад. Ин муҳит аз газҳои гуногун фароҳам омадааст ва 78% нитроген, 21% оксиген, 0,9% аргон ва инчунин ба миқдори хеле кам газҳои карбонат, водород, ҳелий, неон ва ғайра дорад. (Ин номҳоро аз ёд кунед, зеро дар солҳои баъдинаи таҳсилот қор меоянд).

2) Табақаи ҳавоии Замин хеле ғафс аст ва аз сатҳи Замин то баландиҳои чанд ҳазор километр тӯл мекашад.

3) Зичии ҳаво аз поён (аз рӯи Замин) сӯи боло торафт кам шуда (ниг. §5.15), дар охир ба зичии фазои беҳавоии Кайҳон баробар мешавад. Ин аз он ҷо равшан аст, масалан, ки радифи табиии Замин, яъне **Моҳ атмосфера надорад**.

4) Атомҳову молекулаҳои таркибдихандаи атмосфера низ монанди ҷисмҳои дигар гирифтори ҷозибии Заминанд. Ба гуфти дигар, атмосфераро ҷозибии Замин нигоҳ медорад, вагарна атому молекулаҳои ҳаво пароканда шуда, ба фазои Кайҳон мераванд.

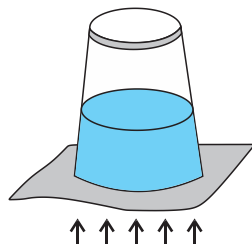
Пурсише ба миён меояд, ки чаро зичии табақаи поёнии атмосфера зиёд асту қабатҳои болои он зичии қариб сифрӣ доранд. Гап дар он аст, ки ҳар як зарраи таркиби ҳаво ба сабаби вучуд доштани қувваи вазнинӣ сӯи поён (сӯи Замин) кашида мешавад. Дар натиҷаи ин кашида шуданҳои зарраҳои ҳаво қабатҳои болоии он ба қабатҳои поёни фишор меоваранд – ҳамин аст, ки қабати рӯйизаминии ҳаво зичии зиёдтарин дорад. Дигар ин, ки ҳамаи ин қабатҳо ба сатҳи Замин ва инчунин ба сатҳи ҳама ҷисмҳои дигар – ба сатҳи об, санг, гиёҳ, тарбуз, тӯби футбол, пардаи гӯш ва ғайра фишор меоранд. Маҳз ҳамин фишор *фишори атмосферӣ* ном гирифтааст.



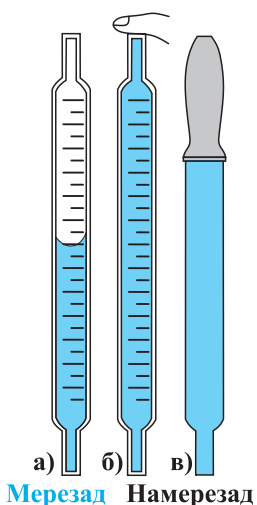
1. Атмосфера чист? Атмосфераи Замин (ё худ ҷавви Замин) аз ҷиҳати таркибӣ ёфтааст?
2. Шумо дар бораи ғафсии атмосфераи Замин чӣ медонед?
3. Оё атмосфера вазн дорад?
4. Буди атмосфераи Замин ва фишор доштани онро аз рӯи чӣ гуна падидаҳо ва таҷрибаҳо дарк кардан мумкин аст?

## §5.13. Буди атмосфераи Замин (Ҷавви Замин)

Биёед, омӯзиши ин мавзӯро аз як таҷрибаи сода оғоз кунем. Ягон шиша ё истаконро лабреси об карда, даҳонашро бо варақи коғазе пӯшонед ва онро ба пахнаи даст (кафи даст) пахш кунед. Баъд, агар зарфро вожгун (чаппагардон) кунед ва дасти худро аз зери он баргиред, мебинед, ки (Воачабо!) на коғаз меафтад ва на об мерезад (рас. 5.41).



Рас. 5.41



Рас. 5.42

Ин падида чӣ сабаб дорад? Фикр кунед. Агар ин сабабро дарёфта натавонед, таҷрибаи зеринро муойина кунед.

Найчаи шишагине гиред, ки ҳарду нӯгаш сӯроҳ бошад (рас. 5.42,*а*). Як нӯги найчаро бо сари ангушт маҳкам карда, дар он об резед. Баъд як ангушти дасти дигари худро тар карда, бо он нӯги болои найчаро пахш кунед.

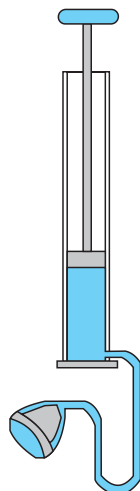
Акнун агар нӯги поёни найчаро кушоед ҳам, дар ҳоле ки нӯги болояшро бо ангушти дигари худ пахш карда истода бошед, оби он намерезад (рас. 5.42,*б*) – монанди он ки об ё доруи обакӣ аз даруни мочуча (доручаконак, пипетка), агар қисми резинии онро пахш накунад, намерезад (рас. 5.42, *в*).

Аммо агар ангуштатонро каме сушт кунед, мебинед, ки об чакра-чакра ва агар ангуштро баргиред, оби найча монанди мавриди *а* ба якборагӣ мерезад. Резини мочуча ҳам агар сӯроҳ бошад, ҳамин ҳол рӯй медиҳад (оби даруни мочуча мерезад).

Хуб, акнун фаҳм кардед, ки гап дар чӣ будааст? Хама гап дар фишори атмосферист.

Маҳз фишори атмосферист, ки дар таҷрибаи аввал коғазро ба даҳони истакони вожгун дар ҳоли пахшида нигоҳ медорад (ин таъсирот дар рас. 5.41 бо тирчаҳо тасвир ёфтааст). Валекин, вақте ки мо ангушти худро аз сӯроҳи нӯги болои найчаи рас. 5.42, *б* бармегирем ё ин ки резини мочучаро бо сӯзан сӯроҳ мекунем, фишори ҳаво дар болову поёни найчаи обдор баробар мешавад ва оби он (бо вазни худ) мерезад. Ба ёд биёред, оби шишаи вожгуне ҳам, ки чун обхӯраки мурғҳо истифода мешавад (ниг. рас. 1.2), худбахуд поён намешорид.

Таҷрибаи аёнии дигар дар рас. 5.43 омадааст. Ин ҷо қифе тасвир ёфтааст, ки даҳонаш пардаи резинии тунук кашида ва “думаш” бо тулунба (насос)-и ҳавокашӣ васл дода шудааст. Агар шумо дастаи тулунбаро андак берун кашед, мебинед, ки пардаи даҳони қиф сӯйи дарун “кашида мешавад” (ниг. пурсиши 2). Аммо агар дастаи тулунба қадре



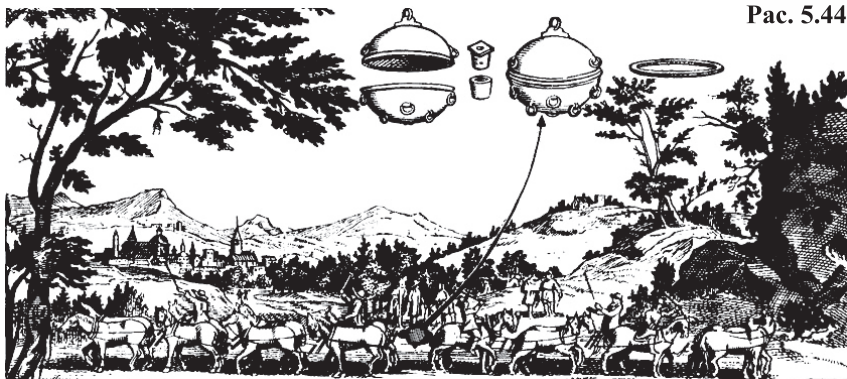
Рас. 5.43

сӯйи дарун тела дода шавад, парда медамад. Ин падидаҳо дар натиҷаи таъсири фишори атмосферӣ рух медиҳанд.

Дар охир таҷрибаи таърихиеро мухтасаран баён мекунем, ки онро ҳанӯз соли 1654 олими олмонӣ О. Герике анҷом додааст, то ки буди фишори атмосфериро ба таври аёнӣ нишон диҳад. Ба ин ният Герике ба воситаи тулунбаи ҳавокашӣ ҳавои байни ду нимкураи филизиеро (рас. 5.44), ки бо якдигар лаб бар лаб гузошта шуда буданд, кашид. Баъд ба ҳар нимкура чор чуфт–чор чуфт асп барбаст ва онҳоро тозиёна зада (ҳай карда), нишон дод, ки ин 8 чуфт асп кураҳоро аз ҳам ҷудо карда наметавонанд, зеро фишори атмосферӣ он нимкураҳоро ба ҳам бо қувваи беш аз  $28 \text{ кН}$  пахш мекунад (масоҳати сатҳи ҳар як нимкура  $2800 \text{ см}^2$  буд). Аммо вақте ки ба фазои байни нимкураҳо ҳаво сар доданд, онҳо худбахуд аз ҳам ҷудо шуданд. Ин таҷриба дар шаҳри Магдебург анҷом дода шудааст ва ҳамин аст, ки нимкураҳои дар он истифодашударо *нимкураҳои магдебургӣ* номидаанд.

?

1. Сабаб чист, ки об аз истакони вожгун (истакони чаппагардон)-и рас. 5.41 намерезад?
2. Агар дастаи тулунба (насос)-и дар рас. 5.43 тасвиршударо андаке берун кашем, мебинем, ки пардаи даҳони киф сӯйи дарун “кашида мешавад”. Оё ин ҷо “кашида мешавад” гуфтан ғалат нест? Парда сӯйи дарун кашада мешавад ё ин ки онро ягон чиз аз берун сӯйи дарун мефишорад?
3. Истифодаи нимкураҳои дарунхолии магдебургӣ чӣ чихати фишори атмосфериро равшан гардонид?
4. Оё ҳисси кунҷковӣ шуморо водор намесозад, ки асбобе сохта, қимати фишори ҳаворо чен кунед.



## §5.14. Санҷиши фишори атмосферӣ

### I

Хуб, модом ки атмосфера фишор дошта бошад, пас, қимати ададии онро дар чӣ гуна таҷриба чен кардан мумкин аст?

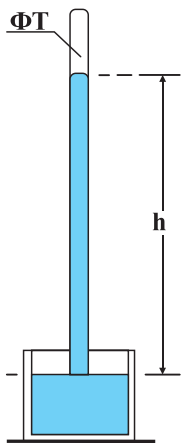
Аз ин нигоҳ таҷрибае бисёр сода ва қолиб аст, ки онро ҳанӯз соли 1643 олими итолиёӣ Е. Торричеллӣ муайян анҷом додааст.

Торричеллӣ найчаи шишагини тақрибан якметраеро, ки як нӯгаш ба таври ҳавоногузар маҳкам (кафшер) шуда буд, пури симоб карда, нӯги кушодашро бо сари ангушт баст ва онро (дар ҳамон ҳол) дар косаи симобдор фуру бурд. Вақте ки Торричеллӣ ангушти худро аз сари найча баргирифт, дид, ки на ҳамаи симоби даруни найча, балки тақрибан чаҳоряки он ба коса рехт – ин маврид дар рас. 5.45 тасвир шудааст. Фазаи холиро, ки дар қисми болои найча вожун пас аз поён омадани симоби даруни найча пайдо мешавад, *фазаи Торричеллӣ* ё *холигии Торричеллӣ* мегӯянд. Ин холигӣ дар расм бо “ФТ” ишорат шудааст. Торричеллӣ барои  $h$  чунин натиҷа ҳосил кард:

$$h = 760 \text{ ммHg.}$$

Ин ҷо “ммHg” ишорати *миллиметри сутунҷаи симобӣ* аст.

**Шарҳи натиҷа.** Ин таҷрибаро худӣ Торричеллӣ шарҳ додааст. Гап дар он аст, ки ҳама чиз, аз ҷумла симоби даруни коса таҳти таъсири фишори атмосферӣ қарор дорад, яъне атмосфера ба сатҳи симоби коса дойиман фишор меёрад. Вақте ки найчаи пурсимобро вожун (чаппагардон) кунем, симоб аз найча ба коса то даме мерезад, ки вазни симоби дар найча боқимонда бо фишори атмосферӣ мувозанат ёбад. Фишор дар зери найча дар ростои сатҳи симоби даруни коса (дар ростои хатти канда-кандаи рас. 5.45) низ баробари фишори атмосферӣ аст.



Рас. 5.45

Азбаски қисми болои фазаи даруни найча беҳавост, пас, фишор дар зери найча дар ростои хати канда-канда бо вазни сутуни симоби даруни найча ба вучуд оварда мешавад. Қимати ададии ин фишор  $P$  бо баландии сутуни симоби даруни найча  $h$  таъйин мешавад (ниг. §5.4):

$$P = \rho gh \quad (\rho - \text{зичии симоб}).$$





**Евангелиста Торричеллӣ** (1608–1647) – физикдон ва риёзидони итолиёӣ. Соли 1643 буди фишори ҳаво (фишори атмосферӣ)-ро кашф карда, бар сари онҳое, ки “Табиат аз холигиҳо метарсад” мегуфтанд, “оби сарде рехтааст”. Ӯ ба воситаи фишорсанчи симобии ихтироъкардаи худ фишори ҳаворо санҷида, фаҳмида тавонист, ки тағйироти фишори ҳаво боиси пайдоиши шамол мегардад. Торричеллӣ гармобин (термоскоп)-и Галилейро такмил дода, онро ба ҳароратсанчи алкулӣ (спиртӣ) бадал кард. Ӯ дар сохтани резбинҳо (микроскопҳо) ва дурбинҳо низ хеле мохир будааст.

Хулоса, азбаски мувофиқи қонуни Паскал фишор ҳам дар сатҳи симоби коса ва ҳам дар зери найча (чоёе, ки сатҳи поёни симоби найча ба сатҳи симоби коса мерасад) баробар аст, пас, баландии сутуни симобро чен карда, қимати ададии фишори атмосфериро ёфтан мумкин аст. Ҳар қадаре ки фишори атмосферӣ зиёд бошад, баландии сутуни симоб  $h$  (дар таҷрибаи Торричеллӣ) ҳамон қадар зиёдтар меояд.

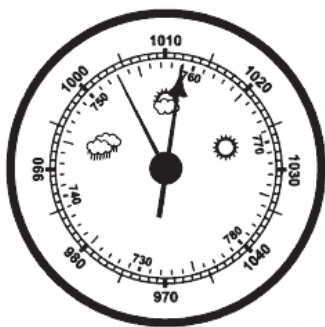
Натиҷаи таҷриба ин аст: фишори атмосферӣ дар сатҳи баҳр баробари фишорест, ки онро сутуни 760-миллиметраи симоб ба вучуд меорад.

Фишори баробар ба 760  $mmHg$ -ро *фишори муътадил* мегӯянд. Ин ном бо он алоқаманд аст, ки фишори 760  $mmHg$  барои зиндагонӣ бисе созгор мебошад.

1. Таҷрибаи Торричеллӣ ба чӣ тарз анҷом дода шудааст?
2. Агар таҷрибаи Торричеллӣ бо найчаи ғафстар ё бориктар анҷом дода шавад, натиҷааш дигаргун намешавад?
3. Ҳадафи анҷом додани таҷрибаи Торричеллӣ чӣ буд?
4. Навиштаи “760  $mmHg$ ” чӣ мазмунро ифода мекунад?
5. Мафҳумҳои *сатҳи баҳр* ва *фишори муътадил* чӣ маънӣ доранд?
6. Гуфтаи ТВ “Пагоҳ фишори ҳавои ш. Душанбе 740 миллиметри сутунчаи симобӣ хоҳад шуд” чӣ маънӣ дорад?

## Се супориш

1. Фишори ҳаво гоҳ каму гоҳ зиёд мешавад. Оё асбобе сохтан имкон дорад, ки тағйироти фишорро нишон диҳад?  
*Лавозимот:* Хаткашаки миллиметритаксимот, ягон найчаи монанд ба найчаи Торричеллӣ ва заруриёти дигар



2. Агар таҷрибаи Торричеллиро такрор кардани шавем, вале сари кушодаи найчаи пурсимбро на дар косаи симобдор, балки дар косаи обдор гузошта, ангустро аз даҳони найча баргирем, симоби он мерезад ва найча пури об мешавад. Сабаби ин дар чист?
3. Ҳар шабонарӯз аз шуши шумо 15-20 кг ҳаво мегузарад. Ин миқдор ҳаво дар фишору ҳарорати муътадил чӣ қадар ҳаҷмро фаро мегирад. Зичии ҳаворо  $1,29 \text{ кг/м}^3$  гиред.

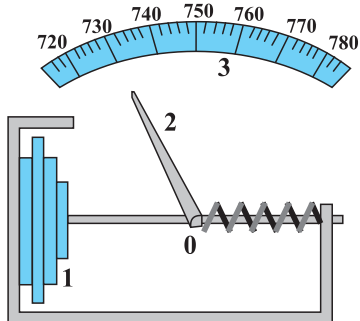
## II

Тағйироти фишори ҳаворо ба воситаи *барометр* ном асбоб чен мекунанд. Биёед, онро ба тоҷикӣ *ҳавосанҷ* (ҷаввсанҷ) гӯем.

Кори ин асбоб бар истифодаи натиҷаи таҷрибаи Торричеллӣ асос ёфтааст. Аммо азбаски ҳам симоб ва ҳам пайвастагиҳои он захиранд, барометри симобиро танҳо дар мавридҳои заруртарин ва инчунин барои анҷом додани санҷишҳои дақиқ ба қор мебаранд. Ҳавосанҷҳои филизие (металлие) низ истифода мешаванд, ки *анероид* ном гирифтаанд.

Кори анероидро аз рас. 5.46 фаҳмидан осон аст. Ҳангоми зиёд шудани фишори ҳаво куттичаи филизии 1 фишурда шуда, “думи” ақрабаки 2-ро ба худ мекашад – дар натиҷа ақраба дар гирди меҳвари беҳаракати “0” ин ё он дараҷа ба тарафи рост тоб меҳӯрад ва нӯги он дар рӯйи миқёс (шкала)-и 3 қимати фишори ҳаворо нишон медиҳад.

Хуб, фарз кунем, ки анероид фишори  $760 \text{ ммHg}$ -ро нишон диҳад. Ин, чунонки дар мавзӯи пешина гуфтем, он гуна маънӣ дорад, ки фишори атмосферӣ бо сутунҷаи симобие мувозанат дода мешавад, ки он баландии  $760 \text{ мм}$  дорад.



Рас. 5.46 Анероид.

Шумо аз маълумоти ҳаррӯзаи ТВ ва радио медонед, ки фишори ҳаво ҳар рӯз, ҳатто ҳар соат камобеш тағйир ёфта метавонад. Бинобар ин зарур меояд, ки тағйироти фишори ҳаво бо адади миллиметрҳо ё сантиметрҳои сутунҷаи симобӣ алоқаманд гардонида шавад.

Дар амалия ба сифати воҳиди фишори ҳаво 1 миллиметри сутунҷаи симобӣ, яъне 1 ммHg қабул шудааст. Пас, зарур аст, ки ҳамбастагии ин воҳидро бо воҳиди ба шумо маълуми фишор, яъне Па (паскал) равшантар баён кунем.

Азбаски зичии симоб  $\rho = 13600 \text{ кг/м}^3$  ва шитоби афтиши озодона  $g = 9,81 \text{ Н/кг}$  аст, пас, сутунҷаи 760-миллиметраи симоб ба масоҳати зери худ ин қадар фишор медиҳад:

$$p = \rho gh = 13600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,76 \text{ м} \approx 101300 \text{ Па}.$$

Аз ин қимат ба ҳар як миллиметри сутунҷаи симобӣ фишоре рост меояд, ки онро чунин ифода кардан мумкин аст:

$$1 \text{ ммHg} = 133,3 \text{ Па} \approx 1,33 \text{ хПа}.$$

Ин қадар фишорро ба ифтихори Е.Торричеллӣ *торр* номидаанд. Пас, ин ҳел навиштан мумкин аст:

$$1 \text{ торр} = 1 \text{ ммHg}.$$

Фишори баробар ба 760 ммHg «як атмосфера» ном дорад ва бо *атм* ишорат мешавад:

$$1 \text{ атм} = 760 \text{ ммHg}.$$

Имкони дигари қобили тасаввур гардонидани зуҳуроти фишори атмосферӣ ин аст, ки шумо ҳалли масъалаҳои зеринро ба хубӣ фаҳм кунед.

### Чанд масъала

#### 1. Фишори атмосфериро бо воҳиди Н/см<sup>2</sup> (нйтон бар сантиметри мураббаъ) ифода кунед.

*Ҳал.* Чунонки гуфтем, фишори атмосферии ҳамчени 1 атм бо сутунҷаи симобии баландиаш 760 мм ба вучуд оварда мешавад. Агар масоҳати асоси ин сутунҷа 1 см<sup>2</sup> бошад, қувваи фишори мазкурро баробари вазни ҳамон сутунҷаи симобӣ пиндоштан мумкин аст. Фаҳмост, ки ҳосили зарби масоҳати асоси сутунҷаи симобӣ ва баландии он ҳаҷми симоби сутунҷа *V*-ро ифода мекунад:

$$V = 1 \text{ см}^2 \cdot 76 \text{ см} = 76 \text{ см}^3.$$

Массаи симоби сутунҷа *m* бо ҳаҷми *V* ва зичии симоб  $\rho$  чунин алоқамандӣ дорад:

$$m = \rho V.$$

Пас, массаи сутунҷаи симобӣ

$$m = 13,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 76 \text{ см}^3 = 1033,6 \text{ г} = 1,0336 \text{ кг}$$

аст. Акнун формулаеро ба ёд биёрем, ки массаи ҷисм (дар масъалаи мо – сутунҷаи симобӣ)  $m$ -ро бо вазни он  $P$  алоқаманд мегардонад:

$$P = mg \quad (g - \text{шиктоби афтиши озодона}).$$

Қиматҳоро ба ин формула гузошта, вазни сутунҷаи симобиро меёбем:

$$P = 1,0336 \text{ кг} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 10,13 \text{ Н}$$

Азбаски вазни сутунҷаи симобӣ ададан баробари фишори атмосферӣ мебошад, пас, ин фишор низ ҳамин қадар аст:

$$p = \frac{P}{S} = \frac{10,13 \text{ Н}}{1 \text{ см}^2} \approx 10 \frac{\text{Н}}{\text{см}^2}$$

Ҳамин тариқ, ҳалли ин масъала имкон медиҳад, ки қимати фишори атмосферӣ ба сурати аёнитар ифода карда шавад.

**2. Оё дар таҷрибаи Торричеллӣ ба ҷойи симоб (ҳам дар коса ва ҳам дар найча) обро истифода кардан имкон дорад. Агар ин гуна таҷрибаро анҷом додани шавем, дарозии найчаро бояд чӣ қадар гирем?**

*Ҳал.* Бояд фаҳмо бошад, ки дар ин маврид низ фишорро баробари фишори атмосферӣ, яъне  $760 \text{ ммHg}$  ё худ  $101300 \text{ Па}$  гирифта ва додаҳои масъаларо чунин навиштан мебошад:

$$p = 101300 \text{ Па}, \quad \rho = 1000 \text{ кг/м}^3, \quad g = 9,8 \text{ м/с}^2.$$

Пас, баландии обе, ки андаруни найча баъди вожгун кардани он (норехта) боқӣ мемонад, бояд ин тавр ёфта шавад:

$$h = \frac{p}{\rho g} = \frac{101300 \text{ Па}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \approx 10,3 \text{ м},$$

яъне барои бо об (на бо симоб!) анҷом додани таҷрибаи Торричеллӣ найчае гирифта зарур аст, ки дарозияш беш аз  $10,3 \text{ м}$  бошад.

**3. Вакте ки Б. Паскал таҷрибаи Торричеллиро аввал дар доманаи кӯҳе ва баъд дар қуллаи он анҷом дод, дид, ки фишори ҳаво дар қуллаи кӯҳ назар ба доманаи он тақрибан  $100 \text{ ммHg}$  кам аст. Он кӯҳ чӣ қадар баландӣ дошт? Зичии ҳаворо  $\rho = 1,29 \text{ кг/м}^3$  гиред.**

*Ҳал.* Биёед, доманаи кӯҳро баробари сатҳи баҳр гирем, фишорро дар доманаи кӯҳ бо  $p_0$  ва дар қуллаи кӯҳ бо  $p_h$  ишорат кунем ва додаҳои масъаларо чунин нависем:

$$\begin{aligned}
 p &= 100 \text{ ммHg}, \\
 \rho &= 1,29 \text{ кг/м}^3, \\
 g &= 10 \text{ м/с}^2.
 \end{aligned}$$

Фарқи фишорҳо, яъне фишори 100 ммHg дар асари вазни сутуни ҳавое ба вучуд меояд, ки он (сутуни ҳаво) баробари баландии кӯҳ аст. Пас, ин аст ҳалли масъала (бо назардошти он ки 1 ммHg = 133,3 Па мебошад):

$$p_o - p_h = \rho gh, \quad h = \frac{p_o - p_h}{\rho g} = \frac{100 \cdot 133,3 \text{ Па}}{1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \approx 1033 \text{ м}.$$

## Ду масъалаи дигар

### 1. Вазни ҳавои гирди кураи Заминро, ки ба сатҳи Замин фишори 0,5 кг/см<sup>2</sup> меоварад, ёбед.

Ҳал. Ин чо “сатҳи Замин” ба маънои сатҳи пурраи Замин омадааст ва баробари  $S = 4\pi R^2$  ( $R$  – радиуси кураи Замин) мебошад. Радиуси Замин тақрибан 6400 км аст. Пас, сатҳи он

$$S = 4 \cdot 3,14 \cdot (6400 \cdot 10^5 \text{ см})^2 \approx 5 \cdot 10^{18} \text{ см}^2$$

мебарояд. Бинобар ин додаҳо ба ин сурат менависем:

$$p = 0,5 \text{ кг/см}^2, \quad S = 5 \cdot 10^{18} \text{ см}^2.$$

Вазнеро ( $P$ ), ки масъала ёфтани онро талаб мекунад, аз формулаи фишор ( $p = F/S$ ) меёбем. Ин вазн ба қуввае баробар аст, ки он фишори  $p$ -ро ба вучуд меорад, яъне  $P = F = pS$  мебошад. Пас, ин аст ҳалли масъала:

$$P = 0,5 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \cdot 5 \cdot 10^{18} \text{ см}^2 = 2,5 \cdot 10^{18} \text{ кг}.$$

### 2. Ғафсии “чомаи” ҳавоии Заминро 8000 м пиндошта, зичии онро баҳодед кунед. Фишори атмосфериро 101300 Па гиред.

Ҳал. Зичии ҳаво  $\rho$ -ро аз рӯи ифодаи алоқа-мандкунандаи  $\rho$  ва баландӣ (ғафсӣ)-и қабати ҳаво  $h$  ёфтан осон аст:  $p = \rho gh$ ,

$$\begin{aligned}
 p &= 101300 \text{ Па}, \\
 h &= 8000 \text{ м}, \\
 g &= 9,8 \text{ м/с}^2 \\
 \rho &=?
 \end{aligned}$$

$$\rho = \frac{p}{gh} = \frac{101300 \text{ Па}}{9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 8000 \text{ м}} \approx 1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3},$$

яъне ҳар як мукаабметри ҳаво андаряк 1,29 кг масса дорад.

Массаи атмосфераи Замиро дар заминаи истифодаи натиҷаи таҷрибаи Торричеллӣ ёбед.

(Ёрмандӣ: Ин масъала, агар дуруст ҳал карда шавад, назар ба масъалаи 1 натиҷаи боварбахштар медиҳад, зеро он ҷо баъзе қиматҳо тахминӣ буданд).

1. Дар сурати паст шудани фишори ҳаво ақрабаки анероиди дар рас. 5.46 тасвиршуда кадом сӯ майл меҳӯрад?
2. Фишори атмосферии 760 ммHg-ро бо паскалҳо чӣ тавр ифода кардан мебоҷад?
3. Фишори баробар ба 1 торр чӣ қадар фишор аст?
4. Дар сурати дар рӯи сайёраи Зухра анҷом додани таҷрибаи Торричеллӣ симоби найча на дар баландии 76 см (чунонки барои Замин аст), балки дар баландии қариб 70 м қарор мегирад. Оё шумо аз рӯи ин қимат гуфта метавонед, ки фишор дар рӯи Зухра назар ба фишори атмосферии заминӣ чанд бор зиёд аст?
5. Барометр чист? анероид чӣ? Чӣ даркоранд ин асбобҳо?
6. Вақте ки дарс ба поён расид, хонандае гуфт: “Барометри беруни хона назар ба барометри дарунӣ бояд фишори бештареро нишон диҳад, зеро ба барометри беруни сутуни баландтари ҳаво фишор меорад”. Оё шумо далел оварда, ин ақидаро рад карда метавонед?

## §5.15. Фишори атмосферӣ дар баландии гуногун

Мо гуфтем, ки қабатҳои болоии ҳаво бо тамоми вазни худ ба қабати рӯйизаминии он фишор меоранд. Фишор дар қабати рӯйизаминии ҳаво дар ҳарорати 0 °C, чунонки дар банди пешина гуфтем, ба 760 ммHg ё худ ба 101300 Па баробар аст. Ин қимати фишорро *фишори* (атмосферии) *муътадил* меноманд. Ҳар қадаре ки қабати муойинашавандаи ҳаво аз рӯи Замин болотар воқеъ бошад, он қабат ҳамон қадар камтар фишору зичӣ дорад.

Вобастагии фишори ҳаво ба баландӣ барои 12 км-и қабати рӯйизаминӣ дар ҷадв. 5.1 оварда шудааст. Чунонки мебинед, фишор дар баландии қариби 6000 м тақрибан 2 бор кам мешавад. Фишори ҳаво дар ҳар 12 м ба қадри  $\sim 1$  ммHg (ё 1,33 хПа) коҳида-коҳида, дар баландии 50-60 км қариб  $10^3$  бор кам мешавад. Кам шудани фишори ҳаво ба андозаи афзудани баландӣ бо вучуди қозибай Замин ва хосияти фишорхӯрандагии ҳаво (чун як моддаи газӣ) алоқаманд аст. Гап дар он аст,

ки ба сабаби сӯйи Замин чазб шудани ҳар як атому молекулаи ҳаво фишорро дар ин ё он қабати ҳаво танҳо ҳавои болои он қабат ба вучуд меорад. Сабаби он ҳам, ки қабатҳои поёни назар ба қабатҳои боло зичтаранд, дар ҳамин аст, зеро ҳар қадаре ки ин ё он қабати ҳаво аз сатҳи замин болотар воқеъ бошад, ба сабаби камтар будани миқдори ҳавои болояш ҳамон қадар камтар фишурда мешавад.

Ҳамин тариқ, фишор ва зичии ин ё он қабати ҳаво ба баландии мавқеи он қабат бастагӣ дорад. Ин вобастагиро доништа, бо *барометр* ё *анероид* ном асбоби фишорсанҷӣ муайян кардан осон аст, ки ин ё он маҳал ё қуллаи кӯҳ ё ҳавопаймои дарпарвоз аз сатҳи баҳр чӣ қадар баландӣ дорад.

Анероидҳои ба ин мақсад истифодашавандаро *авҷнамо* (яъне чизе, ки авҷро нишон медиҳад), *фарозёб* ё *баландисанҷ* ё ин ки *алтиметр* (аз лот. *altum* – баландӣ ва юн. *metreo* – чен мекунам, месанҷам) НО-мидан мумкин аст (русӣ: *алтиметр*; ингл.: *altimeter*).

Зиндагонии инсон чун чонзоди рӯйи Замин дар соҳаи хеле фароҳи тағйироти фишори ҳаво (аз 0,5 *атм* то қарибҳои ~ 4 *атм*) имконпазир аст, ба шарте ки одам ба ин тағйирот тадричан, оҳиста-оҳиста ворид шавад, то ки дар байни фишори дарунии рағҳои хунгард ва фишори ҳавои беруни фарқи зиёд ба вучуд наояд. Одам агар ба кӯҳи баланд якбора барояд, ба сабаби кам шудани ҳиссаи оксиген ва газҳои дигари таркибдихандаи ҳаво гирифтори бемории кӯҳӣ гардида метавонад.

*Пас, кӯҳи баландро оҳиста-оҳиста фатҳ кардан мебояд.*

**Масъала.** Барометр дар як деҳаи кӯҳистон фишори 740 *ммHg* ва дар деҳаи дигар фишори 670 *ммHg*-ро нишон дод.

- а) Кадоми ин деҳаҳо болотар воқеъ аст?
- б) Деҳаҳо нисбат ба сатҳи баҳр чӣ қадар баландӣ доранд?
- в) Деҳи Боло нисбат ба Деҳи Поён чанд метр болотар воқеъ шудааст?

*Ҳал.* а) Азбаски ба қадри боло баромадан фишори ҳаво кам мешавад, пас, деҳае баландтар воқеъ аст, ки дар он фишори ҳаво камтар бошад. Дар мисоли мо деҳае болотар воқеъ аст, ки ҳаво дар он фишори 670 *ммHg* дорад.

б) Фишори ҳаво аз поён сӯйи боло дар ҳар 12 м ба андозаи қариб 1 *ммHg* кам мешавад. Ин фишор аз фишори муътадил барои Деҳи Поён ба андозаи 20 *ммHg* фарқ дораду барои Деҳи

Ҷадв. 5.1	
Баландӣ h (м)	Фишор p (ммHg)
0	760
1000	674
2000	596
3000	526
4000	462
5000	405
6000	354
8000	267
10000	200
12000	150

Боло – ба андозаи  $90 \text{ ммHg}$ . Пас, Деҳи Поён аз сатҳи баҳр дар баландии  $20 \cdot 12 \text{ м} = 240 \text{ м}$  воқеъ гаштаасту Деҳи Боло дар баландии  $90 \cdot 12 \text{ м} = 1080 \text{ м}$ .

в) Модом ки як деҳа  $240 \text{ м}$  ва деҳаи дигар  $1080 \text{ м}$  болотар аз сатҳи баҳр воқеъ бошанд, пас, Деҳи Боло назар ба Деҳи Поён  $1080 \text{ м} - 240 \text{ м} = 840 \text{ м}$  баландтар аст.

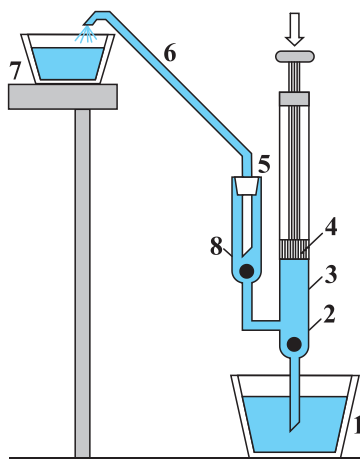
1. Фишори муътадил чӣ қадар фишор аст?
2. Сабаб чист, ки ба андозаи аз сатҳи Замин дур шудан (яъне ҳангоми боло баромадан) фишори ҳаво кам мешавад?
3. Барометр дар ноҳияи Марғоб (Мурғоб), ки дар баландии қариб  $4000 \text{ м}$  (аз сатҳи баҳр) воқеъ гаштааст, чӣ қадар фишорро нишон медиҳад? дар Хоруғ чӣ? (шаҳри Хоруғ  $2400 \text{ м}$  болотар аз сатҳи баҳр воқеъ аст).

### Супориш

Чадвали қиматҳои фишори ҳаворо дар алоқамандӣ бо баландӣ (чадвали 5.1) дар шакли нигора (дар шакли график) тасвир созед ва дар бораи он ҳар чизе, ки донед, баён кунед.

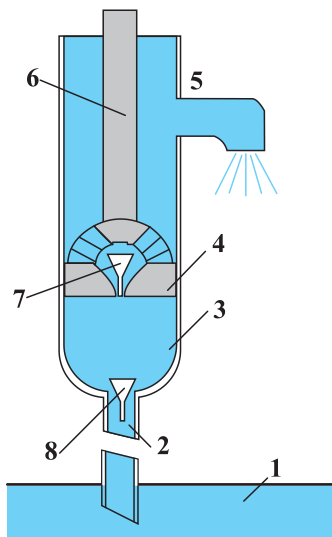
## §5.16. Тулунба (насос)

Биёед, омӯзиши ин мавзӯро низ аз як таҷрибаи қолиб оғоз кунем – ниг. рас. 5.47. Ин чо олате тасвир ёфтааст (3), ки ба асбоби дам додани камераи дучарха (велосипед) монандӣ дорад, вале он на барои ҳаво, балки барои моеъҳо таъйин шудааст. Вазифаи ин олат боло баровардани об аст аз косаи 1 то косаи 7 (ба воситаи найчаҳои 5 ва 6). Дар марҳалаи аввал ҳам найчаҳои 3, 5, 6 ва ҳам косаи 7 холианд. Ҳангоме ки сунба (поршен)-и 4 сӯйи боло кашида шавад, фишори ҳавои зери сунба кам мешавад – он гоҳ сақои 8 поён омада, тангнои найчаи 5-ро маҳкам мекунад, аммо сақои 2 дар ин маврид қадре боло рафта, роҳи обро (аз косаи 1 сӯйи боло) мекушояд – дар натиҷа об аз косаи 1 боло баромада, қисме аз найчаҳои 3 ва 5-ро пур мекунад.



Рас. 5.47





Рас. 5.48

Баъд вақте ки сунбаи 4 сӯйи поён тела дода шавад, сақои 2 тангнои найчаи 3-ро мебандад (то ки об сӯйи косаи 1 нарезад); дар айни ҳол сақои 8 низ тела дода мешавад (аммо на сӯйи поён, балки сӯйи боло) – дар натиҷа оби зери сунба бо найчаи 6 боло рафта, ба косаи 7 мерезад. Яъне агар сунбаи 4 болову поён ҳаракат дода шавад, обро боло ронда метавонад. Ин гуна асбобро *тулунба* (дар русӣ *насос*, дар англисӣ *pump*, яъне *памп*) мегӯем

Акнун ба рас. 5.48 нигаред. Кори ин тулумба низ бар истифодаи фишори ҳаво асос ёфтааст. Ин чо рақами 1 ишорати маҳзани об – обанбор, ҳавз, дарё ё чоҳ аст. Вақте

ки дастаи 6 сӯйи боло тела дода (яъне сунбаи 4 боло кашида) шавад, оби ҳавз бо таъсири фишори ҳаво ба воситаи лӯлаи 2 аз дунболи сунба боло мебарояд. Баъд, гоҳи сӯйи поён тела додани дастаи 6 дарбандаки 8 баста, вале дарбандаки 7 кушода мешаванд – дар натиҷа об аз зери сунба боло баромада, аз тариқи қачлӯлаи 5 берун рехта метавонад. Вақте ки дастаи 6 бори дигар сӯйи боло тела дода шавад, дарбандаки 7 баста, вале дарбандаки 8 кушода мешаванд ва ҳиссаи нави оби ҳавз боло мебарояд ва ғайра.

Бо ин навъ тулумбаҳо обро хеле баланд баровардан имкон дорад. Аммо *хеле баланд* гуфтан маънои *беҳад баланд* надорад: баландии барориши об барои кураи Замин на бештар аз 10,3 м аст. Ин баландиро маҳз фишори атмосферӣ маҳдуд мегардонад. Воқеан, шумо аз рӯйи таҷрибаи Торричеллӣ медонед, ки фишори атмосферӣ сутунчаи симобиро 760 мм = 0,76 м боло мебарорад. Азбаски об назар ба симоб 13,6 бор сабук аст, пас, метавон гуфт, ки фишори атмосферӣ сутунчаи обро  $13,6 \cdot 0,76 \text{ м} \approx 10,3 \text{ м}$  боло бурда метавонад.

Пас, барои то баландихоӣ беш аз 10,3 м баровардани об чӣ мебояд кард? (Ҳалли ин масъаларо худатон чӯё шавед, хонандаҳои азиз).

Тулунбаҳое, ки мо сохт ва кори онҳоро муойина кардем, тулумбаҳои нахустин, тулумбаҳои дастианд. Тулумбаҳои замонавиро тавре месозанд, ки сунбаҳо (поршенҳо)-и онҳо ба

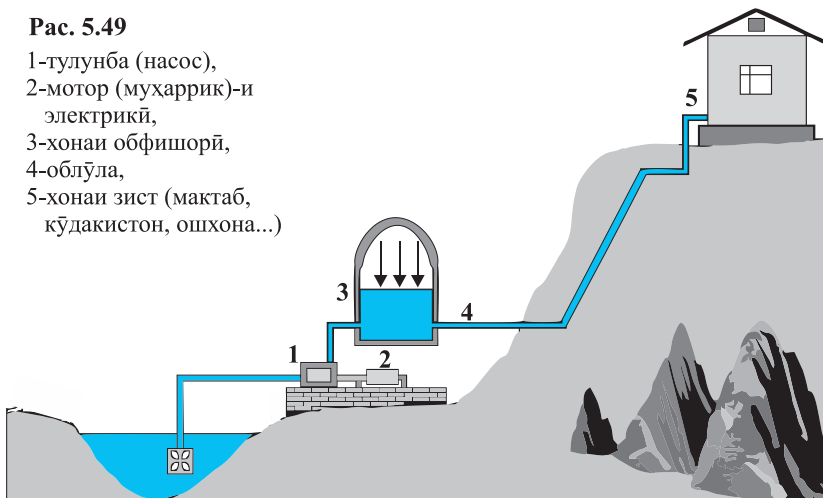
воситаи мотор (муҳаррик)-и электрикӣ болову поён ё пасу пеш ҳаракат дода шаванд, яъне тулунбаҳои замонавӣ худкоранд.



1. Донишҷӯ сохти тулунбаҳо (насосҳо) ва тарзи кори онҳо чӣ зарурат дорад?
2. Сақҳои 2 ва 8 дар рас. 5.47 ва дарбандҳои 7 ва 8 дар рас. 5.48 чӣ даркоранд?
3. Мо гуфтем, ки тулунбаи сунбадор (насоси поршендор) обро танҳо то баландии 10,3 м боло ронда метавонад. Ин гуна тулунба қарасинро чанд метр боло мебарорад?

Рас. 5.49

- 1-тулунба (насос),
- 2-мотор (муҳаррик)-и электрикӣ,
- 3-хонаи обфишорӣ,
- 4-облӯла,
- 5-хонаи зист (мактаб, кӯдакистон, ошхона...)



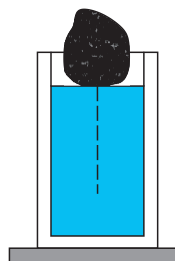
## Супориш

Рас. 5.49-ро муойина карда, ба нурсишҳои зайл посух диҳед:

1. Об аз обанбор то хонаи обфишории 3 чӣ тавр бароварда мешавад?
2. Истифодаи мотор (муҳаррик)-и электрикии 2 дар боло баровардани об чӣ зарурат дорад.
3. Оё шумо аз муқоисаи ин расм бо рас. 5.48 хулоса гирифта метавонед, ки хонаи обфишории 3 вазифаи маҳзани оби 1-и рас. 5.48-ро адо мекунад. Тирчаҳо ин ҷо чиро ифода мекунанд?
4. Хонаи 3 “хонаи обфишорӣ” номида шудааст. Шумо аз ин ном чӣ мефаҳмед? Обро чӣ мефишорад ва чӣ тавр мефишорад? Чӣ зарурат бар ин аст, ки маҳз дар ҳамин хона ба об фишор оварда шавад?

## §5.17. Қувваи болобарандае, ки андаруни моеъ ба ҷисм таъсир меоварад

**Тачриба.** Зарфи шишагинеро пури об мекунем. Сангчаеро аз сатҳи об сӯйи даруни зарф раҳо мекунем (оре, намерпартоем, балки раҳо мекунем – рас. 5.50). Сангча ба қаъри зарф меафтад. Чунин ба назар меояд, ки гӯё ягон чиз ҳаракати сангчаро моневъ намегардида бошад – монанди он ки ҳамон сангча дар ҳаво қариб бе ҳеч мамониат меафтад. Аммо оё дар асл низ чунин аст. Ин тахминро чӣ тавр бисанҷем?



Рас. 5.50

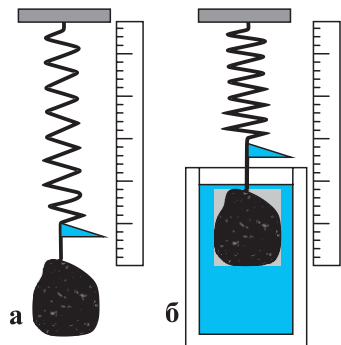
**Тачрибаи дигар.** Дар сари чангаки қуввасанчи фанарӣ (динамометри пружинӣ) боре аз ягон ҷисми сахт, масалан, ягон санг меовезем (рас. 5.51,а). Қуввасанч қувваи вазнинии ба санг таъсиркунандаро нишон медиҳад. Онро дар дафтари лаборатории худ сабт кунед.

Баъд, ҳеч чизро тағйир надода, он санги овезонро ба даруни зарфи обдор андозед (рас. 5.51,б) – мебинед, ки қуввасанч вазни камтареро нишон медиҳад. Сабаб чист?

Ин ҷо ҷойи фикр аст. Мо сангро тағйир надодаем; ҷозибай Замин низ бетағйир мондааст; пас, чӣ чиз вазни сангро кам мекунад?

Як чиз равшан аст: Азбаски вазни санги ғарқшуда кам шудааст, пас, бояд фаҳмо бошад, ки он қувваи номаълуми сангсабуккунанда муқобили қувваи вазнинӣ, яъне сӯйи боло равона аст.

Модом ки чунин бошад, пас, табиати қувваи ҷисмболобарандаро чӣ сон дарк кардан мумкин аст?

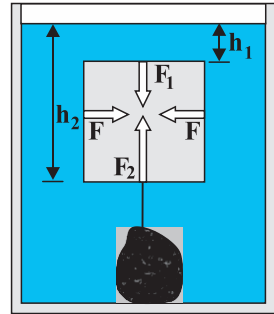


Рас. 5.51

Биёед, натиҷаи таҷрибаи охирро ба ин тариқ мулоҳиза кунем. Хиштҷаи чӯбине мегирем ва ба он бо ресмоне ягон сақои оҳанин ё ягон санг мебандем ва ҳардуро дар зарфи шаффофи обдор меандозем. Санг ба қаъри зарф меравад, вале хиштҷаи чӯбин андар об дар ҳоли муаллақ мемонад (рас. 5.52). Агар бо ангушт ба рӯйи болои хиштҷа

андак фишор биёрем, хиштча каме чуқуртар меғӯтад, аммо гоҳи аз он баргирифтани ангушт мебинем, ки хиштча аз паси ангушти мо майли боло мекунад ва то таранг шудани ресмони бор боло мебарояд.

Ин натиҷа низ нишон медиҳад, ки ба ҳисоби дар моеъ ғӯтида қувваи натиҷавие таъсир дорад, ки он ба ҳосили ҷамъии вектори қувваҳои  $F_1$  ва  $F_2$  баробар аст.



Рас. 5.52

Акнун мулоҳиза қорона ба ҳамон рас. 5.52 нигариста, фаҳмидан мебарояд, ки моеъ ба рӯйи болоии хиштча бо чӣ қадар қувва фишор меорад ва ин қувва кадом сӯ равона аст. Онро мо дар расм бо тирчаи  $F_1$  ишора кардаем. Ин қувва сӯйи поён самт дорад.

Мисли ҳамин, фаҳмидан осон аст, ки қувваи фишори моеъ ба рӯйи поёнии хиштча (яъне  $F_2$ ) сӯйи боло равона аст.

Хуб, кадоми ин қувваҳо зиёдтар аст.

Биёед, ба ёд биёрем (ниг. §5.8), ки қувваи фишори моеъ ба ин ё он рӯйи ҳисоби дар он моеъ ғӯтида бо баландии сутуни моеъи болои рӯйи муойинашаванда  $h$  таъйин мешавад:

$$F = pS = \rho ghS$$

ё барои сатҳи воҳидӣ (яъне барои  $S = 1$ )

$$F = p = \rho gh,$$

ки ин ҷо  $\rho$  зичии моеъ асту  $g$  – шитоби афтиши озодона. Рӯйи болои хиштчаи мо дар чуқурии  $h_1$  воқеъ асту рӯйи поён – дар чуқурии  $h_2$ . Азбаски бузургҳои  $\rho$  ва  $g$  барои ҳарду рӯя якхелаанд ва  $h_2 > h_1$  аст, пас, равшан аст, ки  $p_2 > p_1$ , яъне  $F_2 > F_1$  мебошанд.

**Пурсиши мантиқии навбатӣ** аз ин ҷо ба миён меояд: Моеъ ба рӯяҳои паҳлуии хиштча низ таъсир меоварад (таъсироти паҳлӯӣ дар рас. 5.52 бо тирчаҳои  $F$  ишорат шудааст); пас, *сабаб чист, ки хиштча бо таъсири қувваҳои  $F$  на сӯйи чап мераваду на сӯйи рост.*

Посух ин аст: Ин қувваҳо мисли қувваҳои  $F_1$  ва  $F_2$  зидди ҳамдигар равона бошанд ҳам, азбаски аз ҷиҳати бузургӣ баробаранд ва якдигарро барҳам мезананд, таъсири якҷояи онҳо ҳисоби ин ё он сӯ намебарояд.



**Архимед** (287–212 то м.; навишти пешинаи номи  $\bar{y}$  дар китобҳои русиву тоҷикӣ **Архимед** буд) – олими оламшумули Юнони қадим. Соҳиби чандин ихтироъ ва кашфиёт, аз ҷумла фашанг, винт, гарғараҳои гуногун, манҷаниқ ва ғ., бунёдгузори қоидаи ҷамъбандии қувваҳои мувозӣ (параллелӣ), бунёдгузори илми моеъшиносӣ – гидростатика.

Архимед муҳимтарин нуктаҳои гидростатика, аз ҷумла шартҳои шинокардани ҷисмҳо ва қонуни асосии гидростатикаро, ки бо номи “Қонуни Архимед” машҳур аст, дар “Шинои ҷисмҳо” ном китоби худ баён кардааст.

Ҳамин тариқ, ба хиштҷаи мисолкардаи мо ва ҳар гуна ҷисми дигар андаруни моеъ қувваи болобарандае  $F_6$  таъсир меоварад, ки он ба ҳосили ҷамъии векториҳои қувваҳои  $F_1$  ва  $F_2$ , яъне ба фарқи  $F_2 - F_1$  баробар аст:

$$F_6 = F_2 - F_1.$$

Маҳз ҳамин қувва ҷисмро аз даруни моеъ сӯйи боло тела медиҳад, хоҳ ҷисм дар моеъ пурра ғӯтида бошад, хоҳ қисман, он сон, ки ҷӯбе дар об дар ҳоли қисман ғӯтида шино мекунад.



1. Чӣ тавр метавон ошкор кард, ки ба ҷисми дар об ғӯтида қувваи болотеладиханда таъсир меоварад?
2. Сабаб чист, ки моеъ ба ҷисми дар он ғӯтида аз поён сӯйи боло таъсир меоварад.
- 3\*. Табиати қувваеро, ки аз тарафи об ба ҷисми дар он ғӯтида таъсир меоварад (яъне табиати қувваи архимедиро), ба чӣ роҳ пажӯҳидан осон аст?

## Супориш

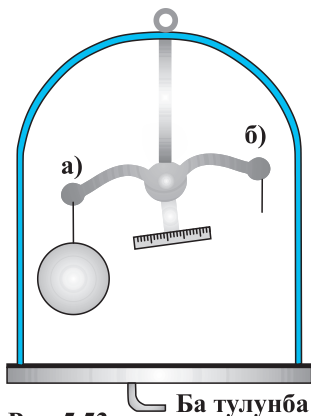
Тачрибаеро бори дигар муойина кунед, ки дар рас. 5.50 омадааст.

Кадоми ин посухҳо дуруст аст:

- а) афтиши санг (дар моеъ) аз афтиши он дар ҳаво фарқ надорад;
- б) ба санг аз тарафи моеъ камубеш қуввае таъсир меоварад, ки он аз поён сӯйи боло равона аст;
- в) ба он санг аз тарафи моеъ қуввае таъсир меоварад, ки сӯйи поён равона аст.

(Посуhi худро бо далел баён кунед ва инчунин гӯед, ки ду посухи дигар ба чӣ сабаб саҳеҳ нестанд).

## §5.18. Қувваи болобарандае, ки дар муҳити газӣ ба ҷисм таъсир меоварад



Рас. 5.53

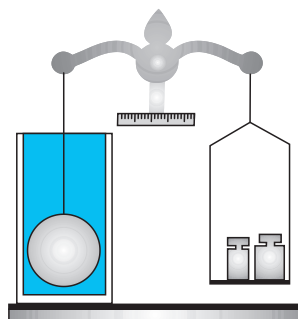
Дар банди гузашта мо дидем, ки ба ҷисми дар моеъ гӯтида ё гӯтонидашуда қувваи болобаранда таъсир меоварад. Монанди ҳамин, ба ҷисме, ки дар муҳити газӣ ҷой гирифта бошад, қуввае таъсир меоварад, ки аз поён сӯйи боло равона аст. Маҳз ҳамин қувва аст, ки пуфаки идонаи шуморо сӯйи боло майл медиҳад; ҳамин қувва аст, ки кураҳои ҳавоӣ ва дирижаблҳоро боло мебарад.

Асари ҳаворо ба ҷисмҳои дар он гӯтида ошкор сохтан баъзе душвориҳо дорад, зеро ҳама ҷо пури ҳавост. Дар рас. 5.53 гунбазакҳои тулунба (насос)-и ҳавокашиё тасвир ёфтааст, ки андарунаш тарозуи шохиндор дорад ва дар китфи чапи он курачаи шишагин овезон аст. Дар оғози таҷриба китфҳои тарозу ба воситаи мурватҳои *a* ва *b* мувозанат дода мешаванд. Баъд ба воситаи тулунбаи ҳавокашӣ ҳавои гунбазакро мекашем; дар натиҷа мувозанати тарозу вайрон мешавад – кура поён меояд.

Аён аст, ки сабабгори ин ҳолат ҳавост: вақте ки даруни гунбазак пури ҳаво буд, ба кура аз тарафи ҳаво қувваи боло-таладиҳанда таъсир мекард; аммо вақте ки ҳавои зерини гунбазак кашида шавад, таъсири ин қувва ба кура кам мешавад ва кура поён меояд.

**Мисоли дигар** дар рас. 5.54 омадааст. Ин ҷо низ монанди таҷрибаи пешина кураи шишагини сабук ва тарозуи шохиндор истифода шудаанд. Дар ибтидо кураро бо сангҳои тарозу мувозанат дода, баъд зарфи зерини кура (истакон)-ро бо газе пур мекунанд, ки он назар ба ҳаво вазнинтар бошад.

[Ба сифати ин гуна газ маъмулан газ карбонат истифода мешавад, ки зичии 1,98 г/л (гиром бар литр) дорад ва нисбат ба ҳаво яқуним бор вазнин аст].



Рас. 5.54

Он гоҳ мебинем, ки мувозанати тарозу вайрон мешавад. Аммо акнун сақо на поён, балки сӯйи боло майл мехӯрад, яъне вақте ки дар зарфи сақодор гази назар ба ҳаво вазнинтар рехта шавад, он газ ҳавои даруни зарфро танг карда берун мебарорад ва ҳудаш қувваи теладихандае ба вучуд меоварад, ки он назар ба ҳамин гуна қувваи зодаи ҳаво бештар аст – маҳз ҳамин қувва аст, ки сақоро сӯйи боло тела медиҳад.

Ҳамин тариқ, ба ҷисми дар моеъ ё газ ғӯтида (ё ғӯтонида) қуввае таъсир меорад, ки аз поён сӯйи боло равона аст. Табиати ин қувваро донишманди Юнони қадим Аршимед (тақрибан дувуним аср пеш аз милод) дарк кардааст ва ҳамин аст, ки онро *қувваи аршимедӣ* номидаанд. Акнун, ки мо хусусиятҳои ин қувваро камобеш дарк кардем, доништан мебояд, ки бузургии он ба чӣ ё чиҳо вобаста аст. Оё шумо пай бурдаед, ки бузургии қувваи аршимедӣ ба ҳаҷми ҷисми муойинашаванда ва зичии моеъ (ё газ) бастагӣ дорад.



1. Сабаб чист, ки баъзе пуфакҳои пурбодро бо ришта мебанданд (ё, чи навъе ки мегӯянд, *нӯхта мезананд*)?
2. Магар фишори ҳавои даруни пуфак аз фишори ҳавои беруни он фарқ дорад? Чӣ қувва аст, ки пуфакро сӯйи боло майл медиҳад?
3. Қувваи аршимедӣ чӣ гуна қувва аст?

### Супориш

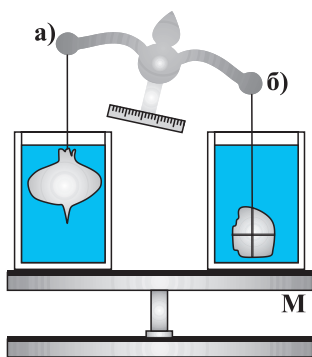
---

1. Мо дар бораи ҳамон як қувваи болобаранда сухан ронда, ду таҷрибаро муойина кардем ва дидем, ки дар як маврид (рас. 5.53) сақо поён мефурояду дар мавриди дигар (рас. 5.54) боло мебарояд. Оё шумо ин ду таҷрибаро бо якдигар чӯрӣ (мутобиқат) дода метавонед? Магар ин ҷо ягон қонуният вайрон намешавад?
2. Оё шумо метавонед бигӯед, ки қувваи аршимедиро чӣ тавр муайян кардан мумкин аст.

## §5.19\*. Қувваи аршимедӣ. Қонуни Аршимед

Хуб, қуввае, ки ҷисмҳои дар моеъ (ё газ) ғӯтидаро сӯйи боло тела медиҳад (ва *қувваи аршимедӣ* ном гирифтааст), ба чӣ вобаста аст? Оё ин қувва, чунонки дар боло ишорат кардем, ба ҳаҷми ҷисм ва зичии моеъ (газ) бастагӣ дорад?

Барои равшан гардонидани ин масъала ду таҷриба мекунем.



Рас. 5.55

китфиҳои он ду ҷисми баробармасса, вале гуногунҳаҷм – ҷунончи, дар як китфи он (тарозу) ягон лаблабу ва дар китфи дигар санге меовезем, ки ҳамвазни лаблабу бошад. Баъд тарозуро бо мурватҳои *a* ва *b* ба ҳоли мувозанат меорем. Сипас, агар мизҷаи *M*-ро, ки дар рӯйи он ду зарфи обдор дар ростии борҳои тарозу гузошта шудаанд, то дами дар об пурра ғӯтидани борҳо боло бардорем, мебинем, ки лаблабу аз ҷойи пешинааш болотар қарор мегирад.

Пурсише табиӣ аст, ки **ҷаро маҳз лаблабу боло мебарояд** (бо вучуде ки лаблабу ва санг вазни баробар доранд)?

**Посух** ин аст: лаблабу аз он сабаб боло меравад, ки ҳаҷман бузургтар аст – ин он гуна маънӣ дорад, ки қувваи болобаранда (яъне қувваи архимедӣ) ба ҳаҷми ҷисм мутаносиб аст, яъне ҳар қадаре ки ҳаҷми ҷисм зиёдтар бошад, моеъ ба он бо қувваи болобарандаи ҳамон қадар бештар таъсир меорад.

Аз ин ду таҷриба хулосаи зайл бармеояд:

*Ҷисми дар моеъ ғӯтида (ё ғӯтонидашуда) аз тарафи моеъ сӯйи боло бо қувваи тела дода мешавад, ки он ба зичии моеъ ва ҳаҷми ҷисм мутаносиб аст.*

Ин хулоса барои ҷисме низ дуруст аст, ки дар муҳити газӣ ҷойгир аст, яъне дар газ низ ба ҷисм қуввае аз поён сӯйи боло таъсир меорад, ки ба ҳаҷми ҷисм ва зичии газ мутаносиб аст. Инро низ дар таҷриба (монанди мавриди моеъҳо) бо газҳои гуногун – ҳаво, бухори эфир (*алкули этил* ё худ спирти этил), гази карбонат ва монанди ин мавриди омӯзиш қарор додан мумкин аст.

Ин корро, хонандаи азиз, ба худи шумо ҳавола мекунем.





1. Оё дар ёд доред, ки зичии модда чӣ гуна бузургии физикист?
2. Қувваи архимедӣ чӣ гуна қувва аст? Оё ин қувва аз қувваи болобарандаи бод фарқ дорад?
3. Қувваи архимедӣ ба чӣ гуна бузургиҳо бастагӣ дорад?  
Вобастагии қувваи архимедиро ба ҳаҷми ҷисм ва зичии моеъ (ё газ) чӣ тавр санҷидан мумкин аст?

## II

Акнун, биёед бинем, ки бузургии қувваи архимедиро чӣ тавр санҷидан осон аст. Барои ин дастгоҳро истифода мекунем, ки дар рас. 5.56 тасвир ёфтааст. Ин дастгоҳ ихтироӣи Архимед аст ва *сатилчаи Архимед* ном дорад. Вазифаи ин сатилчаро фаҳмидан осон аст.

*Расми а:* Дар сари фанар (пружин), ки ин ҷо чун қуввасанҷ ба кор меравад, сатилчаи ҳоли ва дар зери он бор овехта шудааст. Сатилча ва бор фанарро сӯйи поён кашида медоранд.

*Расми б* – ин ҳамон расми *а* аст, вале дар он бор дар зарфи обдор ғўтонида шудааст. Дар ин маврид ба сабаби сӯйи боло тела хўрдани ҷисм фанар фишурда мешавад. Ин ҳолро ақрабаки қуввасанҷ нишон медиҳад (дар ҳолати *б* тағйири мавқеи ақрабак бо ҳатти канда-канда тасвир шудааст). Хуб, чӣ бояд кард, ки бор ва ақрабак то ба ҳолати аввалаи худ поён оянд?

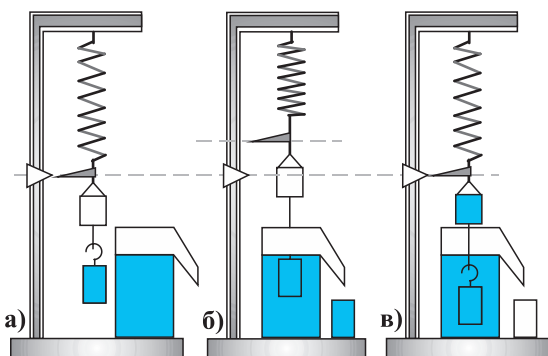
*Расми в:* Барои ин обро ба кор бурдан мумкин аст, ки гоҳи ба зарфи обдор ғўтонидани бор ба истакончаи *б* мерезад, яъне вақте ки оби истаконча дар сатилча рехта шавад, вазни умумии борҳои сари фанар чени бори аввалаи он (мисли расми *а*) мешавад ва ин бор фанарро то мавқеи аввалаи он поён мекашад.

Пас, хулоса ин аст:

а) оби истаконча обе аст, ки онро ҷисм танг карда баровардааст;

б) дар мавриди *б* борро қувваи архимедӣ боло мебарад.

в) агар оби истаконча дар сатилча рехта шавад, сатилча ба ҳолати аввала бармегардад, яъне вазни ин об баробари вазни оби тангкардаи



Рас. 5.56

чисми ғўтида аст. Пас (хулосаи умумӣ), қувваи болобарандаи ҷисм, яъне қувваи архимедӣ ба вазни оби ҳамҳаҷми ҷисм баробар будааст.

Ин хулоса моҳияти қонунеро ифода мекунад, ки он қонуни Архимед ном гирифтааст. Ин аст он қонун:

*Моеъ ҷисмеро, ки дар он (моеъ) пурра ё қисман ғўтидааст (ё ғўтонида шудааст), бо қувваи баробар ба вазни моеъи берунрондаи ҷисм сўйи боло тела медиҳад.*

Ана ҳамин қувва қувваи архимедӣ ном гирифтааст.

Модом ки қувваи архимедӣ (ишораташ:  $F_A$ ) баробари вазни моеъи берунрондаи ҷисм  $P$ , яъне  $F_A = P$  бошад, пас, бар асоси ин ки вазни моеъи берунронда  $P = mg$  ( $m$  – массаи моеъ) аст ва ин масса бо зичии моеъ  $\rho_m$  ва ҳаҷми ишғолкардаи он  $V$  ба шакли  $m = \rho_m V$  алоқамандӣ дорад, қувваи архимедиро чунин ифода кардан мумкин аст:

$$F_A = P = mg = g\rho_m V$$

ё худ

$$F_A = g\rho_m V.$$

**Муҳити газӣ.** Ҳамаи он чизе, ки мо дар бораи табиати қувваи архимедӣ гуфтем, барои газҳо низ дуруст аст, яъне агар ҷисм дар муҳити газӣ ҷой дода шавад, аз тарафи газ ба он (ҷисм) қуввае таъсир меоварад, ки сўйи боло самт дорад ва бузургии он ба ҳаҷми ҷисм ва зичии газ мутаносиб аст. Тафовут танҳо ин аст, ки дар ин маврид дар формулаи

$$F_A = g\rho_m V$$

ба ҷойи  $\rho_m$  бояд зичии газ гирифта шавад.

**Масъалаи 1. Мафҳумҳои вазни аслии ҷисм, вазни ҷисм андаруни моеъ ва қувваи архимедӣ чӣ ҳамбастагӣ доранд?**

*Ҳал.* Вазни ҷисм андаруни моеъ аз вазни аслии он фарқ дорад. Азбаски вазни ҷисм чи андаруни моеъ (онро бо  $P'$  ишорат мекунем) ва чи дар беруни он ( $P$ ) амудан поён, вале қувваи архимедӣ ( $F_A$ ) амудан боло равона мебошанд, бо назардошти аломати алҷабрӣ (аломати алгебравӣ)-и қувваи архимедӣ ва вазнҳои  $P'$  ва  $P$  ҳалро чунин ифода мекунем:

$$P' = P - F_A.$$

**Илова бар ҳалли масъала.** “Ҷисм, агар вазнинтар аз ин ё он моеъ бошад ва дар он моеъ андохта шавад, то дами ба қаъри моеъ (ё қаъри зарф, кўл, дарё ва ғ.) расидан мегўтад ва ҳангоми

дар даруни моеъ будан вазни худро ба қадри вазни моеъи ҳамҳаҷми худ гум мекунад” (гуфтаи Аршимед).

**Масъалаи 2.** Қувваи чисмболобарандаеро ёбед, ки дар оби баҳр ба масоҳати асоси чисми кубшакл (мукаабшакл)-и тарафҳояш думетрӣ таъсир меоварад?

Додаҳо:  $a = 2 \text{ м}$ ,  $\rho = 1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ,  $F_A = ?$

Ҳал. Ин ҷо  $V$  ҳаҷми чисм (куб) мебошад, ки ба  $a^3$  баробар аст. Аз ин рӯ қувваи болобаранда (қувваи архимедӣ) ин тавр ёфта мешавад:

$$F_A = g\rho_{об}a^3 = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} (2 \text{ м})^3 \approx 82 \text{ кН}.$$

**Масъалаи 3.** Санги дорои масса (чирм)-и  $80 \text{ кг}$  ва ҳаҷми  $0,032 \text{ м}^3$  дар қаъри оби кӯл хобидааст. Онро бо чӣ қадар қувва то ба рӯйи об баровардан муяссар мегардад?

Ҳал. Ба санг қувваи вазнинии  $P = mg$  ( $m$  – массаи чисм) ва қувваи архимедии  $F_A = g\rho_{об}V$  ( $V$  – ҳаҷми чисм) таъсир меоваранд. Барои ба рӯйи об баровардани санг зарур аст, ки қувваи ба он таъсиркунанда бештар аз қувваи зайл бошад:

$$P - F_A = mg - g\rho_{об}V = g(m - \rho_{об}V) = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} (80 \text{ кг} - 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,032 \text{ м}^3) = 480 \text{ Н}.$$

**Ёфтам! Ёфтам! Ёфтаа...ам!**

Мо дар аввалҳои китоб гуфта будем, ки ба ин ё он кашфиёти илмӣ нойил омадан кайфияти басе бузург дорад. Гуфта будем, ки хирадманди Юнони қадим Арасту дарёфти сабаби ин ё он падидаи табииро бартар аз тахти шоҳи овозадори Эрон медонист. Дарёфти ҳамин гуна сабаби як падидаи муҳимми физикӣ насиби донишманди дигари ҳамон сарзамин Аршимед гардидааст, ки номашро дар боло зикр кардем.

Ривояте ҳаст, ки гӯё Аршимед тарзи ба воситаи моеъ муайян кардани ҳаҷми чизҳои нодурустшаклро ҳангоми ҷӯйиши ҳалли масъалае ёфтааст, ки онро Гиерон ном шоҳи мулки Сиракуза (зодгоҳи Аршимед дар ҷазираи Сичилиа (Ситсилия)) ба ӯ вогузошта буд. Супориши шоҳ иборат аз санҷиши росткорию заргаре буд, ки

барои шоҳ тоҷи заррин сохта буд. Архимед мебоист муайян мекард, ки он тоҷ ба фармуи шоҳ аз зарри холис (яъне аз тиллои покиза) сохта шудааст ё ин ки аз зарри камиёр (зарри нохолис).

Архимед бо фаросати худододе, ки дошт, дарёфт, ки ҳаҷми чизҳои шаклан мураккаб, аз ҷумла ҳаҷми тоҷи пурнақшу нигори печдарпечу ҳамдархамро ба воситаи об ё ягон моеъи дигар муайян кардан мумкин аст. Аммо чӣ тавр? Аз рӯйи вазн? Аз рӯйи зичӣ? Ё аз рӯйи...?

Дар яке аз рӯзҳои ҷустуҷӯии ҳалли масъала Архимед, вақте ки дар ҳаммом худро дар тағораи бузурги лабреси об андохт, дид, ки миқдоре аз оби тағора берун рехт. Архимед он дам фаҳмид, ки ҳаҷми оби рехта бояд ба ҳаҷми ҷисми худи ӯ баробар бошад. Калиди ҳалли муаммо ёфт шуд. Он гоҳ Архимед дар ғояти шавқу шодӣ аз ҳаммом берун част ва *Ёфтам! Ёфтам! Ёфтам...ам!* гӯён тозон ба кӯча баромад.

Архимед пеш аз ҳама муайян кард, ки як воҳиди ҳаҷми зарри холис нисбат ба ҳамон гуна ҳаҷми об 19,3 бор зиёд аст, яъне тилло назар ба об 19,3 бор зичтар (вазнинтар) аст. Дар ин замина равшан гашт, ки агар зичии тоҷ, яъне нисбати массаи тоҷ бар ҳаҷми он назар ба 19,3 кам барояд, қаллоб будани заргар фош мешавад. Ва фош гашт (ниг. масъалаи 4).

**Масъалаи 4. Бигзор, вазни тоҷи заррине, ки Архимед санҷидани иёри онро бар уҳда дошт, дар ҳаво 20 Н, вале андаруни об 18,75 Н буда бошад. Ба воситаи ҳисобкуитоб муайян кунед, ки тоҷ аз зарри холис, яъне аз тиллои ноб сохта шудааст ё аз зарри камиёр.**

$$\begin{array}{l}
 P_{\text{ҳаво}} = 20 \text{ Н}, \\
 P_{\text{об}} = 18,75 \text{ Н}, \\
 \rho_{\text{об}} = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}, \\
 \rho_{\text{тоҷ}} = ?
 \end{array}
 \left|
 \begin{array}{l}
 \text{Ҳал (ниг. масъалаҳои 3 ва инчунин 1 ва 2-ро).} \\
 \text{Дар шароити муқаррарӣ (дар ҳаво) вазни тоҷ} \\
 \text{20Н асту андаруни об 18,75Н. Фарқи ин вазнҳо} \\
 P_{\text{ҳаво}} - P_{\text{об}} = 1,25 \text{ Н} \\
 \text{қувваи архимедиеро ифода мекунад, ки он ба тоҷ} \\
 \text{таъсир меоварад, яъне} \\
 g\rho_{\text{об}}V = 1,25 \text{ Н}
 \end{array}
 \right.$$

мебошад. Аз рӯйи шартӣ масъала тоҷ дар ҳаво вазни

$$g\rho_{\text{тоҷ}}V = 20 \text{ Н}$$

дорад. Пас, зичии тоҷро аз рӯйи нисбати

$$\frac{g\rho_{\text{тоҷ}}V}{g\rho_{\text{об}}V} = \frac{20 \text{ Н}}{1,25 \text{ Н}}$$

ёфтан осон аст:

$$\rho_{\text{тоҷ}} = \frac{20 \text{ Н}}{1,25 \text{ Н}} \rho_{\text{об}} = 16 \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 16000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Ин қимат назар ба зичии тилло (19300 кг/м<sup>3</sup>) кам аст.

Пас, фаҳмост, ки тоҷ аз зарри нохолис сохта шудааст.

**Масъалаи 5.** Барои санҷидани зичии моеъҳо олатҳои истифода мешаванд, ки *моеъсанҷ* ё *ареометр* ном доранд. Моеъсанҷ маъмулан найчаи шишагини маҳкамост, ки андарунаш камобеш бор дорад ва ҳатҳоҳои рӯйи дараҷаи ғӯтиши онро ифода мекунад (рас. 5.57). Бигзор моеъсанҷе дошта бошем, ки массааш 90 г, қадаш 50 см ва масоҳати берунии қаъраш 4 см<sup>2</sup> бошад. Ин олат дар карасин чӣ қадар меғӯтад?

*Ҳал.* Пояи усули санҷиши зичии моеъҳо ин аст: дар сурати ба рӯйи моеъ гузоштани ягон чисми дарозрӯйи нӯгвазнин нӯги вазнини чисм дар моеъ вобаста ба зичии моеъ ин ё он дараҷа меғӯтад. Моеъсанҷ ҳамин гуна олат аст. Миқёс (шкала)-и рӯйи моеъсанҷ вобаста ба дараҷаи ғӯтиш зичии моеъро нишон медиҳад.

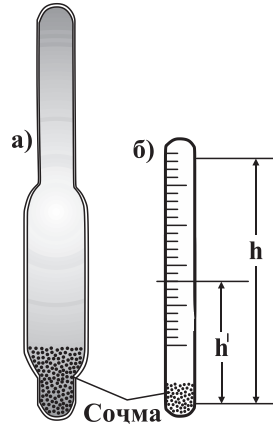
$$m = 90 \text{ г},$$

$$h = 50 \text{ см},$$

$$s = 4 \text{ см}^2$$

$$\rho_k = 0,8 \text{ г/см}^3,$$

$$h' = ?$$



Рас. 5.57

Моеъсанҷ дар моеъ то ҷойе меғӯтад, ки қувваи вазнинии он  $P$  баробари қувваи архимедии  $F_A$ , шавад, яъне

$$P = F_A. \quad (1)$$

Вазни олати моеъсанҷӣ  $P = mg$  асту қувваи архимедии дар карасин (зичиаш  $\rho_k$ ) ба моеъсанҷ таъсироваранда – баробари  $F_A = g\rho_k V$ . Ин ҷо  $V = Sh\rho$  ҳаҷми қисми дар карасин ғӯтидаи моеъсанҷ аст. Пас, ифодаи (1)-ро чунин навиштан хуб аст:

$$mg = g\rho_k Sh\rho.$$

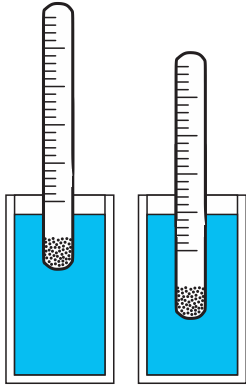
Аз ин ҷо дарозии қисми ғӯтидаи моеъсанҷро ёфтаи осон аст:

$$h' = \frac{m}{\rho_k S}, \quad h' = \frac{90 \text{ г}}{0,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 4 \text{ см}^2} \approx 28 \text{ см. (Поён).}$$

Моеъсанҷҳо барои санҷидани зичии рағван, бензин, карасин ва моеъҳои дигар истифода мешаванд. Онҳоро барои муайян кардани миқдори ҳаҷмии қанди маҳлулҳоро намаки маҳлулҳо ва монанди ин ба қор бурдан мумкин аст – дар ин маврид моеъсанҷро тавре дараҷабандӣ мекунад, ки миқдори қанд ё намакро бо дарсадҳо (яъне бо %-ҳо) нишон диҳад. Навъи махсуси моеъсанҷҳо барои муайян кардани миқдори ҳаҷмии рағвани шир истифода мешавад. Ин гуна моеъсанҷро *ширсанҷ* ё худ *лактометр* (аз лот. *lactis* – шир) меғӯянд.



1. Қонуни Архимед чиро ифода мекунад?  
Шумо ин қонуно чӣ таъриф медиҳед?
2. Оё мафҳуми қувва ( $F$ ) ва мафҳуми вазн ( $mg$ ) айни якдигаранд? Ин ду ро дар шакли  $F = mg$  ба якдигар баробар гузоштан чӣ замина ва чӣ зарурат дорад?
3. Агар дар таҷрибае, ки дар рас. 5.56 омадааст, ба ҷойи об ягон моеъи дигар гирем, дар ифодаи қувваи архимедӣ чӣ чизро тағйир додан зарур меояд?
4. Ба ҳама он як қисм дар ҳаво қувваи архимедии зиёдтар таъсир меоварад ё андаруни моеъ?

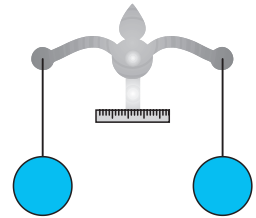


Рас. 5.58

таъсир ёфтааст, як навъ тарозуст. Ин тарозу чӣ тавр “қор мекунад”?

### Машқ

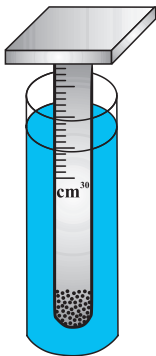
1. Дар рас. 5.58 ҳама он як олати моеъсанҷӣ (ареометр) дар даруни ду моеъ таъсир ёфтааст. Кадоми ин моеъҳо зичтар аст?
2. Дар тарозуе, ки дар рас. 5.59 таъсир ёфтааст, ду сақои якхела овехтанд. Агар яке аз онҳо дар об ва дигаре дар қарасин андохта шаванд, оё мувозанати тарозу вайрон намешавад?
3. Оё ба ҳама он як қисм андаруни обу симоб ва қарасин қувваи архимедии якхела таъсир меоварад?



Рас. 5.59

### Супориш

Ҳаҷми ягон қисми нодурустшакл, масалан, ҳаҷми ягон пиёла ё истаконро муайян кунед.



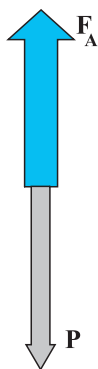
Рас. 5.60

*Ёрмандӣ.* Пиёла шакли геометрӣ (шакли ҳандасӣ)-и нодуруст дорад. Бо вучуди ин ҳаҷми онро бо яке аз тарзҳои зерин муайян кардан мумкин аст (Заминаи ҳалл – қонуни Архимед):

- 1) бо роҳи дар зарфи шаффофи дараҷабандишудаи обдор ғўтонидани пиёла ва аз рӯйи тағйироти ҳаҷми оби зарф ёфтани ҳаҷми пиёла;
- 2) ба воситаи қуввасанҷ (динамометр) аввал дар ҳаво чен кардани вазни пиёла ва баъд дар ҳоли ғўтида дар об чен кардани қувваи архимедии ба он таъсироваранда ва аз рӯйи ин натиҷаҳо муайян кардани ҳаҷми пиёла. (Ниг. ҳалли масъ. 5).

Ба фикри шумо, кадоми ин тарзҳо натиҷаи саҳеҳтар медиҳад?

## §5.20. Шиной чисмҳо



**Шарти шино  
кардани чисм:**  
 $P = F_A$

об бигзорем, на танҳо ғарқ намешавад, балки метавонад камубеш бор ҳам бардорад (рас. 5.61).

Ин падидаҳо чӣ сабаб доранд?

Чисм ба чӣ шарт шино мекунад?

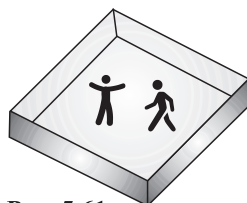
дар кадом маврид таҳ менишинад (ба қаъри об меравад)?

дар кадом маврид дар ҳоли “на дар қаъри об, на дар рӯйи он, балки андаруни об” шино мекунад?

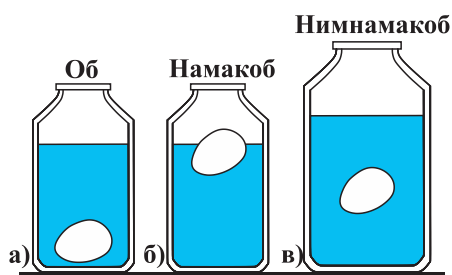
Шумо, хонандаи азиз, дар заминаи дониши то ин дам андӯхтаи худ бояд пай бурда тавонед, ки ба чисми дар рӯйи об (ё моеъи дигар) гузошташуда ду қувва таъсир дорад: яке – қувваи вазнинӣ, ки амудан поён равона аст ва дигаре – қувваи аршимедӣ, ки амудан боло таъсир мекунад. Ғарқ шудан ё шино кардани чисм ба таъсири якҷояи ҳамин ду қувва бастагӣ дорад ва барои ин ё он чисм се маврид ҷой дошта метавонад. Биёед, он мавридҳоро бинем.

*Мавриди якум:* қувваи вазнинӣ назар ба қувваи аршимедӣ зиёд бошад – дар ин ҳол чисм ғарқ шуда ба қаъри об меравад, мисли он ки сангча гоҳи ба об андохтан ба зудӣ таҳ менишинад.

*Мавриди дуум:* дар ин ё он чуқурӣ (аз сатҳи об) қувваи вазнинӣ баробари қувваи аршимедӣ бошад – дар ин маврид чисм (дар ҳамон чуқурӣ аз сатҳи об) шино мекунад. Барои ба ин бовар ҳосил кардан дар як зарфи шишагин, масалан, дар як банкаи нимлитрӣ об ва дар ҳамин гуна банкаи дигар намақоби иборат аз ним литр об ва ду чумча (қошук) намақ гиред.



Рас. 5.61



Рас. 5.62

мекунад (рас. 5.62, б). Сабаб, ин аст, албатта, ки намакоб назар ба оби соф зичии бештар ва, аз ин рӯ, қувваи архимедии зиёдтар дорад ва тухмро аз поён сӯйи боло *сахттар* тела медихад.

Акнун, агар як банкаи калонтари ҳолӣ гирифта, ними оби банкаи оби софу ними намакобро дар он резем, як навъ *нимнамакоб* ҳосил мешавад. Баъд, агар тухмро дар нимнамакоб андозем, мебинем, ки на таҳ мешинад, на рӯ меҳезад, балки дар мобайни нимнамакоб дар ҳоли муаллақ шино мекунад (рас. 5.62, в). Вале агар ба рӯйи нимнамакоб боз қадре намакоб резем, мебинем, ки тухм болотар мебарояд ва агар оби соф резем, поёнтар мефурояд.

*Мавриди сеюм:* қувваи вазнинӣ назар ба қувваи архимедӣ кам бошад – дар ин ҳолат ҷисм дар рӯйи об (дар ҳоли каме ғӯтида) шино мекунад. Ин гуна ҷисмро то қаъри об ғӯтонида раҳо кунем ҳам, боз ба рӯйи об мебарояд ва дар ҳоли нимғӯтида шино кардан мегирад. Инро фаҳмидан осон аст: агар қувваи архимедӣ зиёд бошад, ҷисмро рӯйи об мебарорад ва вақте ки ин ё он ҳиссаи ҷисм аз об берун баромадан гирад, қувваи архимедии ба он таъсиркунанда торафт кам шудан мегирад... Вақте ки ин қувва коҳида-коҳида (тадриҷан кам шуда), баробари қувваи вазнинии ба ҷисм таъсиркунанда шавад, ҷисм рӯрӯйи об шино мекунад.

Ҳарсеи ин мавридҳоро дар мисоли истифодаи киштии зеробӣ дидан мумкин аст. Ин гуна киштӣ метавонад рӯрӯйи об шиновар бошад ё андаруни об – дар чуқурии дилхоҳ ҳаракат кунад.

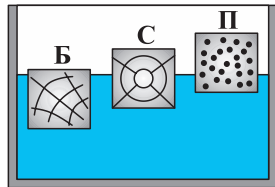
Хуб, чӣ ҳиссаи ҷисми шинокунанда дар об меғӯтад?

Ин ҷо гуфтан кофист, ки аз чанд ҷисми гуногунзичии ҳаҷман якхела зичтаринаш дар ҳоли бештар ғӯтида шино мекунад, яъне ҳар қадаре ки зичии ҷисм назар ба зичии моеъ камтар бошад, ҳиссаи ҳамон қадар камтари ҷисм дар об

Тухмеро дар об андозед – чунбон-чунбон зери об меравад (рас. 5.62, а), зеро зичии тухм ( $\sim 1,1 \text{ г/см}^3$ ) назар ба зичии об бештар аст. Баъд он тухм ё ягон тухми дигарро дар намакоб андозед – тухм таҳ намешинад, балки дар рӯйи намакоб шино



меғӯтад. Дар рас. 5.63 хиштҷӯбхое аз булут, санавбар ва пӯк дар рӯи об тасвир шудаанд. Ҷӯби булут, ки зичии зиёд дорад, бештар ғӯтидааст, валекин пӯк, ки бисёр сабук аст, хеле кам меғӯтад. Пас, метавон гуфт, ки аз рӯи дараҷаи ғӯтиши ҷисм дар моеъи муайянзичӣ дар бораи зичии ҷисм хулоса гирифтани мумкин аст.



Рас. 5.63

**Масъала.** Яхпорае ба ҳаҷми  $V = 1000 \text{ м}^3$  дар оби соф шино мекунад.

**Ҳиссаи дар об ғӯтидаи яхпораро муайян кунед.**

Ҳал. Яхпора ба шарте шиновар мешавад, ки қувваи баробар ба қувваи вазнинии ба он таъсиркунанда

$$\rho_{\text{ях}} = 900 \text{ кг/м}^3, \quad \rho_{\text{об}} = 10^3 \text{ кг/м}^3, \quad V_{\text{ях}} = 10^3 \text{ м}^3, \quad V_z = ?$$

$$P = g\rho_{\text{ях}} V_{\text{ях}}$$

бо қувваи архимедии ба қисми ғӯтидаи яхпора таъсироварандаи

$$F_A = g\rho_{\text{об}} V_z$$

баробар шавад, яъне  $P = F_A$  бошад. Ин ҷо  $V_z$  ҳаҷми қисми ғӯтидаи яхпора аст. Пас, қувваи вазнинӣ  $P$ -ро ба қувваи архимедӣ  $F_A$  баробар карда, ҳалро чунин менависем:

$$\rho_{\text{ях}} g V_{\text{ях}} = \rho_{\text{об}} g V_z, \quad V_z = \frac{\rho_{\text{ях}}}{\rho_{\text{об}}} V_{\text{об}}, \quad V_z = \frac{900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} \cdot 1000 \text{ м}^3 = 900 \text{ м}^3,$$

яъне яхпораи мисолшуда дар об дар ҳоле шино кардан мегирад, ки нуҳ даҳяки он дар об ғӯтида бошад.



1. Шино кардан ё ғарқ шудани ҷисм ба асари чӣ гуна қувваҳо бастагӣ дорад?
2. Чаро дар оби баҳр шино кардан назар ба оби кӯл осонтар аст?
3. Чарост, ки порчаи оҳан дар об ғарқ мешавад, аммо дар симоб намеғӯтад?
4. Магар порчаи ях дар қарасин шино мекунад? дар рағғани офтобпараст чӣ? дар шир чӣ?
5. Сабаб чист, ки тухм агар дар об андохта шавад, ҳолати қариб сарозер мегирад (ниг. рас. 5.62)?
6. Оё шумо метавонед, ки таҷрибаи дар рас. 5.62 баёншударо тавре анҷом диҳед, ки агар сӯйи тухм нигариста, гӯед, “Эй тухм, боло баро!”, тухм аз қаъри об боло барояд ва агар фармон диҳед, ки “Ҳой тухм, поён рав!”, поёнтар равад.

## Фикр кунед ва посух дихед

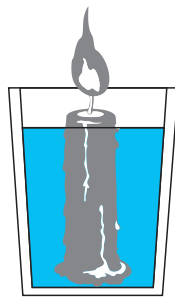
1. Солҳои сербориш чавдор серсиёҳмӯғ (серсиёҳак) мешавад. Барои аз сиёҳмӯғ чудо кардани чавдор ғалларо дар об меандозанд. Он гоҳ донаҳои чавдор ва сиёҳмӯғ таҳ менишинанд. Аммо агар ба об қадре намақоб илова кунанд, донаҳои сиёҳмӯғ рӯйи об мебароянд (вале донаҳои чавдор дар зери об мемонанд) – дар ин сурат сиёҳмӯғро дур кардан осон мешавад. Шумо ин “рафтор”-и донаҳои чавдор ва сиёҳмӯғро чӣ шарҳ медиҳед?
2. Ба ҳисме, ки андаруни оби покиза қарор дорад, қувваи архимедии  $50\text{ Н}$  таъсир меоварад. Ин ҳисм андаруни оби баҳр бо чӣ қадар қувва сӯйи боло тела дода мешавад?
3. Шишаи пуроб дар об ғарқ мешавад. Аммо оё шишаи пури симоб дар симоб ғарқ мешавад?
4. Хоропорае, ки ҳаҷми  $200\text{ см}^3$  дорад, агар дар об андохта шавад, чӣ қадар “сабук мешавад”?

## Супориш

1. Қувваи архимедиеро ёбед, ки ба ҳисми соҳиби ҳаҷми  $0,002\text{ м}^3$  ва массаи  $2\text{ кг}$  андаруни об таъсир меоварад. Ин ҳисм дар об шино мекунад ё ғарқ мешавад?

2. Дар рас. 5.64 шамъи андаробии сӯзоне тасвир ёфтааст (шамъ дар истакони тунукдевори обдор). Барои он ки шамъ дар даруни об пойдор бимонад, дар сари поёнии он меҳи гарме халида шудааст (меҳ агар гарм набошад, гоҳи халидан шамъро хароб мекунад). Агар имкон бошад, ҳамин гуна шамъ бисозед ё ҳеч набошад, расмро муойина карда, гӯед, ки

- а) ин шамъ аз шамъи “беоб” чӣ бартарӣ дорад?
- б) шамъ дар ҳамин гуна шамъдони андаробӣ муддати зиёдтар фурузон мемонад ё дар шамъдони беоб?
- в) вақте ки шамъ сӯхта-сӯхта то сатҳи об бирасад, магар об шуълаи онро хомӯш намегардонад?
- г) эҳтимоли рӯй додани сӯхтор (Худо накунад!) дар кадом сурат кам аст, дар сурати истифода шудани шамъи одӣ ё шамъи андаробӣ?

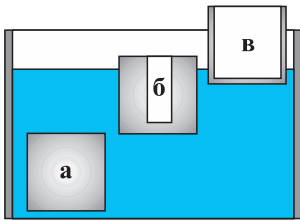


Рас. 5.64



## §5.21. Шинои киштиҳо

Кувваи архимедӣ, чунонки акнун шумо медонед, ба зичии моеъ бастагӣ дорад, вале ба зичии ҷисм вобаста нест. Дар баробари таҷрибае, ки дар рас. 5.61 омада буд, биёед, таҷрибаи зайлро низ муойина кунем (рас. 5.65). Ин ҷо се ҷисми шаклан, ҳаҷман ва сифатан якхела тасвир шудааст. Ҳарсе оҳанинанд ва шакли истакон доранд, аммо ҷисми *a* ба шакли истакони дарунпур сохта шудаасту *б* – ба шакли истакони ғафсдевор ва *в* – ба шакли истакони тунукдевор. Фаҳмост, ки ҷисми *a* гоҳи дар об андохтан зери об меравад, вале ҷисми *в* монанди истакони шишагини ҳолӣ шино мекунад.



Рас. 5.65

*Хулосаи таҷриба:* Агар ба натиҷаи ин навъ таҷрибаҳо аз нигоҳи корбурди амалӣ нигарем, ба зудӣ ба хулосае мерасем, ки дар даруни ҷисми *v* ин ё он миқдор бор гузошта, онро аз як ҷой ба ҷойи дигар кўчонидан мумкин аст, яъне оҳанро ҳам, ки нисбат ба об қариб 8 бор вазнин аст, шино додан имкон дорад,

ба шарте ки даруни ҷизи оҳанин ҳолӣ бошад, он қадар ҳолӣ бошад, ки зичии миёнаи он чиз ҳамроҳи фазои ҳолии дарунаш аз зичии об кам ояд – танҳо дар ҳамин маврид ба рӯи он чиз бор гузоштан ва онро аз як ҷой ба ҷойи дигар раван кардан имкон дорад. Заминаи имконоти киштисозӣ низ ҳамин аст (ниг. ҳалли масъалаи зеринро).

**Масъала.** Қуттии алюминии дарунҳолӣ ҳаҷми  $V = 1000 \text{ м}^3$  ва массаи  $m = 2000 \text{ кг}$  дорад. Дар ин қуттӣ чӣ қадар бор гузоштан мебояд, ки ба пуррагӣ дар об биғўтад?

*Ҳал.* Бигзор  $M$  массаи ҷизе бошад, ки дар қуттӣ бор карда мешавад. Азбаски қувваи вазнинии ба қуттии ҳолӣ таъсиркунанда  $mg$  ва ҳамин гуна қувваи ба бор таъсироваранда  $Mg$  аст, пас, барои он ки қуттӣ рӯрӯи об дар ҳоли тамоман ғўтида шино карда тавонад, мебояд, ки вазни қуттии бордор  $mg + Mg$  бо қувваи архимедии ба он таъсироваранда  $F_A$  дар мувозанат бошад, яъне

$$m = 2000 \text{ кг},$$

$$V = 1000 \text{ м}^3,$$

$$\rho_{об} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3},$$

$$M = ?$$

$$F_A = mg + Mg.$$

Аз тарафи дигар, қувваи архимедӣ

$$F_A = g\rho_{об}V$$

аст. Пас, ҳарду ифодаро баробар

$$g\rho_{об}V = mg + Mg,$$

карда,  $M$ -ро ёфтагон осон аст:

$$M = \rho_{об}V - m,$$

$$M = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 1000 \text{ м}^3 - 2000 \text{ кг} = 998 \text{ т. (Поён)}$$

Азбаски қуттии алуминии мисолшуда ҳаҷми  $1000 \text{ м}^3$  дорад ва ҷавоби масъала  $998 \text{ т}$  баромад, пас, фаҳмост, ки агар киштӣ аз алумин сохта шавад, ҳар як мукаабметри ҳаҷми он бори қариб  $1 \text{ т}$  гирифта метавонад.

Аммо киштӣ аз як тана (қуттӣ)-и танҳо ё зарфи тағорамонанди ҳолӣ иборат нест, балки хонаҳо, таҷҳизот, сӯзишворӣ, хӯроқворӣ ва ғайра дорад, ҳамаи онҳо ин ё он ҷойро ишғол мекунанд, вазн доранд. Дигар ин ки киштӣ *бояд* на дар ҳоли тамоман ғӯтида, балки дар ҳоли нимғӯтида *шино кунад*. Пас, гуфтагон мумкин аст, ки ба ҳар мукаабметри ҳаҷми киштӣ на  $1 \text{ т}$ , балки бори ду-се бор кам рост меояд.

Маводде, ки дар киштисозӣ ба кор бурда мешавад, аз оҳан, пӯлод, пластмасс, ҷӯб ва ғайра иборат аст. Зичии миёнаи ин мавод назар ба зичии об хеле зиёд аст. Лекин фосилаи байни деворҳову хонаҳо ва чизҳои дигари киштӣ танҳо аз ҳаво иборат мебошад, ки он назар ба об қариб  $800$  бор сабук аст.

*Замини имкони физикии киштисозӣ* ин аст: Вазни обе, ки онро қисми дар об ғӯтидаи киштӣ танг карда мебарорад, ба вазни умумии киштӣ баробар аст. Аммо киштӣ дар сурате устуворона шино мекунад, ки танай он то ҳадди муайян дар об ғӯтида бошад. Зиёдтарин чуқурии ғӯтишери, ки барои ҳаракати киштии пурбор беҳавфу хатар аст, *нишастии киштӣ* мегӯянд – ин дараҷаи нишастии киштӣ дар гирдогирди танай он бо хатти сурхе нишона карда мешавад, ки онро *обхат* номидан мумкин аст. Миқдори обе, ки киштӣ дар сурати то обхатти худ ғӯтидан, яъне дар сурати пурбор будани худ танг карда «берун» мебарорад, *зарфияти киштиро* ифода мекунад. Зарфияти киштиҳои замони ҳозира то ба  $700\,000 \text{ т}$  ( $6,86 \cdot 10^9 \text{ Н}$ ) ва бештар аз ин мерасад.

**Масъала. Киштӣ зарфияти 40 000 т дорад.**

**Ин бузургиро бо нйутонҳо (Н) ифода кунед.**

*Ҳал.* Барои ҳал кардани масъала мавзӯёро аз боби 3 ба ёд меорем, ки дар он дар бораи таносуби байни массаи ҷисм  $m$  ва қувваи вазнинии ба он таъсиркунанда  $P$ , яъне дар бораи таносуби  $P = mg$  сухан мерафт. Агар боз ба ёд биёрем, ки шитоби афтиши озодона  $g = 9,8 \text{ Н/кг}$  аст, қувваи вазнинии ба ҷисм таъсиркунанда ё худ вазни ҷисмро ба ҳисоби *нйутонҳо* ( $H$ ) чунин ифода кардан мебояд:

$$F = P = mg = 9,8 \left( \frac{H}{\text{кг}} \right) m.$$

Он гоҳ ҳалли масъаларо чунин баён кардан мумкин аст:

$$F = 9,8 \frac{H}{\text{кг}} \cdot 40000000 \text{ кг} = 392000000 H = 392 \text{ МН}.$$

1. **Шино кардан ё фарқ шудани ҷисм дар ин ё он моеъ ба чӣ бастагӣ дорад?**
2. **Чӣ зарурат бар ин аст, ки ҷисми шиноқунанда дарунҳолӣ бошад?**
3. **Обхатти киштӣ (waterline) чист? нишастии киштӣ чӣ? Ин мафҳумҳо бо ҳам чӣ алоқамандӣ доранд?**
4. **Магар оби дарё ва оби баҳр аз ҳам фарқ доранд?**
5. **Меғӯянд, ки зарфияти киштӣ 500 ҳазор тон аст. Ин гуфта чӣ мазмунро ифода мекунад?**
6. **Зарфияти 500 000 т зиёд аст ё зарфияти 4 900 000 Н ё ин ки харду баробаранд?**

### **Фикр кунед ва посух диҳед**

1. Киштиё, ки зарфияти 500 000 кН дорад, чӣ қадар обро танг карда («берун ронда»), чойи онро мегирад? (Посух:  $51\,000 \text{ м}^3$ ).
2. Киштӣ баъди ба он бор кардани бор дар об то обхатти худ ғӯтида, чойи  $18000 \text{ м}^3$  обро гирифт. Вазни киштӣ ва таҷҳизоти онро  $60 \cdot 10^6 \text{ Н}$  гуфта, муайян кунед, ки вазни бор чӣ қадар аст. (Посух:  $12\,000 \text{ т}$ ).

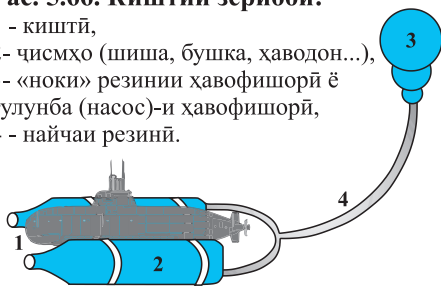
### **Супориш-кори лабораторӣ**

(созидани киштии зерибӣ)

Киштии зерибӣ аз киштии рӯйибӣ бо он фарқ мекунад, ки танаи яклухти маҳкам дорад ва “чойи қораш” зери об аст. Аз ин рӯ киштии зерибиро ба шакле месозанд, ки камубеш ба наҳанг монандӣ дошта бошад, то ки муқовимати об ба ҳаракати киштӣ кам бошад ва дар зери об шино кардани киштӣ ҳатталимкон осон шавад.

**Рас. 5.66. Киштии зериобӣ:**

- 1 - киштӣ,
- 2- чисмҳо (шиша, бушка, ҳаводон...),
- 3- «ноки» резинии ҳавофишорӣ ё тулунба (насос)-и ҳавофишорӣ,
- 4 - найчаи резинӣ.



Вале ин чо шумо бояд киштии бетана бисозед, то ки чузъиёти даруни киштӣ барои омӯзиш намоён бошад (рас. 5.66).

Омӯзиш ин чо танҳо аз он иборат аст, ки шумо имкони физикии ба зерӣ об ғӯта додани киштӣ ва ба рӯи об баровардани онро дарк бикунед. Аз ин рӯ, хонаву

таҳхона ва болохонаҳои киштиро ҳар хеле ки созед, ихтиёр доред. Вазифаи асосӣ (пас аз ин) дарёфти роҳи идора кардани киштӣ аст. Хонаҳои киштӣ ки сохта ва “чиҳозонида” шаванд, бинед, ки киштиро чӣ тавр ба зерӣ об рондан мумкин аст. Ин чо роҳи одӣ истифодаи *чиср* ном олате (ингл. *pontoon*) аст, ки чун машки шиноварӣ “ба кор меравад”.

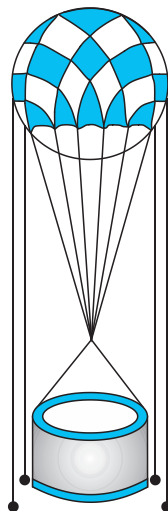
Дар киштии шумо ба сифати ин гуна олат ду шишаи пепсӣ ё кокаколари истифода кардан мумкин аст, ки агар ба паҳлуҳои киштӣ баста шаванд ва роҳи об ба даруни онҳо кушода шавад, онҳо пури об шуда, киштиро “ёрӣ” медиҳанд, ки зерӣ об равад. Барои ин шишаҳо бояд сӯроҳ дошта бошанд. Аммо агар киштиро ба рӯи об баровардан зарур шавад, оби даруни шишаҳоро берун рондан мебояд. Найчаи секушае (расм, рақами 4), ки ҳарду *чиср* (шиша)-ро бо “нок”-и резинии ҳавофишорӣ (3) мепайвандад, барои ба *чиср*ҳо фиристодани ҳаво зарур аст.

Акнун киштии созидаи худро санҷида, камиву костиҳояшро ислоҳ карда, ба пуршиҳои зер посух диҳед:

- 1) *Чиср*ҳо дар киштии зериобӣ чӣ вазифа(ҳо)ро адо мекунанд?
- 2) Истифодаи резини нокшакли 3 дар мавриди мисолшуда чӣ зарурат дорад?
- 3) Киштиро чӣ тавр ба қаъри баҳр нишондан ё ин ки онро то рӯи об баровардан мебояд?
- 4) Киштии зериобӣ аз як чой ба чойи дигар чӣ тавр (ба воситаи чӣ) ҳаракат дода мешавад?
- 5) Оё дар ҳазинаи мактаби шумо филме бо номи “Шартҳои шино кардани *чиср*ҳо” мавҷуд ҳаст, то ки онро тамошо кунед?

## §5.22. Ҳавопаймой

Касе намедонад, ки шавқи ҳавопаймой (ҳавонавардӣ) кай пайдо шудааст. Вале ба хубӣ маълум аст, ки нахустин ҷаҳди ҳавопаймоиро 21-уми ноябри соли 1783 дар Порис бародарон Ҷозеф ва Етйен Монголфйеҳо амалӣ гардониданд. Онҳо аз мушоҳидаи парвози парандаҳову ҳаракати дуди оташ хулоса гирифтанд, ки гӯё ягон кураи сабукро пури дуд карда ва онро “савор шуда” боло рафтани мумкин бошад. Вале онҳо он вақт дарк накарда буданд, ки *дуд на ба сабаби дуд будан, балки ба сабаби гарм, яъне нисбат ба ҳаво сабуктар будани худ боло меравад.*



Рас. 5.67

Барои ба ин бовар ҳосил кардан шумо ҳаракати ҳубоби собуниеро мушоҳида кунед, ки онро ба воситаи туфак ҳавои гарм дамида, сар додан осон аст. Он гоҳ мебинед, ки ҳубоб дар лаҳзаи аввал, вақте ки ҳавои дарунаш гарм бошад, сӯйи боло майл меҳӯрад, аммо пас аз сард шудан поён меафтад.

Кураҳои ҳавоӣ (ниг. рас. 5.67) ҳоло ҳам ба кор бурда мешаванд, аммо ҳозир онҳоро на бо ҳавои гарм, балки бо газҳои назар ба ҳаво сабуки ҳидроген ва ҳелий пур мекунанд. Ҳар мукаабметри ҳаво дар шароити муътадил қариб  $13 H$  вазн дорад, яъне дар ҳаво ба кураи ҳавоии пури  $1 м^3$  ҳидроген (дар фишори муътадил) қувваи архимедие сӯйи боло таъсир меоварад, ки он ба вазни  $1 м^3$  ҳаво ( $13 H$ ) баробар аст. Аммо  $1 м^3$  ҳидроген бори  $13 H - 0,9 H \approx 12 H$  бардошта метавонад. Ин фарқ, яъне фарқи байни вазни  $1 м^3$  ҳаво ва вазни  $1 м^3$  гази сабуктар аз он қувваи болобурд, қувваи болобарандагии ҳамон газро ифода мекунад. Мисли ҳамин, қувваи болобурди  $1 м^3$  гази ҳелий (ки вазни  $1,8 H$  дорад) ба  $13 H - 1,8 H = 11,2 H$  баробар аст.

Ҳамин тарик, ба кураи ҳавоӣ ду қувва таъсир меоварад: яке – қувваи архимедӣ  $F_A$ , ки амудан боло равона аст, ва дигаре – қувваи вазнинӣ  $P$ , ки ба кура ва гази даруни он аз тарафи Замин таъсир мекунад, яъне сӯйи поён самт дорад.

Ҷамъи векторӣ (ҷамъи бурдорӣ)-и ин ду қувва ба сабаби зиёд будани қувваи архимедӣ сӯйи боло самт дорад. Ин қувваро мо қувваи болобурд ном додаем. Онро чунин ифода мекунанд:

$$F_{\text{бб}} = F_A - P. \quad (1)$$

Бояд фаҳмо бошад, ки чаро дар пеши ишорати қувваи вазнинӣ аломати тарҳ гузошта шудааст. Қувваи архимедӣ дар ин маврид

$$F_A = g\rho_x V \quad (2)$$

мебошад, ки ин ҷо  $\rho_x$  зичии ҳаво асту  $V$  – ҳаҷми кура. Қувваи вазнинии ба кураи ҳавоӣ таъсиркунанда  $P$  аз ду ҷузъ иборат аст:

$$P = mg + g\rho_{\text{газ}}V. \quad (3)$$

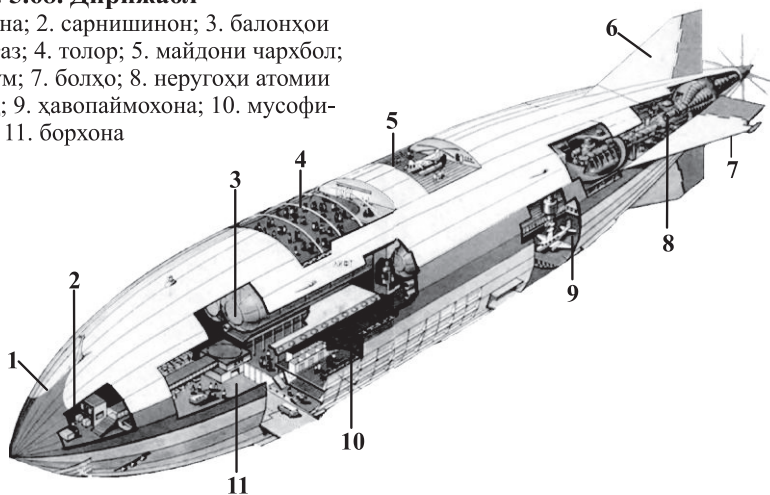
Ин ҷо  $m$  массаи кураи ҳавоӣ (ба ҷуз ҳавои даруни он) асту  $\rho_2$  – зичии гази даруни кура. Ҷузъи дууми ин қувва  $g\rho_{\text{газ}}V$  ададан ба қувваи вазниние баробар аст, ки он ба гази даруни кура таъсир меорад. Формулаҳои (2) ва (3)-ро ба (1) гузошта, қувваи болобурдро меёбем:

$$F_{\text{бл}} = g\rho_x V - (mg + g\rho_2 V) = gV(\rho_x - \rho_2) - gm. \quad (4)$$

Ҳаракати кураи ҳавопайморо танҳо сӯйи боло ва поён идора кардан осон аст: агар кураро боло “ҳай кардан” лозим бошад, саворони кура аз борхонаи он бори нодаркор, масалан, реги ҳамроҳ гирифтаи худро берун мерезанд; аммо агар кураро поён фурувардан зарур ояд, ё гарм кардани ҳавои даруни кураро бас мекунанд ё ин ки гази даруни кураро берун сар медиҳанд. Ҳамин тариқ, умуман гирем, кураи ҳавоӣ идораНОпазир аст, онро бодҳои ҳавоӣ ин ё он сӯ “ҳай” карда метавонанд.

### Рас. 5.68. Дирижабл

1. тана; 2. сарнишинон; 3. балонҳои пургаз; 4. толор; 5. майдони чархбол; 6. дум; 7. болҳо; 8. нуругоҳи атоми барқ; 9. ҳавопаймохона; 10. мусофирон; 11. борхона





Дастгохи дигаре, ки дар ҳавопаймой истифода мешавад, *дирижабл* аст, ки идорапазир мебошад, зеро мотор (муҳаррик) ва парвонаҳои ҳавой (пропеллерҳо) дорад. Дирижабл дар муқобили кураи ҳавой дар баробари идорапазир будан боз он гуна бартарӣ дорад, ки бори бештарро дуртар бурда метавонад. Аммо суръати дирижабл танҳо  $145 \text{ км/с}$ , яъне назар ба ҳавопаймоҳои замонавӣ хеле кам аст. Намунаи дирижабл дар рас. 5.68 тасвир ёфтааст.

**Масъала.** Кураи ҳавоии соҳиби ҳаҷми  $2000 \text{ м}^3$  пури гази ҳелий аст. Массай гачхизоти кура ва саворони онро  $420 \text{ кг}$  гирифта, қувваи болобурдро ёбед.

$$V = 2000 \text{ м}^3,$$

$$m = 420 \text{ кг},$$

$$\rho_{\text{ҳаво}} = 1,29 \text{ кг/м}^3,$$

$$\rho_{\text{газ}} = 0,18 \text{ кг/м}^3,$$

$$F_{\text{бб}} = ?$$

Ҳал ин аст:

$$F_{\text{бб}} = gV(\rho_x - \rho_e) - mg.$$

Ин ҷо  $\rho_x$  зичии ҳаво асту  $\rho_e$  – зичии гази ҳелий. Додаҳои гузашта, меёбем:

$$F_{\text{бб}} = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 2000 \text{ м}^3 (1,29 - 0,18) \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} - 420 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 18 \text{ кН}.$$

1. Сабаб чист, ки ҳавои гарм сӯйи боло меравад?
2. Пуфаки пурҳидроген қувваи болобурди зиёдтар дорад ё ҳамон гуна пуфаки пури ҳелий? (ҳидроген зичии  $0,00009 \text{ г/см}^3$  дораду ҳелий – зичии  $0,00018 \text{ г/см}^3$ ).
3. Дирижаблро ба шакли наҳанг сохтан чӣ зарурат дорад?
4. Қувваи болобурди кураи ҳавоие, ки пури гази сабуктар аз ҳавост, ба чӣ бастагӣ дорад?
5. Кураи ҳавоиро чӣ тавр фуруд меоранд?
6. Дирижабл дар муқобили кураи ҳавой чӣ бартарӣ дорад?

### Машқ

1. Пуфак ҳаҷми  $1,2 \text{ м}^3$  дорад ва пури гази ҳелий аст. Вазни пуфакро  $2 \text{ Н}$  гуфта, ёбед, ки он (пуфак) чӣ қадар бор бардошта метавонад. (Посух:  $1 \text{ кг}$ ).
2. Ҳаҷми кураи ҳавоiero муайян кунед, ки агар пури гази ҳидроген карда шавад, қувваи болобурдаш  $6400 \text{ Н}$  мешавад ва бори вазнаш  $800 \text{ Н}$ -ро боло бурда метавонад. (Посух:  $600 \text{ м}^3$ ).

**Супориш**  
(фикр кунед ва посух диҳед)

1. Матни ин бандро бори дигар аз назар гузаронида, бинед, ки формулаи ҳисоби қувваи болобурди кураи ҳавой дар чӣ замина ҳосил мешавад?
2. Дар табақаҳои болоии ҳаво ба сабаби кам шудани зичии ҳаво қувваи болобурди кураҳои ҳавоӣ низ кам мешавад. Дар ин сурат барои боло "хай кардан"-и кура захираи рег ё обро, ки барои ҳамин маврид гирифта шуда бошад, берун мерезанд. Шумо ин амалро чӣ шарҳ медиҳед?
3. Тӯби футболро дар ҳоли пуч (беҳаво) будани он бо тарозуи саҳеҳ баркашед. Баъд онро бо тулунба (насос)-и ҳавофишорӣ ҳаво дам кунед, он қадар дам кунед, ки ҳатталимкон саҳт шавад. Ин бор ҳам онро бо ҳамон тарозу баркашед. Оё вазни тӯби ҳолӣ аз вазни тӯби пурбод фарқ намекунад?

*Илова.* Тачрибаи ҳамонанди таҷрибаи баёншударо Арасту низ анҷом додааст. Аммо ӯ, ки ба чойи тӯби футбол машки чарминро истифода карда буд, машки худро дар ҳоли ҳолӣ ва пурҳаво (яъне дар ҳоли дамнадода) будани он баркашида будааст ва дар ҳарду маврид вазнҳои якхела ба даст овардааст. Натиҷаи ҳосилкардан худро бо натиҷаи Арасту муқоиса кунед ва хулоса бигиред.

**МАСЪАЛАҲОИ ТЕСТӢ**

1. Чавоне, ки массаи 48 кг дорад, дар рӯи лижа истодааст. Дарозии лижаҳоро 1,5 м ва бари онҳоро 20 см гирифта, ёбед, ки чавон ба сатҳи барф чӣ қадар фишор меоварад.

а) 4800 Па; б) 480 Па; в) 5000 Па; г) 6000 Па.

2. Боре, ки масоҳати асосаш  $2 \text{ м}^2$  ва массааш 2 т аст, ба тақягоҳи худ чӣ қадар фишор меоварад? Шитоби афтиши озодонаро  $10 \text{ м/с}^2$  гиред.

а)  $10^3 \text{ Па}$ ; б)  $10^4 \text{ Па}$ ; в)  $10^5 \text{ Па}$ ; г)  $2 \cdot 10^4 \text{ Па}$ .

3. Баландии сутуни оби даруни зарф 2 м аст. Об ба қаъри зарф чӣ қадар фишор меоварад. Зичии обро  $1 \text{ г/см}^3$  гиред.

а) 25 000 Па; б) 19 600 Па; в) 1960 Па; г) 2500 Па.

4. Симоби даруни зарф ба қаъри он фишори 27 200 Па меоварад. Баландии сутуни симобро ёбед. Зичии симобро  $13,6 \text{ г/см}^3$  ва шитоби афтиши озодонаро  $10 \text{ м/с}^2$  гиред.

а) 2 м; б) 0,2 м; в) 1 м; г) 0,5 м.

5. Бузургии кувваеро ёбед, ки ҳаво бо он ба сатҳи ҷисми дарозиаш 3 м ва бараш 1 м фишор меоварад. Фишори атмосфериро  $10^5$  Па гиред.

а)  $10^5$  Па; б)  $10^4$  Па; в)  $2,5 \cdot 10^3$  Па; г)  $2,5 \cdot 10^4$  Па.

6. Фишори даруни зарфро ба воситаи тулунба (насос) то ба 10 ммHg коҳиш доданд. Ин фишорро бо паскалҳо (Па) ифода кунед.

а) 1350 Па; б) 1400 Па; в) 1333 Па; г) 1600 Па.

7. Фишори ҳаво дар доманаи кӯҳ 98 000 Па асту дар қуллаи он 94 130 Па. Баландии кӯҳро ёбед. Зичии ҳаворо  $1,29$  кг/м<sup>3</sup> ва шитоби афтиши озодонаро  $10$  м/с<sup>2</sup> гиред.

а) 4100 м; б) 4500 м; в) 3870 м; г) 4400 м.

8. Ҷисмеро, ки ҳаҷми  $0,2$  см<sup>3</sup> дорад, дар об ғўтониданд. Қувваи архимедии ба ҷисм таъсиркунандаро ёбед. Зичии обро  $1$  г/см<sup>3</sup> гиред.

а) 196 Н; б) 1960 Н; в) 19,6 Н; г) 1,96 Н.

9. Ҷисми соҳиби ҳаҷми  $0,5$  м<sup>3</sup>-ро дар зарфи лабрезии об ғўтониданд. Массайи обро ёбед, ки дар ин маврид берун мерезад. Зичии обро  $1$  г/см<sup>3</sup> гиред.

а) 480 кг; б) 5000 кг; в) 510 кг; г) 50 кг.

10. Ғўлаҷўби соҳиби ҳаҷми  $1000$  м<sup>3</sup> дар об шино мекунад. Ҳаҷми дар об ғўтидаи ҷўбро ёбед. Зичии обро  $1000$  кг/м<sup>3</sup> гиреду зичии ҷўбро  $0,7$  г/см<sup>3</sup>.

а)  $900$  м<sup>3</sup>; б)  $700$  м<sup>3</sup>; в)  $800$  м<sup>3</sup>; г)  $750$  м<sup>3</sup>.

11. Массайи таҷҳизоти кураи ҳавоӣ 900 кг аст. Кура ҳаҷми  $3000$  м<sup>3</sup> дорад. Муайян кунед, ки кура дар сурати пури гази ҳидроген будан чӣ қадар қувваи болобурд дошта метавонад. Зичии ҳидрогенро  $0,09$  кг/м<sup>3</sup> гиреду зичии ҳаворо  $1,29$  кг/м<sup>3</sup>.

а) 27 кН; б) 18 кН; в) 21 кН; г) 0,8 кН.

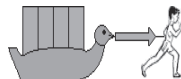
Ба ман нуктаи такагоҳ  
дихед, Замиро чаппа  
меғардонам!  
гуфтааст Аришмед

## Боби VI КОР ва ЭНЕРГИЯ. ТАВОН

Ин се мафҳум монанди мафҳуми қувва ё суръат дар саросари физика истеъмол мешаванд.

Мафҳумҳои *кор*, *энергия* (энержӣ) ва *тавон* дар ҳамбастагӣ бо якдигар шакл гирифтаанд, зеро онҳо воқеан ҳам ҳамбастаи якдигаранд. Гуфтан кофист, ки қору энергия воҳиди ягона доранд – *ҷоул* (*Ҷ*) ва воҳиди тавон *ҷоул бар сония* (*Ҷ/с*) аст. Мо ҳар яки ин мафҳумҳоро чудо-чудо баррасӣ мекунем.

### §6.1. Кор



Мо одат кардаем, ки ҳар гуна навъи фаъолиятро бо мафҳуми *кор* ифода кунем. Аз ҷумла, меғӯем, ки китоб хондан, роҳ рафтан, ниҳол шинондан, побел кардан, гул чидан ва ҳатто фикр рондан ҳам кор аст.

Аммо дар физика бар дӯши мафҳуми кор маънии муайяне бор шудааст – ин мафҳум дар мавридҳои истифода мешавад, ки қисми муойинашаванда бо таъсири ин ё он қувва ҳаракат кунад, роҳ паймояд.

Вақте ки мо китоби рӯйи мизро аз ҷойе ба ҷойи дигар мекӯчонем, дасти мо ба китоб таъсир карда, онро ба ҷойи дигар мебарад; вақте ки ягон мошин аробаеро мекашад ё гоҳе ки боди саҳт қулоҳи шуморо барканда мебарад, меғӯянд, ки мошин кор иҷро кард, бод кор иҷро кард ва ғ. Дар ин мавридҳо низ ин ё он қисм бо таъсири ягон қувва аз як ҷой ба ҷойи дигар мекӯчад. Дар ҳамаи ин мавридҳо ҳам таъсири қувва мушоҳида мешаваду ҳам кӯчиши қисми таъсирдида.

Пас, кор ҳам ба қувваи таъсиркунанда бастагӣ доштаасту ҳам ба масофаи кӯчонидани қисм. Дар ҳақиқат, агар яке аз шумо санги, масалан, дукилоӣ ва дигаре санги панҷкилоиро то рӯйи миз бароред ё ин ки якеи шумо сангеро ба масофаи 4 м ва дигаре ҳамон сангро ба масофаи 2 м кӯчонед, фаҳмост, ки дар ин ё он маврид кӣ қори зиёдтар иҷро мекунад.

Ва модом ки кор ба бузургии қувваи ба қисм таъсиркунанда ва ба масофаи кӯчиши қисм вобаста бошад, пас, оё имкон

хаст, ки ин се бузургӣ – қувва, кор ва масофаро бо якдигар алоқаманд гардонем?

**Кор.** Кор бузургии физикиест, ки ба ҳосили зарби қувва ва кӯчиши ба самти таъсири он (қувва) кардаи ҷисм баробар аст:

$$КОР = ҚУВВА \times КҶЧИШ.$$

Мазмуни ин навишта он аст, ки агар ба ҷисм ягон қувва таъсир биёрад, он ҷисм аз ҷойи буди худ (ба ҳатти таъсири қувва) ба ҷойи дигар ҳаракат карда, яъне кӯчида метавонад. Ин гуна ҳаракатро *ҳаракати механикӣ* ва кори дар ин маврид иҷрошударо *кори механикӣ* мегӯянд. Мо ин ҷо *кор* гуфта ҳамин кори механикиро дар назар медорем.

Агар корро бо ҳарфи  $A$ , қувваро бо  $F$  ва масофаро бо  $s$  ишорат кунем, таърифи боло шакли зайл мегирад:

$$A = Fs.$$

Ин ҷо  $s$  масофаест, ки онро ҷисм ба самти таъсири қувва мепаймояд. Фаҳмост, ки дар мавриди  $s = 0$  будан кор иҷро намешавад, яъне  $A = 0$  мебошад. Мисол: китобе, ки дар рӯйи миз истодааст, бо вучуде ки ба сатҳи миз бо қувваи муайян фишор меоварад, коре иҷро намекунад, зеро дар ин сурат

$$A = Fs = F \cdot 0 = 0$$

мебошад. Ҷисм дар мавриде ҳам, ки ҳаракати худро бе таъсири қувва давом додан гирад (яъне дар мавриди  $F = 0$  будан), кор иҷро намекунад.

**Воҳиди кор.** Дар *Манзумаи байналмилалӣ воҳидҳо* (МБВ, SI) ба сифати воҳиди кор коре пазируфта шудааст, ки онро қувваи  $1H$  дар сурати ба самти таъсири худ ба масофаи  $1m$  кӯчонидани ҷисм иҷро мекунад. Ин воҳид, чунонки дар боло гуфтем, *ҷоул* ном гирифтааст ва бо ҳарфи  $Ч$  (ҳарфи калон) ишорат мешавад:

$$1Ч = 1H \cdot 1m.$$

Кори баробар ба  $1Ч$  дар сурате иҷро мешавад, масалан, ки ҷисми дорой массаи  $0,1kg$  ба қадри  $1m$  боло бардошта шавад.

Воҳидҳои каратии кор *килоҷоул* ( $кЧ$  – бо “к”-и хурд ва “Ч”-и калон) ва *мегаҷоул* ( $МЧ$  – ҳарду бо ҳарфи калон) низ маъмуланд.

$$1МЧ = 10^6Ч,$$

$$1кЧ = 10^3Ч.$$

**Масъалаи 1.** Ҳамсинфи шумо рӯзи ҳашар сангеро бо қувваи  $25\text{ Н}$  тела дода, онро ба масофаи  $4\text{ м}$  кӯчонид.  $\bar{V}$  дар ин маврид чӣ қадар қор иҷро кардааст?

*Ҳалли мантиқӣ.* Модом ки қувваи  $1\text{ Н}$  сангро  $1\text{ м}$  кӯчиш дода, кори  $1\text{ Ҷ}$  иҷро кунад, пас, қувваи  $25\text{ Н}$  ҳамон сангро  $1\text{ м}$  кӯчонида, кори  $25\text{ Ҷ}$  иҷро мекунад. Аммо дар шарти масъала омадааст, ки қувваи  $25\text{ Н}$  қисмро ба масофаи  $4$  бор дуртар, яъне  $4\text{ м}$  кӯчонидааст. Пас, дар ин маврид кори  $4$  бор бештар, яъне  $100\text{ Ҷ}$  иҷро мешавад. Ҳамин аст ҳал.

*Ҳалли формулӣ.* Азбаски  $F = 25\text{ Н}$  асту  $s = 4\text{ м}$ , пас, барои ҳал кардани масъала ин додаҳоро дар формулаи

$$A = Fs$$

гузоштан мебояду бас:

$$A = Fs = 25\text{ Н} \cdot 4\text{ м} = 100\text{ Ҷ}.$$

**Масъалаи 2.** Барои ба қадри  $2\text{ м}$  боло бардоштани боре, ки вазни  $350\text{ Н}$  дорад, чӣ қадар қор иҷро кардан зарур меояд?

*Ҳал.* Дар матни ин банд ва дар перомуни формулаи қор дар бораи вазни қисм чизе нагуфтаем. Пас,  $h = 2\text{ м}$ ,  $\frac{P = 350\text{ Н}}{A = ?}$  вазни қисмро ба формулаи қор чӣ тавр ворид гардонем?

Ба хотир меорем: **Вазни қисм**  $P = mg$  ( $m$  – массаи қисм) қуввае мебошад, ки қисм бо он ба таҷағоҳ ё нуқтаи овезиши худ таъсир меоварад. Пас, дар формулаи қор ба ҷойи қувваи  $F$  ҳамин вазни  $P$ -ро гузоштан раво аст:

$$A = Fs = Ps.$$

Чунин ки бошад, масъала бо осонӣ ҳал мешавад:

$$A = Ps = 350\text{ Н} \cdot 2\text{ м} = 700\text{ Ҷ}.$$

**Масъалаи 3.** Барои рӯрӯйи сатҳи уфуқӣ бо қувваи  $F = 12\text{ Н}$  кашидани бор зарур омад, ки кори  $A = 18\text{ Ҷ}$  иҷро карда шавад. Бор чанд метр кӯчонида шудааст?

*Ҳал* ин аст:

$$F = 12\text{ Н},$$

$$\frac{A = 18\text{ Ҷ}}{S = ?}$$

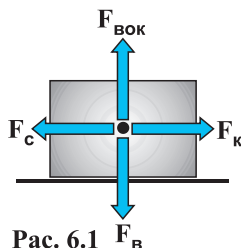
$$A = Fs, \quad s = \frac{A}{F}, \quad s = \frac{18\text{ Ҷ}}{12\text{ Н}} = 1,5\text{ м}.$$



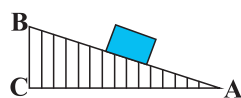
1. Мо гуфтем, ки мафҳуми *кор* дар физика маънии муайян дорад – ин гуфта чӣ мазмун дорад?
2. Меғӯем: “Мошин кори баробар ба 100 кҶ-ро иҷро кард”. Яъне чӣ?
3. Кори механикӣ чӣ гуна амал аст?
4. Кори механикиро чӣ тавр ифода мекунанд? Формулаи кор се бузургии физикиро дарбар мегирад. Кадомҳоанд онҳо?
5. Як *ҷоул* (1 *Ҷ*) чӣ қадар кор аст?

### Фикр кунед ва посух гӯед \_\_\_\_\_

1. Дар рӯи миз як қалам истодааст. Оё қувваи вазнинии ба он таъсиркунанда кор иҷро мекунанд?
2. Дар рас. 6.1 хиште дар рӯи сатҳи уфуқӣ дар ҳоли кашида шудан тасвир ёфтааст. Дар ин тасвир тирчаҳо қувваҳоеро ифода мекунанд, ки ба хиштча таъсир меоваранд,  $F_B$  – қувваи вазнинӣ,  $F_C$  – қувваи сойиши хиштча бо сатҳи уфуқӣ,  $F_{\text{вок}}$  – қувваи вокуниш (қувваи реаксия)-и сатҳи уфуқӣ ба таъсири қувваи вазнинии ба хиштча таъсироваранда ва  $F_K$  – қувваи кашише, ки барои бартараф сохтани қувваи сойиш ба хиштча таъсир меоварад. Кадоми ин қувваҳо кор иҷро мекунанд?
3. Дар мавриди бо ангушт фишурдани ягон фанар (пружина) чӣ гуна қувва кор иҷро мекунанд?
4. Чисмеро, ки дар рӯи ҳамвории мойили дар рас. 6.2 тасвиршуда хобидааст, аз нуктаи А то нуктаи В бурдан осон аст ё аз нуктаи В ба нуктаи А? Дар кадомин маврид кори бештар иҷро кардан лозим меояд?
5. Писарчае аз чоҳ ним сатил об кашид. Чӣ гуна бузургихоро доништан зарур аст, ки кори иҷрокардаи ӯ ёфта шавад?
6. Тулунба (насос) ҳар дақиқа 0,8 м<sup>3</sup> обро 8,33 м боло мебарорад. Ин тулунба дар 1 *ст* чӣ қадар кор иҷро мекунанд? (Посуҳ:  $4 \cdot 10^6$  Ҷ).



Рас. 6.1



Рас. 6.2

### Боз фикр кунед ва посух диҳед

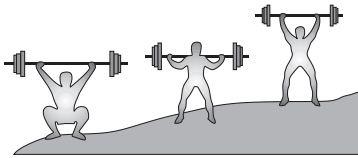
1. Як донаи гӯгирдро бо тарозуи дақиқ баркашед. Мебинед, ки тақрибан 3-4 г меояд. Оё шумо метавонед, ки рост истода, ҳамин гуна донаи гӯгирдро то ҷойе, ки дастатон боло меравад, дусад бор боло бардоред ва то ростои гӯшҳои худ поён фуруред, бароред – фуруред. Пеш аз он ки “Ҳа” ё “Не” гӯед, бояд бидонед, ки дар сурати ним метр боло бурдани як дона гӯгирд (бигзор 4 г бошад) шумо ин қадар кор иҷро мекунед:

$$A = Fs = Ph = mgh = 0,004 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,5\text{м} \cdot 0,02 = \text{Ч},$$

яъне агар доноро 200 бор бардоред, хамағи 4 Ч кор ичро мекунад. Аммо агар ин корро кардани шавед, мебинед, ки онро анчом дода наметавонед, зеро бисёр хаста мешавед. Сабаб чист, ки шумо санги, масалан, 30-килоиро то 2 м боло бардошта, яъне кори баробар ба 600 Ч-ро бо осони анчом дода метавонед, вале наметавонед, ки донаи гӯгирдро 200 бор болои сар бардошта, кори баробар ба 4 Ч-ро ичро кунед?

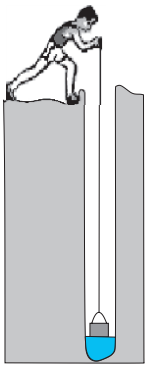
2. Шумо дидаед, ки дар чаҳорбоғе, ки баъди он чо сокин гардидани хайкали Ҳаким Фирдавси номи *фирдавс* гирифтааст, ҳамон хайкал гули пӯлодине дар даст шабҳову рӯзхо собит истодааст. Оё ин хайкал ягон навъ кор ичро мекунад?

## §6.2. Тавон (тавоноӣ)



Биёед, кори ду крани борбардорие (яъне ду *ҷарри сақиле*)-ро муқоиса кунем, ки яке аз онҳо кори баробар ба 200 кЧ-ро анчом

додасту дигаре – кори 150 кЧ-ро. Кадом кран хубтар аст, кадом кран пурсамартар кор кардааст?



Ин чо мо гуфта наметавонем, ки кадом кран пурсамартар кор кардааст, зеро маълум нест, ки мошинҳо ин корро дар чанд вақт анчом додаанд. Агар, масалан, мошини яқум кори 200 кЧ-ро дар 20 с, вале мошини дуюм кори 150 кЧ-ро дар 10 с анчом дода бошанд, пас, фаҳмоист, ки ҳар сония мошини яқум 10 кЧ кор кардаасту мошини дуюм 15 кЧ, яъне мошини дуюм самари бештар додааст. Ҳамин тариқ, ин чо зарурате пеш меояд, ки барои ифода кардани суръати ичро шудани кор *тавон* ном бузургии нави физикиро ба миён биёрем.

*Тавон* ба маънои зайл меояд: Агар ягон мошин кори  $A$ -ро дар муддати  $t$  анчом диҳад, мегӯянд, ки тавони он ба нисбати кори  $A$  бар муддати ичро шудани ин кор  $t$  баробар аст, яъне

$$\text{Тавон} = \frac{\text{Кор}}{\text{Муддати вақт}} \quad \text{ё худ} \quad N = \frac{A}{t}.$$



**Воҳиди тавон** *watt (Вт)* ном дорад. Мошине тавони 1 *Вт* дорад, ки кори 1 *Ҷ*-ро дар муддати 1 *с* анҷом медиҳад, яъне

$$1 \text{ Вт} = 1 \text{ Ҷ}/1 \text{ с} = 1 \text{ Ҷ}/\text{с}.$$

Воҳидҳои нисбат ба ватт ҳазор ва миллион бор бузургтар – *киловатт (кВт)* ва *мегаватт (МВт)* низ истеъмол мешаванд.

Илова мекунем, ки ҳозирҳо воҳиди нахустин, вале акнун аз истеъмол баромадаи тавон – *тавони асп* (т.а.) низ гоҳ-гоҳ ба қор бурда мешавад ва бо воҳиди асосии тавон – *Вт* чунин алоқаманд аст: 1 *т.а.* = 736 *Вт*.

### Се масъала

**1. Варзишгари вазнабардор вазнаи 70-килоиро дар муддати 2 с то баландии 1,8 м мебардорад. Тавони ӯро ёбед.**

$m = 70 \text{ кг},$   
 $t = 2 \text{ с},$   
 $h = 1,8 \text{ м},$   
 $N = ?$

Ҳал. Чунонки гуфтем, тавон ба нисбати кори дар ин маврид иҷрокардаи варзишгар

$$A = Fs = Ps = mgh$$

бар муддати иҷро шудани қор  $t$  баробар аст. Пас,

$$N = \frac{A}{t} = \frac{mgh}{t}, \quad N = \frac{70 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 1,8 \text{ м}}{2 \text{ с}} = 630 \text{ Вт}.$$

**2. Тавони оби шаршараеро ёбед, ки аз он 25 м<sup>3</sup> об дар муддати 2 с ба қадри 20 м поён меафтад.**

$v = 25 \text{ м}^3,$   
 $h = 20 \text{ м},$   
 $t = 2 \text{ с},$   
 $\rho = 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3,$   
 $N = ?$

Ҳал. Азбаски масса  $m$ , ҳаҷм  $V$  ва зичии об  $\rho$  ба шакли

$$m = \rho V$$

алоқаманданд, пас, 25 м<sup>3</sup> об ин қадар масса

$$m = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 25 \text{ м}^3 = 25 \text{ 000 кг}$$

дорад:

Дар ин маврид ин қадар қор иҷро мешавад:

$$A = Fs = Ps = mgh$$

ва барои тавон ин гуна қимат ба даст меояд:

$$N = \frac{mgh}{t} = \frac{25 \text{ 000 кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 20 \text{ м}}{2 \text{ с}} = 2,5 \text{ МВт}.$$

3. Баландии манори “галтони” шаҳри Пиза (дар кишвари Итолиё) 54,5 м аст. То ба ин баландӣ бо нардбони печоне баромадан мумкин аст, ки он сесад зина дорад. Бачае, ки вазни 440 Н ва тавони 50 Вт дошта бошад, дар чӣ қадар вақт аз рӯйи Замин ба болои манор мерасад?

$$\left. \begin{aligned} h &= 54,5 \text{ м}, \\ F &= 440 \text{ Н}, \\ N &= 50 \text{ Вт} \end{aligned} \right\}$$

$$t = ?$$

Ҳал. Барои ба болои манор расидан кори  $A = Fh$ -ро анҷом додан мебояд. Азбаски тавон  $N$ , кор  $A$  ва муддати иҷро шудани ин кор  $t$  ба тарзи  $N = A/t$  алоқаманд ҳастанд, пас, ҳал ин аст:

$$t = \frac{A}{N} = \frac{Fh}{N} = \frac{440 \text{ Н} \cdot 54,5 \text{ м}}{50 \text{ Вт}} \approx 480 \text{ с} = 8 \text{ дақ.}$$

1. Тавон чист?  
 2. Истеъмоли мафҳуми *тавон* аз чӣ зарурат ба миён омадааст?  
 ? 3. Шумо дар миёни *кор* ва *тавон* чӣ алоқамандӣ ва чӣ фарқ мебинед? дар миёни мафҳумҳои *тавон* ва *тавоноӣ* чӣ?  
 4. Воҳиди тавон – *ватт* (Вт) чӣ қадар тавон аст?  
 5. Ватт (Вт) аз воҳиди *куҳна* – *тавоно асп* чӣ фарқ дорад?  
 6. “*Тавони миёнаи одам 70-80 Вт аст*” гуфта чӣ мазмун дорад?  
 7. Формулаи тавон чӣ гуна бузургҳои физикиро дарбар дорад?

### Фикр кунед ва посух гӯед

1. Шумо бояд чӣ гуна тавон дошта бошед, ки бо зинапоя дар муддати 1 дақ ба қадри 24 м боло бароед.
2. Варғ (банд, дарғот)-и нуругоҳи оби барқ ҳангоми обхезӣ ҳар сония  $1600 \text{ м}^3$  обро поён мерезонад. Баландии варғро 40 м гирифта, тавони оби ғалтонро ёбед. (Посух:  $640 \text{ МВт}$ ).
3. Тулумба (насос)-и обкашиё, ки тавони  $72 \text{ кВт}$  дорад, барои аз чуқурии 105 м боло баровардани  $500 \text{ м}^3$  об бояд чанд соат кор кунад.

(Посух: 2 соат).

### Супориш

Дар заминаи гуфтаҳои боло се масъалае тартиб диҳед, ки дар онҳо мафҳуми *тавон* ё истифода шавад ё ин ки муайян кардани тавон талаб шуда бошад. (Ин масъалаҳоро аз китобҳое ҳам интихоб кардан мумкин аст, ки шумо дар даст доред).

Ҳалли масъалаҳоро бо далел баён кунед, он сон баён кунед, ки барои ҳамсифҳотон (ва ҳар хонандаи дигар) фаҳмо бошад.

### §6.3. Ҳамбастагии тавон ва суръат

Формулаи тавонро бо суръати ҳаракат алоқаманд кардан осон аст. Чисм дар сурати бо таъсири ягон қувва ба самти, масалан, тири  $x$ , бо суръати  $v = x/t$  ҳаракат кардан ( $x$  – масофаи ба қадди тири  $x$  паймудаи чисм,  $t$  – муддати ҳаракат) ин қадар кор иҷро мекунад:

$$A = Fx,$$

ки ин ҷо  $F$  қувваи ба чисм дар самти ҳамон тири  $x$  таъсиркунанда аст. Ин ифодаро дар формулаи тавон мегузорем,

$$N = \frac{A}{t} = \frac{Fx}{t} = F \frac{x}{t}.$$

Азбаски бузургии  $x/t$  суръати ҳаракат  $v$ -ро ифода мекунад, пас,

$$N = F \frac{x}{t} = Fv \quad \text{ё} \quad \boxed{N = Fv}$$

мебошад. Ин ифодаи сода имкон медиҳад, ки масъалаҳои гуногуни муайян кардани тавони моторҳо ё ёфтани қувваи кашиши мошинҳоро механизмҳо бо осонӣ ҳал карда шавад.

Одам тавони тақрибан  $70 \text{ Вт}$  дорад. Тавони неругоҳи оби барқи Норақ  $2,7$  млн *киловатт* ( $\text{кВт}$ ) ё худ  $2700$  *мегаватт* ( $\text{МВт}$ ) аст. Тавони моторҳои баъзе мошинҳо дар ҷадв. 6.1 омадааст:

Мопед	0,9 кВт
Мотосикл	25-30 –”–
Мошини сабукрави “Волга”	72 –”–
Трактор	220 –”–
Локомотиви барқӣ	4,2 МВт
Ҳавопаймои “Ан-22”	4x11,0 –”–
Киштии кайҳонии “Энергия”	125000 –”–

**Масъалаи 1. Тавони крани борбардорӣ бояд чӣ қадар бошад, ки бори вазнаш  $4000 \text{ Н}$ -ро бо суръати  $1 \text{ м/с}$  боло барад?**

Додаҳо:  $F = 4000 \text{ Н}$ ,  $v = 1 \text{ м/с}$ ,  $N = ?$  | Ҳал. Бори  $4000$ -килоиро бо суръати доимии  $1 \text{ м/с}$  кране боло бурда метавонад, ки он ин қадар тавон дошта бошад:

$$N = Fv = 4000 \text{ Н} \cdot 1 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 4000 \text{ Вт} = 4 \text{ кВт}.$$

**Масъалаи 2. Крани борбардорӣ бори вазнаш 4200 Н-ро дар муддати 15 с то 18 м боло мебардорад. Тавони кранро ёбед.**

$$\begin{array}{l}
 F = 4200 \text{ Н}, \\
 h = 18 \text{ м}, \\
 t = 15 \text{ с} \\
 \hline
 N = ?
 \end{array}
 \left| \begin{array}{l}
 \text{Ҳал. Ин чо низ мисли масъалаи 1 ифодаи} \\
 \text{алоқамандкунандаи тавони кран } N \text{ ва суръати} \\
 \text{ҳаракати бор } v\text{-ро истифода кардан зарур аст:} \\
 N = Fv.
 \end{array} \right.$$

Аммо дар шарти масъала суръати боло бурдани бор дар шакли ноаён омадааст. Ин суръат ба нисбати баландии  $h$  бар муддати  $t$  баробар аст. Пас, ҳал ин аст:

$$N = Fv = F \frac{h}{t}, \quad N = 4200 \text{ Н} \cdot \frac{18 \text{ м}}{15 \text{ с}} \approx 5 \text{ кВт}.$$

**Масъалаи 3. Наҳанг дар зери об бо суръати доимии 7,2 м/с ҳаракат мекунад ва дар ин маврид тавони 158 кВт дорад. Об ба ҳаракати наҳанг бо чӣ қадар қувва муқовимат мекунад.**

Ҳал. Қувваи муқовимати обро аз рӯи формулаи тавон меёбем. Ин чо онро ба назар мегирем, ки муқовимати об бояд ба қувваи пешрафти наҳанг баробар бошад. Дар ин маврид низ формулаи тавонро ба кор бурдан мумкин аст.

Аввал додаҳоро бо воҳидҳои дахлдори *Манзумаи байнал-милалӣ воҳидҳо* (SI) ифода мекунем, яъне тавонро бо  $\text{Вт}$  меорем, вале суръатро дар ҳамон шакле, ки омадааст, нигоҳ медорем:

$$N = 158 \text{ кВт} = 158\,000 \text{ Вт}, \quad v = 7,2 \text{ м/с}, \quad F = ?$$

Он гоҳ ҳал шакли зайл мегирад:

$$N = Fv, \quad F = \frac{N}{v} = \frac{158\,000 \text{ Вт}}{7,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}} \approx 22 \text{ кН}.$$



1. Бузургиҳои физикии *тавон* ва *суръат* чӣ ҳамбастагӣ доранд?
2. Як трактор кори чанд одамро анҷом дода метавонад?

### Машқ

Мухаррик (мотор)-и соҳиби тавони 50 кВт дар муддати 5 с чӣ қадар корро анҷом дода метавонад?

### Супориш

Ҳисоб кунед, ки одами садсола агар дар 75 соли умри худ ҳар рӯз 10 см бо ин ё он амал машғул шуда бошад, чӣ қадар корро анҷом додааст. Тавони миёнаи одамро 70 Вт гиред. (Посух: ~ 69 ГҶ).

## §6.4\*. Мувоzanати чисмҳо

Мо дар боби III чанд бор гуфтем, ки ин ё он чисм суръати ҳаракати худро танҳо ҳангоми ба он таъсир овардани ягон қувва тағйир медиҳад. Аз таъсири қувва ҳолати оромиши чисм низ тағйир меёбад. Чисм агар ором бошад, дар сурати ба он таъсир овардани қувва ба ҳаракат даромада метавонад. Мо ин ҷо аз он рӯ “метавонад” мегӯем, ки чисм дар сурати ба он якбора таъсир овардани чанд қувва ҳолати оромиш ё ҳолати ҳаракати худро тағйир надода ҳам метавонад.

Барои он ки чисм пеш наравад, як нуқтаи онро маҳкам кардан кофист. Чунончи, тахтае агар дар бари девор як меҳзада шуда бошад, пеш рафта наметавонад, вале гирди меҳвари худ (гирди меҳ) гардиш хӯрда метавонад. Ё, бигирем, дари хонаро. Дар, ки бо бардарӣ ба воситаи ду-се ошӣқмаъшуқ васл шудааст, пеш рафта наметавонад, аммо гирди меҳвари ошӣқмаъшуқҳо гардиш меҳӯрад.

Ин гуна мисолҳо бисёранд. Ба чисме, ки дар рӯи миз истодааст, ду қувва таъсир меоварад:

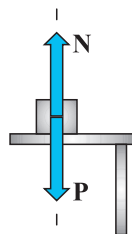
1) қувваи вазнинӣ, ки чисмро сӯи маркази Замин мекашад ва

2) қувваи вокуниш (қувваи реаксия)-и такаюҳ, яъне қувваи чандирии миз, ки сӯи боло равона аст ва монעי ба рӯи Замин афтидани чисм мегардад: дар ҳақиқат, агар қувваи чандирии миз вучуд намедошт, чисм дар рӯи миз намеистод, балки ҳаракати худро бо таъсири қувваи вазнинӣ идома дода, ба рӯи Замин мезад.

Пас, чисм дар рӯи миз (рас.6.3) аз он рӯ қарор мегирад, ки натиҷаи таъсири якҷояи қувваи вазнинӣ  $P$  ва қувваи вокуниши такаюҳ  $N$  ҳеҷ ( $= 0$ ) бошад:

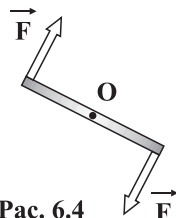
$$\vec{P} - \vec{N} = 0$$

(ба хотир биёрем, ки дар болои ишорати бузургҳои векторӣ тирча мегузоштем ё ин ки онҳоро бо ҳарфи сиёҳи ғафс менавиштем – ниг. §4.6 ва 4.7). Ин ҷо  $N$  аз он рӯ бо аломати минус омадааст, ки он муқобили вектори  $P$  самт дорад. Сифрӣ будани ҷамъи қувваҳои ба чисм таъсиркунанда яке аз шартҳои зарури мувоzanати чисм аст.



Рас. 6.3

Вале ин шарт чисмро на дар ҳама мавридҳо мувозанат дода метавонад. Чунончи, агар ба қисме, ки дар меҳвари  $O$  кашида шудааст, дар як вақт ду қувваи ҳамзӯр, вале зидди якдигар равонашудаи  $F$  таъсир оваранд, он сон ки дар рас. 6.4 тасвир шудааст, қисм пеш намеравад, аммо гирди меҳвари  $O$  гардиш меҳӯрад, бо



Рас. 6.4

вучуде ки ҳосили қамъи ҳарду қувва (бо назардошти аломати онҳо) баробари сифр аст. Пас, сифрӣ будани ҳосили қамъи қувваҳои ба қисм таъсиркунанда мувозанати қисм, аз ҷумла, мувозанати қисми ногардонро танҳо дар ҳаракати пешбаранда таъмин мекунад.

*Барои он ки қисми ногардон дар ҳоли мувозанат бимонад, зарур аст, ки ҳосили қамъи қувваҳои ба қисм таъсиркунанда сифрӣ бошад.*

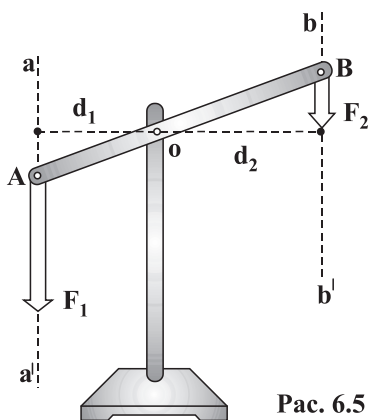
Ҳамин аст шарти мувозанат доштани қисми ногардон.

1. Ҳолати мувозанат чӣ гуна ҳолат аст?
2. Дар бораи мувозанати тарозу ва мувозанати қисме, ки дар рӯи миз истодааст, чӣ гуфта метавонед?
- ? 3. Қисм ба чӣ шарт дар ҳоли мувозанат буда ё мувозанат дошта метавонад?
4. Оё шарти сифрӣ будани ҳосили қамъи қувваҳои ба қисм таъсиркунанда мувозанатро дар ҳама мавридҳо таъмин мекунад?
5. Мисоле биёред, ки мувозанат доштани қисми ногардонро нишон диҳад; ва мисоле биёред, ки дар ҳоли мувозанат набудани қисми гардишхӯрандари нишон диҳад.

## §6.5. Гаштовари қувва (моменти қувва)

### I

Мошинҳову механизмҳо нуқтаҳое доранд, ки дар онҳо ин ё он чиз (чузъ) бо вучуди ба он таъсир овардани як, ду ё чанд қувва кӯчида (аз ҷой ҷунбида) наметавонад, аммо гирди ин ё он меҳвар гардиш хӯрда метавонад. Олате, ки ба шакли шоҳини тарозу сохта шудааст (рас. 6.5), ҳамин гуна қисм аст. Дар ин расм нуқтаи  $O$  нуқтаест, ки меҳвари гардиши шоҳин аз он мегузарад. Ин нуқта нуқтаи такаюғи шоҳин аст.



Рас. 6.5

Нуктаҳои А ва В нуктаҳои он қувва таъсир овардан ё ин ки дар онҳо бор овехтан мумкин аст. Онҳоро нуктаҳои таъсири қувва ё нуктаҳои гузориши қувва мегӯянд. Дар мисоли мо А нуктаи гузориши қувваи  $F_1$  ва В нуктаи гузориши қувваи  $F_2$  мебошанд. Хатҳои  $aa'$  ва  $bb'$  хатҳои таъсири қувва ном гирифтаанд,  $aa'$  хатти таъсири қувваи  $F_1$  асту  $bb'$  – хатти таъсири қувваи  $F_2$ . Дар расм  $d_1$  дарозии

хатеро ифода мекунад, ки он аз нуктаи таъсир  $O$  то хатти таъсири қувваи  $F_1$  кашида шудааст ва нисбат ба хатти таъсири қувваи  $F_1$  амудист. Масофаи  $d_1$  китфи қувваи  $F_1$  (бозуи қувваи  $F_1$ ) ва масофаи  $d_2$  китфи қувваи  $F_2$  ном гирифтаанд.

Хуб, дараҷаи таъсири қувва ба ҷисме, ки гирди ин ё он меҳвар гардиш хӯрда метавонад, ба ҷӣ (ё ба ҷиҳо) бастагӣ дорад.

Агар мо дари дар рас. 6.6 тасвиршударо кушодани ё пӯшидани шуда, ба нуктаҳои 1 ва 2 таъсир биёрем, мебинем, ки дар мавриди ба нуктаи 2 таъсир овардан дар осонтар кушода ва пӯшида мешавад. (Барои ҳама дарҳои дигар низ ҳамчунин аст). Нуктаҳои 1 ва 2 ғайр аз дуриашон то меҳвари гардиш (ки бо  $d_1$  ва  $d_2$  ишорат шудаанд) дигар фарқе надоранд.

Акнун мулоҳиза кунед: дар сурати кӯтоҳ будани китфи қувва ( $d_1$ ) барои кушодани дар ба нуктаи 1 бо қувваи зиёд ( $F_1$ ) таъсир овардан лозим меояд; аммо агар китфи қувва зиёд ( $d_2$ ) бошад, ба нуктаи 2 бо қувваи кам ( $F_2$ ) таъсир оварда, дарро кушодан мумкин аст.

Пас, бояд фаҳмо бошад, ки қувваҳои  $F_1$  ва  $F_2$  ва китфҳои онҳо  $d_1$  ва  $d_2$  алоқамандие доранд. Барои фаҳмидани ин алоқамандӣ қувваҳои ба нуктаҳои 1 ва 2 таъсиркунандаро бо қуввасанҷ (динамометр) чен кардан зарур асту китфҳоро – бо хаткашак. Он гоҳ ин гуна хулосаи муҳим бармеояд:

*Ҳар қадаре ки китфи қувва кам бошад,  
барои кушодани дар қувваи ҳамон қадар бор  
зиёдтарро ба кор бурдан лозим меояд.*

Аз ҷумла, барои мавриде, ки дар рас. 6.5 тасвир ёфтааст,

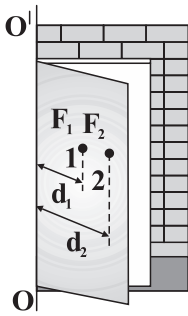
$$d_2 = 2d_1, \quad (1)$$

яъне китфи қувваи  $F_2$  назар ба китфи  $F_1$  ду бор зиёд аст. Пас, барои он ки дарро аз нуқтаи 2 кушоем, кофист, ки ба ин нуқта бо қувваи назар ба  $F_1$  ду бор камтар таъсир биёрем, яъне

$$F_2 = \frac{1}{2}F_1.$$

Бузургии физикие, ки дар ин сурат бетағйир мемонад, ҳосили зарби қувва ва китфи қувва аст, ки бо ҳарфи  $M$  ишорат мешавад:

$$M = Fd. \quad (2)$$



Рас. 6.6

Мо ин бузургиро *гаштовари қувва* (моменти қувва) ном додаем. Онро бо *нйутон-метр* ( $H \cdot m$ ) ном воҳид ифода мекунанд. 1  $H \cdot m$  гаштовари қувваи якнйутонае мебошад, ки нуқтаи гузориши он аз меҳвари гардиш 1 м дурӣ дорад.

Гаштовари қувва, чунонки аз номаш бармеояд, қобилияти чисмгардишдиҳандагии қувваро ифода мекунанд. Дар ин асос барои нуқтаҳои мисолшудаи дари дар рас. 6.6 тасвиршуда

$$F_1 d_1 = F_2 d_2 \quad (3)$$

аст. Ин фаҳмост, зеро аз рӯи ифодаҳои (1) ва (2)

$$F_1 d_1 = 2 F_2 \cdot \frac{d_2}{2} = F_2 d_2$$

мебошад. Таносуби (3) барои ҳар нуқтаи дигари дари мисолшуда ва инчунин барои олати шоҳинмонанде, ки дар рас. 6.5 омадааст, риоя мешавад.

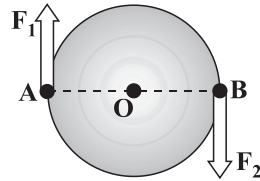
Вақте ки дар ягон нуқтаи китфи рости олати мисолшуда бор овезем, яъне ба он нуқта бо ин ё он қувва таъсир биёрем, шоҳин гирди меҳвари беҳаракати 0 ба рафти ақрабаки соат гардиш меҳӯрад. Агар бор дар китфи чап овехта шавад, баръакс, шоҳин муқобили рафти ақрабак мегардад. Ба ҳарду тарафи шоҳин борҳои гуногун овехта, яъне бо қувваҳои гуногун таъсир оварда, ба ин хулоса расидан осон аст, ки

*шоҳин дар мавридҳои мувозанат меёбад, ки гаштовари қувва(ҳо)и ба рафти ақрабаки соат гардонандаи он баробари гаштовари қувва(ҳо)и муқобил бошад.*



## II

**Масъала.** Ба нуктаҳои А ва В-и гирдае, ки дар рас. 6.7 тасвир ёфтааст, қувваҳои ба якдигар баробар, вале зидсамти  $F_1$  ва  $F_2$  таъсир оварда, онро водор мекунад, ки гирди меҳвари бехаракати 0 гардиш бихӯрад. Бузургии қуввахоро  $F_1 = F_2 = 10\text{ Н}$  ва радиуси ҷисро  $OA = OB = 15\text{ см}$  гуфта, қувваи натиҷавии ба ҷисм таъсиркунанда ва гаштовари натиҷавӣ (моменти натиҷавӣ)-и қуввахоро ёбед.



Рас. 6.7

*Ҳал.* Қувваҳои  $F_1$  ва  $F_2$  баробари якдигаранд ва зидди ҳамдигар равиш доранд. Аз ин рӯ қувваи натиҷавӣ

$$F = F_1 + (-F_2) = 0$$

мебошад. Барои ёфтани гаштовари натиҷавии қувваҳо онро ба назар мегирем, ки радиусҳои  $OA$  ва  $OB$  ин ҷо маънии *қутби қувва* доранд. Аз ин рӯ гаштоварҳои қувваҳои  $F_1$  ва  $F_2$ -ро ба шакли

$$M_1 = F_1 \cdot OA, \quad M_2 = F_2 \cdot OB$$

ва гаштовари натиҷавиро ба сурати

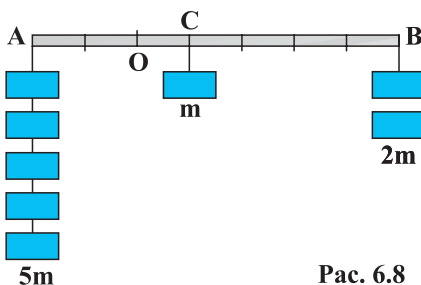
$$M = M_1 + M_2 = F_1 \cdot OA + F_2 \cdot OB$$

ифода мекунем. Натиҷа ин мешавад:

$$M = 10\text{Н} \cdot 0,15\text{м} + 10\text{Н} \cdot 0,15\text{м} = 3\text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Ҳамин тариқ, бо вуҷуде ки ҳосили ҷамъи қувваҳои ба ҷисм таъсиркунанда ҳеҷ ( $=0$ ) аст, гаштовари натиҷавӣ қимати муайян дошта метавонад. Ин ҷисм гирди меҳвари 0 гардиш меҳӯрад.

**Масъалаи дигар.** Милаи АВ (рас. 6.8) гирди меҳвари 0 гардиш хӯрда метавонад. Оё ин мила мувозанат дорад? Агар бореро, ки дар нуктаи С овезон аст, баргирем, ҳолати мила чӣ тағйирот мебинад?



Рас. 6.8

(Масъаларо ба фарзе ҳал кунед, ки борҳо ҳам баробари якдигар бошанду фосилаҳои байни нишонаҳои мила ҳам).

*Ҳал.* Масъала дар заминаи таносуби баробарии гаштоварҳо (3) ҳал мешавад. Нахуст ба пурсиши охир посух меҷӯем, яъне аввал бори

нуктаи С-ро бармегирем. Дар ин маврид ба ҷойи қувваи  $F_1$  бори 5  $m$  ва ба ҷойи қувваи  $F_2$  бори 2  $m$  гирифтаи мебояд. Бигзор  $m = 0,1$  кг (яъне ҳамаҷони қувваи 1  $H$ ) ва

$$d_1 = OA = 2 \text{ см} = 0,02 \text{ м},$$

$$d_2 = OB = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м}$$

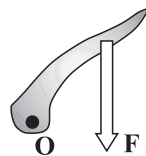
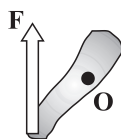
бошанд. Пас, ҳосили зарбҳои

$$F_1 d_1 = 5H \cdot 0,02 \text{ м} = 0,1 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$F_2 d_2 = 2H \cdot 0,05 \text{ м} = 0,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

баробари якдигаранд. Яъне дар мавриди набудани бори нуктаи С “тарозу”-и мо мувозанат дорад. Агар бори  $m$ -ро дар нуктаи С ё ғон нуктаи дигар биовезем, мувозанат вайрон мешавад.

1. Дар ҷи гуна маврид ҳисм бо таъсири қувва ба гардиш мебарояд?
2. Нуктаи гузориши қувва ҳисм? ҳатти таъсири қувва ҷи?
3. Китфи қувва ҳисм?
4. Оё мафҳумҳои *китфи қувва* ва *китфи олати тарозушакле*, ки дар рас. 6.5 тасвир ёфтааст, айни якдигаранд?
- 5\*. Гаштовари қувва (моменти қувва) ҳисм?
6. Шумо воҳиди гаштовари қувва, яъне *нйутон-метр* ( $H \cdot m$ )-ро ҷи таъриф мекунед?
7. Ҳисмҳои, ки дар рас. 6.9 тасвир ёфтаанд, кадом сӯ гардиш мекунанд? (Дар ин тасвирҳо нуктаи  $O$  меҳвари гардишро ифода мекунад).



Рас. 6.9

## §6.6. Механизмҳои сода

Акнун, хонандаи азиз, ҳамаҷони шумо расидем то ҷойе, ки дониши дар мавзӯҳои пешина, хусусан дар мавзӯҳои “Қувва”, “Кор” ва “Тавон” андӯхтаи ҳудро дар арсаи зиндагонӣ ба кор барем. Агар шумо ҳулосаҳои ин мавзӯҳоро ба нияти истифодаи амалӣ омезиш дода тавонед, ба иҷрои бисёр корҳои душвор, аз ҷумла, ба иҷрои корҳои муваффақ мешавед, ки онҳоро ба воситаи зӯри бозу ё дасти “бесиҳо” анҷом додан илоҷ надорад. Вале агар мо истифодаи олатҳоро, ки механизмҳои сода ном гирифтаанд, ёд бигирем, он корҳоро бо осонӣ анҷом дода метавонем.

Механизмҳои сода аз давраҳои хеле қадим ба ин сӯ истифода мешаванд. Мисриёни қадим се ҳазор сол пеш аз милод дар сохтмони ҳарамҳо (пирамидаҳо)-и бузург тахтасангҳои чанд-тоннагиро бо ёрии фашангҳо аз як ҷо ба ҷойи дигар мекуҷониданд ё то ба баландҳои гуногун мебароварданд.

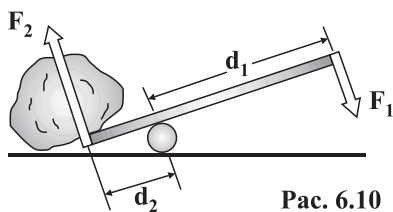
Механизмҳои сода ҷойи истифода бисёр доранд – корхонаҳои саноатӣ, устохонаи мактаб, боғчаҳои назди хавлӣ ва монанди ин.

Амали механизмҳои сода бар он асос ёфтааст, ки ба василаи онҳо қувваро табдил дода, аз он бурд ҳосил кардан мумкин аст. Қадимтарин механизмҳои сода фашанг, ҳамвории мойил ва гарғара мебошанд.

#### а) Фашанг (қори лабораторӣ)

*Лавозимот:* Чадавали сантиметритаксимот, чанд борсанги 100-гиромӣ, фашанг, поя (штатив).

Маъмултарин фашанг *орам* ё худ *мисрон* ё ин ки *ҷӯби дарози сахтест*, ки барои аз ҷой ҷунбонидани чизҳои вазнин ба қор меравад. Харсанги дар рас. 6.10 тасвиршударо бо зӯри бозу ҷунбонидан илоҷ надорад, вале бо ёрии орам (ба русӣ: *лом*) онро бардошта-бардошта, гелонидан ё лағзонидан начандон душвор аст, ба шарте ки ҳамон орам ба ягон ҷо тақя дода шавад (яъне тақягоҳ дошта бошад). Дар рас. 6.10 нуқтаи тақягоҳ нуқтаест дар рӯи болинҷӯби зери фашанг, ки фашанг ба он тақя дода мешавад. Агар ба нӯги рости фашанг бо қувваи  $F_1$  таъсир биёрем, нӯги дигари он ба харсанг бо қувваи чанд бор бештари  $F_2$  таъсир меоварад, яъне ба воситаи фашанг қувваи кам ( $F_1$ )-ро зиёд ( $F_2$ ) кардан имкон дорад. Аз ин рӯ тирчаи ифодакунандаи қувваи ба санг таъсиркунандаи

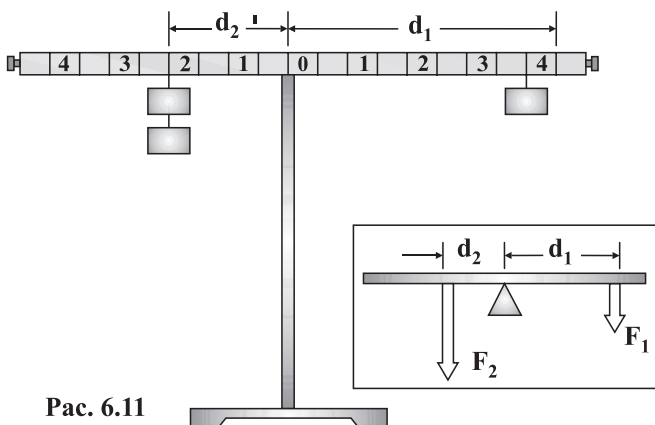


Рас. 6.10

$F_2$  назар ба  $F_1$

(монанди рас. 6.10) чанд бор дароз буда метавонад. Ин мавридро донишманди даврони қадим Аршимед дар шакли қонуне баён кардааст, ки он *қонуни мувозанати фашанг* ном гирифтааст.

Шумо имкон доред, ки ин кашфиёти Аршимедро такрор кунед. Ба сифати фашанг хаткашаки бо сантиметрҳо дараҷабандишударо истифода кардан мумкин аст (рас. 6.11).

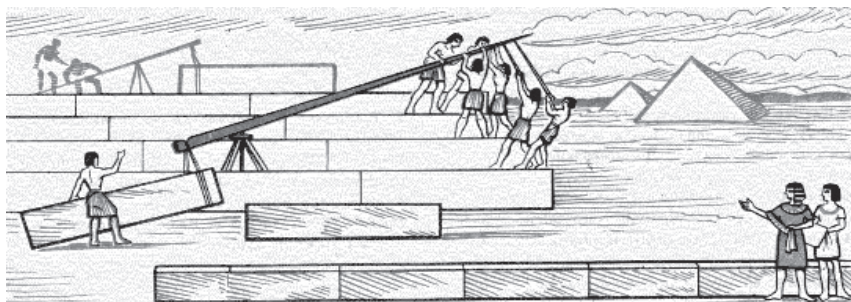


Рас. 6.11

Миёнҷои фашангро сӯроҳ карда, онро дар меҳи паҳлуи поя мебарорем. Ин меҳ чун меҳвари гардиши фашанг хидмат мекунад. Фашанг гирди ин меҳвар бояд озодона гардиш хӯрда тавонад. Вақте ки ин шарт риоя шуд, фашангро ба воситаи мурватҳо (винтҳо)-е, ки дар ҳарду сари он шинонда шудаанд, ба холи мувозанат меорем.

Акнун дар китфҳои фашанг бор меовезем. Чойе, ки дар он бор овехта мешавад, *нуқтаи гузориши қувва* ном дорад. Хатти ростеро, ки қувваи ба ин ё он нуқта таъсиркунанда ба қадди он равона мешавад, (чунонки гуфтем), *хатти таъсири қувва* мегӯянд. Ин гуна хатҳо барои қувваҳои  $F_1$  ва  $F_2$  дар соярасми 6.11 бо тирчаҳо тасвир шудаанд.

Фашанги мо дар нуқтаҳои гузориши қувваҳо чангак дорад. Агар дар чангакҳо (дар китфҳои чапу рост) як санг (=100 з), ду санг (=200 з) ва ғ. гузошта, санҷишро такрор кунем, мебинем, ки фашанг танҳо дар сурати мавқеи муайян доштани сангҳои рости чап мувозанат меёбад. Аз ҷумла, дар мавриди дар нуқтаи 4-и китфи рост бор кардани як санги 100-гиромӣ (ки таъсираш



баробари таъсири қувваи  $1H$  аст) ва дар нуктаи 2-и китфи чап овехтани 2 санг ( $2H$ ) фашанг ба ҳоли мувозанат меояд (дар рас. 6.11 ҳамин маврид тасвир шудааст).

Фашанг дар мавриде ҳам мувозанат меёбад, ки мо санги китфи ростро бетағйир нигоҳ дошта, дар китфи чап дар нуктаи 4 низ 1 санг ё дар нуктаи 1 чор санг биовезем.

Аз мулоҳизаи ин мавридҳо ва мавридҳои дигари мувозанат доштани фашанг ин гуна хулоса бармеояд:

*Мувозанати фашанг ба қувваҳо (борсангҳо)-и  $F_1$  ва  $F_2$  ва ба масофаҳои  $d_1$  ва  $d_2$  ким-чӣ хел бастагӣ дорад.*

Хуб, ин бастагӣ чӣ гуна аст? Онро чӣ тавр фаҳм кунем?

Биёед, мавридеро бинем, ки 1 санг дар чангаки 4-и китфи рости фашанг бо 2 санги сари чангаки 2-и китфи чапи он дар мувозанатанд, яъне қувваи  $F_1 = 1H$  қувваи нисбат ба худ дучанди  $F_2 = 2H$ -ро мувозанат медиҳад. Ин мувозанат дар мавриде имкон дорад, ки масофаи нуктаҳои гузориши қувваҳои  $F_1$  ва  $F_2$ , яъне  $d_1$  ва  $d_2$  гуногун бошанд. Дар мисоли мо ин масофаҳо низ мисли қувваҳо аз якдигар ду бор (аммо ба нисбати чаппа) фарқ мекунанд.

Ҳамин тарик, фашанг дар мавриде мувозанат меёбад, ки

$$F_2 = 2F_1 \quad \text{ва} \quad d_1 = 2d_2$$

бошанд. Ин навишта он гуна маънӣ дорад, ки қувваи  $F_1$  ба ними  $F_2$  баробар аст, вале масофаи нуктаи гузориши қувваи  $F_1$ , яъне  $d_1$  назар ба масофаи нуктаи гузориши қувваи  $F_2$ , яъне назар ба  $d_2$  ду бор зиёд мебошад. Ин ҷо бо андак кӯшиш фаҳмидан осон аст, ки ҳосили зарбҳои  $F_1d_1$  ва  $F_2d_2$  баробари якдигаранд:

$$F_1d_1 = F_2d_2 \quad (*)$$

Ҳамин аст, аслан, таносубе, ки моҳияти шарти мувозанати фашангро ифода мекунад. Архимед маҳз ҳамин формуларо ҳосил карда буд. Ин таносуб ду мафҳуми муҳимми физикиро дарбар дорад: якеи онҳо масофаи байни нуктаи тақягоҳ “0” то нуктаи таъсири қувва  $d$  аст, ки номи махсус дорад – онро *китфи қувва* мегӯянд. Ҳосили зарби ин бузургӣ ва қувва, яъне  $F \cdot d$ , чунонки дар §6.5 гуфтем, *гаитовари қувва* (моменти қувва) НОМ гирифтааст ва маъмулан бо  $M$  ишорат мешавад:

$$M = Fd.$$

Дар заминаи ин таносуб ифодаи (\*)-ро ба шакли хеле содаи  $M_1 = M_2$  навиштан мумкин аст. Таносуби (\*) барои ҳама мавридҳои мувозанат доштани фашанг дуруст аст. Такрори таҷриба дар мавридҳои гуногун хулосаи зайл медиҳад:

*Чисме, ки гирди меҳвари беҳаракат гардиши меҳӯрад, дар сурате мувозанат дошта метавонад, ки барои он ҳосили ҷамъи ғайтварҳои қувваҳои ҷангардишидиҳанда ба ҷамъи ғайтварҳои қувваҳои ростгардишидиҳанда баробар бошад.*

$$\begin{aligned}
 m &= 200 \text{ кг}, \\
 g &= 10 \text{ Н / кг}, \\
 d_1 &= 2,5 \text{ м}, \\
 d_2 &= 0,5 \text{ м} \\
 F_1 &= ?
 \end{aligned}$$

**Масъалаи 1.** Бигзор массаи санге, ки дар рас. 6.10 тасвир ёфтааст, 200 кг бошад. Барои ба воситаи фашанги семтра аз ҷой ҷунбонидани санг ба сари дарози фашанг бо чӣ қадар қувва таъсир овардан мебояд? Китфи қувваи худро 2,5 м ва китфи қувваи вазнинии аз тарафи санг ба сари кӯтоҳи фашанг таъсиркунадаро 0,5 м гиред.

*Ҳал.* Масъаларо бо ёрии формулаи мувозанати фашанг

$$F_1 d_1 = F_2 d_2$$

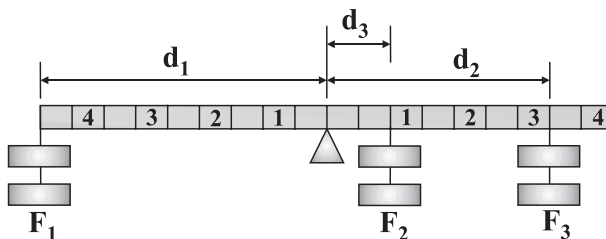
ҳал мекунем. Ҳар ҷаҳор бузургии, ки дар ин ифода омадааст, аз рас. 6.10 аёнанд. Ин ҷо танҳо онро ба назар гирифта зарур аст, ки ба ҷойи қувваи  $F_2$  қувваи вазнинии ба санг таъсироварандаи  $P = mg$ -ро гузоштан мебояд. Пас,

$$F_1 = F_2 \frac{d_2}{d_1} = P \frac{d_2}{d_1} = mg \frac{d_2}{d_1}, \quad F_1 = 200 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \frac{0,5 \text{ м}}{2,5 \text{ м}} = 400 \text{ Н}.$$

**Масъалаи 2.** Оё “тарозуе” (фашанге), ки дар рас. 6.12 тасвир шудааст, мувозанат дорад?

*Ҳал.* Ин масъала ба масъалае, ки дар банди пешина овардем, монанд аст бо дигаргунии андак. Агар гӯем, ки ҳамаи шаш воҳид бор якхелаанд, дар асоси хулосае, ки пеш аз баёни шартини ин масъала омадааст, чунин навишта метавонем:

$$M_1 = M_2 + M_3$$



Рас. 6.12

$$\text{ё худ } F_1 d_1 = F_2 d_2 + F_3 d_3.$$

Барои равшантар ифода кардани матлаб  $d$ -ҳо ва  $F$ -ҳоро қиматҳои муайян медиҳем. Бигзор, ҳар як хонаи фашанг 10 см ва ҳар як бор 100 г бошад, яъне додаҳои масъала инҳоянд:

$$d_1 = 4 \text{ хона} = 0,4 \text{ м},$$

$$d_2 = 3 \text{ хона} = 0,3 \text{ м},$$

$$d_3 = 1 \text{ хона} = 0,1 \text{ м},$$

$$F_1 = F_2 = F_3 = 2 \text{ борсанг} = 200 \text{ г} = 2 \text{ Н}.$$

Акнун гаштоварҳои  $M_1$ ,  $M_2$  ва  $M_3$ -ро меёбем:

$$M_1 = F_1 d_1 = 2 \text{ Н} \cdot 0,4 \text{ м} = 0,8 \text{ Нм},$$

$$M_2 = F_2 d_2 = 2 \text{ Н} \cdot 0,3 \text{ м} = 0,6 \text{ Нм},$$

$$M_3 = F_3 d_3 = 2 \text{ Н} \cdot 0,1 \text{ м} = 0,2 \text{ Нм}.$$

Ҳамин тарик, гаштовари  $M_1$ , ки фашангро сӯйи рост гардиш медиҳад, ба ҳосили ҷамъи гаштоварҳои  $M_2$  ва  $M_3$ , ки фашангро сӯйи чап гардиш медиҳанд, баробар аст:

$$M_1 = M_2 + M_3.$$

Пас, фаҳмо, ки фашанг дар ҳоли мувозанат қарор дорад.

**Масъалаи Архимед.** Ривояте ҳаст, ки Архимед аз дарки қонуни фашанг ба завқ омада, хитоб кардааст: “Ба ман нуқтаи такягоҳ диҳед, Замиро мебардорам!” Вазни Замиро  $6 \cdot 10^{25}$  Н, қувваи ба он таъсиркунандаро  $10^3$  Н ва китфи қувваи вазниниро  $0,5$  м гирифта, дарозии китфи дигари фашанги Архимедро ёбед.

*Ҳал.* Бояд фаҳмо бошад, ки ин масъала танҳо аҳамияти назарӣ дорад, зеро кураи Замиро бардоштан ё чаппа гардонидан ҳеч зарурат надорад. Архимед ин ҷо нишон додани шудааст, ки қорбурди фашанг ҷи имкониятҳо дорад. Масъаларо бошад, ҳал кардан осон аст. Қонуни фашангро дар ин шакл менависем:

$$F d_1 = P d_2$$

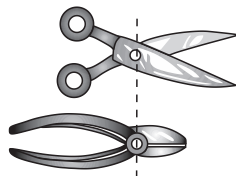
$$d_1 = \frac{P}{F} d_2,$$

$P$  вазни Замиро аст. Аз ин ҷо:

$$d_1 = \frac{6 \cdot 10^{25} \text{ Н}}{1000 \text{ Н}} \cdot 0,5 \text{ м} = 3 \cdot 10^{22} \text{ м} = 3 \cdot 10^{19} \text{ км}.$$

Фашанге бо ин дарозӣ сохтан номумкин аст.

1. Фашанг чист ва донистани сохти он чӣ зарурат дорад?
2. Кист, ки фармуда: “Ба ман нуқтаи такаюғох диҳед, Замирно чаппа мебардорам (ё чаппагардон мекунам)!”
3. Мафҳумҳои нуқтаи гузориши қувва, хатти таъсири қувва, китфи қувва, мувозанати фашанг чӣ маъниҳоро ифода мекунад?
4. Оё аз мавзӯи пешина дар ёди шумо ҳаст, ки гаштовари қувва (моменти қувва) чӣ мазмун дошт?
5. Оё шумо бе шарҳу баён ва ёрмандии омӯзгор фаҳмида метавонед, ки на танҳо шохини тарозу, балки инчунин микроз (қайчӣ), микрози тунукабурӣ, гоз (симбӯрак), бел, бели завракронӣ ва ҳар гуна чизи дигари монанди ин низ навъҳои гуногуни фашанг мебошанд.
6. Рас. 6.13-ро муойина карда, гӯед, ки микрози одӣ аз гоз (симбӯрак) чӣ тафовут дорад?



Рас. 6.13

### Санҷиш

1. Дар кадом нуқтаи шохини дар рас. 6.14, а (ва рас. 6.14, б) тасвиршуда як борсанг овехтан мебояд, ки фашанг ба ҳоли мувозанат ояд?
2. Омӯзгоре дар дарси телевизионӣ формулаи  $F_1d_1 = F_2d_2$ -ро дар шакли

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

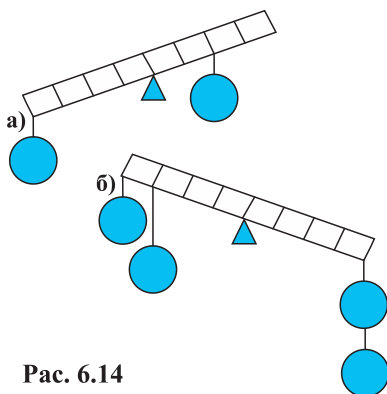
навишт ва онро чунин хонд:

“Фашанг он гоҳ мувозанат хоҳад дошт, ки нисбати қувваҳо ба нисбати чаппаи китфҳо баробар бошад”

ё ин ки

“Фашанг дар сурате мувозанат хоҳад дошт, ки қувваҳо ба китфҳо мутаносиби чаппа бошанд”.

Кадоми ин таърифҳо барои шумо фаҳмотар аст?

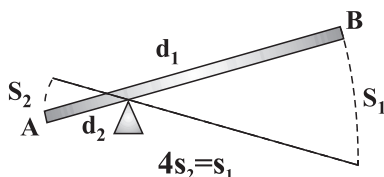


Рас. 6.14



## б) “Қоидаи тиллоии механика”

Биёед, фашангери бори дигар муойина кунем, ки дар рас. 6.10 оварда будем. Ҳадафи мо дарк кардани яке аз қоидаҳои муҳими механика аст, ки номашро сарлавҳа кардаем.



Рас. 6.15

Гардиши фашангро гирди меҳваре, ки аз нуқтаи тақягоҳ мегузарад, ба шакли рас. 6.15 тасвир месозем. Агар сари В-и фашангро сӯйи поён пахш кунем ва он ба қадри  $s_1$  бикӯҷад, сари дигари фашанг ба қадри чаҳоряки  $s_1$  мекуҷад, яъне  $s_2 = s_1/4$  мебошад.

Дар ин маврид мо аз қувва чор бор бурд мекунем, вале аз масофа чор бор бой медиҳем. Баъд, агар сари А-ро сӯйи поён пахш кунем, мебинем, ки барои то нуқтаи В, яъне ба қадри  $s_1 = 4s_2$  кӯчонидани сари дарози фашанг қувваи чор бор бештар лозим меояд, яъне дар ин сурат мо аз қувва 4 бор бой медиҳем, вале аз масофа ҳамон 4 бор бурд мекунем. Модом ки чунин бошад, пас, нисбати қувваҳо ба нисбати масофаҳо мутаносиби чаппа аст, яъне

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{s_2}{s_1}. \quad (1)$$

Пас, дар истифодаи фашанг чанд боре, ки мо аз қувва бурд кунем, аз масофа ҳамон қадар бор бой медиҳем ва, баръакс, чанд боре, ки аз масофа бурд кунем, аз қувва ҳамон қадар бор бой медиҳем.

Ҳамин аст қоидаи тиллоии механика.

Хуб, дар мавридҳои аз қувва ва масофа бурд ё бохт доштан кор чӣ гуна тағйирот мебинад?

Чунонки аз §6.1 медонем, кор А ба ҳосили зарби қувва  $F$  ва масофа  $s$  (роҳ) баробар аст:  $A = Fs$ . Пас, агар таносуби (1)-ро дар шакли

$$F_1 s_1 = F_2 s_2 \quad (2)$$

нависем, аён мегардад, ки ҳам дар сурати аз қувва бурд кардану аз масофа бохт доштан ва ҳам дар сурати аз қувва бой додану аз масофа бурд кардан кори якхела иҷро мешавад.

Мисол, сангери шумо хоҳ бо қувваи 400 Н ба қадри 15 см боло бароред, хоҳ бо қувваи ду бор камтари 200 Н онро то

баландии 30 см бардоред (яъне аз қувва ду бор бурд кунеду аз масофа ду бор бой диҳед), дар ҳарду маврид кори баробар ба 60 Ҷ иҷро мешавад:

$$A_1 = 400\text{Н} \cdot 0,15\text{м} = 60\text{Ҷ}$$

$$A_2 = \frac{400\text{Н}}{2} \cdot 0,30\text{м} = 60\text{Ҷ}$$

Пас, хулоса мегирем, ки дар ин гуна мавридҳо аз кор бурд кардан наметавонем, хоҳ онро бо бурди қувва иҷро кунем, хоҳ бо бурди масофа.



1. "Қоидаи тиллоии механика" чӣ қоида аст?
2. Шумо дар боби истифодаи қонуни фашанг ва қоидаи тиллоии механика чӣ гуна мисолҳо оварда метавонед?

### Санҷиш

1. Масъалаи 1-ро барои мавриде ҳал кунед, ки ҳамон сангро на як, балки ду кас аз ду тараф (бо фашангҳои якхела) ҷунбониданӣ бошанд. (Посух: 200 Н. Ин посухро бо посухи масъалаи 1 муқоиса кунед).

2. Нӯги А-и фашанги дар рас. 6.15 тасвиршуда масофаи  $s_2$  -ро мепаймояду нӯги В-и он – масофаи  $s_1$  -ро. Суръати ҳаракати нӯгҳои фашанг дар ин маврид аз якдигар чӣ фарқ мекунад?

3. Таҳқиқ кунед ва дарёбед, ки таносубҳои зерин чӣ монандӣ ва чӣ тафовут доранд.

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad \text{ва} \quad \frac{F_1}{F_2} = \frac{s_2}{s_1}$$

(Ин ҷо  $d$ -ҳо китфи қувваанду  $s$ -ҳо масофаи паймудаи нӯгҳои фашанг).

### в) Ҳамвории мойил

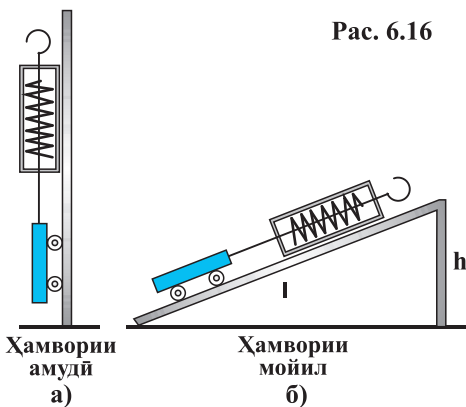
Механизми содаи дигаре, ки иҷро кардани кори боло бардоштани бори вазнинро бо қувваи кам имконпазир мегардонад, *ҳамвории мойил* аст. Барои ба рӯйи мошин ё вагон баровардани бори вазнин ду ҷӯб ё ду тахтаро дар канори мошин гузошта, як навъ ҳамворӣ (роҳ)-и мойил месозанд ва борро рӯрӯйи он боло мебаранд. Мо гуфтанием, ки истифодаи ҳамвории мойил низ монанди фашанг аз қувва бурд медиҳад. Оё шумо пай бурда метавонед, ки ин бурд чӣ тавр муайян карда мешавад?

Ягон бор, чунончи, аробачаеро дар сари қуввасанҷ овехта, баъд онро бо қадди ҳамворию амудӣ (рас. 6.16,*а*) боло мебарем. Табиист, ки дар ин маврид қуввасанҷ вазни аробачаро нишон медиҳад, яъне қувваеро нишон медиҳад, ки аробачаро бо он (қувва) боло бардоштан зарур меояд. Кори дар ин маврид иҷрошаванда ба ҳосили зарби вазни ҷисм  $P$  ва баландии бароварда шудани он ҷисм  $h$  баробар аст (ниг. §6.1):

$$A = Ph. \quad (1)$$

Баъд ҳамворию амудиро шакле медиҳем, ки дар рас. 6.16, *б* омадааст. Ҳамворию мойил маҳз ҳамин гуна ҳамворӣ аст.

Акнун агар мо аробачаи худро бо қуввасанҷ рӯрӯи ҳамин ҳамворӣ сӯйи боло кашидан гирием, мебинем, ки қуввасанҷ қувваи назар ба  $P$  камтарро нишон медиҳад. Сабаби ин равшан аст:



*Вақте ки аробача дар рӯйи ҳамворию мойил бошад,  
ба ҳамворӣ на бо ҳама вазни худ,  
балки бо ҳиссае аз он фишор меоварад.*

Ҳамин аст, ки аробачаро рӯрӯи ҳамворию мойил кашидан назар ба мавриди озодона боло бардоштани он бо қувваи камтар муяссар мегардад.

Коре, ки дар сурати рӯрӯи ҳамворию мойил кашидани аробача иҷро мешавад, ба ҳосили зарби қувваи нишондодаи қуввасанҷ  $F$  ва дарозии ҳамворию мойил  $l$  баробар аст:

$$A' = Fl. \quad (2)$$

Ин кор назар ба кори  $A$  – он ки аз рӯйи формулаи (1) ёфта мешавад, андаке зиёдтар аст, зеро дар сурати рӯрӯи ҳамворию мойил кашидани аробача кори қувваи соишро низ ба назар гирифта намояд. Агар соиш намебуд, корҳои  $A$  ва  $A'$  ҳамчун якдигар, яъне  $A = A'$  мебуд. Аз ин рӯ дар асоси формулаҳои (1) ва (2) чунин менависем:

$$Ph = Fl. \quad (3)$$

ё худ

$$\frac{h}{l} = \frac{F}{P}. \quad (4)$$

Мехонем ин ифодаро:

*Чанд боре, ки баландии ҳамвориши мойил  $h$  нисбат ба дарозии он  $l$  кам бошад, қувваи дар рӯйи он ҳамворӣ нигоҳ доштани ҷисм (аробача)  $F$  нисбат ба вазни ҷисм  $P$  бояд ҳамон қадар бор зиёд бошад.*

Бузургие, ки дар тарафи чапи (4) омадааст, яъне нисбати баландии ҳамвориши мойил  $h$  бар дарозии он  $l$  дараҷаи тундии ҳамвориши мойилро ифода мекунад. Ҳар қадаре ки ҳамвориши мойил тундтар (кӯталтар) бошад, рӯрӯйи он сӯйи боло кашидани бор қувваи ҳамон қадар бештар талаб мекунад – ин маънии бохти қувва дорад. Барои он ки аз қувва бурд кунем, зарур аст, ки ҳамвориши мойил ҳарчи дарозтар ва пасттар (яъне  $l$  зиёд ва  $h$  кам) бошад. (Иҷро кардани супорише, ки дар поёни ин мавзӯё омадааст, дарки формулаи (4) ва тарзи аз қувва бурд карданро барои шумо осон мегардонад).

Хуб, бурди кор чӣ? Оё дар мавриди истифода кардани ҳамвориши мойил аз кор бурд кардан имкон дорад?

Ба ин пурсиш мо аллакай посух додаем. Посух дар паси формулаи (3) ниҳон аст: дар сурати то баландии  $h$  боло бардоштани ҷисм (ароба, бор...) кори баробар ба  $Ph$  иҷро мешаваду дар мавриди рӯрӯйи ҳамвориши мойил то ҳамон баландӣ боло бурдани ҷисм – кори баробар ба  $Fl$ . Ин корҳо, чунонки гуфтем, баробаранд.

Равшантар гӯем, дар мавриди истифода кардани ҳамвориши мойил аз кор бурд кардан имкон надорад.

Ҳамин тариқ, на дар мавриди ба кор бурдани ҳамвориши мойил ва на дар сурати истифода кардани фашанг аз кор бурд ба даст овардан илоч надорад. Фикр кунед, ки ин ду нуктаро ба чӣ тарз мутобиқат додан осон аст.

**Масъалаи 1.** Ҷисми 100 кг-ро рӯрӯйи ҳамвориши мойил ба теппачае баровардан мебояд, ки баландии 1,5 м дорад. Дарозии ҳамвориши мойилро 6 м гуфта, қувваеро ёбед, ки барои дар рӯйи ҳамвориши мойил нигоҳ доштани бор кофӣ бошад.

Додаҳо: Ҳалро аз рӯйи формулаи (4) меёбем:

$$\left. \begin{array}{l} h = 1,5 \text{ м,} \\ l = 6 \text{ м,} \\ P = 100 \text{ кг} \\ F = ? \end{array} \right| \quad \frac{F}{P} = \frac{h}{l}, \quad F = P \frac{h}{l} = 100 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{кг}}{\text{кг}} \frac{1,5 \text{ м}}{6 \text{ м}} = 25 \text{ кг} \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 250 \text{ Н.}$$

Хамин қадар қувва кофист, ки ҳисро дар рӯи ҳамвори мейл нигоҳ дорад. Пас, барои боло бурдани ҳис қувваи бештар аз  $250 \text{ Н}$  доштан мебояд.

**Масъалаи 2.** Бачае бори вазнаш  $P = 1400 \text{ Н}$ -ро рӯи ҳамвори мейл бо қувваи  $F = 400 \text{ Н}$  тела дода, боло мебарад. Ёбед, ки дарозии ҳамвори мейл нисбат ба баландии он чанд бор зиёд аст.

*Ҳал.* Ин ҷо низ ҳамон формула ба кор меравад, ки дар ҳалли масъалаи 1 омад. Ибораи “дарозии ҳамвори мейл ( $l$ ) нисбат ба баландии он ( $h$ )” маънои  $l/h$  дорад. Ин нисбат аз рӯи формулаи мазкур ба  $P/F$  баробар аст, яъне

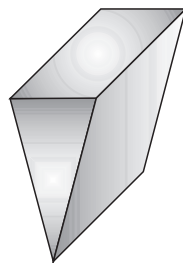
$$\frac{l}{h} = \frac{P}{F} = \frac{1400 \text{ Н}}{400 \text{ Н}} = 3,5 \text{ бор.}$$

Ин гуна нисбат дар мавриде ҷой дорад, масалан, ки дарозии ҳамвори мейл  $4,2 \text{ м}$  бошаду баландии он  $1,2 \text{ м}$ .

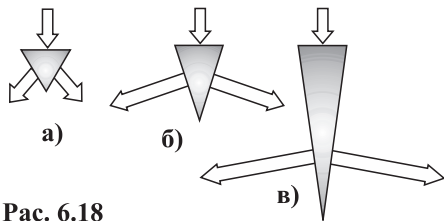
1. Ҳамвори мейл чист ва истифода кардани он чӣ зарурат дорад?
2. (Дарачаи) тундии ҳамвори мейл чӣ маънӣ дорад (чӣ гуна бузургӣ аст) ва чиро ифода мекунад?
3. Истифодаи ҳамвори мейл аз қувва чӣ бурд медиҳад?
4. Сабаб чист, ки ҳамвори мейл аз кор бурд намениҳад?

### Санҷиш

1. Фона (рас. 6.17) як навъи ҳамвори мейл аст. Вазифаи онро шумо медонед – маҳкам кардани дастаи табару теша, кафондани ҷӯби ҳезум ва ғ. Чӣ бузургии физикиро чен кардан зарур аст, ки таносуби дарозии тирчаҳои дар рас. 6.18, *а*, *б*, *в* тасвиршуда дарк шавад?
2. Тезтарин тегаи фонаи дар рас. 6.18, *в* тасвиршуда ба тегаи монандӣ (ё ин ки чӣ наздикӣ) дорад?



Рас. 6.17

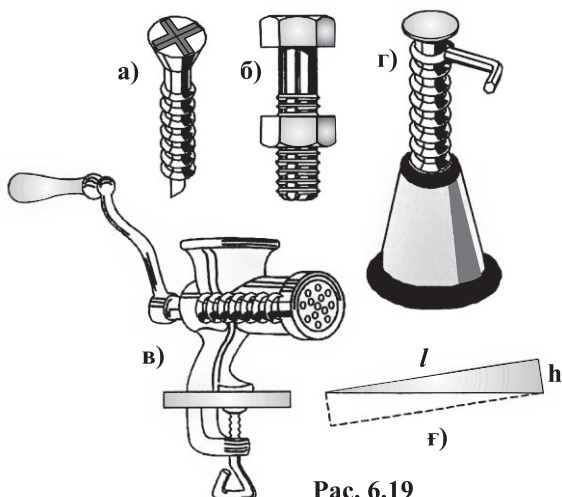


Рас. 6.18

3. Дар мисраи “Дами тег аст, Бедил, раҳи борики суҳансанҷӣ” ибораи “дами тег” ба чӣ маънӣ омадааст?

## Супориш (кори лабораторӣ)

*Винт* ё худ *печ* ҳам навъе аз ҳамвориҳои мойил мебошад. Винт низ ихтироъи Архимед аст. Дар рас. 6.19 олатҳои барои шумо маълум – печмех (шуруп) (а), болт (б), гӯштхо (в) ва домкрат (г) тасвир шудаанд. Кори онҳо бар истифодаи ҳамвориҳои мойили печида асос ёфтааст. Ҳар як печи ҳамвориҳои мойили ин гуна олат агар боз карда шавад, он тавр менамояд, ки дар рас. 6.19, г омадааст – ин ҷо  $l$  дарозии ҳамвориҳои мойил асту  $h$  – баландии он. Вақте ки мо печмех ё домкратро бо қувваи  $F_1$  чени як печ тоб диҳем, печмех ё мили домкрат бо қувваи  $F_2$  таъсир дида, ба қадри  $h$  пеш меравад (печмех дарун мебарояд, мили домкрат боло мебарояд ва ғ.). Пас, агар  $h$  ва  $l$ -ро чен кунем, аз рӯйи формулаи



$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{h}{l} \quad \text{ё} \quad F_1 = F_2 \frac{h}{l}$$

бурди қувваро ёфта метавонем. Ёбед онро.

(*Луқма:* Барои чен кардани дарозии як печи винт қутри печ  $D$ -ро чен кардан кофист, зеро, чунонки медонед,  $l = 3,14D$  аст).

Рас. 6.19

## г) Ғарғара

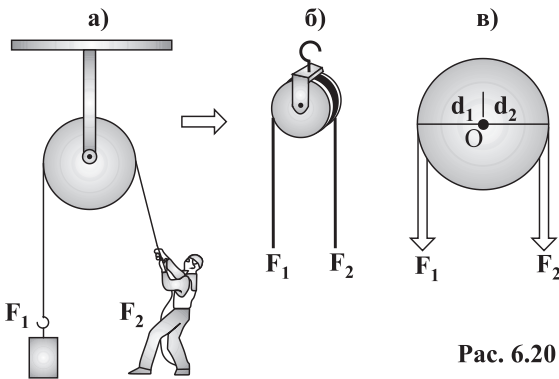
Олатҳои дар рас. 6.20-22 тасвиршуда *ғарғара* ном доранд. Ғарғара ду навъ аст – қарор ё худ собит (рас. 6.20, а) ва сайёр ё ҳаракатманд (рас. 6.21, а).

Ғарғара навъе аз фашанг мебошад – ин аз рас. 6.20, в аён аст. Китфҳои ин фашанг ОА ва ОВ ҳамчени радиуси ғарғараанд, яъне

$$d_1 = OA = R$$

ва  $d_2 = OB = R$

хастанд. Бинобар ин қоидаи баробарии гаштоварҳо (моментҳо)-и китфҳои чапу рости фашанг



Рас. 6.20

$F_1 d_1 = F_2 d_2$   
 шакли зайл мегирад:

$$F_1 R = F_2 R \text{ ё худ } F_1 = F_2.$$

Ин он гуна маънӣ дорад, ки дар сурати истифода шудани гарғараи қарор аз қувва бурд ҳосил

намешавад. Пас, гарғараи қарор чӣ дарқор аст?

Дар гарғараи сайёр (рас. 6.21, а) китфҳо ҳамчен нестанд: ин чо (ниг. рас. 6.21, б) китфи  $d_1$  баробари радиуси гарғара  $R = OB = OA$  асту китфи  $d_2$  – дучанди он, яъне  $d_2 = AB = 2d_1 = 2R$  аст. Он гоҳ қоидаи гаштоварҳо шакли

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{2R}{R} = 2$$

мегирад, яъне ин чо аз қувва ду бор бурд ба даст меояд, зеро  $F_2$  ба нисфи  $F_1$  баробар аст. Дар омади гап бояд гуфт, ки дар сурати ба қор бурдани гарғараи сайёр аз масофа ду бор бохт “ҳосил мешавад”. Инро аз муойинаи рафтори нӯги озоди таноби гарғара дарқ кардан осон аст.

Хуб, қор чӣ? Дар сурати ба қор бурдани гарғараи сайёр қувваҳои  $F_1$  ва  $F_2$  чиқадарӣ қор иҷро мекунад?

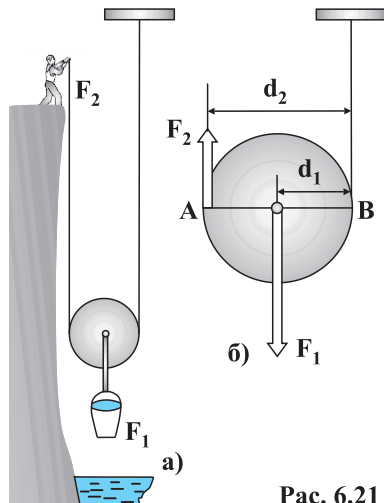
**Як мисол.** Бигзор, қопчаи 70-килоии ордро ним метр боло бардоштан зарур ояд. Дар ин маврид азбаски

$$F_1 = P \approx 700 \text{ Н ва } s_1 = 0,5 \text{ м}$$

аст, пас, барои боло бардоштани қопча бояд ин қадар қор иҷро шавад (мавзӯи “Ҳамвори мойил”, формулаи 2):

$$A_1 = F_1 s_1 = 700 \text{ Н} \cdot 0,5 \text{ м} = 350 \text{ Ҷ}.$$

Ва қуввае, ки мо бо он сари таноби гарғара боло мекашем,



Рас. 6.21

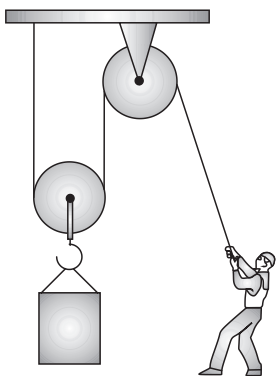
бо назардошти бурди қувва ин қадар кор иҷро мекунад:

$$A_2 = F_2 s_2 = \frac{700 H}{2} \cdot 1 м = 350 \text{ Ч},$$

яъне дар ин маврид низ аз кор бурд ба даст намеояд.

Ҳамин тариқ,

*гарғараи қарор аз қувва бурд намедиҳад ва танҳо барои тағйир додани самти таъсири қувва истифода мешавад, ҳол он ки гарғараи сайёр ҳам самти таъсири қувваро тағйир дода метавонаду ҳам аз қувва ду бор бурд медиҳад.*



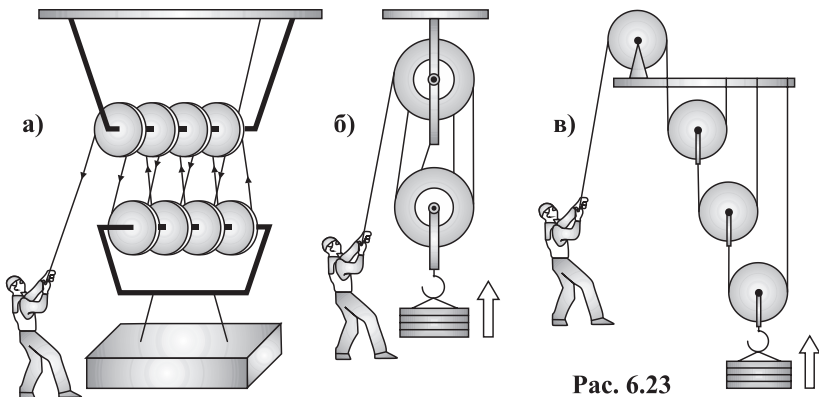
Рас. 6.22

Корбурди якҷояи як гарғараи қарор ва як гарғараи сайёр низ ҷолиб аст (рас. 6.22). Ин олат аз қувва ду бор бурд медиҳад ва вазифаи асосиаш ин аст, ки мушкили **сӯйи боло кашидани борро** осон кунад: азбаски гарғараи дуҷум самти таъсири қувваро як бори дигар тағйир медиҳад, пас, барои боло бурдани бор сари танобро сӯйи поён кашидан лозим аст (ин амал миёни одами бандкашро дард намедиҳад).

Ба миён омадани пурсиши зайл табиӣ аст: як гарғараи дуқуша аз қувва ду бор бурд медиҳад; ду гарғараи дуқушаи пайдарпай пайваस्तшуда чӣ? се гарғараи

дуқуша чӣ?...

Барои ба ин пурсиш посух додан олатеро бинем, ки аз як шадда гарғараҳои қарор ва як шадда гарғараҳои сайёр иборат аст (рас. 6.23, а). Ҳарду катори гарғараҳо гирди мехвархошон озодона гардиш хӯрда метавонанд. Ҳама гарғараҳо бо як



Рас. 6.23

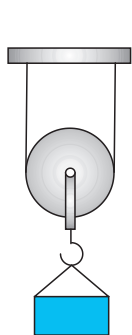


таноб алоқаманданд – ин аз расм аён аст. Олати мазкурро мо *гаргарасилк\** ном додаем (онро *силсилаи гаргараҳо* ё *силсилагаргара* низ номидан мумкин аст).

Агар сари озоди таноб сӯйи поён кашида шавад, гаргарасилк борро боло мебарад.

Хуб, гаргарасилк аз қувва чӣ қадар бурд медиҳад?

Ин ҷо ҳар як гаргара ба таври «мустақилона», новобаста ба гаргараҳои дигар «амал мекунад» ва бори сари ҷангак  $P$  дар байни гаргараҳо тавре тақсим мешавад, ки ба ҳар гаргара ҳиссаи  $P/n$  ( $n$  – адади гаргараҳо) рост меояд. Азбаски ҳар гаргара аз қувва ду бор бурд медиҳад ва қувваи барои бардоштани бор заруриро ду бор кам, яъне  $F = P/2$  мекунад, бурди қувва дар мавриди ба кор бурдани гаргарасилк бояд ин қадар шавад:



Рас. 6.24

$$F = \frac{P}{2n}$$

Чунончи, ба воситаи гаргарасилки дорои 8 гаргара бори 320-килоиро бо қувваи

$$F = \frac{3200 \text{ H}}{2 \cdot 8} = 200 \text{ H}$$

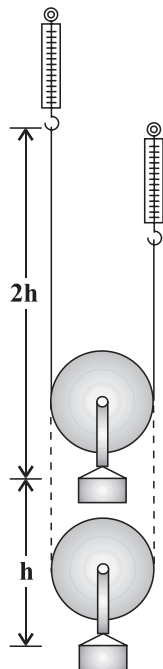
боло бурдан имкон дорад ва ин назар ба вазни ҷисм 16 бор кам аст. Аммо ин гуна бурд он гоҳ ба даст меояд, ки сойиш вучуд надошта бошад. Буди сойиш бурди қувваро хеле кам мекунад.



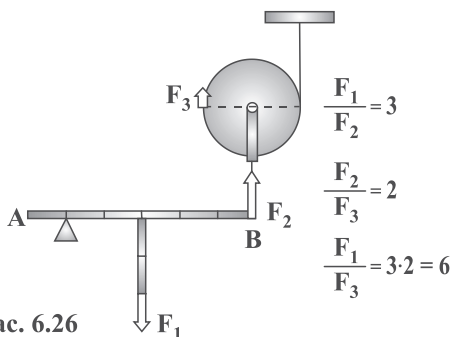
1. Гаргара чист ва чӣ тавр кор мекунад?
2. Истифодаи гаргара чӣ бурд медиҳад?
3. Гаргараи қарор аз гаргараи сайёр чӣ фарк дорад?
4. Гаргараи сайёр аз қарор бурд намедиҳад. Сабаби ин дар чист?
5. Гаргарасилк чист, чӣ гуна сохт дорад ва чӣ дарқор аст?

### Санҷиш

1. Чӣ тавр санҷидан мумкин аст, ки ба ҳар нимаи таноби нигоҳдорандаи бори олате, ки дар рас. 6.24 тасвир ёфтааст, чиқадарӣ қувваи вазнинӣ таъсир меоварад? (*Луқма*: Истифодаи ду қуввасанҷ).



Рас. 6.25



Рас. 6.26

$F_1$  бар  $F_2$  баробари 3 аст. Бурде, ки аз ҳисоби ғарғара ҳосил мешавад, 2 бор аст, зеро  $F_2/F_3 = 2$  аст. Ва бурди умумӣ баробари ҳосили зарби ин бурдҳост.

2. Аз рас. 6.25 шумо чӣ хулосаҳо гирифта метавонед?

3. Оё шумо фаҳмида метавонед, ки олати дар рас. 6.26 тасвиршуда аз қувва  $3 \cdot 2 = 6$  бор бурд медиҳад?

*Луқма:* Фашанги АВ аз қувва се бор бурд медиҳад, зеро нисбати

## Супориш

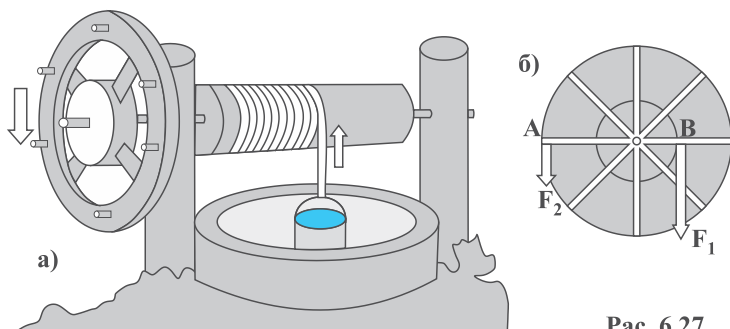
1. Бикӯшед дарк кунед, ки дар ғарғарасилкҳои дар рас. 6.23, а, б, в тасвиршуда бурди қувва аз ҳисоби чӣ ба даст меояд.

2. (Барои хонандагон, ки азми донишҷӯӣ доранд). Дар заминаи истифодаи чархи чоҳ (рас. 6.27) ягон навъ кори лабораторӣ эҷод кунед ва тавсифномаи онро низ баён созед.

*Ёрмандӣ.* Дар соярасми 6.27, б ОА дарозии дастаи чарх асту масофаи ОС – радиуси ғўлачӯби чархи чоҳ. Пас, қоидаи мувозанати ин гуна фашанг бояд ба ин шакл навишта шавад:

$$F_1 \cdot OC = F_2 \cdot OA.$$

Бурди қувва ба нисбати  $F_2/F_1$  баробар аст. Тақозои кори лабораторӣ бояд муайян кардани ҳамин нисбат бошад.



Рас. 6.27

## §6.7. Суди (коэффитсиенти кори фоиданоки) МЕХАНИЗМҲО ВА МОШИНҲО

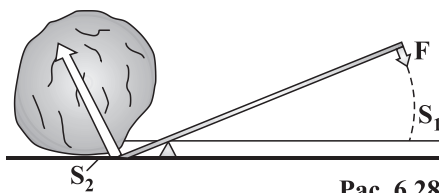
Вақте ки мо дар бораи фашанг, ғарғара ва олатҳои дигар сухан рондем, дар хусуси зарари соиш қариб чизе нагуфтем. Вале дар асл аз соиш халосӣ нест: ҳеч гуна механизм ё мошин аз асари соиш эмин нест. Аз ин рӯ барои анҷом додани ин ё он амал (биёед, онро *кори судманд* гӯем) кореро иҷро кардан зарур меояд, ки он аз кори судманд ҳамеша зиёд аст – ин корро *кори умумӣ* ё *кори пурра* номидаанд. Ин гуфта ба он маънӣ аст, ки кори пурра ба ҷамъи кори судманд ва коре баробар аст, ки онро барои баргараф сохтани соиш анҷом додан мебояд. Агар кори пурраро бо  $A$ , кори судмандро бо  $A_c$  ва кори баргараф сохтани соишро бо  $A'$  ишорат кунем, гуфтаи болоро чунин ифода кардан мумкин аст:

$$A = A_c + A'$$

Нисбати бо дарсадҳо (%) ифодашудаи кори судманд бар кори пурра *суди* мошин (олат, механизм)-ро ифода мекунад ва маъмулан бо  $\eta$  (эта – харфи латинӣ) ишорат мешавад:

$$\eta = \frac{A_c}{A} \cdot 100 \% \quad (*)$$

**Масъала.** Барои ба воситаи фашанг 5 см боло бурдани бори 200-килоӣ сари китфи дарози фашангро бо қувваи 500 Н пахш карданд. Сари фашанг 25 см поён рафт. Суди фашангро ёбед (ниг. рас. 6.28 ва §6.1).



Рас. 6.28

$$\left. \begin{aligned} P &= 200 \text{ кг}, \\ s_1 &= 0,25 \text{ м}, \\ s_2 &= 0,05 \text{ м}, \\ F &= 500 \text{ Н}, \\ \eta &= ? \end{aligned} \right\}$$

*Ҳал.* Аввал кори судманд  $A_c$ -ро меёбем:

$$A_c = Ph = mgh = mgs_2,$$

$$A_c = 200 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,05 \text{ м} = 100 \text{ Ҷ}$$

Барои анҷом додани ин кор сари китфи дарози фашанг бояд ин қадар кори умумӣ иҷро кунад:

$$A = F s_f = 500 \text{ Н} \cdot 0,25 \text{ м} = 125 \text{ Ҷ}$$

Пас, ин аст суди фашанг:

$$\eta = \frac{A_c}{A} 100 \% = \frac{100 \text{ Ҷ}}{125 \text{ Ҷ}} \cdot 100 \% = 80\% \text{ (поён).}$$

Суди механизмҳову мошинҳоро ба воситаи тавони онҳо низ ифода кардан мумкин аст. Мо дар оғози ин боб гуфтем, ки қор ба тавон мутаносиб аст. Дар ин замина ба ҷойи ифодаи (\*) чунин навиштан мумкин аст:

$$\eta = \frac{N_c}{N} \cdot 100\%,$$

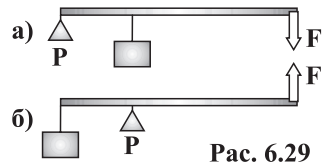
ки ин ҷо  $N_c$  тавони судманд асту  $N$  – тавони умумӣ.



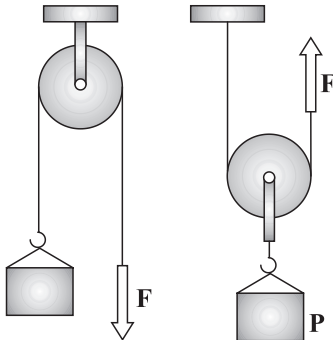
1. Қори судманд чӣ гуна қор аст? қори умумӣ чӣ?
2. Сабаб чист, ки қори судманд назар ба қори умумӣ кам аст?
3. Суди мошин ё суди механизм чист ва чиро ифода мекунад?
4. Суди мошинҳову механизмҳо ченак дорад ё надорад?
5. Чарост, ки суди мошинҳову механизмҳо беш аз 100% буда наметавонад?

### Санҷиш

1. Фашангҳое, ки дар рас. 6.29 омадаанд, борҳои якхела доранд; қувваҳои ба қитфҳои бебори фашангҳо таъсирукунада ва инчунин соиши нуқтаҳои таъягоҳи онҳо низ якхелаанд. Суди кадомин фашанг зиёдтар аст?



Рас. 6.29



Рас. 6.30

2. Ҳарду ғарғарии дар рас. 6.30 тасвирушуда якхелаанд, ҷуз ин ки якеи онҳо қарор асту дигаре сайёр. Суди кадом ғарғара бештар аст?

## §6.8. Қувваи сойиш

**Сабаб чист, ки** мошини дарҳаракат пас аз хомӯшонидани муҳаррикаш (мотораш) суръаташро оҳиста-оҳиста паст карда, на якбора, балки баъди чанд муддат қарор мегирад?

**Сабаб чист, ки** агар конкитози дарҳаракат аз қадам задан (чалқӣ задан) бозмонад ва танҳо бо шасти худ лағжидан гирад (бо вучуди сайқалӣ будани сатҳи ях), рафта-рафта суръати худро гум карда, оқибат бозмеистад?

**Сабаб чист, ки** дучархасавор (велосипедсавор) агар педалҳоро нагардонад, дучархааш ҳатто дар роҳи ҳамвор оҳиста-оҳиста аз ҳаракат бозмемонад?..

Чӣ посух доранд ин гуна пурсишҳо ва пурсишҳои ба инҳо монанд?

Мо дар бандҳои пешина дидем, ки сабабгори ҳар гуна тағйироти суръат таъсири қувва аст. Биёед, фикр кунем, ки чизҳои дарҳаракатро чӣ гуна қувва аз ҳаракат бозмедорад.

Агар шумо гӯед, ки ин натиҷаи сойиш аст, дуруст мегӯед.

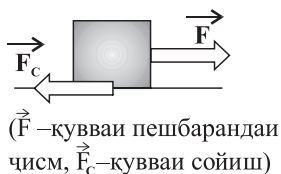
Пас, сойиш чист? Чунин гуфтан ғалат нест:

*Сойиш (хубтараш: сойиши берунӣ) ҳамтаъсиротест, ки дар ҷойи расиши ҷисмҳо ба вучуд меояд ва монеъи ҳаракати нисбии онҳо мегардад.*

Қувваеро, ки дар сурати рӯрӯи сатҳи ягон ҷисм лағжидан ё кашида шудани ҷисми дигар дар ҷойи расиши ҷисмҳо пайдо мешавад, *қувваи сойиш* (дурусттараш: *қувваи сойиши лағзии*) мегӯянд. Ин қувва зидди лағзи ҷисм равона аст ва аз ин рӯ қувваи пешбарандаи ҷисмро то дараҷае барҳам мезанад (кам мекунад).

Ин гуфтаҳоро аз муойинаи рас. 6.31 дарк кардан осон аст. Аз ҷумла, фаҳм кардан осон аст, ки сойиш чун як падидаи табиӣ вучуд дорад. Онро доништан ва дар бисёр мавридҳо ба эътибор гирифта хатмист.

Хуб, сойиши ҷисмҳо ро чӣ тавр таҳқиқ кардан мумкин аст?



Рас. 6.31

**Таҷриба** (пажӯҳиши лабораторӣ). Шумо медонед, ки агар дар рӯи миз хиштҷӯбе дошта бошем (рас. 6.32, *a*), ба он ду қувва таъсир меоварад – қувваи вазнинии хиштҷӯб  $P = mg$ , ки амудан (перпендикуляр) поён равона аст ва дар айни ҳол вазни хиштҷӯбро ифода мекунад ва қувваи воқуниши тақягоҳ

(реаксияи такагоҳ)  $N$ , ки зидди қувваи вазнинӣ самт дорад. Дар сурати уфуқӣ будани сатҳи такагоҳ ин ду қувва баробаранд ва аз ин рӯ якдигарро мувозанат медиҳанд.

Таҷрибаеро бинем, ки моҳияти сойишро камобеш равшан мегардонад. Дастгоҳи таҷриба иборат аст аз ҳамон хиштҷӯб, қуввасанҷ (динамометр), ресмон, ғарғара ва бор (рас. 6.32, б). Дар ресмони сари қуввасанҷ ба оҳистагӣ боре меовезем. Қуввасанҷ вазни онро нишон медиҳад. Ин бор хиштҷӯбро бо қувваи  $F$ -и баробар ба вазни худ (вазни борсанг) сӯйи поён кашида медорад, вале онро чунбонида наметавонад.

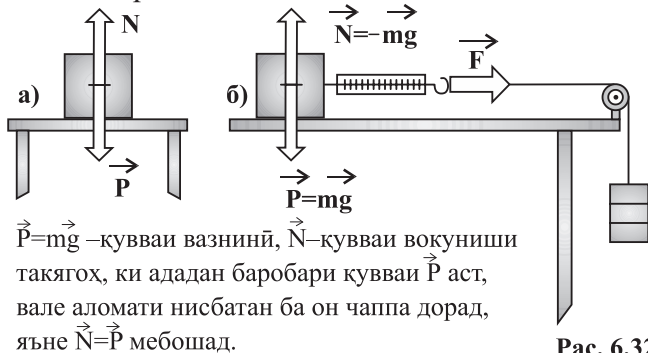
Дар рӯйи бор борсанги дигар мегузorem, то ки қувваи кашиш зиёдтар шавад. Қуввасанҷ нишон медиҳад, ки баъди илова шудани бор қувваи ба хиштҷӯб таъсиркунанда зиёд мешавад, вале хиштҷӯб боз ҳам аз ҷой намечунбад. Борро оҳиста-оҳиста зиёд карда, мебинем, ки дар қимати муайяни вазни бор хиштҷӯб аз ҷой мечунбад ва ба ҳаракат мебарояд.

Ин чо пурсише ба миён меояд, ки чаро хиштҷӯб танҳо дар қимати муайяни қувваи кашандаи ҷисм  $F$  (ё худ дар қимати муайяни вазни бор  $P$ ) ба ҳаракат мебарояд. Гап дар он аст, ки хиштҷӯб ва ҳар гуна ҷисми дигари дар рӯйи миз истодаро қувваи сойиш  $F$  аз ҷой чунбидан наметавонад ва то даме ки қувваи кашандаро назар ба қувваи сойиш зиёдтар накунем, ҷисм аз ҷой намечунбад.

*Қимати ададии қуввае, ки ҷисми дар сатҳи уфуқӣ ҳобидаро ба ҳаракат мебарорад, ба сифати қувваи сойиши ҷисм бо он сатҳ назардошта шудааст.*

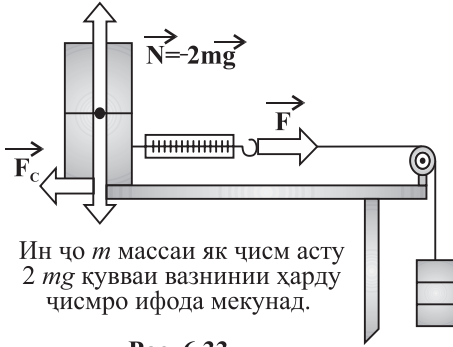
Ин навъи сойишро сойиши оромии мегӯянд.

Аммо агар ҷисми мисолшуда дар ҳоли ҳаракат бошад, мегӯянд, ки ба он навъи дигари қувваи сойиш – қувваи сойиши лағзӣ таъсир меоварад. Фарқи қувваи сойиши лағзӣ ва қувваи сойиши оромӣ аз номи онҳо аён аст.



Рас. 6.32

## II



Ин ҷо  $m$  массаи як ҷисм аст  
 $2mg$  қувваи вазнинии ҳарду  
 ҷисмро ифода мекунад.

**Рас. 6.33**

аввал бошад. Он гоҳ вазни умумии хиштҷӯбҳо  $P$  ба  $2mg$  баробар мешаваду қувваи вокуниши таъягоҳ  $N$  ба  $-2mg$ . Ин тағйирот дар рас. 6.33 тасвир шудааст.

Акнун агар борсангҳои дар сари қуввасанҷ овехтаниро як-як зиёд карда, нишондоди қуввасанҷро мушоҳида кунем, мебинем, ки дар ин маврид барои ба ҳаракат даровардани хиштҷӯбҳои  $r_1$  ба  $r_2$  назар ба таҷрибаи яқум қувваи ду бор зиёд лозим меояд. Пас,

*ҳар қадаре ки вазни ҷисми бо таъягоҳ сойишхӯранда  
 (дар мисоли мо: хиштҷӯб) зиёд бошад, қувваи сойиш  
 ҳамон қадар беиштар хоҳад буд.*

Қувваеро, ки хиштҷӯб бо он ба сатҳи роҳи рафти худ фишор меоварад (бигзор роҳ уфуқӣ бошад), қувваи *фишори амудӣ* мегӯянд. Ин қувва муқобили қувваи вокуниши таъягоҳ самт дорад ва аз ҷиҳати бузургӣ ба он баробар аст. Аз ин  $r_2$  онро низ мисли қувваи вокуниши таъягоҳ маъмулан бо ҳарфи  $N$  (ҳарфи гафс ё тирчадор) ишорат мекунанд. Қувваи сойиш  $F$  ба ана ҳамин қувваи фишор мутаносиб аст:

$$F \sim N.$$

Дар сурати уфуқӣ будани сатҳи таъягоҳ қувваи фишори амудӣ  $N$  ба қувваи вазнинӣ  $mg$  баробар аст ( $m$  – массаи хиштҷӯб). Фаҳмост, ки барои ду хиштҷӯб  $N = 2mg$  мебошад.

Биёед, бинем, ки қувваи сойиш, аз ҷумла қувваи сойиши оромӣ ба кадом бузургҳои физикӣ бастагӣ дорад. Барои ин таҷрибаеро, ки дар рас. 6.32,б оварда будем, тақрор мекунем, вале бо андак дигаргунӣ.

Дар  $r_2$  хиштҷӯб хиштҷӯби дигаре мемонем, ки ҳамвазни хиштҷӯби

## §6.9. Роҳҳои кам кардани сойиш

Аз мавзӯи пешина пурсиши мантиқие ба миён меояд, ки оё қувваи сойишро кам кардан имкон дорад ва агар имкон бошад, онро ба чӣ тарз кам мекунанд.

Дар ҷустуҷӯи посух боз ба ҳамон таҷриба рӯ меорем ва тахмин мекунем, ки агар сатҳҳои сойишхӯрандари сайқал диҳем ё, масалан, онҳоро равшан бимолем, сойиш бояд кам шавад.

Барои санҷидани тахмини худ сатҳро дар рӯи миз, ки хиштҷӯб рӯрӯи он ҳаракат дода мешавад, равшан мемолем ва таҷрибаро ҳам барои як хиштҷӯб ва ҳам барои ду хиштҷӯб такрор мекунем ва мебинем, ки дар мавриди равшанолуд будани сатҳҳои сойишхӯранда барои ба ҳаракат даровардани хиштҷӯб(ҳо) дар чангаки сари қуввасанҷ бори камтар овехтан зарур меояд. Такрори таҷриба бо сатҳҳои сайқалӣ низ ҳамин гуна натиҷа медиҳад, яъне

*ҳар қадаре ки сатҳҳои сойишхӯранда сайқалхӯрдатар бошанд, қувваи сойиш барои онҳо ҳамон қадар камтар хоҳад буд.*

Биёед, мушоҳидаву таҷрибаҳо ва ҳулосаҳои дар муойинаи ин мавзӯ ҳосилшударо то ҷойе, ки тавонем, ҷамъбаст кунем: Гоҳи рӯрӯи ягон ҷисм лағжидани ҷисми дигар ноҳамворихо ва шахшӯлиҳои сатҳҳои сойишхӯранда дар якдигар дармонда, ҳаракати ҷисмҳои сойишхӯрандари душвор мегардонанд. Аз ҳамин сабаб як ҷисмро рӯрӯи ҷисми дигар танҳо бо қувваи муайян – бо қувваи қадре бештар аз қувваи сойиш ҳаракат додан муяссар мешавад. Маҳз ҳамин қимати қувва *қувваи сойиш* ном гирифтааст. Онро мо дар боло бо  $F_c$  ишорат кардем.

Зариби сойиш (коэффициенти сойиш) ба табиати ҷисмҳои сойишхӯранда ва ҳолати сатҳи онҳо вобаста аст, аммо хурду бузург будани ҷисмҳо ва каму зиёд будани масоҳати сатҳи онҳо ба қимати зариби сойиш асар надорад.

Роҳи дигари кам кардани сойиш ин аст, ки дар байни сатҳҳои сойишхӯранда *гелакҳо* (подшипник; bearing)-и сақочагӣ ё ғӯлачагӣ (рас. 6.34) бигзорем. Ин ҳила сойишро чандин бор кам мекунанд, зеро дар ин сурат сойиши лағзиш бо сойиши навъи дигар – бо *сойиши гелии* бадал мешавад. Ҳамин аст, ки сандуқи вазнинро рӯрӯи ғӯлаҷӯбҳо аз ҷойе ба ҷойе кӯчонидан



Рас. 6.34



душвор нест. Истифодаи чарх (чархи мошин, чархи қатора ва ғайра) низ сойишро хеле кам мекунад.

**Суду зиёни сойиш.** Сойиш падидаи физикии бaсе маъмул аст, он қадар маъмул аст, ки ҳам дар роҳ рафтани бозӣ қардан, ҳам дар чана қашидану хат навиштан “иштирок дорад”.

Агар сойиш вучуд наредошт ё кам мебуд, мо озодона роҳ рафта наметавонистем, зеро пойҳомон дар рӯи Замин мелағзид, он сон, ки рӯрӯи ях қадам задан ё мошин рондан душвориҳо дорад. Шумо медонед, ки дар ин мавридҳо барои осон шудани роҳгардӣ ё мошинронӣ қисми ба сатҳи роҳ расандаи чархҳои мошин ё дучархҳо ба шакли дандонадор месозанд ва ғ., то ки сойиш зиёд шавад. Дар мавридҳои, ки сойиши зиёд зиёновар бошад (гарм шудани чузҳои сойишхӯрандаи мошинҳоро механизми, хӯра шудани онҳо ва ғ.), барои қардани сойиш, чунонки дар боло гуфтем, сатҳҳои сойишхӯрандаи он чузҳо ро сайқал медиҳанд, равшан мемоланд ё ин ки дар байни он сатҳҳо ғалак мегузоранд.

Тарзи дигари қардани сойиши байни сатҳҳои сойишхӯранда ба вучуд овардани ҳавоболишт (ё худ болишти ҳавоӣ) аст. Ин гуна болишт, масалан, дар рӯи релсҳои қатораи истифодакунандаи ҳавоболиштҳо ба воситаи олатҳои махсуси ҳаводаманда (компрессорҳо) ба вучуд оварда мешавад.

**Масъалаи 1. Чанаи 10-килоиро дар рӯи барф бо чӣ қадар қувва ба ҳаракат даровардан мумкин аст. Зариби сойиш (коэффитсиенти сойиш)-и чанаро бо барф 0,14 гиред.**

$m = 10 \text{ кг},$   
 $\eta_0 = 0,14$   
 $F_c = ?$

Ҳал. Барои ба ҳаракат даровардани чана зарур аст, ки қувваи ба он таъсиркунанда назар ба қувваи сойиш каме зиёд бошад. Қувваи сойиш

$$F_c = \eta_0 N$$

аст. Ин ҷо  $N$  қувваи фишори чана ба сатҳи барф мебошад ва ба вазни чана, яъне ба  $mg$  баробар аст. Аз ин рӯ қувваи сойиш

$$F_c = \eta_0 mg,$$

$$F_c = 0,14 \cdot 10 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 14 \text{ Н}$$

мебарояд. Пас, чанаро рӯрӯи барф бо қувваи бештар аз 14 Н ба ҳаракат даровардан муяссар мегардад.

**Масъалаи 2.** Оё қуттии пӯлодини 200-килоеро, ки дар сатҳи бетони ҳамвор истодааст, бо қувваи 500 Н ба ҳаракат даровардан муяссар мешавад? Зариби сойиш (коэффитсиенти сойиш)-и оромишро 0,3 гиред.

Додаҳо:  $m = 200$  кг,  
 $F = 500$  Н  
 $\eta_o = 0,3$   
 $F_c = ?$

*Ҳал.* Ба ҳаракат даромадан ё надаромадани қуттӣ ба он вобаста аст, ки қувваи ба қуттӣ таъсирку- нанда нисбат ба қувваи сойиш кам аст ё зиёд. Пас, донистан зарур аст, ки дар ин маврид қувваи сойиш чӣ қадар аст. Меёбем онро (бо назардошти ин ки фишори қуттӣ ба таъягоҳи худ  $N = mg$  аст):

$$F_c = \eta_o N = \eta_o mg,$$

$$F_c = 0,3 \cdot 200 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 600 \text{ Н},$$

яъне дар ин маврид қувваи сойиш бештар аз қувваест, ки ба қуттӣ таъсир меоварад. Пас, қуттӣ бо таъсири қувваи 500 Н ба ҳаракат намендарад.



1. Чӣ қувва аст, ки чизҳои дарҳаракатро аз ҳаракат бозмедорад?
2. Соиш чист?
3. Соиши оромиш (ё худ соиши истоӣ) чист? соиши лағзиш чӣ?
4. Қувваи сойиш чӣ гуна қувва аст ва кадом сӯ самт дорад?
5. Падидаи сойиш дар чӣ зоҳир мегардад. Шумо чӣ гуна рӯйдодҳои дигарро медонед, ки дар онҳо сойиш зоҳир шавад?
6. Соишро дар чӣ гуна таҷрибаҳо таҳқиқ кардан осон аст?
7. Чӣ гуна бузургии физикиро чен кардан мубоҷад, ки қувваи сойишро муайян кунем?
8. Қувваи сойиш ба чӣ гуна омилҳо бастагӣ дорад? Ин қувва дар кадом мавридҳо кам асту дар кадом мавридҳо зиёд?
9. Дар сурати каму зиёд кардани вазни ҷисм қувваи сойиши он бо сатҳ чӣ тағйирот мебинад?
10. Мо мегӯем: Ду сатҳи сайқалӣ бо қувваи кам, вале ду сатҳи шахшӯл бо қувваи зиёд сойиш меҳӯранд. Ин гуфт чӣ мазмун дорад?
11. Қувваи фишори амудӣ (фишори перпендикулярӣ)-и ҷисм ба сатҳи таъягоҳ чист?
12. Чӣ зарурат водор месозад, ки мо қувваи сойишро кам ё зиёд кунем?
13. Зариби сойиш (коэффитсиенти сойиш) чӣ гуна бузургии физикист ва чиро ифода мекунад?
14. Мо гуфтем, ки сойиш бузургии физикии беченак аст. Яъне чӣ?
15. Соиш дар кадоми ин мавридҳо зиёд аст:  $\eta_o = 0,3$  ва  $\eta_o = 0,4$ ?

16. Зариби сойиш ба табиати чизҳои сойишхӯранда ва ҳолати сатҳи онҳо чӣ бастагӣ дорад?
17. Оё каму зиёд будани масоҳати сатҳи ҷисмҳои сойишхӯранда кимати зариби сойишро зиёд ё кам мекунад?
18. Соиши ғелиш чист?
19. Истифодаи ғелакҳо (подшипникҳо)-и сақочагӣ ва ғулачагӣ сойишро кам мекунад ё зиёд?
20. Шумо дар бораи зарурати истифода кардани ҳавоболиштҳо (болиштҳои ҳавоӣ) чӣ гуфта метавонед? Ҳавоболишт чӣ вазифа дорад?

## Ду супориш

\*1. Матни мавзӯҳои §6.8 ва §6.9-ро дар шакли суҳбати худ бо ягон хонандаи дигар ё ба шакли суҳбати омӯзгору хонанда таҳия кунед.

2. Мошин агар тормоз дода шавад, чархҳо аз чархидан бозмемонанд ва рӯрӯи Замин мелағжанд. Дар ин маврид сойиш чӣ тағйирот мебинад? Кадом навъи сойиш ба кадом навъи он бадал мешавад? Дар бораи тағйироти қувваи сойиш дар ин маврид чӣ гуфтан мумкин аст? (Посуи хаттӣ омода созед).

## КИТОБНОМА

- Абулқосими Фирдавсӣ “Шохнома”. – Душанбе, “Адиб”, 1987.
- С. Қодирӣ “Луғати русӣ-тоҷикии истилоҳоти физика”. Дар таҳрири М. Осимӣ (Барои хонандагону омӯзгорони мактабҳои миёна ва дохилшавандаҳои мактабҳои олии). 464 саҳ. – Душанбе, “Маориф”, 1985.
- В. И. Лукашик “Китоби масъалаҳои физика”. (Барои хонандагони синфҳои 7-8 мактаби миёна). Тарҷумаи С. Қодирӣ – Душанбе, “Маориф”, 1990.
- Энциклопедический словарь юного техника. – Москва, “Педагогика”, 1980.
- В. М. Варикаш, Б. А. Кимбар, И. М. Варикаш “Физика в живой природе”. Минск, “Народная асвета”, 1984 (Барои хонандагони мактаби миёна).
- А. В. Перышкин, Н. А. Родина “Физика, 7”. – Москва, АО “Московские учебники”, “Просвещение”, 1997.
- М. М. Балашов “Физика, 7”. – Москва, “Просвещение”, 1994.
- А. А. Пинский, В. Г. Разумовский ва диг. “Физика и астрономия, 7”. Москва, “Просвещение”, 1996.
- В. М. Пакулова, Н. В. Иванова “Природа. Живая и неживая, 5”. Москва, “Дрофа”, 2000.

## ШАРҲИ ЧАНД ИСТИЛОҲ

(Барои омӯзгорон ва хонандагони чӯянда)

**амуд, хатти амуд** (перпендикуляр, нормаль; perpendicular, normal)– хатти росте, ки бо ин ё он хатти рости дигар ё бо ин ё он ҳамворӣ кунҷи рост (кунҷи  $90^\circ$ ) ташкил медиҳад.

**атом** (атом; atom, аз юн.*atomos* ба маънои поранопазир, тақсимнопазир) – қисми марказии атом, мағзи атом, ки қариб тамоми ҷирм (масса)-и онро дарбар дорад. А.хурдтарин зарраи унсурӣ кимиёӣ аст, ки, метавон гуфт, монанди *молекула* хусусиятҳои он унсуро дар худ ниҳон дорад. А. бо вучуди ин ки “хурдтарин зарра” ба шумор меравад, маҷмӯи мураккаб аст, дарун дорад ва андарунаш ҳам мағз дораду ҳам “барои” он мағз ҷомаи электронӣ. Мағзи А.-ро ҳастаи атом мегӯянд. Ҳастаи А. аз протонҳо ва нейтронҳо ном зарраҳо таркиб ёфтааст.

Ҷомаи электронии А. аз электронҳо иборат аст ва *қишри электронӣ* ном дорад. Электронҳои А. гирди ҳаста гардиш меҳӯранд. Адади электронҳои А.ба адади протонҳои он баробар аст.

Андозаи А. (андозаи қишри электронӣ) тақрибан  $10^{-8}$ см аст.Ҳастаи А.*барқай* мусбат дораду электронҳои он – барқай манфӣ.

**барқа, бори электрикӣ** (электрический заряд; electriccharge) – манбаи аслии майдони электромагнитӣ, яъне манбаи бо ҳомили моддӣ алоқаманди майдони эл-магнитӣ. Б. он гуна хосияти зарраҳову ҷисмҳои барқаманд аст, ки ҳамтаъсироти онҳоро бо майдони эл-магнитӣ муқаррар мекунад. Маҳз Б. аст, ки таъсироти мутақобили зарраҳову ҷисмҳоро бо майдони эл-магнитии беруни (ва инч. робитаи мутақобили онҳоро бо майдонҳои эл.-магнитии хусусиашон) инъикос мекунад.

Б. ду навъ аст – мусбат ва манфӣ. Б.-ҳои яқаломат, мас., ду зарраи мусбатбарқа ё ду зарраи манфибарқа аз яқд. тела меҳӯранд, аммо ду Б.-и гуногуналомат, мас., як зарраи мусбатбарқа ва як зарраи манфибарқа ҳамдигарро ҷазб мекунанд.

Б.-и ин ё он ҷисм ба ҷамъи алҷабрии Б.-ҳои ҳама зарраҳои таркиби он ҷисм баробар аст. Ҳама рӯйдодҳои электрикии табиӣ натиҷаи ҳаракат, таъсироти мутақобил ё оромиши барқаҳост.

Камтарин Б. *барқай бунёдӣ* номида шудааст. Ин гуна Б. Б.-и *электрон* (манфӣ) ё Б.-и *протон* (мусбат) аст, ки бузургии  $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл дорад. Б.-и ҳама ҷисмҳо нисбат ба Б.-и электрон (ё протон) каратӣ, яъне баробари  $e$ ,  $2e$ ,  $3e$ ,... аст. Аммо солҳои 50-уми асри ХХ ба ин нукта шакл ба миён омада, ҳоло ба бовар бадал шудааст, ки Б.-и воқеъан бунёдӣ Б.-и *кваркҳо* (яъне  $e/3$ ,  $2e/3$ ) аст. Дар *Манзумаи байналмилалӣ воҳидҳо* (SI) ба сифати воҳиди Б. *кулон* (Кл) пазирӯфта шудааст.

*Номи истилоҳ.* Истилоҳи англисии *electriccharge*-ро дар забони мо дар сурати ночор мондан *бори барқӣ*, *бори электрикӣ*, *чорҷ*, *шорҷ* ё *бир* гуфтан раво мебуд. Онро *барқа* гуфтани мо он гуна замина дорад, ки ин калима хориҷӣ нест, балки бо ҳавои истилоҳсозии тоҷикӣ бунёд шудааст ва ҳам кӯтоҳ асту ҳам қобили зудтар фаҳмида шудан. Дигар, калимаи «*барқа*»-ро ки бупазирем, истилоҳи англисии *chargedparticle*-ро *зарраи барқаманд* гуфтан гуфту навиштро низом медиҳад.

**барқай бунёдӣ, бори электрикии бунёдӣ** (элементарный электрический заряд; elementary electrical charge),  $e$  – камтарин миқдори бори электрикии том дар табиат. Ин ҷо “бори том” гуфтан ишорат бар он аст, ки *кваркҳо* ном

зарраҳо (ки онхоро дар табиат дар шакли озод мушоҳида ханӯз муяссар нашудааст) соҳиби *барқои* касрианд:  $\pm e/3$  ва  $\pm 2e/3$ . Бузургии Б.б.-ро с.1911 Р. Милликен муайян к-т. Қимати муосири Б.б. ин аст:

$$e = (1,6021892 \pm 0,0000046) \cdot 10^{-19} \text{ Кл.}$$

Қиматҳои мутлақи барқҳои мусбату манфӣ айнан баробаранд. *Зарраҳо* ва *антизарраҳо* (подзарраҳо)-и онҳо барқҳои гуногуналомат доранд. Барқҳои бунёдӣ ё ба  $+e$  (*протон, пиони* мусбат  $\pi^+$  ва ҳ.) ё ба  $-e$  (*электрон, пиони* манфӣ  $\pi^-$  ва ҳ.) ё ин ки ба сифр (*фотон, нейтрон* ва ҳ.) баробар аст. Барқҳои *ионҳо* ва *ҳастаҳои атомӣ* нисбат ба Б.б. қаратӣ аст, яъне Б.б. воқеъан ҳам бунёдӣ мебошад.

**воҳиди асосӣ** бузургии физикӣ (основная единица; basic unit) – воҳиде, ки дар сохтмони *манзумаи воҳидҳо* ба сифати лод, асос, бунёд пазируфта шудааст. Мас., дар манзумаи СГС воҳидҳои бунлодӣ инҳоянд: 1 см (дарозӣ), 1 г (ҷирм, масса) ва 1 с (вақт). Дар *Манзумаи байналмилалӣ воҳидҳо* (SI) ба сифати В.а. *метр* (воҳ. дарозӣ), *килограмм* (воҳ. ҷирм, масса), *сония* (воҳ. вақт), *ампер* (воҳ. қувваи ҷараёни эл-кӣ), *келвин* (воҳ. ҳарорат), *мол* (воҳ. миқдори модда), *шамъ* (воҳ. қувваи рӯшноӣ) пазируфта шудаанд.

Дар баробари воҳидҳои асосӣ *воҳидҳои ҳосилавӣ* низ қорбаст мешаванд. Чунончи, *дақиқа, соат, ҳафта...* ва ғ. воҳидҳои ҳосилавӣ вақтанд.

**воҳиди (бузургии) физикӣ** (единица физической величины; physical unit, unit of measurement) – бузургии физикӣ, ки ба он шартан қимати “1” дода шудааст. Истилоҳи “В.б.ф.” барои ифода қардани воҳиде низ ба қор меравад, ки дар қимати бузургии физикӣ чун ҳамгар, яъне чун бузургии мувофиқатдиханда меояд. Мас., дар ифодаи “Масофаи Замин то Офтоб  $1,5 \cdot 10^{11}$  метр аст” бузургии  $1,5 \cdot 10^{11}$  қимати ададии масофаи номбурда асту метр – В.б.ф.

Воҳидҳои гуногуни ҳамон як бузургӣ, мас. дарозӣ (км, м, см,...) маҳз аз ҷиҳати андозаи худ фарқ мекунанд:  $1 \text{ км} = 10^3 \text{ м} = 10^5 \text{ см} = \dots$  Воҳидҳои физикӣ гуногунро ба ин сурат гурӯҳбандӣ қардан мумкин аст: *воҳидҳои асосӣ, воҳидҳои иловагӣ, воҳидҳои ҳосилавӣ, ҳиссаҳои воҳидҳо* ва ғ.

**воҳиди ғайриманзумӣ** (внесистемная единица; arbitrary [off-system] unit) – воҳиде, ки дар ягон манзумаи воҳидҳо (системаи воҳидҳо) дохил нест: *ангстрем, икс, фермӣ* (ки воҳидҳои дарозиянд), *миллиметри сунунҷаи симобӣ, миллиметри сунунҷаи обӣ* (воҳ. фишор) ва ғ. В. ғ. ба тақозои амалияи санҷишҳои физикӣ ба майдони истеъмол омадаанд, аммо, умуман, номатлубанд, зеро ҳисобукигобро то дараҷае кашол медиҳанд.

**воҳиди иловагӣ** бузургии физикӣ (дополнительная единица; additional unit) – *воҳиди манзумӣ* беченаке, ки на *воҳиди асосӣ* асту на *воҳиди ҳосилавӣ*. *Манзумаи байналмилалӣ воҳидҳо* (SI) аз ин гуна воҳидҳо дуто дорад – *радиан* ва *стерадиан*.

**воҳиди қаратӣ** бузургии физикӣ (кратная единица; multiple unit) – воҳиде, ки нисбат ба *воҳиди манзумӣ*  $10, 10^2, 10^3, 10^6, 10^9, 10^{12} \dots$  бор зиёд аст. Чунончи, декалитр ( $10 \text{ л}$ ), килограмм ( $10^3 \text{ г}$ ), мегаохм ( $1 \text{ М}\Omega = 10^6 \text{ }\Omega$ ), гигаэлектронвольт ( $1 \text{ ГэВ} = 10^9 \text{ эВ}$ ), терахертз ( $1 \text{ ТХз} = 10^{12} \text{ Хз}$ ) ва ғ.

**воҳидҳои манзумӣ** бузургҳои физикӣ (системные единицы; system units) – *воҳидҳои асосӣ, воҳидҳои ҳосилавӣ* ё *воҳидҳои иловагӣ* дар ин ё он *манзумаи воҳидҳо*. Чунончи, дар *Манзумаи байналмилалӣ воҳидҳо* (SI) *метр* воҳиди асосӣ асту *нյутон* – воҳиди ҳосилавӣ ва *стерадиан* – воҳиди иловагӣ. Аммо *воҳидҳои қаратӣ* ва *ҳиссаҳои воҳидҳо* воҳидҳои ғайриманзумианд.

**гаштовари қувва.** Хонанда азиз! Таъбири “*моменти қувва*”-ро фаҳмидан ва фаҳмонидан осонтар аст ё “*гаштовари қувва*”-ро? Бовар дорам, ки агар ба чойи *момент* вожаи *гаштоварро* бигзорем, аксари шумо зудтар пай ба мазмун мебаред. Пас, чӣ гуфтан хубтар аст – *моменти қувва* ё *гаштовари қувва*?

**кусуф, гирифтӣ Офтоб** (затмение Солнца; solar eclipse) – падидаи дар назари мушоҳиди заминӣ пурра ё қисман ноаён шудани Офтоб дар натиҷаи дар паси Моҳ паноҳ шудани он. Муддати К.-и пурра ~7,5 дақ аст, зеро сояи Моҳ дар рӯи Замин аз Ғарб сӯи Шарқ бо суръати ~1 км/с ҳаракат мекунад. Тули К.-и чузъӣ то ба 2 ст расида метавонад (ниг. *Хусуф*).

**қишри электронӣ** атом (электронная оболочка; electron shell) – абри электроние, ки ҳастаи атомро иҳота кардааст ва гирди он мегардад. Қ.э.  $2n^2$  чойи электронӣ дорад, ки ин ҷо  $n$  рақами тартибии мадорҳои электронии К (барояш  $n=1$  аст), L ( $n=2$ ), M ( $n=3$ ) ва ғ. аст.

Ҳар қабати электронӣ  $2n^2$  электрон гунҷонида метавонад: қабати якум (ки ба ҳастаи атом наздиктарин аст ва *К-қабат* ном дорад) 2-то, дуум (*L-қабат*) 8-то, сеюм (*M-қабат*) 18-то электрон дошта метавонанд ва ғ.

Адади электронҳо дар Қ.э.-и атом ҳамчени адади протонҳои таркиби ҳастаи он аст. Чунончи, Қ.э.-и атоми *ҳидроген* як электрон дораду қишри атоми *зарғун* (*zirconium*) – 40 электрон.

**Манзумаи СИ, Манзумаи байналмилалӣ воҳидҳои физикӣ**, (Международная система единиц СИ; SI system). Ишорат: СИ (=МБВ); СИ; СИ – манзума (система)-и барои ҳама соҳаҳои илм, хоҷагии халқ ва таълим умумии воҳидҳои физикӣ. МБВ-ро Конфронси генералии 11-уми ҷенуари (Париж, окт., 1960) пазируфтааст. Ин манзума барои аз байн бурдани мушкилоти баргардонидани воҳидҳои физикӣ (ва дар ин замина) осон гардонидани ҳисобкутибҳо ва баҳододҳо ба майдон омадааст. Бартари барҷастаи МБВ ин аст, ки дар сурати бо воҳидҳои ин манзума ифода кардани ҳама бузургҳои бастагии формулаҳо ба ин ё он манзумаи воҳидҳо аз байн меравад. Аз ҳафт воҳиди асосӣ (метр, килограмм, сония, мол, келвин, шамъ ва ампер): ду воҳиди иловагӣ (радиан ва стерадиан) ва адади зиёди воҳидҳои ҳосилавӣ иборат аст.

МБВ дар мамлақати мо аз 1 янв. 1980 ҷорӣ шудааст.

**Номи воҳидҳо.** Номи воҳидҳои қаратӣ ва ҳиссаҳои воҳидҳо ба вос. пешвандҳои маъмули *дека.*, *санти.*, *милли.*, *микро.*, *нано.* ва ғ. созида мешавад: сантиметр, миллиметр, микрометр, нанометр ва м.ин.

**масир.** Намесазад, ки дар гуфтору навиштори тоҷикӣ “*траектория*”-и бегонаро бар “*масир*”-и асрҳо боз худшуда бартари диҳем. Мабод, ки “*траектория*” парастони худбин вожаи “*масир*”-и унвони китоби “*Тоҷикон дар масири таърих*”-ро “*траектория*” кунанд. Ё ин ки аз паси курсии мансаб талаб ба миён биёранд, ки мо “*циклоидальной маятник*”-и русиро “*маятники сиклоидали*” (???) гӯем. Агар чунин кунем, забонамон булаҷаб забоне мешавад. Мабод, ки чунин шавад.

**масир –ованги камонмасир** (циклоидальный маятник; cycloidal pendulum) – нуктаи моддӣ, ки дар асари қувваи вазнинӣ масири камоншакл мекашад (масираш ба қамони ҳатти байзишакл монанд меояд). Чунбишҳои О.к. бар хилофи чунбишҳои *ованги* одӣ баробарзамонанд.

**миқдори модда** (количество вещества; quantity of matter) – миқдори чузъиёти сохторӣ (атомҳо, молекулаҳо, ионҳо, электронҳо ё зарраҳои дигар)-и таркиби модда.

Мафҳуми “М.м.” дар физикаи муосир то дараҷае мубҳам аст. Дар замони И. Нйутон бар дӯши таркиби “М.м.” мазмуни “чирм” (масса) бор шуда буд. Вале имрӯз “М.м.” ба маънои ҷузъиёти сохтори модда ба кор меравад.

М.м. дар *Манзумаи SI* бо адади ҷузъиёти сохторӣ – бо адади *молҳо* ифода карда мешавад. Як моли ҳама моддаҳо (мувофиқи таъриф) адади якхелаи ҷузъиёти сохторӣ дорад. Ин адад *адади Авогадро* ном дорад ва ин аст:

$$N_A = \frac{0,012 \text{ кг}}{12 \text{ ВАМ}} \text{ мол}^{-1} = 10^{-3} \text{ мол}^{-1} \frac{1}{\text{ВАМ}} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ мол}^{-1};$$

ин ҷо ВАМ (ё ВАЧ) воҳиди атомии масса (чирм) асту 0,012 кг – массаи ба 1 мол мувофиқи изотопи  $^{12}\text{C}$ . Хулоса,

$$N_A \cdot 1 \text{ ВАМ} = 10^{-3} \text{ кг/мол аст.}$$

Дар таърифи М.м. навъи ҷузъиёти сохториро нишон додан ҳатмӣ аст, вагарна дарҳамбарҳамӣ ба миён меояд. Чунончи, галат мебуд, агар гӯем, ки «зарф ду мол об» дорад. Ифодаи дуруст ин аст: зарф ду мол (яъне  $2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$ ) молекулаи об дорад.

Мисоли дигар: Микдоре об 1 мол молекулаи  $\text{H}_2\text{O}$  дорад. Дар ин микдор об 2 мол атоми ҳидроген (обзо – Н) мавҷуд асту 1 мол атоми оксиген (яъне туршӣзо – О). Ба иборати дигар, 1 мол об 10 мол протон дораду 8 мол нейтрон ва 10 мол электрон.

Масъала. Як мол об чанд мол протон ва чанд мол нейтрон дорад?

**микёси мутлақ** ҳарорат, **микёси Кельвин** (абсолютная шкала, шкала Кельвина; absolute scale, Kelvin scale, ба исми У.Кельвин, 1848) – микёси дараҷаҳои *ҳарорати мутлақ*, ки дар он ба сифати сари ҳисоби ҳарорат, нуқтаи  $-273,15^\circ\text{C}$  пазируфта шудааст. Дар ин микёс ва инч. дар *Манзумаи SI* ба сифати воҳиди ҳарорат кельвин қабул шудааст, ки ишораташ ҳарфи калони К аст (бе аломати «градус») ва «кельвин» хонда мешавад.  $1\text{K} = 1^\circ\text{C}$ .

Ҳамин тариқ, нуқтаи ибтидоӣ дар М.м. нуқтаи “О К” аст. Ин нуқта дар *микёси Селсий* мутобиқи  $-273,15^\circ\text{C}$  аст. Пас, дар М.м. ҳарорати обшудӣ ях  $273,15\text{ K} (=0^\circ\text{C})$  асту ҳарорати ҷӯшиши об  $373,15\text{ K} (=100^\circ\text{C})$ . Ҳарорати бо М.м. ифодашударо *ҳарорати мутлақ* ё худ *ҳарорати Кельвин* мегӯянд. Ин ҳарорат ҳамеша мусбат аст.

**микёси Селсий** (шкала Цельсия; Celsius scale, ба исми А. Селсий, 1742) – микёсе барои ифода кардани ҳарорат, ки дар он ба сифати сифри ҳарорат ( $0^\circ\text{C}$ ) ҳарорати яхи навобшуда пазируфта шудааст ва ба сифати нуқтаи дууми дар ин маврид зарурӣ – нуқтаи ҷӯшиши об ( $100^\circ\text{C}$ ) гирифта шудааст (барои фишори муътадил, яъне 760 ммHg ё худ 101325 Па). Дар М.С. фосилаи байни ин ду нуқта (нуқтаҳои обшудӣ ях ва ҷӯшиши об) ба 100 ҳиссаи баробар тақсим шудааст. Тағйироти баробар ба якеи ин ҳиссаҳо дараҷаи ҳарорат ё ин ки градуси ҳарорат мегӯянд, яъне ҳар як тақсимоти М.С.  $1^\circ\text{C}$  аст. Ва  $1^\circ\text{C} = 1\text{K}$  (*кельвин*) мебошад.

Таъкид. Мабод, ки омӯзгор таъбире бар забон биёрад ба сурати, масалан, “20 градуси Селсия”. Таъбири дуруст “20 градуси Селсий” аст.

**миллиметри об, миллиметри сутунҷаи обӣ** (миллиметр водного столба; millimeter of water) (мм об; мм водн. ст; mmH<sub>2</sub>O) – *воҳиди ғайрисистемӣ* фишор:  $1\text{ ммH}_2\text{O} = 9,80665\text{ Па} = 10^{-4}\text{ кгк/см}^2 = 7,3556 \cdot 10^{-2}\text{ ммHg}$  (ниг. *Миллиметри симоб*).

**миллиметри симоб, миллиметри сутунҷаи симобӣ** (миллиметр ртутного столба; millimeter of mercury) (ммHg ; мм рт. ст.; mmHg) – *воҳиди ғайриманзумӣ* фишор:

1 ммHg = 133,332 Па =  $1,35952 \cdot 10^{-3}$  кгк/см<sup>2</sup> = 13,5951 ммН<sub>2</sub>O  
(ниг. *Миллиметри об*). Корбурди ин воҳид аз 1.1.1980 манъ шудааст.

**молекула** (молекула; molecule, аз лот. *molecula* – шакли кӯтоҳи *moles* – *чирм*, яъне чирма хурд) – хурдтарин заррае аз *modda*, ки ҳосиятҳои асосии кимиёии он моддаро дорост ва дар ҷудой вучуд дошта метавонад. Як М. дар худ ду атом (М.-ҳои *дуатома* – Н<sub>2</sub>, О<sub>2</sub>, НСl,..) ё беш аз ин (М.-ҳои моддаҳои мураккаб) ва ҳатто садҳо ё ҳазорон атом (М.-ҳои моддаҳои полимерӣ ва м.ин.) дошта метавонад. Масалан, М.-и сулфур дар ҳоли сахтӣ 8 атом дорад (S<sub>8</sub>). *Газҳои нофаъол* якатамаанд.

Атомҳои М. пайванди ковалентӣ доранд. Пайвастагиҳои ионӣ, ҷ-ҷи, кластерҳои ионӣ пайдории молекули надоранд ва аз таъсироти андаки берунӣ таъзия мешаванд. М.-и иборат аз атомҳои сершумор (ҳазорон то садҳо ҳазор)-ро *макромолекула* мегӯянд.

Соли 1811 олими итолийӣ А.Авогадро дарёфт, ки ҳаҷмҳои ба яқд. баробари *газҳои ҳаёли* дар ҳамон як фишору ҳарорат адади якхелаи М.-хоро дарбар доранд. Ин қонун, ки *қонуни Авогадро* ном гирифт, имкон медиҳад, ки аз рӯи зичии газҳо вазни нисбии М.-ҳои гуногун ёфта шавад.

Мушаххасоти умумии М.-ҳо инҳоянд: *чирми молекули* (массаи молекули), таркиб ва формулаи сохтор (ки низоми пайвандҳои кимиёиро нишон мед.). Бигирем М.-и обро. Таркибаш Н<sub>2</sub>O ва сохтораш Н – О – Н аст. Об чирми молекулии 18 дорад – ин қимат аз ҷамъи чирмҳои ҳарсе атоми М.-и об иборат аст.

Чирми М.-и ҷудогонаи ҳаргуна модда *m* аз рӯи нисбати чирми модда *M* бар адади молекулаҳо *N* ё, азбаски  $M = \mu \nu$  ( $\nu$  – *миқдори модда* ба ҳисоби *кмол* – ниг. *Мол*) ва  $N = N_A \nu$  аст, аз рӯи нисбати чирми моли  $\mu$  бар адади Авогадро таъйин меш-д-м =  $\mu/N_A$ .

Атомҳо андар М., аз ҷумла атомҳои М.-и об мавқеи муайяни фазой доранд. Ҷунончи, атомҳои *H* дар гирди атоми *O* тавре ҷой мегиранд, ки кунҷи байни ҳаҷҳои рости пайвастандаи маркази атоми *O* ба ҳар як атоми *H* тақр. 120° аст.

М.-ҳо низ мисли атомҳо сарҳадди новозеҳ доранд. Андозаи онҳоро ба таври тақрибӣ баҳодод кардан мумкин аст, ба шарте ки зичии модда ва чирми молекули (массаи молекули)-и он маълум бошанд. Боз ҳам бинем ҳамон М.-и обро. Қутри он ба фарзи қуравӣ буданаш  $\sim 3 \cdot 10^{-8}$  см аст. Андозаи М.-ҳои бисёратома тақр.  $10^{-5}$  см, яъне бисёр хурд аст. Ҳамин аст, ки М.-хоро бо ҷашми номусаллаҳ ё ҳатто бо микроскоп (резбин)-и оптикӣ дидан намешавад. Бо вучуди ин, метавон гуфт, ки бисёр рӯйдодҳои маъмул – ҳаракати браунӣ, парош (дифраксия)-и электронҳоро нейтронҳо ва м.ин. далели мавҷудияти М.-ҳо мебошанд. М.-ҳо дар майдони электрикӣ кутбнок (поларизатсия) мешаванд, яъне гаштовари диполи (моменти диполи) доимӣ пайдо мекунанд.

М. як навъ манзумаи квантӣ аст ва энергияи дохилии он танҳо кимати муайян дошта метавонад. Ҳолати М.-ро низ мисли атом ба воситаи муодилаи Шрёдингер тавсиф кардан мумкин аст.

Тасаввуроти нахустин дар бораи М. асри XVIII пайдо шуда, а. XIX алоқамандона бо инкишофи термодинамика ба мақоми эътироф расидааст. Мавҷудияти М.-хоро с. 1906 Ж. Перрен дар таҷриба собит кардааст.

**нуқтаи моддӣ** (материальная точка; material point, mass point) – мафҳуме, ки дар механикаи классикӣ ба маънои “чирми нуқтаӣ”, “нуқтаи чирмдор” (нуқтаи массадор) ё “чирми сифрӣандоза” истифода мешавад, яъне



Н.м. ҷисмест, ки дар шароити муойинашаванда андозаҳои онро ба назар нагирифта раво аст.

**ом** (Ом; ohm). Ишорат:  $\Omega$ ; Ом;  $\Omega$ . Даҳсолаҳост, ки мо ба русҳо тақдир карда, номи воҳиди муқовимати электрикиро «ом» мегӯем ва ишорати «Ом»-ро ба қор мебарем. Аммо асл дигар аст – исми олиме, ки ин воҳид ба шарафи ӯ номгузори шудааст, **Ом** аст. Ин ном дар англисӣ ва форсӣ низ бо «х» навишта мешавад. Хуб мебуд, ки мо низ навишти «х»-дорро бипазирем, яъне ба ҷойи Ом **Ох** гӯем.

*Ишорати воҳид.* Муқоссаи ишоратҳои русӣ ва англисӣ ҳар як омӯзандаи физикаро ба ҳулосае меорад, ки барои Ом ишорати байналмилалӣ « $\Omega$ » хубтар аст, хусусан аз он рӯ, ки баъзе хонандагону донишҷӯён ва ҳатто баъзе омӯзгорони камдониш «1 Ом»-ро «10 м» (даҳ метр) мехонанд.

Дар омади гап, раво нест, ки номи ин ӯ он олим ба сурати тазйиқфта рӯйи қоғаз оварда шавад. Исми **Ҷ**. Ҷоулро дар аксари мавридҳо дуруст менависанд. Аммо номи Архимедро қариб дар ҳама ҷо Архимед кардаем, ҳол он ки ба қавли чандин итолиёӣ ва итолиёидон навишт ва талаффузи “Архимед” дуруст аст. Пас, исми дурустро як сӯ гузошта, шакли нодурусти онро гуфтани навиштан нишони бемасъулиятӣ аст. Беш аз даҳ сол аст, ки банда исми “Newton”-ро ба сурати дуруст **Нютон** менависам. Вале ин на ба ҳама мефарад.

**плазма** (плазма; plasma, вожаи юн. *plasma*– [шакл]баста) – яке аз ҳолатҳои модда (дар баробари ҳолатҳои газӣ, сахтӣ ва моеъ). П. гази пурра ӯ қисман ион-ионшудааст, ки дар он зичии ҳаҷмии зарраҳои барқаманди мубату манфӣ (ниг. *Барқа*) баробар аст. П. бо вучуде ки ба воситаи калимаи “газ” таъриф дода мешавад, аз ҳарсе шакли асосии мавҷудияти модда ба қулӣ фарқ дорад. Қисми зиёди моддаҳои кайҳонӣ, бахусус моддаи ситораҳо (мас., Оғтоб), ҳавои атрофи ситораҳо ва муҳити байни ситораҳо ва м.ин. маҳз дар ҳолати П.-ӣ вучуд дорад.

**радиан** (радиан; radian, аз лот. radius – шуоъ, радиус). Ишорат: рад; рад; rad. Р. воҳиди кунҷи ҳамвор аст дар Манзумаи SI:1 рад кунҷи байни ду радиуси давра аст дар сурати ба як радиус баробар будани дарозии камони байни онҳо. Р. беченак аст ва аз ин рӯ ба интиҳоби манзумаи воҳидҳо бастагӣ надорад. Ҳамин аст, ки кунҷи ҳамворро маъмулан бо воҳидҳои ғайриманзумии дараҷаи кунҷӣ (...о), дақиқаи кунҷӣ (...') ва сонияи кунҷӣ (...") ифода мекунанд.  $1 \text{ рад} = 57,30107448'' = 57,2960 \approx 3,44 \cdot 10^3 \approx 2,06 \cdot 10^5''$ .  $1 \text{ о} = 0,01745 \text{ рад}$ .

**самтулқадам** (надир; nadir) – самти нуқтае дар кураи Осмон, ки дар муқобили нуқтаи самтурраъс воқеъ гардидааст.

**самтурраъс** (зенит; zenith, аз ар. سمت “самт”) – самти нуқтае дар гунбади Осмон, ки дар болои сари мушоҳид воқеъ аст. Ба гуфти дигар, С. нуқтаест дар кураи Осмон, ки ҳатти рости аз нуқтаи мушоҳида амудан боло равонашуда аз он мегузарад. Нуқтаи муқобили С.-ро самтулқадам мегӯянд.

**сифри мутлақи ҳарорат** (абсолютный нуль; absolute zero) – пасттарин ҳарорати имконпазир (ки  $-273,15^\circ\text{C}$  аст). С.м. нуқтаи сари ҳисоби ҳарорати термодинамикӣ мебошад. Ин нуқта ба қадри  $273,16^\circ\text{C}$  поён аз ҳарорати нуқтаи сегонаи об (яъне  $0,01^\circ\text{C}$ ) воқеъ аст.

**стерадиан** (стерадиан; steradian, аз юн. *stereos* – ҷисмонӣ, ҳаҷмӣ, фазой ва *радиан*). Ишорат: ср; ср; sr. С. воҳиди кунҷи ҷисмонӣ аст. 1 ср кунҷи ҷисмонист (қуллаш дар маркази кура бо радиуси  $r$ ), ки аз сатҳи кура

масоҳати ҳамчени  $g^2$ -ро фаро мегирад. Кунчи ҷисмонии мутобиқ ба тамоми саҳхи кура  $4\pi$  ср аст.  $1 \text{ ср} = 0,0796$  кунчи ҷисмонии пурра.

**суръати оӣ** ва “**суръати лаҳзагӣ**”. Касе, ки дар мақоми **суръати оӣ** “**суръати лаҳзагӣ**” мегӯяд ё инро аз дигарон талаб мекунад, бояд фаҳм кунад, ки  $\bar{u}$  ба умқи масъала расидагӣ гирифта натавонидааст ва ҷунонки аҳли илми физика мегӯянд, мақоми нуқтаро дар тири вақт нашинохтааст, миёни **лаҳза** ва **нуқта** (дар ҳамон тири вақт) фарқ надидааст, вагарна дармеёфт, ки «**суръати оӣ**» аз «**суръати лаҳзагӣ**» фарқ дорад, дармеёфт, ки “як он” дар тири вақт “як нуқта” аст, вале лаҳза камобеш тӯл дорад.

**сунба** ва **тулунба**. Солҳои 50-и асри гузашта дар китобҳои дарсии физика дар мақоми «насос»-и русӣ **тулунба** («**тулумба**») хонда мешавад) қорбаст мешуд. Он вақтҳо русҳо «**насос**»-ашонро дар заминаи истилоҳи англисии **pump** (ки **памп** хонда мешавад) «**помпа**» мегуфтанд (ин калима дар забони русӣ ҳоло ҳам зинда аст, аммо доираи қорбурдаш тангтар гаштааст).

Соли 1976 шӯбаи физика, математика, техника ва нучуми Энциклопедияи Советии Тоҷик пешниҳод карда буд, ки истилоҳи русии «**лазер с ядерной накачкой**»-ро «**лазер бо насоси ядрой**» гӯем. Ман, ки он вақт дар Идораи ЭСТ нозири илмӣ будам, гуфтам, ки ин лазер ҳеч гуна насос-масос надорад, балки тарзи қораш ба **тулунбиш** (яъне ба «насос қардан» ба маънои пур қардан) монандӣ дорад. Бино бар ин онро «**лазери ҳастайтулунбиш**» гуфтан хубтар аст. Ин пешниҳодро пеш аз ҷама устод *Осимӣ*, сипас *Лоиқ* (ки дар шинохти калимаҳо бисёр мумтоз буд), баъд *Нусури Холмуҳаммад* (ки унвони илмӣ надошт, вале бисёр донишманд буд), *Раҳим Ҳошим*, *Муҳаммадҷон Шакурӣ*, *Мусои Диноришох*, *Раззоқ Гаффаров*, *Абдуллоҷон Ҳоҷиев* ва дигарон дастгирӣ қарданд. Пас аз чандин сол, вақте ки китоби 8-ҷилдаи «Фарҳанги бузурги суҳан» нашр шуд, дидам, ки овардаанд:

**тулунба** = 1. василаи обкашӣ аз чоҳ, ҳавз ё манбаъи дигари об (ин ҳамон «насос» аст);

2. василаи (пур)бод қардани тӯб (ин ҳам **тулунба** аст);

3. василаи боло бурдани моеъот бо фишор (ин низ **тулунба** аст).

Дигар, дар китоби тозанашири «Фарҳанги тафсирии забони тоҷикӣ» истилоҳи русии «насос»-ро бо ҳамин вожаи **тулунба** шарҳ додаанд, яъне калимаи **тулунба** дар забонамон мавҷуд аст. Дар омади гап, вожаи «**сунба**» низ дар ҳамон фарҳанг ва «Ёддоштҳо»-и С. Айнӣ (ҷ. 8, 12) ва инч. дар “Фарҳанги имлои забони тоҷикӣ” (с.2013) оварда шудааст.

**табиат** (природа; nature) –1) ба маънои васеъи калима: тамоми мавҷудоти олам, тамоми дунё бо ҷама ҷизҳош, ба ҷуз ҷизҳои офаридаи инсон – ба ин “Коинот”, “Кайҳон”, “Дунё”, “Олам” низ гуфта меш-д (офаридаҳои инсонро баъзан табиати дуҷум мегӯянд);

2) дар физика ҳам ба маънои аввал меояду ҳам ба маънии “қисми қобили мушоҳидаи дунё” ва инч. “муҳити атроф”.

*Н.О.М.* Аз нигоҳи қоидаҳои имло навишти дуруст “**табиат**”-и беъайн аст, ҳол он ки асл, яъне навишти аҷодӣ **табиъат** (навишти боъайн) аст. Хуб мебуд, ки хонандагон ва устодони онҳо ҳарду тарзи навиштро бидонанд.

**хусуф**, **гирифти Моҳ** (затмение Луны; lunar eclipse) – падидаи дар назари мушоҳидаи заминӣ пурра ё қисман ноаён шудани Моҳ дар натиҷаи дар сояи Замин воқеъ гардидани он. Соле як ё ду, аммо на бештар аз се Х. рӯй медиҳад. Тавре ҳам буда метавонад, ки дар муддати як сол ягон Х. рӯй надиҳад (ниг. *Хусуф*).

**харорати мутлак** (абсолютная температура; absolute temperature),  $T$  – харорате, ки ҳисобаш аз *сифри мутлақи харорат* ( $-273,15\text{ }^\circ\text{C}$ ) сар мешавад.

Воҳиди  $X$ ,м. (ба ифтихори олими англис Лорд Келвин) *kelvin* номида шудааст ва яке аз ҳафт воҳиди асосии *Манзумаи SI* мебошад. Ин воҳид бо ҳарфи  $K$  ишорат мешавад ва ҳамчени як *градуси Селсий* аст, яъне  $1K = 1\text{ }^\circ\text{C}$ . Харорати баробар ба  $0\text{ K}$  сари ҳисоби харорат (яъне сифри мутлак) аст.

Қиматҳои  $X$ ,м. бо қиматҳои  $t$ , ки дар *миқёси Селсий* ба кор мераванд, чунин алоқамандӣ доранд:

$$T(\text{бо } K) = t(\text{бо } ^\circ\text{C}) + 273,15.$$

Пас, фаҳмост, ки харорати  $0\text{ K}$  ба харорати  $-273,15\text{ }^\circ\text{C}$  мутобиқ аст.

**хертз** (герц; hertz, ба исми  $X$ . Ҳертз). Ишораташ:  $Hз$  (точ.);  $Gц$  (русӣ);  $Hз$  (ингл.).  $Hз$  дар *Манзумаи SI* воҳиди басомад аст.  $1\text{ Hз}$  басомади рӯйдоди давриест, ки як даври пурраи он ба муддати  $1с$  рост меояд. Воҳидҳои каратии  $X$ . – *килохертз* ( $10^3\text{ Hз}$ ), *мегахертз* ( $10^6\text{ Hз}$ ) ва ғ. низ истифода мешаванд.

*Номи истилоҳ.* Барои ифода кардани номи  $X$ , вожаҳои герц, герс ва херс ба кор рафтаанд. Вале ин номҳо ба сабаби аз асл дурӣ доштан пазируфтани нестанд. Мо имкон дорем, ки асл (*hertz*)-ро бекамукост ба тоҷикӣ ифода кунем – *хертз*.

**ҳиссавоҳиди бузургии физикӣ** (дольная единица; submultipleunit) – бузургие, ки нисбат ба *воҳиди манзумӣ*  $10, 10^2, 10^3, 10^6, 10^9, 10^{12}, \dots$  бор кам аст. Чунончи: десиметр ( $10^{-1}\text{ м}$ ), сантиметр ( $10^{-2}\text{ м}$ ), миллиметр ( $10^{-3}\text{ м}$ ), микрометр ( $10^{-6}\text{ м}$ ), нанометр ( $10^{-9}\text{ м}$ ), пикометр ( $10^{-12}\text{ м}$ ) ва ғ.

**ҳолатҳои воғардиши модда, ҳолатҳои воғардиши модда**– он гуна ҳолатҳои ҳамон як модда (мас., об), ки гоҳи аз якеи онҳо ба дигараш гузаштан энергияи озод, зичӣ ва ҳосиятҳои физикии дигари он ҷаҳишсон тағйир меёбанд. Ҳамон об дар харорати  $0^\circ\text{C}$  ва фишори  $101\,325\text{ Па}$  ях мебандаду дар харорати  $100^\circ\text{C}$  ҷӯш омада, бухор мешавад, яъне модда (дар мисоли мо– об) дар се  $X$ ,в. – саҳт, моеъ ва бухор буда метавонад. Ин гуна тағйироти ҳолати моддаро табдили фазӣ (ё худ фазгардиш) меноманд. Ҳосияти дар  $X$ ,в. будани модда бо он алоқаманд аст, ки ҳаракати гармоӣ ва ҳамтаъсири атому молекулаҳои таркиби модда гуногуниҳо доранд:

1) атому молекулаҳои газҳо аз якдигар дуранд ва бо ҳам қариб ҳеч додурифт (таъсири мутақобил) надоранд – хамин аст, ки онҳо қариб озодона ҳаракат карда, тамоми ҳаҷми ба «ихтиёрашон» вогузоршударо фаро мегиранд;

2) дар моеъҳо ва ҷисмҳои саҳт атому молекулаҳо дар наздикии бевоситаи якдигар воқеъанд ва аз ин рӯ бо қувваҳои бузург ба ҳамдигар таъсир расонида метавонанд– хамин аст, ки моеъ (дар зарф) ва ҷисми саҳт шакли муайян доранд. Аммо ин он гуна маънӣ надорад, ки соҳти моеъову ҷисмҳои саҳт гӯё якхела бошад, не. Хусусияти ҳаракати атому молекулаҳои ин моддаҳо гуногун аст: атомҳои ҷисмҳои саҳт танҳо дар назди мавқеҳои худ (дар булӯриншабакаи ҷисм) ларзиш меҳӯранду бас (хар атом мавқеи муайяне дорад), ҳол он ки молекулаҳои моеъҳо дар баробари дар назди мавқеҳои мувозанатии худ ларзиш хӯрдан боз аз як ҳолат ба ҳолати дигар ҷаста метавонанд.

Ҳолати дигари воғардиши модда – ҳолати ҷаҳоруми модда аст, ки *плазма* ном дорад.

*Номи истилоҳ.* Мо таркибҳои “ҳолати воғардиши модда” ва “ҳолати воғардиши модда”-ро барои ифода кардани номи умумии ҳолатҳои физикие аз ҳолатҳои модда (ҳолати саҳтӣ, ҳолати моеъ, ҳолати газӣ ва

плазмай) ба кор бурдаем, ки модда вобаста ба ҳарорат ва фишори худ дар онҳо будан метавонад. Буди ин ҳолатҳо бо *ҳаракати гармойӣ* зарраҳои модда ва ҳамтаъсири онҳо алоқаманд аст. Ин ҳолатҳоро ба инглисӣ *statesofaggregationofmatter* мегӯянд дар русӣ – «агрегатные состояния вещества», ки дар забони мо дар шакли «ҳолатҳои агрегатии модда» машҳур шудааст. Аммо ин таркиб аз мазмуни физикии равшан дур аст ва истеъмолаш кӯркӯрона буду ҳафт. Иллат дар чузби “агрегатӣ” ниҳон аст. Ба ақидаи мо дар таъбири *ҳолатҳои воғардиши модда* вожаи тоҷикибунёди *воғардиш* барои мактабиёну омӯзгорон дар муқобили вожаи номафҳуми “агрегатӣ” равшантару фаҳмотар ва бо таърифе, ки дар боло овардем, созгортар аст.

**шароити муътадил** (нормальные условия; standard [sea-level] conditions) – шароити физикии мутобиқ ба ҳарорати 0°C (яъне 273,15 К) ва фишори 101 325 Па ё 760 ммHg.

**шокул**(отвес; plumbline) – содатарин олати санҷиши амудият. Ш. маъмулан бори чандгиромиест, ки дар сари ресмони борики овезон баста мешавад ва (дар асари қувваи вазнинӣ) ресмонро дар вазъи амудӣ (сӯйи поён) кашида медорад.

**электрон** (электрон; electron, юн. *electron* – қахрабо) – зарраи бунёди бо масса (чирм)-и  $9 \cdot 10^{-28}$  г (ё  $1/1836,1$  ҳиссаи чирми *протон*) ва *барқии* манфии баробар ба  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл (кулон).

Умри Э. бепоён аст. Э.-ҳо дар баробари протонҳо ва нейтронҳо зарраҳои таркибдихандаи *атомҳо* мебошанд. Адади Э.-ҳои ҳар атом дар ҳолати табиӣ ҳамчун адади протонҳои таркиби ҳастаи он (атом) аст.

**эрг** (эрг; erg, аз юн.*ergon* – кор) – воҳиди кор, энергия (энерҷӣ) ва миқдори гармо дар манзумаи воҳидҳои СГС. Ишораташ: эрг; эрг; erg. Э. бо воҳиди асосии кор, яъне *ҷоул* (Ҷ) чунин нисбат дорад: 1эрг =  $10^{-7}$  Ҷ.

**“яҳи хушк”** (сухой лёд; dryice) – диоксида сахтшудаи карбон CO<sub>2</sub>. Дар натиҷаи дар фишори муътадил то ҳарорати қариб -78,5°C сард кардани диоксидаи карбон (яъне ҳамон гази карбонат CO<sub>2</sub>) ҳосил мешавад – дар ин маврид CO<sub>2</sub> ҳолати моеъиро “аз сар нагузаронида”, яқбора сахт мешавад. Номаш аз ҳамин ҷост.

\* \* \* \* \*

Омӯзгорони муҳтарам! Ҳанӯз с. 2005 - пас аз нашри аввали китоби дарсии “Физика,7”-и мову проф. Файзи Нормурод банда дар ду шумораи маҷаллаи “Маърифат” барномаи таълими соатбасоати ин китобро нашр гардонида, шуморо даъват карда будам, ки дар бораи он барнома ва китоби дарсӣ (ва умуман, дар бораи китобҳои дарсии дигар низ) баҳс ба миён биёред, хулоса бигиред, андешаҳову пешниҳодҳои худро дар матбуот нашр гардонед. Мабод, ки сахнаҳову паҳнаҳои илму маориф бе баҳс монанд, зеро ба хушдори Шайх Саъдӣ “илм (ва, бояд гуфт, ҳама чизи алоқаманд бо он) бе баҳс пайдор намонад”.

С. Қодирӣ, 24.03.2017

## МУНДАРИЧА

### Боби I. Табиат. Инсон. Табиатшиносӣ

§1.1. Табиат ва инсон .....	5
§1.2. Табиатшиносӣ .....	6
§1.3. Физика бунёди табиатшиносӣ аст .....	10
§1.4. Чисм. Модда. Майдон. Ҳайуло (материя) .....	13
§1.5. Мушоҳида – мулоҳиза – таҷриба .....	15
§1.6. Таҷриба меъёри ҳақиқат аст .....	19
§1.7*. Назарияҳо ва қонунҳои физикӣ .....	22
§1.8. Бузургҳои физикӣ (қамийатҳои физикӣ) .....	25
§1.9. Санчиши бузургҳои физикӣ .....	28
§1.10. Сабти натиҷаҳои санчиш. Воҳидҳои қаратӣ ва ҳиссаҳо .....	31
§1.11. Хатои санчиши бузургҳои физикӣ .....	35
§1.12. Хатоҳои муғлақ ва нисбӣ .....	36
§1.13. Санчиши дарозӣ ва масофаҳо .....	40
Чен қардани ғафсии қизҳои борик ва тунук бо милапаргор .....	43
Чен қардани ғафсии қизҳои борик ва тунук бо резсанҷ .....	45
§1.14*. Ёфти дарозии ҳатти истиво (экватор) .....	46
§1.15. Санчиши масоҳат .....	48
§1.16. Санчиши ҳаҷм .....	52
§1.17. Масса (қирм) ва санчиши он .....	57
§1.18. Зичии модда .....	62
§1.19. Ҳисоби масса (қирм) ва ҳаҷм аз рӯи зичӣ .....	66
§1.20. Санчиши вақт .....	68

### Боби II. Маълумоти аввалия дар боран сохти модда

§2.1. Молекулаҳо .....	78
§2.2. Шарҳи падидаҳои физикӣ дар заминаи сохти молекулии моддаҳо .....	80
§2.3. Даррафт (диффуз)-и моддаҳо ба ҳамдигар .....	81
§2.4. Ҳаракати браунӣ .....	83
§2.5. Ҳарорат .....	85
§2.6. Ба ҳамдигар қазб шудан ва аз якдигар тела хӯрдани молекулаҳо .....	88
§2.7. Газҳо. Моёҳо. Қисмҳои саҳт .....	89
§2.8. Ба воситаи зичӣ ифода қардани адади молекулаҳо .....	93

## Боби Ш. Ҳаракат

§3.1. Ҳаракати механикӣ .....	96
§3.2. Системаи сарҳисоб (системи сарҳисоб) .....	98
§3.3. Масири ҷисми дарҳаракат .....	101
§3.4. Роҳ ва кӯчиш .....	103
§3.5. Ҳаракати ростхаттаи якнавохт .....	105
§3.6. Суръати ҳаракати ростхаттаи якнавохт .....	106
§3.7. Суръати онӣ (суръати лаҳзай) .....	108
§3.8. Ҳамбастагии роҳ ва муддати ҳаракат.....	109
§3.9. Суръати миёнаи ҳаракати ғайриякнавохт .....	110
§3.10. Нигораи вобастагии роҳи тайшуда ба муддати ҳаракат.....	112
§3.11. Нигораи вобастагии суръат ба вақт .....	113
§3.12. Шитоб – суръати тағйири суръат. Ҳаракати шитобдор.....	115

## Боби IV. Қувва (неру)

§4.1. Шасти ҳаракат (инерсия) .....	120
§4.2. Ҳамтаъсироти ҷисмҳо .....	124
§4.3. Қувва .....	127
§4.4. Воҳиди қувва .....	129
§4.5. Қувва бузургии векторӣ (бузургии бурдорӣ) аст.....	131
§4.6. Ҷамъ ва тарҳи векторҳо (бурдорҳо) .....	132
§4.7. Тасвири қувва.....	135
§4.8. Ҷамъ кардани ду қуввае, ки ба қадди як хатти рост равананд .....	136
§4.9. Ҷозибаи Замин .....	139
§4.10. Шитоби афтиши озодона .....	142
§4.11. Афтиши озодона ҳаракати собитшитоб аст.....	145
§4.12. Баркашидани ҷисмҳо. Санҷиши масса (ҷирм)-и ҷисмҳо бо тарозу .....	147
§4.13. Таъсири қувва ва тазйик (деформатсия)-и ҷисмҳо.....	149
§4.14. Қуввасанҷ (динамометр) .....	152
§4.15. Қувваи вазнинӣ .....	153
§4.16. Қувваи вазнинӣ дар сайёраҳо.....	157
§4.17. Вазни ҷисм. Бевазنى.....	159
§4.18. Ҳамбастагии масса (ҷирм), қувваи вазнинӣ ва вазн .....	163

## Боби V. Фишор

§5.1. Фишор. Воҳиди фишор .....	166
§5.2. Фишори газ .....	170

§5.3. Фишоргузаронии моеъҳо ва газҳо. Қонуни Паскал .....	173
§5.4. Фишори гидростатикии моеъ (ва газ) .....	175
§5.5. Фишори моеъ ба қаъри зарф ва деворҳои он .....	177
§5.6. Сатҳи озоди моеъ. Обтарозу .....	181
§5.7. Зарфҳои пайваста .....	183
§5.8. Қувваи фишори моеъ ба қаъри зарфҳои гуногуншакл .....	186
§5.9. Таҷрибаи Паскал .....	188
§5.10. Мошинҳои гидравлики .....	191
§5.11. Шабакаи обрасонӣ (облӯла) .....	194
§5.12. Атмосфераи Замин (ҷавви Замин) ва фишори он .....	196
§5.13. Буди атмосфераи Замин (ҷавви Замин) .....	197
§5.14. Санҷиши фишори атмосферӣ .....	200
§5.15. Фишори атмосферӣ дар баландии гуногун .....	206
§5.16. Тулунба (насос) .....	208
§5.17. Қувваи болобарандае, ки андаруни моеъ ба ҷисм таъсир меоварад .....	211
§5.18. Қувваи болобарандае, ки дар муҳити газӣ ба ҷисм таъсир меоварад .....	214
§5.19. Қувваи архимедӣ. Қонуни Архимед .....	215
§5.20. Шинои ҷисмҳо .....	223
§5.21. Шинои киштиҳо .....	227
§5.22. Ҳавопаймӣ .....	231

## Боби VI. Кор ва Энергия. Тавон

§6.1. Кор .....	236
§6.2. Тавон (тавоноӣ) .....	240
§6.3. Ҳамбастагии тавон ва суръат .....	243
§6.4. *Мувозанати ҷисмҳо .....	245
§6.5. Гаштовари қувва (моменти қувва) .....	246
§6.6. Механизмҳои сода .....	250
а) Фашанг .....	251
б) “Қоидаи тиллоии механика” .....	257
в) Ҳамвории мойил .....	258
г) Фарғара .....	262
§6.7. Суди механизмҳо ва мошинҳо .....	267
§6.8. Қувваи сойиш .....	269
§6.9. Роҳҳои кам кардани сойиш .....	272
Китобнома .....	275
Шарҳи чанд истилоҳ .....	276

Файзи НОРМУРОД, Сайидчаъфари ҚОДИРӢ

# ФИЗИКА

Китоби дарсӣ барои синфи 7-ум

Нашри IV

Роҳбари гурӯҳи нашр: *Шавкати Ҳабибуллоҳ*

Муҳаррир: *Абдуллоҳи Ҳабибуллоҳ*

Тарроҳ ва муҳаррири  
техникӣ: *Ҷамшеди Давлатзод*

Ба матбаа 01.02.2017 супорида шуд. Ба чоп 03.06.2017  
иҷозат дода шуд. Андозаи қоғаз 60x90<sub>1/16</sub>. Қоғази офсет.  
Хуруфи адабӣ. Чопи офсет. Чузъи чопӣ 18.  
Адади нашр 150 000. Супориши № 63

Дар матбааи ҶДММ «Бебок» чоп шудааст.  
734018, ш. Душанбе, кӯчаи Н. Қарабоев, 17.  
E-mail: [kitob@bk.ru](mailto:kitob@bk.ru)