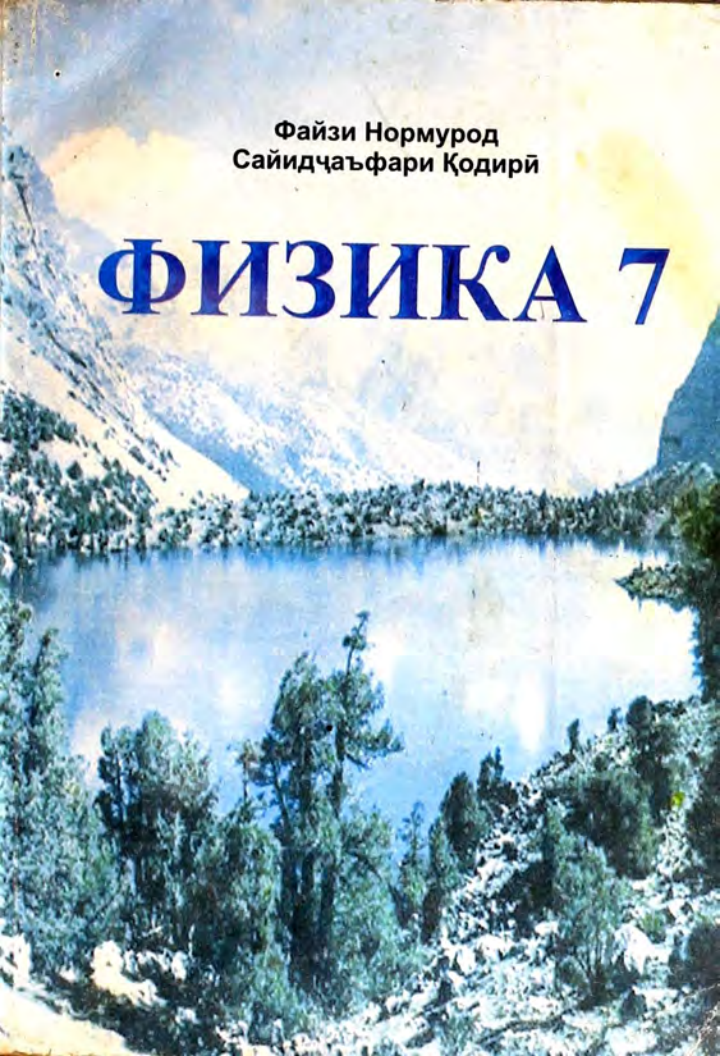


Файзи Нормурод
Сайидчаъфари Қодирӣ

ФИЗИКА 7





Ба номи Худованди ҷону хирад

Гуфтор дар офариниши Олам

1. Зи огоз бояд ки доия дуруст,
Сари мояи гавхарон аз нахуст.
Ки Яздон зи ночиз ҷиз офарид,
Бад-он то тавоноӣ омад падида.
В-аз ӯ мояи гавхар омад ҷаҳор,
Бароварда беранҷу бе рӯзгор.
Яке оташе баршуда тобнок,
Миён боду об аз бари тираҳок.
5. Нахустин, ки оташ зи ҷунбиш дамид,
Зи гармиш пас хушкӣ омад падида.

- В-аз он пас зи ором сардӣ намуд,
Зи сардӣ ҳамон боз таррӣ фузуд.
Чу ин ҷор гавҳар ба ҷой омаданд,
Зи баҳри сипанҷисароӣ омаданд.
Гухарҳо як андар дигар сохта,
Зи ҳар гуна гардан барафрохта.
Падид омад ин гунбади тезрав,
Шигифтияномаюндаи нав ба нав.
10. Абар даҳу ду шуд калхудой,
Гирифтанд ҳамма сазовор ҷой.

Фалакҳо як андар дигар баста шуд,
Бичунбид, чун кор пайваста шуд.
Чу дарёву чун кӯҳу чун дашту роғ,
Замин шуд ба кирдори равшан ҷароғ.
Бивобид кӯҳ, обҳо бардамид,
Сарӣ рустани сӯи боло кашид,
Заминро балеандӣ набуд ҷойгоҳ,
Яке маркази тира буди сӯиҳ.

15. Ситора бар сар-бар шигифтия намуд,
Ба ҳок андарун равшаной фузуд.

Ҳаме бар шуд оташ, фуруд омад об,
Ҳамегашт гирди Замин Офтоб.
Гие руст бо чанд гуна дарахт,
Ба боло баромад сароншон зи бахт.
В-аз он пас ҷу ҷунбанда омад падида,
Ҳама рустани зери хеш онарид.
Хуру хоёу ором ҷуяд ҳаме,
В-аз он зиҷдагӣ ком ҷуяд ҳаме.

20. На гӯё забони на ҷуё хирад,
Зи кору зи хошоқ тун парварда?

Надонад баду неки фарҷони кор,
Нахолад аз ӯ бандагӣ Кирдигор.
Чу доно тавоно буду долгар,
Аз эро накард еҷ пинҳон хунар.
Чунин аст фарҷони кори ҷаҳон,
Надонад касе ошқору ниҳон.

Гуфтор андар офариниши Офтоб

- Зи ёкути сурх аст ҷарҳи кабуд,
На аз боду обу на аз гарду дуд.
25. Ба ҷандон фуруғу ба ҷандон ҷароғ,
Бибӯста ҷун ба Наврӯз боғ.

- Равон андар ӯ гавҳари дилфуруз,
К-аз ӯ равшаной гирифтаст рӯз.
Ки ҳар бомдоде ҷу заррин сипар,
Зи машрик барорад фурузаанда сар.
Замин пушад аз нур пирӯҳано,
Шавад тирагетӣ бад-ӯ равшаной!
Чу аз машрик ӯ сун ховар кашад,
Зи машрик шаби тира сар баркашад.
30. Нагиранд мар якдигарро гузар,
Набошад аз ин як равиш ростгар.
Аё, он ки ту Офтобӣ ҳаме,
Чӣ будат, ки бар ман натобӣ ҳаме?

Дар офариниши Моҳ

- Ҷароғест мар тира шабро басеч,
Ба бад то тавони, ту харғиз малеч.
Ду рӯзу ду шаб рӯй намоядо,
Ҳамоно зи гардиш бифарсоядо.
Падид ояд он гоҳ борикун зард,
Чу пушти касе, ки гами ишк хвард.
35. Чу бинанда дидораш аз дур дид,
Ҳам андар замон шавад ӯ нопадид.
Дигар шаб намойиш қунад пештар,
Туро равшаной диҳад бештар.
Ба ду ҳафта гардад тамому дуруст,
Бад-он бозгардад, ки буд аз нахуст.
Бувад ҳар шабонгаҳ бориктар,
Ба Хуршеди тобанда наздиктар.
39. Бад-ин сон ниҳодаш Худованд дод,
Бувад, то бувад ҳам бад-ин яқинҳод.



ФАЙЗИ НОРМУРОД
САЙИДЧАЪФАРИ ҚОДИРӢ

Физика 7

Китоби дарси барои синфи 7
мактабҳои таҳсилоти ҳамагонӣ

Китобро
Вазорати маорифи Ҷумҳурии Тоҷикистон
ба ҷоп тавсия кардааст

2005

4840

Ин китоб, ки нахустин китоби дарси тоҷикӣ
ва бори аввал нашр шудааст, монанди ҳама китобҳои дигар
беғалат нест. Бино бар ин мо аз омӯзгорони ҷаҳандаву хайрҳои
хоҳиш мекунем, ки назари худро дар бораи камқову костагиҳои
китоб дар матбуоти даврӣ нэхор кунанд
ё навиштаҳои ба нашриёт фиристанд.
Пешакӣ миннатпазирем.

УДК
ББК 22.3я72
II - 81

Файзи Нормурод
Сайидҷаъфари Қодирӣ

Физика

Китоби дарси барои синфи 7
мактабҳои тахсилоти ҳамагонӣ.

Мухаррир Бобои Сайид

Мухаррири техникӣ, мухарири оройиш, расом,
хуруфчин, таррох ва мусаххех С. Қодирӣ.

Вуруд ба матбаъа 17.03 2004. Иҷозати чопи 7.06.2004.
Қоғазии офсет. Андозаи саҳифа – 60x84¹/₁₆.
Ќузъи чопии шартӣ –18,0. Ќузъи нашриву ҳисобӣ –15,8.
Супориши № 101. Микдор 30. 000 нусха.

Ќамъияти саҳҳомии навъи кушодаи «Матбуот»
(«Фурӯғ») ва Вазорати фарҳанги Ќумҳурии Тоҷикистон.
734025, Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 37

4306020120

Н

504 (12)--2001
ISBN 5 - 670 - 00840--5

© Ф. Нормурод, С. Қодирӣ
2004

Омузгорони арчманд!

Бори нахуст аст, ки шогирдон шумо китоби "Физика"-ро ба даст мегиранд. Онҳо ба василаи ин китоб ва ёрмаидии бевоситаи шумо бояд бо табиъат ва рӯйдодҳои табиъа, бо низоми рух додани ин рӯйдодҳо ва имкони пешбини кардани онҳо ошноӣ пайдо кунанд. Барои ин зарур аст, ки шумо шогирдонро аз оғози омӯзиши физика ба роҳи пурпечухами донишандӯзӣ мохирона раҳнамунӣ кунед, онҳоро бо хуруфу рамзҳои китоби мухташамии "Табиъат", бо мақоми мушоҳидаҳову таҷрибаҳо дар омӯзиши рӯйдодҳои ҷи заминиву ҷи осмонӣ — аз оромишу ҷунбиши ҷизҳои пеши биноӣ мактаб то ҳаракати сайёраҳову милт-милти ситораҳо ошноӣ диҳед.

Ҳар омузгор тарзи ба худ хоси дарс гуфтану посух талаб кардан дорад. Мо мустақилияти омузгорони ҷуяндаро эҳтиром мегузорем ва бо эҳсоси ҳамин эҳтиром аз шумо, омузгорони мухтарам, хоҳиш мекунем, ки гоҳи аз рӯи китоби "Физика, 7" дарс гуфтан ва инчунин ҳангоми санҷидани натиҷаи дарс баъзе маслиҳатҳои усулии борҳо санҷидашударо, то ҷое ки метавонед, пайгирӣ кунед, то ки дарси шумо ҳатталимкон пурсамартар бошад. Инҳоанд он маслиҳатҳо:

1) Сахтгирӣ накунед, ки ҳама шогирдон шумо ин ё он таъриф ё қондари ҳатман аз ёд кунанд. Ин на барои ҳама судманд аст. Хуб мебуд, ки шогирдон шумо мавзӯи дарсро бо қаламу қоғаз таҳлил карда-таҳлил карда, ҳазм кунанд, моҳияти физикии формулаҳо, расмҳо, нигораҳо (графикҳо) ва, дар маҷмӯъ, моҳияти мавзӯро ба хубӣ дарк кунанд. Кӯшиш кунед, ки хонадагон мушоҳидаву мулоҳиза кардан, суол гузоштан ва ҷавоб ҷустанро ёд гиранд.

2) Саъй кунед, ки шогирдон шумо масъалагурез нашаванд, балки масъалаҳову машқҳоро бо шавқу завқ ҳал кунанд, супоришҳоро ба ҷо биёранд. Дар дойираи мустақилияте, ки шумо, омузгорони мухтарам, доред (ё шӯрои мактаб ба шумо додааст), метавонед ин ё он мавзӯро вазифаи хонагӣ дода, соъати дарсро барои ҳал кардани масъалаҳову машқҳо истифода кунед — ин хусусан аз он рӯи муҳим аст, ки дар ки-

тоби мо баъзе ҷиҳатҳои мавзӯҳои алоҳида дар қолаби машқ, супориш ё ба шакли 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 таҷрибаро мустакилона ё бо ёрмандии шумо анҷом диҳанд, натиҷаи таҷрибаи худро мулоҳиза кунанд ва аз он хулоса бароварданро ёд бигиранд, бошад ки бар дунболи таҷриба карданҳоро хулоса бароварданҳо қонуниятро ошкор созанд. Чунончи, дар таҷрибаи гузаштани сақои пӯлодӣ аз даруни ҳалқаи оҳанин (ниг. §2.2) агар гуед, ки *"сақои сард аз ҳалқаи озодона мегузарад, аммо ҳамина сақои гарм қарда шавад, дар ҳалқаи сард дармеомонад"*, ҳонандагон ин гуфтаи шуморо бо осонӣ мефаҳманд. Ин ҷо шумо бо пурсишҳои пайдарпаии мантиқӣ метавонед андешаи оноро тавре таҳриқ диҳед, ки ин хусусияти сақои пӯлодӣ ё, умуман, моддаи пӯлодро бар моддаҳои дигару ҷисмҳои дигар умумият дода тавонанд ва, масалан, фаҳмида тавонанд, ки симҳои барқрасони байни симҷӯбҳо маҳз ба ҳамон сабаб дар тобиҳои ҳалқаи мезананду хангоми зимистон дарҳам кашида (таранг) мешаванд.

Ин наваъ таҳриқ доданҳои шумо ба онро пайғирӣ кардани шогирдон, агар даст диҳад, дар баробари он ки кайфӣи баъзе аз онҳо баъди омӯзиши физикаи оғӯи шогирдонӣ шуморо хеле рӯшан мегардонад ва завқи паҷӯшишгариҳои оноро боло бурда метавонад.

4) Ҳатмист, ки шогирдони шумо баъди хатм шудани ҳар боби китоби дарсӣ як наваъ иншои физикӣ нависанд. Хуб мебуд, ки иншои иншо ва дойраи мавзӯҳои онро барои ҳар як шогирд ё гурӯҳҳои ҷанднафарии ҳонандагон худӣ Шумо муқаррар кунед. Шартӣ пешрафти ҳар ҳонанда бояд баҳои мусбат гирифта аз ҳамина иншо бошад. Барои ҳонандагони пешқадам ба сифати мавзӯи иншо ҳамоноҳоро интихоб кардан мумкин аст, ки бо ситорача ишорат шудаанд (масалан: §1.4*) ё дар паҳлӯи матни онҳо хати сурх кашида шудааст.

Инак, мепардозем ба омӯзиши ҳамоно китоби мухташами зикршуда, ки мо онро "Табиъат" ном бурдем.

ТАБИЪАТ. ИНСОН. ТАБИЪАТШИНОСИ



Боби 1

§1.1. Табиъат ва инсон

Замину Осмон ва умуман хама мавҷудот—аз резтарин зарра то сангу хасу долу дарахт, Офтобу ситорахову фазои фарогирандаи хамаи онҳо, аз хурдтарин чонзоди рӯи Замин то наҳанги дарёи—хамаи инҳо дар якҷоягӣ “ТАБИЪАТ”-ро ташкил медиҳанд. Худи одам низ як ҷузъи табиъат аст.

Калимаҳои *Кониот*, *Кайҳон*, *дунё*, *олам* низ гоҳо ба ҳамин маънӣ (ба маънии *табиъат*) корбаст мешаванд. Аммо дар гуфтугузори харрӯза “табиъат” гуфта маъмулан қисми қобили мушоҳидаи олам ё ҳатто мухити атрофро мефаҳманд.

Дар табиъат дойимо 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 яхҳо об мешаванд, об бухор шуда, дар табиъат гардиш меҳӯрад ва ғ.

Инсон аз даврони қадим ба ин сӯ табиъатро мушоҳида мекунад, меомӯзад ва дар ҷараёни ин мушоҳидахову омӯзишҳо дониш меандӯзад. Ҳанӯз қадимиён медонистанд, ки ду чизи сойишхӯранда на танҳо гарм мешаванд, балки дар натиҷаи сойиш баъзе навъҳои ҷуб оташ мегиранд. Ибро худи шумо низ санчида метавонед.

Одамони аҳди қадим медиданд, ки дар пайи шаб рӯз меояд, баъд шаб фаро мерасад, боз рӯз мешавад ва ғ. Фардҳои соҳибзавки он давр мушоҳида кардаанд, ки баъди баҳори фараҳбахш тобистони сӯзон фаро мерасад, аксари гвёҳҳо нобуд мешаванд, баъзе меваҳо мепазанд, баъд фасли ҳазон (тирамоҳ) дармеояд, дарахтҳо аз рӯиш бозмемонанд, ҳаво торафт сардтар шудан мегирад, зимистон мешавад, бодҳои сарди барфолуд дарахтҳо ва ҳатто манорхоро мечунбонанд; баъд, вақте ки барфҳо хама об шуданд, боз фасли баҳор меояд, садои булбул меояд, насими форами бунгул меояд, сахаро либоси сабз ба бар мекунад, кӯлоҳи сап-сафед олу ба сар мекунад, мухити атроф таровати тоза мегирад. Сипас боз фасли гармо фаро мерасад ва хама фаслҳо такрор мешаванд.

Хонандан азиз! Дидед, ки дар як-ду мисоле, ки дар боло овардем, чӣ қадар донан дониш ниҳон будааст. Гумон аст, ки одамони даврони қадим чӯён сабаби даргирифтани ду пора чӯби сойишхуранда ё чӯён сабаби иваз шудани шабу рӯз гардида бошанд. Вале ба яқин метавон гуфт, ки онҳо чӯбҳои зуддаргиранда ва роҳҳои ниғаҳдошти оташро ҷустуҷӯ мекардаанд. Онҳо бо мурури замон истифодаҳои гуногуни оташ (пӯхтани хӯрок, гарм кардани ҷойҳои зист, тарсондани даррандагон ва ғ.)-ро ёд гирифта буданд. Он одамоне аз зарурати шикор истифодаи калтак, бар сари он барбастанӣ санг, яъне тарзи сохтани як навъ пукро дарёфтанд. Вақте ки онон шикор кардану шикам сер карданро ёд гирифтанд, камубеш вақти холи ёфтанд, фикр кардан ва кор фармудани ақли зотии худро ёд гирифтанд. Ана ҳамин истифодаи карданҳо, такмил доданҳо, боз фикр карданҳо пеш рафтани зарурати шинохтани муҳит, зарурати шинохтани табиғат ва, аз ин рӯ, зарурати донишҳои *физикаро* ба миён овард.



1. Шумо «Табиғат» гуфта чиро мефаҳмед?
2. Калимаҳои «физика» ва «табиғат» чӣ ҳамбастагӣ доранд?
3. Донишҳои физика чӣ зарурат дорад?

§1.2. Табиғатшиносӣ

Вақте ки одамоне қадимулайём аз давуғечи рӯзгор камубеш фориг мегаштанд, беихтиёр фикр мекарданд, ки Осмон чӣ қадар баланд бошад, чаро ситораҳо рӯзона ғайб мезананд, чаро рӯи Замин пасту баланд аст, куҷу дарёву баҳру бар дорад, куҷу дорад, санг дорад, садбаргу бобуна дорад, лолаву газна дорад, олуҷаву шафтолу, кадуву тарбузу харбуза дорад, наштаву кӯрпашша дорад, зимистони қаҳратуну тобистони сӯзон дорад, садҳо навъ даррандаву парранда дорад ва ғ. Магар ҳаман ин чизҳоро рӯйдодҳо ҳамбастагӣ надоранд? Чарост, ки кабк ё гунҷишқаки очиз парвоз карда метавонаду одам наметавонад? Чарост, ки фил бо ҳамон бузургия аз мушаки нотавон меҳаросад, шери жаён аз мурчагон сари тарс дорад?.. Дар сари одамоне даврони қадиму даврони баъд аз ин гуна пурсишҳо садҳоро ҳазорҳо пайдо мешуд.

Дар сари шумо чӣ, баччаҳо? Оё шумо аз рӯйдоди ғайричашмдоште хайрон шуда, боре аз худ пурсидаед, ки "Сабабин рӯйдод чӣ бошад?" "Не!" нагуед, зеро одам агар чуянда набошад, майли оламфаҳми вадошта бошад, навҷӯи ва навоарӣ накунад, ба ҷое расида ё комёбие ба даст оварда наметавонад, умри худро беҳуда паси сар мекунад.

Хуб ки бошад, чӣ навъ шуд, ки табиъатшиносӣ ба миён омад, чӣ навъ шуд, ки табиъатшиносӣ аз як зарурати дарк кардани муҳити зисти одамони ҷомеаи ибтидоӣ ба илми муқтадирӣ замонавӣ табдил ёфт?

Онҳое, ки тақрибан 5-6 ҳазор сол пеш аз даврони мо мезистанд, аллакай ба хубӣ медонистанд, ки баъзе ҳайвонотро чӣ тавр ром кунанд, хонасозиро ёд гирифта буданд (аз санг хона месохтанд), ҷарх ихтироъ карда, бо истифода аз он аробачаҳои одӣ месохтанд, ҷархи кулолгарӣ бунёд карда буданд, ёфтаи ва гудохтани оҳан, сохтани табару тешаро ёд гирифта буданд, завраку киштиҳои бодбонӣ сохта буданд ва ғ. Чуни ба назар мерасад, ки одамон дар ҳамон давраи қаъритаърихӣ сӯи як чизи бағоят муҳим раҳ ёфта буданд — раҳ сӯи бинои хануз бунёдношудаи *ИЛМ*.

Зарурати аз як ҷо ба ҷои дигар накл кардани маълумоти ҳаётаи муҳим хушмандони Мисру Бобулистон (Вавилон), Чину Ҳиндустон ва кишвари Порси он замонро водор сохт, ки ҳарфӣ хат ихтироъ кунанд, донишҳои риёзӣ ва нучумиро дар санг, дар пусти гов ё ягон сафҳаи дигар сабт гардонанд. Аввалин кӯшишҳои созидани нақшаҳои китъаҳои хушкии сатҳи Замин, нахустин нақшаҳои обёрӣ кардани киштзорҳо низ маҳсули машғулоти "илмӣ" ҳамон асрҳоанд.

Баъд, айёме фаро расид, ки *даврани атиқа* ё худ *олами атиқа* ном гирифтааст ва давраи поягузорӣ шудани санъатҳо будааст. Дар ин давра хусусан донишмандони юнонӣ хуб фаъолият кардаанд. Онҳо донишҳои андӯхтаи пешиниёни худро гирд оварда, таҳлил карда ва то ҷое, ки тавонистанд, тақмил дода, ба эҷоди "фалсафа" ном соҳаи фаъолияти инсонҳои чуянда нойил гаштанд, ки он дар баробари ахлоқ ва мантиқ маҷмӯи донишҳои марбут ба табиъатро низ дарбар мегирифт. Маҳз маҷмӯи ҳамин донишҳо, ки юнониҳо онро "peri physeos" ("Дар бораи табиъат") ва форсҳо "табиъийот" номида бу-

данд, аз қаъри таърих ба ин су такмил дида, ба дараҷаи табиъатшиносии имрӯза расидааст.

Табиъатпажӯҳои давраи атиқа табиъатро чун як чизи том мегиданд, манзараи умумии табиъатро ба дурустӣ дарк карда буданд, вале чузъиёти он манзараро ҳанӯз фаҳм карда наметавонистанд. Чандин садсолаи дигар лозим буд, ки пажӯҳандагони табиъат дидаҳои худро чузъ-чузъ намуда, чизҳоро рӯйдодҳои муъайяноро чудо-чудо муоӣина карда, сабабу оқибати ҳар як падидаро ҳам дар ҷудой ва ҳам дар ҳамбастагӣ бо падидаҳои дигар фаҳм карда, дар заминаи онҳо манзараи томи табиъатро дида тавонанд.

Ҳушбахтона, донишмандони даврони атиқа инсонии тарс-хӯрдаро, инсонеро, ки дар муқобили офатҳоро балоҳои осмонӣ худро оқибат меид ва дар тарсу ҳарос ҳаёт ба сар мебард, гули сари сабади олам эълон карданд. Онҳо пай бурданд, ки инсон на танҳо чашми бинӣ, пойи раво, дасти гиро ва забони гӯӣ, балки, муҳимтар аз ҳама, ақли ҷӯӣ дорад. Аз ин рӯ ӯ набояд аз падидаҳои даҳшатбор бимнок шавад, бал бикӯшад, ки имконоти худододи худро оқилона корбаст карда, сабаби ӯро додани падидаҳои табиъиро дарк кунад. Он гоҳ дар майдони тасаввурҳои ӯ ҷои тарс намононад. Ҳамин озодии тафаккур буд, ки пажӯҳандагони ҷӣ замони атиқа ва ҷӣ даврони пасин дар илму фан ва ҷодаҳои дигар ба комёбиҳои шоистаи таҳсин нӯйил омаданд. Зинда бод ақли ҷӯянда!

Донишмандони замони атиқа дуруст дарк карда буданд, ки *олам ягона аст* ва ҳама чизу ҷора, одамизоду ҳайвоноту набототи он ба таври ногусастанӣ ҳамбастаанд. Бино бар ин онҳо дар ҷустуҷӯи ҷизе ӣ ақидае буданд, ки тамоми рӯйдодҳои табиъиро дар ҷаҳорҷубаи ягонагии олами моддӣ шарҳ дода тавонанд. Бо вучуде, ки ин кори осон набуд ва ҳатто имконнопазир менамуд, андешамандоне буданд, ки дар ин роҳ кушиши зиёд ба ҳарҷ меоданд. Мутафаккири Юнони қадим Демокрит (солҳои 460-370 то милод) яке аз онҳо буд. Ба ақидаи Демокрит *"ҳама чизҳои олам аз аҷади беҷад зиёди зарраҳои тақсимнопазир (ба маънои хурдатарин, содатарин) иборатад"*. ӯ ин зарраҳоро *"атом"* (ба ҳамон маънои "тақсимнопазир") номид, онҳоро гуногунакл, бетағйир, вале дойман дарҳаракат ва абай мешиношт. Атомҳои Демокрит *"ба миқдори муъайян*

ба ҳам омада, ашён гуногун ба вучуд меоранд". Ин ақидаи Демокрит то поёни асри XIX, яъне муддати тақрибан 24 аср дар мадди назари олимони табиъатшинос буд.

Ин чо мо "буд" гуфта, онро дар назар надорем, ки гӯё атомҳои Демокрит аз сахнаи табиъатшиносии "руфта" партофта шуда бошанд. Не, руфта нашудаанд. Мо холо ҳам тамоми мавҷудоти оламро иборат аз атомҳо медонем. Аммо акнун атомҳои таркиби моддаҳо ва *поранопазиранд* (чунонки Демокрит мепиндошт), балки чун ҷисмҳои физикӣ мураккаб муоёйна мешаванд, зеро чунонки инкишофи пасинаи табиъатшиносии ва хусусан илми физика нишон дод, онҳо дарвоқеъ ҳамингунаанд: атом зарраи тақсимопазири ношикастай нест, балки мураккаб аст, дарун дорад, андарунаш мағз дорад — онро *ҳастаи атом* (*ҳастаи атомӣ*) мегӯянд; ва ин ҳаста, чунонки пай бурдед, бараҳна нест, балки чомае дорад иборат аз *электронҳо* ном зарраҳо, ки назар ба ҳаста ҳазорҳо бор камҷирмтаранд (сабуктаранд) ва гирди ҳаста гардиш мекунанд (монанди парвонаи гирди шамъ). Шумо дар бораи атомҳо ва зарраҳои таркибдихандаи онҳо дар синфи 9 (ва бояд дар синфи 11) маълумоти 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 ғ.

Ҳамин тариқ, дар тӯли ҳамагӣ 5-6 даҳсола — аз охири а. XIX то аввали солҳои 60-уми а. XX хиради одама дар роҳи пажӯҳиши сохтори модда ба чанд хонаи дарунбадарун ворид гардид: 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 ҳам андарунишон зарра доранд ва ғ.

Мо дар бораи марҳилаҳои асосии шакл гирифтани илми табиъатшиносии сухан ронда, беихтиёр сӯи гуфтори физикӣ майл хурдем. Ин бесабаб нест. Шумо аз гуфтаҳои боло бояд пай бурда бошед, ки илми физика поя, балки бунёди табиъатшиносии мебошад — мо ин маъниро дар рӯяи дарунии муқоват китоб тасвир сохтаем.

1. Табиъат чист?
2. Мафҳумҳои "табиъат" ва "муҳити атроф"-ро муқоиса кунед. Онҳо чӣ умумият доранд?
3. Оё шумо метавонед, ки ягон падидаи табиъии дар муҳити атрофи худ — аз ҳавливу куча то мактаб рухдодаро мушоҳида кунед ва,

то ҷойе, ки метавонед, аз мушоҳидаҳои худ хулоса бароред?

4. Шумо дар хусуси Офтобу Моҳ ва Замин, дар боран фаслҳои сол, шамол, барфу борон, дар боран яхбастии об ва ҷушиши он, вазииш бод ва падидаҳои дигари табиъӣ чӣ гуфта метавонед?

Машқ

Пораҳои шеъреро, ки дар рӯи дарунии муқоваи китоб оварда шудаанд, мутолиъа кунед ва бинед, ки шоир офаридаҳои Оламу Офтобу Моҳро чӣ хуб баён кардааст. (Шарҳи вожаҳои номафҳумро аз омӯзгорони худ бипурсед ё, хубаш, аз фарҳангҳо дастгир кунед).

1. Аз кадомин достон аст ин гуфтори табиъатшиносона?
2. Шоир дар бораи гардиши Замину Офтоб гуфтааст: "Ҳамагашт гирди Замин Офтоб" (ниг. байти 16). Шумо дар ин чӣ меӯед? Офтоб гирди Замин мегардад ё Замин гирди Офтоб?
3. Дар байти 26 омадааст:

"Равон андар 9 гавҳари дилфурӯз,
К-аз 9 равшаҳои гирифтаст рӯз".

Ин ҷо "9" чист? "гавҳари дилфурӯз" чӣ?

4. Дар байти 33, ки меӯяд:

"Ду рӯзу ду шаб рӯй нанмоёдо,
Ҳамоно зи гардиш бифарсоёдо".

"нанмудан" ва "фарсудан" чиро ифода мекунад?

§1.3. Физика бунёди табиъатшиносии мебошад

Физика чист ва чиро меомӯзад? Ба ин пурсиш ҳар кас, вобаста ба ин ки физикаро чӣ андоза медонад, ҳар хел посух медиҳад. Баъзеҳо мегӯянд, физика ва техникаву технология (фанну фановари) ҷаҳдон фарқ намебинанд, ҳол он ки илми физика бо олатҳои мошинҳои маҳдуд намешавад, балки домини ба сӯи фароҳам оварда.

Дар даврони қадим қисми бо Табиъат алоқаманди донишро *физика* меномиданд. Ин калимаро (дар латинӣ та physika) донишманди Юнони қадим Арасту (384-322 то милод) дар асоси вожаи юнонии physis, ки маънии "табиъат" дорад, ба майдони истеъмол овардааст. Ҳамин аст, ки гуфтаанд: "*Физика табиъатро меомӯзад*". Ба гуфти дигар, физика ба пажӯҳиши хусусиятҳои одитарини ва, дар айни ҳол, умумитарини ҳамаҷизҳои падидаҳои табиъат саруқор мегирад.

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

Хуб, физика бо пажӯҳиши ҷӣ гуна падидаҳо саруқор мегирад ва бо шоҳаҳои дигари табиъатшиносӣ ҷӣ ҳамбастагӣ дорад? Барои ба ин пурсишҳо посух додан, биёед бинем, ки физика ҷӣ ҳадафҳо дорад.

Дар рафти омӯзиши физика аввалтар аз ҳама мо бояд *нур* (*рӯшноӣ*)-ро бишносем, зеро нур аст, ки ҳама ҷо ва ҳама чизҳоро рӯшан месозад ва мо онҳоро мебинем; инсон қариб 90 дарсади ахборро маҳз ба василаи нур мегирад; нур аст, ки ҷараёнҳои барои нӯғ ва инкишофи набототу мавҷудоти зинда ҳаётан муҳимро неру мебахшад; нур аст, ки... Худи шумо, бачаҳо, аз ин мисолҳо бояд бисёр оварда тавонед. Агар натавонед, пас, бидонед, ки дониши физикӣ шумо кам аст — онро то ҷӯе, ки метавонед, пурратар гардонед. Дидед, ки яке аз ҳадафҳои физика ҷӣ будаасту ҳаст?

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

Сеюм. Ҷӣ ҷисмҳои гирду атрофи мо ва ҷӣ мавҷудоти зинда гарм ё сард мебошанд, яъне дорон ин ё он ҳароратанд ва ҳарорати онҳову 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 гармоӣ* (ё худ *падидаҳои ҳароратӣ*) низ бояд ҳадафи физика бошад ва ҳаст.

Чорум. Ҳаёти мо, ҳама ҷабҳаҳои зиндагонии мо пур аз *ҳаракат* аст: донаи гард, донаи барф, молекулаи об дар рағҳои мову рағҳои дарахт, ситораву сайёра дар фазои Коинот, ҳуҷҷаи ҳама чизҳо дар ҳаракатанд, дар ҳаракати доимӣ! “Дар ҳаракат будан — яъне ҷӣ?” Яъне ин ки ҳама зарраҳову ҷисмҳо ва кулли ҷонзоди дунё бо мурури замон мавҷеи худро дар фазо тағйир дода метавонанд. Пас, ҳаракат низ “ҷизест”, ки бояд мавриди пажӯҳиши физикдонон қарор бигирад ва г.

Ин ҷо панҷуму шашум, даҳуму бистум гуфта, вазифаҳои дигари физикаро ном бурдан мумкин аст. Баъд, агар ин вазифаҳоро аз нигоҳи илмӣ таҳлил кунем, мебинем, ки муҳимтарини онҳо ҷустуҷӯи посухи ин пурсиш аст: *"Чӣ аз чӣ иборат аст?"* Дарвоқеъ, санг, ҷӯб, лола, донаи хурмо ва ҳазорҳо ҷизи дигар аз чӣ таркиб ёфтаанд?

Посухи ин пурсиш на танҳо барои физика, балки барои илми кимё, зистшиносӣ (биология), заминшиносӣ (геология), уқёнусшиносӣ (океанология) ва шоҳаҳои дигари "дарахти" табиъатшиносӣ (инг. рӯяи дарунии муқоват китобро) бисе муҳим аст ва пажӯҳишгарони соҳаҳои дигари илм дар боби фаҳмидани ин, ки *чӣ аз чӣ иборат аст*, ба натиҷаҳои пажӯҳишҳои физикӣ таъя мекунад. Ҳар як илм бо омӯзиши гурӯҳи муъайяни рӯйдодҳои табиъӣ саруқор мегирад. Физика, ҷунонки зикр кардем, умумитарин ҳосиятҳои ҳама ҷизҳову падидаҳоро меомӯзад. Ҳамин фароҳии домани физика ва фарогир будани қонунҳои он аст, ки физика ба маънои томи калима заминаи аксари илмҳои табиъатшиносӣ гардидааст. Дар ин бора олими рус М. Ломоносов (1711-65) фармудааст: *"Кимёшиносе, ки физикаро намедонад, монанди нобиноест, ки ҳама ҷизро ба тарзи соя-соя ёфтани мешавад"*.

Донишҳои физикӣ дар кимё барои шарҳ додани сохтори моддаҳову пайваستاгҳои иборат аз ҷанд модда, дар заминшиносӣ барои муъайян кардани таркиби хоку сангу ҷамодот (минералҳо), дар кайҳоншиносӣ барои пажӯҳиши ҳаракати ситораҳову сайёраҳо ва ғ. истифода мешавад. Ҳеч илми дигар, ба ҷуз физика, наметавонад бигӯяд, ки тобиши Офтоб, гармои Офтоб аз кучо, дар натиҷаи чӣ гуна падидаҳо ба вуҷуд меояд. Қори тамоми олағҳои техникӣ, ҳаракати киштиҳои зеробиву кайҳонӣ, қори радиову телевизион, навъҳои гуногуни алоқа ва воситаҳои м.ин. маҳз дар заминаи қонуниятҳои физикӣ сурат мегирад. Бино бар ин, хонандаи азиз, ин ҳақиқати зидагисозро дар ягон гӯшаи хотири худ, балки дар "мағзи" он ҷо кунед: шумо дар ҳар ҷое, ки қору фаъолият кунед, бо ҳар қоре ки машғул шавед, агар он қор бо масъалаҳои табиъатшиносӣ алоқаманд бошад, бидонед, ки қори шумо бе истифодаи донишҳои физикӣ самари зиёд намедихад, яъне, бори дигар меғӯем, ки физикаро доништан зарур аст.

<p>• 1. Физика чиро меомӯзад?</p> <p>• 2. Оё физикаро нодонида, табиъатро шинохтаи имкон дорад?</p> <p>3. Шоири маъруф Муҳаммад Иқбол (1877-1938) мегӯяд: <i>Наргис он сад пардари бармеларад, То насibe аз шуоъи ту барад</i> Ин ҷо тахти иборати "шуоъи ту" ҷа дар назар аст?</p>	<p>4. Оё шумо медонед, ки духтури назораткунандаи саломатии шумову падару модари шумо барои санҷиши ҳарорати бадан ва фишори хун ё барои доругузариҳои ҷа гуна асбобҳои физикиро ба кор мебарад?</p> <p>5. Оё шумо ягон бозичаи техникаи, ягон олати техникаро ном бурда метавонед, ки берун аз қонунҳои физика "қор кунад"?</p>
--	--

§1.4*. Ҷисм. Модда. Майдон. Ҳайуло

Дар баёноти илмӣ, аз ҷумла дар баёнҳои физикӣ дар ба-робари калимаҳои маъмулӣ *истилоҳҳо* ном вожаҳои низ истифода мешаванд, ки бори маънавии муъайян бар дӯш до-ранд. Фарҳангҳои физикӣ муосир дахҳо ҳазор истилоҳи фи-зикиро дар бар мегиранд: ҷисм, модда, қор, қувва, тавон, нерӯ, суръат, шитоб ва ғ.

Калимае, ки ба сифати истилоҳ назаруфта мешавад, бар хилофи вожаи муқаррарӣ бояд танҳо як маъниро ифода ку-над, то ки ҳангоми гоҳи дар ин ё он матн дидани он ҳайрои намонад, ки *"ин калима ин ҷо ба қадом маънии омада бошад"*. Чунончи, калимаи *"ҷисм"*, ки дар забони омма маънии тап, бадан, пайқар, ҳасад ва инч. маънии қолбуд дорад, дар физи-ка ба маънии ҷиз, ба маънии ҳар ҷизи алоҳидае омада мета-нонад, ки шаклу ҳаҷми муъайян дорад ва қисми муъайяни фазоро ишғол мекунад.

Модда ҷизест, ки ҷисмҳо аз он сохта мешаванд (шакл ме-гиранд). Чунончи, об модда аст, аммо ҷақраи об ба ҷумлаи ҷисмҳои физикӣ дохил мешавад.

Ҷумҷаи ҷубин ҷисм аст, валекин ҷуберо, ки ҷумҷа аз як порои он сохта шудааст, модда номидан мебоҷад. Аммо ҳамои ҷуб, агар мо онро ба сифати дастак, болор (рав) ё тири ҷувол истифода қардани бошем, бояд ба ҷумлаи ҷисмҳо дохил қар-да шавад.

Моддаҳо сохтори заррагӣ доранд, яъне аз зарраҳои ало-ҳида таркиб ёфтаанд. Зарраҳоеро, ки моддаҳо аз онҳо таркиб меёбанд, чунонки гуфтем, *молекула* (молекул) меноманд. Мо-

лекулаҳо хурдтарин зарраҳои аз ин ё он модда, ки ҳама хосиятҳои кимиёии моддаро инъикос мекунад. Молекулаҳо ро низ “зарра” номидан то дараҷае шартист, зеро инҳо ҳам, чунонки зикр шуд, “дарун доранд”, мураккабанд — онҳо аз атомҳо ном зарраҳои хурдтар таркиб ёфтаанд. Ҳар як молекула аз як, ду, се ё зиёда атоми якхела ё гуногун таркиб меёбад. Атомҳо андаруни молекулаҳо бо якдигар ба василаи робитаҳои кимиёӣ алоқаманданд. Маҷмуъи атомҳои як навъи муъайяноро *унсури кимиёӣ* мегӯянд.

Адади унсурҳои то ҳол кашфшуда ва унсурҳои, ки бо роҳи сунъӣ сохта шудаанду ном дода шудаанд, ба 109 мерасад.

Моддаҳо *сода* ва *мураккаб* буда метавонанд. Моддаҳои *сода* онҳоеанд, ки аз ҳамон як навъ унсури кимиёӣ (аз ҳамон як навъи атомҳо) иборатанд. Моддаҳои *мураккаб* (пайвастиҳои кимиёӣ) аз атомҳои ба тарзи кимиёӣ ба ҳам алоқаманди ду ё зиёда унсур таркиб меёбанд. Чузъи таркибдихандаи моддаҳо — молекулаҳо *якатома* (монанди алюмин Al , тилло Li ва ғ.), *дуатома* (мисли водород H_2 , оксиген O_2 ва ғ.), *сеатома* (озон O_3 , об H_2O ва ғ.), *чандатома* (гурушаи сулфат H_2SO_4 ва ғ.) ва ғ. буда метавонанд. Моддаҳои низ ҳастанд (монанди сафедаҳо), ки молекулаҳои онҳо то садҳо ҳазор атом доранд.

Миқдори молекулаҳои ин ё он ҳисро аз рӯи ҳаҷм ва масса (ҷирм)-и онҳо ёфтаи мумкин аст.

Яке аз мафҳумҳои физикии дигар *майдон* аст, ки дар таркибҳои “майдони магнитӣ”, “майдони электрикӣ” ва ғ. истемол мешавад. Майдон дар физика ба маънии соҳае фаҳмида мешавад, ки дар он *қувва* зоҳир мегардад.

Мавҷудияти майдонро аз рӯи таъсире ошкор сохтан мумкин аст, ки аз тарафи ин майдон ба ҳисми дар он воридшуда оварда мешавад. Чунончи, агар ҳисро аз рӯи Замин боло бардошта, раҳо кунем, рост сӯи поён меафтад — ин афтидан далел бар он аст, ки Замин ҷозиба, *майдони ҷозиба* дорад ва ҳисро бо қувваи муъайяне сӯи маркази худ ҷазб мекунад. Навъи дигари майдон *майдони электромагнитӣ* мебошад, ки атомҳои молекулаҳои моддаро бо якдигар алоқа медиҳад. Ҳамин майдони электромагнитӣ аст, ки ҳосил кардан ва густариш додани радиомавҷҳо имконпазир мегардонад. Дар ин

замина мо имкон пайдо мекунем, ки радио бишнавам ё телевизион тамошо кунем.

Моддаву майдонро якҷоя *хайуло* (материя) мегӯянд.

1. Инҳо чисманд ё модда: қалам, охан, сим, тир, хаво, мис, абр, оҳак, тилло, танга?

2. Инҳо моддаанд ё падида (ходиса): барфбод, гирукамон, раъду барқ, жола, арзиз, алкул (спирт), барф.

намреза, маска, шафак, мисгарӣ ва охангарӣ, об, обхезӣ, сапедадам?

3. Аз ҷуб ҷа гуна чизҳо (чисмҳо) сохтан имконпазир аст? аз охану ҷуян ҷа? аз барф ҷа?

§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 ҷашми худ дидан, муддати дурудароз дидан аст. Шумо ҳар рӯз даххову садҳо чизро... (ҷа гӯем ни ҷа?) "мебинед" ё ин ки "мушоҳида мекунад".

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

Шумо ба чизе нигаристед. Агар он чиз лозим набошад, шумо нигоҳи худро ба чизи дигар, ба чизе мекӯҷонед, ки ҷолибтар, диққатангезтар бошад. Чунончи, шумо агар дар сари кӯча гурба ва сагчаеро бинед, ки яке дар гурез асту дигаре онро дунболагирӣ мекунад ва агар шумо онҳоро бо завқ тамошо кунед, мебинед, ки дар кунҷе, дар ҷои танге, ки дигар роҳи гурез намонад, гурба ногаҳон ақиб гашта, бурутҳои худро гиз мекунад ва бо оҳанги хеле ғазаболуд "Мийа..ав!", "мийа..ав!" мегӯяд. Аммо сагча дар ҷавоби ӯ аввал чанд бор "Бурр-бурр..." қарда, сипас аз муборизаи минбаъда ҷаҷолатмандона рӯ метобад.

Ин манзараро агар додарҷаи шумо низ мушоҳида қарда бошад, дидаҳои худро дар шакли содаи "Сагча тарсид" хулоса мекунад. Шумо ҷа хулоса гирифтед? Оё дар сари шумо фикре пайдо нашуд, ки "Сагча дид, ки зӯраш ба он гурбаи хашмолуд намерасад, ӯро ба ҳоли худ гузошт"?

Ақун, биед, падидаи дигареро бинем, чизеро мушоҳида



Рас. 1.1

кунем, ки аз он хулоса гирифта тавонистани шумо мулоҳизаи "олимонатар" талаб мекунад. Дар канори роҳи мактаб чарогпояе ҳаст, ки сояи он пагоҳиҳо — гоҳи сӯи мактаб рафтани шумо дар руи роҳ тарвоза мехобад (рас. 1.1). Вале шумо ҳини аз мактаб омадан мебинед, ки соя на тарвоза, балки ба рафти роҳ хобидааст. Ин ҳам мушоҳида аст.

Агар шумо инро мулоҳиза карда бонед, дер ё зуд бояд ба хулосае бирасед, ки на танҳо сояи чарогпоя, балки сояи ҳама чизҳои дигар, аз ҷумла сояи худи шумо ҳам бо мурури замон мавҷеъи худро тағйир медиҳад. Ин як *Дуюм*, оё шумо инро ҳам мулоҳиза кардаед, ки

сояи чарогпоя ё сояи худи шумо дар лаҳзаи бозгашт аз мактаб назар ба сояи пагоҳонӣ кӯтоҳтар меояд? *Сеюм*, оё мушоҳида кардаед, ки сояи ҳама чизҳо қарибиҳои нимрӯзи кӯтоҳи кӯтоҳ аст? *Чаҳорум*, оё фикр кардаед, ки чаро ҷисмҳо шабонгаҳ соя надоранд? *Панҷум*, оё диққат додаед, ки гоҳи абруш будани осмон низ сояҳо гум мешаванд? Ё ин ки ин чӣ ғайри гапи дигар ҳаст?

Биёед як чизи дигарро таҷриба (ё мушоҳида) кунем. Рӯзи зимистон, яъне гоҳи сард будани ҳавои берун додарчаи шумо тӯберо аз берун хона оварда гуфт: "Акаҷон, инро дам кунед, саҳт шавад". Шумо дар пеши дар тӯбро аз дасти ӯ гирифта, дидед, ки дар ҳақиқат 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 чӣ гап дар ҷист, дар навбати худ ба бародари бузурги худ мурочиъат мекунед. ӯ, ки ду-се синф болотар мехонад ва ин марҳиларо аз сар гузарондааст, яъне дар ин бора, ҷунонки меғӯянд, 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 воқеъан 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?" Дар на-зари аввар ҳамин тавр ҳам менамояд. Аммо, охир, худи шумо дидед, ки сахтии тӯб ба ҷои дам додани он вобаста будааст! — ин таҷриба аст, пас, ҳақиқат аст. Бехуда нагуфтаанд, ки *таҷриба меъёри ҳақиқат аст* ё ин ки *қозин ҳақиқат таҷриба аст*. Пас, таҷриба андешидан ва онро анҷом додан ҳанӯз на ҳама ҷиҳати падидаи мушоҳидашавандаро рӯшан мегардонад. Ин ҷо боз фикр ронда, падидаи мазкурро дарк карда тавонистан мебояд. Вагарна, ягон кашфиёт насиби шумо намегардад.

Хуб, натиҷаи таҷрибаи болоро чӣ чамъбаст кунем, бо чӣ роҳ ба хулосаи дуруст бирасем? Роҳ, ҷунонки дар унвони ин банд ишорат шуд, рӯшан аст: аввал *мушоҳида кардан*, баъд *мулоҳиза кардани натиҷаи мушоҳида*, пас аз он *таҷриба кардан*, баъд *боз мулоҳиза* (мулоҳизаи натиҷаи таҷриба) *кардан*, ана баъд, дар охир, агар муяссар гардад, хулоса гирифта. Ин "занҷир"-ро мухтасаран ҷунин ифода кардан мумкин аст:

Мушоҳида — мулоҳиза — таҷриба — мулоҳиза — хулоса... ()*

Хуб ки бошад, биёед гузориши масъаларо як бори дигар пеши ру 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. Чӣ бошад он чиз? *Чӣ муъҷиза ниҳон бошад ин ҷо?*

Агар шумо дар ҳақиқат ба моҳияти масъала сарфаҳм рафта-танӣ бошед, фикри шумо пагоҳу бегоҳ, гоҳи роҳ рафта, гоҳи хӯрок хӯрдан, гоҳи телевизион тамошо кардан, хулоса, ҳамеша бо ин масъала банд бошад, бейхтиёр дар лаҳзаҳои фароғат ва ҳатто дар соҳатҳои хоби саҳт ҳам бо он банд мешавад. Он гоҳ хатман рӯзе фаро мерасад, лаҳзае фаро мерасад, ки пеши назари шумо рӯшан мешавад ва шумо мефаҳмед, ки...

(*Қадами сеюм*):... мефаҳмед, ки *тӯб дар ҳавон сарди берун фишурда мешавад*. Вақте ки шумо инро фаҳмидед, ҳамон дам ба хотир меоред, ки боре тӯби каме сустшударо як сӯ гузошта, до-дарчаи хунукхӯрдаатонро ба сари дастурхон нишондед, то ки хӯ-

Абуъали Ибни Сино (980-1037)—файласуф, табиб ва олим оламшумул тоҷик. Зодад Бухоро. Ақидаҳои Ибни Сино дар бораи табиъат ва шинохти он асосан дар китоби «Донишнома»-и ӯ баён шудааст. Ӯ раъду барқ, пайдоиши борону жола, гирифтӣ Офтоб (ходисаи *хусуф*), гирифтӣ Моҳ (*хусуф*), чуниби замин ва падидаҳои дигарро шарҳи илмӣ додааст. Ибни Сино дар боби *нуришнома* ё *худ оптика* (илми манотир ва марое), аз ҷумла дар бораи густириш, инъикос ва шикасти нур, дар боби густириши садо, шикасти зарфҳо бо таъсири фишори моеъи ба даруни онҳо ректашуд ва ғ. баҳсҳои ҷолиб боқӣ гузоштааст.



Абурайҳони Беруни (973-1048) — олим оламшумул тоҷик, алломи бузург машриқзамин. Ӯ қариб дар ҳама риштаҳои илмӣ замони худ, хусусан дар пешбурди риштаҳои табиъатшиносӣ саҳми гаронбаҳо гузоштааст — вилҳом додани ҷаҳорҷубан ҳисоби даҳӣ, санҷиши арзу тӯли беш аз 600 мавзъ, санҷиши вазни ҳоси ҷамодот (минералҳо), нишондодӣ мавзъҳои қонҳои гувоғув, аз қонҳои нафти Фарғона то қони лаъли Бадахшон, санҷиши андозан Замин ва ғ.

рок бихӯрад ва камубеш гарм шавад ва вақте ки бархост, шумо тубашро даъм додан хостед, вале дидед, ки тӯб суст нест, балки назар ба лаҳзаи аз берун овардани 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 ҳонаи гарм дар муддати чанд дақиқаи хӯрок хӯрдани додарчаатон саҳт шудааст, гарм шуда, саҳт шудааст. Ин ҷо шумо дарундарун шод мешавед ва, чунонки меғъанд, як курта гӯшт меғиред. Дар ин гуна лаҳза хурсандии шумо беҳадду қанор мешавад — охир шумо қариб мустақилона як чизи муҳимро дарк кардед, кашфиёт кардед. Нахустин кашфиёт!

Дили шумо меҳаҳад, ки аз ҳона ба парвоз берун равед ва ба ёрону дӯстони худ ва ҳатто ба раҳгузарони ношинос бо ифтиҳор бигӯед:

“Ман кашфиёт кардам, кашфиёт!”

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 онҳо нишон дод, ки на танҳо сақои пулодин ва ҳавои даруни тӯб, балки ҳама филизот (металлҳо) ва газҳо ва, умуман, ҳама ҷисмҳо аз таъсири гармо васеъ ва дар асари гармо фишурда мешаванд.

Ин худосаро дар ёд нигоҳ доред, зеро дар ҳама давраҳои ояндаи илмомӯзии шумо лозим меояд.



1. Агар туберо, ки дар боран он дар мати сухан рондем, вақти зимистон аз берун ба хона дароварда, дам накунем ҳам, баъди муддате худбахуд саҳт мешавад. Сабаби инро шумо дар ҷи мебинед?

2. Агар ҳамон тубро 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 туб ба миён намеояд?

Машқ

Аз дидаву шунидаҳои худ худоса бароварданро ёд гиред. Бо ду-се ҳамсинфи худ якҷоя барои рӯшан гардонидани ин ё он масъала таҷрибае тарҳрезӣ кунед, ки онро дар хона ё дар мактаб анҷом дода тавонед. Бигзор, масъалаи шумо иборат бошад аз муъайян кардани самти вазиши бодӣ суғ дар ягон нуқтаи рӯи ҳавла. Ба ҷи тарз ҳал мекунад ин масъаларо?

Дар сӯҳбати Ибни Сино ва Абурайҳони Беруни (Баёни озодона)

Асри XI Шаҳри қадимаи Хоразм. Сӯҳбати ду дӯст — мутафаккирони бузурги ҳалқи тоҷик Абурайҳони Беруни ва Абуъали Сино.

Ибни Сино: Мушоҳидаҳо далал бар инанд, ки санги сӯи боло партофтшуда бозгашта ба рӯи Замин мезанад. Чарост ин?

Беруни: Сабаб ин аст, ки Замин қудрати сӯи худ ҷазб кардан дорад.

Ибни Сино: На ҳама ҷисмҳо ба Замин ҷазб мешаванд. Масъалаи дӯд ва алангаи оташ майли боло дорад.

Беруни: Осема машав, дӯстам Буъали. Ин муамморо ба василаи муҳоҷаза шарҳ додан наҷандон осон аст, ки менамояд. Он ҷи ту мегӯӣ, марбут ба қабатҳои гарму сарди ҳавост. Агар ҷунии намебуд, аланга ва дӯди оташ боло намерафтанд, чаро ки ҳама ҷисмҳо ба Замин ҷазб мешаванд. Ман наӣ мебарам, ки ту ҷи гуфтани мехоҳӣ: ту дар байни падидаҳои афтиши санг ба рӯи Замин ва боло рафтани дӯди оташ фарқ дидани мешавӣ, оламро ба ду қисм — осмон ва Замин тақсим мекуӣ. Арасту низ ҳамин гуна ақида дошт, вале ништибоҳ мекард, зеро қонуниҳои табиъат ҷи дар Замин ҷи дар осмон бо ҳамон як маром сурат мегиранд.

Абурайҳони Беруни мавҷудияти ҷозибани Заминро дар ҳамин замина шарҳ дода буд. Ин қонунро баъди тақрибан шаш аср олими инглис И. Ньютон ҷомаи риёзӣ пӯшонид, яъне онро дар шакли формулаи риёзӣ ифода кард.

§1.6. Таҷриба меъёри ҳақиқат аст

Оре, таҷриба меъёри ҳақиқат аст!

Чаро ин тавр гуфтаанд ва мо ҳам ба ин бовар дорему онро ба кор мебарем?

Меъёри ҳақиқат будани таҷриба аз он ҷост, ки натиҷаи таҷриба ба ҷои анҷом додани он, ба майлу хоҳиши каси таҷрибакунанда ва одами машҳуру номашҳур будани ӯ бастагӣ надорад. Аммо дарёфти ҳақиқати илмӣ аз рӯи натиҷаи таҷриба малака мебошад, зеро роҳи илм роҳи рости хамвор нест, норӯшану номуъайян аст. Барои дар ин роҳ қадам задан аввал ба хубӣ доништан зарур аст, ки шумо ҷӣ масъаларо ҳал кардани ҳастед ва ҳали он масъала ба ҷиҳо бастагӣ дорад. Баъд дар қадами аввал шумо бояд ин ё он тахмин ба миён биёред. Ин гуна тахмин дар байни олимони *фарзия* ном гирифтааст. Содатар ғуем, ҳар як фарзия як навъ пурсишест, ки дар пеши табиъат гузошта мешавад.

Талаби нахустин аз шахси таҷрибагузори ин аст, ки ҳамин пурсишро дар як шакли барои табиъат "фаҳмо" ба миён биёрад. Ин заруратро ҳанӯз Г.Галилей дарёфта, фармуда 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, ҳарфҳову навиштаҷоташро нафаҳмем, фалсафаро дарк карда наметавонем. Забони фалсафа забони риёзиёт (математика) аст"* (Дар замони Галилей *фалсафа* гуфта физикаро нафаҳмидаанд). Ба гуфти дигар, таҷрибакорону табиъатшиносон бо табиъат бояд бо забони ӯ, ба воситаи ҳамон ҳарфҳову навиштаҷоти номбурдаи Галилей гуфтуну кунанд. Ин ҳарфҳову навиштаҷот ҷисмҳоианд, ки дар муҳити атрофи мо ҳастанд, ва падидаҳоианд, ки дар ин муҳит рӯи медиҳанд.

Шахси таҷрибакунанда бояд камубеш тасаввур кунад, ки таҷриба ҷӣ тавр сурат мегирад ва ҷӣ гуна сабабу сабабҷаҳо ба ҳам омада, падидаи мушоҳидашавандаро воқеъӣ мегардонанд.

Натиҷаи таҷриба ҳар хел буда метавонад, вале ин ҷо мо на ҳама гуногуниҳои он натиҷаро муҳокима мекунем, балки самти андешаи шуморо танҳо ба ду маврид менигаронем:

а) Бигзор таҷриба тахминӣ пешгуи шуморо ба кулӣ тас-

диқ кунад. Дар ин маврид шумо ҳақ доред шодмонӣ кунед, ба ин маънӣ шодмонӣ кунед, ки *"Шукр, сад шукр, ки Худованд маро ҳам камубеш ақл додааст, ман ҳам фикр карда метавонистам. Зинда бод ақли гиро!"* Чунин натиҷа шуморо фараҳманд месозад, шоҳроҳи пажӯҳишҳои баъдинаи шуморо рӯшантар мегардонад, шуморо сӯи ҷустуҷӯҳои нав ба нав вомедорад.

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 қонунияти ҳақиқӣ 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 табиӣро зоҳир мегардонад. Чунинчӣ, борҳо мушоҳида кардаед, ки санг, кулӯҳ ё ҷӯберо хеле дур партофта метавонед, аммо варақи кушодаи коғазро ҳатто ба масофаи 1-2 метр дур андохтан муяссар намешавад. Вале агар он варақро гичим кунед, онро дуртар партофта метавонед. Чӣ хулоса мегиред шумо аз ин ҷо? Фикр кунед. *"Чӣ чизи ноаён аст ин ҷо, ки монеъи парвози коғаз мегардида бошад?"*

Баъд шумо дар сари ин масъала боз фикр ронда-фикр ронда, дарк мекунад, ки ҳамон чизи ноаён на танҳо парвози варақи кушода, балки парвози варақи гичимшударо низ монеъ мегардад. Ин шуморо водор месозад, ки хулосаи худро шакли қадре умумитар диҳед ва онро, масалан, чунин баён кунед: *"Ин ҷо чизи дар ҷашм ноаёне вучуд дорад, ки парвози варақи коғаз, варақи гичимшудаи коғаз ва ҷизҳои дигари партофтшавандаро ҳалалдор мекунад?"*

Фикри шумо ба ҳамин ҷиз банд мешавад. Шабу рӯз, гоҳи бозӣ, пагоҳу бегоҳ, вақти мактаб рафтаи фикри шуморо ҳамин масъала банд медорад. Назди пири худ, назди 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 қадре рӯшан мекунад: *"Ҳама ҳодисаҳо, ҷони ман, дар ин ё он муҳит рӯй медиҳанд. Дар муойиноти худ ҳамин ҷизро низ ба назар бигир. Лек, агар ба хулосаи дуруст расида нагавонӣ, таҷрибаи*

дигар бикун. Ман ба ту танҳо лавозимоти яке аз ин гуна таҷрибахоро мегуям: як порчай начандон фарохи матоъи тунук ва як чубе, ки матоъро бар он баста, парчам (байрак) сохтан мумкин бошад. Давоми нек роҳатро!”

Шумо аз пеши муъаллим берун омадед. Таъби шумо бояд хуш бошад, зеро муъаллим таҷрибаи якуми шумо ва, умуман қисми аввали ҷуишҳои шуморо маъқул ёфт, шуморо “ҷони ман” гуфта, рӯҳбаланд кард. Ин амали падаронаву устодонаи муъаллим, мо бовар дорем, даре нагузашта, шуморо ба мурод мерасонад, хусусан, вақте ки шумо парчами ба гуфтаи ӯ сохтан худро ин сӯ — он сӯ алвонҷ дихед, мебинед, ки ҳамон чизи ноаён матоъи байрақро ба парпар кардану мавҷ задан водор мекунад ва худро низ то дараҷае ошкор месозад.

Вале ҳар як “зарраи” дониши нав, ҳар ҷиҳати асрори табиъати саркаш танҳо барои касе ошкор мегардад, ки ҷашму гушу хуши ӯ барои дарк кардани навиҳо омода шуда бошад, яъне ӯ ба қадри кофӣ дониши табиъатшиносанда андӯхта бошад. Агар шумо ҳамин гуна дониш андӯхта бошед, дар яке аз лаҳзаҳои кушониш қор дар заминаи гуфтаи устоди худ дармеёбед, ки ҳамон чизи ноаёни монешавандаи парвози коғазу чисмҳои дигари партофтшаванда ҳаво аст — ин ҳамон муҳитест, ки дар бораи мавҷудияти он муъаллим гоҳи раҳнамоӣ кардани шумо ишорат карда буд.

Тамоми фазои атрофи мо маҳз пури ҳавост. Ҳаво моддаи газин сабуку шаффофе мебошад, ки, метавон гуфт, ҳеҷ тоҳ қарорӣ надорад, ҷунб мехӯрад, ҳаракат мекунад; ҳаракати ҳаворо *шамол* мегуянд; шамоли сусти (шамолак) барги дарахтонро алвонҷ медиҳад, сатҳи оби кӯлро водор месозад, ки оҳиста-оҳиста мавҷ занад; агар ҳаракати ҳаво кавитар бошад, долазору гандумзорро ба ҳоли мавҷ задан меоварад, дарахтхоро ин сӯ — он сӯ меҷунбонад ва ғ. Ҳаво дар сурати бо суръати боз ҳам баландтар ҳаракат кардан (шамоли саҳт) метавонад, ки қулоҳи шуморо аз саратон рабуда, ким-қучо барад, бони биноҳоро барканад, дарахтҳои бузургро решақан қунад ва ғ. Ҳаво дар баробари ин ҳама харобкорихо амалҳои савоб низ дорад: агар ҳаво намебуд, мо нафас гирифта ё садоеро шунида наметавонистем; дар набудани ҳаво бӯеро ҳам шунидан илоч намедошт; маҳз ҳаво аст, ки парвози гулшараку пар-

рандаҳо, парвози чархболу ҳавопаймоҳоро имконпазир мегардонад ва ғ.

Хонандаи азиз! Дидед, ки аз як-ду таҷрибаи одӣ чӣ қадар дониш гирифтаи ва малакаи ҳосил кардан мумкин аст. Ҳамин тариқ,

*таҷриба на танҳо меъёри ҳақиқат аст,
балки инчунин воситаи муҳими ба даст
овардани дониши нав мебошад.*



Рас. 1.2.

Машқ

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

§1.7*. Назарияҳо ва қонунҳои физика

Дар чараёни омӯзиши хусусиятҳои ашё ва рӯйдодҳои гуногун ногузир пурсише ба миён меояд, ки чаро ин ё он ҳодиса маҳз ҳамон тавре 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 қардани донишҳои алоқаманд бо ҳаракат ва ҳамтаъсири қисмҳои муайянашаванда ба даст омада, *назарияи физика* ном гирифтааст. Ҳар як назарияи физикӣ маҳсули таҳлили фарзияҳои таҷрибаҳо ва мулоҳизаҳои мебошад, ки аз замони ба миён омадани масъалаи муайянашаванда шакл гирифтааст.

Барои дарк қардани рӯйдодҳои физикӣ дар бисёр мавридҳо лозим меояд, ки *намунҳо* (моделҳо) ба қор бурда шаванд. *Намун* гуфта тимсоли ҳаёлии чиз ё падидаи физикиеро мефаҳманд, ки бо мақсади рушан гардонидани ҷиҳатҳои номуъайяни он чиз ё падида шакл дода мешавад (чунонки мо дар бораи бабру паланги тездандон аз рӯи ниҳоди гурбаи мискин тасаввур ҳосил мекунем).

Намунҳо дар сурате истифода мешаванд, ки дарки бевоситаи рӯйдоди таҳқиқшаванда имконпазир набошад ва намуни бунёдшаванда ин гуна имконро камубеш фароҳам биёрад. Чунинчи, намуни ки бо номи "намуни атоми Резерфорд" (модел)

атоми Резерфорд) бунёд шуда буд, имкон дод, ки сохти атом дар муқоиса бо сохтори Манзумаи Офтоб хубтар дарк шавад: дар ин намуна ҳар як атом аз электронҳои иборат доништа мешуд, ки гирди ҳастаи атом (мағзи атом) гардиш меҳуранд, монанди он ки Замин ва сайёраҳои дигари Манзумаи Офтоб гирди Офтоб гардонанд, яъне аз нигоҳи ин намуна андаруни атом дар мақоми Офтоб ҳастаи атом чой гирифтааст ва дар мақоми сайёраҳои электронҳои гардиш меҳуранд. Бино бар ин, намуни мазкур *намуни сайёравии атом* ном гирифт.

Бо вучуди ин ҳама ағзият ягон намуна рӯйдоди воқеаҳои ба пурраи инъикос карда наметавонад. Аз ин рӯ олимони дар баробари эҷод кардани намунаҳои нав инч. мекушанд, ки намунаҳои пешинро такмил диҳанд. Ҳамин буд, ки намуни зикршудаи атом дар ҷараёни пешрафти илм чанд бор тағйир ёфт, такмил дид: сараввал барои маънидод кардани пайвандҳои кимиёӣ атомҳо чун кураҳои чангакдор пиндошта мешуданд; дертар ин намуна бо намунаи иваз шуд, ки атомҳо ба билиардкураҳои дойимобархӯранда монанд мекард: баъд, вақте ки с.1911 олимони англис Э.Резерфорд (1871-1937) атомҳо ба ~~вазели~~ сели алфа-зарраҳои "рентген карда", ба даруни онҳо "назар андохт" (монанди он ки духтур ба воситани дастҳои рентгенӣ даруни сандуки сини шуморо муоина мекунад), рӯшан гашт, ки атомҳо на мисли кураҳои чангакдоранду на мисли сакоҳои билиард: атомҳо, чунонки гуфтем, ба Манзумаи Офтоб монандӣ доранд.

Агар ин ё он намуна дар ҷараёни такмил диданҳои пайдарпай то ҷое инкишоф ёфта бошад, ки натиҷаҳои таҷрибавии доираи муъайяни рӯйдодҳо ба хуби шарҳ диҳад, он намуна ба дараҷаи назария мерасад. *Назарияи физикӣ* гуфта маъмури нуктаҳои мефаҳманд, ки дар ҷараёни умумият додани донишҳои физикӣ низоми муъайян пайдо кардааст.

Назария, агар ин гуна низом гирифта бошад, доираи муъайяни падидаҳои табиӣро шарҳ дода, ҷиҳатҳои гуногуни рӯйдоди онҳо пешгӯӣ карда метавонад, яъне қудрати пешгӯӣ кардан дорад. Чунончи, назарияи ҳаракати ҷирмҳои осмонӣ метавонад дар асоси қонунҳои дар гирди Офтоб гардиш ҳурдани Замин ва радиои он (Мох) пешгӯӣ кунад, ки ҳодисаи *хусуф* (гирифти Мох, яъне пушида шудани рӯи

Моҳ бо сояи Замин) ё *кусуф* (гирифти Офтоб, яъне паноҳ гаштани Офтоб дар паси Моҳ) кадом солу моҳ, кадом рӯзу соъату дақиқаву сония рӯй медиҳад. Мисоли инро шумо шояд дар филме дида бошед, ки дар он Абурайҳони Беруни рӯйдоди кусуфро пешгӯй мекунад.

Мисоли дигар. Шумо медонед, ки *алмос* ном модда сахтарин ҷамод (минерал) аст ва дар корҳои шишабурӣ, пармагарии чинҳои кӯҳӣ ва ғ. истифода мешавад. Шумо инчунин медонед, ки *графит* — ҳамон моддаи сиёҳе, ки милаи қалам аз он сохта мешавад, ба қадри кофӣ мулоҷим аст, он қадар мулоҷим 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 хел 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).

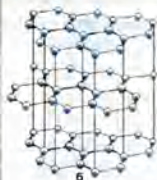
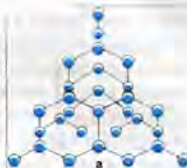
Модом ки чунин бошад, пас, аз ин ҷо хулосаи назарии муҳиме сар мезанад, ки дар шароити мусоҷид, масалан, дар фишору ҳарорати зиёд графит бояд ба алмос бадал шавад. Ин навъ “боядҳо”-ро бояд таҷриба тасдиқ ё рад кунад. Таҷриба ин пешгӯиро тасдиқ кард. Дар ин замина имкон фароҳам омад, ки эҷоди алмосҳои сунъӣ ба роҳ монда шавад.

Дар бораи қонунҳои физикӣ низ айни ҳамон ҷизҳоеро гуфта мумкин аст, ки дар хусуси назарияҳо гуфтем. Шумо, хонандаи азиз, ҳангоми омӯзиши физика бо қонунҳои ҳаракат, қонуни ҷозиба, қонуни афтиши озодонаи ҷисмҳо ба рӯи Замин, қонуни инъикоси нур (рӯшноӣ), қонуни коҳиши радиоактивӣ ва ғ. шинос мешавед. Қонунҳои физикӣ як навъ ҷамъбаст, як навъ хулосаеанд, ки хусусиятҳои хоси рӯйдодҳои табиӣро дар шакли таносубҳои риёзӣ ифода мекунад. Қонунҳое, ки илми табиъатшиносӣ муқаррар кардааст, аз ҷумла, қонунҳои физикӣ (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 пешгӯйкунандагии қонунҳои физикӣ низ маҳз бо ҳамин хусу-

сияти онҳо алоқамандӣ дорад.

Донистани назарияҳову қонунҳои физика ва қобилияти истифода карда 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. Оё шумо гуфта метавонед, ки мафҳуми "назария" маънии фарохтар дорад ё "қонун"?
3. Шумо қудрати пешгӯйкунандагии ин ё он қонун ё назарияро дар чӣ мебинед?



Рас. 1.3.

§1.8. Бузургиҳои физики

(Камиййатҳои физики)

Бузургии физики ё худ *камиййати физики* гуфта он гуна тавсифоти ченшавандаи *чисмҳо* ё падидаҳоро мефаҳманд, ки *бихоро* (*дар ҷараёни санҷиш*) ба таври миқдорӣ ифода кардан имконпазир аст. Ҳаҷм, дарозӣ, масоҳат, вазн, ҳарорат, вақт, фосила, роҳ, суръат, қувва, қор, фишор,... 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 физикӣ ҳастанд, ки барои тавсиф додани ҳаракати пиёдагард, савори дучарха ва ё мошин ба кор рафтаанд. Дарозии, масалан, қади шумо низ бузургии физикӣ мебошад. Ва шумо аллақай медонед, ки қади ҳамсинфҳои шумо ҳар хел аст — яке миёнақад, дигаре қадбаланд ва ғ. Ин ҷо, ҷунонки шумо пай бурдед, масъалаи чен кардани қадҳо ба миён меояд. Агар шумо миёнақадҳои синфи худро саф орошта, қади онҳоро муойина кунед, мебинед, ки қадшон бисёр набошад ҳам, каму беш фарқ мекунад.

Бузургии физикие, ки кади 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 ба сифати *воҳид* пазируфта шудааст, муқоиса (киёс) карда мешавад. Чунончи, дарозӣ ва паҳноии синфхонаро кадам (ё вачаб) карда, фаҳмидан мумкин аст, ки онҳо чандкадамианд ва аз якдигар чӣ қадар фарқ доранд. Дар ин гуна санҷиш кадам вазифаи *воҳиди дарозиро* адо мекунад. Мисли ҳамин, барои санҷидани миқдори маҳсулоти ғаллағӣ ва чизҳои обакӣ коса, пиёла, табақ ё ягон паймонаи дигарро истифода мекарданд ва холо ҳам, баъзан, мекунад. Андозагирӣ ба воситаи ин навъ паймонаҳои ғайристандартӣ бадие надошта бошад ҳам, носаҳеҳ аст (шумо ибро бе шарҳ фаҳмида метавонед, албатта).

Дигар ин ки дар ҳар кишвар барои ҳамон як бузургӣ воҳидҳои гуногун ба қор 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 *фут* (30,48 см) ва ғ. Ин дарҳамбарҳамӣ мубодилаи молу мавод ва ҳисобукитобро душвор мегардонд. Худи шумо, баччаҳо, тасаввур мекунед, ки барои, масалан, бо сантиметри мурабаъ (см²) ифода кардани як гази мураббаъ чӣ қадар вақт беҳуда меравад. Густариши тичорат ва равнаки илму фан зарурати қорбасти кардани воҳидҳои *барои хама кишварҳо ягонро* ба миён овард.

Фаҳмоист, ки агар интихоби воҳидҳо бе низоми бошад, дарҳамбарҳамии зикршуда аз байн намеравад. Ҳатмиест, ки воҳиди пазируфтани дар хама ҷабҳаҳои зиндагонӣ — заминсанҷӣ, бинокорӣ, кишоварзӣ, баҳрнавардӣ, тичорат ва ғ. қобили истифода бошад. Инчунин бисёр зарур аст, ки намуна ё худ *санҷа* (эталон)-и воҳиди қабулшаванда дар асари гармо ва сармону нами ҳаво тағйир наёбад — дар акси ҳол онро чун намуна (санҷа) ба қор бурдан нодуруст мебуд. 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 муъайян нигоҳдорӣ кардан мебояд. Барои ин дар ш. Париж, ш. Санкт-

Петербург ва баъзе шахрҳои дигари дунё марказҳои махсуси нигоҳдошти баъзе намунаҳо таъсис дода шудаанд.

Қадами муҳим дар роҳи низом додани воҳидҳо эҷод шудани *Манзума* (система)-и *метри паймонаҳо* (ММП) буд, ки онро 1 авг.1793 Фарҳангистони Фаронса пазируфтааст. Ин манзума бар ду воҳиди бунёди (воҳиди асосӣ) асос ёфта буд: яке—воҳиди дарозӣ *метр* (*м*) ва дигаре—воҳиди масса *килограм* (*кг*). Ин ду воҳид чун санҷаҳое (чун эталонҳои) буданд, ки дар заминаи истифодаи онҳо воҳидҳои серистеъмоли дигар, аз ҷумла, воҳиди масоҳат—*метри мураббаъ* (m^2), воҳиди ҳаҷм—*метри мукабаб* (m^3), воҳиди гунҷойиш барои ҷизҳои обакӣ—*литр* (*л*) ва ғ. эҷод шудаанд.

Баъд, вақте ки зарурати истеъмоли воҳидҳои нав ба нав ба миён омад, ба ҷои ММП с.1960 манзумаи дигар—*Манзумаи байналмилалӣи воҳидҳо* (*МБВ*, ишорати байналмилалӣи *SI аст—аз номи фаронсавӣ он Systeme international d'Unites*) қабул шуд, ки ҳама воҳидҳои заруриро дарбар мегирад: воҳидҳои ёдшудаи дарозӣ ва масса—*1м* ва *1кг*, вақт—*сония* (*с*), ҳарорат—*келвин* (*К*), қувваи ҷараёни электрикӣ—*ампер* (*А*), қувваи рӯшнӣ—*шамъ* (*ш*), миқдори модда—*мол* (*мол*) ва ғ. Инҳоро *воҳидҳои асосӣ* ё худ *воҳидҳои бунёӣ* мегӯянд.

Воҳидҳои монои метри мураббаъ (m^2), метри мукабаб (m^3), ки дар заминаи воҳидҳои бунёӣ эҷод шудаанд, *воҳидҳои ҳосилтавӣ* ном гирифтаанд.

Шаш воҳиди бунёӣ аввал мақоми санҷа (мақоми эталон) доранд. *Санҷа* олат, асбоб ё ҷгон воситаи дигарест, ки барои нигоҳдорӣ қардани ин ё он воҳид истифода мешавад. Санҷаеро, 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 камийяати физикӣ) чист?
2. Ин ё он бузургии физикиро санҷидан ҷи маънӣ дорад?
3. Қимати бузургии физикӣ чист ва ба интихоби воҳиди бузургии физикӣ ҷи бастагӣ дорад?
4. Шумо аз огози китоб то ин дам

бо ҷи гуна бузургиҳои физикӣ ошно шудаед?

5. Шумо дар байни мафҳумҳои *қимати бузургии физикӣ* ва *андозани бузургии физикӣ* ҷи фарқ мебинед?
6. Оё шумо ҷгон бузургии физикиро ном бурда метавонед, ки он дар ин китоб ҳанӯз дучор наомада бошад?

7. Воҳиди бунёи (воҳиди асосӣ) чӣ гуна воҳид аст? воҳиди ҳосилавӣ чӣ?

8. Санҷа (эталон) чист? санҷаи давлатӣ (стандартӣ давлатӣ) чӣ?

9. Сарҳарфҳои ҷидая МБВ, SI ва ММП ҷиро ифода мекунад?

§1.9. Санҷиши бузургиҳои физикӣ

Шумо ҳар рӯз агар ба якдигар чизе гуфтани шавед, мафҳумҳои хурду бузург, кӯтоху дароз, пасту баланд, гарму сард сабуку вазнин ва м.и.н.-ро даххо бор бар забон меоред. Масалан, мегӯед: “Дина ман як моҳӣ гирифтам, АНА ҶАМИН ҚАДАР КАЛОН БУД”, “Падарам аз бозор як тарбуз оварданд, ҶАМИН ҚАДАР КАЛОН БУД, ки ман онро бардошта натавонистам” ва ғ. 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 худӣ шумо. Барои он ки гуфт фаҳмо бошад, меояд, ки зарурати корбурди ададхоро дарк кунем, истифодаи ададҳоеро фаҳм кунем, ки то ин дам шумо дар дарсҳои риёзӣ бо онҳо саруқор доштед. Як мисол.

Агар шумо гӯед, ки *Ман дар мактаб мехонам*, ҳамсӯҳбати шумо мефаҳмад, ки шумо ҳарфҳоро мешиносед, хондану навиштан метавонед ва ғ. Аммо агар гӯед, ки *“Ман дар синфи 7 мехонам”*, маълум мешавад, ки шумо 13-14-сола ҳастед ва дар баробари донишҷӯи ҳарфҳоро тавонистани хондан ва навиштан боз ададхоро медонед, физика мехонед, баъзе таҷрибаҳои физикиро анҷом дода, рӯйдодҳои табиӣро камубеш фаҳмида ва баъзеи онҳоро шарҳ дода метавонед ва ғ.

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

Хуб, ин навъ ҳамчурини ададҳо, калимаҳо ва маъниҳо аз кучо, дар натиҷаи чӣ гуна амалҳо дарёфта (фаҳмида) мешавад? Оё гуфтан мумкин аст, ки ин ё он хусусияти ҷисмҳо 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:

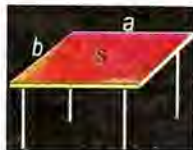
Маъниҳо ё хусусиятҳо ва ададҳо дар натиҷаи санчиши бузургҳои физикӣ бо ҳамдигар алоқамандӣ пайдо мекунад. Шумо ин ҷо, агар каме андеша кунед, мисоли бисёр ёфта метавонед. Чунончи, агар як сониясанҷ дошта бошед, метавонед ҳамсинфҳои худро ба мусобиқа дароварда, бубинед, ки ҳар яки онҳо масофаи 100м-ро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

Ҳамин тарик, 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 ҳаштсад гиром аст. Саъдаҳтар бодо!*”

Яъне санчишҳои физикӣ барои ҳар яки шумо аз худӣ зод-рӯз оғоз меёбад. Дар рӯзҳои аввали баъди зода шудан ҳар дам ҳарорати бадани шуморо чен карда, мегӯянд: “36,6 дараҷа аст”; ҳар ҳафта ё ҳар моҳ қади шуморо санҷида, мегӯянд, ки “*фалон сантиметр дароз шудааст*” ва ғ. Баъд, вақте ки шумо ~~калонтак~~ шуда, бисёр чизҳои гуфтаву ногуфтаро мефаҳмед, мебинед, ки дарвоқеъ ҳам ҳаёти одамони пур аз санчиш аст: модари шумо гоҳи хӯрокпазӣ дахҳо чиз – миқдори пиёзу сабзӣ, гушту биринҷ, рӯғану об ва ғ.-ро чен ё баҳолад мекунад; ҳар чизе, ки истехсолкунандагону нақлдиҳандагону ва фурушандагони молу мавод ба ҳамдигар медиханд ё мегиранд, ҳама ба миқдори муъайян аст, ҳисоб дорад, яъне санҷида шудааст, чен карда шудааст; бинокорон бе амали андозагирӣ ҳеҷ гуна иншоот бино карда наметавонанд; омӯзгорон низ дониши шуморо ҳар рӯз ба навъе месанҷанд ва ғ.

Барои хуб анҷом додани ин ё он санчиш тасаввур кардан зарур аст, ки шумо чиро муъайян кардан мехоҳед ва барои

ин кадом бузургҳои физикӣро чен кардан лозим аст. Дар ҳар гуна санчиш ҳамбастагии бузургҳои физикӣ санҷидани ва бузургҳои бо онҳо алоқамандро дар мадди назар доштан мебояд. Ҳамбастагии бузургҳои доништан ҳусусан аз он рӯ



муҳим аст, ки санчишҳо ду навъ мешаванд – бевосита ва ба-
восита.

Санчишро *санчиши бевосита* мегӯянд, ки дар он бузургии
физикӣ ченшаванда бо ин ё он асбоб бевосита санчида (чен
карда) мешавад, мисли он ки шумо дарозии майдончаи вар-
зишро бо навори дарозисанҷӣ ё вақтро бевосита бо *сониясанҷ*
чен мекунад. Вале бо ин тарзи осон на ҳама бузургиҳоро сан-
чидан муяссар мегардад. Дар ин сурат бузургии санчиданиро
аз рӯи натиҷаи санчиши бузургиҳое меёбанд, ки онҳо бо бу-
зургии санчидани алоқамандии муъайян доранд. Чунончи, ба-
рои ёфтани масоҳати рӯи миз дарозӣ ва бари он *a* ва *b*-ро чен
кардан кофист: шумо аз дарсҳои риёзи медонед, ки ҳосили
зарби $a \cdot b = S$ ҳамон масоҳати матлубро ифода мекунад. Ин
навъ санчишро *санчиши бавосита* мегӯянд.

Барои тавсифи миқдори додани бузургиҳои физикӣ кима-
ти онҳоро доништан зарур аст.

Кимати бузургии физикӣ гуфта ададери мефаҳманд, ки
кимати ададӣ ва воҳиди бузургии физикиро дарбар мегирад.
Вақте гӯянд, ки "*дарозии вараки дафтар бисту як сантиметр аст*"
ва онро ба шакли $l = 21\text{см}$ нависанд, шумо онро бояд чунин
бифаҳмед: ин ҷо "21" кимати ададии дарозии дафтар асту
"см" ишорати воҳидест, ки дарозии вараки дафтар бо он ифо-
да карда шудааст.

Дар омади гап бояд бигӯем, ки миёни *кимати бузургии
физикӣ* ва мафҳуми *андозаи бузургии физикӣ* низ фарқе
хаст: андозаи бузургии физикӣ як ҷиҳати табиъӣ, як ҷиҳати
воқеъии ашёро ифода мекунад ва ба ин вобаста нест, ки мо
онро чен кардаем ё не, медонем ё не; аммо кимати бузургии
физикӣ ба интиҳоби воҳид бастагӣ дорад. Агар мо дарозии
ҳамон дафтарро на бо сантиметр, балки бо метр (м) ифода
кунем, яъне $l = 0,21\text{м}$ нависем, кимати бузургии тағйир меё-
бад, ҳол он ки андозаи дафтар барҷой (бетағйир) мемонад.

Пас, бидонед, ки кимати бузургии физикӣ ба интиҳоби во-
ҳиди ифодакунандаи он бузургии бастагӣ дорад.

Ақнуни, ки мо маънии бузургиҳои физикӣ, санчиши онҳо
ва қоидаҳои умумии сабт кардани натиҷаҳои санчишро фаҳ-
мидем, биёед, бинем, ки дар анҷом додани ин ё он санчиш ҷи-
қадар хато меравад. Аммо аввал ин пурсишҳоро посух гӯед.



1. Ин ё он бузургии физикиро чен кардан (санчидан) чя маъний дорад?
2. Истифодаи ададҳо дар санчиши бузургиҳои физикӣ чя зарурат дорад?

3. Оё шумо метавонед, ки зӯри ҷанд ҳамсинфи худро бисанҷед? Барои ин чя гуна бузургиҳои физикиро чен карда зарур аст?
4. Санчишҳои бевосита чя гуна санҷишанд?

§1.10. Саботи натиҷаҳои санчиш. Воҳидҳои каратӣ ва ҳиссаҳои ҳидҳо

Дар амалияи ҳисобкутиб ва ҷамъбасти кардани натиҷаи санчишҳо ва саботи гардонидани онҳо гоҳо лозим меояд, ки бо ададҳои хурду бузург ва хеле хурду бисёр бузург саруқор гирем. Аслан ин гуна ададҳо ва қоидаҳои саботи онҳо дар дарсҳои риёзиёт омӯхта мешавад. Ин ҷо мо танҳо ба масъалаи дар номи воҳидҳои каратӣ ва ҳиссаҳои ҳидҳо истеъмолшудани пешвандҳои ифодакунандаи дараҷаи хурдӣ бузургӣ ададҳо дахл мекунем.

Шумо медонед, ки барои бо ягон тарзи дигар ифода кардани адади 10 ҳоҷате нест, зеро ин саботи худ сода аст. Аммо ададҳои 100 ва 1000-ро, ба шакли 10^2 (яъне даҳ бо дараҷаи ду ё даҳ ба тавони ду) ва 10^3 (даҳ бо дараҷаи 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 ҳисобкутиб низ осон мешавад. Чунинчӣ, агар зарби ададҳои 1000 ва 1000-ро дар шакли $1000 \cdot 1000 = 1000000$ нависем, барои хондани он адади сифрҳои 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, ба зудӣ мекунем, ки пас аз адади 1 шаш сифр омадааст. Монади ҳамин, зарби ададҳои 100 000 ва 1 000 000-ро чунин ифода кардан мекунанд:

$$100\ 000 \cdot 1\ 000\ 000 = 10^5 \cdot 10^6 = 10^{11}.$$

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

Хуб, адади 500 000-ро чя тавр саботи кардан мекунанд?

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

Пурсиш: Чирми Замин 6 000 000 000 000 000 000 000 000 кг аст. *Ив ададро дар шакли стандарти чя тавр менависанд?*

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

Пурсиш: Адади 523 000-ро чя тавр сабт мекунанд?

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. *Ив ададро чя тавр нависем?*

Посух: $149\ 600\ 000\ 000\text{м} = 1,496 \cdot 10^{11}\text{м}$
ё ин ки қариб $1,5 \cdot 10^{11}\text{м}$.

Хуб, мо қоидаҳои сабти ҷанд адади бузургро фаҳмидем. Аммо, *ададҳои хурди 0,1 ва 0,01 ё 0,4 ва 0,024 ё ададҳои монанди ғайричя тавр сабт мекунанд?*

Посух: Даҳяк (0,1)-ро ба шакли $\frac{1}{10}$ ё ба шакли дараҷагӣ чун 10^{-1} ифода кардан мумкин аст. Пас, адади *садяк* (0,01) бояд чунин навишта шавад:

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

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

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

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

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

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

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

Посух: Бале, чунин аст, зеро дар зарби ададхое, ки асоси якхела доранд, дараҷаҳо (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. Ибтот ин аст:

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

зеро гоҳи аз сурати каср ба махраҷ фурувардани 10^{-4} аломати дараҷаи он чаппа мешавад ва ду адади якхела, агар яке дар сурат ва дигаре дар махраҷ омада бошанд, ихтисор мешаванд.

Фаҳм кардед ин ибтотро? 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 мухта-сар	Пешван-ди номи воҳид	Ишорати пешванд	
Барои воҳидҳои карати				
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	хекто	х	
Барои ҳиссаҳои хурд				
0,1 (дахяк)	10^{-1}	деси	д	
0,01 (садяк)	10^{-2}	сантӣ	с	
0,001 (ҳазоряк)	10^{-3}	милли	м	
0,000001 (миллионяк)	10^{-6}	микрo	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 адади бузургҳои физикиро боз ҳам кӯтохтар ифода кунем. Ин аст он имкон (чанд мисол):

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

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

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

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

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

яъне адади 10^3 -ро *кило...* (ё *ҳазор...*) гуфтаанду адади 10^{-2} -ро *санти...* (яъне *саҷак...*) ва ғ. Баъзеи ин гуна пешвандҳо дар ҷадвал 1.1 омадааст. Ин тарзи навишт имкон медиҳад, ки қимати адади бузургҳои физики хеле сода сабт шавад:

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

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

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

Дар омади ғап, бузургии $10^6 \text{ г} = 10^3 \cdot 10^3 \text{ г} = 10^3 \text{ кг}$ аст, номҳои махсус низ дорад—онро *тон* мегӯянд ва бо ҳарфи хурди "т" ишорат мекунанд, яъне ба ҷои 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 нуҷумӣ* (ВН) мегӯянд:

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

Ин гуна воҳидҳо ба ягон манзума (система)-и воҳидҳо дохил намешаванд—инҳоро *воҳидҳои ғайриманзума* мегӯянд. Дақиқа (*дақ*), соғат (*сғ*), шабонарӯз ё шаборӯз (*шр*), ҳафта, моҳ, сол, аср низ ҳамин гуна воҳиданд.

Хонандаи азиз! Бовар дорем, ки шумо маъни ва андозаи ин воҳидҳоро бе ёрмандии омӯзгор низ дармеёбед.

- ❓
1. Ададҳои ба *шакли стандартӣ* сабт кардан чӣ маъни дорад?
 2. Адади сонҳои як соғатро дар шакли стандартӣ чӣ хел менависанд?
 3. Пешвандҳои, ки дар номи воҳидҳои қаратии зерин омадаанд, дар шакли қушода (яъне ба воситаи яке аз ададҳои 10^1 , 10^2 , 10^3 ва ғ.) нависед: декалитр, километр, ҳектограм, мегаграм (тон).
 4. Пешвандҳои дар номи ҳиссаҳои зерин омадаро дар шакли қушода нависед: десиметр, миллиметр, сантиграм, микрограм, наносони.

5. Ададҳои зеринро ба воситаи пешвадҳои чада.1.1 дар шакли стандартӣ нависед:

0,0000000106 см (андозаи атоми водород),

0,000000023 см (андозаи молекулаи водород),

149957870,5 км (1 воҳиди нучумӣ),

397 300 000 000 000 км (дурияти ситораи ба мо наздиктарини Осмон).

§1.11. Хатҳои санҷиши бузургҳои физикӣ

Санҷишҳои физикӣ ба воситаи асбобҳои гуногун — хаткашак, навори дарозсанҷӣ, тарозу, соҳат, ҳароратсанҷ ва ғ. анҷом дода мешавад. Аммо *ҳеҷ санҷишро бе ғалат анҷом додаш влоҷ надорад*. Ин бесабаб нест. Дар воқеъ, ҳама гуна асбоб, бо вучуде ки бо камоли ҳунармандӣ ва дақиқкорӣ сохта шуда бошад, ба дараҷаи мутлақ саҳеҳ буда наметавонад. Дурустӣ (саҳеҳият)-и натиҷаи санҷиш ба омилҳои гуногун вобаста аст: носаҳеҳ будани миқёс (шкала)-и асбоби санҷиш, тағйирпазир будани бузургҳои ченшаванда, нодуруст сабт кардани натиҷаҳо, бедиккати кардани шахси таҷрибакунанда ва ғ.

“Пас, — метавонед бигӯед шумо, — ҳар қадаре ки мо кӯшиш кунем, гоҳи санҷидани дарозӣ, ҳаҷм, ҳарорат ва бузургҳои физикӣ дигар хатоҳо ба таври ногузир рӯй медиҳанд?”

“Бале, рӯй медиҳанд!” мегӯяд муъаллим, зеро медонад, ки масалан, дар сурати чен кардани бари шишаи тиреза натиҷаҳо гуногун меоянд (шиша дар ҳар ҷо ҳар хел паҳноӣ дорад). Ё ин ки агар шумо ҳарорати хаворо дар ҳар ҷои хавли чен кунед, мебинед, ки барои ҳар ҷо қимати ҳарҳела ҳосил мешавад ва ғ.

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

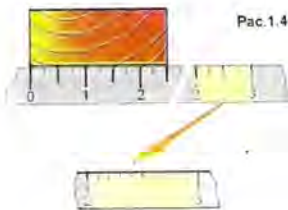
Ба рас.1.4 зехи монед. Ин ҷо ғулаҷубе тасвир ёфтааст, ки дарозии онро бо хаткашак санҷидан мекӯяд. Санҷиши дарозӣ, ҷунонки ақун шумо медонед, осон аст: барои ин нуқтаи сифрии хаткашакро дар ростии канори ғулаҷуб ҷой дода (рас. а), мебинанд, ки нуғи дигари он ба қадом тақсими хаткашак рост меояд. Рақамҳои рӯи хаткашак дарозиро бо см ифода мекунанд. Пас, ғулаҷуби мо тақрибан 2,5см дарозӣ доштааст.

Хуб, ин натиҷаҳо чӣ тавр сабт кунем? Пеш аз он ки ба ин

пурсиш посух диҳем, бояд шаройити санчиш (шаройити таҷриба) ва сифати асбоби санчишро бидонем, бояд бидонем, ки як тақсимои миқёс (шкала)-и асбоб ба чанд ҷиссаи як воҳиди бузургии ченшаванда баробар аст.

Ин ҷо «як тақсимои гуфта он гуна қимати адабии бузургии санчиданиро фаҳмидан мебояд, ки он ба як хонаи байни ду хатчаи ҳамсоия рӯи миқёси асбоб рост меояд. Дар мисоли мо ба сифати асбоби санчиш хаткашаки одӣ истифода шудааст ва як тақсимои он ба 1мм (0,1см) баробар аст. Мо инро донем ҳам, гуфта наметавонем, ки натиҷаи ҳосилшуда, яъне ҳамон 2,5 см ҷӣ дараҷа саҳеҳ аст, зеро ба сабаби маълум набудани дарозии ҳақиқии гулаҷуб мо хатои мутлақи санчиш, яъне бузургии бо аломати мусбат ифодашудаи фарқи байни қимати ҳақиқии дарозии гулаҷуб (ДФ) ва қимати ченшудаи он (2,5см), яъне модули $|ДФ - 2,5см|$ -ро ёфтаи наметавонем.

Илоҷ чист? Илоҷ ҳаст ва ин аст: барои ҳар санчиш (ё гурӯҳи санчишҳои якгун) хатои санчишро ёфтаи ё онро ақаллан баҳодод кардан зарур аст. Ин мазмун дар мавзӯи оянда баррасӣ хоҳад шуд.



Рас.1.4

- ?
1. «Хатои санчиш» ҷӣ маъниро ифода мекунад?
 2. Хатои санчишро дониستان ҷӣ зарурат дорад?
 3. *Миқёс (шкала)*-и асбоби санчиш ҷӣ хидмат мекунад?
 4. *Як тақсимои миқёс (шкала)*-и асбоби санчиш ҷиро ифода мекунад?
 5. Миқёси ин ё он асбоби санчишро ҷӣ тавр дараҷабандӣ мекунад?

§1.12. Хатоҳои мутлақ ва нисбӣ

Амалияи муъайян карда тавонистани хатоҳое, ки гоҳи санчидани бузургҳои физикӣ ба миён меояд, талаб мекунад, ки шахси таҷрибакунанда ба дараҷаи кофӣ маҳорати андозагирӣ (ва хунари ҳисобкутиб) кардан дошта бошад. Имкони ба даст овардани саҳеҳияти хубтарин, яъне имкони бо хатои камтарин ҳосил кардани натиҷаи санчиш ба сифати асбоби санчиш низ вобастагӣ дорад.

Бигзор, дарозии гулачуберо муъайян кардан лозим бошад, ки мо онро дар банди пешина мисол овардем ва, бигзор, дарозии аслии гулачуб расо 30 мм бошад, вале мо ин андозаро пеш аз санчидани дарозии гулачуб надонем. Натиҷаи санчиш расо 30 мм (3,0 см), қадре камтар, чунончи, 29 мм, қадре зиёдтар, масалан 31 мм ва ғ. буда метавонад. Фарз кунем, ки дар санчиши мо натиҷаи тақрибии 3,0 см ҳосил шавад.

Масъала иборат аз муъайян кардани ин аст, ки натиҷаи санчиш ба қимати аслии дарозии гулачуб чӣ қадар наздики

дорад ва онро бо қимати аслии чӣ тавр алоқаманд кардан мебошад, ё, ба гуфти дигар, кадом натиҷаи рас. 1.5 дуруст аст?

Фарқи натиҷаи санчишро аз қимати ҳақиқии дарозии гулачуб



Рас. 1.5.

(ДФ) *хатои мутлақи санчиш* ё мухтасаран *хатои санчиш* мегуянд. Дар ин маврид хатои санчишро баробари бузургии мегуянд, ки хатои мутлақ аз он зиёд буда наметавонад. Дар мисоли мо ба сифати ин гуна бузургии як хонаи миқёси хаткашакро (ки 0,1 см мебошад) гирифтани мумкин аст. Дар ин маврид мегуянд, ки хатои мутлақи қимати таҷрибавӣ, яъне қимати тақрибии 3,0 см на бештар аз ҳамон 0,1 см аст ва онро чунин сабт мекунад:

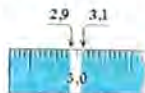
$$|ДФ - 3,0| \leq 0,1 \quad (*)$$

Ин навиштаро мехонем: Адади 3,0 қимати тақрибии дарозии гулачубро бо см-ҳо бо саҳеҳияти то 0,1 ифода мекунад. Ифодаи (*)-ро чунин низ менависанд:

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

Ин ҷо адади 3,0 қимати дар натиҷаи санчиш ҳосилшудаи дарозии гулачуб асту адади 0,1 – хатои мутлақи санчишҳо. Пас, навиштаи (**) онро ифода мекунад, ки қимати аслии дарозии гулачуб ДФ 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 мебошад.

Ин гуфтаро шакли умумӣ низ додан мумкин аст: Агар бузургии номуъайяни x ба ягон



Рас. 1.6.

бузургии A тақрибан баробар бошад ва хатон мутлақи қимати тақрибии A на бештар аз ягон қимати a бошад, бузургии A -ро "қимати тақрибии x бо саҳеҳияти то a " меҳонанд ва чунин сабт мекунанд:

$$x \approx A \text{ бо саҳеҳияти то } a$$

Пас, дарозихоро бо хаткашаки миллиметрятқсимот бо саҳеҳияти то $0,1\text{см}$ чен кардан душвор набудааст.

Агар шумо ин ё он дарозиро дақиқтар, масалан, бо саҳеҳияти то $0,1\text{мм}$ ($= 0,01\text{см}$) чен карданӣ бошед, бояд асбоберо ба қор баред, ки *миллапаргор* (штангенпаргор) ном дорад. *Резсанч* (микрометр) ном асбобе низ ҳаст, ки бо он андозаи чизҳои хурд (рез)-ро боз ҳам дақиқтар – бо саҳеҳияти то $0,01\text{мм}$ ($0,001\text{см}$) чен кардан имкон дорад.

Дар баробари хатон зикршуда *хатон нисбӣ* ном хато низ истеъмоли мешавад. Хатон нисбӣ ба нисбати бо дарсадҳо (%) ифодашудаи хатон мутлақи қимати тақрибии бузургии ченшуда бар модули ҳамон қимати тақрибии баробар аст.

Масъала. Санҷиши дарозии муқоваи кушодаи китоби физика L ва ғафсии 100 ҷараки он b бо хаткашаки миллиметрятқсимот натиҷаи зайл дод (бо см): $L = 34,1$ бо саҳеҳияти то $0,1$; $b = 1,2$ бо ҳамон саҳеҳият.

Дар ин санҷишҳо чӣ қадар хатон нисбӣ содир шудааст?

Ҳал. Хатон мутлақ дар ҳарду санҷиш ҳамон як бузургии дорад – $0,1$. Аммо ҳамин бузургии $0,1$ нисбат ба $1,2$ тақрибан $8,3\%$ асту нисбат ба $34,1$ – ҳамагӣ $0,3\%$, яъне

$$\begin{aligned} \text{Хатон нисбӣ} &= \frac{\text{Хатон мутлақ}}{\text{Қимати тақрибии}} 100\% = \frac{0,1}{1,2} 100\% \approx 8,3\% \text{ барои муқова} \\ &\text{ва } \frac{0,1}{34,1} 100\% \approx 0,3\% \text{ барои } 100 \text{ ҷараки китоб.} \end{aligned}$$

Ин ҷо аломати " \approx " ба маънои "тақрибан баробари..." омадааст. Натиҷаҳои ҳосилшударо чунин меҳонанд: дарозии муқоваи кушодаи китоб бо хатон нисбии $8,3\%$ чен карда шудаасту ғафсии сад ҷараки он – бо хатон нисбии $0,3\%$.

Хуб, *кадомин хато ағбитар аст*, яъне сифати санҷишро хубтар ифода мекунад – *хатон мутлақ ё хатон нисбӣ?*

Барои ба ин пурсиш посух додан биёед се чизеро, ки андо-

захошон мувофиқан 1см, 50 см ва 100 см аст, аввал бо навори дарозисанҷӣ андозагирӣ кунему баъд бо хаткашаки миллиметрий-таксимот ва бубинем, ки хатоҳо чиқадарианд.

Натиҷаҳо дар чадв.1.2 гирд оварда шудаанд. Дар ин ҷо хатои мутлақ ҳамчун як тақсимо-ти асбоби санҷиш, яъне барои навори дарозисанҷӣ 0,5см ва барои хаткашак 0,1 см гирифта

Чадв.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

шудааст. Чунонки мебинем, ба қадри кӯтоҳ шудани дарозии санҷидани хатои нисбӣ зиёд мешавад — ин он гуна маънӣ дорад, ки бо ҳамон як асбоби санҷиш дарозии, масалан, 50 см-ро назар ба дарозии 1см хубтар санҷидан мумкин аст, ҳол он ки хатои мутлақ дар ҳарду маврид бетағйир мемонад.

Пас, дар посухи пурсиши боло бояд бигӯем, ки кадомин санҷиш саҳеҳтар анҷом дода шудааст.

Аз муойинаи чадв.1.2 хулосаи муҳими дигаре низ бармеояд: чизҳои хурдандозаро бо асбобе санҷидан хубтар аст, ки микёс (шкала)-и он тақсимо-ти ҳарчӣ хурдтар дошта бошад — дар ин сурат санҷиширо саҳеҳтар анҷом додан имкон дорад.

- 1. Хатои мутлақ чӣ гуна хато аст? Ойро аз рӯи чӣ меёбанд?
2. Хатои нисбӣ чист? оёро чӣ тавр меёбанд?
3. Хатоҳои мутлақ ва нисбиро чӣ ҳел сабт кардан мебояд?
4. Саҳеҳияти санҷишҳои физикӣ бо қимати як тақсимо-ти микёс (шкала)-и асбоб чӣ бастагӣ дорад?

5. Дар санҷишҳои физикӣ чӣ гуна омилҳо боиси сар задани хатоҳо мегарданд?
6. Кадомин хато аёнитар аст — хатои мутлақ ё хатои нисбӣ?
7. Чӣ чора андешидан мебояд, ки ҳангоми таҷриба кардан натиҷаҳо бо хатои камтарин чен карда шаванд?

Машқ

1. Як тақсимо-ти ҳароратсанҷи тиббӣ $0,1^\circ$ аст. Ин асбоб ҳароратро бо чӣ гуна саҳеҳият нишон дода метавонад?
2. Як тақсимо-ти резсанҷ $0,01$ мм аст. Оё бо ин асбоб ғафсии варақи китобро бо саҳеҳияти $0,005$ мм чен кардан имкон дорад?

§1.13. Санҷиши дарозӣ ва масофаҳо

Шумо аллакай медонед, ки санҷиши дарозӣ (ва) ё масофаҳо назар ба ҳама санҷишҳои дигар бештар зарур меояд.

Барои тавсиф додани бузургиҳои физикии алоқаманд бо дарозӣ пеш аз ҳама лозим аст, ки дарозиро, чунонки метр-яндр, ҳисобпазир гардонем, то ки имкони ба воситаи ададҳои қардани бузургиҳои физикии фароҳам ояд. Аз ин рӯ аввал дар бораи воҳиди дарозӣ ва намунаи он сухан меронем.

Донишмандони фаронсагии хануз 1 авг.1793, чунонки дар §1.8 гуфтем, манзума (система)-и воҳидҳоеро ба қор бурда буданд, ки он *Манзумаи метрии паймонаҳо* ном гирифт. Ин манзума аз ду воҳиди асосӣ иборат буд: яке воҳиди дарозӣ — *метр* ва дигаре воҳиди масса — *килограм*. Ин ду воҳид дар *Манзумаи байналмилалӣи воҳидҳо* (SI) низ ба ҷумлаи воҳидҳои асосӣ дохиланд. Дар бораи *килограм* сухан дар пеш аст. Ҳоло бинем, ки *метр* (м) чӣ гуна воҳид аст.

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

Вақте ки барои метр намуна (*санҷа*) интихоб кардан зарур омад, созандагони он ба ҷустуҷӯи маводе афтоданд, ки аз асари харобиовари муҳит ҳатталимкон эмин бошад. Аз ин рӯ ба сифати намуна с.1799 фосилаи байни ду нишонае пазируфта шудааст, ки дар миёни платинагӣ-иридийи чортарка (рас. 1.7) гузошта шудаанд. Вале мебоист, ки ин фосила бо ягон чиз табиғӣ алоқаманд мебуд. Фаронсагӣҳо дар ин маврид дарозии баробар ба даҳмиллионяки чоряки нисфуннаҳор (меридиан)-и ш.Парижро, ки 40000000 м аст, гирифта буданд. Ин намуна с.1960 тағйир ёфт: ба сифати 1м 1650763,73 дарозии мавҷи нури афқондан атомҳои кrypton-86 пазируфта шуд.

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



Рас 17

Дар замони мо ба сифати 1м масофае қабул 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 1с масофаи 299 792 458 м \approx 300 000 000 м-ро мепаймояд.

Таърифи нави метр воҳиди дарозиро тағйир надод, балки онро дар заминаи корбурди усули нав саҳеҳтар гардонд. Дар рас.1.8²1.10 асбобҳои дигари дарозиясанҷи тасвир ёфтаанд.

Воҳидҳои каратии метр ва ҳиссаҳои метр—*километр* (км), *десиметр* (дм), *сантиметр* (см), *миллиметр* (мм), *микрометр* (мкм)... низ корбаст мешаванд, ки чунин алоқамандӣ доранд (виг. §1.10):

- 1 км = 10^3 м,
- 1 дм = 0,1 м = 10 см,
- 1 см = 10^{-2} м,
- 1 мм = 10^{-3} м,
- 1 мкм = 10^{-6} м,
- 1 нм = 10^{-9} м,...



Тариқи андозагирӣ. Заминасанҷҳо (онҳое, ки дарозиву бари заминҳои киштро месанҷанд) барои чен кардани қитъаҳои замин *ченҷуб* ном олатеро ба кор мебаранд, ки ба шакли харфи “А” сохта шудааст (рас.1.8) ва як қадамаш маъмулан 2м аст. Фаҳмост, ки қадами ченҷуб дарозихоро назар ба қадами одам саҳеҳтар ифода мекунад. Бо *рулет* ном олати дарозиясанҷӣ (аз фаронсагии *roulette*—чархак) ва *навори дарозиясанҷӣ* дарозихову андозахоро боз ҳам дақиқтар чен кардан мумкин аст. Ба воситаи ин асбобҳо дарозихо ва масофаҳои то даҳҳо метрро бо саҳеҳияти то 0,5см санҷидан имкон дорад.

Барои чен кардани дарозихои камтар аз 1м маъмулан *хаткашак* истифода мешавад. Шумо тарзи бо хаткашак санҷидани дарозихо ё андозаи ҷисмҳои медонед—мо мисоли ин гуна санҷишро дар банди пешина оварда будем. Саҳеҳияти санҷиш ба воситаи хаткашак, чунонки гуфтем, то 0,5мм аст. Ин гуна саҳеҳият дар санҷиши дарозии миз ё дар хиштриву хонасозӣ кофӣ бошад ҳам, дар эҷоди ҷузъиёти хурди милли-



Рас.1.9.

метрландоза коромад нест. Дар ин гуна мавридҳо *милапаргор* (штангенпаргор) ва *резсанч* (микрометр) кор меоянд.

Санчиши ғафсии чизҳои борик ва тунук. Ин ҷо ду маврид—санчиши ғафсии симҳои борик ва ғафсии вараки ягон китобро муойина мекунем.

1. Бигзор симе дошта бошем бо ғафсии камтар аз 1мм. Оё ғафсии онро ба воситаи чадвал ё худ хаткашаки мактабӣ ба қадри кофӣ саҳеҳ 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:

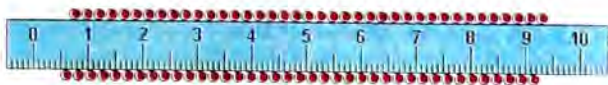


Рас.1.10

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

Вале навмед нашавед—илоч ҳаст, аз ҷумла илоче, ки дар рас. 1.11 омадааст. Онро шумо бо осонӣ мефаҳмед. Ин масъала—санчиши ғафсии сими борикро ба воситаи милапаргор ва резсанч низ ҳал кардан мумкин аст. Тарзи истифодаи ин асбобҳо дар қорҳои амалии поёни ин банд баён шудааст.

2. Ғафсии қоғаз ё ин ки мўйро низ бо милапаргор чен кардан душвор нест. Вале дар ин гуна мавридҳо хатҳои санчиш зиёд буда метавонад. Аз ин рӯ, агар ғафсии қоғаз, вараки дафтар ё китобро чен карданӣ бошед, аз асбобҳои мавҷуда бояд ҳамонашро ба қор баред, ки ғафсиҳои камро саҳеҳтар чен мекунанд. Ин гуна асбоб *резсанч* аст. Резсанч имкон медиҳад, ки ғафсии чизҳои борик (сими борик, мўй,...) ва ё тунук (вараки китоб, тунука, пардаҳои гуногун,...) бо саҳеҳияти то 0,01мм чен карда шавад. Шумо агар §1.11 ва 1.12-ро ба хубӣ фаҳм карда бошед, бояд бидонед, ки хатҳои санчиш дар қадом маврид камтар аст—дар сурати чен кардани ғафсии як варак ё ғафсии якҷояи 100 вараки китоб. Инро андешамандона мулоҳиза кунед.



Рас.1.11

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

2. Метр чист? Килограмм чист?

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

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

5. Санҷиши андозаи чизҳои борику тунук аз санҷиши чизҳои калонтару гафстар чӣ фарқ дорад?

Машқ

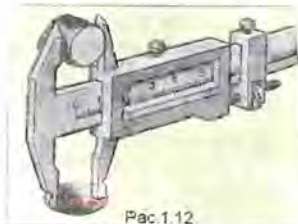
1. Саҳеҳияти санҷиши дарозии хонаи худро дар сурати бо қадам, бо навори дарозсанҷӣ ва бо хаткашак (чадвал) чен кардани он муқоиса кунед.
2. Дарозии дари хонаи худро (ки тақр. 2 м аст) бо хаткашак ва бо навори дарозсанҷӣ чен кунед, ки ҳар хонааш (як тақсимоташ) 0,5 см аст. Хатои кадомин санҷиш кам меояд?

Чен кардани гафсии чизҳои борику ва тунук ба воситаи милапаргор

(Омӯзиши амалӣ)

Мақсад. Ёд гирифтани истифодаи *милапаргор* (штангенпаргор) ва санҷиши чизҳои борику тунук.

Лавозимот. Милапаргор, ягон сими борику, ягон порчаи тунука.



Рас.1.12

Милапаргор (русӣ "*штангенциркуль*", англисӣ *caliper*) (рас.1.12) аз як хаткашак ё худ чадвали миллиметритақсимои $\frac{1}{10}$ лудин ва *НОНИУС* (номи кӯҳнааш *верийер*) ном олате иборат аст, ки дар он чадвалчаи махсуси ёридиҳанда созида шудааст. Нониус дорони даричаи хурдест, ки қисми поёнаш дараҷабандӣ шудааст ва 10 тақсимои дорад. Ин 10 тақсимои ҳамчени 9 мм мебошанд, яъне 9 мм дар рӯи нониус ба 10 ҳиссаи баробар тақсим шудааст ва ҳар як хонаи чадвалчаи рӯи нониус аз як хонаи чадвали асосӣ ба қадри даҳяки миллиметр кӯтоҳтар аст.

Чизи санҷидани дар даҳонаи милапаргор, яъне дар байни лабаҳои он чой дода мешавад. Биёед, чанд мавридро бинем:

а) агар дар байни лабаҳои асбоб чизе набошад ва онҳо бо якдигар чафс карда шаванд, нишонаҳои сифрии ҳарду чадвал дар ростии якдигар ҷо гирифта, "гафсии" сифриро нишон медиҳанд (рас.1.13.а);

б) дар сурати ба қадри 0,3 мм кушода будани даҳони милапаргор хатчаҳои "3"-и ҳарду чадвали муқобили ҳам ҷой мегиранд (рас.1.13,б), яъне агар дар байни лабаҳои асбоб чизи тунуке гузошта шавад ва андозаи санҷидани он 0,3мм бошад, хатчаҳои "3" дар ростии якдигар ҷой мегиранд ва

в) мавриди дар ростии якдигар ҷой гирифтани хатчаҳои "4" (рас.1.13,в) он гуна маънӣ дорад, ки даҳони милапаргор ба қадри 0,4мм боз аст, яъне ҳисме, ки дар байни лабаҳои каптонда шудааст, андозаи 0,4мм дорад. Ҷисмҳои дигари миллиметрандоза низ ба ҳамин тарз санҷида мешаванд.

Хуб, агар гафсии ҷисми санҷидани беш аз 1см, масалан, 1,12см, яъне 11,2 мм бошад, чӣ? Посухи ин пурсишро аз рас. 1.13,г дарк кардан осон аст. Адади миллиметрҳои томо бояд аз рӯи чадвали асосӣ ба ҳисоб гирем. Дар мисоли мо ин адад 11 аст. Ҷиссаҳои миллиметри 12-умро аз рӯи мақеъи ҳамон хатчаи нониус меёбанд, ки он дар ростии ягон хатчаи чадвали асосӣ ҷой мегирад (ин ҷо фарқ надорад, ки хатчаи нониус дар ростии кадом хатчаи чадвали асосӣ ҷой мегирад).

Пурсиш: Модом ки чадвали асосии милапаргор аз чадвали муқаррарӣ фарқе надошта бошад, пас, "сирри" ин ки милапаргор назар ба чадвали миллиметритақсимои саҳеҳияти даҳ бор бештар дорад, дар ҷуст? Ин гуна саҳеҳият аз ҳисоби чӣ ба даст меояд?

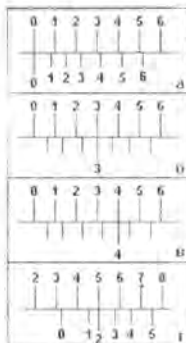
Маҳқ (омӯзиши амалӣ): Андозаи ду-се ҷисми цилиндрашакл ё курашаклро бо милапаргор чен кунед ва ҳулоса бигиред. (Ниг. §1.10).

Чен кардани гафсии ҷизҳои бориқ ва тунуқ ба воситаи резсанҷ (Омузиши амалӣ)

Мақсад: Ёд гирифтани истифодаи резсанҷ.

Лавозимот: Резсанҷ (микрометр), қадри сими бориқ, як порча лардан полиэтиленӣ, як варақ коғаз ё ҷизҳои монанди инҳо.

Соҳти резсанҷ дар рас.1.14 омадааст. Вазифаи ҷузъҳои резсанҷ аз номшон фаҳмоност. Ҷисми санҷиданиро дар байни сандон ва забончаи резсанҷ гузошта, қулоҳаки андозагирии 5-ро то дами ба ҷисм ҷафс шудан сӯи рост тоб медиҳанд. (*Таъкид:* ин



Рас.1.13. Андозагирии бо милапаргор.

Рас.1.14.Резанч
(микрометр):

- 1 — камон,
- 2 — сандон,
- 3 — забонча,
- 4 — муҳраи резанч,
- 5 — кулоҳаки андозагирӣ,
- 6 — думкулоҳак,
- 7 — чисми санҷидани.



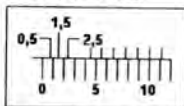
амалро дар лаҳзаи охири санҷиш на бо кулоҳаки 5, балки бо думкулоҳаки 6 анҷом медиҳанд, то ки забонча чисмро нафишорад).

Адади миллиметрҳои томи ифодакунандаи андозаи чисм аз нишондоди ҷадвали руи муҳра (4) ва ҳиссаҳои ҷадвали дойирави гирифта (хонда) мешавад, ки дар лаблаби тарафи чапи кулоҳаки 5 сохта шудааст. Хатчаҳои ҷадвали руи муҳра аз якдигар ниммиллиметрӣ дуранд.

Порае аз ин ҷадвал дар рас.1.15 тасвир ёфтааст. Вақте ки кулоҳаки даврзанандаи 5 ба ҷадри як даври пурра тоб дода шавад, ним миллиметр мекӯҷад, яъне як қадами ин кулоҳак 0,5мм аст. Ҷадвали даври, ки дар лаблаби ин кулоҳак сохта шудааст, 50 хатча (50 таксимот) 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 дойирави намоёнанд). Пас, агар кулоҳаки андозагирӣ 5 як давр тобида шавад, даҳонаи резанчро ба ҷадри 0,5мм боз мекунад. Аз ин ру вақте ки кулоҳак чени як таксимоти ҷадвали дойирави бупечад, даҳонаи резанч чени пан ҷоҳаки 0,5мм, яъне чени садяки 1мм (0,01мм) боз мешавад.

Ин он гуна маънӣ дорад, ки ба воситаи резанч дарозии то садяки миллиметрро чен кардан имконпазир аст.

Ҳамин тариқ, резанч дар санҷиши дарозии назар ба милапаргор саҳеҳияти 10 бор хубгар дорад.



Рас.1.15 Ҷадвали руи муҳраи резанч

Ду машқ

1. Ба воситаи резанч ғафсии ягон сими борик ва чанд донан нахӯд ё арзанро чен кунед.

Ермандя: Донаҳои нахӯд ё арзан то дараҷае гуногунаандозаанд. Аз ин

рӯ, андозаи донахоро санҷида, киматҳои ҳосилшударо чамъ кунад ва натиҷаро ба адади санҷишҳо тақсим карда, қимати миёнаи андозаи як донаро ёбед.

2. Ба воситаяи резанҷ аввал гафсии як вараки китоб ва баъд гафсии умумии 100 ё 200 варақро чен кунад.

Синас, аз рӯи ҳосили тақсими ин гафсии умумӣ бар адади варақҳо гафсии миёнаи як вараки китобро ёфта, онро бо гафсии вараке, ки дар алоҳидагӣ чен кардаед, муқоиса кунад. Натиҷаи ҳарду машқро яқҳо бо хатоҳои санҷиш ифода кунед (ниг. §1.10).

§1.14*. Ёфти дарозии хати истиво (хати экватор)

Илми нучум дар даврони қадим дар Мисру Хинду Чин ва Юнон ба қудлаҳои (барои он давра) хеле баланди тараққи расида будааст. Он замон мушоҳидони Осмони ситоразор ба дарки бисёр асрори ниҳони табиъати саркаш комёб гардида тавонистаанд. Аз ҷумла, онҳо ҳанӯз 23-24 аср пеш аз замони мо фаҳмида будаанд, ки Замин шакли куравӣ дорад. Олими юнониинажоди мисрӣ *Еротус* (276-194 то милод) масъалаи ёфтани андозаҳои Заминро бо тарзи барои он давра хеле сахт ва ҷолиб ҳал кардааст.

Ин ҳал дар сари Еротус он гоҳ пайдо шудааст, ки ӯ аз тоҷирони равуқунандаи байни ш.Искандария (ватани Еротус) ва ш.Освон як чизи муҳимро шундааст – ин ки ҳар сол дар лаҳзаи нимрӯзии 22 июн нури Офтоб ба қаъри ҷуқуртарин ҷохҳои ш.Освон мерасад. Ӯ барои муъайян кардани дарозии хати истивои Замин фосилаи самтурраъсии¹ Офтобро (ниг. рас.1.16) барои ду нуқтаи аз якдигар хеле дури руи Замин чен кардааст. Еротус ба сифати ин ду нуқта ш.Искандария (дар шимоли Миср) ва ш.Освонро, 800 км дур аз Искандария (дар ҷануби Миср) воқеъ аст, гирифтааст.

Мақсад ин буд, ки аз рӯи фосилаи самтурраъсии Офтоб қимати ба 1 дараҷаи қунҷи (яъне ба 1°) ростояндаи масофаи байни ду шаҳри номбурда ёфта шавад. Он гоҳ ҳосили зарбӣ ин масофа ба 360° дарозии тақрибии хати истиворо ифода мекунад. Дар ин маврид масофаи байни ҳарду шаҳр (ба ҳисоби дараҷаҳои қунҷи) ба фарқи арзҳои ҷуғрофии шаҳрҳо баробар хоҳад буд, ки ин аз рас.1.16 рӯшан аст.

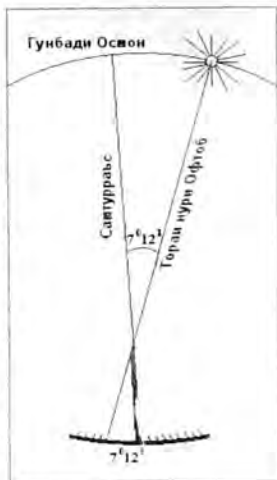
¹ *Самтурраъс* (русӣ “зенит”, инглизӣ *zenith*) – болотарин нуқтаи гувбади Осмон, нуқтае, ки гоҳи нимрӯзии 22 июн дар болон сар воқеъ мешавад.



Рас.1.16.

Барои анҷом додани санҷиш боз зарур буд, ки Еротус лаҳзаи фаро расидани шаронти мусоъидро бидонад. Ин ҳамон лаҳзае буд ки дар борааш тоҷирон хабар дода буданд: Офтоб гоҳи нимрӯзи 22 июн дар ростии самтурраъс воқеъ мешавад. Ин гуфта ба ш.Освон дахл дошт. Дар Искандария бошад, дар лаҳзаи мутобиқ ба ними рӯзи 22 июн Офтоб на дар болон сар (дар таҷрибаи Еротус — дар болон сари милаи даруни косаи асбоби соясанҷи), балки $7^{\circ}12'$ дур аз нуқтаи самтурраъс ҷо мегирад. Пас, чанд боре, ки 360° аз

Еротус барои чен кардани фосилаи самтурраъсӣ асбобе ихтироъ кард, ки тарзи истифодаи онро аз рас.1.17 фаҳмидан осон аст. Асбоби 9 (бо ҳавои номгузориҳои юнони) *искофис* номида шуда буд. Искофис як навъ косае буд ба шакли нимкура, ки дарунаш бо дараҷаҳои кунҷи дараҷабандӣ шуда буд ва дар кафаш як милаи филизӣ дар ҳоли истода дошт. Еротус гоҳи санҷиш косаро мавқеъе меод, ки мила дар ростии нуқтаи самтурраъс ҷой бигирад. Гоҳи ба сари мила задани шуоъи Офтоб мила дар қаъри косаи Еротус соя меафканд ва дарозии он соя фосилаи самтурраъсӣи Офтобро нишон меод.



Рас.1.17

7,2° зиёд бошад, дарозии хати истиво l нисбат ба масофаи байни Освон то Искандария ҳамон қадар бор зиёд аст, яъне

$$\frac{360^\circ}{7,2^\circ} = \frac{l}{800}$$

Аз ин ҷо Еротус барои дарозии хати истиво l қимате ёфт (40 000 км), ки ба қимати ҳозира хеле наздик аст.

- ?** 1. Самтурраъс (зеит) чист?
 2. Фосилаи самтурраъсии Офтоб чӣ гуна фосила аст?
 3. Чарост, ки фосилаи самтурраъси ро на бо километр, балки бо дараҷаҳои кунҷӣ (бо °) ифода мекунад?
 4. Шаҳрҳои Мисри қадим Еротус дарозии хати истиво — хати эквато-

- ри Замиро чӣ тавр ёфтааст?
 5. Оё шумо аз рӯи таносуби истифодакардаи Еротус радиуси Замиро ёфта метавонед?
 6*. Оё шумо шундаед, ки дар замони ҳозира дарозии хати истиво ё ин ки радиуси Замиро ба чӣ тавр ёфта мешавад?

§1.15. Санҷиши масоҳат

Сатҳ гуфта рӯи берунии ҷисмо мефаҳманд. Чунончи, сатҳи об ҳамон рӯи об мебошад, ки дар сарҳади об ва ҳаво болои он воқеъ гаштааст; сатҳи дастӣ шумо рӯи пусти дастатон аст ва ғ. Сатҳ дарозӣ ва паҳноӣ дорад, аммо жарфӣ (ҷуқурӣ) надорад, яъне дучена аст.

Масоҳат бузургӣест, ки дараҷаи фароҳии сатҳи ҷисмо ифода мекунад ва ба ҳосили зарби дарозӣ ва паҳноӣ (бар) баробар аст, яъне

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

ё ин ки агар масоҳатро бо ҳарфӣ S , дарозиро бо a ва паҳноиро бо b ишорат кунем, ифодаи (1) чунин шакл мегирад:

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

Маънои ин формуларо рас.1.18 ифода мекунад.

Воҳиди масоҳат. Чунонки шумо медонед, дарозихоро бо метр (м) ва воҳидҳои ҳосилавии он (см, дм, км, ...) ифода мекунад. Барои масоҳат воҳиди махсус интихоб кардан ҳолат надорад. Воҳиди масоҳат ба воситаи воҳиди дарозӣ — метр муқаррар карда шудааст: Азбаски дар формулаи (1) бузургӣҳои a ва b дарозиченаканд, яъне бо м, см ва м. ин. ифода карда мешаванд, пас, ченаки масоҳат бояд

$$\left[\begin{matrix} \text{Ченаки} \\ \text{дарозӣ} \end{matrix} \right] \cdot \left[\begin{matrix} \text{Ченаки} \\ \text{дарозӣ} \end{matrix} \right] = \left[\begin{matrix} \text{Ченаки} \\ \text{дарозӣ} \end{matrix} \right]^2$$

яъне [метр] x [метр] = [метр]²



Рас.1.18.

ё худ $m \cdot m = m^2$ бошад. Бино бар ин дар *Манзуман байналмилалии воҳидҳо* (SI) ба сифати воҳиди масоҳат масоҳате пазируфта шудааст, ки дарозӣ ва бараш якметрианд (рас.1.19). Ин воҳид *метри мураббаъ* ё *мураббаъметр* (m^2) ном дорад.

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

Долаҳо: *Хал.* Масоҳати матлуб-



Рас.1.19.

$a = 100\text{ м.}$
$b = 100\text{ м.}$
$S = ?$

ро аз рӯи рас.1.18 меёбем:

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

яъне масоҳати майдони 100 дар 100 (бо метр) 10000 метри мураббаъ мебошад. Ин гуна масоҳатро *чариб* (гектар) меномем ва бо ҳарфи хурди *q* ишорат мекунем:

$$1q = 10^4 \text{ м}^2.$$

Воҳидҳои ҳосилавии m^2 — mm^2 , cm^2 , dm^2 , km^2 ва ғ. низ ба кор мераванд ва бо якдигар чунин алоқамандӣ доранд:

$$1 \text{ км}^2 = (1000 \text{ м})^2 = 10^6 \text{ м}^2,$$

$$1 \text{ м}^2 = (100 \text{ см})^2 = 10^4 \text{ см}^2,$$

$$1 \text{ дм}^2 = (10^{-1} \text{ м})^2 = 10^{-2} \text{ м}^2 = 100 \text{ см}^2,$$

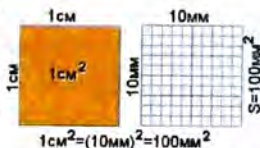
$$1 \text{ мм}^2 = (10^{-3} \text{ м})^2 = 10^{-6} \text{ м}^2 = 10^{-2} \text{ см}^2 \quad \text{ва ғ.}$$

Ба сифати мисол, бикӯшед, ки таносуби байни cm^2 ва mm^2 -ро муқаррар кунед.

Агар шумо ҳалли масъалаи болоро хуб дарк карда бошед, дар сари шумо ҳатман бояд фикре пайдо шавад, ки ин квадратчаҳо (хонаҷаҳои мураббаъ)-ро барои чен кардани сатҳ ё масоҳати порчаҳои бешакли қитъаҳои нақшаҳо ё харитаҳо ба кор бурдан осон аст. Барои ин дар рӯи ягон лавҳачаи шаффофи тунук ҳатпанҷарае мекашанд, ки масоҳати чашмакӯш (хонаҷаҳош) ҳамчун 1 см^2 ё $0,25 \text{ см}^2$ ва ғ. бошад. Ин асбоб *палет* ном гирифтааст (аз вожаи фаронсагии palette—лавҳача).

Барои чен кардани сатҳ (масоҳат) палетро дар рӯи он сатҳ

гузошта, адади хоначаҳои том ва нимтом ва инч. сеякҳову чорякҳоро ба ҳисоб мегиранд ва ҳамаи онҳоро зам карда, сатҳ (масоҳат)-и мат.тубро меёбанд. Як мисоли ин гуна санҷиш дар рас.1.20 омадааст.



Барои шумо, ки акнун хеле ҷизро медонед, бояд фаҳмо бошад, ки дар сурати ба қор бурдани палети хурдҷашмак масоҳатро бо саҳеҳияти хубтар муъайян кардан мумкин аст. Ин чо инч. бояд фаҳмо бошад, ки хатон санҷиши масоҳат ба воситаи палет ба ҳунари дуруст муъайян карда тавонистани ҳиссаҳои хоначаҳои нопурра вобаста аст.

Хатон санҷиши масоҳат. Аз ифодаи масоҳат рӯшан аст, ки хатон умумии санҷиши S ба ҷамъи хатоҳое баробар аст, ки гоҳи ҷен кардани дарозӣ a ва бари масоҳат b ногузир содир мешаванд.

Масъала. Хатон нисбии санҷиши масоҳати рӯи куттии гугирдро, ки дарозии $a = 5,2$ см ва бари $b = 3,5$ см дорад, ёбед.

Ҷав. Шумо аз §1.12 медонед, ки хатон нисбии



Рас.1.20

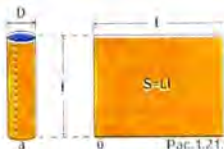
санҷиши дарозӣ бо нисбати ба 100 (60%) зарбшудан хатон (мутлақи) санҷиш бар бузургини ҷеншуда таъйин мешавад. Аммо азбаски масоҳат S баробари ҳосили зарби ду дарозӣ (дар масъалаи мо a ва b), яъне $S = a \cdot b$ аст, бино бар ин мо бояд хатоҳои нисбии санҷиши ҳарду дарозӣ — a ва b -ро зам кунем. Пас, ҳал бояд ҷунин навишта шавад:

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

Додаҳо:

$$\begin{array}{l} a = 5,2 \text{ см} \\ b = 3,5 \text{ см} \\ \Delta = ? \end{array}$$

Ба фарзи ин, ки дарозӣҳои a ва b бо хаткашаки одӣ санҷида шудаанд, хатон санҷиши онҳоро баробари 0,1см мегирем. Он гоҳ натиҷаи зайл ба-даст меояд:



Рас.1.21

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

Масоҳати лула. Қутри давра D ва дарозии он L байни худ алоқамандии содае доранд: $L = 3,14D$.

Бо ёрии ин таносуб масоҳати лулаҳоро ба ҳисоб овардан осон аст. Бигзор, лулае дошта бошем (рас.1.21,а). Қутри онро бо D ва дарозинашро бо L ишорат мекунем. Сатҳи онро чӣ тавр ёфтан мебояд?

Масъала. Сатҳи лулаеро муъайян кунед, ки дарозии $L = 2,0$ см ва қутри $D = 1,0$ см дорад.

Ҳал: Агар лулаи шумо коғазин бошад, онро ба қади хати нуктачии бурида, ҳамвор кардан ё, чунонки мегӯянд, густурдан мумкин аст (рас.1.21,б). Шакли ҳосилшударо *густара* меномем. Дарозии густараи лулаи мисолшуда $L = 3,14$ см мебошад. Масоҳати ин гуна варақи густурда S (шумо инро медонед) баробари ҳосили зарби дарозии ва паҳноии он аст:

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

Аммо, агар лулаи шумо коғазӣ набошад ё онро буридан ناхоҳед, масоҳаташро чӣ тавр ёфтан мебояд? Дарозии дойираи лула L -ро аз r -и ҳамон формулаи $L = 3,14D$ ёфтан осон аст.

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

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

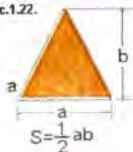
Шумо аз дарсҳои риёзӣ бояд дар ёд дошта бошед, ки масоҳати секунҷа ба нисфи ҳосили зарби асос ва баландии он (a ва b) баробар аст (рас.1.22,а).

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

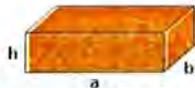
Машқ

1. Масоҳати силиндри (устувонае)-ро ёбед, ки қутр (диаметр)-и $D = 6,0$ см ва дарозии $l = 10,0$ см дорад. Масоҳати як нугаи силиндри чӣ қадар аст?
2. Дар ҳикояе омадааст: "Дарозии майдони шолӣ бобои Асо 50 м ва бараш низ 50 м аст, яъне бобои Асо дар майдони ин чариб (ини га) шолӣ коштааст". Оё ин гуфта дуруст аст?

Рас.1.22.



§1.16. Санчиши ҳаҷм



Рас.1.23

I

Ҳаҷм меёри чойи дар фазо ишғол-кардаи ҷисм аст¹. Ҳаҷми ҷисм ба ҳосили

зарби дарозӣ, паҳноӣ ва баландии он баробар аст:

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

ё ин ки ҳаҷмро бо V , дарозиро бо a , паҳноиро бо b ва балан-диرو бо h ишорат карда, ифодаи (1)-ро чунин менависем:

$$V = a b h. \quad (2)$$

Ин формула дар сурате истифодабоб аст, ки ҷисм шакли дурусти хандасӣ дошта бошад, он сон. ки ҷисми дар рас.1.23 тасвиршуда дорад. Дар акси ҳол ҳаҷми ҷисм ба ҷамъи ҳаҷм-ҷаҳон аз ҷиҳати хандасӣ дурусте баробар хоҳад буд, ки ҷисм-ро ба онҳо тақсим кардан мумкин аст. Ҷисми дар рас.1.24 тасвиршуда аз ду ҷисми дорои шакли хандасии дуруст иборат аст — он ки ҳаҷми V_1 дорад ва он ки ҳаҷмаш V_2 аст. Ҳаҷми умумии ин ҷисм V ба ҷамъи ҳаҷмҳои V_1 ва V_2 баробар аст.

Воҳиди ҳаҷм. Дар *Манзумаи байналмилалии воҳидҳо* (SI) ба сифати воҳиди ҳаҷм *мукабабметр* (метри мукабаб, метри кубӣ, m^3) пазируфта шудааст. $1m^3$ ҳаҷми ҷисмест, ки дарозии паҳноиву баландиаш якметрианд.

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

$$1m^3 = (100 \text{ см})^3 = 1\,000\,000 \text{ см}^3 = 10^6 \text{ см}^3$$

мебошад. Воҳидҳои ҳосилавии m^3 — мукабабкилометр (km^3), мукабабдесиметр (dm^3), мукабабмиллиметр (mm^3) ва ғ. низ истеъмол мешаванд, ки чунин таносуб доранд:

$$1km^3 = (1000 \text{ м})^3 = 10^9 \text{ м}^3,$$

$$1m^3 = (10 \text{ дм})^3 = 10^3 \text{ дм}^3,$$

$$1m^3 = (100 \text{ см})^3 = 10^6 \text{ см}^3,$$

$$1cm^3 = (10 \text{ мм})^3 = 10^3 \text{ мм}^3, \dots$$

¹) Ҳаҷмро чун *миклори модда* низ таъриф додаанд, ки дар ин ё он маҳзун ҷо гирифтааст. Дар мавриди умумӣ ҳаҷм чун яке аз бузургҳои таъсифаҳандаи ҷисмҳои хандасӣ (ҷисмҳои геометрия) нишонда мешавад. Аз ин вигоҳ ҳаҷми ҳар гуна ҷисм чун худуди умумии ҷисмҳои дурусти хандасие таъйин мешавад, ки ҷисми муайяншавандаро аз онҳо иборат донистан мумкин аст.

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

Ҳал бисёр осон аст. Ҳаҷми китоб ба ҳосили зарби ҳарсе андозаи он баробар аст: $V = abh$;

$$V = 0,3m \cdot 0,2m \cdot 0,05m = 0,003m^3 = 3000 \text{ см}^3.$$

Санҷиши ҳаҷми моеъҳо (об, рӯған, бензин



Рас.1.24.

ва ғ.) душвор нест, зеро моеъ ба сабаби шоранда будани худ гоҳи дар ягон зарф рехта шудан ҳаҷми он зарфро аз поён сӯи боло пур мекунад.

Ҳаҷми чизҳои обакиро маъмулан бо *литр* (л) ном воҳид ифода мекунад, ки аввалҳо ҳамчени ҳаҷми 1кг оби тоза дар ҳарорати 4 °С пиндошта мешуд, вале баъди с.1964 онро баробари $1dm^3$ мегиранд.

Ҳазоряки литрро *миллилитр* (мл) мегуянд. Ин ҳиссаваҳид мутобиқи ҳаҷми $1cm^3$ аст: $1мл = 1cm^3$.

Барои чен кардани ҳаҷми моеъҳо зарфҳои махсус истифода мешаванд. Якеи онҳо зарфи шишагини устувонашакле (ба шакли цилиндр) мебошад (рас.1.25,а), ки девораш аз поён сӯи боло дараҷабандӣ шудааст. Онро *зарфи мударраҷ* ё худ *шишаи мударраҷ* (яъне *дараҷабандишуда*; ба русӣ *мензурка*, ба англисӣ *measuring glass*) мегуянд. Шишаҳои мударраҷ 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 ростии ин ё он хатчаи миқёс (шкала)-и рӯи зарф қарор мегирад. Ҳаҷми моеъ аз рӯи мавқеи ана ҳамон хатча ёфта мешавад. Биёед, нишондоди шишаҳои мударраҷи 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 $1л = 1dm^3$ ва $1dm = 0,1m$ мебошад, пас,
 $1dm^3 = (0,1m)(0,1m)(0,1m) = 0,001m^3$

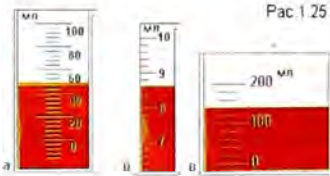
аст. Аз ин рӯ, ҳалли масъала шакли зайл мегирад:

$$5л = 0,005 m^3;$$

$$5л = 5 dm^3;$$

$$5л = 5000 cm^3.$$

Масъалаи 2. Обсарое (аква-

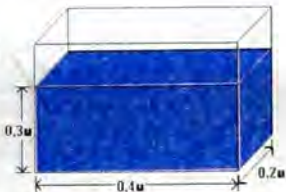


Рас.1.25

риум) ки дар рас.1.26 тасвир ёфтааст, то баъландии 0,3 м об дорад. Обсари чанд литр об дорад?

Ҳал. Аз расм фаҳмоест, ки об ҳаҷмеро шиғол кардааст бо дарозии $a = 0,4$ м, барии $b = 0,2$ м ва баъландии $h = 0,3$ м. Пас, ҳаҷми шиғолкардан об $V = abh$ ё ин ки

$V = 0,4 \text{ м} \cdot 0,2 \text{ м} \cdot 0,3 \text{ м} = 4 \text{ дм} \cdot 2 \text{ дм} \cdot 3 \text{ дм} = 24 \text{ дм}^3$
мебошад. Азбаски $1 \text{ дм}^3 = 1 \text{ л}$ аст, пас, обсари 24 л об дорад.



Рас.1.26.

II

Санҷиши ҳаҷми ҷисмҳои сахт. Гуфтем, ки моеъ агар дар зарф рехта шавад, онро аз поён сӯи боло пур мекунад. Ҷисмҳои сахт ин гуна ҳосият надоранд – онҳо шоранда нестанд. Дар сурати шакли ҷандасии дуруст доштани ҷисми сахт ҳаҷми онро, чунонки медонед, муъайян кардан душвор нест.

Вале агар ҷисм монанди ангуштарини, пиёла, санг, тухм, кӯза ё тоҷи шоҳи шакли ҷандасии мураккаб дошта бошад, ҳаҷми онро чӣ тавр муъайян кардан меояд? Дар ин гуна мавридҳо зарфи мударраҷ корро осон мекунад.

Барои ба воситаи зарфи мударраҷ муъайян кардани ҳаҷми ҷисми нодурустшакл (рас.1.27.а) дар зарф об микдор об мезананд, ки агар ҷисм дар он андохта шавад, тамоман бигӯзад.

Бигзор, ҳаҷми ин об V_1 бошад (рас.1.27.б). Баъд, ҷисм, чунончи, ягон тухмо ба воситаи риштаи борик дар об меандозанд – дар натиҷаи дар об ғусидани ҷисм сатҳи об боло мебарояд ва акнун ҳаҷми умумии ҷисму об баробари V_2 мешавад (рас.1.27.в).

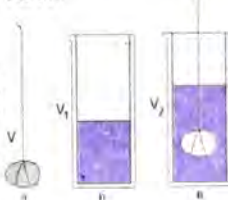
Пас, ба шарҳу баён бояд фаҳмо бошад, ки ҳаҷми ҷисм ин қадар аст:

$$V = V_2 - V_1.$$

Мисол. Зарфи мударраҷ 50 мл об дошт. Вақте ки санг дар он андохтаанд, об боло баромад ва дар ростии нишонан 90 мл қарор гирифт. Ҳаҷми сангро ёбед.

Ҳал. Азбаски ҳаҷми об $V_1 = 50$ мл буд ва баъди дар об андохтани санг $V_2 = 90$

Рас.1.27

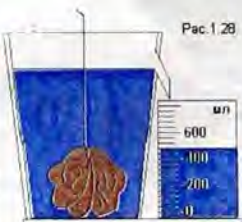


мл шуд, пас, ҳаҷми санг V ба фарқи ҳаҷмҳо, яъне ба $V_2 - V_1$ баробар аст:

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

Масъала. Бинед, ки дар рас. 1.28 чӣ тасвир ёфтааст? Ин расмро чӣ тавр "хондан" мебояд?

Ҳал. Ин ҷо тарзи дигари санҷиши ҳаҷми ҷисмҳои нодурустшакл тасвир ёфтааст. Ин тарз он гоҳ истифода



Рас. 1.28

да мешавад, ки ҷисми санҷидани бузург бошад ва дар зарфи мударраҷ нагунҷад. Дар ин маврид аввал зарфи калонро то ростии ҷумак пур (лабрез)-и об мекунад. Баъд зарфи мударраҷи холиро дар зери ҷумак гузошта, ҷисми санҷиданиро дар он об меандозанд — дар натиҷа оби баробар ба ҳаҷми ҷисм аз зарфи бузург ба воситаи ҷумак ба зарфи мударраҷ мерезад. Ҳаҷми ин об ҳаҷми ҷисмро ифода мекунад. Дар мисоли мо, чунонки аз расм аён аст, зарфи мударраҷ 480 мл об дорад. Пас, ҳаҷми ҷисм 480 см^3 будааст.

? 1.1 см^3 миллионяки м^3 аст. Инро чӣ тавр сабт кардан мебояд?
1 мм^3 чандяки 1м^3 аст?

2. Воҳидҳои каратии *литр* ва ҳисса-воҳидҳои он — *килолитр* (кл), *ҳектолитр* (хл), *десилитр* (дл), *декалитр* (дал), *сантитр* (сл) ва бо литр (л) чӣ таносуб доранд?

3. Чӣ зарурат бар ин аст, ки ресмони дар санҷиши ҳаҷми ҷисмҳои моеъ корбастишаванда (чун ресмони дар рас.1.27 истифодашуда) бисёр борик бошад?

4. Санҷиши ҳаҷми ҷисмҳои дурустшакл аз санҷиши ҷисмҳои нодурустшакл чӣ фарқ дорад?

Машқ

1. Ҳаҷми умумии ҷисмери ёбед, ки дар рас.1.29 тасвир ёфтааст. Андозаҳои худатон интиҳоб кунед. Шумо агар ин ҷисмро ба се ҷисми ҳаҷмасив дурустшакл тақсим кардаӣ шавед, барои муъайян кардани ҳаҷми пурра бояд камаш 9 дарозиро чен кунед.



Рас.1.29.

Расмро муойина карда, гуед, ки оё ҳамагӣ бо ҷаҳор санҷиши дарозӣ ҳаҷми пурраро муъайян кардан илҷҳ вадорад?

2. Агар шумо ба василаи зарфи мударраҷ ҳаҷми ҷисмери муъайян кардаӣ шавед, ки "ба ихтиёри худ" дар об ба пуррагӣ фуру наравад (рас.1.30), чӣ мебояд кард? (Ресмони борик ин ҷо кор намеояд). Илҷҳ ҷист?

3. Оё шумо медонед, ки ҳаҷми кура ва ҳар гуна ҷизи кураӣ V бо радиуси он R чунин алоқаманд аст:

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

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



Рас. 1.30

§1.17. Масса (чирм) ва санҷиши он

1

Масса аз ҷумлаи бузургҳои физикии маъмултарин аст, ба он маъни, ки ҳосиятҳои ҷозибавии ҷисмҳоро “идора” мекунад ва меёри «таъсирнопазирӣ» (меёри бефаъолияти)и онҳо буда, монанди вақту фазо дар саросари физика истифода мешавад. Ҳеч чиз бе масса нест. 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 начандон осон аст, ки менамояд. Ҳатто олими маъруф И.Нйутон массаро аз ночорӣ “миқдори модда” гуфтааст¹. Ин таъриф, умуман, чандон фаҳмо набошад ҳам, дар замони Нйутон назар ба “масса” рушантар менамуд ва барои навомӯзони физика (таъкид мекунем: барои навомӯзон!) ҳоло ҳам рушантар менамояд. Аз ин рӯ, биёед, дар заминаи гуфтаи Нйутон пеш аз ҳама бубинем, ки масса ӯ хусусияти массадорин ҷисмҳо дар ҷи зоҳир мегардад.

Азбаски ҷисмҳо аз ин ӯ он “миқдори модда” иборатанд, онҳо ин ӯ он миқдор масса доранд; масса ки дошта бошанд, сӯи Замин кашада (ҷазб) мешаванд—инро шумо аз он ҷо медонед, ки ҳар чизи аз кавори миз ӯ аз дасти шумо раҳшуда поён меафтад, монанди себе, ки аз шохи дарахт ба пеши пой Нйутон афтада, ба қавле боиси кашф шудани мавҷудияти ҷозибави Замин (ва қонуни ҷозибави) гардида буд.

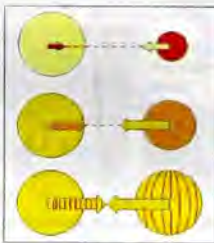
Пас, Замин ҳосияти ҷисмҷазбкунандагӣ, яъне *ҷозибави* дорад.

Ҷисмҳои дигар ҳам монанди Замин, яке камтар, дигаре бештар қудрати ҷазб кардан (ҷозибави) доранд. Аммо азбаски

¹)Дар замони ҳозира иборати “миқдори модда” маънои нави гирифтааст, он тавр ки ду ҷисми гуногунҷис метавонанд “миқдори модда”и якхела (яъне адади якхелаи зарраҳо), вале массави гуногун дошта бошанд. Ба гуфти дигар, дар замони мо бар хилофи даврони Нйутон мафҳуми “миқдори модда” ҳаммазани “чирм” (ҳаммазани “масса”) нест. (Аз ин хусус дар китоби “Физика, 10” сухан хоҳад рафт).

чисмҳо назар ба Замин “миқдори модда” кам доранд, пас... Чӣ? Чӣ хулоса бармеояд аз ин ҷо? аз рас.1.31 чӣ?

Чозибпа падидаест, ки дар он хосияти чирмдорӣ (хосияти массадорӣ)-и чисмҳо зоҳир мегардад: ҳар қадаре ки массаи чисм (“миқдори моддаи” чисм) зиёд бошад, он чисм ба Замин ҳамон қадар сахттар ҷазб мешавад. Дар бозор гоҳи бо тарозу баркашидани чизҳои гу-



Рас.1.31.

ногун ҳамин хосияти чисмҳо истифода мешавад. Чирм (масса)-и зиёд чозибпаи зиёд дорад – ин аз ҳамон рас.1.31 аён аст (тирчаҳо дараҷаи зурри чозибпа ро ифода мекунанд).

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

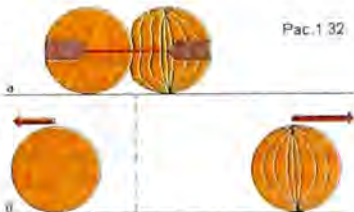
Ҳамтаъсирот дар баробари чозибпа падидаи дигарест, ки дар он хосияти чирмдорӣ (хосияти массадорӣ)-и чисмҳо зоҳир мегардад.

Хуб, чӣ чизҳову рӯйдодҳоро муойина кунем \bar{F} , хубаш, чӣ таҷриба кунем, ки буд (мавҷудият)-и массаи чисмҳо 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). Баъд агар риштаеро, ки ҳарду сари тасма бо он баста шудааст, сӯзонем, мебинем, ки кура ва тӯбча аз якдигар дур мешаванд – ин натиҷаи ҳамтаъсиrotи онҳост.

Муҳимтарин чизе дар ин таҷриба, ки дар мулоҳизоти мо чун замина хидмат мекунад, ин аст: *кура назар ба тубча дар ҳамон як муддати вақт роҳи хеле кӯтохро мепаймояд* — ин аз рас.1.32, б



Рас.1.32

аён аст. Пас, фаҳмост, ки кура дар ин маврид оҳистатар ҳаракат кардааст. Ин бесабаб нест. Гап дар он аст, ки *кура назар ба тубча массаи бештар дорад ва, бино бар ин, онро ба ҳаракат даровардан душвортар аст*. Ба гуфти дигар, дар ин сурат чисме, ки массаи бештар дорад (кура), ҳолати оромиши худро саҳттар нигоҳ доштан «меҳоҳад», яъне ба таъсири беруна бештар муқобилат кардани мешавад.

Хуб, агар ҳамон кураву тубчаи мисолшуда на қарор, балки дар ҳоли ҳаракат бошанд, чӣ? Дар ин маврид массаи зиёд ӣ кам доштани чисмҳо дар чӣ зоҳир мегардад?

Биёед, ба рас.1.33 зехн монем. Ин ҷо кура ва тубча дар рӯи аробачае тасвир ёфтаанд, ки он баъди лаҳзае ба садди сари роҳи худ расида, якбора меистад (тормоз меҳӯрад). Он гоҳ ҳолати ачибе рӯй медиҳад: кура ва тубча, ки ҳамроҳи ароба дарҳаракат буданд, гоҳи тормоз хӯрдани аробача ҳаракати худро сӯи пеш, яъне ба самти рафти аробача идома медиҳанд. Идома ёфтани ҳаракати чисми тормозхӯрда ҳеҷ ҷойи ҳайрон шудан надорад — инро шумо аз давиданхову якбора истоданҳо ва лағжиданҳои худ медонед.

Нағичаи ҳайратангез ин аст, ки дар ин сурат, бар хилофи таҷрибаи аввал чисмҳо бо ҳамон шасте, ки хангоми ҳаракат "ба даст овардаанд", монанди мошини тормозхӯрда ҳаракати худро давом додани, яъне ҳолати дарҳаракат будани худро нигоҳ доштани мешаванд. Фаҳмост, ки дар ин маврид чисми пурчирмтар (пурмассатар) шасте зиёдтар дорад.

Акнун, биёед, он чиро, ки дар бораи ҳозирба 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 ноҳоҳам" (яъне оҳиста-оҳиста) ба ҳаракат мебароянд*, яъне

тезвондани ҳаракати чисм вақт меҳоҳад.

Ин хосияти таъсиринопазири, яъне хосияти ба таъсири беруна муқобилаткунандагии чисмхоро *бефаъолияти* (*ё шаст*) меноманд. Ҳар қадаре ки массаи чисм зиёдтар бошад, онро ба ҳаракат даровардан ё агар чисм дарҳаракат бошад, онро аз ҳаракат боздоштан ҳамон қадар мушқилтар аст. Ҳамин аст, ки мегӯянд: масса меъёри бефаъолиятии чисм ё (дар мавриди дарҳаракат будани чисм) меъёри *шаст* ҳаракати чисм аст¹.

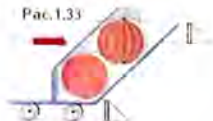
Мо дидем, ки мавҷудияти массаи чисмҳо *ҳам дар падидаи ҷозиба зоҳир мегардаду ҳам дар таъсири мутақобил*.

“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 зухуроти таъсири мутақобил аст. Чудо-чудо муойина кардани ин ду мафҳум аз он рӯ зарур аст, ки онҳо чихатҳои қадре гуногуни таъсири мутақобили чисмхоро инъикос мекунанд. Ин чихатхоро ба воситаи масса ва массаҳо ба воситаи ҳамин чихатҳо дарк кардан осонтар аст.

Массаи чисм чизест, ки дар ҳама навъҳои таъсири мутақобил (ба ҷуз ҷозиба) тағйироти суръат, вале дар мавридҳои алоқаманд бо ҷозиба ҳам тағйироти суръат ва ҳам дараҷаи эҳсии таъсири мутақобилро тағйир 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 чисм мегардад, *массаи шаст* гуфтан ҷойиз аст.

Ш

Санҷиши массаи чисмҳо. Воҳиди масса. Пеш аз он ки дар бораи санҷиши масса сухан ронем, бояд бидонем, ки массаи чисмхоро ҷӣ тавр муқоиса мекунанд. Дар навбати худ, муқоисаи массаҳо бе дониستاني воҳиди масса сахех намеояд.



Рас. 1.33

¹) Аз ин хусус дар банди *Бефаъолияти* (“*Иверсия*”) муфассалтар сухан меравал (виг. огози боби IV). Дар китобҳои ҳозира мафҳуми “бефаъолияти”-ро бо калмаи “инертиқия” баён кардаанд, ки беъъинист.

Ба сифати воҳиди масса, чунонки гуфтем, массаи цилиндр (устувона)-и иборат аз хулаи платинагӣ-иридийие пазируфта шудааст, ки қутр ва баландиаш 39-миллиметрианд. Ин ҷисм намуна ё худ *пешмуна* (прототип)-и байналмилалӣ *килограм* ном дорад. Ин цилиндр массаи баробар ба массаи 1дм³-и оби тоза (дар ҳарорати 4 °С) дорад. Овро бо кг (ҳарфҳои хурд) ишорат мекунад. (Дар омади гап бояд бигӯем, ки аввалҳо ба сифати воҳиди масса массаи ҳамин 1дм³ оби тоза қабул шуда буд, вале ба сабаби наҷандон сахех будан аз байн рафт).

Воҳидҳои ҳосилавии килограм — *грам* (ё гирум; ишораташ г), *миллиграм* (мг), *микrogram* (мкг) ва ғ. бо килограм (кг) чунин алоқамандӣ доранд:

$$1\text{кг} = 10^3\text{г},$$

$$1\text{г} = 10^{-3}\text{кг},$$

$$1\text{г} = 10^3\text{мг},$$

$$1\text{мг} = 10^{-3}\text{г},$$

$$1\text{мкг} = 10^{-6}\text{г} \text{ ва ғ.}$$

Ба ҷумлаи воҳидҳои масса *сентнер* (сн) ва *тон* (т) ном воҳидҳо низ дохиланд.

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

Акнун — дар бораи муқоисаи қадими массаи ҷисмҳо. Содатарин тарзи муқоисаи массаи ҷисмҳо барқашидани онҳо ба воситаи *тарозуи* шохиндор аст. Ду ҷисми қиёшавандаро дар паллаҳои тарозу гузошта, мебинанд, ки паллаҳо дар қӣ вазъ қарор мегиранд. Ҷисме вазнинтар аст, ки массааш бештар бошад (паллаи дорон ин гуна ҷисм поёнтар қарор мегирад). Аммо агар паллаҳо дар баландии якхела қарор гиранд (ё, ҷи хеле ки меғуянд, тарозу шаванд), пас, бидонед, ки ҷисмҳои дар рӯи онҳо гузошташуда массаи баробар доранд.

Тарозуҳо, вобаста ба он ки дар кучо истифода мешаванд, сохти гуногун доранд: *мақтабӣ*, *фанарӣ* (*пружинӣ*), *шохиндор*, *таҳлилий*, *техникӣ* ва ғ. Баъзе тарозуҳо он қадар ҳассосанд, ки ҷунбиши андаки ҳавои аз ҷунбиши дасти шумо рухдодаро “ҳис” мекунад. Фаҳмост, ки бо ин гуна тарозу (*тарозуи таҳлилий* ном дорад) массаҳои хеле камро низ чен қардан муяссар мегардад.

Тарозуҳои ҳам ҳастанд, ки бо онҳо ҷуволӣ ғалла, трактор ва ҳатто вағони пурборро барқашидан мумкин аст.



1. Сабаб чист, ки мошини қарор, агар ба роҳ дарояд, суръати худро якбора зиёд карда наметавонад?
2. Мошини равоиро якбора қарор додан илоч надорад. Шумо сабаби ипро дар чӣ мебинед?
3. Чарост, ки одами давон гоҳи аз ягон чиз пешро хурдан сӯи пеш меафтад (ё, чӣ хеле ки мегӯянд, каладав меравад), на сӯи ақиб?
4. Чарост, ки дар рӯи замини сахт

роҳ гаштан осон аст, вале рӯи рег роҳ рафтан бо душвории зиёд муяссар мегардад?

5. Аз рӯи заврақи хурд ба соҳил ҷастан осон аст ё аз рӯи заврақи бузург?
6. Тарозу чист? Массая ҷисмро “тарозу кардан” чӣ мазмун дорад?
7. Гоҳи бо тарозуи мактабӣ муъайян кардани массаи ҷисмҳо натиҷаҳои ҳосилкардаи шумо чӣ қадар носоҳеҳ буда метавонанд?

Машқ

1. Ягон санг, китоб, қалам ё донаи наскро бо дастӣ худ, чӣ хеле ки мегӯянд, вазн карда-вазн карда, бинед, ки чандгиромиванд. Баъд он донаҳоро бо тарозу баркашида, тахминҳои худро бисанҷед.
2. Оё шумо метавонед, ки массаи ҳама сокинони рӯи Заминро тахминан баҳодод кунед? Массая як одамро ҳамчун массаи худ гиред.
3. Фарз кунем, ки шумо дар лаби куля бузург як заврақи калон, як фили аҳл ва як тарозуи дастӣ (он ки то 10 кг борро баркашида метаво-

над) дошта бошед. Оё шумо метавонед бигӯед, ки массаи филро чӣ тавр муъайян кардан мумкин аст?

4. (барои ҷавонони физикадуст). Мо дар поварақи саҳ. 57 гуфтем, ки дар замони ҳозира мафҳуми “миклори модда” маънои нав гирифтааст ва (бар хилофи таърифи Нютон, ки *масса* ва *миклори моддаро* айни яқдигар мепиндошт) ҳамвазни “*масса*” нест. Ипро чӣ тавр фаҳмидан мебояд?

Хуб мебуд, ки шарҳи хатти тайёр кунед.

§1.18. Зичии модда

I

Ҳамин тариқ, чунонки дар банди гузашта дидем, массаи ҷисмҳоро ба воситаи тарозу санҷидан мушқил нест. Моддаҳои гуногунанд — об, ҳаво, пахта, оҳан ва ғ. Ҷисмҳои иборат аз моддаҳои гуногун, агар ба ҳаҷми баробар, чунончи ба қадри 1см^3 гирифта шуда, ба воситаи тарозу санҷида шаванд, аз ҷиҳати масса аз ҳамдигар фарқ мекунанд: 1см^3 оби тоза мас-

саи 1г дораду 1см³ сурб массаи 11,3 г ва г.

Аз тарафи дигар, агар мо ҳаҷми 1т (тон) яхро бо 1т сурб муқоиса кунем, мебинем, ки 1т ях ҳаҷми 1,1м³ дораду 1т сурб – ҳамагӣ 0,09м³, яъне 1т ях ҳаҷмеро ишғол мекунад, ки он назар ба ҳаҷми 1т сурб тақрибан 12,5 бор зиёд аст (рас.1.35). Кадоми ин ҳисмҳо пурмассагар (пурчирмтар) аст, яъне массаи бештар дорад?

Посух ин аст: Ҳарду ҳисме, ки дар рас.1.35 тасвир шудаанд, бо вучуди гуногунҳаҷм будан массаи баробар доранд; аммо аз ҳисмҳои дар рас.1.34 тасвиршуда, ки ҳаҷмҳои онҳо ҳамчунанд, тилло массадоғтар (чирмдоғтар) аст.

Агар ҳисмҳои қиёшаванда гуногунҳаҷму гуногуншакл бошанд, яъне ҳаҷми нобаробар дошта бошанд, массаи онҳоро чӣ тавр муқоиса кардан меояд?

Барои он ки ин гуна муқоиса осон бошад, ҳаҷми ҳисро бо массаи он алоқаманд гардонидан зарур аст. Хуб мекӯяд, ки ин гуна алоқамандӣ шакли формулаи риёзии дошта бошад, то ки ҳисобкутоб осон шавад.

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

$$\text{Зичӣ} = \frac{\text{Масса (чирм)}}{\text{Ҳаҷм}} \quad \text{ё ба воситаи } \rho \text{ (зичӣ), } \rho = \frac{m}{V},$$

m(чирм, масса) ва V(ҳаҷм)

яъне зичии моддаи ҳар гуна ҳисм ба нисбати массаи ҳисм ба ҳаҷми он баробар аст.

Азбаски дар *Манзуман байналмилалӣ воҳидҳо* (SI) воҳиди масса кг асту воҳиди ҳаҷм – м³, пас, воҳиди зичӣ кг/м³ мешавад ва *килограмм бар муқабметр* хонда мешавад. Мо зичии



чи баъзе моддаҳо дар рӯи даруни муқоваи китоб овардаем.



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

Долаҳо:

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

Ҳал. Аввал бояд ба ёд биёрем, ки ҳаҷми ҳисми аз ҷиҳати ҳандасӣ дурустшакл ба ҳосили зарби ҳарсе андозаҳои он (abc) баробар аст, яъне

$$V = abc.$$

Пас, моддаи хиштча ин қадар зичӣ дорад:

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

Ақнуи муъайян қардан лозим аст, ки моддаи хиштча аз чист. Зичии ҳосилшуда – $2,7 \text{ г/см}^3$ дар ҷадвали зичиҳо ҳосил ду модда аст – мармар ва алюмин. Аммо хиштчаи мисолшуда филизи, яъне алюминий аст. (Поёни ҳал).

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

Масъала. Зичии санги мармар 2700 кг/м^3 аст. Опро бо г/см^3 ифода кунед.

Ҳал. Аз рӯи талаби масъала кг -ро ба г ва м^3 -ро ба см^3 мегардонем: $1 \text{ кг} = 1000 \text{ г}$, $1 \text{ м}^3 = (100 \text{ см})^3 = 1\,000\,000 \text{ см}^3$. 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 г/см^3 ифода қардани зичии бо кг/м^3 ифодашуда натиҷаро ба 10^3 тақсим қардан кофист. (Ниг. Ҷадвали зичиҳо: зичиҳои, ки дар сутуни г/см^3 омадаанд, дар натиҷа ба 10^3 тақсим қардани зичиҳои сутуни кг/м^3 ҳосил шудаанд).

Масъалаи баргардиши г/см^3 -ро ба кг/м^3 худатон мустиқлона ҳал кунед.

Таъкид. Агар дар шартҳои масъала ҳаҷми ҳисм бо мукабаб-сантиметрҳо омада бошад, зичиро на бо *килограмм бар мукабабметр* (кг/м^3), балки бо *гиром бар мукабабсантиметр* (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 (МБВ, яъне SI ё СГС) ифода кардан мебошад.

II

Муъайян кардани зичӣ. Барои муъайян кардани зичӣ ду чиз – *масса* ва *ҳаҷми* ҳисро доништан зарур аст. Ҳосили тақсими массаи ҳисм m бар ҳаҷми он V , яъне m/V , чунонки дар боло гуфтем, зичии ҳисро ифода мекунад.

Ҳаргиз шарт нест, ки барои муъайян кардани зичӣ ҳисмҳои шаклан дурустро ба кор барем. Ба ин мақсад ҳар гуна ҳисми нодурустшакл – санг, пораи шиша, мурӯд ва ғ.-ро низ истифода кардан мумкин аст, ба шарте ки тарзҳои муъайян кардани ҳаҷми ин навъ ҳисмҳо (мавзӯи “Санҷиши ҳаҷм”) аз ёди шумо нарафта бошад.

Массаро бошад, ба воситаи тарозу чен кардан мумкин аст.

Масъалаи 1. Зичии зарраи зарро ёбед, ки ҳаҷми 1 мм^3 ва массаи $0,0193 \text{ г}$ дорад.

Додаҳо:

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

Ҳал. Биёед, додаҳои масъаларо бо воҳидҳои Манзумаи байналмилалии (SI) ифода кунем.

Дар ин манзума воҳиди ҳаҷм 1 м^3 асту воҳиди масса – 1 кг . Азбаски дар калимаи *миллиметр* чузъи “милли-” маънои “ҳазоряк-” 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:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,0000193 \text{ кг}}{0,000000001 \text{ м}^3} = 19\,300 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3},$$

яъне зичии модда (дар нисоли мо зар – тилло)-ро аз рӯи як пораи ҳурди он низ ёфтан мумкин аст.

Масъалаи 2. Зичии ҷисмеро ёбед, ки массаи 181,3 г дорад ва андозаҳои ҳаҷми андозаҳои гуғирланд: 5,0 см; 3,7 см ва 1,4 см.

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

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

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

Массаи ҷисм дар шартҳои масъала омадааст. Бино бар ин, барои муъайян кардани зичии ҳаҷми ҷисмеро ёфтани зарур аст. Ҳаҷми ҷисм, чунонки медонед, ба ҳосили зарби ҳар се андозаи он баробар аст: $V = abc$. Пас, зичии ҷисм 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 ҷисм ҷуянист, зеро зичии баробар ба зичии ҷуян дорад.

Масъалаи 3. Чунонки дар масъалаи 2 дидем, зичии ҷуян $7,0 \text{ г/см}^3$ будааст, яъне 1см^3 -и ин модда массаи 7,0 г доштааст. Ин патиҷаро бо кг/м^3 (килограмм бар мукабабметр) ифода кунед

Ҳал. Ҳалли ин масъала ба масъалаи 1 монанд аст. Як гиром ҳазоряки кг, яъне $1\text{г} = 0,001\text{кг}$ аст. Ҳаҷми 1см садаки 1м -ро таъкил 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 ҷуянро бо 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 1м^3 -и ҷуян массаи 7000 кг дорад.

? 1. Мафҳуми “зичии модда” чӣ маъниро ифода мекунад? (Бори дигар мулоҳиза кунед шарҳеро, ки мо дар борави мафҳуми “миқдори модда” дар повараки сах. 57 оварда будем).
2. Зичиро бо чӣ гуна воҳидҳо ифода мекунам?

3. Воҳиди зичии (кг/м^3) воҳиди асосӣ аст ё воҳиди ҳосилавӣ?
4. Зичии моддаи алюминий 2700 кг/м^3 аст – ин чӣ маъний дорад?
5. Зичиро маъмулан чӣ тавр муъайян мекунам? Оё шумо ин корро дар мисоли ягон ҷизи одӣ анҷом дода метавонед?

Машқ

1. Зичи моддаро на таъхо бо килограм бар мукаъабметр ($\text{кг}/\text{м}^3$) ва гиром бар мукаъабсантиметр ($\text{г}/\text{см}^3$), балии ивч. бо тон бар мукаъабметр ($\text{т}/\text{м}^3$) ифода мекунамд. Ин се вохидро бо ҳамдигар алоқаманд гардонед.
2. Зичи хишти хокиеро ёбед, ки массаи 3,5 кг дорад ва андозаҳои (бо см) 24,5 x 12,0 x 6,6 аст.
3. Массаи ҳавоеро ёбед, ки ҳояи хоби шуморо лур кардааст. Зичи ҳаворо 1,29 $\text{кг}/\text{м}^3$ гиред.

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

Дар сурати маълум будани ҳаҷми ҷисм ва зичии моддае, ки ҷисм аз он "сохта шудааст", массаи ҷисмро бе тарозу (барнокашида) ҳам муъайян кардан мумкин аст. Мисол, мо метавонем массаи тахтачаро бо роҳи ҳисобукитоб ёбем, ки он аз ҷуби булут ба андозаҳои 25x20x2 (бо см) бурида шудааст. Барои ин аввал ҳаҷми тахтачаро меёбем:

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

Ақнун аз ҷадвали зичихо (инг. рӯи дарунии иҷоваи китобро) мебинем, ки ҷуби булут зичии 0,8 $\text{г}/\text{см}^3$ дорад. Ин рақам он гуна маъний дорад, ки массаи ҳар як см^3 -и булут 0,8г аст. Тахтача ҳаҷми 1000 см^3 дорад. Модом ки ҳар см^3 -и он 0,8г бошад, пас, барои ёфтани массаи умумии тахтача ҳаҷмин 1000-ро бо 0,8 зарб задан лозим аст, яъне

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

Пас, барои аз рӯи зичии ҷисм ва ҳаҷми он ёфтани массаи ҷисм ш зичӣ ρ ва ҳаҷм V -ро зарб задан зарур аст:

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

ё ки

$$m = \rho V$$

Мисли ҳаҷмин, агар ҷисми муъайянзичӣ баркашида шуда бошад, яъне агар зичӣ ва массаи ҷисм маълум бошанд, ҳаҷми онро муъайян кардан осон аст. Барои ин массаи ҷисм ш-ро ба зичии он ρ тақсим кардан мебояд:

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

Масъалаи 1. Ҳаҷми маҳзани, ки дар рӯи мошини боркаш ҷонгир аст, бояд чӣ қадар бошад, ки $m = 9,6 \text{ т}$ нафтро гунҷонад? Зичии нафтро ив қадар гиред:

$$\rho = 800 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Ҳали масъала сода аст. Аввал воҳидҳоро ҳамшакл мегардонем. Барои ин массаи нафтро бо кг ифода кардан кофист:
 $9,6 \text{ т} = 9600 \text{ кг}$.

Баъд қиматҳои ρ ва m -ро дар формулаи охир мегузорем:

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

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

Ҳал. Зичии бензин $\rho = 710 \text{ кг/м}^3$ аст. Пас, додаҳо бояд чунин биёрем:

$$V = 12 \text{ м}^3, \quad \rho = 710 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}, \quad \left. \begin{array}{l} m = \rho V \\ m = ? \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{яъне ин масъала ба масъалаи ёфта-} \\ \text{ни масса аз рӯи қимати зичӣ ва ҳаҷм} \\ \text{бадал шуд. Ҳал:} \end{array}$$

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

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

• Масъалаи 3 (машқ). 10л об, 10л алқул (спирт) ва 10л бензин чикараи масса дорад?

Ҳал. Додаҳо барои ҳарсе модда чадвал мекунем:

Ҳаҷм V (л)	Об Алқул Бензин		
		10	10
Зичӣ (кг/м^3)	1000	800	710
Масса m_0 (кг)	?	?	?

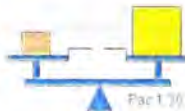
Ин ҷо ҳалро танҳо барои об меорем. Аввал воҳидҳоро ҳамшакл мегардонем. Азбаски $1 \text{ л} = 1 \text{ дм}^3$ аст, пас, бояд ё м^3 -ро ба дм^3 ё, баръакс, дм^3 -ро ба м^3 ба-

дал кунем. Роҳи осон ин аст:

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

Он гоҳ ҳали 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, 10л об массаи 10кг дорад. Ҳамчунин, шумо мустақилона ёфта метавонед, ки 10л алқул 8кг асту 10л бензин — 7,1кг.

1. Массан чисмро аз рӯи зичӣ ва ҳаҷми он чӣ тавр меёбанд?
2. Ҳаҷми чисмро аз рӯи масса ва зичии он чӣ тавр меёбанд?
3. Зарфи сеvунилитра чайд килограм карасин мегуҷонад?

4. Дар паллаҳо (каффаҳо)-и тарозуе, ки дар рас.1.36 омадааст, ду чисм тасвир ёфтааст — яке хурд ва дигаре бузург ва онҳо яқдигарро муvозинат додаанд. Қадом чисм зичии бештар дорад?

§1.20. Санҷиши вақт

I

Агар пурсанд: *"Чист он, ки биноҳои ободро хароб гардонад, кӯҳҳои сардар-фалакро ба хок яқсон кунад, шохони абарқудратро ба қабри чоҳи таърих афканад?"*, биғу, ки...

Ку биғу, чист?

Агар пурсанд: *"Чист он, ки шумо, навомӯзони аҷибтарин илм — физикаро рафта-рафта дунёбин ва оламфаҳм гардонад?"*, биғу, ки... Чист?

Мо медонем, ки ту, ховандаи азиз, медонӣ, ки ин чист ва меғӯӣ: *"Вақт аст ин, вақт, ки ободхоро хароб мегардонад ва эҳё мекунад, нотаvонхоро абарқудрат мегардонад ва вожгун месозад, моро донову тавоно мегардонад, ба шарте, албатта, ки илмҳои табиъатшиносиро аз сари сидқ биомӯзем, забон биомӯзем, маънавияти худро харчи ганитар гардонем"*.

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

Олими амрикоӣ *Ричард Фейнман* (1918-88), ки соҳиби ба-ландтарин мукофоти илмӣ — ҷойизаи Нобел буд, гуфтааст:

Напурсед маро, ки вақт чист. Ин ба дараҷае мушқилот дорад, ки дар борааш ҳатто фикр рондан душвор аст.

Агар ба ин гуфтаҳову 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 падидаи табиъист. Вақт ба худии худ чун як чиз вучуд надорад ва берун аз чизҳову рӯйдодҳо, берун аз ҳаракату оромии чизҳо эҳсос шуда наметавонад.

Оре, эҳсоси вақт дар шуури мо дар заминаи мушоҳидаи тағйироте пайдо мешавад, ки дар олами атроф рӯй медиҳад.



Тангавии табиъат чӣ гуна?
Хуш дорон
Гунаҳат бедор ошм аз хушдор!

Оё шумо андеша кардаед, ки як мева хеле охиста 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 охиста бузург мешавад, то ки шуморо аз ле-ле-пе-пе карданҳову бозӣ доронданҳои ҳарӯза фориг гардонад. Аз сӯи дигар, падидахое имконпазиранд — мисли *барк*, ки муддати бисёр кӯтоҳ мепоянд. (Ибораи «*барквор гузашту рафт*» аз ҳамин ҷост)...

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

Илоҷ надорад! *На ба пулу мол, на бо лашкар!*

Яъне вақт ақиб намегардад, онро ақиб гардонидан имкон надорад. Ин бо он алоқаманд аст, ки рӯйдодҳои физикӣ сӯи 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*, *абдийят* ва ғ., ки ҳар якеи онҳо маъни, мавқеъ ва дарозии ба худ хос дорад. Бино бар ин, биёед, пеш аз ҳама ба ёд биёрем, ки ба сифати воҳиди вақт чӣ муддате пазируфта шудааст.

II

Воҳиди вақт. Бидонед, ки аз мафҳумҳои *ҳазорсола*, *аср*, *сол*, *моҳ*, *ҳафта*, *рӯз*, *соғат*, *дақиқа* ва *сония* фосилаи кӯтоҳтарин *сония* аст (ки бо *с* ишорат мешавад): 1с, 2с, 60с ва ғ.

Ҳам дар Манзумаи байналмилалӣ воҳидҳо (SI) ва ҳам дар Манзумаи воҳидҳои СГС ба сифати воҳиди вақт ҳамин *сония* қабул шудааст. Муддати 1с ба 9192631770 даври тобиш (даври нурафканӣ)-и мутобиқи гузариши байни ду ҳолати мӯъайяни атоми сезий-133 баробар аст, яъне муддати ҳамчени 9192631770 ларзиши атоми сезий-133 баробари 1с гирифта шудааст. Ин таъриф он гуна хубӣ дорад, ки ба тағйироти дарозии соли нучумӣ вобаста нест.

Пеш аз он ки дар бораи санҷиши фосилаҳои вақт суҳан ро-

нем, биёед, бинем, ки маъмултарин ченакҳои вақт — сол, шабонарӯз ё худ шаборӯз (шр), соғат (ст), дақиқа (дақ) ва сония (с) байни худ ҷи алоқамандя доранд:

1 сол = 365,25 шр (такрибан);

1 шр = 24ст;

1ст = 60 дақ;

1дақ = 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.

Ҳиссавахидҳои сония — *микросония* (мкс), *миллисония* (мс) ва ғ. низ истеъмоли мешаванд. (Ба ёд биёред, ки пешвазҳои *милли*, *микро*, *нано* ҷи маъни доштанд).

Шумо бояд бидонед, ки ҷаро 1 сол на ба адади томи рӯзҳо, балки ба 365 рӯзу боз ҷоряк рӯзи дигар баробар аст (шаборӯзро мухтасаран "рӯз" ҳам меноманд). Гап дар он аст, ки ҳанӯз дар ибтидои солшумории милоди сокинони қисмати ҷанубии Ироқ як солро (ба маънои як соли тақвими) иборат аз 360 шабонарӯз медонистанд, ки саҳеҳ набуд ва бино бар 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 намешуд. Ҳамин ва баъзе ҷихатҳои дигар буд, ки моҳҳоро 30 ё 31 рӯз, вале февралро 28 рӯз доданд.

Баъдтар рушан гашт, ки 365 рӯз ҳам барои ифода кардани дарозии соли тақвими (ё ба гуфти Абурайҳони Беруни — соли табиӣ) носоҳеҳ аст. Аз ин ру зарур омад, ки як рӯзро ҷор тақсим карда, дарозии як соли томо ба ҳаракати солиёнаи Офтоб мутобиқ созанд. Абурайҳони Беруни дар асари машҳури худ "Қитоб-ут-тафҳим" овардааст: "*Соли табиӣ иборат аст аз он муддат, ки андар ӯ як бор гардиши гармо ва сармо ва кишту зех ба тамоми бувад... Ва андозан ӯ сесаду шасту панҷ рӯз аст ва қасри аз ҷаҳорияки рӯз камтар*". Микдори рӯзҳои солро Беруни с.1016-17 дар Гурганҷ муъайян кардааст. Адади кунунии рӯзҳои соли табиӣ — 365,25 рӯз аз гуфти Беруни фарқ надорад.

Аммо ҳозирҳо адади рӯзҳои сол, чунонки мегӯянд, қасри нест: ҳамон ҷаҳориякрӯзихоро аз с.1584 ба ин су 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 қабиса*

ва тақвими дар заминаи он эҷодшударо *тақвими григория* мегӯянд (ба исми бобои калисои католикии Рум Григории XIII, ки с.1582 амр бар ислоҳи тақвим кардааст).

Ш

Соъат (мутолиъан озад). Оё шумо аз дарсҳои табиъатшиносии ва мавзӯҳои то ин дам мутолиъашудаи ин китоб медонед, ки сайёраи мо — Замин гирди Офтоб гардиш мекунад ва ин гардиш пас аз ҳар 365шр 5ст 48дақ 46с (ё саҳеҳтараш $31556926,9747с = 1\text{сол}$) тақрор меёбад. Метавон гуфт, ки манзумаи иборат аз Офтобу Замин ва гирди Офтоб гардиш ҳурдани Замин як навъ соъате аст, ки аз рӯи он шумори солҳои гузаштаре ба ҳисоб овардан мумкин аст.

Моҳ низ аз ҷиҳати нишон додани гузашти замон ва шумориши соли қамарӣ, ба гуфти Шамси Табрези, паймонаи умр аст. Ногуфта ҳам фаҳмоӣ, ки ин "соъатҳо" барои баён кардани даврони таърихӣ, даврони салтанати подшоҳон, замони зиндагонии одамон, синну сол ва м.ин. хеле созгоранд, вале барои ифода кардани муддати вақти ҳуру хоб, кор ва м.ин. муносиб нестанд. Дар ин мавридҳо

на сол, балки рӯзу соъату дақиқа мувофиқтаранд. Аз ин рӯ асбобе сохтаи лозим омад, ки асосан соъатшумор ва дақиқашумор бошад — ин гуна асбобро *соъат* ном доданд.

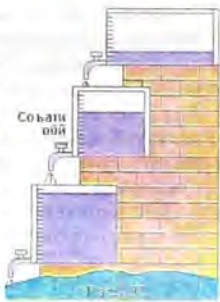
Нахустин соъатҳои соъатҳои офтобӣ буданд. Ду хели онҳо дар рас.1.37 тасвир ёфтааст. Аз рӯи ин сурат "қори" ҳам соъатҳои офтобӣ ва ҳам соъатҳои обиву регборро бе шарҳ фаҳмидан осон аст. Ҳамчунин, бояд фаҳмо бошад, ки ҳамаи ин соъатҳо чандон дақиқ нестанд — онҳо вақту соъатро бо саҳеҳияти танҳо то чанд дақиқа нишон медиҳанд. Муддати қори онҳо низ маҳдуд аст. Аз ин нигоҳ саҳеҳияти соъатҳои зиёд аст, ки ҷузъи асосии қори онҳо дар рас.1.38 тасвир



Соъати регбор



Соъати обӣ



Соъати обӣ

шудааст. Дар ин гуна соъат гашти чархи дандонадор— *чархи дангро* амали якҷояи санги 3 ва ованги 2 низом медиҳад: санг дар чархи данг овезон аст ва онро ҳамеша суи поён кашада медорад. Дар лаҳзаи аввали ба кор даровардани соъат овангро андак тақон додан зарур аст. Он гоҳ ованг мечунбад ва лангари бо худ ҳамбастаи 4-ро низ чунб медиҳад— дар натиҷа чархи данг муддати кӯтоҳе аз “чанголи” лангар озод шуда, аз кашаи санги соъат қадре гардиш мехӯрад— он гоҳ чархи данг дандони лангар ва якҷоя бо он овангро данг (тақон) медиҳад (вожа “чархи данг” аз ҳамин ҷост).

Баъди ин лаҳза дандони дигари лангар рӯрӯи сатҳи ду дандонаи чархи данг лағжида, дар назди нуқи он дармемонад; дар ин лаҳза ованг ақиб мегардад ва лангар лаҳзаи кӯтоҳе қарор гирифта, аз чархи данг зарб мехӯрад— дар натиҷа лангар аз “чанголи” чархи данг раҳо мешавад ва соъат “тик!” мегӯяд. Аз лаҳзаи ақиб гаштани ованг сар қарда, ҳаман ин амалҳо тақрор мешаванд ва соъат боз “тик!” мегӯяд. Фосилаи ду бор “тик!” гуфтани соъат муддати як чунби овангро ташкил медиҳад. Ҳамин тариқ, *тик-тики соъат шумори вақт аст!*

Як мисол. Муддати байни тиктиҳо (яъне як даври лапиш)-и соъати ованги 0,5 с аст. Ованги ин гуна соъат дар 3 дақ чалд лапиши мехӯрад?

Ҳал. Азбаски 3 дақ баробари 180 с аст, пас, фаҳмоист, ки

ованг дар ин муддат $180с/0,5с = 360$ бор лапиш мехӯрад. (Поёни ҳал).

Акнун бори дигар вазифаи санги соъати овангиро пешниҳод оварда, гӯед, ки оё ин гуна соъат дар шароити бевазнии, масалан, дар андаруни киштии кайҳоние, ки гирди Замин гардон аст, кор қарда метавонад?

Маънаи. Чӣ гуна соъат сохтаи меболя, ки дар шароити бевазнии вақтро дуруст нишон диҳад?

Ҳал. Соъати ованги дар шароити бевазнии “қор намекунад”. Сабаб ин аст, ки дар шароити бевазнии санги соъат низ мисли чизҳои дигар бевази мешавад ва чархи данги соъати овангдорро



Рас. 1.38.
0 мехвори гардиш
1 чархи лапиш
2-ованг,
3 санг (бор)
4 лангар.

дар ҳоли кашида (сӯи поён) нигоҳ дошта на-
метавонад. Чора чист? Илоч ку?

Фикр кунед. Илоч хаст. Ба чои санги со-
ъат 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 меди-



Рас.1.39

ҳад, аммо имкони кам дорад. Илочи дигар истифодаи фанар
(пружин)-и пулодини печида аст, ки ба меҳвари қутбии махсус
дар ҳоли кашида печонида шудааст ва вазифаи борсанги 3-и
рас.1.38-ро адо мекунад. Аз ин ҳисоб "раққосак" ном олати
соъат (рас.1.39) гоҳ як сӯ ва гоҳ сӯи дигар тоб хӯрда, гашти
соъатро низом мебахшад.

Баъдтар соъатҳое сохта шудаанд, ки дар онҳо ба сифати
манбаъи тақондиҳанда батареҷа ё чараёни барқ истифода
мешавад. Аммо соъатҳои механикии раққосакдор он гуна
бартарӣ доранд, ки бо девор, бо санги овезон ё бо манбаъи
барқ "побанд" нестанд ва дар тағи дарёву тори хаво тиктики
худро кардан мегиранд.

Сониясанҷ. Ин ҳам асбоби санҷиши вақт
аст. Шумо онро дар лабораторияи физика ё
дар дасти муъаллими варзиш дидаед. Сония-
санҷи 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.



Рас.1.40.

IV

Саҳеҳияти санҷиши вақт. (Мутолғая осод). Биёед, бинем, ки
кадом навъи соъат вақтро саҳеҳтар нишон медиҳад. Ба рас.1.
37 ва 1.38 зеҳн монед. Кадом соъат хубтар аст — соъати
регбор, соъати обл ё ягон соъати офтобӣ?

Посух ба он вобаста аст, ки мо дар кадом вақти шабу рӯз
кадом навъи соъатро ба кор мебарем ва чӣ гуна фосилаҳои
вақтро чен карданӣ ҳастем. Фосилаҳои чанддақиқаннаи
вақтро бо соъати регбор рӯзу шаб санҷидан мумкин аст, ҳол

он ки соъатҳои офтоби шабонаҳ ва рӯзҳои беофтоб кор намеоянд. Соъати оби шабу рӯз кор карда метавонад, вале оби истифодашудаи онро дам ба дам боло бароварда, ба маҳзани аввал рехтан мебояд — ин амалҳо саҳеҳияти сан ҷишро кам мекунад. Натиҷа ин мешавад, ки саҳеҳияти ин соъатҳо аз до-йираи як дақиқа берун мемонад. Аз ин нигоҳ соъати овангӣ хубтар аст.

Замоне ки соъатҳои раққосакдор пайдо шуданд, имкон фароҳам омад, ки вақтро бо саҳеҳияти то даҳяки сония ҷен кунад. Аммо саҳеҳияти 0,1с ҷавобгуи талаботи ҳаёти имрӯза нест. Ин ҷо мисоле овардан кофист: Дар мусобикаи давандагӣ доваронро гоҳо зарур меояд, ки варзишгари пирузро аз рӯи натиҷаҳои ба ҳам хеле наздик муъайян кунад. Ҷунончи, дар мавриди бо натиҷаҳои

10,097 с,

10,097 с,

10,098 с

паймуда шудани фосилаи 100м доварон, ҳарчанд ҷашми тез дошта бошанд ҳам, ғалат карда метавонанд, зеро ҷашми одам фосилаҳои вақтеро, ки аз якдигар ба қадри камтар аз 0,04 с фарқ дорад, ҷудо-ҷудо дида (ташхис карда) наметавонад. Дар ин мавридҳо соъате даркор аст, ки саҳеҳияти баробар ба ҳиссаҳои ҳазоряки сония (0,001 с) дошта бошад.

Хушбахтона, ин гуна имкони физикӣ вучуд дорад: соъатҳои сохта шудаанд бо номи *соъатҳои электронӣ, кварсӣ ва атомӣ*, ки дар онҳо ба ҷои ҷунбишҳои раққосак ё ованг ларзишҳои андарқварсӣ (ларзишҳои даруникварсӣ) ё ларзишҳои атомӣ истифода мешавад. Бо соъати атомӣ фосилаҳои вақтро бо саҳеҳияти то даҳтриллионяки сония (10^{-13} с) ва бо соъати кварсӣ бо саҳеҳияти то даҳмиллиардяки сония (10^{-10} с) ҷен кардан муяссар мегардад. Ин гуна соъатҳо дар муддати садҳо ва ҳазорҳо сол ба қадри *на бештар* аз 1с «ғалат мекунад». Ба гуфти дигар, соъати кварсӣ дар 1000 сол танҳо 1с пеш меравад ё ақиб мемонад. Соъати атомӣ бошад, садҳо бори дигар саҳеҳтар "кор мекунад".

Ба таъкид мегӯем, ки нишондоди соъат ба худии худ маъниё надорад: нишондоди соъат он гоҳ маъно мегирад, ки лаҳзаи аввали ҳисоби вақт маълум бошад, яъне, *танҳо фарқи*

ду иншондоди соъат маънии муъайян дорад ва замони байни ду рӯйдод чараёни вақтро ифода мекунад.

Вақт бузургии физикӣ яҷена аст, яъне барои ифода кардани он як тирӣ координатӣ кофист. Вақт аз замони гузашта сӯи замони оянда чараён дорад — ибро мо дар шакли рас.1.41 ифода кардаем.

Ҳамин тарик, дар кори ҳама навъҳои соъат ду ҷиҳат муҳим аст:

- 1) ба таври даврӣ тақрор шудани ҷунбиши ованг
ё ин ки раққосак, ларзиши атомҳо ва м.ин. ва
- 2) низоми муъайян доштани ин рӯйдодҳо.



<p>? 1. Оё шумо медонед, ки ҷи қадар вақтро “як сол” номидаанд? 1 сол чанд сония дорад?</p> <p>2. Шумо медонед, ки шаб чисту рӯз чист? Оё медонед, ки шабонарӯз (шаборӯз) чист?</p> <p>3. Моҳ гирди Замин дар 29,5 шр як бор давр мезанад — ин муддат <i>як моҳ</i> ном дорад. Пас, ҷарост, ки 30 рӯзро ҳам 1 моҳ мегӯянд? 31 ё 28 ва 29 рӯзро ҳам?</p> <p>4. Соъатҳои офтобӣ, обӣ ва регбор начандон дақиқанд. Сабаб чист?</p> <p>5. Оё соъати овангӣ дар шароити бевазӣ (мисол, дар андаруши киштии кайҳоние, ки гирди Замин</p>	<p>гардон аст) кор медиҳад?</p> <p>6. Ин гуфтаи Абдурахмони Қомӣ ҷи маъний дорад: <i>Гузашта ҷу мургест ҷаста зи дом, Аз ӯ нест дар дасти ту гаври ном, Ин гуфтаи Низомии Ганҷавӣ ҷи: “Дору паси марг кай кунад суд?”</i></p> <p>7. Оё шумо вақти ҳаррӯзаи худ, яъне ҳамон 24 соъатеро, ки ҳар шабонарӯз дар ихтиёр доред, дуруст истифода карда метавонед? Оё шумо сахархезӣ мекунед?</p> <p>8. Ба тасвири соъати деворие зеҳн монед, ки дар саҳ.69 омадааст. Оё шумо метавонед бигӯед, ки он тасвир ҷи галатҳо дорад?</p>
---	---

Машқ

1. Кори соъатро ба хубӣ фаҳм кунед, зеро ин ҷо фикрати бисёр донишварон ва чандин кашфиёти илмӣ истифода шудааст. Шумо
 - 1) бояд бифаҳмед, ки бори овезон, яъне ҳамон санги соъат аз як тақони андак чанд муддат ҷунбиш меҳӯрад. (Ибро худӣ шумо санҷида метавонед — барои ин бореро дар сари ресмони овезон баста, андак тақон диҳед ва ҷунбишапро мушоҳида кунед);
 - 2) бояд бифаҳмед, ки ин ҷунбиш ба дараҷаи тақон ва инчунин ба вазни бори сари ресмон вобастагӣ надорад;

3) ва агар тавонед, дарк бикунед, ки муддати як лашиши пурра кардани бори соъат бузургии дойимӣ аст (ин қонунро ханӯз с.1583 Г.Галилей кашф кардааст);

4) дарк бикунед, ки барои дойиман «кор кардани» соъат ованги ояро ҳамвора дағг (тақон) додан зарур аст ва асбобе, ки барои санҷиши вақт сохта мешавад, бояд «ӯҳдадорӣ» ҳамин дағг доданро бошад;

5) аз рӯи ин гуфтаҳо ба худосае бирасед, ки падидан ҷунбиши овангро барои муъайян кардани муддати рӯйдодӣ ҳодисаҳо, яъне барои санҷидани вақт ба кор бурдан имконназор аст. Дар оянда, вақте ки ҷон гап омад, шумо бо ин нуктаҳо пурратару амиқтар ошно мешавед.

2. Тасаввур кунед, ки вақтро ақиб гардондан имкон медошт. Он гоҳ шумо метавонистед, ки замон сомонӣро бо ҷаҳми худ бубинед ва поягузори давлати ояро (ҳеч набошад) наззора кунед;

ё ин ки бо қаҳрамони «Шоҳнома»-и Абулқосими Фирдавси Сиёвуши далер хокбозиву асптози кунед;

ё ин ки аз алломаҳои Машриқзамин Абурайҳони Берувию Абуъали Сино китоб ҷустан ва влм андӯхтан бимӯзед;

Аммо вақт, замон баргашт! НОпазир ва тақор! НОпазир аст. Оё шумо наметавонед, ки дар заминаи баррасии ин «сайри таърихӣ» омӯзиши бунёди влмҳои мактабиро дар солҳои ояндаи талабагии худ тавре ба роҳ монед, ки дар охири давраи мактабҳои «соз нахондам» гуфта пушаймон нашавед? Ояндасозӣ кунед.

3. Сониясанҷе гирифта, камубеш машқ кунед ва бинед, ки дар сурати бо оҳанги муъайян талаффуз кардани ҷа гуна калима ё ибора муддати 1 ё 2с мегузарад. Русҳо дар ин маврид *двадцат алия, двадцат два* мегӯянд инглисизабонҳо — *Миссияни вақ, Миссияни туу*. Шумо ҳам метавонед «Дониш бичӯй!», «Дониш бичӯй!» (ё ягон чизи дигар) гуфта, сонияшумора кунед. Ин гуна малака, масалан, хангоми иҷро кардани корҳои лабораторӣ ё гоҳи таҳминан баҳоод кардани муддати рӯйдодӣ раъду барқ кор меояд.



Боби II

§2.1. Молекулаҳо

Гуфти нахустин дар бораи он ки моддаҳо аз атомҳо таркиб ёфтаанд, чунонки дар боби 1 зикр шуд, ба хирадманди Юнони қадим Демокрит таъаллуқ дорад. Ба гуфти Демокрит ҳама чизҳои олам ва, аз ҷумла, *чаҳор унсур*— хок, об, ҳаво, оташ аз *атомҳо* таркиб ёфтаанд.

Агар порай бӯр, санг ё ягон чизи дигарро рӯи сандон гузошта, бо зарби пӯтк бишканем ва резаҳои онро низ бо ҳамин тарз ё ягон тарзи дигар шикастан гирем, дар охир зарраҳои ҳосил мекунем, ки «тақсими НОпазиранд». Демокрит маҳз ҳамин зарраҳои «дигар тақсиминошудани»-ро *атом* ном додааст. Вожаи юнонии *атомос* маънои *тақсиминопазир* (яъне *дигар тақсиминошаванда*) дорад.

Ақидаи Демокрит то охири а. 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 гашт. Аммо ин *атомҳо* акнун на онҳое буданд, ки Демокрит мепиндошт. Мафҳуми *атом* ҳоло НА ба маънои *зарраи тақсиминопазир*, балки ба маънои зарраи мураккаб фаҳмида мешавад, яъне атом зарраи сода набуда, аз ҷузъиёти назар ба худ хурдтар иборат аст. Хусусиятҳои атомҳо ба миқдор ва хосиятҳои ҳамин зарраҳо вобаста аст.

Ду ва ё зиёда атом бо ҳам пайваست шуда, *молекула* ном заррае ба вучуд меоранд, ки он хусусиятҳои кимиёии моддан иборат аз ин гуна молекулаҳоро дар худ таҷассум мекунад. Қалмаи юнонии *molecula* маънои «*массаи хурд*» дорад. Ду атоми ҳидроген бо ҳам пайваست шуда, як молекулаи ҳидроген



ба вучуд меоваранд, яъне молекулаи хидроген дуатома аст. Моддаи хидроген аз хамин 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 хидроген ташкил меёбад ва ғ.

Дар рас.2.1 сохти молекулаҳои хидроген, оксиген, об ва намаки ош тасвир шудааст. Ин ҷо Н атоми хидроген асту О- атоми оксиген, Na атоми натрий асту Cl- атоми хлор.

Молекулаҳоро ба атомҳои таркибдихандаи онҳо тақсим кардан (ё чи хеле ки мегӯянд, *чузъ-чузъ кардан*) мумкин аст. Ҳаво (ки онро *Ҷавви Замин* низ мегӯянд) аз молекулаҳои ду- атомаи нитроген N_2 (тақрибан 78%), оксиген O_2 (21%), атомҳои аргон Ar (0,9%) ва баъзе газҳои дигар таркиб ёфтааст.

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

Атомҳо андозае доранд тақрибан баробари 0,00000001см. Хурд будани андозаи атомҳоро аз он ҷо тасаввур кардан мумкин аст, ки дар ҳаҷми 1см^3 -и об (ки массаи 1г 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 ҳамчун бинои бузурге.

Барои рушани андохтан ба масъалаи андозаи молекулаҳо ду мисоли дигарро бинем:

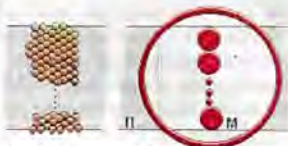
1.Чакраи рӯғани дар рӯи оби ором пахншуда шакли пардае мегирад, ки ғафсии он назар ба ғафсии муи одам қариб 40 000 бор кам аст. Вале ғафсии пардаи рӯған (дахмиллион-якӣ мм) ҳамчун андозаи чанд молекулаи рӯйхам чидашуда аст (рас.2.2).

2.Чанд боре, ки себи начандон бузург аз кураи Замин хурд бошад, молекула ҳам аз себ ҳамон қадар бор хурд аст.

Таҷрибаҳои сершумор хулосае дод, ки молекулаҳои ҳамон як навъи модда якхелаанд. Ҳар гуна моддаи ҳолис аз молекулаҳои якхелаи хоси ҳамон модда таркиб меёбад. Оби аз шарбати ягон мева ҷудошуда аз оби дар натиҷаи бугронӣ ҳосилшуда фарқе надорад, яъне онҳо аз ҳамон як навъи молекулаҳо иборатаанд. Вале молекулаҳои моддаҳои гуногун аз ҳамдигар фарқ мекунанд.



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 чӣ медонед?
5. Дар бораи андозаи молекулаҳо чӣ гуфташ мумкин аст?



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

§2.2. Шарҳи падидаҳои физикӣ дар заминаи сохти молекулии моддаҳо

Аввал натиҷаи чанд падидаи маъмулро бинем.

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

Падидаи 2. Сақои пулодин аз ҳалқае, ки кутр (диаметр)-и даруниаш ҳамчени кутри сақост, озодона мегузарад (рас.2.3, а). Вале ҳамоно сақо агар гарм карда шавад, дар ҳамоно ҳалқа дармемонад (рас.2.3, б). Ин чӣ сабаб дорад?

Падидаи 3. Сими оҳаниро ҳам кардан душвор аст. Аммо агар овро гарм кунем, ин кор осон мешавад. Сабаб чист?

Падидаи 4. Симҳои барқрасонӣ гоҳи тобистон халта мезананд, вале дар зимистон кашаида (таранг) мешаванд. Чаро?

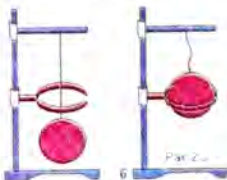
Падидаи 5. Агар туби волейболро фишорем, ҳаҷми он кам мешавад. Ин чӣ сабаб дорад?..

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

Вақте ки яхро гарм мекунем, мебинем, ки шакл ва ҳолати он ба қулӣ дигаргун мешавад. Сақои пулодин 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 ҳаво даруни туб гоҳи фишурдан хурд мешавад ва ғ.

Ин падидаҳо як ҷиҳати умумӣ доранд – дар онҳо *сохти дарунии модда аз таъсири беруна тағйир меёбад.*

Шарҳи ин падидаҳо дар заминае



Рас.2.3

осон аст, ки моддаҳо сохти атомӣ-молекулярӣ дошта бошанд. Гап дар он аст, ки молекулаҳои модда аз ҳамдигар дар фосилаҳои муъайян ҷой гирифтаанд ва дар мавриди тағйир ёфтани ин масофаҳо ҳаҷми ҷисм низ тағйир меёбад. Гоҳи гарм кардани ҷисм масофаҳои байнимолекулярӣ 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 инч. пурсише ба миён меояд, ки чаро ҷисмҳо дар назари мо яклухт менамоянд. Посух ин аст: молекулаҳои ҳама гуна ҷисм андозаи бағоят хурд доранд — ба ҳамин сабаб мо онҳоро на таҷҳҳо бо ҷашми номусаллаҳ, балки ҳатто бо *резбини хуб* (бо микроскопи 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 молекулярӣ чӣ шарҳ дода метавонед?

2. Сақои дар рас. 2.3.6 тасвиршуда, ки андар ҳалқа дармондааст, агар сард кунем, аз ҳалқа мегузарад. Сабаби ин дар чист?

3. Сабаб чист, ки агар сими саҳтро гарм кунем, ҳам кардани он хеле 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 ҳама кунҷҳои хона мерасад. Аз ин таҷрибаи сода худосае бармеояд, ки молекулаҳои атр бо молекулаҳои ҳавои даруни хона бархӯрда-бархӯрда то ба димоғҳо мерасанд.

Таҷрибаи маъмули дигаре, ки бисёр аёнӣ ва омӯзанда мебошад, ин аст. Дар як истакон қадре моеъе мегирем, ки вазнинтар аз об бошад — ин гуна моеъ метавонад маҳлули обии зочи кабуд (ё худ даҳавифаранг) бошад. Дар рӯи ин маҳлул қадре оби софро бо камоли охиштагӣ мерезем, тавре мерезем, ки

бо махлули зоч омехта нашавад. Баъд агар истаконро ночун-бонда, ба ҳоли худ гузошта, сарҳади ҷудои ҳарду моеъро муддати 10-15 рӯз мушоҳида кунем, мебинем, ки сарҳади дар аввал ҳамвору аёни ҷудои моеъҳо (рас.2.4,а) бо мурури замон вайрон (новозех) 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.

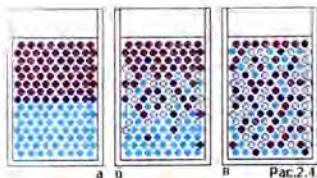
Шарҳ ин аст. Молекулаҳо қарор нестанд, онҳо мудом ҳаракати бенизом мекунанд, бо ҳамдигар бархӯрда-бархӯрда, самти ҳаракат ва ҷои буди худро тағйир медиҳанд. Ин бархӯрданҳову кӯчиданҳо боиси он мегардад, ки молекулаҳои ҳарду моеъ ба ҳамма ҷои ҳаҷми фарогирифтаи моеъҳо рафта метавонанд — дар натиҷа баъди муддате моеъҳо ба ҳамдигар дармеравад, яъне онҳо худбахуд омезиш меёбанд.

Аз ин гуна таҷрибаҳо як қизи дигар низ дарк мешавад — ин ки зарраҳо ба ҳамма самтҳо густариш ёфта метавонанд. Вале дар мавридҳои гуногунзичӣ будани моддаҳои омезишбанди ин падида аз соҳаи зичмодда ба соҳаи тунукмодда сураг мегирад.

Суръати даррафти моддаҳо бо ҳамдигар ба хусусиятҳои моддаҳо низ бастагӣ дорад. Ин падида аз ҳамма зудтар, чи хеле ки аз мисоли аввал рӯшан аст, дар газҳо рӯй медиҳад, зеро газҳо моддаҳои тунуканд ва зарраҳои онҳо имкони зиёдтари ҷунбучул қардан (имкони зудтар ҷунбиш хӯрдан) доранд.

Падидаи зикршуда дар ҷисмҳои сахт низ имконпазир аст, вале бисёр оҳиста рӯй медиҳад, зеро ҷисмҳои сахт зичии зиёд доранд (илл. §1.19) ва молекулаҳои онҳо ба сабаби бо якдигар сахт алоқаманд будан имкони хеле камии ҷунбиш хӯрдан доранд. Таҷрибае маъмул аст, ки гуфтаҳои болоро ба хубӣ нишон медиҳад.

Фарз кунем, ки ду хиштча дошта бошем — яке сурбӣ, дигаре тиллоӣ. Агар яке аз пахлуҳои ҳамвори хиштчаи сурбиро сайқал дода, ба рӯи ҳамин гуна сатҳи сайқални



Рас.2.4.

хиштчаи тилло монем ва дар рӯи онҳо як бори чандкилои гузорем, мебинем, ки хиштчаҳо дар муддати панҷ сол ба да-руни якдигар ба кадри 1мм фуру мераванд. Дар сурати зиёд будани ҳарорат суръати даррафти моддаҳо меафзояд.

Падидаи даррафти моддаҳо ба ҳамдигар нишон медиҳад, ки молекулаҳо бефосила ва бетартибона чунбиш мехӯранд.

Даррафти моддаҳо дар рӯйдодҳои алоқаманд бо зиндагии одамону ҳайвонот ва нумӯи рустаниҳо мақоми муҳим дорад. Чунончи, 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 пешниҳод мекунед?
2. Оё даррафти ду модда ба якдигар аз омезиши муқаррарии моддаҳо фарқ надорад?
3. Шумо даррафти моддаҳоро ба ҳамдигар дар заминаи сохти молекули онҳо чӣ шарҳ дода метавонед?

4. Оксигени таркиби ҳаво ба воситаи масомаҳои пусти бадан, яъне ба воситаи сӯроҳҳои хурд-хурди пусти бадани инсон ворид мегардад. Оё ин падидаҳо ба падидаи даррафти оксиген дар масомаҳои пусти бадани одам монанд кардан ё мансуб доништан дуруст аст?

Супориш

1. Оё шумо метавонед дар хонаи худ як навъ корн лабораторие анҷом диҳед, ки дар мавриди баландтар будани ҳарорат зиёдтар шудани суръати даррафти моддаҳоро ба ҳамдигар нишон диҳад?

Лавазимоти ин гуна корн лабораториро мо ба шумо мегуем. Ду поран тақрибан баробари ягон навъ ранги хушкӣда, ду истакони якхелаи шурӯб, яхлон, сояг.

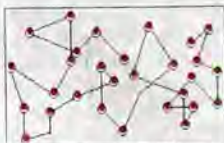
2. Мавзӯи ба ҳамдигар даррафтани моддаҳоро дар шакли ҳатти тавре баён кунед, ки дар он аввал мисоли ба ҳамдигар даррафтани моеъҳо ояду баъд даррафти газҳо ва, дар охир, даррафти ҳисмҳои сахт ба ҳамдигар. Баъд баёни худро бо баёне, ки мо дар боло овардем, муқоиса кунед.

§2.4. Ҳаракати брауни

Яке аз таҷрибаҳои, ки сохти атомӣ-молекули доштани моддаҳо ва дар ҳоли ҳаракати доимӣ будани молекулаҳоро бараъло тасдиқ мекунад, *ҳаракати брауни* мебошад.

Агар ба воситаи *резбин* (микроскоп)-и пурқудрат ҳаракати зарраҳои хурдери муойина кунем, ки андаруни моеъ ва газ (масалан, дар "қатраи" хурди тумани ҳаво, дар "гарди" ран-

ги даруни оби ором ва ғ.) чунбучул доранд, мебинем, ки зарраҳо дар ҳаракати дойимиянд ва ҳар қадаре ки ин зарраҳо хурдандозатар бошанд, онҳо ҳамон қадар ҷолоконатар ҳаракат мекунанд.



Ҳаракати браунӣ

Зарраҳои рез (зарраҳои хурдандоза) тезҳаракатанд ва аз ҷое ба ҷои дигар бо осонӣ қўчида метавонанд. Зарраҳои бузурғтар низ бетартибона чунбиш меҳўранд.

Ин падида ро набототшиносии англис Р.Браун с.1827 кашф кардааст. Номаш низ 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 (моеъ, газ ва ғ.) ба зарраи нишонашуда аз ҳар сў зарба зада метавонанд. Агар адади зарбаҳо дар ин ё он самт назар ба самтҳои дигар зиёдтар бошад, зарраи зарбхўрда ба ҳамон самти бартариятдори зарбаҳо пеш меравад; дар сурати ба ягон самти дигар бартарӣ ёфтани адади зарбаҳо зарраи нишонашуда низ ҳамон сў майл меҳўрад. Дар натиҷаи ин гуна зарб хўрданҳо ва ҳар дам ҳар сў ҷастанҳо зарра водор мешавад, ки бетартибона ҳаракат кунад.

Молекулаҳо ро дар резбини одӣ мушоҳида кардан имкон надорад, вале аз рӯи ҳаракати зарра дар хусуси буди молекулаҳо ва дар чунбучули дойимӣ будани онҳо ҳулосаи рӯшан баровардан мумкин аст: молекулаҳо зарраи нишонашударо пайдарпай тақон дода, онро ба ҳаракат кардан водор месозанд.

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

Табиғати ҳаракати брауниро с.1905 яқе аз забардасттарин олимони а.ХХ А.Эйнштейн (1879-1955) шарҳ додааст. У дар заминаи натиҷаҳои таҷрибавии онвақта тавонист, ки андозаи молекулаҳо ва атомҳо ро баҳодод кунад. У аз ин баҳододҳо барои қутри атомҳо бузургии тақр. 10^{-10} м ҳосил кард.



1. Сабаб чист, ки донаи гард (мисол, ягон зарраи рангин) андаруни моеъ бетартибона ҳаракат мекунад?

2. Ҳаракати *бетартибона* зарраҳои модда дар чӣ гуна заминаи физикӣ шарҳ дода мешавад? Ин ҷо вожаи "бетартибона" чиро ифода мекунад?

3. Магар ҳаракати брауни ягон лаҳза катъ намегардад?

4. Шумо дар миёни ҳаракати брауни, падидаи ба ҳамдигар фуру рафтани (ё худ даррафтани)-и ду модда ва ҳарорати ҷисми таҳқиқшаванда чӣ алоқамандӣ дида метавонед?

§2.5. Ҳарорат¹

Дар ҳаёти ҳаррӯза мо мафҳумҳои *гармӣ*, *гармо*, *сардӣ*, *сармо*, *ҳарорати баланд*, *ҳарорати паст* ва ғ.-ро борҳо истифода мекунем. Чунончи, мегӯем, ки ҷисми тафсон ҳарорати баланд дораду поран ях ҳарорати паст.

Рӯйдодҳои алоқаманд бо ҳарорат хеле маъмуланд — гарм ё сард шудани ҳаво, ях бастан ё бухор шудани об, гудохта шудани филизот ва падидаҳои монанди инҳо. Ин навъи падидаҳо *падидаҳои гармоӣ* ё худ *падидаҳои ҳароратӣ* ном гирифтаанд. *Ҳодисаҳои гармоӣ* ва *ҳодисаҳои ҳароратӣ* низ мегӯянд дар ин мавридҳо.

Барои тавсиф додани ҳолати гармоии ҷисмҳо мафҳумҳои *ҳаҷм*, *фишор*, *ҳарорат* ва м.ин. истифода мешаванд. Дар ин қатор *ҳарорат* мақоми хоса дорад, зеро дараҷаи гармоии ҷисмро ифода мекунад. Барои хубтар дарк шудани ин маънӣ, биёед, сақои пулодинеро ба ёд биёрем (инв. §2.2), ки аз даруни ҷалқои оҳанин озодона мегузашт, вале баъди гарм кардан аз он ҷалқа гузашта наметавонист. Сабаб ин буд, ки дар натиҷаи гарм кардан андозаҳои сақо меафзоянд. Ё, биёед, падидаи даррафт (диффуз)-и ду навъ моеъро ба ҳамдигар дар як вақт дар ду зарфе мушоҳида кунем, ки яке дар ҷои гарм гузошта шудаасту дигаре дар ҷои сард. Ин гуна мушоҳида моро ба хулосае меорад, ки *падидаи даррафти моддаҳо ба ҳамдигар дар мавриди баланд будани ҳарорат зудтар рӯй медиҳад*.



¹ Аслан ин ҷо *дараҷаи ҳарорат* гуфтаи сахехтар небуд. Вале мо ба хотири бартарӣ доштани истилоҳи кӯтоҳ ба ҷои *дараҷаи ҳарорат* мухтасаран *ҳарорат* мегӯем.

Мушоҳидаҳо аз он далолат мекунанд, ки суръати ҳаракати молекулаҳо ба ҳарорат алоқамандии бевосита дорад. Хулоса ин аст:

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

Аз ду ҷисм ҳамонаш ҳарорати баландтар дорад, ки суръати зарраҳош баландтар аст. Агар ин ҷисмҳоро ба якдигар расонем ва онҳоро дар ҳамин ҳол муддате нигоҳ дорем, ҳарорати онҳо баробар мешавад, яъне агар пас аз муддате ҳарорати ҷисмҳоро чен кунем, мебинем, ки яке гарму дигаре сард нест, балки ҳарорати ҳарду баробар мешавад.



Таъкид. Ҳарорат (монанди фишор — инг. §5.1) барои як атом ё як молекула маъъин надорад — ин мафҳум танҳо барои маҷмуъи зарраҳои сершуморе маъъини муъайян дорад, ки ҷисм аз онҳо ташкил меёбад. Ҳарорат «маҳсули» таъсири мутақобили молекулаҳои ҷисм аст, яъне гуфтаи раво нест, ки ҳарорати як молекула фалон қадар аст ё ки ин ё он молекула фалон қадар гарм аст ё сард.

Асбобҳои санҷиши ҳароратро *ҳароратсанҷ* ё *гармосанҷ* (ба инглисӣ *thermometre*) меноманд.

Ҳароратсанҷи табиъӣ. Шумо қувваи ломиса¹ (қудрати ламс-кунандагӣ)-и худро барои санҷидани ҳарорат ҳар рӯзу ҳар соҳат истифода мекунад: шумо ба ҷисмҳо даст расонда, онҳоро ламс карда, на танҳо гармиву сардӣ, балки инч. нармӣ ва сахтишонро ҳис мекунад. Вале нишондоди ин 'ҳароратсанҷи' табиъӣ (яъне даст шумо) чандон саҳеҳ нест, зеро он ҷӣ аз ҷиҳати фароҳии дойраи санҷишҳо ва ҷӣ аз ҷиҳати саҳеҳияти санҷиш маҳдудиятҳо дорад.

Ҳароратсанҷҳои замонавӣ. Ҳароратсанҷҳо гуногунанд. Қори онҳо бар тағйироте асос ёфтааст, ки гоҳи пасту баланд шудани ҳарорат рӯй медиҳад. Чунончи, дар ҳароратсанҷи нахустин (иختироъи Г.Галилей) он гуна хосияти газҳо истифода шудааст, ки онҳо гоҳи афзудани ҳарорат васеъ мешаванд. Умуман, дар санҷиши ҳарорат тағйироти бузургихоеро (монанди *фишор*, *ҳаҷм*) ба қор бурдан равоист, ки ба ҳарорат вобастагӣ доранд.

¹ *Ломиса* — ҳисси павҷум аз ҳисҳои санҷгона, ки гармӣ, сардӣ, нармӣ ва сахтии ҷизҳо ба воситаи он фарқ карда мешавад. Чаҳор ҳисси аввал ниҳонанд: *ҳисси бивон* (босира), *ҳисси шунавоӣ* (сомаъ), *ҳисси бӯён* (шомма) ва *ҳисси ҷашон* (зома).

Кори 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. Дар мавриди паст ё баланд шудани ҳарорат моеъи даруни ҳароратсанҷ назар ба шиша бештар фишурда ё васеъ шуда, ҳарорати ҷеншавандаро нишон медиҳад.

Барои тавсифи миқдори додани ҳарорат миқёсе (*шкалае*) интиҳоб кардан зарур аст, ки бо дараҷаҳои ҳарорат дараҷабандӣ шуда бошад. Ба сифати ин гуна миқёс одатан *миқёси Селсий* (ба исми олими шведя Андерс Селсий, 1701-44, ки миқёси номбурдaro с.1742 эҷод кардааст) ба қор бурда мешавад. Дар ин миқёс ба сифати сифри ҳарорат ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$) ҳарорати яхи нав-обшуда қабул шудаасту ба сифати нуқтаи дуҷоми дар ин маврид зарурӣ — нуқтаи ҷушиши об, ки $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ гирифта мешавад. Фосилаи байни ин ду нуқта, яъне нуқтаҳои обшудӣ ва ҷушиши 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 тақсимои миқёси Селсий ба $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (*як градуси Селсий*) баробар аст.

Фаҳмоист, ки ҳарорат метавонад боло аз $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ва поён аз $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ низ бошад. Чунончи, мо мегӯем, ки *ҳарорати ҳаво дар мавзеи Парпхам ба $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($+20$ градуси Селсий) баробар аст* ё мегӯянд, ки *ҳарорати худозиши алюминӣ тоза $660\text{ }^{\circ}\text{C}$ аст*.

Дар физика миқёси ҳароратие низ ба қор бурда мешавад, ки *миқёси мутлақи ҳарорат* ном гирифтааст. Ойро с.1848 олими англис У.Келвин (1824-1907) эҷод кардааст. Дар ин миқёс ва инч. дар *Манзумаи байналмиллатии воҳидҳо* (SI) ба сифати воҳиди ҳарорат *келвин* пазируфта шудааст ва ишораташ ҳарфи калони *K* аст — 1К (бе аломати "градус") ва "як келвин" ҳонда мешавад. 1К ҳамчунин $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (яъне $1\text{K} = 1\text{ }^{\circ}\text{C}$) аст. 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 К мутобиқи ҳарорати $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ аст. Ҳарорати бо миқёси Келвин ифодашуда *ҳарорати мутлақ* ё *ҳарорати Келвин* ном дорад. Ин ҳарорат ҳамеша мусбат аст.

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

1. Ҳодисаи даррафт (диффуз)-и моддаҳо ба яқдигар дар ҳарорати паст зудтар рӯй медиҳад ё дар ҳарорати баланд? Сабаби ин дар чист?
2. Ҳарорат чӣ чихати "ҳаёти" зарраҳои таркиби моддаҳоро ифода мекунад?
3. Афзоиши ҳарорат ба ҳолати моддаҳо чӣ асар дорад?
4. Оё гуфтан мумкин аст, ки хушк шудани хишти навархта бо падидаҳои гармӣ алоқаманд аст?
5. Истифодаи ҳароратсанҷҳо бар чӣ гуна тағйироти физикӣ асос ёфтааст?
6. Ҳароратро чен кардан чӣ маъния дорад?
7. Интиҳоби миқёси ҳарорат (аз ҷумла миқёси Селсий ва миқёси Келвин) чӣ зарурат дорад?
8. Оё шумо ҳароратҳои миқёси Селсийро ба ҳароратҳои миқёси Келвин (ва баръақс) гардонда метавонед?



§2.6. Ба ҳамдигар ҷазб шудан ва аз яқдигар тела ҳурдани молекулаҳо

Молекулаҳои модда ба ҳамдигар таъсир мерасонанд: онҳо дар масофаҳои муайян ба ҳамдигар ҷазб шуда (кашида шуда) ё аз яқдигар тела ҳурда метавонанд. Ин гуна додугирифтӣ таъсир *таъсири мутақобил* ё, мухтасаран, *ҳамтаъсирирот* ном дошт. Ҳамтаъсирирот молекулаҳо дар сурати ҳамҷени андозаҳои хаттии онҳо будани масофаи байнашон зоҳир мегардад. Дар масофаҳои назар ба андозаи молекулаҳо зиёд ҳамтаъсириротӣ онҳо хеле суст аст.

Биёед, барои ба ҳубӣ дарк шудани ҳамтаъсириротӣ молекулаҳо падидаҳои зеринро муоյина 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 пораҳо то ҳарорати муайян гарм карда, баъд наздик барем, мечаспанд: дар ин сурат адади бештари 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 найчан пайвастунандаи ду зарфи ҳам-ҳаҷм—яке холи ва дигаре пурдудро (рас.2.6) кушоем, нисфи ҳавои дудомез ба зарфи холи мегузарад. Аммо агар дар яке аз зарфҳо моеъ бошад, баъди кушодани ҷумак молекулаҳои моеъ ба зарфи холи намегузаранд. Чаро?

Сабаб ин аст, ки молекулаҳои *ҳаво* аз якдигар дур-дур ҷой-гиранд. Аз ин рӯ онҳо байни ҳам додугирифт карда наме-тавононд, онҳо озоданд ва метавонанд озодона ҳар сӯ равуо кунанд. Барои *моеъ* сурати ҳол дигар аст: дар моеъ молекулаҳо ба сабаби бо молекулаҳои ҳамсоя ҷазбӣ саҳт доштан аз “оғуши” якдигар канда намешаванд ва ҳамин аст, ки сӯи зарфи холи рафта наме-тавононд.

Ҳамин тарик, молекулаҳои ҷисмҳои саҳт ва моеъҳо низ монанди молекулаҳои газ ба молекулаҳои ҳамсояи худ ҷазб (кашида) мешаванд. Вале молекулаҳои газ назар ба молекулаҳои моеъҳову ҷисмҳои саҳт нисбатан озодтаранд ва имкони бештари ба масофаҳои нисбатан дуртар кӯчидан доранд, зеро газ моддаест, ки назар ба ҷисми саҳт садҳо бор тунуктар аст, яъне газ назар ба моеъҳову ҷисмҳои саҳт зичии садҳо бор кам дорад.

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

1. Сабаб ҷист, ки ҷисмҳои саҳт ва моеъҳо худ-бахуд ба молекулаҳои алоҳида тақсим наме-шаванд?
2. Чаро пораҳои алоҳидаи шишаи шикаста ба ҳам пайваст наме-шаванд, вале пораҳои алоҳидаи пластилин, бар хилофи шиша, бо осония пай-васт мешаванд?
3. Қадом падидаҳои нишон медиҳанд, ки молекулаҳо ба якдигар на танҳо ҷазб мешаванд, балки аз ҳамдигар тела низ меҳӯранд?



§2.7. Газҳо. Моёҳо. Чисмҳои сахт

Моддаҳои муҳити атрофи мо дар се ҳолат вомехуранд — *моё, сахт ва газшакл*. Ин ҳолатҳоро дар заминаи тасаввуроти сохти атомӣ-молекулии моддаҳо шарҳ додан осон аст.

1. Газҳо моддаҳоианд, ки дар онҳо масофаи миёнаи байни атомҳо ё молекулаҳо назар ба андозаи худӣ ин зарраҳо даххо бор зиёд аст. Дар ин масофаҳо молекулаҳо бо ҳам таъсири мутақобил мекунанд, вале ин ҳамтаъсирот хеле суст аст, яъне молекулаҳо ҳамдигарро суст ҷазб мекунанд, ҳамтаъсиротӣ онҳо то дараҷае заъиф аст, ки ҳамдигарро дар наздикии худ нигоҳ дошта наметавонанд. Ҳамин аст, ки газҳо тамоми ҳаҷми ба ихтиёрашон воғузуршударо фаро мегиранд (нишол мекунанд) ва агар ин ё он газ андаруни ягон зарф набошад, ҳаҷми худро нигоҳ дошта натавониста, пароканда мешавад.

Ду пуфаки якхеларо — яке пурдуд, дигаре — холи, ки дар банди пешина мисол задем, агар ба воситаи ягон ҷумак даҳонбадаҳон васл кунем ва баъд ҷумакро кушоем, нисфи ҳавои пуфаки пурдуд ба пуфаки холи меғузарад, 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 ҳаҷмишон садҳо бор кам шавад. Пас, метавон гуфт, ки дар газҳо фосилаҳои байнимолекули назар ба андозаи худӣ молекулаҳо хеле зиёд аст: агар ин фосилаҳо зиёд намебуд, газро фишурда, ҳаҷми онро даҳхоро садҳо бор кам кардан илҷ намедошт.

Газҳое бисёранд, ки мисли ҳаво беранг ва шаффоқанд. Ҳамин аст, ки мо онҳоро дида наметавонем, он сон, ки ҳаворо намебинем. Дар омади гап, бояд бигӯем, ки вучуди ҳаворо аз мушоҳидаи дуди оташ, ҳаракати ҷангу гӯбор, вазиши шамол ва м.и.н. дарк кардан мумкин аст.

Дар физика дар бисёр мавридҳо мафҳуми “гази ҳаёли” (гази идеалӣ) истеъмол мешавад. Гази ҳаёли *намун* ё худ модели моддаи газие мебошад, ки барои маънидод кардани хоси-

ятҳои физикии газҳо ба қор бурда мешавад. Газҳои ҳаёли маҷмӯи иборат аз атомҳо ё молекулаҳои, ки ҳаракатшон беист ва бетартибона аст, вале бо якдигар доду гирифт надоранд. Атомҳо ё молекулаҳои газҳои ҳаёлиро ҳамчун қураҳои фишорнопазир (фишурданашиаванда) мепиндоранд. Зарраҳои ин газ қисми зиёди вақтро дар ҳоли ҳаракати ростхатта "ба сар мекоранд".

2. *Моеъҳо.* Моеъ гуфта ҳолати обакҳои моддаро мефаҳманд. Ҳолати обакӣ ҳолатест дар байни ҳолатҳои сахтӣ ва газии модда. Молекулаҳо дар моеъҳо дар наздикии бевоситаи ҳамдигар ҷой гирифтаанд. Саҳеҳтар ғеҷ, молекулаҳои моеъ аз якдигар дар масофаҳои тақрибан ҳамчунӣ андозаи худ молекулаҳо ҷойгиранд, яъне ба ҳамдигар қариб ҷафсанд. Ҳар як молекула бо молекулаҳои ҳамсоя таъсири мутақобил мекунад, ба молекулаҳои ҳамсоя ҷазб мешавад ва онҳоро ба худ ҷазб мекунад. Бино бар ин, ҳаракати молекулаҳои моеъ асосан аз лапишхову ларзишхое иборат аст, ки дар назди ҳолатҳои муқаррарии онҳо сурат мегиранд. Ҳамин наздики аст, ки молекулаҳо ба ҳамдигар бо қувваи зиёд ҷазб мешаванд. Вале, умуман ғирем, ҷозибави байни молекулаҳои моеъҳо ҷандон зиёд нест, то ки онҳо (моеъҳо) шакли худро нигоҳ дошта тавонанд. Аз ин рӯ ҳар гуна моеъ баробари дар ин ё он зарф рехта шудан шакли дарунии ҳамон зарфро мегирад. Моеъро бо осонӣ пош додан ё ба зарфи дигар рехтан мумкин аст. Ҳамин сабаб аст, ки моеъи пошида боз ба ҳам омада мегардад. Беҳуда нест, ки гуфтаанд:

"Об агар саз пора гардад, боз бо ҳам ошноӣ".

Моеъ шакли худро бо осонӣ тағйир медиҳад, вале ҳаҷми мушқил аст. Гоҳи фишурдани моеъ молекулаҳои он ба якдигар он қадар наздик мегарданд, ки қувваи ҷозибави онҳо ба қувваи талахӯрд бадал мешавад. (Ин бо таътири қуввахое алоқаманд аст, ки дар байни молекулаҳо амал мекунад). Ҳамин омил аст, ки монети фишурда шудани моеъ мегардад.

Ҳолати обакӣ, ҷуноқи гуфтем, ҳолати мобайнии ҳолатҳои сахтӣ ва газӣ мебошад. Шояд ҳамин «ҳамсоягии» дутарафа бошад, ки моеъҳо баъзе хосиятҳои ҷисмҳои сахт ва баъзе хосиятҳои газҳоро соҳибанд: моеъҳо аз як тараф, монанди

чисмҳои саҳт зиҷии зиёд доранд ва фишорнопазиранд, вале, аз сӯи дигар, мисли газҳо осоншор (осонҷоришаванда) мебошанд. Ҳамин тариқ, *моеъҳо, бар хилофи газҳо ба тағйир додани ҳаҷми худ саҳттар муқобилаг мекунанд.*

Дар рафтори моеъҳо ҷиҳати дигари ҷолиб ин аст, ки агар онҳо таҳти таъсири ягон қувваи дойимӣ қарор ёфта бошанд, молекулаҳошон аксаран ба самти ҳамон қувва ҷаҳиш меҳуранд. Маҳз *ҳамин аст, ки моеъҳо дар асари қувваи вазнинӣ ҳосияти шорандагӣ зоҳир мекунанд.*

3. Ҷисмҳои саҳт онҳоеанд, ки аз газҳо ва моеъҳо бо ҳосияти шаклу ҳаҷмигоҳдорандагӣ худ фарқ мекунанд. Зарраҳои таркибдихандаи моддаҳои гуногун «муносибати» ба худ хос доранд. Молекулаҳо ва атомҳои газҳо бо ҳамдигар амалан алоқамандие надоранд. Валекин дар моеъҳо, бар хилофи газҳо, зарраҳо алоқамандии саҳт доранд — бо вҷуди ин онҳо моневӣ қўчиши нисбии яқдигар гапша наметавонанд. Ҷисми саҳт аз ҳардуи ин ҳолатҳо ба қулӣ фарқ дорад: дар ҷисми саҳт қувваҳои ҳамтаъсироти атомҳо онҳоро дар мавқеҳои муъайяни фазои нягоҳ медоранд, атомҳо дар назди ҳолатҳои муқаррарии худ ин ё он дараҷа ларзиш хуранд ҳам, аз ҷойи худ дур шуда наметавонанд, гуё ин ки ба миёнҷои як ҳолати муқаррарӣ баста шуда бошанд. Зарраҳои ҷисм аз ин марказҳо дур рафта наметавонанд. Ҳамин аст, ки сохтор ва шакли ҷисм бе таъсироти беруна тағйир намеёбад. (Ҷисми саҳт инчунин аз *плазма* ҳам, ки ҳолати ҷоруми модда аст, фарқ дорад).

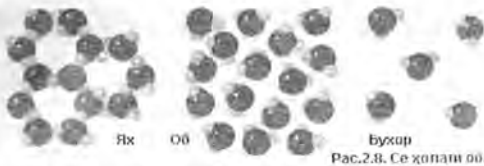
Ҷисмҳои саҳт аз нягоҳи соҳт ду навъанд — *булуринсохтор* ва *аморфӣсохтор* (ё худ бешакл). Дар ҷисмҳои булуринсохтор атомҳо ба тарзе ҷой мегиранд, ки панҷара ё худ шабакаи фазоии банизом ташкил медиҳанд. Мисоли ин гуна шабака шабакаи намаки ош — NaCl аст, ки аз ду навъ атомҳо — натрий

Na ва хлор Cl ташкил меёбад (рас.2.7). Ҷунонки мебинед, дар ин шабака атомҳои хлор ва натрий бо низоми муъайян — ба тарзи яқдармиён ҷой гирифтаанд.

Аммо ин низоми атомҳо дар ҷисмҳои аморфӣсохтор мушоҳида намешавад: дар ин ҷисмҳо зарраҳо бетартибона ҷой мегиранд. Ин навъ ҷисмҳоро *ҷисмҳои аморфӣ*



Рас.2.7.



Рас.2.8. Се ҳолати об.

мегъяд (аз юв. *amorphos*—бешакл). Чихати асосии фарқкунандаи ҷисмҳои аморфӣ ин аст, ки онҳо дар ҳама равишҳо хосиятҳои якхелаи механикӣ, электрикӣ ва ғ. зоҳир мекунад, ҳол он ки ҷисмҳои булуринсохтор дар ҳар самт ҳар хел хосият дошта метавонанд. Маъмултарин ҷисми аморфӣ шиша аст. Қаҳрабо, баъзе пластмасҳо, зифт (қатрон) ва м.ин. низ сохтори аморфӣ доранд. Ҷисмҳои аморфӣ дар асари зарбаи саҳт рез-рез (пора-пора) мешаванд.

Ҳамин тариқ, газҳо, моеъҳо ва ҷисмҳои саҳт аз ҳамдигар бо низоми ҷойгирифтаи атому молекулаҳои худ фарқ мекунаанд.

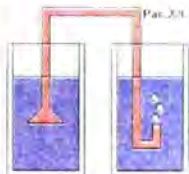
1. Об дар табиғат дар се ҳолат воқеъ мешавад—ях, об, бухор (рас.2.8). Ҳарсеи ин ҳолатҳо аз ҳамон як навъ молекулаҳо ба вуҷуд меоянд. Пас, ин ҳолатҳо аз ҳамдигар чӣ фарқ доранд?
2. Молекулаҳои газҳои моеъҳо ва ҷисмҳои саҳт чӣ гуна иҷтимоӣ ҷуҷубҷул кардан (иҷтимоӣ ҷуҷубӣ ҳурдан) доранд?
3. Моеъҳо бо газҳо ва ҷисмҳои саҳт чӣ умумият доранд?
4. Моддаҳои булуринсохтор ва аморфӣсохтор бо чӣ чихати худ аз якдигар фарқ доранд?

Супориш

1. Пуфак ё тӯби пурбодро бифишоред ва тағйироти шакли ҳаҷми онро мушоҳида кунед. Об шумо аз ин таҷрибаи худ ҳулоса гирифта метавонед, ки газҳои фишурдаи осон аст?
2. Шумо аз муайянна рас. 2.9 чӣ ҳулоса мегиред?

Ҷарост, ки гоҳи дар об ғӯтондани қиф аз нӯги дигари найча ҳубобҳои пурҳаво берун меоянд?

3. Фарқи асосии газ аз ҷисмҳои саҳт ва моеъ дар ҷист?
4. Моеъҳо шакли худро нисбат ба намедоранд ва шакли зарфери мегураванд, ки дар он рехта мешаванд. Вале қаҳраҳои шабнам ё қаҳраҳои борон шакли куравай доранд. Ибро чӣ шарҳ медиҳед?



§2.8. Ба воситаи зичӣ ифода кардани адади молекулаҳо

Азбаски ҳама ҷисмҳо аз молекулаҳо таркиб ёфтаанд, массаи ҷисмро ба воситаи массаи молекулаҳо ва шумораи онҳо ифода кардан осон аст. Массаи ҷисмро бо M ишорат мекунем. Ин масса ба ҳосили зарби адади молекулаҳои таркиби ҷисм N ва массаи як молекулаи он ҷисм m баробар аст, яъне

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

Чунонки гуфтем, зичии ҷисм ρ ба нисбати массаи ҷисм M бар ҳаҷми он V баробар аст:

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

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

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

Пас, зичӣ, ҳаҷм ва массаи як молекулаи ҷисмро доништа, адади молекулаҳо аз ρ -и ифодаи (3) ёфтаан осон аст:

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

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

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

Додаҳо: *Ҳал.* Дар шартӣ массаи ҳаҷми ҷисм V , зичии он

$V = 1\text{см}^3,$
$\rho = 19,3 \text{ г/см}^3,$
$m = 3,3 \cdot 10^{-22} \text{ г}$
$N = ?$

ρ ва массаи як молекула m оварда шудаанд.

Адади атомҳои тиллоро ин тавр меёбем:

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

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

Додаҳо: *Ҳал.* Дар ин маврид (бар ҳилофи масъ. 1) массаи

$V = 1\text{см}^3,$
$\rho = 1 \text{ г/см}^3,$
$N = 3,34 \cdot 10^{22}$
$m = ?$

миқдори муъайяни обро ёфтаан зарур аст. Аз формулаи (3') натиҷаи зайл ҳосил мекунем:

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

Масъалаи 3. Зичии гази оксиген $1,43 \text{ кг/м}^3$ аст. Аз ин газ бо роҳи сард кардан ва фишурдан оксигени моеъ ҳосил мекунам. ки зичии 1140 кг/м^3 дорад. Миқдори молекулаҳо дар оксигени моеъ назар ба гази оксиген (дар ҳамон 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_T аст. Ҳам гази оксиген ва ҳам оксигени моеъ аз ҳамон як навъ молекулаҳо иборатанд, яъне онҳо масса ва ҳаҷми якхела доранд: $m_T = m_M$, $V_T = V_M$. Бино бар ин, нисбати мазкурро аз формулаи (3) меёбем:

$$N_M = \rho_M \frac{V_M}{m_M}, \quad N_T = \rho_T \frac{V_T}{m_T}, \quad \frac{N_M}{N_T} = \frac{\rho_M}{\rho_T} = \frac{1140}{1,43} = 800 \text{ бор},$$

яъне миқдори молекулаҳо дар ҳамон як ҳаҷми оксигени моеъ нисбат ба оксигени газӣ ~800 бор зиёд аст.

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

Таҳлил. Зичии об $\rho_{об}$ ва бухори он $\rho_б$ барои ҳарорати чушӣш маълуманд. Ҳаҷм ҳам барои об $V_{об}$ ва ҳам барои бухори он $V_б$ якхела ($V_{об} = V_б$) аст. Талаби масъала ёфтани нисбати адади молекулаҳои об $N_{об}$ бар адади молекулаҳои бухор $N_б$ мебошад. Ин нисбат мувофиқи формулаи (3)

$$\frac{N_{об}}{N_б} = \frac{\rho_{об} \frac{V_{об}}{m}}{\rho_б \frac{V_б}{m}} = \frac{\rho_{об}}{\rho_б} = \frac{958 \text{ кг/м}^3}{0,598} = 1600$$

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

<p>1. Моеъ ва ҷисми сахт нисбат ба газ садҳо бор зичтаранд. Шумо муҳимтарин ҷиҳатҳои фарқидандаи ин моддаҳоро дар ҷаъи мебинед?</p>	<p>2. Адади молекулаҳои ин ё он моддари ҷаъи таъри муъайян мекунад? 3. Намаксуд кардани бодиринг ё моҳа бар қадом падидаи физикӣ асос ёфтааст?</p>
---	--

Супориш

Дар пиёлаи пури оби сард бо охиштагӣ як луида қанд айдозед ва овро қал нокарда, аз рӯи об чошӣи бигиред (обро бичашед). Бинед, ки баъди заъд вақт қабати рӯйнаи оби пиёла ширин мешавад. Ин падида ро шарҳ диҳед.

ҲАРАКАТ

Боби Ш



§3.1. Ҳаракати механики

Омузиши ҳаракат таърихи беш аз 2000-сола дорад.

Дар табиғат ҳама чиз, чи зиндаву чи гайризинда, ҳама дарҳаракат аст. Мо ҳар рӯз ҳаракати ҷисмҳои гуногун, аз ҷумла ҳаракати одамон, ҷунбиши барги дарахтон, ҳаракати парандаҳо, абрҳо ва ғ.-ро мушоҳида мекунем, дар хусуси он гуфтутузур мекунем, ки мошинҳои нав чи қадар тезрафтанд, ҳавопаймо аз ш.Душанбе то ш.Машҳад ё Маскав чанд соъат парвоз мекунад; аз Офтобу ситораҳо сар карда то атомҳо ҳама дарҳаракатанд. Хулоса, тамоми мавҷудоти олам — аз зарраҳои бунёдиву атомҳо ва молекулаҳо то олами бе ҳадду канори ситораҳову галаахтарҳо (галактикаҳо), ки олами ягонаи моддиро ташкил медиҳанд, беист ҳаракат мекунад.

Содатарин шакли ҳаракат ҳаракати механики мебошад.

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

Ҷисм дар ҳоли ҳаракат аст ё ҷисм ҳаракат мекунад гуфтани он гуна маъни дорад, ки он ҷисм бо мурури замон мавқеи худро нисбат ба ҷисмҳои дигар тағйир медиҳад.

Ҳамин мавриди бо мурури замон нисбат ба ҷисмҳои дигар тағйир ёфтани мавқеи ҷисмро *ҳаракати механики* мегӯянд. Ҳаракати чана, ароба, мошин, ҳавопаймо, киштии кайҳонӣ парвози парандаҳо ва м.и.н. мисолҳои ҳамин гуна ҳаракатанд.

Мо ба атроф назар афканда, мебинем, ки ҷисмҳои бехаракат низ мавҷуданд. Чойнак дар рӯи миз ё ин ки миз дар рӯи фарши хона қарор истодаанд; онҳо ва ҷисмҳои монанди онҳо то даме, ки ҳаракат дода нашаванд, намечунбаъд. Кух ё бино сохтову асрҳо дар ҷойи худ собит мемонад...

Шумо ин гуна мисол бисёр оварда метавонед.

Ҳар гуна ҳаракати механикӣ ва оромиши 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 ё намедиҳад. Одаме, ки савори кишти аст, нисбат ба худи кишти қарор аст, вале нисбат ба кӯҳхову дарахтҳо ва ҷизҳои дигари соҳил дарҳаракат мебошад. Пас, ба пурсиши *“ҷисм қарор аст ё дар ҳоли ҳаракат кардан?”* тавре посух додан меояд, ки дар он (посух) дар боран 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 ғ. буда метавонад. Аз ин рӯ, ба таври ноғузир пурсишҳои зиёде ба миён меояд: *“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 ғ.

Кинематика. Фасле дар механика, ки ба ҷустуҷӯи ҳалли ҳамин гуна масъалаҳо машғул аст, *кинематика* ном дорад. Ин калима аз вожаи юнонии kinematos пайдо шудааст, ки маънои *ҳаракат, ҷунблш* дорад. Кинематика хосиятҳои хандасӣ (хосиятҳои геометрӣ)-и ҳаракати ҷисмҳоро бе пайгирии сабаби пайдоиши ҳаракат меомӯзад. Содатар ғӯем, кинематика онро меомӯзад, ки ҷисм чӣ тавр ҳаракат мекунад, вале ба он ки чаро ҷисм маҳз ҷунину ҷунон ҳаракат мекунад, қор намегирад.

Дар кинематика барои ифода кардани ҳаракат мафҳумҳои *нуқтаи модда¹, системаи сарҳисоб (созғони сарҳисоб), масирӣ ҳаракат* ва бузургҳои физикии тавсифдиҳандан ҳаракат — *роҳ, кӯчиш, суръат ва шитоб хеле* зиёд истеъмол мешаванд.

Ховандан азиз! Дар оғози роҳи омӯзиши илми физика ана ҳамин мафҳумҳоро бузургҳоро ба ҳубӣ дарк бикунед, зеро инҳо на танҳо дар омӯзиши кинематикаву фаслҳои дигари физика, балки дар пажӯҳиши масъалаҳои қариб ҳама риштаҳои табиъатшиносӣ зарур меоянд.

¹“Нуқтаи модда” (ё нуқтаи материал) истилоҳи сахех нест; ба ҷои ин *ҷирми нуқтагӣ* гуфтан хубтар мебуд, он тавр ки *барқай нуқтагӣ* (заряди нуқтагӣ) ё *навбаста нуқтагӣ* мегӯянд. Вале мо ин ҷо аъёнашиканӣ накарда, *нуқтаи модда* мегӯем.

Нуктаи моддӣ. Нуктаи моддӣ як мафҳуми хаёлиест, ки барои осон гардонидани дарки ҳаракат ба қор меравад. Чис-
 ме-ро *нуктаи моддӣ* мегӯянд, ки шаклу андозаи онро дар ша-
 роити муойинашаванда ба назар нагирифта мумкин бошад.

Дар таърифи нуктаи моддӣ ибораи *дар шароити муойи-
 нашаванда* ба он маънист, ки чисро дар баъзе мавридҳо нук-
 таи моддӣ пиндоштан раво ҳасту дар мавридҳои дигар – не.

Чунончи: бигзор, қатори сивагона аз Душанбе сӯи шаҳри
 Маскав, ки қариб 4000 км дури дорад, равон бошад. Маса-
 фаи тайшаванда нисбат ба дарозии қатора ҳазорҳо бор зиёд
 аст. Дар муойинаи ин ҳаракат мо метавонем, ки андозаи қато-
 раро ба эътибор нагирифта, онро нуктаи моддӣ пиндорем.

Масъалаи 1. Замин, ки қутраи қариб 12 800 км аст, гирди Офтоб гар-
 дои аст. Масофаи Замин то Офтоб қариб 150 000 000 км
 аст. Оё дар муойинаи ҳаракати Замин дар ин маврид За-
 минро нуктаи моддӣ пиндоштан дуруст аст?

Додаҳо:

$D = 12800 \text{ км,}$
$s = 150 \cdot 10^6 \text{ км}$
$\frac{s}{D} = ?$
D

Ҳал. Барои он ки аз шартӣ масъала ҳулоса
 гирем, доништан мебоҷад, ки масофаи Замин то
 Офтоб назар ба андозаи қутраи Замин чанд бор
 зиёд аст; нисбати ин масофа s бар қутраи Замин
 D , яъне s/D баробари 11700 аст, пас, ин ҷо қу-
 раи Заминро нуктаи моддӣ пиндоштан раво аст.

Лекин агар мо ҳаракати себоро муойина карда истода бо-
 шем, ки андозаи 10 см дорад ва аз баландии, масалан, 5 см ме-
 афтад, себоро нуктаи моддӣ пиндоштан галат мебуд, зеро нис-
 бати дарозии роҳи паймудан себ бар андозаи он, яъне бузур-
 ги $5 \text{ см} / 10 \text{ см} = 0,2$ ба таърифи нуктаи моддӣ созгор нест.

§3.2. Системаи сарҳисоб¹ (системи сарҳисоб)

Чисм гоҳи ҳаракат қардан мавқеи худро бефосила тағйир
 медиҳад. Дар омӯзиши хусусиятҳои ҳаракат мо бояд имкон
 дошта бошем, ки мавқеи чисро барои лаҳзаҳои гуногуни

¹ Система ё худ систем (русӣ система, англисӣ system, аз юн. systema, ки маънои
 маълум дорад) – маҷмӯи ҷузъҳои (ибораи аз ҷузъҳо ё падидаҳо ва ғ.), ки дар ин ё
 он замина бо ҳамдигар алоқаманд шудаанд. Ин ҷо вожаи система ба маънои маҷмӯе
 омадааст, ки аз се координат иборат мебошад ва ҳар яке онҳо нисбат ба дун дигар

вақт муъайян карда тавонем. Барои ин пеш аз ҳама системаи сарҳисоб (ё худ созғони сарҳисоб) интиҳоб кардан зарур аст. Ин, дар навбати худ, ба интиҳоби *ҷисми сарҳисоб* вобастагӣ дорад: нисбӣ будани ҳаракат талаб мекунад, ки мавқеъи ҷисм танҳо нисбат ба ягон ҷисми дигар муъайян карда шавад.

Ҷисмеро, ки ҳаракат нисбат ба он муоյйна мешавад, ҷисми сарҳисоб меноманд.

Симҷуби сари роҳ, бинои мактаб, дуқони гулфурӯш ва, умуман, ҳар гуна ҷисми дигар ҷисми сарҳисоб буда метавонад. Вале ин ҷо ҷисмеро интиҳоб кардан мебошад, ки муоյйнаи ҳаракат ва ҳисобукитобро осон кунад. Чунончи, дар муоյйнаи ҳаракати мошин ба сифати ҷисми сари ҳисоб симҷуб ё ягон дарахти сари роҳ, пости нозирони роҳ ё ягон ҷизи дигарро интиҳоб кардан мумкин аст. Вале дар муоյйнаи ҳаракати Моҳ, Замин ё ягон сайёраи дигар ба сифати нуқтаи сари ҳисоб Офтобро пазируфта хубтар аст.

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

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

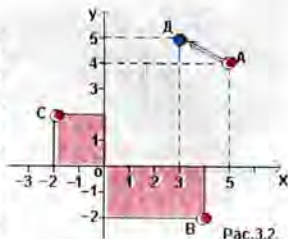
Як мисол. Бигзор, моро лозим ояд, ки мавқеъи мошинҳои дар рас.3.1 тасвирёфтагӣ муъайян кунем. Бигзор, роҳ рост бошад. Роҳ ки рост бошад, барои нишон додани ҷойи ин ё он мошин як тирӣ координатӣ кофист. Ба сифати чунин тирӣ ОХ-ро мегирем ва онро ба рафти роҳ равона месозем. Бигзор, ҷои бензингирӣ нуқтаи сари ҳисоби роҳ бошад. Ин



Рас.3.1.

равии амудӣ дорад, яъне нисбат ба дигарӣ кунҷи рост ташкил медиҳад. Ҳамин аст, ки чунин системаро *системаи координатҳои росткунҷа* низ мегӯянд. Ин ҷо дар маҷмаи система *маълумат* ҳам гуфта мумкин аст (чунинки *Маълумат Офтоб* ё *Маълумат Хуршед* мегӯянд) *созғон* ҳам (созғони координатӣ, созғони ҳисоб ва ғ.).

нукта бо ҳарфи О ишорат шудааст. Соҳаи рости ин нукта соҳаи қиматҳои мусбати X асту соҳаи чап — соҳаи қиматҳои манфии он. Мошини А аз нуктаи сари ҳисоб дар фосилаи OA воқеъ аст. Ин масофа ба шашуним тақсимоти тири X рост меояд. Агар миқёс (масштаб)-и тасвириро тавре инти-



Рас.3.2

хоб карда бошем, ки ҳар як тақсимот ба дарозии, масалан, 100м рост ояд, пас, метавон гуфт, ки мошини А аз нуктаи 0 ба қадри $OA = 6,5$ тақсимот, яъне чени 650 м дур аст. Ин натиҷаро чунин менависанд:

$$X_A = 650 \text{ м,}$$

яъне мошини А дар соҳаи қиматҳои мусбати X дар масофаи 650м дур аз нуктаи сари ҳисоб ($X = 0$) воқеъ аст. Монанди ҳамин, ҷойи мошини В бояд чунин ифода карда шавад:

$$X_B = -1200 \text{ м,}$$

зеро ин мошин аз нуктаи $X = 0$ ба қадри 12 тақсимот, яъне 1200 м дур аст. Аломати минус ин ҷо онро ифода мекунад, ки мошини В дар соҳаи қиматҳои манфии тири X воқеъ аст.

Агар мавқеъи як ё чанд мошинро на дар рӯи хати рост (роҳи рост), балки дар ягон ҳамворӣ муъайян кардан зарур бошад, он гоҳ на як, балки ду тири координатии нисбат ба якдигар амудӣ — OX ва OY -ро истифода кардан лозим меояд. Як намунаи ин маврид дар рас.3.2 тасвир ёфтааст. Ин ҷо нуктаҳои А, В, С мавқеъҳои се мошинанд.

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 ва Y ба 4 баробар аст: $X = 5$, $Y = 4$, яъне мавқеъи нуктаи А бояд чунин ифода карда шавад: $A(5; 4)$. Барои нуктаи В $X = 4$ ва $Y = -2$ асту барои нуктаи С $X = -2$ ва $Y = 2$. Пас, мавқеъи мошинҳои В ва С-ро бояд ин хел ифода кунем: $B(4; -2)$, $C(-2; 2)$.

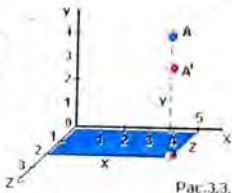
Аммо агар мавқеъи ҳисро дар фазо, масалан, мавқеъи ҷағои хонаро нишон додан лозим ояд, ду координат ҳам камӣ

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 чойи нуктаи A -ро бо чӣ гуна координатҳо ифода кардан мебояд.

Агар чисми мисолшуда дарҳаракат бошад, масалан, агар мошини дар рас.3.2 тасвиршудаи A аз ҷой худ ба нуктаи D бишкҷад, мегъянд, ки мавқеи он тағйир ёфт, зеро акнун координатҳои ҷисм (баъди ба нуктаи D кӯчидан) бо қиматҳои $X = 3$ ва $Y = 5$ ифода карда мешаванд. Ё ин ки агар нуктаи A дар рас. 3.3 то мавқеи A' поён фурумада бошад, мавқеи нави он бо қиматҳои дигари X, Y, Z ифода карда мешавад. Пас, ҳангоми дарҳаракат будани ҷисм мавқеи он тағйир меёбад ва ҳолати нави ҷисмро бо қиматҳои нави координатҳо ифода кардан лозим меояд.

Машқи 1. Мавқеъҳои пайдарпайи ҷисм A, B, C -ро дар ҳамвории XU бо нуктаҳои ифода кардан мумкин аст, ки ин гуна координат доранд: $A(3;5)$, $B(3;5)$, $C(7;6)$. Ин нуктаҳоро бо микёси дилхохи худ тасвир созед ва онҳоро бо якдигар пайвандед.

Эришани. Ва сифати сари ҳисоб нуктаеро гиред, ки бо нуктаи сари ҳисоби X ва Y ҳамҷост.



Рас.3.3.

Машқи 2. Дар рас. 3.4 ду бача тасвир ёфтааст. Фосилаи байни онҳо 140 м аст. Нуктаи сари ҳисобро дар тир X тавре интиҳоб кунед, ки координати бачаи якум $X = +50$ м ва бачаи дуюм $X = -90$ м бошад.

1. Ҷисми сарҳисоб ҷист? онро чӣ тавр интиҳоб мекунад?
2. Нуктаи сари ҳисоб ё худ нуктаи сарҳисоб ҷист?
3. Ҷисми сари ҳисоб ҷист?
4. Шумо дар миёни нуктаи сари ҳисоб ва ҷисми сарҳисоб чӣ фарқ мебинед?
5. Системи сарҳисоб (ё худ соғони

- сарҳисоб) ҷист? Ин ҷо қалимаи “система” (соғони) ба чӣ маъни омадааст?
6. Ду мошин дар роҳи рост равананд. Оё яке аз он мошинҳоро ҷун нуктаи сари ҳисоби координатҳои ифодакунандаи ҳаракати онҳо интиҳоб кардан раво нест?



§3.3. Масири чисми дарҳаракат

Масир маънии роҳи рафт, хати сайр, хатроҳа дорад.

Вақте ки шумо аз хона сӯи мактаб меравед ё ин ки дар гулгаште бо дӯсти худ сайругашт мекунад, роҳеро тай мекунад. Ана ҳамон роҳи рафти шумо *масир* ном гирифтааст.

Масир гуфта хати бефосилаеро мефаҳманд, ки онро чисми раванда (нисбат ба системаи интиҳобшудаи сарҳисоб) мекашад.

Масири мошин вобаста ба роҳи рафти он хати рост, қач, қачмоқачак ва ғ. буда метавонад; масири ҳаракати як молекулаи модда шакле дошта метавонад, ки дар рас.3.5 тасвир ёфтааст. Агар масири чисми дарҳаракат хати рост бошад, ҳаракатро *ҳаракати ростхатта* мегӯянд. Ҳаракати чисме, ки шумо онро аз баландии h аз даст раҳо мекунад, ҳаракати *ростхатта* аст ва аз ҷойи раҳо шудани чисм сӯи маркази Замин самт дорад (рас.3.6).

Соҳати ақрабақдореро дар пеши худ бигзоред ва ҳаракати нуғи ақрабақи сонияшумори онро мушоҳида кунед. Ба зудӣ мефаҳмед, ки масири нуғи ақрабақ ва нуқтаи интиҳобкардаи шумо хати гирд, яъне давра аст (рас.3.7). Ин ҳаракатро *ҳаракати дойравӣ* (ё худ *ҳаракати давронӣ*) мегӯянд.

Масири туби футбол (баъди зарбаи футболбоз) назар ба масирҳои муойинашуда мураккабтар аст (рас.3.8).

Масири ҳамон як ҳаракат (ҳамон як чисм) дар сурати аз дидгоҳҳои гуногун, чунончи, аз як дидгоҳи қарор ва як дидгоҳи сайёр мушоҳида кардан ба шаклҳои гуногун менамояд. масалан, донаҳои барф ё қатраҳои борон дар ҳавои бешамол аз боло рост сӯи поён ҳаракат мекунанд. Вале агар шумо саворӣ мошин бошед, чунин ба назар мерасад, ки гуё ҳамон қатраҳои борон (ё донаҳои барф) сӯи ақиб парвоз мекарда бошанд.



Рас.3.5.



Рас.3.6.



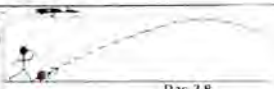
Рас.3.7.



1. Масири ҷисми дар ҳаракат ё масири ҳаракат ҷист?

2. Гоҳи навбштани ҳарфи "0" ва вожаи "Хирад" нуги қалами шумо чӣ гуна масир мекашад?

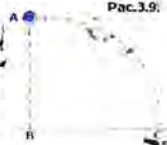
3. Оё шакли масир ба он вобастагӣ дорад, ки ҳаракат дар чӣ гуна системаи сарҳисоб мувоҷиҳа мешавад?



Рас. 3.8.

Супорвиш

Тасаввур кунед, ки рафиқи ҳамсинфӣ шумо андаруни автобуси беҳаракат истодааст ва сакоеро аз баландии баробар ба қадди худ аз даст раҳо мекунад. Дар ин сурат ҳам g аз даруни автобус ва ҳам шумо аз истоҳи кавори роҳ мебинед, ки сақо рост сӯи поён меафтад. Аммо агар ҳамсинфӣ шумо ҳамон амалро дар мавриди



Рас. 3.9.

дар ҳаракат будани мошин анҷом диҳад, дар назари g ҷизе тағйир намеёбад, яъне масири сақо боз ҳам хати рост мебуд (рас. 3.9, хати АВ); вале ҳамон масир дар назари шумо чунин меамояд, ки дар ҳамон расм бо хати АС тасвир ёфтааст. Шумо ин гувоғуниро чӣ шарҳ медиҳед?

§3.4. Роҳ ва кучиш

Ҷисми дар ҳаракат бо мурури замон масофаи муъайянеро мепаймояд ва масири муъайяне мекашад. Дарозии масире, ки ҷисм онро дар муддати муъайяни вақт мекашад, яъне масофаи дар ин ё он муддати вақт тайкардаи ҷисм *роҳ* ном дорад.

Кучиши ҷисм (ё нуқтаи моддӣ) порчаи нигаронидаи хати ростест, ки нуқтаҳои аввалу охири ҳаракатро мепайвандад.

Аз ин таърифҳо бармеояд, ки роҳ ва кучиш умумияте доранд. Дар мавриде, ки ҷисм аз ягон нуқта, масалан, аз нуқтаи А (рас. 3.10) бо масири кҷтоҳтарин, яъне бо хати рост то ба нуқтаи дигар, масалан, то нуқтаи В бикҷчад, дарозии кҷчиш ва роҳ баробари якдигар меоянд.

Вале агар ҷисм аз нуқтаи А то нуқтаи В бо ягон роҳи норост ояд, роҳ ва кучиш аз ҳам ба қуллӣ фарқ мекунанд. 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; кҷчиш низ бо ҳамон гуна ҳарф ишорат шудааст, вале дар болояш тирча дорад; тирча онро ифода мекунад, ки кҷчиш самт низ дорад—



Рас. 3.10.

— аз нуқтаи аввали ҳаракат А сӯи нуқтаи охири он В. Содатар гуем, кучиш нишон медиҳад, ки ҷисм кадом сӯ равон аст. Ин гуна бузургихоро *бузургихои векторӣ* (ё худ *бузургихои бурдори*)¹ мегӯянд. Хусусияти фарқкунандаи бузургихои векторӣ ин аст, ки онҳо ҳам қимати ададӣ доранд ҳам самт.

Кучиш низ ҳамин гуна бузургист. Дар ин замина кучишро таърифи нав додан мумкин аст: *Кучиш векторе (бурдоре) мебошад, ки аз нуқтаи аввали ҳаракат сӯи нуқтаи охири он нигаронида шудааст ва нуқтаи аввали ҳаракатро бо нуқтаи охири он мепайвандад.*

Ҳамин тариқ, *кучиш ба шакли роҳ вобастагӣ надорад.*

Бузургихое низ истифода мешаванд, ки мисли кучиш 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 (ҷирм)* ва м.ин. ҳамин гуна бузургинанд. Инҳоро *бузургихои скалярӣ* ё мухтасаран *скалар* (аз калимаи лотинӣ *scalaris* = зина-зина) мегӯянд. *Роҳ* ба ҷумлаи бузургихои скалярӣ таъаллуқ дорад, яъне кучиш бузургии векторӣ асту роҳ — бузургии скалярӣ (ҳамин буд, ки мо дар рас.3.10 дар болои ҳарфи ишорати роҳ *s* тирча нагузоштаем).

Кучиш манфӣ низ буда метавонад. Бигзор, ҷисме (1) ба рафти координати X аз нуқтаи ибтидоии $X_1 = -3$ м ба нуқтаи интиҳонии $X_2 = 2$ м бикӯчад (рас.3.11). Дар ин маврид кучиш

$$\Delta X_1 = X_2 - X_1 = 2 - (-3) = 5 \text{ м}$$

хоҳад буд. Ва агар ҷисми дигаре (2) аз нуқтаи $X_1 = 3$ м ба нуқтаи $X_2 = -4$ м кӯчида бошад, дар ин сурат кучиш

$$\Delta X_2 = X_2 - X_1 = -4 - 3 = -7 \text{ м},$$

яъне манфӣ мебошад. Дар ин ифодаҳо ΔX фарқи координат-

ҳои мавқеъҳои ибтидоӣ ва интиҳонии ҷисми кӯчида ё худ тағйири он координатҳост, яъне тағйири маконро ифода мекунад.

Масъалаи 1. Тӯб ба поё бозингар бархӯрда, то баландии 6 м амудан боло баромад ва бозгашт Бозингар оғро дар баландии 2 м қалбид. Роҳи паймудан тӯб ва кучиши оғро ёбед.

¹) Мо калимаи *бурдори*, ки бар қисми вожаҳои *рафтӣ, гуфтӣ* ва м.ин. сохта шудааст, дар мақоми вожаи «*вектор*»-и лотинӣ ба қор мебарем, зеро инҳо аз ҳар рӯ ҳамгон яқдигаранд.

Додаҳо: *Ҳал.* Тӯб баъди бархурд ба қадри 6 м бо роҳи

$h_1 = 6 \text{ м.}$
$h_2 = 4 \text{ м.}$
$s = ?$
$\bar{s} = ?$

амуди боло баромада, баъд ақиб гаштааст ва то лаҳзаи қапида шуданаш 4 м поён фурумадааст (рас.3.12). Пас, роҳи умумии паймудай тӯб

$$s = 6 \text{ м} + 4 \text{ м} = 10 \text{ м}$$

будааст. Дарозии кўчиш бошад, ин аст:

$$|s| = |\Delta h| = |h_1 - h_2| = |6 - 4| = 2 \text{ м.}$$

Масъала 2. Мошин гирди ш. Душанбе, ки қариб 80 км аст, ду бор гардида, ба нуқтаи оғози ҳаракати худ бозгашт. Роҳи паймудай мошин ва кўчиши онро ёбед.

Ҳал. Додаи масъала ин аст: $l = 80 \text{ км}$. Бино бар ин, роҳи паймудай мошин

$$s = 2l = 2 \cdot 80 \text{ км} = 160 \text{ км}$$

асту кўчиши он

$$s = |x_{\text{ан}} - x_{\text{оғ}}| = 0,$$

зеро нуқтаҳои оғозу анҷоми ҳаракат якеанд.



- | |
|---|
| <p>1. Роҳи паймудай ҷисм ва кўчиши он чӣ умумият ва чӣ тафовут доранд?</p> <p>2. Дар кадом маврид роҳи паймудай ҷисм ҳамчун кўчиш меояд?</p> <p>3. Кўчиш дар кадом мавридҳо манфӣ мебошад?</p> <p>4. Оё аз он ки кўчиш қимати сифрӣ дорад, ҳулоа гирифтан дуруст аст, ки ҷисм ҳаракат накардааст?</p> |
|---|

Супориш

- “Мусбат ё манфӣ будани кўчиш ба самти ҳаракат бастагя дорад” гуфтаи чӣ маънӣ дорад? Шарҳи хаттӣ тайёр кунед.
- Роҳи дар муддати 1 дақ ва 5 дақ паймудай нӯги ақрабаки сонияшумора ягон соъати ақрабақдор ва кўчиши нӯги он ақрабақро ёбед. Посухи хаттӣ тайёр кунед.

§3.5. Ҳаракати ростхаттаи якнавохт

Ҳаракати ростхаттаи якнавохт (ё худ *ҳаракати ростхаттаи муназзам*) ҳаракатест, ки ҷисм дар он дар фосилаҳои баробарӣ вақт масофаҳои баробарро мепаёмояд.

Ҳаракати якнавохти мошин дар роҳи рости ҳамвор, ҷунбиши молекулаҳои гази тунук аз як бархурд то бархурди дигар ва м.и.н. мисолҳои ҳаракати ростхаттаи якнавохтанд — дар ҳа-

маи ин мавридҳо дар фосилаҳои баробари вақт масофаҳои баробар паймуда мешавад.

Ҳаракати ростхаттаи якнавохти ҷисмҳои гуногун аз якдигар бо тезии рӯйдоди худ фарқ дошта метавонанд, 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 яхела мекунанд, фаҳмост, ки то нуктаи охири роҳ аввалтар аз ҳама мошин ва дертар аз ҳама пиёдагард мерасад.

Сабаби ин, ҷунонки пай мебаред, гуногун будани тезии ҳаракати роҳпаймоён 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 мебояд.

- | | |
|------|---|
| 1) * | 1. Ҳаракати ростхаттаи якнавохт ҷа гуна ҳаракат аст?
2. Ҳаракати якнавохти ҷисмҳои гуногун аз якдигар бо ҷа ҳосия- |
|------|---|

- | |
|---|
| яти худ фарқ мекунад?
3. Ба қор бурдани мафҳуми "суръат" ё "суръати ҳаракат" ҷа зарурат дорад? |
|---|

§3.6. Суръати ҳаракати ростхаттаи якнавохт

Суръати ҳаракати ростхаттаи якнавохт (ё худ ҳаракати ростхаттаи муназзам) *гуфта* нисбати дарозии роҳи паймудан ҷисмро бар фосилаи вақти ин паймоиш мефаҳманд, яъне

$$\text{Суръат} = \frac{\text{Роҳ}}{\text{Замон}}$$

мебошад. Ё ин ки агар суръатро бо v , роҳро бо s ва фосилаи вақтро бо t ишорат кунем, ба ҷойи ифодаи боло ҷунин навиштан мумкин аст:

$$v = \frac{s}{t}$$

Ин формуларо *формулаи суръат* мегӯянд. Суръати ҳаракатро аз рӯи ин ифода ёфтаи душвор нест. Барои ин дарозии ро-

ҳи паймудаи ҳисм s -ро чен карда, онро ба муддати вақти ин паймоиш t тақсим кардан зарур аст. Чунончи, агар мошин роҳи Душанбе—Кофарниҳонро, ки $s = 30\text{ км}$ аст, дар муддати $t = 0,5\text{ ст}$ (ним соъат) паймуда бошад, суръати он

$$v = \frac{s}{t} = \frac{30\text{ км}}{0,5\text{ ст}} = 60 \frac{\text{км}}{\text{ст}}$$

мебарояд. Ин он гуна маънӣ дорад, ки агар мошин дойман бо ҳамон оҳанги “30 км дар ним соъат” рафтан гирад, ҳар соъат масофаи баробар ба 60 км-ро мепаймояд. Мошин бо ин гуна суръат масофаи Душанбе то Қубодиёнро, ки 180 км аст, дар муддати 3 ст тай мекунад.

Пас, ҳаракати якнавохтро чунин таъриф додан мумкин аст: *ҳаракатеро ҳаракати якнавохт (ҳаракати муназзам) мегӯянд, ки суръат дар он дар саросари роҳи тайшаванда дойимӣ (собит) монад.*

Ба сифати воҳиди суръат суръати ҳаракате пазируфта шудааст, ки дар он ҳисми муназзамона ҳаракаткунанда дар як воҳиди вақт, яъне дар 1с як воҳиди дарозӣ, яъне масофаи 1м-ро мепаймояд. Ин воҳид *метр бар сония* ном дорад ва ин

тавр навишта мешавад: $1\frac{\text{м}}{\text{с}}$ ё ин ки $1\frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Бо ин воҳид суръати мошини ҳозиракак мисолшударо чунин ифода мекунем (бо назардошти ин ки $1\text{ км} = 1000\text{ м}$ ва $1\text{ ст} = 3600\text{ с}$ аст):

$$v = 60 \frac{\text{км}}{\text{ст}} = 60 \cdot \frac{1000\text{ м}}{3600\text{ с}} \approx 16,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Масъалаи 1. Масофаи байни мадрасаи Хоча Машҳад (деҳаи Сайёб) ва Калъаи Мияр Кӯбодиён 25 км аст. Пиёдагард ин масофаро дар 5 ст тай кард. Суръати пиёдагардро ёбед.

Додаҳо: *Ҳал.* Суръати пиёдагардро ин тавр меёбем:

$s = 25\text{ км},$
$t = 5\text{ ст},$
$v = ?$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{25\text{ км}}{5\text{ ст}} = 5 \frac{\text{км}}{\text{ст}}$$

Масъалаи 2. Ҳанопаймо фосилаи Душанбе—Қўлобро, ки 200 км аст, дар муддати 20 дақ паймуд. Ҳаракати ҳанопаймо-ро ҳаракати якнавохт шндошта, суръати парвозро ёбед.

Ҳал. Аввал додаҳои масъаларо сабт мекунем:

$$s = 200 \text{ км}, \quad t = 20 \text{ дак}, \quad v = ?$$

Ин чо низ ҳамон формулаи суръат кор медиҳад:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{200 \text{ км}}{1 \text{ \ 3 ст}} = 600 \frac{\text{км}}{\text{ст}}$$

Маънаи 3. Хавопаймои ТУ-154 бо суръати то 720 км/ст парвоз қарда метавонад. Ин суръатро бо м/с ифода кунед.

Ҳал. Азбаски 1км = 1000 м ва 1ст = 3600 с аст, пас,

$$720 \frac{\text{км}}{\text{ст}} = 720 \frac{1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 200 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Суръати ҳаракати баъзе ҷизҳо (м/с)

Пиёдагард	1,8
Говзанбур	7
Акул (акула)	8,3
Шамоли саҳт	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
Мох дар гирди кураи Замин	1000
Молекулаи ҳидроген (дар 0 °С)	1693
Молекулаи ҳидроген (дар 20 °С)	2250
Радифи маснуъи Замин	8000
Замин дар гирди Оғтоб	30 000
Рӯшноӣ ва мавҷҳои радио	300 000 000



1. Ҳаракати ростхаттаи якнавохт (ҳаракати муназзам) чи гуна ҳаракат аст?

2. Оё дар асоси формулаи суръат чуни навистан мумкин аст:
 $Рақ = Суръат \times Замон.$

3. Воҳиди суръат (1м/с) аз чи гуна воҳидҳо ҳосил шудааст?

4. Оё шумо метавонед воҳиди суръат м/с-ро ба воҳидҳои дигари дар амалия истифодашавандаи см/с, км/с, км/ст ва г. гардонед?

§3.7. Суръати оғӣ (суръати лаҳзагӣ)

Ҳар гуна ҷисми дарҳаракат дар ҳар лаҳзаи вақт дар ҳар нуқтаи масир (траектория)-и худ ин ё он суръат дорад. Ин суръатро *суръати оғӣ* ё *суръати лаҳзагӣ* мегӯянд, яъне суръати оғӣ суръатест, ки ҷисм онро дар ин ё он лаҳзаи вақт дар ин ё

он нуктаи роҳи рафти худ дорост.

Донишони суръати он аз он ру хуб аст, ки дар баъзе мавридҳо истеъмоли маҳз ҳамин суръат зарур мешавад. Чунончи, гоҳо суръатеро донишони лозим меояд,



ки онро мошин дар лаҳзаи пеш

аз садама ё тири тӯп дар лаҳзаи аз дул частан соҳиб аст.

Мазмуни суръати онро аз руи маънии суръати ҳаракати ростхаттаи якнавохт дарк кардан осон аст, ба шарте ки мазмуни рас.3.13 дарк шавад.

Бигзор, мошин дар роҳи рости ҳамвор бо суръати доиман якхела s руи рост ҳаракат кунад. Бигзор, суръати ҳаракат 8 м/с бошад, яъне мошин ҳар сония масофаи 8м -ро паймояд. Агар мошин бо ин суръат муддати 1с дар ҳаракат бошад, масофаи $28,8\text{км}$ -ро мепаймояд. Ин суръатро ба шакли $28,8 \text{ км/ст}$ ифода мекунад — ин ҳамон суръати 8 м/с аст, вале на бо м/с , балки ба ҳисоби км/ст . Қимати $28,8 \text{ км/ст}$ дар ин маврид суръати рафти ростхаттаи якнавохти мошинро ифода мекунад.

Биёед, дарозии ҳамон қитъаи 8-метран роҳи дар тӯли 1с паймудаи мошинро бо AB ишорат кунем. Модом ки мошин фосилаи AB -ро дар 1с паймуда бошад, пас, фосилаи $A'B'$ -ро, ки ба нисфи AB , яъне ба 4м баробар аст, дар ним ($1/2$) сония паймуда аст. Мисли ҳамин, мошин барои паймудани фосилаи $A''B''$, ки ба нисфи $A'B'$, яъне ба 2 м баробар аст, чоряк ($1/4$) сония, барои паймудани фосилаи $A'''B'''$, ки 1м аст, ҳаштъяк ($1/8$) сония сарф мекунад ва ғ. Ақнун агар мо фосилаҳои паймудаи мошин — 8м , 4м , 2м , 1м ,...-ро ба муддатҳои паймоиши ин фосилаҳо — 1с , $(1/2)\text{с}$, $(1/4)\text{с}$, $(1/8)\text{с}$,... тақсим кунем, мебинем, ки дар ҳамаи ин мавридҳо ҳамон як суръат ҳосил мешавад:

$$v = \frac{S}{t} = \frac{8\text{м}}{1\text{с}} = \frac{4\text{м}}{(1/2)\text{с}} = \frac{2\text{м}}{(1/4)\text{с}} = \frac{1\text{м}}{(1/8)\text{с}} = 8 \text{ м/с}.$$

Ҳамаи ин натиҷаҳо якхелаанд (8 м/с) ва ба ҳисоби км/ст баробари ҳамон $28,8 \text{ км/ст}$ мебошанд. Аз ин ҷо хулосаи руша-

не 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* (чени як мижа задан) меояд. Барои ин лаҳзаи кӯтоҳ метавон гуфт, ки «дар ин лаҳза суръати ҳаракат ба суръати оия баробар аст».

Мисли ҳамин, дар бораи таносуби суръати оия ва суръати ҳаракати якнавохт метавон гуфт, ки дар ҳаракати якнавохт дар ҳама нуқтаҳои роҳ ва дар ҳама лаҳзаҳои кӯтоҳу дарози вақт суръати оия ҳамон як қимат дорад. Аммо дар ҳаракати гайриякнавохт суръати оия дар ҳар нуқта ва ҳар лаҳза қимати гуногун дошта метавонад. Суръати оия мисли ҳар гуна суръати дигар бузургии векторӣ аст. Вектори суръати оия ҳамеша ҳамсамти ҳаракат мебошад.

1. Суръати миёна чӣ гуна суръат аст ва чиро ифода мекунад?
2. Суръати оия (ё суръати лаҳзагӣ) чист? Ойро чӣ тавр месанҷанд?
3. Суръати оини ҳаракати ростхат-

таи якнавохт (ё худ ҳаракати ростхаттаи муназзам) аз суръати оини ҳаракати ростхаттаи гайриякнавохт (ҳаракати ростхаттаи гайримуназзам) чӣ фарқ дорад?

§3.8. Ҳамбастагии роҳ ва муддати ҳаракат

Дар мавриди маълум будани суръати ҳаракати ҷисм роҳи дар фосилаи муъайяни вақт тайшударо ба ҳисоб овардан душвор нест. Барои ёфтани дарозии роҳ s суръати ҳаракат v -ро ба муддати вақти сипаринишуда t зарб задан зарур аст — он гоҳ *формулаи роҳ* ҳосил мешавад, ки ин аст:

$$s = v \cdot t$$

Масъалаи 1. Мошин агар бо суръати 72 км/ст муддати 15 дақ ҳаракат кунад, чӣ қадар роҳро мепаймояд?

Додаҳо:

Ҳа.т. 15 дақ = 0,25 ст аст, пас, дар ин маврид

$$\begin{array}{l} v = 72 \text{ км/ст.} \\ t = 15 \text{ дақ} \\ s = ? \end{array}$$

аз рӯи формулаи роҳ натиҷаи зайл ҳосил мешавад:

$$s = vt = 72 \frac{\text{км}}{\text{ст}} \cdot 0,25 \text{ ст} = 18 \text{ км.}$$

Агар роҳи тайшуда ва суръати ҳаракат маълум бошанд, муддати ҳаракатро низ муъайян кардан осон аст. Барои ин роҳи тайшударо ба суръати ҳаракат тақсим кардан мебояд:

$$t = \frac{s}{v}$$

Масъалаи 2. Автобус роҳи Марғилн—Илмободро, ки 106 км аст, бо суръати 53 км/ст мепаймояд. Автобус бяъди чянд соъат ба Илмобод мерасад?

Додаҳо: $s = 106$ км, $v = 53$ км/ст; $t = ?$

Ҳал ин аст:

$$t = \frac{s}{v} = \frac{106 \text{ км}}{53 \text{ км/ст}} = 2 \text{ ст.}$$

§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 додани ҳаракати ғайриякнавохт мафҳумҳои нав—*суръати миёна* ва *суръати оғӣ* (ё худ суръати лаҳзагӣ) истиёмол мешаванд.

Дар физика ду навъ суръати миёна истифода мешавад:

- 1) суръати миёна аз рӯи роҳи тайшуда (ки бузургин *скаларӣ аст, на векторӣ*; онро *суръати масирӣ* низ мегӯянд) ва
- 2) суръати миёна аз рӯи кучиш (ин суръатро *суръати кучишӣ* ном додан мумкин аст).

1. *Суръати миёна аз рӯи роҳи тайшуда, яъне суръати масирӣ ба нисбати роҳи тайшуда бар муддати вақти сипаришуда баробар аст ва самт надорад.*

Суръати миёнаро маъмулан бо ҳарфи v -и хатчадор ё ки v_* ишорат мекунанд. Барои муъайян кардани суръати миёна монанди мавриди суръати ҳаракати ростхаттаи якнавохт роҳи тайшударо ба муддати вақти ҳаракат тақсим кардан мебояд:

$$\text{Суръати миёна} = \frac{\text{Роҳи умумии тайшуда}}{\text{Муддати паймоиши роҳ}} \quad \text{ё худ} \quad v = \frac{s}{t}$$

*Мисол. Мошин номуазазамона ҳаракат карда, масофаи мавзъи Илмобод то Душанbero, ки 105 км аст, дар 2 ст 20 дақ мепаймояд. Суръати миёнаи ҳаракати мошинро ёбед.

Додаҳо: *Ҳал.* Аввал муддати 2 ст 20 дақ-ро ба ст мегардонем:

$s = 105 \text{ км,}$
$t = 2 \text{ ст } 20 \text{ дақ,}$
$\bar{v}_m = ?$

$$t = 2 \text{ ст } 20 \text{ дақ} = 2 \frac{1}{3} \text{ ст} = \frac{7}{3} \text{ ст.}$$

Бино бар ин суръати миёна дар асоси формулаи боло чунин ёфта мешавад:

$$\bar{v}_m = \frac{s}{t} = \frac{105 \text{ км}}{\frac{7}{3} \text{ ст}} = 45 \frac{\text{км}}{\text{ст}}$$

2. Суръати ҳисм ғайр аз қимати адади боз бо самт тавсиф дода мешавад. Чунончи, барои донишҷуи он, ки ҳавопаймо аз Душанбе парвоз карда, то қучо расидааст, на танҳо суръат, балки самти парвозро низ донишҷуи мебошад. Дар ин маврид ба ҷои роҳи тайшуда бояд бузургии қучиш қорбаст шавад. Суръати миёнаи қучиши ғайр аз қимати адади самт низ дорад.

Бузургии суръати миёнаи қучиши \bar{v}_m ба нисбати қучиши \bar{x} бар муддати вақти қучиш t баробар аст:

$$\bar{v}_m = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{t_2 - t_1}$$

Ин ҷо x -ҳо координатҳои аввалу охири қучиши ҳисманда. Дар ҳаракати ростхатта дарозии қучиш ба масофаи тайшуда баробар аст. Дар ин маврид суръати миёнаи масирӣ ва бузургии суръати миёнаи қучиши айни яқдигаранд. Вале гоҳо суръати миёнаи масирӣ аз суръати миёнаи қучиши фарқ дошта метавонад. Ин аз мисоли зерин рӯшан аст.

$s = 200 \text{ км,}$
$\bar{x}_2 - \bar{x}_1 = 160 \text{ км,}$
$t_2 - t_1 = 3 \text{ ст}$
$v_m = ? \quad \bar{v}_m = ?$

Мошин аз Душанбе бо роҳи Қофарниҳон сӯи ноҳияи Восеъ ба роҳ баромад ва масофаи 180 км-ро паймуда, ба маркази ноҳия расид; баъд ақиб гапшта, пас аз паймудани фосилаи 20 км ба шаҳри Хулбуки бостон омад. Муддати умумии роҳпаймоиро 3 ст гуфта, суръатҳои масирӣ ва қучиши мошинро ёбед. Роҳи Душанбе—Қофарниҳон—Восеъ ва Восеъ—Хулбуки роҳи рост ҷудоред.

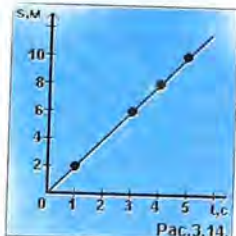
Ҳал. Фарқи координатҳои аввалу охири қучиш дар аввал ба 200 км баробар аст; дар мавриди дувум ба 160 км. Пас, суръати миёна аз рӯи роҳи паймудани мошин

$$v_n = \frac{s}{t} = \frac{200 \text{ км}}{3 \text{ с}} \approx 67 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

асту суръати миёнаи кучиши

$$\bar{v}_n = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{t_2 - t_1} = \frac{160 \text{ км}}{3 \text{ с}} \approx 53 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

Хулоса аз мисолҳои боло ин аст, ки қимати суръатҳои миёнаи масирӣ ва кучишӣ аз якдигар фарқ дошта метавонанд.



Рас.3.14.



1. Суръати миёна чист?

* суръати миёнаи масирӣ чӣ?

* суръати миёнаи кучишӣ чӣ?

2. Оё шумо дар ёд доред, ки бузургҳои векторӣ (бузургҳои бурдо-

рӣ) ва скалярӣ чӣ фарқ доштанд?

3. Мо дар болои ҳарфи ишорати суръати миёнаи масирӣ ҳаҷча-тирчаи самтдор гузоштаем. Ин тирча ҷиро ифода мекунад?

§3.10. Нигораи вобастагии роҳи тайшуда ба муддати ҳаракат

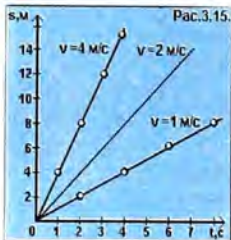
Нигора (график)-и алоқамандии байни роҳи тайшуда s ва муддати ҳаракат t -ро дар сурате сохтан осон аст, ки суръат маълум бошад. Мисол, барои қисме, ки бо суръати $v = 2 \text{ м/с}$ ҳаракати якнавохт мекунад, формулаи роҳ ин аст:

$$s = v \cdot t = 2t.$$

Сараввал чадвале мезодем, ки қиматҳои роҳи тайшуда s -ро барои ҳар сонияи оянда нишон диҳад:

$t, \text{с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	...
$s, \text{м}$	0	2	4	6	8	10	12	14	...

Баъд барои сохтани нигораи матлуб системаи сарҳисоби иборат аз ду координате интихоб мекунем, ки яке аз тирҳои равиши амудӣ ва тирҳои дигар равиши уфуқӣ дошта бошанд. Бигзор, тирҳои амудӣ роҳи тайшударо нишон диҳаду тирҳои уфуқӣ – муддати ҳаракатро. Микёс (масштаб)-и тасвирро барои ҳар тирҳои координат тавре интихоб мекунем, ки тасвир чандон қалон наояд ва ҳама ададҳои дар чадвал дарҷшударо гунҷонад. Агар қиматҳои чадвалиро ҷобачо карда, онҳоро бо



хам пайвандем, нигорае ҳосил мешавад, ки роҳи дар ин ё он муддат тафшударо менамояд (рас.3.14). Онро *нигорани роҳ* мегӯянд.

Ин навъ нигораро барои ҳар гуна суръати дигар низ соختан осон аст. Дар рас. 3.15 нигораҳое омадаанд, ки барои суръатҳои 1 м/с, 2 м/с ва 4 м/с сохта шудаанд. Муқоисаи онҳо нишон

медихад, ки бо зиёд шудани суръат дараҷаи мойиллини хат (яъне шеби хат) меафзояд ва ҳар қадаре ки суръат зиёдтар бошад, хати инфодакунандани ҳаракат ҳамон қадар болотар меҳобад ва "кӯсталтар" меояд.

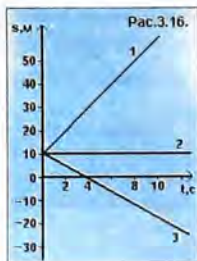


1. Нигорани роҳ (графики роҳ) чист ва чӣ чизатҳои ҳаракатро инфода мекунад? Онро чӣ тавр месозанд?
2. Нигорани рас.3.16 барои чӣ гуна суръат сохта шудааст?

Машқ

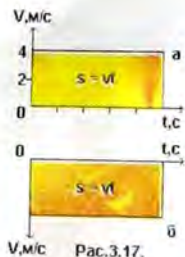
1. Ҷисме, ки нигорани роҳи рафти он дар рас. 3.16 бо хати 2 тасвир ёфтааст, дар 1с чӣ қадар роҳро паймудааст? дар 8 с чӣ?

2. Нигораҳои рас.3.16 барои чӣ гуна ҳаракат сохта шудаанд? Аз рӯи ин нигораҳо қўчиши дар ин ё он муддат қардаи ҷисмҳои 1,2,3 ва суръати ҳаракати онҳоро ёбед. Ҷисмҳо нисбат ба якдигар қадом сӯ ҳаракат қардаанд? (Ниг. §3.11).



§3.11. Нигорани вобастагии суръат ба вақт

Нигора (график)-и суръатро мисли нигорани роҳ созиштан осон аст. Барои ин вобастагии суръати ҳаракатро ба муддати ҳаракат тасвир соختан мебошад: дар ин маърид дар тири амудии координатҳо қиматҳои суръат ва дар тири уфуқӣ қиматҳои муддати ҳаракатро ҷой медиханд. Дар ҳаракати якнавохт бузургии суръат собит (дойимӣ) мемонад. Бино бар ин, нигорани ин гуна ҳаракат хати росте мебошад, ки мувозан (паралелан) ба тири вақт ҷой мегирад.



Рас.3.17.

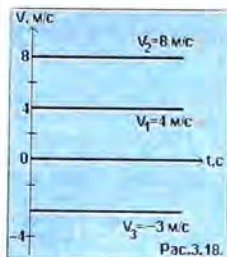
Ба сифати мисол дар рас.3.17,а нигораи суръати ҳаракати ҳисме тасвир ёфтааст, ки муддати 10с дар ҳаракат будааст ва ҳар соғия 5м роҳро паймудааст, яъне бо суръати 5 м/с ҳаракат кардааст. Азбаски дар ҳаракати якнавохт роҳи тайшуда s ба ҳосили зарби суръати ҳаракат v ва муддати ҳаракат t баробар аст, яъне

$$s = v t$$

мебошад, пас, масоҳати рангаи рас.3.17,а ададан ба дарозии ҳамин роҳ vt баробар аст. Дар мисоли мо дарозии роҳи тайшуда ин қадар аст:

$$s = 5 \frac{m}{c} \cdot 10 c = 50 m.$$

Ҳар қадаре ки суръат зиёд бошад, хати рости ифодакунандаи он ҳамон қадар болотар мебошад. Барои муқоиса дар рас.3.18 нигораҳои суръати ҳаракати ҳисме омадааст, ки дар як маврид бо суръати 4 м/с ва дар мавриди дигар бо суръати 8 м/с ба тарзи якнавохт ҳаракат кардааст.



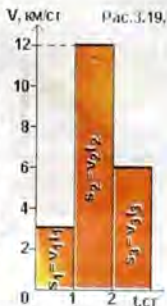
Рас.3.18.

Агар ҳисм на ба самти мусбати тири X , балки ба самти манфии он ҳаракат карда бошад, нигораи соя (проексия)-и суръати онро дар соҳаи қиматҳои манфии суръат, яъне поён аз тири вақт тасвир сохтан меояд. Ин маврид, чун мисол, барои суръати $v = -3$ м/с дар рас. 3.18 дар зери тири вақт тасвир ёфтааст. Дар мавриде ки ҳисм дар фосилаҳои гуногуни вақт бо суръатҳои гуногун ҳаракат карда бошад, нигораи суръати ҳаракат барои ҳар маврид бо як хати рост тасвир мешавад. Нигораи рас. 3.19 ҳаракати ҳисмро барои соҳаи якум (бо суръати 3 км/с), соҳаи дуюм (12 км/с) ва соҳаи сеюми ҳаракат (6 км/с) ифода мекунад.

Роҳи дар ин ё он муддат тайшуда, ҷи хеле ки дар боло ишорат кардем, ададан ба масоҳате баробар мебошад, ки он бо тири вақт t , тири суръат v ва хати ифодакунандаи суръат

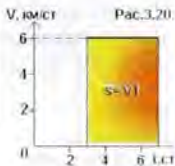
ва инч. тири ординати мутобиқ ба муддати ҳаракат маҳдуд гаштааст. Барои нигораи суръати $v_1 = 3 \text{ км/ст}$ (ниг. рас.3.19) роҳи тайшуда $s_1 = v_1 t_1 = 3 \text{ км/ст} \cdot 1 \text{ ст} = 3 \text{ км}$ асту барои суръати $v_2 = 12 \text{ км/ст}$ $s_2 = 12 \text{ км/ст} \cdot 1 \text{ ст} = 12 \text{ км}$ ва барои $v_3 = 6 \text{ км/ст}$ $s_3 = 6 \text{ км/ст} \cdot 1 \text{ ст} = 6 \text{ км}$; яъне ҳисм дар муддати ин се соҳат роҳи умумии $s = s_1 + s_2 + s_3 = 21 \text{ км}$ -ро паймудааст.

Акнун, як масъалаи сода. Дар рас. 3.20 нигораи ҳаракати якнавохти ҳисме тасвир шудааст. Оё аз рӯи ин тасвир роҳи паймудаи ҳисмро ёфтаи имкон дорад?



Бале, дорад. Ҳисм муддати $t = 7 \text{ ст} - 3 \text{ ст} = 4 \text{ ст}$ бо суръати доимии $v = 6 \text{ км/ст}$ ҳаракат кардааст. Пас, роҳи паймудаи он $s = vt = 6 \text{ км/ст} \cdot 4 \text{ ст} = 24 \text{ км}$ мебошад.

1. Ҷа гуна нигора (график) нигораи суръат ном гирифтааст? овро ҷа тавр месозанд?
 2. Оё шумо метавонед, ки аз рӯи нигораи суръат суръати оня (суръати лаҳзагӣ)-и ҳисмро ёбед?
 3. Нигораи суръати ҳаракат ҷиро ифода мекунад?



Супориш. Рас.3.18 ва 3.19-ро таҳлил карда, ҳулоса бигиред.

§3.12. Шитоб – суръати тағйири суръат. Ҳаракати шитобдор

I

Суръати ҳаракати мошин дар роҳи пурпечутобу пурпечухам доимман якнавохт (муназзам) буда наметавонад. Дар ин гуна ҳаракат, ки *ҳаракати ғайриякнавохт* (ё ҳаракати номуназзам) мебошад, суръат гоҳ каму гоҳ зиёд шуда метавонад, яъне ҳисм гоҳ ҳаракати сустшаванда мекунад гоҳ ҳаракати тезшаванда, мисли он ки автобус гоҳи ба истоғ наздик шудан суръати худро торафт кам мекунад ва гоҳи аз истоғ раҳаки шудан оҳиста-оҳиста суръат мегирад.

Барои тавсифи миқдори додани тағйироти суръати ҳаракат бузургии истифода мешавад, ки *шитоб* ном гирифтааст.

Чист шитоб?

Ия бузургиест баробар ба нисбати тағйироти суръати чисм бар муддати вакти 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.

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 инглизии он *acceleration* ишорат мешавад), чунин ифода кардан мебояд:

$$\boxed{a = \frac{v - v_0}{t - t_0}}$$

ё ин ки дар шакли векторӣ (бурдорӣ):

$$\boxed{\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t - t_0}}$$

Агар ҳисоби вақт аз қимати $t_0 = 0$ сар шавад, формулаи шитоб шакли зайл мегирад:

$$a = \frac{v - v_0}{t} \quad (*)$$

Пас, барои муъайян кардани шитоби ҳаракат суръати ибтидоӣ v_0 , суръати ояӣ v (суръати лаҳзагӣ) ва муддати рӯйдоди тағйироти суръат t -ро санчида, қимати онҳоро дар формулаи (*) гузоштан мебояд.

Ба сифати *воҳиди шитоб* дар *Манзуман байналмилалӣ воҳидҳо* (SI) 1м/с^2 пазируфта шудааст. 1м/с^2 шитоби ҳаракати нуқтаи моддиест, ки суръати он дар муддати 1с ба қадри 1м/с тағйир меёбад. Воҳиди шитоб аз рӯи формулаи (*) чунин муқаррар карда мешавад:

$$\text{Воҳиди шитоб} = \frac{\text{Воҳиди суръат}}{\text{Воҳиди вақт}}$$

Азбаски воҳиди суръат 1м/с ва воҳиди вақт 1с мебошанд, пас, нисбати 1м/с бар 1с ба ҳамон 1м/с^2 баробар аст. Онро *як метр бар квадрати сония* (ё *як метр бар тавони дун сония*) мехонанд.

Як масъала. Қатора аз истоғх ба ҳаракат даромада, баъди 20 с суръати худро то 14,4 км/ст расонд. Шитоби қатораро ёбед.

Ҳал. Қатора аз ҷои ист ба роҳ даромадааст. Пас, суръати аввалан он сифрро, яъне $v_0 = 0$ будааст. Аз ин рӯ додаҳоро ба ин шакл теорем:

$$\begin{aligned} v_0 &= 0, \\ v &= 14,4 \frac{\text{км}}{\text{см}} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}, \\ t &= 20 \text{ с}, \\ \alpha &= ? \end{aligned}$$

Ин ҷо истифодаи формулаи (*) кофия аст, ки шитоби қатораро муайян кунем:

$$\alpha = \frac{v - v_0}{t} = \frac{4 \text{ м/с} - 0}{20 \text{ с}} = 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Ин натиҷа он гуна маъни дорад, ки қатора дар муддати ҳар сонияи ояндаи ҳаракат суръати худро ба қадри 0,2 м/с афзоиш медиҳад, яъне шитоби 0,2 м/с² дорад.

Дар ин мисол бузургии 0,2 м/с² кимати миёнаи шитоб ё худ шитоби миёнаро ифода мекунад.

Агар дар ин ё он ҳаракат бузургии шитоб дойимӣ монад, метоянд, ки ин ҳаракат *ҳаракати собитшитоб* (яъне ҳаракат бо шитоби дойимӣ) аст. Ҳаракати ростхаттаи собитшитоб содатарин ҳаракати ғайриякнавохт мебошад: дар ин маврид суръат дар ҳама фосилаҳои баробари вақт ба ҳамон як бузургии тағйир меёбад.

***Шитоби манфӣ.** Дар аввали ин банд гуфтем, ки автобус тоғи ба истоғх наздик шудан суръати худро торафт кам мекунад. Аз ингоҳи физики 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 бо сабаби он ки баъди паҳш қардани тормоз суръати мошин торафт кам мешавад, шитоб атомати манфӣ мегирад. Ин ҳулоса аз формулаи (*) бармеояд: дар ин маврид $v < v_0$ аст ва, аз ин рӯ, $\alpha < 0$ мешавад, яъне шитоб манфӣ мебошад.

Масъала. Дучархасавор (велосипедсавор) бо суръати 10 м/с равон аст. Агар шитоби $\alpha = -2,5 \text{ м/с}^2$ бошад, суръаташ пас аз муддати 3с чанд м/с мешавад?

Ҳал. Ин ҷо суръатеро ёфтани мебошад, ки дар ифодаи шитоб бо v ишорат шудааст. Барои ёфтани он ҳарду тарафи формулаи (*)-ро ба t зарб зада, аз муъодилани ҳосилшуда суръати v -ро меёбем:

$$at = v - v_0, \quad v = v_0 + at.$$

Додаҳо:

$$v_0 = 10 \frac{M}{c}.$$

$$a = -2,5 \frac{M}{c^2}.$$

$$t = 3c.$$

$$v = ?$$

Додаҳои масъаларо ба ин формула гузошта, мебинем, ки баъди 3с суръат ин қадар мешавад:

$$v = 10 \frac{M}{c} - 2,5 \frac{M}{c^2} \cdot 3c = 2,5 \frac{M}{c}$$

Агар дучарха боз як сонияи дигар бо ҳамон шитоб ҳаракат кунад, қарор мегирад (меистал).

Як масъалаи дигар. Қатора агар аз ҷои исти ҳуд ба роҳ дарояд ва бо шитоби $a = 0,3 \text{ м/с}^2$ ҳаракат кунад, баъди $t = 50 \text{ с}$ чӣ қадар суръат мегирад?

Таҳлил. Модом ки қатора аз ҷои исти ба роҳ дарояд, пас, суръати аввали он $v_0 = 0$ аст, яъне додаҳои масъаларо бояд ҷунин нависем:

$$v_0 = 0,$$

$$a = 0,3 \text{ м/с}^2,$$

$$t = 50 \text{ с}.$$

Талаби масъала ёфтани суръати v аст.

Ҳал. Дар ин маврид ҳам аз ҳамон формулаи шитоб суръати оғӣ v (суръати лаҳзагӣ)-ро меёбем (яғ. ҳама масъалаи пешна).

$$v_0 = v_0 + at.$$

Додахоро ба ин ҷо гузошта, суръати матлубро меёбем:

$$v_0 = 0 + 0,3 \frac{M}{c^2} \cdot 50c = 45 \frac{M}{c}$$

?

1. Шитоб чист ва бо суръати ҳаракат чӣ алоқамандӣ дорад?
2. Шитобро чӣ тавр меёбанд?
3. Шитоби оғӣ (шитоби лаҳзагӣ) чист?
4. Воҳиди шитоб аз воҳиди суръат чӣ фарқ дорад?
5. Шитоби ҷисм 1 м/с^2 аст—ин чӣ маъ-

на дорад?

6. Ҳаракати ростхаттаи собитшитоб чӣ гуна ҳаракат аст?
7. Оё шумо медонед, ки суръати оғӣ ҳаракати ростхаттаи собитшитобро ба чӣ тарз ёфтан осон аст?

Машқ

Санҷиши суръати оғӣ (суръати лаҳзагӣ) натиҷаи зайл дод:

t (с)	1	2	3	4	5	...
V (м/с)	2	2,1	2,2	2,3	2,4	...

Ҷисм бо чӣ гуна шитоб ҳаракат кардааст?



Қ У В В А

Боби IV

Калимаи *қувва* на танҳо дар саҳифаҳои китобҳои дарсини 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 ин ё он навъ алоқамандӣ доранд. Шумо ҳам, хонандаи азиз, ин мафҳумро ҳар рӯз дахҳо бор истифода мекунад.

Аммо оё боре андешидаед, ки ба пурсиши *Қувва чист?* чӣ посух додан мебояд? Ин қор начандон осон аст, ки менамояд.

Вазифан асосии физика омӯзиши *ҳаракат* ва *ҳамтаъсиrotи* ҷисмҳои аст. Ин ду мафҳум ҳамбастан якдигаранд. Аммо аз нигоҳи омӯзиш аввал ҳаракатро дарк кардан осонтар аст. Бино бар ин, пеш аз он ки мо шуморо бо *қувва* ва бузургихон бо он алоқаманд бишносонем, зарур медонем, ки аввал моҳияти як мафҳуми асосии дигар — *бефаъолияти** (*ъатолат; инерсия*) ва ҳамон *ҳамтаъсиrotи* ҷисмҳои камубеш шарҳ диҳем.

§4.1. Бефаъолияти (инерсия)

I

Оё шумо мушоҳида кардаед, ки санге дар рӯи ҳавли моҳову солҳо “хоб” аст ва чунбидан “намеҳоҳад” ё китобе, ки шумо чанд рӯз боз онро ба даст нагирифтаед, ночунбида истодан мегирад; тубе, ки дар майдончаи бозӣ қарор истодааст, то даме ки зада нашавад, аз ҷой намеҷунбад.

Ин гуна мисолҳо бешуморанд ва нишон медиҳанд, ки ҷисмҳои қарор то дами ба онҳо таъсир овардани ҷисмҳои ди-

*Латинизабони даврони қадим барои баён кардани дараҷаи бефаъолияти шахси беҳувар мафҳумро ба қор мебарданд иборат аз ҳиссаҳои инкорин *in* (ба маънои бе-, но-) ва вожаи *gr* (ба маънои *ҳунар, истеъдод*). Русҳо ин маъниро дар шакли *инерция* (аз инглизсии *inertia*) истилоҳ кардаанд. Мо, форсизабонон, инқон дорем, ки ин *бефаъолияти, ъатолат, қабр, шаст ё ягон чиз дигар* гӯем. Аммо аз нигоҳи умумитар ифода кардани маъни физики мақбултарин вожа “бефаъолияти” аст.

гар ҳолати оромиши худро нигоҳ медоранд. Чисмҳо (хамон сангу китобу тӯби мисолшуда ва чизҳои монанди онҳо) худбахуд ба ҳаракат намедароянд, аз ҷой намечунбанд, яъне суръати худро тағйир дода наметавонанд.

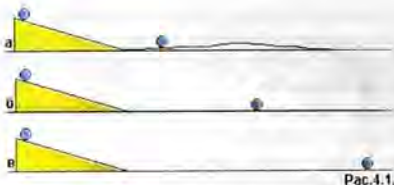
Донишманди Юнони қадим Арасту аз мушоҳидаи он, ки чисми рӯи замин тақонгирифта ҳаракати худро торафт суст карда, рафта-рафта қарор мегирад, хулоса гирифт, ки ҳолати табиъии ҳама чисмҳо ҳолати оромӣ аст.

Г.Галилей ин ақидаи Арастуро тақмил дода, ба хулосае расид, ки ҳолати дарҳаракат будани чисмҳо низ монанди ҳолати оромӣ ҳолати табиъӣ мебошад. Гап дар он аст, ки агар Арасту сойиши байни чисм ва сатҳи Замиро ба назар мегирифт, ба хулосаи Галилей мерасид. Дарвоқеъ, агар сойиш вучуд намедошт ё онро бартараф сохтан имкон медошт, чисми тақондида ҳолати дарҳаракат будани худро муддати дурудароз нигоҳ медошт.

Биёед, дар бораи падидаҳои мулоҳиза ронем, ки мушоҳида кардани онҳо душворие надорад. Тӯби гелон 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 км/с^т равон аст, пас аз лаҳзаи хомӯш гардонидани матораш якбора наистода, қариб 300 м роҳ паймуда метавонад ва м.пн.

Хонандан азиз, пеш аз он ки ин таҷрибаро ҷамъбасти кунем, биёед як таҷрибаи дигарро бинем. Мизи ҳамворе гирифта, дар як кавораш тахтачаеро дар ҳоли мойил мегузорем ва сақоеро аз нуғи болои он тахтача сар медиҳем. Аввал дар рӯи миз дар роҳи рафти сақо кадре поёнтар аз ҷое, ки нуғи поёни тахтачаи мойил ба сатҳи миз мерасад, пораи қоғазии регдори (қоғазии сувбода) ё пораи ягон матоъи дурушт мегуестурем (яъне сойиширо зиёд мекунем). Ҳаракати сақоро мушоҳида карда, мебинем, ки он на танҳо рӯи тахтачаи мойил меғалад, балки ҳаракати худро дар рӯи 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, сабаби инро ёфтани шавед, ба зудӣ пай мебаред, ки сабаби асосӣ сойиши сатҳи сақо бо роҳи регпӯш (ё матоъи дурушт) аст. (Дар бораи



Рас.4.1.

падидаи сойиш ва қувваи сойиш дар §6.8 ва 6.9 сухан хоҳад раф.). Барои ба ин бовар ҳосил кардан сақоро аз ҳамон ҷои аввала боз сар дода, мебинем, ки он назар ба мавриди аввал дуртар меравад (рас.4.1,б), зеро дар ин маврид ба сабаби назар ба коғази регдор сайқалхӯрдатар будани сатҳи миз сойиш камтар аст.

Баъд, агар дар роҳи рафти сақо шишаи ҳамворе бигзоред, ки сатҳи он аз сатҳи миз ҳам сайқалхӯрдатар, яъне камсӯйиштар аст, сақо, боз ҳам дуртар мегелад (рас.4.1,в).

Вақте бинед, ки тахмини шумо рост мебарояд, рӯҳбаланд мешавед. Ин таҷриба хулосаеро тасдиқ мекунад, ки сабаби асосии аз ҳаракат бозмондани сақо буди сойиш аст. Воқеъан, чунонки ин таҷриба нишон медиҳад, ҳар қадаре ки сойиш камтар бошад, сақо роҳи ҳамон қадар дарозтарро мепаймояд.

Пурсише ба миён меояд: *Агар сойиш қомилан бартараф карда шавад, сақо чӣ тавр ҳаракат мекунад, чӣ қадар масофаро мепаймояд?*

Бояд фаҳмо бошад, ки сақо дар ин маврид ҳаракати ростхатта ва якнавохт (ҳаракати муназзам)-и худро то дами ба он таъсир овардани ҷисмҳои дигар беист идома медиҳад, яъне суръати рафти худро тағйир намендид: агар ҷисм қарор бошад, дар ҷойи худ истодан мегирад, вале агар дарҳаракат бошад, ҳаракати худро бо ҳамон суръат давом медиҳад.

Ҳамин тариқ, агар шумо натиҷаи ин гуна мушоҳидаву таҷрибаҳоро мулоҳизакорона аз назар гузаронед, дармеёбед, ки:

1) ҷисмҳо ҳолати оромии 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, майле доранд, ки ҳолати дарҳаракат будани худро нигоҳ доранд ва бо ҳамон *шасте*, ки доранд, ҳаракати худро беист идома диҳанд

Галилео Галилей (1564-1642) — олгин маъруфи итлоҷӣ, яке аз бунёдгузориҳои илми табиъатшиносии дақиқ, яке аз онҳое, ки дар пешбурди тафаккури илми ҳиссан зиёд дорад. Вожаи «*физика*»-ро ба сифати пояи асосии илми табиъатшиносии маҳз ӯ ба миён овардааст. Кашфи қонуни афтиши озодонаи ҷисмҳо ва собит мондани шитоби ин афтиш, ихтироии телескопи барои мушоҳидаҳои ҷуҷум, ихтироии гармобин (термоскоп), ки тимсолти ҳароратсанҷ буд, кашфи ҷаҳор радифи Муштарп ва ғ. — инҳо



ҳама маҳсули пажӯҳишҳои ӯянд. Ба ҷилдори гармбӯён Галилей «аввалин касе будааст, ки таҷрибаро ламинаи илми табиъатшиносӣ» доништааст, бо вучуде ки ҳанӯз **Еротуси** мисри (276-194 то м.) дарозин хати истиқвои Заминро муъайян кардааст, **Абурайҳони Беруни** (973-1048) тарзи содан ёфтани ҳаҷми ҷисмҳои нодурустшаклро ба қор бурдааст ё ин ки **Умарӣ Хайём** (1048-1123) тараҳҳои барқашидани ҷисмҳо ва муъайян кардани вақти ҳоси онҳоро панҷ аср пеш аз Галилей баён кардааст.

(яъне ҳаракати *шакл* кунанд).

Ана ҳамин майли нигоҳ доштани ҳолати оромиши нисбӣ ё ҳолати ҳаракати ростхаттаи якнавохти ҷисмҳо *бефаъолияти* (*инерсия*) номида шудааст.

Дар мавриди ба ҷисми қарор таъсир овардани як ё чанд қувваи беруна бефаъолияти дар он зоҳир мешавад, ки ҷисм ҳаракати худро на якбора, балки охиаста-охиаста тағйир медиҳад ва ҳар қадаре ки масса (ҷирм)-и ҷисм зиёд бошад, ҳаракати он ҳамон қадар охистатар тағйир меназирад. Ин нуқта бо номи *қонуни бефаъолияти* машҳур аст.

Қонуни бефаъолиятиро пеш аз ҳама Г.Галилей дарк кардааст. И.Нютон дар пайи Г.Галилей рафт ва ақидаи ӯро дар шакли зайл баён кард: *Ҳар гуна ҷисм ҳолати аввалаи оромиши нисбӣ ё ҳаракати ростхатта ва якнавохти худро дойirman нигоҳ медорад, ба шарте ки аз асари ҷисмҳои дигар эмин бимонад ё асари якҷояи онҳо ба ҷисм ҳеч (баробари сифр) бошад.* Ин яке аз таърифҳои маъмули *қонуни бефаъолияти* аст. Онро *қонуни якуми Нютон* низ мегӯянд.

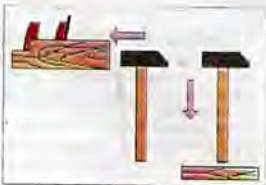
II

Ақиб мушоҳидаҳои навъи дигарро мулоҳиза кунем. Талаби асосии қонуни бефаъолияти, бешак, риоя мешавад: оромиши нисбии ин ё он ҷисмро танҳо таъсири ҷисмҳои дигар ё худ қувваҳои беруна ҳаётдор қарда метавонад. Аммо барои он ки тахтачаеро, масалан, рӯрӯи сатҳи миз ё аробачаеро рӯрӯи Замин муназзамона (ба таври якнавохт) қашида тавонем, за-

рур аст, ки онҳоро дойиман ҳаракат диҳем.

Пурсише ба миён меояд, ки оё талаби дуҷуми қонуни бефаъолияти ба мушоҳидаҳо ва ҳулосаҳои мазид нест?

Не, ин ҷо зиддияте нест. Гап дар



он аст, ки тахтача ё аробача гоҳи рӯрӯи ин ё он сатҳ кашида шудан сойиш меҳурад ва қуввае, ки барои кашидани тахтача (аробача) зарур меояд, ана ҳамин сойишро барҳам мезанад. Агар сойиш вучуд намедошт, тахтача (аробача)-и мисолшуда ҳаракати худро бо суръати дойимӣ давом меод.

1. Бефаъолияти (инерсия) чист?
2. Оё ҷисми қарор ҳосияти бефаъолияти дорад?
3. Қонуни бефаъолияти (қонуни инерсия) чӣ мазмуноро ифода мекунад.
4. Автобуси раван дар назди истоқи тормоз хурда, якбора истоқ. Саво-

- рони он қадом су бор мегиранд (ҳам мешаванд)? гоҳи аз ҷойи истоқ якбора ба роҳ даромадани автобус чӣ?
5. Мегуянд, ки ҷисм бо шаста худ дар ҳаракат буд—ин гуфта чӣ маънӣ дорад?

Сувориш

1. Оё донишманди Юнони қадим Арасту ҳақ буд, ки мегуфт: “Ҷисм танҳо дар сурати ба он таъсир овардани қувва(ҳо) ва ҷисм(ҳо)и дигар ҳаракат мекунад”?

[Ёрмандӣ. Посух ба ҳавон Галилей: “Дар сурати ба ҷисм таъсир наовардани ҷисмҳои дигар он ҷисм ё ором мемонад ё бо шаста худ ҳаракати ростхатта ва якҷавоҳт (ҳаракати муназзам) мекунад”, яъне Арасту наҷавоҳт ҳақ буд].

2. Либоси гардгирифтаро метаконанд, гилеми гардолудро бо гилемшашпақ мешашпақд. Оё шумо дар ин мисолҳо ягон ҷиҳате мебинед, ки ҳаракати гарди гилему либос бо қонуни бефаъолияти (инерсия) алоқаманд бошад?
3. Мо гуфтем: Ҳар қадаре ки масса (ҷирм)-и ҷисм зиёд бошад, ҳаракати он ҳамон қадар охиштатар тағйир меназирад. Оё шумо аз ин гуфта ҳулоса гирифта метавонед, ки массаи ҷисм меъёри ҳаракати он аст?
- 4*. Қадоми ин таърифҳо барои қонуни якуми Нютон дуруст аст:

“Агар ба ҷисм ҷисмҳои дигар таъсир наоваранд ё таъсироти онҳо мувозинат шуда бошад, он ҷисм шитоб нахоҳад дошт”;

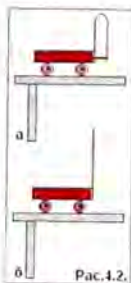
“Дар сурати ба ҷисм таъсир наовардани ҷисмҳои дигар ё мувозинат доштани таъсироти онҳо он ҷисм ё қарор менегад ё ҳаракати ростхаттаи якҷавоҳт (ҳаракати ростхаттаи муназзам) мекунад”;

“Агар ба ҷисм ҷисмҳои дигар таъсир наоваранд ё ин ки таъсирҳои якҷояи

онҳо, чи хеле ки мегӯянд, тарозу шавад, он чисм ҳаракати ростхаттан якнавохти худро нягоҳ медорад”.

5. *Бефаъолияти (инерсия) маънии беҳаракати дорад.* Шумо ин маъниро бо он, ки мо дар борав тағйироти суръат баён кардем, чи сон мувофиқат медиҳед? Ба тарзи дигар гӯем, вақте ки чисм дарҳаракат бошад, дар борав чи гуна “бефаъолияти”-и он сухан рондан мумкин аст? (Посухи хаттаи таъёр кунед).

6*. Ковуни якуми Нйутон (ковуни бефаъолияти)-ро таҷрифе диҳед, ки дар он хулосаи таҷрибаҳои тасдиқкунандаи ин қонуни ва шароити татбиқи он будани он баён шавад.



§4.2. Ҳамтаъсиrotи чисмҳо

Ҳамтаъсиrot ё худ *таъсиrotи мутақобил* мафҳумест барои ифода кардани асари чисмҳо ба якдигар. Ин мафҳумро аз он рӯи доништан зарур аст, ки сабабгори ҳама гуна тағйирот аст, аз ҷумла, сабаби тағйир ёфтани суръати ҳаракати чисмҳо маҳз ҳамин таъсири як чисм ба чисми дигар, яъне ҳамин ҳамтаъсиrot мебошад.

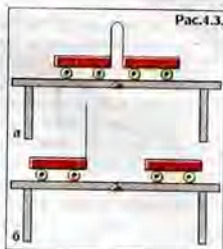
Аробачае мегирем дар рӯи миз. Дар канори пеши аробача лавҳачаи филизини чандире часпонда шудааст. Онро ҳам карда, бо риштае мебандем (рас.4.2,а). Баъд канори пеши аробачаро бо нишонаи канори миз рост карда, риштаро, бе он ки ба аробача даст расонем, месӯзонем. Ришта ки сӯхт, лавҳача рост мешавад. Дар ин лаҳза дар сари мо беихтиёр фикре пеш меояд, ки «ана ҳозир ягон чиз мечунбад ё мечаҳад». Аммо аробача, бар хилофи чашмдошти мо аз ҷой намечунбад — ин ҳолат дар рас.4.2,б тасвир шудааст.

“Ин ҷо сабаб чи бошад?”, — мегӯем мо худбахуд. Аммо пеш аз он ки сабаби наҷунбидани аробачаро ҷуғе шавем ва аз ин таҷриба хулоса барорем, ҳамон гуна аробачаи дигаре гирифта, онро дар назди аробачаи якум мегузорем (рас.4.3,а) ва таҷрибаро такрор мекунем. Акнун, агар риштаи ниғаҳдорандаи лавҳачаи филизиро сӯзонем, мебинем, ки аробачаҳо мисли ин ки аз якдигар зарб хӯрда бошанд, ба самтҳои муқобил ба ҳаракат мебароянд ва аз ҷои аввалин худ — аз хати нишонаи рӯи миз дур мешаванд (рас.4.3,б).

Чи хулоса медиҳад ин таҷрибаи сода?

Дар натиҷаи якбора рост шудани лавҳачаи хамида аробачаи тоқа аз ҷой начунбид, вале дар мавриди дуҷум он аробача ҳам худ ба ҳаракат даромад ва ҳам аробачаи дигарро ба ҳаракат даровард.

Аз сӯи дигар, дар набудани аробачаи дуҷум аробачаи якум аз ҷой начунбид. Пас, фаҳмош, ки аробачаи якумро маҳз аробачаи дуҷум чунбиш додааст.



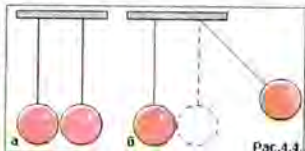
Акнун, биёед, таҷрибаи содаи дигареро бинем, ки гуфти болоро ба хубӣ тасдиқ мекунад. Ду кураи пулодини якхела-ро бо ресмонҳои борики якхела меовезем. Онҳо пас аз лаҳзае қарор мегиранд (рас.4.4,а). Ин ҳолати қарор буданро дар физика *ҳолати мувозинат* меноманд. Баъд, агар яке аз кураҳо аз ҳолати мувозинат каме дуртар бурда, сар дихем, ин кура ба ҳолати мувозинат баргашта, ба кураи қарор мезанад ва (*бинед лаҳзаи ҳушангезро!*) қарор мегирад, аммо кураи якум, ки то ин дам қарор буд, ба ҳаракат мебарояд.

Ҳамин тарик, дар ин маврид кураи қарор аз таъсири кураи ҳаракатманд ба ҳаракат мебарояд. Ин он гуна маънӣ дорад, ки кураи қарор аз кураи ҳаракатманд *тақон* гирифтааст. Метавон гуфт, ки дар ин маврид ҳамтаъсири ду ҷисм дар натиҷаи додугирифт, дар шакли ҳаракати аёни зоҳир гашт.

Мисолҳои ин гуна таъсири бисёр аст — акиб рафтани заврақ гоҳи аз рӯи он сӯи соҳил частани баччаи заврақсавор, पोшна задани тӯп хангоми аз дули он берун частани тир, боло рафтани мушак гоҳи аз шайпураи он хорич гардидани шарраи газҳои баландфишор ва м.ин.

Хулосаи умумӣ аз гуфтаҳои боло ин аст, ки ҷисмҳои ҳолати худро НА худбахуд, балки танҳо дар натиҷаи ҳамтаъсири тағйир медеҳанд. Аммо ҳаргиз

чунин намешавад, ки як ҷисм ба ҷисми дигар таъсир расонаду дар айни ҳол худ таъсире набинад: ҷисми тақондиханда низ таъсир мебинад, яъне ҳарду



чисм ба якдигар таъсир мерасонанд:

*хар як чисм, агар ба чисми дигар таъсир расонад,
дар ҷавоби таъсири худ таъсир мебинад.*

Моҳияти ҳамтаъсироти чисмҳо низ дар ҳамин аст.

Ин ҷо пурсише ба миён меояд, ки зӯри такон ё худ дараҷаи зарбаи як чисм ба чисми дигар ба чӣ (чиҳо) бастагӣ дорад.

Ҷуши посухи ин пурсиш моро водор месозад, ки вобастагии тезии ҳаракати чисмҳои дар ҳамтаъсирот таъсирдидаро ба *микдори моддаи* онҳо (ё худ ба массаи онҳо) биомӯзем.

Баъзе мисолҳои дигари ҳамтаъсироти чисмҳо дар банди оянда муойина мекунем.

1. Мафҳуми *ҳамтаъсирот* ё *худ таъсири мутақобил* чиро ифода мекунад?
2. Ҷарҳи мошин бо сатҳи роҳ таъсири мутақобил мекунад — дар ватича мошини пеш меравад; сатҳи роҳ чӣ?
3. Мисолҳои, ки мо дар поёни матни ин банд овардаем (тӯп ва тирӣ он, заврақ ва савори он, мушак ва шарраи газҳои аз шайпуран он хоричшаванда) чӣ умумият доранд?
4. Бореро дар ҷангаки тарозуи фанари (тарозуи пружина) овозон 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 ватичаи таъсири фанар (пружина)-и тарозуи поён меояд?
(Посуи худро бо дағел баён кунед).



Рис. 4.5

§4.3. Қувва

Мо дар ду банди пешинаи ҳамин боб бо мафҳуми *қувва* то дараҷае шинос шудем. Барои боз ҳам рушантар шудани ин мафҳум биед бо дасти худ чанд таҷрибаи содае анҷом диҳем, ки дар онҳо қувва мақоми асосӣ дорад.

1. Сақои рӯи мизро андак такон диҳед. Сақо ба рафти такон ба ҳаракат медарояд.

2. Тӯби футбол аз зарбаи поён шумо ба парвоз медарояд ва ба сари бозингаре бархӯрда, самти парвози худро тағйир медиҳад; баъд ба замин зада, каму беш ғелида, бозмеиствад.

3. Агар дар сари фанари овозон (рас.4.6,а) боре овозон бор сари фанарро поён мекашад (рас.4.6,б).

4. Аробачае мегирем дар рӯи миз, ки қисми пешаш оҳанин бошад ё ба он ягон пораи оҳан часпонда 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 мекунад ва ғ.

Биёед, мулоҳиза кунем, ки ин мисолҳо ва мисолҳои ба инҳо монанд ҷӣ умумият ва ҷӣ тафовут доранд. Чизи аввале, ки ба назар мерасад, ин аст, ки қисми муойинашаванда (сақои



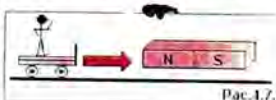
Рас.1.6.

рӯи миз, туби футбол, барги гул ва ғ.) бо таъсири қисми дигар ба ҳаракат мебарояд ё аз рафтани бозмеонад, яъне суръати қисм дар натиҷаи ба он таъсир овардани қисми дигар тағйир меёбад. Рушантар гӯем, суръати қисмҳои мисолшуда аз он рӯ тағйир меёбад, ки сақо ва дасти тақондихандаи он, туб ва сар ё пой футболбоз, шамол ва барги гул ва ғ. ба якдигар таъсир мерасонанд ва аз якдигар таъсир мебинанд.

Дар мавзӯи "*Бефаъолияти (инерсия)*" дидем, ки қисм агар бо қисмҳои дигар додугирифт (таъсири мутақобил) надошта бошад, ҷунонҷӣ, агар ба қисм ягон қисми дигар таъсир нарасонад, он қисм нисбат ба қисми сарҳисоб ростхатта ва якнавохт (муназама) ҳаракат мекунад ё ин ки дар ҳолати оромӣ будан мегирад; аммо агар ин қисм ба қисмҳои дигар додугирифт дошта бошад, суръати худро тағйир медиҳад. Дар физика барои ифода кардани дараҷаи ана ҳамин тағйирот зарур омад, ки мафҳуми *қувва* ба кор бурда шавад.

Бузургии физикӣ, ки ҳамтаъсири қисмҳо ба воситаи он таъсири миқдорӣ дода мешавад, қувва номӣда шудааст. Ба гуфти дигар, қувва меъёри миқдорӣ ҳамтаъсири қисмҳо.

Ҳамин тариқ, таъсири қувва ба қисм боиси тағйир ёфтани суръати ҳаракат, яъне боиси шитоб гирифтани қисм мегардад. Қисме, ки қувва ба он таъсир мерасонад, ба самти таъсири қувва шитоб мегирад. Вакте мегӯянд, ки ба қисми дорои массаи m қувваи F таъсир меоварад, инро ба маъни фаҳмидан мебаранд,



Рас.1.7.



Исаак Ньютон (1643-1727) – зодаи Инглистон, олим, ки дар бунёд виходани бинои илми физика сахми бисёр бузург дорад. Ньютон қонуноҳои асосии механикаи классикиро шакл додааст. Кашфи қонуни ҷозибаи ҷаҳонӣ, кашфи таҷзияи нури сафед, эҷоди назарияи заррагии нур, таҳияи ҳисобҳои диференсалии ва интегралӣ ва ҷадди кашфҳои дигар бо номи ӯ алоқаманд аст. Хулосаҳои илми Ньютон дар таърихи табиъатшиносӣ, аз ҷумла дар таърихи физика бағоят муҳиманд.

ки он ҷисм бо ҳамон “ҷисми дигар” таъсири мутақобил (доду гирифт) мекунад. Қувваи F меъёри ани ҳамин таъсириро аст. Аммо дар муойиноти физикӣ дар аксарии ҳолати мавридҳо дар бораи ҷисме, ки ба ҷисми муойинашаванда таъсир меоварад, танҳо ҳамин 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 , массаи ҷисмро бо m ва шитобро бо a ишорат кунем, ҷусти навишта метавонем:

$$F = ma$$

Ин формула, ки онро олимӣ маъруф И.Ньютон кашф кардааст, ифодаи асоситарин қонуни ҳаракат мебошад. Қонуни $F = ma$ қонуни *дуюми Ньютон* ном гирифтааст ва дар саросари илми физика истифода мешавад.

1. Мафҳуми “қувва” дар физика ба чӣ маънаӣ меояд?
2. Мафҳуми “қувва” бо мафҳуми *ҳамтаъсири ҷисмҳо* ҳамбастагии ноғусастани дорад. Ин ҳамбастагӣ дар чӣ зоҳир мешавад?

3. Қувва меъёри миқдории ҳамтаъсириро мебошад. Ин гуфта чӣ маънаӣ дорад?
4. Шумо дар бораи ҳамтаъсири 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 1кг-ро ҳар сония ба қадри 1м/с афзоиш медиҳад. Ин воҳидро ба ифтихори И.Ньютон *ньютон* номидаанд. Онро бо N (ҳарфи калон) ишорат мекунад. Ин ҷо ибораи “ҳар сония ба қадри 1 м/с” маънои зайл дорад:

$$\frac{1\text{ м/с}}{1\text{ с}} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

ва шитоби чисро ифода мекунад. Пас, нйутоиро чунин таъриф додан низ равоаст: *1Н қуввааст, ки чисми дорон массаи 1кг-ро шитоби 1 м/с² мебахшад*, яъне:

$$1\text{ Н} = 1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}$$

Воҳиди назар ба нйутон ҳазор бор бузургтар-килонйутон (кН—бо “к”-и хурд ва “н”-и калон) низ истеъмол мешавад.

$$1\text{ кН} = 1000 \text{ Н.}$$

Дар *Манзумаи воҳидҳои СГС*, ки дар он масофаро бо *сантиметр* (см) ифода мекунанду массаро—бо *гиром* (г) ва вақтро—бо *сония* (с), ба сифати воҳиди қувва *дина* (ишораташ *дин*) истифода мешавад, ки чунин маънун дорад:

$$1\text{ дин} = 1\text{ г} \cdot 1\text{ см/с}^2 = 1\text{ г} \cdot \text{см/с}^2.$$

Ин ду воҳид—*нйутон* ва *дина* таносуби зайл доранд:

$$1\text{ Н} = 100\,000 \text{ дин.}$$

Масъалаи 1. Чисми соҳиби массаи 5 кг бо таъсири қувваи номаълум шитоби 4 м/с² мегирад. Ба чисм чӣ қадар қувва таъсир овардааст?

Додаҳо: *Ҳал.* Ин ҷо қонуноро истифода кардан мебояд, ки қувваи ба чисм таъсиркунанда F ва шитоби a -ро алоқаманд мегардонад — ин ҳамон қонуни $F = ma$ (яъне қонуни дуҷоми Нйутон) аст. Пас,

$m = 5\text{ кг,}$
$a = 4\text{ м/с}^2$
$F = ?$

$$F = 5\text{ кг} \cdot 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 20 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} = 20 \text{ Н}$$

***Масъалаи 2.** Қуввае ба чисми дорон массаи 5 кг муқддати 2 с таъсир карда, суръати онро то 4 м/с афзоиш дод. Он қувва чӣ гуна бузургӣ дорад?

Ҳал. Дар шартҳои масъала наомада, ки чисм дар чӣ ҳолат қарор дошт. Аз ин ру, биёед, чунин пиндорем, ки чисм дар лаҳзаи аввали вақт беҳаракат буда бошад. Дар ин сурат додаҳои масъаларо бояд чунин биёрем:

$$m = 5\text{ кг, } t = 2\text{ с, } v_0 = 0, v = 4\text{ м/с, } F = ?$$

Пас, ин ҷо низ ҳамон қонуни $F = ma$ -ро ба қор бурдан ду-

руст аст. Лекин дар ин маврид ба чои шитоби a бузургии ифодакунандаи он — нисбати тағйироти суръат бар муддати вақт, яъне бузургии зайлро истифода кардан мебояд:

$$(v - v_0) / t$$

$$F = ma = m \frac{v - v_0}{t}, \quad F = 5 \text{ кг} \cdot \frac{4 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 0}{2 \text{ с}} = 10 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} = 10 \text{ Н}.$$

- *) 1. “Ба чисми m қувваи F таъсир овардааст” гуфтаи, ба фикри шумо, чӣ маъни дорад?
 2. Қувваро бо чӣ гуна вохидҳо ифода мекунаанд?
 3. Як *ньютон* (1Н) чӣ гуна вохид аст ва ба кадом манзуман вохидҳо таъаллуқ дорад?

§4.5. Қувва бузургии векторӣ (бузургии бурдори) аст

Чисм аз таъсири қувваҳои гуногун ба масофаҳои гуногун мекуҷад: ҳар кадре ки қувва зиёд бошад, чисм кўчиши ҳамон қадар дарозтар мекунад. Пас, кўчиш ба он вобаста будааст, ки қувваи ба чисм таъсиркунанда чӣ гуна *бузургия* ё, чи хеле ки мегўянд, чӣ гуна *қимати ададия* дорад.

Аммо на танҳо бузургии қувва, балки самти таъсири он низ муҳим аст: аробача дар роҳи рости ҳамвор, вобаста ба он ки кадом сў тела мекуҷад, ё пеш меравад, ё ақиб; сақои биллиард вобаста ба самти таъсири қувва ин ё он сў меравад ва ғ.

Бузургиҳои физикиеро, ки ҳам қимати ададия доранду ҳам самт, *бузургиҳои векторӣ* (ё худ *бузургиҳои бурдори*) ном додаанд. *Кўчиш*, *суръат* ва *шитоб*, ки мо дар боло истифода кардем, ҳамин гунаанд. Қувва низ бузургии векторӣ аст, яъне агар қувва ба чисме таъсир оварад, онро ба самти таъсири худ пеш бурда метавонад.

Дар муоيناи 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 чойи шинондани дастан дар дидан осон аст: фаҳмоист, ки дастан дар дур аз

мехвари гардиши дар, яъне дур аз мехвари ошик-маъшукҳо шинонда мешавад, то ки кушодану пушидани он осон бошад.

Бузургҳои векторӣ, аз ҷумла, қувваро дар тасвирҳо бо порчаи хати рости тирчашакле ифода мекунамд, ки аз нуқтаи гузориши қувва сар мешавад. Чанд мисоли ин гуна порчаҳои хати рост дар рас.4.8 омадааст. Тирча самти таъсири қувваро нишон медиҳаду дарозии он дар миқёси интихобшуда қимати адабии қувваро. Аз ҷумла, ба ҷисме, ки дар рас.4.8,*а* тасвир шудааст, 4 воҳид қувва, ба сақо (тасири ϕ) 1 воҳид қувва ва ба аробача (тасири ψ) 2 воҳид қувва таъсир овардааст. Ин ҷо калимаи *воҳид* маънои кг (килограм) ё Н (нйутон) дошта метавонад. Чунончи, дар бораи рас.4.8,*а* метавон гуфт, ки ба ҷисми рӯи миз қувваи $4N$ таъсир овардааст.

Бузургҳои векториро мухтасаран *вектор* мегӯянд. Мо онҳоро *бурдор* низ мегӯем. Чунончи, гуфтан мумкин аст, ки *қувва вектор аст ё қувва бурдор аст* ва ғ.

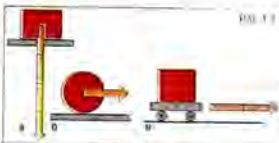
Векторҳоро дар матн бо ҳарфҳои кичикӣ низ ишорат мекунамд. Ҳарфи ишорати векторро назар ба ҳарфҳои муқаррарӣ тағйир (яъне сифтгар) менависанд ё ин ки дар болаяш тирча мегузоранд ва, масалан, ишоратҳои зеринро чунин мехонанд:

s ё \vec{s} – вектори кучиш, F ё \vec{F} – вектори қувва ва ғ.

Дарозии вектор (қимати адабии он) бо ҳарфи муқаррарии ишорати вектор дар миёни ду хатчаи рост оварда мешавад.

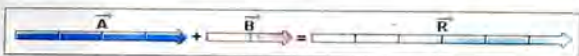
Мисол: $|\vec{A}|$ ишорати дарозии вектори A мебошад.

1. Вектор (бурдор) чӣ маъно дорад?
 2. Бузургҳои векторӣ чист?
 3. Ишоратҳои \vec{a} ва $|\vec{a}|$ чиро ифода мекунамд? A ва $|\vec{A}|$ чӣ?



§4.6. Ҷамъ ва тарҳи векторҳо (бурдорҳо)

Қоидаҳои ҷамъу тарҳ кардани векторҳо (бурдорҳо) аз қоидаҳои маъмулии ҷамъ ва тарҳи ададҳо фарқ дорад. Содатарин маврид ҷамъ кардани ду векторе, масалан A ва B аст, ки



ба қаді як хати рост равонанд. Ҳосили ҷамъи векторҳои A ва B одатан бо R ишорат мешавад ва онро *вектори натиҷавӣ* меноманд. Дар сурати ба қаді як хати рост равона будани векторҳои A ва B ҷамъи онҳо ҷамъи одӣ аст.

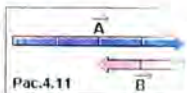
Чунинчи, агар $A = 4в.$ (воҳид) ва $B = 2в.$ (ниғ. расми якҷум) бошад, вектори натиҷавии ҷамъи онҳо $R = A + B = 4в. + 2в. = 6в.$ мешавад (расми дуҷум). Аз ин ҷо чунин ба назар мерасад, ки гӯё аввали вектори B ба охири вектори A васл шуда бошад; дар ин маврид вектори натиҷавӣ R бо A ва B ҳамсамт меояд.

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 гардонид (яъне амали рас. 4.9 бо амали рас. 4.10 иваз карда) шавад ва баъд агар боз исбли мавриди ҷамъи векторҳо аввали B -ро бо охири A якҷо биёрем (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). Ҳамаи ин векторҳо бояд дар рӯи як хат тасвир шаванд. Мо онҳоро аз он рӯ ҷудо-ҷудо тасвир сохтаем, ки хондани тасвир осон бошад.

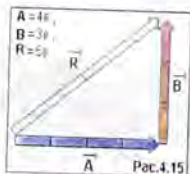


Ҳамин тариқ, ҷамъи векторҳои ҳамхат (яъне онҳое, ки ба қаді як хати рост равонанд) осон аст.

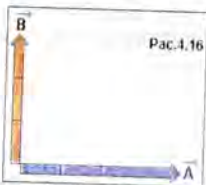
Акнун ҷамъу тарҳи векторҳоеро бинем, ки **на** ба қаді як хати рост равонанд, балки самти ихтиёрӣ доранд. Боз ҳам биёрем мавриди содатаринро: биғзор, векторҳои A ва B нисбат ба якдигар тахтӣ кунҷи рост равона бошанд (рас. 4.13). Дар ин маврид



низ барои чамъ кардани векторҳои A ва B аввал онҳоро якҷо меорем: охири A -ро бо аввали B васл мекунем (рас.4.14) ва аз аввали A то охири B хати ростии векторӣ мекашем (рас.4.15). Ана ҳамин хат, ки бо ҳарфи R ишорат шудааст, вектори натиҷавӣ аст ва ҳосили чамъи векторҳои A ва B -ро ифода мекунад. Агар дарозии вектори R -ро бо хаткашаки одӣ санчида, онро бо воҳиди интихобшуда муқоиса кунем, 5 воҳид меояд.



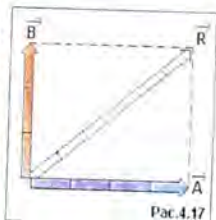
Вектори B -ро бе тағйири самт ба аввали вектори A мекучонем, то ки ҳардуи онҳо аз як нуқта сар шаванд (рас.4.16). Баъд аз нуқта B мувозан (параллелан) ба A ва аз нуқта A мувозан ба B хатҳои ростии қанда-қанда, ва, дар охир, аз аввали векторҳои A ва B то ба қунҷи муқобили тасвири (чоркунҷаи) ҳосилшуда хати ростии векторӣ мекашем; ин хат, ки қутр (диагонал)-и чоркунҷа аст, ҳосили чамъи векторҳои A ва B , яъне R -ро ифода мекунад (рас.4.17).



Рас.4.16

Ин тарзи чамъбандии векторҳо *қондаи мувозипахлу* ном гирифтааст (номи пешинааш *қондаи 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). Сипас, охири B -ро бо охири A мепайвандем — он ғоҳ векторе ҳосил мешавад (R), ки натиҷаи тарҳи $A - B$ -ро ифода мекунад — ин натиҷа дар



Рас.4.17

тасвири охири рас.4.18 омадааст.

Ба ин чиз тавачҷсҳ кунед: Агар тасвири охиrho бо қондан чамъбандии векторҳои A ва B муқосса кунем, мебинем, ки

$$\vec{A} = \vec{B} + \vec{R}$$

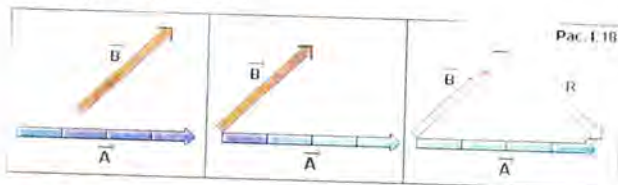
аст. Ин фаҳмоcт, zero дар ифодаи фарқи векторҳо

$$\vec{A} - \vec{B} = \vec{R}$$

агар вектори B -ро ба тарафи рости баробарӣ гузаронем, чизе тағйир намеёбад. Ба гуфти дигар, фарқи

$$\vec{A} - \vec{B} = \vec{R} \text{ -ро бо чамъи } \vec{B} + \vec{R} = \vec{A}$$

иъваз кардан мумкин аст.



Рас. 4.18

1. Чамъ кардани векторҳо (бурдорҳо) ва чамъ кардани эъдҳои муқаррари чӣ монанди ва чӣ тафовут доранд?

2. Ду векторро чамъ кардан чӣ маъмуи дорад? як векторро аз вектори дигар тарҳ кардан чӣ?

3. Вектори натиҷавӣ чист?

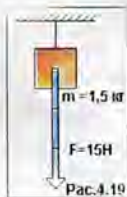
4. Баъзан фарқи векторҳои \vec{A} ва \vec{B}

яъне $\vec{A} - \vec{B} = \vec{R}$ ро (ин ҷо \vec{R} вектори натиҷавӣ аст) ба амали чамъи $\vec{B} + \vec{R} = \vec{A}$ табдил медиҳанд. Оё ин табдилот ҷойиз аст?

§4.7. Тасвири қувва

Қувваро дар нақшахову нигораҳо бо порчаи хати рости нигаронидае ифода мекунанд, ки аз *нуқтаи таъсири қувва* ё, ҷунонки одатан мегӯянд, аз *нуқтаи гузориши қувва* ибтидо мегирад ва ба рафти таъсири қувва равона карда мешавад. Яъне порчаи хати рости ифодакунандаи қувва бояд шакли тирчае дошта бошад, ки самти он рафти қувваро нишон диҳа-

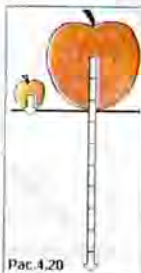
ду дарозинаш дар миқёси муъайян – бузургии қувва ё худ қимати онро. Мисол, агар миқёси тасвириро тавре гирем, ки қувваи баробар ба 10 Н бо тирчаи дусантиметрия ифода шавад, қувваеро, ки бо он Замин ба ҷисми 1,5-килоини овозон таъсир меоварад, бо тирчаи 3-сантиметрия тасвир сохтан мебоҷад (рас.4.19).



Рас.4.19

Масъала. Себи 100-гироя ба Замин бо қувваи 1Н чазб мешавад. Қадуи 1-килои чӣ? Ин ду қувваро бо тирчаҳои тасвир созад, ки онҳо массаи себ ва қадуро ифода кунанд.

Ҳал. Ҷисми дорони массаи 100г ба Замин бо қувваи 1Н чазб мешавад, пас, табиъист, ки ҷисми дорони массаи 1кг ба Замин бо қувваи 10 бор бештар чазб мешавад. Аз ин рӯ, агар дарозии тирчаеро, ки қувваи ба себ таъсиркунандаро ифода мекунад, 0,5см гирем (яъне агар миқёси тасвир 0,5Н = 0,1кг бошад), қувваи ба қаду таъсиркунандаро боҷад бо тирчаи 5-см тасвир созем. Ҳалли масъала дар рас.4.20 омадааст.



Рас.4.20

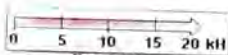
1. Қувваро дар нақшаи нигораҳо (графикҳо) чӣ тавр тасвир месозанд?
2. «Хати рости нигаронида» чӣ гуна хат аст?

§4.8. Чамъ қардани ду қуввае, ки ба қади як хати рост равананд

Дар мавридҳои, ки ба ҷисми муойинашаванда якбора чанд қувва таъсир биёрад, қувваи натиҷавии онҳоро доништан зарур меояд. Қувваеро қувваи натиҷавӣ ё худ бароянди қувваҳо мегӯянд, ки асари он баробари асари якҷояи ҳама қувваҳои ба ҷисм таъсиркунанда бошад. Барои ёфтани қувваи натиҷавӣ қондаи чамъбандии векторҳоро ба қор мебарем. Биёед, ҳалли мавзӯро дар ҳали чанд масъалаи сода бинем.

Масъалаи 1. Мошини сабукравия «Сабо» қувваи кашиши мотори худро то ба 20 кН расонда метавонад. Ин бузургиро дар шакли вектори қувва ифода кунед.

Ҳал. Барои дар нақша тасвир сохтани қувва пеш аз ҳама



Рас.4.21.

миқёси тасвир (масштаби тасвир)-ро интихоб кардан зарур аст. Биёед, дар ҳали ин масъала миқёсро тавре интихоб кунем, ки дарозии 1см ба қувваи, масалан, 5000 Н = 5 кН рост ояд. Он гоҳ вектори қувваи 20000 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. Қуввахоро дар шакли векторҳо тасвир созед ва онҳоро муқоиса кунед.

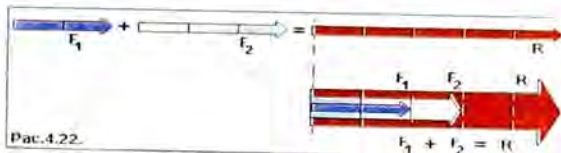
Ҳал. Ин ҷо дар ҳамон як самт гуфтан чунин маъний дорад, ки ҳарду қувва ба ҷисм ба қадми як хати рост таъсир меоранд. Пас, барои ёфтани таъсири якҷояи онҳо бояд қондаи ҷамъбандии векторҳои ҳамхат (ниг. §4.6) корбаст шавад.

Бигзор, ҳарду қувва ба ҳамон як нуқтаи ҷисм таъсир биёранд. Агар миқёси тасвириро тавре гирем, ки ҳар як нйутона қувваи ба ҷисм таъсиркунанда бо векторҳои яксантиметри ифода шавад, онҳоро, масалан, он тавр тасвир сохтан мумкин мешавад, ки дар рас.4.22 овардаем.

Масъалаи 3. Оё шумо метавонед таҷрибае анҷом диҳед, ки дар он натиҷаи масъалаи пешинро санҷидан мумкин бошад?

Ҳал. Натиҷаи масъалаи 2-ро бо ҷанд роҳи таҷрибавӣ санҷидан мумкин аст. Роҳи хуб ин аст: Дар сари ҷангаки асбоби қуввасанҷӣ (динамометр) боре меовезем, ки массаи муъайян дошта бошад. Бигзор вазни бор 0,5 кг бошад. Он гоҳ қуввасанҷ қувваи 5Н-ро нишон медиҳад. Баъд дар болои он бор як бори дигар, масалан, санги 200-гиромия мегузорем ва мебинем, ки нишондоди қуввасанҷ 7Н мешавад.

Акнун агар ҳарду борро аз ҷангаки қуввасанҷ гирифта, ба



Рас.4.22.

чои онҳо як бори 700-гиромя овезем, куввасанҷ боз ҳамон кувваи 7Н-ро нишон медиҳад, яъне фанар (пружин)-и куввасанҷ чени мавриде меёзад, ки дар чангакаш борҳои 0,5 кг + 0,2 кг овезон буд. Пас, кувваи натиҷавии ҷамъи ду куввае, ки ба қади як хати рост як сӯ равонанд, ба ҷамъи ҳарду кувва баробар аст. Дигар ин, ки кувваи натиҷавӣ дар мавриди ҳамхат ва ҳамсӯ будани кувваҳои ҷамъшаванда ба рафти он кувваҳо равона мешавад. (Поёни ҳал).



Рас.4.24.



Хуб, агар ду кувва ба ҳамон як ҷисм ба тарафҳои муқобил таъсир биёранд, чӣ? Дар ин маврид кувваи натиҷавӣ кадом сӯ равона мешавад?

Ин мавзӯро аз ҳали масъалаи зайл дарк кардан осон аст.

Масъалаи 4. Ба ҳамон як ҷисм ду кувва – кувваи $F_1 = 4\text{Н}$ сӯи поён ва кувваи $F_2 = 3\text{Н}$ сӯи боло таъсир меоваранд. Кувваи натиҷавии асарӣ яққояи ин кувваҳоро ёбед ва агар имкон дошта бошад, ин натиҷаро дар таҷриба бисанҷед.

Ҳал. Биёед, ҳалли ин масъаларо аз қисми дуюми он оғоз кунем. Куввасанҷе (динамометре) мегирем, ки дар болояш косачаи боргузори дорад (рас.4.23). Дар он косача 0,4 кг бор мегузорем. Куввасанҷи гирд кувваи 4Н-ро нишон медиҳад. Баъд як куввасанҷи чангақдор гирифта, косачаи куввасанҷи гирдро бо он бо кувваи 3Н боло мекашем. Мебинем, ки куввасанҷи поёни кувваи 1Н-ро нишон медиҳад. Фаҳмоист, ки дар ин маврид кувваи 3Н аз кувваи 4Н тарҳ мешавад, зеро онҳо муқобили якдигар равонаанд (рас.4.24).

Хулосаи яқин аз ҳалли масъала ин аст:

Кувваи натиҷавии кувваҳои ба ҷисм таъсиркунанда ҳамеша ба самти кувваи зиёдтар равона мешавад.

Акнун саъй кунед, ки ҳалли ин масъалаҳоро бифаҳмед:

Масъалаи 1. Дар мусобиқаи бандкаши ду нафар аргамҷиро бо кувваи 500Н ва 250Н як сӯ ва ду каси дигар бо кувваи 300Н ва 400Н ба тарафи муқобил мекашанд. Аргамҷи кадом сӯ меравад?

$F_1 = 500 \text{ H}$,
$F_2 = 250 \text{ H}$,
$F_3 = 300 \text{ H}$,
$F_4 = 400 \text{ H}$
$R = ?$

Ҳал. Ин чо қоидаи чамъбандии векторҳо (чамъбандии бурдорҳо)-и ҳамхатро истифода кардан хуб аст. Аввал қувваи натиҷавиеро меёбем, ки аз чамъбандии қувваҳои ду нафари аввал ҳосил мешавад:

$$R_1 = F_1 + F_2.$$

Ин қувваҳо ҳамон як сӯ равонаанд (яқсғанд). Бино бар ин, онҳо ҳамаломатанд ва бояд зам карда шаванд:

$$R_1 = 500\text{H} + 250\text{H} = 750 \text{ H}.$$

Қувваи натиҷавии чамъи қувваҳои ду каси дигар (онҳое, ки аргамчиро сӯи муқобил мекашанд)

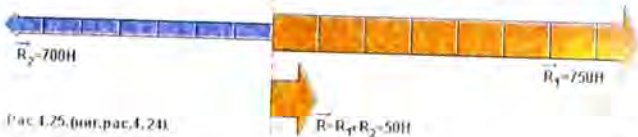
$$R_2 = 300\text{H} + 400\text{H} = 700 \text{ H}$$

аст. Пас, қувваи натиҷавии умумӣ бояд ба чамъи R_1 ва R_2 баробар бошад (бо назардошти он ки R_1 ва R_2 ба қадди як хати рост зидди якдигар равонаанд) – ин қувваҳо дар рас.4.25 тасвир ёфтаанд.

Ҳамин тариқ, натиҷа ин мешавад, ки бандкашҳои гурӯҳи аввал голиб меоянд: аргамчин бо қувваи 50 Н ба рафти қувваи $500\text{H} + 250\text{H}$ кашида мешавад.

Масъалаи 2. Ба як ҷисм ду қувва – яке қувваи $F_1 = 8\text{H}$ аз чап сӯи рост тасвир меовараду дигаре қувваи $F_2 = 6\text{H}$ – аз поён сӯи боло. Қувваи натиҷавии асари ин ду қувва чӣ қадар аст ва кадом сӯ самт дорад?

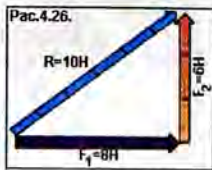
Масъаларо бо роҳи нигорасозӣ (графиксозӣ) ҳал мекунем. Қувва бузургии векторӣ мебошад. Пас, қоидаи чамъбандии векторҳои ноҳамхатро ба кор бурдан мебошад (ниг. рас.4.15). Миқёси тасвирро тавре мегирем, ки дарозии 1см мутобиқи 2Н бошад. Он гоҳ қувваи F_1 дар дарозии 4 см ҷой мегираду қувваи F_2 – дар дарозии 3 см. Ин қуввахоро мувофиқи талаби масъала он сон тасвир месозем, ки дар рас.4.26 омадааст. Ин чо қувваҳои F_1 ва F_2 нисбат ба ҳамдигар таҳти кунҷи рост равонаанд (шарти масъала ҳаминро тақозо мекунад). Дар ин



Рас.4.25. (ниг. рас.4.24)

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. Бисанҷед дарозии ин векторхоро.

1. Дар сурати ба ҷисм якбора таъсир овардани ду қувваи баробар, вале эҷдсамт қувваи натиҷавӣ ба ҷӣ баробар мешавад?
2. Агар қувваҳои ба ҷисм дар як вақт таъсир кунанд, ба қадӣ як хати рост равона набоянд, қувваи натиҷавӣ онхоро ба ҷӣ тарз ёфтаи мебарояд?
3. Қоидаи параллелограм (қоидаи мувозинпахлу) ҷӣ гуна қоида аст?



§4.9. Қозибай Замин

Ҷарост, ки агар чизеро боло бардошта, раҳо кунем, ба рӯи Замин меафтад, тирӣ туп ҳам рафта-рафта ба Замин мезанад; оби ҷӯй танҳо сӯи поён мешорад; гунҷишк ҳам агар ҳангоми парвоз бол назанад, ба Замин меафтад ва ғ. Шумо низ аз ин гуна мисолҳо бисёр медонед. Сабаби ин афтоданҳо дар ҷист?

Мо яқин дорем, ки хонандаи донишпаҷӯҳ агар ҷӯеи сабаби ин ҳама рӯйдодҳо шавад, ба зудӣ мефаҳмад, ки сабабгори ин падидаҳо Замин аст: модом ки ҳама ҷиз ба рӯи Замин би-афтад ё сӯи пастиҳои сатҳи Замин равад, пас, ба яқин мета-вон гуфт, ки гап дар сари ҳамин Замин аст.


Замин *қозибай* ё худ *хосияти ҷисмҷазбқунандагӣ* дорад ва ҳама ҷизро ба худ мекашад, ҷазб мекунад. Ҳама ҷисмҳо, сарфи назар аз он ки дар кадом нуқтаи рӯи Замин воқеъанд ё аз ҷӣ гуна баландии наздикҳои сатҳи Замин раҳо қарда мешаванд, сӯи маркази Замин меафтанд, ки инро ҳанӯз Абурай-хони Беруний ва Абуъали ибни Сино медонистанд (виг.с.19).

Ривояте ҳаст, ки И.Нйутон гоҳи дар ҷаҳорбоғи худ сайр қардан беихтиёр ҷӯеи сабаби падидаи аз дарахт афтидани се-бе мешавад ва пай мебарад, ки ин ҷо омили себафтонанда ҷо-зибай Замин, яъне қувваи кашии Замин аст; ҳамин хусусияти Замин аст, ки обро сӯи поён ҷорӣ мегардонад, санги кӯҳ-ро сӯи поён мегардонад ва ғ. Нйутон падидаи гирди Замин гардиш хурдани Моҳро низ бо ҳамин хусусияти ҷозибай Замин алоқаманд дониствааст.

бошад, чй қадар гарон аст ва маҳз қозибаи Замин аст, ки ин гарониро ба вучуд меорад. Қозибаи Замин аст, ки Моҳ вори чирми бузургро гирди Замин мегардонад.

Сайёраҳои дигар ва Офтобу ситораҳо низ қозиба доранд — яке кам, дигаре зиёд. Кам ё зиёд будани қозибаи сайёра ё ситора бо чирм (масса)-и он вобаста аст: ҳар қадаре ки чирми сайёра зиёд бошад, қозибаи он ҳамон қадар бештар аст.

Шумо бо тафсилоти падидаи қозиба ва қонуни қозибаи ҷаҳонӣ дар аввалҳои синфи 10 ошно хоҳед шуд. Ин ҷо мо танҳо ҳамин қадар мегӯем, ки Замин ба сабаби қозиба доштан ҳама ҷисмҳоро сӯи худ бо шитоби муъайян ҷазб мекунад — онро *шитоби афтиши озодона* (*шитоби афтиши озод*) мегӯянд ва аз ин хусус дар банди оянда сухан меравад.

- | | |
|---|--|
|  | 1. Қозиба чист? Хосияти қозибадорин ҷисмҳо дар чй зоҳир мегардад? |
| | 2. Ҷарост, ки қизи аз даст раҳшуда ё партофтшуда ба рӯи Замин меафтад? |
| | 3. Таҷрибаҳои сершумор далеланд, |

- | |
|---|
| ки қураи Замин қозиба, яъне қобилияти ҷисмҷазбкунандагӣ дорад. Оё Моҳ ҳам монанди Замин қозиба дорад ва ҷисмҳоро ба худ ҷазб мекунад? |
| 4. Оё ҷисмҳои майда-чуйда ҳам қозиба доранд? |

§4.10. Шитоби афтиши озодона

Шумо борҳо дидаед, ки ҷисмҳо агар аз ин ё он баландӣ сар дода шаванд, ба рӯи Замин меафтанд. Шумо инч. мушоҳида кардаед, ки ҷисмҳои гуногун, ҷунончи, пари ягон паранда ва пораи ҷуб агар аз ҳамон як баландӣ раҳо карда шаванд, яке (дар мисоли мо — пораи ҷуб) зудтар, дигаре дертар ба рӯи Замин мезананд. Ё ин ки бигирем ду варақи якхелаи қоғазиро 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 чй бошад. Сабаб чист, ки ҳама ҷисмҳо сӯи поён меафтанд? Сабаб чист, ки қоғазӣ ғичимшуда зудтар меафтад?

Ин гуна пурсиш дар сари олими шӯҳратманди Юнони қадим Арасту (384-322 то милод) низ пайдо шуда будааст.

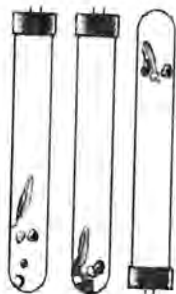
Аммо Арасту аз ин навъ мушоҳидаҳо ба хулосаи носаҳеҳе омадааст, ки гӯё афтиши пораи тилло ё сурб ё ҳар гуна чизи дигари вазндор чунин рӯй меодад бошад: *ҳар қадаре ки ҷисм вазниатар бошад, ҳамон қадар зудтар меафтад (?)*.

Ин хулосаи ғалат бо вучуди баъзе кӯшишҳои ислоҳкорона то а.ХУ-ХУІ поист. Олими итолиёӣ Г.Галилей дар натиҷаи мулоҳизаҳои мантиқӣ дарёфт, ки ғап НА дар *вазни ҷисмҳо*, балки дар буди *ҳавост*. Ҳаво ба ҳаракати ҷисмҳои ҳамвази, вале гуногунадоза ба дараҷаи гуногун муқовимат мекунад ва қувваи ин муқовимат зидди қувваи аз тарафи Замин ба ҷисм таъсиркунанда равона аст. Аз ин рӯ агар илоче бошад, ки муқовимати ҳаво аз байн бурда шавад, ҳама гуна ҷисмҳои аз ҳамон як баландӣ раҳошуда, чунонки Галилей таҳмин карда буд, дар ҳамон як лаҳза ба Замин мерасанд.

Танҳо дар давраи зиндагонии И.Нйутон имкон фароҳам омад, ки ин гуна санҷиш воқеӣ гардонида шавад — тулумбаҳо (*пасосҳо*)-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 будааст: 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 фаросати физикӣ ҳосил карда бо-

шанд, ки як чизи аз нигоҳи илмӣ муҳимро фаҳм кунанд: “Хуб, — бояд бигӯяд ин гуна хонандаи завқмаанд, — модом ки ҳаво ба ҳаракати пар, варақи қоғаз, барг ва м.ин. муқовимат дошта бошад ва ҳаракати донаи сочмаву тангаву сангча ва ҷизҳои монанди инҳоро чандон монев нашавад, пас, шарт нест, ки хусусиятҳои ҷозибии Замин ҳатман ба воситаи баргу пар пажӯҳида шавад, он хусусиятҳоро ба василаи омӯзиши ҳаракати сочмаву сангча низ дарк кардан имконпазир аст!”



Ин гуна фикр дар ҳар саре пайдо шавад, "Аҳсант!" гуфтан мебояд соҳиби он сарро. *Зинда бод майли ҷуяндагӣ!*

Аммо ин ақида нав нест. Онро ҳам Г.Галилей дар мадди назар дошту ҳам И.Нйутон. Чунончи, Галилей сақоҳои гуногунчинсу гуногунондозаро 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 когазу баргу пар, балки ба ҳаракати сақову соҷмаву санг ворӣ чисмҳо низ муқовимат мекунад. Аммо таҷриба нишон медиҳад, ки дар сурати ба қадри кофӣ пурҷирм ё худ сермасса (вазнин) будани сақо ё чисми дигари раҳошаванда муқовимати ҳаворо ба эътибор нагирифта мумкин аст. Галилей аз санҷиши фосолаҳои дар муддати муъайяни вақт паймудаи чисмҳои афтон хулосаи бисёр муҳим гирифт, ки

чисми аз ин ё он баландӣ раҳошуда

бо шитоби 9,8 Н/кг (ё худ 9,8 м/с²) поён меафтад.

Ин шитоб дойимист ва сӯи маркази Замин самт дорад. Онро бо ҳарфи *g* (ҳарфи аввали вожаи латинии *gravitas* – *вазнин*, *қозиба*) ишорат мекунад.

$$g \approx 9,8 \frac{H}{кг} = 9,8 \frac{M}{с^2}.$$

Ҳамин тариқ, Г.Галилей дарёфт, ки Замин ҳама чисмҳои озодона афтандаро бо ҳамин шитоб ҷазб мекардааст.

Мо гуфтем, ки шитоби афтиши озодона дойимист. Аммо дар асл ин шитоб ба арзи ҷуғрофии ҷойи таҷриба камубеш бастагӣ дорад. Чунончи, дар рӯи хати истиво (экватор) $g = 9,780$ Н/кг асту дар арзи ҷуғрофии 45° $9,806$ Н/кг ва дар қутби Замин $9,832$ Н/кг. Пас, дар ҳисобҳои амалӣ ҳамон қимати ҳосилкардаи Галилей, яъне $9,8$ Н/кг ё $9,8$ м/с²-ро ба қор бурдан раво аст; дар ин маврид хатои нисбӣ (ниг. §1.12) на бештар аз даҳяк дарсад, яъне $0,1\%$ мешавад. Дар ҳалли аксари масъалаҳо $g = 10$ Н/кг гирифта мумкин аст, зеро дар ин сурат хатои нисбӣ ҳамагӣ 2% мебуд.

Офтубу Моҳ ва сайёраҳои дигар низ, чунонки гуфтем, қозиба доранд. Агар таҷрибаҳои ёдшудаи Галилеи дар рӯи Моҳ анҷом дода шаванд, барои шитоби афтиши озодона қимате ба даст меояд ($g = 1,623$ Н/кг), ки назар ба шитоби заминӣ 6 бор

кам аст, яъне бачае, масалан, ки дар рӯи Замин 36 кг вази дорад, дар рӯи Моҳ 6 кг вази мебошад. Сайёраҳои гуногун вообаста ба ҷирм (масса)-и худ шитоби озод-афтиш гуногун доранд. Чунинчи, ин шитоб барои Миррих 3,86 Н/кг асту барои сайёраи Зҳҳра 8,69 Н/кг.

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. Ҷарост, ки агар варақи гичимшудаи қоғаз ва як варақи боз аз ҳамон як баландӣ сар дода шаванд, варақи гичимшуда зудтар меафтад?
4. Чатри парвоз (парашут) чӣ вазифа дорад?
5. Ҷарост, ки донаҳои барф мисли парашут бо низоми муъайян (бе шитоб) поён меоянд?
6. Сабаб чист, ки шитоби афтиши озодона дар рӯи хати истиқво (хати экватор) 9,806 Н/кг асту дар қутби Замин қимати бештар – 9,832 Н/кг (ё худ 9,832 м/с²) дорад?
- 7*. Г. Галилей шитоби афтиши озодонаро бо чӣ тарз муъайян кардааст?



Рас.4.27

§4.11. Афтиши озодона харакати собитшитоб аст

Афтиши озодонаи ҷисм мисоли бисёр ҷолиби ҳаракати як-навохттезшаванда аст, ҳаракатест, ки дар он (фаромӯш накарде бошед) ҷисм дар роҳи рост дар фосилаҳои баробари вақт масофаҳои ба ҳамон як бузургӣ зиёдшавандаро мепаймӯд. Ин ҷо «ба ҳамон як бузургӣ» гуфтан он гуна маъни дорад, ки суръати ҷисм дар фосилаҳои баробари вақт ба дараҷаи якхела зиёд мешавад, яъне дар ин маврид ҳаракати ҷисм ҳаракати шитобдор аст ва ин шитоб доимӣ (собит) аст. Мо ин гуна ҳаракатро *ҳаракати собитшитоб* номиде, формулаи роҳро барои он дар шакли зайл навишта будем:

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (1)$$

ки ин чо v_0 суръати ибтидоӣ ва a шитоби ҳаракат буданд.

Агар мо формулаи (1)-ро барои афтиши озодонаи ҷисм навиштани бошем, бояд ба ҷои a шитоби афтиши озодона g -ро бигзорем. Ин чо агар онро ҳам ба назар гирем, ки дар ҳама формулаҳои g -дор роҳи тайшуда одатан бо ҳарфи h ишорат мешавад, формулаи (1) шакли зайл мегирад:

$$h = v_0 t + \frac{g}{2} t^2. \quad (2)$$

Бузургии g мусбат ҳам буда метавонаду манфӣ ҳам. Дар мавриди озодона афтидани ҷисм g аломати мусбат дорад. Лек агар ҷисм бо ин ё он суръати ибтидоии v_0 сӯи боло партофт шавад, дар пеши қасри формулаи (2) бояд аломати «-» 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 чо низ вобаста ба самти ҳаракат «+» ё «-» буда метавонад.

Масъалаи 1. Балаандиро ёбед, ки ҷисм аз он дар муддати $2c$ меафтад. Суръати ибтидоиро $v_0 = 0$ гиред.

Додаҳо: $t = 2c$,
 $v = 0$,
 $h = ?$

Ҳал. Бузургии g дар шартӣ масъала наомадааст, зеро маълум аст: $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. Баландии матлубро аз формулаи (3) ёфтаи осон аст:

$$h = \frac{1}{2} gt^2, \quad h = \frac{1}{2} \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 4c^2 = 19,6c,$$

яъне агар ҷисм аз баландии $19,6c$ раҳо карда шавад, дар муддати $2c$ ба рӯи Замин меафтад.

Масъалаи 2. Чисме, ки бо суръати ибтидоии $v_0 = 20 \text{ м/с}$ амудан боло партофт шудааст, суръати худро пас аз $t = 2c$ «аз даст дода», як он менст. Чӣ қадар баланд мебарояд ин ҷисм?

Додаҳо:

$$\begin{aligned} g_0 &= 20 \text{ м/с}, \\ t &= 2 \text{ с}, \\ g &\approx 10 \text{ м/с}^2, \\ h &=? \end{aligned}$$

Ҳал. Чисми сӯи боло партофтшуда ҳаракати якнавохтсуствашаванда мекунад — дар ин маврид суръати ҷисм дар фосилаҳои баробари вақт ба 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 ҳилофи масъалаи 1 манфист, формулаи роҳи рафти ҷисмро (аз ҷои партофт то баландтарин нуқтаи рафт) чунин навишта, ҳалли масъаларо меёбем:

$$\checkmark h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2, \quad h = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 2 \text{ с} - \frac{1}{2} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2 \text{ с}^2 = 40 \text{ м} - 20 \text{ м} = 20 \text{ м}$$

яъне ҷисме, ки бо суръати ибтидоии 20 м/с амудан боло партофт мешавад, тақрибан 20 м боло мебарояд.

✓ Масъалаи 3. Ҷисме, ки бо суръати ибтидоии 10 м/с амудан боло партофт мешавад, дар чӣ қадар вақт соҳиби суръати сифрӣ мегардад?

Додаҳо:

$$\begin{aligned} v_0 &= 10 \text{ м/с}, \\ g &= 10 \text{ м/с}^2, \\ v &= 0, \\ t &=? \end{aligned}$$

Ҳал. Дар ҳалли ин масъала формулаи (4) кор медихад. Аммо азбаски дар ин маврид (низ) ҷисм муқобили ҷозибаи Замин, яъне сӯи боло ҳаракат мекунад, аломати шитоби афтиши озодона g -ро манфӣ гирифтаи мебарояд. Ҳамин тариқ, формулаи

(4)-ро чунин навиштаи зарур аст:

$$\checkmark v = v_0 - gt.$$

Ҷисм то лаҳзае боло мебарояд, ки суръаташ v баробари 0 шавад. Бино бар ин,

$$\checkmark 0 = v_0 - gt, \quad \text{яъне } v_0 = gt. \quad \text{Пас, } t = \frac{v_0}{g} = \frac{10 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} = 1 \text{ с}.$$

§4.12. Баркашидани ҷисмҳо.

Санҷиши масса (ҷирм)-и ҷисмҳо бо тарозу

Тарозу асбобест барои баркашидани ҷисмҳо. Қори ин асбоб бар истифодаи қувваи ҷозиба асос ёфтааст.

Тарозуҳо аз ҷиҳати сохт ба се гуногунанд — шохиндор (фа-

шанги), фанаря (пружини), гардишхуранда ва ғ. 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 муъаллақ бошанд ва озодона болову поён рафта тавонанд.



Рас.4.28.

Чизи баркашиданиро дар яке аз паллаҳо мегузоранд. Он гоҳ ин палла поён меояд. Баъд дар паллаи ҳолӣ аз сангҳои тарозу¹, он қадар бор мегузоранд, ки вазни якҷояи онҳо ҳамчун вазни чизи баркашидани шавад. Дар ин маврид мегӯянд ки паллаҳои тарозу баробар шуданд ё мувозинат ёфтанд. Чунин ҳам мегӯянд: “Паллаҳо тарозу шуданд”.

Хуб, баробарии паллаҳои тарозу натиҷаи чист? Фикр кунед. Агар фикри шумо бо роҳи дуруст пеш равад, шуморо ба ҳулосае меорад, ки ҳам чизи баркашидани, яъне бори тарозу ва ҳам сангҳои мувозинатдиҳандаи он бор сӯи маркази Замин бо ҳамон як қувва кашада (ҷазб) мешаванд. Аз ин баробарии қувваҳои ба бор ва сангҳои тарозу таъсиркунанда ҳулосаи дигаре бармеояд, ки массаи бор баробари массаи сангҳои мувозинатдиҳанда аст. Агар бори ба тарозу гузоштаи шумо, масалан, бо як санги 100-гиромӣ, ду санги 20-гиромӣ ва як санги 2-гиромӣ мувозинат ёфта бошад, фаҳмост, 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 рӯи сангҳо сабтшуда массаи бори тарозуро ифода мекунад.

Акнун, ки шумо тарзи бо тарозуи шохиндор муъайян кардани массаи ҷисмҳоро ёд гирифтед, бояд бидонед, ки ин усул ҷӣ 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_B) таъсир меоварад, ки он бо массаи ҷисм m алоқамандии содае дорад:

$$F_B = mg \quad (*)$$

¹ Сангҳои тарозуи мактаби маъмулав ивқадарианд (бо гиром): 100, 50, 20, 20, 10, 5, 2, 2, 1. Сангҳои сабуктари 500-, 200-, 200-, 100-, 50-, 20- ва 10-миллигиромӣ низ истифода мешаванд. Масса (ҷирм)-и сангҳои тарозу дар рӯи онҳо сабт шудааст.

Қувваи F_B -ро қувваи вазиния мегуянд. Ин алоқамандӣ дар §4.15 муойина мешавад. Аз ифодаи (*) аён аст, ки барои муъайян кардани массаи ҷисм m шитоби афтиши озодона g ва қувваи вазиния F_B -ро доништан зарур аст. Қимати g маълум аст ва шумо онро медонед. Қимати F_B -ро бошад, чен кардан мебояд. Онро, чунонки гуфтем, бо тарзҳои гуногун, масалан, бо тарозуи фанарӣ санҷидан мумкин аст. Он гоҳ аз рӯи ифодаи (*) ёфтани масса душворие пеш намеорад:

$$m = \frac{F_B}{g}.$$

Хатой ин тарзи массасанҷӣ (ҷирмасанҷӣ) зиёд нест. Тарозуҳои ҳассоси замони ҳозира имкон медиҳанд, ки массаи ҷисмҳо бо саҳеҳияти то чанд миллиграмм чен карда шавад.

(Тарзҳои дигари ҷирмасанҷӣ дар китоби «Физика, 10» муойина хоҳад шуд).

<p>? 1. Тарозу чӣ гуна олат аст ва истифодаи он чӣ зарурат дорад? 2. Амалӣ барқашидан чӣ гуна аст? 3. Барқашидани ҷисмҳо бо тарозуи шохӣвор чӣ замина дорад?</p>	<p>4. Мо мегӯем: Қувваи вазиния ба ҷисм таъсиркунада F_B ба массаи он ҷисм m мутаносиб аст, яъне $F_B = m \cdot g$. Ин гуфтаву навишта чӣ мазмунро ифода мекунад?</p>
---	--

Супориш

Шоир асри XVII Мирзо Муҳаммадвалии Соғиб гуфтае дорад:

Агар санги камӣ дораӣ, тарозуро фалоҳан куӣ,

Ки ин ҷо муҳтасиб пайваста дар бозор мегардад.

Ин ҷо санги камӣ дошта чӣ маънӣ дорад? тарозуро фалоҳан кардан чӣ? Мақсади шоир аз ин гуфта чист?

Ҷавоб: 1) Ин ҷо «санг» ба маънии санги тарозу омадааст.

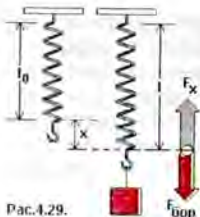
2) Фалоҳан ё фалоҳун ё худ фалоҳмон (олати сангадозӣ) аст.

3) Муҳтасиб шахси назораткунадаи рӯи тартибу қонда дар бозор аст. (Дар Бухоро то инқилобӣ ин гуна шахсро раис мегуфтанд).

Хуб мебуд, ки дар заминаи ин бағӣ Соғиб дар бораи рамзи ростӣ будани тарозу бораи ҳамсӯзҳои худ андарзномае эҷод кунад.

§4.13. Таъсири қувва ва таъйиқи ҷисмҳо

Ҳар гуна ҷисм дар натиҷаи ба он таъсир овардани қувва ин ё он дараҷа таъйиқ хӯрда (деформатсия шуда), яъне андоза ё шакл ё ин ки ҳам андоза ва ҳам шакли худро тағйир дода менамояд. Чунончи, агар дар сари фанар (пружина)-и дарозиаш



Рас.4.29.

l_0 (рас. 4.29,а) боре овозем (рас. 4.29,б), фанар ба кадри $l - l_0$ меёзад. Дар ин маврид бор вази фаи кувваро адо мекунад.

Дар сурати ба фанар таъсир овардани қувва андозаи фанар тағйир меёбад. Агар борро аз сари фанар дур кунем, фанар дарҳол ба ҳолати аввали худ бармегардад, яъне баъди бозгирифтани бор фанар

кутоҳ шуда, ба ҳоли l_0 мегардад. Онро қуввае ба ин ҳолат бармегардонад, ки дар байни атомҳо ва молекулаҳои фанар танҳо гоҳи тазйик дидани фанар ба вучуд меояд ва *қувваи чандирӣ* ном дорад.

Қувваи чандирӣ зидди қувваи тазйикдихандаи фанар, яъне зидди *қувваи беруни* равона аст (чунин меноманд қувваи аз беруни ба ҳисм таъсиркунандаро); бор сари фанарро сӯи поён кашола мекунаду қувваи чандирӣ онро сӯи боло мекашад. Ин қувваҳо дар рас.4.29,б бо тирчаҳои F_x (қувваи чандирӣ) ва $F_{бор}$ (қувваи кашолакунандаи бор) тасвир шудаанд. Агар дар сари фанар бори бештар овозем, ёзиши он зиёдтар мешавад ва ҳар қадаре ки ёзиши зиёдтар бошад, қувваи чандирӣ ҳамон қадар бештар ба вучуд меояд.

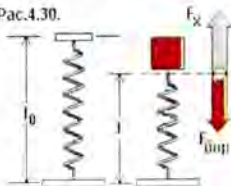
Мисоли дигар. Агар фанари пулоднере дар рӯи миз он тавр бигзорем, ки дар рас.4.30,а тасвир ёфтааст ва дар "тори сари" он ягон бор монем, фанар кадере (аз l_0 то l) фишурда мешавад. Дар ин маврид низ қувваи чандирӣ зидди қувваи фишорандаи фанар, яъне сӯи боло равона аст.

Тазйики ҳисмҳо ду навъ аст — *чандир* ва *пластикӣ* (аз лот. *plastikos* — кулоли, ҳайкалбоб). *Тазйики чандир* тазйикест, ки баъди аз миён бурдани он шаклу андозаи ҳисми тазйикхӯрда қомилан барқарор мегардад; дар акси ҳол тазйикро *тазйики*

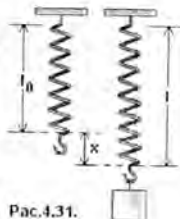
пластикӣ мегӯянд: дар ин сурат ҳисм. Рас.4.30.

тазйикдида андозаҳои худро барқарор карда наметавонад.

Қонуни Хук. Таҷрибаи дар рас.4.29 (ё рас.4.30) тасвиршударо барои борҳои гуногун тақрор карда, ба ин ҳулоса мерасем: *барои ба вучуд овар-*



дани тазйики харчи бештар ба сари фанар бори ҳамон қадар зиёдтар овехтан мебояд. Модом ки чунин бошад, пас, метавон гуфт, ки аз рӯи дараҷаи тазйики фанар доништан мумкин аст, ки он тазйикро чӣ қадар қувва ба вучуд овардааст. Аз ҷамъбасти ин гуна таҷрибаҳо кондае сар задааст, ки қонуни Хук ном дорад ва ин аст таърифи он:



Рас.4.31.

Қувваи чандирне, ки дар тани ҷисм гоҳи тазйик додани он ба вучуд меояд, ба ёзиши ҷисм мутаносиб аст ва зидди самти кҷчиши зарраҳои таркиби ҷисм равона мебошад. Ин аст ифодаи қонуни Хук:

$$F_x = k(l - l_0) \quad \text{ё худ} \quad \boxed{F_x = kx.}$$

Ин ҷо F_x қувваи беруна ба фанар таъсиркунанда асту l_0 — дарозии фанари ноёзида (рас.4.31), l — дарозии фанари ёзида. Фарқи $l - l_0 = x$ ёзиши фанарро ифода мекунад. Бузургии k ҳамгар ё худ зарби мутаносибии байни қувваи чандиря F_x ва ёзиши фанар x аст ва дараҷаи тазйикро нишон медиҳад. Онро сахтии фанар низ мегӯянд. Бузургии k ададан баробари қимати мутлақи қувваест, ки ҷисмро тазйик дода, онро чени як воҳиди дарозӣ меёзонад (ё мефишорад). Ин бузургии барои фанари додашуда қимати доимӣ дорад.

Қонуни Хук ҷои татбиқ бисёр дорад — қуввасанҷҳо, гарозуҳои фанарӣ, таппонҷаҳо ва ғ.

Масъала. Ба рӯи фанар (пружин) бори 10 Н гузоштаанд. Фанар 1 см фишурда шуд. Агар ба болои он бор бори дигаре битзоранд, ки 20 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 муъайяни 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 10Н фанарро ба қадри 1см мефишорад. Пас, қувваи 10Н + 20Н = 30Н онро 3 см мефишорад.



1. Шумо *тазйик* (ё деформатсия)-и *ҷисм* гуфта чиро мефаҳмед? Тағйири шакл чӣ маънӣ дорад?
2. Тазйиқи *ҷисм* дар натиҷаи чӣ гуна амал ба вучуд меояд?
3. Тазйиқи *чандир* аз тазйиқи *пластикӣ* чӣ фарқ дорад?
4. Қонуни Ҳук чӣ ҷиҳати тазйиқи *ҷисм*хоро ифода мекунад?
5. Ҳамгаре (заррибе), ки дар формулаи қонуни Ҳук омадааст (k), чиро ифода мекунад?

Машқ

Ҳамгар (заррибе)-и k дар ифодаи қонуни Ҳук барои ҳар фанар (пружин) қимати муъайян дорад. Оё шумо гуфта метавонед, ки барои яқин қардани ин маънӣ чӣ гуна таҷриба ё кори лаборатория инҷо додан меконед?

§4.14. Қуввасанҷ (динамометр)

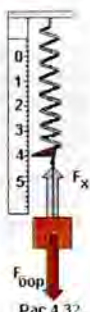


Вазифаи ин асбоб аз номаш пайдост: *қуввасанҷ* — яъне асбоби ченкунандаи қувва, асбоби қуввасанҷия.

Номи юнонибунёди он — *динамометр*, ки аз вожаҳои *dynamis* — *қувва* ва *metreo* — *месанҷам, чен мекунам* таркиб ёфтааст, низ маънии *қуввасанҷ* дорад.

Қуввасанҷ олати содааст. Кори он бар истифодаи қувваи *чандирии* фанар (пружин) F_x , ки мо онро дар банди пешина муойина қардем, асос ёфтааст.

Дар сурати ба нуғи озоди фанар таъсир овардани қувва, масалан, дар сурати ба сари фанар овехтани 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 рӯи ёзиши фанар гуфтан мумкин аст, ки ба он чӣ қадар қувва (бор) таъсир овардааст; лекин дар сурате чунин гуфтан раво аст, ки қуввасанҷ дараҷабандӣ шуда бошад, яъне маълум бошад, ки ин ё он қадар ёзиши фанар ба асари чӣ қадар қувва рост меояд.



Рас.4.32.

Қуввасанҷро маъмулан ба воситаи борсанҷҳои намунави тавре дараҷабандӣ мекунанд, ки ҳар тақсимоташ ба 1Н (нйу-

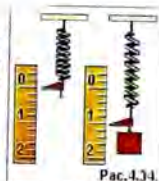
тон) ё ягон воҳиди дигари қувва рост ояд.

Қуввасанҷи дар рас.4.32 тасвиршуда қуввасанҷи мактабист



Рас.4.33

ва бо нйутоиҳо дараҷабандӣ шудааст. Ин қуввасанҷ нишон медиҳад, ки ба нӯги он қувваи 4Н таъсир овардааст. Чунонки шумо аллақай медонед, қуввае, ки бо он бори 0,1кг сӯи Замин ҷазб мешавад, *нйутои (Н)* ном дорад. Пас, қуввасанҷи дар рас.4.32 тасвиршуда бори 400г-ро нишон додааст.



Рас.4.32

Қуввасанҷхое низ ҳастанд, ки ҳар тақсимотшон ба массаи 1т (тон) ё худ 10000Н рост меояд. Бо ин гуна қуввасанҷ қувваи кашиши, масалан, тракторро чен мекунад (рас.4.33).

Миқёс (шкала)-и ҳама қуввасанҷҳои фанарӣ то ҳадде дараҷабандӣ карда мешавад, ки барои он қонуни мутаносибияти ёзиши фанар ба қувваи ҷандири, яъне қонуни Ҳук ба ҷо ояд. Аз ин ру ба ҷангаки қуввасанҷ ҳеч гоҳ боре наовезед, ки аз ҳадди муъайян зиёд бошад, вагарна фанари қуввасанҷ хосияти борсанҷандагии худро гум мекунад.

1. Қуввасанҷ (динамометр) чӣ гуна сохт дорад?
2. Қори қуввасанҷ бар истифодаи чӣ гуна қонун асос ёфтааст?
3. Таъкиде, ки дар матн овардем, чӣ мазмунро хотирнишон мекунад?

Машқ

1. Дар рас.4.34 ду ҳолати ҳамон як қуввасанҷ (динамометр) тасвир ёфтааст. Онҳо аз ҷиҳати фарқ доранд ва борҳои ҷикаларанд?

2. Қуввасанҷе, ки дар рас.4.35 дар се ҳолат тасвир шудааст, дар мавридҳои *а*, *в* ва *с* чӣ гуна қувваҳоро чен кардааст?

3. Қуввасанҷе дорем бо ёзиши зиёдтарин (ёзиши бешина)-и 5 см. Фанари қуввасанҷ ба ин дараҷаи ёзиш бо таъсири қувваи 5кН мерасад. Ин фанар бо таъсири қувваҳои 200 Н, 500 Н ва 1 кН ҷикадагӣ меёзад?



Рас.4.35

§4.15. Қувваи вазнинӣ

Қуввае, ки Замин бо он ҷисмҳоро мекашад (ҷазб мекунад), *қувваи вазнинӣ* ном гирифтааст. Қувваи вазнинӣ қувваи ҷозибаст, ки ба ҷисм таъсир меоварад. Ин қувва ба қадди хати аму-

дин чои буди чисм сӯи миёнҷои Замин равона аст — ин хулоса аз он чо рушан аст, ки чисмҳои аз ин ё он баландӣ раҳошуда маҳз ба қадди хати амуд меафтанд. Санги шоқул ҳам (рас.4.36) дар сурати бурида ё сӯзонда шудани риштаи он ба қадди хамин хат меафтад. Қувваи вазнинӣ, чунонки гуфтем, бо F_v ё маъмулан бо P ишорат мешавад.

Ҳамин тарик, қувваи вазнинӣ ба массаи чисм бастагӣ дорад: ҳар қадаре ки массаи чисм зиёд бошад, Замин онро бо қувваи ҳамон қадар бештар ҷазб мекунад. Модом ки чунин бошад, магар илоче нест, ки қувваи вазнинӣ бо массаи чисм дар шакли ягон формулаи риёзӣ алоқаманд гардонда шавад?

Дар боби "Қувва" гуфтем, ки қувваи ба чисм таъсиркунанда F ба ҳосили зарби массаи чисм m ва шитобе (a) баробар аст, ки чисм 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 сухан рафта буд.

Қувваи ба чисм таъсиркунанда каму зиёд буда метавонад. Вале агар мо қувваро дойиман як хел нигоҳ дошта, рафтори чисмҳои мушоҳида кунем, ки массаи гуногун доранд ва бо таъсири хамин қувваи дойимӣ аз ин ё он баландӣ меафтанд, чизи ачибе ошқор мегардад.

Фаҳмоист, ки ин чо гап дар бораи ба қувваи ҷозибаи Замин, яъне ба қувваи вазнинӣ F_v иваз кардани қувваи F -и формулаи (1) меравад.

Биёед, як таҷриба кунем

(Ба сифати кори лаборатория)

Барои ин як тарозуи фанарие (тарозуи пружинӣ бо санҷояш) лозим аст, ки бо *НЮТОНҲО* дараҷабандӣ шуда бошад ва даҳякҳои нютонро низ нишон диҳад. Бигирем тарозуеро, ки дар рас.4.34 ё 4.35 тасвир ёфтааст.

Аввал тарозуро санҷида, бовар ҳосил мекунем, ки дуруст кор мекунад. Сипас ба рӯи он як санги 50-гиромӣ мегузorem ва мебинем, ки қувваи 0,49Н-ро нишон медиҳад. Баъд ба рӯи тарозу боз як санги 50-гиромии дигар мегузorem — он гоҳ тарозу қув-



Рас.4.36.
1) шоқул,
2) хати амуд.

m	F_n
0,050	0,49
0,100	0,98
0,150	1,47
0,200	1,96
0,250	2,45
0,300	2,94

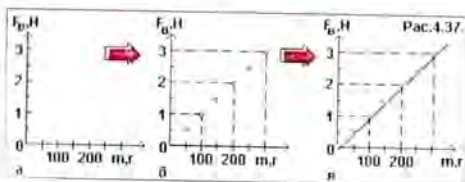
ваи 0,98Н-ро менамояд. (Ёд бод, ки ба сифати воҳиди қувва — *нйутон* қуввае пазируфта шудааст, ки Замин бо он қувва ҷисми садгиромиро ба худ мекашад). Ҳамин тарик, борҳои 150г, 200г, 250г ва г.-ро ба рӯи тарозу гузошта, қувваи ба онҳо таъсиркунандаро сабт мекунем. Массаҳоро бо кг ифода карда, натиҷаҳоро дар шакли ҷадвал гирд меорем.

Натиҷаҳоро дар шакли нигора (график) низ тасвир сохтан мумкин аст. Нигора назар ба ҷадвал натиҷаҳоро аёнитар нишон медиҳад. Барои сохтани нигора пеш аз ҳама микёс ё худ масшабате интихоб мекунем (рас.4.37,а), ки натиҷаҳои мо дар нигора ба ҳуҷя ҷой бигиранд. Баъд нуқтаҳои таҷрибавиро дар ҷойҳои ба онҳо мувофиқ нишонагузорӣ карда (рас.4.37,б), дар охир нуқтаҳоро ба ҳамдигар мепайвандем (рас.4.37,в).

Акнун, биёед, ба нигораи ҳосилшуда зехн монем. Бинед, ки нуқтаҳои таҷрибавӣ на бетартибона, балки *саф кашида*, дар рӯи хати росте ҷой мегиранд, ки он аз нуқтаи сари координатҳо — аз нуқтаи «0» сар мешавад. Ин ҷо мо бояд фикр кунем, ки ин хати рост чиро ифода мекунад?

Оё аз ин ҷо бӯи ягон кашфиёт намеояд?

Мулоҳиза кунед: Ҳар қадаре ки массаи ҷисм, яъне бори тарозуро зиёд кунем, қувваи аз тарафи Замин ба бор таъсиркунанда (қувваи вазнинӣ) ҳамон қадар меафзояд. Пас, фаҳмоӣ, ки қувваи вазнинӣ F_n ба массаи борсанг m мутаносиб аст. Ин навъ мутаносибиятро *мутаносибияти рости* мегӯянд, яъне мегӯянд, ки F_n ба m мутаносиби рости аст ва онро ин хел ифода мекунад: $F_n \sim m$. Модом ки чунин бошад, пас, нисбати ин бузургҳо, масалан, нисбати F_n/m барои ҳама сатрҳои ҷад-



вали натиҷаҳо бояд бетағйир монад. Биёед, аввал сатри якум-ро бинем: $F_B = 0,49\text{Н}$ асту $m = 0,05\text{кг}$. Пас,

$$\frac{F_a}{m} = \frac{0,49 \text{ Н}}{0,05 \text{ кг}} = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \quad (1)$$

мебарояд. Ин нисбат барои сатри дуюм ҳам

$$\frac{F_a}{m} = \frac{0,98 \text{ Н}}{0,10 \text{ кг}} = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \quad (2)$$

асту барои сатри сеюму сатрҳои оянда ҳам.

Дидед, ки баркашиданҳову нигорасозиҳо ва нисбат гирифтаниҳо моро ба чӣ хулоса овард:

Нисбати қувваи вазнинии аз тарафи Замин ба ҳисм таъсиркунанда бар массаи ҳисм бузургии доимия (собит) аст.

Дар навиштори физикӣ барои ифода кардани бузургии собит ишорати *const* истифода мешавад. Пас, нисбатҳои (2), (3) ва нисбатҳоеро, ки мебоист барои сатрҳои чаҳорум, панҷум ва Ғ.-и ҷадвали натиҷаҳо навишта мешуданд, чунин ифода кардан мумкин аст:

$$\frac{F_a}{m} = \text{const} \quad \bar{e} \text{ ҳуд} \quad F_a = \text{const} \cdot m \quad (4)$$

Мехонем ин ифодаро:

Қувваи вазниние, ки аз тарафи Замин ба ҳисм таъсир меоварад, ба массаи ҳисм m мутаносиб аст.

Чиро ифода мекунад таносуби (4)?

Бузургии пешин m , яъне *const* (ки баробари $9,8 \text{ Н/кг}$ аст), чӣ ҳосияти ҳамтаъсириги ҳисмҳоро 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 *ҳамгар* (*зариф*)-и риёзӣ аст ва агар бо m зарб зада шавад, ҳосили зарбро ҳамчени F_B мекунад, яъне як бузургиро ба бузургии дигар алокаманд мегардонад. Номаш ҳам (*ҳамгар*) аз ҳамин ҷост. Лекин, бузургиҳои алокамандшаванда F_B ва m табиғати физикӣ доранд ва, аз ин рӯ, *ҳамгари* онҳо, яъне ҳамон *const*-и пешин m дар формулаи (4) бояд маънои физикии муъайян дошта бошад.

Биёед, фикр кунем: Ин ҷо қувваи вазниния бо массаи ҳисм

алоқаманд шудааст. Онҳоро қозибай Замин алоқаманд гардондааст, яъне омили алоқамандкунанда қозибай Замин аст. Пас, метавон гуфт, ки дар формулаи (4) *const*-и *g* як навъ бузургии ифодакунандаи дараҷаи зурри қозибай Замин мебошад. Ов्रो одатан бо *g* (харфи аввали вожаи латинии *gravitas* - гаровиш, қозоба) ишорат мекунанд ва ифодаи (4)-ро чунин менависанд:

$$F_g = gm. \quad (5)$$

Мо ин формулаи содари дар боло чанд бор истифода кардем. Азбаски *g* бузургии доимии маъдум (9,8 Н/кг) аст, пас, ин формула имкон медиҳад, ки қувваи вазнинии ба ҳар гуна ҷисми маъдумчирм таъсиркунанда бо осонӣ ёфта шавад.

Маҳал	<i>g</i> (Н/кг)
Сатҳи баҳр	9,8066
Хати истиқво	9,780
Арзи ҷуғрофий 45°	9,806
Қутби шимоли	9,8322
Маскав	9,8156
Париж	9,80665
Душанбе	9,8012
Вашингтон	9,8012
Токио	9,7980

1. Қувваи вазиния чист?
2. Замин ҷисми 100 гиромиро саҳттар қазб мекунад ё ҷисми 200-гиромиро?
3. Қувваи вазиния ба массаи ҷисм чӣ тавр алоқаманд аст?
4. Шумо аз таҷрибаи дар ҳамин банд баёншуда дидаед, ки нисбати қувваи вазиния бар массаи ҷисм F_g/m ба 9,8 Н/кг баробар аст. Чиро ифода мекунанд ин бузургия?

5. Оё қимати *g* дар ҳама нуқтаҳои рӯи Замин яксон аст? (Барои ба ин пурсиш ва пурсиш баъдина посух додан мавзӯи §4.10-ро бо ри дигар мутолиъа кунед).
6. Ҷисме, ки ба он дар арзи ҷуғрофий 45° қувваи вазинии 10Н таъсир меоварад, чӣ қадар масса (ҷирм) дорад? Дар қутби Замин ба ин ҷисм чӣ қадар қувваи вазиния таъсир меоварад?

§4.16. Қувваи вазиния дар сайёраҳо

Дар банди пешина гуфтем, ки қувваи вазинии F_g дар сатҳи Замин ба ҳосили зарби массаи ҷисм *m* ва шитоби афтиши олодона *g* баробар аст:

$$F_g = gm.$$

Мо инчунин гуфтем, ки барои Замин $g = 9,8$ Н/кг аст. Аммо ин гуфта чандон саҳеҳ нест, зеро қимати *g* на дар ҳама ҷои рӯи Замин 9,8 Н/кг мебошад. Ин аз ҷадвале рӯшан аст, ки мо овро дар аввали ҳамин саҳифа овардаем.

Чунонки мебинед, қиматҳои g аз як маҳал то маҳали дигар камубеш фарқ доранд. Сабаб ин аст, ки қураи Замин қаме пачақру мебошад ва, илова бар ин, қуху камар дорад, яъне ҳар маҳал аз маркази Замин дар ҳар ҳел дуря воқеъ аст.

Хулоса, қимати шитоби афтиши озодона на танҳо ба чирм (масса)-и сайёра, балки боз ба радиуси сайёра бастаги дорад.

Биёед, маълумоти чадвали зеро, ки барои сайёраҳои Манзумаи Офтоб гирд оварда шудааст, муқоиса кунем. Ҳамаи ин сайёраҳо бо таъсири қозибаи Офтоб гирди он мегарданд. Онҳо чирму андозаи гуногун доранд, қувваи қозиба ва, аз ин ру, шитоби афтиши озодона низ барои онҳо гуногун аст.

Шумо, хонандаи азиз, танбалӣ накарда, агар ин қиматҳоро муқоиса кунед, мебинед, ки ҳар қадаре ки сайёра чирми зиёд дошта бошад, шитоби g барои он ҳамон қадар зиёд аст. Қиматҳои g ки гуногун бошанд, пас, ба ҳамон як ҳисм дар руи ҳар сайёра қувваи вазнинии гуногунбузургӣ таъсир меоварад. Чунончи, ба ҳисми дорон чирми 10 кг дар руи Замин қувваи вазнинии 98,1Н таъсир меоварад, ҳол он ки Миррих ҳамон ҳисмро (агар ба руи Миррих кучонида шавад) бо қувваи 37,1Н ҳазб мекунад.

Шитоби афтиши озодона g , чирми сайёра M ва радиуси он R бо якдигар чунин алоқаманди доранд:

$$g = G \frac{M}{R^2}$$

Мо ин ифодаро дар мавзӯи "Қозибаи Замин" (ниг. §4.9) оварда будем. (Қимати *собитти қозиба* G дар ҷумлаи додаҳои маълумоти зерин оварда шудааст).

Сайёра	Радиуси сайёра, км	Чирми сайёра/чирми 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
Муштарӣ	71 400	318	25,00
Зуҳал	60 400	95,1	11,00
Уран	24 300	14,6	9,50
Нептун	25 050	17,2	11,50
Плутон		0,0017	7,5

Чирми Замин $5,98 \cdot 10^{24}$ кг аст.

Маълумоти 1. Шитоби афтиши озодонаи ин g он ҳисмро барои сатҳи сайёраи Миррих ёбед. Чирм (масса)-и Миррих $6,4 \cdot 10^{23}$ кг ва радиуси он 3400 км аст.

Ҳал. Ин ҷо формулаи матлуб (1) аст ва барои g натиҷаи зайл ҳосил мешавад:

$$\begin{aligned}
 M &= 6,4 \cdot 10^{23} \text{ кг}, \\
 R &= 3400 \text{ км} = \\
 &= 3,4 \cdot 10^6 \text{ м}, \\
 G &= 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}, \\
 g_{\text{Мир}} &=?
 \end{aligned}$$

$$g = G \frac{M}{R^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \frac{6,4 \cdot 10^{23} \text{ кг}}{(3,4 \cdot 10^6 \text{ м})^2} = 3,7 \frac{\text{Н}}{\text{кг}},$$

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 ҳисми дорои массаи 300 кг таъсир меоварад. Қимати собити ҷозиба G -ро аз додаҳои масъалаи 1 гиред.

Ҳал. Ифодаи қувваи вазнинӣ дар банди пешина омада буд ва ин аст:

$$F_g = mg. \quad (2)$$

Ин ҷо g шитоби афтиши озодонаи ҳисм 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 ба ин ифода гузошта, меёбем:

$$F_g = 300 \text{ кг} \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \frac{7,35 \cdot 10^{22} \text{ кг}}{(1,74 \cdot 10^6 \text{ м})^2} = 490 \text{ Н}.$$

Агар ҳамон ҳисми 300-килоӣ ба рӯи Замин кўчонда шавад, ба он қувваи вазнинии 2940Н таъсир меоварад. (Шумо бо осои дарёфта метавонед, ки ин натиҷа аз кучо ҳосил мешавад).

§4.17. Вазни ҳисм. Бевазний

I

Мо фанар (пружин)-и пулодинро чандин бор мисол задем. Бигзор, фанар дар рӯи миз хобида бошад (рас.4.38,а). Дарозии онро бо чадвал ҳен мекунем. Бигзор ин дарозӣ l_0 бошад. Баъд фанарро мехезонем, яъне онро дар рӯи миз дар ҳоли истода мегузорем (рас.4.38,б). Боз дарозиашро ҳен мекунем ва мебинем, ки фанари истода назар ба фанари хобида кадре кўтоҳтар (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 ҳақиқат. Вақте ки мо фанарро дар ҳоли истода мегузорем, ҳама печҳои он бо таъсири қувваи вазнинӣ сӯи поён кашида мешаванд — бинобар ин фанар кӯтоҳтар мешавад.

Хуб, чаро дар ин ҳол печҳои фанар бо ҳамдигар ҷафс намешаванд? Сабаби инро фаҳмидан осон аст: гоҳи фишурда шудани фанар дар он қувваи чандирӣ ба вуҷуд меояд (ниг. §4.13), ки зидди кӯчиши печҳо рағбат аст ва монеъи ҷафс шудани онҳо мегардад.

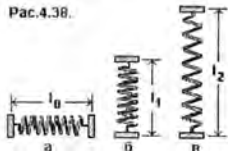
Мавриде ҳам, ки дар рас.4.38, *в* тасвир ёфтааст, ҳамин гуна шарҳ дорад: гоҳи овезон кардани фанар ҳар як печи он дар асари қувваи вазнинӣ сӯи поён кашида мешавад, то даме кашида мешавад, ки қувваи чандирӣ дар натиҷаи ёзиши фанар пайдошуда (ки дар ин маврид ҳам мисли мавриди истода будани фанар сӯи боло рағбат аст) баробари қувваи вазнинӣ шавад. Қувваи чандирӣ намегузорад, ки фанар беш аз ҳадди муъайян 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 на танҳо қувваи вазнинӣ ба худӣ фанар, балки қувваи вазнинӣ ба бори сари он таъсиркунанда низ поён мекашад. Фаҳмост, ки қувваи дар ин маврид пайдошавандаи чандирӣ назар ба мавриди аввал бештар хоҳад буд.

Мисоли дигар. Хаткашаки пулодиноро дар рӯи ду қуттии гуғирд чунон мегузорем, ки дар рас.4.39, *а* тасвир ёфтааст. Хаткашак қариб ҳамношуда менамояд.

Вале агар ба миёни он хаткашак боре гузорем, ҳам мешавад (рас.4.39, *б*), зеро ба он қувваи вазнинӣ F_v таъсир меоварад. Дар "ҷавоби" ин қувва дар хаткашак қувваи чандирӣ F_c ба

Рас.4.38.

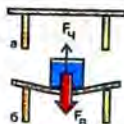


вуҷуд меояд, ки зидди F_v рағбат аст ва онро мувозинат медиҳад, яъне вақте ки ин ду қувваи нисбат ба якдигар зидсамт баробар шаванд, бор ва хаткашак дигар поён намеравад.

Ин мисолҳо мисолҳои сершумо-

ри монанди инҳо як ҷихати умумӣ доранд — ин ки ҳар гуна ҷисм (дар рас. 4.38 — фанар, дар рас. 4.39 — хаткашак ва бори рӯи он) ба таъягоҳи худ ё, агар овезон бошад, ба нуқтаи овезиш фишор меорад.

Қувваи, ки ҷисм бо он (ба сабаби сӯи Замин ҷазб шудани худ) ба таъягоҳ ё нуқтаи овезиш фишор меоварад, вазни ҷисм мегӯянд.



Рас. 4.39.

Вазро дар нақшаву нигораҳо (графикҳо) одатан бо ҳарфи P ифода мекунад. Вазни ҷисм ҳам мисли қувваи вазнинӣ F_B ба ҳосили зарби массаи ҷисм m ва шитоби афтиши озодона g баробар аст:

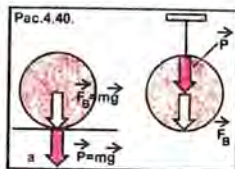
$$\vec{P} = m\vec{g}, \quad \vec{F}_a = m\vec{g}.$$

II

Шумо аз ду мавзӯи пешина медонед, ки қувваи вазнинӣ табиъатан қувваи ҷозиба аст ва ба худ ҷисм (на ба таъягоҳ!) таъсир мекунад. Онро дар нақшаҳо маъмулан бо тирчае ифода мекунад, ки аз миёнҷои ҷисм (бор) сӯи поён равона аст (рас. 4.40). Аммо вазни ҷисм, чунонки гуфтем, табиъатан қувваи ҷандириест, ки ба таъягоҳ ё, агар ҷисм овезон бошад, ба ҷойи овезиш таъсир меоварад (расми б). Тирчаи ифодакунандаи вазни ҷисм аз таъягоҳ ё ҷойи овезиш сӯи маркази Замин равона аст.

Мо дар рас. 4.40, а кура ва сатҳи мизро чунон тасвир сохтаем, ки гуё буди якеи онҳо ба дигараш асаре надошта бошад. Вале дар асл чунин нест. Кура бо таъягоҳи худ дар таъсири мутақобил аст: кура ба сатҳи миз бо қувваи баробар ба вазни худ P таъсир меоварад; сатҳи миз ба ин таъсир ба кура бо қуввае “ҷавоб” мегардонад, ки қувваи воқуниш (қувваи реаксия) номида шудааст ва бо N ишорат мешавад (рас. 4.41). Ин ду

қувва аз ҷиҳати бузургии ҳамчени якдигаранд, вале зидди ҳам равонаанд. Ҳамин тариқ, ба курае, ки дар рӯи миз беҳаракат истодааст, ду қувва таъсир мекунад: F_B — қувваи вазнинӣ ва N — қувваи воқуниши таъягоҳ ба вазни кура. Вазни кура бошад, ба таъ-





Рас.4.41.

ягоҳ таъсир меоварад. Нуқтаи таъсири ин се қувва-ро довистан ҳатмист.

Агар тақягоҳ ва чисми руи он (дар мисоли мо: кура) нисбат ба Замин қарор бошанд, вазни чисм ҳамчени қувваи вазнини меояд. Дар сурате ҳам, ки тақягоҳ ҳамроҳи чисми ҳамбастаи худ нисбат ба Замин якнавохт ва ростхатта ҳаракат кунад, вазни чисм ва қувваи вазнини баробари ҳамдигар меоянд.

Вазни чисм нисбат ба қувваи вазнини каму зиёд низ буда метавонад—ин он гоҳ мушоҳида мешавад, ки чисм ҳамроҳи тақягоҳи худ ба самти таъсири қувваи вазнини ҳаракати шитобдор кунад. Чунончи, агар тарозуи рас.4.42 ҳамроҳи бораш бо ин ё он шитоб сӯи поён ҳаракат дода шавад, вазни назар ба



Рас.4.42.

вазни аслии бор (назар ба қувваи вазнини) камтарро нишон медиҳад. Ва, баръакс, дар сурати сӯи боло бо шитоб ҳаракат додан тарозу вазни бештарро нишон медиҳад. Дар мавриде ҳам, ки мушаки ҳомили киштии кайҳоннаварди бо шитоби барои части мушак зарури сӯи боло парронда шавад, вазни киштии ва, аз ҷумла, вазни саворони он назар ба вазни аслишон чандин бор зиёд мешавад—ин ҳолат ҳолати *зиёдвазнии* аст. (Воқеъан, дар ин ҳол дар назари кайҳоннавардҳо чунин менамояд, ки гӯё вазни ҳар як узви бадани онҳо чандин бор афзуда бошад).

III

Масъала. Қуввасанҷе, ки дар ҷангакаш бори 1 кг овезон аст, бо шитоби 9.8 Н/кг сӯи боло рафт. Вазни бор чанд бор меафзояд?

Додаҳо: Ҳал. Бор дар ҳолати қарор будан вазни $P = mg$

$$a = 9.8 \text{ Н/кг,}$$

$$g = 9.8 \text{ Н/кг,}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$\frac{P'}{P} = ?$$

дорад. Агар ин бор бо шитоби a сӯи боло ҳаракат дода шавад, вазни он ба кадри ma меафзояд: он гоҳ бор ин қадар вазн хоҳад дошт:

$$P' = mg + ma = m(g+a),$$

$$\frac{P'}{P} = \frac{m(g+a)}{mg} = \frac{g+a}{g} = \frac{9.8+9.8}{9.8} = 2 \text{ бор.}$$

Дар сурати бо ин ё он шитоб сӯи поён ҳаракат додани қуввасанҷ (тарозуи фанар) 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 *та* 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 ду бор кам аст:

$$P = mg = 60 \text{ кг} \cdot 9.8 \text{ Н/кг} = 588 \text{ Н}.$$

Мавриде ҳам ҷолиб аст, ки тарозуи рас. 4.42 бо бораш аз даст раҳо шавад. Дар ин сурат фанари тарозу ба ҳолати табиъии худ, ба ҳолати сифрии меояд, ғӯё ки дар чангаки он боре овезон набошад, яъне тарозу бо вучуди бор доштан вазни сифриро нишон медиҳад. Ин ҳолатро ҳолати *бевазний* ном додаанд. Буди ин ҳолат далел аст, ки агар чисм ба тақягоҳ фишор наоварад, хосияти вазндории он номуъайян мемонад.

Дар омади гап, агар маторхо (муҳаррикҳо)-и киштии кайҳонӣ хомӯш бошанд, ҳам кишти ва ҳам кайҳоннавардҳои даруни он *бевази* мешаванд. Шумо дар телевизион дидаед, ки кайҳоннавардон *дар ҳавон* даруни кишти 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 м.ин. дар ҳолати бевазний, дар ҳоли парвози озодона мебошед.



1. Вазн чист?

Вазн чӣ гуна қувва аст?

2. Вазни чисм ба кучои чисм таъсир меоварад – ба худи чисм ё ба тақягоҳи он?

3. Қувваи вазниин ба қадом ҷои чисм таъсир меоварад?

4. Вазни чисм ва қувваи вазниин ба чисм таъсиркунандаро дар

нақшаҳо чӣ тавр тасвир месозанд?

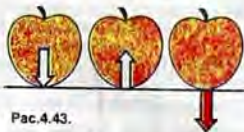
5. Қувваи вазниин ва вазни чисм дар қадом маврид айни якдигаранд ва дар чӣ гуна мавридҳо аз якдигар фарқ мекунанд?

6. Бевазний чист? Зиёдвазний чӣ? Шарҳи ҳатти тайёр кунед.

7. Бевазний ва зиёдвазний ба чӣ сабаб ба мён меоянд?

Машк

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. Алоқамандии масса (чирм), қувваи вазнинӣ ва вазн

Акнун ки шумо маънои қувваи вазнинӣ ва вазни ҷиамро фаҳмидед, мо метавонем *килограм-қувва* ном воҳиди қувваро таъриф диҳем (ин воҳид бо "Г"-и калон навишта мешавад: кгГ; ишорати "кгГ" низ истифода мешавад).

Ба сифати 1кг қуввае пазируфта шудааст, ки бо он (қувва) намунаи дорои массаи 1кг ба таҷроҳ (ё ба нуқтаи овезиш) фишор меоварад.

Ҳамчунин шарт шудааст, ки (санги) намунаи масса маҳз дар макони ниғаҳдошти он (яъне дар ш.Севри Фаронса, ки барои шитоби афтиши озодона 9,80665 Н/кг мебошад) ба таҷроҳ (ё ба нуқтаи овезиш) бо қувваи 1кг фишор меоварад.

Азбаски вазни ҷисм Р ба ҳосили зарби массаи ҷисм m ва шитоби афтиши озодона g, яъне ба mg баробар аст, пас,

$$1\text{кгГ} = 1\text{кг} \cdot 9,80665\text{Н/кг} = 9,80665\text{Н} \approx 9,8\text{Н}$$

мебошад. Аз ин рӯ вазни санги намуна дар ҷое баробари 1кг гирифта мешавад, ки барои он $g = 9,80665\text{Н/кг}$ бошад.

Масъалаи 1. Ҷисми соҳиби вазни 980 кгГ чӣ қадар масса (чирм) дорад?

Додаҳо:

$P = 980\text{кгГ},$
$g = 9,8\text{Н/кг},$
$m = ?$

Ҳал. Аз таърифи воҳиди қувва – *нйутон* (Н) бармеояд, ки ба ҷисми дорои массаи 1кг (бо «г»-и хурд) аз тарафи Замин қувваи вазнинии 9,8Н таъсир меорад. Пас, ба ҷисми дорои вазни 980кгГ қувваи вазнинии $P = 980 \cdot 9,8\text{Н}$ таъсир меоварад.

Бино бар ин, массаи ҷисм аз рӯи ифодаи $P = mg$ ин қадар мебарояд:

$$m = \frac{980 \cdot 9,8\text{Н}}{9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} = 980\text{кг}.$$



Масъалав 2. Вазни чисме 20 кГ (ё худ 20 кгк) аст.

Ин вазиро бо нйу-тонхо ифода кунед.

Ҳал. Барои бо нйу-тонхо ифода кардани вазни чисм боз ҳам таърифи нйу-тонро ба ёд меорем. Он гоҳ фаҳм кардани навиштаҳои зер душворие нахоҳад дошт:

$$100Г = 1Н, \quad 1кГ = 9,8Н \approx 10Н, \quad 20 кГ \approx 200Н.$$

Машқ

1. Ба ёд биёред, ки қувваи вазини ва вазни чисм чӣ монанди 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 — $\frac{Н}{кг}$ ва $\frac{м}{с^2}$ айни якдигаранд?

Супориш

Ҳалли ду масъалаеро, ки мо дар сах.162 ва 163 овардаем, шумо дар шакли содагар баён кунед — шитоби чисмро 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, кўтоҳтар ояд.

Фишор

Боби V

§5.1. Фишор. Воҳиди фишор



Шумо шояд мушоҳида карда бошед, ки чизеро 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 накунед, нӯги ягон оҳани кундро дар ягон тахта халида наметавонед, аммо нӯги дарафширо бо ҳамон қадар қувва ба 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 бубинед, муқоиса кунед, мулоҳиза кунед, масалан, ки дар мавриди дар ин ё он тахта кубидани мехи кунд ва ҳамон гуна мехи тез даст ҳамон аст, қуба ҳамон аст, қувваи мехкӯбӣ ҳамон аст, вале мехи тезро кубилан хеле осон аст. Ин ҷо бояд пурсише ба миён ояд, ки "Оё кӯбиши мех ба қувваи ба мех таъсиркунанда бастагӣ надорад?"

Ба ин пурсиш ва пурсишҳои дигаре, ки дар ин гуна мавридҳо пайдо мешаванд (дар бораи қувваи таъсиркунанда ва масоҳате, ки тахти таъсири ин қувва қарор мегирад), худхотон посух ҷӯед. Барои осонии кор се хишти якхелае гиред, ки яке онҳо дар тарафи чапи рас.5.1 тасвир ёфтааст.

Бигзор масоҳати нӯги хишт баробари S бошад қуввае, ки як хишт бо он ба масоҳати S таъсир меоварад — баробари F . Баъд, ягон ҷои серхокиро он қадар суст ва мулоҷим кунед, ки агар хиштеро дар рӯи он гузоред, камубеш бигӯтад — дараҷаи ин ғутиш дараҷаи таъсири қувваро нишон медиҳад. Акнун, агар шумо се хишт, ду хишт ё як хиштро дар рӯи хок тавре гузоред, ки дар се тасвири аввали рас.5.1 омадааст, натиҷа ин мешавад, ки ҳамаи онҳо дар хок як хел меғутанд. Ин фаҳмоӣ ба ҳар як хишти дорои масоҳати S ҳамон як қуввае (F) таъсир меоварад, ки чени вазни як хишт аст. Акнун агар



Рас.5.1.

дар тори сари хишти тоқа хишти дигаре гузored (тавири чахорум), мебинед, ки хишт тақрибан ду бор зиёдтар мефтад. Ва агар дар рӯи он ду хишт боз як хишти дигар бигзоред, ғутиши хишти поёни тақрибан сечанди ғутиши хишти тоқа мешавад. Фаҳмидед?

Хуб, чӣ гуна бузургии физикӣ созидан мебоҷад, ки хосияти ба сатҳи S таъсирунандагии қувваи F -ро ифода кунад?

Ин гуна бузургии *фишор* номида шудааст ва бо ҳарфи p ишорат мешавад. Бо забони риёзӣ гуем, *фишор* нисбати қувва (он ки бо F ишорат шуд) бар масоҳат (S) аст, яъне

$$\text{Фишор} = \frac{\text{Қува}}{\text{Масоҳат}} \quad \text{ё ин ки} \quad p = \frac{F}{S}$$

Ин ифода *формулаи фишор* ном дорад.

Ба сифати *воҳиди фишор* фишоре пазируфта шудааст, ки онро қувваи 1Н бар масоҳати 1м^2 меоварад. Ин воҳид ба ифтихори олими фаронсаӣ Б.Паскал *паскал* ном гирифтааст ва бо Pa ишорат мешавад.

Азбаски 1Н қувваи кам аст, 1Па низ фишори зиёд нест. Аз ин рӯ воҳидҳои нисбат ба 1Па калонтар — *гектопаскал* (hPa), *килопаскал* (kPa), *мегапаскал* (MPa)... низ қорбасти мешаванд, ки чунин таносуб доранд:

$$\begin{aligned} 1Pa &= 1\text{Н}/\text{м}^2 \\ 1hPa &= 100 Pa, \\ 1kPa &= 10^3 Pa, \\ 1MPa &= 10^6 Pa = 10^3 kPa. \end{aligned}$$

Дар амалия воҳиди $1\text{Н}/\text{см}^2$ хеле серистеъмом мебошад ва назар ба 1Па 10000 бор бузург аст — инро ҳуди шумо бо ҳисобукитоби одӣ нишон дода метавонед. Фишори одами миёнавази гоҳи роҳ рафтани ба сатҳи роҳ бо ин воҳидҳо 30-40 $\text{Н}/\text{см}^2$ асту фишори трактори тасмачарх ба сатҳи замин — ҳамагӣ 5-6 $\text{Н}/\text{см}^2$. Ҳамин аст, ки дар замини нисбатан мулоҷим пой

одам ё чархи дучарха (велосипед)-и шумо назар ба "пой" трактор изи чуқуртар мегузорад.

Таъкид. Шумо медонед, ки қувва бузургии векторы (бузургии бурдори) аст, яъне ҳам кимати адади дораду ҳам самт. Самти қуввае, ки ба ҳисм фишор меоварад, гуногун буда метавонад: Чунончи, қуввае, ки бо он гулдон ба сатҳи миз фишор меоварад, амудан пойи равона аст, ҳол он ки қувваи фишори дами теги симбурак (анбури симбурия) дар фазо самти диллох дошта метавонад. Аммо дар ҳамаи ин мавридҳо қувваи фишор ба сатҳи фишорбинанда равиши амудӣ дорад.

Ин таъкид аз он ҷо бояд дар мадди назар бошад, ки шумо, ҳоландан азиз, қувваи фишорро айни вазни ҳисм мапиндоред.

Се масъала

1. Шумо гоҳи роҳ рафта ба сатҳи Замин чӣ қадар фишор меоваред?

Массаи худро 42 кг ва масоҳати тағҷарми як пой қафшаторро 175 см² гиред.

Ҳал. Қуввае, ки шумо бо он ба сатҳи Замин фишор меоваред, ба вазни шумо mg (g – шитоби афтиши озодона) баробар аст. Аз ин ҷо дар формулаи фишор ба ҷои қувваи F ҳамин mg -ро мегузорем:

Додаҳо:

$$m = 42 \text{ кг},$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2},$$

$$S = 0,0175 \text{ м}^2$$

$$p = ?$$

$$p = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{42 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{0,0175 \text{ м}^2} = \frac{420 \text{ Н}}{0,0175 \text{ м}^2} = 24 \text{ кПа}.$$

Фаҳмоист, ки агар шумо роҳ нагардед, балки қарор истед, ба сатҳи Замин фишори ду бор камтар меоваред.

2. Трактори тасмаҷархе, ки массаи 6600 кг дорад, ба сатҳи Замин чӣ қадар фишор меоварад? Масоҳати ҷойи ба хок расидан харду тасмаҷархро 1,4 м² гиред.

Додаҳо: Ҳали масъала душворие надорад ва ин аст:

$$m = 6600 \text{ кг},$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2,$$

$$S = 1,4 \text{ м}^2,$$

$$p = ?$$

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

$$F = p = mg$$

$$p = \frac{mg}{S} = \frac{6600 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2}{1,4 \text{ м}^2} =$$

$$= \frac{66 \text{ кН}}{1,4 \text{ м}^2} \cong 47 \text{ кПа}.$$

3. Пинадӯз ба сӯзани масоҳати пугаш $0,03 \text{ мм}^2$ бо қувваи 30 Н фишор оварда, овро дар чарм мехалад. Фишори сӯзанро ба чарм ёбед.

Додаҳо: Халли ин масъала низ осон аст:

$$\begin{aligned} F &= 30 \text{ Н}, \\ S &= 0,03 \text{ мм}^2 = \\ &= 3 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2, \\ p &=? \end{aligned}$$

$$p = \frac{F}{S}, \quad p = \frac{30 \text{ Н}}{3 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2} = 10^9 \text{ Па} = 10^8 \text{ кПа}.$$

Ҳамин тариқ, фишоре, ки пинадӯз ба чарм дар нуқтаи халондани сӯзан меоварад, назар ба фишоре, ки трактори тасмачарх ба сатҳи замин меоварад, $10^6 \text{ кПа} / 47 \text{ кПа} \approx 20000$ бор зиёд аст.

1. Сабаб чист, ки одам гоҳи рӯ-рӯи барф роҳ рафта мегӯтад, аммо агар савори лижа бошад ё ин ки дар таги пойафзолаш чапа-рак бандад, намегӯтад (он тавр, ки дар зимистонҳои Чанги дуҷоми ча-хон Қахрамони Иттиҳоди Шура-вин собиқ Сафари Амиршоҳ аз ҷӯ-буҷаҳс чапарак созида, ба пон худ ва аскарони дастааш мебаст)?
2. Фишор чист? Овро бо ҷя гуна во-хид(ҳо) ифода мекунад?
3. Як паскал (1 Па) ҷя қадар фишор аст ва шумо овро ҷя таъриф меди-

- ҳед?
4. Чарост, ки дӯзандагон дар сари ангушти сӯзанпахшунандаи худ сарангушти мегиранд?
5. Чарост, ки гоҳи роҳ рафтани фил сатҳи замин осебе намебинад, аммо пон буз он сатҳро хароб мекунад?
6. Одам бо даңдонҳои пеши худ фишори зиёд ба вучуд оварда метавонад ё бо даңдонҳои курснаш?
7. Чарост, ки релсҳои роҳи оҳанро на дар рӯи хок, балки дар рӯи болиштҳои ҷубин ё бетонӣ мехобонанд?

Супориш

1. Фишоре, ки ба ин ё он сатҳ оварда мешавад, ба қувваи таъсиркунанда F ва масоҳати сатҳи фишорбинанда S вобастаги дорад. Оё шумо мелонед, ки фишорро бо ҷя роҳ каму зиёд кардан мумкин аст?



Рас.5.2

Аз рӯи формулаи фишор $p = F/S$ фаҳмоест, ки барои каму зиёд кардани фишор ё қувваи F -ро тағйир додан меояд ё масоҳати S -ро. Агар ҳардуи ин бузургоро тағйир диҳем, ҷя? 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 ҷеп кунед ва фишорро барои ҳарсе ҳолат ёбед ва натиҷаро таҳлил кунед. (Посухро бо далел баён кунед).
3. Ду хишт ба ду тарз тавре рӯнхам гузошта шудаанд, ки дар рас.5.3 тасвир ёфтааст. Дар ин ду маврид ба таъягоҳи чиқадарӣ қувва таъсир меоварад? Таъягоҳҳо дар ҳар яке аз ин мавридҳо чиқадарӣ фишор ме-хӯранд?



Рас.5.3



§5.2. Фишори газ

Газҳо низ ба ҳисмҳои фишор меоваранд. Аммо дар ин маврид *"масоҳате, ки қувва ба он фишор меоварад"*, на танҳо тақияҳои ҳисм аст, балки маънои ҳе-

ле фароҳ 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 ихтиёраш воғузуршудаи зарфро ишғол карда, ба ҳама ҷои барояш *"дастраси"* деворҳои зарф фишор меоварад. Бино бар ин *фишори газ* гуфта қувваеро фаҳмидан меояд, ки аз тарафи газ ба воҳиди сатҳи бо газ тамосдори ҳисм (масалан, деворҳои зарф ё сатҳи ҳисме, ки андари ни газ ҷой дорад) таъсир мекунад.

Ин ҷо се ҷиҳат ҷолиб аст:

1. Фишор доштани газҳоро дар таҷрибаҳои гуногун нишон додан мумкин аст. Чунончи, агар пуфаке дошта бошем ва онро дам додан гирем (рас.5.4), мебинем, ки он оҳиста-оҳиста дамидан мегирад. Сабаби ин дар ҷист?

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 меоварад, натиҷаи зарбаҳои адади бешумори ҳамин молекулаҳо аст. Ҳар см^3 -и газ ҳатто дар ҳоли нофишурда миллиардҳо миллиард молекула дорад. Онҳо бифосила байни худ ва бо деворҳои зарф дар задухӯрданд. Манзараи яклаҳзаинаи ҷунбишу задухӯрди ҷанд молекулаи газ дар рас.5.5 тасвир ёфтааст. Адади ин навъ бархӯрдҳо ҳеле зиёд аст ва ба ҳар см^2 -и сатҳи деворҳои зарф дар шароити муқаррарӣ тақрибан 10^{22} - 10^{23} зарба (дар 1с) рост меояд. Зарбаи як молекулаи алоҳида ҷандон саҳт нест, албатта. Аммо зарбаҳои якҷояи миқдори бешумори молекулаҳо то дара-

ҷае зиёд аст, ки пуфакро на танҳо дамдана, балки кафонда метавонад.

Хуб, сабаб ҷист, ки пуфак гоҳи зиёд кардани ҳавои дарунаш шакли курава мегирад?

Рас.5.4.



Гап дар он аст, ки деворҳои пуфак ҳам аз даруну ҳам аз берун бефосила молекулаборон мешаванд. Дар мавриди зиёд шудани миқдори ҳаҷми молекулаҳо дар ҳар см³-и даруни пуфак назар ба беруни он адади зарбаҳо меафзояд — дар натиҷа деворҳои пуфак сӯи берун тела меҳуранд



Рас.5.5.

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 хусусият хоси ҳама газҳо ва натиҷаи зарбаҳои бенизоми адади бешумори зарраҳои онхост.

2. Дониستاني чихати дигари рафтори газҳо низ муҳим аст: ҳар қадаре ки адади молекулаҳо дар воҳиди ҳаҷм (зичии газ) зиёд бошад, фишори газ ҳамон қадар бештар хоҳад буд.

Барои ба таври аёнӣ нишон додани ин маънӣ найчаи шишагине гирифта, як навъ туфак месозем. *Туфак* най ё чуби дарози дарунхоние аст, ки қудакҳо аз он бо зӯри нафас гулӯлаи гилин ё чубин меандозанд. Барои соختани туфак як сари найчаро ба рӯи пораи тӯшақаҳ (картошка) пахш мекунанд, то ки ҳиссае аз дилаи тӯшақаҳ бо лабҳои найча бурида шуда, ба даруни он дарояд. Дилаи ҷудошуда дар тӯфаки мо чун сунба (поршен) хидмат мекунад. Ин сунбаро дар миёнаҳои найча қарор дода, нуғи найчаро боз ба тӯшақаҳ фуру мебарем. Дилаи дар ин сурат ба даруни найча дароянда чун тири туфак хидмат мекунад (рас.5.6,а). Агар ба ин олат даста шинонем, туфак ба таппонча монанд мешавад (рас.5.6,б): дар сурати сӯи тир тела додани сунба ҳавои байни сунба ва тир фишурда мешавад, фишор меафзояд — ин фишор ба ҳама тараф, аз ҷумла, ба тир ҳам дода мешавад; он гоҳ тир берун мечаҳад.

Ҳамин тариқ, агар ҳаҷми маҳлуди газро тавре кам кардан гирем, ки адади молекулаҳои он андар воҳиди ҳаҷм тағйир

наёбад, газ торафт зичтар мешавад; афзоиши адади молекулаҳо дар воҳиди ҳаҷм адади зарбаҳо ба девори зарф



Рас.5.6.

зиёд мекунад—ин гуфта он гуна маънӣ дорад, ки *гоҳи хурд кардани ҳаҷми газ (яъне гоҳи афзудани адади молекулаҳо) фишори газ меафзояд*. Ин ҳуло-саро 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 ҷои сунбаи тӯшакаҳӣ сунбаи резинӣ саҳт ба қор рафтаасту дар нӯти поёни найчаи шишагин пардаи нозуки резинӣ (як порай пуфаки резинӣ) кашида шудааст. Агар шумо сунбаро сӯи дарун тела диҳед, парда сӯи берун меамад—дар рас.5.7 маҳз ҳамин ҳолат тасвир ёфтааст. Сӯи берун тела хӯрдани парда далел аст, ки дар мавриди сӯи дарун тела додани



Рас.5.7.

сунбаи фишори газ меафзояд. Агар шумо сунбаро ақиб кашед, парда сӯи даруни найча фуру меравад. Пас, фаҳмост, ки ҳангоми зиёд кардани ҳаҷми газ адади молекулаҳои ба ҳар воҳиди ҳаҷми газ ростоянда ва, аз ин рӯ, адади зарбаҳои онҳо ба деворҳои найча кам мешавад—он гоҳ фишори газ низ кам мешавад.

Ҳамин тариқ, фишори газ гоҳи васеъ кардани ҳаҷми газ кам мешавад, вале ҳангоми хурд кардани он ҳаҷм меафзояд.

3. Аз гуфтаҳои боло шумо шояд пай бурда бошед, ки фишори газ ба суръати ҳаракати молекулаҳо (суръати чунбиши зарраҳо) вобастагӣ дорад. Вале ин вобастагиро фаҳм кардан осон нест, зеро шумо то ҳол дар бораи он чизе нахондаед. Аммо дидаед. Дидаед, ки агар пуфаки пурҳаво муддате таҳти таъсири тобиши Офтоб қарор гирад, гарм мешавад, дам мекунад, он қадар дам мекунад, ки ҳатто қафидаи 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, чунонки пештар гуфтем, адади зарбаҳои молекулаҳо ба деворҳои зарф ва инчунин қуввати ҳар як зарба меафзо-



Рас.5.8.

яд. Бисанчед иро.

Барои ин як шишачаи пенисилин, як найчаи борики шишагин ва як чакра оби рангин лозим аст. Тарҳи таҷриба дар рас.5.8 тасвир ёфтааст. Агар шумо шишачаро бо кафи даст гарм кунед, мебинед, ки чакраи ранг сӯи боло меравад—ин далел аст, ки ҳавои даруни шишача аз гармии дасти шумо ва-сеъ шуда, ба чакраи ранг фишор меоварад. Пас, фаҳмоист, ки ҳангоми баланд шудани ҳарорати газ фишори он меафзояд.

?	1. <i>Фишори газ</i> чӣ маънӣ дорад?	чӣ шарҳ медиҳед?
	2. <i>Ба деворҳои зарф фишор овардани газро</i> дар таҷриба чӣ тавр санҷидан мумкин аст?	4. "Туфак" ном бозичаи бачагона чӣ тавр "қор мекунад"?
	3. <i>Гази фишурда назар ба гази тунук фишори зиёд дорад. Шумо ибро</i>	5. <i>Мили танку тӯбро аз навҳои ба-се мустаҳками пулод месозанд. Ин чӣ зарурат дорад?</i>

§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 муъайян таъсир расонем (қубидани меҳ, побел кардани замин, тарошидани оҳан ва м. ин.).

Дар моеъҳо ва газҳо чунин нест: дар ин моддаҳо қувваи фишори ба самти муъайян равонашуда ба тамоми ҳаҷми моеъ (ё газ), яъне ба ҳама самтҳо дода мешавад. Ин аз он ҷо рӯшан аст, ки агар ба зарфи пури об аз туфанг тир занем, зарф пора-пора мешавад. Пора-пора шудани зарф натиҷаи он аст, ки ҳангоҳи ба зарф ворид гаштани тир фишор дар ҳама ҷои зарф зиёд мешавад—агар фишори ба моеъ овардаи тир танҳо сӯи пеш самт меошад, 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.

Таҷрибае ҳам анҷом додан осон аст, ки ҳосияти фишоргузаронии газҳоро ба таври аёнитар нишон диҳад. Барои ин як тӯбчаи тенис ё тӯбчаи резинӣ ё пластрасӣ, як сиринҷ (ё худ



Паскал Блез (1623-62) — риёзидон, физикдон ва файласуфи фаронсави. Бо маълумоти хонаги дар риёзиёт ва физика бисёр моҳир гардида будааст. Дар овони 16-солаги ба кашфи қазииае комёб гаштааст, ки он дар ҳандасан тасвир (ҳандасан фазол) бо номи *қазииан 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 гирифт. Паскал тарзи корн манганин обн (пресси ҳидравликн)-ро шарҳ дод, с.1646 дар заминан таҷрибаи Торричелл вуҷуд доштани фишори ҳаворо ба исбот расонд ва г.

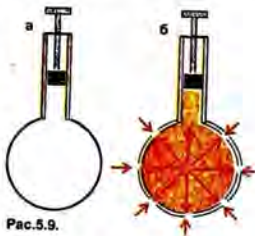
шприс)-и тиббӣ ва каме пластилин барои маҳкам кардани ҷои васли тубчаву хамин сиринҷ дошта бошем.

Тубчаро ҷо-ҷо сӯрохҳои хурд-хурд мекунем. Баъд онро ба воситаи сиринҷ пури об мекунем. Акнун агар сунбаи сиринҷро паҳш кунем, аз ҳама сӯрохҳо об ҷаввора мезанад (рас.5.9).

Дониши муҳиме, ки шумо бояд аз ин таҷриба бигиред, ин аст, ки об ба ҳар сӯ — ҷапу рост, пасу пеш ва таҳу тор як хел ҷаввора мезанад — ин он гуна маънӣ дорад, ки фишори сунбаи сиринҷ ба ҳама тараф як хел дода мешавад: вақте ки сунба ба оби даруни сиринҷ фишор меоварад, молекулаҳои фишорхурда ба зарраҳои наздики худ зичтар мешаванд ва фишорро ба ҷойҳои дигари моеъ, ба ҳама сӯ медиҳанд; он гоҳ фишор дар ҳама ҷои ҳаҷми моеъ зиёдтар (ва якхела) мешавад.

Тақрори таҷриба дар сурати ба ҷои об пури дуд кардани тубчаву сиринҷ низ хамин гуна натиҷа медиҳад: фишори сунбаи сиринҷ ба ҳама ҷои ҳаҷми тубчаи пурдуд як хел дода мешавад. Олати дар рас.5.9,а тасвиршуда *қуран Паскал* ном гирифтааст.

Таҷрибаи дигари аёнӣ ва сода таҷрибаест, ки шумо онро чандин бор кардаед: агар як сари найчаи борики покӣзаеро бо кафки собун биолоед ва нӯги дигарашро ба даҳон гирифта, ба он оҳиста-оҳиста ҳаво диҳед, ба хубӣ хоҳед دید, ки ҳубоби собун ҳама сӯ як хел меамад.



Рас.5.9.

Шарҳ ин аст: Молекулаҳои таркибдихандаи моеъ ё газ (бар хилофи ҷисмҳои сахт, ки зарраҳои танҳо дар мавҷҳои муъян "побанд" ҳастанд) бетартибона ҳаракат мекунад. Ҳамин аст, ки газ дар ҳама ҷои ҳаҷми худ зичии якхела дорад ва, дигар ин, ки дараҷаи зарбаи молекулаҳо барои як воҳиди масоҳат дар ҳама ҷои газ якхела аст.



Рас.5.10.

Ин ҷо инчунин донишҷӯ зарур аст, ки фишори моеъ (ё газ) ба сатҳи деворҳои зарф ё сатҳи ҷисми даруни он самти амудӣ дорад.

Таҷрибаҳои сершумор Б. Паскаро ба хулосае овард, ки *моеъҳо ва газҳо андаруни зарфи маҳкам фишори ба онҳо расидаро ба ҳама сӯ як хел меҷиҳанд*. Ин нукта қонуни Паскал ном гирифт.

Қонуни Паскал қонуни асосии *ҳидростатика* ва *азростатика* ворӣ шохаҳои илм мебошад ва дар соҳаҳои гуногуни илму фан ҷои истифода бисёр дорад.

Мисол чустанро ба ҳуди шумо ҳавола мекунем.

1. Қонуни Паскал чӣ ҷиҳати рафтори моеъҳоро ифода мекунад?

2. Чарост, ки моеъҳо ва газҳо (бар хилофи ҷисмҳои сахт) фишорро ҳама сӯ як хел мегузаронанд? Дар ин ҷо "бар хилофи ҷисмҳои сахт" гуфтав чӣ мазмун дорад?

3. Агар ба ягон ҷои санҷаки пури хамираи даққоншӯя фишор биеҷрем, хамира аз даруни санҷак берун мерезад. Шумо инро чӣ шарҳ медиҳед?

4. Шумо ба дучарха савор шудед. Оё дар ин сурат фишори ҳавон даруни камерҳои дучарха тағйир намеёбад? Оё фишори ҳаво дар қисмҳои боло ва поёни чарҳҳо яксон аст (фарқ намекунад)?

5. Оё қонуни Паскал дар шароити бевазъӣ (мисол, дар даруни радиҳои масъӯи Замин) риоя мешавад?

6. Чарост, ки тарқиши зервоҷи боиси марғи моҳиён ва ҷонварони дигари обӣ мегардад?

7. Агар аз туфанги бориқмил ба тухми пухта тир занем, тухм сӯрох мешавад. Аммо агар ба тухми хом тир занем, тухм... мешавад. Чӣ мешавад? Чаро... мешавад?

8. Ду вайча аз тариқи пӯкче, ки ҷувдаҳои шиша хидмат мекунад, гузаронда шудаанд (рас.5.10): сари поёни вайчаи дароз дар об асту найчаи кӯтоҳ—дар фазои рӯи об. Агар аз тариқи найчаи кӯтоҳ пуфкунем, оби шиша ба воситаи найчаи дароз берун мерезад. Дар мавриди сахттар пуф кардан оби беруншоранда гард-гард мешавад. Оё дар сурати аз тариқи найчаи дароз пуф кардан низ об аз найчаи дигар берун мерезад?

§5.4. Фишори хидростатикии моеъ (ва газ)

Акнун бинем, ки аз ҳисоби қисми болои сутуни моеъ дар қабатҳои поёнии моеъ (ё газ) чӣ қадар фишор ба вуҷуд меояд.

Таҷриба мегӯяд, ки қабатҳои болоии моеъ ба

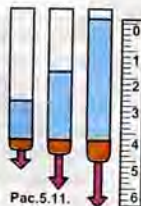
қабатҳои поёнии он бо вазни худ фишор меоваранд. Фишореро, ки андаруни моеъ аз ҳисоби қисми болои сутуни моеъ ба вуҷуд меояд, *фишори хидростатикӣ* мегӯянд. Ин фишор дар ҳамон як чуқурӣ (аз сатҳи болои моеъ) дар ҳамон су ҳамон як қимат дорад.

Иро санҷидан душвор нест. Се найчаи шишагини якхела гирифта, нӯғҳои поёнии онҳоро пардаи резинии тунук мебандем ва дар онҳо то баландии гуногун об мезанем (рас.5.11). Он гоҳ пардаҳо сӯи поён ҳалта мезананд. Ҳар қадаре ки сутуни оби найча баландтар бошад, пардаи сари он ҳамон қадар бештар ҳалта мезанад, яъне *дараҷаи дамидагии пардаҳо ба баландии сутуни моеъ вобастагӣ доштааст*.

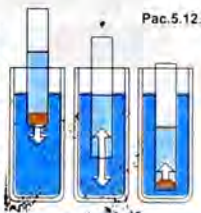
Агар найчаи обдорро дар ягон зарфи обдор ғутонем (рас.5.12), мебинем, ки ба қадри ҳарчи чуқуртар ғутонидани найча дамидагии пардаи резинӣ пасттар мешавад ва вақте ки сатҳи оби найча ба сатҳи оби зарф баробар шавад, пардаи резинии дамида ба кулӣ ҳамвор мешавад (таъсири дуюм). Ҳамвор шудани парда натиҷаи он аст, ки дар ин маврид таъсир ба парда аз

болову поён яксон аст. Мавридҳои яқум ва сеюми рас.5.12 бе шарҳ низ фаҳмостанд. Дар рас.5.12 ва 5.13 дарозии гирчаҳо дараҷаи таъсири ба пардаи резинӣ расидаро ифода мекунанд. Ҳамин тариқ, дамидагии пардаҳо натиҷаи (таъсири) фишорест, ки онро андаруни моеъ қувваи ба моеъ таъсиркунанда ба вуҷуд меорад.

Гуфтаҳои болоро таҷрибае низ тасдиқ мекунанд, ки



Рас.5.11.



Рас.5.12.



Рас.5.13.

дар рас.5.13 омадааст. Найчаи дароз аз пахлу чанд даричаи барчааст дорад. Агар ин даричаҳоро монанди таҷрибаи пешина пардаи резинии тунук баста, найчаро пури об кунем, мебинем, ки пардаҳо сун берун медаманд – ин далели вучуд доштани фишор андаруни моеъ мебошад.

Ҳамин тариқ, дараҷаи 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 сӯрохҳои пахлуи зарф берун мешаванд (рас.5.14), ин гуфтаро ба хуби тасдиқ мекунад.

- *)
1. Фишори гидростатикӣ 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. Холате, ки дар мобайни рас.5.12 тасвир шудааст, аз ҳолатҳои қанорин он чӣ фарқ мекунад?



Супориш. Кушиш кунед бифаҳмед, ки расмҳои 5.11-5.14 чӣ умуҷият доранд.

§5.5. Фишори моеъ ба қарри зарф ва деворҳои он

1

Фишори моеъро ба қарри зарф (қафи зарф) ва деворҳои он баҳо дод кардан мушқил нест. Барои ин қувваи фишорро ба масоҳате тақсим кардан меояд, ки таҳти таъсири қувва қарор гирифтааст.

Қуввае, ки моеъи даруни зарф бо он ба воҳиди масоҳати қафи зарф фишор меорад (ҷунонки дар мавзӯи пешина дидем), ба вазни сутуни моеъи болои он масоҳат баробар аст. Ба гуфти дигар, қувваи фишори моеъ (дар сурати яқхела будани масоҳати ҳамма буришҳои сутуни моеъ) ба қувваи вазнинии баробар аст, ки моеъ бо он ба қарри зарф таъсир меоварад.

Қувваи вазнинии моеъ P бо массаи он m чунин алоқаманд аст (g – шитоби афтиши озодона):

$$P = mg. \quad (1)$$

Пас, агар масоҳати қарри зарфро бо S ишорат кунем, фишори моеъ p -ро чунин ифода кардан меояд:

$$p = \frac{P}{S} = \frac{mg}{S}. \quad (2)$$

Массаи моеъ m бо зичии он ρ алоқамандии сода дорад:

$$m = \rho V, \quad (3)$$

ки ин чо 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 вобастагӣ 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 сӯи боло таъсир меорад. Ин хулоса аз он чо сар мезанад, ки *дар чуқурии муъайян фишори моеъ ба ҳама тараф ҳамон як қимат дорад.*

Мафҳумҳои *фишори моеъ* ва *қувваи фишори моеъ*, чунонки аз номшон рӯшан аст, аини якдигар нестанд, фарқ доранд. Биёед, инро дар ҳали масъалаи зайл бинем.

Зарфе мегирем, ки кафаш андозаҳои 20 см x 40 см дошта бошад ва онро то баландии 25 см об рехта, муъайян мекунем, ки

- 1) ин микдор об ба кафи зарф бо чӣ қадар қувва фишор меорад ва
- 2) фишори об ба кафи зарф чӣ қадар аст.

Додаҳо: андозаҳои кафи зарф 0,2м·0,4м;
баландии сутуни об 0,25м;

Ҳал. 1) *Қувваи фишори моеъ* ба кафи зарф (зарфи мо росткунҷа аст) ҳамчени вазни моеъ аст. Вазни моеъ P аз рӯи массаи он m ёфта мешавад: $P = mg$ (g – шитоби афтиши озодона). Массаи об бо ҳаҷм V ва зичии он ρ чунин алоқаманд аст:

$$m = \rho V.$$

Азбаски об зичии $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ ва ҳаҷми

$$V = 0,2\text{м} \cdot 0,4\text{м} \cdot 0,25\text{м} = 0,02\text{м}^3$$

дорад, пас, масса ва вазни об инқадарианд:

$$m = \rho V = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,02 \text{ м}^3 = 20 \text{ кг},$$

$$P = mg = 20 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} = 200 \text{ Н}.$$

2) Акнун *фишори моеъро* меёбем. Дар формулаи фишор S масоҳати қаъри зарф аст. Ин масоҳат дар масъалаи мо кимати

$$S = 0,2 \text{ м} \cdot 0,4 \text{ м} = 0,08 \text{ м}^2$$

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. Массайи об m , ҳаҷми он V , масоҳати қаъри зарф S ва сутуни об h чунин алоқаманданд:

$$P = mg = g\rho V = g\rho Sh.$$

Фишорро меёбем:

$$p = \frac{P}{S} = \frac{g\rho Sh}{S} = g\rho h,$$

$$p = \rho gh, \quad p = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,25 \text{ м} = 2500 \text{ Па. (Поён).}$$

Хонандаи азиз, ин натиҷаҳоро бо он чӣ мо пеш аз баёни масъала гуфтем, муқоиса ва мулоҳиза кунед.

II

Акнун ҳалли чанд масъалаи дигарро бинем.

Масъалаи 1. Фишори оби баҳро барои чуқурии 10 м ёбед.

Зичии оби баҳро 1030 кг/м³ гиред.

Масъаларо бе тағйири шакли формулаи охир ҳал мекунем:

Додаҳо:

$$h = 10 \text{ м},$$

$$\rho = 1030 \text{ кг/м}^3,$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$p = ?$$

$$p = g\rho h,$$

$$p = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \text{ м} = 103\,000 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = 103\,000 \text{ Па}$$

Масъалаи 2. Дар чойхон чуқуртарини укёнуси Ором фишори об 112 270 кПа аст. Зичии оби баҳро 1030 кг/м³ гирифта, муъайян кунед, ки он чойхо чӣ қадар чуқуранд.

Ҳал. Додаҳои масъала (ба ҷуз фишори об) ҳамонанд, ки дар масъалаи 1 овардем. Баландин сутуни обро аз ҳамон ифодаи (4) меёбем:

$$p = \rho gh, \quad h = \frac{p}{\rho g},$$

$$h = \frac{112\,270\,000 \text{ Па}}{1030 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 10900 \text{ м.}$$

Рас.5.15.



Рас.5.16.

Масъалаи 3. Зарфҳое, ки дар рас.5.15 тасвир шудаанд, об (ё моеъи яхелаи дигар) доранд, вале баландии сутуни моеъ дар зарфи гарданборяк ду бор зиёд аст. Об ба каъри қадом зарф бештар фишор меорад?

Фишори беш аз фишори кам чанд бор зиёд аст?

Ҳал. Формулаи ҳисоби фишорҳо ҳамон аст, ки дар масъалаҳои 1 ва 2 ба қор бурдем. Барои ҳарду зарф менависем:

$$p_1 = \rho gh_1 \quad \text{ва} \quad p_2 = \rho gh_2.$$

Дар шarti 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 мегуяд.

***Масъалаи 4.** Ду зарфи яхела мегирем (рас.5.16). Яке об дораду дигаре симоб. Қадомин моеъ ба каъри зарф бештар фишор меорад ва фишори беш нисбат ба фишори кам чанд бор зиёд аст?

Ҳал. Ин масъала ҳамонанди масъалаи пешина аст: он ҷо мо фишори сутунҳои гуногунбаландии моеъҳоро муқоиса кардем; ин ҷо бояд фишори сутунҳои моеъҳои гуногунзиҷиро муъайян кунем. Дар ин масъала ҳар ду моеъ баландии яхела доранд, пас, нисбати фишорҳо p_2/p_1 танҳо бо нисбати зичии

моеъҳо ρ_2/ρ_1 таъйин мешавад:

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{\rho_2 gh}{\rho_1 gh} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

Зичии об 1 г/см^3 асту онн 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.



Рас.5.17.



?

1. Фишоре, ки моеъ ба қаъри зарф меоварад, ба чӣ гуна бузургҳои физикӣ вобастагӣ дорад?
2. Фишори моеъ ба қаър ва деворҳои зарф ва 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 беруни), ба қаър ва деворҳои зарф таъсир мекунад. Оё ин фишор андаруни моеъ сӯи боло низ асар дорад?

4. Аз рас. 5.17 шумо чӣ хулоса гирифта метавонед?
5. Дар хонаҳои бисёррошёна лӯлаҳои об (водопровод) бояд гафсдевор бошанд. Ин тадбир чӣ зарурат дорад?

Ду машқ

1. Фишор дар ҳамагон як чуқурии оби кул зид аст ё дар оби баҳр? Зичии оби баҳро 1030 кг/м^3 гиред.
2. Зарфи "қадбаланде" (масалан, шийаш полиэтилене, ки дар он оби маъданӣ мефурушанд) гиред ва дар девори паҳлӯи он аз поён сӯи боло чанд сӯроҳи тағ-тағак кунед. Сипас он сӯроҳоро ё бо қоғазҳои тофта ё бо чӯбчаҳо маҳкам кунед. Баъд, агар зарфро пури об карда,

сӯроҳоро (аз поён сӯи боло) кушодан гиред, манзарае мушоҳида мешавад, ки дар рас. 5.14 омада буд.

Хулосаи мушоҳидаи худро дар шакли хаттӣ баён кунед. Аз баён шумо бояд рӯшан бошад, ки чаро тираки поёни об аз ҳама дур мешавад, чаро дурии парриши тираҳои оянда (аз поён сӯи боло) торафт камтар мешавад ва ғ.

§5.6. Сатҳи озоди моеъ. Обгарозу

Сатҳи озоди моеъ сатҳи рӯи моеъ аст, сатҳест, ки (ба ҷуз канорҳош) ба деворҳои зарфи моеъдор намерасад.

Вақте ки моеъ ба ин ё он зарф рехта мешавад, зарфро аз поён (аз қафи зарф) сӯи боло пур мекунад, зеро моеъ ҳам монанди қисмҳои дигар гирифтори ҷозибавӣ Замин аст ва сӯи маркази Замини 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. *Обгарозу*

ном олати сода, ки баъзе намунаҳош дар рас.5.18 омадааст, ҳамин вазифаро адо мекунанд.



Рас.5.18

Газ сатҳи озод надорад, зеро молекулаҳош ба сабаби ҳамтаъсиrotи ночиз доштан аз якдигар дур-дуранд. Газ, чунонки дар боло гуфтем, назар ба моеъ шорандатар аст ва ҳама ҳаҷми ба ихтиёраш воғузуршударо пурра фаро мегирад. Фарқи куллии газҳо аз моеъҳо дар ҳамин аст — ин он гуна маънӣ дорад, ки "газтарозу" сохтан имконпазир нест.

Хулоса, дар чамъбасти ду мавзӯи охир чунин гуфтан раво аст: қонуни асосии ҳидростатика ва аэростатика, яъне қонуни Паскал, натиҷаи ин аст, ки молекулаҳои моеъҳо ва газҳо бисёр чунбанданд, яъне *чунбой* (харакатманд)-и зиёд доранд. Ҳамин чунбойи зиёди молекулаҳо аст, ки фишор дар моеъҳо ва газҳо ба ҳама тараф як хел дода мешавад.

<p>1. Сатҳи озоди моеъ чист? 2. Чарост, ки газҳо сатҳи озод надоранд? 3. Қорн обтарозу бар истифодаи чя гуна ҳосияти моеъҳо (ва як хубобчя ҳаво) асос ёфтааст? Оё</p>	<p>бе истифодаи моеъ ва ҳамон як хубобчя ҳаво "обтарозу" сохтан имкон надорад? 4. Оё шумо метавонед, ки ба воситаи шокул уфуқӣ будан ё набудани ягон сатҳро бисанҷед?</p>
<p>Машқ 1. Дар рас.5.9,6 асбобе тасвир ёфта буд, ки <i>қуран Паскал</i> ном дошт. Қонуни Паскал ба василаи ҳамин асбоб ба дараҷаи тасдиқ расидааст. Оё натиҷаи таҷрибаҳои, ки бо ин асбоб аяҷом дода шудаанд, дар</p>	<p>мавриди хобида будани сунба (поршеш) тағйир намеёбад? 2. Шумо як сақочай пӯлодин ва як пора шишаи ҳамвор (шишаи одӣ) доред. Оё ҳамин ду чиз бас аст, ки уфуқияти сатҳи, масалан, мизро бисанҷед?</p>

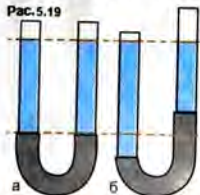
§5.7. Зарфҳои пайваста

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 (баланда) қарор мегирад. Шумо медонед, ки ин бо хусусияти шорандагии об алоқаманд аст. Ин гуна зарфҳоро



Рас. 5.19



зарфҳои пайваста мегӯянд.

Ду зарфи обдор агар бо ягон найча (хоҳ рост бошад, хоҳ қачмоқачак) пайваст бошанд, сатҳи озодин об дар ҳарду зарф дар ҳамон як баландӣ қарор мегирад (ниг. рас.5.19, 5.20 ва тасвири қс.1). Аз ин гуфтаҳо фаҳмоист, ки зарфҳои пай-

васта моҳиятан як зарфанд. ба он маъни як зарф ҳастанд, ки агар ба як шоҳан онҳо об резем, шоҳаҳои дигарашон ҳам пур мешаванд – ин аз рас.5.21 аён аст.

Аммо агар ба зарфҳои пайваста, чунинчи, ба зарфи душоҳан рас.5.20 на як, балки ду навъ моеъ, масалан, об ва сымоб резем, сатҳҳои озодин онҳо дар баландииҳои гуногун қарор мегиранд (рас.5.22). Сабаб ин аст, ки об ва сымоб зичии гуногун (1 г/см^3 ва $13,6 \text{ г/см}^3$) доранд. Аз ин рӯ сатҳҳои озодин моеъҳо дар шоҳаҳои зарф тавре ҷой мегиранд, ки сутунҳои чапу ростии моеъҳо ба миёнҳои зарфи U-шакл, яъне ба ҳамвории aa' фишори якхелаи $p_1 = p_2$ оваранд.

Азбаски фишори сутуни оби баробари $p_1 = \rho_1 g h_1$ аст, фишори сутуни сымоби баробари $p_2 = \rho_2 g h_2$, пас, дар сурати мувозинат доштани моеъҳо

$$\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2; \quad \text{ё} \quad \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2; \quad \text{ё} \quad \text{ки} \quad \frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

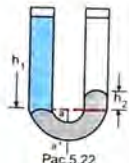
мебошад, яъне дар зарфҳои пайваста баландии сутуни моеъҳо ба зичии онҳо мутаносиби чаппа аст. Ин гуфта он гуна маъни



Рас. 5.20



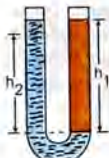
Рас. 5.21



Рас. 5.22



Рас.5.23



Рас.5.24



Рас.5.25

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 хубия дарк карда бошед, ба ин пурсишҳо бо осония 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, сямоб, об ва карасин мерезем. Моеъ-ҳо дар найчаҳо ҷа тавр ҷой мегиранд? Болотар аз ҳама кадом моеъ ҷой мегирад?

Ғрамадӣ: Зичии ӯбу карасин ва сямоб ба ҳисоби $г/см^3$ 1; 0,8 ва 13,6 аст.

Пурсиш. Супориш

1. Ҷа гуна зарфҳоро зарфҳои пайваста мегӯянд?
2. Агар найчаи шипагини U-шакл таҷро як моеъ дошта бошад, дар ҳарду шохан найча сатҳи озоди моеъ дар ҳамон як баландӣ воқеъ мешавад (ниг. рас.5.20 ва 5.21). Агар дар як шохан найча об ва дар шохан дигар карасин резем, сатҳҳои озоди моеъҳо нисбат ба якдигар ҷа тавр ҷой мегиранд?
3. Баҳрҳо ва укёнуҷҳои кураи Замин бо якдигар ба воситаи гулӯғоҷҳо алоқаманданд. Бино бар ин онҳоро ҷун зарфҳои пайваста муоҷияна кардан мекӯянд. Сатҳи озоди об дар ҳа-ма укёнуҷҳо ва баҳрҳо як аст. (Ба-ландии куҷҳоро нисбат ба ҳамин сатҳ ифода мекунанд ва, масалан, мегӯянд, ки баландии куҷи намаки Хочамъмин аз сатҳи баҳр 1334 м аст). Валекин сатҳи баҳри Хазар назар ба сатҳи ҷаҳонии баҳрҳо қариб 30 м поён

мо сабаби инро дар ҷа мебинед? Агар шумо ин сабабро дарёбед, мефаҳмед, ки ҷаро баҳри Хазарро баъзан "куҷи Хазар" ном мекӯянд.

4. Дар рас.5.23 зарфе тасвир шудааст, ки ду шоха дорад. Зарфро пури об карда, даҳони қифмонанди овро пардаи резинӣ мекашем. Фаҳмост, ки об дар ҳарду найча дар ростон оби даруни зарф қарор мегирад (бо вучуде ки сутунҷаҳон об дар найчаҳо дарозии гуногун доранд). Агар пардаи даҳони зарфро каме пахш кунем, сатҳи оби зарф ва найчаҳо тағйир мекӯбад. Магар ин тағйирот дар найчаҳо ва зарф як хел аст?
5. Оё шумо дарёфта метавонед, ки барои дар девори хона хати уфуқӣ кашидан дар заминия истифодаи рас.5.18 ҷа гуна олати санҷиши уфуқият (олати уфуқиятсанҷи) сохтан мумкин



Рас. 5.26

Ду масъала

1.а) Найчаи шишагини U-шакл (рас. 5.24) об ва карасин дорад. Қадом шоҳаи найча об дорад?

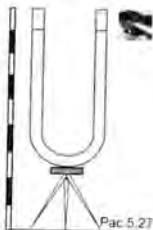
б) Бигзор сатҳи сутунчаи карасини аз хати қанда-қандан уфуқи 20 см боло воқеъ бошад. Баландии сутунчаи обя (аз ҳамон хат) бояд чанд сантиметр бошад, ки сутунчаи карасиниро дар ҳамон ҳолат нигоҳ дошта тавонад? (Посух: 16 см).

2. Дар найчаи U-шакл қадре симоб мерезем. Баъд агар ба яке аз шоҳаҳои найча 17 см карасин резем, сатҳи симоб дар шоҳаи дигар 1 см боло меравад (рас. 5.25). Дар ин шоҳа чанд см об рехтан мебояд, ки сатҳи симоб дар ростон сатҳи симоби зери карасин қарор гирад? (13,6 см).

Ду супориш

1. Аз як киф, ду найчаи дароз ва рудаи резиния фаввора месозем (рас. 5.26). Расмро муоина карда, гӯед, ки агар шоҳаи кифдори найчаро болотар бардорем, оё баландия ва шакли фаввора тағйир намеёбад? агар дахони кифро пардаи резиния кашада, ба он фишор бибёрем, чӣ?

2. Қорн тарози обя (ё худ *нивелир*, аз фар. *niveler*—савии) бар истифодаи зарфҳои пайваста асос ёфтааст (рас. 5.27). Тарози обя олатест, ки ба воситаи он баландии ин ё он нуқтаи сатҳи Замиро нисбат ба ягон нуқтаи дигарӣ рӯи Замин муъайян мекунаанд. Аз муоинаи расм хулоса гирифта, қорн ин олатро шарҳ диҳед?



Рас. 5.27

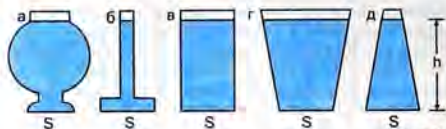
§5.8. Қувваи фишори моеъ ба қаъри зарфҳои гуногуншакл

Биёед, фишори гидростатикиро дар мисоли зарфҳои бинем, ки шакли гуногун, вале қаъри ҳамчун доранд ва дар онҳо то ҳамон як баландии h моеъ (об) рехта шудааст (рас. 5.28). Оё моеъ ба қаъри ҳама зарфҳои як хел фишор меорад?

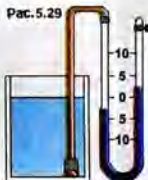
Чунин ба назар мерасад, ки гӯё қувваи фишор дар мавриди $г$ (таъвири чаҳорум) аз ҳама зиёд ва дар мавриди $б$ аз ҳама кам бошад. Аммо ҳақиқат чӣ гуна аст?

Чӣ бояд кард, ки масъала рӯшан шавад?

Асбобе сохтан табиӣ мебуд, ки фишорро дар чуқуриҳои гуногун, аз ҷумла дар қаъри зарфҳои нишон дода тавонад. Ин гуна асбобро дар заминаи истифодаи найчаи шишагини U-шакл сохтан осон аст (рас. 5.29). Шумо аз мавзӯҳои пешина



Рас. 5.28



бояд бидонед, ки агар найчаи U-шакл моеъ дошта бошад ва ба яке аз шохаҳои он камубеш фишор биёред, чунончи сӯи даҳони яке аз шохаҳо андак пуф кунед, сатҳи моеъ дар шохаи дигар ҳолати худро тағйир медиҳад, яъне як шохаи найча тағйироти фишори шохаи дигарро «хис мекунад».

Пас, агар мо қуттичае гирем, ки девори як паҳлуи он аз пардаи резинӣ иборат бошад ва ин қуттичаро бо ягон найчаи резинӣ дигар ба яке аз шохаҳои найчаи U-шакл пайваст кунем, он қуттича вазифаи асбоби фишорсанҷиро адо карда метавонад. Агар қуттичаро аз даруни моеъ оҳиста-оҳиста берун баровардан гирем, мебинем, ки моеъи шохаи чапи асбоб низ боло баромадан мегирад (зеро дар ин маврид фишор торафт кам мешавад), вале дар айни замон моеъи шохаи рост поён мефурояд ва вақте ки қуттича то сатҳи озоди моеъ бардошта шавад, сатҳи моеъ дар ҳарду шохаи найчаи U-шакл баробар мешавад (сатҳи моеъ дар шохаҳо дар ростои нуқтаи «0» қарор мегирад).

Ҳамин тариқ, ба воситаи ин асбоби сода фишори қабатҳои гуногуни моеъро санҷидан мумкин аст. Чунончи, санҷиши фишори моеъ дар қаъри зарфҳои рас.5.28 нишон медиҳад, ки фишор дар ҳама нуқтаҳои қаъри зарфҳо, аз ҷумла дар қаъри зарфҳои б ва г як хел аст — ин ба тахмине, ки дар оғози мавзӯ баён кардем, муҳолиф аст ва шарҳ мецоҳад.

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 сутуни моеъ ва зичии моеъ бастагӣ дорад, яъне агар зарфҳои киёшаванда то ҳамон як баландӣ об дошта бошанд, фишор дар қаъри онҳо якхела хоҳад буд (чунонки дар зарфҳои мисолкардаи мо чунин аст). Дар ҳақиқат, азбаски

мувофиқи формулаи фишор қувваи фишори моеъ $F = pS$ аст, масоҳати қаъри зарфҳо S ҳамчени якдигаранд ва, инчунин, азбаски фишор дар қаъри зарфҳо якхела аст, пас, қувваи фишор низ дар ҳама мавридҳои рас.5.28 яқсон аст.

***Масъала.** Масоҳати қаъри зарфҳои ки дар рас.5.30 тасвир шудаанд, ҳамчени якдигаранд. Зарфи бузург чанд киллограм, вале зарфи борик қамағи чандсал гиром об дорад. Қувваи фишори об ба қаъри зарф дар кадоми ин мавридҳо зиёд аст?

Ҳал. Пеш аз ҳама тавачҷӯхи шуморо ба он менигаронем, ки дар шартҳои масъала миқдори оби зарфҳо нишон дода нашудааст. Онҳоро доништан шарт ҳам нест, зеро, чунонки гуфтем, фишори моеъ ба қаъри зарф (p) танҳо ба баландии сутуни моеъ h ва зичии он ρ вобастагӣ дорад:

$$p = \rho gh.$$

Аммо қувваи фишори моеъ F ғайр аз зичии моеъ ва баландии сутуни он ба масоҳати қафи зарф S низ бастагӣ дорад:

$$F = pS = \rho ghS.$$

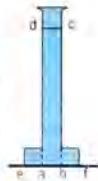
Ҳали масъала талаб мекунад, ки ин формуларо барои ҳарду зарф навишта, нисбати онҳоро ёбем. Азбаски қаъри ҳарду зарф ҳамчун аст ва онҳо моеъи якхела доранд, пас,

$$F_1 = \rho gSh_1, \quad F_2 = \rho gSh_2, \quad \frac{F_2}{F_1} = \frac{h_2}{h_1}$$

хоҳад буд. Агар зарфҳои муқоисашаванда бо миқдори якхела тасвир шуда бошанд, бо ёрии формулаи охир қимати ададии бузургиҳои матлубро низ ҳосил кардан осон аст. Барои зарфҳои мисолкардаи мо $h_2/h_1 = 1,5$ аст. Пас, $F_2 = 1,5F_1$ мебарояд, ки натиҷаи ҳушангез аст. Фаҳм кунед оиро.



Рас. 5.30.



Рас. 5.31.

?

1. Оби фишори моеъ дар чуқуриҳои гуногун яқсон аст? Инро бо ҷа гуна асбоб санҷидан мумкин аст?
2. Дар ҷа асос гуфтаи мумкин аст, ки фишор аз як қабати моеъ ба

- қабати дигари он ба ҳама тараф як ҳел дода мешавад?
3. Ҷа зарурат бар он аст, ки ғаввос (одаи ғузаванда дар об), агар то чуқуриҳои зиёд ғуза задан бошад, либоси маҳсус бипӯшад?

*Супориш

Кӯшиш кунед, ки аз матии ин мавзӯё ва ҳали масъала хулосаи дуруст бигиред. Хулоса бояд аз як тараф чамъбасти мавзӯё бошад, аз тарафи дигар, дар назди шумо вазифа гузорад, ки дарси оянда чиро таҳқиқ кунед.

*Пажӯҳиш

(Ҷуиши мустақилона илмӣ): Агар ягон зарфи обдорро аз рӯи Замиш ба рӯи Моҳ кӯҷонем, фишори моеъ ба қаъри зарф чӣ тағйирот мебинад?

§5.9. Таҷрибаи Паскал

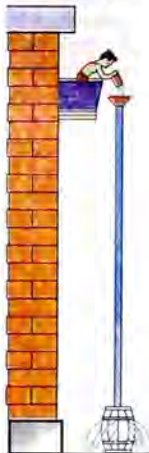
Аз мавзӯи пешина шумо бояд хулосаи гирифта бошед, ки қувваи фишори моеъ ба қаъри зарф ба шакли зарф ва миқдори моеъ вобастагӣ надорад. Ин қувва (барои моеъи муъайянзичӣ ва масоҳати додашудаи қаъри зарф) танҳо ба баландии сутуни амудии моеъ вобастагӣ дорад ва ададан ба вазни ҳамин сутуни моеъ баробар аст.

Ин натиҷа ғайриҷашмдошт аст ва маҳз ба ҳамин сабаб *та-ноқузи ҳидростатикӣ* (*парадокси ҳидростатикӣ*) ном гирифтааст (аз калимаи юнонии *paradoxos*, ки маънои *ачиб*, *таъҷҷубовар*, *ғайриодӣ* дорад). Дар асл ин ҷо ҳеч чиз ғайриодӣ нест. Натиҷаи мазкур дар асоси қонуни Паскал шарҳ дода мешавад: *моеъи фишори*

ба он додашударо ба ҳама сӯ (ба ҳама нуктаҳои моеъ) бекамукост, бе ҳеч гуна тағйирот мегузарад.

Ин гуфта он гуна маъни дорад, ки сутуни *abcd*-и моеъ (рас.5.31) ҳам ба ҳама нуктаҳои таҳти худ, яъне ба нуктаҳои масоҳати *ab* ва ҳам ба нуктаҳои масоҳатҳои *ea* ва *bf* як хел фишор меорад. Пас, барои ба ҳама нуктаҳои масоҳати қафи зарф фишори зиёдтарин овардан ҳаргиз шарт нест, ки сутуни моеъ баробари масоҳати қафи зарф фарох (васеъ) бошад — дар ин маврид найчаи борик ҳам кофист, ки моеъи даруни он дар тамоми масоҳати қаъри зарф фишори зиёд ба вучуд биёрад.

Дуруст будани ин хулосаро дар таҷриба с. 1648 Б.Паскал собит кардааст. *У* ба бӯшкаи ҷӯбини пуроб найчаи борикро васл кард ва вақте ки аз баландии чанд метр дар найчаи ҳамагӣ



Рас. 5.32.

як коса ($\sim 1l$) 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.

Масъала 1. Ба зарфи оҳанине, ки 1м баланди дорад, найчан 10-метра шинонданд ва онҳоро пурӣ об карданд. Масоҳати қаъри зарфро $0,75 \text{ м}^2$ ва зичии обро 1000 кг/м^3 гирифта, фишор ва қувваи фишорро ба қаъри зарф ёбед.

Додаҳо:

$h_1 = 1 \text{ м},$
$h_2 = 10 \text{ м},$
$S = 7500 \text{ см}^2 =$ $= 0,75 \text{ м}^2,$
$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3,$
$g = 10 \text{ м/с}^2,$
$p = ? \quad F = ?$

Ҳал. Масъаларо дар заминаи формулаи

$$p = \rho gh$$

ҳал мекунем. Баландии сутуни об баробари баландии зарф h_1 ҷамъи 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 муъайян мекунем. Ин қувва, чунонки гуфтем, ба ҳосили зарби фишори моеъ ва масоҳати қаъри зарф баробар аст:

$$F = pS,$$

$$F = 110\,000 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot 0,75 \text{ м}^2 = 82\,500 \text{ Н}.$$

Масъала 2. Масоҳати қаъри зарфе, ки онро Паскал дар таҷрибаҳои худ истифода кардааст, 2 м^2 буд. Агар ба ин гуна зарф аз боло найчан 5-метрае шинонда шавад, ки буриши 1 см^2 дошта бошад ва зарфу найча пурӣ об карда шаванд, оби даруни найча ба оби зарф бо чӣ қадар қувва фишор меоварад? Ин қувваро бо вазни оби даруни найча муқоиса кунед.

Додаҳо:

$S_1 = 2 \text{ м}^2,$
$S_2 = 1 \text{ см}^2,$
$h = 5 \text{ м},$
$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3,$
$g = 10 \text{ м/с}^2,$
$F = ? \quad \frac{F}{P} = ?$

Ҳал. Аввал қувваи фишори оби найчаро ба қаъри зарф меёбем (ниг. §5.4 ва 5.5):

$$F = \rho ghS_1,$$

$$F = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 5 \text{ м} \cdot 2 \text{ м}^2 = 100\,000 \text{ Н}.$$

Қувваи вазнинии оби найчаро низ аз рӯи ҳамин формула ёфтан мумкин аст, ба шарте ки ба ҷои S_1 масоҳати S_2 -ро бигзорем. Вале



Рас. 5.33. роҳи содатар ин аст, ки дар ҳисоби қувваи вазнинии оби найча ин ифодаро ба қор барем:

$$P = mg.$$

Ин ҷо m массаи оби даруни найча аст. Азбаски ҳаҷми найчаи мисолшуда

$$V = hS = 500 \text{ см} \cdot 1 \text{ см}^2 = 500 \text{ см}^3$$

аст ва 1 см^3 -и об массаи 1 г дорад, пас, массаи оби найча $m = 500 \text{ г} = 0,5 \text{ кг}$ мебошад. Аз ин p вазни оби найча ҳаҷмени

$$P = mg = 0,5 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 5 \text{ Н}$$

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 маъна дорад?
 ❓ 2. Тавоқузи ҳидростатика (парадокси ҳидростатика) чист?
 3. Таҷрибаи Паскал чиро собит қард?

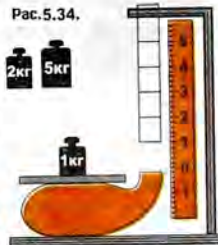
Ду супориш

1. Зарфҳои дар рас. 5.33 тасвиршуда қаъри якхела доранд ва қаъри онҳо пардаи резинии якхела кашида шудааст. Агар зарфи борикро пури об кунем, пардаи резинӣ мебаррадад. Аммо агар ҳамон миқдор обро дар зарфи дигар резем, пардаи резинӣ ҳалта мезанаду ҳалос (намебаррадад). Шумо инро чӣ шарҳ медиҳед?

— Мулоҳизаҳои худро бо далали баён кунед.

- 2. Найчаи шишагини тақрибан якметраеро бо камери туби футбол васл кунед ва найчаро дар вазъи амудӣ ба воситаи ягон поя

Рас. 5.34.

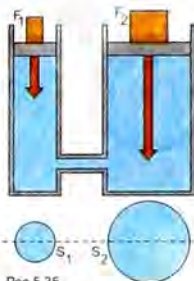


(штатив) тавре устувор кунед, ки дар рас. 5.34 омадааст. Баъд дар найча он қадар об резед, ки камери резинӣ пур шавад ва сатҳи об дар ростон нишонан "0"-и ҷадвали сахлӯи найча қарор бигирад. Дар охир, дар рӯи камери резинӣ ягон бор гузоред. Бор ба моеъи даруни камери фишор меоварад — дар натиҷа сатҳи 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 ҳидравлики

Дар соҳаҳои гуногуни ҳаёт мошинҳое ба қор бурда мешаванд, ки амали онҳо бар истифодаи қонунҳои ҳаракати моеъҳо ва мувозинати онҳо асос ёфтааст. Ин гуна мошинҳоро **мошинҳои ҳидравлики** меноманд (аз юн. *hydraulikos*—обӣ).

Соҳти содатарин мошини ҳидравлики дар рас.5.35 тасвир шудааст. Ин мошин аз ду цилиндр (аз ду устувонае) иборат аст, ки буриши арзии гуногун доранд.



Рас.5.35

Силиндрҳои монанди зарфҳои пайваста бо якдигар васл шудаанд ва маъмулан пури равшан мебошанд. Ин цилиндрҳои сунба (поршен) доранд. Дар ин гуна мошин яке аз сунбаҳои хурд асту дигаре бузург, *то ки бо истифодаи қувваи кам ҳосил кардани қувваи зиёд мумкин гардад.*

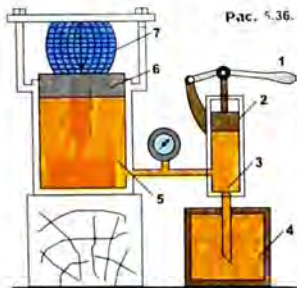
Бигзор, масоҳати ба моеъ расидаи сунбаи хурд S_1 ва қувваи ба он таъсиркунанда F_1 бошад. Ин сунба бо таъсири қувваи F_1 ба моеъ фишори $p_1 = F_1/S_1$ меоварад. Мисли ҳамин, сунбаи бузург ба моеъ бояд фишори $p_2 = F_2/S_2$ биёрад (S_2 —масоҳати сунба ва F_2 —қувваи ба он таъсироваранда).

Азбаски фишори моеъ ба ҳама тараф як хел дода мешавад, пас, дар ҳама нуқтаҳои даруни цилиндрҳои бояд $p_1 = p_2$ ё ки

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}, \text{ яъне } \frac{S_2}{S_1} = \frac{F_2}{F_1} \quad (*)$$

бошад. Пас, чанд боре ки масоҳати сунбаи калон аз масоҳати сунбаи хурд зиёдтар бошад, ба сунбаи калон қувваи ҳамон қадар бештар таъсир меоварад.

Масъала. Масоҳати сунбаи хурди мошини ҳидравлики 8 см² асту масоҳати сунбаи бузурги он 160 см². Агар ба сунбаи хурд ба қувваи 250 Н таъсир расонем, ба сунбаи бузург чӣ қадар қувва таъсир меоварад?



Рас. 5.36.



Рас.5.37. Тормози мошин ва трактор.

Ҳал. Аввалгар аз Ҳама до-
дахоро сабт мегардонем:

$$S_1 = 8 \text{ см}^2,$$

$$S_2 = 160 \text{ см}^2,$$

$$F_1 = 250 \text{ Н}.$$

Мақсад ёфтани F_2 аст.
Онро аз ифодаи (*) меёбем:

$$F_2 = \frac{S_2}{S_1} F_1, \quad F_2 = \frac{160 \text{ см}^2}{8 \text{ см}^2} \cdot 250 \text{ Н} = 5000 \text{ Н}.$$

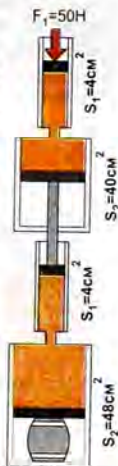
Ин қувва бистчанди қувваест ($5000\text{Н}/250\text{Н} = 20$), ки он ба сунбаи хурд таъсир меоварад.

Ҳамин тариқ, мошини ҳидравликӣ имкон медиҳад, ки ба василаи қувваи кам қувваи зиёде ба вучуд оварда шавад.

Мошини ҳидравликӣро, ки барои фишурдани чизҳо (чисм-ҳо) хидмат мекунад, манганиаи обӣ ё худ пресси ҳидравликӣ мегӯянд. Ин гуна мошин дар олатҳои обкаши, рехтагарӣ, дар дастгоҳҳои равангкаши, қолибгарӣ ва м.ин. ба қор меравад.

Яке аз навъҳои манганиаи обӣ — манганиаи фишоранда дар рас.5.36 тасвир шудааст. Агар сунбаи хурд (2) ба воситаи дастаи 1 сӯи поён тела дода шавад, моеъи даруни цилиндри хурд фишор хурда, даричаи 3-ро баста, даричаи 5-ро мекушо-яд — дар натиҷа қадре моеъ аз цилиндри хурд ба цилиндри калон шорида, сунбаи калонро водор месозад, ки каме боло баромада, ба чисми 7 фишор биёрад. Дар сурати сӯи ақиб (боло) тела додани сунбаи хурд даричаи 5 баста, вале даричаи 3 кушода мешавад — он гоҳ қадре моеъ аз махзани 4 ба цилиндри хурд мешорад. Ҳамин тариқ, сунбаи хурдро чанд бор болову поён тела дода, сунбаи калонро то ҷои зарурӣ боло бурда, чисми 7-ро ба дарачаи дилхоҳ фишурдан мумкин аст.

Мисоли дигари қорбурди қонуни Паскал — сохти тормози моеъгӣ дар рас. 5.37 омадааст, ки шумо кори онро дар заминаи гуфтҳои боло бо осонӣ фаҳм карда метавонед.



Рас.5.38.

- 7
1. Мо гуфтем, ки кори мошини хидравлики бар истифодаи қонуни Паскал асос ёфтааст. Ин гуфта чӣ маъни дорад?
 2. Истифодаи мошинҳои хидравлики аз чӣ бурд медеҳад?
 3. Оё манганаи оби (пресси хидравлики) дар рӯи Моҳ низ ҳамчунин кор мекунад, ки дар рӯи Замин мекунад?
 4. Бурди қувааро дар манганаи оби чӣ тавр баҳодод кардан мумкин аст?



Рас.5.39.

Ду масъала

1. Ба ҷисме, ки дар манганаи оби дуқушан рас.5.38 фишурда мешавад, чӣ қадар қува таъсир мекунад? (Посух: 6 кН).
2. Қутри сунбаи хурди манганаи оби (пресси хидравлики) 4 см асту қутри сунбаи калони он – 80 см. Ба сунбаи хурд бо чӣ қадар қува таъсир кардан мейояд, ки сунбаи калон қуваи 10^5Н ба вуҷуд биерад? (250 Н).

Супориш

1. Кори манганаи обиро, ки дар рас.5.36 тасвир ёфтааст, бори дигар таҳлил карда, бинед, ки барои ба сифати олати болобурди борҳо (масалан, чун домкрати мошин) истифода кардани мангана ба он чӣ гу-

на тағйирот даровардан зарур аст.
 2. Дар рас.5.39 домкрат ном олати борбардорӣ тасвир ёфтааст. Дар заминаи тасаввуроте, ки шумо аз омӯзиши сохтаи чузъҳои манганаи оби ҳосил кардаед, амали домкратро шарҳ диҳед ва, аз ҷумла, гӯед, ки ин ду олат чӣ фарқ дорад.

§5.11. Шабакаи обрасонӣ (облула)

Шабакаи обрасонӣ маҷмуъи олатҳои техникаест, ки вазифаи бо об таъмин гардонидани шахру деҳот ва корхонаҳои санҷатиро до мекунад. Онро мухтасаран *облула* (водопровод) мегӯянд. Тарҳи як қитъаи ин гуна шабака дар рас.5.40 оварда шудааст. Вазифаи ҳар як чузъи ин иншоот аз зернавишти расм рӯшан аст.

Маҳзани об (8) дар ягон ҷои баланд ҷой дода мешавад. Вазифаи обилои 4 соф кардан ва полонидани обест, ки аз ҳавз (1) гирифта мешавад. Оби дар обило покканизударо *оби софӣ* мегӯянд. Ин об ба воситаи тулумба (насос)-и 5 ба маҳзани об ва аз он ҷо ба хонаҳо (9) дода мешавад.

Шумо гоҳи истифода кардани облулаи маҳаллаи худ мибинед, 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 баландар воқеъ бошад, фишори об дар лӯлаҳои хонаи шумо ҳамон қадар зиёдтар мешавад.

Аммо ин навъ облӯла обро то хонаҳое, ки болотар аз сатҳи озоди моеъи даруни махзан воқеъанд, бароварда наметавонад. Ба ин хонаҳо об ба воситаи тулумбаҳои суронида мешавад (монанди он ки тулумбаҳои 3 ва 5-и рас.5.40 обро аз обанбор то махзани 8 месуронанд).

Масъалаи 1. Тулумба (насос)-и обкаши бояд чӣ қадар фишор ба вуҷуд бибарад, ки обро 8 м метр боло суронад?

Додаҳо:

$h = 8 \text{ м.}$ $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3,$ $g = 10 \text{ м/с}^2$ $\rho = ?$

Ҳал. Дар шартҳои масъала иборати «*чӣ қадар фишор*» маънои «*чӣ қадар фишори камтарин*» дорад. Онро аз формулаи зил меёбем:

$$p = \rho gh.$$

Ин ҷо p фишор асту ρ — зичии об ва h балан-

дӣ, ки обро то он боло баровардан мебояд. 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. Бияои 16-ошёна тақрибан 48 м баландӣ дорад. Бо роҳи хисобкутуб муъайян кунед, ки фишори об дар облӯлаи ошёнаи 4-ум назар ба ошёнаи 10-ум чанд бор зиёд аст.

Ҳал. Барои ҳал кардани масъала онро ба назар гирифт тан зарур аст, ки фишор дар облӯлаи ин ё он ошёна ба фарқи баландии сатҳи озоди оби махзан H ва баландии ошёнаи муоинашаванда h вобастагӣ дорад ва чунин ёфта мешавад:

$$p = \rho g (H - h) \quad (*)$$

Бино бар ин, ба фарзе, ки ҳар ошёна 3 м баландӣ дорад ва махзани об дар ростии ошёнаи 16-ум воқеъ гаштааст, додаҳои масъаларо бояд ба шакли зил нависем:

$H = 48 \text{ м.}$ $h_4 = 12 \text{ м (ошёнаи 4)},$ $h_{10} = 30 \text{ м (ошёнаи 10)},$ $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3,$ $g = 10 \text{ м/с}^2.$

Пас, фишори об дар ошёнаҳои 4 ва 10 инқадарист:

$$p_4 = \rho g(H - h_4) = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{М}}{\text{с}^2} (48 \text{ м} - 12 \text{ м}) = 36 \cdot 10^4 \text{ Па},$$

$$p_{10} = \rho g(H - h_{10}) = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{М}}{\text{с}^2} (48 \text{ м} - 30 \text{ м}) = 18 \cdot 10^4 \text{ Па}.$$

Он гоҳ барои нисбати фишорҳо кимати зайл ҳосил мешавад:

$$\frac{p_4}{p_{10}} = \frac{36 \cdot 10^4 \text{ Па}}{18 \cdot 10^4 \text{ Па}} = 2 \text{ бор (Поён)}.$$

Талаби масъала ёфтани ҳамин нисбат буд. Аммо бояд бигӯем, ки ин масъаларо бо роҳи хеле кӯтоҳтар — бо тарзи якбора нисбат гирифтани низ ҳал кардан мумкин аст. Дар ҳақиқат, аз рӯи ифодаи (*) низ ҳамин натиҷа ба даст меояд:

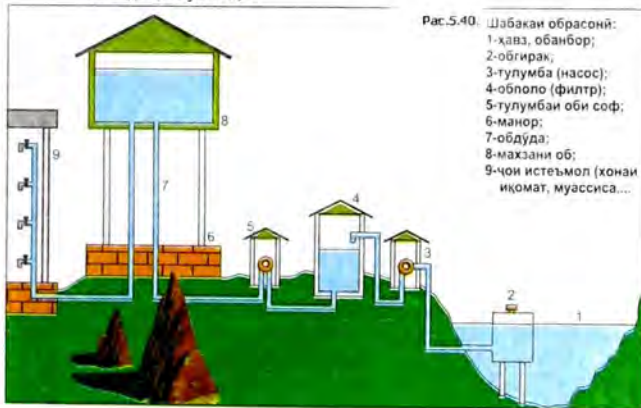
$$\frac{p_4}{p_{10}} = \frac{\rho g(H - h_4)}{\rho g(H - h_{10})} = \frac{H - h_4}{H - h_{10}} = \frac{48 \text{ м} - 12 \text{ м}}{48 \text{ м} - 36 \text{ м}} = \frac{36}{18} = 2 \text{ бор}.$$



1. Облула (водопровод) чӣ гуна сохт дорад?
2. Чӣ зарурат аст, ки маҳзани об дар ягон ҷои баланд нишонида шавад?

3. Чузӣиёти облӯлае, ки дар рас.5.40 тасвир ёфтааст, чӣ даркоранд?
4. Тулумба (насос)-и 3 дар рас.5.40 чӣ вазифаро адо мекунад?
- тулумбаи 5 чӣ вазифа дорад?

Машқ. Масъалаи 2-ро бори дигар мулоҳиза кунед ва баъд масъалаи зайлро ҳал кунед: Сатҳи оби маҳзани дар рас.5.40 тасвиршуда бояд чӣ қадар баланд бошад, ки фишор дар облӯлаи ошёнаи 16-ум 30 кПа шавад? (Посух: 3 м).



Рас.5.40. Шабакаи обрасонӣ:

- 1-ҳавз, обанбор;
- 2-обгирак;
- 3-тулумба (насос);
- 4-облоло (филтр);
- 5-тулумбаи оби соф;
- 6-манор;
- 7-обдӯда;
- 8-маҳзани об;
- 9-ҷои истеъмол (хонаи иқомат, муассиса....)

§5.12. Атмосфераи Замин (ҷавви Замин) ва фишори он

Кураи Замин *ҷомаи* газие дорад, ки *атмосфера* номида шудааст (аз калимаҳои юнони *atmos*—буҳор ва *sphaira*—кура). Ин мафҳумро бо калимаи *ҷавв* низ ифода кардаанд ва дар эҷодҳои пешиниёни мо бисёр дучор меояд. Дар гуфтори маъмули ба ҷои *атмосфера ҳаво* низ мегӯянд.

Мо ин ҷо чанд ҷиҳати муҳимро хотирнишон мекунем:

1) Атмосфера, ҷунонки шумо аллақай медонад, газ аст. Саҳеҳтар ғуем, атмосфера муҳити газӣ ё ҳавоист дар гирди кураи 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 ғ. дорад. (Ин номҳоро аз ёд кунед, зеро дар соҳаи баъдинаи таҳсилоти шумо кор меоянд).

2) Табақаи ҳавои Замин хеле ғафс аст ва аз сатҳи Замин то баландии чанд ҳазор километр тӯл мекашад.

3) Зичии ҳаво аз поён (аз рӯи Замин) сӯи боло торафт кам шуда (вж. §5.15), дар охир ба зичии фазои беҳавои Кайҳон баробар мешавад. Ин аз он ҷо рӯшан аст, масалан, ки радиои табиъии Замин, яъне Моҳ атмосфера надорад.

4) Атомҳои молекулаҳои таркибидандаи атмосфера низ монанди ҷисмҳои дигар гирифтори ҷозибаи Заминанд. Ба гуфти дигар, атмосфераро ҷозибаи Замин нигоҳ медорад, вагарна атому молекулаҳои ҳаво пароканда шуда, ба фазои Кайҳон мераванд.

Ин ҷо пурсише ба миён меояд, ки чаро зичии табақаи поёнии атмосфера зиёд асту қабатҳои болои он зичии қариб сифрии дорад. Гап дар он аст, ки ҳар як зарраи таркиби ҳаво ба сабаби вучуд доштани қувваи вазнинӣ сӯи поён (сӯи Замин) қашаида мешавад. Дар натиҷаи ин қашаида шудани зарраҳои ҳаво қабатҳои болои он ба қабатҳои поёни фишор меоваранд—ҳамин аст, ки қабати рӯизаминии 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 ғуш ва ғ. фишор меоранд. Маҳз ҳамин фишор *фишори атмосфера* ном гирифтааст.



1. Атмосфера чист? Атмосфераи Замин (ё худ ҷавви Замин) аз чӣҳо таркиб ёфтааст?
2. Шумо дар бораи ғафсии атмосфераи Замин чӣ медонед?

3. Оё атмосфера вази 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)



Рис.5.41.

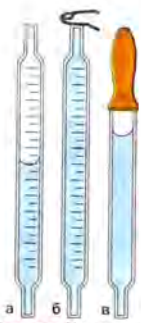
Биёед, омӯзиши ин мавзӯро аз як таҷрибаи сода оғоз кунем. Ягон шиша ё истаконро лабреси об карда, дахонашро бо вараки қоғазе пушонед ва онро ба паҳнаи даст (кафи даст) пахш кунед. Баъд агар зарфро вожгун (чаппа-

гардон) кунед ва дасти худро аз зери он баргиред, мебинед, ки (воачабо!) на қоғаз меафтад ва на об мерезад (рас.5.41) Ин падида чӣ сабаб дорад?

Фикр кунед. Агар ин сабабро дарёфта натавонед, таҷрибаи зеринро муойина кунед.

Найчаи шишагине гиред, ки харду нӯгаш сӯрох бошад (рас.5.42,а). Як нӯги найчаро бо сари ангушти 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 суст кунед, мебинед, ки об чакра-чакра ва агар ангуштро баргиред, оби найча монанди мавриди а ба якборагӣ мерезад. Резини мочуча ҳам агар сӯрох бошад, ҳамин ҳол рӯй медиҳад (оби даруни мочуча мерезад).



Мерезад Намерезад
Рис.5.42.

Хуб, акнун фаҳм кардед, ки гап дар чӣ

будааст?

Ҳама гап дар фишори атмосферист.

Маҳз фишори атмосферист, ки дар таҷрибаи аввал коғазро ба даҳони истакони вожгун дар холи пахшида нигоҳ медорад (ин таъсири дар рас.5.41 бо тирчаҳо тасвир ёфтааст). Валекин, вақте ки мо ангушти худро аз сӯрохи нуғи болои найчаи рас. 5.42,6 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 (инг. рас. 1.2), худбахуд поён намешорид.

Як таҷрибаи аёни дигар он аст, ки дар рас.5.43 омадааст. Ин ҷо кифе тасвир ёфтааст, ки даҳонаш



Рас.5.43.

пардаи резинии тунук кашида ва "думаш" бо тулумба (насос)-и ҳавокашӣ васл дода шудааст. Агар шумо дастан тулумбаро андак берун кашед, мебинед, ки пардаи даҳони киф сӯи дарун "кашида мешавд" (инг. пурсиши 2). Аммо агар дастан тулумба қадре сӯи дарун тела дода шавад, парда меамад. Ин падидаҳо дар натиҷаи таъсири фишори атмосферӣ рух медиҳанд.

Дар охир таҷрибаи таърихиеро мухтасаран баён мекунем, ки онро ҳанӯз с.1654 олими олмонӣ О.Герике анҷом додааст, то ки буди фишори атмосфериро ба таври аёнӣ нишон диҳад. Ба ин ният Герике ба воситаи тулумбаи ҳавокашӣ ҳавои бай-



Рас.5.44

ни 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 чудо карда наметавонанд, зеро фишори атмосферӣ онҳоро ба ҳам бо қувваи беш аз 28 кН пахш мекунад (масоҳати сатҳи ҳар як нимкура 2800 см² буд). Аммо вақте ки ба фазои байни нимкураҳо ҳаво сар доданд, онҳо худбахуд аз ҳам чудо шуданд. Ин таҷриба дар шаҳри Магдебург анҷом дода шудааст ва, ҳамин аст, ки нимкураҳои дар он таҷриба истифодашударо *нимкураҳои магдебургӣ* номидаанд.

1. Сабаб чист, ки об аз истакони вожгун (истакони чапагардон)-и рас.5.41 намерезад?
2. Агар дастан гулumba (насос)-и дар рас.5.43 тасвиршударо андаке беруи кашем, мебинем, ки пардаи дахонӣ қиф сӯи дарун “кашида мешавад”. Оё ин ҷо “кашида мешавад” гуфтаи галат нест? Пар-

да сӯи дарун кашиди мешавад ё ин ки онро ягон қиз аз беруи сӯи дарун мефишорад?

3. Истифодаи нимкураҳои дарунҳои магдебургӣ чӣ чихати фишори атмосфериро рушан гардонд?
4. Оё ҳисси кучковӣ 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 адабии онро чӣ тавр, масалан, дар чӣ гуна таҷриба, чен кардан мумкин аст?

Аз ин нигоҳ таҷрибае бисёр сода ва ҷолиб аст, ки онро Е. Торричеллӣ анҷом додааст.

Таҷрибаи Торричеллӣ. Қимати адабии фишори ҳаворо ҳануз с.1643 олими италияӣ Е.Торричеллӣ бо роҳи таҷрибавӣ муъайян кардааст. Таҷрибаи ӯ хеле сода аст.

Торричеллӣ найчаи шишагини тақрибан якметраеро, ки як нӯгаш ба таври ҳавоногузар маҳкам (“кафшер”) шуда буд, пури симоб карда, баъд нӯги кушодашро бо сари ангушт баст ва онро дар косаи симобдор ғутоид. Вақте ки Торричеллӣ ангушти худро аз сари найча баргирифт, дид, ки на ҳамаи симоби даруни найча, балки миқдори хеле камӣ он ба коса рехт



Евангелиста Торричелли (1608-47) – физикдон ва ризиқдон итлоқб. Соли 1643 буди фишори хаво (фишори атмосферн)-ро кашф карда, бар сари онҳое, ки “Табиъат аз холиғи метарсад” мегуфтанд, “оби сард рехтааст”. У ба воқеаи фишорсанҷи симобии ихтироъкардан худ фишори ҳаворо санҷида, фаҳмида тавонист, ки таъйироти фишори хаво боиси пайдоиши шамоли мегардад. Торричелли гармобии (термоскоп)-и Галилейро тақмил дода, онро ба ҳароратсанҷ (хароратсанҷи алкулл) бадал кард. У дар сохтани резиниҳо (микроскопҳо) ва дурбинҳо низ хеле моҳир будааст.

– ин маврид дар рас. 5.45 тасвир шудааст. Ин ҷо баландии сутуни симоб аз сатҳи симоби даруни коса то қуллаи сутуни симоби даруни найча мебошад. Фазои холиғро, ки дар қисми болои найчаи вожгун баъди поён фурумадани симоби даруни найча пайдо мешавад, *фазои Торричелли* ё *холиғии Торричелли* меноманд. Дар рас.5.45 ин холиғи бо ҳарфҳои “ФТ” ишорат шудааст. Торричелли барои h ин гуна натиҷа ҳосил кард:

$$h = 760 \text{ ммHg.}$$

Ин ҷо “ммHg” ишорати *миллиметри сутунҷаи симобӣ* аст.

Шарҳи таҷриба, Натиҷаи ин таҷрибаро худи Торричелли 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 дойимо фишор меорад. Вақте ки найчаи пурсимобро дар коса вожгун кунем, симоб аз найча ба коса то даме мерезад, ки вазни симоби дар найча боқимонда ва фишори атмосферӣ мувозинат ёбанд. Фишор дар зери найча дар ростии сатҳи симоби даруни коса (яъне дар ростии хати қанда-қандаи рас.5.45) низ баробари фишори атмосферӣ аст.

Азбаски қисми болои фазои даруни найча беҳавост, пас, фишор дар зери найча дар ростии хати қанда-қанда бо вазни сутуни симоби даруни найча ба вучуд оварда мешавад. Қимати адабии ин фишор p бо баландии сутуни симоби даруни найча h таъйин мешавад (инг. §5.4):

$$P = \rho gh \quad (\rho - \text{зичии симоб}).$$

Хулоса, азбаски мувофиқи қонуни Паскал фишор ҳам дар сатҳи симоби коса ва ҳам дар зери найча (чое, ки сатҳи поёни симоби найча ба сатҳи симоби коса мерасад) яқсон аст, пас, баландии сутуни симобро чен карда, қимати адабии фишори атмосфериро ёфтан душвор нест. Ҳар қадаре ки фишори атмосферӣ зиёд бошад, баландии сутуни симоб h (дар таҷрибаи Торричелли) ҳамон қадар зиёдтар меояд. Чунонки таҷриба нишон дод, фишори атмосферӣ дар сатҳи баҳр баробари фишорест, ки онро сутуни 760-миллиметраи симобӣ ба вучуд меорад.

Фишори баробар ба 760 ммHg-ро *фишори муътадил* мегуянд. Ин ном бо он алоқаманд аст, ки фишори 760 ммHg барои зиндагонӣ басе соғзор мебошад.



Рас. 5.45.

9
1. Ҳадафи аинчом додани таҷрибаи Торричелли чӣ будааст?
2. Таҷрибаи Торричелли ба чӣ тарз аинчом дода шудааст?
3. Агар таҷрибаи Торричелли бо найчаи ғафстар ё бориқтар аинчом дода шавад, магар натиҷа дигаргун намешавад?

4. Навиштаи "760 ммHg" чӣ маънуро ифода мекунад?
5. Мафҳумҳои *сатҳи баҳр* ва *фишори муътадил* чӣ маънӣ доранд?
6. Гуфтаи радио "Пагоҳи фишори ҳавои ш. Душанбе 740 миллиметри сутунчаи симобӣ хоҳад шуд" чӣ маънӣ дорад?

Се суориш

1. Фишори ҳаво гоҳ каму гоҳ зиёд мешавад. Оё асбобе сохтан осон аст, ки тағйироти фишорро нишон диҳад?
Лавозимот: Хаткашаки миллиметрӣ тақсимот, ягон найчаи монанд ба найчаи Торричелли ва чизҳои зарурии дигар.
2. Агар таҷрибаи Торричеллиро такрор кардаи шавем, вале сари қушодаи найчаи пурсимобро на дар косаи симобдор, балки дар косаи обдор гузошта, ангуштро аз даҳони найча баргирем, симоб битамом мерезад ва найча пури об мешавад. Сабаби ин дар чист?
3. Ҳар шабонаруз аз шуши шумо 15-20 кг ҳаво мегузарад. Ин миқдор ҳаво дар фишору ҳарорати муътадил чӣ қадар ҳаҷмиро фаро мегирад? Дар муойнаоти худ зичии ҳаворо $1,29 \text{ кг/м}^3$ гиред.

II

Тағйироти фишори ҳаворо ба воситаи *барометр* ном асбоб чен мекунанд. Биёед, онро ба тоҷикия *ҳавосанҷ* (*ҷаввсанҷ*) гўем.

Кори ин асбоб бар истифодаи натиҷаи таҷрибаи Торричелли 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 кор мебаранд. Ҳавосанҷҳои филизие низ истифода мешаванд, ки *анероид* ном гирифтаанд.

Кори анероидро аз рас. 5.46 фаҳмидан осон аст. Ҳангоми тағйир ёфтани масалан, гоҳи зиёд шудани фишори ҳаво қуттичаи филизии 1 фишурда шуда, "думи" акрабаки 2-ро ба худ мекашад — дар натиҷа акраба дар гирди меҳвари беҳаракати "0" ин ё он дараҷа ба тарафи рост тоб меҳӯрад ва нӯги он дар рӯи миқёс (шкала)-и 3 қимати фишори ҳаворо нишон медиҳад.

Хуб, фарз кунем, ки анероид фишори 760 ммHg-ро нишон диҳад. Ин, чунонки дар мавзӯи гузашта гуфтем, он гуна маъний дорад, ки фишори атмосферӣ бо сутунчаи симобие мувозинат дода мешавад, ки он баландии 760 мм дорад.

Шумо аз маълумоти ҳаррӯзаи телевизион ва радио медонед, ки фишори ҳаво ҳар рӯз, ҳатто ҳар соғат камубеш тағйир ёфта метавонад. Бино бар ин зарур меояд, ки тағйироти фишори ҳаво бо адади миллиметрҳо ё сантиметрҳои сутунчаи симобӣ алоқаманд гардонида шавад.

Дар амалия ба сифати воҳиди фишори ҳаво 1 *миллиметри сутунчаи симобӣ*, яъне 1 *ммHg* қабул шудааст. Пас, зарур аст, ки ҳамбастагии ин воҳидро бо воҳиди ба шумо маълуми фишор, яъне Па (*паскал*) рӯшантар баён кунем.

Азбаски зичии симоб $\rho = 13600 \text{ кг/м}^3$ ва шитоби афтиши озона $g = 9,81 \text{ Н/кг}$ аст, пас, сутунчаи 760-миллиметраи симоб ба масоҳати зерини худ фишоре медиҳад, ки он баробари

$$p = \rho gh = 13600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,76 \text{ м} \approx 101\,300 \text{ Па}$$

мебошад. Аз ин қимат ба ҳар як миллиметри сутунчаи 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 исми Е.Торричелли *торр* номидаанд,

яъне

$$1 \text{ торр} = 1 \text{ ммHg.}$$

Фишори баробар ба 760 ммHg як атмосфер ном дорад ва бо атм ишорат мешавад:

$$1 \text{ атм} = 760 \text{ ммHg.}$$

Имкони дигари қобили тасаввур гардонидани зухуроти фишори атмосферӣ ин аст, ки ҳали масъалаҳои зеринро дарк кунем.

Чанд масъала

1. Фишори атмосфериро бо воҳиди Н/см^2 (нйутон бар сантиметри мураббаъ) ифода кунед.

Ҳал. Чунонки гуфтем, фишори атмосферӣ ҳамчени 1 атм бо сутунчаи симобии баландиаш 760 мм ба вучуд оварда мешавад. Агар гуем, ки масоҳати асоси ин сутунча

1 см^2 аст, он гоҳ фишори мазкурро баробари вазни ҳамон сутунчаи симоб пиндоштан мумкин аст. Фаҳмоист, ки ҳосили зарби масоҳати асоси сутунчаи симобӣ ва баландии он ҳаҷми симобии сутунча V -ро ифода мекунад:

$$V = 1 \text{ см}^2 \cdot 76 \text{ см} = 76 \text{ см}^3.$$

Массаи симобии сутунча m бо ҳаҷми V ва зичии симоб ρ чунин алоқамандӣ дорад:

$$m = \rho V.$$

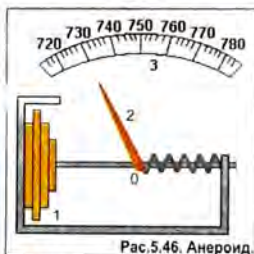
Пас, массаи сутунчаи симоб

$$m = 13,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 76 \text{ см}^3 = 1033,6 \text{ г} = 1,0336 \text{ кг}$$

аст. Ақнун формулаеро ба ёд меорем, ки массаи ҷисм (дар масъалаи мо—сутунчаи симобӣ) m -ро бо вазни он P алоқаманд мегардонад:

$$P = mg \quad (\text{g-шиктоби афтиши озодона}).$$

Қиматҳоро ба ин формула гузошта, вазни сутунчаи симобиро меёбем:



Рас.5.46. Анероид.

$$P = 1,0336 \text{ кг} \cdot 9,8 \frac{H}{\text{кг}} = 10,13 H$$

Азбаски вазни сутунчаи симобӣ ададан баробари фишори атмосферӣ мебошад, пас, ин фишор ҳам ҳамин қадар аст:

$$p = \frac{P}{S} = \frac{10,13 H}{1 \text{ см}^2} \approx 10 \frac{H}{\text{см}^2}$$

Ҳамин тариқ, ҳали ин масъала имкон медиҳад, ки қимати фишори атмосферӣ ба таври аёнӣ ифода карда шавад.

2. Оё дар таҷрибаи Торричеллӣ ба ҷои симоб (ҳам дар қоса ва ҳам дар найча) обро истифода кардан имкон дорад? Агар ин гуна таҷрибаро анҷом доданӣ шавем, дарозии найчаро бояд чӣ қадар гирем?

Ҳал. Бояд фаҳмо бошад, ки дар ин маврид низ фишорро баробари фишори атмосферӣ, яъне 760 ммHg ё худ 101300 Па гирифташ ва додаҳои масъаларо чунин навишташ 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 воҷун кардани он (норехта) боқӣ мемонад, бояд ин ҳел 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 гирифташ зарур аст, ки дарозинаш беш аз $10,3$ метр бошад.

3. Вақте ки Б.Паскал таҷрибаи Торричеллӣро аввал дар доманаи қӯҳе ва баъд дар қуллаи он тақрор кард, дид, ки фишори ҳаво дар қуллаи қӯҳ назар ба доманаи он тақрибан 100 ммHg кам аст. Он қӯҳ чӣ қадар баландӣ дошт? Зичии ҳаворо $\rho = 1,29 \text{ кг/м}^3$ гиред.

Ҳал. Биёед, доманаи қӯҳро баробари сатҳи баҳр гирем; фишорро дар доманаи қӯҳ бо p_0 ва дар қуллаи қӯҳ 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) ҳамчун баландии қӯҳ аст. Пас, ин аст ҳали масъала (бо назардошти он ки $1 \text{ ммHg} = 133,3 \text{ Па}$ мебошад):

$$p_0 - p_h = \rho gh, \quad h = \frac{p_0 - p_h}{\rho g} = \frac{100 \cdot 133,3 \text{ Па}}{1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \approx 1033 \text{ м.}$$

Ду масъалаи дигар

1. Вазни ҳавои гирди кураи Заминро, ки ба сатҳи Замин фишори $0,5 \text{ кг/см}^2$ меоварад, ёбед.

Ҳал. Ин чо "сатҳи Замин" ба маънои сатҳи пураи Замин омадааст ва баробари $S = 4\pi R^2$ (R —радиуси кураи Замин) мебошад. Радиуси Замин тақрибан 6400 км аст. Пас, сатҳи он

$$S = 4 \cdot 3,14 \cdot (6400 \cdot 10^3 \text{ см})^2 \approx 5 \cdot 10^{18} \text{ см}^2$$

мебарояд. Бино бар ин додаҳои масъала бояд чунин навишта шаванд:

$$\rho = 0,5 \text{ кг/см}^2, \quad S = 5 \cdot 10^{18} \text{ см}^2.$$

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 вуҷуд меоварад, 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. Ғафси "чомай" ҳавояи Заминро 8000 м пиндошта, зичии онро баҳолад кунед. Фишори атмосфериро 101300 Па гиред.

Додаҳо:

$p = 101300 \text{ Па},$ $h = 8000 \text{ м},$ $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ $\rho = ?$
--

Ҳал. Зичии ҳаво ρ -ро аз рӯи ифодаи алоқамандкунандаи ρ ва баландӣ (Ғафси)-и кабати ҳаво h ёфтан осон аст: $p = \rho gh$,

$$\rho = \frac{p}{gh} = \frac{101300 \text{ Па}}{9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 8000 \text{ м}} \approx 1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3},$$

яъне ҳар як мукабабметри ҳаво андаряк $1,29 \text{ кг}$ масса доштааст.

Супориш

Массаи атмосфераяи Замин (ҷавби Замин)-ро дар заминаи истифодаи натиҷаи таҷрибаи Торричелли ёбед.

(*Ёрмандӣ.* Ин масъала, агар дуруст ҳал карда шавад, назар ба масъалаи 1 натиҷаи боварбахштар медиҳад, зеро он чо баъзе қиматҳо тахминӣ буданд ва бино бар ин натиҷа носоҳеҳ буда метавонад).



1. Дар сурати паст шудани фишори ҳаво ақрабаки анероиди дар рас.5.46 тасвиршуда кадом су майл меҳурад?
2. Фишори атмосферии баробар ба 760ммHg-ро бо паскалҳо чя тавр инфода кардан мекояд?
3. Фишори баробар ба 1 торр чя қадар фишор аст?
4. Дар сурати дар рӯи сайёраи Зухра анҷом додани таҷрибаи Торричелля симоби найча на дар баландии 76 см (чунонки барои Замин аст), балки дар баландии қариб 70 м қарор мегирад. Оё шумо аз

- рӯи ин кимат гуфта метавонед, ки фишор дар рӯи сайёраи Зухра назар ба фишори атмосферии заминӣ чанд бор зиёд аст?
5. Барометр чист? анероид чя? Чя дарқоранд ин асбобҳо?
 6. Вақте ки дарс ба поён расид, толибае гуфт: "Барометри беруни хона назар ба барометри даруни бояд фишори бештаре ро нишон диҳад, зеро ба барометри беруни сутуни баландтари ҳаво фишор меорад". Оё шумо далел оварда, ин ақидаро рад карда метавонед?

§5.15. Фишори атмосфери дар баландии гуногун

Мо гуфтем, ки қабатҳои болоии ҳаво бо тамоми вази худ ба қабати рӯизаминии он фишор меоваранд. Фишор дар қабати рӯизаминии ҳаво дар ҳарорати 0 °C, чунонки дар банди пешина гуфтем, ба 760ммHg ё худ ба 101300 Па баробар аст. Ин кимати 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 баландии барои 12км-и қабати рӯизаминӣ дар ҷадв. 5.1 оварда шудааст. Чунонки мебинед, фишор дар баландии қариби 6000м тақрибан 2 бор кам мешавад. Санҷишҳои сершумор нишон дод, ки фишори ҳаво дар ҳар 12 м ба қадри ~1 ммHg (ё 1,33 хПа) коҳида-коҳида, дар баландии 50-60 км қариб 10³ бор кам мешавад. Кам шудани фишори ҳаво ба андозаи афзудани баландӣ бо вучуди ҷозибҳои Замин ва ҳосияти фишорхӯрандагии ҳаво (чун як моддаи газӣ) алоқаманд аст. Гап дар он аст, ки ба сабаби суи Замин ҷазб 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 болои зичтаранд, дар ҳамин аст, зеро ҳар қадаре ки ин ё он қабати ҳаво аз сатҳи замин болотар воқеъ бошад, ба сабаби

Ҷадв. 5.1.

Баландя	Фишор
0	760
1000	674
2000	596
3000	526
4000	462
5000	405
6000	354
8000	267
10000	200
12000	150

камтар будани миқдори ҳавои болаш ҳа- мон қадар камтар фишурда мешавад.

Ҳамин тариқ, фишор ва зичии ин ё он қабати ҳаво ба баландии мавқеи он қабат бастагӣ дорад. Ин вобастагиро дони- ста, бо ёрии барометр ё анероид ном асбоб- ҳои фишорсанҷӣ муъайян кардан мумкин аст, ки ин ё он маҳал ё қуллаи кӯҳ ё ҳа- вопаймои дарпарвоз аз сатҳи баҳр чӣ қа- дар баландя дорад.

Анероидҳои ба ин мақсад истифодаша- вандаро *авҷнамо* (яъне чизе, ки авҷро ни-

шон медиҳад) ё худ *фарозёб* ё ин ки *баландисанҷ* номидан мумкин аст. Ин навъ асбобҳоро русҳо *альтиметр* ва англисҳо *альтиметер* мегӯянд (аз лот. *altum* - баландя ва юв. *metreo* - *ҷея мекунам, месанҷам*).

Зиндагонии инсон чун ҷонзоди рӯи 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 тад- ричан, 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, ги- рифтори бемории кӯҳӣ гардида метавонад: дар ин сурат ҳис- саи оксиген ва газҳои дигари таркибдихандаи ҳавои хурдани кам мешавад.

Пас, кӯҳи баландро оҳиста-оҳиста фарқ кардан мебояд.

Масъала. Барометр дар як деҳаи кӯҳистон фишори 740 ммHg ва дар деҳаи дигар фишори 670 ммHg нишон дод.

а) Қадоми ин деҳаҳо болотар воқеъ аст?

б) Деҳаҳо нисбат ба сатҳи баҳр чӣ қадар баландя доранд?

в) Деҳи Боло нисбат ба Деҳи Поён чанд метр болотар воқеъ шудааст?

Ҷал. а) Азбаски ба қадри боло баромадан фишори ҳаво кам мешавад, пас, деҳае баландтар воқеъ аст (Деҳи Боло), ки дар ин фишори ҳаво камтар бошад. Дар мисоли мо деҳае болотар воқеъ аст, ки ҳаво дар он фишори кам (670 ммHg) дорад.

б) Фишори ҳаво аз поён сун боло дар ҳар 12м ба андозаи қариб 1ммHg кам мешавад. Ин фишор аз фишори муътадил

барои Деҳи Поён ба андозаи 20 ммHg фарк дораду барои Деҳи Боло — ба андозаи 90 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 м ва деҳаи дигар 1080 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 гуфта чӣ гуна фишорро мефаҳмад?

2. Сабаб чист, ки ба андозаи аз сатҳи Замин дур шудан (боло баромадан) фишори ҳаво кам мешавад?

3. Барометр дар ноҳияи Марғоб, ки дар баландии 4000 м (аз сатҳи баҳр) воқеъ гаштааст, чӣ қадар фишорро нишон медиҳад? дар Хоруг чӣ? (ш. Хоруг 2400 м болотар аз сатҳи баҳр воқеъ аст).

Супориш

Чадвали қиматҳои фишори хаворо дар алоқамандя бо баландя (ҷадвали 5.1) дар шакли нигора (график) тасвир созад ва дар боран он ҳар ҷизе, ки донед, баён кунед.

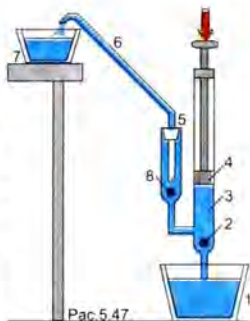
§5.16. Тулумба (насос)

Биёед, муойинаи ин мавзӯро ҳам аз як таҷрибаи бисёр ҷолиб сар кунем — ниг. рас.5.47. Ин ҷо олате тасвир ёфтааст (3), ки ба асбоби дам додани камери дучарха (велосипед) монандя дорад, вале он на барои ҳаво, балки барои моеъхост. 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 сӯи боло кашида шавад, фишори ҳавои зерин сунба кам мешавад — он гоҳ сақои 8 поён омада, тангҳои найчаи 5-ро маҳкам мекунад, аммо сақои 2 дар ин маврид қадре боло рафта, роҳи обро (аз косаи 1 сӯи боло) мекушояд — дар натиҷа об аз косаи 1 боло баромада, қисме аз найчаҳои 3 ва 5-ро пур мекунад.

Баъд вақте ки сунбаи 4 сӯи поён тела дода шавад, сақои 2 тангҳои найчаи 3-ро мебандад (то ки об сӯи косаи 1 нарезад); дар айни ҳол сақои 8 низ тела дода мешавад (аммо на сӯи поён, балки сӯи боло) — дар натиҷа оби зерин сунба бо найчаи 6 боло рафта, ба косаи 7 мерезад. Яъне агар сунбаи 4 болову поён ҳаракат дода шавад, обро боло бароварда метавонад. Ин

не *памл*) мегуянд.

Акнун ба рас. 5.48 нигаред. Кори ин тулумба низ бар истифодаи фишори ҳаво асос ёфтааст. Ин чо рақами 1 ишорати махзани об — обанбор, ҳавз, дарё ё чохест, ки обро аз он боло баровардан зарур аст. Вақте ки дастаи 6 сӯи 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 сӯи поён тела додани дастаи 6 дарбандаки 8



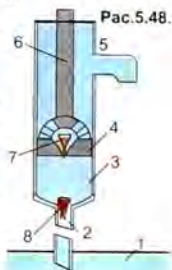
Рас. 5.47

баста, вале дарбандаки 7 кушода мешаванд — дар натиҷа об аз зери сунба боло баромада, аз тариқи қачқулаи 5 берун рехта метавонад. Вақте ки дастаи 6 бори дигар сӯи боло тела дода шавад, дарбандаки 7 баста, вале дарбандаки 8 кушода мешаванд ва ҳиссаи нави оби ҳавз боло мебарояд ва ғ.

Бо ин навъ тулумбаҳо обро хеле баланд баровардан имкон дорад. Аммо “хеле баланд” гуфтаи маънои “беҳад баланд” надорад: баландии барориши об барои Замин на бештар аз 10,3 м аст. Ин баландиро маҳз фишори атмосферӣ маҳдуд мегардонад. Воқеъан ҳам шумо аз рӯи таҷрибаи Торричеллӣ медонед, ки фишори атмосферӣ сутунҷаи симобиро 760 мм = 0,76 м боло мебарорад. Азбаски об назар ба симоб 13,6 бор сабук аст, пас, метавон гуфт, ки фишори атмосферӣ сутунҷаи обро $13,6 \cdot 0,76 \text{ м} \approx 10,3 \text{ м}$ боло бурда метавонад.

Пас, барои то баландҳои беш аз 10,3 м баровардани об чӣ меояд кард? (Ҳали ин масъаларо худатон чуё шавед, хонандаҳои азиз)

Тулумбаҳои, ки мо сохт ва кори онҳоро муойина кардем, тулумбаҳои нахустин, тулумбаҳои дастианд. Тулумбаҳои замонавиро тавре месозанд, ки сунбаҳои онҳо ба воситаи мотор (муҳаррик)-и электрикӣ болову поён ё пасу пеш ҳаракат дода шаванд, яъне тулумбаҳои замонавӣ худқоранд.



Рас. 5.48.



1. Дониствани сохти тулумбаҳо (насосҳо) ва тарзи кори онҳо чӣ зарурат дорад?
2. Сақочаҳои 2 ва 8 дар рас.5.47 ва дарбандакҳои 7 ва 8 дар рас. 5.48 чӣ даркоранд?

3. Мо гуфтем, ки тулумбаи сунбадор обро танҳо то баландии 10,3м боло бароварда метавонад. Ин гуна тулумба (насос) карасинро чанд метр боло бароварда метавонад?

Супориш

Рас.5.49-ро муойина карда, ба пурсишҳои зерин посух диҳед:

1. Об аз обанбор то хонаи обфишории 3 чӣ тавр бароварда мешавад?
2. Истифодаи мотор (муҳаррик)-и электрикӣ 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? Тирчаҳои ин ҷо чиро ифода мекунад?
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?

Рас.5.49

- 1-тулумба (насос),
- 2-мотор (муҳаррик)-и электрикӣ,
- 3-хонаи обфишорӣ,
- 4-облӯла,
- 5-хонаи зист (мактаб, кӯдакистон, ошхона...)



§5.17. Қувваи болобарандае, ки андаруни моеъ ба ҷисм таъсир меоварад

Таҷриба. Зарфи шишагинеро пури об кунед. Сангчаеро аз сатҳи об сӯи даруни зарф раҳо кунед (*напартоед, раҳо кунед!* – рас.5.50). Сангча ба қаъри зарф меафтад. Чунин ба назар мерасад, ки гуё ягон чиз ҳаракати сангчаро монеъ намегардида бошад – монанди он ки ҳамон сангча дар ҳаво қариб бе ҳеҷ гуна мамониъат меафтад. Аммо оё дар асл



Рас.5.50.

низ чунин аст? Ин тахминро чӣ тавр санҷидан мумкин аст?

Таҷрибаи дигар. Дар сари ҷангаки қуввасанҷи фанарӣ (динамометри пружинӣ) боре аз ягон ҷисми сахт, масалан, порая санг овезед (рас.5.51, а). Қуввасанҷ қувваи вазнинии ба санг таъсиркунандаро нишон медиҳад. Онро дар дафтари лаборатории худ сабт кунед.

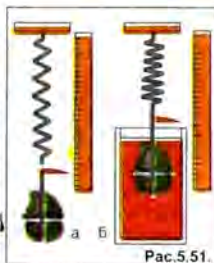
Баъд, ҳеҷ чизро тағйир надода, он санги овезонро ба даруни зарфи обдор андозед (рас.5.51, б) – мебинед, ки қуввасанҷ қувваи вазнинии камтареро нишон медиҳад. Сабаб чист?

Ин ҷо ҷои фикр аст. Мо сангро тағйир надодаем; ҷозибани Замин низ бетағйир мондааст; пас, чӣ чиз қувваи вазнинии сангро кам мекунад?

Як чиз рӯшан аст: Азбаски қувваи вазнинии санги ғарқшуда кам шудааст, пас, бояд фаҳмо бошад, ки он қувваи номаълуми сангсабуккунанда муқобили қувваи вазнинӣ, яъне сӯи боло равона аст.

Модом ки чунин бошад, пас, табиъати қувваи ҷисмболобарандаро чӣ сон дарк кардан мумкин аст?

Биёед, натиҷаи таҷрибаи охиrho ба ин тариқ мулоҳиза кунем. Хиштҷаи ҷубине мегирем ва ба он бо ресмоне ягон сақои оҳанин ё ягон санг мебандем ва хардуро дар зарфи шишагини обдор меандозем. Санг ба қаъри зарф меравад, вале хиштҷаи ҷубин андар об дар холи муъаллақ мемонад (рас. 5.52). Агар бо



Рас.5.51.

ангушт ба рӯяи болои хиштча андак фишор биёрем, хиштча каме чуқуртар меғутада, аммо гоҳи аз он баргирифтани ангушт мебинем, ки хиштча аз паси ангушти мо майли боло мекунад ва то тарангшудани ресмони бор боло мебарояд.

Ин натиҷа низ нишон медиҳад, ки ба ҳисоби дар моеъ ғутида қувваи натиҷавие таъсир дорад, ки он ба ҳосили ҷамъии вектори қувваҳои F_1 ва F_2 баробар аст.



Рас.5.52.

Ақнун, мулоҳизакорона ба ҳамон рас. 5.52 назар андохта, фаҳмидан меояд, ки моеъ ба рӯяи болои хиштча бо чӣ қадар қувва фишор меоварад ва ин қувва кадом сӯ равона аст. Оғро мо дар расм бо тирчаи F_1 ишора кардаем. Ин қувва сӯи поён самт дорад.

Мисли ҳамин, фаҳмидан осон аст, ки қувваи фишори моеъ ба рӯяи поёнии хиштча (яъне F_2) сӯи боло равона аст.

Хуб, кадоми ин қувваҳо зиёдтар аст?

Биёед, ба ёд биёрем (ниг. §5.8), ки қувваи фишори моеъ ба ин ё он рӯяи ҳисоби дар он моеъ ғутида бо баландии сутуни моеъи болои рӯяи муойинашаванда h таъйин мешавад:

$$F = p = \rho gh,$$

ки ин ҷо ρ зичии моеъ асту g — шитоби афтиши озодона. Рӯяи болои хиштчаи мо дар чуқурии h_1 воқеъ асту рӯяи поён — дар чуқурии h_2 . Азбаски бузургҳои ρ ва g барои ҳарду рӯя якхелаанд ва $h_2 > h_1$ аст, пас, рӯшан 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 сӯи чап мераваду на сӯи рост?

Посух ин аст: Ин қувваҳо мисли қувваҳои F_1 ва F_2 зидди ҳамдигар равона бошанд ҳам, азбаски аз ҷиҳати бузургия баробаранд ва якдигарро барҳам мезананд, таъсири яқҷояи онҳо ҳисбро ин ё он сӯ намебарояд.

Ҳамин тариқ, ба хиштчаи мисолкардаи мо ва ҳар гуна ҳис-

ми дигар андаруни моеъ қувваи болобарандае F_6 таъсир меоварад, ки он ба ҳосили ҷамъи вектори қувваҳои \vec{F}_1 ва \vec{F}_2 , яъне ба фарқи $\vec{F}_2 - \vec{F}_1$ баробар аст:

$$\vec{F}_6 = \vec{F}_2 - \vec{F}_1$$

Маҳз ҳамин қувва ҷисмро аз даруни моеъ сӯи боло тела медиҳад, хоҳ ҷисм дар моеъ пурра ғутида бошад, хоҳ қисман, он сон, ки ҷубе дар об дар холи қисман ғутида шино мекунад.

- ?** 1. Чӣ тавр метавон ошкор кард, ки ба ҷисми дар об ғутида қувваи болотеладиҳанда таъсир меоварад?
2. Сабаб чист, ки моеъ ба ҷисми дар он ғутида аз поён сӯи боло таъ-

- сир меоварад?
3. Табиъати қувваеро, ки аз тарафи об ба ҷисми дар он ғутида таъсир меоварад (яъне табиъати қувваи архимедири), ба чӣ роҳ пажӯҳидан осон аст?

Супориш

Таҷрибаеро бори дигар муоينا 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 сӯи боло равона аст;
в) ба он санг аз тарафи моеъ қуввае таъсир меоварад, ки сӯи поён равона аст. (Посухи худро бо далаел баён кунед ва ниҷунини ғӯед, ки ду посухи дигар ба чӣ сабаб саҳеҳ нестанд).

§5.18. Қувваи болобарандае, ки дар муҳити газӣ ба ҷисм таъсир меоварад

Дар банди гузашта мо дидем, ки ба ҷисми дар моеъ ғутида ё ғутонидашуда қувваи болобаранда таъсир меоварад. Мисли ҳамин, ба ҷисме, ки дар муҳити газӣ ҷой гирифта бошад, қуввае таъсир меоварад, ки аз поён сӯи боло равона аст. Маҳз ҳамин қувва аст, ки пуфаки идонаи шуморо сӯи боло майл медиҳад; ҳамин қувва аст, ки кураҳои ҳавой ва дирижаблхоро боло мебарад.

Таъсири ҳаворо ба ҷисмҳои дар он ғутида ошкор сохтан баъзе душвориҳо дорад, зеро ҳама ҷо пури ҳавост. Дар рас. 5.53 гунбазаки тулумба (насос)-и ҳавокашиё тасвир ёфтааст, ки



Рис.5.53.

андарунаш тарозуи шохиндор дорад ва дар китфи чапи он курачаи шишагин овезон аст. Дар оғози таҷриба китфҳои тарозу ба воситаи мурватҳои *a* ва *b* мувозинат дода мешаванд. Баъд ба воситаи гулумбаи ҳавокашӣ ҳавои гунбазакро мекашанд; дар натиҷа мувозинати 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 болотеладиханда таъсир мекард; аммо вақте ки ҳавои зери

гунбазак кашида шавад, таъсири ин қувва ба кура кам мешавад ва кура поён меояд.

Мисоли дигар дар 5.54 омадааст. Ин ҷо низ монанди таҷрибаи пешина кураи шишагини сабук ва тарозуи шохиндор истифода шудаанд. Дар ибтидо кураро бо сангҳои тарозу мувозинат дода, баъд зарфи зери кура (истакон)-ро бо газе пур мекунанд, ки он назар ба ҳаво вазнинтар бошад.

[Ба сифати ин гуна газ маъмулан гази карбонат истифода мешавад, ки зичии 1,98 г/л (гиром бар литр) дорад ва нисбат ба ҳаво беш аз якуним баробар вазнинтар аст].

Он гоҳ мебинанд, ки мувозинати тарозу вайрон мешавад. Аммо акнун сако на поён, балки сун боло майл меҳурад, яъне вақте ки дар зарфи сақодор гази назар ба ҳаво вазнинтар рехта шавад, он газ ҳавои даруни зарфро танг карда берун

мебарорад ва худаш қувваи теладихандае ба вучуд меоварад, ки он назар ба ҳамин гуна қувваи зодаи ҳаво бештар аст — маҳз ҳамин қувва аст, ки сақоро сун боло тела медиҳад.

Ҳамин тариқ, ба ҳисоби дар моеъ ё газ ғутида (ё ғутонида) қуввае таъсир меоварад, ки аз поён сун боло равона аст. Табиғати ин қувваро донишманди Юнони қадим Архимед (тақрибан дувуним аср пеш аз милод) дарк кардааст ва



Рис.5.54.



Архимед (навашти пешинва ном ρ дар китобҳои русӣ ба тоҷикӣ Архимед буд; солҳои 287-212 то милод зиста) — олимони оламшумулӣ Юнони қадим. Соҳиби ҷадидии ихтироъ ва кашфиёт, аз ҷумла фашанг, винт, гаргараҳои гувоғун, манҷавик ва ғ., бунёдгузори қондаи ҷамъбандии қувваҳои мувозия (қувваҳои параллелӣ), бунёдгузори илми моеъшиносӣ — гидростатика.

Архимед муҳимтарин нуктаҳои гидростатика, аз ҷумла шартҳои шино кардани ҷисмҳо ва қонуни асосии гидростатикаро, ки бо номи “Қонуни Архимед” машҳур аст, дар “Шинои ҷисмҳо” ном китоби худ баён кардааст.

ҳамин аст, ки онро *қувваи архимедӣ* ($\bar{\epsilon}$ *қувваи Архимед*) номиданд. Акнун, ки мо табиғати ин қувваро каму беш дарк кардем, доништан мебоҷад, ки бузургии он ба чӣ $\bar{\epsilon}$ чӣҳо вобаста аст. Оё шумо пай бурдаед, ки бузургии қувваи архимедӣ ба ҳаҷми ҷисми муойинашаванда ва зичии моеъ ($\bar{\epsilon}$ газ) бастагӣ дорад.

1. Ҷарост, ки баъзе пуфакҳои пурбодро бо ришта мебанданд ($\bar{\epsilon}$, чи наъве ки мегӯянд, *нуқта мезаланд*)?

2. Магар фишори ҳавои даруни пуфак аз фишори ҳавои беруни он фарқ дорад? Чӣ қувва аст, ки пуфакро сун боло мебарад?

Супориш

1. Мо дар борая ҳамоно як қувваи болобаранда сухан ровда, ду таҷрибаро муойина кардем ва дидем, ки дар як маврид (ниг. рас. 5.53) сақо поён мефурунду дар мавриди дигар (ниг. рас. 5.54) боло мебарояд. Оё шумо ин ду таҷрибаро бо якдигар ҷуря (мутобикат) дода метавонед? Магар ин ҷо ягон қонуният вайрон намешавад?
2. Кӯшиш карда дарёбед, ки қувваи архимедиро чӣ тавр муъайян кардан мумкин аст?

§5.19. Қувваи архимедӣ. Қонуни Архимед

Хуб, қуввае, ки ҷисмҳои дар моеъ ($\bar{\epsilon}$ газ) ғутидаро сун боло тела медуҳад ва *қувваи архимедӣ* ном гирифтааст, ба чӣ вобастагӣ дорад? оё ин қувва, ҷунонки дар боло ишорат кардем, ба ҳаҷми ҷисм ва зичии моеъ (газ) бастагӣ дорад?

Барои рӯшан гардонидани ин масъала ду таҷриба мекунем.

1. Ду зарф мегирем — яке обдор ва дигаре симобдор. Агар сақон оҳанинро дар об андозем, ҳамоно мегӯтад, ба каъри об

меравад. Аммо ҳамон сақо дар симоб намеғутад, балки шино мекунад. Пас, бояд фаҳмо бошад, ки қувваи ҷисмболобаранда ба зичии моеъ вобаста будааст (симоб назар ба об зичии зиёд дорад).

2. Тарозуи шохиндори деворие мегирем (рас.5.55) ва дар сари китфҳои он ду ҷисми баробармаасса (баробарҷирм), вале гуногунҳаҷм — чунончи, дар як китфи он (тарозу) ягон лаблабу ва дар китфи дигар санге меовезем, ки ҳамвазни лаблабу бошад. Баъд тарозуро ба воситаи мурватҳои *a* ва *b* ба ҳоли мувозинаг меорем. Дар охир, агар мизҷаи М-ро, ки дар рӯи он ду зарфи обдор дар ростии борҳои тарозу гузошта шудаанд, то дами дар об пурра ғутидани борҳо боло бардорем, мебинем, ки лаблабу аз ҷои будаш болотар қарор мегирад.

Пурсише табиъист, ки чаро маҳз лаблабу боло мебарояд (бо вучуде ки лаблабу ва санг вазни баробар доранд)?

Посух ин аст: лаблабу аз он сабаб боло меравад, ки ҳаҷми бештар дорад — ин он гуна маънӣ дорад, ки қувваи болобаранда (яъне қувваи аршimedия) ба ҳаҷми ҷисм мутаносиб аст, яъне ҳар қадаре ки ҳаҷми ҷисм зиёдтар бошад, моеъ ба он бо қувваи болобарандаи ҳамон қадар бештар таъсир меоварад.

Ҳамин тарик, аз ин ду таҷриба хулосаи зайл бармеояд:

Ҷисми дар моеъ ғутида (ё ғутонидашуда) аз тарафи моеъ сӯи боло бо қуввае тала дода мешавад, ки он ба зичии моеъ ва ҳаҷми ҷисм мутаносиб аст.

Ин хулоса барои ҷисме низ дуруст аст, ки дар муҳити гаӣ ҷой дода шудааст (ё ғутонида шудааст), яъне дар газ низ ба

ҷисм қуввае аз поён сӯи боло таъсир меоварад, 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 м.ин. мавриди омӯзиш қарор додан мумкин аст.

Мо ин корро ба худӣ шумо ҳавола мекунем, хонандагони азиз.





1. Оё дар ёд доред, ки зичии мода чӣ гуна бузургии физикист?
2. Қувваи архимедия чӣ гуна қувва аст? Оё ин қувва аз қувваи болобарандаи бол фарқ дорад?

3. Қувваи архимедия ба чӣ гуна бузургиро бастаги 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 ихтироии Архимед мебошад ва *сатилчаи Архимед* ном дорад. Ба ин расм агар бодикқат зехи монед, вазифаи сатилчаро бе ҳондани матн ҳам фаҳмидан мумкин аст. Ба ҳар ҳол пеш аз он ки матни минбаъдаро хонед, як кӯшиш кунед. Худро бисанҷед.

Расми а: Дар сари фанар (*пружин*), ки ин ҷо ҷун қуввасанҷ ба қор меравад, сатилчаи ҳолия ва дар зери он бор овехта шудааст. Сатилча ва бор фанарро сӯи поён кашида медоранд.

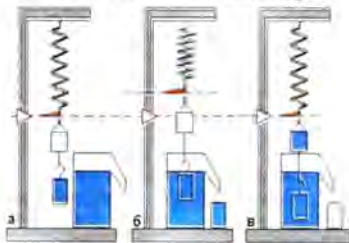
Расми б: Фаҳмоист, ки ин ҳамон расми *а* аст, вале дар он бор дар зарфи обдор ғутонида шудааст. Дар ин маврид ба сабаби сӯи боло тела хӯрдани ҷисм фанар фишурда мешавад. Ин ҳолро акрабаки қуввасанҷ нишон медиҳад (дар ҳолати *б* тағйири мавқеи акрабак бо хати канда-канда тасвир шудааст). Хуб, чӣ бояд кард, ки бор ва акрабак то ба ҳолати аввали худ поён оянд?

Расми в: Барои ин обро ба қор бурдан мумкин аст, ки гоҳи ба зарфи обдор ғутонидани бор ба истакончаи *б* мерезад, яъне вақте ки оби истаконча дар сатилча рехта шавад, вазни умумии борҳои сари фанар чени бори аввали он (мисли рас-

ми *а*) мешавад ва ин бор фанарро то мавқеи аввали он поён мекашад.

Аз ин ҷо чӣ хулоса гирифта мумкин аст?

Хулоса ин аст: Оби истаконча обест, ки онро ҷисм танг карда баровардааст. Ин як, Дуюм, дар мавриди *б* ҷисмро қувваи



Рас. 5.56.

аршимедя боло мебарад. Сеюм, агар оби истаконча дар сатилча рехта шавад, онро ба ҳолати аввала бармегардонад, яъне вазни ин об ҳамчени вазни оби тангкардаи ҷисми ғутида аст. Пас (хулосаи умумӣ), *қувваи болобарандаи ҷисм, яъне қувваи аршимедя ба вазни оби ҳамҳаҷми ҷисм баробар будааст.*

Ин хулоса моҳияти қонуноро ифода мекунад, ки он қонуни Архимед ном гирифтааст. Ин аст он қонун:

Моеъ ҷисмеро, ки дар он (моеъ) пурра ё қисман ғутидааст ё ғутонида шудааст, бо қувваи баробар ба вазни ҷисм сӯи боло тела медиҳад. (Ин қувва қувваи аршимедя ном гирифтааст).

Модом ки қувваи аршимедя (биёед, онро бо F_A ишорат кунем) баробари вазни моеъи тангкардаи ҷисм P , яъне $F_A = P$ бошад, пас, бар асоси ин ки вазни моеъи тангшуда $P = mg$ (m — массаи моеъ) аст ва ин масса бо зичии моеъ ρ_m ва ҳаҷми ишғолкардаи он V ба шакли $m = \rho_m V$ алоқамандя дорад, қувваи аршимедиро чунин ифода кардан мебояд:

$$F_A = P = mg = g\rho_m V \quad \text{ё худ} \quad \boxed{F_A = g\rho_m V.}$$

Мухити газӣ. Ҳамаи он чизе, ки мо дар бораи табиъати қувваи аршимедя гуфтем, барои газҳо низ дуруст аст, яъне агар ҷисм дар мухити газӣ ҷой дода шавад, аз тарафи газ ба он (ҷисм) қуввае таъсир меоварад, ки сӯи 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 ρ бояд зичии газ гирифта шавад, на зичии моеъ.

Масъалаи 1. Мафҳумҳои “вазни аслии ҷисм”, “вазни ҷисм андаруни моеъ” ва “қувваи аршимедя” чӣ ҳамбастагӣ дорад?

Ҳал. Вазни ҷисм андаруни моеъ аз вазни аслии он фарқ мекунад. Азбаски вазни ҷисм чӣ андаруни моеъ (онро бо P' ишорат мекунем) ва чӣ дар беруни он (P) амудан поён, вале қувваи аршимедя (F_A) амудан боло равона мебошанд, бо назардошти аломати алҷабрӣ (аломати алгебравӣ)-и қувваи аршимедя ва вазнҳои P' ва P ҳалро чунин ифода мекунем:

$$P' = P - F_A.$$

Илова бар ҳали масъала. "Чисм, агар вазнинтар аз ин ё он моеъ бошад ва дар он моеъ андохта шавад, то дами ба қаъри моеъ (ё қаъри зарф, қул, дарё ва ғ.) расидан меғутад ва ҳангоми дар даруни моеъ будан вазни худро ба қадри вазни моеъи ҳамҳаҷми худ гум мекунад" (гуфтаи Архимед).

Масъалаи 2. Кувваи ҷисмболобарандаеро ёбед, ки дар об ба ҳаҷми ба маҳсулати асоси ҷисми кубшакл (муқаъбшакл)-и тарафҳои думетрӣ таъсир меоварад.

Додаҳо:

Ҳал: Ин ҷо V ҳаҷми ҷисм (куб)

$a = 2\text{ м,}$
$\rho = 1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3},$
$F_A = ?$

$$F_A = g\rho_{\text{об}}V$$

мебошад, ки ба a^3 баробар аст. Аз ин ру кувваи болобаранда (қувваи архимедӣ)-ро чунин ёфтаи мебояд:

$$F_A = g\rho_{\text{об}}a^3 = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} (2\text{ м})^3 \approx 82 \text{ кН.}$$

Масъалаи 3. Санги дорон масса (ҷирм)-и 80 кг ва ҳаҷми 0,030 м³ дар қаъри об қул хобндааст. Оғро бо ҷи қадар қувва то ба руи об баровардан муяссар мегардад?

Додаҳо:

Ҳал: Ба санг қувваи вазнинии $P = mg$ (m —

$m = 80\text{ кг,}$
$V = 0,032\text{ м}^3,$
$\rho = 1000\text{ кг/м}^3$
$P - F_A = ?$

массаи ҷисм) ва қувваи архимедии $F_A = g\rho_{\text{об}}V$ (V — ҳаҷми ҷисм) таъсир меоваранд. Барои ба руи об баровардани санг зарур аст, ки қувваи ба он таъсиркунанда беш аз қувваи зайл бошад:

$$P - F_A = mg - g\rho_{\text{об}}V = g(m - \rho_{\text{об}}V) =$$

$$10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} (80 \text{ кг} - 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,032 \text{ м}^3) = 480 \text{ Н.}$$

Ефтам! Ефтам! Ефтаа...ам!

Мо дар аввалҳои китоб гуфта будем, ки ба ин ё он кашфиёти илми ноил омадан кайфияти бисе бузург дорад. Гуфта будем, ки хирадманди Юнони қадим Арасту дарёфти сабаби ин ё он падидани табиъиро бартар аз тахти шоҳи овозадори Эрон медонист. Дарёфти ҳаҷми гуна сабаби як падидани муҳими физикия насби донишманди дигари Юнони қадим Архимед гардидааст, ки номашро дар боло зикр кардем.

Ривоят ҳафт, ки гуё Архимед тарзи ба воситаи моеъ муъайян кардани ҳаҷми ҷисмҳои дорон шакли аз ҷиҳати ҳаҷмасӣ подурустро ҳангоми ҷуши ҳалли масъалае ёфтааст, ки оғро шоҳи мулки Сиракуза (зодгоҳи Архимед дар ҷазираи Сичилия) Гиерон ба ӯ воғузошта буд. Супориши шох Гиерон ба Архимед иборат аз санҷиши росткории заргаре буд, ки барои

шоҳ тоҷи заррин сохта буд. Архимед мебоист муъайян мекард, ки он тоҷ ба фармуди шоҳ аз зари холис (яъне аз тиллои покнза) сохта шудааст ё ин ки аз зари камъиёр (зари нохолис).

Архимед бо фаросаги худододе, ки дошт, дарёфт, ки ҳаҷми чизҳои шаклан мураккаб, аз ҷумла ҳаҷми тоҷи пурнақшу нигори печдарпечу ҳамдархамро ба воситаи об ё ягон моеъи дигар муъайян кардан мумкин аст. Аммо чӣ тавр? Аз рӯи вазн? Аз рӯи зичия? Ё аз рӯи...?

Дар яке аз рӯзҳои ҷустуҷӯи ҳалли масъала Архимед, вақте ки дар ҳаммом худро дар ҳавзи лабрэзи об андохт, дид, ки микдоре аз оби ҳавз берун рехт. Архимед он дам фаҳмид, ки ҳаҷми оби рехта бояд ба ҳаҷми ҷисми худӣ ӯ баробар бошад. Қалади хали муаммо ёфт шуд. Ҳамин буд, ки Архимед дар ғояти шавқу шодӣ аз ҳаммом берун ҷаст ва Ефтам! Ефтам! Ефта...ам! ғӯён тозон ба кӯча баромад.

Архимед пеш аз ҳама муъайян кард, ки як воҳиди ҳаҷми зари холис нисбат ба ҳамон гуна ҳаҷми об 19,3 бор зиёд аст, яъне тилло назар ба об 19,3 бор зичтар (вазнитар) аст. Дар ин замина рӯшан 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 ӯиёри онро бар ӯҳда дошт, дар ҳаво 20 Н, вале андаруни об 18,75 Н буда бошад. Ба воситаи ҳисобкутиб муъайян кунед, ки тоҷ аз зари холис, яъне аз тилло ноб сохта шудааст ё аз зари камъиёр.

Додаҳо: *Ҳал* (ниг. масъалаҳои 3 ва инчунин 1 ва 2-ро).

$$\begin{aligned} P_{\text{ҳаво}} &= 20 \text{ Н}, \\ P_{\text{об}} &= 18,75 \text{ Н}, \\ \rho_{\text{об}} &= 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}, \\ \rho_{\text{тоҷ}} &= ? \end{aligned}$$

Дар шароити муқаррарӣ (дар ҳаво) вазни тоҷ 20 Н асту андаруни об 18,75 Н. Фарқи ин вазнҳо $P_{\text{ҳаво}} - P_{\text{об}} = 1,25 \text{ Н}$

қувваи архимедиеро ифода мекунад, ки он ба тоҷ таъсир меоварад, яъне

$$g\rho_{\text{об}}V = 1,25 \text{ Н} \quad (1)$$

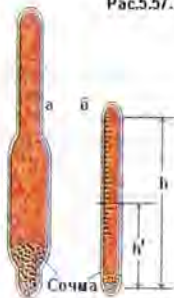
мебошад. Аз рӯи шартӣ масъала тоҷ дар ҳаво вазни

$$P_{\text{тоҷ}}V = 20 \text{ Н} \quad (2)$$

дорад. Пас, зичии тоҷро аз рӯи нисбати

$$\frac{g\rho_{\text{тоҷ}}V}{g\rho_{\text{об}}V} = \frac{20 \text{ Н}}{1,25 \text{ Н}}$$

дармеёбем, ки ин аст:



Рас.5.57.

$$\rho_{\text{max}} = \frac{20H}{1,25H} \rho_{\text{ав}} = 16 \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 16000 \text{ кг/м}^3.$$

Ин қимат назар ба зичии тилло (19300 кг/м^3) кам аст. Пас, фахмост, ки тоҷ аз зари ноҳолис сохта шуда будааст.

Масъалаи 5. Барои санҷидани зичии моеъҳо олатҳои истифода мешаванд, ки *моёсанҷ ё ареометр* ном доранд. Моёсанҷ маъмулан найчаи шишагини маҳкамост, ки андарунаш камубеш бор дорад ва ҳатҳохон рӯяш дараҷаи ғутиши онро ифода мекунад (рас.5.57). Бигзор моёсанҷе дошта бошем, ки массааш 90 г , қадаш 50 см ва масоҳати берунии қаъраш 4 см^2 бошад. Ин олат дар карасин чӣ қадар меғутад?

Додаҳо:

$m = 90 \text{ г}$,
$h = 50 \text{ см}$,
$s = 4 \text{ см}^2$
$\rho_k = 0,8 \text{ г/см}^3$,
$h' = ?$

Ҳал: Пояи усули санҷиши зичии моеъҳо ин аст, ки дар сурати ба рӯи моеъ гузоштани ягон чисми дарозрӯи нугвазини нӯги вазнини чисм дар моеъ вобаста ба зичии моеъ ин ё он дараҷа меғутад. Моёсанҷ ҳамин гуна олат аст. Микёс (шкала)-и рӯи моёсанҷ вобаста ба дараҷаи ғутиш зичии моеъро нишон медиҳад.

Моёсанҷ дар моеъ то ҷойе меғутад, ки қувваи вазнинии он P чени қувваи архимедии F_A шавад, яъне

$$P = F_A. \quad (1)$$

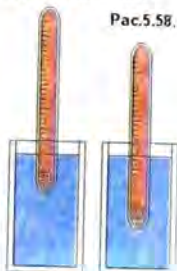
Вазни олати моёсанҷи $P = mg$ асту қувваи архимедии дар карасин (зичиаш ρ_k) ба моёсанҷ таъсироваранда – баробари $F_A = g\rho_k V$. Ин ҷо $V = Sh'$ ҳаҷми қисми дар карасин ғутидаи моёсанҷ аст. Пас, ифодаи (1)-ро ҷунин навиштан меояд:

$$mg = g\rho_k Sh',$$

Аз ин ҷо дарозии қисми ғутидаи моёсанҷро ёфтан осон аст:

$$h' = \frac{m}{\rho_k S}, \quad h' = \frac{90 \text{ г}}{0,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 4 \text{ см}^2} \approx 28 \text{ см. (Поён).}$$

Моёсанҷҳо барои санҷидани зичии равған, бензин, карасин ва моеъҳои дигар истифода мешаванд. Онҳоро барои муъайян кардани микдори ҳаҷмии қанди маҳлулҳо, микдори ҳаҷмии намаки маҳлулҳо ва м.ин. ба қор бурдан мумкин аст – дар ин маврид м



моёсанчро тавре дараҷабанди мекунад, ки миқдори қанд ё намакро бо дарсадҳо (яъне бо %-ҳо) нишон диҳад. Навъи махсуси моёсанчҳо барои муъайян кардани миқдори ҳаҷмии рағани шир қорбасти мешавад. Ин гуна моёсанчро *ширсанч* ё худ *лактометр* (аз лот. *lactis* – шир) мегӯянд.



Рас.5.59.



1. Қонуни Архимед чиро ифода мекунад? Шумо ин қонуноро чӣ таъриф медиҳед?

2. Оё мафҳуми *қувва* (F) ва мафҳуми *вазн* (mg) айни якдигаранд? Ин дуру 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 ҷои об ягон моеъи дигар гирем, дар ифодаи қувваи Архимедӣ чӣ ҷизро тағйир додан зарур меояд?

4. Ба ҳамагон як ҷисм дар ҳаво қувваи Архимедии зидтар таъсир меоварад ё андаруни моё?

Машқ

1. Дар рас.5.58 ҳамагон як олати моёсанчӣ (ареометр) дар даруни ду моё таъсир ёфтааст. Кадоми ин моёҳо зичтар аст?
2. Дар тарозуе, ки дар рас.5.59 таъсир ёфтааст, ду сақон якхела овехтанд. Агар яке аз онҳо дар об ва дигаре дар карасин андохта шаванд, оё мувозинати тарозу вайрон намешавад?
3. Оё ба ҳамагон як ҷисм андаруни обу симоб ва карасин қувваи Архимедии якхела таъсир меоварад?
4. Олате, ки дар рас.5.60 таъсир ёфтааст, як навъ тарозуст. Ин тарозу чӣ тавр “қор мекунад”?

Супорш

Ҳаҷми ҷисми ягон пиёла ё истаконро бо истифодаи қонуни Архимед муъайян кунед.

Ерманда. Пиёла шакли ҳандасии нодуруст дорад.

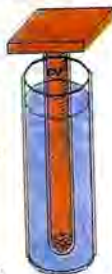
Бо вучуди ин ҳаҷми онро бо яке аз тарзҳои зерин муъайян кардан мумкин аст:

1) бо роҳи дар зарфи шишагини дараҷабандишудан обдор гӯтондани пиёла ва аз рӯи тағйироти ҳаҷми оби зарф ёфтани ҳаҷми пиёла;

2) ба воситаи қуввасанч (динамометр) аввал дар ҳаво ҷен кардани вази пиёла ва баъд дар ҳоли гӯтида дар об ҷен кардани қувваи Архимедии ба он таъсироваранда ва аз рӯи ин натиҷаҳо муъайян кардани ҳаҷми пиёла.

(Ниг. ҳалли масъалаи 5).

Ба фикри шумо кадоми ин тарзҳо натиҷав сахтар медиҳад?



Рас.5.60.

§5.20. Шиной чисмҳо

Гулаҷуберо дар об меандозем. Қариб то нисф ё зиёда аз он меғутад ва дар ҳамин ҳол шино мекунад.

Чӯбчаи шишагин ё сақои шишагинро дар сатҳи об мегузorem. Охиста-охиста зери об меравад.

Меҳеро дар рӯи об мегузorem. Ҳамон лаҳза ба қаъри об меравад.

Порчаи тунука (масалан, он ки аз ягон банкаи тунукагӣ мебурред) низ бо тезӣ ғарқ мешавад, таҳ менишинад. Аммо агар канорҳои он тунукапораро



Шарти шино
кардани чисм
 $P=F_A$

як сӯ таҳ карда, онро шакли куттича дода, баъд дар рӯи об бигзорем, на танҳо ғарқ намешавад, балки метавонад камубеш бор ҳам бардорад (рас.5.61).

Ин падидаҳо чӣ сабаб доранд?

Чисм ба чӣ шарт шиновар мешавад? Дар кадом маврид таҳ менишинад (ба қаъри об меравад)? дар кадом маврид дар холи “на дар қаъри об, на дар рӯи об, балки андаруни об” шино мекунад?

Шумо, хонандан азиз, дар заминаи дониши то ин дам андӯхтаи худ бояд пай бурда тавонед, ки ба чисми дар рӯи об (ё моеъи дигар) гузошташуда ду қувва таъсир меоварад: яке — қувваи вазнинӣ, ки амудан поён равона аст ва дигаре — қувваи архимедӣ, 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 архимедӣ зиёд бошад — дар ин ҳол чисм ғарқ шуда ба қаъри об меравад мисли он ки сангча гоҳи ба об андохтан ба зудӣ таҳ мешинад;

Мавриди дуюм. Дар ин ё он чуқурӣ (аз сатҳи об) қувваи вазнинӣ баробари қувваи архимедӣ бошад — дар ин маврид чисм (дар ҳамон қадар чуқурӣ аз сатҳи об) шино мекунад.

Барои ба ин бовар ҳосил кардан дар як зарфи шишагин, масалан, дар як банкаи



Рас.5.61.

нимлитри об ва дар ҳамин гуна банкаи дигар намакоби иборат аз ним литр об ва ду қошук намак гиред. Тухмеро дар об андозед — чунбон-чунбон зери об меравад (рас.5.62,а), зеро зичии миёнаи тухм ($\approx 1,1 \text{ г/см}^3$) назар ба зичии об бештар аст. Баъд он тухм ё ягон тухми дигарро дар намакоб андозед — тухм таҳ намешинад, балки дар рӯи намакоб шино 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 сӯи боло сахттар тела медиҳад.

Акнун, агар як банкаи калонтари холи гирифта, ними банкаи оби софу ними намакобро дар он резем, маҳлуле ҳосил мешавад, ки онро “нимнамакоб” номидан мумкин аст. Баъд, агар тухмро дар ҳамин нимнамакоб андозем, мебинем, ки на таҳ мешинад, на рӯ меҳезад, балки дар мобайни нимнамакоб дар холи муъаллақ шино мекунад (рас.5.62,в). Аммо агар ба рӯи нимнамакоб боз қадре намакоб резед, мебинед, ки тухм болотар мебарояд ва агар оби соф резед, поёнтар мефурояд;

Мавриди сеюм: Қувваи вазниния назар ба қувваи архимедия кам бошад — дар ин ҳолат ҳисм дар рӯи об (дар холи каме ғутида) шино мекунад. Ин гуна ҳисмро то қаъри об ғутонида раҳо кунед ҳам, боз ба рӯи об мебарояд ва дар холи нимғутида шино кардан мегирад. Иро фаҳмидан осон аст: агар қувваи архимедия зиёд бошад, ҳисмро рӯи об мебарорад ва вақте ки ин ё он ҳиссаи ҳисм аз об берун баромадан гирад, қувваи архимедии ба он таъсиркунанда торафт кам шудан мегирад... Вақте ки ин қувва кохида-кохида, баробари қувваи вазнинии ба ҳисм таъсиркунанда шавад, ҳисм рӯрӯи об шино мекунад.

Ҳарсеи ин мавридхоро дар мисоли истифодаи киштии зеробия дидан мумкин аст. Ин гуна киштии метавонад рӯрӯи об шиновар бошад ё дар ҳар гуна чуқурии матлуб ҳаракат кунад.

Хуб, чӣ ҳиссаи ҳисми шинокунанда дар об меғутад? Ин ҷо

гуфтан кофист, ки аз чанд ҳисми ғуноғунзичии ҳаҷман якхела зичтаринаш дар холи бештар ғутида шино мекунад, яъне ҳар қадаре ки зичии ҳисм назар ба зичии моеъ камтар бошад, ҳиссаи

Рас.5.62.

Нимнамакоб



ҳамон қадар камтари қисм дар об меғутад. Дар рас.5.63 хишт-чубҳое аз булут, санавбар ва пук дар рӯи об тасвир ёфтаанд. Чуби булут, ки зичии зиёд дорад, бештар ғутидааст, валекин пук, ки бисёр сабук мебошад, хеле кам меғутад. Пас, метавон гуфт, ки аз рӯи дараҷаи ғутиши қисм дар моеъи муъайянзичӣ дар бораи зичии қисм хулоса гирифтани мумкин аст.

Як масъала. Яхпора ба ҳаҷми $V = 1000 \text{ м}^3$ дар оби соф шино мекунад. Хиссаи дар об ғутидаи яхпораро муъайян кунед.

Додаҳо :

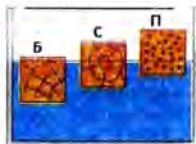
$$\begin{aligned} \rho_{\text{я}} &= 900 \text{ кг/м}^3, \\ \rho_{\text{об}} &= 10^3 \text{ кг/м}^3, \\ V_{\text{я}} &= 10^3 \text{ м}^3 \\ V_{\text{г}} &=? \end{aligned}$$

Ҳал. Яхпора ба шарте шиновар мешавад, ки қувваи ҳамчени қувваи вазнинии ба он таъсиркунандаи

$$P = g\rho_{\text{я}}V_{\text{я}}$$

бо қувваи архимедии ба қисми ғутидаи яхпора таъсироварандаи

$$F_A = g\rho_{\text{об}}V_{\text{г}}$$



Рас.5.63.

баробар шавад, яъне $P = F_A$ бошад. Ин ҷо $V_{\text{г}}$ ҳаҷми қисми ғутидаи яхпора аст. Пас, қувваи вазниния P -ро ба қувваи архимедия F_A баробар карда, ҳалро чунин менависем:

$$\rho_{\text{я}} g V_{\text{я}} = \rho_{\text{об}} g V_{\text{г}}, \quad V_{\text{г}} = \frac{\rho_{\text{я}}}{\rho_{\text{об}}} V_{\text{об}}, \quad V_{\text{г}} = \frac{900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} \cdot 1000 \text{ м}^3 = 900 \text{ м}^3,$$

яъне яхпорани мисолшуда дар об дар ҳоле шино кардан мегирад, ки нӯҳ даҳяки он дар об ғутида бошад.

1. Шино кардан ё гарқ шудани қисм ба амали чӣ гуна қувваҳо бастагӣ дорад?
2. Чарост, ки дар оби баҳр шино кардан назар ба оби кул осонтар аст?
3. Чарост, ки порчай охан дар об фуру меравад, аммо дар симоб шино мекунад?
4. Магар порчай ях дар қарасия шино мекунад? дар рағғани офтобнараст 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 авҷом диҳед, ки агар сӯи тухм нигариста, гуед: "Эй тухм, боло баро!", тухм аз қаъри об боло барояд ва агар фармон диҳед, ки "Ҳой тухм, поёи рави!", поёнтар равад?

- | | |
|---|---|
| <p>1. Солҳои сербориш чавдор серсиёҳмуг (серсиёҳак) мешавад. Барои аз сиёҳмуг чудо кардани чавдор ғалларо дар об меандозанд. Он гоҳ донаҳои чавдор ва сиёҳмуг таҳ менишинанд. Аммо агар ба об қадре намақоб илова кунанд, донаҳои сиёҳмуг рӯи мебароянд (вале донаҳои чавдор дар зерӣ об мемонанд) – дар ин сурат сиёҳмугро дур кардан осон мешавад. Шумо ин “рафтори” донаҳои чавдор ва сиёҳмугро чӣ шарҳ медиҳед?</p> | <p>2. Ба ҷисме, ки андаруни оби покиза қарор дорад, қувваи архимедии 50 Н таъсир меоварад. Ин ҷисм андаруни оби баҳр бо чӣ қадар қувва сӯи боло тела дода мешавад?</p> <p>3. Шишаи пуроб дар об ғарқ мешавад. Аммо оё шишаи пури симоб дар симоб ғарқ мешавад?</p> <p>4. Хоропорае, ки ҳаҷми 200 см³ дорад, агар дар об андохта шавад, чӣ қадар “сабук мешавад”?</p> |
|---|---|

Супориш.

1. Қувваи архимедиеро ёбед, ки ба ҷисми дорои ҳаҷми 0,002 м³ ва массаи 2кг андаруни об таъсир меоварад. Ин ҷисм дар об шино мекунад ё ғарқ мешавад?
2. Дар рас.5.64 шамъи андаробияи сӯзонде тасвир ёфтааст (шамъ дар истақони тунукдевори обдор). Барои он ки шамъ дар даруни об пойдор бимонад, дар сари поёни он меҳи гарме халида шудааст (меҳ агар гарм набошад, гоҳи халидан шамъро хароб мекунад). Агар имкон бошад, ҳаҷми гунаи шамъ бисозед ё ҳеч набошад, расмро муайяна карда, ғуед, ки

- а) ин шамъ аз шамъи “беоб” чӣ фарқ дорад?
- б) шамъ дар ҳаҷми гунаи шамъдони андаробияи муддати зиёдтар фӯрӯзон мемонад ё дар шамъдони “беоб”?
- в) вақте ки шамъ сӯхта-сӯхта то сатҳи об бирасад, магар об шуълаи онро хомӯш намегардонад?
- г) ҳатмоли рӯй додани сӯхтор (Худо накунад!) дар қадом сурат кам аст: дар сурати истифодаи шудани шамъи одӣ ё шамъи андаробия?



Рас.5.64.

§5.21. Шинои киштиҳо

Қувваи архимедӣ, ҷунонки акнун шумо медонед, ба зичии моеъ вобаста аст, вале ба зичии ҷисм бастагӣ надорад. Дар



баробари таҷрибае, ки дар рас.5.61 омада буд, биед, таҷрибаи зайлро низ муайяна кунед (рас.5.65). Ин ҷо се ҷисми шаклан, ҳаҷман ва сифатан якхела тасвир шудааст. Хар-

се оҳанинад ва шакли истакон доранд, аммо ҷисми *a* ба шакли истакони даруннур сохта шудаасту *b*— ба шакли истакони гафсдевор ва *в*— ба шакли истакони тунукдевор. Фаҳмоӣ, ки ҷисми *a* гоҳи дар об андохтан зери об меравад, вале ҷисми *в* монанди истакони шишагини холи шино мекунад.

Хулосаи таҷриба: Агар ба натиҷаи ин навъ таҷрибаҳо аз нигоҳи истифодаи амалий нигарем, ба зудӣ ба хулосае мерасем, ки дар даруни ҷисми *в* ин ё он миқдор бор гузошта, онро аз як ҷо ба ҷои дигар кўчонидан мумкин аст, яъне оҳанро ҳам, ки нисбат ба об қариб 8 бор вазнин аст, шино додан имконпазир аст, ба шарте ки даруни ҷизи оҳанин холи (қовок) бошад, он қадар холи бошад, ки зичии миёнаи он чиз ҳамроҳи фазои холи дарунаш аз зичии об хеле кам бошад— танҳо дар ҳамин маврид ба рӯи он чиз бор гузоштан ва онро аз як ҷо ба ҷои дигар равои кардан имкон дорад. Заминаи имконоти киштисозӣ низ ҳамин аст (инг. ҳалли масъалаи зеринро).

Масъала. Куттии алюминийи дарунхоли ҳаҷми $V = 1000 \text{ м}^3$ ва массаи $m = 2000 \text{ кг}$ дорад. Дар ин куттӣ ҷа қадар бор гузоштан мебояд, ки ба пуррагӣ дар об бигутад?

Додаҳо:

$m = 2000 \text{ кг},$
$V = 1000 \text{ м}^3,$
$\rho_{\text{об}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3},$
$M = ?$

Ҳал. Ин ҷо M массаи чизест, ки дар куттӣ бор карда мешавад. Азбаски қувваи вазнинии ба куттӣ холи таъсиркунанда mg ва ҳамин гуна қувваи ба бор таъсироваранда Mg аст, пас, барои он ки куттӣ рӯрӯи об дар холи пурра гўтида шино карда тавонад, мебояд, ки вазни куттӣ бардор $mg + Mg$ бо қувваи архимедии ба он таъсироваранда F_A дар мувозинат бошад, яъне

$$F_A = mg + Mg.$$

Аз тарафи дигар, қувваи архимедӣ

$$F_A = \rho_{\text{об}} V g$$

аст. Пас, харду ифодаро баробар карда:

$$\rho_{\text{об}} V g = mg + Mg.$$

M -ро ёфтани осон аст:

$$M = \rho_{\text{об}} V - m,$$

$$M = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 1000 \text{ м}^3 - 2000 \text{ кг} = 998 \text{ т. (Поён)}$$

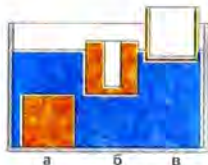


Рис. 5.65.

Азбаски куттии алуминии мисолшуда ҳаҷми 1000 м³ дорад ва чавоби масъала 998 т баромад, пас, фаҳмост, ки агар кишти аз алумин сохта шавад, ҳар як мукаъабметри ҳаҷми он бори қариб 1т гирифта метавонад.

Аммо кишти аз як тана (кутти)-и танҳо ё зарфи тағорамонанди ҳоли иборат нест, балки хонаҳо, тачҳизот, сӯзишворӣ, хӯрокворӣ ва ғ. дорад, ҳамаи онҳо ин ё он чойро ишғол мекунаманд, вазн доранд. Дигар ин, ки кишти бояд на дар ҳоли пурра ғӯтида, балки дар ҳоли нимғӯтида шино кунад. Пас, гуфтан мумкин аст, ки ба ҳар мукаъабметри ҳаҷми кишти на 1т, балки бори ду-се бор кам рост меояд.

Маводе, ки дар киштисозӣ ба қор бурда мешавад, аз оҳан, пӯлод, пластмасс, ҷӯб ва ғ. иборат аст. Зичии миёнаи ин мавод назар ба зичии об хеле зиёд аст. Лекин фосилаи байни деворхому хонаҳо ва чизҳои дигари кишти танҳо аз ҳаво иборат мешавад, ки он назар ба об қариб 800 бор сабук аст.

Заминаи имкони физикӣ киштисозӣ ин аст: Вазни обе, ки онро қисми дар об ғӯтидаи кишти танг карда, ҷои онро мегирад, ба вазни умумии кишти баробар аст. Аммо кишти дар сурате устуворона шино мекунад, ки танаи он то ҳадди муъайян дар об ғӯтида бошад. Зиёдтарин чуқурии ғӯтишери, ки барои ҳаракати кишти пурбор беҳавфу хатар аст, *нишастии кишти* мегӯянд — ин дараҷаи нишастии кишти дар гирдогирди танаи он бо хати сурхе нишона карда мешавад, ки онро *обҳат* номидан мумкин аст. Миқдори обе, ки кишти дар сурати то обҳати худ ғӯтидан, яъне дар сурати пурбор будани худ танг карда мебарорад, *зарфияти киштиро* ифода мекунад. Зарфияти киштиҳои ҳозира то ба 700 000 т (6,86·10⁹Н) ва бештар аз ин мерасад.

Масъала. Кишти зарфияти 40 000 т дорад.

Ин бузургиро бо нӯтонҳо (Н) ифода кунед.

Ҳал. Барои ҳал кардани масъала мавзӯеро аз боби 3 ба ёд меорем, ки дар он дар бораи таносуби байъи 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 $g = 9,8$ Н/кг аст, қувваи вазнинии ба ҷисм таъсиркунанда ё худ вазни ҷисмро ба ҳисоби нӯтонҳо ҷунин ифода кардан мебошад:

$$F = P = mg = 9,8 \left(\frac{H}{кг} \right) m.$$

Он гоҳ ҳали масъаларо чуни баён кардан мумкин аст:

$$F = 9,8 \frac{H}{\text{кг}} \cdot 40\,000\,000 \text{ кг} = 392\,000\,000 \text{ Н} = 392 \text{ МН}.$$

?

1. Шино кардан ё гарк шудани ҷисм дар ин ё он моеъ ба чӣ бастагӣ дорад?
2. Чӣ зарурат бар ин аст, ки ҷисми шинокунанда дарунҳоля бошад?
3. Обхати кишти (*waterline*) ҷист? *нишаста кишти* чӣ? Ин мафҳумҳо бо ҳам чӣ алоқамандӣ доранд?

4. Магар оби дарё ва оби баҳр аз ҳам фарқ доранд?
5. Мегаҷанд, ки зарфияти кишти 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 (беҷо) карда, ҷои онро мегирад? (Посуҳ: $51\,000 \text{ м}^3$).
2. Кишти баъди ба он бор кардани бор дар об то обхати худ гӯтида, ҷои $18\,000 \text{ м}^3$ обро гирифт. Вазни кишти ва таҷҳизоти онро $60 \cdot 10^6 \text{ Н}$ гуфта, муъайян кунед, ки вазни бор чӣ қадар аст. (Посуҳ: $12\,000 \text{ т}$).

Супориш — кори лаборатория (сохтани киштии зерноби)

Киштии зерноби аз киштии рӯноби бо он фарқ мекунад, ки танани яклухти маҳкам дорад ва “ҷои қораш” зери об аст. Аз ин рӯ киштии зернобиҳо ба шакле месозанд, ки камубеш ба наҳанг монандӣ дошта бошад, то ки муқовимати об ба ҳаракати киштии кам бошад ва дар зери об шино кардани кишти ҳатталимкон осон шавад.

Вале ин ҷо шумо бояд киштии бетана бисозед, то ки ҷузъиёти да-руни кишти барои омӯзиш намоён бошад (рас.5.66).

Омӯзиш ин ҷо тағҳо аз он иборат аст, ки шумо имкони физикии ба зери об гӯта додани кишти ва ба рӯи об баровардани онро дарк бикунед. Аз ин рӯ, ҳонаву тағҳона ва болохонаҳои киштиро ҳар хеле ки созед, ихтиёр доред. Вазифаи асосӣ (баъд аз ин) дарёфти

роҳи идора кардани кишти аст. Ҳонаҳои кишти ки сохта ва “ҷиҳозонида” шаванд, бинед, ки киштиро чӣ тавр ба зери об ровдан мумкин аст. Ин ҷо роҳи одӣ истифодаи *ҷиср* ном олате (ингл. *pontoon*) аст, ки чун машки шиноварӣ “ба қор меравад”

Рас.5.66. Киштии зерноби:

- 1-кишти,
- 2-ҷисрҳо (шиша, бўшқа, ҳаводон...),
- 3-“ноки” резинии ҳавофишорӣ ё тулунба (насос)-и ҳавофишорӣ,
- 4-найчаи резинӣ.



Дар киштии шумо ба сифати ин гуна олат ду банкаи тунукагии дароз-дароз ё ду шишаи “Пепси” ё “Кока-кола”-ро истифода кардан мумкин аст, ки агар ба пахлуҳои кишти баста шаванд ва роҳи об ба даруни онҳо кушода шавад, онҳо пури об шуда, киштиро “ёри” ме-диханд, ки зери об равад. Барои ин шишаҳо бояд аз тағ сӯроҳ дошта бошанд. Аммо агар киштиро ба рӯи об баровардан зарур шавад, оби даруни шишаҳо бери рондан мебояд. Найчаи секушае (расм: рақами 4), ки ҳарду ҷиср (шиша)-ро бо “ноки” резинии ҳавофишорӣ (3) мепайвандад, барои ба ҷисрҳо фиристодани ҳаво зарур аст.

Киштии бунёдкардаи худро санҷида, камиву костагиҳояшро истох карда, ба ғуссишҳои зер посух диҳед:

- 1) Ҷисрҳо дар киштии зерин чӣ вазифа(ҳо)ро адо мекунад?
- 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 зерин аз як чӣ ба ҷои дигар чӣ тавр (ба воситаи чӣ) ҳаракат дода мешавад?
- 5) Оё дар ҳазинаи мактаби шумо филми “Шартҳои шинои ҷисмҳо” мавҷуд ҳаст, 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 ноябри



1783 дар Порис бародарон Чозеф ва Етйен Монголфйехо амалияи гардониданд. Онҳо аз мушоҳидаи парвози паррандаҳову ҳаракати дуди оташ хулоса гирифтанд, ки гуё ягон қураи сабукро пури дуд карда ва онро “савор шуда” боло рафтани мумкин бошад.

Вале Монголфйехо ханӯз дарк накарда буданд, ки дуд на ба сабаби дуд будан, балки ба сабаби гарм, яъне нисбат ба ҳаво сабуктар будани худ боло меравад.

Барои ба ин бовар ҳосил кардан шумо ҳаракати хубии собуниро мушоҳида кунед, ки онро ба воситаи туфак ҳавои гарм дамида, сар додан осон аст. Он гоҳ мебинед, ки хубо дар лаҳзаи аввал, вақте ки ҳавои дарунаш гарм бошад, сӯи боло майл меҳӯрад, аммо пас аз сард шудан поён меафтад.

Кураҳои ҳавой (ниг. рас.5.67) ҳоло ҳам ба қор бурда мешаванд, аммо ҳозирҳо онҳоро на бо ҳавон гарм, балки бо газҳои назар ба ҳаво сабуки ҳидроген ва хелий пур мекунанд. Ҳар мукабабметри ҳаво дар шаронти мўтадил қариб 13Н вазн дорад, яъне дар ҳаво ба кураи ҳавони пури 1м^3 ҳидроген (дар фишори мўтадил) қувваи архимедие сӯи боло таъсир меоварад, ки он ба вазни 1м^3 ҳаво (13 Н) баробар аст. Аммо 1м^3 ҳидроген бори $13\text{Н} - 0,9\text{Н} \approx 12\text{Н}$ бардошта метавонад. Ин фарқ, яъне фарқи байни вазни 1м^3 ҳаво ва вазни 1м^3 гази сабуктар аз он қувваи болобурд, қувваи болобарандагии ҳамон газро ифода мекунанд. Мисли ҳамин, қувваи болобурди 1м^3 гази хелий (ки вазни 1,8Н дорад) ба $13\text{Н} - 1,8\text{Н} = 11,2\text{Н}$ баробар аст.

Ҳамин тариқ, ба кураи ҳавой 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 мекунанд, яъне сӯи поён самт дорад.

Чамъи векторӣ (чамъи бурдорӣ)-и ин ду қувва ба сабаби зиёд будани қувваи архимедӣ сӯи боло самт дорад ва, чунонки гуфтем, қувваи болобурд ном гирифтааст. Овरो чуноин ифода мекунанд:

$$F_{66} = F_A - P. \quad (1)$$

Бояд фаҳмо бошад, ки чаро дар пешни ишорати қувваи вазнинӣ аломати тарҳ гузошта шудааст. Қувваи архимедӣ дар ин маврид

$$F_A = g\rho_x V \quad (2)$$

мебошад, ки ин ҷо ρ_x зичии ҳаво асту V — ҳаҷми кура. Қувваи вазнинӣ ба кураи ҳавой таъсиркунанда P аз ду ҷузъ иборат аст:

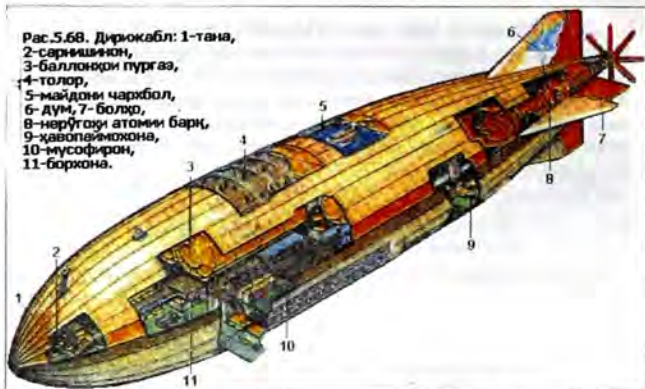
$$P = mg + g\rho_{\text{газ}} V. \quad (3)$$

Ин ҷо m массаи кураи ҳавоӣ ба ҷуз ҳавон даруни он асту ρ_r — зичии гази даруни кура. Ҷузъи дуюми ин қувва $g\rho_{\text{газ}} V$ ададан ба қувваи вазнинӣ баробар аст, ки он ба гази даруни кура таъсир меоварад. Формулаҳои (2) ва (3)-ро ба (1) гузошта, қувваи болобурдро меёбем:

$$F_{66} = g\rho_x V - (mg + g\rho_r V) = gV(\rho_x - \rho_r) - gm. \quad (4)$$



Рас.5.67.



Ҳаракати кураи ҳавопайморо танҳо ба самти боло ва самти поён идора кардан осон аст: агар кураҳо боло “ҳай кардан” лозим бошад, саворони кура аз борхонаи он бори нодаркор, масалан, рега ҳамроҳ гирифтаи худро берун мерезанд; аммо агар кураҳо поён фурувардан зарур ояд, ё гарм кардани ҳаво даруни кураҳо бас мекунад ё ин ки гази даруни кураҳо берун сар медеҳанд. Ҳамин тариқ, умуман, кураи ҳавоӣ идораНОпазир аст: онро бодҳои ҳавоӣ ин ё он су “ҳай” карда метавонанд.

Дастгоҳи дигаре, ки дар ҳавопаймоӣ истифода мешавад, *дирижабл* аст, ки идорапазир мебошад, зеро мотор (муҳаррик) ва парвонаҳои ҳавоӣ (пропеллерҳо) дорад. Дирижабл дар муқобили кураи ҳавоӣ дар баробари идорапазир будан боз он гуна бартарӣ дорад, ки бори бештарро дуртар бурда метавонад. Аммо суръати дирижабл чандон зиёд нест (то 145 км/с), то ки бо ҳавопаймоҳои ҳозира баробарӣ карда тавонад. Намунаи дирижабл дар рас.5.68 тасвир ёфтааст.

Масъала. Кураи ҳавоии соҳиби ҳаҷми 2000 м³ пури гази ҳелий аст. Массаи таҷҳизоти кура ва саворони онро 490 кг гирифта, қувваи болобурдро ёбед.

Ҳал ин аст: $F_{66} = gV(\rho_x - \rho_r) - mg.$

Додаҳо:

Ин ҷо ρ_x зичии ҳаво ва ρ_r — зичии гази ҳелий.

$$\begin{aligned} V &= 2000 \text{ м}^3, \\ m &= 420 \text{ кг}, \\ \rho_{\text{ҳаво}} &= 1,29 \text{ кг/м}^3, \\ \rho_{\text{газ}} &= 0,18 \text{ кг/м}^3, \\ F_{66} &=? \end{aligned}$$

Додахоро дар ин формула гузошта, меёбем:

$$\begin{aligned} F_{66} &= 10 \frac{H}{\text{кг}} \cdot 2000 \text{ м}^3 (1,29 - 0,18) \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} - \\ &= 420 \text{ кг} \cdot 10 \frac{H}{\text{кг}} = 18 \text{ кН}. \end{aligned}$$

?

1. Сабаб чист, ки ҳаво гарм сун боло меравад?
2. Пуфаки пурҳидроген қувваи болобурди зиёдтар дорад ё ҳамон гуна пуфаки пурҳелий? (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 олати ҳавонаймоя чист?
5. Қувваи болобурди қураи ҳавонӣ, ки пури гази сабуктар аз ҳавост, ба чӣ вобастагӣ дорад?
6. Қураи ҳавониро чӣ таърифу муқаррабӣ дорад?
7. Дирижабл дар муқобили қураи ҳавонӣ чӣ фарқ дорад?

Машқ

1. Пуфак ҳаҷми $1,2 \text{ м}^3$ дорад ва пури гази ҳелий аст. Вазни пуфакро 2Н гуфта, ёбед, ки он (пуфак) чӣ қадар бор бардошта метавонад. (Посух: 1кг)
2. Ҳаҷми қураи ҳавониро муъайян кунед, ки агар пури гази ҳидроген қарда шавад, қувваи болобурдаш 6400 Н мешавад ва бори вазнаш 800Н-ро боло бурда метавонад. (Посух: 600 м^3).

Супориш (фикр кунед ва посух диҳед)

1. Матни ин бандро бори дигар аз назар гузаронида, бинед, ки формулаи ҳисоби қувваи болобурди қураи ҳавонӣ дар чӣ замина ҳосил мешавад.
2. Дар табақаҳои болои ҳаво ба сабаби кам шудани зичии ҳаво қувваи болобурди қураҳои ҳавонӣ низ кам мешавад. Дар ин сурат барои боло "ҳай қардани" қура 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 барқашед. Баъд онро бо тулумба (насос)-и ҳавофишорӣ ҳаво дам кунед, он қадар дам кунед, ки ҳатталимқон сахт шавад. Ин бор ҳам онро бо ҳамон тарозу барқашед. Оё вазни тӯби ҳоли аз вазни тӯби пурбод фарқ намокунад?

Илова. Таҷрибаи ҳамонанди таҷрибаи баёншуда ро Арасту низ анҷом додааст. Аммо ӯ, ки ба ҷои тӯби футбол машки чарминро истифода қарда буд, машки худро дар ҳоли ҳоли ва пурҳаво (яъне дар ҳоли дамнадода) будани он барқашид ба будааст ва дар ҳарду маврид вазнҳои яхела ба даст овардааст. Натиҷаи ҳисобқардан худро бо натиҷаи Арасту муқоиса кунед ва ҳулоса бигиред.



КОР ва ЭНЕРГИЯ. ТАВОН

Боби VI

Ин се мафҳум монанди мафҳуми *қувва* ё *суръат* бисёр муҳиманд.

Мафҳумҳои *кор*, *энергия* (энержи) ва *тавон* дар ҳамбастагӣ бо якдигар шакл гирифтаанд, зеро онҳо воқеъан ҳам ҳамбастаи якдигаранд. Гуфтан кофист, ки кору энергия воҳиди ягона доранд — *ҷоул* ва воҳиди тавон *ҷоул бар сония* аст.

Бо вучуди ин мо ҳар яке аз ин мафҳумҳоро ҷудо-ҷудо баррасӣ мекунем.

§6.1. Кор



Мо одат кардаем, ки ҳар гуна навъи фаъолиятро бо мафҳуми *кор* ифода кунем. Аз ҷумла, мегӯем, ки роҳ рафтан, ниҳол шинондан, побел кардан, гул чидан, китоб хондан ва ҳатто фикр рондан ҳам кор аст.

Аммо дар физика бар души мафҳуми *кор* маънии муъайяне бор шудааст: Мафҳуми *кор* дар мавридҳои истифода мешавад, ки ҷисми муоинашаванда бо таъсири ин ё он қувва ҳаракат кунад, роҳ паймояд.

Вақте ки мо китоби рӯи мизро аз ҷое ба ҷои дигар мекӯҷонем, мушакҳои дасти мо ба китоб таъсир карда, онро ба ҷои дигар мебаранд; вақте ки ягон мошин аробаеро мекашад ё гоҳе ки бодӣ саҳт кулоҳи шуморо барканда мебарад, мегӯянд, ки мошин *кор* иҷро кард, бод *кор* иҷро кард ва ғ. Дар ин мавридҳо ҳам ин ё он ҷисм бо таъсири ягон қувва аз як ҷой ба ҷои дигар мекӯҷад. Дар ҳамаи ин мавридҳо ҳам таъсири қувва мушоҳида мешаваду ҳам кӯчиши ҷисми таъсирдида.

Пас, *кор* ҳам ба қувваи таъсиркунаанда бастагӣ доштаасту ҳам ба масофаи кӯчонидани ҷисм. Дар ҳақиқат, агар яке аз шумо санги, масалан, дукилоӣ ва дигаре санги панҷкилоиро то рӯи миз бароред ё ин ки якеи шумо сангери ба масофаи 4 м ва дигаре ҳамон сангро ба масофаи 2 м кӯҷонед, фаҳмоист, ки дар ин ё он маврид кӣ кори зиёдтар иҷро мекунад.

Ва модом ки *кор* ба бузургии қувваи ба ҷисм таъсиркуна-

да ва ба масофаи кўчиши ҷисм вобаста бошад, пас, ин се бузургии — қувва, кор ва масофаро ҷа тавр алоқаманд гардонидан мебоянд?

Кор. Кор гуфта бузургии физикиери мефаҳманд, ки ба ҳомили зарби қувва ва кўчиши ба самти таъсири он (қувва) кардан ҷисм баробар аст:

$$P = \text{ҚУВВА} \times \text{КЎЧИШ} \text{ (роқ)}.$$

Мазмуни ин навишта он аст, ки агар ба ҷисм ягон қувва таъсир биёрад, он ҷисм ҳаракат карда, аз ҷои буди худ (ба ҳақиқати таъсири қувва) ба ҷои дигар ҳаракат карда, яъне кўчида 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 А, қувваро (монади баёнҳои пешина) бо F ва масофаро бо s ишорат кунем, таърифи боло шакли зайл меград:

$$A = Fs.$$

Ин ҷо s масофаест, ки онро ҷисм ба самти таъсири қувва мепаймояд. Фаҳмост, ки дар мавриди $s = 0$ будан кор иҷро намешавад: $A = 0$ мешавад. Мисол, китобе, ки дар рӯи миз истодааст, бо вучуде ки ба сатҳи миз бо қувваи муъайян 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 дода истода бошад (яъне дар мавриди $F = 0$ будан), кор иҷро намекунад.

Воҳиди кор. Барои аз ҷиҳати миқдорӣ тавсиф додани кор пеш аз ҳама воҳид интихоб кардан зарур аст. Дар *Манзумаи байналмилалӣи воҳидҳо* (МБВ, СИ) ба сифати воҳиди кор кореро пазируфтаанд, ки онро қувваи 1Н дар сурати ба самти таъсири худ ба масофаи 1м кўчонидани ҷисм иҷро мекунад. Ин воҳид, чунонки дар боло гуфтем, *ҷоул* ном гирифтааст ва бо ҳарфи Ҷ (ҳарфи калон) ишорат мешавад.

$$1\text{Ҷ} = 1\text{Н} \cdot 1\text{м}.$$

Шумо кори баробар ба 1Ҷ-ро дар сурате иҷро мекунад, ки ҷисми дорои масса (ҷирм)-и 0,1кг-ро 1м боло бардоред.

Воҳидҳои қаратни кор *килоҷоул* (кҶ — бо "к"-и хурд ва "Ҷ"-и калон) ва *мегаҷоул* (МҶ — ҳарду бо ҳарфи калон) низ

хеле маъмуланд:

$$1\text{МЧ} = 10^6\text{Ч},$$

$$1\text{кЧ} = 10^3\text{Ч}.$$

Масъала. Хамсинфи шумо рӯзи хашар сангро бо қувваи 25Н тела до-да, онро ба масофаи 4м кучонд. У дар ин маврид чӣ қадар кор иҷро кард?

Ҳали мантиқӣ. Модом ки қувваи 1Н сангро 1м кучиш до-да, кори 1Ч иҷро кунад, пас, қувваи 25Н ҳамон сангро 1м кучонда, кори 25Ч иҷро мекунад. Аммо дар шарти масъала ома-дааст, ки қувваи 25Н чисро ба масофаи 4 бор дуртар, яъне ба масофаи 4м кучонидааст. Пас, дар ин маврид кори 4 бор бештар, яъне кори 100Ч иҷро мешавад. Ҳамин аст ҳал.

Ҳали формулаӣ. Азбаски $F = 25\text{Н}$ асту $s = 4\text{м}$, пас, барои ҳал кардани масъала ин додаҳо дар формулаи

$$A = Fs$$

гузоштан мебояду бас:

$$A = Fs = 25\text{Н} \cdot 4\text{м} = 100\text{Ч}.$$

Масъалаи дигар. Барои ба қадри 2м боло бардоштани боре, ки вазни 350Н дорад, чӣ қадар кор иҷро кардан мебояд?

Додаҳо: Ҳал. Дар матни ин банд ва дар перомунӣ фор-

$h = 2\text{м},$
$P = 350\text{Н},$
$A = ?$

мулаи кор дар бораи вазни ҷисм чизе нагуфтаем. Пас, вазни ҷисро ба формулаи кор чӣ тавр ворид гардонем?

Ба хотир меорем: Вазни ҷисм $P = mg$ (m —массаи ҷисм) қуввае мебошад, ки ҷисм бо он ба тақягоҳ ё нуктаи овешиши худ таъсир меоварад.

Пас, дар формулаи кор ба ҷои қувваи F ҳамин вазни P -ро гузоштан раво аст:

$$A = Fs = Ps.$$

Чунин ки бошад, масъала бо осонӣ ҳал мешавад:

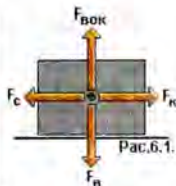
$$A = Ps = 350\text{Н} \cdot 2\text{м} = 700\text{Ч}.$$

<u>Як масъалаи дигар.</u> Барои рӯзи	<u>Додаҳо:</u>	<u>Ҳал:</u>
<u>сатҳи уфуқӣ бо қувваи $F = 12\text{Н}$ кашидани бор зарур омад, ки кори $A = 18\text{Ч}$ иҷро карда шавад. Бор ҷанг метр кучонда шудааст?</u>	$F = 12\text{Н},$ $A = 18\text{Ч},$ $s = ?$	$A = Fs,$ $s = \frac{A}{F} = \frac{18\text{Ч}}{12\text{Н}} = 1,5\text{м}$



1. Мо гуфтем, ки нафхуми кор дар физика
маънии муъайян дорад — ин гуфта чӣ мазмун дорад?

2. Меғуем: “Мошин кори баробар ба 100 кҶ-ро иҷро кард”. Ин ҷа маъни дорад?
3. Кор ҷа гуна бузургии физикист?
4. Кори механикя ҷа гуна амал аст?
5. Кори механикиро ҷа тавр ифода мекунад? Форумулаи кор се бузургии физикиро дарбар мегирад. Қадомхоанд онҳо?
6. Як ҷоул (1Ҷ) ҷа қадар кор аст?



Фикр қувед ва посух гӯед

1. Дар рӯи миз як қалам истодааст. Оё қувван вазнини ба он таъсиркунанда кор иҷро мекунад?
2. Дар рас. 6.1 киште дар рӯи сатҳи уфуқӣ дар холи кашаида шудан тасвир ёфтааст. Дар ин тасвир тир-



чаҳо қуввахоеро ифода мекунанд, ки ба хиштча таъсир меоваранд:

F_a — қувваи вазниния,

F_c — қувваи сойиши хиштча бо сатҳи уфуқӣ,

$F_{\text{рек}}$ — қувваи воқуниш (қувваи реаксия)-и сатҳи уфуқӣ ба таъсир қувваи вазнинии хиштча ва

F_k — қувваи кашаише, ки барои баргараф сохтани қувваи сойиш ба хиштча таъсир меоварад. Қадоми ин қувваҳо кор иҷро мекунад?

3. Дар мавриди бо ангушт фишурдани ягон фанар (пружин) ҷа гуна қувва кор иҷро мекунад?
4. Оё баҷан вазнабардор кор иҷро мекунад?
5. Ҷисмеро, ки дар рӯи ҳамвории мойили дар рас.6.2 тасвиршуда хобндааст, аз нуқтаи А то нуқтаи В бурдан осон аст ё аз нуқтаи В ба нуқтаи А? Дар қадомин маврид кори бештар иҷро кардан лозим меояд?
6. Писарчае аз ҷоҳ ним сатяи об кашад. Ҷа гуна бузургиҳоро дониствад мебошад, ки кори иҷрокардан у ёфта шавад?
7. Тулумба (насос) ҳар дақиқа $0,8 \text{ м}^3$ обро $8,33 \text{ м}$ боло мебарорад. Ин тулумба дар 1 с ҷа қадар кор иҷро мекунад? (Посуҳ: $4 \cdot 10^6 \text{ Ҷ}$).

Боз фикр қувед ва посух диҳед

1. Як донан гӯғирдро бо тарозуи дақиқ барқашед. Мебинед, ки тақрибан 3-4 г меояд. Оё шумо метавонед, ки рост истода, ҳамин гуна донан гӯғирдро то ҷо, ки дастатон боло меравад, дусад бор боло бардоред ва то ростон гӯғирҳои худ воён фӯроред, бароред — фӯроред? Пеш аз он ки “Ҷа” ё “Не” гӯед, бояд бидонед, ки дар сурати ним метр боло бурдани як донан гӯғир (бизор 4 г бошад) шумо ни қадар кор иҷро мекунад:

$$A = F_s = F_h = mgh = 0,004 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,5 \text{ м} = 0,02 \text{ Ҷ},$$

яъне агар доваро 200 бор бардоред, ҳамагӣ 4Ҷ кор иҷро мекунад. Аммо агар ни корро кардани шавед, мебинед, ки опро авҷом дода наметавонед, зеро бисёр хаста мешавед. Сабаб дар ҷист, ки шумо сағги, масалан 30-килоғро то 2 м баланд бардошта, яъне кори баробар ба 600 Ҷ-ро бо осония авҷом до-

да метавонед, вале наметавонед, ки донан гутирдро 100-200 бор болои сар бардошта, кори баробар ба 4Ҷ-ро иҷро кунед?

2. Шумо дидаед, ки дар ҷаҳорбоге, ки баъди он ҷо сокин гардидаи ҳайкал-ли Ҳаким Фирдавси номи “Фирдавс” гирифтааст, ҳамон ҳайкал гули пулодине дар даст шабхову рӯзо собит истодааст. Оё ин ҳайкал ягон навъ кор иҷро мекунад?



§6.2. Тавон

Биёед, кори ду крани борбардори (ду *ҷарри сакиле*)-ро муқоиса

кунем, ки яке аз онҳо кори баробар ба 200 кҶ-ро анҷом додасту дигаре — кори 150 кҶ-ро. Кадом кран хубтар аст, кадом кран пурсамартар кор кардааст?

Ин ҷо мо гуфта наметавонем, ки кадом кран пурсамартар кор кардааст, зеро маълум нест, ки мошинҳо ин корро дар ҷанд вақт анҷом додаанд. Агар, масалан, мошини якум кори 200кҶ-ро дар 20с, вале мошини дуюм кори 150кҶ-ро дар 10с анҷом дода бошанд, пас, фаҳмост, ки ҳар сония мошини якум 10 кҶ кор кардасту мошини дуюм 15кҶ, яъне мошини дуюм самари бештар додааст.



Ҳамин тарик, ин ҷо зарурате пеш меояд, ки барои ифода кардани суръати иҷро шудани кор *тавон* ном бузургии нави физикиро ба миён биёрем. Суръати иҷро шудани кор ё худ *тавон* ин гуна маънӣ дорад: Агар ягон мошин кори A -ро дар муддати t анҷом диҳад, мегӯянд, ки тавони он ба нисбати кори A бар муддати иҷро шудани ин кор t баробар аст:

$$Tавон = \frac{Кор}{Муддати вақт} \quad \text{ё ин ки} \quad \boxed{N = \frac{A}{t}}$$

Воҳиди тавон *ватт* (Вт) ном дорад. Мошине тавони 1Вт дорад, ки кори 1Ҷ-ро дар муддати 1с анҷом медиҳад, яъне $1Вт = 1Ҷ/1с = 1Ҷ/с$.

Воҳидҳои нисбат ба ватт ҳазор ва миллион бор бузургтар — *киловатт* (кВт) ва *мегаватт* (МВт) низ истеъмол мешаванд.

Ин ҷо бояд илова кунем, ки ҳозирҳо воҳиди нахустин, вале

акнун аз истеъмол барои таъини тавон — *тавоњи асп* (т.а.) низ гоҳ-гоҳ ба қор бурда мешавад. Тавони асп ва воҳиди асосии тавон — *ватт* (Вт) чуноин алоқаманданд: 1 т.а. = 736 Вт.

Се масъала

Масъала 1. Варзишгари вазнабардор вазнаи 70-килогро дар муддати 2с то баландии 1,8 м мебардорад. Тавони ӯро ёбед.

Додаҳо:

$$m = 70 \text{ кг},$$

$$t = 2 \text{ с},$$

$$h = 1,8 \text{ м},$$

$$N = ?$$

Ҳал. Чунонки гуфтем, тавон ба нисбати қори дар ин маврид иҷрокардаи варзишгар

$$A = F_s = P_s = mgh$$

бар муддати иҷро кардани қор t баробар аст. Пас,

$$N = \frac{A}{t} = \frac{mgh}{t}, \quad N = \frac{70 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 1,8 \text{ м}}{2 \text{ с}} = 630 \text{ Вт}.$$

Масъала 2. Тавони оби шаршараеро ёбед, ки аз он 25 м³ об дар муддати 2с ба қадри 20 м поён меафтад.

Додаҳо: *Ҳал.* Азбаски масса m , ҳаҷм ва зичии об ρ ба сони

$$v = 25 \text{ м}^3,$$

$$h = 20 \text{ м},$$

$$t = 2 \text{ с},$$

$$\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3,$$

$$N = ?$$

$m = \rho v$ алоқаманданд, пас, 25 м³ об массаи

$$m = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 25 \text{ м}^3 = 25000 \text{ кг}$$

дорад; дар ин сурат ин қадар қор иҷро мешавад:

$$A = F_s = P_s = mgh$$

ва барои тавон қимати зайл ба даст меояд:

$$N = \frac{mgh}{t} = \frac{25000 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 20 \text{ м}}{2 \text{ с}} = 2,5 \text{ МВт}.$$

Масъала 3. Баландии манораи "галони" шаҳри Пиза (дар кишвари Италия) 54,5 м аст. То ин баландӣ бо зинаҳои печоне барои таъини мумкин аст, ки он сесад зина дорад. Баччае, ки вазни 440 Н ва тавони 50 Вт дошта бошад, дар чӣ қадар вақт аз рӯи Замин ба болои манор мерасад?

Додаҳо: *Ҳал.* Барои ба болои манор расидан қори $A = Fh$ ро анҷом додан лозим меояд. Азбаски тавон N , қор A ва муддати иҷро шудани ин қор t ба тарзи

$$N = \frac{A}{t}$$

алоқаманданд, 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 мафхуми тавон аз чя зарурат ба миён омадааст?
3. Шумо дар миёни кор ва тавон чя алоқамандя ва чя фарқ мебинед? дар миёни мафхумҳои тавон ва тавоноя чя?
4. Воҳиди тавон – ватт (Вт) чя қадар тавон аст?
5. Ватт (Вт) аз воҳиди кӯҳна – тавоня асп чя фарқ дорад?
6. “Тавоня миёнаи одам 70-80 Вт аст” гуфтаи чя мазмун дорад?
7. Формулаи тавон чя гуна бузургҳои физикиро дарбар дорад?

Фикр кунед ва посух гӯед

1. Шумо бояд чя гуна тавоноя дошта бошед, ки бо зинапоя дар муддати 1 дақ ба қадри 24 м боло бароед?
2. Варғ (банд, дарғот)-и нуруғҳои обии барқ ҳангоми обхезя ҳар соня 1600 м³ обро поён мерезонад. Баландии варғро 40 м гирифта, тавоня оби ғалтонро ёбед. (Посух: 640 МВт).
3. Тулумба (насос)-и обкашия, ки тавоня 72 кВт дорад, барои аз чуқурии 105 м боло баровардани 500 м³ об бояд чанд соъат кор кунад? (Посух: 2ст).

Супориш

Дар заминаи гуфтаҳои боло се масъалаи тартиб диҳед, ки дар онҳо мафхуми тавон ё истифодаи шавад ё ин ки муъайян кардани тавон талаб карда шавад. (Ин масъалаҳоро аз

китобҳои ҳам интихоб кардан мумкин аст, ки шумо дар даст доред).

Ҳали ҳарсе масъаларо бо далел баён кунед, он соя баён кунед, ки барои ҳамаи инҳо (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, тирӣ x , бо суръати $v = x/t$ ҳаракат кардан (x – масофа ба қадри тирӣ x паймудан) чисм, t – муддати ҳаракат) ин қадар кор иҷро мекунад:

$$A = Fx,$$

ки ин ҷо F қувваи ба чисм дар самти ҳамон тирӣ x таъсиркунанда аст. Ин ифодаҳо дар формулаи тавон мегузорем:

$$N = \frac{A}{t} = \frac{Fx}{t} = F \frac{x}{t}$$

ва, 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

Матори...	Тавон
мопед	0,9 кВт
мотосикл	25-30 — —
мошини сабукрави "Волга"	72 — —
трактор	220 — —
локомотиви барқӣ	4,2 МВт
ҳавопаймои "Ан-22"	4x11,0 МВт
мушаки хомили киштии кайҳонии "Энергия"	

гуногуни муъайян кардани тавони маторҳо ё ёфгани қувваи кашиши мошинҳои тракторҳо ва механизмҳо бо осонӣ ҳал карда шавад.

Одам тавони тақрибан 70 Вт дорад. Тавони неругоҳи обии барқӣ Норақ 2,7 млн кВт (2700 МВт) аст. Тавони маторҳои баъзе мошинҳо дар ҷадв. 6.1 омадааст.

Масъалаи 1. Тавони қавии борбардорӣ (ҷарри сақил) бояд чӣ қадар бошад, ки бори вазнаш 4000 Н-ро бо суръати 1 м/с боло бардорад?

Додаҳо: $\text{Ҳал: } N = Fv = 4000 \text{ Н} \cdot 1 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 4000 \text{ Вт} = 4 \text{ кВт},$

$$\begin{matrix} F = 4000 \text{ Н}, \\ v = 1 \text{ м/с} \\ N = ? \end{matrix}$$

яъне матори соҳиби тавони 4кВт бори 400-килоиро бо суръати собитӣ 1м/с боло бурда метавонад.

Масъалаи 2. Қавии борбардорӣ бори вазнаш 4200Н-ро дар муддати 15 с то 18 м боло мебардорад. Тавони матор (муҳаррик)-и қавиро ёбед.

Додаҳо: Ҳал. Ин ҷо низ монанди масъалаи 1 ифодаи алоқамандкунандаи тавони матор N ва суръати ҳаракати бор v -ро истифода кардан мебояд:

$$N = Fv.$$

$$\begin{matrix} F = 4200 \text{ Н}, \\ h = 18 \text{ м}, \\ t = 15 \text{ с} \\ N = ? \end{matrix}$$

Аммо дар шартӣ масъала суръати боло бурдани бор дар шакли ноаён омадааст. Ин суръат ба нис-

бати 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 зерн 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 ҷо онро ба назар мегирем, ки муқовимати об бояд ба

қувваи пешрафти наҳанг баробар бошад. Дар ин маврид низ формулаи тавон кор меояд.

Аввал додаҳоро бо воҳидҳои дахлдори *Манзуман байнал-милалӣи воҳидҳо* (SI) ифода мекунем, яъне тавонро бо Вт меорем, вале суръатро дар ҳамон шакле, ки дода шудааст, 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. Бузургҳои физикии "тавон" ва "суръат" чӣ ҳамбастагӣ доранд?
2. Як трактор қори чанд одамро анҷом дода метавонад?

Машқ

1. Мотор (муҳаррик)-и соҳибӣ тавони 50 кВт дар муддати 5 ст чӣ қадар корро анҷом дода метавонад?
2. Мотори дастҳои ҳаррогӣ тавони 6 кВт дорад ва имкон медиҳад, ки ғулачӯб бо суръати 300 м/дақ тарошида шавад. Қувваи муқовимати тароши чӯбро ёбед.

Супориш

- | | |
|--|--|
| <p>1. Тавони муқаррарии шумо 40-50 Вт аст. Агар шумо кӯшида, тавони худро ба 160 Вт расонед, барои ба теплан баландиаш 87 м баромадан чӣ қадар вақт сарф мекунед? Қувваи кашиншӯрди мушакҳои пойҳои худро 440 Н гиред. (Посух: ~ 4 дақ).</p> | <p>2. Ҳисоб кунед, ки одами садсола агар дар 75 соли умри худ ҳар рӯз 10 ст бо ин ё он амал машғул шуда бошад, чӣ қадар корро анҷом додааст. Тавони миёнаи одамро 70 Вт гиред.
(Посух: ~ 69 ГҶ).</p> |
|--|--|

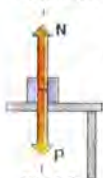
§6.4*. Мувозинати ҳисмҳо

Мо дар боби III чанд бор гуфтем, ки ин ё он ҳисм суръати ҳаракати худро танҳо ҳангоми ба он таъсир овардани ягон қувва тағйир медиҳад. Аз таъсири қувва ҳолати оромиши ҳисм низ тағйир меёбад. Ҳисм агар ором бошад, дар сурати ба он таъсир овардани қувва ба ҳаракат даромада метавонад. Мо ин ҷо аз он рӯ "метавонад" мегӯем, ки ҳисм дар мавриди ба он якбора таъсир овардани чанд қувва ҳолати оромиш ё ҳола-

ти ҳаракати худро тағйир надода ҳам метавонад.

Барои он ки ҷисм пеш рафта натавонад, як нуқтаи оғро маҳкам кардан кофист. Чунончи, тахтае агар дар бари девор як меҳ зада шуда бошад, пеш рафта наметавонад, вале гирди меҳвари худ (меҳ) гардиш хурда метавонад. Ё, бигирем, дари хонаро. Дар, ки бо бардари ба воситаи ду-се ошиқ-маъшук маҳкам карда шудааст, пеш рафта наметавонад, аммо гирди меҳвари ошиқ-маъшукҳо гардиш меҳрад.

Ин гуна мисолҳо бисёранд. Ба ҷисме, ки дар рӯи миз истодааст, ду қувва таъсир меоварад: 1) қувваи вазнинӣ, ки ҷисмро сӯи маркази Замин мекашад ва 2) қувваи вокуниш (қувваи реаксия)-и тақяғоҳ, яъне қувваи чандирии миз, ки сӯи боло равона аст ва монеъи ба рӯи Замин афтидани ҷисм



Рас.6.3.

мегардад: дар ҳақиқат, агар қувваи чандирии миз вучуд намеодошт, ҷисм дар рӯи миз намеистод, балки ҳаракати худро бо таъсири қувваи вазнинӣ идома дода, ба сатҳи Замин мезад.

Пас, ҷисм дар рӯи миз (рас.6.3) аз он рӯ қарор мегирад, ки натиҷаи таъсири якҷояи қувваи вазнинӣ P ва қувваи вокуниши тақяғоҳ N ҳеч ($= 0$) 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 – см. §4.6 ва 4.7). Ин ҷо N аз он рӯ бо аломати минус омадааст, ки



Рас.6.4.

он муқобили вектори P самт дорад. Сифрӣ будани ҷамъи қувваҳои ба ҷисм таъсиркунанда яке аз шартҳои зарури мувозинати ҷисм аст. Вале ин шарт ҷисмро на дар ҳама мавридҳо мувозинат дода метавонад. Чунончи, агар ба ҷисме, 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, ҷисм пеш намеравад, аммо гирди меҳвари O гардиш меҳрад, бо вучуде ки ҳосили ҷамъи ҳарду қувва (бо назардошти аломати онҳо) баробари сифр аст. Пас, сифрӣ будани ҳосили ҷамъи қувваҳои ба ҷисм таъсиркунанда мувозинати ҷисм, аз ҷумла, мувозинати ҷисми ноғардонро

танҳо дар ҳаракати пешбаранда таъмин мекунад.

Барои он ки ҷисми ноғардон дар ҳоли мувозинат бимонад, зарур аст, ки ҳосили ҷамъи қувваҳои ба ҷисм таъсиркуванда сифрӣ бошад.

Ҳамин аст шарти мувозинат доштани ҷисми ноғардон.

- ?** 1. Мувозинат чӣ гуна ҳолат аст?
2. Дар бораи мувозинати тарозу ва мувозинати ҷисме, ки дар рӯи миз истодааст, чӣ гуфта метавонед?
3. Ҷисм ба чӣ шарт дар мувозинат буда ё мувозинат дошта метавонад?
4. Оё шарти сифрӣ будани ҳосили ҷамъи қувваҳои ба ҷисм таъсирку-

нанда мувозинатро дар ҳама мавридҳо таъмин мекунад?

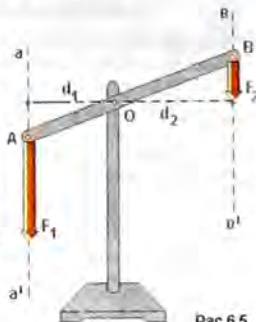
5. Мисоле биёред, ки мувозинат доштани ҷисми ноғардонро нишон диҳад;

ва мисоле биёред, ки дар ҳоли мувозинат *н а б у д а н и* ҷисми гардишхӯрандаро нишон диҳад.

§6.5. Гаштовари қувва (моменти қувва)

I

Мошинҳову механизмҳо нуқтаҳои 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 шохини тарозу сохта шудааст (рас.6.5), ҳамин гуна ҷисм аст. Дар ин расм нуқтаи O нуқтаест, ки меҳвари гардиши шохин аз он мегузарад. Ин нуқта нуқтаи таъягоҳи шохин аст.



Рас.6.5.

Нуқтаҳои A ва B нуқтаҳои онд, ки ба онҳо бо ин ё он қувва таъсир овардан ё ин ки дар онҳо бор овехтан мумкин аст. Онҳоро *нуқтаҳои таъсири қувва* ё *нуқтаҳои гузориши қувва* мегӯянд. Дар мисоли мо A нуқтаи гузориши қувваи F_1 ва B нуқтаи гузориши қувваи F_2 мебошанд. Хатҳои aa' ва bb' *хатҳои таъсири қувва* ном гирифтаанд: aa' хати таъсири қувваи F_1 асту bb' —хати таъсири қувваи F_2 . Дар расм d_1 дарозии хатеро ифода мекунад, ки он аз нуқтаи таъягоҳ O то хати таъси-

ри қувваи F_1 кашида шудааст ва нисбат ба хати таъсири қувваи F_1 амудист. Масофаи d_1 китфи қувваи F_1 (бозуи қувваи F_1) ном дорад. Мисли ҳамин, масофаи d_2 -ро китфи қувваи F_2 мегӯянд.

Хуб, дараҷаи таъсири қувва ба чисме, ки гирди ин ё он меҳвар гардиш хурда метавонад, ба чӣ (чиҳо) бастагӣ дорад?

Вақте ки мо дари дар рас. 6.6 тасвирёфтгаро кушодани ё пушидани шуда, ба нуқтаҳои 1 ва 2 таъсир биёрем, мебинем, ки дар мавриди ба нуқтаи 2 таъсир овардан дар осонтар кушода ва пушида мешавад. (Барои ҳама дарҳои дигар низ чунин аст). Нуқтаҳои 1 ва 2 ғайр аз дуриашон то меҳвари гардиш OO' (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 нуқтаи 1 бо қувваи зиёд (F_1) таъсир овардан лозим меояд; аммо агар китфи қувва зиёд (d_2) бошад, ба нуқтаи 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 алоқамандӣ доранд. Барои фаҳмидани ин алоқамандӣ қувваҳои ба нуқтаҳои 1 ва 2 таъсиркунандаро бо қуввасанҷ (дишамометр) чен кардан зарур асту китфҳоро — бо хаткашак. Он гоҳ ҳулосаи муҳиме ҳосил мешавад:

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, зарур аст, ки ба ин нуқта бо қувваи назар ба F_1 ду бор камтари зайл таъсир биёрем:

$$F_2 = \frac{F_1}{2}$$

Бузургии физикие, ки дар ин сурат бетағйир мемонад, ҳосили зарби қувва ва китфи қувва мебошад, ки бо ҳарфи M ишорат мешавад:



$$M = Fd.$$

Ин бузургӣ *гаштовари қувва* (моменти қувва) ном гирифтааст. Ояро бо *нйўтон-метр* (Н·м) ном воҳидҳо ифода мекунад. 1Н·м гаштовари қувваи якнйўтонае мебошад, ки нуктаи гузориши он аз меҳвари гардиш 1м дуря дорад.

Гаштовари қувва, чунонки аз номаш бармеояд, қобилияти ҷисмгардишдихандагии қувваро ифода мекунад. Дар ин асос барои нуктаҳои мисолшудаи дари дар рас. 6.6 тасвиршуда

$$F_1 d_1 = F_2 d_2 \quad (3)$$

$$F_1 d_1 = 2 F_1 \cdot \frac{d}{2} = F_2 d_2$$

мебошад. Таносуби (3) барои ҳар нуктаи дигари дари муойинашуда ва инчунин барои олати шохинмонанде, ки дар рас. 6.5 омадааст, риоя мешавад.

Вақте ки дар ягон нуктаи китфи рости олати мисолшуда бор овозем, яъне ба он нукта бо ин ё он қувва таъсир биёрем, шохин гирди меҳвари беҳаракати 0 ба рафти ақрабаки соъат гардиш меҳуррад. Агар бор дар китфи чап овехта шавад, баръакс, шохин муқобили рафти ақрабаки мегардад. Ба ҳарду тарафи шохин борҳои гуногун овехта, яъне бо қувваҳои гуногун таъсир оварда, ба ин хулоса расидан осон аст:

Шохин дар мавридҳои мувозинат меёбад, ки гаштовари қувва(ҳо)и ба рафти ақрабаки соъат гардонандаи он ҳамчун 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, ояро водор мекунад, ки гирди меҳвари беҳаракати 0 гардиш бихуррад. Бузургии қувваҳоро $F_1 = F_2 = 10$ Н ва радиуси ҷисро $OA = OB = 15$ см гуфта, қувваи натиҷавии ба ҷисм таъсиркунанда ва гаштовари натиҷавии қувваро ёбед.

Ҳал. Қувваҳо, чунонки дар шарти масъала омад, зидди якдигар равиш доранд. Аз ин рӯ қувваи натиҷавӣ ҳеҷ (сифр) мебошад:

$$F = F_1 + (-F_2) = 0.$$

Барои ёфтани гаштовари натиҷавии қувва-



Рас.6.7.

ҳо онро ба назар мегирем, ки радиусҳои OA ва OB ин чо маънии *китфи қувва* доранд. Аз ин p у гаштоварҳои қувваҳои F_1 ва F_2 -ро дар шакли

$$M_1 = F_1 \cdot OA, \quad M_2 = F_2 \cdot OB$$

ва гаштовари натиҷавиро дар шакли

$$M = M_1 + M_2 = F_1 \cdot OA + F_2 \cdot OB$$

ифода мекунем. Натиҷа:

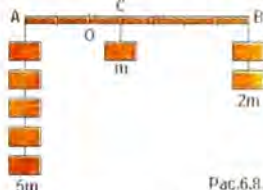
$$M = 10\text{Н} \cdot 0,15\text{м} + 10\text{Н} \cdot 0,15\text{м} = 3 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Хамин тариқ, бо вучуде ки ҳосили ҷамъи қувваҳои ба ҷисм таъсиркунанда ҳеч ($=0$) аст, гаштовари натиҷавӣ қимати муъайян дошта метавонад. Ин ҷисм гирди меҳвари O мегардад.

Масъалаи дигар. Милаи AB (рас. 6.8) гирди меҳвари O гардиш хурда метавонад. Оё ин мила мувозинат дорад? Агар бореоро, ки дар нуқтаи C овезон аст, баргирем, ҳолати мила ҷи тағйирот мебинад?

Масъаларо ба фарзе ҳал кунед, ки борҳо ҳам баробари якдигар бошанду фосилаҳои байни нишонаҳои мила ҳам.

Ҳал. Масъала дар заминаи таносуби баробарии гаштоварҳо, яъне дар асоси таносуби (3) ҳал мешавад. Аввал ба пурсиши охир посух меҷуем, яъне аввал бори нуқтаи C -ро бармегирем. Дар ин маврид ба ҷои қувваи F_1 бори $5m$ ва ба ҷои



қувваи F_2 бори $2m$ гирифтаи мебояд. Бигзор $m = 0,1\text{кг}$ (яъне ҳамчун қувваи 1Н) ва

$$d_1 = OA = 2 \text{ см} = 0,02 \text{ м},$$

$$d_2 = OB = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м}$$

бошанд. Пас, зарбҳои

$$F_1 d_1 = 5\text{Н} \cdot 0,02\text{м} = 0,1 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$F_2 d_2 = 2\text{Н} \cdot 0,05\text{м} = 0,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

баробари якдигаранд. Яъне дар мавриди набудани бори нуқтаи C “тарозуи” мо мувозинат дорад. Агар бори m -ро дар нуқтаи C ё ягон нуқтаи дигар овезем, мувозинат вайрон мешавад.



1. Дар ҷи гуна маврид ҷисм бо таъсири қувва ба гардиш медарояд?
2. Нуқтаи гузориши қувва ҷист? хати таъсири қувва ҷи?
3. Китфи қувва ҷист?

4. Оё мафҳумҳои *китфи қувва* ва *китфи олати тарозушақле*, ки дар рас. 6.5 тасвир ёфтааст, айни яқдигаранд? ё ин ки онҳо фарқ доранд?
5. Гаптовари қувва (моменти қувва) чист?
6. Шумо воҳиди гаптовари қувва, яъне *пйутоп-метр* (Н-м)-ро чӣ таъриф медиҳед?
7. Чисмхое, ки дар рас. 6.9 тасвир ёфтаанд, кадом сӯ гардиш меҳӯранд? (Дар ин тасвирҳо нуқтаи 0 меҳвари гардиширо ифода мекунад).

§6.6. Механизмҳои сода

Акнун, хонандан азиз, ҳамроҳи шумо расидем то ҷое, ки довиши дар мавзӯҳои пешин, хусусан дар мавзӯҳои "Қувва", "Қор" ва "Тавон" андӯхтаи худро дар арсаи зиндагонӣ истифода кунем. Агар шумо хулосаҳои ин мавзӯҳоро ба ниҷи истифодаи амали омезиш дода тавонед, ба иҷрои бисёр корҳои душвор, аз ҷумла, ба иҷрои корҳои муваффақ мешавед, ки онҳоро одам ба воситаи зӯри бозу ё дасти "бесилоҳ" анҷом дода наметавонад. Вале агар мо истифодаи олатҳои, ки *механизми сода* ном гирифтаанд, ёд бигирем, он корҳоро бо осонӣ анҷом дода метавонем. Инҳоанд механизми сода-тарин: *фашанг*, *хамвориш мойил*, *фона*, *ғарғара* ва м.ин.

Механизми сода аз давраҳои хеле қадим ба ин сӯ истифода мешаванд. Мисриёни қадим зиёда аз се ҳазор сол пеш аз милод дар сохтмони ҳарамҳо (*пирамидҳо*)-и бузург тахтасангҳои чандтониро бо ёрии фашангҳо аз як ҷо ба ҷои дигар мекуҷониданд ё то ба баландии гуногун мебароварданд.

Механизми сода ҷои истифода бисёр доранд — заводу фабрикаҳо, устухонаи мактаб, боғчаҳои назди хавлӣ ва м.ин.

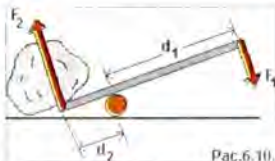
Амали механизми сода бар он асос ёфтааст, ки ба воситаи онҳо қувваро табиқ дода, аз он бурд ҳосил кардан мумкин аст. Қадимтарин механизми сода фашанг, хамвориш мойил ва ғарғара мебошанд.

а) Фашанг (*Қори лабораторӣ*)

Лавҳамог: Чақвали сантиметрӣ тақсимот, чанд борсангӣ
100-гиромӣ, фашанг, поя (штагив).

Маъмултарин фашанг орам ё мисрон ё ин ки ҷӯби дарози сахтест, ки барои аз ҷой ҷунбонидани ҷизҳои вазнин истифода мешавад. Харсангеро, ки дар рас. 6.10 тасвир ёфтааст, бо зӯри даст ҷунбондан имкон надорад, вале бо ёрии мисрон ё

орам (ба русия *лом*) онро бардошта-бардошта, гелондан ё лағзондан на чандон душвор аст, ба шарте ки ҳамон мисрон ё орам ба ягон ҷо таъя дода шавад (таъягоҳ дошта бошад). Дар рас. 6.10 нуқтаи



Рас.6.10.

таъягоҳ нуқтаест дар рӯи болинҷуби зери фашанг, ки фашанг ба он таъя дода мешавад ва агар ба нуғи рости фашанг бо қувваи F_1 таъсир бирасад, нуғи 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

$$\vec{F}_2 \text{ назар ба } \vec{F}_1$$

(монанди рас.6.10) чанд бор зиёд буда метавонад. Посухи ин пурсишро донишманди даврони қадим Архимед дар шакли қонуни баён кардааст, ки он *қонуни мувозинати фашанг* ном гирифтааст.

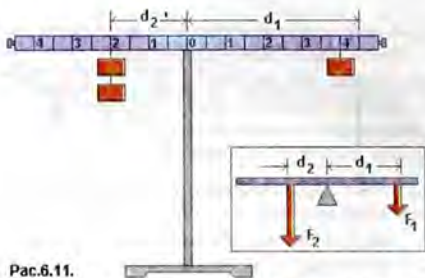
Шумо имкон доред, ки ин кашфиёти Архимедро такрор кунед. Ба сифати фашанг хаткашаки бо сантиметрҳо дараҷабандишударо истифода кардан мумкин аст (рас.6.11). Хуб мебуд, ки ин таҷриба бо борсангҳои якхела анҷом дода шавад.

Миёнҷои фашангро сӯроҳ карда, онро дар меҳи паҳлуи поя медарорем. 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 винтҳое, ки дар ҳарду сари он шинида шудаанд, ба холи мувозинат меорем. монанди он ки шохини тарозуи палладорро ба мувозинат меовардем.

Ақнуи дар китфҳои фашанг бор меовезем. Ҷое, ки дар он бор овехта мешавад, *нуқтаи гузориши қувва* ном дорад. Хати

ростеро, ки қувваи ба ин ё он нуқта таъсиркунанда ба кади он равона мешавад, чунонки дар боло гуфтем,





Рас.6.11.

хати таъсири қувва меъоянд. Ин гуна хатҳо барон қувваҳои F_1 ва F_2 дар соярасми 6.11 бо тирчаҳо тасвир шудаанд.

Фашанги мо дар нуқтаҳои гузориши қувваҳо чангак дорад.

Агар дар чангакҳои китфҳои чапу рост 1 санг (=100 г), 2 санг (=200 г) ва ғ. гузошта, санчишхоро такрор кунем, мебинем, ки фашанг танҳо дар сурати мавқеи муъайян доштани сангҳои рости чап мувозинат меёбад. Аз ҷумла, дар мавриди дар нуқтаи 4-и китфи рост бор кардани 1 санги 100-гиромӣ (ки таъсираш баробари таъсири қувваи 1Н аст) ва дар нуқтаи 2-и китфи чап овардани 2 санг (2Н) фашанг ба ҳоли мувозинат меояд (дар рас.6.11 ҳамин ҳолат тасвир шудааст).

Фашанг дар мавриде ҳам мувозинат хоҳад дошт, ки мо санги китфи ростро бетағйир нигоҳ дошта, дар китфи чап дар нуқтаи 4 низ 1 санг ё дар нуқтаи 1 чор санг биовезем.

Аз мулоҳизаи ин мавридҳо ва мавридҳои дигари мувозинат доштани фашанг ин гуна хулоса бармеояд:

Мувозинати 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 дарк кунем?

Биёед, мавридеро бинем, ки 1 санг дар чангаки 4-и китфи рост фашанг бо 2 санги сари чангаки 2-и китфи чапи он дар мувозинатанд, яъне қувваи $F_1 = 1Н$ қувваи нисбат ба худ дуҷанди $F_2 = 2Н$ -ро мувозинат медиҳад. Ин мувозинат дар мавриде имкон дорад, ки масофаи нуқтаҳои 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 тариқ, фашианг дар мавриде мувозинат меёбад, ки

$$F_2 = 2F_1 \text{ ва } d_1 = 2d_2$$

бошанд. Ин навишта он гуна маъни дорад, ки қувваи F_1 ба ними F_2 баробар аст, вале масофаи нуқтаи гузориши қувваи F_1 , яъне d_1 назар ба масофаи нуқтаи гузориши қувваи F_2 , яъне назар ба d_2 ду бор зиёд мебошад. Ин ҷо бо андак кушиши фикрии 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 мувозинати фашиангро ифода мекунад. Архимед маҳз ҳамин формуларо ҳосил карда буд. Ин таносуб ду мафҳуми муҳими физикиро дарбар дорад: якеи онҳо масофаи байни нуқтаи таъиягоҳ "0" то нуқтаи таъсири қувва d аст, ки номи махсус дорад — онро *китфи қувва* мегӯянд. Ҳосили зарби ин бузургии ва қувва, яъне Fd , чунонки дар §6.4 гуфтем, *гаштиовари қувва* (моменти қувва) ном гирифтааст ва одатан 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 мувозинат доштани фашианг дуруст аст. Такрори таҷриба дар мавридҳои гуногун ҳулосаи зайл медиҳад:

Чисме, ки гирди меҳвари беҳаракат гардиш меҳурал, дар сурате мувозинат дошта метавонад, ки барои он ҳосили чамъи гаштиоварҳои қувваҳои чапгардишдиҳанда ба чамъи гаштиоварҳои қувваҳои ростгардишдиҳанда баробар бошад.

Масъалаи 1. Бигзор массаи санге ки дар рас.6.10 тасвир ёфтааст, 200кг бошад. Барои ба воситаи фашианги семтра аз ҷой ҷунбондани санг ба сари дарози фашианг бо ҷи қадар қувва таъсир овардан мебошад? Китфи қувваи худро 2,5 м ва китфи қувваи вазниши аз тарафи санг ба сари ӯтоҳи фашианг таъсиркунаандаро 0,5 м гиред.

$$\begin{aligned} m &= 200 \text{ кг,} \\ g &= 10 \text{ Н/кг,} \\ d_1 &= 2,5 \text{ м,} \\ d_2 &= 0,5 \text{ м} \\ F_1 &= ? \end{aligned}$$

Ҳал. Масъаларо бо ёрии формулаи мувозинати фашианг

$$F_1d_1 = F_2d_2$$

ҳал мекунем. Ҳар ҷаҳор бузургии, ки дар ин ифода омадааст, аз рас.6.10 аёнанд. Ин ҷо танҳо онро ба назар гирифтаи зарур аст, ки ба ҷои қув-

ваи F_2 қувваи вазинии 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 “гарозе” (фашанге), ки дар рас.6.12 тасвир шудааст, мувозинат дорад?

Ҳал. Ин масъала ба масъалае, ки дар банди пешина овардем, монанд аст бо дигаргунии андак. Ба фарзи ин ки ҳамаи шаш воҳид бор якхелаанд, дар асоси хулосае, ки пеш аз баёни шарти ҳамин масъала омадааст, чунин навишта метавонем:

$$M_1 = M_2 + M_3$$

$$\text{ё худ } F_1 d_1 = F_2 d_2 + F_3 d_3.$$

Барои рӯшантар ифода кардани мағлаб d -ҳо ва F -хоро китмҳои муъайян медиҳем. Бигзор, ҳар як хонаи фашанг 10-сантиметрӣ ва ҳар як бор 100-гиромӣ бошад, яъне додаҳои масъала чунинанд:

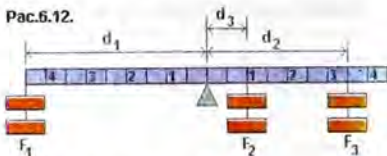
$$d_1 = 4 \text{ хона} = 0,4 \text{ м},$$

$$d_2 = 3 \text{ хона} = 0,3 \text{ м},$$

$$d_3 = 1 \text{ хона} = 0,1 \text{ м},$$

$$F_1 = F_2 = F_3 = 2 \text{ борсанг} = 200 \text{ г} = 2 \text{ Н}.$$

Рас.6.12.



Акнун гаштоварҳои M_1 , M_2 ва M_3 -ро ҳисоб мекунем:

$$M_1 = F_1 d_1 = 2 \text{ Н} \cdot 0,4 \text{ м} = 0,8 \text{ Нм},$$

$$M_2 = F_2 d_2 = 2 \text{ Н} \cdot 0,3 \text{ м} = 0,6 \text{ Нм},$$

$$M_3 = F_3 d_3 = 2 \text{ Н} \cdot 0,1 \text{ м} = 0,2 \text{ Нм}.$$

Ҳамин тариқ, гаштовари M_1 , ки фашангро сӯи рост гардиш медиҳад, ба ҳосили чамъи гаштоварҳои M_2 ва M_3 , ки фашангро сӯи чап гардиш медиҳанд, баробар аст:

$$M_1 = M_2 + M_3.$$

Пас, фаҳмоист, ки фашанг дар ҳоли мувозинат қарор дорад.

Масъалаи Архимед. Ривояте ҳаст, ки Архимед аз дарки қонуни фашанг ба завқ омада, хитоб кардааст: “Ба ман нуқтаи таъягоҳ диҳед. Замиро мебардорам!” Вазни Замиро $6 \cdot 10^{25}$ Н, қувваи ба он таъсиркувандаро 10^3 Н ва қитфи қувваи вазинириро 0,5 м ғирифта, ёбед, ки қитфи дигари фашанги Архимед мебоист чӣ қадар дароз мебуд.

Ҳал. Хонандаи азиз! Барои шумо бояд фаҳмо бошад, ки ин

Додаҳо: масъала танҳо аҳамияти назарӣ дорад, зеро қураи Замиро бардоштан ё чаппа кардан зарурате надорад. Архимед ин ҷо хостааст нишон диҳад, ки қорбурди фашанг ҷи имкониятҳо дорад. Масъаларо бошад, ҳал кардан осон аст. Қонуни фашангро ҷунин менависем:

$$P = 6 \cdot 10^{25} \text{ Н},$$

$$F = 1000 \text{ Н},$$

$$d_2 = 0,5 \text{ м}$$

$$d_1 = ?$$

$$Fd_1 = Pd_2$$

Ин ҷо P вазни Замиро аст. Аз ин ҷо:

$$d_1 = \frac{P}{F} d_2,$$

$$d_1 = \frac{6 \cdot 10^{25} \text{ Н}}{1000 \text{ Н}} \cdot 0,5 \text{ м} = 3 \cdot 10^{22} \text{ м} = 3 \cdot 10^{10} \text{ км}.$$



Рас.6.13.

Фашанге бо ин дарозӣ сохтан номукин аст.

1. Фашанг ҷист ва дониستاني сохти он ҷи зарурат дорад?
2. Қист, ки фармудааст: “Ба ман нуқтаи тақияҳ дихед, Замиро чаппа мегардонам!”?
3. Мафҳумҳои нуқтаи гузориши қувва, ҳақи таъсири қувва, қитфа қувва, мувозинати фашанг ҷи маъниҳоро ифода мекунанд?
4. Оё аз мавзӯи пешина дар ёдӣ шумо ҳафт, ки гаштовари қувва (моменти қувва) ҷи мазмун дошт?

5. Оё шумо ба таври мустиқлона (яъне бе шарҳу баён ва ёрмандии муаллим) фаҳм карда метавонед ки на танҳо шохини тарозу, балки инчунин микроз (қайҷи), микрози туғукабури, гоз (симбурак), бел, бели завракронӣ ва ҳар гуна қизи дигари монанди инҳо низ наваҳон гуногуни фашанг мебошанд?
6. Рас.6.13-ро муойина карда, гуед, ки микроз (қайҷи)-и ода аз гоз (симбурак) ҷи тафовут дорад.

Санҷиш

1. Дар кадом нуқтаи шохини дар рас.6.14,а (ва рас.6.14,б) тасвиршуда як борсанг овехтаи мебояд, ки фашанг ба ҳоли мувозинат ояд?
2. Омӯзгор 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 ҷунин ҳалд:

“Фашанг он гох мувозинат хоҳад дошт, ки нисбати қувваҳо ба нисбати чаппаи қитфаҳо баробар бошад”

ё ин ки

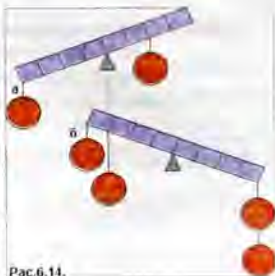
“Фашанг дар сурате мувозинат хоҳад дошт, ки қувваҳо ба қитфаҳо мутаносиби чаппа бошанд”.

Қадоми ин таърифиҳо барои шумо фаҳмотар аст?

6) "Қоидаи тиллоии механика"

Биёед, фашангеро бори дигар муойина кунем, ки дар рас. 6.10 оварда будем. Мақсади мо дарк кардани яке аз қоидаҳои муҳими механика аст, ки номашро сарлавҳа кардаем.

Гардиши фашангро гирди меваре, ки аз нуқтаи таъягоҳ мегузарад, ба шакли рас. 6.15 тасвир мезем.

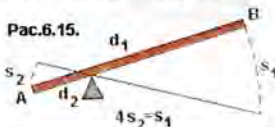


Рас.6.14.

Агар сари В-и фашангро сӯи поён паҳш кунем ва он ба масофаи s_1 бикӯҷад, сари дигари фашанг ба кадри чахоряки s_2 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 сӯи поён паҳш кунем, мебинем, ки барои то нуқтаи В, яъне ба масофаи $s_1 = 4s_2$ кӯҷонидани 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 муносиби чаппа аст, яъне

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{s_2}{s_1} \quad (1)$$



Ин таносуб маънии рушан дорад:

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 қор ҷи гуна тағйирот мебинанд.

Чунонки аз §6.1 медонем, қор 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 мавриди аз қувва бой додану аз масофа бурд доштан кори якхела иҷро мешавад.

Мисол, сангери шумо хоҳ бо қувваи 400Н ба қадри 15см 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 60Ҷ иҷро мешавад:

$$A = 400 \text{ Н} \cdot 0,15 \text{ м} = 60 \text{ Ҷ}$$

$$A = \frac{400 \text{ Н}}{2} \cdot 0,30 \text{ м} = 60 \text{ Ҷ}$$

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. "Қондаи тиллоии механика" аз чӣ иборат аст?
2. Шумо дар мавзӯи истифодаи кардани қонуни фашанг ва қондаи тиллоии механика чӣ гуна мисолҳо оварда метавонед?

Санҷиш

- Масъалаи 1-ро барои мавриде ҳал кунед, ки ҳамон сангери на як, балки ду кас аз ду тараф (бо фашангҳои якхела) ҷунбонидани бошанд. (Посух: 200 Н. Ин посухро бо посухи масъалаи 1 муқоиса карда, хулоса бароред).
- Нути А-и фашанги дар рас.6.15 тасвиршуда масофаи s_2 -ро мепаёмояду нути В-и он — масофаи s_1 -ро. Суръати ҳаракати нуғҳои фашанг дар ин маврид аз якдигар чӣ қадар фарқ мекунад?
- Таҳқиқ кунед ва дарёбед, ки таносубҳои

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad \text{ва} \quad \frac{F_1}{F_2} = \frac{s_2}{s_1}$$

чӣ монанди ва чӣ тафовут доранд?
(Ин ҷо d -ҳо китфи қувваанду s -ҳо масофаи паймудаи нуғҳои 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 рӯи мошин ё вагон баровардани бори вазнин ду ҷуғ ё ду тахтаро дар қанори мошин гузошта, як навъ ҳамворӣ (роҳ)-и мойил месозанд ва борро рӯрӯи он боло мебаранд. Мо гуфтаниём, ки истифодаи ҳам-

вории мойил низ монанди фашанг аз қувва бурд медиҳад. Оё шумо пай бурда метавонед, ки ин бурд чӣ тавр муъайян карда мешавад.

Ягон бор, чунончи, аробачаеро дар сари қуввасанҷ овехта, баъд онро бо қади ҳамвории амудӣ (рас. 6.16,а) боло мебарем. Табиъист, 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 ҳамвории амудиро шакле медиҳем, ки дар рас.6.16,б тасвир ёфтааст. Ҳамвории мойил маҳз ҳамин гуна ҳамворист.

Акнун агар мо аробачаи худро ба воситаи қуввасанҷ рӯзи ҳамин ҳамворӣ сӯи боло кашидан гирием, мебинем, ки қуввасанҷ қувваи назар ба P камтарро нишон медиҳад. Сабаби ин рӯшан аст:

Вақте ки аробача дар рӯи ҳамвории мойил бошад, ба ҳамворӣ на бо ҳама вазни худ, балки бо хиссае аз он фишор меоварад.

Ҳамин аст, ки аробаро рӯзи ҳамвории мойил кашидан назар ба мавриди озодона боло бардоштани он қувваи камтар талаб мекунад.

Коре, ки дар сурати рӯзи ҳамвории мойил кашидани аробача иҷро мешавад, ба ҳосили зарби қувваи нишондодаи қуввасанҷ F ва дарозии ҳамвории мойил l баробар аст:

$$A' = Fl. \quad (2)$$

Ин кор назар ба кори A —он ки аз рӯи формулаи (1) ёфта мешавад, андаке зиёдтар аст, зеро дар сурати рӯзи ҳамвории мойил кашидани аробача кори қувваи сойишро низ ба назар гирифтаан мебарем. Агар сойиш намебуд, корҳои A ва A' ҳамчун якдигар мебуданд,



Рас.6.16.

яъне $A = A'$ мебуд. Аз ин рӯ дар асоси формулаҳои (1) ва (2) чуниин менависем:

$$Ph = Fl. \quad (3)$$

ё худ

$$\frac{h}{l} = \frac{F}{P}. \quad (4)$$

Меҳонем ин ифодаро:

Чанд боре, ки баландии ҳамвории мойил h нисбат ба дарозии он l кам бошад, қувваи дар рӯи он ҳамворӣ нигоҳ доштани ҷисм (ароба) F нисбат ба вазни ҷисм P бояд ҳамон қадар бор зиёд бошад.

Бузургии, ки дар тарафи чапи формулаи (4) омадааст, яъне нисбати баландии ҳамвории мойил h ба дарозии он l дарачаи тундрии ҳамвории мойилро ифода мекунад. Ҳар қадаре ки ҳамвории мойил тундтар (кӯталтар) бошад, рӯи он сӯи боло кашидани бор қувваи ҳамон қадар бештар талаб мекунад — ин маънии бохти қувва дорад. Барои он ки аз қувва бурд кунем, зарур аст, ки ҳамвории мойил ҳарчи дарозтар ва пастртар (яъне l зиёд ва h кам) бошад.

Иҷро кардани супорише, ки дар ҷоеи ин мавзӯ омадааст, дарки формулаи (4) ва тарзи аз қувва бурд карданро барои шумо осон мегардонад.

Хуб, бурди кор чӣ? Оё мо дар мавриди истифодаи кардани ҳамвории мойил аз кор бурд мекунем?

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 мешавад дар мавриди рӯи ҳамвории мойил то ҳамон баландӣ боло бурдани ҷисм — кори баробар ба Fl . Аммо ин корҳо, ҷунонки гуфтем, баробаранд.

Рушантар гӯем, дар мавриди истифодаи кардани ҳамвории мойил аз кор бурд кардан имкон надорад.

Ҳамин тарик, на дар мавриди ба кор бурдани ҳамвории мойил ва на дар сурати истифодаи кардани фашанг аз кор бурд ба даст овардан илҷ надорад. Фикр кунед, ки ин ду нуқтаҳо ба чӣ тарз мутобиқат додан осон аст.

Масъалаи 1. Ҷисми 100 кг-ро рӯи ҳамвории мойил ба теппачае баровардан мебояд, ки баландии 1,5 м дорад. Дарозии ҳамво-

рин мойялро 6 м гуфта, кувваеро ёбед, ки барон дар рӯи ҳамвории мойил нигоҳ доштани бор кофӣ бошад.

Додаҳо: Ҳал. Масъаларо бо ёрии формулаи (4) ҳал мекунем:

$h = 1,5 \text{ м,}$
$l = 6 \text{ м,}$
$P = 100 \text{ кг}$
$F = ?$

$$\frac{F}{P} = \frac{h}{l}, \quad F = P \frac{h}{l} = 100 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \frac{1,5 \text{ м}}{6 \text{ м}} = 25 \text{ кг} \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 250 \text{ Н.}$$

Ҳамин қадар кувва кофист, ки ҳисмро дар рӯи ҳамвории мойил нигоҳ дорем. Пас, барои боло бурдани ҳисм кувваи бештар аз 250 Н доштан мебояд.

Масъалаи 2. Бачае бори вазнаш $P = 1400 \text{ Н}$ -ро рӯи ҳамвории мойил бо кувваи $F = 400 \text{ Н}$ тела дода, боло мебарад. Ёбед, ки дарозии ҳамвории мойил нисбат ба баландии он чанд бор зиёд аст.

Ҳал. Ин ҷо низ ҳамон формула ба кор меравад, ки дар ҳамаи масъалаи 1 омад. Ибораи “дарозии ҳамвории мойил (l) нисбат ба баландии он (h)” маънои l/h дорад. Ин нисбат аз рӯи формулаи мазкур ба P/F баробар аст, яъне

$$\frac{l}{h} = \frac{P}{F} = \frac{1400 \text{ Н}}{400 \text{ Н}} = 3,5 \text{ бор.}$$



Рас.6.17.

Чунин нисбат дар мавриде ҷой дошта метавонад, масалан, ки дарозии ҳамвории мойил 4,2м бошад, ду баландии он 1,2м.



1. Ҳамвории мойил ҷист ва истифода кардани он чӣ зарурат дорад?
2. (Дарачаи) тундрии ҳамвории мойил чӣ маъно дорад (ҷа гуна бузургӣ аст, ҷа гуна камийӣ аст) ва ҷиро ифода мекунанд?
3. Истифодани ҳамвории мойил аз кувва ҷа қадар бурд медеҳад?
4. Сабаб ҷист, ки ҳамвории мойил аз кор бурд намедеҳад?

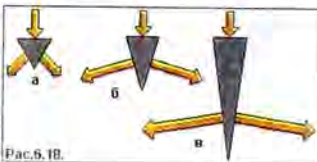
Санҷиш

1. Фона (рас.6.17) як навъи ҳамвории мойил аст. Вазифаи онро шумо медонед — маҳкам кардани дастаи табару теша, кафондани ҷури ҳезум ва ғ. Ҷа бузургии физикиро ҷен кардан зарур аст, ки талосуби дарозихон тирчаҳои дар рас.6.18, а, б, в тасвиршуда дарк шаванд?

2. Тестарин тегаи фонаи дар рас.6.

18, в тасвиршуда ба тегаи ҷа монандӣ (ё ин ки ҷа наздикӣ) дорад?

3. Дар мисраи “Дами тегаи аст, Бе-дил, раҳи борки сухансанҷи” ибораи “дами тегаи” ба ҷа маънои омалааст?

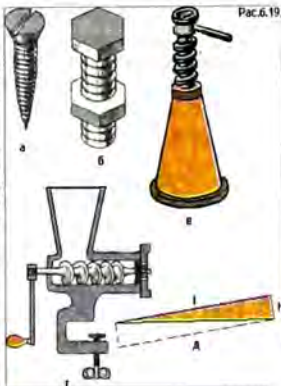


Рас.6.18.

Супориш (Кори лабораторя)

Винт ё худ печ ҳам наъве аз ҳамвори мойил мебошад. Винт низ ихтироъи Архимед аст.

Дар рас. 6.19 олатҳои барои шумо маълум — печех (шуруи) (а), болт (б), гўшго (в) ва домкрат (г) тасвир шудаанд. Кори онҳо бар истифодаи ҳамвори мойили печида асос ёфтааст. Ҳар як печи ҳамвори мойили ин гуна олат агар боз карда шавад, он тавр менамояд, ки дар рас. 6.19,д омадааст — ин ҷо l дарозии ҳамвори мойил асту h — баландии он. Вақте ки мо печех ё домкратро бо қувваи F_1 чени як печ тоб диҳем, печех ё мили домкрат бо қувваи F_2 таъсир дида, ба кадри h пеш меравад (печех дарун мебарояд, мили домкрат боло мебарояд

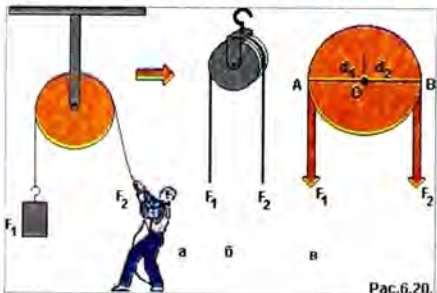


ва г.). Пас, агар h ва l -ро чен кунед, аз рӯи формулаи

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{h}{l} \quad \text{ё} \quad F_1 = F_2 \frac{h}{l}$$

бурди қувваро ёфта метавонед. Ебед овро.

(Луқм: Барои чен кардани дарозии як печи винт кутри печ D -ро чен кардан кофист, зеро, чунонки шумо медонед, $l = 3,14D$ аст).



Рас.6.20.

г) Фарғара

Олатҳои дар рас.6.20-22 тасвиршуда фарғара ном гирифтаанд. Фарғара ду наъв аст — қарор ё худ собит (рас. 6.20, а) ва

сайёр ё харакатманд (рас. 6.21, а).
 Гаргара низ як навъи фашанг аст.
 Ин аз рас.6.20,в фахмост. Китфҳои
 ин фашанг ОА ва ОВ чени радиуси
 гаргараанд, яъне

$$d_1 = OA = R$$

$$\text{ва } d_2 = OB = R$$

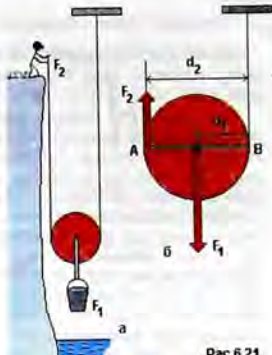
хастанд. Бино бар ин кондаи баро-
 бари гаштоварҳо (моментҳо)-и китф-
 ҳои чапу рости фашанг

$$F_1 d_1 = F_2 d_2$$

шакли зайл мегирад:

$$F_1 R = F_2 R \quad \text{ё худ} \quad F_1 = F_2.$$

Ин он гуна маъний дорад, ки дар



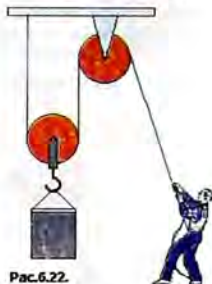
Рас.6.21.

сурати истифода шудани гаргараи қарор аз қувва бурд ҳосил
 намешавад. Пас, гаргараи қарор чӣ даркор аст?

Дар гаргараи сайёр (рас.6.21,а) китфҳо ҳамчен нестанд:
 ин ҷо (ниг. рас.6.21,б) китфи d_1 баробари радиуси гаргара R
 $= OB = OA$ асту китфи d_2 — дучанди он, яъне $d_2 = AB = 2d_1 =$
 $2R$. Он гоҳ кондаи гаштоварҳо шакли

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{2R}{R} = 2$$

мегирад, яъне ин ҷо 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 гаргараи
 сайёр аз масофа ду бор бохт "ҳосил
 мешавад". Инро аз муойинаи рафтори
 нуги озоди таноми гаргара дарк кардан
 осон аст.



Рас.6.22.

Хуб, қор чӣ? Дар сурати истифода шудани гаргараи сайёр
 қувваҳои F_1 ва F_2 чиқадаря қор иҷро мекунанд?

Як мисол. Бигзор, қоччаи 70-килоии ордро ним метр боло
 бардоштан зарур ояд. Дар ин маврид азбаски

$$F_1 = P = 700 \text{ Н} \quad \text{ва} \quad s_1 = 0,5 \text{ м}$$

аст, пас, барои боло бардоштани қочча бояд ин қадар қор иҷ-

ро шавад (шиг. мавзӯи "Ҳамвории 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 ғарғараро боло мекашем, бо назардошти бурди қувва ин қадар кор иҷро мекунад:

$$A_2 = F_2 \cdot s_2 = \frac{700\text{Н}}{2} \cdot 1\text{м} = 350 \text{ Ҷ,}$$

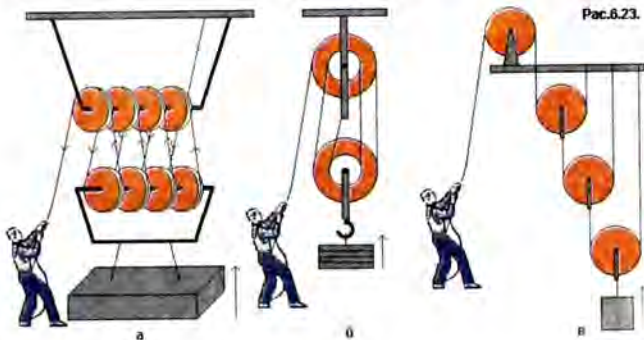
яъне дар ин маврид низ аз кор бурд ба даст намеояд.

Ҳамин тарик, *ғарғараи қарор аз қувва бурд намедихад ва танҳо барои тағйир додани самти таъсири қувва истифода мешавад, ҳол он ки ғарғараи сайёр ҳам самти таъсири қувваро тағйир дода метавонаду ҳам аз қувва ду бор бурд медиҳад.*

Корбурди якҷояи як ғарғараи қарор ва як ғарғараи сайёр низ ҷолиб аст (рас. 6.22). Ин олат аз қувва ду бор бурд медиҳад ва вазифаи асосиаш ин аст, ки мушкили сӯи боло кашидани борро осон кунад: азбаски ғарғараи дуюм самти таъсири қувваро як бори дигар тағйир медиҳад, пас, барои боло бурдани бор сари танобро сӯи поён кашидан лозим аст (ин амал миёни одами бандқашро хаста намекунад).

Ба миён омадани пурсиши зайл табиъист: як ғарғараи дукуша аз қувва ду бор бурд медиҳад; ду ғарғараи дукушаро пайдарпай пайваस्तшуда чӣ? се ғарғараи дукуша чӣ?...

Барои ба ин пурсиш посух додан олатеро бинем, ки аз як шадда ғарғараҳои қарор ва як шадда ғарғараҳои сайёр иб-



Рас.6.23.

рат аст (рас. 6.23,а). Ҳарду қатори гарғараҳо гирди мехвар-хошон озодона гардиш хурда метавонанд. Ҳама гарғараҳо бо як таноб алоқаманданд—ин аз расм аён аст. Олати мазкурро мо *гарғарасилк* ном додаем (онро силсилаи гарғараҳо ё силсилагарғара низ номидан мумкин аст).

(Гарғарасилкро дар русӣ *полиспаст*, аз юн. *poly*—бисёр, *басе*, чанд ва *спаст*—мекашам, дар форсӣ *чазбӣ қарқара*, дар ینگلیзӣ *pulley block* ном додаанд. Гарғарасилк низ ихтироъи Архимед аст).

Агар сари озоди таноб сӯи поён кашида шавад, гарғарасилк борро боло мебарад.

Хуб, гарғарасилк аз қувва чӣ қадар бурд дода метавонад?

Ин чо ҳар як гарғара ба таври "мустикалона", новобаста ба гарғараҳои дигар "амал мекунад" ва бори сари чангак Р дар байни гарғараҳо тавре тақсим мешавад, ки ба ҳар гарғара ҳиссаи P/n (n —адади гарғараҳо) рост меояд. Азбаски ҳар гарғара аз қувва ду бор бурд медиҳад ва қувваи барон бардоштани бор заруриро ду бор кам, яъне $F = P/2$ мекунад, бурди қувва дар мавриди ба кор бурдани гарғарасилк бояд ин қадар шавад:

$$F = \frac{P}{2n}$$

Чунончи, ба воситаи гарғарасилки дорони 8 гарғара бори 320-килоиро бо қувваи

$$F = \frac{3200 \text{ Н}}{2 \cdot 8} = 200 \text{ Н}$$

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.

Вучуди сойиш бурди қувваро хеле кам мекунад.



Рас.6.24.



1. Гарғара ҷист ва чӣ тавр кор мекунад?
2. Истифодани гарғара чӣ бурд ва чӣ бохт медиҳад?
3. Гарғараи қарор аз гарғараи сайёр чӣ фарқ дорад?
4. Гарғараи сайёр аз кор бурд на медиҳад. Сабаби ин дар ҷист?
5. Гарғарасилк ҷист, чӣ гуна сохт дорад ва чӣ даркор 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 таъ-

сир меоварад?

(*Лукма:* Истифодаи ду куввасанҷ — динамометр).

2. Аз рас.6.25 шумо чя хулосахо гирифта метавонед?
3. Оё шумо фаҳм карда метавонед, ки олати дар рас. 6.26 тасвиршуда аз кувва $3 \cdot 2 = 6$ бор бурд медахад?

Лукма: Фашанги АВ аз кувва се бор бурд медахад, зеро ҷисбаи F_1 бар F_2 баробари 3 аст. Бурде, ки аз ҳисоби гаргара ҳосил мешавад, 2 бор аст, зеро $F_2/F_3 = 2$ аст. Ва бурди умумӣ баробари ҳосили зарби ин бурдҳост.

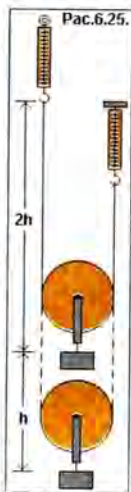
Супориш

1. Бикӯшед дарк кунед, ки дар гаргарасилхон дар рас.6.23, а,б,в тасвиршуда бурди кувва аз ҳисоби чя ба даст меояд.
2. (Барои хонандагон, ки аз ҷаъба допишҷуя доранд). Дар заминаи истифодаи чархи чоҳ (рас.6.27) ягон навъ кори лаборатория эҷод кунед ва тавсифномаи онро низ баён созед.

Ҷаъба. Дар соярасми 6.27,6 ОА — дарозии дастан чархи афта масофаи ОС — радиуси гулаҷуби чархи чоҳ. Пас, қондаи мувозинати ин гула фашанг бояд ба шакли зайл навишта шавад:

$$F_1 \cdot OC = F_2 \cdot OA.$$

Бурди кувва ба ҷисбаи F_2/F_1 баробар мешавад. Талаби кори лаборатория муъайян кардани ҳамин ҷисбат аст.



§6.7. Суди механизмҳо ва машинҳо

Вақте ки мо дар бораи фашанг, гаргара ва олатҳои дигар сухан рондем, дар хусуси зарари сойиш қариб чизе нагуфтем. Вале дар асл аз сойиш халосӣ нест: ҳеч гуна механизм ё машин бе сойиш қор қарда наметавонад. Аз ин рӯ барои анҷом додани ин ё он амал (биёед, онро *кори судманд* гӯем) қореро

ичро қардан зарур меояд, ки он аз кори судманд ҳамеша зиёд аст — ин қорро *кори умумӣ* ё *кори пурра* номидаанд. Ин гуфта он гуна мазмунро ифода мекунад, ки кори пурра ба ҷамъи кори судманд ва қор баробар аст, ки онро қор барои баргараф сохтани

Рас.6.26.

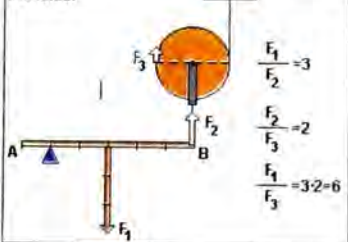




Рис. 6.27.

қувваи сойиш анҷом додан мебояд. Агар кори пурраро бо A , кори судмандро бо A_c ва кори бартараф сохтани сойишро бо A' ишорат кунем, гуфтаи болоро ин тавр ифода кардан мумкин аст:

$$A = A_c + A'$$

Нисбати бо дарсадҳо (%) ифодашудан кори судманд бар кори пурра *суди* машин (механизм, олат) ном гирифтааст ва маъмулан бо ҳарфи латинии эта η ишорат мешавад:

$$\eta = \frac{A_c}{A} \cdot 100 \% \quad (*)$$

Масъала. Барои ба воситаи фашанг 5 см боло бардоштани бори 200-килоӣ сари китфи дарози фашангро бо қувваи 500 Н пахш кардан. Сари фашанг 25 см поён рафт. Суди фашангро ёбед (ниг. рас. 6.28 ва §6.1).

Додаҳо: *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 (кори пурра) иҷро кунад:

$$A = F s_1 = 500 \text{ Н} \cdot 0,25 \text{ м} = 125 \text{ Ҷ}.$$

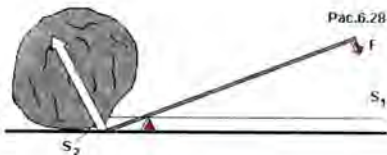
Пас, суди фашанг ин аст:

$$\eta = \frac{A_c}{A} \cdot 100 \% = \frac{100 \text{ Ҷ}}{125 \text{ Ҷ}} \cdot 100 \% = 80 \%. \text{ (Поён).}$$

Суди механизмҳои машинҳоро ба воситаи тавони онҳо низ ифода кардан мумкин аст. Мо дар оғози ин боб гуфтем, ки кор ба тавон мутаносиб аст. Дар ин замина ба ҷои формулаи (*) ҷунин низ навиштан мумкин аст:

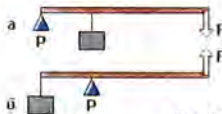
$$\eta = \frac{N_c}{N} \cdot 100\%$$

Дар ин ҷо N_c тавони судманди механизм асту N —тавони умумӣ.



Рас.6.28

- ?** 1.Кори судманд ҷа гуна кор аст? кори пурра ҷа?
 2.Чарост, ки кори судманд назар ба кори пурра кам аст?
 3.Суди мошин ё суди механизм ҷист? Ин бузургӣ ҷиро ифода мекунад?

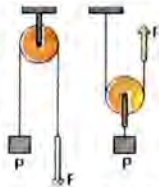


Рас.6.29.

- 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 китфҳои бебори фашангҳо таъсиркунанда ва инчунин сойиши нуктаҳои таъкиро онҳо низ якхелаанд. Суди кадомин фашанг зиёдтар аст?
- 2.Ҳарду гаргараи дар рас.6.30 тасвиршуда якхелаанд, ба ҷуз ин ки якеи онҳо қарор асту дигараш сайёр. Суди кадом гаргара бештар аст?



Рас.6.30.

§6.8. Қувваи сойиш

Сабаб ҷист, ки мошини дарҳаракат пас аз ҳомӯшонидани мотораш (муҳаррикаш) суръаташро оҳиста-оҳиста паст карда, на якбора, балки баъди чанд муддат бозмеистад?

Сабаб ҷист, ки агар конкитози дарҳаракат аз қадам задан (чалқӣ задан) бозмонад ва танҳо бо шасти худ лағжидан гирад (бо вучуди сайқали будани сатҳи ях), рафта-рафта суръати худро гум карда, оқибат бозмеистад?

Сабаб ҷист, ки дучархасавор (велосипедсавор) агар педалҳоро нагардонад, дучархааш ҳатто дар роҳи ҳамвор оҳиста-оҳиста аз ҳаракат бозмемонад?..

Ҷа посух доранд ин гуна пурсишҳо ва пурсишҳои ба инҳо монанд?

Мо дар бандҳои пешина дидем, ки сабабгори ҳар гуна тағ-

йироти суръат таъсири қувва аст. Биёед, фикр кунем, ки чизҳои дар ҳаракатро чӣ қувва аз ҳаракат бозмедорад.

Агар гӯед, ки ин натиҷаи сойиш



аст, дуруст мегӯед. Пас, сойиш чист? Чунин гуфтан раво аст:

Сойиш (хубтараш: сойиши берунӣ) ҳамтаъсиротест, ки дар ҷои расиши ҷисмҳо ба вучуд меояд ва монеъи ҳаракати нисбии онҳо мегардад.

Қувваеро, ки дар сурати рӯи сатҳи ягон ҷисм лағжидан ё кашида шудани ҷисми дигар дар ҷои расиши ҷисмҳо пайдо мешавад, *қувваи сойиш* (дурусттараш: *қувваи сойиши лағзиш*) мегӯянд. Ин қувва зидди лағзи ҷисм равона аст ва аз ин рӯ қувваи пешбарандаи ҷисмро то дараҷае барҳам мезанад, онро кадре кам мекунад.

Ин гуфтаҳоро аз муойинаи рас. 6.31 дарк кардан осон аст. Пас, табиъати сойишро дарк кардан ва роҳҳои баргараф сохтан ё кам кардани онро доништан мебошад.

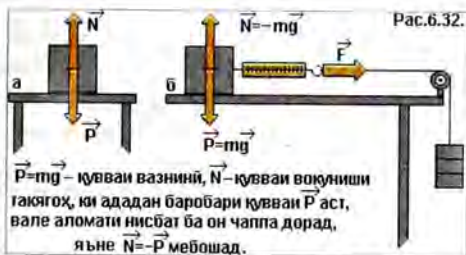
Хулоса, сойиш чун як падидаи табиъӣ вучуд дорад ва онро доништан ва ба эътибор гирифтани ҳақиқат.

Хуб, сойиши ҷисмҳоро чӣ тавр таҳқиқ кардан мумкин аст.

Таҷриба. Шумо медонед, ки агар дар рӯи миз хиштҷӯбе дошта бошем (рас. 6.32,а), ба он ду қувва таъсир меоварад – қувваи вазнини хиштҷӯб $P = mg$, ки амудан поён равона аст ва дар айни ҳол вазни хиштҷӯбро ифода мекунад ва қувваи воқуниши таҷриба (реаксияи таҷриба) N , ки зидди қувваи вазнини самт дорад. Дар мавриди уфуқи будани сатҳи таҷриба ин ду қувва баробаранд ва аз ин рӯ яқдигарро мувозинат медиҳанд.

Таҷрибаеро бинем, ки моҳияти сойишро камубеш рӯшан 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) сӯи поён кашида медорад, вале онро чунбонда наметавонад.

Дар рӯи бор борсанги дигар мегузорем, то ки қувваи ка-



шиш зиёдтар шавад. Қуввасанҷ нишон медиҳад, ки баъди илова шудани бор қувваи ба хиштҷуб таъсиркунанда зиёд мешавад, вале хиштҷуб боз ҳам аз ҷой намечунбад. Борро оҳиста-оҳиста зиёд карда, мебинем, ки дар қимати муъайяни вазни бор хиштҷуб аз ҷой мечунбад ва ба ҳаракат мебарояд.

Ин ҷо пурсише ба миён меояд, ки чаро хиштҷуб танҳо дар қимати муъайяни қувваи кашандаи ҷисм F (ё худ дар қимати муъайяни вазни бор P) ба ҳаракат мебарояд. Гар дар он аст, ки хиштҷуб ва ҳар гуна ҷисми дигари дар рӯи миз истодаро қувваи сойиш F аз ҷой ҷунбидан наменонад ва то даме ки қувваи кашандаро назар ба қувваи сойиш зиёдтар накунем, ҷисм аз ҷой намечунбад.

Қимати алақии қуввае, ки ҷисми дар сатҳи уфуқӣ хобидаро ба ҳаракат мебарорад, ба сифати қувваи сойиши ҷисм бо он сатҳ пазируфта 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 лағзиш таъсир меоварад. Фарқи қувваи сойиши лағзиш ва қувваи сойиши оромии аз номи онҳо аён аст.

II

Биёед, бинем, ки қувваи сойиш, аз ҷумла қувваи сойиши оромии ба кадом бузургҳои физикӣ бастагӣ дорад. Барои ин таҷрибаеро, ки дар рас. 6.32,б оварда будем, такрор мекунем, вале бо андак дигаргунӣ.

Дар рӯи хиштҷуб хиштҷуби дигаре мемонем, ки ҳамвазнии хиштҷуби аввал бошад. Он гоҳ вазни умумии хиштҷубҳо P ба $2mg$ баробар мешавад қувваи воқуниши таъягоҳ N ба $-2mg$

Ин тағйирот дар рас. 6.33 тасвир шудааст.

Акнун агар таҷрибаро такрор кунем, яъне агар борсангҳои дар сари қуввасанҷ овехтаниро як-як зиёд карда, нишондоди қуввасанҷро мушоҳида кунем, мебинем, ки дар ин маврид барои ба ҳаракат даровардани хиштҷуғҳои рӯбару



Ин ҷо m массаи як ҷисм асту $2mg$ қувваи вазнини ҳарду ҷисмро ифода мекунад.

назар ба таҷрибаи якум қувваи ду бор зиёд лозим меояд. Пас,

Ҳар қадаре ки вазни ҷисми бо таъягоҳ сойишхуранда (дар мисоли мо: хиштҷуғ) зиёд бошад, қувваи сойиш ҳамон қадар бештар хоҳад буд.

Қувваеро, ки хиштҷуғ бо он ба сатҳи роҳи рафти худ фишор меоварад (бигзор роҳ уфуқӣ бошад), қувваи фишори амудӣ мегӯянд. Ин қувва муқобили қувваи воқуниши таъягоҳ самт дорад, вале аз ҷиҳати бузургӣ ба он баробар аст. Аз ин рӯ онро низ мисли қувваи воқуниши таъягоҳ маъмулан бо ҳарфи N (ҳарфи гафс ё тирчадор) ишорат мекунанд. Қувваи сойиш F ба ана ҳамин қувваи фишор мутаносиб аст:

$$\vec{F} \sim \vec{N}$$

Дар сурати уфуқӣ будани сатҳи таъягоҳ қувваи фишори амудӣ N ба қувваи вазнини mg баробар аст (m — массаи хиштҷуғ). Фаҳмоист, ки барои ду хиштҷуғ $N = 2mg$ мебошад.

§6.9. Роҳҳои кам кардани сойиш

Аз муойинаи 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 таҷрибаи рӯ меорем ва таҳмин мекунем, ки агар сатҳҳои сойишхурандари сайқал диҳем ё, масалан, онҳоро рӯған бимолем, сойиш бояд кам шавад. Барои санҷидани таҳмини худ сатҳеро дар рӯи миз, ки хиштҷуғ рӯ-рӯи он ҳаракат дода мешавад, равған мемолем ва таҷрибаро ҳам барои як хиштҷуғ ва ҳам барои ду хиштҷуғ такрор меку-

нем ва мебинем, ки дар мавриди равғанолуд будани сатҳҳои сойишхӯранда барои ба ҳаракат даровардани хистчӯб(ҳо) дар чангаки сари қуввасанҷ бори камтар овехтан зарур меояд. Такрори таҷриба бо сатҳҳои сайқалӣ низ ҳамин гуна натиҷа медиҳад: ҳар қадаре ки сатҳҳои сойишхӯранда сайқалхӯрдатар бошанд, қувваи сойиш барои онҳо қадар камтар хоҳад буд.

Биёед, мушоҳидаву таҷрибаҳо ва хулосаҳои дар муойишани ин мавзӯё хосилшударо то ҷое, ки тавонем, ҷамъбаст кунем: Гоҳи рӯрӯи ягон ҷисм лағҷидани ҷисми дигар ноҳамворихо ва шахшӯлиҳои сатҳҳои сойишхӯранда дар якдигар дармонда, ҳаракати ҳамдигарро душвор мегардонанд. Аз ҳамин сабаб як ҷисмро рӯрӯи ҷисми дигар танҳо бо қувваи муъайян — бо қувваи қадре бештар аз қувваи сойиш ҳаракат додан мӯяссар мешавад. Маҳз ҳамин қимати қувва *қувваи сойиш* ном гирифтааст. Онро мо дар боло бо F_c ишорат кардем.

Зариби сойиш ба табиъати ҷисмҳои сойишхӯранда ва ҳолати сатҳи онҳо вобаста аст, аммо хурду бузург будани ҷисмҳо ва каму зиёд будани масоҳати сатҳи онҳо ба қимати зариби сойиш асаре надорад.

Роҳи дигари кам кардани сойиш ин аст, ки дар байни сатҳҳои сойишхӯранда *гелакҳо* (подшипникҳо)-и сақочагӣ ё *ғулачагӣ* (рас. 6.34) бигзорем. Ин ҳила сойишро чандин бор кам мекунад, зеро дар ин сурат сойиши лағзиш бо сойиши навъи дигар — бо *сойиши гелиш* бадал мешавад. Ҳамин аст, ки сандуки вазнинро рӯрӯи *ғулачӯбҳо* аз ҷое ба ҷое кӯчондан чандон душвор нест. Истифодаи чарх (чархи мошин, чархи қатора ва ғ.) низ сойишро хеле кам мекунад.

Суду зиёни сойиш. Соёиш падидаи физикии бисе маъмул аст, он қадар маъмул аст, ки ҳам дар роҳ рафтани бозӣ қардан, ҳам дар чана кашидану хат навиштан “иштирок дорад”.

Агар соёиш вучуд наредошт ё кам мебуд, мо озодона роҳ рафта наметавонистем, зеро пойҳомон дар рӯи Замин мелағҷид, он сон, ки рӯрӯи ях қадар задан ё мошин рондан душворихо дорад. Шумо медонед, ки дар ин мавридҳо барои осон шудани роҳгардӣ ё мошинронӣ қисми ба сатҳи роҳ расандан чархҳои мошин ё дучархҳо ба шак-



ли дандонадор месозанд ва ғ., то ки сойиш зиёд шавад. Дар мавридҳои, ки сойиши зиёд зиёновар бошад (гарм шудани чузъҳои сойишхӯрандан мошинҳои механизмҳо, хӯрда шудани онҳо ва ғ.), барои кам кардани сойиш, чунонки дар боло гуфтем, сатҳҳои сойишхӯрандан он чузъҳоро сайқал медиҳанд, равшан мекунанд ё ин ки дар байни он сатҳҳо гелак мегузоранд.

Тарзи дигари кам кардани сойиш байни сатҳҳои сойишхӯранда ба вуҷуд овардани *ҳавоболишт* (ё худ *болишти ҳавой*)

аст. Ин гуна болишт, масалан, дар рӯи релсҳои қаторан истифодакунандан ҳавоболиштҳо ба воситаи олатҳои махсуси ҳаводаманда (компрессорҳо) ба вуҷуд оварда мешавад.



Масъала 1. Чанаи 10-килоиро дар рӯи барф бо чӣ қадар қувва ба ҳаракат даровардан мумкин аст? Зариби сойиши чанаро бо барф 0.14 гиред.

Ҳал. Барои ба ҳаракат даровардани чана зарур аст, ки қувваи ба он таъсиркунанда назар ба қув-

Додаҳо:

$$m = 10 \text{ кг}$$

$$\eta_0 = 0,14$$

$$F_c = ?$$

$$F_c = \eta_0 N$$

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 14Н ба ҳаракат даровардан муяссар мегардад.

Масъала 2. Оё куттии 200-килоиро, ки дар сатҳи бетони хамвор истодааст, бо қувваи 500 Н ба ҳаракат даровардан муяссар мешавад? Зариби сойиши оромиро 0.3 гиред.

Додаҳо:

$$m = 200 \text{ кг}$$

$$F = 500 \text{ Н}$$

$$\eta_0 = 0,3$$

$$F_c = ?$$

кутти ба он вобаста аст, ки қувваи ба кутти таъсиркунанда нисбат ба қувваи сойиш кам аст ё зиёд. Пас, доништан зарур аст, ки дар ин маврид қувваи сойиш чӣ қадар аст. Меёбем онро (бо назардошти ин ки фишори кутти ба таъяти худ $N = mg$ аст):

$$F_c = \eta_p N = \eta_p mg,$$

$$F_c = 0,3 \cdot 200 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 600 \text{ Н}.$$

яъне дар ин маврид қувваи сойиш бештар аз қувваест, ки ба қуттӣ таъсир меоварад. Пас, қуттӣ бо таъсири қувваи 500 Н ба ҳаракат наредарояд.

1. Чӣ қувва аст, ки қизҳои дарҳаракатро аз ҳаракат бозмедорад?

2. Соиш чист?

3. Соиши оромӣ (ё худ соиши истой) чист? соиши лағзӣш чӣ?

4. Қувваи соиш чӣ гуна қувва аст ва кадом сӯ самт дорад?

5. Падидая соиш дар чӣ зоҳир мегардад? Шумо чӣ гуна рӯйдодҳои дигарро медонед, ки дар онҳо соиш зоҳир шавад?

6. Соишро дар чӣ гуна таҷрибаҳо таҳқиқ кардан осон аст?

7. Чӣ гуна бузургии физикиро чен кардан мебошад, ки қувваи соиширо муайян кунем?

8. Қувваи соиш 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 соиши он бо сатҳ чӣ тағйирот мебинад?

10. Мо мегӯем: Ду сатҳи сайқали бо қувваи кам, вале ду сатҳи шахшӯл бо қувваи зиёд соиш мекуранд. Ин гуфт чӣ мазмун дорад?

11. Қувваи фишорӣ амудии ҷисм ба сатҳи таъяғҳо чист?

12. Чӣ зарурат водор месозад, ки мо қувваи соишро кам ё зиёд кунем?

13. Зариби соиш чӣ гуна бузургии физикист ва чиро ифода мекунад?

14. Мо гуфтем, ки соиш бузургии физикии беченак аст. Яъне чӣ?

15. Соиш дар кадоми ин мавридҳо зиёд аст: $\eta_c = 0,3$ ва $\eta_c = 0,4$?

16. Зариби соиш ба табиъати қизҳои соишхӯранда ва ҳолати сатҳи онҳо чӣ бастагӣ дорад?

17. Оё каму зиёд будани масоҳати сатҳи ҷисмҳои соишхӯранда қимати зариби соишро зиёд ё кам мекунад?

18. Соиши гелиш чист?

19. Истифодаи гелакҳо (подшипникҳо)-и сақочагӣ ва ғулачагӣ соишро кам мекунад ё зиёд?

20. Шумо дар боран зарурати истифода кардани ҳавоболиштҳо ё худ "болиштҳои ҳавоӣ" чӣ гуфта метавонед? Ҳавоболишт чӣ вазифа дорад?

Ду супориш

1. Мошин агар тормоз дода шавад, чархҳо аз чархидан бозмемонанд ва рӯрӯи Замин мелағжанд. Дар ин маврид соиш чӣ тағйирот мебинад? кадом навъи соиш ба кадом навъи он бадал мешавад? Дар боран тағйироти қувваи соиш дар ин маврид чӣ гуфта мумкин аст?

(Посуҳи ҳатти омода созад, фикри худро бо далел баён кунад).

2. Матии мавзӯҳои §6.8 ва §6.9-ро дар шакли сӯҳбати худ бо ягон хонанда дигар ё ба шакли сӯҳбати муъаллиму хонанда таҳия кунед.

Китобҳои истифодашуда

- Абулқосими Фирдавӣ "Шоҳнома". — Душанбе, "Адиб", 1987.
- С. Қодирӣ "Луғати русӣ-тоҷикӣ истилоҳоти физика". Дар таҳрири М. Осимӣ (Барои хонадағони омӯзгорони мактабҳои миёна ва дохилшавандағони мактабҳои оля). 464саҳ. — Душанбе, "Маориф", 1985.
- В.И. Лукашик "Қитоби масъалаҳои физика". (Барои хонадағони синфҳои 7-8 мактаби миёна). Тарҷуман 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 хонадағони мактаби миёна).
- А.В. Перышкин, Н.А. Родина "Физика, 7". — Москва, АО "Московские учебники", "Просвещение", 1997.
- М.М. Балашов "Физика, 7". — Москва, нашриёти "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.

Фехристи номҳо ва мафҳумҳо

Абурайҳони Беруӣ	18,25,71,77,84	воҳиди дарозӣ	27, 28
авҷнамо	207	— қор	235
амуд, хати амуд	154, 275	— нуҷумӣ	35
андозагир	27, 42	— суръат	107
андозаи бузургии физикӣ	31	— таъон	238
анероид	202, 207	— фишор	167
Арасту	10,19,120,124,142,233	— ҳарорат	28
Ареометр (моғсанҷ)	221	— шитоб	117
Архимед (Архимед)	215	воҳидҳои асосӣ	28
атмосфер (атм)	203	— бунёнӣ	28
атом	9,78, 275	— гайриманзумӣ	35
баландсанҷ	207	— қаратӣ	32
барометр (ҳавосанҷ)	202,207	— ҳосилавӣ	28
бароянди қувваҳо	136	газ (модда)	90
барқа	276	газ (ченаки дарозӣ)	27
бевазӣ	159,163	гази ҳаёли (гази идеали)	90
бефаъолият	60, 120, 276, 277	Галилей Г.	20,76,86,121,123,143-145
бузургии физикӣ (қамийятҳои физикӣ)	26	гармобин (термоскоп)	123
— векторӣ (бузургии бурдорӣ)	104	гаштовари қувва (моменти қувва)	246
— скалярӣ	104	градуси ҳарорат (дарачаи ҳарорат)	87
бурдор (вектор)	104	гаргарасилк	262
вазӣи ҳисм	161,168	дарачабандӣ к-и ас-юби санҷиш	152
вектор (бурдор)	133	дарача (градус)-и ҳарорат	87
вектори нағичавӣ	134	дарозии хати истиқво	47
		дәррафт (диффуз)	81

Демокрит 8, 78

дина (дин) 130
"Ефтам!, Ефтаа...ам!" 219
зарфияти кишти 228
зарфҳои пайваста 177
зидвазӣ 162

Ибли Сиво 18, 20

инерсия (*бефаъолият*) 60, 125, 277
истиво, хаги истиво 47
камийлатҳои физикӣ 26
келвин (*K*) 28, 87
килограм (*кг*) 28, 41, 61
килограм-қувва (*кгк*) 164
кинематика 97
киҶи қувва 245
констант (*const*) 156
қора механикӣ 235
– нура 263
– умумӣ 263
қураи Паскал 174
қусуф (ғирифти Хуршед) 25, 277
қўчиш 97, 103
қимати бузургии физикӣ 31
қондаи мувозипахлу 135
"қондаи тиллоии механика" 254
қонуни Архимед 215
– бефаъолият (қонуни инерсия) 123
– дуҷоми Нютон 129
– мувозинати ғашанг 249
– Паскал 173, 188, 191
– Хук 150
– якуми Нютон 123, 125
– ҷозоба 141
қувва 14, 120, 128
қувваи архимедӣ (қувваи Архимед) 215
– болобурд 231
– вазнинӣ 148, 153
– воқуниш 161
– ломиса 86
– натиҷавӣ 136
– сояниш 265, 266, 269
фишор 168
фишори амудӣ 268
фишори моеъ 178, 185

– чандиря 150
қуввасанҷ (динамометр) 149, 152
манганиаи обӣ (пресси гидравликӣ) 192
Манзумаи байналмилалии воҳидҳо (*SI*) 28, 41, 277
– воҳидҳои СГС 130
– метрии паймонаҳо 28, 41
масири ҳаракат 97, 102
масса (қирм) 57
массаи ҷозибавӣ 60
– шасти 60
метр (*м*) 28, 41, 41
механизмҳои сода 248
"микдори модда" 57, 58, 63
микёси мутлақи ҳарорат 87
– Селсий 87
милаларғор (штангенпарғор) 39, 44
миллиметри сутунҷаи симобӣ (*ммHg*) 200, 202
моеъсанҷ (ареометр) 221
моеъҳо 90, 91
молекула 9, 14, 78
мошинҳои гидравликӣ 191
навишти стандартӣ 33
навори дарозсанҷӣ 44
намун (модел) 23, 90
нитора (график)-и роҳ 114
– суръат 114
нисбияти ҳаракат 97
нишастии кишти 228

Нютон И. 57, 123, 129, 140, 141, ...
нютон (*N*, воҳид) 130, 278
нютон-метр (*N·м*) 246, 279
нуқтаи гузориши қувва 131, 245,
– модди 97, 98, 279
– таъсири қувва 131, 245
– сегонаи об 279
обдула 193
оби софӣ 193
обтарозу 181
обҳати кишти 228
падидаҳои гармоӣ 11, 85
палет 51
парадокси гидростатикӣ 188

Паскал Б. 269

паскал (Па, вохид) 167
подиспаст 262
пресси хидр-кп (манганин обл) 192
резанч (микрометр) 43, 45
рулет 42
самтурраб 47
санча (эталон) 27, 28
санчаи давлати 28
санчиши бавосита 31
– бевосита 31
– вақт 58
– масоҳат 49
– ҳаҷм 45
сатилчаи Архимед 217
сатҳи озоди моеъ 181
сахтии фанар [пружин] 151
системаи сархисоб (созғони
сархисоб) 97, 98
собити ҷозоба 141, 158
сойиш б. 121, 265
сойиши оромш 265
соли кабиса 72
– табиъи 71
сония (с) 28, 70
сониясанч 31, 74
суди механизмҳо 264
суръат 97, 106
суръати кҷиши 111
– лаҳзагӣ (суръати онп) 108
– масирӣ 111
– миёна 111
– онп (суръати лаҳзагӣ) 108
тавон 234, 238
тавоии асп (г. а.) 239
газӣики пластикӣ 150
– ҷандир 150
тавокузи гидростатикӣ (парадоксӣ
гидростатикӣ) 188
тарози обл 185
таъсири мутақобил (ҳамтаъсирот)
58, 88, 128, 129
таҷрибаи Паскал 188
– Торричелли 200
Торричелли Е. 200
торр (вохид) 203

тулумба (пасос) 208
унсури кимиёи 14, 281
фишоргузаронии моеъҳо 173
фишори атмосферӣ 197, 206
– газ 170
– моеъ 178
– муътадил 201, 206
– гидростатикӣ 180
формулаи роҳ 110
– суръат 106
– фишор 141, 167
Хайём 123
хати таъсири қувва 245, 250
хатоҳои мутлақ ва нисбӣ 38
– санчиш 32
хусуф (гирифтӣ Моҳ) 25, 38
хавосанч (ҷавсанч) 202
ҳамвории мойил 255
ҳамтаъсирот 58, 88, 120, 188, 280
ҳаракати брауни 83, 84
– гайриякнавохт 116
– дойиравл [даваронп] 102
– механикӣ 96, 235
– ростхатта 102
– ростхаттаи якнавохт 105, 107
– собитшитоб 118, 145
– шитобдор 116
– якнавохт [муназзам] 105
ҳарорат 85
ҳарорати мутлақ (ҳарор. Келвин) 88
ҳароратсанч (гармосанч) 86
ҳастаи атом 9,
хиссавохидҳо 32
ҷарҳи данг 73
ҷенҷӯб 42
ҷавсанч (хавосанч) 202
ҷариб (гектар)(ҷ) 50
ҷирм (масса) 57
ҷирми ҷозиб 60
ҷисмҳои аморфӣ 92-93
ҷозоба 15, 118
ҷоул (Ҷ) 234, 235
шитоб 97, 116
шитоби афтиши озодона 142
шитоби манфӣ 118
энергия (энерҷӣ) 234

Дар ҳолати табиғии А. барқаҳон мусбату манфии он ҳамчени яқдигаранд, яъне ҳосили ҷамъи барқаҳон мусбату манфия баробари сифр аст. Аз ин ру ба яқин метавон гуфт, ки А. дар ҳолати табиғӣ (ҳолати асосӣ) ҷамъан хунсо (яъне бебарка, безаряд) аст, яъне баркаи сифрии дорад.

Барқа, бори электрии (электрическӣ) заряд; *electric charge*, заряди электрии — инабаъи аслии *майдони электромагнитӣ*. Бори электрии он гуна ҳосияти зарраҳо ва ҷисмҳои барқаманд аст, ки ҳамтаъсири онҳо бо майдони электромагнитӣ табиғӣ мек-д.

Б. ду навъ аст — мусбат ва манфия. Б.-ҳои яқаломат, мас., ду зарраи дорон Б.-и мусбат ё ду зарраи манфибарка аз яқд. тела мехӯранд, вале ду Б.-и гуногуналومات, мас. як зарраи мусбатбарка ва як зарраи манфибарка ҳамд.-ро ҷазб мек-нд.

Б.-и ин ё он ҷисм ба ҷамъи алҷабрия (ҷамъи алгебралӣ)-и Б.-ҳои ҳама зарраҳои таркиби ҷисм баробар аст.

бароянди қувваҳо, қувваи натиҷавӣ (результатирующая сила; *resultant force, composite force*) — қувваи баробар ба ҷамъи векторӣ (ҷамъи бурдорӣ)-и ҳама қувваҳои ба ҷисм асаркунанда.

бефаъолияти, *затолат, шаст, ҷабр ё инерсия* (инерция; *inertia*) (дар механика) — ҳосияти ҳаракатнигаҳдорандагӣ ё оромиинигаҳдорандагӣи ҷисм: ҳар гуна ҷисм дар сурати ба он асар надоштани қувваҳои беруна (ё дар мавриди мутақобилан мувозинат ш-и онҳо) ҳолати оромӣ ё ҳаракати яқнавохти ростхаттаи худро нисбат ба *созғони шастини (сар)ҳисоб* нигоҳ медорад.

Дар сурати ба ҷисми қарор таъсир овардани як ё ҷанд қувваи беруна Б. дар он зоҳир мегардад, ки ҷисм ҳаракати худро на яқбора, балки тадриҷан, яъне оҳиста-оҳиста тағйир ме-

диҳад ва ҳарк. ки ҷирм (масса)-и ҷисм зиёд бошад, ҳаракати он ҳамон қадар оҳистатар тағйир меназирад. Дар ин маврид мегӯянд, ки **ҷирми ҷисм меъёри Б.-и он аст.**

гази карбонат, оксиди карбон (IV) (*диокси́д углерода, углекислый газ; carbon dioxide, carbon-acid gas*), CO₂ — гази беранги андаке гурушбӯй ва гуруштаъм; гоҳи ба пуррагӣ сӯхтани ангишт ҷун маҳсули оксидшудани карбон ба вучуд меояд. Як литр Г.к. ҷирм (масса)-и 1,98г дорад. Маҳсулоти гази сӯхти карбон то 10-16% Г.к. дошта мет-д. Рустаниҳо дар ҷараёни фотосинтез (фотохамшуд) Г.к.-ро фурӯ мебаранд ва онро “ҳазм қарда”, оксиген ҳориҷ мегардонанд, ки моддан ҳаётан муҳим аст. Одамону ҳайвонот бар ҳилофи рустаниҳо ҳангоми нафас гирифтани Г.к. “ҳориҷ мегардонанд” (ниг. *Яхи хушк*).

гаштовари қувва, моменти қувва (момент силы; *moment of force*), М — *бузургии физикии*, ки қобилияти ҷисмгардишидиҳандагӣ ё худ ҳосияти гаштовари қувваро (дар сурати ба ҷисми саҳт таъсир овардани он қувва) иф. мек-д.

дарачабандӣ қардани асбоби санҷиш (*градуйровка; graduation, calibration*) — мутабиқ гардонидани нишондоди асбоби санҷиш ба санҷаҳо (эталонҳо) а-и бузургии физикии ҷеншаванда.

даррафтг моддаҳо ба яқдигар (*диффузия; diffusion*, аз лот. *diffusio* — торӣш, густарӣш) — наъидан худбахуд ба ҳамд. даррафтган, яъне ворид ш-и ду моддае, ки дар ҳоли баҳамрасида қарор доранд. Тафсилюти бештар дар §2-3 омадааст.

дина (*дина; dyne*) (дин; див; *dyb*) — воҳиди қувва дар *Манзуман воҳидҳои СИ*. 1 дин қувваест, ки ҷисми

дорон чирми 1г-ро шитоби 1 см/с² мебахшад, яъне

1дин = 1 г/см/с² = 10⁻⁵ Н (*нйутой*).

Кайҳон, Койинот (Вселенная; Universe) – фазои Койинот бо тамоми ҷизҳои фароғирифтааш (ситораҳо, сайёраҳо, галаахтарҳо, гарду ҷанги кайҳонӣ ва ғ.). Мафҳумҳои **К.-и дур** (ба маънои олами ситораҳову галаахтарҳо) ва **К.-и наздик** (ба маънои фазои наздизаминӣ) ва инч номҳои **ге-тӣ, дунё, олам, ҷаҳон, олами вучуд, қавну мақон** низ ист меш-нд.

қусуф, гирифтӣ Офтоб (затмение Солнца; solar eclipse) – падидаи дар назари мушоҳидаи заминӣ пурра ё қисман ноаён гаштани Офтоб д.н.-и паноҳ ш-и он дар паси Моҳ. Муддати К.-и пурра ~7,5 дақ аст (сояи Моҳ дар рӯи Замин аз Ғарб сӯи Шарқ бо суръати тақр. 1 км/с ҳаракат мек-д). Тули К.-и ҷузъӣ то ба 2 ст расида мет-д. Боз ниг. *Хусуф*.

қимати ҳақиқӣ бузургии физикӣ (истинное значение; true value) – он гуна қимати бузургии физикӣ, ки ҳосияти таҳқиқшавандан он бузургиро тавсифи ба ҳақиқат наздиктарин ме-диҳад.

қонунӣ бефаъолиятӣ, қонунӣ инерсия (заков инерции; law of inertia) – истилоҳи ҳамаарзи **қонунӣ яқуми Нйу-тон** Мувофиқи ин қонун ҳар гуна ҷисм дар ҳоли оромӣ ё ҳаракати яқ-навохти ростхатта то даме буда мет-д, ки бо таъсири ҷисмҳои дигар ба тарқ к-и ин ҳолат водошта нашавад. Боз ниг. §4.1

майдони электромагнитӣ (электромагнитное поле; electromagnetic field) – наъви махсуси *хайуло*, ки *зарраҳои барқаманд* ба вос. он бо ҳамд. таъсир мерасонанд.

Манзумаи байналмилалӣ ВОХИДҲО (Международная система еди-

ниц; International system of units) (МБВ; СИ; SI) – манзумаи барои ҳама соҳаҳои илму таълим ва хоҷагии халқ умумии воҳидҳои **бузургҳои физикӣ**. Аз ҳафт воҳиди асосӣ (**метр, килограмм, сония, мол, келвин, шамъ ва ампер**), ду воҳиди иловагӣ (**радиан** ва **стерадиан**) ва адади зиёди воҳидҳои ҳосиллаш иб. аст. МБВ дар мамлақати мо аз 1 янв. 1980 ҷорӣ ш-т. Боз ниг. §1.8.

Манзумаи воҳидҳои бузургҳои физикӣ (система единиц; system of units) – маҷмӯи **воҳидҳои асосӣ** ва **воҳидҳои ҳосиллаш**, ки дар заминҳои қондаҳои муъайян бунёд шудаанд. Дар таъйини воҳидҳои М.в. таносубҳои ифодақунандаи ҳамбастагии бузургҳои физикӣ бо тартибе ист. меш-нд, ки ҳар як ифодаи оянда танҳо як бузургии физикӣро навро дарбар дошта бошад, то ки воҳиди нав ба вос. маҷмӯи воҳидҳои пешина ё воҳидҳои асосии М.в. баён шавад.

Манзумаи воҳидҳои СГС (СГС система единиц; cgs system of units) – манзумаи воҳидҳои, ки дар он ба сифати воҳидҳои асосӣ см-г-с (сантиметр-грамм-сония) омадаанд.

Манзумаи Офтоб, манзумаи Хуршед (Солнечная система; Solar system) – манзумаи иборат аз ҷирмҳои осмоние (Офтоб, сайёраҳо, радиҳои онҳо, ситораҳои дундору шихобсангҳо ва гарди кайҳонӣ), ки дар дойири пурқозилан Офтоб дарҳаракатанд. Пажӯҳиши мақоми М.О. бо номи ризидони Хинд **Арӣабхата** (476-499), хирадманди тоҷик **Абӯрайҳони Берунӣ** (973-1048), осмоншиносии лаҳистонӣ **Николай Коперник** (1473-1543) ва диг. алоқ. аст.

масир ҳаракат (траектория; trajectory) – роҳи рафтӣ ҷисм. М. ҳара-

кат ҳатест, ки онро **чисм** (*нуктаи модда*) хангоми ҳаракат к (*нисбат ба соғони сарҳисоби истифодашаванда*) мепаймояд. Дар сурати рост будани ин ҳат ҳаракатро *ҳаракати ростхатта* мегӯянд, дар мавр. қач будани роҳ — *ҳаракати қачхатта*. Нути акрабаки собат М.-и гирдхатта дорад; М.-и мошин рост, гирд ё қачмоқчак буда мет-д.

МБВ — сархарфҳои ҷидаи номи *Манумаи байналмилалӣ воҳидҳо* (SI).

Механика (механика; mechanics — санъати мошинсозӣ, аз *юн* *mechanics* — санъати мошинсозӣ) — назарияи физикӣи бунёдие, ки қонуниятҳои қўчиши фазоии ҷисмҳо ва ҳамтаъсиротӣ дар ин мавридҳо рӯйдихандаро меомӯзад. Вазифаи асосии М. иб. аст аз муъайяни к-и мавқеи фазоии ҷисми дарҳаракат нисбат ба ҷисмҳои атроф барои лиҳзаи дилхоҳи вақт. М. имк. мед-д, ки падилаҳои дар нуктаҳои гуногуни фазо, мас., ҳодисаҳои дур аз кураи Замин рӯйдиханда чун *қусуф* ва *ҳусуф* пешгӯӣ карда шаванд.

Механикаи классикӣ (классическая механика; classical mechanics) — фасла аз фаслҳои *механика*, ки ҳаракати ҷисмҳои наҷандон хурдро (онҳоро **Ҷисмҳои макроскопӣ** мегӯянд) дар сурати назар ба суръати рӯшноӣ —

300 000 км/с.

хеле паст будани суръати ҳаракатшон мепажӯҳад. Ҳамин аст, ки М.к.-ро **механикаи Нютон** низ мегӯянд.

Микёси асбоби санҷиш (*шкала*; scale) — ҷузъе, мас., сафҳае дар асбоби санҷиш ин ё он бузургии физикӣ, ки дар рӯи он ҳаҷаҳову рақамҳои ишондихандаи бузургии ченшаванда сабт шудаанд.

Молекула (молекула; molecule, аз лот. *molecula* — ҷирм, масса ва наъванди хурдсози *сала*, яъне ҷирмча, массаҷа) хурдтарин заррае аз модда, ки дорони ҳу-

сусиятҳои кимиёвӣи он модда аст. М. аз атомҳои иб. аст. Як М. ду, се ё чанд (то садҳо ҳазор) атом дошта метавонад. М.-ҳои яқатома низ вуҷуд доранд — атомҳои алюмин, тилло ва ғ.

Натиҷаи санҷиш (результат определения, результат испытания; test data) — қимате барои ин ё он *бузургии физикӣ*, ки д.н.-и таҷриба ҳосил мешавад. Онро *натиҷаи таҷриба* низ мегӯянд.

Нейтрон (вожаи ингл. neutron, аз лот. *neuter* — на ину на он) — яке аз ду зарраи таркибдихандаи *ҳастаҳои атомӣ*, *барқа* надорад (хувсо аст); ҷирмаш (массааш) назар ба ҷирми протон ба микдори 2,5 ҷирми электрон бештар аст. Н. андаруни ҳастаи атом устувор аст, аммо дар ҳолати озод танҳо 16 *дақ* умр дорад.

нигорани роҳ (график пути; path-time diagram) — хати ифодакунандаи вобастагии дарозии роҳи тайшуда ба муддати раҳпаймоӣ.

Нйутон (ньютон; newton, ба ифтихори олими машҳури инглис Исаак Нйутон) (Н; Н; N) — воҳиди қувва ва дар **МБВ** (SI). 1Н қувваест, ки ҷисми дорони ҷирми 1кг-ро шитоби 1м/с² мебахшад. 1Н=10⁵ дин (*дина*).

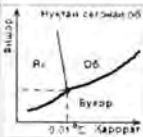
Нйутон-метр (ньютон-метр; newton-meter) (Н·м; Н·м; N·m) — воҳиди **гаштовари қувва** (ё худ моменти қувва) ва **гаштовари ҷуфти қувва** — ҳо дар **МБВ** 1Н·м гаштовари қувваи 1Н нисбат ба нуктаест, ки он аз хати таъсири қувва 1м дурӣ дорад. Н·м бо *дина* (дин) ҷуний нисбат дорад: 1Н·м=10⁷ дин·см.

Нуктаи моддӣ (материальная точка; material point, mass point) — мафҳуме, ки дар *механикаи классикӣ* ба маънои **ҷирми нуктагӣ**, **нуктаи ҷирмдор** (нуктаи массадор) ё **ҷирми сифрӣпаздоа** ист. мет-д.

яъне Н.и. чиест, ки андозаҳои онро дар шароити мувофиқашаванда ба назар нагирифтаан мумкин аст.

нуктаи сарҳисоб, нуктаи сари ҳисоб (точка отсчета; reference point) — нуктае дар *ҷиҳи сарҳисоб*, ки ба сифати сари координатҳо пазируфта меш-д.

нуктаи сегонаи об (тройная точка; triple point) — нуктае, ки дар он ҳарсе *ҳолати воғардиш* (ҳолати агрегатӣ)-и об, яъне ях, об ва бухори он дар ҳоли мувозинат қарор доранд. Ба ибтидоӣ, Н.с.-и об нуктаест, ки дар он об дар як вақт дар ҳолатҳои сахт, моеъ ва бухор мувозинат дорад. Ин маврид танҳо дар қиматҳои муъайяни ҳарорату фишор имконпазир аст. Ҳарорати мутобиқ ба Н.с.-и об $0,01^\circ\text{C}$ ё $273,16\text{ K}$ аст, яъне ин нукта болотар аз нуктаи ях-басти об $= 0^\circ\text{C}$ ($= 273,15\text{ K}$) воқеъ



аст. Фишори соғзор барои Н.с. тақриб $6,1\text{ хПа}$ (ё $4,58\text{ ммHg}$) аст.

ПАЛЕТ (палет, аз фар. *palette* — *лаҳҷа*; plate) — олати санҷиши масоҳат. Ниг. §1.15.

ПАСКАЛ (паскаль; pascal, ба исми Б. Паскал, 1623-62) (Па; Па.Ра) — воҳиди фишор. 1 Па фишори қувваи 1 Н аст бар масоҳати 1 м^2 , яъне

$$1\text{ Па} = 1\text{ Нм}^{-2} = 0,0075\text{ ммHg}.$$

ПРОТОН (протон; proton, аз юн. protos — нахустин) — яке аз ду (дар баробари *нейтрон*) зарраи таркибидиҳандаи *ҳастаҳои атомӣ*, ки соҳиби *барқии* мусбати ҳамчун барқии электрон аст ва ҷирм (масса) и баробар ба $1836,1$ ҷирми *электрон* ё ин ки $1,67 \times 10^{-24}\text{ г}$ дорад. П. ҳам андаруни ҳаста устувор аст ҳам дар ҳоли озод. Лек ба яқини

паҷӯҳандагони олами зарраҳо умри П. бепоён нест, балки на камтар аз 6×10^{31} сол аст. П. ва нейтрон дар шароити муъайяни ба яқд. табдил ёфта мет-нд.

САМТУРРАЪС (зеият; zenith — ҳамма аз калимаи арабии "самт") — нуктае дар гунбади Осмон, ки дар болои сари мушоҳид воқеъ аст, нуктаест, ки хати ростӣ аз ҷои мушоҳида амудан боло раванашуда аз он мегузарад. Нуктаи муқобили С. низ номи маҳсул дорад — онро **самтудқадаи** мегуянд.

САҶЧА (стандарт, эталон; standard, etalon) — олат, асбоб ё ягон воҳиди диг., ки барои таҷдид ва нигоҳдорӣ к-и ин ё он воҳиди бузургҳои физикӣ ист. меш-д. С.-и дар ин ё он мамлакат ба сифати намунаи аввалия пазируфташуда **С.-и давлатӣ** (ё **стандарти давлатӣ**) ном дорад.

САҶИ БАҲР (уровень моря; sea level, level of sea) — маъқеби саҷи озоди Укёнуси ҷаҳонӣ. С.б. ҳамеша "мекушад", ки нисбат ба самти **қувваи натиҷавии** ҳамма қувваҳои ба оби баҳр таъсироваранда ҳолати амудӣ бигирад. Мафҳуми С.б. барои иф. к-и баландии кӯҳҳо ва қиёс к-и баландии мавзъҳои гуногуни рӯи Замин ист. меш-д.

СИСТЕМАИ САРҲИСОБ — ниг. *Созғони (сар)ҳисоб*.

СИФРИ МУТЛАҚИ ҲАРОРАТ (абсолютный нуль; absolute zero) — нуктаи сари ҳисоби *ҳарорати мутлақ*, ки $273,16^\circ\text{C}$ поён аз нуктаи сегонаи об ($0,01^\circ\text{C}$) ҷой гирифтааст. Боз ниг. *Ҳарорати термодинамикӣ*.

СОЗҶОНИ (САР)ҲИСОБ, системаи сарҳисоб (система отсчета; frame of reference, reference frame) — *ҷиҳи сарҳисоб* якҷо бо созғони бо он алоқаманди сарҳисоб ва асбоби сан

чиши вақт.

СОЗГОНИ ШАСТИИ (сар)ҲИСОБ

системаи шастии сарҳисоб (*инерциальная система отсчета; inertial coordinate system*) — *созғони сарҳисобе*, ки дар он *қонуни бэфальолияти* рӯяи меш-д. Ин таъриф он гуна маънӣ дорад, ки агар ҷисм (*нуқтаи модда*) аз асарӣ қувваҳои беруни эмин бошад, дар ҳоли оромииш будан мегирад ё ин ки ҳаракати ростхаттаи якнавохти худро беист идома медиҳад. Қонунҳои физики дар ҳамин ин гуна созғонҳо ҳамон як навъ ҷараён мегиранд ё, ҷ-ки мегӯянд, ки ҳама С.ш.с.-ҳо баробарҳуқуқанд. Ҳарг. созғони сарҳисобе, ки нисбат ба С.ш.с. пеш меравад ва ҳаракати ростхаттаи якнавохт мекунад, худ С.ш.с. мебошад.

УНСУРИ КИМИЁИ (*химический элемент; chemical element*)

— маҷмуи *атомҳо*, ки ҳастаҳоишон *барқан* баробар доранд. Адади У.к.-и маълум ҳоло ба 109 расидааст — аз инҳо 17-и охир ба тараф суғий ҳосил карда шудаанд. 99,92%-и ҷирми Замин аз оксиген (туришизо), силисий, алюмин, оҳан, мис, натрий, калий, магний, титан ва манган иб. аст.

УФУҚ (*горизонт; horizon*)

— хати қаче, ки қисми намоёни сатҳи Заминро маҳдуд мегардонад. Дар забони ом “У.” гуфта, қанори Осмон, яъне ҷеоро мефаҳманд, ки “Осмон ба Замин мерасад”.

ФАРЗИЯ, қазияи фарзӣ (*гипотеза; hypothesis*)

— пурсише, ки барои дарёфти ҳақиқат дар пешни табиъат гузошта мешавад.

ҲАТИ ИСТИВО, ИСТИВО (*экватор; equator*;

аз лот. баъд — баробарқувваанда) — хати бурриши сатҳи Замин бо ҳамворие, ки амудан ба меҳвари гардиши Замин воқеъ гардидааст ва аз маркази Замин мегузарад. Ҳ.и. қураи За-

минро ду ним мек-д (нимқураҳои шимолӣ ва ҷанубӣ). Ҳ.и. сари ҳисоби арзи ҷуғрофия аст.

ХУСУФ, ГИРИФТИ МОҲ (*зат-*

менше Луны; lunae еспре) — падидаи дар назари мушоҳидаи заминӣ пурра ё қисман ноаён ш-и Моҳ хангоми дар сояи Замин воқеъ гардидаи он. Соле як ё ду, аммо на бештар аз се Ҳ. рӯй дода мет-д. Тавре ҳам меш-д, ки дар муддати як сол ягон Ҳ. рӯй надиҳад. Ниг. *Кусуф*

ҲАЙУЛО, материя (*материя; mat-*

ter) — мақулаи фалсафӣ (категорияи фалсафӣ) барои ифодаи к-и воқеъоти айнине, ки новобаста ба шуури мо вучуд дорад ва дар он инъикос меш-д. Ҳ. ҳамаи он ҷизест, ки тамоми фазоро ишғол кардааст. Буди Ҳ.-ро мо ба вас. эҳсосоти худ дарк мекунем.

ҲАМТАЪСИРОТ, ТАЪСИР(ОТ)И

МУТАКОБИЛ (*взаимодействие; interac-*
tion) — таъсири ҳолаттағйирдиҳандаи ҷисмҳо (зарраҳо) ба якд. Ҳангоми ки бори сари фанар (пружин) и овезон фанарро поён кашада, онро меёзонад, мегӯянд, ки фанар ва бор таъсири мутақобил мек-нд.

ҲАРАКАТИ ЯКНАВОХТ (*равно-*

мерное движение; uniform motion) — ҳаракате, ки ҷисм дар он дар фосилаҳои баробари вақт масофаҳои баробарро мепаймояд.

ҲАРОРАТИ МУТЛАҚ (*абсолютная*

температура; absolute temperature) — номи пешини *ҳарорати термодинамикӣ*. Мафҳуми “Ҳ.м.”-ро с. 1848 У. Томсон (Лорд Келвин) ба майдони ист. овардааст.

ҲАРОРАТИ ТЕРМОДИНАМИКӢ

(*термодинамическая температура; thermodynamic temperature*) — ҳарорате, ки ҳисобаш аз *сфери мутлақ*и ҳарорат сар мешавад. Номи пешини

Ҳ.т. ҳарорати мутлақ буд. Воҳиди **Ҳ.т.** (ба ифт. олимӣ ингл. Лорд Келвин) *кельвин* номида ш-т ва яке аз ҳафт воҳиди асосии *Манзуман байналмилалӣи воҳидҳо* (SI) мебошад. Ин воҳид бо ҳарфи **К** ишорат меш-д ва ҳамчунӣ як *градуси Селсий* аст, яъне $1\text{К} = 1\text{ }^\circ\text{C}$. Ҳарорати баробар ба 0 К сарӣ ҳисоби ҳарорат (яъне сифри мутлақ) аст.

Қиматҳои **Ҳ.т.** (яъне **Ҳ.м.**) бо қиматҳои (**t**), ки дар *миқёси Селсий* ба қор меравад, чунин алоқ-ди доранд:

$$T(\text{бо К}) = t(\text{бо } ^\circ\text{C}) + 273,15.$$

Пас, фаҳмоғ, ки ҳарорати 0 К ба ҳарорати $-273,15^\circ\text{C}$ мутобиқ аст.

Ҳастай атом (атомное ядро, ядро атома; atomic nucleus) – қисми марказии атом, мағзи атом, ки қариб тамоми қирм (масса)-и онро дарбар дорад. Ҳастаҳои атомӣ аз *протонҳо* ва *нейтронҳо* ном зарраҳо иборатанд ва ба сабаби мусбатбарқӣ будани протонҳо барқан мусбат доранд. Андозаи **Ҳ.а.** тақр. 10^{-13} см аст. Модалӣ ҳастай зичӣ бағоят зиёд (10^{14} г/см^3) дорад.

Ҳолатҳои воғардиши модалӣ

Ҳолатҳои воғардиши модалӣ (агрегатные состояния вещества, aggregation states of matter) – ҳолатҳои ҳамон як модалӣ (мас., об), ки ҳангоми аз яқеи онҳо ба дигараш гузаштани модалӣ энергияи озод, зичӣ ва ҳосиятҳои дигари физикии он модалӣ ҳақиқосон тағйир меёбанд.

Ҷирмҳои осмонӣ (небесные тела; celestial bodies) – сайёраҳо, ситораҳо, ситораҳои думдор, шйҳобсангҳо ва ҳама қисмҳои дигари *Койнот*.

Ҷисми сарҳисоб, ҷисми сарӣ ҳисоб (тело отчёта; reading body) – ҷисме, ки ҳаракат нисбат ба он муо-йина меш-д.

Ҷоул (джоуль; joule, ба исми олимӣ ингл. Чеймс Ҷоул, 1818-89)(Ҷ; Дж; J) –

воҳиди қор. энергия (энерҗи) ва миқдори гармо дар *Манзуман байналмилалӣи воҳидҳо* (SI).

шаройити муътадил (нормальные условия; standard [sea-level] conditions) – шаройити физикии мутобиқ ба ҳарорати $0\text{ }^\circ\text{C}$ (яъне $273,15\text{ К}$) ва фишори 101325 Па ё 760 ммHg .

Шоқул (отвес; plumb line) – со-датарияи олати санҷиши амудият. Ш. маъмулан бори қандгиромеғ, ки дар сарӣ ресмони бориқи овезон баста меш-д ва (дар асарӣ қувваи вазнинӣ) ресмонро дар вазии амудӣ (сӯи поён) қашада медорад.

электрон (юн. *electron* қаҳраб) – зарраи бунёди бо қирм (масса)-и $9 \times 10^{-28}\text{ г}$ (ё $1/1836,1$ ҳиссаи қирми *протон*) ва барқан манфии баро-бар ба $1,6 \times 10^{-19}\text{ Кл}$ (*кулон*).

Умри Э. бепоён аст. Э.-ҳо дар баробари протонҳо ва нейтронҳо зарраҳои таркибидиҳандаи *атомҳо* мебошанд. Адади Э.-ҳои ҳар атом дар ҳолати табиъӣ ҳамчунӣ адади протонҳои таркиби ҳастаи он (атом) аст.

Эрг (эрг; erg, аз юн. ergon – қор) – воҳиди қор. энергия (энерҗи) ва миқдори гармо дар манзумаи воҳидҳои СГС. Ишораташ: эрг; эрг; erg. Э. бо воҳиди асосии қор, яъне *ҷоул* чунин нисбат дорад:

$$1\text{ эрг} = 10^{-7}\text{ Ҷ.}$$

"Яҳи хушк" ("сухой лёд"; "dry ice") – дуоксиди сахтлудани қарбон CO_2 ; д.н.-и дар фишори муътадил то ҳарорати қариб $-78,5\text{ }^\circ\text{C}$ сард қ-и дуоксиди қарбон (яъне ҳамон қазӣ қарбонат CO_2) ҳосил меш-д – дар ин мағрид CO_2 ҳолати моеъгиро "аз сар нагузаронида", яқбора сахт мешавад. Номаш – "Я.х." аз ҳамин ҷо пайдо шулааст.

Мундариҷа

Боби I. Табиъат. Инсон. Табиъатшиносии

§1.1. Табиъат ва инсон	5
§1.2. Табиъатшиносии	6
§1.3. Физика бунёди табиъатшиносии мебошад	10
§1.4. Чисм. Модда. Майдон. Ҳайуло	11
§1.5. Мушохида – мулоҳиза – таҷриба... ..	15
§1.6. Таҷриба меёри ҳақиқат аст	20
§1.7*. Назарияҳо ва қонунҳои физики	23
§1.8. Бузургҳои физики (камийятҳои физики)	26
§1.9. Санҷиши бузургҳои физики	29
§1.10. Сабти натиҷаҳои санҷиш. Вохидҳои каратя ва ҳиссавахидҳо	32
§1.11. Хатҳои санҷиши бузургҳои физики	36
§1.12. Хатҳои мутлақ ва нисбӣ	38
§1.13. Санҷиши дарозӣҳо ва масофаҳо	41
Чен кардани гафсии чизҳои борик ва тунук ба воситаи милапартор	44
Чен кардани гафсии чизҳои борик ва тунук ба воситаи резсанҷ	45
§1.14*. Ёфти дарозии хати истиво	47
§1.15. Санҷиши масоҳат	49
§1.16. Санҷиши ҳаҷм	53
§1.17. Масса (ҷирм) ва санҷиши он	57
§1.18. Зичии модда	63
§1.19. Ҳисоби масса (ҷирм) ва ҳаҷм аз рӯи зичӣ	67
§1.20. Санҷиши вақт	69

Боби II. Маълумоти аввалия дар бораи сохти моддаҳо

§2.1. Молекулаҳо	78
§2.2. Шарҳи падидаҳои физики дар заминаи сохти молекулии моддаҳо	80
§2.3. Даррафти моддаҳо ба ҳамдигар	81
§2.4. Ҳаракати Браунӣ	83
§2.5. Ҳарорат	85
§2.6. Ба ҳамдигар ҷазб шудан ва аз якдигар тела ҳурдани молекулаҳо	88

§2.7. Газҳо. Моёҳо. Чисмҳои сахт	90
§2.8. Ба воситаи зичӣ ифода кардани адади молекулаҳо	94

Боби III. Ҳаракат

§3.1. Ҳаракати механикӣ	96
§3.2. Системаи сарҳисоб	98
§3.3. Масири ҷисми дарҳаракат	102
§3.4. Роҳ ва кҷчиш	103
§3.5. Ҳаракати ростхаттаи якнавохт	105
§3.6. Суръати ҳаракати ростхаттаи якнавохт	106
§3.7. Суръати оӣӣ (суръати лаҳзагӣ)	108
§3.8. Ҳамбастагии роҳ ва муддати ҳаракат	110
§3.9. Суръати миёнаи ҳаракати гайриякнавохт	111
§3.10. Нигорани вобастагии роҳи тайшуда ба муддати ҳаракат ...	113
§3.11. Нигорани вобастагии суръат ба вақт	114
§3.12. Шитоб – суръати тағйири суръат. Ҳаракати шитобдор	116

Боби IV. Қувва

§4.1. Бефаъолияти (инерсия)	120
§4.2. Ҳамтаъсиrotи ҷисмҳо	125
§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	133
§4.8. Ҷамъ кардани ду қуввае, ки ба қадӣ як хати рост равонанд	136
§4.9. Ҷозибай Замин	140
§4.10. Шитоби афтиши озодона	142
§4.11. Афтиши озодона ҳаракати собитшитоб аст	145
§4.12. Барқашидани ҷисмҳо. Санҷиши масса (ҷирм)-и ҷисмҳо бо тарозу	147
§4.13. Таъсири қувва ва таъйиқи ҷисмҳо	149
§4.14. Қуввасанҷ (динамометр).....	152
§4.15. Қувваи вазнинӣ	153
§4.16. Қувваи вазнинӣ дар сайёраҳо	157
§4.17. Вазни ҷисм. Бевазнии	159
§4.18. Алоқамандии масса (ҷирм), қувваи вазнинӣ ва вазн	164

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 хидростатикӣ моеъ (ва газ)	176
§5.5.	Фишори моеъ ба қаъри зарф ва деворҳои он	177
§5.6.	Сатҳи озоди моеъ. Обтарозу	181
§5.7.	Зарфҳои пайваста	182
§5.8.	Қувваи фишори моеъ ба қаъри зарфҳои гуногуншакл.....	186
§5.9.	Таҷрибаи Паскал	188
§5.10.	Мошини гидравликӣ	191
§5.11.	Шабакаи обрасонӣ (облула)	193
§5.12.	Атмосфера (ҷавв)-и Замин ва фишори он	196
§5.13.	Буди атмосфераи Замин (ҷавви Замин)	197
§5.14.	Санҷиши фишори атмосферӣ	199
§5.15.	Фишори атмосферӣ дар баландҳои гуногун	206
§5.16.	Тулумба (насос)	208
§5.17.	Қувваи болобарандае, ки андаруни моеъ ба ҳисм таъсир меоварад.....	211
§5.18.	Қувваи болобарандае, ки дар муҳити газӣ ба ҳисм таъсир меоварад.....	213
§5.19.	Қувваи архимедӣ. Қонуни Архимед.....	215
§5.20.	Шинои ҳисмҳо	223
§5.21.	Шинои киштиҳо	226
§5.22.	Ҳавопаймӣ	230

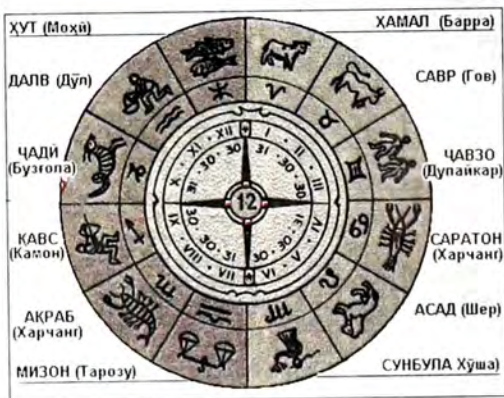
Боби VI. Қор ва энергия (энерҷӣ)

§6.1.	Қор	234
§6.2.	Тавон	238
§6.3.	Ҳамбастагии тавон ва суръат	240
§6.4.	Мувозинати ҳисмҳо	243
§6.5.	Ҷаштовари қувва (моменти қувва)	244
§6.6.	Механизмҳои сода	248
	а) Ҷашанг	249
	б) «Қоидаи тиллоии механика	254
	в) Ҳамвории мойил	255
	г) Ҷарғара	259
§6.7.	Суди механизмҳо ва мошинҳо	263
§6.8.	Қувваи сойиш	265
§6.9.	Роҳҳои кам қардани сойиш	268
	Китобҳои истифодашуда	272
	Фехрист	276
	Шарҳи баъзе истилоҳҳо	275

Зичии баъзе моддаҳо

Моддаҳои саҳт	кг/м ³	г/см ³
Осний	22600	22,6
Иридий	22400	22,4
Платина	21500	21,5
Тялло	19300	19,6
Сурб	11300	11,3
Нукра	10500	10,5
Мис	8900	8,9
Биринҷи	8500	8,5
Оҳан, пӯлод	7800	7,8
Арзиз (қалъ)	7300	7,3
Рух (рӯй)	7100	7,1
Чуян	7000	7,0
Санги сунбода (корунд)	4000	4,0
Мармар	2700	2,7
Алумин	2700	2,7
Хоросанг	2600	2,6
Шиша	2500	2,5
Фағфур (чинӣ)	2300	2,3
Хишт	1800	1,8
Бетон	2300	2,3
Қанд	1600	1,6
Шитан органикӣ	1200	1,2
Капрон	1100	1,1
Полиэтилен	920	0,92
Парафин	900	0,9
Ях	900	0,9
Будуги хушк	700	0,7
Санавбари хушк	400	0,4
Пӯк	240	0,24

Моеъҳо	кг/м ³	г/см ³
Симоб	13600	13,6
Арзиз моеъ (дар 400°C)	6800	6,8
Турушан сулфат	1800	1,8
Асал	1350	1,35
Оби баҳр	1030	1,03
Шир	1030	1,03
Оби тоза	1000	1,0
Равгани офтобпараст	930	0,93
Равгани мошина	900	0,9
Ҳавои моеъ (дар -194°C)	860	0,86
Карасин	800	0,8
Алкул (спирт)	800	0,8
Нафт	800	0,8
Асетон	790	0,79
Бензин	710	0,71
Эфир	710	0,71
Газҳо		
Хлор	3,210	0,00321
Гази карбонат	1,980	0,00198
Оксиян (туршизо)	1,430	0,00143
Ҳаво (дар ҳарорати ҳона, 0°C)	1,290	0,00129
Нитроген	1,250	0,00125
Оксиди карбон (гази сӯхти ангишт)	1,250	0,00125
Гази табият	0,800	0,00008
Бухори об (дар 100°C)	0,59	0,00059
Ҳелий	0,18	0,00018
Ҳидроген	0,09	0,00009







ЧСНК "МАТБУОТ"