

## §2.8. Ба воситаи зичя 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 таркибии ҷисм  $N$  ва массаи як молекулаи он ҷисм  $m$  баробар аст, яъне

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

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

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

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

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

Пас, зичя, ҳаҷм ва массаи як молекулаи ҷисмро доништа, адади молекулаҳои онро аз  $\rho$  ифодаи (3) ёфтадан осон аст:

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

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

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

**Додаҳо:** *Ҳал.* Дар шарти масъала ҳаҷми ҷисм  $V$ , зичии он

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

р 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  $1\text{см}^3$  обӣ тоза  $3,34 \cdot 10^{23}$  молекула мавҷуд аст. Массаи як молекулаи обро ёбед.

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

$V = 1\text{см}^3,$
$\rho = 1\text{г/см}^3,$
$N = 3,34 \cdot 10^{23}$
$m = ?$

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

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

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

Таҳлил ва ҳал. Талаби масъала ёфтани нисбати адади молекулаҳои оксигени моеъ  $N_M$  бар адади молекулаҳои гази оксиген  $N_G$  аст. Ҳам гази оксиген ва ҳам оксигени моеъ аз ҳамон як навъ молекулаҳо иборатанд, яъне онҳо масса ва ҳаҷми якхела доранд:  $m_G = m_M$ ,  $V_G = V_M$ . Бино бар ин, нисбати мазкурро аз формулаи (3) меёбем:

$$N_M = \rho_M \frac{V_M}{m_M}, \quad N_G = \rho_G \frac{V_G}{m_G}, \quad \frac{N_M}{N_G} = \frac{\rho_M}{\rho_G} = \frac{1140}{1,43} = 800 \text{ бор},$$

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

Масъалаи 4. Зичии об дар ҳарорати чуқуш 958 кг/м<sup>3</sup> ва зичии зӯлтарини бухори об дар ҳамин ҳарорат 0,598 кг/м<sup>3</sup> 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 чуқуш 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 чуқуш назар ба бухори худ 1600 бор бештар молекула дорад.

\*) 1. Моеъ ва ҳисси саҳт нисбат ба газ садҳо бор зичтаранд. Шумо муҳимтарин ҷиҳатҳои фарқи-ҳандан ин молдаҳоро дар ҷи мебинед?

2. Адади молекулаҳои ин ё он мод-даро ҷа тавр муъайян мекунад?  
3. Намак суд кардани бодиринг ё мо-ҳа бар кадом падидаи физики асос ёфтааст?

#### Супориш

Дар шиёлаи пури оби сард бо охиштагӣ як лунда қанд андозед ва обро ҳал нокарда, аз рӯи об чошнии бигиред (обро бичашед). Бинед, ки баъди чанд вақт қабати рӯинан оби шиёла ширин мешавад. Ин падида ро шарҳ диҳед.

\*\*\*

# ҲАРАКАТ

Боби Ш



## §3.1. Ҳаракати механикӣ

Омузиши ҳаракат таърихи беш аз 2000-сола дорад.

Дар табиъат ҳама чиз, чӣ зидаву чӣ ғайризинда, 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 гуфтугуздор мекунем, ки мошинҳои нав чӣ қадар тезрафтанд, ҳавопаймо аз ш. Душанбе то ш. Машҳад ё Маскав чанд соъат парвоз мекунанд; аз Офтобу ситораҳо сар қарда то атомҳо ҳама дарҳаракатанд. Хулоса, тамоми мавҷудоти олам — аз зарраҳои бунёдӣ атомҳо ва молекулаҳо то олами бе ҳадду канори ситораҳову галактикаҳо (галактикаҳо), ки олами ягонаи модиро ташкил медиҳанд, беист ҳаракат мекунанд.

*Содатарин шакли ҳаракат ҳаракати механикӣ мебошад.*

Ҳама падидаҳои олам, аз ҷумла, ҳаракати механикӣ дар ин ё он замон ва дар ин ё он макон ё, ҷунонки мегуянд, дар фазо ва вақт рӯй медиҳанд. Ҳар ҷисм дар фазо 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 мекунанд гуфтани он гуна маънӣ дорад, ки он ҷисм бо мурури замон мавқеи худро нисбат ба ҷисмҳои дигар тағйир медиҳад.*

Ҳамин мавридҳо бо мурури замон нисбат ба ҷисмҳои дигар тағйир ёфтани мавқеи ҷисмро *ҳаракати механикӣ* мегуянд. Ҳаракати чана, ароба, мошин, ҳавопаймо, киштии кайҳонӣ парвози парандаҳо ва м.иш. мисолҳои ҳамин гуна ҳаракатанд.

Мо ба атроф назар афканда, мебинем, ки ҷисмҳои беҳаракат 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, намечунбанд. Қуҳ ё бино соҳову асрҳо дар чойи худ собит мемонанд...

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 мавқеъи худро дар фазо *нисбат ба ҷисмҳои дигар* бо мурури замон тағйир медиҳад ё намедиҳад. Одаме, ки савори киштӣ аст, нисбат ба худи киштӣ қарор аст, вале нисбат ба кӯҳхову дарахтҳо ва ҷизҳои дигари соҳил дарҳаракат мебошад. Пас, ба пурсиши *"ҷисм қарор аст ё дар ҳоли ҳаракат қардан?"* тавре посух додан мебошад, ки дар он (посух) дар бораи нисбат ба ҷисмҳои дигар дарҳаракат будани ҷисм ё оромиш доштани он маълумоти зарурӣ мавҷуд бошад.

Ҳама гуна ҳаракат гуногуниҳо бисёр дорад. Аз ҷумла, ҳаракати механикӣ ростхатта, қачхатта, гирдхатта, пастсуръат, баландсуръат ва ғ. буда метавонад. Аз ин рӯ, ба таври ногузир пурсишҳои зиёде ба миён меояд: *"Ҳаракат чӣ тавр сурат мегирад?"*, *"Оё гуфтан мумкин аст, ки мавқеъи 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 ҳамаи гуна масъалаҳо машғул аст, *кинематика* ном дорад. Ин қалима аз вожаи юнонии *kinematos* пайдо шудааст, ки маънои *ҳаракат, ҷунбиш* дорад. Кинематика хосиятҳои ҳандасӣ (хосиятҳои геометрия)-и ҳаракати ҷисмҳоро бе пайгирии сабаби пайдоиши ҳаракат меомӯзад. Содатар ғуем, кинематика онро меомӯзад, ки ҷисм чӣ тавр ҳаракат мекунад, вале ба он ки чаро ҷисм маҳз чунину чунон ҳаракат мекунад, қор намегирад.

Дар кинематика барои ифода қардани ҳаракат мафҳумҳои *нуқтаи модда<sup>1</sup>*, *системаи сарҳисоб (созғони сарҳисоб)*, *масири ҳаракат* ва бузургҳои физикии тавсифдиҳандаи ҳаракат — *роҳ, қучиш, суръат* ва *шитоб хеле* зиёд истеъмол мешаванд.

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

<sup>1</sup>"Нуқтаи модда" (ё нуқтаи материал) истилоҳи сахҳест; ба ҷои ин *ҷирмаи нуқтагӣ* гуфтан хубтар мебуд, он тавр ки *барқав нуқтагӣ* (заряди нуқтагӣ) ё *маълумоти нуқтагӣ* мегӯянд. Вале мо ин ҷо анъанашиканӣ 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* меғўянд, 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 ҳисро дар баъзе мавридҳо нук-  
 таи моддӣ пиндоштан раво ҳасту дар мавридҳои дигар — не.

Чунончи: бигзор, қатораи сивагона аз Душанбе сӯи шаҳри  
 Маскав, ки қариб 4000 км дури дорад, раво бошад. Масо-  
 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-  
 дон 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:*

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

*Ҳал.* Барои он ки аз шартҳои масъала худоса  
 гирем, доғистан мебояд, ки масофаи Замин то  
 Офтоб назар ба андозаи қутраи Замин чанд бор  
 зиёд аст: нисбати ин масофа  $s$  ба қутраи Замин  
 $D$ , яъне  $s/D$  баробари 11700 аст, пас, ин қо-  
 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 ғалат мебуд, зеро нис-  
 бати дарозии роҳи паймудан ба себоро андозаи он, яъне бузур-  
 ги  $5 \text{ см} / 10 \text{ см} = 0,2$  ба таърифи нуктаи моддӣ соғор нест.

### §3.2. Системи сарҳисоб<sup>1</sup> (системи сарҳисоб)

Ҳисмҳои ҳаракат кардан мавқеъи худро бефосила тағйир  
 медиҳад. Дар омӯзиши хусусиятҳои ҳаракат мо бояд имкон  
 дошта бошем, ки мавқеъи ҳисро барои лаҳзаҳои гуногуни

<sup>1</sup> *Система* ё *худ систем* (русӣ *система*, англисӣ *system*, аз юнон. *systema*, ки маънои *маълум дорад*) — маҷмӯи ҷузъҳои (ибораҳои аз ҷиҳати ғайриҷиҳатӣ ва ғ.), ки дар ин ё он замина бо ҳамдигар алоқаманд шудаанд. Ин қо-  
 ғои система ба маънои маҷмӯи  
 омадааст, ки аз се координат иборат мебошад ва ҳар яке онҳо нисбат ба дигар

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

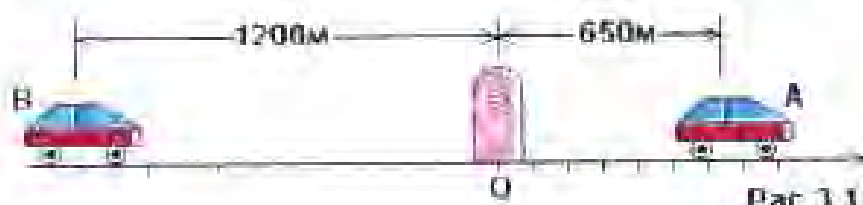
*Ҷисмеро, ки ҳаракат нисбат ба он муойина мешавад, ҷисми сарҳисоб меноманд.*

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

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

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

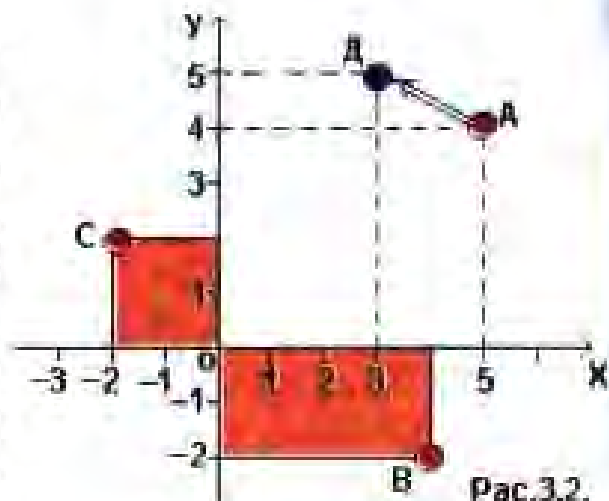
Як мисол. Бигзор, моро лозим ояд, ки мавқеи мошинҳои дар рас.3.1 тасвирёфтаре муъайян кунем. Бигзор, роҳ рост бошад. Роҳ ки рост бошад, барои нишон додани ҷойи ин ё он мошин як тирҳои координатӣ кофист. Ба сифати чунин тирҳои ОХ-ро мегирем ва онро ба рафти роҳ равона месозем. Бигзор, ҷои бензингрии нуқтаи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



Рас.3.1.

равии амудӣ дорад, яъне нисбат ба дигарӣ қувваи рост ташкил медиҳад. Ҳамин аст, ки чунин системаи *системаи координатҳои росткунҷа* низ мегӯянд. Ин ҷо дар мақоми системаи *маълум* ҳам гуфтан мумкин аст (чунонки *Маълумияи Офтоб* ё *Маълумияи Хушкӯши* мегӯянд) *созғон* ҳам (*созғони координатӣ*, *созғони ҳисоб* ва ғ.).

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



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 тире  $X$  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 тире 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 координатҳои  $X$  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  $Y = -2$  аст, барои нуктаи С  $X = -2$  ва  $Y = 2$ . Пас, мавқеъи мошинҳои В ва С-ро бояд ин хел ифода кунем:  $B(4; -2)$ ,  $C(-2; 2)$ .

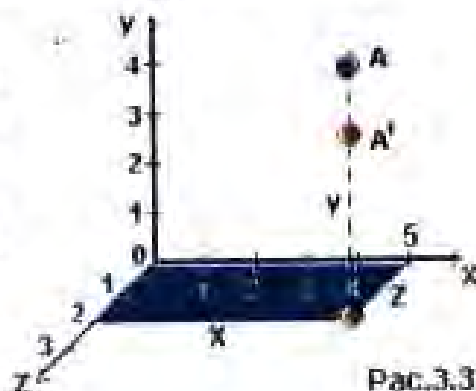
Аммо агар мавқеъи ҷисмро дар фазо, масалан, мавқеъи ҷароғи хонаро нишон додан лозим ояд, ду координат ҳам камӣ

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 дар ҳаракат бошад, масалан, агар мошини дар рас.3.2 тасвиршудаи  $A$  аз чойи худ ба нуктаи  $D$  бикунад, мегӯянд, ки мавқеи он тағйир ёфт, зеро акнун координатҳои ҷисм (баъди ба нуктаи  $D$  гузидан) 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 дар ҳаракат будани ҷисм мавқеи он тағйир меёбад ва ҳолати нави ҷисмро бо қиматҳои нави координатҳо ифода кардан лозим меояд.

**Машқи 1.** Мавқеҳои пайдарпайи ҷисм  $A, B, C$ -ро дар ҳамвории  $XU$  бо нуктаҳои ифода кардан мумкин аст, ки ни гуна координат доранд:  $A(-3;-5)$ ,  $B(3;5)$ ,  $C(7;6)$ . Ин нуктаҳоро бо миқёси дилхоҳи худ тасвир созад ва онҳоро бо яқдигар пайвандед.

*Ғрифта:* Ба 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 тиреи  $X$  тавре интихоб кунед, ки координати бачаи якум  $X = +50$  м ва бачаи дуюм  $X = -90$  м бошад.

- ?**
1. Ҷисми сарҳисоб ҷист? оиро чӣ тавр интихоб мекунад?
  2. Нуктаи сари ҳисоб ё худ нуктаи сарҳисоб ҷист?
  3. Ҷисми сари ҳисоб ҷист?
  4. Шумо дар миеи нуктаи сари ҳисоб ва ҷисми сарҳисоб чӣ фарқ мебинед?
  5. Системи сарҳисоб (ё худ созиши

сарҳисоб) ҷист? Ин ҷо қаллимаи "система" (созгон) ба чӣ маъниа омадааст?

6. Ду мошин дар роҳи рост раво-наанд. Оё яке аз он мошинҳоро ҷуз нуктаи сари ҳисоби координатҳои ифодакунандаи ҳаракати онҳо интихоб кардан раво-нест?



Рас.3.4.



### §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 сайрӯгашт мекунед, роҳеро тай мекунед. Ана ҳамон роҳи рафти шумо *масир* ном гирифтааст.

*Масир гуфта хати бефосилаеро мефаҳманд, ки онро чисми раванд (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 мекунед, ҳаракати ростхатта аст ва аз ҷойи раҳо шудани чисм сӯи маркази Замин самт дорад (рас.3.6).

Соъати ақрабақдореро дар пеши худ бигзоред ва ҳаракати нуғи ақрабаки 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 тӯби футбол (баъди зарбаи футболбоз) назар ба масирҳои муойинашуда мураккабтар аст (рас.3.8).

Масири ҳамон як ҳаракат (ҳамон як чисм) дар сураги 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 савори 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. Масирн чисми дарҳаракат ё масирн ҳаракат чист?
2. Гоҳи навиштаи ҳарфи "0" ва вожаи "Хирад" нӯги қалами шумо чӣ гуна масир мекашад?
3. Оё шакли масир ба он вобастагӣ дорад, ки ҳаракат дар чӣ гуна системаи сарҳисоб муайяна мешавад?



Рас. 3.8.

### Супориш

Тасаввур кунед, ки рафики ҳамсинфи шумо андаруни автобуси беҳаракат истодааст ва сакоеро аз баландии баробар ба қади худ аз даст раҳо мекунад. Дар ин сурат ҳам  $g$  аз даруни автобус ва ҳам шумо аз истохи канори роҳ мебинед, ки сақо рост сун поён меафтад. Аммо агар ҳамсинфи шумо ҳамон амалро дар мавриди



Рас. 3.9.

дарҳаракат будани мошин анҷом диҳад, дар назари  $g$  чизе тағйир намеёбад, яъне масирн сақо боз ҳам хати рост мебуд (рас. 3.9, хати АВ); вале ҳамон масир дар назари шумо чуни менамояд, ки дар ҳамон расм бо хати АС тасвир ёфтааст. Шумо ин гуногуниро чӣ шарҳ медихед?

## §3.4. Роҳ ва кўчиш

Чисми дарҳаракат бо мурури замон масофаи муъайянеро мепаймояд ва масирн муъайяне мекашад. Дарозии масире, ки чисм онро дар муддати муъайяни вақт мекашад, яъне масофаи дар ин ё он муддати вақт тайкардан чисм *роҳ* ном дорад.

*Кўчиши* чисм (ё нуқтаи модда) порчаи нигаронидаи хати ростест, ки нуқтаҳои аввалу охири ҳаракатро мепайвандад.

Аз ин таърифҳо бармеояд, ки роҳ ва кўчиш умумияте доранд. Дар мавриде, ки чисм аз ягон нуқта, масалан, аз нуқтаи А (рас.3.10) бо масирн кўтоҳтарин, яъне бо хати рост то ба нуқтаи дигар, масалан, то нуқтаи В бикўчад, дарозии кўчиш ва роҳ баробари якдигар меоянд.

Вале агар чисм аз нуқтаи А то нуқтаи В бо ягон роҳи нороист ояд, роҳ ва кўчиш 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; кўчиш низ бо ҳамон гуна ҳарф ишорат шудааст, вале дар болояш тирча дорад; тирча онро ифода мекунад, ки кўчиш самт низ дорад —



Рас. 3.10.

— аз нуқтаи аввали ҳаракат А сӯи нуқтаи охири он В. Сода-  
тар гӯем, кучиш нишон медиҳад, ки ҷисм кадом сӯ равон аст.  
Ин гуна бузургихоро *бузургихон векторӣ* (ё худ *бузургихон  
бурдорӣ*)<sup>1</sup> мегӯянд. Хусусияти фарқкунандаи бузургихон век-  
торӣ 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 соҳи-  
би ин ё он қимати ададӣ бошанд ҳам, бар ҳилофи он ягон сӯ  
равона нестанд, яъне самт надоранд. *Вақт, дарозӣ, масоҳат,  
ҳарорат, ҳаҷм, зичӣ, масса (ҷирм)* ва м.я.н. ҳамин гуна бузур-  
гианд. Инҳоро *бузургихон скаларӣ* ё мухтасаран *скалар* (ва  
калмеан лотинӣ *scalaris = зина-зина*) мегӯянд. *Роҳ* ба ҷумлаи бузурги-  
хон скаларӣ таъаллуқ дорад, яъне кучиш бузургии векторӣ  
асту роҳ — бузургии скаларӣ (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  
интиҳоеии  $X_2 = 2$  м бикӯчад (рас.3.11). Дар ин маврид кучиш

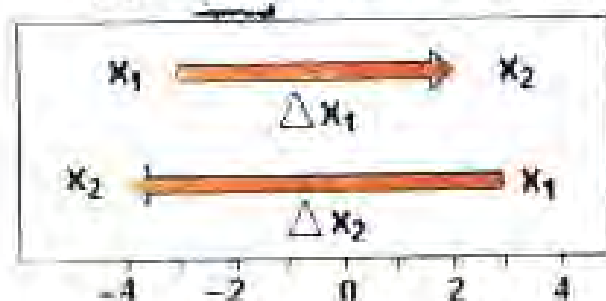
$$\Delta X_1 = X_2 - X_1 = 2 - (-3) = 5 \text{ м}$$

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  $\Delta X$  фарқи координат-

хон мавқеъҳои ибтидоӣ ва инти-  
ҳоеии ҷисми кӯчида ё худ тағйири  
он координатҳост, яъне тағйири  
мақоми ифода мекунад.



Рас.3.11.

<sup>1</sup> Мо калмеан *бурдорро*, ки бар қисми вожа-  
ҳои *рафтор, гуфтор* ва м.я.н. сохта шудааст, дар  
мақоми вожаи «вектор»-и лотинӣ ба кор меба-  
рем, зеро инҳо аз ҳар рӯ ҳамгон яқдигаранд.

**Масъалаи 1.** Тӯб ба пои бозингар бар-  
хӯрда, то баландии 6 м аму-  
дан боло баромад ва бозгашт  
Бозингар оро дар баландии  
2 м қапид. Роҳи паймудан тӯб  
ва кучиши оро ёбед.

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

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

амудӣ боло баромада, баъд ақиб гаштааст ва то лаҳзаи қашаи шуданаш 4 м поён фууромадааст (рас.3.12). Пас, роҳи умумии паймудан тӯб

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

будааст. Дарозии кӯчиш бошад, ин аст:

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

**Масъалаи 2.** Мошин гӯли ш. Душанбе, ки қариб 80 км аст, ду бор гардида, ба нуқтаи оғози ҳаракати худ бозгашт. Роҳи паймудан мошин ва кӯчиши онро ёбед.

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

паймудан мошин

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

асту кӯчиши он

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

зеро нуқтаҳои оғозу анҷоми ҳаракат якеанд.



Рас.3.12.

- ?
1. Роҳи паймудан ҷисм ва кӯчиши он ҷа умумият ва ҷа тафовут дорад?
  2. Дар кадом маврид роҳи паймудан ҷисм ҳамчун кӯчиш меояд?
  3. Кӯчиш дар кадом мавридҳо манфӣ мебошад?
  4. Оё аз он ки кӯчиш қимати сифрӣ дорад, хулоса гирифтаи дуруст аст, ки ҷисм ҳаракат накардааст?

#### Супориш

1. "Мусбат ё манфӣ будани кӯчиш ба самти ҳаракат бастагӣ дорад" гуфтаи ҷа маънӣ дорад? Шарҳи хаттӣ тайёр кунед.
2. Роҳи дар муддати 1 дақ ва 5 дақ паймудан нӯги ақрабаки сонияшумори нӯги соъати ақрабақдор ва кӯчиши 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 баробари вақт масофаҳои баробарро меаҷамояд.

Ҳаракати якнавохти мошин дар роҳи рости ҳамвор, ҷунбиши молекулаҳои газӣ тунук аз як бархӯрд то бархӯрди дигар ва м.ин. 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 ҷисмҳои метавонанд, ки дар фосилаҳои баробари вақт масофаҳои гуногунро паймоянд. Бигзор, пиёдагард, савори дучарха (велосипел) ва савори мошин дар ҳамон як вақт ба роҳ баромада, фосилаи ростхаттаи ҷодаи Исмоили Сомониро паймоянд. Бо вучуде ки ҳарсея онҳо аз як ҷой ба роҳ мебароянд ва кӯчиши якхела мекунанд, фаҳмост, ки то нуқтаи охири роҳ аввалтар аз ҳама мошин ва дертар аз ҳама пиёдагард мерасад.

Сабаби ин, ҷуворонки пай мебаред, гуногун будани тезии ҳаракати роҳпаймоён аст. Шумо, хонандаи азиз, аз ин мисол бояд заруратеро дарёбед, ки барои тавсифи миқдори додани ҳар гуна ҳаракат, аз ҷумла, ҳаракати ростхаттаи якнавохт *суръати ҳаракат* ном бузургии физикиро доястан мебаред.

<p>1. Ҳаракати ростхаттаи якнавохт чӣ гуна ҳаракат аст?</p> <p>2. Ҳаракати якнавохти ҷисмҳои гуногун аз якдигар бо чӣ хосияти худ фарқ мекунад?</p>	<p>3. Ба кор бурдани мафҳуми "суръат" ё "суръати ҳаракат" чӣ зарурат дорад?</p>
---	---

### §3.6. Суръати ҳаракати ростхаттаи якнавохт

*Суръати ҳаракати ростхаттаи якнавохт* (ё худ ҳаракати ростхаттаи муназзам) *гуфта нисбати дарозии роҳи паймудани ҷисмро ба 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-

хи паймудан чисм  $s$ -ро чен карда, онро ба муддати вақти ин паймонш  $t$  тақсим кардан зарур аст. Чунончи, агар мошин роҳи Душанбе – Қофарниҳонро, 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 маъний 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) менад.*

Ба сифати воҳиди суръат суръати ҳаракате пазируфта шудааст, ки дар он чисми 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:  $1\text{ м/с}$  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 (деҳан Саёд) ва Калъаи Мири Қубодиён 25 км аст. Пйёдагард ин масофаро дар 5 ст тай кард. Суръати пйёдагардро ёбед.

*Додаҳо:* Ҳал. Суръати пйёдагардро 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. Ҳавопаймо фосилаи Душанбе – Қўлдобро, ки 200 км аст, дар муддати 20 дақ паймуд. Ҳаракати ҳавопайморо ҳаракати якнавохт ҷиндошта, 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 медеҳад:

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

**Масъалаи 3.** Хавопаймои ТУ-154 бо суръати то 720 км/ст парвоз мекрад метавонад. Ин суръатро ба 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 чизҳо (м/с)

Пвёдагард	1,8
Говзанбур	7
Акул (акула)	8,3
Шамоли саҳт	12
Кабутари хаткашон	19
Тундбод	21
Қатора (поезд)	20
Мошини сабукирав (ба ҳисоби миёна)	30
Садо дар ҳаво (дар 0 °С)	332
Тири автомат	715
Моҳ дар гирди кураи Замин	1000
Молекулаи ҳидроген (дар 0 °С)	1693
Молекулаи ҳидроген (дар 20 °С)	2250
Радиои маснуъи Замин	8000
Замин дар гирди Офтоб	30 000
Рӯшноӣ ва мавҷҳои радио	300 000 000

<p>1. Ҳаракати ростхаттаи яқинвохт (ҳаракати муназзам) чӣ гуна ҳаракат аст?</p> <p>2. Оё дар асоси формулаи суръат чунин навиштаи мумкин аст: <math>Роҳ = Суръат \times Заман.</math></p>	<p>3. Воҳиди суръат (1м/с) аз чӣ гуна воҳидҳо ҳосил шудааст?</p> <p>4. Оё шумо метавонед воҳиди суръат м/с-ро ба воҳидҳои дигари дар амалии истифодашавандаи см/с, км/с, км/ст ва г. гэрдовед?</p>
---	--

### §3.7. Суръати оғӣ (суръати лаҳзагӣ)

Ҳар гуна чисми 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 чисм онро дар ин ё он лаҳзаи вақт дар ин ё

он нуқтаи роҳи рафти худ доро аст.

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

ки онро мошин дар лаҳзаи пеш аз садама ё гири тӯп дар лаҳзаи аз дул ҷастан соҳиб аст.

Мазмуни суръати онӣро 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 дойиман якхела сӯи 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 дарҳаракат бошад, масофаи 8,8км-ро мепаймояд. Ин суръатро ба шакли 28,8 км/ст ифода мекунад — ин ҳамон суръати 8 м/с аст, вале на бо м/с, балки ба ҳисоби км/ст. Қимати 28,8 км/ст дар ин маврид суръати рафти ростхаттаи якнавохти мошинро ифода мекунад.

Биёед, дарозии ҳамон қитъаи 8-метраи роҳи дар тӯли 1с паймудаи мошинро бо АВ ишорат кунем. Модом ки мошин фосилаи АВ-ро дар 1с паймуда бошад, пас, фосилаи А'В'-ро, ки ба ними АВ, яъне ба 4м баробар аст, дар ним (1/2) сония паймудааст. Мисли ҳамин, мошин барои паймудани фосилаи А"В", ки ба нисфи А'В', яъне ба 2 м баробар аст, чоряк (1/4) сония, барои паймудани фосилаи А'''В''', ки 1м аст, ҳаштҷақ (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)с, (1/4)с, (1/8)с, ... тақсим кунем, мебинем, ки дар ҳамаи ин мавридҳо ҳамон як суръат ҳосил мешавад:

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

Ҳамаи ин натиҷаҳо якхелаанд (8 м/с) ва ба ҳисоби км/ст баробари ҳамон 28,8 км/ст мебошанд. Аз ин ҷо хулосаи рӯша-



Рас.3.13.



не бармеояд: Агар муддати санҷиши масофаи паймудаи мошинро  $k$  ҷутоҳ кардан гирем, масофаи тайшуда ҳам  $k$  ҷутоҳ шудан мегирал ва ҳолате фаро мерасад, ки ҳам масофа ва ҳам вақт бағоят  $k$  ҷутоҳ мешаванд, он қадар  $k$  ҷутоҳ мешаванд, ки масофаи тайкардаи мошин ба як нуқта кашида мешаваду муддати вақти мутобиқ ба он баробари **як он** (чени як мижа задав) меояд. Барои ин лаҳзаи  $k$  ҷутоҳ метавон гуфт, ки «дар ин лаҳза суръати ҳаракат ба суръати онӣ баробар аст».

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



1. Суръати миёна чӣ гуна суръат аст ва чиро ифода мекунад?
2. Суръати онӣ (ё суръати лаҳзагӣ) чист? Ойро чӣ тавр месанҷанд?
3. Суръати онии ҳаракати ростхаттан

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

### §3.8. Ҳамбастагии роҳ ва муддати ҳаракат

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

$$s = v \cdot t$$

**Маъсалаи 1.** Мошин агар бо суръати 72 км/с муддати 15 дақ ҳаракат кунад, чӣ қадар роҳро мепаймояд?

*Додаҳо:*

*Ҳал.* 15 дақ = 0,25 с аст, пас, дар ин маврид

$$\begin{array}{l} v = 72 \text{ км/с} \\ t = 15 \text{ дақ} \\ s = ? \end{array}$$

аз рӯи формулаи роҳ натиҷаи зайл ҳосил мешавад:

$$s = v t = 72 \frac{\text{км}}{\text{с}} \cdot 0,25 \text{ с} = 18 \text{ км.}$$

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 Марғилӣ – Илмоболро, ки 106 км аст, бо суръати 53 км/ст меаёймяд. Автобус баъди чанд соъат ба Илмобол мерасад?

*Додаҳо:*  $s = 106$  км,  $v = 53$  км/ст;  $t = ?$

*Ҳал* ин аст:

$$t = \frac{s}{v} = \frac{106 \text{ км}}{52,5 \frac{\text{км}}{\text{ст}}} = 2 \text{ ст}$$

### §3.9. Суръати миёнаи ҳаракати ғайриякнавохт

Дар бисёр мавридҳо ҳаракатро 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 меаёймяд.

Барои тавсиф додани ҳаракати ғайриякнавохт мафҳумҳои нав – *суръати миёна* ва *суръати онӣ* (ё худ суръати лаҳзагӣ) истифода мешаванд.

Дар физика ду навъ суръати миёна истифода мешавад:

- 1) суръати миёна аз рӯи роҳи тайшуда (ки бузургини *скалярӣ* аст, ва *векторӣ*, онро *суръати масирӣ* низ мегӯянд) ва
- 2) суръати миёна аз рӯи кӯчиш (ин суръатро *суръати кӯчишӣ* 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:

$$\text{Суръати миёна} = \frac{\text{Роҳи умумии тайшуда}}{\text{Муддати паймониши роҳ}} \quad \text{ё худ} \quad v = \frac{s}{t}$$

\* Мисол. Мошини номуваззавона ҳаракат карда, масофаи мавзъи Илмобод то Душанбери, 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:

$s = 105 \text{ км,}$
$t = 2 \text{ ст } 20 \text{ дақ,}$
$\bar{v}_* = ?$

$$t = 2 \text{ ст } 20 \text{ дақ} = 2 \frac{1}{3} \text{ ст} = \frac{7}{3} \text{ ст.}$$

Бино бар ин суръати миёна дар асоси формулаи боло чуни ёфта мешавад:

$$\bar{v}_* = \frac{s}{t} = \frac{105 \text{ км}}{\frac{7}{3} \text{ ст}} = 45 \frac{\text{км}}{\text{ст}}$$

2. Суръати чисм ғайр аз қимати ададӣ боз бо самт тавсиф дода мешавад. Чунончи, барои донишҷуи он, ки ҳавопаймо аз Душанбе парвоз карда, то кучо расидааст, на танҳо суръат, балки самти парвозро низ донишҷуи мебошад. Дар ин маврид ба ҷои роҳи тайшуда бояд бузургии кўчиш қорбаст шавад. Суръати миёнаи кўчиши ғайр аз қимати ададӣ самт низ дорад.

Бузургии суръати миёнаи кўчиши  $\bar{v}_*$  ба нисбати кўчиши  $\bar{x}$  бар муддати вақти кўчиш  $t$  баробар аст:

$$\bar{v}_* = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{t_2 - t_1}$$

Ин ҷо  $x$ -ҳо координатҳои аввалу охири кўчиши чисманд. Дар ҳаракати ростхатта дарозии кўчиш ба масофаи тайшуда баробар аст. Дар ин маврид суръати миёнаи масирӣ ва бузургии суръати миёнаи кўчиши айни яқдигаранд. Вале гоҳо суръати миёнаи масирӣ аз суръати миёнаи кўчиши фарқ дошта метавонад. Ин аз мисоли зерин равшан аст.

$s = 200 \text{ км,}$
$\bar{x}_2 - \bar{x}_1 = 160 \text{ км,}$
$t_2 - t_1 = 3 \text{ ст}$
$v_* = ? \quad \bar{v}_* = ?$

Мошин аз Душанбе бо роҳи Қофарниқон сӯи ноҳияи Восъ ба роҳ баромал ва масофаи 180 км-ро паймуда, ба маркази ноҳия расид. Баъд ақиб гашта, пас аз паймудани фосилаи 20 км ба шаҳри Худбуки бостон омад. Муддати умумии роҳпаймоиро 3 ст гуфта, суръатҳои масирӣ ва кўчиши мошинро ёбед. Роҳи Душанбе – Қофарниқон – Восъ ва Восъ – Худбуки роҳи рост паймояд.

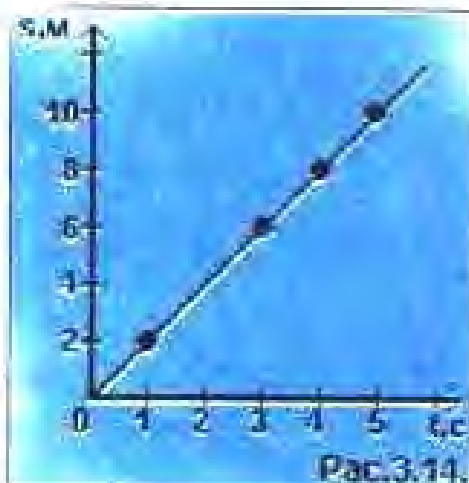
*Ҳал.* Фарқи координатҳои аввалу охири кўчиш дар аввал ба 200 км баробар аст, дар мавриди дувум ба 160 км. Пас, суръати миёна аз роҳи паймудани мошин

$$v_{\text{м}} = \frac{s}{t} = \frac{200 \text{ км}}{3 \text{ ст}} \approx 67 \frac{\text{км}}{\text{ст}}$$

асту суръати миёнаи кучишӣ

$$\bar{v}_{\text{м}} = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{t_2 - t_1} = \frac{160 \text{ км}}{3 \text{ ст}} \approx 53 \frac{\text{км}}{\text{ст}}$$

Хулоса аз мисолҳои боло ин аст, ки қимати суръатҳои миёнаи масирӣ ва кучишӣ аз якдигар фарқ дошта метавонанд.



1. Суръати миёна чист?  
 \*суръати миёнаи масирӣ чӣ?  
 \*суръати миёнаи кучишӣ чӣ?
2. Оё шумо дар ёд доред, ки бузургҳои векторӣ (бузургҳои бурдо-

- ри) ва скалярӣ чӣ фарқ доштаанд?
3. Мо дар болои ҳарфи ишорати суръати миёнаи масирӣ ҳаҷча-тирчаи самтдор гузоштаем. Ин тирча чиро ифода мекунад?

### §3.10. Нигоран вобастагии роҳи тайшуда ба муддати ҳаракат

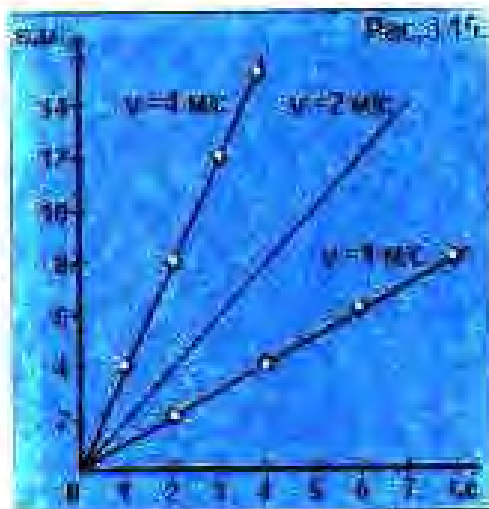
Нигора (график)-и алоқамандии байни роҳи тайшуда  $s$  ва муддати ҳаракат  $t$ -ро дар сурате сохтан осон аст, ки суръат маълум бошад. Мисол, барои ҳисме, ки бо суръати  $v = 2 \text{ м/с}$  ҳаракати якнавохт мекунад, формулаи роҳ ин аст:

$$s = v \cdot t = 2t.$$

Сараввал чадвале месозем, 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 нигоран матлуб системан 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 калон наояд ва ҳама ададҳои дар чадвал дарҷшударо гунҷонад. Агар қиматҳои чадвалро ҷобаҷо карда, онҳоро бо



Ҳам пайвандем, нигорае ҳосил мешавад, ки роҳи дар ин ё он муддат тайшударо менамояд (рас.3.14). Онро *нигорани роҳ* мегӯянд.

Ин навъ нигораро барои ҳар гуна суръати дигар низ сохтан 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

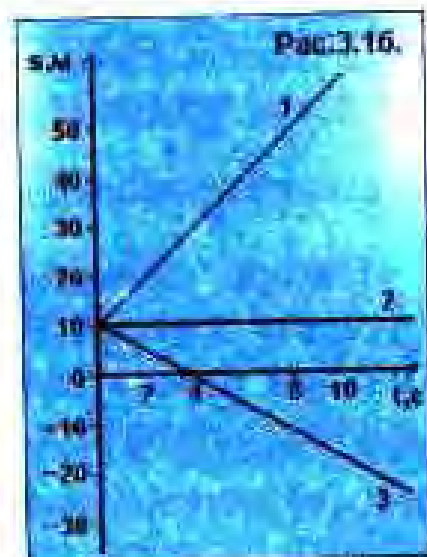
медихад, ки бо зиёд шудани суръат дараҷаи мойиллии хат (яъне шеби хат) меафзояд ва ҳар қадаре ки суръат зиёдтар бошад, хати инфоқуналидан ҳаракат ҳамон қадар болотар меҳобад ва "куталтар" меояд.

- ❓ 1. Нигорани роҳ (графикҳои роҳ) чист ва чӣ чӣхатҳои ҳаракатро инфода мекунанд? онро чӣ таар месозанд?
- ❓ 2. Нигорани рас.3.16 барои чӣ гуна суръат сохта шудааст?

**Машқ**

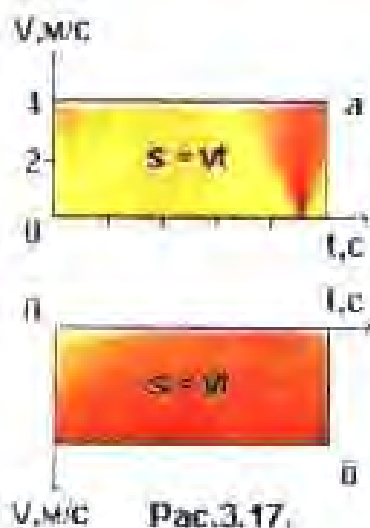
1. Чисме, ки нигорани роҳи рафти он дар рас. 3.16 бо хати 2 тасвир ёфтааст, дар 1с чӣ қадар роҳро паймудааст? дар 8 с чӣ?

2. Нигораҳои рас.3.16 барои чӣ гуна ҳаракатҳо сохта шудаанд? Аз рӯи ин нигораҳо қўчиши дар ин ё он муддат қардан қисмҳои 1,2,3 ва суръати ҳаракати онҳоро ёбед. Қисмҳо нисбат ба якдигар қадом сў ҳаракат қардаанд? (Ниг. §3.11).



### §3.11. Нигорани вобастагии суръат ба вақт

Нигора (график)-и суръатро мисли нигорани роҳ сохтан осон аст. Барои ин вобастагии суръати ҳаракатро ба муддати ҳаракат тасвир сохтан мебошад: дар ин маърид дар тире аму-дии координатҳо қиматҳои суръат ва дар тире уфуқӣ қиматҳои муддати ҳаракатро ҷой медиҳанд. Дар ҳаракати якнавохт бузургии суръат собит (дойимӣ) мемонад. Бино бар ин, нигорани ин гуна ҳаракат хати росте мебошад, ки мувозан (паралелан) ба тире вақт ҷой мегирад.



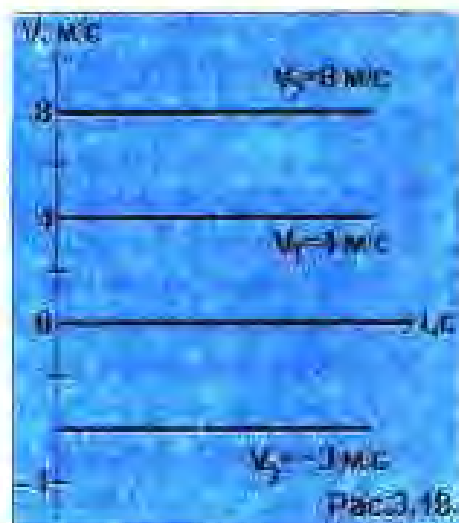
Ба сифати мисол дар рас.3.17,а нигоран суръати ҳаракати ҷисме тасвир ёфтааст, ки муддати 10с дарҳаракат будааст ва ҳар сония 5м роҳро паймудааст, яъне бо суръати 5 м/с ҳаракат кардааст. Азбаски дар ҳаракати якнавохт роҳи тайшуда  $s$  ба ҳосили зарби суръати ҳаракат  $v$  ва муддати ҳаракат  $t$  баробар 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 мекобад. Барои муқоиса дар рас.3.18 нигораҳои суръати ҳаракати ҷисме омадааст, ки дар як маврид бо суръати 4 м/с ва дар мавриди дигар бо суръати 8 м/с ба тарзи якнавохт ҳаракат кардааст.

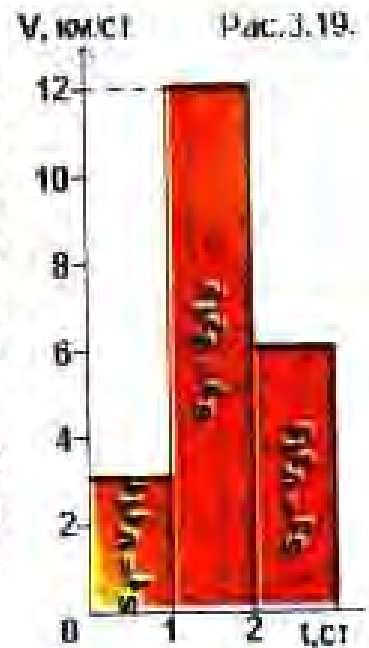


Агар ҷисм на ба самти мусбати тири  $X$ , балки ба самти манфии он ҳаракат карда бошад, нигоран соя (проексия)-и суръати онро дар соҳаи қиматҳои манфии суръат, яъне поён аз тири вақт тасвир сохтан мебарояд. Ин маврид, чун мисол, барои суръати  $v = -3$  м/с дар рас. 3.18 дар зери тири вақт тасвир ёфтааст. Дар мавриде ки ҷисм дар фосилаҳои гуногуни вақт бо суръатҳои гуногун ҳаракат карда бошад, нигоран суръати ҳаракат барои ҳар маврид бо як хати рости тасвир мешавад. Нигоран рас. 3.19 ҳаракати ҷисмро барои соъати якум (бо суръати 3 км/ст), соъати дуюм (12 км/ст) ва соъати сеюми ҳаракат (6 км/ст) ифода мекунад.

Роҳи дар ин ё он муддат тайшуда, ҷи хеле ки дар болоишорат кардем, ададан ба масоҳате баробар мебошад, ки он бо тири вақт  $t$ , тири суръат  $v$  ва хати ифодакунандаи суръат

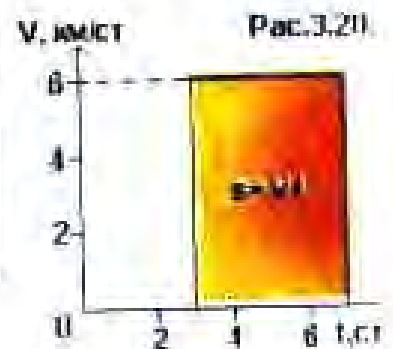
ва инч. тире ординати мутобиқ ба муддати ҳаракат маҳдуд ғаштааст. Барои ниғоран суръати  $v_1 = 3 \text{ км/ст}$  (ниғ. рас.3.19) роҳи тайшуда  $s_1 = v_1 t_1 = 3 \text{ км/ст} \cdot 1 \text{ ст} = 3 \text{ км}$  асту барои суръати  $v_2 = 12 \text{ км/ст}$   $s_2 = 12 \text{ км/ст} \cdot 1 \text{ ст} = 12 \text{ км}$  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 соғат роҳи умумии  $s = s_1 + s_2 + s_3 = 21 \text{ км}$ -ро паймудааст.

Акнун, як масъалаи сода. Дар рас. 3.20 ниғоран ҳаракати якнавоҳти ҳисме тасвир шудааст. Оё аз рӯи ин тасвир роҳи паймудан 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 паймудан он  $s = vt = 6 \text{ км/ст} \cdot 4 \text{ ст} = 24 \text{ км}$  мебошад.

- ❓ 1. Ҷа гуна ниғора (график) ниғоран суръат ном гирифтааст? оғро ҷа тавр месозанд?
2. Оё шумо метавонед, ки аз рӯи ниғоран суръат суръати онӣ (суръати лаҳзагӣ)-и ҳисмро ёбед?
3. Ниғоран 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 дойиман якнавоҳт (муназзам) буда наметавонад. Дар ин гуна ҳаракат, ки *ҳаракати ғайриякнавоҳт* (ё ҳаракати номуназзам) мебошад, суръат гоҳ каму гоҳ зиёд шуда метавонад, яъне ҳисм гоҳ ҳаракати сустшаванда мекунаду гоҳ ҳаракати тезшаванда, мисли он ки автобус гоҳи ба истоғ наздик шудан суръати худро торафт кам мекунад ва гоҳи аз истоғ раҳақя шудан оҳиста-оҳиста суръат мегирад.

Барои тавсифи миқдорӣ додани тағйироти суръати ҳаракат бузургие истифода мешавад, ки *шитоб* ном гирифтааст.

Ҷист шитоб?

Ин бузургиест баробар ба нисбати тағйироти суръати чисм бар муддати вақти рӯй додани он тағйирот, яъне

$$\text{Шитоб} = \frac{\text{Тағйироти суръат}}{\text{Муддати рӯйдоди ин тағйирот}}$$

Пас, шитоб бузургие будааст, ки суръати тағйироти суръатро ифода мекунад.

Барои хубтар дарк кардани ин мафҳум, биёед фарз кунем, ки чисм дар лаҳзаи аввали вақт  $t_0$  суръати  $v_0$  дошта бошад ва дар муддати  $t$  суръати худро то қимати  $v$  афзоиш диҳад. Он гоҳ шитобро (ки бо ҳарфи аввали номи англисии он *acceleration* ишорат мешавад), чунин ифода кардан 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 онӣ  $v$  (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)  $1\text{м/с}^2$  пазируфта шудааст.  $1\text{м/с}^2$  шитоби ҳаракати нуктаи моддиест, ки суръати он дар муддати 1с ба қадри  $1\text{м/с}$  тағйир меёбад. Воҳиди шитоб аз рӯи формулаи (\*) чунин муқаррар карда мешавад:

$$\text{Воҳиди шитоб} = \frac{\text{Воҳиди суръат}}{\text{Воҳиди вақт}}$$

Азбаски воҳиди суръат  $1\text{м/с}$  ва воҳиди вақт 1с мебошанд, пас, нисбати  $1\text{м/с}$  бар 1с ба ҳамон  $1\text{м/с}^2$  баробар аст. Онро як метр бар квадрати сония (ё як метр бар тавони дуи сония) мехонанд.



Як масъала Катора аз истоғох ба ҳаракат даромада, баъди 20 с суръати худро то 14,4 км/сг расонад. Шитоби катораро ёбад.

Ҳал. Катора аз ҷои иет ба роҳ даромадааст. Пас, суръати аввалан он сифрӣ, яъне  $v_0 = 0$  будааст. Аз ин рӯ додаҳоро ба ин шакл меорем:

$$v = 0.$$

$$v = 14,4 \frac{\text{км}}{\text{сг}} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$t = 20 \text{ с}.$$

$$a = ?$$

Ин ҷо истифодаи формулаи (\*) кофӣ аст, ки шитоби катораро муъайян кунем:

$$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{4 \text{ м/с} - 0}{20 \text{ с}} = 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Ин натиҷа он гуна маъинӣ дорад, ки катора дар муддати ҳар сонияи ояндаи ҳаракат суръати худро ба кадри 0,2 м/с афзонш медиҳад, яъне шитоби 0,2 м/с<sup>2</sup> дорад.

Дар ин мисол бузургии 0,2 м/с<sup>2</sup> қимати миёнаи шитоб ё худ шитоби миёнаро ифода мекунад.

Агар дар ин ё он ҳаракат бузургии шитоб дойимӣ монад, мегӯянд, 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 тохи ба истоғох наздик шудан суръати худро торафт кам мекунад. Аз нигоҳи физикии автобус (ва ҳар гуна ҷисми монанди автобус ҳаракаткунанда) на таҷриба дар мавриди бо мурури замон афзудани суръат, балки дар мавриди кам шудани суръат низ *ҳаракати шитобдор* мекунад. Вале бо сабаби он ки баъди паҳш кардани тормоз суръати мошин торафт кам мешавад, шитоб аломати манфӣ мегирад. Ин ҳуҷоса аз формулаи (\*) бармеояд: дар ин маврид  $v < v_0$  аст ва, аз ин рӯ,  $a < 0$  мешавад, яъне шитоб манфӣ мебошад.

Масъала. Дучархасавор (велосипедсавор) бо суръати 10 м/с равон аст. Агар шитоби ғ.л.  $a = -2,5 \text{ м/с}^2$  бошад, суръаташ пас аз муддати 3с чанд м/с мешавад?

Ҳал. Ин ҷо суръатеро ёфтани мебояд, ки дар ифодаи шитоб бо  $v$  ишорат шудааст. Барои ёфтани он ҳарду тарафи формулаи (\*)-ро ба  $t$  зарб зада, аз муъодилатаи ҳосилшуда суръати  $v$ -ро меёбем:

$$a t = v - v_0, \quad v = v_0 + a t.$$

Додахо:

$$v_0 = 10 \frac{m}{c},$$

$$a = -2,5 \frac{m}{c^2},$$

$$t = 3 c,$$

$$v = ?$$

Додахои масъаларо ба ин формула гузошта, мебинем, ки баъди 3с суръат ин кадар мешавад:

$$v = 10 \frac{m}{c} - 2,5 \frac{m}{c^2} \cdot 3 c = 2,5 \frac{m}{c}$$

Агар дучарха боз як сонияи дигар бо ҳамон шитоб ҳаракат кунад, қарор мегирад (меътад).

Як масъалаи дигар. Қатора агар аз ҷои истиқомат худ ба роҳ дарояд ва бо шитоби  $a = 0,3 \text{ м/с}^2$  ҳаракат кунад, баъди  $t = 50 \text{ с}$  ҷа кадар суръат мегирад?

*Таҳлил.* Модом ки қатора аз ҷои истиқомат худ ба роҳ дарояд, пас, суръати аввалаи он  $v_0 = 0$  аст, яъне додахои масъаларо бояд чунин 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 оғозӣ  $v_0$  (суръати лаҳзагӣ)-ро меёбем (яъне ҳали масъалаи пешина):

$$v_0 = v_0 + a t.$$

Додахоро ба ин ҷо гузошта, суръати матлубро меёбем:

$$v_0 = 0 + 0,3 \frac{m}{c^2} \cdot 50 c = 45 \frac{m}{c}.$$

?	1. Шитоб чист ва бо суръати ҳаракат ҷа алоқамандӣ дорад?	ни дорад?
	2. Шитобро ҷа тавр меёбад?	6. Ҳаракати ростхаттаи собитшитоб ҷа гуна ҳаракат аст?
	3. Шитоби оғозӣ (шитоби лаҳзагӣ) чист?	7. Оё шумо медонед, ки суръати оғозӣ ҳаракати ростхаттаи собитшитобро ба ҷа тавр ёфтаи осон аст?
	4. Воҳиди шитоб аз воҳиди суръат ҷа фарқ дорад?	
	5. Шитоби ҷисм $1 \text{ м/с}^2$ аст – ин ҷа маъ-	

Машқ

Санҷиши суръати оғозӣ (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 ҷа гуна шитоб ҳаракат кардааст?



# ҚУВВА

Боқ IV

Калиман дувва на танҳо дар саҳифаҳои китобҳои дарсии физика, балки дар энциклопедияи ҳаррӯза низ серистеъмолад аст. Вақте ки мо *Зуд бош!*, *Бигуиб!* ё калимаву ибораҳои ба инҳо монандро ба кор мебарем, ё ҳамин мафҳуми қувваро дар назар медорем ё бузургикосро пешни рӯ меорем, ки бо қувва ин ё он навъ алоқамандӣ доранд. Шумо ҳам, ховандаи азия, ин мафҳумро ҳар рӯз дахҳо бор истифода мекунед.

Аmmo оё боре анденндаед, ки ба пурсиши *Қувва чист?* чи посух додан меояд? Ин кор наҷандон осон аст, ки менамояд.

Вазифаи асосии физика омӯзиши ҳаракат ва *Ҳамтаъсирот*и ҷисмҳост. Ин ду мафҳум ҳамбастан якдигаранд. Аммо аз ҷиҳати омӯзиши аввал ҳаракатро дарх кардан осонтар аст. Бино бар ин, пеш аз он ки мо шуморо бо дувва ва бузургикос бо он алоқамандӣ билиносонем, зарур медонем, ки аввал моҳияти як мафҳуми асосии дигар — *бефаъолияти\** (*лениция*; *инерсия*) ва ҳамон *Ҳамтаъсирот*и ҷисмҳоро камубеш шарҳ диҳем.

## §4.1. Бефаъолияти (инерсия)

I

Оё шумо мувоҳида кардаед, ки сагте дар рӯи ҳавлӣ моҳову солҳо "ҳоб" аст ва ҷувбадан "намехоҳад" ё китобе, ки шумо ҷанд рӯз боз ояро ба даст нагирифтаед, воҷувбада истодан мегирад; тӯбе, ки дар майдонҷам бозӣ қарор истодааст, то даме ки зада нашавад, аз ҷой намеҷунбад.

Ин гуна мисолҳо бешуморанд ва нишон медиҳанд, ки ҷисмҳои қарор то даме ба онҳо таъсири овардани ҷисмҳои дигар

\*). Леницияношии дигарон қадим барои баён кардани дигарон бефаъолияти ҷисмҳои беҳуҷра мафҳумро ба шир мабуриқад иборат аз қисмати инерсияи *А* (ба инъон бе-, во-) ва қисмати *а* (ба инъон дувва, мӯҳаддод). Руско ин мафҳумро дар инъон *инерция* (аз латинии *inertia*) истифода мекунанд. Мо, форсиношии, инъон дигарон, ки ин бефаъолияти, *лениция*; *инерсия*, *инерсия* ё *инерсия* аст. Аммо аз ҷиҳати умумитар ифода кардани инъон *инерсия* маънои "бефаъолияти" аст.

гар ҳолати оромии худро нигоҳ медоранд. Чисмҳо (ҳамон саягу китобу туби мисолшуда ва ҷаҳҳон монанди онҳо) худбахуд ба ҳаракат намедароянд, аз ҷой наметунбанд, яъне суръати худро тағйир дода наметавонанд.

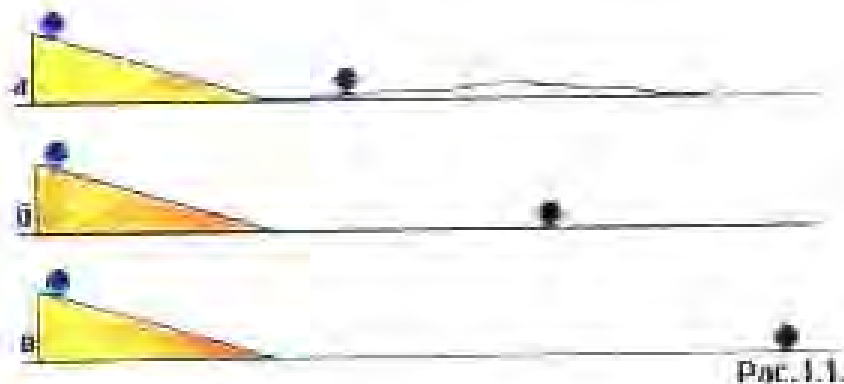
Донишманди Ювони қадим Арасту аз мушоҳидаи он, ки ҷисми рӯрӯн замин тақонгирифта ҳаракати худро торафт суст карда, рафта-рафта қарор мегирад, хулоса гирифт, ки ҳолати табиъии ҳама ҷисмҳо ҳолати оромӣ аст.

Г.Галилей ин ақидаи Арастуро тақмил дода, ба хулосае расид, ки ҳолати дарҳаракат будани ҷисмҳо низ монанди ҳолати оромӣ ҳолати табиъӣ мебошад. Ҳақ дар он аст, ки агар Арасту сойиши байни ҷисм ва сатҳи Земинро ба назар мегирифт, ба хулосаи Галилей мерасид. Дарвоқеъ, агар сойиш вуҷуд намедошт ё онро бартараф сохтан имкон медошт, ҷисми тақондида ҳолати дарҳаракат будани худро муддати дурудароз нигоҳ медошт.

Биёед, дар бораи падидаҳои мулоҳиза ронем, ки мушоҳида кардани онҳо душворне надорад. Туби гелон дер ё зуд аз ҳаракат бозмемонад. Аробачаи равои низ дар роҳи ҳамвор ин ё он масофаро паймуда, аз рафтаи бозмемонад. Мошине, ки дар роҳи ҳамвор бо суръати, масалан, 50 км/с<sup>т</sup> равои аст, пас аз даҳзаи қомуш гардонидани мотораш якбора наистода, қариб 300 м роҳ паймуда метавонад ва м.ин.

Хонандан азиз, пеш аз он ки ин таҷрибаро ҷамъбаст кунем, биёед як таҷрибаи дигарро бинем. Мизаи ҳамворе гирифта, дар як кавораи тахтачаеро дар ҳоли мойил мегузорем ва сақоро аз нути болои он тахтача сар медиҳем. Аввал дар рӯи миз дар роҳи рафти сақо қадре поёнтар аз ҷое, ки нути поёни тахтачаи мойил ба сатҳи миз мерасад, пореи қоғазии регдори (қоғазии сунбода) ё пореи ягон матоъи дурушт мегузорем (яъне сойиширо зиёд мекунем). Ҳаракати сақоро мушоҳида карда, мебинем, ки он на танҳо рӯрӯн 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 матиро нохонда, сабаби ивсро ёфтани шавед, ба зудӣ пай мебаред, ки сабаби асосӣ сойиши сатҳи сақо бо роҳи регдори (ё матоъи дурушт) аст. (Дар бораи



Рас.1.1.

падидан сойиш на қувваи сойиш дар §6.8 ва 6.9 сухан хоҳад рафт). 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 коғазӣ 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 камсоиштар аст, сақо, боз ҳам дуртар мегелад (рас.4.1,в).

Вақте бинед, ки тахмини шумо рост мебарояд, руҳбаланд 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 комилан 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 намедиҳад: 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, дармеебед, 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 *шусте*, ки доранд, ҳаракати худро беист идома диҳанд

**Галилео Галилей** (1564-1642) – олим маъруфи ҷаҳонӣ, яке аз бунёдгузори илми табиъатшиносӣ дониш, яке аз анҳое, ки дар пешбурди тафаккури илми ҷисмӣ зиёд дорад. Вожаи «*физика*»-ро ба сифати пояи асосии илми табиъатшиносӣ маҳз ӯ ба ҷаҳон овардааст. Қашфи қонуни афтиши озедагонӣ ҷисмҳо ва собит мондани шитоби ин афтиш, ихтироии тӯлӣ дид барои мушоҳидаҳои нӯҷумӣ, ихтироии гармобин (термоскоп), ки тимсоли ҳароратсанҷ буд, қашфи ҷаҳор радифи Муштарӣ ва ғ. – инҳо



ҳама маҳсули пажӯҳишҳои ӯянд. Ба пиндори ғарбиён Галилей «аввалин касе будааст, ки таҷрибаро заминаи илми табиъатшиносӣ» докистааст, бо вучуде ки ҳанӯз **Еротуси мисрӣ** (276-194 то м.) дарозии хати истиқвои Заминро муъайян кардааст, **Абурайҳони Беруни** (973-1048) тарзи созиши ёфтани ҳаҷми ҷисмҳои нодурустшаклро ба қор бурдааст ё ин ки **Умарӣ Хайём** (1048-1123) тарҳҳои барқашидани ҷисмҳо ва муъайян кардани вазни ҳосии онҳоро панҷ аср пеш аз Галилей баён кардааст.

(яъне ҳаракати *шаклӣ* қунанд).

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 зохир мешавад, ки ҷисм ҳаракати худро на якбора, балки оҳиста-оҳиста тағйир медиҳад ва ҳар қадаре ки масса (ҷирм)-и ҷисм зиёд бошад, ҳаракати он ҳамон қадар оҳистатар тағйир мепазирад. Ин нуқта бо номи *қонуни бефаъолияти* машҳур аст.

Қонуни бефаъолиятиро пеш аз ӯама Г.Галилей дарк кардааст. И.Нйутон дар пайи Г.Галилей рафт ва ақидаи ӯро дар шакли зайл баён кард: *Ҳар гуна ҷисм ҳолати аввалии оромиши нисбӣ ё ҳаракати ростхатта ва якнавохти худро дойиман нигоҳ медорад, ба шарте ки аз асари ҷисмҳои дигар эмин бимонад ё асари якҷояи онҳо ба ҷисм ҳеҷ (баробари сифр) бошад.* Ин яке аз таърифҳои маъмули *қонуни бефаъолияти* аст. Онро *қонуни якуми Нйутон* низ мегӯянд.

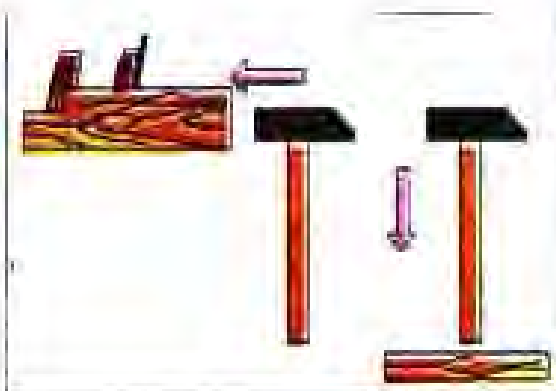
## II

Акнун мушоҳидаҳои навъи дигарро мулоҳиза қунем. Талаби асосии қонуни бефаъолияти, бешак, риоя мешавад: оромиши нисбии ин ё он ҷисмро танҳо таъсири ҷисмҳои дигар ё худ қувваҳои беруна ҳа талдор карда метавонад. Аммо барои он ки тахтачаеро, масалан, рӯрӯи сатҳи миз ё аробачаеро рӯрӯи Замин муназзамона (ба таври якнавохт) кашаида тавонем, за-

рур аст, ки онҳоро дойман ҳаракат диҳем.

Пурсише ба миён меояд, ки оё талаби дуҷуми қонуни бефаъолияти ба мушоҳидаҳо ва хулосаҳои мезид нест?

Не, ин ҷо зиддияте нест. Гап дар



он аст, ки тахтача ё аробача гоҳи рӯрӯи ин ё он сатҳи кашида шудан сойиш меҳӯрад ва қуввае, ки барои кашидани тахтача (аробача) зарур меояд, ана ҳамин сойишро барҳам мезанад. Агар сойиш вуҷуд намендошт, тахтача (аробача)-и мисолшуда ҳаракати худро бо суръати дойимӣ давом медод.

<p>1. Бефаъолияти (инерсия) чист?</p> <p>2. Оё ҷисми қарор ҳосияти бефаъолияти дорад?</p> <p>3. Қонуни бефаъолияти (қонуни инерсия) ҷа мазмунро ифода мекунад.</p> <p>4. Автобуси равои дар назди истоҳи тормоз хӯрда, якбора истод. Саворони он кадом сӯ бор мегиранд (ҳам мешаванд)? гоҳи аз ҷойи ист якбора ба роҳ даромадани автобус ҷа?</p>	<p>5. Меғӯянд, ки ҷисм бо шастаи худ дар ҳаракат буд – ин гуфта ҷа маъна дорад?</p>
--	---

### Супориш

1. Оё донишманди Юнони қадим Арасту ҳақ буд, ки меғӯфт: “Ҷисм танҳо дар сурати ба он таъсир овардани қувва(ҳо) ва ҷисм(ҳо)и дигар ҳаракат мекунад”?

[Ёрмандя. Посух ба ҳавои Галилей: “Дар сурати ба ҷисм таъсир наовардани ҷисмҳои дигар он ҷисм ё ором мемонад ё бо шастаи худ ҳаракати ростхатта ва якнавоҳт (ҳаракати муназзам) мекунад”, лав Арасту вачавдон ҳақ буд].

2. Либоси гардгирифтаро метақонанд, гилеми гардолудро бо гилемшапцак мешапцад. Оё шумо дар ин мисолҳо ягон ҷаҳате мебинед, ки ҳаракати гарди гилему либос бо қонуни бефаъолияти (инерсия) алоқаманд бошад?

3. Мо гуфтем: Ҷар қадаре ки масса (ҷирм)-и ҷисм зиёд бошад, ҳаракати он ҳамон қадар оҳистатар тағйир меназирад. Оё шумо аз ин гуфта хулоса гирифта метавонед, ки массаи ҷисм меъёри ҳаракати он аст?

4\*. Қадоме 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”;

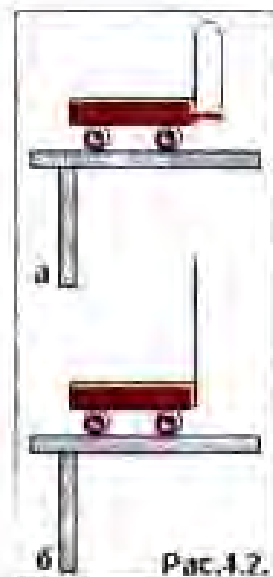
“Дар сурати ба ҷисм таъсир наовардани ҷисмҳои дигар ё мувозинат доштани таъсироти онҳо он ҷисм ё қарор менастад ё ҳаракати ростхаттаи якнавоҳт (ҳаракати ростхаттаи муназзам) мекунад”;

“Агар ба ҷисм ҷисмҳои дигар таъсир наоваранд ё ин ки таъсиря якҷояи

онҳо, чи хеле ки мегӯянд, тарозу шавад, он ҷисм ҳаракати ростхаттан якнавохти худро нигоҳ медорад”.

5. *Бефаъолияти (инерсия) маънии беҳаракати дорад.* Шумо ин маъниро бо он, ки мо дар бораи тағйироти суръат баён кардем, ҷи сон мувофиқат медиҳед? Ба тарзи дигар гӯем, вақте ки ҷисм дар ҳаракат бошад, дар бораи ҷи гуна “бефаъолияти”-и он сухан рондан мумкин аст? (Посухи хатти таъёр кувед).

6\*. Қонуни якуми Нютон (қонуни бефаъолияти)-ро таърифе диҳед, ки дар он хулосаи таҷрибаҳои таъдиқунавдан ин қонун ва шароити таъдиқунавдан будани он баён шавад.



## §4.2. Ҳамтаъсиrotи ҷисмҳо

*Ҳамтаъсиrot* ё худ *таъсиrotи мутақобил* мафҳумест барои инфода кардани асари ҷисмҳо ба якдигар. Ин мафҳумро аз он рӯ доништан зарур аст, ки сабабгори ҳама гуна тағйирот аст, аз ҷумла, сабаби тағйир ёфтани суръати ҳаракати ҷисмҳо маҳз ҳамин таъсири як ҷисм ба ҷисми дигар, яъне ҳамин ҳамтаъсиrot мебошад.

Аробачае мегирем дар рӯи миз. Дар канори пеши аробача лавҳачаи филизии 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.

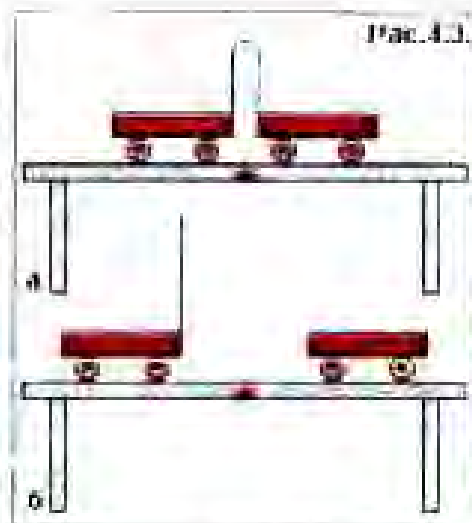
“Ин ҷо сабаб ҷи бошад?”, — мегӯем мо худбахуд. Аммо пеш аз он ки сабаби наҷунбидани аробачаро ҷуё шавем ва аз ин таҷриба хулоса барорем, ҳамон гуна аробачаи дигаре гирифта, онро дар назди аробачаи якум мегузорем (рас.4.3,а) ва таҷрибаро такрор мекунем. Акнун, агар риштаи ниғаҳдорандаи лавҳачаи филизиро сӯзонем, мебинем, ки аробачаҳо мисли ин ки аз якдигар зарб хӯрда бошанд, ба самтҳои муқобил ба ҳаракат мебароянд ва аз ҷой аввалаи худ — аз хати нишонаи рӯи миз дур мешаванд (рас.4.3,б).

Ҷи 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, фаҳмоист, ки аробачаи якумро маҳз аробачаи дуҷум чунбиш додааст.



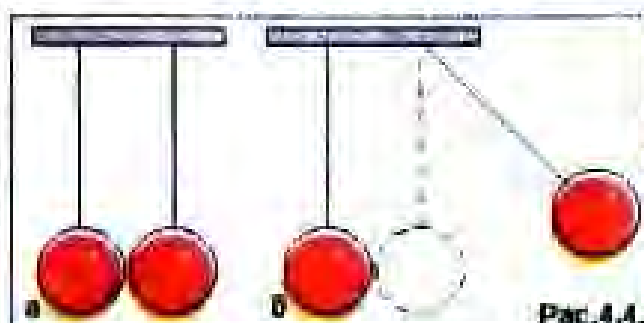
Акнун, биёед, таҷрибаи содаи дигареро бинем, ки гуфти болоро ба хубӣ тасдиқ мекунад. Ду кураи пулоднии якхеларо бо ресмонҳои борики якхела меовезем. Онҳо пас аз лаҳзае қарор мегиранд (рас.4.4.а). Ин ҳолати қарор буданро дар физика *ҳолати мувозинат* меноманд. Баъд, агар яке аз кураҳо аз ҳолати мувозинат каме дуртар бурда, сар диҳем, ин кура ба ҳолати мувозинат баргашта, ба кураи қарор мезанад ва (*бинед лаҳзаи хушангезро!*) қарор мегирад, аммо кураи якум, ки то ин дам қарор буд, ба ҳаракат мебарояд.

Ҳамин тариқ, дар ин маврид кураи қарор аз таъсири кураи ҳаракатманд ба ҳаракат мебарояд. Ин он гуна маъни дорад, ки кураи қарор аз кураи ҳаракатманд *тақон* гирифтааст. Метавон гуфт, ки дар ин маврид ҳамтаъсири ду ҷисм дар натиҷаи додугирифт, дар шакли ҳаракати аёнӣ 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 хориҷ гардидани шарраи газҳои баландфишор ва м.и.н.

Хулосаи умумӣ аз гуфтаҳои боло ин аст, ки ҷисмҳои ҳолати худро НА худбахуд, балки танҳо дар натиҷаи ҳамтаъсири тағйир мебаханд. 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:

*ҳар як чисм, агар ба чисми дигар таъсир расонад,  
дар ҷавоби таъсири худ таъсир мебинад.*

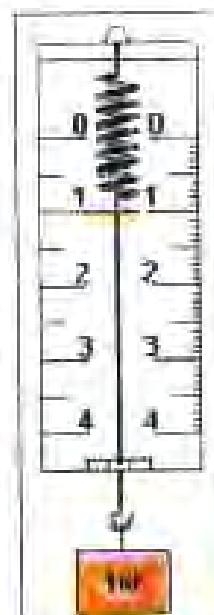
Моҳияти ҳамтаъсиrotи чисмҳо низ дар ҳамин аст.

Ин ҷо пурсише ба миён меояд, ки зӯри такон ё худ дараҷаи зарбаи як чисм ба чисми дигар ба ҷа (ҷиҳо) бастагӣ дорад.

Ҷуиши посухи ин пурсиш моро водор месозад, ки вобастагӣи тезии ҳаракати чисмҳои дар ҳамтаъсиrot таъсирдиҷаро ба *миқдори моддаи онҳо* (ё худ ба массаи онҳо) биомӯзем.

Баъзе мисолҳои дигари ҳамтаъсиrotи чисмҳоро дар банди оянда муойина мекунем.

1. Мафҳуми *ҳамтаъсиrot* ё худ *таъсири мутақобил* ҷиро ифода мекунад?
2. Ҷарҳи мошин бо сатҳи роҳ таъсири мутақобил мекунад – дар натиҷа мошин пеш меравад; сатҳи роҳ ҷа?
3. Мисолҳои, ки мо дар поёни матни ин банд овардаем (туп ва тирӣ он, заврақ ва савори он, мушак ва шарраи газҳои аз шайпураи он хориҷшаванда) ҷа умумият доранд?
4. Бореро дар ҷангаки тарозуи фанарӣ (тарозуи пружина) овозон мекунем (рас.4.5). Дар ин маврид ҷа ба ҷа таъсир мерасонад ва аз ҷа таъсир мебинад? Натиҷаи ин таъсиrot дар ҷа зоҳир мегардад? Магар бор дар натиҷаи таъсири фанар (пружина)-и тарозуи поён меояд?  
(Посухи худро бо дағел баён кунед).



Рас. 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 биёед бо дасти худ чанд таҷрибаи содаё анҷом диҳем, ки дар онҳо қувва мақоми асосӣ дорад.

1. Сақои рӯи мизро андак такон диҳед. Сақо ба рағти такон ба ҳаракат меҷарояд.

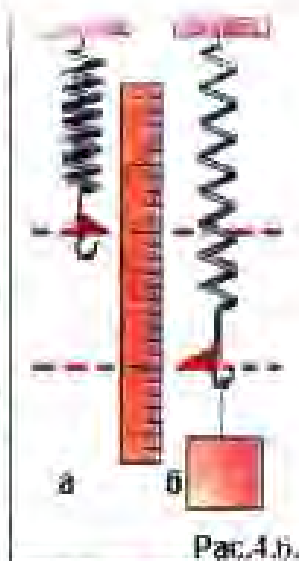
2. Туби футбол аз зарбаи пойи шумо ба парвоз меҷарояд ва ба сари бозингаре бархӯрда, самти парвози худро тағйир медиҳад; баъд ба замин зада, каму беш гелида, бозменстад.

3. Агар дар сари фанари овозон (рас.4.6,а) боре овозем, 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 чунбиш меҳӯрад ва ғ.

Биёед, мулоҳиза кунем, ки ин мисолҳо ва мисолҳои ба инҳо монанд чӣ умумият ва чӣ тафовут доранд. Чизи аввале, ки ба назар мерасад, ин аст, ки ҳисми муойинашаванда (сақои

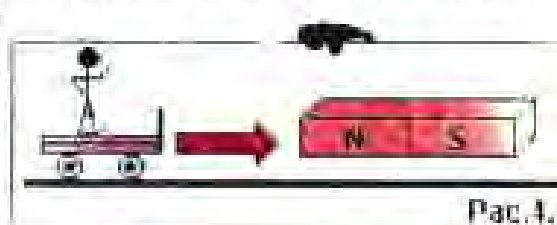


рӯи миз, тӯби футбол, барги гул ва ғ.) бо таъсири ҳисми дигар ба ҳаракат мебарояд ё аз рафтани бозмемонад, яъне суръати ҳисм дар натиҷаи ба он таъсир овардани ҳисми дигар тағйир меёбад. Рӯшантар гӯем, суръати ҳисмҳои мисолшуда аз он рӯ тағйир меёбад, ки сақо ва дасти тақондихандаи он, тӯб ва сар ё пой футболбоз, шамол ва барги гул ва ғ. ба якдигар таъсир мерасонанд ва аз якдигар таъсир мебинанд.

Дар мавзӯи "*Бефаъолияти (инерсия)*" дидем, ки ҳисм агар бо ҳисмҳои дигар додугирифт (таъсири мутақобил) надошта бошад, чунончи, агар ба ҳисм ягон ҳисми дигар таъсир нарасонад, он ҳисм нисбат ба ҳисми сарҳисоб ростхатта ва якнавохт (муназзамона) ҳаракат мекунад ё ин ки дар ҳолати оромииш будан мегирад; аммо агар ин ҳисм ба ҳисмҳои 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 ҳисмҳо ба воситаи он таъсири миқдори дода мешавад, қувва номида шудааст. Ба гуфти дигар, қувва меъёри миқдории ҳамтаъсири ҳисмҳост.*

Ҳамин тариқ, таъсири қувва ба ҳисм боиси тағйир ёфтани суръати ҳаракат, яъне боиси шитоб гирифтани ҳисм мегардад. Ҳисме, ки қувва ба он таъсир мерасонад, ба самти таъсири қувва шитоб мегирад. Вакте мегӯянд, ки ба ҳисми дорои массаи  $m$  қувваи  $F$  таъсир меоварад, инро ба маъни фаҳмидан мебарояд,





Исаак Ньютон (1643-1727) – зодаи Инглистон, олимк, ки дар бунёд ниҳодани бинояи илми физика сахми бисёр бузург дорад. Ньютон қонуни асосии механикаи классикиро шакл додааст. Кашфи қонуни қазибии ҷаҳонӣ, кашфи таҷзияи нури сафед, эҷоди назарияи заррагии нур, таҳияи ҳисобҳои дифференсиалӣ ва интегралӣ ва ҷаҳдҳои кашфиёти дигар бо номи ӯ алоқаманд аст. Хулосаҳои илмии Ньютон дар таърихи табиъатшиносӣ, аз ҷумла дар таърихи физика бағоят муҳиманд.

ки он ҷисм бо ҳамаи “ҷисмҳои дигар” таъсири мутақобилт (доду-гирӣ) мекунад. Қувваи  $F$  меъёри ани ҳамаи таъсириро аст. Аммо дар мувофиқати физикӣ дар аксари ҳолати маърифӣ дар бораи ҷисме, ки ба ҷисми мувофиқашаванда таъсир меоварад, танҳо ҳамаи қадар мебаранд, 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, чунин навишта метавонем:

$$F = ma$$

Ин формула, ки онро олими маъруф И.Ньютон кашф кардааст, ифодаи асосии 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 маънӣ меояд?

2. Мафҳуми “қувва” бо мафҳуми ҳама таъсириро чӣ қадар ҳамбастагии нобастагии дорад. Ин ҳамбастагӣ дар чӣ ҳолати мешавад?

3. Қувва меъёри миқдори ҳама таъсириро мебошад. Ин гуфта чӣ маънӣ дорад?

4. Шумо дар бораи ҳама таъсириро чӣ қадар чӣ мисолҳои дигар оварда метавонед?

#### §4.4. Воҳиди қувва

Дар *Маҷмуаи байналмилалии воҳидҳо* (SI) ба сифати воҳиди қувва қувваи пазируфта шудааст, ки суръати ҷисми дорои массаи 1кг-ро ҳар сония ба қадри 1м/с афзонӣ мекунад. Ин воҳидро ба ифтихори И.Ньютон *ньютон* номидаанд. Овरो бо  $N$  (ҳарфи калон) ишорат мекунанд. 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 равост: *1Н кувваест, ки чисми дорон массам 1кг-ро шитоби 1 м/с<sup>2</sup> мебахшад*, яъне:

$$1 \text{ Н} = 1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}$$

Воҳиди назар ба нйутон ҳазор бор бузургтар-килонйутон (кН – бо “к”-и хурд ва “н”-и калон) низ истеъмол мешавад.

$$1 \text{ кН} = 1000 \text{ Н}.$$

Дар *Манзумаи воҳидҳои СИ*, ки дар он масофаро бо сантиметр (см) ифода мекунанду массаро – бо *грам* (г) ва вақтро – бо *сония* (с), ба сифати воҳиди кувва *дина* (ишораташ *дин*) истифода мешавад, ки чунин мазмун 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:

$$1 \text{ Н} = 100 \text{ 000 дин}.$$

**Масъала 1.** Чисми соҳиби массам 5 кг бо таъсири кувваи домаълум шитоби 4 м/с<sup>2</sup> мегард. Ба қисм чӣ қадар кувва таъсир овардааст?

*Додаҳо:*

$m = 5 \text{ кг},$
$a = 4 \text{ м / с}^2$
$F = ?$

*Ҳал.* Ин чо қонуноро истифода кардан мебояд, ки кувваи ба қисм таъсиркунанда  $F$  ва шитоби  $a$ -ро алоқаманд мегардонад – ин ҳамон қонуни  $F = ma$  (яъне қонуни дуҷуми Нйутон) аст. Пас,

$$F = 5 \text{ кг} \cdot 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 20 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} = 20 \text{ Н}$$

**\*Масъала 2.** Куввае ба қисми дорон массам 5 кг муллоти 2 с таъсир карда, суръати оғро то 4 м/с афзонш дод. Он кувва чӣ гуна бузургӣ дорад?

*Ҳал.* Дар шарти масъала наомада, ки қисм дар чӣ ҳолат қарор дошт. Аз ин рӯ, биеъд, чунин пиндорем, ки қисм дар лаҳзаи аввали вақт беҳаракат буда бошад. Дар ин сурат додаҳои масъаларо бояд чунин биёрем:

$$m = 5 \text{ кг}, \quad t = 2 \text{ с}, \quad v_0 = 0, \quad v = 4 \text{ м / с}, \quad F = ?$$

Пас, ин чо низ ҳамон қонуни  $F = ma$ -ро ба қор бурдан ду-

руст аст. Лекин дар ин маврид ба ҷои шитоби  $a$  бузургии ифодакунандаи он — нисбати тағйироти суръат бар муддати вақт, яъне бузургии зайлро истифода кардан мебояд:

$$(v - v_0) / t$$

$$F = ma = m \frac{v - v_0}{t}, \quad F = 5 \text{ кг} \cdot \frac{4 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 0}{2 \text{ с}} = 10 \frac{\text{кгм}}{\text{с}^2} = 10 \text{ Н}.$$



1. "Ба қисми  $m$  қувваи  $F$  таъсир овардааст" гуфтаи, ба фикри шумо, чӣ маъния дорад?
2. Қувваро бо чӣ гуна воҳидҳо ифода мекунад?
3. Як нютон (1Н) чӣ гуна воҳид аст ва ба кадом маънуман воҳидҳо таъаллуқ дорад?

#### §4.5. Қувва бузургии векторӣ (бузургии бурдорӣ) аст

Чисм аз таъсири қувваҳои гуногун ба масофаҳои гуногун мекуҷад: ҳар қадре ки қувва зиёд бошад, чисм кучиши ҳамон қадар дарозтар мекунад. Пас; кучиш ба он вобаста будааст, ки қувваи ба чисм таъсиркунанда чӣ гуна *бузургия* ё, чи хеле ки мегуянд, чӣ гуна *қимати ададӣ* дорад.

Аммо на танҳо бузургии қувва, балки самти таъсири он низ муҳим аст: аробача дар роҳи рости ҳамвор, вобаста ба он ки кадом сӯ тела мекуҷрад, ё пеш меравад, ё ақиб; сақои биллиард вобаста ба самти таъсири қувва ин ё он сӯ меравад ва ғ.

Бузургиҳои физикиеро, ки ҳам қимати ададӣ доранду ҳам самт, *бузургиҳои векторӣ* (ё худ *бузургиҳои бурдорӣ*<sup>1</sup>) ном додаанд. *Кучиш, суръат* ва *шитоб*, ки мо дар боло истифода кардем, ҳамин гунаанд. Қувва низ бузургии векторӣ аст, яъне агар қувва ба қисме таъсир оварад, онро ба самти таъсири худ пеш бурда метавонад.

Дар муайянаи қувва ғайр аз бузургии қувва ва самти таъсири он чизи дигаре низ муҳим аст — *нуқтаи таъсир* ё, чи хеле ки дар боло гуфтем, *нуқтаи гузориши қувва*. Муҳим будани нуқтаи гузориши қувваро аз мисоли машҳури ҷойи шинондани дастаи дар дидан осон аст: фаҳмост, ки дастаи дар дур аз

меҳвари гардиши дар, яъне дур аз меҳвари ошиқ-маъшукҳо шинонда мешавад, то ки кушодану пушидани он осон бошад.

Бузургҳои векторӣ, аз ҷумла, қувваро дар тасвирҳо бо порчай хати рости тирчашакле ифода мекунанд, 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 интиҳобшуда қимати адабии қувваро. Аз ҷумла, ба ҷисме, ки дар рас.4.8, а тасвир шудааст, 4 воҳид қувва, ба сақо (таъсири  $\phi$ ) 1 воҳид қувва ва ба аробача (таъсири  $\nu$ ) 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 4Н 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.

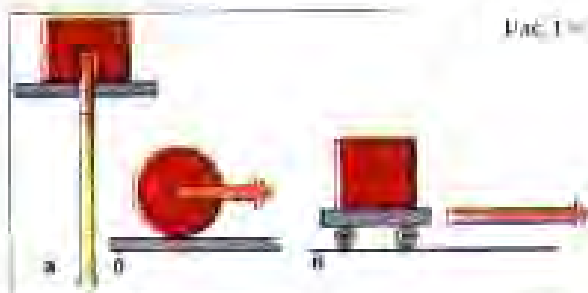
Векторҳоро дар матн бо ҳарфҳо низ ишорат мекунанд. Ҳарфи ишорати векторро назар ба ҳарфҳои муқаррарӣ ғафтар (яъне сиёҳтар) менависанд ё ин ки дар болоиш тирча мегузоранд ва, масалан, ишоратҳои зеринро чунин мехонанд:

$s$  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.

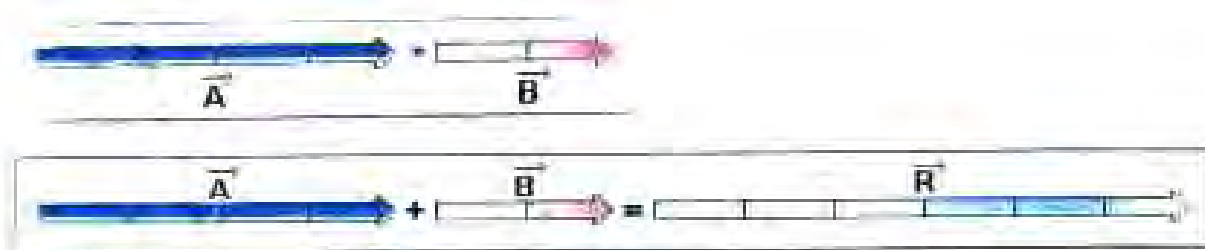
1. Вектор (бурдор) чӣ маъно дорад?  
 2. Бузургҳои векторӣ чист?  
 3. Ишоратҳои  $\vec{a}$  ва  $|\vec{a}|$  чиро ифода мекунанд?  $A$  ва  $|\vec{A}|$  чӣ?



Рас. 1.8

## §4.6. Ҷамъ ва тарҳи векторҳо (бурдорҳо)

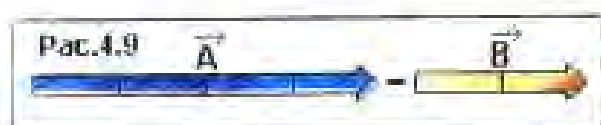
Қоидаҳои ҷамъу тарҳ кардани векторҳо (бурдорҳо) аз қоидаҳои маъмулии ҷамъ ва тарҳи ададҳо фарқ дорад. Содатарин маврид ҷамъ кардани ду векторе, масалан  $A$  ва  $B$  аст, ки



ба кади як хати рост равонанд. Хосили чамъи векторҳои  $A$  ва  $B$  одатан бо  $R$  ишорат мешавад ва онро *вектори натиҷавӣ* меноманд. Дар сурати ба кади як хати рост равона будани векторҳои  $A$  ва  $B$  чамъи онҳо чамъи одӣ аст.

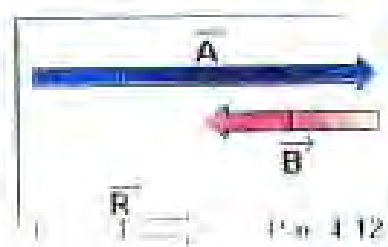
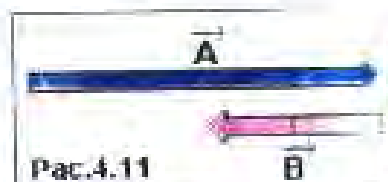
Чунончи, агар  $A = 4в.$  (воҳид) ва  $B = 2в.$  (инг. расми якум) бошад, вектори натиҷавии чамъи онҳо  $R = A + B = 4в. + 2в. = 6в.$  мешавад (расми дуюм). Аз ин ҷо чунин ба назар мерасад, ки гӯё аввали вектори  $B$  ба охири вектори  $A$  васл шуда бошад; дар ин маврид вектори натиҷавӣ  $R$  бо  $A$  ва  $B$  ҳамсамт меояд.

Аз вектори  $A$  тарҳ кардани вектори  $B$  низ душвор нест, ба шарте ки фарқи  $A - B$ -ро бо чамъи  $A + (-B)$  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 мисли мавриди чамъи векторҳо аввали  $B$ -ро бо охири  $A$  якҷо биёрем (рас. 4.11), вектори  $B$  дарозии ба худ баробари вектори  $A$ -ро бархам мезанад – он гоҳ вектори натиҷавӣ  $R$  баробари қисми боқимондан 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, чамъи векторҳои ҳамхат (яъне онҳое, ки ба кади як хати рост равонаанд) осон аст.

Акнун чамъу тарҳи векторҳоеро бинем, ки на ба кади як хати рост равонанд, балки самти ихтиёрӣ доранд. Боз ҳам биёзим мавриди содатаринро: бигзор, векторҳои  $A$  ва  $B$  нисбат ба якдигар тахти кунҷи рост равона бошанд (рас. 4.13). Дар ин маврид



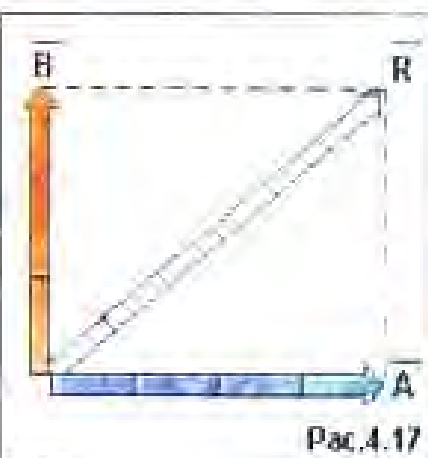
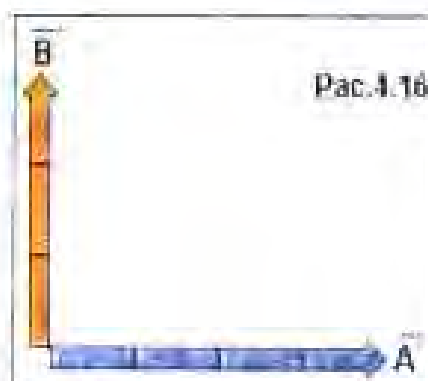
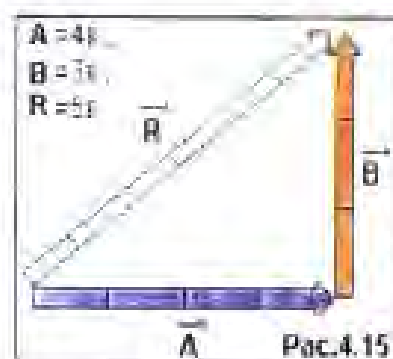
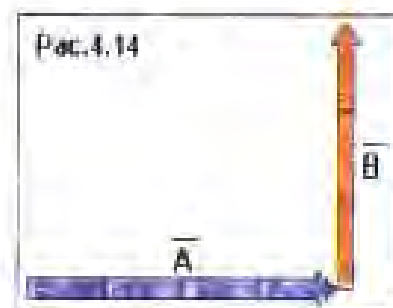
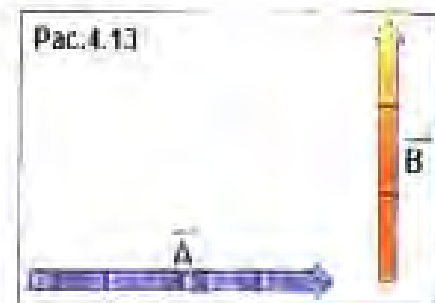


низ барои чамъ кардани векторҳои  $A$  ва  $B$  аввал онҳоро якҷо меорем: охири  $A$ -ро бо аввали  $B$  васл мекунем (рас.4.14) ва аз аввали  $A$  то охири  $B$  хати ростии векторӣ мекашем (рас.4.15). Ана ҳамин хат, ки бо ҳарфи  $R$  ишорат шудааст, вектори натиҷавӣ аст ва ҳосили чамъии векторҳои  $A$  ва  $B$ -ро ифода мекунад. Агар дарозии вектори  $R$ -ро бо хаткашаки одӣ санҷида, онро бо воҳиди интиҳобшуда муқоиса кунем, 5 воҳид меояд.

Вектори  $B$ -ро ба тағйири самт ба аввали вектори  $A$  мекӯчонем, 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 канда-канда, ва, дар охир, аз аввали векторҳои  $A$  ва  $B$  то ба кунҷи муқобили тасвири (чоркунҷаи) ҳосилшуда хати ростии векторӣ мекашем; ин хат, ки қутр (диагонал)-и чоркунҷа аст, ҳосили чамъии векторҳои  $A$  ва  $B$ , яъне  $R$ -ро ифода мекунад (рас.4.17).

Ин тарзи чамъбандии векторҳо *қоидаи мувозинахлу* ном гирифтааст (номи пешнааш *қоидаи параллелограм* буд).

Амали аз як вектор тарҳ кардани вектори дигар низ ҷолиб аст: Дар рас.4.18 қоидаи аз вектори  $A$  тарҳ кардани вектори  $B$  оварда шудааст. Дар ин маврид барои ёфтани вектори натиҷавӣ  $R$  векторҳои  $A$  ва  $B$ -ро тавре ҷой медиҳем, ки онҳо аз ҳамон як нуқта сар шаванд (тасвири миёна). Сипас, охири  $B$ -ро бо охири  $A$  мепайвандем — он гоҳ векторе ҳосил мешавад ( $R$ ), ки натиҷаи тарҳи  $A - B$ -ро ифода мекунад — ин натиҷа дар



тасвири охири рас.4.18 омадааст.

Ба ин чиз таваччӯҳ кунед: Агар тасвири охиrho бо қондаи чамбандии векторҳои  $\vec{A}$  ва  $\vec{B}$  муқоиса кунем, мебинем, ки

$$\vec{A} = \vec{B} + \vec{R}$$

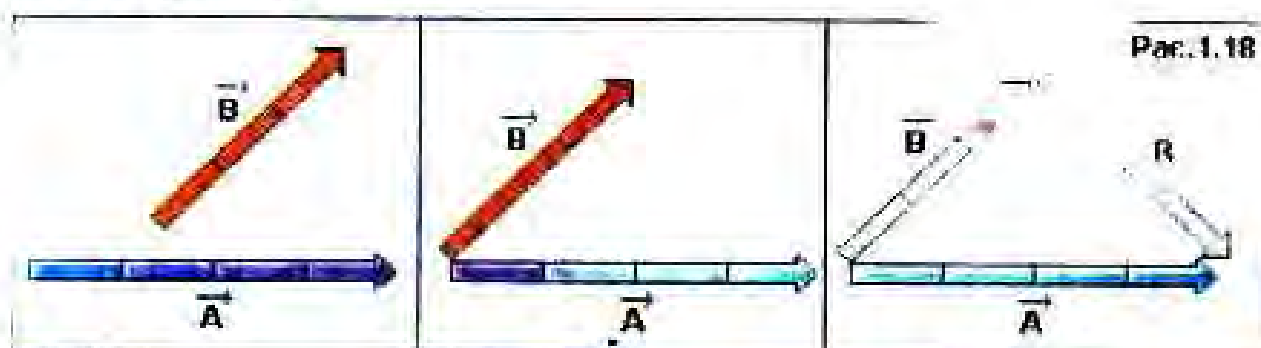
аст. Ин фаҳмост, зеро дар ифодаи фарқи векторҳо

$$\vec{A} - \vec{B} = \vec{R}$$

агар вектори  $\vec{B}$ -ро ба тарафи ростии баробарии гузаронем, чизе тағйир намеёбад. Ба гуфти дигар, фарқи

$$\vec{A} - \vec{B} = \vec{R} \text{ -ро бо чамби } \vec{B} + \vec{R} = \vec{A}$$

ишваз кардан мумкин аст.



Рас.4.18

1. Чамъ кардани векторҳо (бурдорҳо) ва чамъ кардани аладҳои муқаррарӣ чӣ монандӣ ва чӣ тафовут доранд?

2. Ду векторро чамъ кардан чӣ маънун дорад? Як векторро аз вектори дигар тарҳ кардан чӣ?

3. Вектори натиҷавӣ чист?

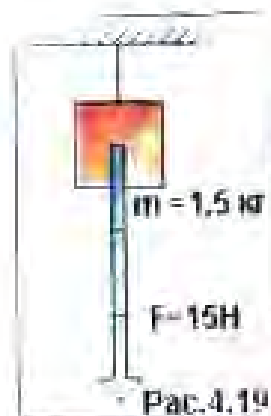
4. Баъзан фарқи векторҳои  $\vec{A}$  ва  $\vec{B}$

яъне  $\vec{A} - \vec{B} = \vec{R}$  ро (ин ҷо  $\vec{R}$  вектори натиҷавӣ аст) ба амали чамби  $\vec{B} + \vec{R} = \vec{A}$  табдил медиҳанд. Оё ин табиқот ҷойиз аст?

## §4.7. Тасвири қувва

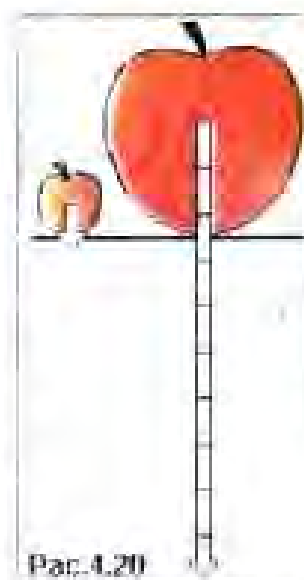
Қувваро дар нақшаҳову нигораҳо бо порчаи хати ростии нигаронидае ифода мекунанд, ки аз *нуқтаи таъсири қувва* ё, ҷунонки одатан мегӯянд, аз *нуқтаи гузориши қувва* ибтидо мегирад ва ба рафти таъсири қувва равона карда мешавад; яъне порчаи хати ростии ифодакунандаи қувва бояд шакли тирчае дошта бошад, ки самти он рафти қувваро нишон диҳад.

ду дарознаш дар микёси муъайян – бузургии кувва ё худ қимати онро. Мисол, агар микёси тасвиrho тавре гирем, ки кувваи баробар ба 10 Н бо тирчаи дусантиметрӣ ифода шавад, кувваеро, ки бо он Замин ба қисми 1,5-килоин овезон таъсир меоварад, бо тирчаи 3-сантиметрӣ тасвир сохтан мебояд (рас.4.19).



Масъала. Себи 100-гиромӣ ба Замин бо кувваи 1Н ҷазб мешавад. Калуди 1-килоӣ чӣ? Ин ду кувваро бо тирчаҳои тасвир созад, ки онҳо масъали себ ва калудо ифода кунанд.

*Ҳал.* Қисми дорой массаи 100г ба Замин бо кувваи 1Н ҷазб мешавад, пас, табиъист, ки қисми дорой массаи 1кг ба Замин бо кувваи 10 бор бештар ҷазб мешавад. Аз ин рӯ, агар дарозии тирчаеро, ки кувваи ба себ таъсиркунадаро ифода мекунад, 0,5см гирем (яъне агар микёси тасвир  $0,5Н = 0,1кг$  бошад), кувваи ба калудо таъсиркунадаро бояд бо тирчаи 5-см тасвир созем. Ҳалли масъала дар рас.4.20 омадааст.



- \*) 1. Кувваро дар нақшаву нигораҳо (графикҳо) чӣ тавр тасвир месозанд?  
 \* 2. «Хати рости нигаронида» чӣ гуна хат аст?

#### §4.8. Чамъ кардани ду куввае, ки ба қади як хати рост равонанд

Дар мавридҳои, ки ба қисми муойинашаванда якбора чанд кувва таъсир биёрад, *кувваи натиҷавии* онҳоро доништан зарур меояд. Кувваеро *кувваи натиҷавӣ* ё худ *бароянди кувваҳо* мегӯянд, ки асари он баробари асари якҷояи ҳама кувваҳои ба қисм таъсиркунанда бошад. Барои ёфтани кувваи натиҷавӣ қондаи чамъбандии векторҳоро ба қор мебарем. Биёед, ҳалли мавзӯро дар ҳали чанд масъалаи сода бинем.

Масъалаи 1. Мошини сабуқрави «Сабо» кувваи кашиши мотори худро то ба 20 кН расонда метавонад. Ин бузургиро дар шакли вектори кувва ифода кунед.

*Ҳал.* Барои дар нақша тасвир сохтани кувва 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,  $5000 \text{ Н} = 5 \text{ кН}$  рост ояд. Он гоҳ вектори қувваи 20000 Н-ро он сон тасвир кардан мумкин мешавад, ки дар рас.4.21 омадааст.

Масъалаи 2. Ба ҳисм 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.

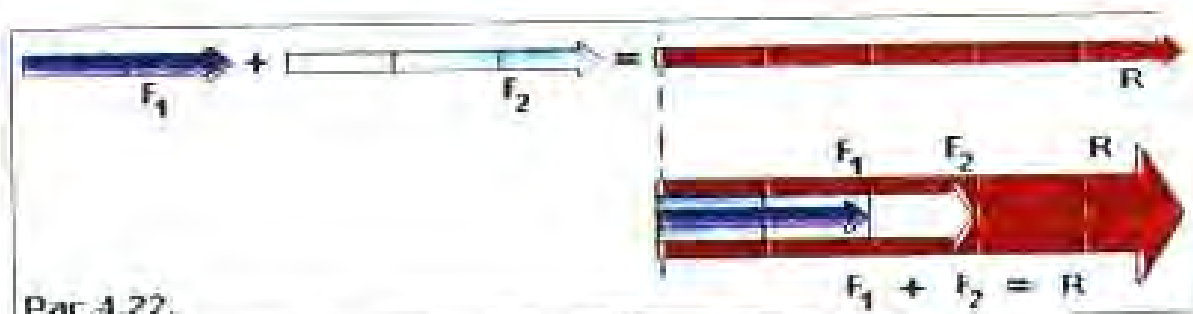
*Ҳал.* Ин ҷо дар ҳамон як самт гуфтан чунин маънӣ дорад, ки ҳарду қувва ба ҳисм ба қади як хати рост таъсир меоранд. Пас, барои ёфтани таъсири якҷояи онҳо бояд қондаи чамбандии векторҳои ҳамхат (ниг. §4.6) корбаст шавад.

Бигзор, ҳарду қувва ба ҳамон як нуқтаи ҳисм таъсир биёранд. Агар миқёси тасвирро тавре гирем, ки ҳар як нյутон қувваи ба ҳисм таъсиркунанда бо векторҳои яксантиметрия 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 чанд роҳи таҷрибавӣ санҷидан мумкин аст. Роҳи хуб ин аст: Дар сари чангаки асбоби қуввасанҷӣ (динамометр) боре меовезем, ки массаи муъайян дошта бошад. Бигзор вазни бор  $0,5 \text{ кг}$  бошад. Он гоҳ қуввасанҷ қувваи  $5\text{Н}$ -ро нишон медиҳад. Баъд дар болои он бор як бори дигар, масалан, санги  $200\text{-гиромӣ}$  мегузорем ва мебинем, ки нишондоди қуввасанҷ  $7\text{Н}$  мешавад.

Акнун агар ҳарду борро аз чангаки қуввасанҷ гирифта, ба

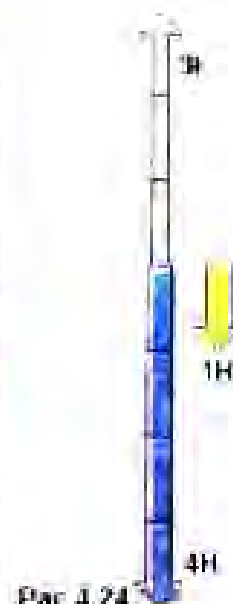


Рас.4.22.

чои онҳо як бори 700-гиромӣ овозем, қуввасанҷ боа ҳамон қувваи 7Н-ро нишон медиҳад, яъне фанар (пружин)-и қуввасанҷ чени мавриде меёзад, ки дар чангакаш борҳои 0,5 кг + 0,2 кг овозон буд. Пас, қувваи натиҷавии ҷамъи ду қуввае, ки ба қуди як хати рост як сӯ равонанд, ба ҷамъи ҳарду қувва баробар аст. Дигар ин, ки қувваи натиҷавӣ дар мавриди ҳамхат ва ҳамсӯ будани қувваҳои ҷамъшаванда ба рафти он қувваҳо равона мешавад. (Поёни ҳал).



Рас.4.23.



Рас.4.24.

Хуб, агар ду қувва ба ҳамон як ҷисм ба тарафҳои муқобил таъсир биёранд, чӣ? Дар ин маврид қувваи натиҷавӣ кадом сӯ равона мешавад?

Ин мавзӯро аз ҳали масъалаи зайл дарк кардан осон аст.

**Масъалаи 4.** Ба ҳамон як ҷисм ду қувва – қувваи  $F_1 = 4\text{Н}$  сӯи ва қувваи  $F_2 = 3\text{Н}$  сӯи боло таъсир меоваранд. Қувваи натиҷавии асари якҷояи ин қувваҳоро ёбед ва агар имкон дошта бошад, ин натиҷаро дар таҷриба бисанҷед.

*Ҳал.* Биёед, ҳалли ин масъаларо аз қисми дуҷуми он оғоз кунем. Қуввасанҷе (динамометре) мегирем, ки дар болояш қосачаи боргузори дорад (рас.4.23). Дар он қосача 0,4 кг бор мегузорем. Қуввасанҷи гирд қувваи 4Н-ро нишон медиҳад. Баъд як қуввасанҷи чангақдор гирифта, қосачаи қуввасанҷи гирдро бо он бо қувваи 3Н боло мекашем. Мебинем, ки қуввасанҷи поёни қувваи 1Н-ро нишон медиҳад. Фаҳмост, ки дар ин маврид қувваи 3Н аз қувваи 4Н тарҳ мешавад, зеро онҳо муқобили якдигар равонаанд (рас.4.24).

Хулосаи яқин аз ҳалли масъала ин аст:

*Қувваи натиҷавии қувваҳои ба ҷисм таъсиркунанда ҳамеша ба самти қувваи зиёдтар равона мешавад.*

Акнун сабӣ кунед, ки ҳалли ин масъалаҳоро бифаҳмед:

**Масъалаи 1.** Дар мусобикаи бандкашӣ ду нафар аргамчиноро бо қувваи 500Н ва 250Н як сӯ ва ду каси дигар бо қувваи 300Н ва 400Н ба тарафи муқобил мекашанд. Аргамчин 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 (яксӯанд). 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)

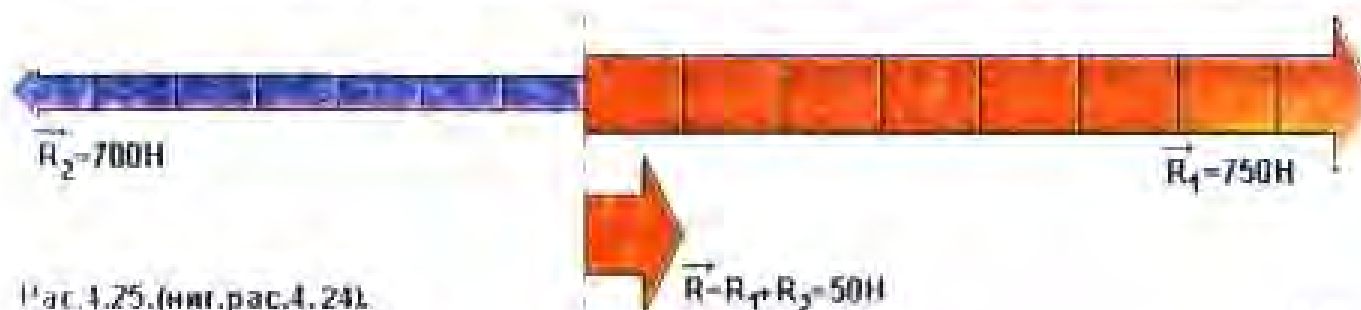
$$R_2 = 300\text{H} + 400\text{H} = 700 \text{ H}$$

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 ғолиб 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 таъсир меовараду дигаре қувваи  $F_2 = 6\text{H}$  – аз поён сӯи боло. Қувваи натиҷавии асари ин ду қувва чӣ қадар аст ва кадом сӯи самт дорад?

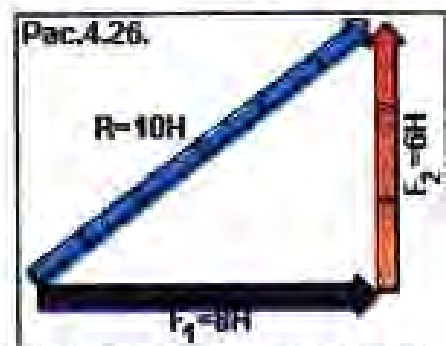
Масъаларо бо роҳи нигорасозӣ (графиксозӣ) ҳал мекунем. Қувва бузургии векторӣ мебошад. Пас, қоидаи чамъбандии векторҳои ноҳамхатро ба кор бурдан мебояд (ниг. рас.4.15). Микёси тасвирро тавре мегирем, ки дарозии 1см мутобиқи 2Н бошад. Он гоҳ қувваи  $F_1$  дар дарозии 4 см чой мегираду қувваи  $F_2$  – дар дарозии 3 см. Ин қувваҳоро 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 зидсамт қувваи натиҷавӣ ба ҷӣ баробар мешавад?
  2. Агар қувваҳои ба ҷисм дар як вақт таъсир кунанд, ба қадӣ як хати рост равона набошанд, қувваи натиҷавии онҳоро ба ҷӣ тарафтан мебаранд?
  3. Қондаи параллелограм (қондаи мувозипаҳлу) ҷӣ гуна қонда аст?



### §4.9. Қозибай Замин

Чарост, ки агар чизеро боло бардошта, раҳо кунем, ба рӯи Замин меафтад, тирӣ тӯп 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 донишпазӯҳ агар ҷӯёи сабаби ин ҳама рӯйдодҳо шавад, ба зудӣ мефаҳмад, ки сабабгори ин падидаҳо Замин аст: модом ки ҳама чиз ба рӯи Замин би-афтад ё сӯи пастиҳои сатҳи Замин равад, пас, ба яқин метавон гуфт, ки гап дар сари ҳамин Замин аст.

Замин *қозибай* ё худ *ҳосияти ҷисмҷазбкунандагӣ* дорад ва ҳама чизро ба худ мекашад, ҷазб мекунад. Ҳама ҷисмҳо, сарфи назар аз он ки дар қадом нуктаи рӯи Замин воқеъанд ё аз ҷӣ гуна баландии наздикиҳои сатҳи Замин раҳо қарда мешаванд, сӯи маркази Замин меафтанд, ки инро ҳанӯз Абурайҳони Берунӣ ва Абуъалия ибни Сино медонистанд (инг.с.19).

Ривоятҳо ҳаст, ки И.Нйутон гоҳи дар чаҳорбоғи худ сайр қардан беихтиёр ҷӯёи сабаби падидаи аз дарахт афтидани се-бе мешавад ва пай мебарад, ки ин ҷо омили себафтонанда қозибай Замин, яъне қувваи кашии Замин аст; ҳамин хусусияти Замин аст, ки обро сӯи поён қорӣ мегардонад, санги қӯҳро сӯи поён мегардонад ва ғ. Нйутон падидаи гирди Замин қардиш хурдани Мохро низ бо ҳамин хусусияти қозибай Замин алоқаманд донистааст.

Мо дар оғози банди “Қувва” тарҳи панҷ таҷрибаеро оварда будем, ки шумо мебоист анҷом медодед ва дар заминаи мулоҳизаи натиҷаи онҳо дарк мекардед, ки ҷисмҳо дар сурати бо ҳамдигар тамос (расиш) надоштаи ҳам ба якдигар бо ин ё он қувва таъсир оварда метавонанд. Қозибан Замин яке аз ҳамин гуна қуввахост. Замин Моҳро, ки қариб 400 000 км дур аст ва инч. ҳама сайёраҳоро, ки миллионҳо км дурӣ доранд, ба худ ҷазб мекунад, ҳар яки онҳо Замин ва ҳамдигарро ҷазб мекунанд ва ғ. Умуман, ҳар он чизе, ки ҷирм (масса) дорад, ҳама ҷисмҳои дигарро ҷазб мекунад ва худ ба онҳо ҷазб мешавад – ин қонунест, ки дар ҳама ҷойи олам амал мекунад ва *қонуни қозибан* (*қонуни қозибан ҷаҳонӣ*) ном гирифтааст.

Қонуни қозибанро И.Нютон с.1667 кашф кардааст ва ин аст он қонун: *қувваи қозибан мутақобилан ду ҷисм (ду нуқтаи модда) F ба ҳосили зарби массаҳои ин ҷисмҳо  $m_1$  ва  $m_2$  мутавосибан роства асту ба дараҷаи дув масофаи байни онҳо R – мутавосибан чаппа:*

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2} \quad (*)$$

Ин ҷо G *собати қозибан* ном бузургияест, ки барои ҳама ҷисмҳо ҳамон як қимат дорад. Қимати онро ҳавъз с.1798 олими инглиз Х.Кавендиш дар таҷриба муъайян кардааст. Ин аст он қимат:

$$G = 0,000\ 000\ 000\ 0667 \frac{H \cdot M \cdot M}{KZ \cdot KZ} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{H \cdot M^2}{KZ^2}$$

Собити қозибан ададан ҳамчун қувваест, ки ҷисми 1-килоӣ бо он ҳамин гуна ҷисми дигарро аз масофаи 1м ҷазб мекунад. Кавендиш ин қимати G-ро истифода карда, аз рӯи ифодаи (\*) ҷирми Заминро ин қадар баровард:

$$5980\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ KZ \approx 6 \cdot 10^{27} KZ$$

Хулоса, ҳар як ҷисм, хоҳ хурд бошаду хоҳ бузург, ҷисмҳои дигарро ба худ ҷазб мекунад. Қувваи қозибавии ҳамтаъсироти ҷисмҳои, ки мо бо онҳо сарукор мегирем, хеле ночиз аст. Чунончи, ду сақои оҳанини ҳар яке дорони массаи 1кг аз масофаи 1м якдигарро бо қувваи ҷазб мекунанд, ки он нисбат ба қувваи кашии фанар (пружин)-и пулодини иборат аз сими 1-метраи буриши арзиш  $1mm^2$ -и ба қадри 1м ёзондашуда миллионҳо бор кам аст. Аммо қозибан Замин чандон кам нест. Шумо медонед, анбон (сумка)-и мактабиатон агар пури китоб



бошад, чи қадар гарон аст ва маҳз чозибаи Замин аст, ки ин гарониро ба вучуд меорад. Чозибаи Замин аст, ки Мох вори чирми бузургро гирди Замин мегардонад.

Сайёраҳои дигар ва Офтобу ситораҳо низ чозиба доранд — яке кам, дигаре зиёд. Кам ё зиёд будани чозибаи сайёра ё ситора бо чирм (масса)-и он вобаста аст; ҳар қадаре ки чирми сайёра зиёд бошад, чозибаи он ҳамон қадар бештар аст.

Шумо бо тафсилоти падидаи чозиба ва қонуни чозибаи ҷаҳонӣ дар аввалҳои синфи 10 ошно хоҳед шуд. Ин ҷо мо танҳо ҳамин қадар мегӯем, ки Замин ба сабаби чозиба 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. Чозиба чист? Хосияти чозибадорин ҷисмҳо дар ҷӣ зоҳир мегардад?
2. Ҷарост, ки ҷизи аз даст раҳошуда ё партофтшуда ба рӯи Замин меафтад?
3. Таҷрибаҳои сершумор далеланд.

- ки кураи Замин чозиба, яъне қобилияти ҷисмҷазбкунандагӣ дорад. Оё Мох ҳам мованди Замин чозиба дорад ва ҷисмҳоро ба худ ҷазб мекунад?
4. Оё ҷисмҳои майда-чуйда ҳам чозиба 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, чунончи, пари ягон парранда ва пораи ҷӯб агар аз ҳамон як баландӣ раҳо карда шаванд, яке (дар мисоли мо — пораи ҷӯб) зудтар, дигаре дертар ба рӯи Замин мезанад. Ё ин ки бигирем ду вараки якхелаи қоғазиро ва якеи онҳоро ғичим карда, баъд ҳардуи онҳоро аз ҳамон як баландӣ сар диҳем, то ки биафтанд. Мебинем, ки вараки ғичимшуда зудтар ба замин мерасад.

Аз ин навъ мушоҳидаҳо ва таҷрибаҳо худбахуд пурсише ба миён меояд, ки ин ҷо сабаб ҷӣ бошад. Сабаб чист, ки ҳама ҷисмҳо сӯи поён меафтанд? Сабаб чист, ки қоғазии ғичимшуда зудтар меафтад?

Ин гуна пурсиш дар сари олими шухратманди Юнони қадим Арасту (384-322 то милод) низ пайдо шуда будааст.

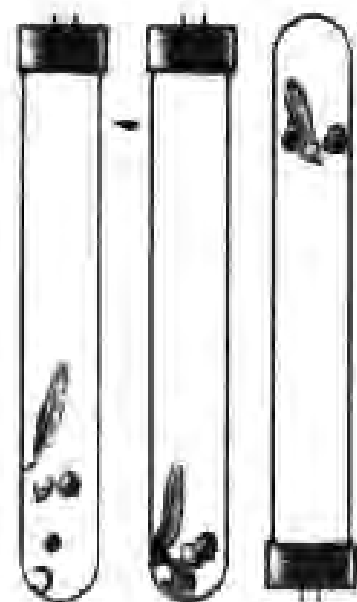
Аммо Арасту аз ин навъ мушоҳидаҳо ба хулосаи носаҳеҳе омадааст, ки *гӯё* афтиши пораи тилло *ё* сурб *ё* ҳар гуна чизи дигари вазндор чунин *рӯй* мевода бошад: *ҳар қадаре ки ҷисм вазнинтар бошад, ҳамон қадар зудтар меафтад (?)*.

Ин хулосаи ғалаг бо вучуди баъзе кӯшишҳои ислохкорона то а.ХУ-ХУІ поист. Олими итолиёӣ Г.Галилей дар натиҷаи мулоҳизаҳои мантиқӣ дарёфт, ки ғал НА дар *вазни ҷисмҳо*, балки дар буди *ҳавост*. Ҳаво ба ҳаракати ҷисмҳои ҳамвазн, вале гуногунандоза 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 тахмин карда буд, дар ҳамон як лаҳза ба Замин мерасанд.

Танҳо дар давраи зиндагонии И.Нйутон имкон фароҳам омад, ки ин гуна санҷиш воқеӣ гардонда шавад – тулумбаҳо (*пасосҳо*)-и ҳавокашӣ маҳз дар ҳамон давра ихтироъ шуданд. Нйутон ҳавои найчаи шишагини дарозеро кашада, 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 ҳамсифҳои 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 завқманд, – модом ки ҳаво ба ҳаракати пар, варақи коғаз, барг ва м.ин. муқовимат дошта бошад ва ҳаракати донаи сочмаву тангаву сангча ва ҷизҳои монанди инҳоро чандон моневъ нашавад, пас, шарт нест, ки хусусиятҳои ҷозибави 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 чунидагя!*

Аммо ин ақида нав нест. Онро ҳам Г.Галилей дар мадди назар дошту ҳам И.Нйутон. Чунончи, Галилей сакоҳои гуногуночинусу гуногуноандозаро 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 мезаванд. Ҳаво на танҳо ба коғазу баргу пар, балки ба ҳаракати сақову соҷмаву санг ворӣ ҳисмҳо низ муқовимат мекунад. Аммо таҷриба нишон медиҳад, ки дар сурати ба кадри кофӣ пурҷирм ё худ сермасса (вазини) будани сақо ё ҳисми дигари раҳошаванда муқовимати ҳаворо ба эътибор нагирифтаи мумкин аст. Галилей аз санҷиши фосилаҳои дар муддати муъайяни вақт паймудан ҳисмҳои афтон ҳулосаи бисёр муҳим гирифт, ки

*ҳисми аз ин ё он баландӣ раҳошуда*

*бо шитоби 9,8 Н/кг (ё худ 9,8 м/с<sup>2</sup>) поён меафтад.*

Ин шитоб дойимист ва сӯи маркази Замин самт дорад. Онро бо ҳарфи  $g$  (ҳарфи аввали вожаи латинии *gravitas*—вазини, қозиба) ишорат мекунанд.

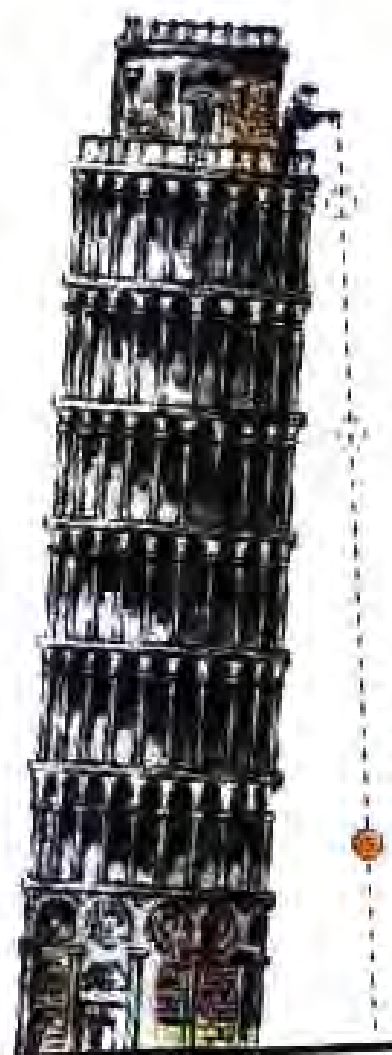
$$g \approx 9,8 \frac{H}{кг} = 9,8 \frac{M}{с^2}.$$

Ҳамин тариқ, Г.Галилей дарёфт, ки Замин ҳама ҳисмҳои 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 бастагя дорад. Чунончи, дар рӯи хати истиқо (экватор)  $g = 9,780$  Н/кг асту дар арзи ҷуғрофии  $45^\circ$   $9,806$  Н/кг ва дар кутби Замин  $9,832$  Н/кг. Пас, дар ҳисобҳои амали ҳамаи қимати ҳосилкардан Галилей, яъне  $9,8$  Н/кг ё  $9,8$  м/с<sup>2</sup>-ро ба қор бурдан равоаст; дар ин маврид ҳамаи нисби (ниг. §1.12) на бештар аз даҳяк дарсад, яъне  $0,1\%$  мешавад. Дар ҳалли аксари масъалаҳо  $g = 10$  Н/кг гирифтаи мумкин аст, зеро дар ин сурат ҳамаи нисби ҳамагя  $2\%$  мебуд.

Офтобу Моҳ ва сайёраҳои дигар низ, чунонки гуфтем, қозиба доранд. Агар таҷрибаҳои ёдшудан Галилей дар рӯи Моҳ анҷом дода шаванд, барои шитоби афтиши озодона қимате ба даст меояд ( $g = 1,623$  Н/кг), ки назар ба шитоби заминия б бор

кам аст, яъне бачае, масалан, ки дар рӯи Замин 36 кг вази дорад, дар рӯи Моҳ 6 кг вази меошад. Сайёраҳои гуногун во-баста ба ҷирм (масса)-и худ шитоби озод-афтиши гуногун доранд. Чунончи, ин шитоб барои Миррих 3,86 Н/кг асту барои сайёраи Зҳра 8,69 Н/кг.



Рас.4.27

1. Шитоби афтиши озодона чист?
2. Арасту ва Галилей дар бораи афтиши озодона чисмҳо чӣ ақида доштанд ва кадоми онҳо ба ҳақиқат наздиктар буд?
3. Чарост, ки агар варақи гичимшудая коғаз ва як варақи боз аз ҳамон як баландя сар дода шаванд, варақи гичимшуда зудтар меафтад?
4. Чатри парвоз (парашут) чӣ вазифа дорад?
5. Чарост, 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 ( $g$  худ 9,832 м/с<sup>2</sup>) дорад?
7. Г.Галилей шитоби афтиши озодонаро бо чӣ тара муъайян кардааст?

#### §4.11. Афтиши озодона ҳаракати собитшитоб аст

Афтиши озодона чисм мисоли бисёр ҷолиби ҳаракати як-навохттезшаванда аст, ҳаракатест, ки дар он (фэрмуш накарда бошед) чисм дар роҳи рост дар фосилаҳои баробари вақт масофаҳои ба ҳамон як бузургӣ зиёдшавандаро меафаймуд. Ин ҷо «ба ҳамон як бузургӣ» гуфтан он гуна маънӣ дорад, ки суръати чисм дар фосилаҳои баробари вақт ба дараҷаи якхела зиёд мешавад, яъне дар ин маврид ҳаракати чисм 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:

$$s = vt + \frac{g}{2} t^2 \quad (1)$$

ки ин чо  $v_0$  суръати ибтидоӣ ва  $a$  шитоби ҳаракат буданд.

Агар мо формулаи (1)-ро барои афтиши озодонаи ҷисм навиштаи 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  $\bar{e}$  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.** Баландiero ёбед, ки ҷисм аз он дар муддати 2с меафтад. Суръати ибтидоиро  $v_0 = 0$  гиред.

*Додаҳо:* *Ҳал.* Бузургии  $g$  дар шарти масъала наомадааст, зеро маълум аст:  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ . Баландии матлубро аз формулаи (3) ёфтаи осон аст:

$t = 2 \text{ с,}$
$v = 0,$
$h = ?$

$$h = \frac{1}{2} g t^2, \quad h = \frac{1}{2} \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 4 \text{ с}^2 = 19,6 \text{ м.}$$

Яъне агар ҷисм аз баландии 19,6м раҳо карда шавад, дар муддати 2с ба рӯи Замин меафтад.

**Масъалаи 2.** Ҷисме, ки бо суръати ибтидоии  $v_0 = 20 \text{ м/с}$  амудак боло партофт шудааст, суръати худро пас аз  $t = 2 \text{ с}$  «аз даст дода», як он менствад. Ҷа қадар баланд мебарояд ин ҷисм?

Додаҳо:

$$\begin{array}{l} v_0 = 20 \text{ м/с,} \\ t = 2 \text{ с,} \\ g = 10 \text{ м/с}^2, \\ h = ? \end{array}$$

Ҳал. Чисми сӯи боло партофтшуда ҳаракати якнавохтсустшаванда 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 бодотарини роҳи рафти худ мерасад.

Баландии рафти ҷисро бо  $h$  ишорат мекунем. Агар онро низ ба назар гирем, ки дар мавриди боло рафтани ҷисм аломати шитоби  $g$  бар хилофи масъалаи 1 манфист, формулаи роҳи рафти ҷисро (аз ҷои партофт то баландтарин нуқтаи рафт) чунин навишта, ҳалли масъаларо меёбем:

$$h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2, \quad h = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 2 \text{ с} - \frac{1}{2} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2 \text{ с}^2 = 40 \text{ м} - 20 \text{ м} = 20 \text{ м}$$

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 сифр мегардад?

Додаҳо:

$$\begin{array}{l} v_0 = 10 \text{ м/с,} \\ g = 10 \text{ м/с}^2, \\ v = 0, \\ t = ? \end{array}$$

Ҳал. Дар ҳалли ин масъала формулаи (4) кор мебарояд. Аммо азбаски дар ин маврид (низ) ҷисм муқобили ҷозибаи Замин, яъне сӯи боло ҳаракат мекунад, аломати шитоби афтиши озодона  $g$ -ро манфӣ гирифта мебарояд. Ҳамин тариқ, формулаи

(4)-ро чунин навишта зарур аст:

$$v = v_0 - gt.$$

Ҷисм то лаҳзае боло мебарояд, ки суръаташ  $v$  баробари 0 шавад. Бино бар ин,

$$0 = v_0 - gt, \quad \text{яъне } v_0 = gt. \quad \text{Пас, } t = \frac{v_0}{g} = \frac{10 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} = 1 \text{ с.}$$

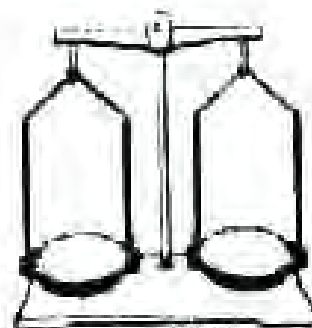
#### §4.12. Баркашидани ҷисмҳо.

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 — шохиялдор (фа-

шапга), фанарӣ (пружинӣ), гардишхӯранда 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 ҳолия аз сангҳои тарозу<sup>1</sup>, он қадар бор мегузоранд, ки вазни якҷояи онҳо ҳамчун вазни чизи баркашидани шавад. Дар ин маврид меӯянд ки паллаҳои тарозу баробар шуданд ё мувозинат ёфтанд. Чунин ҳам меӯянд: "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 кашида (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.

Абнуи, ки шумо тарзи бо тарозуи шохиндор муъайян кардани массаи ҷисмҳоро ёд гирифтед, бояд бидонед, ки ин усул ҷаъ заминаи физикӣ дорад. Гап дар он аст, ки ба ҳар гуна ҷисм, аз ҷумла ба бори тарозу ё ба сангҳои он аз тарафи Замин қувваи ( $F_n$ ) таъсир меоварад, ки он бо массаи ҷисм  $m$  алоқамандии содае дорад:

$$F_n = mg \quad (*)$$

<sup>1</sup> Сангҳои тарозуи мактабӣ маъмулан инқадаринанд (бо гиром): 100, 50, 20, 20, 10, 5, 2, 2, 1. Сангҳои сабуктарӣ 500-, 200-, 200-, 100-, 50-, 20- ва 10-миллигиромӣ низ истифода мешаванд. Масса (ҷирм)-и сангҳои тарозу дар рӯи онҳо сабт шудааст.

Кувваи  $F_a$ -ро *кувваи вазинӣ* мегӯянд. Ин алокамандӣ дар §4.15 муойина мешавад. Аз ифодаи (\*) аён аст, ки барои муъайян кардани массаи ҷисм  $m$  шитоби афтиши озодона  $g$  ва кувваи вазинӣ  $F_a$ -ро доништан зарур аст. Қимати  $g$  маълум аст ва шумо онро медонед. Қимати  $F_a$ -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:

$$m = \frac{F_a}{g}$$

Хатол 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» муойяна хоҳад шуд).

- ?**
1. Тарозу чӣ гуна олат аст ва истифодаи он чӣ зарурат дорад?
  2. Амали баркашидан чӣ гуна аст?
  3. Баркашидани ҷисмҳо бо тарозуи шохиндор чӣ замима дорад?

4. Мо мегӯем: Кувваи вазинии ба ҷисм таъсиркунанда  $F_a$  ба массаи он ҷисм  $m$  мутаносиб аст, яъне  $F_a = m \cdot g$ . Ин гуфтаву навишта чӣ мазмуноро ифода мекунанд?

#### Супориш

Шоире асри XVII Мирзо Мухаммадҷалил Сойиб гуфтае дорад:

*Агар санги камӣ дорӣ, тарозуро фалоҳан кун,*

*Ки ин ҷо мухтасиб пайваста дар бозор мегардад.*

Ин ҷо *санги камӣ доштан* чӣ маъний 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 фалаҳмон (олати сангандозӣ) аст.

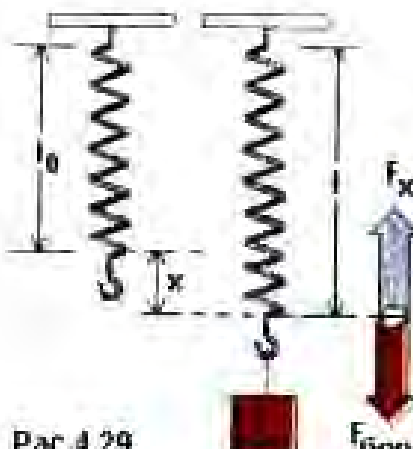
3) Мухтасиб шахси назораткунандаи рӯи тартибу қонда дар бозор аст. (Дар Бухорои тоҷикӣ ин гуна шахсро раис мегуфтанд).

Хуб мебуд, ки дар замимаи ин байти Сойиб дар бораи рамзи ростӣ будани тарозу барои ҳамсифҳои худ андарномае эҷод кунед.

### §4.13. Таъсири қувва ва таъйиқи ҷисмҳо

Ҳар гуна ҷисм дар натиҷаи ба он таъсир овардани қувва ин ё он дараҷа таъйиқ хурда (деформатсия шуда), яъне андоза ё шакл ё ин ки ҳам андоза ва ҳам шакли худро таъйир дода мегардад. Чунончи, агар дар сари фанар (пружин)-и дарознаш





Рас.4.29.

$l_0$  (рас. 4.29,а) боре овезем (рас. 4.29,б), фанар ба кадри  $l-l_0$  меёзад. Дар ин маврид бор вазифан қувваро адо мекунад.

Дар сурати ба фанар таъсир овардани қувва андозаи фанар тағйир меёбад. Агар борро аз сари фанар дур кунем, фанар дарҳол ба ҳолати аввалаи худ бармегардад, яъне баъди бозгирифтани бор фанар

кӯтоҳ шуда, ба холи  $l_0$  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 берунӣ равона аст (чунин меноманд қувваи аз берун ба ҷисм 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 кашолакунадан бор) тасвир шудаанд. Агар дар сари фанар бори бештар овезем, ёзиши он зиёдтар мешавад ва ҳар қадаре ки ёзиш зиёдтар бошад, қувваи чандирин ҳамон қадар бештар ба вучуд меояд.

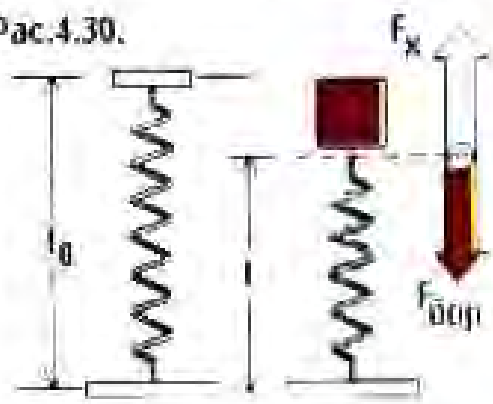
*Мисоли дигар.* Агар фанари пулодинеро дар рӯи миз он тавр бигзорем, ки дар рас.4.30,а тасвир ёфтааст ва дар "тори сари" он ягон бор монем, фанар қадре (аз  $l_0$  то  $l$ ) фишурда мешавад. Дар ин маврид низ қувваи чандирӣ зидди қувваи фишорандаи фанар, яъне сӯи боло равона аст.

Тазйиқи ҷисмҳо ду навъ аст – чандир ва *пластикӣ* (аз лот. *plastikos* – қулоли, хайкалбоб). *Тазйиқи чандир* тазйикест, ки баъди аз миён бурдани он шаклу андозаи ҷисми тазйикхӯрда қомилан барқарор мегардад; дар акси ҳол тазйиқро *тазйиқи пластикӣ* мегӯянд: дар ин сурат ҷис-

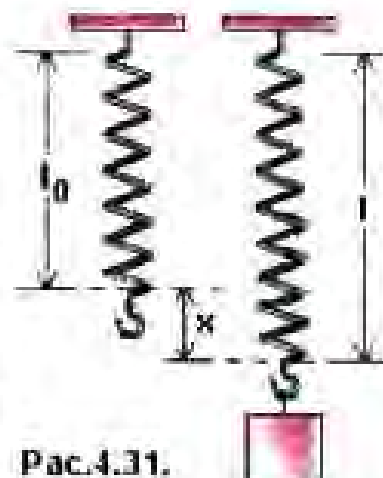
ми тазйикдида андозаҳои худро барқарор карда наметавонад.

**Қонуни Хук.** Таҷрибаи дар рас.4.29 (ё рас.4.30) тасвиршударо барои борҳои гуногун такрор карда, ба ин хулоса мерасем: *барои ба вучуд овар-*

Рас.4.30.



дани тазйиқи харчи бештар ба сари фанар бори ҳамон қадар зиёдтар овехтан мебояд. Модом ки чунин бошад, пас, метавон гуфт, ки аз рӯи дараҷаи тазйиқи фанар донистан мумкин аст, ки он тазйикро чӣ қадар қувва ба вучуд овардааст. Аз ҷамъбасти ин гуна таҷрибаҳо қондае сар задааст, ки қонуни Хук ном дорад ва ин аст таърифи он:



Рас.4.31.

Қувваи чандирӣ, ки дар тани ҷисм гоҳи тазйик додани он ба вучуд меояд, ба ёзиши ҷисм мутаносиб аст ва зидди самти қўчиши 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 аст  $l_0$  — 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 чандирӣ  $F_x$  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 бузургия барои фанари додашуда қимати дойимӣ дорад.

Қонуни Хук ҷои татбиқ бисёр дорад — қуввасанҷҳо, тарозуҳои фанарӣ, таппончаҳо ва ғ.

**Масъала.** Ба рӯи фанар (пружина) бори 10 Н гузоштанд. Фанар 1 см фишурда шуд. Агар ба бодон он бор бори дигаре битзоранд, ки 20 Н бошад, фанар чанд сантиметр фишурда мешавад?

**Ҳал.** Дараҷаи тазйиқи фанар  $x$  ба қувваи чандирӣ 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 чисм гуфта чиро мефахмед? Тағйирн шакл чя маъний дорад?
2. Тазйики чисм дар нагичан чя гуна амал ба вучуд меояд?
3. Тазйики чандир аз тазйики плаستيкия чя фарқ дорад?
4. Қонуни Хук чя чихати тазйики чисмхоро ифода мекунад?
5. Ҳамгаре (зарифе), ки дар формулаи қонуни Хук омадааст ( $k$ ), чиро ифода мекунад?

#### Машқ

Ҳамгар (зариф)-и  $k$  дар ифодаи қонуни Хук барои ҳар фанар (пружин) қимати муайян дорад. Оё шумо гуфта метавонед, ки барои яқин қардани ин маъний чя гуна таҷриба ё кори лаборатория ағҷом додан меболя?

### §4.14. Қуввасанҷ (динамометр)

Вазифаи ин асбоб аз номаш пайдост: *қуввасанҷ* — яъне асбоби ченкунандаи қувва, асбоби қуввасанҷӣ.

Номи юнонибунёди он — *динамометр*, ки аз вожаҳои *dynamis* — *қувва* ва *metreo* — *масанҷам*, чен мекунам таркиб ёфтааст, низ маънии *қуввасанҷ* дорад.

Қуввасанҷ олати содааст. Қори 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 чя қадар қувва (бор) таъсир овардааст; лекин дар сурате чунин гуфтан раво аст, ки қуввасанҷ дарачабандӣ шуда бошад, яъне маълум бошад, ки ин ё он қадар ёзиши фанар ба асарӣ чя қадар қувва рост меояд.

Қуввасанҷро маълуман ба воситаи борсанғҳои намунавӣ тавре дарачабандӣ мекунамд, ки ҳар таксимоташ ба 1Н (нйу-

тон) ё ягон воҳиди дигари қувва рост ояд.

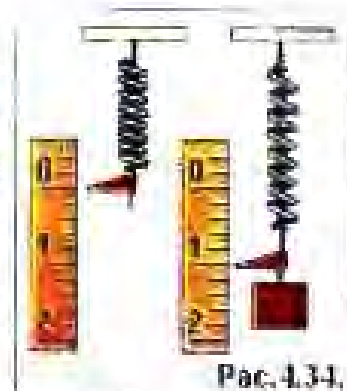
Қуввасанҷи дар рас.4.32 тасвиршуда қуввасанҷи мактабист



Рас.4.32



ва бо нӯтонҳо дараҷабандӣ шудааст. Ин қуввасанҷ нишон медиҳад, ки ба нӯги он қувваи 4Н таъсир овардааст. Чунонки шумо аллакай медонед, қуввае, ки бо он бори 0,1кг сӯи Замин ҷазб мешавад, *нӯтон (Н)* ном дорад. Пас, қуввасанҷи дар рас.4.32 тасвиршуда бори 400г-ро нишон додааст.



Рас. 4.34.

Қуввасанҷхое низ ҳастанд, ки ҳар тақсимошон ба массаи 1т (тон) ё худ 10000Н рост меояд. Бо ин гуна қуввасанҷ қувваи кашиши, масалан, тракторро чен мекунад (рас.4.33).

Микёс (шкала)-и ҳама қуввасанҷҳои фанарӣ то ҳадде дараҷабандӣ карда мешавад, ки барои он қонуни мутаносибияти ёзиши фанар ба қувваи ҷандирӣ, яъне қонуни Ҳук ба ҷо ояд. Аз ин рӯ ба ҷангаки қуввасанҷ ҳеч тоҳ боре наовезед, ки аз ҳадди муъайян зиёд бошад, вагарна фанари қуввасанҷ хосияти борсанҷандагии худро гум мекунад.

- ❏ 1. Қуввасанҷ (динамометр) чӣ гуна сохт дорад?
- 2. Қои қуввасанҷ бар истифодаи чӣ гуна қонун асос ёфтааст?
  - 3. Таъкиде, ки дар матн овардем, чӣ мазмунро хотиришон мекунад?

#### Машқ

1. Дар рас.4.34 ду ҳолати ҳамон як қуввасанҷ (динамометр) тасвир ёфтааст. Онҳо аз ҷиҳати фарқ доранд ва борҳоишон чӣ қадаранд?

2. Қуввасанҷе, ки дар рас.4.35 дар се ҳолат тасвир шудааст, дар мавридҳои а, в ва с чӣ гуна қуввахоро чен кардааст?

3. Қуввасанҷе дорем бо ёзиши зӯдтарин (ёзиши бешқва)-и 5 см. Фанари қуввасанҷ ба ин дараҷаи ёзиш бо таъсири қувваи 5кН мерасад. Ин фанар бо таъсири қуввахои 200 Н, 500 Н ва 1 кН чӣ қадаря меёзад?



Рас. 4.35.

## §4.15. Қувваи вазнинӣ

Қуввае, ки Замин бо он ҷисмхоро мекашад (ҷазб мекунад), *қувваи вазнинӣ* ном гирифтааст. Қувваи вазнинӣ қувваи ҷозибаест, ки ба ҷисм таъсир меоварад. Ин қувва ба қадри хати аму-

дин чои буди чисм сун миёнҷои Замин равона аст — ин худоса аз он чо рӯшан 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 ҳамин 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 дуюми 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 ҳамин қувваи дойимӣ аз ин ё он баландӣ меафтанд, чизи ачибе ошқор мегардад.

Фаҳмост, 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 сангҳои) 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  $0,49N$ -ро нишон медиҳад. Баъд ба рӯи тарозу боз як санги 50-гиромии дигар мегузorem — он гоҳ тарозу қув-



Рас.4.36.  
(1-шоқул,  
2-кати амуд).

$m$	$F_g$
0,050	0,49
0,100	0,98
0,150	1,47
0,200	1,96
0,250	2,45
0,300	2,94

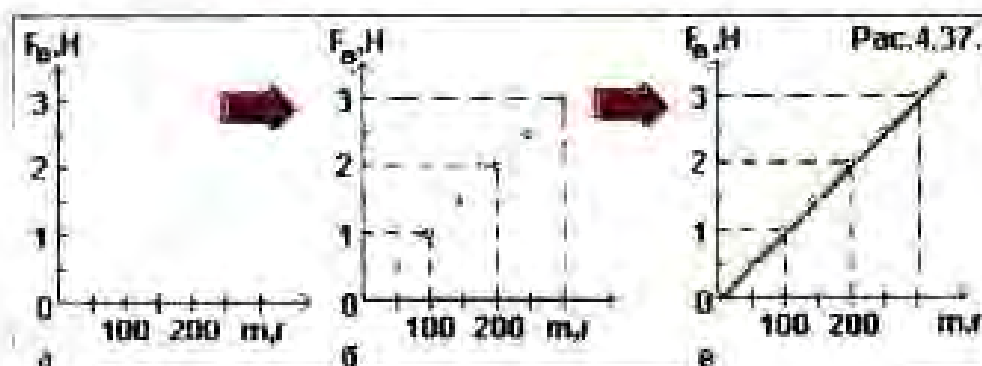
ван  $0,98\text{Н}$ -ро менамояд. (Ёд бод, ки ба сифати воҳиди қувва — *Нютон* қуввае пазируфта шудааст, ки Замин бо он қувва ҷисми садгиромиро ба худ мекашад). Ҳамин тариқ, борҳои  $150\text{г}$ ,  $200\text{г}$ ,  $250\text{г}$  ва ғ.-ро ба рӯи тарозу гузошта, қувваи ба онҳо таъсиркунандаро сабт мекунем. Массаҳоро бо  $\text{кг}$  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 соختани нигора пеш аз ҳама миқёс ё худ масштабе интихоб мекунем (рас.4.37,а), ки натиҷаҳои мо дар нигора ба хубӣ 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 нигоран ҳосилшуда зеҳн 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 вазиния) ҳамон қадар меафзояд. Пас, фаҳмо, ки қувваи вазиния  $F_g$  ба массаи борсанг  $m$  мутаносиб аст. Ин навъ мутаносибиятро *мутаносибияти роста* мегӯянд, яъне мегӯянд, ки  $F_g$  ба  $m$  мутаносиби роста аст ва онро ин хел ифода мекунанд:  $F_g \sim m$ . Модом ки чунин бошад, пас, нисбати ин бузургӣҳо, масалан, нисбати  $F_g/m$  барои ҳама сатрҳои ҷад-



вали натиҷаҳо бояд бетағйир монад. Биёед, аввал сатри якумро бинем:  $F_g = 0,49\text{Н}$  асту  $m = 0,05\text{кг}$ . Пас,

$$\frac{F_g}{m} = \frac{0,49\text{ Н}}{0,05\text{ кг}} = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \quad (1)$$

мебарояд. Ин нисбат барои сатри дуюм ҳам

$$\frac{F_g}{m} = \frac{0,98\text{ Н}}{0,10\text{ кг}} = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \quad (2)$$

асту барои сатри сеюму сатрҳои оянда ҳам.

Дидед, ки баркашиданҳову ниғорасозихо ва нисбат гирифтаниҳо моро ба чӣ хулоса овард:

*Нисбати қувваи вазнинии аз тарафи Замин ба ҳисм таъсиркунанда бар массаи ҳисм бузургии доимӣ (собит) аст.*

Дар навиштори физикӣ барои ифода кардани бузургии собит ишорати *const* истифода мешавад. Пас, нисбатҳои (2), (3) ва нисбатҳои, ки мебоист барои сатрҳои чаҳорум, панҷум ва Ғ.-и ҷадвали натиҷаҳо навишта мешуданд, чунин ифода кардан мумкин аст:

$$\frac{F_g}{m} = \text{const} \quad \text{ё ҳуд} \quad F_g = \text{const} \cdot m \quad (4)$$

Меҳонем ин ифодаро:

*Қувваи вазниние, ки аз тарафи Замин ба ҳисм таъсир меоварад, ба массаи ҳисм  $m$  мутаносиб аст.*

Чӣро ифода мекунад таносуби (4)?

Бузургии пеши  $m$ , яъне *const* (ки баробари  $9,8\text{ Н/кг}$  аст), чӣ ҳосилати ҳамтаъсири 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 (зариб)-и рибӣ аст ва агар бо  $m$  зарб зада шавад, ҳосили зарбро ҳамчун  $F_g$  мекунад, яъне як бузургиро ба бузургив дигар алоқаманд мегардонад. Номаш ҳам (ҳамгар) аз ҳамин ҷост. Лекин, бузургиҳои алоқамандшаванда  $F_g$  ва  $m$  табиъати физикӣ доранд ва, аз ин рӯ, ҳамгари онҳо, яъне ҳамон *const*-и пеши  $m$  дар формулаи (4) бояд маънои физикӣ муъайян дошта бошад.

Биёед, фикр кунем: Ин ҷо қувваи вазнинӣ бо массаи ҳисм

алоқаманд шудааст. Онҳоро чозибан Замин алоқаманд гардондааст, яъне омили алоқамандкунанда чозибан Замин аст. Пас, метавон гуфт, ки дар формулаи (4)  $const$ -и  $g$  як навъ бузургии ифодакунандаи дараҷаи зурин чозибан Замин мебошад. Ойро одатан бо  $g$  (харфи аввали вожаи латинии *gravitas* - гаронии, чозибан) ишорат мекунад ва ифодаи (4)-ро чунин менависанд:

$$F_g = gm. \quad (5)$$

Мо ин формулаи содара дар боло чанд бор истифода кардем. Азбаски  $g$  бузургии доимии маълум ( $9,8 \text{ Н/кг}$ ) аст, пас, ин формула имкон медиҳад, ки қувваи вазнинии ба ҳар гуна ҷисми маълумҷирм таъсиркунанда бо осонӣ ёфта шавад.

Маҳал	$g$ (Н/кг)
Сатҳи баҳр	9,8066
Хати истиқво	9,780
Арзи ҷуғрофияи $45^\circ$	9,806
Қутби шимоли	9,8322
Маскав	9,8156
Париж	9,80665
Душанбе	9,8012
Вашингтон	9,8012
Токио	9,7980

<p>1. Қувваи вазниния ҷист?</p> <p>2. Замин ҷисми 100-гиромиро саҳттар ҷазб мекунад ё ҷисми 200-гиромиро?</p> <p>3. Қувваи вазниния ба массаи ҷисм чӣ тавр алоқаманд аст?</p> <p>4. Шумо аз таҷрибаи дар ҳамин банд баёншуда дидед, ки нисбати қувваи вазниния ба массаи ҷисм <math>F_g/m</math> ба <math>9,8 \text{ Н/кг}</math> баробар аст. Чиро ифода мекунад ин бузургия?</p>	<p>5. Оё қимати <math>g</math> дар ҳама нуқтаҳои рӯи Замин яксон аст? (Барои ба ни пурсиш ва пурсиши баъдина посух додан мавзӯи §4.10-ро бо ри дигар мутолиъа кунед).</p> <p>6. Ҷисме, ки ба он дар арзи ҷуғрофияи <math>45^\circ</math> қувваи вазнинии 10Н таъсир меоварад, чӣ қадар магга (ҷирм) дорад? Дар қутби Замин ба ин ҷисм чӣ қадар қувваи вазниния таъсир меоварад?</p>
--	---

#### §4.16. Қувваи вазниния дар сайёраҳо

Дар банди пешина гуфтем, ки қувваи вазниния  $F_g$  дар сатҳи Замин ба ҳосили зарби массаи ҷисм  $m$  ва шитоби афтиши озодона  $g$  баробар аст:

$$F_g = gm.$$

Мо инчунин гуфтем, ки барои Замин  $g = 9,8 \text{ Н/кг}$  аст. Аммо ин гуфта чандон сахҳ нест, зеро қимати  $g$  на дар ҳама ҷои рӯи Замин  $9,8 \text{ Н/кг}$  мебошад. Ин аз ҷадвале рӯшан аст, ки мо онро дар аввали ҳамин саҳифа овардаем.



Чунонки мебинед, киматҳои  $g$  аз як маҳал то маҳали дигар камубеш фарк доранд. Сабаб ин аст, ки қураи Замин каме пачақрӯ мебошад ва, илова бар ин, қуҳу камар дорад, яъне ҳар маҳал аз маркази Замин дар ҳар ҳел дури воқеъ аст.

Хулоса, қимати шитоби афтиши озодона на танҳо ба чирм (масса)-и сайёра, балки боз ба радиуси сайёра бастагӣ дорад.

Биёед, маълумоти чадвали зеро, ки барои сайёраҳои Манзумаи Офтоб гирд оварда шудааст, муқоиса кунем. Ҳамаи ин сайёраҳо бо таъсири қозибаи Офтоб гирди он мегарданд. Онҳо чирму андозаи гуногун доранд, қувваи қозиба ва, аз ин рӯ, шитоби афтиши озодона низ барои онҳо гуногун аст.

Шумо, хонандаи азиз, танбалӣ накарда, агар ин киматҳоро 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 рӯи ҳар сайёра қувваи вазнинии гуногунбузургӣ таъсир меоварад. Чунончи, ба ҳисми дорои чирми 10 кг дар рӯи Замин қувваи вазнинии 98,1Н таъсир меоварад, ҳол он ки Миррих ҳамон ҳиссро (агар ба рӯи Миррих кучонида шавад) бо қувваи 37,1Н қазб мекунад.

Шитоби афтиши озодона  $g$ , чирми сайёра  $M$  ва радиуси он  $R$  бо якдигар чунин алоқамандӣ доранд:

$$g = G \frac{M}{R^2}$$

Мо ин ифодаро дар мавзӯи "Қозибаи Замин" (ниг. §4.9) оварда будем. (Қимати собити қозиба  $G$  дар ҷумлаи додаҳои масъалаи зерин оварда шудааст).

Сайёра	Радиуси сайёра, км	Чирми сайёра/чирми Замин	Шитоби афтиши озодона, Н/кг
Уторид	2439	0,055	3,7
Зуҳра	6051	0,816	8,87
Замин	6378	1,000	9,81
Миррих	3398	0,107	3,71
Муштара	71 400	318	25,00
Зухал	60 400	95,1	11,00
Уран	24 300	14,6	9,50
Нептун	25 050	17,2	11,50
Плутон		0,0017	7,5
Чирми Замин $5,98 \cdot 10^{24}$ кг аст.			

**Масъалаи 1.** Шитоби афтиши озодонаи ин ё он ҳиссро барои сатҳи сайёраи Миррих ёбед. Чирм (масса)-и Миррих  $6,4 \cdot 10^{23}$  кг ва радиусаш 3400 км аст.

**Ҳал.** Ин ҷо формулаи матлуб (1) аст ва барои  $g$  натиҷаи зайл ҳосил мешавад:

$$M = 6,4 \cdot 10^{23} \text{ кг}$$

$$R = 3400 \text{ км} =$$

$$= 3,4 \cdot 10^6 \text{ м}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

$$g_{\text{Мох}} = ?$$

$$g = G \frac{M}{R^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \frac{6,4 \cdot 10^{23} \text{ кг}}{(3,4 \cdot 10^6 \text{ м})^2} = 3,7 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

яъне қувваи вазиний дар рӯи Миррих назар ба Замин беш аз 2,6 бор кам аст.

Масъалаи 2. Қувваи вазиниеро ёбед, ки дар рӯи Моҳ ба ҷисми дорои массаи 300 кг таъсир меоварад. Қимати собити ҷозиба  $G$ -ро аз додаҳои масъалаи 1 гиред.

Ҳал. Ифодаи қувваи вазиний дар банди пешина омада буд ва ин аст:

$$F_g = mg. \quad (2)$$

Ин ҷо  $g$  шитоби афтиши озодонаи ҷисм барои Моҳ аст, ки бо ҷирми Моҳ  $M_M$  ва радиуси он  $R_M$  чунин бастагӣ дорад:

$$g = G \frac{M_M}{R_M^2} \quad \text{ё ин ки} \quad F_g = m \cdot G \frac{M_M}{R_M^2}$$

Дар охир додаҳои масъаларо 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 ҷисми 300-килоӣ ба рӯи Замин кучонда шавад, ба он қувваи вазинии 2940Н таъсир меоварад. (Шумо бо осони дарёфта метавонед, ки ин натиҷа аз кучо ҳосил мешавад).

## §4.17. Вазни ҷисм. Бевазния

### I

Мо фанар (пружия)-и пулдинро чандин бор мисол задем. Бигзор, фанар дар рӯи миз хобида бошад (рас.4.38,а). Дарозии онро бо чадвал чен мекунем. Бигзор ин дарозӣ  $l_0$  бошад. Баъд фанарро меҳезонем, яъне онро дар рӯи миз дар ҳоли истода мегузорем (рас.4.38,б). Боз дарозиаширо чен мекунем ва мебинем, ки фанари истода назар ба фанари хобида кадре кӯтоҳтар (яъне  $l_f < l_0$ ) 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.

Хонандан азиз! Агар шумо банди пешинаро ба хубӣ фаҳм карда бошед, бояд пай бубаред, ки ин ҷо гап дар ҷист. Вақте ки мо фанарро дар ҳоли истода мегузорем, ҳама печҳои он бо таъсири қувваи вазнинӣ сӯи поён кашида мешаванд — бино бар ин фанар кӯтохтар мешавад.

Хуб, чаро дар ин ҳол печҳои фанар бо ҳамдигар ҷафс намешаванд? Сабзби инро фаҳмидан осон аст: гоҳи фишурда шудани фанар дар он қувваи ҷандирие ба вучуд меояд (ниг. §4.13), ки зидди кӯчиши печҳо равона аст ва монеъи ҷафс шудани онҳо мегардад.

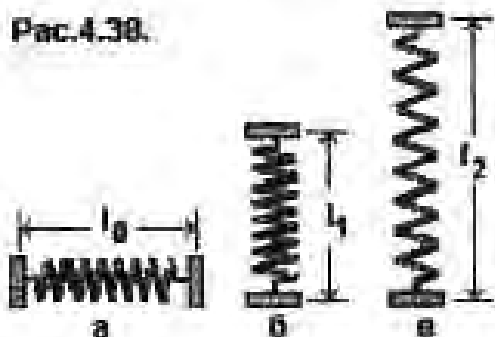
Мавриде ҳам, ки дар рас.4.38, *я* тасвир ёфтааст, ҳамин гуна шарҳ дорад: гоҳи овезон кардани фанар ҳар як печи он дар асари қувваи вазнинӣ сӯи поён кашида мешавад, то даме кашида мешавад, ки қувваи ҷандирии дар натиҷаи ёзиши фанар пайдошуда (ки дар ин маврид ҳам мисли мавриди истода будани фанар сӯи боло равона аст) баробари қувваи вазнинӣ шавад. Қувваи ҷандирӣ 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 вазнинии ба худӣ фанар, балки қувваи вазнинии ба бори сари он таъсиркунанда низ поён мекашад. Фаҳмост, ки қувваи дар ин маврид пайдошавандани ҷандирӣ назар ба мавриди аввал бештар хоҳад буд.

*Мисоли дигар.* Хаткашаки пӯлодинро дар рӯи ду қуттии гӯгирд чунон мегузорем, ки дар рас.4.39, *а* тасвир ёфтааст. Хаткашак қариб ҳамношуда менамояд.

Вале агар ба миёнҳои хаткашак боре гузорем, ҳам мешавад (рас.4.39, *б*), зеро ба он қувваи вазнинии  $F_0$  таъсир меоварад. Дар "ҷавоби" ин қувва дар хаткашак қувваи ҷандирии  $F_0$  ба

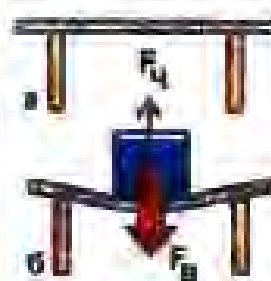
Рас.4.38.



вучуд меояд, ки зидди  $F_0$  равона аст ва онро мувозинат медиҳад, яъне вақте ки ин ду қувваи нисбат ба якдигар зидсамт баробар шаванд, бор ва хаткашак дигар поён намеравад.

Ин мисолҳову мисолҳои сершумо-

ре монанди инҳо як чихати 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 оғезон бошад, ба нуқтаи оғезиш фишор меорад.



Рас.4.39.

Қувваеро, ки ҷисм бо он (ба сабаби сӯи За-мин чазб шудани худ) ба таъягоҳ ё нуқтаи оғезиш фишор меоварад, вазни ҷисм мегӯянд.

Вазиро дар нақшаи нуғораҳо (графикҳо) одатан бо ҳарфи  $P$  ифода мекунад. Вазни ҷисм ҳам мисли қувваи вазинӣ  $F_B$  ба ҳосили зарби массаи ҷисм  $m$  ва шитоби ағтиши оғодона  $g$  ба-робар аст:

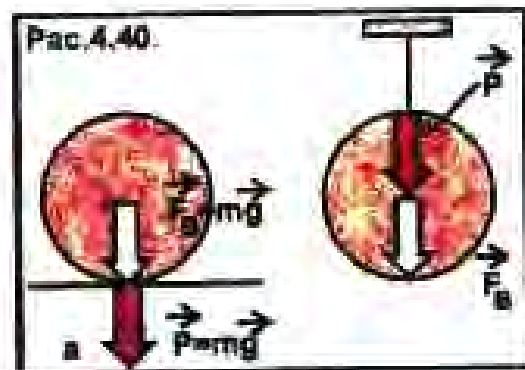
$$\vec{P} = m\vec{g}, \quad \vec{F}_B = m\vec{g}.$$

## II

Шумо аз ду мавзӯи пешина медонед, ки қувваи вазинӣ табиъатан қувваи ҷозиба аст ва ба худди 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 оғезон бошад, ба ҷойи оғезиш таъсир меоварад (расми б). Тирчаи ифодакунандаи вазни ҷисм аз таъягоҳ ё ҷойи оғезиш сӯи маркази Замин равона аст.

Мо дар рас.4.40,а кура ва сатҳи мизро чунон тасвир сохта-ем, ки гуё буди якеи онҳо ба дигараш асаре надоншта бошад. Вале дар асл чунон 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" мегадонад, ки қувваи воқуниши (қувваи реаксия) номида шудааст ва бо  $N$  ишорат мешавад (рас. 4.41). Ин ду

қувва аз чихати бузургӣ ҳамчени як-дигаранд, вале зидди ҳам равонаанд. Ҳамин тариқ, ба курае, ки дар рӯи миз беҳаракат истодааст, ду қувва таъсир мекунад:  $F_B$  — қувваи вазинӣ ва  $N$  — қувваи воқуниши таъягоҳ ба вазни кура. Вазни кура бошад, ба таъ-



Рас.4.40.



Рис.4.41.

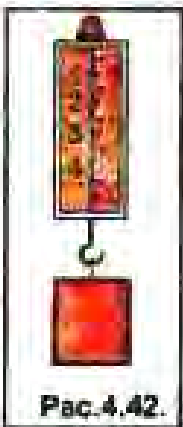


Рис.4.42.

ягоҳ таъсир меоварад. Нуқтаи таъсири ин се қувва-ро доништан ҳатмист.

Агар тақягоҳ ва ҷисми рӯи он (дар мисоли мо: кура) нисбат ба Замин қарор бошанд, вазни ҷисм ҳамчун қувваи вазнинӣ меояд. Дар сурате ҳам, ки тақягоҳ ҳамроҳи ҷисми ҳамбастаи худ нисбат ба Замин якнавохт ва ростхатта ҳаракат кунад, вазни ҷисм ва қувваи вазнинӣ баробари ҳамдигар меоянд.

Вазни ҷисм нисбат ба қувваи вазнинӣ каму зиёд низ буда метавонад — ин он гоҳ мушоҳида мешавад, ки ҷисм ҳамроҳи тақягоҳи худ ба самти таъсири қувваи вазнинӣ ҳаракати шитобдор кунад. Чунончи, агар тарозуи рис.4.42 ҳамроҳи бораши бо ин ё он шитоб сӯи поён ҳаракат дода шавад, вазни назар ба

вазни аслии бор (назар ба қувваи вазнинӣ) 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 кайҳоннавардӣ бо шитоби барои ҷасти мушак зарурӣ сӯи боло парронда шавад, вазни кишти ва, аз ҷумла, вазни саворони он назар ба вазни аслишон чандин бор зиёд мешавад — ин ҳолат ҳолати *зиёдвазнӣ* аст. (Воқеъан, дар ин ҳол дар назари кайҳоннавардҳо чунин менамояд, ки гӯё вазни ҳар як узви бадани онҳо чандин бор афзуда бошад).

### III

**Маъъала.** Қуввасанҷе, ки дар ҷангакаш бори 1 кг оғезон аст, бо шитоби  $9.8 \text{ Н/кг}$  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 қадри  $ma$  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 фанарӣ) вазни бор, баръакс, кам мешавад.

Масъала - Лифт бо шитоби  $4,9 \text{ Н/кг}$  амудан поён меояд. Дар ян маврид вазни мусофире, ки массаи  $60 \text{ кг}$  дорад, чй қадар мекоҳад?

Ҳал. Пеш аз ҳама додаҳои масъаларо сабт мекунем:

$$a = 4,9 \text{ Н/кг}, \quad g = 9,8 \text{ Н/кг}, \quad m = 60, \quad P' = ?$$

Лифт поён меояд; пас, шитоби он бояд бо аломати минус гирифта шавад. Аз ин рӯ вазни аввалаи мусофир  $P = mg$  ба қадри  $ma$  мекоҳад:

$$P' = P - ma = mg - ma = m(g - a) = 60 \text{ кг} \left( 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} - 4,9 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \right) = 294 \text{ Н},$$

ки ин назар ба вазни дар ҳоли қарор будан доштаи мусофир ду бор кам аст:

$$P = mg = 60 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 588 \text{ Н}.$$

Мавриде ҳам ҳолиб аст, ки тарозуи рас.4.42 бо бораш аз даст раҳо шавад. Дар ин сурат фанари тарозу ба ҳолати табиъии худ, ба ҳолати сифрӣ меояд, 19ё ки дар чангаки он боре овезон набошад, яъне тарозу бо вучуди бор доштан вазни сифрро нишоя медихад. Ин ҳолатро ҳолати *бевазний* ном додаанд. Буди ин ҳолат далел аст, ки агар ҳисм ба таъягоҳ фишор наоварад, ҳосияти вазндории он номуъайян мемонад.

Дар омади гап, агар маторҳо (муҳаррикҳо)-и киштии кайҳонӣ ҳомӯш бошанд, ҳам киштия ва ҳам кайҳоннавардҳои даруни он *бевазӣ* мешаванд. Шумо дар телевизион дидаед, ки кайҳоннавардон *дар ҳавои* даруни киштия озодона "шино" мекунанд. Худи шумо ҳам гоҳи аз баландие ба об чаҳидан то дами ба об расидан, гоҳи аз рӯи чӯй частан то лаҳзаи ба замин расидан ва м.ин. дар ҳолати бевазӣ, дар ҳоли парвози озодона мебошед.



1. Вази чист?

Вази чй гуна қувва аст?

2. Вази ҳисм ба кучои ҳисм таъсир меоварад – ба худи ҳисм ё ба таъягоҳи он?

3. Қувваи вазиинӣ ба кадом қои ҳисм таъсир меоварад?

4. Вази ҳисм ва қувваи вазиинии ба ҳисм таъсиркунандаро дар

нақшаҳо чй таъсир месозанд?

5. Қувваи вазиинӣ ва вази ҳисм дар кадом маврид айни якдигаранд ва дар чй гуна мавридҳо аз якдигар фарқ мекунанд?

6. Бевазӣ чист? зиёдвазӣ чй? Шарҳи қатъӣ тайёр кунед.

7. Бевазӣ ва зиёдвазӣ ба чй сабаб ба миён меоянд?

### Машқ

Дар рас. 4.43 ҳамон як себ ва қувваи ба он таъсиркунанда дар се ҳолат таъсир ҷифтааст. Ин қувваҳо чӣ гунаанд ва чӣ ном доранд?



Рас.4.43.

### §4.18. Алоқамандии масса (ҷирм), қувваи вазнинӣ ва вазн

Акнун ки шумо маънои қувваи вазнинӣ ва вазн ҷиамро фаҳмидед, мо метавонем *килограм-қувва* ном воҳиди қувваро таъриф диҳем (ин воҳид бо "Г"-и қалон навишта мешавад, кг; ишорати "кгк" низ истифода мешавад).

Ба сифати 1кг қуввае назаруфта шудааст, ки бо он (қувва) намунаи дорон массаи 1кг ба таътоҳ (ё ба нуқтаи овозиш) фишор меоварад.

Ҳамчунин шарт шудааст, ки (санги) намунаи масса маҳз дар макони ниғаҳдошти он (яъне дар ш.Севри Фаронса, ки барояш шитоби афтиши озодона 9,80665 Н/кг мебошад) ба таътоҳ (ё ба нуқтаи овозиш) 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,

$$1\text{кг} = 1\text{кг} \cdot 9,80665\text{Н/кг} = 9,80665\text{Н} \approx 9,8\text{Н}$$

мебошад. Аз ин рӯ вазни санги намуна дар ҷое баробари 1кг гирифта мешавад, ки барои он g = 9,80665 Н/кг бошад.

**Мисъалии 1.** Ҷисми соҳиби вазни 980 кг чӣ қадар масса (ҷирм) дорад?

*Додаҳо:*

$$P = 980\text{кг}$$

$$g = 9,8\text{Н/кг}$$

$$m = ?$$

*Ҳал.* Аз таърифи воҳиди қувва – *нютон* (Н) бармеояд, ки ба ҷисми дорон массаи 1кг (бо кг-и хурд) аз тарафи Замин қувваи вазнинии 9,8Н таъсир меорад. Пас, ба ҷисми дорон вазни 980кг қувваи вазнинии  $P = 980 \cdot 9,8\text{Н}$  таъсир меоварад.

Бино бар ин, массаи ҷисм аз рӯи нӯдаи  $P = mg$  ин қадар мебарояд:

$$m = \frac{980 \cdot 9,8\text{Н}}{9,8\frac{\text{Н}}{\text{кг}}} = 980\text{кг}$$



Масъала 2. Вазни ҷисме 20 кГ (ё худ 20 кг) аст.

Ин вазиро бо нйу-тонҳо ифода кунед.

**Ҳал.** Барои бо нйу-тонҳо ифода кардани вазни ҷисм боз ҳам таърифи нйу-тонро ба ёд меорем. Он гоҳ фаҳм кардани навиштаҳои зер душворие нахоҳад дошт:

$$100\text{Г} = 1\text{Н}, \quad 1\text{кГ} = 9,8\text{Н} \approx 10\text{Н}, \quad 20\text{кГ} \approx 200\text{Н}$$

#### Машқ

1. Ба ёд биёред, ки қувваи вазнияз ва вазни ҷисм чӣ монандя ва чӣ тафовут дорад.
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 —  $\frac{\text{Н}}{\text{кг}}$  ва  $\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$  айни яқдигаранд?

#### Супориш

Ҳалли ду масъалаеро, ки мо дар сах.162 ва 163 овардаем, шумо дар шакли содатар баён кунед — шитоби ҷисмро ҳамчун шитоби афтиши озодонаи  $g$  (дар масъ.1) ё баробар ба нисфи он (дар масъ.2) гиред ва роҳе ёбед, ки ҳалли шумо назар ба ҳалли, ки мо овардаем, кўтоктар 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 рӯри барф бо лижа лағжидан назар ба мавриде, ки поёфзоли мукаррарӣ дошта бошед, осонтар аст. Шумо ҳар қадаре ки саҳт кӯшиш накунед, нӯги ягон оҳани кундро дар ягон тахта халла наметавонед, аммо нӯги дарафшро бо ҳамон қадар қувва ба ҳамон тахта халонидан осон аст. Ё ин ки кӯфтани меҳқон кунд ва тезро ба ёд биёред.

Ва ин мисолҳоро то ҷоғе ки метавонед, таҳлил кунед, яъне бубинед, муқоиса кунед, мулоҳиза кунед, масалан, ки дар мавриди дар ин ё он тахта кӯбидани меҳи кунд ва ҳамон гуна меҳи тез даст ҳамон аст, кӯба ҳамон аст, қувваи меҳқубӣ ҳамон аст, вале меҳи тезро кӯбилан хеле осон аст. Ин ҷо бояд пурсише ба миён ояд, ки "Оё кӯбиши меҳ ба қувваи ба меҳ таъсиркунанда бастагӣ надорад?"

Ба ин пурсиш ва пурсишҳои дигаре, ки дар ин гуна мавридҳо пайдо мешаванд (дар борон қувваи таъсиркунанда ва масоҳате, ки таҳти таъсири ин қувва қарор мегирад), ҳудхотон посух ҷуед. Барои осониш қор се хишти якхелае гиред, ки якеи 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 мулоғим 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 ҳок тавре гузоред, ки дар се тасвири аввали рас.5.1 омадааст, натиҷа ин мешавад, ки ҳаман онҳо дар ҳок як хел меғутанд. Ин фаҳмоист, ба ҳар як хишти дорон масоҳати  $S$  ҳамон як қуввае ( $F$ ) таъсир меоварад, ки ҷеши вазни як хишт аст. Акнун агар



Рис.5.1.

дар тори сари хишти тоқа хишти дигаре гузored (таsvири чахорум). мебинед, ки хишт тақрибан ду бор зиёдтар меғутаd. Ва агар дар рӯи он ду хишт боз як хишти дигар бигзored, ғутиши хишти поёнӣ тақрибан сечанди ғутиши хишти тоқа мешавад. Фахмидед?

Хуб, чд гуна бузургии физикия созидаи мебояд, ки хосияти ба сатҳи  $S$  таъсиркунандагии қувава  $F$ -ро ифода кунад?

Ин гуна бузургӣ *фишор* номида шудааст ва бо ҳарфи  $p$  ишорат мешавад. Бо забони риёзӣ ғем, фишор нисбати қувава (он ки бо  $F$  ишорат шуд) бар масоҳат ( $S$ ) аст, яъне

$$\text{Фишор} = \frac{\text{Қувава}}{\text{Масоҳат}} \quad \text{ё ин ки} \quad p = \frac{F}{S}$$

Ин ифода *формулаи фишор* ном дорад.

Ба сифати *воҳиди фишор* фишоре пазируфта шудааст, ки онро қувава 1Н бар масоҳати 1м<sup>2</sup> меоварад. Ин воҳид ба ифтихори олими фаронсавӣ Б.Паскал *паскал* ном гирифтааст ва бо *Па* ишорат мешавад.

Азбаски 1Н қувава кам аст, 1Па низ фишори зиёд нест. Аз ин рӯ воҳидҳои нисбат ба 1Па калонтар – *ҳектопаскал* (хПа), *килопаскал* (кПа), *мегапаскал* (МПа)... низ корбаст мешаванд, ки чунин таносуб доранд:

$$\begin{aligned} 1\text{Па} &= 1\text{Н/м}^2 \\ 1\text{хПа} &= 100\text{Па}, \\ 1\text{кПа} &= 10^3\text{Па}, \\ 1\text{МПа} &= 10^6\text{Па} = 10^3\text{кПа}. \end{aligned}$$

Дар амалия воҳиди 1Н/см<sup>2</sup> хеле серистеъмомл мебошад ва назар ба 1Па 10000 бор бузург аст – инро худӣ шумо бо ҳисобкитоби одӣ нишон дода метавонед. Фишори одами миёнавазн гоҳи роҳ рафтаи ба сатҳи роҳ бо ин воҳидҳо 30-40 Н/см<sup>2</sup> аст; фишори трактори тасмачарх ба сатҳи замин – ҳамагӣ 5-6 Н/см<sup>2</sup>. Ҳамин аст, ки дар замин нисбатан мулоҷим пои

одам ё чархи дучарха (велосипед)-и шумо назар ба “пой” трактор изи чуқуртар мегузорад.

*Таъкид. Шумо медонед, ки қувва бузургии векторӣ (бузургии бурдоя) аст, яъне ҳам қимати ағлабӣ дораду ҳам самт. Самти қуввае, ки ба ҷисм фишор меоварад, гуногун буда метавонад: Чунончи, қуввае, ки бо он гулдон ба сатҳи миз фишор меоварад, амудан пойи равона аст, хол он ки қувваи фишори дами теги симбурак (анбурӣ симбури) дар фазо самти дилхоҳ дошта метавонад. Аммо дар ҳамаи ин мавридҳо қувваи фишор ба сатҳи фишорбинанда равиши амудӣ дорад.*

*Ин таъкид аз он ҷӯ бояд дар маълум назар бошад, ки шумо, ҳонандаи азиз, қувваи фишорро айни вақти ҷисм маълумдоред.*

### Се масъала

1. Шумо гоҳи роҳ рафтаи ба сатҳи Замин чӣ қадар фишор меоваред?

Массаи худро 42 кг ва масоҳати тағҷарми як пой кафшатиңро 175 см<sup>2</sup> гиред.

Ҳа.т. Қуввае, ки шумо бо он ба сатҳи Замин фишор меоваред, ба вақти шумо  $mg$  ( $g$  – шитоби афтиши озодона) баробар аст. Аз ин ҷӯ дар формулаи фишор ба ҷои қувваи  $F$  ҳамин  $mg$ -ро мегузорем:

*Додаҳо:*

$m = 42 \text{ кг}$ ,
$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ ,
$S = 0,0175 \text{ м}^2$
$p = ?$

$$p = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{42 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{0,0175 \text{ м}^2} = \frac{420 \text{ Н}}{0,0175 \text{ м}^2} = 24 \text{ кПа}.$$

Фаҳмоет, 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 ҳарду тасмаҷархро 1,4 м<sup>2</sup> гиред.

*Додаҳо:* *Ҳади масъала душворие надорад ва ин аст:*

$m = 6600 \text{ кг}$ ,
$g = 10 \text{ м/с}^2$ ,
$S = 1,4 \text{ м}^2$ ,
$p = ?$

$$p = \frac{F}{S},$$

$$F = p = mg$$

$$p = \frac{mg}{S} = \frac{6600 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2}{1,4 \text{ м}^2} = \frac{66 \text{ кН}}{1,4 \text{ м}^2} \approx 47 \text{ кПа}.$$

3. Пинадгэ ба сүзэнгэ масоxати нүгэл  $0,03 \text{ мм}^2$  ба куввал  $30 \text{ Н}$  фишор оварда, оире дар чарм мехалад. Фишорн сүзэнгэ ба чарм ёбед.

Додахо!

Халли ил масъала нил осон аст!

$$F = 30 \text{ Н},$$

$$S = 0,03 \text{ мм}^2 =$$

$$= 3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$P = ?$$

$$P = \frac{F}{S}, \quad P = \frac{30 \text{ Н}}{3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 10^5 \text{ Па} = 10^5 \text{ кПа}.$$

Хамин тарик, фишоре, ки пинадгэ ба чарм дар нуктаи халондани сүзан меоварад, назар ба фишоре, ки трактори тасмачарх ба сатхи замин меоварад,  $10^5 \text{ кПа} / 47 \text{ кПа} \approx 20000$  бор зиёд аст.

1. Сабаб чист, ки одам гохи рӯрӯн барф рох рафтаи мегутад, аммо агар савори лижа бошад ё ин ки дар таги пойафзолан чала-рак бандад, намегутад (он тавр, ки дар зимистонҳои Чанги дуюми ча-хон Қахрамони Иттиҳоди Шура-вин собиқ Сафарн Амиршоҳ аз чу-бу чале чала-рак созида, ба пой худ ва эскарони дастлаш мебастанд)?
2. Фишор чист? Оиро ба чя гуна нохил(хо) ифода мекуналд?
3. Як паскал (1 Па) чя қадар фишор аст ва шумо оиро чя таъриф мекунед?

хед?

4. Чарост, ки дузавдагон дар сарн ангишти сүзаниахшкунандаи худ сар-ангишти мегирад?
5. Чарост, ки гохи рох рафтаи фил сатхи замин осебе намебинад, аммо пой буз он сатхро хароб мекуналд?
6. Одам бо дандонҳои пешн худ фишорн зиёд ба вучуд оварда метавонад ё бо дандонҳои курсиаш?
7. Чарост, ки рельсҳои рохи оҳанро на дар рӯи хок, балки дар рӯи боллиштҳои чубин ё бетони мехобонанд?

### Супориш

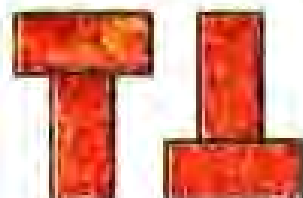
1. Фишоре, ки ба ин ё он сатх оварда мешавад, ба куввал таъсиркунанда  $F$  ва масоxати сатхи фишорбинанда  $S$  вобастагя дорад. Оё шумо медонед, ки фишорро ба чя рох каму зиёд кардан мумкин аст?



Рас. 5.2.

Аз рӯи формулаи фишор  $p = F/S$  фахмост, ки барои каму зиёд кардани фишор ё куввал  $F$ -ро тағйир додан меболад ё масоxати  $S$ -ро. Агар хардун ин бузургаҳоро тағйир диҳем, чя? Агар кувваро ду бор зиёд, вале масоxатро ду бор кам кунем, фишор чанд бор тағйир меёбад?

2. Дар рас. 5.2 ҳамон як хишт дар се ҳолат тасвир ёфтааст. Масса ва андозаҳои хиштро худатон чен кунед ва фишорро барои харсе ҳолат ёбед ва патиҷаро таҳлил кунед. (Посухро ба далел баён кунед).
3. Ду хишт ба ду тарз тавре рӯиҳам гузошта шудаанд, ки дар рас. 5.3 тасвир ёфтааст. Дар ин ду маврид ба тақягоҳ чиқадарй кувва таъсир меоварад? Тақягоҳҳо дар хар яке аз ин мавридҳо чиқадарй фишор меҳуранд?



Рас. 5.3.



## §5.2. Фишори газ

Газҳо низ ба чисмҳо фишор меоваранд. Аммо дар ин маврид "масоҳате, ки қувва ба он фишор меоварад", на танҳо таъягоҳи чисм аст, балки маънои хеле

ле фарох дорад. Газ на танҳо ба *поён*, балки ба ҳама тараф фишор меорад — ин бо табиъати газ алоқаманд аст. Гап дар он аст, ки газ тамоми ҳаҷми ба ихтиёраш воғузуршудаи зарфро нишол карда, ба ҳама ҷои барояш "дастраси" деворҳои зарф фишор меоварад. Бино бар ин *фишори газ* гуфта қувваеро фаҳмидан мебоҷад, ки аз тарафи газ ба воҳиди сатҳи бо газ тамосдори чисм (масалан, деворҳои зарф ё сатҳи чисме, ки андаруни газ ҷой дорад) таъсир мекунад.

Ин ҷо се сикат 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 ҷудоғона пборат мебошад. Ҳам муҳити беруни ва ҳам фазои даруни пуфаки дамиди пурӣ молекула ҳастанд. Фишоре, ки ҳаво (газ) ба деворҳои пуфак меоварад, натиҷан зарбаҳои адади бешумори ҳамин молекулаҳост. Ҳар  $\text{см}^3$ -и газ ҳатто дар холи нофишурда миллиардҳо миллиард молекула дорад. Онҳо бифосила байни худ ва бо деворҳои зарф дар задухӯрданд. Манзараи яклаҳзаиии ҷуьбишу задухӯрди чанд молекулаи газ дар рас.5.5 тасвир ёфтааст. Адади ин навъ бархӯрдҳо хеле зиёд аст ва ба ҳар  $\text{см}^2$ -и сатҳи деворҳои зарф дар шароити муқаррарӣ тақрибан  $10^{22}$ - $10^{23}$  зарба (дар 1с) рост меояд. Зарбаи як молекулаи алоҳида чандон сахт нест, албатта. Аммо зарбаҳои якҷояи миқдори бешумори молекулаҳо то дараҷае зиёд аст, ки пуфакро на танҳо

дамидан, балки кафонда метавонад.

Хуб, сабаб ҷист, ки пуфак гоҳи зиёд кардани ҳавои дарунаш шакли куравай мегирад?

Рас.5.4.



Ғал дар он аст, ки деворҳои пуфак ҳам аз даруну ҳам аз берун бефосила молекулаборон мешаванд. Дар мавриди зиёд шудани микдори ҳаҷмии молекулаҳо дар ҳар см<sup>3</sup>-и даруни пуфак назар ба беруни он адади зарбаҳо меафзояд – дар натиҷа деворҳои пуфак сӯи берун тела меҳӯранд



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 бенизومي адади бешумори зарраҳои онхост.

2. Донишҷӯи 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 дарунҳолне аст, ки қудакҳо аз он бо зӯри нафас гулудан гилин ё чубин меандозанд. Барои сохтани туфак як сари найчаро ба рӯи порая тӯшакаҳ (картошка) пахш мекунам, то ки ҳиссае аз дилаи тӯшакаҳ 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 тӯшакаҳ фуру мебарем. Дилаи дар ин сураг ба даруни найча дароянда чун тирӣ тӯфак хидмат мекунад (рас.5.6,а). Агар ба ин олат даста шинонем, тӯфак ба таппонча монанд мешавад (рас.5.6,б): дар сураги 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 меҷаҳад.

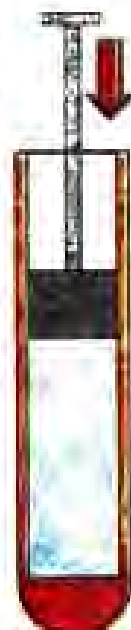
Ҳамин тариқ, агар ҳаҷми маҳдуди газро тавре кам кардан гирем, ки адади молекулаҳои он андар воҳиди ҳаҷм тағйир

наёбад, газ торафт зичтар мешавад; афзоиши адади молекулаҳо дар воҳиди ҳаҷм адади зарбаҳоро ба девори зарф



Рас.5.6.

зиёд мекунад — ин гуфта он гуна маъни дорад, ки *гоҳи хурд кардани ҳаҷми газ (яъне гоҳи афзудани адади молекулаҳо) фишори газ меафзояд*. Ин хулосаро таҷрибае ҳам тасдиқ мекунад, ки асбобаш дар заминаи асбоби таҷрибаи пешина бо каме дигаргунӣ сохта шудааст (рас.5.7); фарқ дар он аст, ки дар ин маврид ба ҷои сунбаи тӯшакаҳӣ сунбаи резинии саҳт ба қор рафтаасту дар нуғи поёни найчаи шишагин пардаи нозуки резинӣ (як порчаи 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 хурдани парда далел аст, ки дар мавриди сӯи дарун тела додани



Рас.5.7.

сунба 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 бонед, 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 пурхаво муддате таҳти таъсири тобиши офтоб қарор гирад, гарм мешавад, дам мекунад, он қадар дам мекунад, ки ҳатто қафида метавонад, зеро газ ҳангоми гарм шудан, яъне ҳангоми афзудани ҳарораташ васеъ мешавад.

Сабаб ин аст, ки ҳангоми афзудани ҳарорат суръати ҳаракати молекулаҳои газ зиёд мешавад; суръат ки зиёд шуд, чунонки пештар гуфтем, адади зарбаҳои молекулаҳо ба деворҳои зарф ва инчунин қуввати ҳар як зарба меафзо-



Рас.5.8.

яд. Бисанчед ииро.

Барои ин як шишачаи пеницилин, як найчаи борики шишагин ва як чакра оби рангин лозим аст. Тарҳи таҷриба дар рас.5.8 тасвир ёфтааст. Агар шумо шишачаро бо кафя даст гарм кунед, мебинед, ки чакраи ранг сӯи боло меравад – ин дадел аст, ки ҳавоя даруни шишача аз гарми дасти шумо ва сеъ шуда, ба чакраи ранг фишор меоварад. Пас, фаҳмост, ки ҳангоми баланд шудани ҳарорати газ фишори он меафзояд.

•	1. Фишори газ чӣ маъни дорад?	чӣ шарҳ медиҳад?
•	2. Ба деворҳои зарф фишор овардани газро дар таҷриба чӣ тавр санҷидан мумкин аст?	4. "Туфак" ном бозичаи бачагона чӣ тавр "хор мекунад"?
	3. Гази фишурда назар ба гази тунук фишори зиёд дорад. Шумо ииро	5. Мияи тавку тӯиро аз навъҳои ба се мустаҳками пӯлод месозанд. Ин чӣ зарурат дорад?

### §5.3. Фишоргузарони моеъҳо ва газҳо. Қонуни Паскал

Дар мавриди ба сатҳи ҳисми сахт бо ин ё он қувва таъсир овардан он ҳисм ба самти таъсири қувва фишор меҳӯрад – ин имкон медиҳад, ки мо ба ҳисми сахт 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 мебошад, 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 хосияти фишоргузарони газҳоро ба таври аёнитар нишон диҳад. Барои ин як тӯбчаи тенис ё тӯбчаи резинӣ ё пластмася, як сиринҷ (ё худ





Паскал Блез (1623-62) – раёзидон, физикдон ва фалсафуи фаронсагӣ. Бо маълумоти хонагӣ дар рнезнет ва физика бисёр моҳир гардида будааст. Дар овози 16-солати ба кашфи қазииае қомеъ гаштааст, ки он дар ҳақиқат тағйирӣ (ҳандисаи фазол) бо номи *қазииаи Паскал* маъруф гашта. Дар физика ғозувии ба ҳама сӯ бе ҳеҷ гуна тағйирот дода шудани фишори ба моеъ рашидаро кашф кардааст. Ин қозун «Қозуни Паскал» ном гирифт. Паскал тарзи кори мангании обӣ (прессаи ҳидравлика)-ро ширх дод, с 1646 дар заминаи таҷрибаи Торричелли ғуҷуд доштани фишори ҳаворо ба исбот расонд ва т.

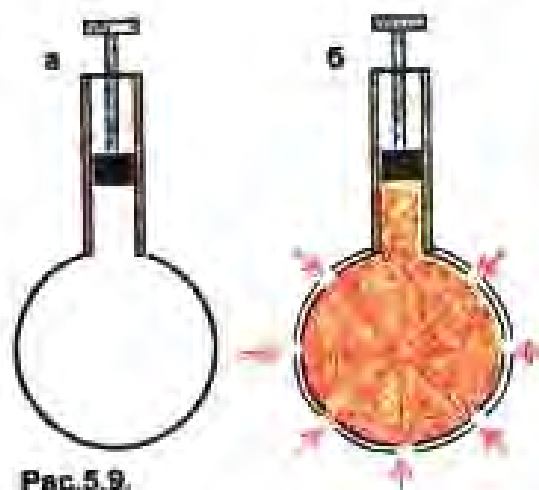
*шприс*)-и тиббӣ ва каме пластилин барои маҳкам кардани ҷои васли тубҷаву ҳамин сиринҷ дошта бошем.

Тубҷаро ҷо-ҷо сӯрохҳои хурд-хурд мекунем. Баъд онро ба воситаи сиринҷ пури об мекунем. Акнун агар сунбаи сиринҷро пахш кунем, аз ҳама сӯрохҳо об ғаввора 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 ғаввора мезанад – ин он гуна маъний 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 медиханд; он гоҳ фишор дар ҳама ҷои ҳаҷми моеъ зиёдтар (ва якхела) мешавад.

Тақрори таҷриба дар сурати ба ҷои об пури дуд кардани тубҷаву сиринҷ низ ҳамин гуна натиҷа медихад: фишори сунбаи сиринҷ ба ҳама ҷои ҳаҷми тубҷаи пурдуд як хел дода мешавад. Олати дар рас.5.9,а тасвиршуда *қураи Паскал* ном гирифтааст.

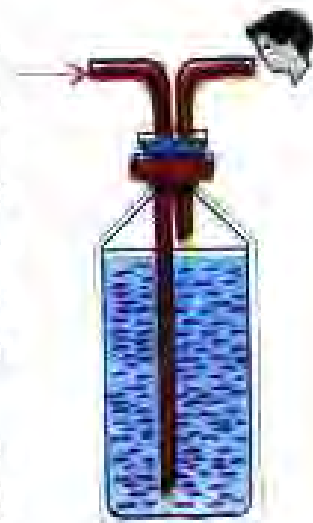
Таҷрибаи дигари аёний ва сода таҷрибаест, ки шумо онро ҷадин бор кардаед: агар як сари найчаи борики покизаеро бо кафки собун биолоед ва нути дигарашро ба даҳон гирифта, ба он оҳиста-оҳиста ҳаво диҳед, ба ҳубӣ хоҳед дид, ки ҳубоби собун ҳама сӯ як хел медам.



Рас.5.9.

Шарҳ ин аст: Молекулаҳои таркибдихандаи моеъ ё газ (бар хилофи ҷисмҳои сахт, ки зарраҳои танҳо дар мавқеъҳои муъйян "побанд" ҳастанд) бетартибона ҳаракат мекунанд. 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.

Ин ҷо инчунин донишҷӯ зарур аст, ки фишори моеъ (ё газ) ба сатҳи деворҳои зарф ё сатҳи ҷисми даруни он самти амудӣ дорад.



Рас.5.10.

Таҷрибаҳои сершумор Б. Паскалро ба хулосае овард, ки *моеъҳо ва газҳо андаруни зарфи маҳкам фишори ба онҳо расидаро ба ҳама сӯ як хел меҷиҳанд. Ин нуқта қонуни Паскал ном гирифт.*

Қонуни Паскал қонуни асосии *ҳидростатика* ва *аэростати-ка* ворӣ шоҳаҳои илм мебошад ва дар соҳаҳои гуногуни илму фан ҷои истифода бисёр дорад.

Мисол ҷустанро ба худӣ шумо хавола мекунем.

1. Қонуни Паскал ҷа ҷиҳати рафторӣ моеъҳоро ифода мекунад?
2. Ҷарост, ки моеъҳо ва газҳо (бар хилофи ҷисмҳои сахт) фишорро ҳама сӯ як хел мегузаронанд? Дар ин ҷо "бар хилофи ҷисмҳои сахт" гуфтаи ҷа назмун дорад?
3. Агар ба ягон ҷои савочаки пури ҳамираи дандоншӯйи фишор бие-рем, ҳамира аз даруни савочак берун мерезад. Шумо инро ҷа шарҳ меҷиҳед?
4. Шумо ба дучарха савор шудед. Оё дар ин сурат фишори ҳавои даруни камерҳои дучарха тағйир намеёбад? Оё фишори ҳаво дар қисмҳои боло ва поёни ҷархҳо яксон аст (фарқ намекунад)?
5. Оё қонуни Паскал дар шароити бевазӣ (мисол, дар даруни ради-фи маснӯъи Замин) риҷа меҷавад?

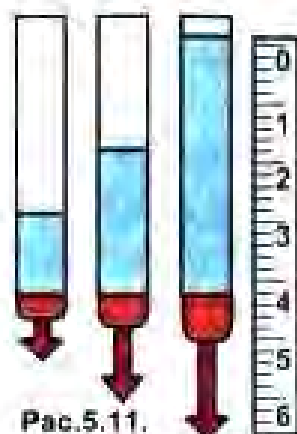
6. Ҷарост, ки таркиши зервоҷа боиси марғи моҳиён ва ҷоварони дигари обӣ меғардад?
7. Агар аз туфанги борикмил ба тухми пӯхта тир занем, тухм сӯроҳ меҷавад. Аммо агар ба тухми хом тир занем, тухм... меҷавад. Ҷа меҷавад? Ҷаро... меҷавад?
8. Ду найча аз тариқи пӯке, ки ҷун даҳонаки шиша ҷидмат мекунад, гузаронда шудаанд (рас.5.10); сарӣ поёни найчаи дароз дар об асту найчаи кӯтоҳ – дар фазои рӯи об. Агар аз тариқи найчаи кӯтоҳ пуф кунем, оби шиша ба воситаи найчаи дароз берун мерезад. Дар мавриди саҳттар пуф кардан оби беруншорада гард-гард меҷавад). Оё дар сурати аз тариқи найчаи дароз пуф кардан инз об аз найчаи дигар берун мерезад?

## §5.4. Фишори ҳидростатикӣ моеъ (ва газ)

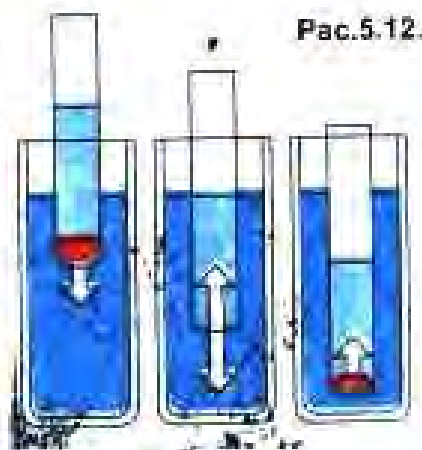
Акнун бинем, ки аз ҳисоби қисми болои сутуни моеъ дар қабатҳои поёнии моеъ (ё газ) чӣ қадар фишор ба вуҷуд меояд.

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 ҳидростатикӣ* мегӯянд. Ин фишор дар ҳамон як чуқурӣ (аз сатҳи болои моеъ) дар ҳама сӯ ҳамон як қимат дорад.

Инро савчидан душвор нест. Се найчаи шишагини якхела гирифта, нӯгҳои поёнии онҳоро пардаи резинии тунук мебандем ва дар онҳо то баландҳои гуногун об мерезем (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 *дарачаи 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 фаҳмоанд. Дар рас.5.12 ва 5.13 дарозии тирчаҳо дарачаи таъсири ба пардаи резинӣ расидаро ифода мекунанд. Ҳамин тариқ, дамидагии пардаҳо натиҷаи (таъсири) фишорест, ки онро андаруни моеъ қувваи ба моеъ таъсиркунанда б. вуҷуд меоварад.

Ғуфтаҳои болоро таҷрибае низ тасдиқ мекунанд, ки



дар рас.5.13 омадааст. Найчаи дароз аз пахлу чанд даричаи барчааста дорад. Агар ин даричахоро монанди таҷрибаи пешина пардаи резинии тунук баста, найчаро пури об кунем, мебинем, ки пардаҳо сӯи берун медаманд – ин далели вуҷуд 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 паҳлӯи зарф берун мешоранд (рас.5.14), ин гуфтаро ба хубӣ тасдиқ мекунанд.

- ?
1. Фишори гидростатикӣ чӣ гуна фишор аст?
  2. Шумо аз кучо хулоса мегиред, ки қабатҳои болоии моеъи даруни зарф ба қабатҳои поёний бо вазни худ фишор меоваранд?
  3. Ҳолате, ки дар мобайни рас.5.12 тасвир шудааст, аз ҳолатҳои қанори он чӣ фарқ мекунад?



Супориш. Кӯшиш кунед бифаҳмед, ки расмҳои 5.11-5.14 чӣ умумият доранд.

## §5.5. Фишори моеъ ба қабри зарф ва деворҳои он

Фишори моеъро ба қабри зарф (кафи зарф) ва деворҳои он баҳодод 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 кафи зарф фишор меорад (чунинки дар мавзӯи пешина дидем), ба вазни сутуни моеъи болои он масоҳат баробар аст. Ба гуфти дигар, қувваи фишори моеъ (дар сурати якхела будани масоҳати ҳам буршиҳои сутуни моеъ) ба қувваи вазниние баробар аст, ки моеъ бо он ба қабри 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 қабри 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  $\rho$  алоқамандии сода дорад:

$$m = \rho V, \quad (3)$$

ки ин ҷо  $V$  ҳаҷми моеъ аст. Азбаски ҳаҷми моеъ ба ҳосили зарби масоҳати қаъри зарф  $S$  ва баландии сутуни моеъ  $h$  баробар аст, пас, формулаи (3)-ро ба (2) гузошта, барои фишори моеъ чунин ифода ҳосил мекунем:

$$p = m \frac{g}{S} = \rho V \frac{g}{S} = \rho Sh \frac{g}{S} = \rho gh, \quad p = \rho gh \quad (4)$$

яъне фишори ба қаъри зарф овардаи моеъ ба зичии моеъ ва баландии сутуни моеъ мутаносиб мебошад. Бинед, ки *фишори моеъ ба масоҳати қаъри зарф вобастагӣ надорад.*

Ба воситаи ин формулаи сода на танҳо фишори моеъро ба қаъри зарф ва деворҳои он, балки инчунин фишореро ҳам ёфтаи осон аст, ки андаруни моеъ аз поён сӯи боло таъсир меорад. Ин хулоса аз он ҷо сар мезанад, ки *дар чуқурии муъайян фишори моеъ ба ҳама тараф ҳамон як қимат дорад.*

Мафҳумҳои *фишори моеъ* ва *қувваи фишори моеъ*, чунон-ки аз номшон рӯшан аст, айни яқдигар 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 миқдор 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 росткунча аст) ҳамчун 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  $\rho$  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. Массаяи 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 натиҷахоро бо он чӣ мо пеш аз баёни масъала гуфтем, муқоиса ва мулоҳиза кунед.

## II

Акнун ҳалли чанд масъалаи дигарро бинем.

**Масъалаи 1.** Фишори оби баҳрро барои чуқурии 10 м ёбед.

Зичии оби баҳрро  $1030 \text{ кг/м}^3$  гиред.

Масъаларо бе тағйири шакли формулаи охир ҳал мекунем:

Додаҳо:

$$p = g\rho h,$$

$$p = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \text{ м} = 103\,000 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = 103\,000 \text{ Па}$$

$h = 10 \text{ м},$ $\rho = 1030 \text{ кг/м}^3,$ $g \approx 10 \text{ Н/кг}$ $p = ?$
--

**Масъалаи 2.** Дар ҷойҳои чуқуртарини укенуси Ором фишори об 112 270 кПа аст. Зичии оби баҳрро  $1030 \text{ кг/м}^3$  гирифта, муъайян кунед, ки он ҷойҳо чӣ қадар чуқуранд.

Ҳал. Додаҳои масъала (ба ҷуз *фишори об*) ҳамонанд, ки дар масъалаи I овардем. Балансии 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 яххелаи дигар) доранд, вале баландии сутуни моеъ дар зарфи гарданборӣ ду бор зиёд аст. Об ба каъри кадом 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 кор бурдем. Барои ҳарду зарф менависем:

$$p_1 = \rho gh_1 \quad \text{ва} \quad p_2 = \rho gh_2.$$

Дар шарти масъала  $h_2 = 2h_1$  аст. Пас, нисбати фишорҳо

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{\rho g \cdot 2h_1}{\rho gh_1} = 2$$

мебарояд. Ин натиҷа ба ҳарду пурсиш посух мегуяд.

**\*Масъалаи 4.** Ду зарфи яххела мегирем (рас.5.16). Яке об дораду дигаре симоб. Кадомин 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 гуногунзичиро муъайян кунем. Дар ин масъала ҳар ду моеъ баландии яххела доранд, пас, нисбати фишорҳо  $p_2/p_1$  танҳо бо нисбати зичиҳои

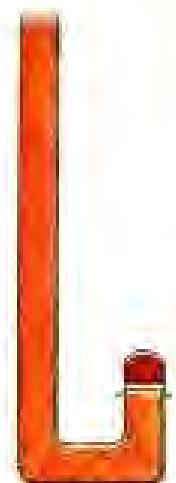
моеъҳо  $\rho_2/\rho_1$  таъйин мешавад:

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{\rho_2 gh}{\rho_1 gh} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

Зичии об  $1 \text{ г/см}^3$  асту 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 сугуни моеъ чӣ бастагӣ дорад? ба зичии моеъ чӣ?
3. Моеъи даруни зарф ба қаъри зарф ва деворҳои он фишор меоварад. Ин фишор *фишори гидростатикӣ* 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 сун боло низ асар дорад?
4. Аз рас. 5.17 шумо чӣ хулоса гирифта метавонед?
5. Дар хонаҳои бисёррошона лӯлаҳои об (водоӣровод) бояд гафс-девор бошанд. Ин тадбир чӣ зарурат дорад?

#### Ду машқ

1. Фишор дар ҳамон як чуқури оби куя зиёд аст ё дар оби баҳр? Зичии оби баҳро  $1030 \text{ кг/м}^3$  гиред.
2. Зарфи "қалбаланде" (масалан, шишаи полиэтилене, ки дар он оби маъдани мефурӯшанд) гиред ва дар девори паҳлӯи он аз поён сун боло чанд сӯроҳи танг-тангак кунед. Сипас он сӯроҳоро ё бо қоғазчаҳои тофта ё бо чӯбчаҳои маҳкам кунед. Баъд, агар зарфро пури об карда,

сӯроҳоро (аз поён сун боло) кушодан гиред, манзарае мушоҳида мешавад, ки дар рас. 5.14 омада буд.

Хулосави мушоҳидаи худро дар шакли хаттӣ баён кунед. Аз баёни шумо бояд рӯшан бошад, ки чаро тираки поёнии об аз ҳама дур мепаррад, чаро дурии парриши тиракҳои оянда (аз поён сун боло) торафт камтар мешавад ва ғ.

## §5.6. Сатҳи озоди моеъ. Обтарозу

Сатҳи озоди моеъ сатҳи рӯи моеъ аст, сатҳест, ки (ба чуз канорхош) ба деворҳои зарфи моеъдор намерасад.

Вақте ки моеъ ба ин ё он зарф рехта мешавад, зарфро аз поён (аз кафи зарф) сун боло пур мекунад, зеро моеъ ҳам монанди ҳисмҳои дигар гирифтори ҳозирбаи Замин аст ва сун маркази Замин чазб мешавад. Сатҳи озоди моеъи дар зарф рехташударо молекулаҳои таъкил медеҳанд, ки баъди ором шудани моеъ аз ҳама боло ҷой мегиранд.

Моеъи ором сатҳи озоди уфуқӣ дорад. Ин хосияти сатҳи озод дар санҷиши уфуқияти ҳамвориҳо кор меояд. *Обтарозу*



ном олати сода, ки баъзе намунаҳош дар рас.5.18 омадааст, ҳамин вазифаро адо мекунад.



Рас.5.18

Газ сатҳи озод надорад, зеро молекулаҳош ба сабаби ҳамтаъсиботи ночиз доштан аз якдигар дур-дуранд. Газ, чунонки дар боло гуфтем, назар ба моеъ шорандатар аст ва ҳама ҳачми ба ихтиёраш вогузоршударо пурра фаро мегирад. Фарқи куллини 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* (харакатмандӣ)-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. Қояи обтарозу бар истифодаи чӣ гуна ҳосияти моеъҳо (ва як хубобчани ҳаво) асос ёфтааст? Оё</p>	<p>бе истифодаи моеъ ва ҳамон як хубобчани ҳаво “обтарозу” сохтан имкон надорад? 4. Оё шумо метавонед, ки ба воситаи шокул уфуқӣ будан ё набудани ягон сатҳро бисанҷед?</p>
<p><b>Машқ</b> 1. Дар рас.5.9,6 асбобе тасвир ёфта буд, ки <i>қураи Паскал</i> ном дошт. Қонуни Паскал ба василаи ҳамин асбоб ба дараҷаи тасдиқ расидааст. Оё натиҷаи таҷрибаҳои, ки бо ин асбоб анҷом дода шудаанд, дар</p>	<p>мавриди ҳобида будани сунба (поршен) тағйир намеёбад? 2. Шумо як сакочани пулодин ва як пори шишаи ҳамвор (шишаи одӣ) доред. Оё ҳамин ду чиз бас аст, ки уфуқияти сатҳи, масалан, мизро бисанҷед?</p>

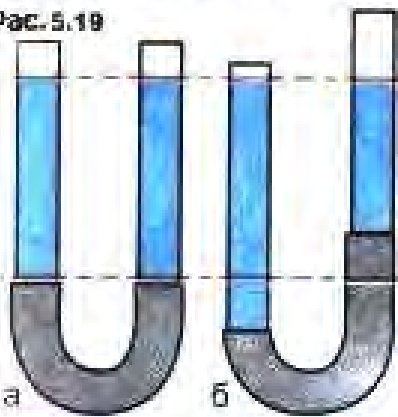
## §5.7. Зарфҳои пайваста

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 (баландӣ) қарор мегирад. Шумо медонед, ки ин бо хусусияти шорандагии об алоқаманд аст. Ин гуна зарфҳоро



Рас. 5.19



зарфҳои пайваста мегъянд.

Ду зарфи обдор агар бо ягон найча (хоҳ рост бошаду хоҳ қачмоқачак) пайваस्त бошанд, сатҳи озоди об дар ҳарду зарф дар ҳамон як баландӣ қарор мегирад (ниг. рас.5.19, 5.20 ва тасвири қс.1). Аз ин гуфтаҳо фаҳмост, ки зарфҳои пай-

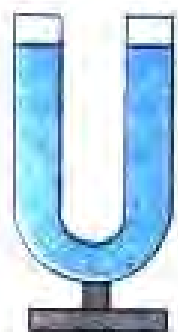
васта моҳиятан як зарфанҷ, ба он маъни як зарф ҳастанд, ки агар ба як шохаи онҳо об резем, шохаҳои дигарашон ҳам пур мешаванд – ин аз рас.5.21 аён аст.

Аммо агар ба зарфҳои пайваста, чунончи, ба зарфи душохаи рас.5.20 на як, балки ду навъ моеъ, масалан, об ва симоб резем, сатҳҳои озоди онҳо дар баландиҳои гуногун қарор мегиранд (рас.5.22). Сабаб ин аст, ки об ва симоб зичии гуногун ( $1 \text{ г см}^3$  ва  $13.6 \text{ г см}^3$ ) доранд. Аз ин рӯ сатҳҳои озоди моеъҳо дар шохаҳои зарф тавре ҷой мегиранд, ки сутунҳои чапу ростии моеъҳо ба шёнҳои зарфи U-шакл, яъне ба ҳамвории аз фишори якхелаи  $p_1 = p_2$  оваранд.

Азбаски фишори сутуни оби баробари  $p_1 = \rho_1 g h_1$  асту фишори сутуни симобӣ баробари  $p_2 = \rho_2 g h_2$ , пас, дар сурати мувозинат доштани моеъҳо

$$\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2 \quad \text{ё} \quad \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \quad \text{ё} \quad \text{ки} \quad \frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

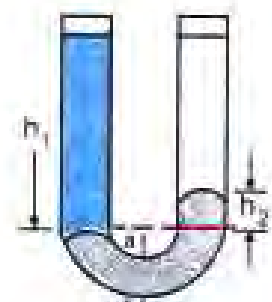
мебошад, яъне дар зарфҳои пайваста баландии сутуни моеъҳо ба зичии онҳо мутаносибӣ чаппа аст. Ин гуфта он гуна маъни



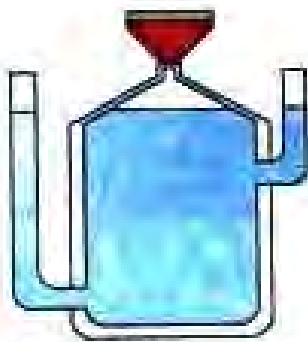
Рас. 5.20



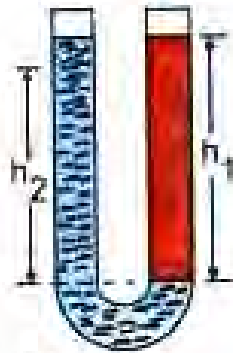
Рас. 5.21



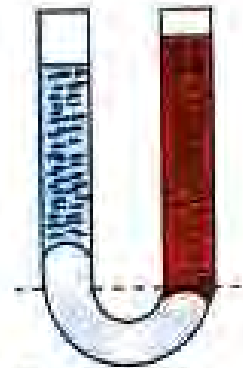
Рас. 5.22



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 хубӣ дарк карда бошед, ба ин пурсишҳо бо осонӣ посух дода метавонед:

Фарз кунем, зарфҳои пайвастае дошта бошем иборат аз се найчаи якхела (монанди рас.5. 21.); дар ҳар

найча як навъ моеъ, масалав, симоб, об ва қарасин мерезем. Моеъ-ҳо дар найчаҳо ҷа тавр ҷой мегиранд? Болотар аз ҳама кадом моеъ ҷой мегирад?

Ёрмандя: Зичии обу қарасин ва симоб ба ҳисоби  $г/см^3$  1; 0,8 ва 13,6 аст.

### Пурсиш. Супориш

1. Ҷа гуна зарфҳоро зарфҳои пайваста мегиранд?
2. Агар найчаи шишагини U-шакл таҷро як моеъ дошта бошад, дар ҳарду шохан найча сатҳи озоди моеъ дар ҳамон як баландӣ воқеъ мешавад (киг. рас.5.20 ва 5.21). Агар дар як шохан найча об ва дар шохан дигар қарасин резем, сатҳҳои озоди моеъҳо нисбат ба якдигар ҷа тавр ҷой мегиранд?
3. Баҳрҳо ва уқёнусҳои кураи Замин бо якдигар ба воситаи гулӯтоҳҳо алоқаманданд. Бино бар ин онҳоро ҷун зарфҳои пайваста муойина кардан мекояд. Сатҳи озоди об дар ҳама уқёнусҳо ва баҳрҳо як аст. (Ба-ландии кӯҳҳоро нисбат ба ҳамин сатҳ ифода мекунанд ва, масалав, мегиранд, ки баландии кӯҳи намани Хочамӯмин аз сатҳи баҳр 1334 м аст). Валеки сатҳи баҳри Хазар назар ба сатҳи ҷаҳои баҳрҳо қариб 30 м поён

мо сабаби киро дар ҷа мебинед?

Агар шумо ин сабабро дарёбед, мефаҳмед, ки ҷаҳо баҳри Хазарро баъзан "қули Хазар" ном мекунанд.

4. Дар рас.5.23 зарфе тасвир шудааст, ки ду шохҳо дорад. Зарфро пурӣ об карда, даҳони қифмонанди онро пардан резинӣ меканем. Фаҳмо, ки об дар ҳарду найча дар ростии оби даруни зарф қарор мегирад (бо вучуде ки сутунҷаҳои об дар найчаҳо дарозии гуногун доранд). Агар пардан даҳони зарфро каме пахш кунем, сатҳи оби зарф ва найчаҳо тағйир меёбад. Магар ин тағйирот дар найчаҳо ва зарф як тел аст?

5. Оё шумо дарёфта метавонед, ки барои дар девори хона хати уфуқӣ кашидан дар заминаи истифодаи рас.5.18 ҷа гуна олати санҷиши уфуқият (олати уфуқиятсанҷӣ) сохтан мумкин



Рас.5.26

### Ду масъала

1.а) Найчаи шишагини U-шакл (рас. 5.24) об ва карасин дорад. Кадом шоҳан найча об дорад?

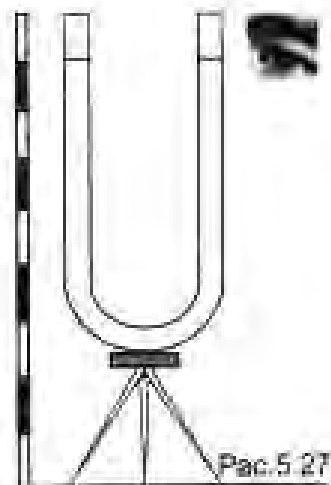
б) Бигзор сатҳи сутунҷаи карасинӣ аз хати кайда-кайдан уфуқӣ 20 см боло воқеъ бошад. Баландии сутунҷаи обӣ (аз ҳамон хат) бояд чанд сантиметр бошад, ки сутунҷаи карасиниро дар ҳамон ҳолат нигоҳ дошта тавонад? (Посуз: 16 см).

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 симобӣ зери карасин қарор гирад? (13,6 см).

### Ду супориш

1. Аз як қиф, ду найчаи дароз ва рӯдан резинӣ фаввора месозем (рас.5.26). Расмиро муойина карда, гуед, ки агар шоҳаи қифдори найчаро болотар бардорем, оё баландӣ ва шакли фаввора тағйир намеёбад? агар даҳони қифро пардаи резинӣ каша, ба он фишор биезем, чӣ?

2. Қори тарози обӣ (*е худ нивелир*, аз фар. *niveau*—сания) бар истифодаи зарфҳои пайваста асос ёфтааст (рас.5.27). Тарози обӣ олатест, ки ба воситаи он баландии ин ё он нуқтаи сатҳи Заминро нисбат ба ягон нуқтаи дигари рӯи Замин муайян мекунанд. Аз муойинаи расм хулоса гирифта, қори ин олатро шарҳ диҳед?



## §5.8. Қувваи фишори моеъ

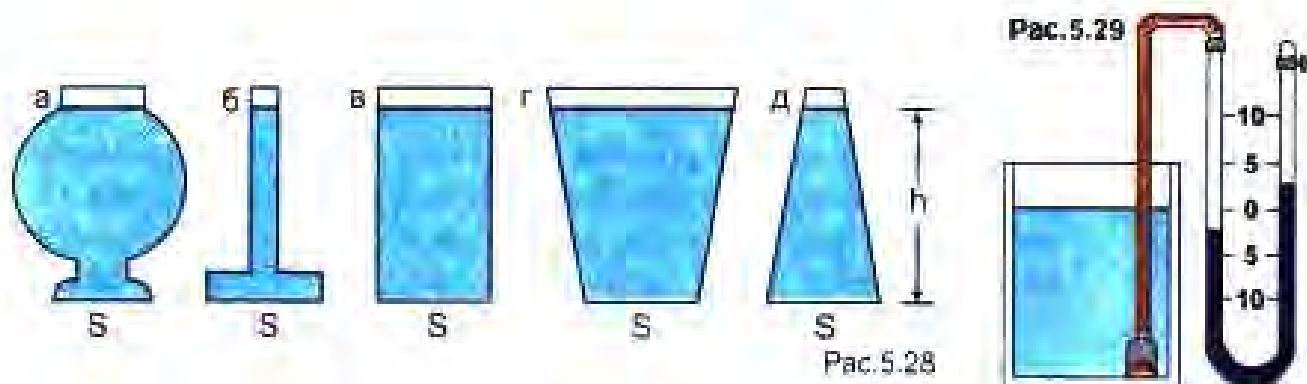
### ба қари зарфҳои гуногуншакл

Биёед, фишори ҳидростатикиро дар мисоли зарфҳои бинем, ки шакли гуногун, вале қари ҳамчун доранд ва дар онҳо то ҳамон як баландии  $h$  моеъ (об) рехта шудааст (рас.5.28). Оё моеъ ба қари ҳама зарфҳо як хел фишор меорад?

Чунин ба назар мерасад, ки гуё қувваи фишор дар мавриди  $г$  (тасири ҷаҳорум) аз ҳама зиёд ва дар мавриди  $б$  аз ҳама кам бошад. Аммо ҳақиқат чӣ гуна аст?

Чӣ бояд кард, ки масъалаи рӯшан шавад?

Асбобе сохтан табиӣ мебуд, ки фишорро дар чуқуриҳои гуногун, аз ҷумла дар қари зарфҳо нишон дода тавонад. Ин гуна асбобро дар заминаи истифодаи найчаи шишагини U-шакл сохтан осон аст (рас.5.29). Шумо аз мавзӯҳои пешина



бояд бидонед, ки агар найчаи U-шакл моеъ дошта бошад ва ба яке аз шохаҳои он 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 «ҳис 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 фишорсанчиرو адо карда метавонад. Агар қуттичаро аз даруни моеъ охишта-охишта берун баровардан гирем, мебинем, ки моеъи шохаи чапӣ асбоб низ боло баромадан мегирад (зеро дар ин маврид фишор торафт кам мешавад), вале дар айни замон моеъи шохаи рост поён мефурияд 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 ростии нуқтаи «0» қарор мегирад).

Ҳамин тариқ, ба воситаи ин асбоби сода фишори кабатҳои гуногуни моеъро санчидан мумкин аст. Чунончи, санчиши фишори моеъ дар қабри зарфҳои рас.5.28 нишон медиҳад, ки фишор дар ҳама нуқтаҳои қабри зарфҳо, аз ҷумла дар қабри зарфҳои б ва г як хел аст – ин ба тахмин, ки дар оғози мавзӯ баён кардем, мухолиф аст ва шарҳ меҷӯяд.

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 қиёсшаванда то ҳамон як баландӣ об дошта бошанд, фишор дар қабри 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 яксон аст.

**\*Масъала.** Масоҳати қаъри зарфҳо, ки дар рас.5.30 тасвир шудаанд, ҳамчени якдигаранд. Зарфи бузург чанд килограм, вале зарфи бориқ ҳамагӣ чандсад гротом об дорад. Қувваи фишори об ба қаъри зарф дар кадоми ин мавридҳо зиёд аст?

*Ҳал.* Пеш аз ҳама таваҷҷуҳи шуморо ба он менигаронем, ки дар шартӣ 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  $\rho$  вобастагӣ дорад:

$$p = \rho gh.$$

Аммо қувваи фишори моеъ  $F$  ғайр аз зичии моеъ ва баландии сутуни он ба масоҳати қаъри зарф  $S$  низ бастагӣ дорад:

$$F = pS = \rho ghS.$$

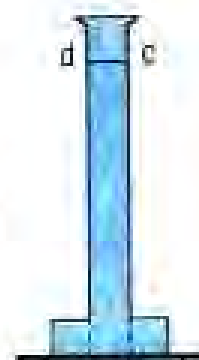
Ҳали масъала талаб мекунад, ки ин формуларо барои ҳарду зарф навишта, нисбати онҳоро ёбем. Азбаски қаъри ҳарду зарф ҳамчен аст ва онҳо моеъи якхела доранд, пас,

$$F_1 = \rho gSh_1, \quad F_2 = \rho gSh_2, \quad \frac{F_2}{F_1} = \frac{h_2}{h_1}$$

хоҳад буд. Агар зарфҳои муқоисашаванда бо миқдори якхела тасвир шуда бошанд, бо ёрии формулаи охир қимати адабии бузургҳои матлубро низ ҳосил кардан осон аст. Барои зарфҳои мисолкардан мо  $h_2/h_1 = 1,5$  аст. Пас,  $F_2 = 1,5F_1$  мебарояд, ки натиҷаи хушангез аст. Фаҳм кунед онро.



Рас. 5.30.



Рас. 5.31.

1. Оё фишори моеъ дар чуқуриҳои гуногун яксон 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 хел дода мешавад?
3. Ҷа зарурат бар он аст, ки ғаввос (одами ғўтазанавда дар об), агар то чуқуриҳои зиёд ғўта задани бошад, либоси махсус бипӯшад?

### \*Супориш

Кӯшиш кунед, ки аз матни ин мавзӯъ ва ҳали масъала хулосаи дуруст бигиред. Хулоса бояд аз як тараф чамъбасти мавзӯъ бошад, аз тарафи дигар, дар назди шумо вазифа гузорад, ки дарси оянда чиро таҳқиқ кунед.

### \*Пажӯҳиш

(Чушиш мустақилона ва илмӣ): Агар ягон зарфи обдорро аз рӯи Замин ба рӯи Моҳ кӯчонем, фишори моеъ ба қаъри зарф чӣ тағйирот мебинад?

## §5.9. Таҷрибаи Паскал

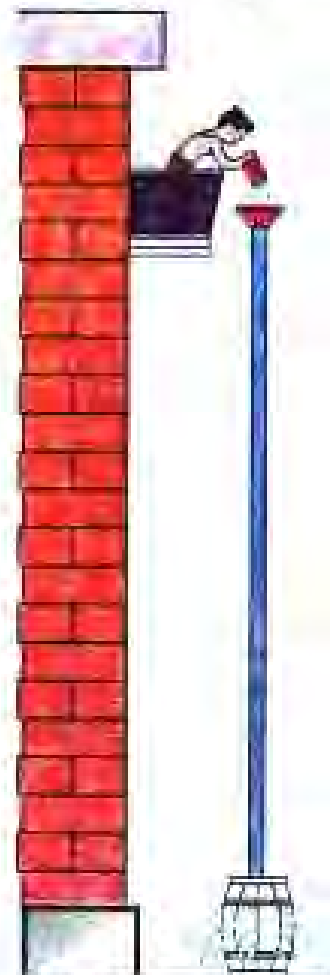
Аз мавзӯи пешина шумо бояд хулосаи гирифта бошед, ки қувваи фишори моеъ ба қаъри зарф ба шакли зарф ва миқдори моеъ вобастагии надорад. Ин қувва (барои моеъи муъайянзичӣ ва масоҳати додашудаи қаъри зарф) танҳо ба баландии сутуни амудии моеъ бастагии дорад ва ададан ба вазни ҳамин сутуни моеъ баробар аст.

Ин натиҷа ғайричашмдошт аст ва маҳз ба ҳамин сабаб *танокузи хидростатикӣ* (*парадокси хидростатикӣ*) ном гирифтааст (аз калимаи юнонии *paradoxos*, ки маънои *ачиб*, *таъҷубовар*, *ғайриодӣ* дорад). Дар асл ин ҷо ҳеҷ 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 ҳеҷ гуна тағйирот мегузаронад.*

Ин гуфта он гуна маънӣ дорад, ки сутуни *abcd*-и моеъ (рас.5.31) ҳам ба ҳама нуктаҳои тахти худ, яъне ба нуктаҳои масоҳати *ab* ва ҳам ба нуктаҳои масоҳатҳои *ea* ва *bf* як хел фишор меорад. Пас, барои ба ҳама нуктаҳои масоҳати кафи зарф фишори зиёдтарин овардан ҳаргиз шарт нест, ки сутуни моеъ баробари масоҳати кафи зарф фарох (васеъ) бошад — дар ин маврид найчаи бориқе ҳам кофист, ки моеъи даруни он дар тамоми масоҳати қаъри зарф фишори зиёд ба вуҷуд биёрад.

Дуруст будани ин хулосаро дар таҷрибаи с. 1648 Б.Паскал собит кардааст. Ӯ ба бушкаи чубини пуроб найчаи бориқе васл кард ва вақте ки аз баландии чанд метр дар найчаи ҳамагӣ



Рас. 5.32.

як коса (~1л) об рехт, фишори моеъ андаруни бӯшқа он қадар афзуд, ки тахтаҳои бӯшқаро аз ҳам чудо 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 баландӣ дорад, найчаи 10-метра шивонданд ва онҳоро пури об карданд. Масоҳати қаъри зарфро 0,75 м<sup>2</sup> ва зичии обро 1000 кг/м<sup>3</sup> 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  $h_1$  чамъи дарозии найча  $h_2$  аст:

$$h = h_1 + h_2 = 11 \text{ м.}$$

Пас, ин аст фишори об ба қаъри зарф:

$$p = \rho gh = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 11 \text{ м} = 110\,000 \text{ Па.}$$

Акнун қувваи фишорро 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<sup>2</sup> буд. Агар ба ӯ гуна зарф аз боло найчаи 5-метрае шивонда шавад, ки буриши 1 см<sup>2</sup> дошта бошад ва зарфу найча пури 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 вазинии оби найчаро низ аз рӯи ҳамин формула ёфтан мумкин аст, ба шарте ки ба ҷои  $S_1$  масоҳати  $S_2$ -ро бигзорем. Вале