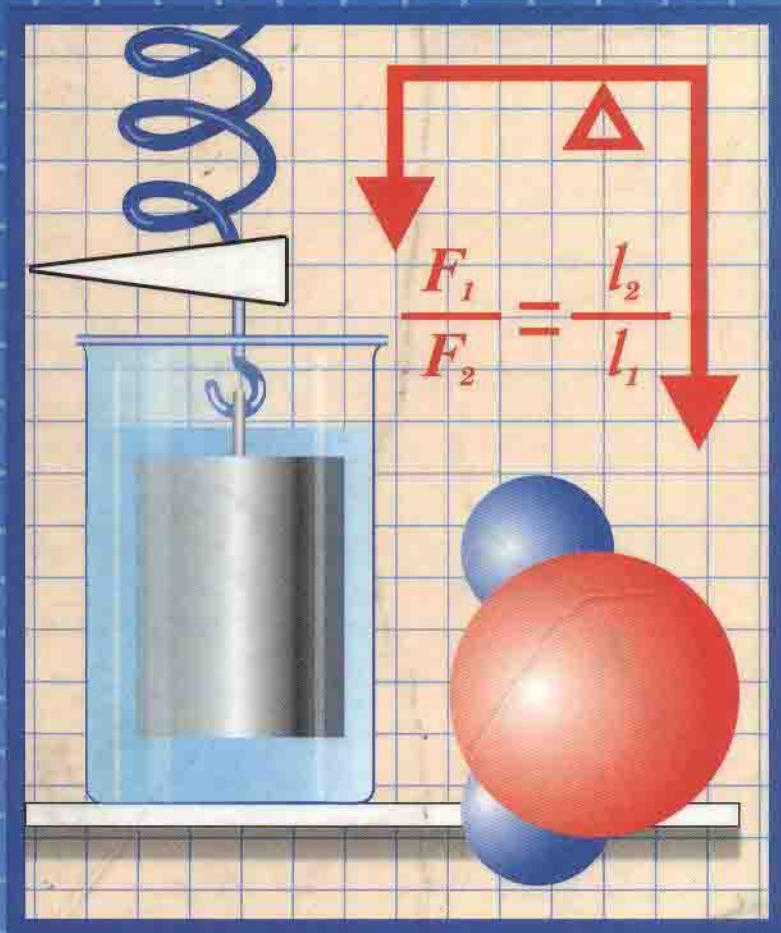


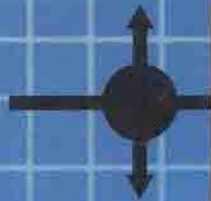
Ս.Վ. Գրոմով

Ն.Ա. Ռոդինա

ՖԻԶԻԿԱ



7




ПРОСВЕЩЕНИЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО

 Antares

2007

$$1 \text{ ր} = 60 \text{ վ}$$

$$1 \text{ Ժ} = 3600 \text{ վ}$$

$$1 \text{ մմ}^2 = 0,000\,001 \text{ մ}^2$$

$$1 \text{ սմ}^2 = 0,0001 \text{ մ}^2$$

$$1 \text{ սմ}^3 = 1 \text{ մլ} = 0,000\,001 \text{ մ}^3$$

$$1 \text{ Լ} = 1 \text{ դմ}^3 = 0,001 \text{ մ}^3$$

$$1 \text{ մմ} = 0,001 \text{ մ}$$

$$1 \text{ սմ} = 0,01 \text{ մ}$$

$$1 \text{ կմ} = 1\,000 \text{ մ}$$

$$1 \text{ տ} = 1\,000 \text{ կգ}$$

$$1 \text{ գ} = 0,001 \text{ կգ}$$

$$1 \text{ մգ} = 0,000\,001 \text{ կգ}$$

Օգտագործվող նշանակումներ

v- արագություն

s- ճանապարհ

t- ժամանակ

m- զանգված

p- խտություն

V- ծավալ

F- ուժ

P- կշիռ

g- ազատ անկման արագացում

A- աշխատանք

N- հզորություն

p - ճնշում

S- մակերես

h- բարձրություն

l - երկարություն

72

Ս. Վ. Գրոմով

Ն. Ա. Առդինա

ՖԻԶԻԿԱ

ԴԱՍԱԳԻՐՔ

ՆԱՆՐԱԿՐԹԱԿԱՆ ՆԱՍՏԱՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ

7-րդ ԴԱՍԱՐԱՆԻ ՆԱՍԱՐ



Թարգմանված հրատարակությունը լույս է
 արևանում համաձայն «Պրոսվեժենիե»
 հրատարակչության լիցենզիայի
 Переводное издание выпущено в свет по
 лицензии издательства "Просвещение"

«Անարես» հրատարակչություն
 Երևան - 2007

Издательство "Просвещение"
 Москва - 2002

Издательство "Ангарес"
 Ереван - 2007



ՆՏԴ 373.167.1= 53 (075)

ԳՄԴ 22.3 ց 72

Գ 921

Դասագիրքը հասարակված է Նայասփանի Նանրապետության
կրթության և գիտության նախարարության կողմից
Դասագիրքը հասարակված է Ռուսաստանի Դաշնության
կրթության և գիտության նախարարության կողմից

Данное издание подлежит распространению только на территории Армении
и среди армянской диаспоры на территории других стран

Авторы: С. В. Громов, Н. А. Родина

Թարգմանիչ՝ Ռ. Գ. Բարոյան

Տեխ. խմբագիր՝ Ա. Ա. Մարտիրոսյան

Սրբագրիչ՝ Գ. Բ. Պետրոսյան

Գ 921 **Ֆիզիկա:** Դասագիրք հանրակրթական հասարակությունների
7-րդ դասարանի համար (Ս.Վ. Գրոմով, Ն. Ա. Ռոդինա):
Երևան, - Անպարես - 2007, 184 էջ:

Физика. Учеб. для 7 кл. общеобразоват. учреждений /
(С. В. Громов, Н. А. Родина).
Ереван, - Антарес - 2007, 184 стр.

Դասագիրքը պարունակում է անհրաժեշտ տեսական նյութ, ինչպես նաև բավական
քանակությամբ հարցեր, առաջադրանքներ, վարժություններ, հիմնական փխպային
խնդիրների լուծման օրինակներ:
Այս դասագիրքը թարգմանված է փարբեր լեզուներով: Նրանով են սովորում մի քանի
տասնյակ միլիոն աշակերտներ:

ԳՄԴ 22.3 ց 72

Գ 4306021200 2007 թ.
0130(01)2007

ISBN 978-99941-57-86-0

© «Պրոսվեդենիս», 1999

© Գեղարվեստական ձևավորումը,
«Պրոսվեդենիս», 1999

© Թարգմանության համար,
«Անպարես», 2007

© Издательство «Просвещение», 1999

© Художественное оформление
Издательство «Просвещение», 1999
Все права защищены.

© Перевод «Антарес», 2007



§ 1. Ի՞նչ է ուսումնասիրում ֆիզիկան

Դասագիրքը, որը ձեր ձեռքին է, կոչվում է «ֆիզիկա»: Ձեզ համար նոր այս գիտությունը դուք կուսումնասիրեք մինչև դպրոցն ավարտելը:

Ծանոթությունը ֆիզիկային դպրոցական դասընթացով չի ավարտվում: Կան հարուկ ինստիտուտներ, որտեղ պատրաստում են ֆիզիկոս գիտնականներ: Սակայն ֆիզիկան պետք է ոչ միայն գիտնականներին, այլև բոլորին՝ բանվորին, բժշկին, ինժեներին, կոնստրուկտորին: Ֆիզիկայի իմացությունը մարդուն ավելի խելացի և ուժեղ է դարձնում: Մարդն այլևս անօգնական չէ փարերային ուժերի առջև, նա սկսում է հասկանալ աշխարհը, որտեղ ապրում է:

Միայն ֆիզիկա իմանալով է հնարավոր նախագծել և կառուցել րեներ, գործարաններ, մեքենաներ, էլեկտրակայաններ, ռադիոընդունիչներ, ավտոմեքենաներ, փիեզերական սարքեր, նույնիսկ հասարակ հագուստ ու սննդամթերք ստեղծելու համար անհրաժեշտ է ֆիզիկա իմանալ:

Օրինակ՝ ակնոց, աստղադիտակներ, լուսանկարչական և փեսանկարահանման սարքեր ստեղծելը հնարավոր եղավ միայն այն բանից հետո, երբ ֆիզիկոսները հերագրագրեցին ու հասկացան, թե լույսն ինչպես է փարածվում օդում և ապակու մեջ: Շոգենավեր, ինքնաթիռներ, օդապարիկներ նախագծելն ու պատրաստելը հիմնված է այն օրինաչափությունների իմացության վրա, որոնց ենթարկվում են հեղուկները, գազերը և դրանց մեջ շարժվող մարմինները:

Առանց ֆիզիկա իմանալու հնարավոր չէր լինի ո՛չ ժամացույց, ո՛չ հեռախոս, ո՛չ հեռուստացույց ստեղծել, և մենք գրկված կլինեինք բազմաթիվ անհրաժեշտ իրերից, որոնք մեզ օգնում են սնունդ պատրաստել ու պահպանել այն, բնակարանը մաքրել, երաժշտություն լսել և այլն:

Իսկ ի՞նչ է ուսումնասիրում ֆիզիկան:

Ֆիզիկական գիտություն է բնության մասին: Մակայն բնության մեջ
տեղի են ունենում բազմապատասխան ու բազմաթիվ փոփոխություններ կան
երևույթներ: Դրանցից որո՞նք է ուսումնասիրում ֆիզիկան: Ֆիզիկական
երևույթների շարքին են դասվում.

- 1) մեխանիկական երևույթները (օրինակ՝ ինքնաթիռների ու ավտո-
մեքենաների շարժումը, ճոճանակի ճոճվելը, հեղուկների հոսելը
խողովակներով, երկրագնդի պտտվելը Արեգակի շուրջը, փե-
զերակայանի պտտվելը երկրագնդի շուրջը).
- 2) էլեկտրական երևույթները (օրինակ՝ էլեկտրականացած մար-
միների ձգողությունն ու վանումը, էլեկտրական հոսանքը և
այլն).
- 3) մագնիսական երևույթները (օրինակ՝ մագնիսի ազդեցությունը
երկաթի վրա, հոսանքների մագնիսական փոխազդեցությունը,
Երկրի ազդեցությունը կողմնացույցի սլաքի վրա և այլն).
- 4) օպտիկական երևույթները (օրինակ՝ լույսի փարածումը փարբեր
միջավայրերում, լույսի անդրադարձումը հայելիներից, լույսի
փարբեր աղբյուրների լուսարձակումը և այլն).
- 5) ջերմային երևույթները (օրինակ՝ սառույցի հալվելը, ջրի եռա-
լը, ձյան փաթիլների առաջացումը, մեփաղների ջերմային ըն-
դարձակումը, էլեկտրական ջեռուցիչ սարքերի աշխատանքը և
այլն).
- 6) ատոմային երևույթները (օրինակ՝ ատոմային ռումբերի պայթ-
յունը, ասֆոլերի ընդերքում տեղի ունեցող պրոցեսները):

Այս բոլոր երևույթները հասարակ են անկենդան բնությանը: Մակայն
դրանցից շատերը կարող են տեղի ունենալ նաև կենդանի օրգանիզմնե-
րում: Այսպես, օրինակ, խոնավությունը հողից դեպի հասկն է բարձրանում
բույսի ցողունով, արյունը հոսում է մարդու և կենդանու մարմնում եղած
արյունատար անոթներով, ուղեղից մարմնին ազդանշաններ են հաղորդ-
վում նյարդաթելիկներով:

Իսկ ինչպե՞ս կարող է միայն մի գիտությունը՝ ֆիզիկան, պատկերա-
ցում փայլ աչքքան փարատեսակ երևույթների մասին:

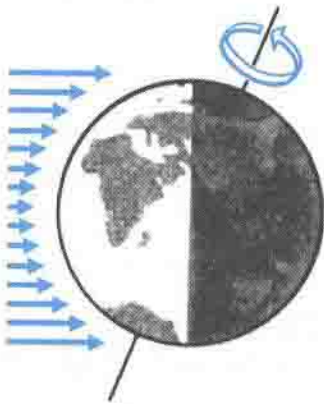
Պարճառը գիտության զարմանալի հատկությունն է, որ կարողանում
է պարզ երևույթների հեփազոփության արդյունքների վրա հիմնվելով՝

ձևակերպել համընդհանուր օրենքներ: Օրինակ՝ հեքազոտելով փարբեր չափեր ունեցող գնդիկների ազատ անկումը փարբեր բարձրություններից՝ կարելի է հայտնաբերել օրենքներ, որոնք ճիշտ կլինեն նաև ցանկացած այլ մարմինների ազատ անկման դեպքում:

Այս գրքով դուք կսկսեք ուսումնասիրել հարկապես այդպիսի պարզ երևույթները և աստիճանաբար կտվորեք դրանց մեջ կարևոր օրինաչափություններ հայտնաբերել:

Ֆիզիկայի գլխավոր խնդիրն է հայտնաբերել բնության մեջ տեղի ունեցող փարբեր ֆիզիկական երևույթները միմյանց կապող օրենքները, բացահայտել երևույթների կապերն ու պատճառները:

Օրինակ՝ ապացուցված է, որ Արեգակնային համակարգի կենտրոնի շուրջը մոլորակների պտույտի պարճառն Արեգակի ձգողությո-



Նկար 1

յունն է, օրվա ընթացքում ցերեկվա ու գիշերվա հերթափոխության պատճառը՝ Երկրի պտույտն է իր առանցքի շուրջը (նկ.1), քանո առաջացման պատճառներից մեկն օդի անհավասարաչափ տաքացումն է և այլն:

Բայց միայն ֆիզիկան չէ, որ զբաղվում է բնության հեքազոտությամբ: Կան նաև այլ գիտություններ, օրինակ՝ աշխարհագրությունը, կենսաբանությունը, քիմիան: Յուրաքանչյուր գիտություն ունի իր նպատակներն ու բնութ-

յունը հեքազոտելու իր եղանակները: Ուսումնասիրելով ֆիզիկան՝ դուք աստիճանաբար կիմանաք, թե ինչով է մի գիտությունը փարբերվում մյուսից և միաժամանակ ինչքան սերտ են դրանք կապված միմյանց հետ:

Բնության մասին գիտությունները ծնունդ են առել շատ վաղուց: Բնության մեջ դիտվող երևույթների բացատրություններն առաջինը փորձել են փալ Նին Չինաստանի, Նոկաստանի ու Նին Նունաստանի գիտնականները: Նույն գիտնական Արիստոտելի (ապրել է մ. թ. ա. 4-րդ դարում) գիտական գործերում է առաջին անգամ հայտնվել «ֆիզիկա» բառը, որը հունարեն է (ֆյուզիս) և նշանակում է բնություն:

Ներկայումս բնության հեքազոտությունը փարբեր երկրների ու ժողովուրդների բազմաթիվ գիտնականների տրամադրան և համառ աշխատանք

է պահանջում: Նրանց բոլորի համարեղ աշխարհանքը մարդկությանը թույլ է տալիս առաջ շարժվել շրջակա աշխարհի երևույթների ու օրենքների հետազոտության մեջ և ապահովել հասարակության առաջընթացը:

Նարցեր

1. Ինչո՞ւ ֆիզիկա պետք է ուսումնասիրեն ոչ միայն ֆիզիկոս գիտնականները:
2. Ի՞նչ է ուսումնասիրում ֆիզիկան: Բերե՞ք ֆիզիկական երևույթների օրինակներ:
3. Ո՞րն է ֆիզիկայի գլխավոր խնդիրը:

§ 2. Որո՞շ ֆիզիկական փրմիններ

—Ֆիզիկայի մասին պարմելու, այն ուսումնասիրելու համար անհրաժեշտություն է առաջանում օգտագործել հատուկ բառեր՝ *գիտական փրմիններ*:

▲ Այսպես, խոսելով փարբեր առարկաների՝ ինքաթիռի, նավի, գնդակի շարժման մասին, ֆիզիկոսը հաճախ կարող է հաշվի չառնել, թե հատկապես ի՞նչն է շարժվում, քանի որ շարժումն ուսումնասիրելու համար շարդեպբերում դա էական չէ: Նման դեպբերում ասվում է, որ շարժվում է *ֆիզիկական մարմինը* (կամ պարզապես *մարմինը*)՝ դրա փակ հասկանալով ցանկացած առարկա: Օրինակ՝ նկար 2-ում պարկերված են մի քանի ֆիզիկական մարմիններ՝ մարիփ, ծորակ, ջրի կաթիլ և օդով լցված փուչիկ:

- Այն ամենը, ինչ գոյություն ունի Տիեզերքում, կոչվում է *մարտերիս*:
- Մարտերիան բույսերն են, կենդանիները, մոլորակները, աստղերը,



Նկար 2

տարբեր նյութերը, որոնցից կազմված են ֆիզիկական մարմինները՝ այլու-
մին, ջուր, օդ և այլն: «Մապերիա» փերմիները նշանակում է այն ամենը, ինչն
իրականում գոյություն ունի մեզ շրջապատող աշխարհում և կախված չէ
մեր գիտակցությունից: Մեր մտքերն ու երազները չենք կարող նյութական
համարել, քանի որ դրանք միայն գոյություն ունեն մեր գիտակցության
մեջ:

Այսպիսով, մենք ծանոթացանք հերոսյալ փերմինների հետ՝ ֆիզի-
կական մարմին, նյութ և մապերիա: Նեպագայում մենք կժանոթանանք
բազմաթիվ այլ փերմինների հետ, իսկ ծանոթանալով դրանց հետ՝ մենք
կյուրացնենք գիտության լեզուն:

Նարցեր

1. Ի՞նչն են անվանում ֆիզիկական մարմիններ:
2. Ինչպիսի՞ մարմիններ են պարկերված նկար 2-ում և ի՞նչ նյութերից
են դրանք կազմված:
3. Ի՞նչ է նշանակում «մապերիա» փերմինը:

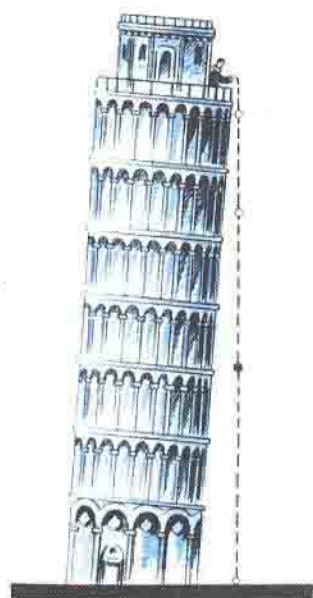
§ 3. Դիպոմներ և փորձեր

Յուրաքանչյուր մարդ գիտի, որ կողմնացույցի սլաքը միշտ ուղղված է
դեպի հյուսիս, որ առարկան բաց թողնելիս ընկնում է գետին, որ կրակին
ձեռք փալու դեպքում այրվածքներ կստանանք և այլն:

Որտեղի՞ց գիտենք դրանց մասին: Ընդհանրապես, որտեղի՞ց են ի
հայր գալիս գիտելիքները: Դրանցից շատերը մարդիկ ձեռք են բերել
առօրյա կյանքում՝ սեփական *դիպոմների* միջոցով: Սակայն ֆիզիկա-
յում, ինչպես և մի քանի այլ գիտություններում (օրինակ՝ կենսաբանություն,
քիմիա) գիտելիքներ ձեռք են բերում ոչ միայն դիպոմների, այլև փորձերի
միջոցով: *Փորձերը* (կամ *գիտափորձերը*) դիպոմներից տարբերվում
են նրանով, որ դրանք անցկացվում են որոշակի նպատակով, վաղօրոք
մտածված պլանով և փորձի ժամանակ, սովորաբար, կատարվում են հա-
տույն չափումներ:

Օրինակ՝ դիտելով գնդակի անկումը, մենք կարող ենք միայն նկատել,

որ այն ուղղաձիգ դեպի ներքև է ընկնում: Սակայն եթե ուզում եք հեղազո-
 ւել, թե անկման ընթացքում ինչպես է փոխվում
 մարմնի արագությունը, ապա պետք է հափուկ
 փորձեր կատարեք: Ավանդույթը պատմում է, որ
 իտալացի գիտնական Գալիլեո Գալիլեյը (1564-
 1642), որպեսզի հեղազոտի, թե ինչպես է փեղի
 ունենում մարմինների ազատ անկումը, բարձրա-
 նում էր Պիզա քաղաքում գտնվող հանրահայտ
 թեք աշտարակը և այնտեղից փարբեր գնդեր էր
 բաց թողնում (նկ. 3): Դիտելով դրանց անկումը և
 այդ ընթացքում անհրաժեշտ չափումներ կատարե-
 լով (օրինակ՝ որոշելով անկման ժամանակը)՝ նա
 բացահայտեց մարմինների անկման օրենքները:



Նկար 3

Այսպիսով, *դիտումները և փորձերը ֆիզի-
 կական գիտելիքների աղբյուրներն են:*

Նարցեր

1. Բնության երևույթների մասին ի՞նչ եղանակներով ենք մենք գիտե-
 լիքներ ստանում:
2. Ինչո՞վ են փարբերվում փորձերը դիտումներից:

§ 4. Ֆիզիկական մեծություններ և դրանց չափումը

Գիտնականների կողմից իրականացվող փորձերը, որպես կանոն,
 ուղեկցվում են չափումներով: Պրոցեսների կամ մարմինների բնութագրե-
 րը, որոնք կարող են չափվել փորձի ժամանակ, կոչվում են **ֆիզիկական
 մեծություններ**: Ֆիզիկական մեծություններ են ծավալը, ջերմաստիճա-
 նը, արագությունը, զանգվածը, կշիռը և այլն:

Յուրաքանչյուր ֆիզիկական մեծություն ունի իր չափման *միավորը*:
 Օրինակ՝ բազմաթիվ երկրների կողմից ընդունված Միավորների միջազ-
 գային համակարգում (կրճափ՝ ՄՏ) երկարության հիմնական միավոր է
 համարվում մետրը (1մ), ժամանակի միավոր՝ վայրկյանը (1վ):

Գործնականում օգտագործվում են նաև բազմապատիկ միավորներ,

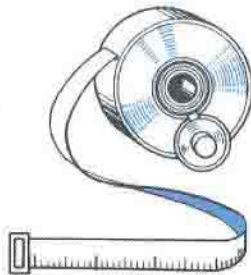
որոնք 10, 100, 1000 և ավելի անգամ մեծ են, և մասնային միավորներ, որոնք 10, 100, 1000 և ավելի անգամ փոքր են ընդունված միավորներից: Բազմապարկի և մասնային միավորները նշելու համար օգտագործում են հատուկ նախդիրներ՝ մեգա (Մ), կիլո (կ), միլի (մ), սանտի (ս) և այլն (տես սղյուսակ 1):

Սղյուսակ 1

Նախդիր	Բազմապարկիչ	Նախդիր	Բազմապարկիչ
մեգա (Մ)	1 000 000	միկրո (մկ)	0,000001
կիլո (կ)	1000	միլի (մ)	0,001
հեկտո (հ)	100	սանտի (ս)	0,01

Օրինակ՝ 1 կմ = 1000 մ, 1 մկ = 0,001 վ:

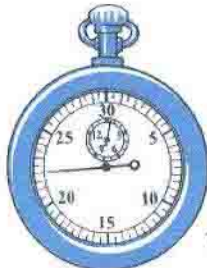
Ֆիզիկական մեծությունները չափելու և փորձեր կատարելու համար անհրաժեշտ են տարբեր *ֆիզիկական սարքեր*: Սարքերից մի քանիսն ունեն բավականաչափ պարզ կառուցվածք: Այդպիսին են, օրինակ, չափերիզը (նկ. 4) և հեղուկների ծավալը չափելու համար նախատեսված չափագլանը (մենզուրը) (նկ. 5): Կան և ավելի բարդ սարքեր՝ վայրկենաչափը (նկ. 6), ջերմաչափը (նկ. 7) և այլն:



Նկար 4



Նկար 5



Նկար 6



Նկար 7

Ֆիզիկայի և փեխնիկայի զարգացմանը զուգընթաց սարքերը կարարելագործվել և բարդացել են:

Չափիչ սարքերից շարերը *սասնդղակ* ունեն, այսինքն նրանց վրա նրբագծերով բաժանումներ են արված և թվերով նշված են բաժանումներին համապատասխանող մեծությունները: Թվային արժեքներով նշված երկու նրբագծերի միջև եղած հեռավորությունները կարող են լրացուցիչ բաժանվել թվերով չնշված մի քանի բաժանումների: Այդ դեպքում դժվար չէ որոշել, թե մեծության ինչ արժեքի է համապատասխանում յուրաքանչյուր ամենավոքոր բաժանումը:

Որպես օրինակ դիտարկենք քանոնը, որը նախատեսված է երկարություն չափելու համար: 1 սմ, 2 սմ, 3 սմ թվային նշանակումներով նրբագծերի միջև եղած հեռավորությունները բաժանված են 10 հավասար մասերի: Զանի որ յուրաքանչյուր 1 սմ-ը բաժանված է 10 հավասար մասերի, ապա յուրաքանչյուր բաժանմանն, այսինքն երկու մտրակա նրբագծերի հեռավորությանը համապատասխանում է 1 մմ: Այդ մեծությունն անվանում են սարքի **բաժանման արժեք**:

Մինչև որևէ սարքով ֆիզիկական մեծության չափումը, անհրաժեշտ է նախ որոշել այդ սարքի բաժանման արժեքը:

Յ. Սարքի բաժանման արժեքը որոշելու համար անհրաժեշտ է գտնել սասնդղակի՝ թվերով նշված երկու ամենամոտ նրբագծերը: Այնուհետև մեծ արժեքից պետք է հանել փոքր արժեքը և սրացված թիվը բաժանել դրանց միջև եղած բաժանումների թվին:

Օրինակի համար, որոշենք նկ. 6-ում պարկերված վայրկենաչափի բաժանման արժեքը: Օգտագործենք ցանկացած երկու նրբագծեր, որոնց կողքին նշված են չափվող մեծության (ժամանակի) արժեքները, օրինակ՝ 20 վ և 25 վ նշումներով նրբագծերը: Այս երկու նրբագծերի միջև ընկած հեռավորությունը բաժանված է 10 մասի: Ուրեմն մեկ բաժանման արժեքը կլինի.

$$\text{բաժանման արժեքը} = \frac{25 \text{ վ} - 20 \text{ վ}}{10} = 0,5 \text{ վ:}$$

Իմանալով բաժանման արժեքը՝ կարող ենք որոշել, թե ինչ ժամանակ է ցույց փաղիս դիտարկվող վայրկենաչափը.

$$\text{ժամանակը} = 20 \text{ վ} + 4 \cdot 0,5 \text{ վ} = 22 \text{ վ:}$$

Այսպիսով, նկ. 6-ում պատկերված վայրկենաչափի սլաքը ցույց է փակիս 22 վ:

Նարցեր

1. Բերեք ֆիզիկական մեծությունների օրինակներ:
2. Ինչպիսի՞ ֆիզիկական սարքեր գիտեք:
3. Ի՞նչ է պեքք անել չափիչ սարքի բաժանման արժեքը որոշելու համար:
4. Ստորև ներկայացվածներից որո՞նք են ֆիզիկական մեծություններ. փուն, լճի խորություն, փան բարձրություն, ջրի ծավալ, ցուրտ, գնացքի արագություն, ավտոմեքենա, երկար քանոն:

§ 5. Մեխանիկական շարժում

Ամենապարզ ֆիզիկական երևույթներից մեկը մարմինների մեխանիկական շարժումն է: Ով չի տեսել՝ ինչպես է շարժվում ավտոմեքենան, թռչում՝ ինքնաթիռը, քայլում՝ մարդը: Սակայն եթե հարցնենք՝ շարժվո՞ւմ է արդյոք շենքը, որի մեջ գտնվում եք, հավանաբար կպատասխանեք՝ ո՛չ, չի՛ շարժվում: Եվ կսխալվեք:

Իսկ շարժվո՞ւմ է արդյոք ինքնաթիռը, որին տեսնում եք օդում: Եթե վստահ եք, որ շարժվում է, ապա նորից սխալվում եք: Բայց եթե ասեք, թե ինքնաթիռը հանգստի վիճակում է, այս դեպքում էլ ձեր պատասխանը ճիշտ չի լինի:

Ուրեմն ինչպե՞ս որոշենք՝ այս կամ այն մարմինը շարժվո՞ւմ է, թե՛ ոչ: Դրա համար նախ անհրաժեշտ է հասկանալ, թե ինչ է մեխանիկական շարժումը:

Մարմնի դիրքի փոփոխությունը որևէ այլ մարմնի նկատմամբ կոչվում է **մեխանիկական շարժում**: Վերջինս ընկրվում է որպես հաշվարկման մարմին: **Հաշվարկման մարմին** կոչվում է այն մարմինը, որի նկատմամբ դիտարկվում են մնացած մարմինների դիրքերը: Որպես հաշվարկման մարմին կարող է ընկրվել ցանկացած մարմին: Դա կարող է լինել Երկիրը, շենքը, ավտոմեքենան, ծառը, ջերմաքարշը և այլն:

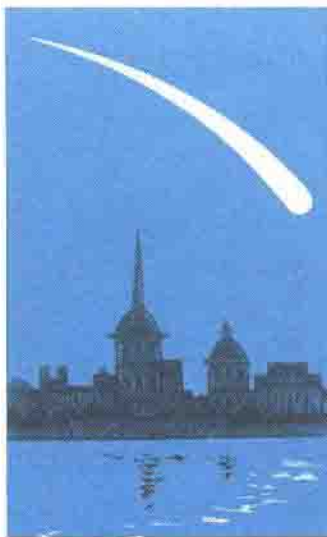
Որպեսզի կարողանանք եզրակացնել՝ շարժվո՞ւմ է արդյոք այս կամ այն մարմինը (օրինակ՝ ինքնաթիռը), պետք է նախ ընկրենք հաշվարկման մարմին և հետո տեսնենք՝ փոխվո՞ւմ է արդյոք դիտարկվող մարմնի դիրքը հաշվարկման մարմնի նկատմամբ: Այդ դեպքում հաշվարկման մի մարմնի նկատմամբ մարմինը կարող է շարժվել և հաշվարկման մեկ այլ մարմնի նկատմամբ գտնվել դադարի վիճակում:

Օրինակ՝ գնացքի վագոնում նստած մարդը շարժվում է երկաթուղու պասաժառի նկարմամբ, սակայն վագոնի նկարմամբ գտնվում է դադարի վիճակում: Գեփնին ընկած քարը Երկրի նկարմամբ դադարի վիճակում է, սակայն շարժվում է (Երկրի հետ միասին) Արեգակի նկարմամբ: Ինքնաթիռը երկնքում շարժվում է ամպերի նկարմամբ, սակայն դադարի վիճակում է Ռիկնաթոռին նստած օդաչուի նկարմամբ:

Ահա թե ինչու, չնշելով հաշվարկման մարմինը, հնարավոր չէ պնդել շարժվում է Կոպյալ մարմինը, թե ոչ: Առանց հաշվարկման մարմինը նշելու՝ ձեր ցանկացած պատասխան անիմաստ կլինի:

Նանգստի վիճակում է արդյոք շենքը, որի մեջ ներկա պահին գտնվում եք դուք: Այս հարցի պատասխանը կախված է հաշվարկման մարմնի ընտրությունից: Եթե հաշվարկման մարմին է համարվում երկրագունդը, ապա՝ այո՛, հանգստի վիճակում է: Բայց եթե հաշվարկման մարմին է ընտրված շենքի մոտով անցնող ավտոմեքենան, ապա ավտոմեքենայի նկարմամբ շենքը շարժվում է:

Մարմնի շարժման նկարագրության դեպքում ի՞նչ դեր են խաղում նրա չափերը: Որոշ դեպքերում մարմնի և նրա բաղադրիչների չափերն էական դեր են խաղում և չի կարելի դրանք հաշվի չառնել: Օրինակ, երբ ավտոմեքենան պետք է փեղակայել ավտոտրևակում, ապա ավտոմեքենայի և ավտոտրևակի չափերը նրա փորձը համար կարևոր դեր են խաղում: Սակայն լինում են նաև բազմաթիվ իրադրություններ, երբ մարմնի չափերը



Նկար 8

կարևոր չեն: Օրինակ, եթե այդ նույն ավտոմեքենան շարժվում է Երևանից Վանաձոր, և պահանջվում է որոշել ավտոմեքենայի շարժման ժամանակը, ապա այս դեպքում ավտոմեքենայի չափերը բնավ կարևոր չեն:

Եթե մարմնի չափերը շարժման փորձ են դիտարկվող շարժման համար բնութագրական հեռավորություններից, ապա մարմնի չափերը հաշվի չեն առնում և մարմինը դիտարկում են որպես **նյութական կետ**: «Նյութական» բառով Կոպյալ դեպքում ընդգծվում է նրա փարբերությունը երկրաչափական կետից: Երկրաչափա-

կան կերպը ֆիզիկական հասկացումներ չունի: Իսկ նյութական կերպը կարող է զանգված, էլեկտրական լիցք և ֆիզիկական մի բանի այլ բնութագրեր ունենալ:

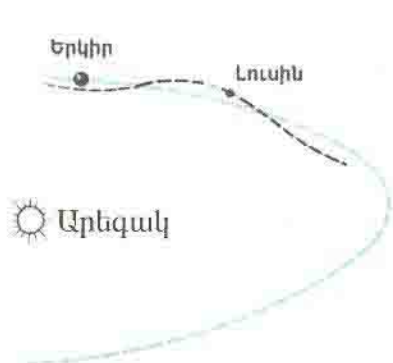
Ժամանակակից *մեխանիկայում* (մարմինների շարժման պետության մեջ) նյութական կերպերն այլ կերպ անվանում են **մասնիկներ**: Ներագայում մենք երկու պերմիներն էլ կօգտագործենք: Խոսելով մարմինների մեխանիկական շարժման մասին՝ երբեմն կօգտագործենք «մարմին» պերմինը: Բայց դուք պետք է միշտ հիշեք՝ այդ մարմինը դիտարկվում է այնպիսի պայմաններում, երբ նրան կարելի է ընդունել որպես նյութական կերպ:

Մի պեղից մյուսը պեղափոխվելով՝ մասնիկը (կամ նյութական կերպը) շարժվում է մի որոշ գծով, որն անվանում են մասնիկի շարժման **հետագիծ**: Ներագծերը կարող են փարբեր ձևեր ունենալ: Ներագծի մասին երբեմն կարելի է դատողություն անել՝ ելնելով շարժման ժամանակ մարմնի թողած փետանելի հետքից: Այդպիսի հետք թողնում են ռետկտիվ ինքնաթիռները կամ գիշերային երկնքում ընկնող երկնաքարերը (նկ. 8):

Ներագծի ձևը կախված է հաշվարկման մարմնի ընտրությունից: Օրինակ, Երկրի նկատմամբ Լուսնի շարժման հետագիծը շրջանագիծ է, իսկ Արեգակի նկատմամբ՝ շար ավելի բարդ ձև ունեցող գիծ (նկ. 9):

Ներագայում բոլոր մարմինների շարժումները (եթե հաշվարկման այլ մարմին չի նշված) մենք դիտարկելու ենք Երկրի նկատմամբ:

Տարբեր մարմինների շարժման հետագծերը միմյանցից կարող են փարբերվել ոչ միայն ձևով, այլև՝ երկարությամբ:



Նկար 9



Նկար 10

Ներագծի երկարությունը, որով շարժվել է մարմինը, կոչվում է անցած **ճանապարհ**:

Նկար 10-ում կերպագծով ցույց է փրված ցարկահարթակից թռչող դահուկորդի հերագիծը: (OA) հերագծի երկարությունը դահուկորդի անցած ճանապարհն է սարից իջնելու ժամանակ:

Երբ չափում են ճանապարհը, օգտվում են ճանապարհի միավորից: Ճանապարհի միավորը երկարության միավորն է՝ մետրը (1մ): Գործնականում օգտագործվում են նաև երկարության այլ միավորներ, օրինակ՝ 1 կմ=1000 մ, 1 դմ=0,1 մ, 1 սմ=0,01 մ, 1 մմ=0,001 մ:

Նարցեր

1. Ի՞նչ է մեխանիկական շարժումը:
2. Ո՞ր մարմինն են անվանում հաշվարկման մարմին:
3. Ինչո՞ւ պետք է անպայման նշել, թե ո՞ր հաշվարկման մարմնի նկատմամբ է պեղի ունենում շարժումը:
4. Ո՞ր դեպքերում կարելի է մարմինը դիտարկել որպես նյութական կեր:
5. Նյութական կերն այլ կերպ ինչպե՞ս է կոչվում:
6. Ի՞նչ է հերագիծը:
7. Ինչո՞վ է փարբերվում ճանապարհը հերագծից:
8. Երականում ո՞ր մարմինն է շարժվում՝ Երկի՞րը Արեգակի շուրջ, թե՞ Արեգակը Երկրի շուրջ:
9. Ո՞վ է գրևվում շարժման մեջ՝ ավտոբուսով գնացող ուղևորը, թե՞ կանգառում կանգնած մարդը:
10. Կարելի՞ է երկրագունդը համարել նյութական կեր:


§ 6. Արագություն

Կարարենք հերևյալ փորձը: Սայլակի վրա ամրացնենք կաթոցիկ (նկ. 11), որից գունավորած հեղուկի կաթիլները ցած են ընկնում հավասար ժամանակահատվածներ անց: Եթե սայլակին ամրացնենք բեռ (ինչպես ցույց է փրված նկար 11-ում), ապա նրա որոշակի մեծության դեպքում

սայլակի շարժման ժամանակ թղթի վրա կաթիլների թողած հետքերի հեռավորությունները կլինեն հավասար: Դա նշանակում է, որ սայլակը հավասար ժամանակամիջոցներում անցնում է հավասար ճանապարհներ: Կաթոցիկի ծորակը մի փոքր ավելի բացենք, որպեսզի կաթիլներն ավելի հաճախակի ցած ընկնեն և կրկներկ փորձը: Առաջին փորձի համեմատությամբ այս դեպքում կաթիլներն իրար ավելի մոտ կլինեն, բայց նորից՝ միմյանցից հավասար հեռավորությունների վրա: Դա նշանակում է, որ ավելի փոքր ժամանակամիջոցներում սայլակը դարձյալ անցնում է հավասար ճանապարհներ:

Եթե որևէ մարմին ցանկացած հավասար ժամանակամիջոցներում անցնում է հավասար ճանապարհներ, ապա նրա շարժումն անվանում են **հավասարաչափ**:

Շարժման թափը բնութագրող ֆիզիկական մեծությունը կոչվում է **արագություն**: Հայտնի է, որ ինքնաթիռն ավտոմեքենայից արագ է շարժվում, իսկ Երկրի արեևտրական արբանյակը՝ ինքնաթիռից ավելի արագ:

Հավասարաչափ շարժման դեպքում մարմնի արագությունը ցույց է տալիս, թե ինչքան ճանապարհ է անցել մարմինը միավոր ժամանակի ընթացքում: Օրինակ, եթե յուրաքանչյուր ժամում հեփիոտընը քայլելով անցնում է 3 կմ, իսկ ինքնաթիռը թռչում է 900 կմ, ապա ասում են, թե հեփիոտնի արագությունը 3 կմ/ժ է, իսկ ինքնաթիռի արագությունը՝ 900 կմ/ժ:



Նկար 11

Եթե հայտնի է, որ այդ նույն հեփիոտընը երկու ժամում անցնում է 6 կմ, ապա իմանալու համար, թե նա 1 ժ-ում ինչքան ճանապարհ է անցնում, անհրաժեշտ է այդ 6 կմ-ը բաժանել 2 ժ-ի վրա: Այդ դեպքում մենք նորից կստանանք 3 կմ/ժ:

Այսպիսով, հավասարաչափ շարժման դեպքում մարմնի արագությունը որոշելու համար անհրաժեշտ է մարմնի անցած ճանապարհը բաժանել շարժման ժամանակի վրա: Այսինքն՝

$$\text{արագությունը} = \frac{\text{ճանապարհ}}{\text{ժամանակ}}$$

Հ.Մ.Մ.

Այս արտահայտության մեջ մտնող բոլոր մեծությունները նշանակենք լատինական այբուբենի փառերով՝ ճանապարհը՝ s փառով, արագությունը՝ v փառով և ժամանակը՝ t փառով: Այդ դեպքում արագությունը որոշելու բանաձևը կարելի է ներկայացնել հետևյալ փեսքով.

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

Միավորների ՄՆ-ում որպես արագության միավոր ընդունված է այն հավասարաչափ շարժման արագությունը, որի դեպքում շարժվող մարմինը 1 վ-ում անցնում է 1 մ ճանապարհ: Այդ միավորը ներկայացնում են

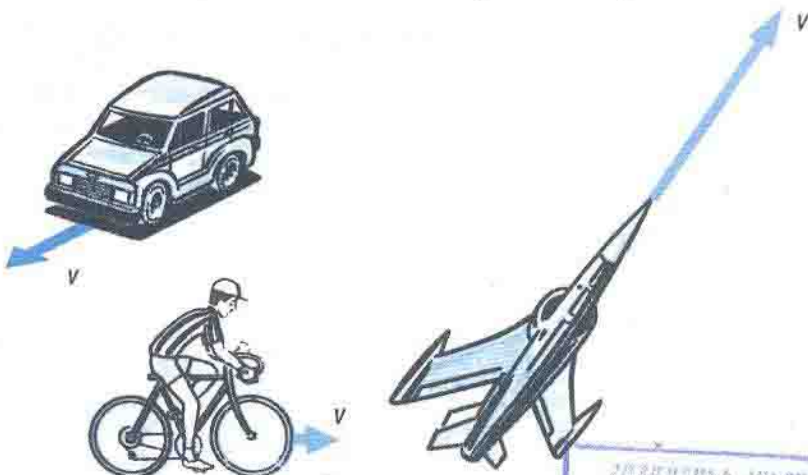
$1 \frac{\text{մ}}{\text{վ}}$ կամ 1 մ/վ փեսքով (կարդացվում է մետր վայրկյանում):

Գործնականում ավելի հաճախ գործածվում է արագության մի այլ միավոր՝ 1 կմ/ժ: Գտնենք կապը արագության փառերի միավորների միջև: Քանի որ $1 \text{ կմ} = 1000 \text{ մ}$, իսկ $1 \text{ ժ} = 60 \text{ ր} = 3600 \text{ վ}$, ապա կարող ենք գրել.

$$1 \frac{\text{կմ}}{\text{ժ}} = \frac{1000 \text{ մ}}{3600 \text{ վ}} = \frac{10}{36} \frac{\text{մ}}{\text{վ}}:$$

Դիտարկենք հետևյալ օրինակը: Ենթադրենք պահանջվում է մ/վ-ներով արտահայտել ինքնաթիռի արագությունը, որը հավասար է 720 կմ/ժ: Կիլոմետրերը վերածելով մետրերի, իսկ ժամերը՝ վայրկյանների, կստանանք.

$$720 \frac{\text{կմ}}{\text{ժ}} = 720 \cdot \frac{1000 \text{ մ}}{3600 \text{ վ}} = 200 \frac{\text{մ}}{\text{վ}}:$$



Նկար 12

ՀԱՅԿՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ
«ՄԻՆԹԱՐ ԱՆՔԱՍՏԱՑԻ»
Կրթական Համալիք
ԻՏԵՎԱՆԻ ԳՐԱԴԱՐԱՆ

Նավասարաչափի շարժման դեպքում արագության թվային արժեքը չի փոխվում: Եթե, օրինակ՝ մարմնի արագությունը հավասար է 60 կմ/ժ, ապա ողջ շարժման ընթացքում այդ արժեքն այդպիսին էլ կմնա:

Բայց արագությունը բացի թվային արժեքից ունի նաև ուղղվածություն: Այդ պարճառով մարմնի արագությունը նկարներում պարկերում են սլաքի տեսքով (նկ. 12): Սլաքը ցույց է տալիս մարմնի արագության (հերևաբար և շարժման) ուղղությունը:

Տարածության մեջ ուղղություն ունեցող մեծությունները կոչվում են **վեկտորական մեծություններ** կամ ուղղակի՝ **վեկտորներ**: Ինչպես կրեանները հեքագայում, վեկտորական մեծություն է նաև ուժը: Իսկ այնպիսի մեծություններ, ինչպիսիք են՝ զանգվածը, ճանապարհը, ծավալը վեկտորներ չեն: Դրանք ուղղություն չունեն և բնութագրվում են միայն թվային արժեքներով:

Աղյուսակ 2-ում փրված են բնության մեջ հանդիպող որոշ արագությունների թվային արժեքները:

Աղյուսակ 2

Շարժման արագությունը, մ/վ

Խիտունջ	0,0014	Չայն	331
Կրիա	0,05-0,14	Ավտոմաք հրացանի գնդակ	715
Ճանճ	5	Լուսնի պտույքը Երկրի շուրջը	1000
Սարյակ	20	Երկրի պտույքը Արեգակի շուրջը	30 000
Չայլամ	22	Լույսը և ռադիոալիքները	300 000 000

Նարցեր

1. Ինչպիսի՞ շարժումն է կոչվում հավասարաչափ:
2. Ի՞նչ է ցույց տալիս հավասարաչափ շարժման արագությունը:
3. Ինչպե՞ս է որոշվում հավասարաչափ շարժման արագությունը:
4. Ինչպե՞ս է որոշվում մարմնի անցած ճանապարհը, եթե հայտնի են շարժման արագության և ժամանակի արժեքները:

5. Ինչպե՞ս է որոշվում շարժման ժամանակը, եթե հայտնի են մարմնի շարժման արագության և անցած ճանապարհի արժեքները:
6. Ինչպիսի՞ մեծություններն են կոչվում վեկտորական: Նկարներում ինչպե՞ս են պարկերում վեկտորը:

Azm.
ent.

§ 7. Իներցիա *մեխիկ*

Ենթադրենք, թե դուք կանգնած եք փան առջև: Կարո՞ղ եք «սփիպել», որ փունը շարժվի: Կարծում եք՝ ո՞չ: Միայնվում եք: Տունը շարժման մեջ դնելու համար բավական է, որ ինքներդ շարժվեք: Եթե փնից հեռանաք որևէ ուղղությամբ, ապա այն նույնպես կսկսի հեռանալ ձեզնից: Նեռանալ՝ նշանակում է շարժվել: Տունը ձեր նկատմամբ կսկսի շարժվել:

Նարցը ձևակերպենք այլ կերպ: Կարո՞ղ եք «սփիպել», որ փունը շարժվի ոչ թե ձեր, այլ որևէ այլ մարմնի, ասենք՝ երկրագնդի կամ շրջապատի ծառերի նկատմամբ: Նազիվ թե: Այժմ արդեն ձեզանից այնքան մեծ ջանքեր կպահանջվեն, որ այդ գործից ոչինչ չի սպացվի: Իսկ փունը երկրագնդի նկատմամբ ինքնաբերաբար չի շարժվի:

Երկրագնդի նկատմամբ հանգստի վիճակում գտնվող մարմինը հանգստի իր վիճակը կպահպանի այնքան ժամանակ, քանի դեռ այլ մարմիններ նրան այդ վիճակից չեն հանել:

Օրինակ՝ գեպրնին ընկած գնդակը կսկսի շարժվել միայն այն ժամանակ, երբ որևէ այլ մարմին կհարվածի նրան: Այլ մարմինների ազդեցության բացակայության դեպքում գնդակը Երկրի նկատմամբ չի սկսի շարժվել և կմնա իր տեղում:



Նկար 13

Շարժվող մարմնի արագության անկումը և կանգառը նույնպես ինքնաբերաբար չի կատարվում: Դրա համար նույնպես անհրաժեշտ է այլ մարմինների ազդեցությունը: Օրինակ, հրազենից արձակված գնդակը փախարակի միջով անցնելիս՝ կորցնում է իր արագությունը փախարակի ազդեցության պարճառով, կամ գեպրնի վրայով գլորվող գնդակը կանգ է

առնում գեպնի հեր շփվելու պարճառով:

Շարժման ուղղության փոփոխությունը նույնպես րեղի է ունենում այս կամ այն մարմնի ազդեցության հերևանքով: Օրինակ, ներված գնդակը փոխում է իր շարժման ուղղությունը՝ պարին կամ խաղացողին դիպչելու հերևանքով: Արագ վագող մարդը, եթե ուզում է առանց արագությունը կորցնելու կարուկ փոխել շարժման ուղղությունը, բռնում է ծառից (նկ.13):

Այսպիսով, Երկրի նկատմամբ մարմնի արագության փոփոխության համար անհրաժեշտ է այլ մարմինների ազդեցությունը:

Իսկ մարմնի արագությունն անփոփոխ պահելու համար անհրաժեշտ է արդյոք այլ մարմինների ազդեցությունը:

Դեռևս մեր թվագրությունից առաջ 4-րդ դարում հույն գիտնական և փիլիսոփա Արիստոտելը գրել է, որ «ամենայն շարժվող անհրաժեշտաբար շարժում է ստանում ինչ-որ բանի կողմից»: Արիստոտելի ձևակերպումից բխում է, որպեսզի շարժումը պահպանվի, անհրաժեշտ է որևէ այլ մարմնի մշտական ազդեցությունը շարժվող մարմնի վրա: Օրինակ՝ որպեսզի սայլը շարժվի, ձին պետք է անընդհար քաշի այն: Եթե դադարի քաշել, սայլը կանգ կառնի: «Շարժման պարճառը րվյալ մարմնի վրա մեկ այլ մարմնի ազդեցությունն է»,— այսպես էին կարծում Արիստոտելն ու նրա հերևորդները:

Արիստոտելը րրամաբանությանը, ֆիզիկային, փիլիսոփայությանը, կենսաբանությանը, հոգեբանությանը, պարմությանը, գեղագիտությանը, բարոյագիտությանը, քաղաքականությանը վերաբերող աշխարհնքներից կազմված հսկայական գիտական ժառանգություն է թողել: Նադարի հայրնի զորավար Ալեքսանդր Մակեդոնացին, որ Արիստոտելի աշակերտն է եղել, իր ուսուցչի մասին այսպես է արտահայտվել. «Նորս հավասար հարզում եմ Արիստոտելին, որովհերս եթե հորս պարբական եմ իմ կյանքով, ապա Արիստոտելին պարբական եմ այն ամենով, ինչը կյանքին արժեք է րալիս»:

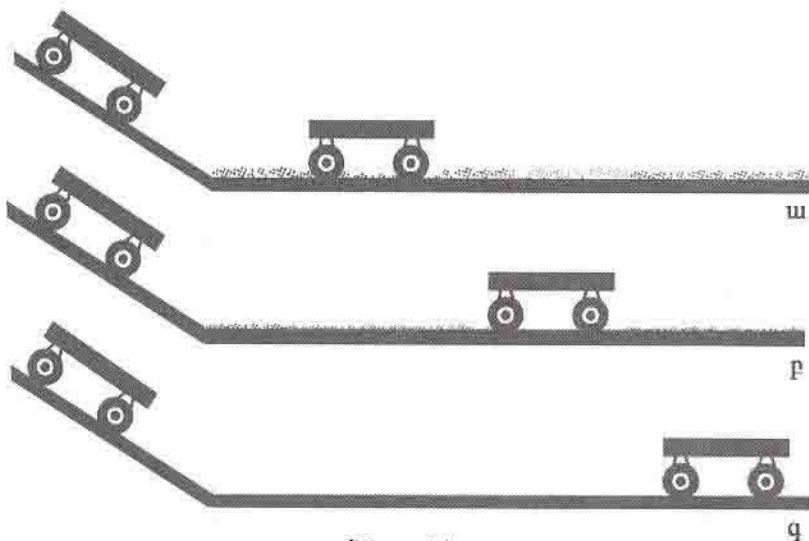
Արիստոտելի հեղինակությունն այնքան մեծ էր, որ մարմինների շարժման պարճառների մասին նրա րեսակերները երկու հազար րարի գիտության մեջ իշխող էին և միայն 17-րդ դարում, հիմնականում Գալիլեյի հերագոությունների շնորհիվ, պարզվեց, որ Արիստոտելի րեսությունը սխալ է:

Պարզվեց, որ հավասարաչափ և ուղղագիծ շարժումը կարող է Կերի ունենալ նաև այլ մարմնի ազդեցության բացակայության պայմաններում:

Սակայն այդ դեպքում ինչո՞ւ է կանգ առնում սայլը, երբ ձին դադարում է այն քաշել: Սայլը կանգ է առնում ոչ այն պարճառով, որ ինքն իրեն շարժվել չի կարող, այլ որովհետև նրա շարժմանը խանգարում է Երկրի մակերևույթի ազդեցությունը (շփումը գեղնի հետ): Եթե սայլի շարժմանը ոչինչ չդիմադրեր, ապա նա կշարունակեր հասարարուն արագությամբ շարժվել նաև առանց ձիու: Առաջիններից մեկը, որը դա հասկացել էր, Արիստոտելի ժամանակակից չին փիլիսոփա Մո-ցզին էր: Դեռ այն ժամանակ նա գրել է. «Եթե հակազդող ուժ չկա, շարժվող մարմինը երբեք կանգ չի առնի: Սա նույնքան ճիշտ է, որքան այն, որ ցույր ձի չէ»: Այս փիլիսոփայի ուսմունքը, սակայն, շար կարճապես կյանք ունեցավ: Մ.թ.ա. 2-րդ դարում այն արդեն լիովին մոռացվել էր:

Դիպարկենք հետևյալ փորձը: Սեղանին թեքությամբ հարթակ է դրված: Սեղանի մակերեսին ավագ է լցված: Թեք հարթակի ծայրին Կերի ադրված սայլակը բաց են թողնում: Սայլակը գլորվում է, հասնում ավագին և արագ կանգ է առնում (նկ. 14, ա): Կանգ առնելու պարճառը ավագի դիմադրությունն է:

Փոքրացնենք ավագի դիմադրությունը՝ հարթեցնելով այն: Այժմ շարժումն սկսելով նույն բարձրությունից, մինչև կանգ առնելը սայլակն



Նկար 14

ավելի երկար ճանապարհ կանցնի (նկ.14, ք): Եթե հարթակից ամբողջովին հեռացնենք ավազը, ապա սայլակի անցած ճանապարհը այս անգամ կգերազանցի նախորդ բոլոր անցածները (նկ. 14, գ): Նեփրևաբար, ինչքան նվազում է այլ մարմնի ազդեցությունը սայլակի վրա, այնքան դանդաղ է փոխվում նրա շարժման արագությունը, այնքան նրա ընթացքը մոտ է հավասարաչափ շարժմանը:



Գալիլեո Գալիլեյ
(1564—1642)

Իսկ ինչպե՞ս կշարժվի մարմինը, եթե նրա վրա այլ մարմիններ ընդհանրապես չազդեն: Այս հարցի պատասխանը տվել է Գալիլեյը: Նա գրում է. «Երբ մարմինը շարժվում է հորիզոնական հարթության վրա և դիմադրության չի հանդիպում, նրա շարժումը հավասարաչափ է: Եթե փարածության մեջ հարթությունն անվերջ լիներ, շարժումն անվերջ կշարունակվեր»:

Իր եզրակացությունը Գալիլեյը հիմնավորեց հետևյալ կերպ. «Թեք հարթությամբ դեպի ներքև շարժման դեպքում դիտվում է արագացում, իսկ նույն հարթությամբ դեպի վեր շարժման դեպքում դանդաղում: Այսփեղից հետևում է, որ հորիզոնական շարժումն անփոփոխ է, քանի որ այն ոչ մի պարճառով չի թուլանում, չի դանդաղում և չի արագանում»:

Որևէ մարմնի կողմից չօժանդակվող շարժումը կոչվում է **շարժում իներցիայով**:

Ցանկացած մարմին, որև այլ մարմինների ազդեցությամբ դուրս է բերվում հանգստի վիճակից, այդ ազդեցությունը դադարելիս շարունակում է շարժվել իներցիայով:

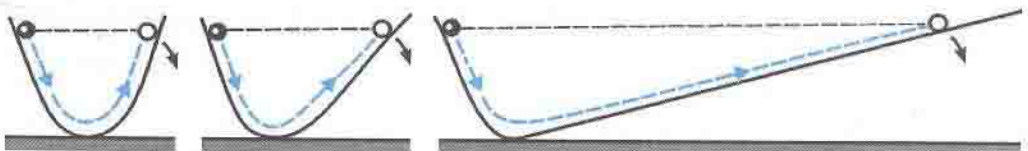
Նրեփանային արևի պայթուցիչի աշխարհանքի հիմքում ընկած է իներցիայով շարժման սկզբունքը: Երբ արևը բախվում է արգելքին, կտրուկ կանգ է առնում: Արևի ներսում գտնվող հրապարհիճը պատյանի հետ կոշտ կապ չունի և շարունակում է իներցիայով առաջ շարժվել: Երբ այն զարկվում է պայթուցիչի լեզվակին, պայթյուն է տեսնում:

Երկրային պայմաններում, շփման և միջավայրի դիմադրության պարճառով, իներցիայով շարժումը փեղի է ունենում անընդհար նվազող արագությամբ: Շարժիչն անջարելուց հետո ավտոմեքենան շարունակում է առաջ շարժվել, սակայն նրա արագությունը նվազում է, և որոշ

ժամանակ անց այն կանգ է առնում: Նրացանի փողից դուրս թռչելուց հետո գնդակը շարժվում է իներցիայով, սակայն օդի դիմադրության պար- ճառով նրա արագությունն աստիճանաբար նվազում է: Այլ մարմինների ազդեցության բացակայության դեպքում, իներցիայով շարժումը հավա- սարաչափ և ուղղագիծ է: Այսինքն՝ փեղի է ունենում մի արագությամբ, որը չի փոխվում ո՛չ մեծությամբ, ո՛չ ուղղությամբ: Նենց այդպես, օրինակ, կշարժվի երկնային մարմիններից հեռու գտնվող հրթիռը շարժիչներն ան- ջապելուց հետո: Այն կշարունակի թռչել այն արագությամբ, ինչ ձեռք էր բերել մինչ շարժիչն անջապելը:

Նարքեր

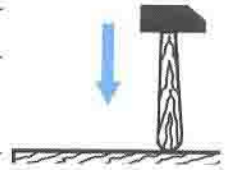
1. Ո՞ր շարժումն են անվանում շարժում իներցիայով:
2. Բերեք իներցիայով շարժման օրինակներ:
3. Դիտարկելով մարմնի շարժումը բացարձակ հարթ մակերևույթի վրա՝ շփման բացակայության դեպքում, Գալիլեյն հանգեց այս- պիսի եզրակացության. «Ցանկացած թեք հարթության վրա, եթե մարմնի անկումից հետո վերելք է սկսվում, ապա մարմինը բարձրանում է անկումն սկսելու կետին հավասար բարձրության վրա: Մա փեղի է ունենում ոչ միայն այն դեպքում, երբ հարթույթ- յունները միապեսակ թեքություն ունեն, այլև նաև՝ երբ թեքության անկյունները փոփոխվում են»: Եթե նկ. 15-ի վրա հիմնվելով շարու- նակենք դարձողություններ անել, ի՞նչ հետևությունների կարելի է հանգել:
4. Գնդապետ Ցիլլերգուրը՝ Յարոսլավ Նաշեկի «Քաջարի զինվոր Շվեյկի արկածները» վեպի գործող անձերից մեկը, հերթական խնջույքի ժամանակ այսպիսի պարմություն պարմեց. «Երբ բենզինը վերջացավ, ավտոմեքենան ստիպված էր կանգ առնել: Այդ բանը երեկ ես ինքս եմ փեսել: Այդքան բանից հետո էլ ճամարարակում են իներցիայի մասին, պարոնայք... մի՞թե՞ն դա ծի-



Նկար 15

ծաղեյի չէ»: Գնդապետ Յիլերգուրի պարամութ-
յունն արդյո՞ք հակասում է իներցիայի մասին պար-
կերացումներին: Ինչո՞ւ:

5. Նկ. 16-ում պարկերված է մուրճը կոթին նստեց-
նելու եղանակը: Բացատրե՛ք այն:



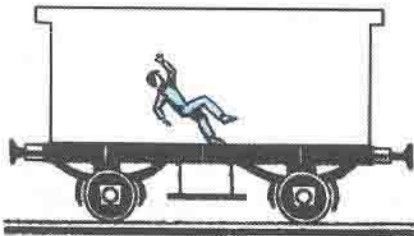
Նկար 16

6. Ինչպե՞ս է փոխվել 17, ա և 17, բ նկարներում պարկերված վագոն-
ների արագությունը. փոքրացե՛լ է, թե՛ մեծացել:

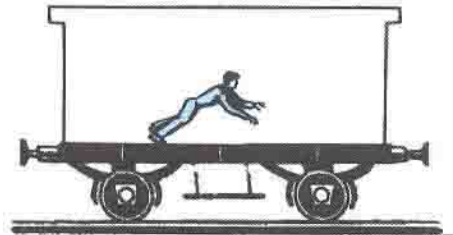
Handwritten signature

§ 8. Մարմինների փոխազդեցությունը: Զանգված

Կարարենք այսպիսի փորձ: Նկար 18, ա-ում պարկերված է սայլակ,



ա

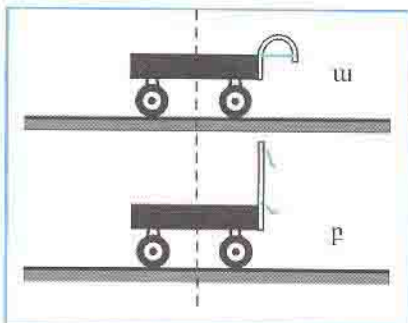


բ

Նկար 17

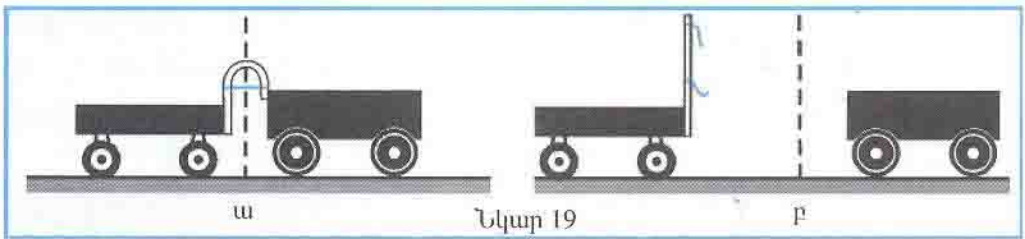
որին ամրացված է մեքաղյա առածգական թիթեղ: Թիթեղը ճկված է և
թելով կապված: Մայլակը սեղանի նկարմամբ գրնվում է դադարի վիճա-
կում: Կսկսի՞ արդյոք սայլակը շարժվել, եթե թիթեղը ուղղվի: Նարցին
պարասխանելու համար այրենք թելը: Թիթեղը կտրուկ կուղղվի, բայց
սայլակը տեղից չի շարժվի (նկ. 18, բ):

Այժմ ճկված թիթեղին հպենք մեկ այլ սայլակ (նկ. 19, ա): Այս անգամ
թելն այրելուց հետո երկու սայլակներն էլ կսկսեն շարժվել և իրարից
կհեռանան հակառակ ուղղություններով: Նրանց անցած ճանապարհնե-
րը փարբեր կլինեն (նկ. 19, բ): Դա նշանակում է, որ թիթեղն ուղղվելու



Նկար 18

ընթացքում սայլակները ձեռք են բերել
փարբեր արագություններ: Օրինակ, այդ
ընթացքում, ձախ կողմում գրնվող սայ-
լակի արագությունը կարող է աճել 0-ից
մինչև 40 սմ/վ, իսկ աջ կողմում գրնվող
սայլակինը՝ 0-ից մինչև 20 սմ/վ: Այս
թվերը ցույց են փալխ, որ ձախ կողմում



գտնվող սայլակի արագությունը երկու անգամ արագ է փոխվել, քան աջ կողմում գտնվող սայլակինը:

Սայլակների արագությունների փոփոխության պատճառը նրանց ազդեցությունն է մեկը մյուսի վրա:

✓ Մարմինների ազդեցությունը միմյանց վրա կոչվում է **փոխազդեցություն**: *Փոխազդեցության արդյունքում փոխվում են մարմինների արագությունները, ընդ որում, փարբեր մարմինների համար այդ փոփոխությունները փարբեր են:* ✓

Եթե փոխազդեցության ժամանակ մարմինն իր արագությունն ավելի քիչ է փոխում, ապա ասում են, թե այն *ավելի իներտ* է և ունի ավելի մեծ զանգված: Իսկ փոխազդեցության ժամանակ իր արագությունն արագորեն փոխող մարմնի մասին ասում են, թե այն *պակաս իներտ* է և փոքր զանգված ունի:

✓ **Զանգվածը** ֆիզիկական մեծություն է, որը բնութագրում է մարմնի իներտությունը: Ինչքան մեծ է մարմնի զանգվածը, այնքան ավելի իներտ է մարմինը: «Զանգված» հասկացության իմաստն առավել կրացահայրվի ֆիզիկայի հետագա ուսումնասիրության ընթացքում: Իսկ առայժմ անհրաժեշտ է հիշել, որ յուրաքանչյուր մարմին՝ մարդ, սեղան, երկրագունդ, ջրի կաթիլ, աստղ ունի զանգված:

Մարմինների զանգվածները կարելի է համեմատել փոխազդեցության ժամանակ դրանց արագությունների փոփոխություններով:

✓ *Եթե երկու մարմինների փոխազդեցության ժամանակ նրանց արագությունները միարեակ են փոխվում, ապա նրանց զանգվածները հավասար են: Իսկ եթե նրանց արագությունները փարբեր չափով են փոխվում, ապա նրանց զանգվածները փարբեր են:* ✓

Վերը դիտարկված սայլակների փորձի ժամանակ (նկ. 19) ձախ

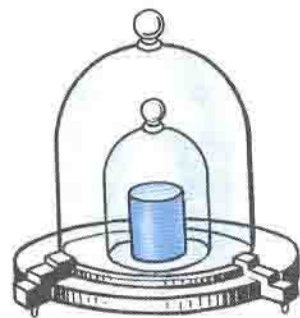
կողմում գրավող սայլակի արագությունը երկու անգամ գերազանցում է աջ կողմում գրավողի արագությանը: Այսպեղից հետևում է, որ ձախակողմյան սայլակի զանգվածը երկու անգամ փոքր է աջակողմյան սայլակի զանգվածից:

Միավորների ՄՆ-ում որպես զանգվածի միավոր ընդունված է կիլոգրամը (1 կգ): Կիլոգրամի միջազգային չափանմուշը պահվում է Ֆրանսիայում Սեր քաղաքում: Այն պատրաստված է պլատինի և իրիդիումի համաձուլվածքից, գլանաձև է, որի տրամագիծը և բարձրությունը մոտավորապես 39 մմ են (նկ. 20):

Գործնականում օգտագործվում են նաև զանգվածի այլ միավորներ՝ փոննա, գրամ, միլիգրամ և այլն: $1 \text{ փ}=1000 \text{ կգ}$, $1 \text{ գ}=0,001 \text{ կգ}$, $1 \text{ մգ}=0,000001 \text{ կգ}$: Գոյություն ունեն զանգվածը որոշելու փարբեր եղանակներ: Դրանցից մեկի՝ արագությունների փոփոխության համեմատության վրա հիմնված եղանակի, մասին արդեն գիրենք: Զանգվածի չափման մյուս եղանակը կշռելն է: Դա մարմնի զանգվածը որոշելու՝ մարդկությանը հայտնի ամենահին եղանակն է: Կշեռքի պարկերներ են հայտնաբերվել եգիպտական բուրգերի պատերին, որոնք 4000 տարուց ավելի փարիք ունեն:

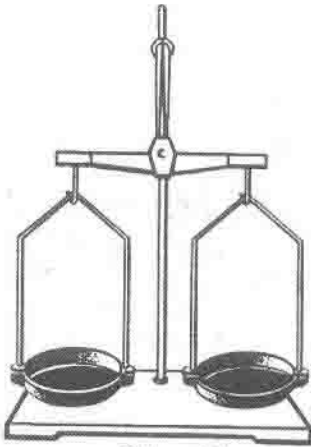
Նայաստանում 7-րդ դարում գործածվող կշռի միավորների մասին տեղեկություններ է փայլիս Անանիա Շիրակացին: «Չափերի ու կշիռների մասին» աշխատության մեջ նա գրում է, որ Նայաստանում կշռի ամենափոքր միավորը կոչվում էր գարեհաք և կշռում էր մոտավորապես 0,04 գ:

Շամանակակից կշեռքները չափազանց փարատեսակ են: Նկար 21-ում պատկերված է *ուսուննական կշեռք*: Այդպիսի կշեռքը թույլ է փայլիս կշռել 10 մգ-ից մինչև 200 գ զանգված ունեցող առարկաներ: Զանգվածն այլ սահմաններում որոշելու համար օգտագործում են այլ կշեռքներ: Օրինակ՝ վագոններն ու մեծ բեռնափարսերը կշռում են *տրասնապորտային կշեռքներով*, որոնք հաշվարկված են մինչև 200 փոննա բեռի համար: Իսկ 1 մգ և ավելի փոքր զանգված ունեցող մարմինների համար օգտագործվում են այսպես կոչված անալիտիկ կշեռքներ:



Նկար 20

Կան մարմիններ, որոնց զանգվածն



Նկար 21

անհնար է որոշել կշեռքով: Օրինակ՝ երկրագունդը, Արեգակը, ինչպես նաև նյութի փոքրագույն մասնիկները՝ արոմներն ու մոլեկուլները: Դրանց զանգվածը որոշում են այլ եղանակներով, օրինակ՝ արագությունները, ինչպես նաև ֆիզիկական այլ մեծությունները չափելու միջոցով, որոնք զանգվածի հետ կապված են ֆիզիկայի փարբեր օրենքներով:

Նարցեր

1. Ի՞նչն են անվանում փոխազդեցություն:
2. Ո՞ր դեպքում է մարմինը կոչվում ավելի իներտ, ո՞ր դեպքում՝ պակաս իներտ:
3. Ինչի՞ չափն է զանգվածը:
4. Նկար 19-ում պարկերված սայլակներից որի՞ զանգվածն է ավելի մեծ: Ինչո՞ւ:
5. Ինչպե՞ս է կոչվում զանգվածի միավորը միավորների ՄՏ-ում:
6. Իրենից ի՞նչ է ներկայացնում զանգվածի չափանմուշը:
7. Անշարժ կանգնած նավակից մարդն ափ է ցարկում: Մարդու և նավակի ձեռք բերած արագությունները ո՞ր դեպքում հավասար կլինեն: Ո՞ր դեպքում մարդն ավելի մեծ արագություն ձեռք կբերի:
8. Չանգվածը որոշելու ի՞նչ եղանակներ գիտեք: Ո՞ր դեպքերում են դրանք գործածվում:
9. Ուսումնական կշեռքով կշռեք երկու զարեհափիկ՝ սրուգելու համար, թե որքանով է ճիշտ Անանիա Շիրակացին:

Գաբրիել Բաբայան

§ 9. Նյութի խտություն

Տարբեր նյութերից պարբաստված մարմինները հավասար ծավալի դեպքում փարբեր զանգվածներ ունեն: Օրինակ, 1 մ³ երկաթի զանգվածը 7800 կգ է, իսկ նույն ծավալի կապարինը՝ 13 000 կգ:

Այն ֆիզիկական մեծությունը, որը ցույց է փալիս, թե ինչի է հավասար

միավոր ծավալում (օրինակ՝ 1 խորանարդ մետրում կամ 1 խորանարդ սանտիմետրում) գրավող նյութի զանգվածը, կոչվում է նյութի **խտություն**: Պարզելու համար, թե ինչպե՞ս կարելի է որոշել նյութի խտությունը, քննարկենք հետևյալ օրինակը: Նայանի է, որ 2 մ³ ծավալով սառցակոշորը ունի 1800 կգ զանգված: Այդ դեպքում 1 մ³ սառույցը 2 անգամ ավելի փոքր զանգված կունենա: 1800 կգ-ը բաժանելով 2 մ³-ի վրա, կարանանք 900 կգ/մ³: Սա էլ հենց սառույցի խտությունն է:

Այսպիսով, *նյութի խտությունը որոշելու համար անհրաժեշտ է մարմնի զանգվածը բաժանել մարմնի ծավալի վրա*.

$$\text{խտությունը} = \frac{\text{զանգված}}{\text{ծավալ}} :$$

Այս արտահայտության մեջ մարմնի մեծությունները նշանակենք փառերով՝ մարմնի զանգվածը՝ m -ով, մարմնի ծավալը՝ V -ով, մարմնի խտությունը՝ ρ -ով (ρ -ն հունական այբուբենի «ռո» փառն է):

Այդ դեպքում մարմնի խտությունը հաշվելու բանաձևը կարելի է գրել այս րեսքով.

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

Միավորների ՄՆ-ում խտության միավորն է կիլոգրամը խորանարդ մետրում (1կգ/մ³): Գործնականում նյութի խտությունն արտահայտում են նաև գրամը խորանարդ սանտիմետրում (գ/սմ³) միավորով:

Չափման այդ միավորների միջև կապ հաստատելու համար հաշվի առնենք, որ՝ 1 գ=0,001 կգ, 1 սմ³=0,000001 մ³:

Այդ պատճառով՝

$$1 \frac{\text{գ}}{\text{սմ}^3} = \frac{0,001 \text{ կգ}}{0,000001 \text{ մ}^3} = 1000 \frac{\text{կգ}}{\text{մ}^3} :$$

Միևնույն նյութի խտությունը պինդ, հեղուկ և գազային վիճակներում փարբեր է: Օրինակ՝ ջրի խտությունը հավասար է 1000 կգ/մ³, սառույցի խտությունը՝ 900 կգ/մ³, իսկ ջրային գոլորշու խտությունը (նորմալ մթնոլորտային ճնշման և 0°C ջերմաստիճանի դեպքում) 0,59 կգ/մ³: Որոշ նյութերի

խարտությունը կարելի է իմանալ 3-5 աղյուսակներից:

Աղյուսակ 3

Որոշ պինդ նյութերի խարտությունը¹

Պինդ նյութ	ρ , կգ/մ ³	ρ , գ/սմ ³	Պինդ նյութ	ρ , կգ/մ ³	ρ , գ/սմ ³
Օսմիում	22600	22,6	Մարմար	2700	2,7
Իրիդիում	22400	22,4	Ապակի (պլակուսի)	2500	2,5
Պլատին	21500	21,5	Ճենապակի	2300	2,3
Ոսկի	19300	19,3	Բերոն	2300	2,3
Կապար	11300	11,3	Աղյուս	1800	1,8
Արծաթ	10500	10,5	Շաքար (ռաֆինադ)	1600	1,6
Պղինձ	8900	8,9	Օրգապակի	1200	1,2
Արույր	8500	8,5	Կապրոն	1100	1,1
Երկաթ, պողպատ	7800	7,8	Պոլիէթիլեն	920	0,92
Անագ	7300	7,3	Պարաֆին	900	0,90
Ցինկ	7100	7,1	Սառույց	900	0,90
Չուգուն	7000	7,0	Կաղնեփայտ (չոր)	700	0,70
Կորունդ	4000	4,0	Սոճու փայտ (չոր)	400	0,40
Ալյումին	2700	2,7	Խցանածառի փայտ	240	0,24

¹ Աղյուսակ 3-5-ում նշված նյութերի խարտությունը հաշվարկված է մթնոլորտային նորմալ ճնշման դեպքում՝ գազերի համար 0 °C ջերմաստիճանում, իսկ հեղուկների և պինդ նյութերի համար 20 °C-ի ջերմաստիճանում:

Որոշ հեղուկների խտությունը

Նեղուկ	ρ , կգ/մ ³	ρ , գ/սմ ³	Նեղուկ	ρ , կգ/մ ³	ρ , գ/սմ ³
Սնդիկ	13600	13,60	Սպիրտ	800	0,80
Ծծմբական թթու	1800	1,80	Նավթ	800	0,80
Մեղր	1350	1,35	Ացետոն	790	0,79
Ջուր ծովային	1030	1,03	Եթեր	710	0,71
Կաթ անսրապ	1030	1,03	Բենզին	710	0,71
Ջուր սաքուր	1000	1,00	Նեղուկ անագ	6800	6,80
Ձեթ արևածաղկի	930	0,93	($t=400\text{ }^{\circ}\text{C}$)		
Յուղ մեքենայի	900	0,90	Նեղուկ օդ	860	0,86
Կերոսին	800	0,80	($t= -194\text{ }^{\circ}\text{C}$)		

Աղյուսակ 5

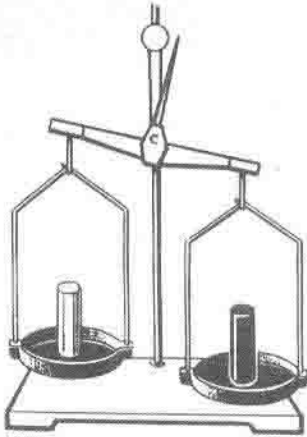
Որոշ գազերի խտությունը

Գազ	ρ , կգ/մ ³	ρ , գ/սմ ³	Գազ	ρ , կգ/մ ³	ρ , գ/սմ ³
Քլոր	3,210	0,00321	Ածխածնի երկօքսիդ		
Ածխածնի (IV) օքսիդ			(շնոլ գազ)	1,250	0,00125
(ածխաթթու գազ)	1,980	0,00198	Բնական գազ	0,800	0,0008
Թթվածին	1,430	0,00143	Ջրի գոլորշի ($t=100\text{ }^{\circ}\text{C}$)	0,590	0,00059
Օդ ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$)	1,290	0,00129	Նելիում	0,180	0,00018
Ազոտ	1,250	0,00125	Ջրածին	0,090	0,00009

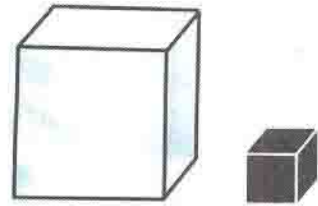
Նաթեղներ

1. Ի՞նչ է ցույց տալիս խտությունը:
2. Մարմնի զանգվածն ու ծավալն իմանալով՝ ի՞նչ է պետք անել նյութի խտությունը որոշելու համար:
3. Խտության ինչպիսի՞ միավորներ գիտեք: Ինչպե՞ս են նրանք հարաբերվում միմյանց հետ:
4. Մարմարի, արույրի և սառույցի խտրանադրիկները միևնույն ծավալն ունեն: Դրանցից որի՞ զանգվածն է ամենամեծը և որի՞նը՝ ամենափոքրը:

5. Երկու խորանարդիկներ՝ մեկը ոսկուց, մյուսն արծաթից, հավասար զանգվածներ ունեն: Նրանցից որի՞ ծավալն է մեծ:
6. Նկար 22-ում պարկերված գլաններից որի՞ խտությունն է մեծ:
7. Նկար 23-ում պարկերված մարմիններից յուրաքանչյուրի զանգվածը հավասար է 1 փոննայի: Նրանցից որի՞ խտությունն է փոքր:



Նկար 22



Նկար 23

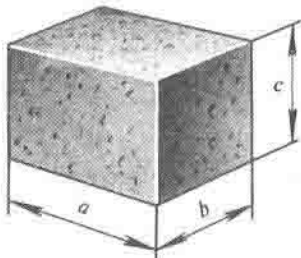
§ 10. Մարմնի զանգվածի և ծավալի հաշվարկը

Նյութի խտությունը որոշելու համար անհրաժեշտ է մարմնի զանգվածը բաժանել նրա ծավալի վրա՝

$$\rho = \frac{m}{V}: \quad (10.1)$$

Մարմնի զանգվածը կարելի է որոշել կշեռքի օգնությամբ: Իսկ ինչպե՞ս որոշել մարմնի ծավալը:

Եթե մարմինն ուղղանկյուն գուգահեռանիսրի ձև ունի (նկ. 24), ապա նրա ծավալը որոշվում է հետևյալ բանաձևով.



Նկար 24

$$V = abc:$$

Իսկ եթե մարմինն անկանոն ձև ունի, ապա նրա ծավալը կարելի է որոշել մի եղանակով, որը մեր թվագրությունից առաջ 3-րդ դարում հայրնաբերել է հույն գիտնական Արքիմեդը:

Արքիմեդը ծնվել է Սիցիլիա կղզում գրավող Սիրակուզա քաղաքում: Արքիմեդի հայրը ասորագետ Ֆիդիասն էր, որի ազգական Նիերոնը մ.թ.ա. 270 թվականին դարձավ Սիրակուզա քաղաքի թագավոր և, բնականաբար, հովանավորում էր իր ազգականին:



Արքիմեդ
(287-212 մ.թ.ա.)

Արքիմեդի ոչ բոլոր աշխատանքներն են հասել մեզ: Նրա բազմաթիվ գյուտերի մասին հիշատակվում է ավելի ուշ շրջանի հեղինակների ստեղծագործություններում: Այս հեղինակների պահպանված գործերում նկարագրվում են Արքիմեդի հայտնագործությունները:

Այսպես, օրինակ, հռոմեացի ճարտարապետ Վիտրուվիոսն (1-ին դար մ.թ.ա.) իր գրքերից մեկում հեթևյալ պատմությունն է պատմում:

«Ինչ վերաբերում է Արքիմեդին, ապա նրա բազմաթիվ փորձերից այս մեկը, որի մասին կպատմենք, կարծում են, որ անսահման արամբությամբ է արված: Սիրակուզայում թագավոր դառնալու հետ կապված բոլոր միջոցառումների բարեհաջող ավարտից հետո Նիերոնն ուխտ արեց անմահ աստվածներին ոսկե թագ գահաբերել՝ նվիրելով այն ինչ-որ փառարի: Նա վարպետ-ոսկերչի հետ շար թանկ գին պայմանավորվեց և թագի կշռին հավասար ձուլածո ոսկի փվեց: Նշանակված օրը վարպետն իր կատարած աշխատանքը ներկայացրեց թագավորին: Թագը հիանալի էր և թագավորին դուր եկավ: Կշռելուց հետո թագի կշիռը լիովին համապատասխանեց փրված ոսկու կշռին:

Մակայն, դրանից հետո մարնագիր սրացվեց, որ թագի համար նախատեսված ոսկու մի մասը թաքցվել է և փոխարենը նույնքան արծաթ է խառնվել: Նիերոնը կատաղեց, որ իրեն խարել են և ոսկերչի գողությունը բացահայտելու միջոց չունենալով՝ Արքիմեդին խնդրեց մի լավ մրաժել և մի միջոց գտնել: Նա էլ այդ հարցի շուրջ մրաժմունքների մեջ ընկած՝ մի անգամ պատահական բաղնիք գնաց ու լողարան մտնելիս նկատեց, որ լողարանից թափվեց այնքան ջուր, որքան ջրի մեջ խորասուզված իր մարմնի ծավալն է: Ըմբռնելով այդ փաստի արժեքը, նա՝ առանց երկար մրաժելու, ուրախացած դուրս ներսվեց լողարանից և մերկ գնաց փուն՝ բարձրաձայն հայտնելով բոլորին, թե ինքը գտել է այն, ինչ որոնում էր: Նա վագում էր ու անընդհատ նույն բառն էր գոռում հունարեն՝ «Էվրիկա՛,

Էվրիկա՝ (գրա՛, գրա՛)»:

Նեպո, գրում է Վիպրովիոսը, Արքիմեդը վերցրեց ջրով բերնեբերան լիբր կավե անոթ և թագի կշռին հավասար ոսկու ձուլակտոր սուզեց ջրի մեջ: Չափելով դուրս մղված ջրի ծավալը՝ նա անոթը նորից լցրեց ջրով և նրա մեջ սուզեց թագը: Թագի դուրս մղած ջրի ծավալը գերազանցեց ոսկու ձուլակտորի դուրս մղած ջրի ծավալին: Թագի դուրս մղած ջրի ավելի մեծ ծավալը ցույց էր փալիս, որ թագի մեջ առկա է ոսկուց ավելի փոքր խտություն ունեցող նյութ: Արքիմեդի կարարած փորձն ապացուցեց, որ թագի համար փրամադրված ոսկու մի մասն իսկապես գողացվել էր:

Եվ այսպես, անկանոն ձև ունեցող մարմնի ծավալը որոշելու համար, բավական է չափել փվյալ մարմնի կողմից դուրս մղված ջրի ծավալը: Չափագլան (մենզուր) ունենալու դեպքում՝ դա անելն այնքան էլ բարդ չէ:

Այն դեպքերում, երբ հայրնի են մարմնի զանգվածն ու խտությունը, նրա ծավալը կարելի է որոշել (10.1) բանաձևից բխող հետևյալ բանաձևով.

$$V = \frac{m}{\rho}: \quad (10.2)$$

Այսպեսից հետևում է, որ մարմնի ծավալը որոշելու համար անհրաժեշտ է այդ մարմնի զանգվածը բաժանել նրա խտության վրա:

Եվ հակառակը, եթե հայրնի է մարմնի ծավալը, ապա իմանալով ինչ նյութից է կազմված մարմինը, կարելի է որոշել նրա զանգվածը.

$$m = \rho V: \quad (10.3)$$

Մարմնի զանգվածը որոշելու համար պետք է մարմնի խտությունը բազմապատրկել նրա ծավալով:

Նարցեր

1. Ծավալը որոշելու ի՞նչ եղանակներ գիտեք:
2. Ի՞նչ է ձեզ հայրնի Արքիմեդի մասին:
3. Մարմնի խտության ու ծավալի միջոցով ինչպե՞ս կարելի է որոշել նրա զանգվածը:

Փորձարարական առաջադրանք: Վերցրեք ուղղանկյուն գուգա-
 հեռանիսպի ձև ունեցող օճառը, որի վրա նշված է զանգվածը և
 անհրաժեշտ չափումներ կատարելով՝ որոշեք օճառի խտությունը:

§ 11. Ուժ

Մենք գիտենք, որ Երկրի նկատմամբ մարմնի արագությունը փոխվում է այն դեպքում, երբ նրա վրա ազդում են այլ մարմիններ: Այս երևույթը պարզաբանենք նոր օրինակներով:

Նրելով վագոնիկը՝ շարժման մեջ դնենք այն (նկ. 25): Այս դեպքում վագոնիկի արագությունը փոխվում է մարդու ձեռքերի ազդեցության հետևանքով:

Վրան երկաթյա ամրակ դրած խցանն իջեցնենք ջրի մեջ: Մագնիսը, ձգելով ամրակը, նրան և խցանին շարժման մեջ է դնում (նկ. 26): Այս դեպքում մագնիսն այն մարմինն է, որը փոխում է ամրակի ու խցանի արագությունը:

Գնդի վրա գործադրած ձեռքի ազդեցության հետևանքով (նկ. 27,ա) զսպանակի գալարները սկսում են շարժվել և զսպանակը սեղմվում է: Բաց թողնելով այն կրեսնենք, որ զսպանակն ուղղվելով, շարժման մեջ է դնում գունդը (նկ. 27, բ): Այսպես ազդող մարմինը սկզբում մարդու ձեռքն էր:



Նկար 25



Նկար 26



ա

Նկար 27

բ

Իսկ հետո ազդող մարմին դարձավ զսպանակը:

Ներկայացված բոլոր օրինակներում *մարմնի արագության փոփոխության պատճառն այլ մարմինների ազդեցությունն էր:*

Այդ ազդեցության չափը վեկտորական ֆիզիկական մեծություն է, որը կոչվում է **ուժ**: Ինչպես մյուս վեկտորական մեծությունները, ուժը ևս բնութագրվում է ոչ միայն թվային արժեքով, այլ նաև՝ ուղղությամբ: Նկար 25-27-ում պատկերված սլաքները հենց այդ ուղղություններն են ցույց ցալիս:

Ուժը սովորաբար նշանակում են F տառով, սակայն կան նաև ուրիշ նշանակումներ, որոնց մասին կիմանաք հետագայում:

Եթե մարմնի վրա ուժ չի կիրառված, այսինքն՝ $F=0$, նշանակում է նրա վրա այլ մարմիններ չեն ազդում և այդ պատճառով մարմնի արագությունը Երկրի նկատմամբ չի փոխվում: Իսկ եթե ուժը՝ $F \neq 0$, ապա մարմինը որոշ ազդեցություն է կրում, և նրա արագությունը փոխվում է: Ընդ որում, ինչքան մեծ է F ուժը, այնքան զգալի է փոխվում մարմնի արագությունը Երկրի նկատմամբ:

Միավորների ՄՆ-ում ուժի միավորը *նյուտոնն է* (1 Ն): 1 Ն -ը այն ուժն է, որը 1 կգ զանգվածով մարմնի արագությունը 1 մ-ում փոխում է 1 մ/վ-ով: Ուժի միավորն այդպես է կոչվում ի պատիվ անգլիացի մեծ գիտնական Իսահակ Նյուտոնի (1642-1727):

Գործնականում կիրառվում են նաև կիլոնյուտոնը և միլինյուտոնը: $1 \text{ կՆ}=1000 \text{ Ն}$, $1 \text{ մՆ}=0,001 \text{ Ն}$:

Նարցեր

1. Ո՞րն է մարմնի արագության փոփոխության պատճառը: Բերե՛ք օրինակներ:
2. Ի՞նչն է բնութագրում ուժը:
3. Ի՞նչ կարելի է ասել այն մարմնի արագության մասին, որի վրա ոչ մի ուժ չի ազդում ($F=0$):
4. Ինչպե՞ս է կոչվում ուժի միավորը:

§12. Ծանրության ուժ

Ինչո՞ւ է հորիզոնական ուղղությամբ նետված գնդակը (նկ. 28) որոշ ժամանակ անց հայտնվում գետնին: Ինչո՞ւ է ձեռքից բաց թողած բարն ընկնում ներքև (նկ. 29): Վեր ցարկած մարդն ինչո՞ւ է շուրջով հայտնվում գետնի վրա: Այս երևույթների պատճառը մեկն է՝ Երկրի ձգողությունը:

Երկիրը դեպի իրեն է ձգում բոլոր մարմինները՝ մարդկանց, ծառերը,



Նկար 28

ջուրը, փոսերը, Լուսինը և այլն:

Երկրի ձգողության ուժը կոչվում է **ծանրության ուժ**: Ծանրության ուժը միշտ ուղղված է ուղղաձիգ դեպի ներքև: Այն նշանակում են այսպես՝

F_g – ծանրության ուժ:



Նկար 29

Երբ Երկրի ձգողության պատճառով մարմինն ընկնում է գետնին, նրա վրա ազդում է ոչ միայն Երկիրը, այլև՝ օդի դիմադրությունը: Այն դեպքում, երբ օդի դիմադրության ուժը, ծանրության ուժի համեմատությամբ, այնքան փոքր է, որ կարելի է հաշվի չառնել, մարմնի անկումն անվանում են **ազատ անկում**:

Տարբեր մարմինների (մանրագնդակ, փետուր և այլն) ազատ անկումը դիտելու համար դրանք փեղադրում են ապակե անոթի մեջ, որից դուրս են մղում օդը: Սկզբում բոլոր առարկաները գտնվում են անոթի հարակից: Երբ անոթը շարժարագ շուտ ենք փակիս, առարկաները հայտնվում են վերևում և սկսում են ընկնել ներքև (նկ. 30): Դիտելով դրանց անկումը՝ կարելի է նկատել, որ և՛ կապարե ծանր մանրագնդակը, և՛ թեթև փետուրը միաժամանակ են հասնում անոթի հարակից: Մին-



Նկար 30

նույն ժամանակում անցնելով նույն ճանապարհը՝ այդ ածարկաները նույն արագությամբ բախվում են անոթի հատակին: *Դա տեղի է ունենում այն պատճառով, որ ծանրության ուժն օժտված է մի հիանալի հատկությամբ. այն ազատ անկում կատարող ցանկացած մարմնի արագությունը՝ անկախ նրա զանգվածից, յուրաքանչյուր վայրկյանում մեծացնում է միևնույն անժուրջամբ:*

Չափումները ցույց են տալիս, որ Երկրի մակերևույթի մոտ ազատ ընկնող ցանկացած մարմնի արագությունն անկման յուրաքանչյուր վայրկյանի ընթացքում աճում է 9,8 մ/վ-ով:

Այս մեծությունն ընդունված է նշանակել g տառով և անվանել **ազատ անկման արագացում**:

Իմանալով ազատ անկման արագացումը՝ կարելի է որոշել այն ուժը, որով Երկիրը դեպի իրեն է ձգում իրեն մոտ գտնվող մարմիններին:

Մարմնի վրա ազդող ծանրության ուժը որոշելու համար անհրաժեշտ է այդ մարմնի զանգվածը բազմապատկել ազատ անկման արագացումով.

$$F_{\delta} = mg:$$

Այս բանաձևից հետևում է, որ $g = F_{\delta}/m$: Քանի որ F_{δ} -ն չափվում է նյուտոններով, իսկ m -ը՝ կիլոգրամներով, ապա g մեծությունը կարելի է չափել նյուտոն/կիլոգրամներով.

$$g = 9,8 \text{ Ն/կգ} \approx 10 \text{ Ն/կգ}:$$

Երկրի մակերևույթից վեր բարձրանալուն զուգընթաց ազատ անկման արագացումն աստիճանաբար նվազում է: Օրինակ՝ երկրագնդի մակերևույթից 297 կմ բարձրության վրա այն հավասար է ոչ թե 9,8 Ն/կգ, այլ 9 Ն/կգ: Ազատ անկման արագացման նվազումը նշանակում է, որ բարձրանալիս ծանրության ուժը նույնպես նվազում է: *Մարմինն ինքքան հեռու է Երկրից, այնքան այն ավելի թույլ է ձգվում նրա կողմից:*

Նարցեր

1. Ի՛նչն է պարճառը, որ բոլոր մարմիններն ընկնում են Երկրի վրա:
2. Ո՞ր ուժն են անվանում ծանրության ուժ:
3. Ո՞ր դեպքում են մարմնի անկումն անվանում ազատ անկում:
4. Երկրի մակերևույթի մոտ ինչի՞ է հավասար ազատ անկման արագացումը:
5. Ի՛նչ բանաձևով է որոշվում ծանրության ուժը:
6. Ինչպե՛ս կփոխվեն ծանրության ուժը, ազատ անկման արագացումը և անկման ժամանակը, եթե ընկնող մարմնի զանգվածը 2 անգամ մեծանա:
7. Ինչպե՛ս են փոխվում ծանրության ուժն ու ազատ անկման արագացումը Երկրից հեռանալու դեպքում:

Փորձարարական աշխատանքներ.

1. Վերցրեք մի թերթ թուղթ և բաց թողեք:

Ներևեք նրա անկմանը: Թերթը ճնդթեք,

գնդիկ սարթեք ու նորից բաց թողեք: Ինչ-

պե՛ս է փոխվում նրա անկման բնույթը:

Ինչո՞ւ: 2. Ձեր մի ձեռքով վերցրեք մեքա-

ղական շրջան (օրինակ՝ մեքաղաղրամ),

իսկ մյուս ձեռքով՝ մեքաղաղրամից մի

քիչ փոքր թղթե շրջան: Երկուսն էլ միա-

ժամանակ բաց թողեք: Միևնո՞ւյն ժամա-

նակից հետո նրանք ցած կընկնեն:

Իսկ այժմ վերցրեք մեքաղական

շրջանը և նրա վրա դրեք թղթե շրջանը (նկ. 31):

Բաց թողեք շրջանները: Ինչո՞ւ են նրանք միաժամանակ ցած ընկնում:



Նկար 31

§ 13. Նամագոր ուժ

Սովորաբար ցանկացած շարժվող մարմնի վրա ազդում է ոչ թե մեկ, այլ նրան շրջապատող մի քանի մարմիններ: Օրինակ՝ մարմնի անկման ժամանակ նրա վրա ազդում է ոչ միայն Երկիրը (ծանրության ուժ), այլ նաև օդը (դիմադրության ուժ):

Այն դեպքերում, երբ մասնիկի (նյութական կեփի) վրա միաժամանակ

ազդում են մի քանի մարմիններ, նրանց ընդհանուր ազդեցությունը բնութագրվում է **համագոր ուժով**:

Համագոր ուժը կարելի է որոշել՝ կիրառելով հետևյալ պարզ կանոնները:

1. Եթե մարմնի վրա ազդում են միևնույն ուղիղ գծով միևնույն կողմի վրա ուղղված երկու F_1 և F_2 ուժեր, ապա համագոր ուժը որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$F = F_1 + F_2,$$

ընդ որում, համագոր ուժի ուղղությունը համընկնում է ազդող ուժերի ուղղության հետ (նկ. 32):

2. Եթե մարմնի վրա ազդում են միևնույն ուղիղ գծով՝ բայց հակառակ ուղղված երկու F_1 և F_2 ուժեր, ապա $F_1 > F_2$ դեպքում նրանց համագոր F ուժը որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

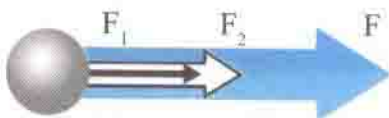
$$F = F_1 - F_2:$$

Այս դեպքում համագոր ուժի ուղղությունը համընկնում է ազդող երկու ուժերից մեծի ուղղության հետ (նկ. 33): Երբ $F_1 = F_2$, դրանց համագոր F ուժը հավասար է գրոյի: Այս դեպքում դադարի վիճակում գտնվող մարմինը դադարի վիճակում էլ կմնա, իսկ շարժվող մարմինն իր ունեցած արագությամբ կշարունակի ուղղագիծ հավասարաչափ շարժումը:

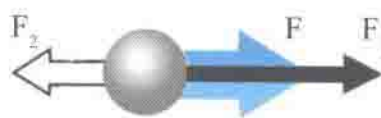
Հավասարամեծ և միևնույն ուղիղ գծով, բայց հակառակ ուղղված երկու ուժերի մասին ասում են, թե նրանք *հավասարակշռում* կամ *չեզոքացնում* են մեկը մյուսին: Այդպիսի ուժերի համագոր F ուժը միշտ հավասար է գրոյի, այդ պարճառով էլ մարմնի արագությունը փոխել չի կարող:

Երկրի նկատմամբ մարմնի արագությունը փոխելու համար պետք է, որ մարմնի վրա ազդող բոլոր ուժերի համագոր ուժը գրոյից տարբեր լինի: Այն դեպքում, երբ մարմինը շարժվում է համագոր ուժի ուղղությամբ, նրա արագությունն աճում է: Համագոր ուժին հակառակ ուղղությամբ շարժվելու դեպքում՝ մարմնի արագությունը նվազում է:

Օրինակ, պարաշյուտիստի թռիչքի ժամանակ նրա վրա ազդում են



Նկար 32



Նկար 33

երկու ուժեր՝ ծանրության ուժը և օդի դիմադրության ուժը: Վայրէջքի նախնական փուլում ծանրության ուժը գերազանցում է օդի դիմադրության ուժին, և նրանց համագործ ուղղվում է դեպի ներքև: Այդ պարունակով պարաշյուտիստի վայրսլացքի արագությունը թռիչքի ավյալ փուլում անընդհատ աճում է: Սակայն, թռիչքի արագության աճին զուգընթաց, պարաշյուտիստի վրա ազդող օդի դիմադրության ուժն ավելի ու ավելի է մեծանում: Պարաշյուտը բացվելուց հետո օդի դիմադրության ուժը կտրուկ աճում է և գերազանցում ծանրության ուժին: Այս երկու ուժերի համագործ ուղղված է լինում դեպի վեր, և պարաշյուտիստի արագությունը սկսում է նվազել:

Մարդու անվտանգ վայրէջքի համար պարաշյուտի զմբեթը պետք է 40-50 մ² մակերես ունենա: Այս դեպքում վայրէջքի նվազագույն արագությունը հասնում է 4-5 մ/վ-ի:

«Պարաշյուտ» բառը ֆրանսերեն է, նշանակում է «անկումը կանխող»: Պարաշյուտի ստեղծման գաղափարը պատկանում է Լեոնարդո դա Վինչիին (1452-1519), սակայն պարաշյուտով առաջին թռիչքը (բարձր աշտարակի փանիքից) կատարել է վենետիկցի ինժեներ և մեխանիկ Ֆ. Վերանցին: Նրա պարաշյուտը հեռու էր կատարելությունից: Այն իրենից ներկայացնում էր վրան կտոր ձգած փայտե շրջանակ:

Ուսապարկային առաջին պարաշյուտը, որ հարմարեցվում էր մարդու մեջքին և բացվում էր քաշող օղակով, ստեղծել է ռուս գյուրարար Գ. Ե. Կոպեկնիկովը 1911 թվականին:

Նարցեր

1. Ինչպե՞ս է որոշվում միևնույն ուղիղ գծով միևնույն ուղղությամբ ուղղված երկու ուժերի համագոր ուժը:
2. Ինչպե՞ս է որոշվում միևնույն ուղիղ գծով միմյանց հակառակ ուղղված երկու ուժերի համագոր ուժը: Ո՞ր կողմ է այն ուղղված:
3. Ինչպե՞ս կշարժվի մարմինը, եթե ուղիղ գծով միմյանց հակառակ ուղղված երկու հավասար մեծությամբ ուժերով ազդենք նրա վրա:

§ 14. Առաձգականության ուժ: Տուկի օրենքը

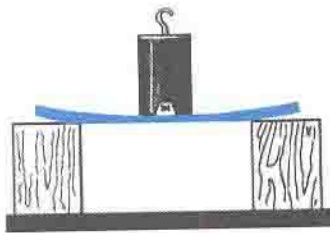
Երկրի ձգողության ուժն ազդում է նրան մտքիկ գտնվող բոլոր մարմինների վրա: Ծանրության ուժի պարզառոտ էն Երկրի վրա ընկնում անձրևի կաթիլները, ձյան փաթիլները, ճյուղերից պոկված փերկները:

Բայց երբ այդ նույն ձյունը նստած է փանիքին, գեպին չի թափվում, այլ մնում է հանգստի վիճակում, թեև Երկրի ձգողության ուժը շարունակում է ազդել նրա վրա: Ի՞նչն է խանգարում



ա

ձյան անկմանը: Տանիքը: Տանիքը ձյան վրա ազդում է մի ուժով, որը հավասար է ծանրության ուժին, բայց ուղղված է հակառակ ուղղությամբ: Այդ ի՞նչ ուժ է:



բ

Նկար 34

Նկար 34, ա-ում պատկերված է երկու հենարանների վրա դրված փախարակ: Եթե նրա մեջփրկում կշռաքար դնենք, ապա այն ծանրության ուժի ազդեցությամբ կսկսի շարժվել: Բայց որոշ ժամանակ անց, ճկելով փախարակը, կշռաքարը կանգ կառնի (նկ. 34, բ):

Այդ դեպքում ծանրության ուժը կհավասարակշռվի ճկված փախարակի կողմից կշռաքարի վրա ուղղաձիգ դեպի վեր ազդող ուժով: Այդ ուժը կոչվում է **առաձգականության ուժ**:

Առաձգականության ուժն առաջանում է մարմնի դեֆորմացիայի ժամանակ: **Դեֆորմացիան** մարմնի ձևի կամ չափերի փոփոխությունն է: Դեֆորմացիայի տեսակներից մեկը ճկումն է: Ինչքան շար է ճկվում հենարանը, այնքան մեծ է մարմնի վրա հենարանի կողմից ազդող առաձգականության ուժը: Մինչ կշռաքարը փախարակի վրա դնելն այդ ուժը բացակայում է: Նենարանն ավելի ու ավելի կորացնող կշռաքարի շարժմանը զուգընթաց աճում է նաև առաձգականության ուժը: Կշռաքարը կանգ է առնում այն պահին, երբ փախարակի առաձգականության ուժը հավասարակշռում է կշռաքարի ծանրության ուժին, և նրանց համագոր ուժը հավասարվում է զրոյի:

Եթե հենարանի վրա բավականաչափ թեթև առարկա դնենք, ապա հենարանի դեֆորմացիան այնքան աննշան կլինի, որ ձևի ոչ մի փոփոխությամբ

յուն ջնք նկարի: Մակայն հենարանն, այնուամենայնիվ, կդեֆորմացվի և դրա հետ միասին կսկսի գործել առաձգականության ուժը: Այդ ուժը կարգելակի հենարանի վրա գրավող առարկայի անկումը: Նման դեպքերում, երբ դեֆորմացիան աննշան է և հենարանի ձևի ու չափերի փոփոխությունը կարելի է անտեսել, առաձգականության ուժն անվանում են **հենարանի հակազդեցության (ռեակցիայի) ուժ**:

Եթե հենարանի փոխարեն օգտագործենք որևէ կախոց (թել, պարան, լար, ձող և այլն), ապա նրան ամրացված առարկան նույնպես կմնա դադարի վիճակում: Այս դեպքում էլ ծանրության ուժը հավասարակշռված կլինի առաձգականության ուժով: Վերջինս առաջանում է այն պայմանով, որ կախոցին ամրացված բեռի ազդեցությամբ այն ձգվում է: *Զգումը ևս մարմնի դեֆորմացիայի փեսակներին ց մեկն է:*

Առաձգականության ուժ առաջանում է նաև սեղմման ժամանակ: Սեղմված զսպանակին հենց սա է սրիպում շարկվել և ետ հրել իրեն ամրացված մարմինը (նկ. 27, բ):

Առաձգականության ուժի հետազոտության բնագավառում մեծ ավանդ ունի անգլիացի գիտնական Ռ. Հուկը: 1660 թվականին, երբ նա ընդամենը 25 տարեկան էր, սահմանեց մի օրենք, որը հետագայում կոչվեց իր անունով: **Համաձայն Հուկի օրենքի՝**

մարմինը ձգվելիս կամ սեղմվելիս առաջացող առաձգականության ուժը համեմատական է մարմնի երկարացմանը:

Եթե մարմնի երկարացումը, այսինքն՝ նրա երկարության փոփոխությունը նշանակենք x , իսկ առաձգականության ուժը՝ $F_{\text{առձ}}$ -ով, ապա Հուկի օրենքը կներկայացվի հետևյալ բանաձևով.

$$F_{\text{առձ}} = k x,$$

որտեղ k -ն համեմատականության գործակիցն է և կոչվում է մարմնի **կոշտություն**: Յուրաքանչյուր մարմին ունի իր կոշտությունը: Որքան մեծ է մարմնի կոշտությունը, այնքան քիչ է մարմինը (զսպանակը, լարը, ձողը) փոխում իր երկարությունը որևէ ուժի ազդեցության փակ:

Միավորների ՄՆ-ում կոշտության միավորը *կոշտություն/մետրն է* (1 Ն/մ):

Կարարելով այս օրենքը հաստատող մի շարք փորձեր՝ Նուկը հրա-
ժարվեց այն հրապարակել: Այդ պարճառով նրա հայրնագործության
մասին փրական ժամանակ ոչ ոք ոչինչ չգիտեր: Չվստահելով ոչ-որի՝
անգամ 16 փարի անց իր գրքերից մեկում նա ներկայացրեց հայրնագոր-
ծության գաղտնագրված ձևակերպումը՝ անագրամման, որն այսպիսի
փեսք ուներ.

ceiinossttuv:

Սպասելով ևս երկու փարի, որպեսզի մրցակիցները կարողանան հայ-
տերը ներկայացնել իրենց հայրնագործությունների վերաբերյալ, նա
վերջապես գաղտնագրեց իր օրենքը: Անագրամման կարդացվում էր
այսպես՝ «ut tensio, sic vis», որը լատիներենից թարգմանած նշանակում է՝
«ինչպիսին երկարացումն է, այնպիսին էլ ուժն է»: «Ցանկացած զսպանա-
կի ուժը համեմատական է նրա երկարացմանը» - գրում է Նուկը:

Նուկը հերագոտում էր **առաձգական** դեֆորմացիաները: Այդպես են
կոչվում այն դեֆորմացիաները, որոնք վերանում են արտաքին ազդեցույթ-
յունը դադարելուց հետո: Եթե, օրինակ, զսպանակը մի քիչ ձգենք, հետո
բաց թողնենք, ապա այն կրկին իր նախկին ձևը կընդունի: Մակայն այդ
նույն զսպանակը կարելի է այնքան ձգել, որ բաց թողնելուց հետո էլ մնա
այդպես ձգված վիճակում: Դեֆորմացիան, որը չի վերանում արտաքին
ազդեցությունը վերացնելուց հետո, կոչվում է **պլաստիկ**:

Պլաստիկ դեֆորմացիաներն օգտագործվում են պլաստիկնով և կա-
վով քանդակներ անելիս, մեքենաների մշակման՝ կռելու, դրոշմահարման
և այլն, ժամանակ:

Պլաստիկ դեֆորմացիաների դեպքում Նուկի օրենքը չի գործում:

Նին ժամանակներում որոշ նյութերի (մասնավորապես կարմրածառի
և մայրիի) կորանալու, բայց չջարդվելու հատկությունները մեր նախնի-
ներին հնարավորություն փվեցին հայրնագործել նեպ ու աղեղը՝ մարդու
մկանային ուժով աշխատող զենքը: Աղեղը նախապեսված է նեպ արձա-
կելու համար, ինչն աշխատում է աղեղնալարի առաձգականության ուժի
հաշվին:

Նայրնվելով մոտ 12 հազար փարի առաջ՝ նեպ-աղեղը, որպես աշ-
խարհի շար ժողովուրդների ու ցեղերի հիմնական զինամասակ, շար
դարեր գոյարևեց: Մինչև հրացանի գյուրը նեպ ու աղեղն ամենաարդյու-

նավեր մարտական զենքն էր: Անգլիական ներածիզները կարողանում էին մեկ րոպեում 14 ներ արձակել: Մարտում ներ ու աղեղի զանգվածային օգտագործման դեպքում սլացող նետերի ամպ էր առաջանում:

Անգլիայի ու Ֆրանսիայի միջև մղվող Նաբյուրամյա պատերազմի ժամանակ Ազենկուր գյուղի մոտ 1415 թվականին րեղի ունեցած ճակատամարտի ժամանակ երկու կողմերից վեց միլիոն ներ է արձակվել:

Միջնադարում այդ ահարկու զենքի լայն փարածումը հիմնավորված բողոք առաջացրեց հասարակության որոշ շերտերում: 1139 թվականին Նոմմում հավաքված Լաթերանյան եկեղեցաժողովն արգելեց այդ զենքի օգտագործումը քրիստոնյաների դեմ: Սակայն ներաղեղյան «զինաթափման» դեմ պայքարը հաջողություն չունեցավ, և ներ ու աղեղը, որպես մարտական զենք, գործածության մեջ մնաց դեռ էլի 500 փարի:

Աղեղի կառուցվածքի կափարելագործումը հանգեցրեց կարճ ներ օգտագործող կոթունավոր ինքնարձակի (արբալետի) սրբեղմանը: Արբալետից արձակված նետերը ծակում էին բոլոր զրահները: Սակայն ռազմական գիտությունն առաջ էր գնում: 17-րդ դարում ներ-աղեղը դուրս մղվեց հրացանի կողմից:

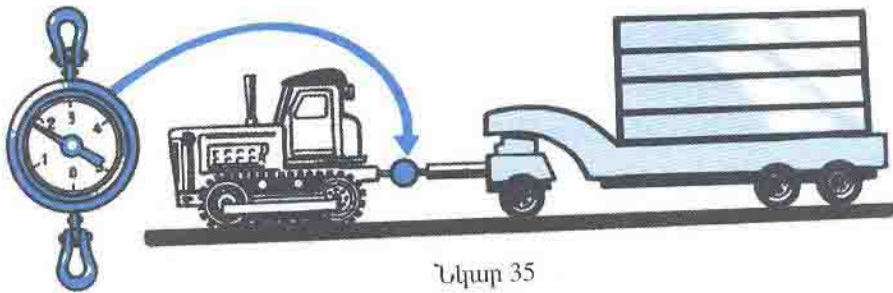
Մեր ժամանակներում աղեղից ներ արձակելը մարգանն է:

Ըստ ավանդության՝ առաջին աղեղը, որից արձակված նետով պղնձե զրահ է ծակվել, հայկական ծագում ունի: Իրադարձությունը րեղի է ունեցել մ.թ.ա. 2492 թվականի ամռանը, երբ մեր նախնի Նայկը ներահարեց Բելին:

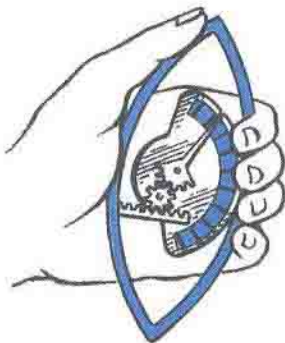
Նայկյան աղեղի րեխնիկական բնութագրերն են. աղեղնափայտը՝ մայրի ծառ, աղեղնալարը՝ աղաջրի մեջ մշակված եզան ջլեր, աղեղի երկարությունը՝ 2,5 մետրից ավելի, ների երկարությունը՝ 140 սմ, ների ծայրակալը՝ 5 սմ երկարությամբ ձուլածո եռաթև երկաթ, ների սկզբնական արագությունը՝ մոտավորապես 89,5 մ/վ, ների թռիչքի հեռավորությունը՝ 1150 մետր:

Նարքեր

1. Ո՞ր դեպքերում է առաջանում առաձգականության ուժը:
2. Ի՞նչն են անվանում դեֆորմացիա: Բերե՛ք դեֆորմացիայի օրինակներ:
3. Ձևակերպե՛ք Հուկի օրենքը:
4. Ի՞նչ է կոշտությունը:
5. Ինչո՞վ է փարբերվում առաձգական դեֆորմացիան պլաստիկ դեֆորմացիայից:



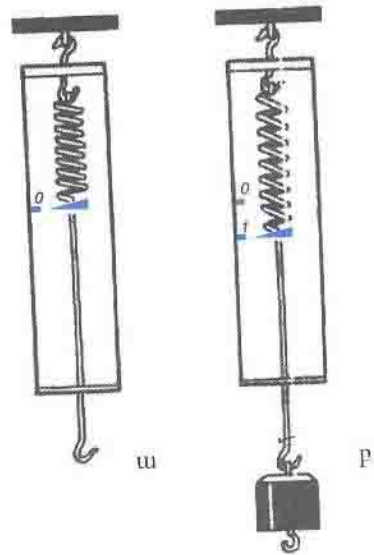
Նկար 35



Նկար 36



Նկար 37



Նկար 38

§ 15. Ուժաչափ: Մարմնի կշիռը

Ուժաչափը (դինամոմետրը) ուժը չափելու սարք է: Դինամոմետրը անվանումը ծագում է հունարեն «դինամիս» (ուժ) և «մետրետ» (չափում են) բառերից: Գոյություն ունեն ուժաչափերի փարբեր կառուցվածքներ: Տրակտորների, քարշակների քարշի ուժը չափում են *քարշային ուժաչափերով* (նկ. 35): Ձեռքի մկանային ուժը չափելու համար օգտագործում են բժշկական ուժաչափ (նկ. 36):

Նկար 37-ում պարկերված է ուսումնական *գուպանակավոր ուժաչափ*, որը նախատեսված է մինչև 4 Ն ուժ չափելու համար: Այն կազմված է պողպատյա գուպանակից, որին ցուցիչ սլաք և կախոցակեղի է ամրացված: Ուժաչափի սանդղակի վրա նշված N փառը ուժի չափման միավորի՝ նյուտոնի միջազգային նշանակումն է:

Զսպանակավոր ուժաչափի աշխատանքը հիմնված է չափվող ուժի և գուպանակի առաձգականության ուժի հավասարակշռման վրա:

Ուժաչափի ասֆիճանավորումը (այսինքն՝ բաժանումներով սանդղակի սրեղծումը) իրականացվում է հեփսյալ կերպ: Ուժաչափի հիմքի վրա ստանձում են սպիրակ թղթի շերտ և նրա վրա նշում են ցուցիչ սլաքի դիրքը չձգված գուպանակի դեպքում: Դա գրոյական բաժանումն է (նկ. 38, ա): Դրանից հետո կեղիկից կախում են 102 գ զանգվածով բեռ: Այդ բեռի վրա ազդում է 1 Ն ծանրության ուժ, որի ազդեցությամբ գուպանակը ձգվում է և ցուցիչ սլաքն իջնում է: Հավասարակշռության վիճակում բեռի վրա ազդող ծանրության ուժը հավասարակշռվում է նրան հակառակ ուղղված առաձգականության ուժով: Ներկաբար, այդ դեպքում գուպանակի ձգվածությանը համապատասխանում է 1 Ն առաձգականության ուժ: Ուստի ցուցիչ սլաքի նոր դիրքը թղթի վրա նշում են 1 թվանշանով (նկ. 38, բ): Այնուհետև առաջին բեռին ամրացնում են նույնաբիւլ երկրորդ բեռը, ինչի շնորհիվ ընդհանուր զանգվածը դառնում է 204 գ, իսկ ծանրության ուժը՝ 2 Ն: Ցուցիչ սլաքի համապատասխան դիրքը նշում են 2 թվանշանով: Դրանից հետո ամրացնում են երրորդ, այնուհետև՝ չորրորդ բեռերը և ամեն անգամ սլաքի նոր դիրքը նշում համապատասխան թվանշանով: Նյուտոնի փաստորդական մասերը չափելու համար 0 և 1, 1 և 2, 2 և 3, 3 և 4 թվերի միջև հեռավորություններից յուրաքանչյուրը բաժանում են փառը հավասար մասերի:

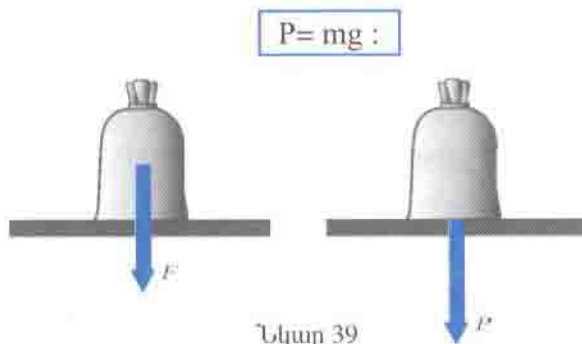
սերի: Մանդղակի նման կառուցումը հիմնված է Նուլի օրենքի վրա, համաձայն որի՝ զսպանակի առաձգականության ուժը մեծանում է այնքան անգամ, որքան անգամ մեծանում է նրա երկարացումը:

Ուժաչափը կարելի է օգտագործել նաև մարմնի կշիռը չափելու համար: Մարմնի կշիռ է կոչվում այն ուժը, որով մարմինը ճնշում է հորիզոնական հենարանը կամ ձգում է ուղղաձիգ կախոցը:

Մարմնի կշիռն ընդունված է նշանակել P տառով:

Ուղղաձիգ փեղադրված զսպանակավոր ուժաչափից բեռ կախնենք: Բեռը կձգի զսպանակը և ինչ-որ պահի կանգ կառնի: Կանգ առնելուց հետո ուժաչափի կախոցակետիկի վրա կազդեն երկու ուժեր՝ զսպանակի առաձգականության ուժը ($F_{\text{առ}}$) և բեռի կշիռը (P): Այդ ուժերը մեծությամբ հավասար, իսկ ուղղությամբ հակառակ կլինեն: Այդ պատճառով ուժաչափը հնարավորություն է տալիս չափել ոչ միայն առաձգականության ուժը (և նրան հավասար բեռի ծանրության ուժը), այլև՝ մարմնի P կշիռը:

Երկրագնդի նկատմամբ հավասարաչափ ուղղագիծ շարժվող, ինչպես և հանգստի վիճակում գտնվող մարմնի կշիռը հավասար է նրա վրա ազդող ծանրության ուժին.



Չնայած ծանրության ուժը և կշիռը հաշվելու բանաձևերը համընկնում են, սակայն այդ ուժերի մեջ էական տարբերություն կա: Ծանրության ուժը կիրառված է մարմնի վրա, որին ձգում է Երկիրը, իսկ կշիռը կիրառված է կախոցի կամ հենարանի վրա, որին այդ մարմինը ճնշում է: Եթե այս երկու ուժերն էլ պարկերենք նրանց ուղղությունը ցույց տվող սլաքների փեսքով (երկուսն էլ միշտ ուղղված են ուղղաձիգ դեպի ներքև), ապա պարկերն այնպիսի փեսք կունենա, ինչպես ցույց է տրված նկար 39-ում:

Մարմնի կշիռը չափարք է շփոթել նրա զանգվածի հետ: Մարմնի զանգ-

վածը չափվում է կիրգրամներով, իսկ մարմնի կշիռը (ինչպես ցանկացած այլ ուժ) նյութուններով: Մարմնի կշիռը փարածության մեջ ուղղվածություն ունի, հեղուկաբար վեկտորական մեծություն է: Ջանգվածը ուղղություն չունի, հեղուկաբար սկալյար մեծություն է:

Նարցեր

1. Ի՛նչ է ուժաչափը (դինամոմետրը):
2. Ի՛նչի՛ վրա է հիմնված զսպանակավոր ուժաչափի աշխատանքը:
3. Ի՛նչն են անվանում մարմնի կշիռ:
4. Ի՛նչ բանաձևով է որոշվում հանգստի վիճակում գրելվող մարմնի կշիռը:
5. Ի՛նչո՞վ է փարբերվում մարմնի կշիռը ծանրության ուժից և մարմնի զանգվածից:

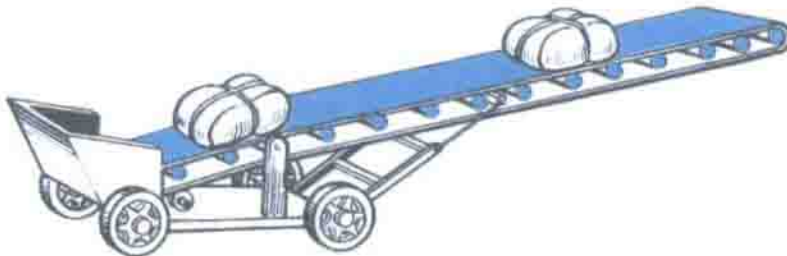
§ 16. Շփման ուժ

Եթե փորձենք տեղից շարժել պահարանը, ապա անմիջապես կհամոզվենք, որ պահարան տեղաշարժելն այնքան էլ հեշտ բան չէ: Ծարժմանը կխանգարի պահարանի ոտքերի փոխազդեցությունը հարակի հեր:

Մարմինների հսյման տեղամասում առաջացած փոխազդեցությունն անվանում են **շփում**, իսկ այդ փոխազդեցությունը բնութագրող ուժը՝ **շփման ուժ**:

Տարբերակում են շփման երեք տեսակ՝ դադարի շփում, սահքի շփում և գլորման շփում:

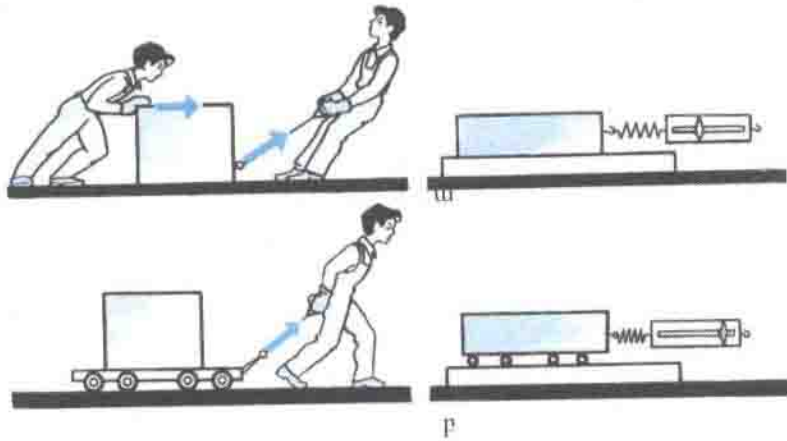
1. *Դադարի շփում*: Փայտե չորսուն դնենք թեք տրախտակի վրա:



Նկար 40

Եթե թեքության անկյունը շար մեծ չէ, չորսուն ներքև չի սահի: Ի՞նչն է նրան պահում իր տեղում: Դադարի շփումը:

Ձեր ձեռքը հպեք սեղանին դրված տետրին ու տեղաշարժեք այն: Սեղանի մակերևույթի նկատմամբ տետրը կտեղաշարժվի, իսկ ձեր ձեռքի



Նկար 41

նկատմամբ կմնա դադարի վիճակում: Ինչի՞ միջոցով տետրին ստիպեցիք տեղաշարժվել: Տետրի և ձեր ձեռքի միջև գործող դադարի շփման ուժի միջոցով:

Դադարի շփման ուժն է տեղափոխում ժապավենավոր բեռնափոխադրիչի վրա գտնվող բեռները (նկ. 40), հակազդում կոշիկների կապերի արձակմանը, տեղում պահում փայտի մեջ խփված մեխերը:

Դադարի շփման ուժը կարող է փարբեր լինել: Մարմինը տեղից շարժել փորձող ուժի աճման հետ դադարի շփման ուժն աճում է: Մակայն հավող յուրաքանչյուր երկու մարմնի համար դադարի շփման ուժն ունի որոշակի առավելագույն արժեք, որից ավելի մեծ չի կարող լինել: Օրինակ, թեք տախտակի վրա գտնվող փայտե չորսուի համար դադարի շփման ուժի առավելագույն արժեքը կազմում է նրա կշռի 0,6 մասը:

Դադարի շփման ուժի առավելագույն արժեքը գերազանցող ուժ գործադրելով՝ մենք մարմինը տեղից կտուրկենք, և նա կսկսի շարժվել: Այս դեպքում դադարի շփման ուժը կփոխարինվի սահքի շփման ուժով:

2. **Սահքի շփում:** Ի՞նչ պատճառով է աստիճանաբար կանգ առնում բլրից ներքև սահող սահնակը: Սահքի շփման պատճառով: Ինչո՞ւ է դանդաղում սառույցի վրայով սահող փափօղակի շարժումը: Սահքի

շփման հերևանքով:

Սահքի շփման ուժը միշտ ուղղված է մարմնի շարժման ուղղությանը հակառակ:

Որո՞նք են շփման ուժի առաջացման պարճառները:

ա. Նպվող մարմինների մակերևույթների անհարթությունները: Արարքուստ ևույնիսկ շատ ողորկ թվացող մակերևույթներն իրականում միշտ էլ մանր ու չնչին անհարթություններ՝ ելուսքներ, փոստրակներ, ունեն: Երբ մի մարմինն սկսում է սահել մյուսի մակերևույթով, այդ անհարթությունները խանգարում են շարժմանը:

բ. Մարմինների հպման տեղամասերում միջմուկեկուլային ձգողության ուժերը: Նյութի փոքրագույն մասնիկների՝ մոլեկուլների մասին կխոսվի գլուխ 4-ում: Այժմ կարևոր է միայն իմանալ, որ շատ փոքր հեռավորությունների վրա մոլեկուլների միջև գործում են ձգողության ուժեր:

Մոլեկուլային ձգողականությունն էական է դառնում, երբ հպվող մակերևույթները շատ լավ հղկված են: Այսպես, օրինակ, վակուումում հարուկ տեխնոլոգիաների օգտագործմամբ մշակված մաքուր ու հարթ մակերևույթներով մեքաղակափորների՝ միմյանց նկատմամբ հարաբերական սահքի դեպքում շփման ուժը շատ ավելի մեծ է, քան փայտե անհարթ չորսուն գեղնի վրայով քաշելիս: Որոշ դեպքերում մեքաղական նշված մակերևույթներն այնպես են կպչում իրար, որ հեղազա սահքը դառնում է անհնար:

3. Գլորման շփում: Եթե մարմինը ոչ թե սահում է մի այլ մարմնի մակերևույթով, այլ անիվի կամ գլանի նման գլորվում է, ապա նրանց հպման տեղում առաջացող շփումը կոչվում է գլորման շփում: Գլորվող անիվն ինչ-որ չափով «խրվում է» ճանապարհի նյութի մեջ, և այդ պարճառով անիվի առջև միշտ հայրնվում է փոքրիկ բլրակ, որը պետք է հաղթահարվի: Գլորման շփումն առաջանում է հենց այն պարճառով, որ գլորվող անիվին հարկ է լինում անընդհատ բարձրանալ առջևում հայրնվող բլրակների վրա: Ընդ որում, ինչքան պինդ է ճանապարհաճաճկույթը, այնքան փոքր է գլորման շփումը:

Նավասար բեռնվածության դեպքում գլորման շփման ուժը զգալիորեն փոքր է սահքի շփման ուժից: Դա հայրնի էր դեռևս հնադարում: Այդ պար-

ճառով, ծանր բեռներ րեղաշարժելու համար մեր նախնիները դրանց փակ գերաններ էին րեղադրում: Այդ նույն պարճառով մարդիկ անիվը սկսեցին օգտագործել րրանսպորտային միջոցներ կառուցելիս:

Նայասրանում երկանիվ և քառանիվ սայլերը հայտնվել են 5,5-6 հազար րարի առաջ: Դրանք վկայված են Սյունիքի և Գեղամա լեռների ժայռապարկերներում:

Նարցեր

1. Շփման գոյությունը հաստատող ինչպիսի՞ դիփումներ և փորձեր են ձեռք հայտնի:
2. Ի՞նչ է շփումը:
3. Ի՞նչ գործոններով է պայմանավորված շփումը:
4. Շփման ի՞նչ րեսակներ գոյություն ունեն:
5. Օգտագործելով նկար 41-ը՝ բացատրեք, թե ինչպե՞ս կարելի է ցույց րալ, որ հավասար բեռնավորման դեպքում գլորման շփման ուժը փոքր է սահքի շփման ուժից:

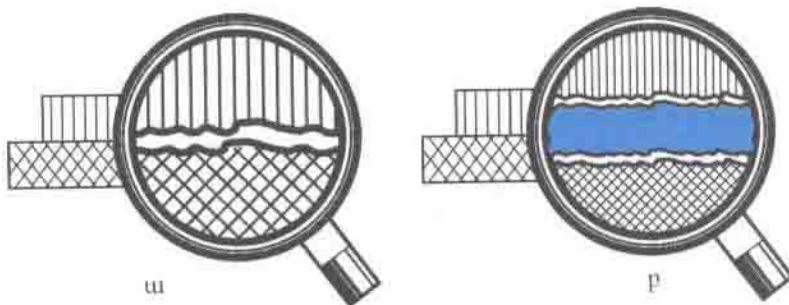
§ 17. Շփումը բնության մեջ և րեխնիկայում

Ավելի քան հինգ հարյուր րարի գիտնականները հետազոտում են շփումը: Առաջինը շփումը հետազոտել է դեռևս Լեոնարդո դա Վինչին (1452-1519): Այդ բնագավառում կարևոր արդյունքներ են ձեռք բերել ֆրանսիացի գիտնականներ Գ. Ամոնրոնը (1663-1705) և Շ. Կուլոնը (1736—1806):

Ի՞նչ դեր է խաղում շփումը բնության մեջ՞ դրակա՞ն, թե՞ բացասական: Այս հարցին անհնար է միանշանակ պատասխան րալ: Շփումը կարող է ինչպես օգտակար, այնպես էլ վնասակար լինել: Առաջին դեպքում աշխատում են այն մեծացնել, իսկ երկրորդ դեպքում՝ փոքրացնել:

Դադարի շփման բացակայության դեպքում ո՞չ մարդիկ, ո՞չ կենդանիները չէին կարողանա քայլել գերնի վրա:

Մերկասառույցի դեպքում, երբ կոշիկի ներբանի և սառույցի միջև շփումը շատ փոքր է, և մարդիկ կարող են սայթաքել, սառույցի վրա ավազ են շաղ րալիս, որպեսզի շփումը մեծանա: Մերկասառույցի վրա դժվարա-



Նկար 42

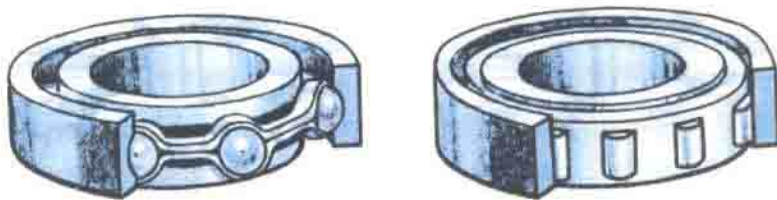
նում են շարժվել նաև մեքենաները. նրանց անիվները փեղապտույտի մեջ են ընկնում:

Շփումն է, որ արգելակման ժամանակ կանգնեցնում է մեքենաները: Սառույցի վրա, նույնիսկ սեղմած արգելակների դեպքում, նրանք շարունակում են իներցիայով առաջ շարժվել:

Սակայն շփումը կարող է նաև բացասական դեր խաղալ: Չէ՞ որ փարբեր մեխանիզմների շարժվող շար մասեր հենց շփման պատճառով են փաքանում և մաշվում: Նման դեպքերում աշխատում են շփումը նվազեցնել:

Գոյություն ունեն շփումը նվազեցնելու փարբեր եղանակներ:

1. *Շփվող մակերևույթների միջև քսուքի (օրինակ՝ որևէ յուղի) ներմուծումը:* Յուղի առկայության դեպքում (նկ. 42) միմյանց հետ շփվում են ոչ թե դերալների բուն մակերևույթները, այլ՝ յուղի հարևան շերտերը: Իսկ յուղի շերտերի միջև շփումը շար ավելի փոքր է, քան պինդ մարմինների միջև: Իդեալ, յուրահատուկ քսուքի դեր է խաղում ջուրը, որը



Նկար 43

սահելիս առաջանում է չմուշկի փակ սառույցի հալման հեղուկանքով: Դրա շնորհիվ սառույցի և չմուշկների միջև սահքի շփումը փոքրանում է:

2. *Գնդիկավոր և հոլովակավոր առանցքակալների օգտագործումը (նկ. 43):* Այդպիսի առանցքակալների ներքին օղակը հազցնում են

որևէ մեքենայի կամ հասարոցի լիսեռին, իսկ արտաքին օդակը՝ մեքենայի կամ հասարոցի իրանին: Երբ գործի են գցում մեքենան կամ հասարոցը, և լիսեռը սկսում է պտտվել, ապա առանցքակալի ներքին օղակի հեք միասին այն սկսում է ոչ թե սահել, այլ գլորվել առանցքակալի օղակների միջև գտնվող գնդիկների կամ գլանների վրա: Իսկ գլորման շփումը զգալիորեն պակաս է սահքի շփումից: Այդ պարճառով մեքենաների պտտվող մասերն առանցքակալների առկայության դեպքում շար ավելի դանդաղ են մաշվում և ավելի երկար են ծառայում մարդկանց:

3. *Օդային բարձի օգտագործումը:* Այս դեպքում շփման փոքրացումը րեղի է ունենում այն բանի շնորհիվ, որ շարժվող մեքենայի և հենարանի միջև ստեղծվում է բարձր ճնշմամբ օդի շերտ, որը խոչընդոտում է նրանց անմիջական հպմանը:

Նարցեր

1. Բերեք շփման օգտակարությունը ցույց տվող օրինակներ:
2. Բերեք շփման վնասակարությունը ցույց տվող օրինակներ:
3. Շփումը մեծացնելու կամ նվազեցնելու ի՞նչ եղանակներ գիտեք:

§ 18. Մեխանիկական աշխատանք

«Աշխատանք» տերմինը ֆիզիկա է ներմուծվել 1826 թվականին, ֆրանսիացի գիտնական Ժ. Պոնսելեի կողմից: Եթե մինչ այդ աշխատանք բառը գործածվում էր միայն մարդու կատարած գործը նշելիս, ապա դրանից հետո այդ բառն սկսեցին գործածել նաև որպես որոշակի ֆիզիկական մեծություն. A-աշխատանք:

Պոնսելեն առաջարկեց **մեխանիկական աշխատանքը** հաշվարկելու հարուկ կանոններ: Մենք կդիտարկենք միայն ամենապարզ դեպքերը: Ընդունենք, թե մարմինն ինչ-որ հաստատուն F ուժի ազդեցության փակ ուղիղ գծով անցել է s ճանապարհ: Այդ դեպքում.

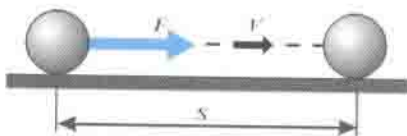
1. Եթե մարմնի շարժման ուղղությունը համընկնում է ազդող ուժի ուղղության հետ (նկ. 44), ապա փվյալ ուժը դրական աշխատանք է կատարում, որը հավասար է ուժի և անցած ճանապարհի արտադրյալին.

$$A = F \cdot s: \quad (18.1)$$

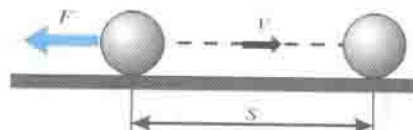
2. Եթե մարմնի շարժման ուղղությունը հակառակ է ազդող ուժի ուղղությանը (նկ. 45), ապա փվյալ ուժը բացասական աշխատանք է կատարում, որը հավասար է գործադրված ուժի և անցած ճանապարհի արտադրյալին, վերցված «միևուս» նշանով.

$$A = -F \cdot s: \quad (18.2)$$

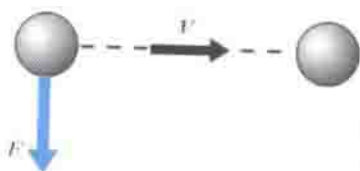
3. Եթե մարմնի արագության ուղղությունն ուղղահայաց է ուժի ուղղությանը (նկ. 46), ապա այդ ուժը ոչ մի աշխատանք չի կատարում.



Նկար 44



Նկար 45



Նկար 46

$$A = 0:$$

(18.1) բանաձևը ցույց է տալիս, որ *ինչքան մեծ են ազդող ուժը և նրա ուղղությանը մարմնի անցած ճանապարհը, այնքան մեծ է ուժի կատարած աշխատանքը:*

Աշխատանք կատարելու համար անհրաժեշտ է ներք պայմաններ.

ա) մարմնի վրա պետք է ազդի ինչ-որ ուժ,

բ) մարմինը պետք է շարժվի,

գ) մարմնի շարժման ուղղությունը չպետք է ուղղահայաց լինի ուժի ազդման ուղղությանը: Եթե այս պայմաններից թեկուզ մեկը չի կատարվում, ապա աշխատանքը հավասար է զրոյի:

Եթե մարմինը, որի նկարմամբ ուժ է գործադրված, շարունակում է դադարի վիճակում մնալ, ապա մեխանիկական աշխատանք չի կատարվում: Սակայն այս դեպքում կարող է կատարվել ոչ մեխանիկական բնույթի աշխատանք: Օրինակ՝ հենց այդ պարճառով է հոգևում մարդը, երբ ձեռքին որոշակի բեռ է կրում: Այս դեպքում մարդու կողմից կատարվող աշխատանքը պայմանավորված է նրա օրգանիզմում ընթացող պրոցեսներով:

Մանրակրկիտ դիտումները ցույց են տալիս, որ մարդու ձեռքին գրկվող բեռն իրականում լիակատար հանգստի վիճակում չի գրկվում, այն կատարում է փոքր փափանջումներ՝ պարբերաբար իջնելով ու բարձրանալով: Այդ ընթացքում մարդու մկանները մեկ կծկվում, մեկ բացվում են՝ բեռի ամեն այդպիսի փոքր բարձրացումների վրա ծախսելով օրգանիզմի արտադրած կենսաբանական էներգիան:

Ոչ մեխանիկական բնույթի աշխատանքի օրինակ է մարդու կողմից որևէ փեղեկավորություն մրապահումը: Այս պրոցեսը կապված է ուղեղի բջիջների կենսագործունեության հետ, հետևաբար ուսումնասիրվում է կենսաբանություն դասընթացում:

Միավորների ՄՆ-ում աշխատանքի միավոր է ընդունված *ջոուլը* (1 Ջ): 1 Ջ-ն այն աշխատանքն է, որը կատարում է 1 Ն ուժը մարմինը ուժի ազդման ուղղությամբ 1 մ ճանապարհ անցնելիս: Միավորն այդպես է կոչվել ի պատիվ անգլիացի գիտնական Ջ. Ջոուլի (1818-1889).

$$1 \text{ Ջ} = 1 \text{ Ն} \cdot \text{մ} :$$

Նաճախ կիրառվում են նաև կիրճոցու և միլիճոցու միավորները.

1 կՋ=1000 Ջ, 1 մՋ=0,001 Ջ:

Նարցեր

1. Ո՞ր դեպքում է աշխատանքը դրական, բացասական, հավասար գրոյի:
2. Ինչպե՞ս է որոշվում աշխատանքը, երբ մարմինը շարժվում է ուժի ազդման ուղղությամբ, երբ շարժվում է ուժին հակառակ ուղղությամբ:
3. Ինչպե՞ս է կոչվում աշխատանքի միավորը:
4. Ծանրության ուժը դրական, բացասական, թե՞ գրոյական աշխատանք է կատարում հետևյալ դեպքերում.
 - ա) աղեղից արձակված ներքև թռչում է դեպի վեր,
 - բ) արբանյակը շրջանաձև ուղեծրով պտտվում է Երկրի շուրջ,
 - գ) քարն ուղղահայաց ներքև է ընկնում:
5. Ինչպիսի՞ աշխատանք է կատարում դադարի շփման ուժը՝ խանգարելով մարդուն տեղաշարժել ծանր պահարանը:

§ 19. Նզորություն

Միևնույն աշխատանքը կարելի է կատարել տարբեր ժամանակամիջոցներում: Եթե, օրինակ, պահանջվում է ավագով լիքը պարկը տեղափոխել որոշակի տարածություն, ապա մարդն այդ աշխատանքը կարող է կատարել մի քանի րոպեում, իսկ մրջյունը, որը ավագահասիկները պիտի մեկ-մեկ տեղափոխի, նույն գործը կկատարի մի քանի տարում:

Աշխատանք կատարելու արագությունը բնորոշվում է **հզորություն** կոչվող ֆիզիկական մեծությամբ:

Նզորությունը ցույց է տալիս, թե ինչ աշխատանք է կատարվում միավոր ժամանակում: Եթե, օրինակ, 2 վ-ում կատարվել է 6 Ջ աշխատանք, ապա 1 վ-ում կատարվել է 2 անգամ պակաս աշխատանք: 6 Ջ-ը բաժանելով 2 վ-ի վրա՝ կստանանք 3 Ջ/վ: Սա էլ հենց աշխատանքը կատարելու հզորությունն է:

Եվ այսպես, *հզորությունը որոշելու համար, անհրաժեշտ է աշխատանքը բաժանել այն կարարելու ժամանակի վրա.*

$$\text{հզորություն} = \frac{\text{աշխատանք}}{\text{ժամանակ}}$$

կամ

$$N = \frac{A}{t}; \quad (19.1)$$

որտեղ N – ը հզորությունն է, A – ն՝ աշխատանքը, t – ն՝ ժամանակը:

Միավորների ՄՏ-ում հզորության միավորը *վատտն* է (1 Վտ): 1 Վտ-ը այն հզորությունն է, որի դեպքում 1 վ-ում 1 Ջ աշխատանք է կատարվում.

$$1 \text{ Վտ} = 1 \text{ Ջ/վ} :$$

Հզորության չափման միավորն այդպես է կոչվել ի պատիվ անգլիացի գյուրարար Ջ. Վատտի (Ուատտի) (1736-1819): Ուատտը կառուցել է առաջին շոգեմեքենան: Ուատտն ինքը օգտագործում էր հզորության չափման այլ միավոր՝ *ձիասուժը* (1 ձ. ու.): Նա այդ միավորը ներմուծեց, որպեսզի կարողանա համեմատել իր սրեղծած շոգեմեքենայի և ձիու աշխատունակությունները: Այդ ժամանակ գործարաններում և ֆաբրիկաներում, որպես շարժիչ ուժ, օգտագործվում էր ձին:

$$1 \text{ ձ. ու.} = 735,5 \text{ Վտ} :$$

Տեխնիկայում շատ հաճախ հզորության ավելի խոշոր միավորներ են կիրառում՝ կիլովատտը և մեգավատտը.

$$1 \text{ կՎտ} = 1000 \text{ Վտ}, \quad 1 \text{ ՄՎտ} = 1\ 000\ 000 \text{ Վտ} :$$

Հզորությունը ցանկացած շարժիչի կարևորագույն բնութագիրն է: Տարբեր շարժիչների հզորությունը փայտանվում է սկսած կիլովատտի փասնորդական և հարյուրերորդական մասերից (էլեկտրական սափրիչի և կարի մեքենայի շարժիչները) մինչև մի քանի միլիոն կիլովատտ (տիեզերանավերի հրթիռների շարժիչները):

Մարդու սիրտը միջին հաշվով 2,2 Վտ հզորություն է զարգացնում: Բայց կանգնած րեղից թռչելու կամ էլ ծանրություն բարձրացնելու ժամանակ մարդը կարող է հազար անգամ ավելի մեծ հզորություն զարգացնել:

Իմանալով հզորությունը՝ կարելի է որոշել աշխատանքը: (19.1) բանաձևից հետևում է, որ

$$A = N t; \quad (19.2)$$

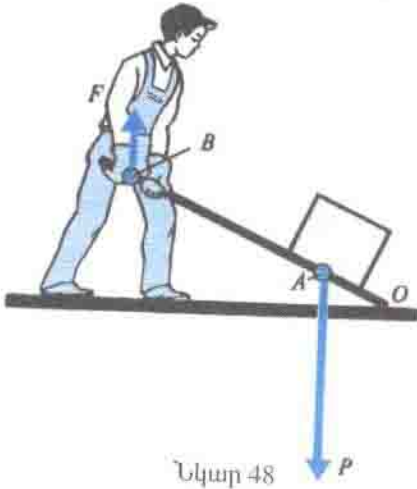
Աշխատանքը որոշելու համար անհրաժեշտ է հզորությունը բազմապատկել այդ աշխատանքը կատարելու համար ծախսված ժամանակով:

Նարցեր

1. Ի՞նչ է բնութագրում հզորությունը:
2. Ի՞նչ է ցույց փալիս հզորությունը:
3. Ինչպե՞ս է որոշվում հզորությունը:
4. Ինչպե՞ս է կոչվում հզորության միավորը միավորների ՄՏ-ում:
5. Իմանալով հզորությունն ու ժամանակը՝ ինչպե՞ս կարելի է որոշել աշխատանքը:

§ 20. Լծակ

Մարդու ֆիզիկական ուժը սահմանափակ է: Այդ պատճառով նա հաճախ է գանազան հարմարանքներ օգտագործում, որոնց միջոցով զգալիորեն մեծացնում է իր կողմից կիրառվող ֆիզիկական ուժը: Այդպիսի հարմարանքի օրինակ է լծակը: **Լծակն** անշարժ հենարանի շուրջը պտտվելու



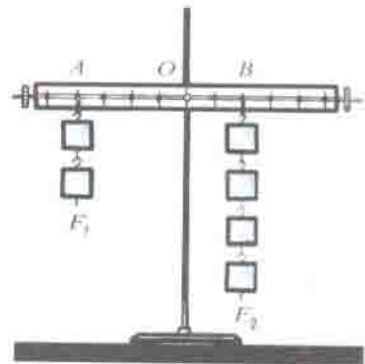
հնարավորություն ունեցող պինդ մարմին է: Որպես լծակ կարող են օգտագործվել երկաթյա լինգը, փախփակը, հասար փայտե ձողը և դրանց նման առարկաները:

Լծակը գործածելու երկու հիմնական ձևեր կան: Առաջինի դեպքում անշարժ հենարանի O կետը գտնվում է գործադրվող ուժերի ազդման ուղղությունների միջև (նկ. 47): Երկրորդ դեպքում այն գտնվում է ազդող ուժերի մի կողմում (նկ.48):

Լծակի օգտագործումը թույլ է տալիս շահել ուժի մեջ: Այսպես, օրինակ, նկ. 47-ում պարկերված բանվորը լծակի վրա 400 Ն ուժ գործադրելով՝ կարողանում է 800 Ն կշիռ ունեցող բեռ բարձրացնել: 800 Ն-ը բաժանելով 400 Ն-ի վրա՝ պարզում ենք, որ բանվորը ուժի մեջ շահում է 2 անգամ:

Լծակի օգտագործմանը ուժի շահումը որոշելու համար անհրաժեշտ է իմանալ Արքիմեդի կանոնը: Արքիմեդն այդ կանոնը հայտնագործել է դեռևս մ.թ.ա. 3-րդ դարում: Այդ կանոնը սահմանելու համար կարարենք այսպիսի փորձ: Ամրակալին ամրացնենք լծակ և նրա պարման առանցքի աջ ու ձախ կողմերում բեռներ կախենք

(նկ. 49): Լծակի վրա ազդող F_1 և F_2 ուժերը հավասար կլինեն այդ բեռների կշիռներիին: Փորձը ցույց կտա, որ եթե մի ուժի բազուկը (այսինքն՝ OA հեռավորությունը) երկու անգամ գերազանցում է մյուս ուժի բազուկին (OB հեռավորությանը), ապա 2 Ն ուժը կարող է հավասարակշռել 2 անգամ մեծ, այսինքն՝ 4 Ն ուժ:



Նկար 49

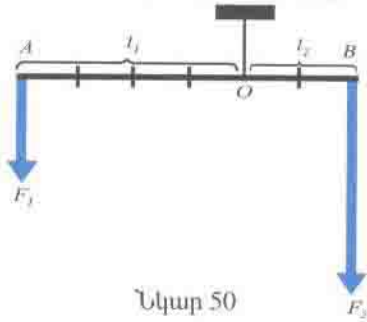
Այսպիսով, *փոքր ուժով մեծ ուժը*

հավասարակշռելու համար անհրաժեշտ է, որ փոքր ուժի բազուկը գերազանցի մեծ ուժի բազուկին: Լծակի միջոցով ստացվող ուժի շահումը որոշվում է գործադրված ուժերի բազուկների հարաբերությամբ: Սա է լծակի կանոնը:

Եթե ուժերի բազուկները նշանակենք l_1 և l_2 փառերով (նկ. 50), ապա լծակի կանոնը կարելի է ներկայացնել հետևյալ բանաձևով.

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{l_1}{l_2}; \quad (20.1)$$

Այս բանաձևը ցույց է տալիս, որ լծակը հավասարակշռության մեջ է գտնվում, եթե նրա վրա գործադրվող ուժերը հակադարձ հասնեմարակն են իրենց բազուկներին:



Նկար 50

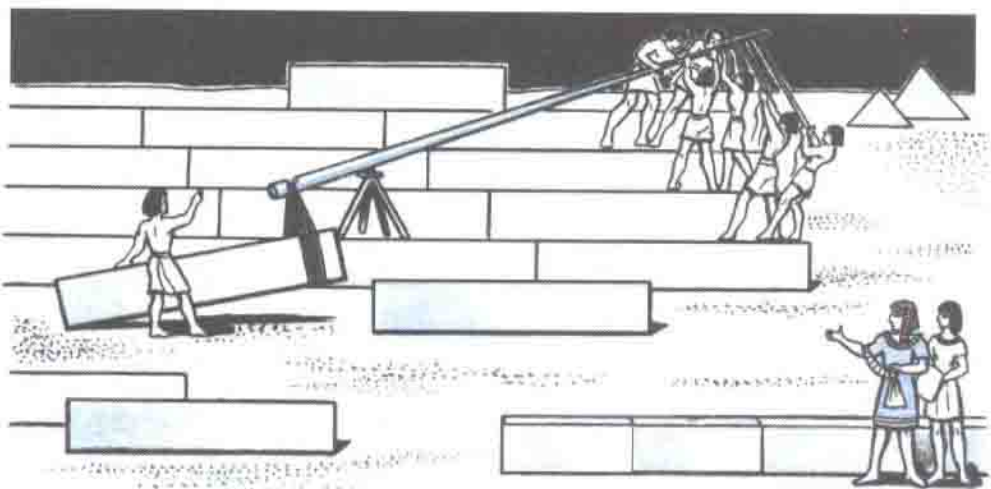
Լծակը մարդու կողմից կիրառվել է դեռևս խոր հնադարում: Տին Եգիպտոսում բուրգերի կառուցման ժամանակ ծանր քարե սալերը լծակի միջոցով են բարձրացվել ու շարվել պատերին (նկ. 51): Առանց լծակ օգտագործելու դա անհնար կլիներ: Չէ՞ որ, օրինակ, 147,5 մետր բարձրություն ունեցող

Քեոպսի բուրգի կառուցման համար 2,5 միլիոնից ավելի քարասալեր են օգտագործվել: Քարասալերից ամենափոքրի գանգվածը 2,5 տոննա է:

Մեր ժամանակներում լծակները լայնորեն օգտագործվում են ինչպես արտադրության մեջ (օրինակ՝ վերամբարձ կոունկը), այնպես էլ կենցաղում (մկրար, կշեռք, արցան և այլն):

Նարցեր

1. Ի՞նչ է իրենից ներկայացնում լծակը:



Նկար 51

2. Ո՞րն է լծակի կանոնը:
3. Ո՞վ է այն հայրնագործել:
4. Բերե՛ք լծակի կիրառման օրինակներ:
5. Դիպե՛ք 52, ա և 52, բ նկարները. բեռը փեղափոխելը ո՞ր դեպքում է հեշտ: Ինչո՞ւ:

Փորձարարական առաջադրանք: Քանոնի փակ մաքիսը դրեք այնպես, որ այն գրնվի հավասարակշռության վիճակում: Քանոնի ու մաքիսի դիրքը թողնելով անփոփոխ՝ լծակի մի թևին դրեք մեկ հարմերադադրամ, մյուս թևին՝ երեք հարմերադադրամ երեք հարմերադադրամ այնպես, որ լծակի հավասարակշռությունը չխախտվի: Չափեք դրամների կողմից քանոնի վրա գործադրված ուժերի բազուկները և ստուգե՛ք լծակի կանոնը:



Նկար 52

§ 21. Մոմենտների կանոնը

Այն ժամանակվանից, երբ Արքիմեդը ձևակերպեց լծակի կանոնը, այն գրեթե 1900 փարի նախնական փեսքով պահպանեց իր գոյությունը: Եվ միայն 1687 թվականին ֆրանսիացի գիտնական Պ. Վարիսյոնը կանոնին ավելի ընդհանուր փեսք փվեց՝ օգտագործելով «ուժի մոմենտ» հասկացությունը: Ուժի և նրա բազուկի արտադրյալը կոչվում է **ուժի մոմենտ**.

$$M = F \cdot l, \quad (21.1)$$

որտեղ M -ը ուժի մոմենտն է, F -ը ուժը, l -ը ուժի բազուկը:

Ապացուցենք, որ *լծակը հավասարակշռության վիճակում է, եթե ժամալսքի ուղղությամբ նրան պարտող ուժի մոմենտը հավասար է ժամալսքի ընթացքին հակառակ ուղղությամբ նրան պարտող ուժի մոմենտին*, այսինքն՝

$$M_1 = M_2 :$$

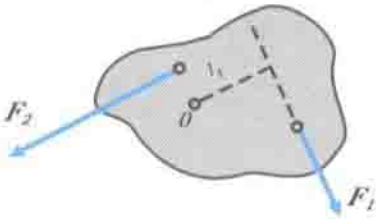
$$(21.2)$$

Այս հավասարությունն ապացուցելու համար օգտվենք (21.1) բանաձևից, որտեղից հետևում է, որ՝

$$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2,$$

որտեղ $F_2 \cdot l_2 = M_2$ -ը այն ուժի մոմենտն է, որը ձգվում է լծակը պտտել ժամսլաքի շարժման ուղղությամբ (տե՛ս նկ. 50), իսկ $F_1 \cdot l_1 = M_1$ -ը՝ այն ուժի մոմենտը, որ ձգվում է լծակը պտտել ժամսլաքի շարժման հակառակ ուղղությամբ: Այսպիսով՝ $M_1 = M_2$, ինչը և պահանջվում էր ապացուցել:

Բանաձև 21.2-ը արտահայտում է **մոմենտների կանոնը**: Այս կանոնը ճիշտ է ամրացված առանցքի շուրջը պտտվելու հնարավորություն ունեցող ցանկացած պինդ մարմնի համար: Այդպիսին է, օրինակ, նկար 53-ում պարկերված մարմինը: Այդ մարմնի պտտման առանցքն ուղղահայաց է նկարի հարթությանը և անցնում է O տառով նշանակված կետով: Տվյալ դեպքում F_1 ուժի բազուկը առանցքից մինչև ուժի ազդեցության գիծը եղած l_1 հեռավորությունն է:



Նկար 53

Ընդհանուր առմամբ, ուժի մոմենտը որոշում են հետևյալ կերպ: Նախ՝ նշում են ուժի ազդեցության գիծը: Այնուհետև՝ O կետից, որով անցնում է պտտման առանցքը, ուղղահայաց են իջեցնում այդ գծին: Ուղղահայացի երկարությունը կազմում է տվյալ ուժի

բազուկը: Ազդող ուժը բազմապատկելով իր բազուկով, որոշում են ուժի մոմենտը՝ պտտման տվյալ առանցքի նկատմամբ:

Ուժի մոմենտը բնութագրում է ուժի պտտական ազդեցությունը: Այդ ազդեցությունը կախված է ոչ միայն ուժից, այլ նաև նրա բազուկից: Այդ պատճառով, օրինակ, երբ ցանկանում են դուռը բացել, ձգվում են ուժը գործադրել պտտման առանցքից որքան կարելի է հեռու, ըստ որում, ոչ մեծ ուժ գործադրելով՝ ստանում են զգալի պտտման մոմենտ, և դուռը բացվում է: Ծխահիների մոտ ճնշում գործադրելով դուռը բացելը շատ ավելի դժվար է: Այդ նույն պատճառով ավելի հեշտ է պնդողակը թուլացնել երկարաթև պտտարակաբանալիով:

Միավորների ՄՔ-ում ուժի մոմենտի միավորը *նյուտոն մետրն* է

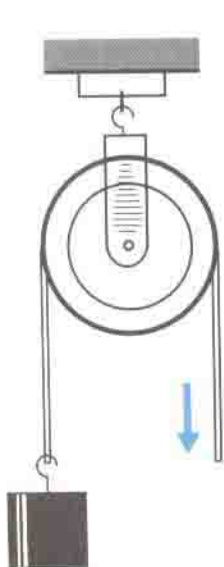
(1 Նմ): Դա 1 մետր բազուկ ունեցող 1 Ն ուժի մոմենտն է:

Նարցեր

1. Ի՞նչն են անվանում ուժի մոմենտը:
2. Ձևակերպեք մոմենտների կանոնը:
3. Ի՞նչ է բնութագրում ուժի մոմենտը:
4. Ինչն՞ է դրան բռնակը ծխնիների հակադիր կողմում են ամրացնում:
5. Ինչպե՞ս է որոշվում ուժի մոմենտը:
6. Ո՞րն է ուժի մոմենտի միավորը:

§ 22. Ճախարակ

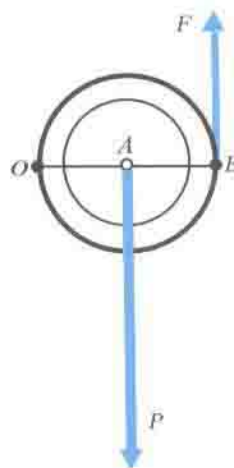
Ճախարակը ակոսավոր անիվի ձև ունեցող սարք է: Ակոսն իր մեջ է պահում ճախարակն աշխարհացնող պարանը, ճուպանը կամ շղթան: Ճախարակները բաժանվում են երկու հիմնական տեսակի՝ շարժական և անշարժ: *Անշարժ* ճախարակի առանցքն ամրացված է և բեռներ բարձրացնելու ժամանակ ո՛չ իջնում է, ո՛չ բարձրանում (նկ. 54): Իսկ *շարժական* ճախարակի առանցքը բարձրացվող բեռի հետ միասին տեղաշարժվում է (նկ. 55):



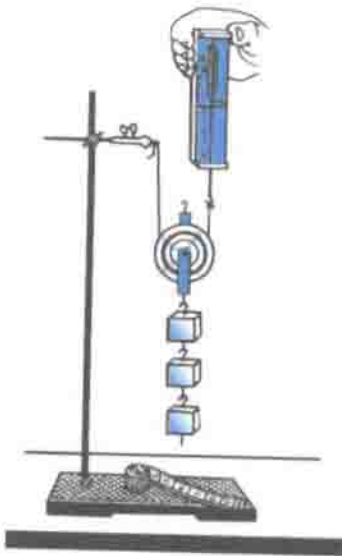
Նկար 54



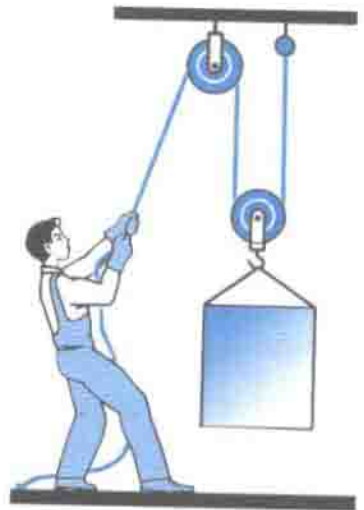
Նկար 55



Նկար 56



Նկար 57



Նկար 58

Անշարժ ճախարակն ուժի շահում չի տալիս: Այսպիսի ճախարակը կիրառվում է միայն ուժի ազդեցության ուղղությունը փոխելու համար: Այսպես, օրինակ, ճախարակի անվին զգված պարանի վրա դեպի ներքև ուղղված ուժ կիրառելով՝ մենք բեռին ստիպում ենք վեր բարձրանալ (նկ. 54):

Այլ իրավիճակ է շարժական ճախարակի դեպքում: Այս ճախարակը թույլ է տալիս որևէ ուժով դրանից երկու անգամ ավելի մեծ ուժ հավասարակշռել: Ավան Նապաստուկցեյու համար դիմենք նկ. 56-ին: Գործադրելով F ուժը՝ մենք ձգում ենք ճախարակը պարպեցնել O կետով անցնող առանցքի շուրջը: Այդ ուժի մոմենտը հավասար է $F \cdot l$ արտադրյալին, որտեղ l -ը F ուժի բազուկն է և հավասար է ճախարակի OB փրամագծին: Մրա հետ միաժամանակ, ճախարակին անբացված բեռը P կշռով $P \cdot \frac{l}{2}$ մոմենտ է ստեղծում, որտեղ $\frac{l}{2}$ -ը P ուժի բազուկն է և հավասար է ճախարակի OA շառավղին: Մոմենտների (21.2) կանոնին համապարասխան

$$Fl = P \frac{l}{2}, \quad (22.1)$$

որտեղից՝

$$F = \frac{P}{2}, \quad (22.2)$$

(22.2) բանաձևից հետևում է, որ

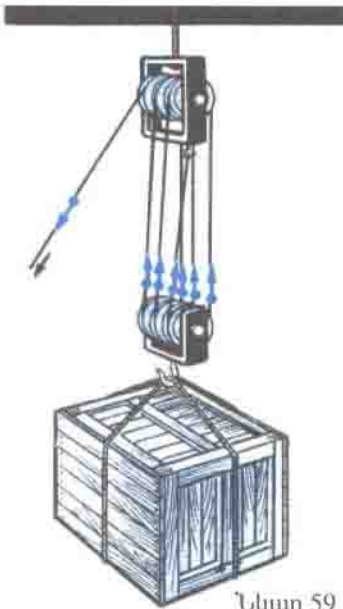
$$\frac{P}{F} = 2:$$

Սա նշանակում է, որ շարժական ճախարակ կիրառելու դեպքում ուժի մեջ շահում ենք 2 անգամ: Նկար 57-ում պատկերված փորձը հասարարում է այս եզրակացությունը:

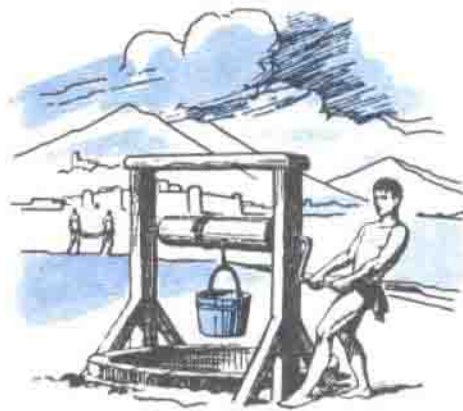
Գործնականում հաճախ կիրառվում է շարժական և անշարժ ճախարակների զուգակցությունը (նկ. 58), ինչը թույլ է տալիս փոխել ուժի ազդեցության ուղղությունը և միաժամանակ շահել ուժի մեջ:

Ուժի մեջ ավելի մեծ շահում ստանալու նպատակով կիրառվում է **բազմաճախարակ (պոլիսպասք)** կոչվող սարքը: Նույնպես պոլիսպասք բառը կազմված է երկու արմատներից՝ պոլի (բազմա) և սպաս (ծգում են):

Բազմաճախարակը կազմված է երեք շարժական և երեք անշարժ ճախարակներից (նկ. 59): Քանի որ շարժական ճախարակներից յուրաքանչյուրը կրկնապատկում է քարշի ուժը, ապա այդպիսի բազմաճախարակն ընդհանուր առմամբ ուժի վեցակի շահում է տալիս:



Նկար 59



Նկար 60

Նարցեր

1. Ճախարակների ինչպիսի՞ փեսակներ գիտեք:
2. Ինչո՞վ է շարժական ճախարակը փարբերվում անշարժ ճախարակից:

3. Ի՞նչ նպատակով են օգտագործում շարժական ճախարակը:
4. Ի՞նչ է բազմաճախարակը: Ինչպիսի՞ շահում է այն փալիս ուժի մեջ:

§ 23. Այլ մեխանիզմներ

Ուժի ուղղության կամ մեծության վերափոխման նպատակով կիրառվող մեխանիկական սարքերը կոչվում են **պարզ մեխանիզմներ**: Այդպիսի մեխանիզմների թվին են պատկանում ոչ միայն մեր կողմից դիտարկված լծակներն ու ճախարակները, այլև մի շարք ուրիշ հարմարանքներ (օրինակ՝ սեպը, պտուպակը, թեք հարթությունը, ոլորանը):

Ոլորանը կազմված է գլանից (թմբուկից) և նրան ամրացրած բռնակից: Այս հասարակ սարքը հայտնագործվել է խոր հնադարում: Առավել հաճախ այն օգտագործվել է ջրհորից ջուրը վեր բարձրացնելու համար (նկ. 60):

Ոլորանի փված ուժի շահումը որոշվում է բռնակի պտտման շրջանագծի և վրան պարան փաթաթած գլանի շառավիղների հարաբերությամբ:

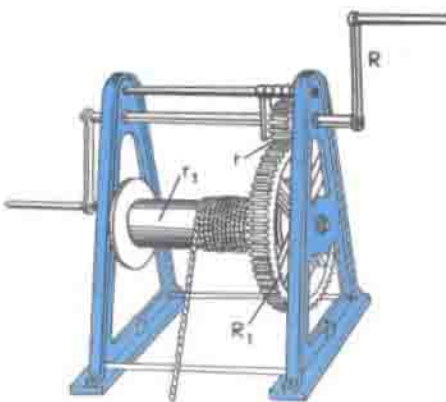
Ավելի կատարյալ սարք է **կարապիկը** (նկ. 61): Կարապիկի մեջ համադրված են ոլորանի գլանը և փարբեր փրամագծեր ունեցող երկու արամնանիվներ:

Կարապիկը կարելի է դիտարկել որպես երկու ոլորանների համադրում, որոնցից մեկը (բռնակ+փոքր արամնանիվ) ուժի շահում է փալիս R/r անգամ (տե՛ս նկ. 61), իսկ մյուսը (մեծ արամնանիվ+վրան պարան փաթաթած գլանը) ուժի շահում է փալիս

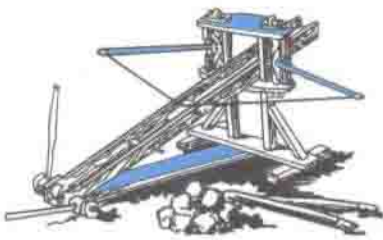
R_1/r_1 անգամ: Ուժի ընդհանուր շահումը հավասար է նրանց արտադրյալին, այդ պատճառով արտահայտվում է այսպես.

$$\text{ուժի շահումը} = \frac{R}{r} \cdot \frac{R_1}{r_1} :$$

Եթե, օրինակ, բռնակի լծակի երկարությունը՝ $R=60$ սմ, փոքր արամնանիվի շառավիղը՝ $r=5$ սմ,



Նկար 61



Նկար 62



Նկար 63

մեծ արամնանիվի շատավիղը՝ $R_1=50$ սմ և կարապիկի գլանի շատավիղը՝ $r_1=10$ սմ, ապա փոխյալ կարապիկի օգնությամբ մենք գործադրված ուժի 60 անգամ շահում կստանանք:

Հին ժամանակներում շար պարզ մեխանիզմներ օգտագործվում էին ուղղանկյան նպարակներով (նկ. 62, 63):

Այդ բնագավառում արված իր բազմաթիվ գյուտերով մեծ փառք ձեռք բերեց Արքիմեդը:

Մ. թ. ա. 212 թվականին հռոմեական զորքերը պաշարեցին Սիրակուզա քաղաքը: 75 փարեկան Արքիմեդը գլխավորեց հարազատ քաղաքի պաշտպանությունը: Նրա նախագծած սարքերն ապշեցնում էին ժամանակակիցներին: Հռոմեական զորքերն ահռելի կորուստներ էին կրում Արքի-



Նկար 64

մեղի սրեղծած «երկաթե թաթերից» և մյուս նեպող սարքերից: Պարմիչ Պլուպարբոսի խոսքերով ասած՝ բանն այնտեղ էր հասել, որ հռոմեացի զինվորները, փեսածից սարսափած, եթե քաղաքային պարսպի վրա շարժվող պարանի կամ գերանի կտոր էին փեսնում, գոռում էին. «Նրեն, հրեն, եկավ», և կարծելով, թե Արքիմեղի սրեղծած հերթական սարքն իրենց քաղաքարդ կանի, փախուստի էին դիմում:

Սիրակուզայի պաշարումը մի քանի ամիս փրկեց: Եվ միայն քաղաքային դարպասները բացած դավաճանների միջոցով հռոմեացիները վերջապես կարողացան քաղաք ներխուժել: «Ստոր կապաղության և ստոր ընչաքաղցության բազմաթիվ օրինակներ կարելի է հիշել Սիրակուզայի թալանի մասին,- գրում է Տիտոս Լիվիոսը (մ.թ.ա. 1-ին դ.),- բայց դրանց մեջ ամենամեծ սպորությունը Արքիմեղի սպանությունն է: Վայրենի խառնաշփոթության մեջ գազանացած զինվորների գոռգոռոցներն ու ուրբերի դոփյուններն արհամարհելով՝ Արքիմեղը, ավագին գծած իր գծագրերին նայելով, հանգիստ խորհում էր, և ինչ-որ մի կողոպտիչ սրահար արեց նրան՝ չկասկածելով անգամ, թե ով է իր գոհը» (նկ. 64):

Նարցեր

1. Ի՞նչն են անվանում պարզ մեխանիզմներ:
2. Ինչպիսի՞ պարզ մեխանիզմներ գիտեք:
3. Ի՞նչ է ոլորանը: Ինչպե՞ս է որոշվում նրա փված ուժի շահումը:
4. Ի՞նչ մասերից է կազմված կարասիկը:

§ 24. Օգտակար գործողության գործակից

Այն կամ այն մեխանիկական սարքը կամ մեքենան օգտագործելով՝ մենք աշխատանք ենք կատարում: Կատարված աշխատանքը միշտ գերազանցում է այն աշխատանքին, որն իսկապես անհրաժեշտ է դրված նպատակին հասնելու համար: Դրան համապատասխան՝ միմյանցից գանազանում են *ծախսված աշխատանքը՝ $A_{\text{ծախ}}$ և օգտակար աշխատանքը՝ $A_{\text{օգտ}}$* : Օրինակ՝ եթե մեր նպատակն է m գանգված ունեցող բեռը բարձրացնել h բարձրության վրա, ապա օգտակար աշխատանքը միայն այն աշխատանքն է, որը ծախսվում է բեռի վրա ազդող ծանրության ուժը

հաղթահարելու համար: Բեռը հավասարաչափ բարձրացնելու դեպքում, երբ մեր կողմից կիրառված ուժը հավասար է բեռի ծանրության ուժին, այդ աշխատանքը կարելի է որոշել բանաձևով.

$$A_{\text{օգտ}} = F_{\delta} h = mgh: \quad (24.1)$$

Իսկ եթե բեռը բարձրացնելու համար մենք օգտագործում ենք ճախարակ, կռունկ կամ էլ մի այլ մեքենա, ապա բեռի ծանրության ուժից բացի հարկ է լինում հաղթահարել նաև մեքենայի մասերի ծանրության ուժը, ինչպես նաև այդ մեքենայում գործող շփման ուժը: Օրինակ՝ շարժական ճախարակ օգտագործելու դեպքում մենք հարկադրված ենք լրացուցիչ աշխատանք կատարել.

ա) որպեսզի բարձրացնենք ճախարակը և ճուպանը,

բ) որպեսզի հաղթահարենք շփման ուժը ճախարակի առանցքում:

Այս ամենի պարզառոտ մեր կողմից ծախսված աշխատանքը միշտ գերազանցում է անհրաժեշտ օգտակար աշխատանքին՝

$$A_{\text{ծախս}} > A_{\text{օգտ}}:$$

Օգտակար աշխատանքը միշտ այն ընդհանուր աշխատանքի մի որոշ մասն է, որը մարդը կատարում է մեխանիզմների միջոցով:

Այն ֆիզիկական մեծությունը, որը ցույց է տալիս, թե օգտակար աշխատանքը կատարված աշխատանքի որ մասն է կազմում, կոչվում է մեխանիզմի **օգտակար գործողության գործակից**:

Օգտակար գործողության գործակիցը կրճար գրվում է ՕԳԳ:

Մեխանիզմի ՕԳԳ-ն գտնելու համար օգտակար աշխատանքը պետք է բաժանել այն աշխատանքի վրա, որը ծախսվել է Կոլյայ Կոլյայի կազմակերպության սարքն օգտագործելու ժամանակ:

Օգտակար գործողության գործակիցը հաճախ արտահայտում են արտահայտությամբ և նշանակում հունական η (կարդացվում է «էփա») տառով.

$$\eta = \frac{A_{\text{օգտ}}}{A_{\text{ծախս}}} \cdot 100\%: \quad (24.2)$$

Քանի որ այս բանաձևում $A_{\text{օգտ}}$ համարիչը միշտ փոքր է $A_{\text{ծախս}}$ հայտարարից, ապա ՕԳԳ-ը ներկայացնող թիվը միշտ փոքր է 1-ից (կամ 100 %-ից):

Նախագծող ինժեներները Կոլյայի կազմակերպության սարքեր նախագծելիս միշտ

ձգվում են մեծացնել փեխանիկական սարքերի ՕԳԳ-ն: Այդ նպատակով փոքրացնում են սարքի զանգվածը և շփումը նրա առանցքներում:

Այն դեպքերում, երբ շփումը նվազագույն է, իսկ օգտագործվող փեխանիկական սարքերի զանգվածը բարձրացվող բեռի համեմատությամբ այնքան փոքր, որ կարելի է հաշվի չառնել, օգտակար գործողության գործակիցը միայն մի փոքր է գիջում 1-ին: Նման դեպքերում կարելի է ծախսված աշխատանքը մոտավորապես հավասար համարել օգտակար աշխատանքին.

$$A_{\text{օգտ}} \approx A_{\text{օրն}}: \quad (24.3)$$

Նարկ է հիշել, որ *պարզ մեխանիզմների օգնությամբ աշխատանքի մեջ շահել հնարավոր չէ*: Քանի որ (24.3) հավասարման մեջ աշխատանքներից յուրաքանչյուրը կարելի է արքահայտել որպես համապատասխան ուժի և անցած ճանապարհի արգադրյալ, ապա այդ հավասարումը կարելի է ներկայացնել այս փեսքով.

$$F_1 S_1 \approx F_2 S_2: \quad (24.4)$$

Այսպեղից հետևում է, որ

Մեխանիզմի օգնությամբ շահելով ուժի մեջ՝ մենք եույնքան անզամ կորցնում ենք ճանապարհի մեջ և հակառակը:

Այս օրենքը կոչվում է **մեխանիկայի «ոսկի կանոն»**: Օրենքի հեղինակը հին հույն գիտնական Ներոն Ալեքսանդրիացին է, որն ապրել է մ. թ. ա. I դարում:

Մեխանիկայի «ոսկի կանոնը» մոտավոր օրենք է, որովհետև նրանում հաշվի չի առնվում.

ա) շփման ուժերը հաղթահարելու վրա ծախսված աշխատանքը,

բ) օգտագործվող մեխանիկական հարմարանքների մասերի ծանրության ուժը:

Բայց և այնպես, ցանկացած պարզ մեխանիզմի աշխատանքի վերլուծության դեպքում «ոսկի կանոնը» շար օգտակար է:

Օրինակ, այս կանոնի իմացության շնորհիվ մենք միանգամից կարող ենք ասել, որ նկար 47-ում պատկերված բանվորը, ուժի մեջ կրկնակի շահելով, բեռը 10 սմ բարձրացնելու համար պետք է լծակի հակառակ

ծայրն իջեցնի 20 սմ: Նույն բանը կլինի և նկար 58-ում պատկերված դեպքում: Երբ պարանի ծայրը բռնած մարդու ձեռքը 20 սմ ցած իջնի, շարժական ճախարակին ամրացված բեռը կբարձրանա միայն 10 սմ:

Նարքեր

1. Ինչո՞ւ մեխանիկական հարմարանքներ օգտագործելու դեպքում ծախսված աշխատանքը միշտ մեծ է օգտակար աշխատանքից:
2. Ի՞նչն են անվանում մեխանիզմի օգտակար գործողության գործակից:
3. Կարո՞ղ է փեխնիկական սարքի ՕԳԳ-ն հավասար լինել 1-ի (կամ 100 %-ի):
4. Ի՞նչ եղանակներով են մեծացնում ՕԳԳ-ն:
5. Ինչո՞ւմն է կայանում մեխանիկայի «ոսկի կանոնը», ո՞վ է հեղինակը:
6. Բերե՛ք պարզ մեխանիզմներ օգտագործելիս մեխանիկայի «ոսկի կանոնի» դրսևորման օրինակներ:

§ 25. Նյութի կառուցվածքը

Ֆիզիկայում ոչ միայն դիտում ու նկարագրում են երևույթներն ու մարմինների հատկությունները, այլև ձգտում են բացատրել, թե ինչու են դրանք փեղի ունենում հենց այդպես, և ոչ թե այլ կերպ: Օրինակ, ինչո՞ւ հափալին թափված ջուրը հոսում է, իսկ փաք թավայի մեջ այն հավաքվում է կաթիլների փեսքով: Ինչո՞ւ գազը հեշտ է սեղմել, իսկ պինդ մարմինը կամ հեղուկը՝ շար դժվար: Ինչո՞ւ պողպատի կտորը շիկացած վիճակում ավելի հեշտ կարելի է ծռել ու փափակացնել, քան՝ սառը վիճակում:

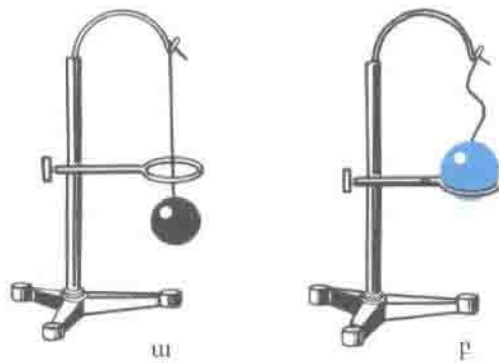
Այս և բազմաթիվ այլ հարցերի կարելի է պատասխանել, բայց դրա համար պետք է իմանալ նյութի կառուցվածքը: Նյութի կառուցվածքի մասին գիտելիքները ոչ միայն հնարավորություն են փայխա բացատրել ֆիզիկական շար երևույթներ, այլև օգնում են կանխատեսել երևույթների ընթացքը, իմանալ, թե ինչ պետք է անել դրանք արագացնելու կամ դանդաղեցնելու համար, այսինքն՝ օգնում են կառավարել երևույթները:

Ուսումնասիրելով մարմինների կառուցվածքը՝ կարելի է բացատրել նրանց հատկությունները, ինչպես նաև սրեղծել անհրաժեշտ հատկություններով նոր նյութեր՝ կարծր ու ամուր համաձուլվածքներ, ջերմակայուն նյութեր, պլաստմասսաներ, արհեստական կաուչուկ, կապրոն, լավսան և այլն:

Այս բոլոր նյութերը լայնորեն կիրառվում են փեխնիկայում, կենցաղում և բժշկության մեջ:

Նյութի կառուցվածքի մասին մեզ փեղեկություններ են փայխա որոշ երևույթներ ու փորձեր:

Եթե ձեռքերով սեղմենք գնդակը, ապա նրա մեջ լցված օդի ծավալը կփոքրանա: Ուժ գործադրելով՝ կարելի է փոքրացնել նաև ռետինի կամ մոմի ծավալը:



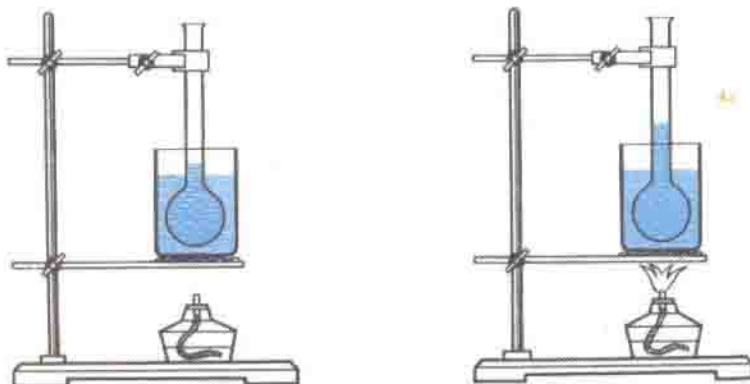
Նկար 65

Բայց ծավալի փոփոխությունը փնտի է ունենում ոչ միայն մեխանիկական ազդեցության հետևանքով:

Սառը վիճակում օդակի միջով ազատորեն անցնող պողպատե գնդիկը (նկ. 65, ա) փաթացնելուց հետո ընդարձակվում է և չի անցնում օդակի միջով (նկ. 65, բ): Երբ գնդիկը սառում է, նրա ծավալը փոքրանում է, և այն կրկին անցնում է օդակի միջով:

Տաքացնելու հետևանքով ընդարձակվում են ոչ միայն պինդ մարմինները, այլև՝ հեղուկները: Նկար 66-ում պարկերված փորձը ցույց է փայլաթե փորձանոթում ինչպես է փոխվում հեղուկի մակարդակը, երբ այրոցի բոցով փաթացնում ենք անոթի ջուրը:

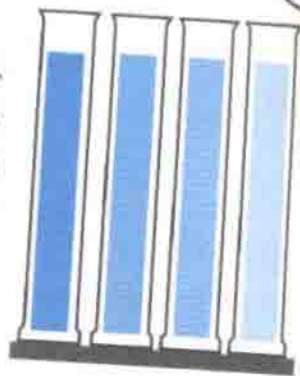
Այսպիսով, փորձերը ցույց են փայլա, որ մարմնի ծավալը կարող է փոփոխվել՝ մեծանալ կամ փոքրանալ: Ինչո՞վ կարելի է բացատրել մարմնի՝ սեփական ծավալը փոխելու հարկությունը: Դա կարելի է բացատրել նրանով, որ *նյութերը կազմված են ատանձին մասնիկներից, որոնց*



Նկար 66

միջև գոյություն ունեն միջանկյալ փարածություններ: Երբ այդ մասնիկները հեռանում են իրարից, մարմնի ծավալը մեծանում է, իսկ երբ մոտենում են իրար, մարմնի ծավալը փոքրանում է:

Այն վարկածը (գիտական ենթադրությունը), թե բոլոր նյութերը կազմված են փոքրագույն մասնիկներից, առաջինն արտահայտել են հին հույն գիտնականները: Նրանք դա հիմնավորում էին այսպես, հուրի փարածումը, հեղուկների գոլորշիացումը, ալիքների ազդեցությամբ ծովափնյա քարի ծավալի աստիճանական նվազումը փեղի են ունենում, քանի որ մարմիններից անջարվում են փոքրագույն մասնիկներ:



Նկար 67

Այդ դեպքում ինչո՞ւ բոլոր նյութերը՝ ջուրը, պողպատը, ծառը հոծ են թվում:

Բանն այն է, որ նյութը կազմող մասնիկները չափազանց փոքր են և փեղավորված են միմյանցից չափազանց փոքր հեռավորության վրա:

Այդ մասնիկների չափերի մասին պարկերացում է փալիս հեպնյալ փորձը (նկ. 67): Փորձանոթի ջրի մեջ լուծենք ներկի շափ փոքր կտոր: Այնուհետև ներկված ջրից մի քիչ լցնենք երկրորդ փորձանոթի մեջ և առաջինին հավասար մաքուր ջուր ավելացնենք: Երկրորդ փորձանոթից մի քիչ ջուր լցնենք երրորդ փորձանոթի մեջ և կրկին մաքուր ջուր ավելացնենք: Նույն բանը կրկնենք չորրորդ փորձանոթի հետ: Ամեն անգամ լուծույթն ավելի բաց գույն կստանա: Դիտարկենք վերջին լուծույթը: Այն թեև շափ թույլ, բայց հավասարաչափ է ներկված: Նեղարբար, նրա յուրաքանչյուր կաթիլը ներկի մասնիկ է պարունակում: Բայց չէ՞ որ ջրում լուծել էինք ներկի շափ փոքր կտոր, և միայն մի չնչին մասն ընկավ վերջին փորձանոթի լուծույթ: Նշանակում է ներկի փոքր հատիկը բաղկացած է փոքրագույն չափերով հսկայական քանակությամբ մասնիկներից:

Այս և բազմաթիվ այլ երևույթներ ու փորձեր հաստատում են այն վարկածը, թե բոլոր մարմինները կազմված են փոքրագույն մասնիկներից: Ի՞նչ մասնիկներ են դրանք: Այդ մասին կայապոմենք հաջորդ պարագրաֆում:

Տարցեր

1. Ինչի՞ համար է պեպք իմանալ նյութի կառուցվածքը:
2. Մարդու սրեղծած ի՞նչ նյութեր գիպեք:
3. Ինչո՞վ է բացատրվում նյութերի՝ սեփական ծավալը փոփոխելու հատկությունը:
4. Ինչպիսի՞ երևույթներն են ցույց տալիս, որ նյութերը կազմված են միմյանցից տարածությամբ անջատված մասնիկներից:
5. Չնայած բարդ կառուցվածքին, ինչո՞ւ բոլոր նյութերը մեզ հոծ են թվում:

§ 26. Մոլեկուլներ և ատոմներ

Շար վաղուց, ավելի քան երկու հազար տարի առաջ է հայտնվել այն վարկածը, թե բոլոր նյութերը կազմված են առանձին փոքրագույն մասնիկներից: Սակայն միայն 19-20-րդ դարերի սահմանագծին բացահայտվեց, թե դրանք ինչ մասնիկներ են և ինչպիսի հատկություններ ունեն:

Մասնիկները, որոնցից կազմված են նյութերը, կոչվում են **մոլեկուլներ**: Այսպես, օրինակ, ջրի ամենափոքր մասնիկը ջրի մոլեկուլն է, շաքարի ամենափոքր մասնիկը՝ շաքարի մոլեկուլը:

Իսկ ի՞նչ չափեր ունեն մոլեկուլները:

Նայքին է, որ շաքարը կարելի է սղկել և շաքարի փոշի ստանալ, ցորենի հատիկները կարելի է աղալ և ալյուր ստանալ: Յուղի կաթիլը՝ տարածվելով ջրի մակերևույթին, առաջացնում է թաղանթ, որի հասարությունը տասնյակ հազար անգամ փոքր է մարդու մազի տրամագծից: Սակայն ալյուրի փոշեհատիկի և յուղաթաղանթի շերտի մեջ պարունակվում է ոչ թե մեկ, այլ բազմաթիվ մոլեկուլներ: Նշանակում է՝ այդ նյութերի մոլեկուլների չափերն ավելի փոքր են, քան ալյուրի փոշեհատիկի չափերն ու յուղի թաղանթի հասարությունը:

Կարելի է այսպիսի համեմատություն կատարել. մոլեկուլը ևույնքան անգամ փոքր է միջին չափի խնձորից, որքան անգամ խնձորը փոքր է երկրագնդից: Եթե բոլոր մարմինների չափերը մեծացնենք միլիոն անգամ (այդ դեպքում մարդու մարմի հասարությունը կդառնա 10 կմ), ապա ևույ-

նիսկ այդ դեպքում մոլեկուլն իր չափերով հավասար կլինի այս դասագրքի մեջ հանդիպող միջակերի կեսին:

Մոլեկուլներն անգն աչքով փեսնել հնարավոր չէ: Նրանք այնքան փոքր են, որ 1000 անգամ խոշորացնող մանրադիտակով չեն երևում:

Կենսաբաններին հայտնի են 0,001 մմ չափերով միկրոօրգանիզմներ (օրինակ՝ մանրէները): Իսկ մոլեկուլները դրանցից հարյուրավոր ու հազարավոր անգամ փոքր են:

Մոլեկուլների չափերը որոշելու նպատակով փարբեր փորձեր են կատարվել: Նկարագրենք դրանցից մեկը:

Մաքուր լվացված մեծ անոթի մեջ ջուր լցնելուց հետո նրա մակերեսին մի կաթիլ յուղ են կաթեցնում: Յուղը սկսում է փարածվել և յուղաթաղանթ կազմել: Յուղի փարածվելու հետո յուղաթաղանթի հասարոթյունն ավելի ու ավելի է նվազում: Որոշ ժամանակ անց յուղի փարածվելը դադարում է: Եթե ենթադրենք, որ դա փեղի է ունենում այն պատճառով, որ յուղի բոլոր մոլեկուլները հայտնվում են ջրի մակերևույթին (1 մոլեկուլ հասարոթյամբ յուղաթաղանթ կազմելով), ապա մոլեկուլի փրամագիծը որոշելու համար բավական է որոշել առաջացած յուղաթաղանթի հասարոթյունը:

Յուղաթաղանթի h հասարոթյունը հավասար է նրա V ծավալի և S մակերեսի հարաբերությանը՝

$$h = \frac{V}{S} : \quad (26.1)$$

Յուղաթաղանթի ծավալն այն կաթիլի ծավալն է, որը կաթեցվել էր ջրի մակերևույթին: Կաթիլի ծավալը չափում են նախօրոք: Չափելու համար օգտվում են չափիչ փորձանոթից (մենզուրից): Դատարկ փորձանոթի մեջ կաթեցնում են յուղի հաշվված քանակությամբ (օրինակ՝ մի քանի փասնյակ) կաթիլներ, չափում նրանց ընդհանուր ծավալը, հետո այդ ծավալը բաժանում են կաթիլների թվի վրա և ստանում մեկ կաթիլի ծավալը:

Նկարագրվող փորձի ժամանակ կաթիլի V ծավալը հավասար է 0,0009 սմ³, իսկ նրանից ստացված յուղաթաղանթի S մակերեսը՝ 5500 սմ²:

(26.1) բանաձևում փեղադրելով փառերի թվային արժեքները՝ կստանանք

$$h = 0,00000016 \text{ սմ:}$$

Այս թվով է արտահայտվում յուղի մոլեկուլի մոտավոր չափը:

Քանի որ մոլեկուլները չափազանց փոքր են, ապա յուրաքանչյուր

նյութ պարունակում է մոլեկուլների հսկայական քանակություն: Մոլեկուլների քանակի մասին պարկերացում կազմելու համար այսպիսի օրինակ բերենք: Ռեփինե մանկական գնդակի մեջ երեք գրամ զանգվածով ջրածին լցնենք: Գնդակի մեջ այնպիսի փոքր անցք բացենք, որ յուրաքանչյուր վայրկյան անցքից կարողանան դուրս գալ ջրածնի մեկ միլիոն մոլեկուլներ: Որպեսզի գնդակը դադարակվի, կպահանջվի 30 միլիարդ տարի:

Չնայած որ մոլեկուլները նյութի շաք փոքր մասնիկներ են, սակայն նրանք ևս բաժանելի են: Մոլեկուլը կազմող մասնիկները կոչվում են **ատոմներ**:

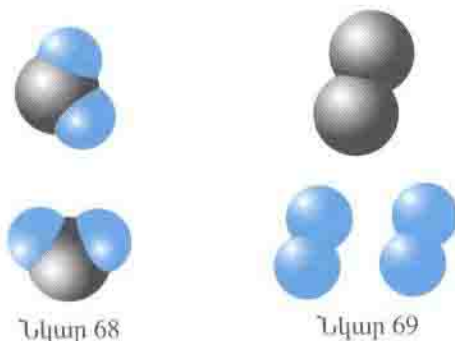
Յուրաքանչյուր նյութի ատոմ ընդունված է նշանակել հատուկ նշանով: Օրինակ՝

թթվածնի ատոմը՝ O ,
 ջրածնի ատոմը՝ H ,
 ածխածնի ատոմը՝ C :

Գոյություն ունեն հատուկ նշաններ (այսպես կոչված քիմիական բանաձևեր) նաև մոլեկուլները նշանակելու համար: Օրինակ՝ թթվածնի մոլեկուլը բաղկացած է թթվածնի երկու միատեսակ ատոմներից: Այդ պարճառով նրա նշանակման համար օգտագործվում է հերևյալ քիմիական բանաձևը՝ O_2 : Ջրի մոլեկուլը բաղկացած է երեք ատոմներից՝ թթվածնի մեկ և ջրածնի՝ երկու, այդ պարճառով նրա քիմիական բանաձևն ունի H_2O տեսքը:

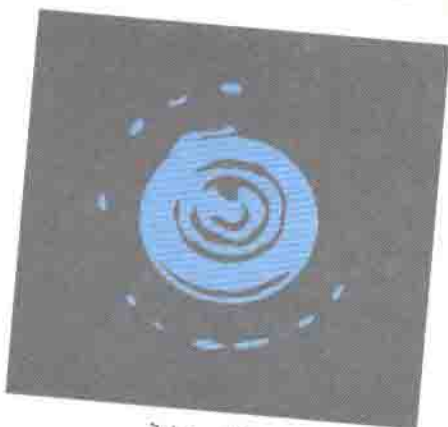
Նկար 68-ում բերված է ջրի երկու մոլեկուլների պայմանական պարկերը: Ջրի երկու մոլեկուլների բաժանման դեպքում սրացվում է թթվածնի երկու և ջրածնի չորս ատոմ: Ջրածնի յուրաքանչյուր երկու ատոմ կարող են կազմել ջրածնի մեկ մոլեկուլ, իսկ թթվածնի երկու ատոմ՝ թթվածնի մեկ մոլեկուլ, որոնց պարզեցված պարկերը ներկայացված է նկար 69-ում:

Ժամանակակից փխնիկական միջոցները հնարավորություն են տալիս սրանալ առանձին ատոմների ու մոլեկուլների լուսանկարներ: Նկար 70-ում պարկերված է արսենիումի ֆտորիդի

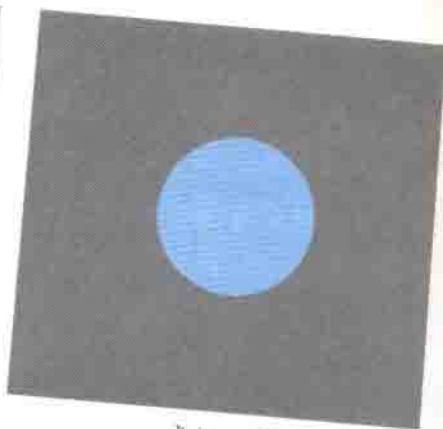


Նկար 68

Նկար 69



Նկար 70



Նկար 71

մոլեկուլի լուսանկարը: Լուսանկարն ստացվել է էլեկտրոնային հոլոգրաֆիական մանրադիֆրակտի միջոցով, որն առարկան խոշորացնում է 70 միլիոն անգամ: Առանձին արոմի լուսանկարը կարելի է տեսնել նկար 71-ում, դա արգոնի արոմի նկարն է՝ մեծացված 260 միլիոն անգամ:

Չնայած արոմները շատ փոքր մասնիկներ են, բայց նրանք նույնպես բարդ կառուցվածք ունեն, որոնց մասին դուք կիմանաք հետագայում:

Տարրեր

1. Ինչպե՞ս են կոչվում այն մասնիկները, որոնցից կազմված է նյութը:
2. Նկարագրեք փորձ, որի միջոցով կարելի է որոշել մոլեկուլի չափերը:
3. Ինչպե՞ս են կոչվում այն մասնիկները, որոնցից կազմված են մոլեկուլները:
4. Ի՞նչ արոմներից է կազմված ջրի մոլեկուլը: Ի՞նչ է նշանակում H_2O բանաձևը:
5. Գրեք ջրածնի մոլեկուլի քիմիական բանաձևը, եթե հայտնի է, որ այդ մոլեկուլը կազմված է ջրածնի նույնատեսակ երկու արոմներից:
6. Զանի՞ս ինչպիսի՞ արոմներից է կազմված ածխաթթու գազի մոլեկուլը, եթե նրա քիմիական նշանը CO_2 տեսքն ունի:

√ § 27. Դիֆուզիա

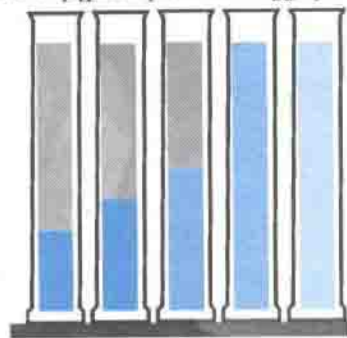
Եթե սենյակ բերվի որևէ հոփապետ նյութ, օրինակ՝ եթեր, ապա որոշ ժամանակ անց նրա հոփը կփարածվի ողջ սենյակով մեկ: Ինչպե՞ս է դա փեղի ունենում: Տոբի փարածումը բացատրվում է մոլեկուլների շարժումով: Մոլեկուլների շարժումն անընդհար և անկանոն բնույթ է կրում: Օդի կազմի մեջ մտնող գազերի մոլեկուլների հեթ բախվելով՝ եթերի մոլեկուլները բազմակի անգամ փոխում են իրենց շարժման ուղղությունը և անկանոն փեղաշարժվելով՝ փարածվում սենյակով մեկ:

Այն, որ բոլոր մարմինների մոլեկուլներն անընդհար և անկանոն շարժվում են, հաստատվում է բազմաթիվ այլ փորձերով: Դիփարկենք դրանցից մեկը:

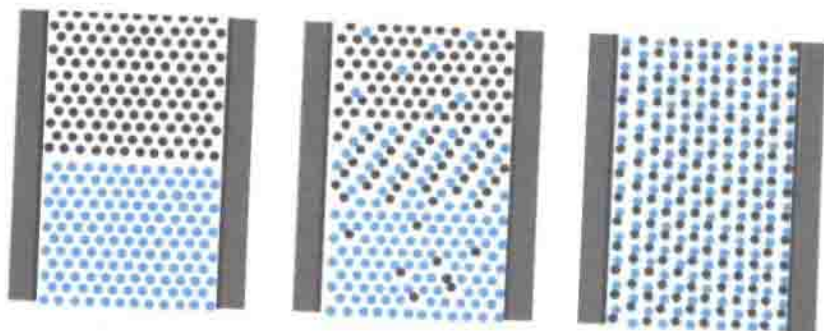
Ապակե փորձանոթի մեջ պղնձարջասպի ջրային լուծույթ Լցնենք: Լուծույթը մուգ կապույտ գույն ունի: Փորձանոթում գրնվող լուծույթի վրա շար գգուշորեն, որպեսզի հեղուկները չխառնվեն, ավելացնենք մաքուր ջուր: Պղնձարջասպը ջրից ծանր է, այդ պարճառով մնում է փորձանոթի հարակին:

Փորձի սկզբում հարակ երևում է երկու հեղուկների սահմանաբաժան գիծը: Փորձանոթը հանգիստ թողնենք: Մի քանի օր անց կարելի է նկատել, որ երկու հեղուկների սահմանագիծը կորցրել է հարակությունը: Իսկ երկու շարաթ անց այդ սահմանն ընդհանրապես կանհեղանա և փորձանոթում կհայտնվի դժգույն կապույտ գույն ունեցող համասեռ հեղուկ (նկ. 72): Դա նշանակում է, որ հեղուկները միախառնվել են: Նյութերի ինքնակամ փոխադարձ ներթափանցելու երևույթը կոչվում է **դիֆուզիա**:

Դիֆուզիայի երևույթն այսպես է բացատրվում: Սկզբում բաժանող շերտի մոտ գրնվող պղնձարջասպի և ջրի առանձին մոլեկուլները շարժման հեղանքով փոխանակվում են փեղերով: Պղնձարջասպի մոլեկուլները թափանցում են ջրի սփորին շերտերի մեջ, իսկ ջրի մոլեկուլները՝ պղնձարջասպի վերին շերտերի մեջ: Այդ պարճառով հեղուկների միջև սահմանը սկսում է կորցնել հարակությունը: Թափանցելով «օրար» հեղուկի մեջ՝ մոլե-



Նկար 72



Նկար 73

կույներն սկսում են իրենց փեղերը փոխել ավելի խոր շերտերում գտնվող մոլեկուլների հետ: Նեղուկների սահմանաբաժան գիծն ավելի ու ավելի է կորցնում իր հստակությունը: Մոլեկուլների անընդհապ ու անկանոն շարժման շնորհիվ փորձանոթի հեղուկն իվերջո դառնում է համասեռ:

Այսպիսով, դիֆուզիայի պարզապես նյութերի մասնիկների անընդհապ և անկանոն շարժումն է: *Դիֆուզիայի ընթացքում մի նյութի մասնիկները թափանցում են մի այլ նյութի միջմասնիկային փարածություն, և նյութերը խառնվում են միմյանց:*

Դիֆուզիայի երևույթը դրսևորվում է և՛ գազերում, և՛ հեղուկներում, և՛ պինդ մարմիններում:

Դիֆուզիան առավել արագ փեղի է ունենում գազերում և այդ պարզապես, որ հոպը օդում այդպես արագ է փարածվում:

Նեղուկներում դիֆուզիան ավելի դանդաղ է ընթանում, քան գազերում: Դրա պարզապես այն է, որ հեղուկներում մոլեկուլներն ավելի խիտ են դասավորված և նրանց միջև «խցկվելը» շար ավելի դժվար է:

Պինդ մարմիններում դիֆուզիան էլ ավելի դանդաղ է ընթանում: Փորձերից մեկի ժամանակ ոսկու և կապարի խնամքով հարթեցված թիթեղները դրեցին մեկը մյուսի վրա և սեղմեցին ծանր բեռով: Նինգ փարի հետո ոսկին ու կապարը իրար մեջ էին թափանցել ընդամենը 1 մմ չափով:

Ջերմաստիճանի աճի հետ դիֆուզիայի ընթացքի արագությունը մեծանում է:

Դիֆուզիան մեծ նշանակություն ունի բույսերի, կենդանիների ու մարդու կենսագործունեության համար: Օրինակ՝ դիֆուզիայի շնորհիվ է թոքերի թթվածինը ներթափանցում մարդու արյան մեջ, իսկ արյունից էլ անցնում հյուսվածքներին:

Նարցեր

1. Բացապրեք՝ ինչպե՛ս է եթերը փարածվում սենյակում: Ի՞նչ է ապացուցում այդ երևույթը:
2. Ի՞նչ է դիֆուզիան:
3. Նկարագրեք հեղուկների դիֆուզիայի երևույթը ցուցադրող որևէ փորձ:
4. Ի՞նչն է դիֆուզիայի պարճառը:
5. Արդյո՞ք միաբնույթ արագ է ընթանում դիֆուզիան գազերում, հեղուկներում և պինդ մարմիններում: Բերեք օրինակներ:
6. Ի՞նչ երևույթի վրա է հիմնված բանջարեղենի աղ դնելը:
7. Բացապրեք, թե օդի թթվածնի մոլեկուլներն ի՞նչ կերպ են թափանցում գետերի, լճերի և այլ ջրամբարների ջրի մեջ:

Փորձարարական առաջադրանք: Բաժակի հափակին կալիումի պերմանգանատի մի փոշեհափկ դրեք և վերևից սառը ջուր լցրեք: Ջուրը չխառնելով՝ որոշեք, թե ինչքան ժամանակ անց կալիումի պերմանգանատի մոլեկուլները կհայտնվեն ջրի վերին շերտերում: Չափելով ջրի մակարդակի բարձրությունը՝ որոշեք դիֆուզիայի ընթացքի արագությունը:

✓ § 28. Մոլեկուլների փոխազդեցությունը

Պինդ մարմիններն ու հեղուկները չեն փրոռվում առանձին մոլեկուլների, թեև նրանց մոլեկուլները բաժանված են միջմոլեկուլային փարածություններով և անընդհար ու անկանոն շարժման մեջ են: Ավելին, պինդ մարմինը, օրինակ, դժվար է ձգել կամ ջարդել: Ինչո՞վ բացապրեկ, որ մարմիններում մոլեկուլները ոչ միայն մնում են մեկը մյուսին սոփ, այլև որոշ դեպքերում շափ դժվար է մեծացնել նրանց հեռավորությունը: Բանն այն է, որ *մարմնի մոլեկուլների միջև գոյություն ունի փոխադարձ ձգողություն*: Յուրաքանչյուր մոլեկուլ դեպի իրեն է ձգում հարևան մոլեկուլին և ինքն էլ ձգվում է նրա կողմից:

Սակայն եթե մենք կալիճը երկու կտոր անենք և նորից միացնենք իրար, կտորները մեկը մյուսին չեն կաշի: Ինչո՞ւ:

Մոլեկուլների միջև ձգողությունը նկատելի է դառնում այն ժամանակ, երբ նրանք մեկը մյուսին շափ մոտ էն գտնվում: Սեփական չափերը գերազանցող հեռավորության վրա մոլեկուլների ձգողությունը զգալիորեն թուլանում է և դադարում իրեն դրսևորել: Կամճի երկու կտորների միջև չափազանց փոքր չափի ճեղքը (0,000001 սմ-ից փոքր) արդեն բավական է, որ գործնականում մոլեկուլների միջև անհետանա ձգողությունը:

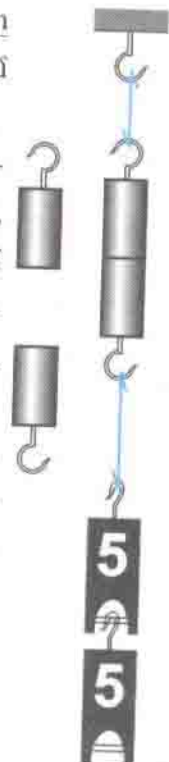
Այդ դեպքում ինչո՞ւ են կաշում պլաստիլինի կամ մածիկի կտորները: Նենց այն պատճառով, որ դրանք հնարավոր է այնքան մոտեցնել, որ մոլեկուլների մեծ մասի միջև սկսեն գործել ձգողական ուժերը և մոլեկուլներին պահել մեկը մյուսի կողքին:

Կաշում (նկ. 74) և նույնիսկ համեմատաբար մեծ բեռավածության դեպքում միմյանցից չեն պոկվում կապարի երկու կտորներ, երբ շափ ամուր իրար են սեղմված հարթ, թարմ կտրվածքներով: Եվ հակառակը, ջարդված ապակու կտորները չեն կաշում մեկը մյուսին, որովհետև նրանք հավում են միայն որոշակի կետերում և մոլեկուլների մեծ մասը հայտնվում է այնպիսի հեռավորության վրա, որոնց դեպքում դրանց ձգողությունը շափ թույլ է:

Սակայն, եթե ապակու բեկորների կամ որևէ մեքենայի կտորների եզրերն այնքան փաթագնեն, որ նրանք սկսեն հավել, ապա կտորները միացնելու դեպքում մոլեկուլները հայտնվում են ձգողական ուժերի ազդեցության ոլորտում և կաշում միմյանց: Այս երևույթի վրա է հիմնված մեքենայների եռակցումը, ինչպես նաև զոդումն ու սոսնձումը:

Այդպիսով, *մոլեկուլների միջև գոյություն ունի փոխադարձ ձգողություն: Այդ ձգողությունը նկատելիորեն դրսևորվում է միայն մոլեկուլների սեփական չափերին մոտ հեռավորությունների դեպքում:*

Բայց այդ դեպքում հարց է առաջանում ինչո՞ւ մոլեկուլների միջև գոյություն ունեն որոշ ազատ փարածություններ: Թվում է, թե մոլեկուլները պետք է ձգեն միմյանց և կաշեն մեկը մյուսին: Դա փեղի չի ունենում այն պատճառով, որ մոլեկուլներ-



Նկար 74

րի միջև ձգողական ուժերի հետ միաժամանակ գործում են նաև վանողական ուժեր: Երբ մոլեկուլները մոտենում են միմյանց սեփական չափերին հավասար հեռավորությունների վրա, սկզբում սկսում է ի հայտ գալ ձգողության ուժը, իսկ մերձեցումը շարունակվելու դեպքում՝ վանողության ուժը, որն սկսում է գերակշռել ձգողության ուժին:

Նենց մոլեկուլների վանողությամբ է պայմանավորված այն երևույթը, երբ սեղմված շաք առարկաներ ուղղվում են: Մարմինները սեղմելով՝ մենք այնքան ենք մոտեցնում նրանց մոլեկուլները, որ փոխադարձ վանումը գերազանցում է ձգողությանը: Այդ պատճառով է ուղղվում, օրինակ, սեղմված գսպանակը:

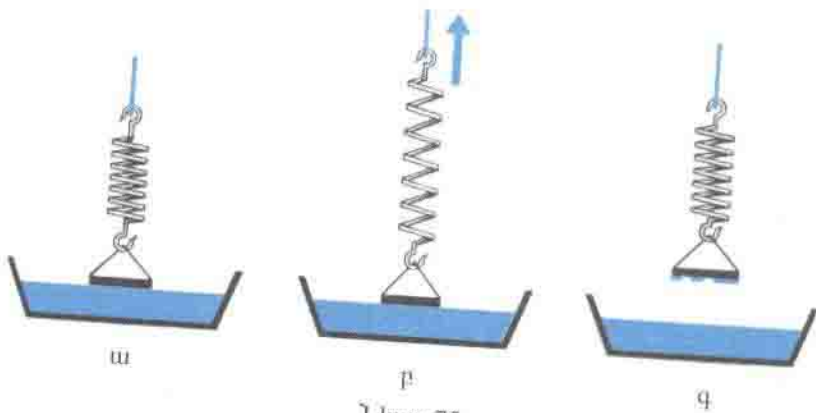
Այսպիսով, նյութի մոլեկուլները փոխազդում են միմյանց հետ: Այդ փոխազդեցությունը դրսևորվում է ինչպես մոլեկուլների ձգողությամբ, այնպես էլ՝ վանողությամբ:

Նարքեր

1. Ինչո՞ւ պիկո մարմիններն ու հեղուկները ինքնաբերաբար չեն փրփվում առանձին մոլեկուլների:
2. Ինչո՞ւ կավճի երկու կտորները միմյանց սեղմելու դեպքում իրար չեն միանում, իսկ պլաստիլինի երկու կտորները միանում են:
3. Ո՞ր երևույթներն են ցույց տալիս, որ մարմնի մոլեկուլները կարող են վանել մեկը մյուսին:

✓ § 29. Թրջում և մագականություն

Տարբեր կյուսթերի մոլեկուլները փարբեր ուժով են ձգում մեկը մյուսին: Նշվածը դիտարկենք փորձով: Նուրբ գսպանակից կախենք ապակե թիթեղ և փակից ջրով լիքը ջրաման մոտեցնենք (նկ. 75, ա): Երբ ապակու շերտը հավի ջրին, սկսենք նրան գսպանակով վեր բարձրացնել: Կրեսնենք, որ ապակու շերտը կարծես սոսնձվել է ջրին և շարունակում է նրա մակերևույթին կպած մնալ, չնայած գսպանակն ավելի ու ավելի ուժեղ է ձգվում (նկ. 75, բ): Երբ գսպանակի առաձգականության ուժը գերազանցի միջմոլեկուլային ձգողության ուժին, ապակին կպոկվի ջրից (նկ. 75, գ):



Նկար 75

Ընդորում, ապակու սրորին մակերևույթին կպած ջրի բարակ շերտ կմնա: Ապակու վրա այդ շերտի առկայությունը ցույց է փալխս, որ խզումը փեղի ունեցավ ոչ թե ջրի ու ապակու հպման փեղում, այլ այնփեղ, որփեղ ջրի մոլեկուլներն էին շփվում մեկը մյուսին: Այսփեղից հեքրևում է, որ ջրի մոլեկուլների փոխադարձ ձգողությունն ավելի թույլ է ջրի և ապակու մոլեկուլների փոխադարձ ձգողությունից:

Այն դեպքում, երբ հեղուկի մոլեկուլներն ավելի ուժեղ են ձգվում պինդ մարմնի մոլեկուլների կողմից, քան ձգում են իրար, հեղուկը փարաձվում է պինդ մարմնի մակերևույթով և նրա վրա բարակ շերտ առաջացնում: Նեղուկի փարաձվելը պինդ մարմնի մակերևույթով կոչվում է այդ մարմնի **թրջում**:

Այսպես, օրինակ, ջուրը թրջում է ապակին, փայքը, կաշին և այլ շաք ուրիշ նյութեր:

Բայց եթե ջրի մեջ իջեցնենք ոչ թե ապակուց, այլ, օրինակ, մոմից կամ պարաֆինից պարրաաքված շերտ, ապա այն ջրից հանելով՝ կքեանենք, որ շերտը չի թրջվել: Դա նշանակում է, որ ջուրը չի թրջում մոմն ու պարաֆինը: Ջուրը չի թրջում նաև ճարպոտ մակերևույթները:

Չթրջվելու երևույթը բացատրվում է նրանով, որ հեղուկի մոլեկուլներն ավելի ուժեղ են ձգում մեկը մյուսին, քան պինդ մարմնի մոլեկուլներին:

Երբ հեղուկը չի թրջում պինդ մարմինը, ապա նրա մակերևույթով չի փարաձվում, այլ հավաքվում է կլոր գնդիկների փեսքով: Այդպիսի գնդիկներ (կաթիլներ) է գոյացնում, օրինակ, սնդիկը ապակու վրա: Սնդիկը չի թրջում նաև չուգունը, իսկ ոսկին ու ցինկը սնդիկով թրջվում են:

Թրջվելու ու չթրջվելու երևույթները հաշվի են առնվում և օգտագործվում են գործնականում: Մենք սրբվում ենք ջրից թրջվող գործվածքից կարված սրբիչով: Լավ թրջվողականությունն անհրաժեշտ է ներկելու, լվացքի, լուսանկարչական նյութերի մշակման, լաքապատման, փարբեր նյութեր սոսնձելու և այլնի ժամանակ:

Ջրային թռչունները ճարպ արտադրող հատուկ գեղձեր ունեն: Կրուցի օգնությամբ նրանք իրենց փեփուրները յուղում են ճարպով: Այդ պարճատով ջուրը նրանց փեփուրները չի թրջում, և դրանց փակ գրնվող աղվամազը չոր է մնում: Դրա շնորհիվ թռչունը չի մրսում և կարողանում է մնալ ջրի մակերևույթին:

Ջրային թռչունների համար խիստ վրանգավոր է, երբ ջուրն աղտոտվում է նավթով: Նավթը թրջում է թռչունների փեփուրները, և ջուրը թափանցում է աղվամազի շերտ, որի պարճատով թռչունը կարող է սատել ու խեղդվել ջրում:

Թրջմամբ է պայմանավորված նաև այնպիսի երևույթ, ինչպիսին **մագականությունն է**: Բանն այն է, որ թրջող հեղուկը մոլեկուլային ուժերի ազդեցությամբ վեր է բարձրանում *մագական* կոչվող շար բարակ խողովակներով:

Ինչքան բարակ է մագական խողովակը, այնքան նրանում ալվելի մեծ բարձրության է հասնում նրան թրջող հեղուկը:

Բնության մեջ մագական խողովակները բավական հաճախ են հանդիպում: Մեզ շրջապատող մարմիններից շարերը ծակուրկեն կառուցվածք ունեն. դրանք պարունակում են մանր, երբեմն աչքի համար անփեսանելի մագանոթներ: Այդպիսի մարմինների թվում են ծառերը, թուղթը, մաշկը, հողը, գործվածքը, բամբակը, փարբեր շինանյութեր: Նման մարմինները ջուրը կամ իրենց թրջող այլ հեղուկներ ներծծում են իրենց մագանոթների մեջ և փեղաշարժում բոլոր ուղղություններով: Նենց այդ պարճատով են այդպես արագ թրջվում հազիվ ջրին կայած բամբակի կամ շաքարի կտորները: Նույն պարճատով խոնավությունը հեշտությամբ մուրք է գործում սովորական աղյուսի մեջ, իսկ նավթը վեր է բարձրանում նավթավառի պարրույգով:

Մագական երևույթներն էական դեր են խաղում բույսերի ջրամափայկարարման և հողում խոնավության փեղաշարժման համար: Չորային

եղանակին հողը չորանում է և նրանում ճաքեր՝ մագանոթներ են գոյանում: Նրանց միջով ընդերքային ջուրը վեր է բարձրանում և գոլորշիանում: Նոդի մակերևույթը դրանից ավելի է չորանում: Որպեսզի ջուրը հողի մեջ պահպանվի, հողի վերին շերտը փխրեցնում են, որի հերկանքով մագանոթներն ավերվում են, և ջուրը մնում է հողի մեջ:

Եվ ընդհակառակը, երբ հողը շափ է խոնավ, այն փափանում են: Մագանոթներն այս դեպքում բարակում են և այդ պատճառով մեծանում է այն խորությունը, որտեղից ջուրը մագանոթներով վեր է բարձրանում: Վեր բարձրանալով՝ ջուրը գոլորշիանում է, իսկ հողն՝ աստիճանաբար չորանում:

Նարցեր

1. Նկարագրեք փորձ, որում դիտվում է ապակու թրջվելը ջրով:
2. Բերեք հեղուկների օրինակներ, որոնք թրջում կամ չեն թրջում այս կամ այն պինդ մարմինը:
3. Ինչպե՞ն են բացառվում թրջելու և չթրջելու երևույթները՝ մոլեկուլների փոխազդեցության պարկերացումների հիման վրա:
4. Ինչո՞ւ ցողի կաթիլները որոշ բույսերի տերևների վրա գնդիկների տեսք ունեն, այն դեպքում, երբ այլ բույսերի վրա ցողը բարակ շերտով ծածկում է տերևը:
5. Ինչո՞ւ են ջրային թռչուններն իրենց փետուրները յուղում ճարպով:
6. Իրենցից ի՞նչ են ներկայացնում մագակալ խողովակները:
7. Վառորակ թղթի վրա գրելիս ինչո՞ւ է թանաքը փարսածվում:
8. Ինչո՞ւ մեղաքսի կտորը վառ է չորացնում թաց ձեռքերը:
9. Ինչի՞ վրա են հիմնված հողի ջրային ռեժիմը կարգավորելու այնպիսի եղանակներ, ինչպիսիք են փխրեցումը և փափանումը:
10. Ինչո՞ւ թղթի երկու չոր թերթերն իրար վրա դնելիս չեն կպչում միմյանց, իսկ ջրով թրջվածները՝ կպչում են:
11. Թղթի երկու թերթիկներից մեկը թրջենք ջրով, իսկ մյուսը՝ բուսական յուղով, և դնենք միմյանց վրա: Կկպչե՞ն դրանք իրար: Ինչո՞ւ:

§ 30. Նյութի ագրեգատային վիճակները

Զմռանը գետերի ու լճերի ջուրը սառչում է և վերածվում սառույցի: Սառույցի փակ ջուրը մնում է հեղուկ վիճակում (սկ. 76): Այսպեղ միաժամանակ գոյություն ունեն ջրի երկու փաթեթեր վիճակներ՝ պինդ (սառույց) և հեղուկ (ջուր): Գոյություն ունի նաև ջրի երրորդ՝ գազային վիճակը, ջրի անսրբասնելի գոլորշին, որ գրնվում է մեզ շրջապատող օդում:

Ջրի օրինակով մենք րեսնում ենք, որ *նյութերը կարող են գրնվել երեք ագրեգատային վիճակներում՝ պինդ, հեղուկ և գազային:*

Նեղուկ սնդիկը կարելի է րեսնել ջերմաչափի ամենաներքում գրնվող կլորավուն պահոցում: Սնդիկի մակերևույթից վեր գրնվում են նրա գոլորշիները, որոնք ներկայացնում են սնդիկի գազային վիճակը: Երբ ջերմասրիճանը հասնում է -39°C -ի, սնդիկը սառչում է և անցնում պինդ վիճակի:

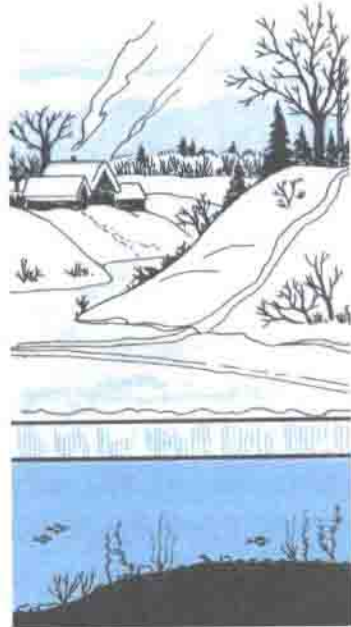
Մեզ շրջապատող մթնոլորտում թթվածինը գազային վիճակում է: Բայց -193°C ջերմասրիճանում այն դառնում է հեղուկ: Այդ հեղուկը սառեցնելով մինչև -219°C ՝ մենք կսրանանք պինդ թթվածին:

Եվ հակառակը, սովորական պայմաններում երկաթը պինդ մարմին է: Սակայն 1535°C ջերմասրիճանում երկաթը հալվում է և դառնում հեղուկ: Նալված երկաթի գանգվածի վրա գազ է գոյանում, որը երկաթի արոմներից կազմված գոլորշի է:

Ագրեգատային փաթեթեր վիճակներում նյութի հատկությունները փաթեթեր են:

Պինդ մարմինը սովորական պայմաններում դժվար է սեղմել կամ ձգել: Արտաքին ազդեցությունների բացակայության դեպքում այն պահպանում է իր ձևն ու ծավալը:

Նեղուկը հեշտությամբ փոխում է իր ձևը: Սովորական պայմաններում



Նկար 76



Նկար 77

այն ընդունում է իրեն կրող անոթի ձևը (նկ. 77): Բայց անկշռության պայմաններում (օրինակ՝ ուղեծրային փիեզերակայանում) հեղուկն ընդունում է գնդի ձև: Գնդաձև են նաև անձրևի փոքրիկ կաթիլները:



Նկար 78

Նեղուկի՝ հեշտությամբ իր ձևը փոխելու հարկությունը հաշվի են առնում, երբ հալված ապակուց ամանեղեն են պատրաստում (նկ. 78): Նեղուկի ձևը փոխելը հեշտ է, իսկ ծավալը փոխելը՝ շարք դժվար: Պարսնական մի փորձի նկարագրություն է պահպանվել, որի ընթացքում փորձել են ջուրը սեղմել հեփնյալ կերպ: Այն լցրել են կապարե գնդի մեջ, հեփո լցնելու անցքը գողել, որպեսզի սեղմելիս ջուրը չթափվի: Այնուհետև ծանր մուրճով հարվածել են կապարե գնդին, որպեսզի գունդը սեղմվի և սեղմի ջուրը: Եվ ի՞նչ: Ջուրը ոչ թե սեղմվել է, այլ դուրս թափանցել պատերի միջով:

Այսպիսով, հեղուկները հեշտությամբ փոխում են իրենց ձևը, բայց պահպանում են իրենց ծավալը:

Գազը սեփական ծավալ չունի, չունի նաև սեփական ձև: Այն միշտ գրավում է իրեն հարկացված ծավալը: Գազերի հարկությունները հերազուրելու համար պարբադիր չէ անպայման գունավոր գազ ունենալ: Օդը, օրինակ, անգույն է, և մենք նրան չենք տեսնում: Բայց արագ ընթացքի ժամանակ, գրնվելով ավտոմեքենայի կամ գնացքի պարուհանի մոտ, ինչպես նաև քամու ժամանակ, մենք զգում ենք օդի առկայությունը: Օդը կարելի է հարնաբերել նաև փորձերի օգնությամբ:



Նկար 79

Նաբակը դեպի վեր պահած բաժակն իջեցրեք ջրի մեջ: Ջուրը մինչև վերջ չի լցվի բաժակի մեջ, քանի

որ այնպեղ օղ կա: Եթե՛ն ռեպրինե փողրակի մի ծայրին ձագար ամրացնենք, իսկ մյուս ծայրին՝ ապակե խողովակ և երկուսն էլ ջուրն իջեցնենք, ապա կտեսնենք, թե ինչպես է օղը դուրս գալիս ապակե խողովակից (նկ. 79):

Գազի ծավալը դժվար չէ փոխել: Կարելի է ձեռքերով սեղմել գնդակը և նկատելիորեն փոքրացնել նրա մեջ գտնվող օղի ծավալը:

Որևէ անոթի մեջ լցվելով, գազն ամբողջությամբ գրավում է նրա ծավալը՝ ընդունելով նրա ձևը:

Նարցեր

1. Ինչպիսի՞ երեք ագրեգատային վիճակներում կարող է գտնվել ցանկացած նյութ: Բերեք օրինակներ:
2. Մարմինը պահպանում է իր ծավալը, բայց հեշտությամբ փոխում է ձևը: Ի՞նչ վիճակում է գտնվում այդ մարմինը:
3. Մարմինը պահպանում է իր ձևն ու ծավալը: Ի՞նչ վիճակում է գտնվում այդ մարմինը:
4. Ի՞նչ կարող եք ասել գազի ձևի ու ծավալի մասին:

§ 31. Պինդ մարմինների, հեղուկների և գազերի կառուցվածքը

Փորձերն ու օրինակները մեզ ցույց տվեցին, թե պինդ մարմինները, հեղուկներն ու գազերը ինչ հատկություններ ունեն: Նյութի կառուցվածքի մասին գիտելիքները մեզ կօգնեն բացատրել այդ հատկությունները:

Սառույցը, ջուրը և ջրային գոլորշին միևնույն նյութի՝ ջրի, երեք ագրեգատային վիճակներն են: Նշանակում է՝ սառույցի, ջրի և ջրային գոլորշու մոլեկուլները ոչնչով չեն փարբերվում միմյանցից: Դե, քանի որ այդպես է, ապա *այդ երեք վիճակները փարբերվում են ոչ թե մոլեկուլներով, այլ այն քանով, թե այդ մոլեկուլներն ինչպես են դասավորված և ինչպես են շարժվում:*

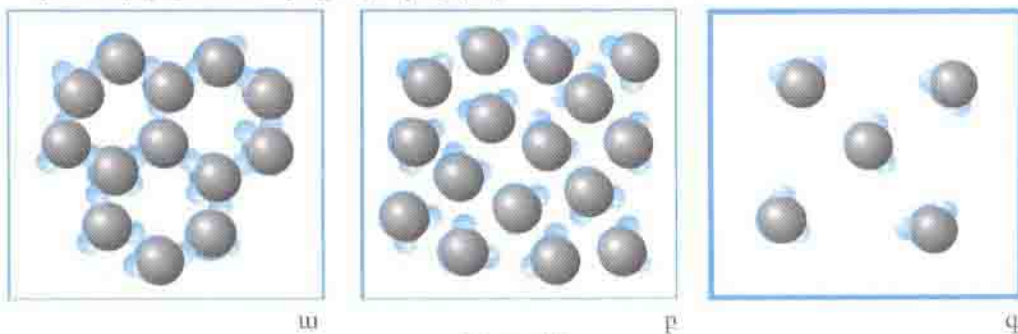
Իսկ ինչպե՞ս են դասավորված և ինչպե՞ս են շարժվում գազի, հեղուկի և պինդ մարմնի մոլեկուլները: Գազը կարելի է այնպես սեղմել, որ նրա ծավալը մի քանի անգամ փոքրանա: Ուրեմն գազի միջմոլեկուլների հեռավորությունը շարժվելի մեծ է մոլեկուլների չափերից: Գազերի միջմոլեկուլային հեռավորությունները, միջին հաշվով, փասանյակ անգամ մեծ

են մոլեկուլների չափերից: Այդպիսի հեռավորությունների վրա մոլեկուլները շար թույլ են ձգում մեկը մյուսին: Այդ պարճառով գազերը հասարակածաձև ու սեփական ձև չունեն: Անհնար է գազով լցնել շշի կամ բաժակի կեսը, քանի որ բոլոր ուղղություններով շարժվելով և մեկը մյուսի ձգողությանը գրեթե չենթարկվելով՝ գազի մոլեկուլները շար արագ կլցնեն ողջ անոթը:

Նեղուկների հատկությունները բացատրվում են նրանով, որ նրանցում միջմոլեկուլային հեռավորությունները փոքր են: Նեղուկներում մոլեկուլներն այնքան խիտ են դասավորված, որ յուրաքանչյուր երկու մոլեկուլի միջև հեռավորությունը փոքր է մոլեկուլների չափերից: Այդպիսի հեռավորությունների վրա մոլեկուլների ձգողությունը զգալի է: Այդ պարճառով դրանք չեն ցրվում, և սովորական պայմաններում հեղուկը պահպանում է իր ծավալը: Մակայն հեղուկների մոլեկուլների ձգողությունը դեռ այնքան մեծ չէ, որ հեղուկը կարողանա պահպանել իր ձևը: Այդ է պարճառը, որ ծանրության ուժի ազդեցության պայմաններում հեղուկներն ընդունում են այն անոթի ձևը, որի մեջ գտնվում են: Դրա շնորհիվ է նաև, որ հեղուկը հեշտ է շաղ փալ կամ լցնել այլ անոթի մեջ:

Սեղմելով հեղուկը՝ մենք նրա մոլեկուլներն այնքան ենք մուրեցնում իրար, որ դրանք սկսում են վանել մեկը մյուսին: Ահա թե ինչու հեղուկը դժվար է սեղմել:

Պինդ մարմինները սովորական պայմաններում պահպանում են և՛ իրենց ձևը, և՛ իրենց ծավալը: Դրա պարճառն այն է, որ պինդ մարմնի մասնիկների միջև ձգողությունն ավելի մեծ է, քան հեղուկների մասնիկների միջև: Պինդ մարմինների մեծ մասի մասնիկները (աբոնները կամ մոլեկուլները), ինչպես, օրինակ՝ սառույցի, աղի, աղամանդի, մեփաղների, դասավորված են որոշակի կարգով:



Նկար 80

Այդպիսի պինդ մարմինները կոչվում են *բյուրեղային*: Այդ մարմինների մասնիկները թեև շարժման մեջ են գտնվում, բայց այդ շարժումն իրենից ներկայացնում է փափանուամներ որոշակի կերպի շուրջը (հավասարակշռության դիրք): Մասնիկն այդ կերպից հեռու փեղափոխվել չի կարող, և այդ պատճառով պինդ մարմինը պահպանում է իր ձևն ու ծավալը:

Նկար 80-ում ցույց է փրված միևնույն նյութի՝ ջրի, մոլեկուլների դասավորվածությունը երեք փարբեր վիճակներում՝ պինդ (ա), հեղուկ (բ) և գազային (գ): Այդ վիճակներում դասավորվածության և մոլեկուլների շարժման փարբերությունները բացաբրում են սառույցի, ջրի և ջրային գոլորշու հափկությունների փարբերությունները:

Ամփոփենք արդյունքները: Նյութի կառուցվածքի հեփազոփությունը ցույց է փալիս, որ

1. *բոլոր նյութերը կազմված են փոքրագույն մասնիկներից՝ մոլեկուլներից և ատոմներից,*
2. *նյութի մասնիկները շարժվում են անընդհափ և անկասուն,*
3. *նյութի մասնիկները մշտական փոխազդեցության մեջ են:*

Այս երեք դրույթները կոչվում են նյութի կառուցվածքի **մոլեկուլային-կինեփիկ փեսության հիմնական դրույթներ**:

Նարցեր

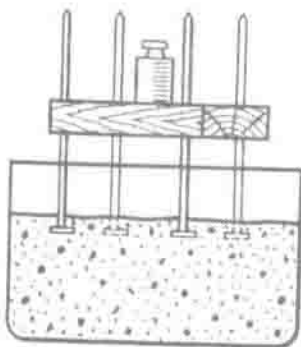
1. Որևէ փարբերություն կա՞ սառույցի, ջրի և ջրային գոլորշու մոլեկուլների միջև:
2. Ինչո՞ւ են գազերը զբաղեցնում իրենց հափկացված անոթի ողջ փարածությունը:
3. Ինչո՞վ է բացափրվում հեղուկների շափ փոքր սեղմելիությունը:
4. Ինչո՞ւ են բյուրեղային մարմինները պահպանում իրենց ձևն ու ծավալը:
5. Ձևակերպեք մոլեկուլային-կինեփիկ փեսության հիմնական դրույթները:

✓ § 32. Ծնշումը և ճնշման ուժը

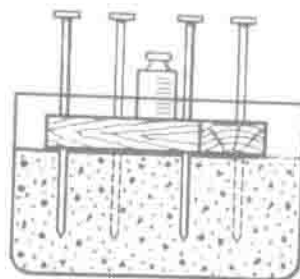
Այսպիսի փորձ կատարենք: Վերցնենք փախարակի ոչ մեծ կտոր, որի չորս անկյուններում մեկական մեխ է խփված: Տախարակը դնենք ավազի վրա՝ մեխերի սուր ծայրերը դեպի վեր: Եթե փախարակի վրա կշռաքար դնենք (նկ.81), կտեսնենք, որ մեխերի գլուխները մի քիչ խրվում են ավազի մեջ: Իսկ եթե փախարակը շրջենք և մեխերի սուր ծայրերով այն նորից դնենք ավազին, այս անգամ արդեն մեխերը զգալի խորությամբ կխրվեն ավազի մեջ (նկ. 82): Երկու դեպքում էլ փախարակի կշիռը նույնն էր, սակայն արդյունքը փարբեր եղավ: Ինչո՞ւ:

Դիտարկվող դեպքերում փարբերությունը միայն այն էր, որ մեխերի հենման մակերեսը մի դեպքում մեծ էր, մյուս դեպքում՝ փոքր, չէ՞ որ առաջին դեպքում ավազին հենվում էին մեխերի գլխիկները, իսկ երկրորդ դեպքում՝ սուր ծայրերը:

Մենք տեսանք, որ ազդեցության արդյունքը կախված է ոչ միայն մակերևույթի վրա մարմնի ճնշող ուժից, այլև այդ ուժի ազդեցության մակերեսից: Նենց այդ պարճառով փխրուն ձյան վրա դահուկներով սահող մարդն անմիջապես ձյան մեջ է խրվում, հենց որ հանում է դահուկները (նկ. 83):



Նկար 81



Նկար 82



Նկար 83

Բայց խնդիրը միայն մակերեսը չէ: Կարևոր դեր է խաղում նաև ազդող ուժի մեծությունը: Եթե, օրինակ, այդ նույն փախարակի վրա (տե՛ս նկ. 81) ավելացնենք ևս մի կշռաքար, ապա մեխերը (հենման նույն մակերեսի դեպքում) ավելի խոր կխրվեն ավազի մեջ:

Մակերևույթին ուղղահայաց ազդող ուժը կոչվում է **ճնշման ուժ**:

Ճնշման ուժը չպետք է շփոթել ճնշման հետ: **Ճնշումը** ֆիզիկական մեծություն է, որը հավասար է փվյալ մակերևույթի վրա գործադրված ճնշման ուժի և ճնշման մակերեսի հարաբերությանը՝

$$p = \frac{F}{S}, \quad (32.1)$$

որտեղ p -ն ճնշումն է, F -ը՝ ճնշման ուժը, S -ը՝ ճնշման մակերեսը:

Եվ այսպես, ճնշումը որոշելու համար անհրաժեշտ է ճնշման ուժը բաժանել մակերևույթի այն մակերեսի վրա, որը ճնշման է ենթարկվում:

Գործադրված միևնույն ուժի դեպքում ճնշումը մեծ է այն ժամանակ, երբ մակերեսը փոքր է, և հակառակը՝ ինչքան մեծ է մակերեսը, այնքան փոքր է ճնշումը:

7 Այն դեպքերում/երբ ճնշման ուժը մարմնի մակերևույթին գրավող բեռի կշիռն է ($F=P=mg$), մարմնի կողմից գործադրվող ճնշումը կարելի է որոշել հետևյալ բանաձևով.

$$p = \frac{mg}{S}:$$

Եթե հայտնի են p ճնշումը և S մակերեսը, ապա կարելի է որոշել ճնշման F ուժը: Դրա համար ճնշումը պետք է բազմապատկել մակերեսով՝

$$F = p S: \quad (32.2)$$

Ճնշման ուժը (ինչպես և ցանկացած այլ ուժ) չափվում է նյուտոններով: Իսկ ճնշումը չափվում է պասկալներով: Պասկալը (1 Պա) այն ճնշումն է, որ առաջացնում է 1 Ն ճնշման ուժը, երբ ազդում է մակերևույթի 1 մ² մակերեսի վրա.

$$1 \text{ Պա} = 1 \text{ Ն/մ}^2:$$

Գործածվում են նաև ճնշումը չափելու այլ միավորներ՝ հեկտոպասկալ (հՊա) և կիլոպասկալ (կՊա):

1 հՊա=100 Պա, 1 կՊա=1000 Պա:

Նաթեք

1. Օրինակներ բերեք, որոնք ցույց են տալիս, որ ուժի ազդեցությունը կախված է այն հենարանի մակերեսից, որի վրա ազդում է այդ ուժը:
2. Ինչո՞ւ դահուկներով սահող մարդը չի խրվում ձյան մեջ:
3. Ինչո՞ւ է սուր կոճգամը բութ կոճգամից ավելի հեշտ մտնում փայտի մեջ:
4. Ի՞նչն են անվանում ճնշում:
5. Ճնշման ի՞նչ միավորներ գիտեք:
6. Ինչո՞վ է փարբերվում ճնշումը ճնշման ուժից:
7. Իմանալով ճնշումը և մակերևույթի վրա ուժի գործադրման մակերեսը՝ ինչպե՞ս կարելի է որոշել ճնշման ուժը:

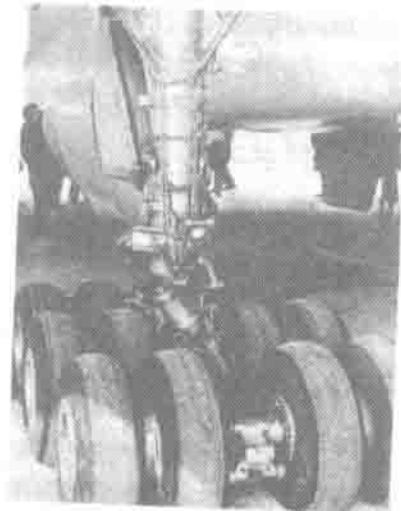
Վ § 33. Ճնշումը բնության մեջ և տեխնիկայում

Մենք գիտենք, որ ինչքան մեծ է մակերեսը, այնքան փոքր է փոխյալ ուժի կողմից գործադրվող ճնշումը և հակառակը՝ մակերեսը փոքրացնելու դեպքում (ուժը թողնելով անփոփոխ) ճնշումը մեծանում է:

Բեռնափար մեքենայի անվաղողերը և ինքնաթիռների հենասարքի անիվները, մարդափար մեքենաների անիվների համեմատությամբ, ավելի լայն են անում (նկ. 84): Նախկապես լայն անվաղողեր են հազցնում անապատներում երթևեկելու համար նախատեսված ավտոմեքենաներին:

Ծանր մեքենաները, ինչպես, օրինակ՝ տրակտորը, փանկը կամ ճահճագնացը, թրթուրների հենման մեծ մակերես ունենալով, երբեմն կարող են անցնել այնպիսի (օրինակ՝ ճահճային) տեղանքով, որով մարդը միշտ չէ, որ կարող է անցնել:

Մյուս կողմից մակերևույթի փոքր մակերեսի դեպքում ոչ մեծ ուժով կարելի է շար մեծ ճնշում ստեղծել: Կոճգամը փախարակի մեջ խրելով՝ մենք նրա վրա ազդում ենք մոտ 50 Ն ուժով: Քանի որ կոճգամի սուր ծայրի մակ-



Նկար 84

երեսը կազմում է մոտավորապես 1 մմ^2 (այսինքն՝ $0,000001 \text{ մ}^2$), ապա նրա կողմից առաջացրած ճնշումը հավասար կլինի՝

$$p = \frac{50 \text{ Ն}}{0,000001 \text{ մ}^2} = 50\,000\,000 \text{ Պա} = 50\,000 \text{ կՊա}:$$

Այս ճնշումը 1000 անգամ գերազանցում է գեպնի վրա թրթուրավոր փրակփորի գործադրած ճնշմանը (տե՛ս աղյուսակ 6):

Ճնշումը (կՊա)

Աղյուսակ 6

«Լուսնագնաց-2»	5
45 կգ զանգվածով փղա	15
Թրթուրավոր փրակփոր	50
Մարդաբար սովորմեքենա	150

Կարող և ծակող գործիքների (դանակներ, մկրաբներ, կտրիչներ, սղոցներ, ասեղներ և այլն) ծայրերը շար են սրում: Նրանց սուր եզրերը մշակվող մակերևույթի հեպ շփման շար փոքր մակերես ունեն, որի հեպևանքով փոքր ազդող ուժ գործադրելու դեպքում առարկայի վրա զգալի ճնշում է գործադրվում: Այդ պարճառով է, որ լավ սրված գործիքով աշխատելը շար ավելի հեշար է, քան բութ գործիքով:

Կարող և ծակող հարմարանքներ հանդիպում են նաև կենդանի բնույթ-

յան մեջ: Դրանք ժանիքներն են, ճանկերը, կարուցները, փշերը և այլն:

Նարգեր

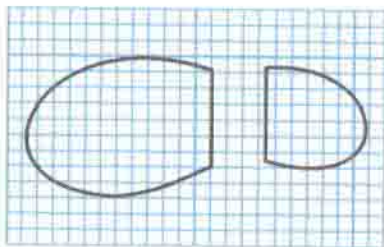
1. Բերեք ճնշումը փոքրացնելու համար հենման մեծ մակերեսներ օգտագործելու օրինակներ:
2. Ինչո՞ւ կարող և ծակող գործիքները մարմինների վրա շարք մեծ ճնշում են գործադրում:



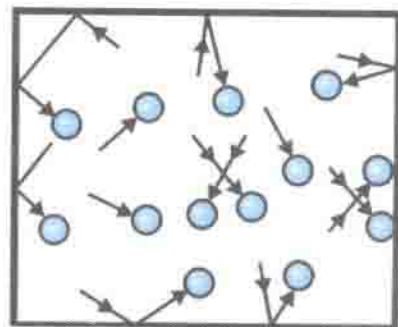
Նկար 85

3. Նկար 85-ում պարկերված են արցան և հարթաշուրթ: Միասրեսակ ուժ գործադրելու դեպքում այդ գործիքներից որո՞վ կարելի է ավելի մեծ ճնշում գործադրել դրանցում սեղմված առարկայի վրա: Ինչո՞ւ:

Փորձարարական առաջադրանք: Իմանալով սեփական զանգվածը և կոշիկների հենման մակերեսը՝ որոշեք ձեր կողմից գեպնի վրա գործադրված ճնշումը կանգնած վիճակում: Կոշիկի հենման մակերեսը որոշեք հերևյալ կերպ: Ձեր ուրբը դրեք քառակուսի վանդակներով թղթի թերթի վրա և գծեք կոշիկի ներքանի այն մասի ուրվագիծը, որի վրա հենվում է ուրբը (նկ. 86): Նաշվեք ուրվագծի ներսում գտնվող ամբողջական քառակուսիների թիվը և ավելացրեք ոչ ամբողջական քառակուսիների թվի կեսը: Մտացված թիվը բազմապարկեք մեկ քառակուսու մակերեսով (աշակերտական տերրի մեկ վանդակի մակերեսը հավասար է $0,25 \text{ սմ}^2$) և դուք կստանաք կոշիկի ներքանի մակերեսը:



Նկար 86



Նկար 87

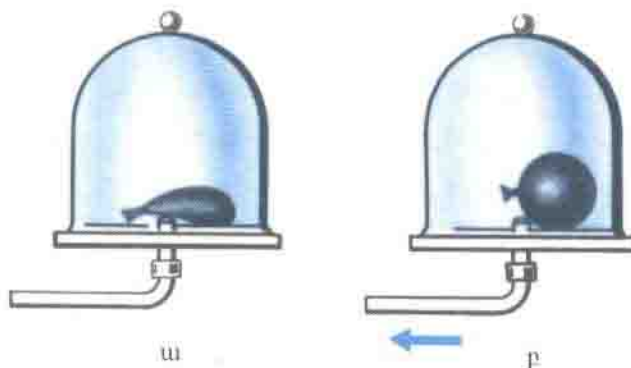
✓ § 34. Գազի ճնշումը

Մենք գիտենք, որ ի փարբերություն պինդ մարմինների և հեղուկների՝ գազերն ամբողջությամբ գրավում են այն անոթը (օրինակ՝ գազը պահելու պողպատյա բալոնը, ավտոմեքենայի անվադողը), որի մեջ գտնվում են: Ըստ որում, գազը ճնշում է գործադրում իրեն պարունակող անոթի և՛ հասարակին, և՛ պատերին, և՛ փականի վրա: Ինչո՞վ է պայմանավորված այդ ճնշումը:

Գազի մոլեկուլներն անկանոն շարժվում են: Իրենց շարժման ընթացքում նրանք բախվում են միմյանց հետ, ինչպես նաև՝ այն անոթի պատերի հետ, որի մեջ գտնվում են (նկ. 87): Գազը բաղկացած է հսկայական քանակությամբ մոլեկուլներից, այդ պարճառով նրանց բախումների թիվը չափազանց մեծ է: Օրինակ, սենյակում, որտեղ դուք գտնվում եք ներկա պահին, յուրաքանչյուր քառակուսի սանտիմետրի վրա մեկ վայրկյանի ընթացքում օդի մոլեկուլների կողմից այնքան բախումներ են փեղի ունենում, որ դրանց քանակն արտահայտվում է քսաներեք նիշ պարունակող թվով: Առանձին մոլեկուլի բախման ուժը թեև թույլ է, բայց բոլոր մոլեկուլների ազդեցությունն անոթի պատերին զգալի ճնշում է առաջացնում:

Այսպիսով, *գազերում ճնշումն առաջանում է անկանոն շարժվող մոլեկուլների բախումների պարճառով:*

Կարարենք հետևյալ փորձը: Օդահան պոմպի զանգակի փակ փեղափորենք բերանը կապած ռեփինե փուչիկ: Նրա մեջ օդի քիչ քանակություն է լցված, և փուչիկն անկանոն փեսք ունի (նկ. 88, ա): Օդահան պոմպով զանգի փակից դուրս հանենք օդը: Փուչիկի պապյանը, որի շուրջ օդն ավե-



Նկար 88

լի ու ավելի է ևսորանում, ասփիճանաբար փքվում է և գնդի ձև սրանում (նկ. 88, բ):

Ինչո՞վ է բացատրվում այս երևույթը:

Մենք գիտենք, որ օդի մոլեկուլներն անկանոն շարժվում են և այդ պատճառով անընդհար բախվում են փուչիկի պատերին թե՛ ներսից, թե՛ դրսից: Օդը դուրս մղելիս զանգակի փակ օդի մոլեկուլների քանակը նվազում է: Սակայն բերանը կապած փուչիկի ներսում օդի մոլեկուլների քանակը չի փոխվում: Մոլեկուլների բախումների քանակը փուչիկի արտաքին պայրյանին նույնպես անընդհար նվազում է, իսկ ներսում մնում է նույնը: Այդ պատճառով, փուչիկը փքվում է և այնպիսի չափեր ընդունում, որի դեպքում նրա ռեպինե պարյանի առաձգականության ուժը հավասարվում է պարյանի ներսում գրավող գազի ճնշման ուժին:

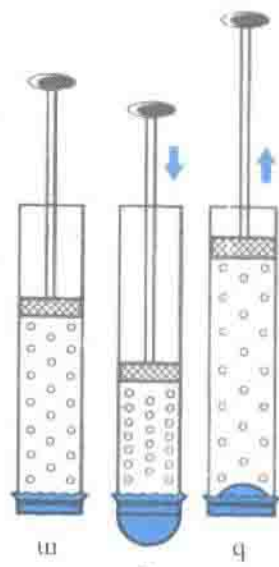
Փքված փուչիկի գնդաձև փեսքը ցույց է տալիս, որ *գազը միատեսակ ճնշում է գործադրում բոլոր ուղղություններով*:

Պարզենք, թե գազի ճնշումն ինչպես է կախված նրա ծավալից: Գազի ջերմաստիճանը համարենք հաստատուն:

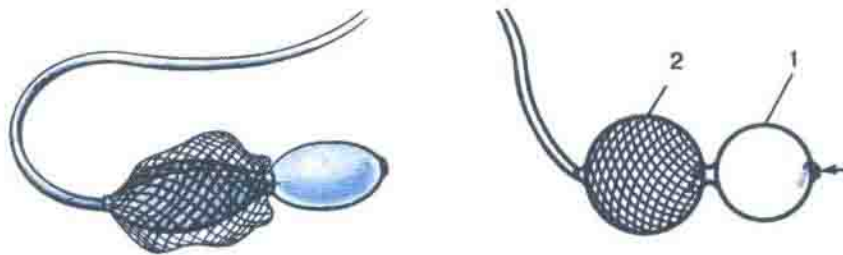
Եթե գազի ծավալը փոքրացնենք, բայց այնպես, որ զանգվածը մնա անփոփոխ, ապա գազի յուրաքանչյուր խորանարդ սանփիմեպրում մոլեկուլների քանակը կաճի: Որպես հեղևանք՝ կմեծանա գազի խտությունը: Այդ դեպքում կաճի նաև անոթի պատերին մոլեկուլների բախումների թիվը և գազի ճնշումը կմեծանա: Դա կարելի է հաստատել փորձով:

Նկար 89, ա-ում պարկերված է մի ծայրը բարակ ռեպինե թաղանթով փակված ապակե գլան: Գլանի մեջ մխոց է դրված: Մխոցն առաջ մղելու դեպքում օդի ծավալը գլանում փոքրանում է: Ըստ որում, ռեպինե թաղանթը դուրս է փքվում՝ ցույց տալով, որ գլանի ներսում օդի ճնշումը մեծացել է (նկ. 89, բ):

Եվ ընդհակառակը, նույն զանգվածով գազի ծավալը մեծացնելու դեպքում նրա մոլեկուլների թիվը յուրաքանչյուր խորանարդ սանփիմեպրում, հերևաբար, և անոթի ներսի պատերին



Նկար 89



Նկար 90

նրանց բախումների թիվը կնվազի: Այս դեպքում գազի ճնշումը կնվազի ևս:

Փորձի ընթացքում դա դրսևորվում է հետևյալ կերպ: Մխոցը գլանից դուրս հանելիս ռեպինն թաղանթը փքվում է դեպի անոթի ներսը՝ ցույց տալով, որ գլանի ներսում օդը շար ավելի քիչ է, քան՝ դրսում (նկ. 89, գ):

Այսպիսով, *եթե գազի զանգվածն ու ջերմաստիճանը մնում են անփոփոխ, ապա գազի ծավալի փոքրացման դեպքում նրա ճնշումը մեծանում է, իսկ ծավալի մեծացման դեպքում՝ փոքրանում:*

Ծավալի փոփոխության դեպքում գազի ճնշման փոփոխությունը հաշվի է առնվում այնպիսի սարքում, ինչպիսին, օրինակ, ռեպինն փանձն է (նկ. 90): Այս սարքը կազմված է փականներ ունեցող ռեպինն երկու գնդերից և ռեպինն փողրակից, որը սովորաբար միացնում են հեղուկացրիչին (սարք է, որը նախատեսված է հեղուկները փոշեցրելու համար): Երբ ձեռքով սեղմում են 1 գուևը, ներածնան փականը փակվում է, և օդը 1 գնդից մղվում է 2 գնդի մեջ: Նենց սեղմող ձեռքը թուլացնում է ճնշումը, պարերի առաձգականության շնորհիվ գուևը սփանում է իր նախնական ձևը: Ընդորում, նրա ներսում ճնշումն ընկնում է, և արտաքին օդի հերթական բաժինը, ներածնան փականը բացելով, լցվում է 1 գնդի մեջ: Այդ նույն ժամանակ 2 գնդի օդը փակում է մյուս փականը և ռեպինն փողրակով ուղղվում հեղուկացրիչի մեջ:

Նարցեր

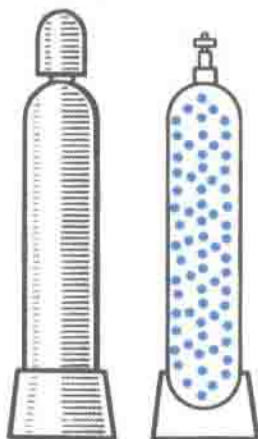
1. Ի՞նչ պարճառով է առաջանում գազի ճնշումը:
2. Ի՞նչ փորձի միջոցով կարելի է ցույց տալ, որ գազը ճնշում է գործադրում այն անոթի պատերին, որի մեջ գտնվում է:
3. Ինչպե՞ս է փոխվում գազի ճնշումը նրա սեղմման դեպքում: Ինչո՞ւ:
4. Նկարագրեք ռեպինե փանձի աշխարհանքի սկզբունքը:

Փորձարարական առաջադրանք: Փուչիկը փչեք: Գազի և փուչիկի պարյակի ինչպիսի՞ հարկությունների մասին է վկայում նրա ձևը: Ինչո՞ւ, օդի շիթը որոշակի ուղղությամբ փչելով՝ մենք սրիպում ենք, որ փուչիկը փքվի բոլոր ուղղություններով միաժամանակ: Ինչո՞ւ ոչ բոլոր փուչիկներն են գնդի ձև ընդունում:

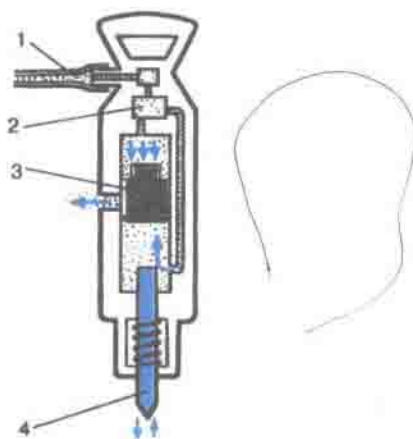
✓ § 35. Սեղմված օդի կիրառությունը

Սովորական պայմաններում գտնվող օդի հետ համեմատած՝ սեղմված օդը զգալիորեն ավելի քիչ տեղ է զբաղեցնում: Այդ պարճառով պահելու կամ փոխադրելու համար այն սեղմում են: Այդ դեպքում օդի ճնշումը մեծանում է, ինչի պարճառով հարկ է լինում բավարար ամրություն ունեցող հարուկ պողպատե բալոններ օգտագործել (նկ. 91): Օրինակ, այդպիսի բալոններում են պահում սեղմված օդը սուզանավերում, ինչպես նաև մեքենաների եռակցման համար օգտագործվող թթվածինը:

Սեղմված օդի օգտագործման վրա է հիմնված օդանշիչ փարբեր սարքերի աշխարհանքը:



Նկար 91



Նկար 92

Նարցեր

1. Ինչո՞ւ են գազերը պահում պողպատյա հափուկ բալոններում:
2. Ինչպե՞ս է աշխարհում օդաճնշիչ մուրճը:
3. Նկարագրեք օդաճնշիչ արգելակի աշխատանքի սկզբունքը:
4. Պարմեք նավթահորից նավթարդյունահանման եղանակների մասին:

✓ § 36. Պասկալի օրենքը

Սենյակի անկյունում, պատերին կիպ կայցրած սեղանին մի կապոց գիրք դնելով՝ դուք կմեծացնեք միայն հափակին ուղղված ճնշումը. սենյակի պատերն այդ ճնշումը «չեն էլ նկատի»: Բայց եթե դուք մխոցի միջոցով ճնշում գործադրեք հեղուկի կամ գազի վրա, ապա արդյունքը բոլորովին այլ կլինի:

Այսպիսի փորձ կատարենք: Բազմաթիվ փոքրիկ անցքեր ունեցող սնամեջ գունդը միացնենք մխոցավոր խողովակին: Գունդը ջրով լցնենք և ճնշումը մեծացնելու համար մխոցը ցած սեղմենք:



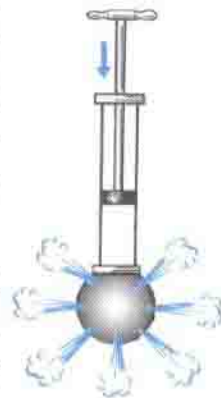
Բլեզ Պասկալ
(1623-1662)

Ջուրը կակսի դուրս թափվել ոչ միայն այն անցքերից, որոնք մեր գործադրած ուժի ուղղության վրա են գտնվում, այլև միաժամանակ մնացած բոլոր անցքերից նույնպես (նկ. 95): Ընդ որում, արտաքին ճնշումով պայմանավորված ջրի ցայտող շիթերի ճնշումը բոլոր ուղղություններով միաստակ կլինի:



Նկար 95

Նույնպիսի արդյունք կատանանք նաև այն դեպքում, եթե ջրի փոխարեն ծուխ օգտագործենք (նկ. 96): Ե՛վ այս, և՛ ուրիշ փորձերը վկայում են այն մասին, որ

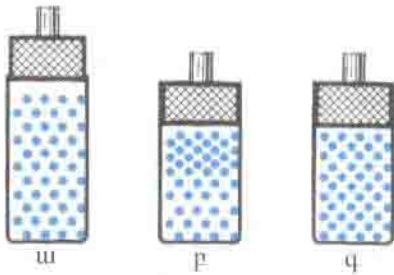


Նկար 96

հեղուկներն ու գազերը իրենց վրա գործադրվող ճնշումը բոլոր ուղղություններով միապեսասկ են հաղորդում:

Այս օրենքը 1653 թվականին հայտնագործել է ֆրանսիացի գիտնական Բլեզ Պասկալը, և օրենքն այդ պատճառով կրում է նրա անունը՝ **Պասկալի օրենք**:

Նեղուկների ու գազերի կողմից ճնշման հաղորդումը պայմանավորված է նրանց մոլեկուլների բավականաչափ մեծ շարժունակությամբ: Սա ներկայացված է նկար 97-ում: Կետերով պարկերված են անոթում մխոցի փակ գրնվող գազի մոլեկուլները: Նկար 97, ա-ում անոթի ողջ ծավալը այդ մոլեկուլները լցրել են հավասարաչափ: Մխոցը ցած մղելու դեպքում



Նկար 97

անմիջականորեն նրա փակ գրնվող գազը սեղմվում է, և այդ մասում գազի մոլեկուլներն ավելի խիտ են դասավորվում, քան ներքևում (նկ. 97, բ): Մակայն անկանոն շարժվելով՝ այդ մոլեկուլները խառնվում են ուրիշների հետ և որոշ ժամանակ անց նրանց դասավորվածությունը

նր կորից դառնում է հավասարաչափ, թեև ավելի խիտ, քան մինչ մխոցի իջնելն էր (նկ. 97, գ): Այդ դեպքում անոթի թե՛ հասրակի, թե՛ կողային պատերի վրա հավասար չափով աճում է մոլեկուլների բախումների թիվը: Դա նշանակում է, որ գազը մխոցի ճնշումը բոլոր ուղղություններով միապեսասկ է հաղորդում, և յուրաքանչյուր կետում ճնշումն աճում է միևնույն մեծությամբ:

Նաբցեր

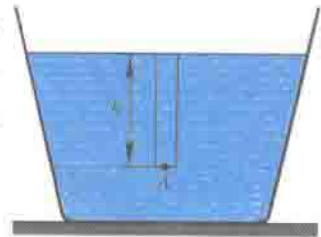
1. Ձևակերպեք Պասկալի օրենքը:
2. Նկարագրեք փորձեր, որտեղ դրսևորվում է Պասկալի օրենքը:
3. Շիշ պարբասրելու ժամանակ խողովակով օդ են մղում, և հաված ապակին շիժն է ընդունում (տես նկ. 78): Գազերի ո՞ր հատկությունն է օգտագործվում այստեղ:

4. Նրաձգարանում օգտագործվող օդաննչիչ հրացանով կրակում են պահածոյի փուփի վրա: Ի՞նչ փեղի կունենա. ա) եթե փուփը դարձարկ է, բ) ջրով լիքն է: Ինչո՞ւ:

Փորձարարական առաջադրանք: 1. Փուչիկի մեջ մի քիչ օդ փչեք և բերանը կապեք: Փուչիկի որևէ մասը սեղմեք: Ի՞նչ փեղի կունենա փուչիկի մնացած մասերի հետ: Ինչո՞ւ: 2. Պոլիէթիլենային փուպրակը ասեղով ծակեցեք, որից հետո նրա մեջ ջուր լցրեք: Յուցադրեք երևույթներ, որոնցում դրսևորվում է Պասկալի օրենքը:

√ § 37. Հիդրոստատիկ ճնշում

Նեղուկներն ու գազերը բոլոր ուղղություններով փոխանցում են ոչ միայն իրենց վրա գործադրվող արտաքին ճնշումը, այլև այն ճնշումը, որ գոյություն ունի իրենց ներսում սեփական մասերի կշռի շնորհիվ: Նեղուկի վերին շերտերը ճնշում են միջին շերտերի վրա, միջին շերտերը՝ ստորին շերտերի վրա, վերջիններս էլ՝ հատակի վրա: Նանգսփի վիճակում գտնվող հեղուկի կողմից գործադրվող ճնշումը կոչվում է **հիդրոստատիկ ճնշում**:



Նկար 98

Փորձենք սրանալ կամայական հ խորության վրա հեղուկի հիդրոստատիկ ճնշման հաշվարկի բանաձև (նկ. 98-ում նշված A կեփի մերձակայքում): Նշված կեփից դեպի վեր հեղուկի ուղղահայաց սյան կողմից գործադրվող ճնշման ուժը կարող է արտահայտվել երկու եղանակով.

առաջին՝ որպես այդ սյան ճնշման և սյան հատույթի մակերեսի արտադրյալ՝

$$F = pS,$$

երկրորդ՝ որպես այդ սյան կշիռ, այսինքն՝ հեղուկի զանգվածի (որը կարելի է որոշել $m = \rho V$ բանաձևով, որտեղ ծավալը՝ $V = Sh$) և ազատ անկման g արագացման արտադրյալ՝

$$F = mg = \rho Shg:$$

Նավասարեցնենք ճնշման ուժի երկու արտահայտությունները՝

$$\rho S = \rho Shg:$$

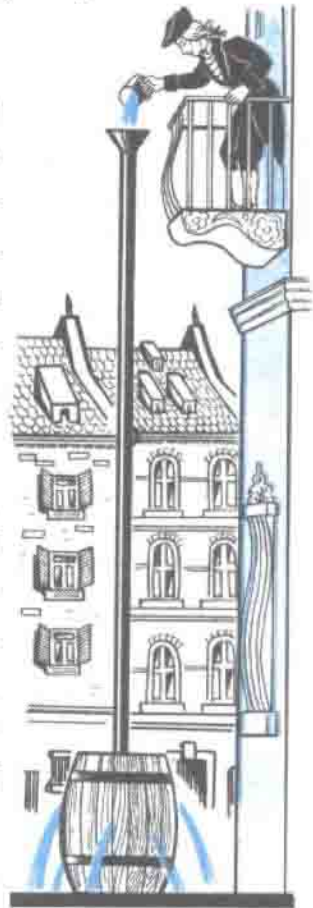
Այս հավասարության երկու մասերը բաժանելով S մակերեսի վրա կկարողանանք որոշել հեղուկի ճնշումը h խորության վրա.

$$p = \rho gh: \quad (37.1)$$

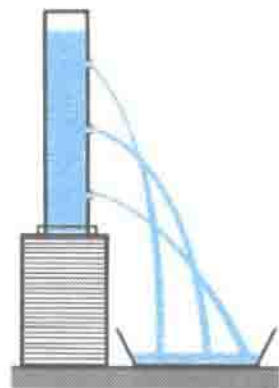
Մենք սրագանք **հիդրոստատիկ ճնշման բանաձևը**: *Վեղուկի ներսում ցանկացած խորության վրա հիդրոստատիկ ճնշումը կախված չէ անոթի ձևից, որի մեջ գտնվում է հեղուկը*: *Կիրառական ճնշումը հավասար է հեղուկի խտրության, ազատ անկման արագացման և այն խորության արտադրյալին, որի վրա դիտարկվում է ճնշումը*:

Ջրի միևնույն քանակությունը՝ գտնվելով փարթեր անոթներում, փարթեր կերպ է ճնշում գործադրում անոթի հափակին: Քանի որ ճնշումը կախված է հեղուկի սյան բարձրությունից, ապա նեղ անոթներում այն ավելի մեծ կլինի, քան լայն անոթներում: Այս երևույթի շնորհիվ ջրի փոքր քանակությամբ կարելի է շար մեծ ճնշում ստեղծել: 1648 թվականին այդ բանը շար համոզիչ կերպով ցուցադրեց Բ. Պասկալը: Նա ջրով լցված փակ փակառին նեղ խողովակ հարմարեցրեց և փան երկրորդ հարկի պարզգամբ բարձրանալով՝ այդ խողովակի մեջ մի գավաթ ջուր լցրեց: Խողովակի չափազանց նեղ լինելու պարճառով ջուրը բավական մեծ բարձրության հասավ, որի հեղուկանքով ջրի ճնշումը փակառում այնքան մեծացավ, որ փակառի ամրագոտիները չդիմացան, և փակառը ճաքեց (նկ. 99):

Սրացված արդյունքները ճիշտ են ոչ միայն հեղուկների, այլև գազերի համար: Գազի շերտերը նույնպես ճնշում են մեկը մյուսի վրա և այդ պարճառով նրանում նույնպես գոյություն ունի հիդրոստատիկ ճնշում:



Նկար 99



Նկար 100

Նարցեր

1. Ինչպիսի՞ ճնշումն են անվանում հիդրոստատիկ:
2. Ի՞նչ մեծություններից է կախված հիդրոստատիկ ճնշումը:
3. Դուրս բերե՞ք կամայական խորության վրա հիդրոստատիկ ճնշման բանաձևը:
4. Ի՞նչ եղանակով կարելի է ջրի ոչ մեծ քանակությամբ մեծ ճնշում ստանալ: Պարմեք Պասկալի փորձի մասին:

Փորձարարական առաջադրանք: Վերցրեք անոթ և նրա պարիսպները բարձրությունների վրա երեք փոքր անցք բացեք: Անցքերը պլաստիկինով փակեք և անոթը ջուր լցրեք: Անցքերը բացեք ու հետևեք դուրս հոսող ջրի շիթերին (նկ. 100): Ինչո՞ւ է ջուրն անցքերից դուրս հոսում: Ինչի՞ց է հետևում, թե խորության աճի հետ ջրի ճնշումը մեծանում է:

✓ § 38. Ճնշումը ծովերի և օվկիանոսների հափալկին: Խորջրյա հեփազոփություններ

Նիդրոստատիկ ճնշման բանաձևից հետևում է, որ միևնույն խորության վրա գտնվող հեղուկի բոլոր մասերում ճնշումը նույնն է: Խորության աճի հետ ճնշումը նույնպես աճում է: Այն հափալկալես մեծ արժեքներ է ձեռք բերում ծովերի և օվկիանոսների հափալկին: Օրինակ՝ 10 կմ խորության վրա ջրի ճնշումը կազմում է մոտ 100 միլիոն պասկալ:

Չնայած այդպիսի խորություններում գոյություն ունեցող ահռելի ճնշմանը՝ այդպեղ բնակվում են զանազան ասեղնամաշկավորներ, խեցգեղանանմաններ, կակղամորթեր, որդեր և խորջրյա ձկներ: Այս կենդանիների օրգանիզմը հարմարվել է մեծ ճնշման փակ ապրելու պայմաններին, նրանց օրգանիզմի ներսում ճնշումը նույն մեծությունն ունի:

Արևի լույսն այս խորություններին չի հասնում (այն մարում է արդեն 180 մետր խորության վրա), և այդպեղ խավարն է թագավորում: Խորջրյա բնակիչները կամ կույր են, կամ էլ, ընդհակառակը, չափազանց զարգացած աչքեր ունեն: Խորջրյա կենդանիներից ոմանք իրենք իրենցից լույս են արձակում:

Մտորջրյա աշխարհը մարդն սկսել է յուրացնել դեռևս խոր հնադարից: Լավ մարզված փորձառու սուզորդները (հարավային ծովերում մար-

գարիք, խեցի և ծովասպունգ հավաքողները) մեկ-երկու րոպե շունչը պահելով, առանց որևէ փեխնիկական հարմարանք օգտագործելու, սուզվում են մինչև 20-30 (երբեմն դրանից էլ ավել) մետր խորության վրա:

Առանց հատուկ հանդերձանքի մարդը չի կարող ծովային մեծ խորությունների հասնել: Դրան խանգարում է ինչպես օդի բացակայությունը, այնպես էլ ծովի խորքերում առկա հիդրոստատիկ ահռելի ճնշումը: Ճնշումն այնպես է սեղմում մարդու կողոսկրերը, որ սրանք, ճնշմանը փեղի փալով, ջարդվում են:

Ջրի փակ մնալու ժամանակը երկարացնելու նպատակով մարդիկ սկզբում օգտագործում էին եղեգնյա շնչառական փողրակներ, օդով լցված կաշվե պարկեր, ինչպես նաև «ջրասուզային գանգ» (որը հավասարաչափ և ուղղահայաց խորասուզելու դեպքում իր վերին մասում օդի զգալի պաշար էր պահում, այսպես կոչված «օդային բարձ», որն էլ մարդն օգտագործում էր ջրի փակ գրնվելու ժամանակ):

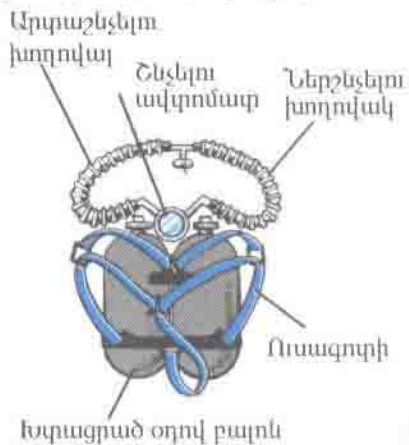
Մակայն անհրաժեշտ է հաշվի առնել, որ ջրի մակերևույթից մի ծայրը դուրս հանած շնչառական փողրակով կարելի է շնչել միայն այն դեպքում, երբ սուզվելու խորությունը մեկուկես մետրից ավել չէ:

Մարդու կրծքավանդակը սեղմող ջրի ճնշման և կրծքավանդակի ներսում օդի ճնշման փարբերությունը մեծ խորություններում այնքան է աճում, որ թոքերն ընդարձակելու և ներշնչման ժամանակ այն թարմ օդով լցնելու համար մարդու մկանային ուժը չի բավականացնում:

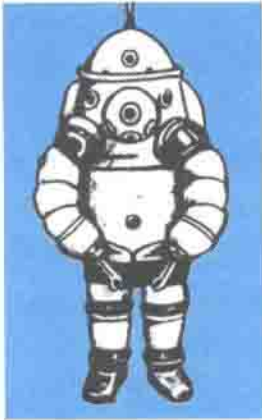
Մեկուկես մետրը գերազանցող խորություններում կարելի չէ միայն փոխալ խորության ջրի ճնշմանը հավասար ճնշում ունեցող օդով:

1943 թվականին ֆրանսիացի օվկիանոսագետներ Ժակ Կուստոն և Էրիկ Գանյանը հայրնագործեցին **ակվալանգը**՝ սեղմված օդ կրող հատուկ սարք, որը նախատեսված էր ջրի փակ մարդու շնչառությունն ապահովելու համար (նկ. 101):

Այս գյուրի շնորհիվ սպորջրյա լողը շար հրապուրիչ ու փարածված մարզաձև դարձավ ողջ աշխարհում:



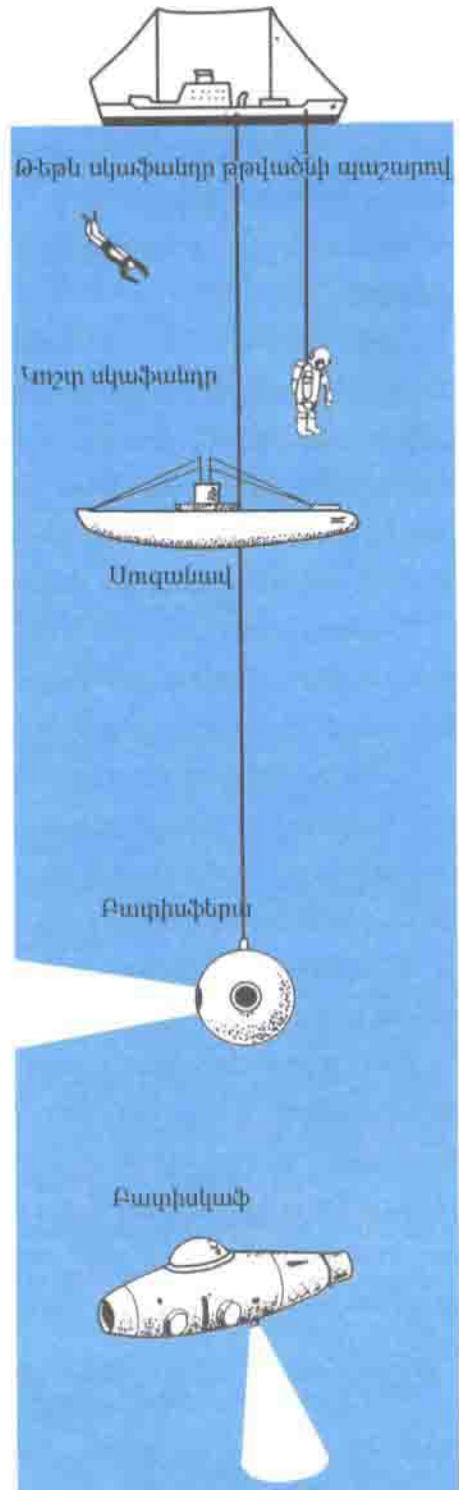
Նկար 101



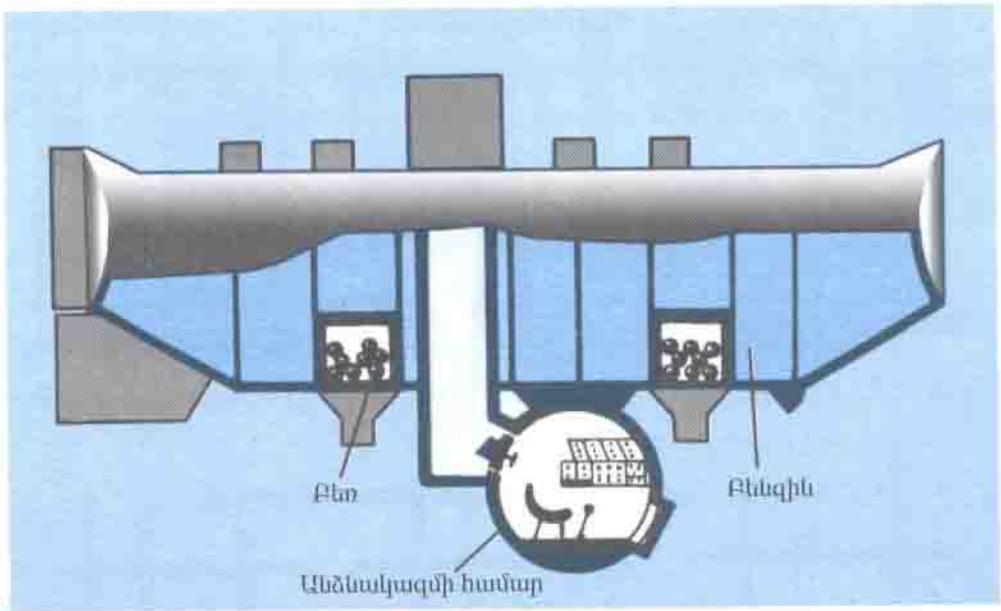
Նկար 102

Ակվալանգը հնարավորություն է տալիս ջրի տակ մնալ մի քանի ժամ (մոտավորապես 40 մետր խորության վրա) մինչև մեկ ժամ և ավելի (ոչ մեծ խորություններում): Խորհուրդ չի տրվում ակվալանգն օգտագործել 40 մետրը գերազանցող խորություններում: Բանն այն է, որ մեծ ճնշման տակ գրգռվող օդը ներշնչելը կարող է մարմնի ազդեցության ընդարմացում (նարկոզ) առաջացնել: Մարդը կկորցնի գիտակցության հստակությունը, շարժողական համակարգը կառավարելու ունակությունը կամ էլ կհայտնվի կիսաուշաթափ վիճակում:

Տարբեր խորություններում սպորժյա աշխատանքներ կատարելու համար հատուկ ջրասուզակային սկաֆանդրներ են օգտագործում: Եթե սկաֆանդրը փափուկ է (ռետինից է պատրաստված), ապա սուզվելու խորությունը սովորաբար չի գերազանցում մի քանի տասնյակ մետրը:



Նկար 103



Նկար 104

Մեծ խորություններում մարդը հնարավորություն ունի աշխարել՝ գրնվելով կարծր, գրահապար մեքաղյա սկաֆանդրի մեջ (նկ. 102): Այս դեպքում սուզվելու խորությունը կարող է հասնել մինչև 300 մետրի:

Ճովերի և օվկիանոսների մեծ խորություններում գիպական և հեքազոփական աշխատանքներ կատարելու նպատակով օվկիանոսագետներն օգտագործում են բարիսֆերաներ և բարիսկաֆներ (նկ. 103):

Բարիսֆերան ջրի խորքն է իջեցվում վերջրյա նավից, պողպատե ճուպանի միջոցով: Բարիսֆերան ինքնուրույն շարժվելու հնարավորություն չունի և շարժվում է վերջրյա նավի շարժմանը համընթաց: Բարիսֆերան առաջին անգամ օգտագործել է իրալացի Բալգամելոն, 1892 թվականին: Առաջին փորձի ժամանակ նա հասավ 165 մետր խորության. հեքազայում բարիսֆերաներին հասանելի խորությունը գերազանցեց մեկ կիլոմետրի սահմանագիծը:

Բարիսկաֆը ճուպանով կապված չէ նավի հետ և անկախ, ցանկացած ուղղությամբ ինքնուրույն շարժվելու ընդունակ սարք է (նկ. 104): Առաջին բարիսկաֆը 1948 թվականին կառուցել և փորձարկել է շվեյցարացի գիպնական Օգյուստ Դիկարը: 1960 թվականին գիպնականի որդին՝ Ժակ Դիկարը, Դեյվիդ Ուոլշի հետ միասին բարիսկաֆով հասան Խաղաղ օվկիանոսում գրնվող ամենախոր Մարիանյան իջվածքի հարակին: Իջ-

վածքի առավելագույն խորությունը կազմում է 11022 մետր: Ռուսական գիտահետազոտական «Վիդյազ» նավի վրա գտնվող գիտական արշավախումբն այս արդյունքն ստացել է 1957 թվականին:

Տարցեր

1. Ջրի փակ գտնվելով ի՞նչ կերպ կարող է շնչել մարդը:
2. Ի՞նչն է խանգարում մարդուն առանց հափուկ փեխնիկական սարքեր օգտագործելու՝ սուզվելով հասնել մեծ խորությունների:
3. Ի՞նչ է ակվալանգը. ինչո՞ւ նրանում ոչ թե սովորական մթնոլորտային, այլ սեղմած օդ է օգտագործվում:
4. Ինչո՞վ է փարբերվում բարիսկաֆը բարիսֆերայից:

✓ § 39. Հաղորդակից անոթներ

Նկար 105-ում պատկերված են փարապրեսակ մի քանի անոթներ: Նրանք բոլորը փարբեր ձև ունեն, բայց մի առանձնահատկություն նրանց բոլորին միմյանց նման է դարձնում: Ի՞նչ առանձնահատկություն է դա: Ուշադիր դիտելու դեպքում կարելի է նկատել, որ այդ բոլոր անոթների ջրով լցված առանձին մասերը միացած են միմյանց:

Այդպիսի անոթները կոչվում են **հաղորդակից** անոթներ:

Կատարենք այսպիսի փորձ: Ապակե երկու անոթներ իրար միացնենք ռեպինե փողրակով: Փողրակը մնջփեղում սեղմենք սեղմիչով և անոթներից մեկի մեջ ջուր լցնենք (նկ. 106, ա): Ջուր լցնելուց հետո սեղմիչը հանենք և հերկենք, թե ջուրն ինչպես է մի անոթից լցվում հաղորդակից մյուս անոթի մեջ: Մենք կրեսնենք, որ ջուրը մի անոթից մյուսը կհոսի այնքան ժամանակ, մինչև երկու անոթներում էլ ջրի մակարդակները հավասարվեն (նկ. 106, բ): Եթե անոթներից մեկը թողնենք հենարանին ամրացված, իսկ մյուսը բարձրացնենք, իջեցնենք կամ մի կողմի վրա թեքենք, ապա հենց որ ջրի շարժումը դադարի, միևնույն է, երկու անոթներում էլ ջրի մակարդակը նույնը կլինի (նկ. 106, գ):

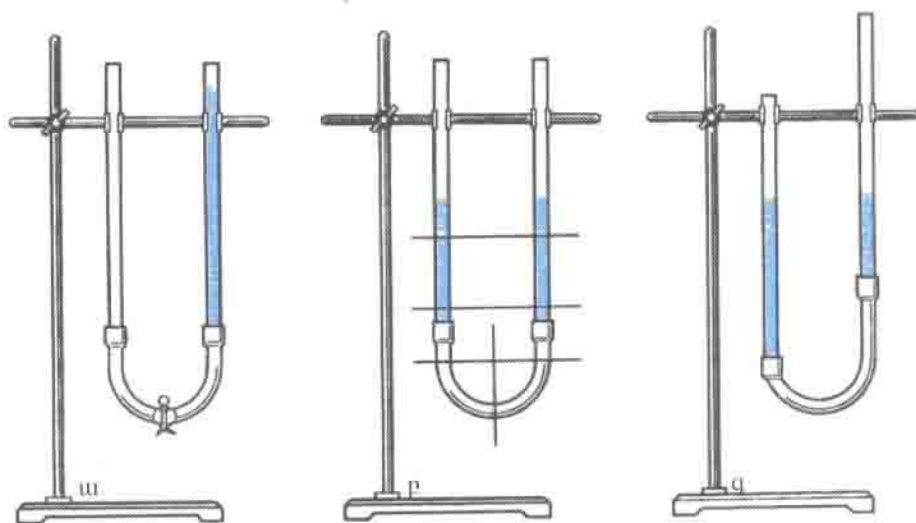


ա

բ

գ

Նկար 105



ա

բ

գ

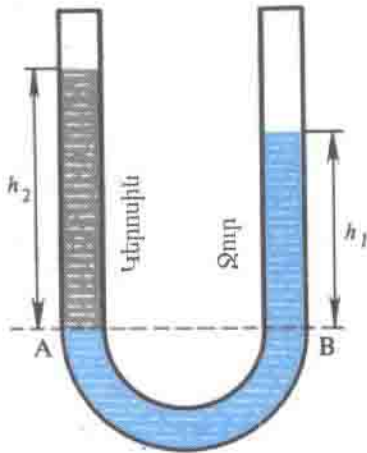
Նկար 106

Տաղորդակից անոթների օրենքը ձևակերպվում է այսպես.

Տաղորդակից անոթներում համասեռ հեղուկի ազատ մակերևույթները գտնվում են նույն մակարդակի վրա¹:

Այս օրենքի ապացույցներ ձեռք բերելու նպատակով դիտարկենք հեղուկի մասնիկները, որոնք գտնվում են հաղորդակից անոթների միմյանց միանալու հարվածում (նկ. 105, ա-ի ներքևում): Քանի որ այս մասնիկները անոթներում գտնվող հեղուկի ողջ զանգվածի հետ միասին գտնվում են հանգստի վիճակում, ապա նրանց վրա ազդող ճնշման ուժերը և՛ աջ, և՛ ձախ կողմից պետք է հավասարակշռեն մեկը մյուսին: Բայց այդ ուժերը համեմատական են ճնշմանը, իսկ ճնշումը՝ հեղուկի սյան բարձրությանը:

¹ Անոթները, որոնց մասին խոսվում է այս օրենքում, չպետք է շար փոքր փրամագիծ ունենան, հակառակ դեպքում կսկսեն գործել մագալան երևույթներ (վրև § 29):



Նկար 107

Այդ պարճառով, դիփարկվող ազդող ուժերի հավասարությունից հետևում է, որ հաղորդակից անոթներում հեղուկի սյուների բարձրությունները նույնպես պետք է հավասար լինեն:

Մինչ այժմ մենք դիփարկել ենք այն դեպքը, երբ հաղորդակից անոթները միևնույն հեղուկն էին պարունակում: Իսկ եթե հաղորդակից անոթներից մեկի մեջ լցնենք որևէ հեղուկ (օրինակ՝ ρ_1 խտություն ունեցող ջուր), իսկ մյուսի մեջ՝ մի այլ հեղուկ (օրինակ՝ ρ_2 խտություն ունեցող կերտսին),

ապա այդ հեղուկների մակարդակները փարբեր կլինեն (նկ. 107): Սակայն, քանի որ այս դեպքում էլ հեղուկները զգնվում են հանգստի վիճակում, ապա առաջվա նման կարելի է պնդել, որ հեղուկների կ'աջ, կ'ձախ սյուների կողմից առաջագրած ճնշումները (օրինակ՝ նկ. 107-ի AB մակարդակի վրա) հավասար են.

$$P_1 = P_2:$$

Այս ճնշումներից յուրաքանչյուրը կարելի է արտահայտել հիդրոստատիկ ճնշման բանաձևի միջոցով.

$$p_1 = \rho_1 g h_1, \quad p_2 = \rho_2 g h_2:$$

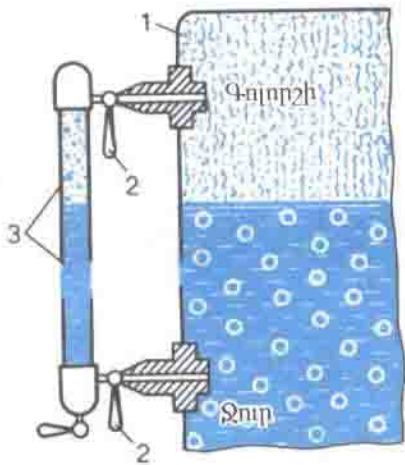
Այս արտահայտությունները հավասարեցնելով՝ արդյունքում սպանում ենք

$$\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2,$$

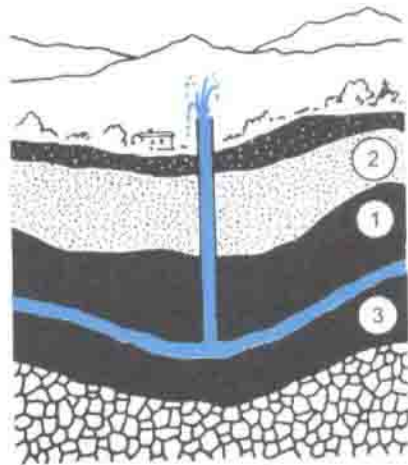
որտեղից՝

$$\boxed{\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2:} \quad (39.1)$$

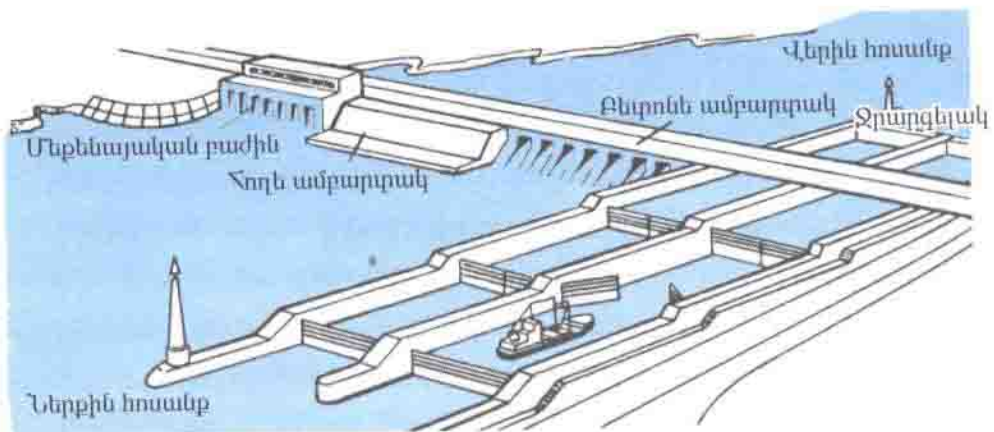
Այս հավասարումից հետևում է, որ եթե $\rho_1 > \rho_2$, ապա $h_1 < h_2$: Իսկ սա նշանակում է, որ փարբեր խտության հեղուկներ պարունակող հաղորդակից անոթներում *մեծ խտություն ունեցող հեղուկի սյան բարձրությունը պետք է փոքր լինի փոքր խտություն ունեցող հեղուկի սյան բարձրությունից*: Ըստ որում, այս դեպքում հեղուկների սյուների բարձրությունները հաշվում են հեղուկների միմյանց հետ շփվելու մակերևույթից:



Նկար 108



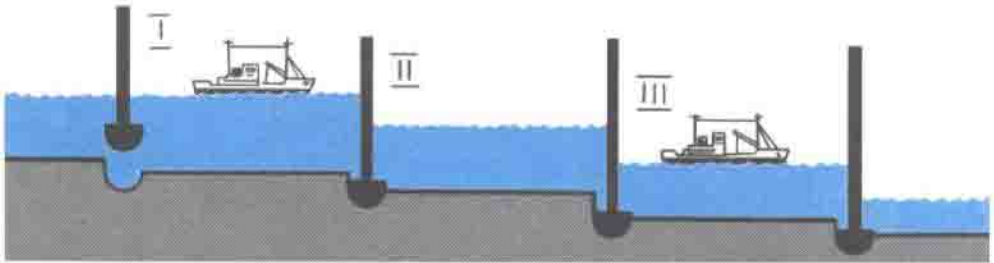
Նկար 109



Նկար 110

Նաթեր

1. Բերեք հաղորդակից անոթների օրինակներ:
2. Ձևակերպեք հաղորդակից անոթների օրենքը:
3. Նաղորդակից անոթներում ի՞նչ դիրք են գրավում փարբեր խտության հեղուկների մակերևույթները:
4. Օգտագործելով (39.1) բանաձևը՝ ապացուցեք հաղորդակից անոթների օրենքը:
5. 108 նկարում պարկերված է շոգեկաթասներում օգտագործվող ջրաչափ խողովակը (1 շոգեկաթաս, 2 փականներ, 3 ջրաչափ խողովակ): Բացատրեք այդ սարքի աշխատանքը:



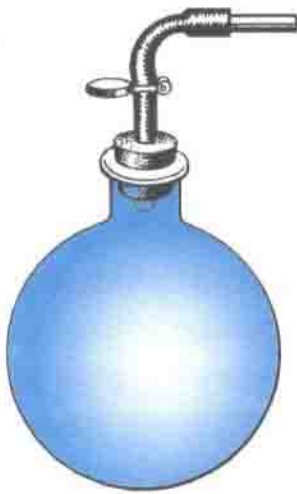
Նկար 111

6. 109 նկարում պատկերված է արտեզյան ջրհոր: Նոդի 2 շերտը կազմված է ավազից կամ ջուրը հեշտությամբ անցկացնող այլ նյութից: 1 և 3 թվերով նշված շերտերը, ընդհակառակը, անջրաթափանց են: Բացարձեք արտեզյան ջրհորի աշխարանքը: Ինչո՞ւ է ջուրը շարվանում ջրհորից:
7. 110 նկարում ներկայացված է նավանցումային ջրարգելակի (շլուզի) կառուցվածքը, իսկ 111 նկարում՝ նավանցումային ջրարգելակով նավերի անցման սխեման: Դիտե՛ք նկարները և բացարձեք նավանցումային ջրարգելակի աշխարանքի սկզբունքը:

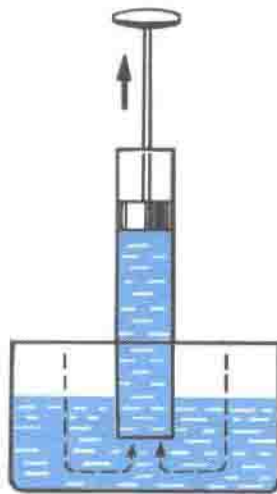
✓ § 40. Մթնոլորտ և մթնոլորտային ճնշում

Երկրագունդը շրջապատող գազերի թաղանթը կոչվում է **մթնոլորտ**: Երկրագնդի մթնոլորտը կազմող գազերի խառնուրդն ընդունված է անվանել *օդ*: Օդի բաղադրության մեջ մտնում են ազոտ (78%), թթվածին (21%) և որոշ այլ գազեր:

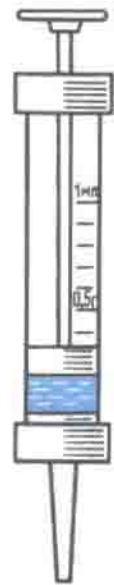
Մեր մոլորակի մթնոլորտը կազմող գազերի մոլեկուլներն անընդհար և անկանոն շարժման մեջ են գտնվում: Ինչպե՞ն է, որ նրանք չեն լքում Երկիրը և չեն հեռանում դեպի փիեզերական տարածություն: Միայն մի պարճառով. այդ անելու համար նրանց արագությունը չի բավարարում: Չէ՞ որ մարդու կողմից մեծ ուժով դեպի վեր նետված գնդակն էլ փիեզերք չի թռչում, այլ գետին է ընկնում: Երկրագնդի ձգողության սահմաններից դուրս գալու համար անհրաժեշտ է շարժվել արագություն զարգացնել՝ 11,2 կմ/վ: Մոլեկուլների մեծ մասի արագությունն օդում զգալիորեն ավելի փոքր է:



Նկար 112



Նկար 113



Նկար 114

Երկրագնդի արհեստական արբանյակների միջոցով մերձերկրյա փեղերական փարածության հեփազությունը ցույց փվեց, որ մեր մոլորակի մթնոլորտը 1000 և ավելի կիլոմետր դեպի վեր է փարածվում: Անօդ փարածության հեփ մթնոլորտը հսփակ սահմաններ չունի: Մթնոլորտի վերին շերտերը շար նօսր են և ասփիճանափար անցում են կափարում դեպի միջմոլորակային դափարկ փարածություն: Բարձրության նվազման հեփ օղի խփությունն աճում է: Երկրագնդի օղային թաղանթի ողջ զանգվածի մոտ 80 %-ը կենփրոնացած է երկրագնդի մակերևույթից մինչև 15 կմ բարձրության սահմաններում: Նասփարված է, որ 0 °C ջերմասփիճանի պայմաններում (ծովի մակերևույթի վրա) օղի յուրաքանչյուր խորանարդ մեփրի զանգվածը միջին հաշվով կազմում է 1,29 կգ:

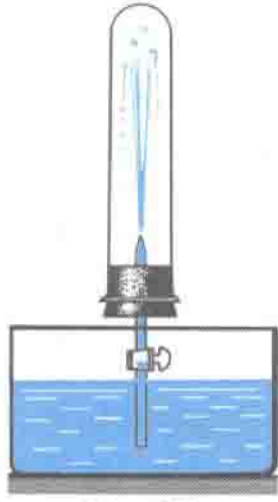
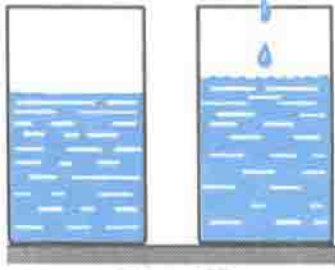
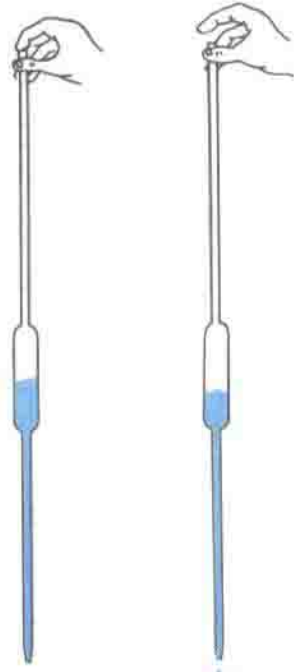
Փորձի միջոցով ինչպես կարելի է ցույց փայ, որ օղը զանգված ունի. չէ՞ որ սովորական պայմաններում մենք այն չենք փեսնում: Դրա համար անհրաժեշտ է վերցնել ամուր ապակուց պափրասփված գունդ, որի խցանի մեջ ռեփինե փողրակ է հազցված: Ռեփինե փողրակը սեղմակ ունի, և անհրաժեշտ պահին այն կարելի է փակել (նկ.112): Ապակե գնդից օղը դուրս մղելուց հեփո՝ սեղմակով փակում ենք ռեփինե փողրակը: Այն փեղավորում ենք կշեռքի վրա և կշռաքարերով հավասարակշռում: Նավասարակշռելուց հեփո բացում ենք ռեփինե փողրակի սեղմակը: Օղը նորից կլցվի ապակե գնդի մեջ, և մենք կփեսնենք, թե ինչպես է խախտվում կշեռ-

քի հավասարակշռությունը: Օդով լցված գունդը կծանրանա: Սա էլ հենց ցույց է փախիս, որ օդը զանգված ունի:

Երկրագնդի ձգողականության պարզապես օդի վերին շերտերը ճնշում են միջին շերտերին, իսկ վերջիններս էլ՝ սպորին շերտերին: Օդի կշռով պայմանավորված ամենամեծ ճնշումն իր վրա է կրում երկրագնդի մակերևույթը, ինչպես նաև՝ մակերևույթի վրա գրավող բոլոր մարմինները, այդ թվում՝ նաև դուք, որ ներկա պահին սովորում եք այս դասը:

Երկրագնդի մթնոլորտի կողմից նրանում գրավող մարմինների վրա գործադրվող ճնշումը կոչվում է **մթնոլորտալին ճնշում**:

Նկար 113-ում պարկերված է ջրով լցված լայն անոթ և ջրի մեջ իջեցված մխոցավոր ապակե խողովակ: Երբ մենք սկսենք մխոցը բարձրացնել, կրեսնենք, թե ինչպես է ջուրը մխոցի երևից վեր բարձրանում: Ի՞նչն է ջրին ստիպում մխոցի երևից վեր բարձրանալ: Եթե մխոցը վեր բարձրացնելու ընթացքում լայն անոթում գրավող ջրի մակարդակը չպակասեր, ապա մխոցի և ջրի միջև անօդ փարածություն կառաջանար, որը, բնականաբար, իր փակ գրավող ջրի վրա ոչ մի ճնշում գործադրել չէր կարող: Իսկ ներքևից այդ ջրի (ապակե խողովակում գրավող) վրա ազդում է շրջակա օդի



Նկար 115

Նկար 116

Նկար 117

ճնշման ուժը: Պասկալի օրենքով այդ ճնշումը փոխանցվում է լայն անոթում գտնվող ջրի միջոցով: Ազդելով ներքևից դեպի վեր՝ մթնոլորտային ճնշման ուժն ապակե խողովակի մեջ գտնվող ջրին հարկադրում է մղվել դեպի մխոցի փակ առաջացած դափարկ փարածությունը: Նենց այս սկզբունքի վրա է հիմնված լայնորեն հայտնի բժշկական այնպիսի մի գործիքի աշխատանքը, ինչպիսին ներարկիչն է (նկ.114):

Նկար 115-ում ցուցադրված է, թե ինչ փեղի կունենա, եթե օդը նախօրոք միջից հանած փորձանոթը իջեցնենք ջրով լցված լայն անոթի մեջ: Ծորակը բացելուց հետո կտեսնենք, թե ջուրն ինչպես է շարժվանում դեպի վեր: Շարժվանելու պարճառը ճնշումների փարբերությունն է խողովակի ներսում ու դրսում: Ծրջակա օդի գերակշռող ճնշման ուժը լայն անոթի մեջ գտնվող ջրին սփիպում է փեղափոխվել այնտեղ, որտեղ ճնշումն ավելի փոքր է, այսինքն՝ դափարկ փորձանոթի ներսը:

Նարցեր

1. Իրենից ի՞նչ է ներկայացնում երկրագնդի մթնոլորտը, ինչպիսի՞ գազերից է այն բաղկացած:
2. Երկրագնդի մթնոլորտը կազմող գազերի մոլեկուլներն ինչո՞ւ չեն ցրվում փեղգերական փարածությունում:
3. Բարձրության աճին զուգընթաց ինչպե՞ս է փոխվում մթնոլորտի խտությունը:
4. Ինչպիսի՞ փորձի միջոցով կարելի է ապացուցել, որ օդը զանգված ունի:
5. Ի՞նչ պարճառով է մթնոլորտային ճնշում առաջանում:
6. Նկարագրեք և բացատրեք ներարկիչի աշխատանքի սկզբունքը:
7. Նկար 116-ում պարկերված է կաթոցիկ: Բացատրեք, թե ինչպես է հաջողվում կաթոցիկով հեղուկ վերցնել:
8. Նկար 117-ում պարկերված է լիվեր կոչվող սարքը, որով փարբեր հեղուկներից փորճանմուշներ են վերցնում: Լիվերը սուզում են հեղուկի մեջ, հետո ցուցամափով փակում վերին անցքը և դուրս քաշում հեղուկի միջից: Երբ ցուցամափը հեռացնում են վերին անցքից, հեղուկը լիվերից դուրս է հոսում: Բացատրեք այս սարքի աշխատանքը:

9. Ենթադրում են, որ ինչ-որ ժամանակ Լուսինը շրջապարված է եղել մթնոլորտով, սակայն աստիճանաբար կորցրել է այն: Ինչո՞վ կարելի է բացատրել դա:
10. Որպեսզի կարողանա օդ շնչել, մարդն ընդարձակում է իր կրծքավանդակը: Ինչո՞ւ է օդն այդ դեպքում մտնում թոքերի մեջ: Ինչպե՞ս է փեղի ունենում արտաշնչումը:

✓ § 41. Մթնոլորտային ճնշման չափումը: Տորիչելլիի փորձը

Մենք գիտենք, որ երկրագնդի օդային պապյանը Երկրի մակերևույթին գրավող բոլոր մարմինների վրա մի որոշ ճնշում է գործադրում: Գիտենք, որ այդ ճնշումը կոչվում է մթնոլորտային: Ի՞նչ մեծություն ունի մթնոլորտային ճնշումը:

Ճնշման $p = \rho gh$ բանաձևը մթնոլորտային ճնշումը հաշվարկելու հնարավորություն չի տալիս: Ինչո՞ւ: Պատճառն այն է, որ մթնոլորտային օդը հասարակության խտություն չունի (երկրագնդի մակերևույթից հաշված՝ փարքեր բարձրություններում օդի խտությունը փարքեր է): Մթնոլորտը նաև որոշակի և հասարակության բարձրություն չունի (մթնոլորտն ու փեղզերական փարածությունը կտրուկ սահման չունեն): Բայց և այնպես հնարավոր է իմանալ, թե ինչի է հավասար մթնոլորտային ճնշումը:

Առաջինը իտալացի գիտնական Էվանջելիստա Տորիչելլին հասկացավ, թե ինչպես կարելի է չափել մթնոլորտային ճնշումը: Մթնոլորտային ճնշումը չափելու նրա առաջարկած փորձը 1643 թվականին իրականացրեց Գալիլեյի աշակերտ Վ. Վիվիանին:

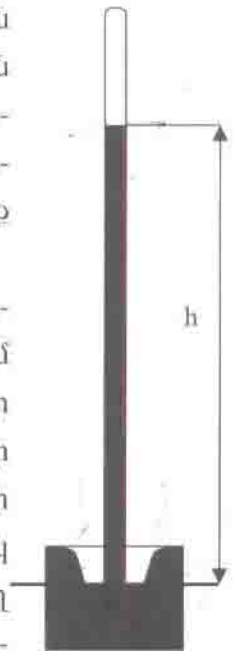


Տորիչելլի Էվանջելիստա
(1608-1647)

Այդ փորձը կատարելու համար օգտագործվում էր մտրավորապես մեկ մետր երկարություն ունեցող, մի ծայրը հերմետիկ փակ, թափանցիկ ապակյա խողովակ: Խողովակը լցնելով սնդիկով և բաց ծայրը մտրավ փակելով (որ ներսի սնդիկը ժամանակից շուտ դուրս չթափվի) խողովակը շրջեցին և իջեցրին սնդիկով լցված լայն գավաթի մեջ: Երբ մտրը ետ քաշեցին և խողովակի ծայրը

բացեցին, սնդիկի մի մասը խողովակից թափվեց, և վերին մասում առաջացավ անօդ փարածություն՝ «փորիչեյյան դափարկություն» (նկ. 118): Ընդ որում, պարզվեց, որ խողովակում գտնվող սնդիկի սյան բարձրությունը մութավորապես հավասար է 760 միլիմետրի (եթե հաշվելու լինենք գավաթում գտնվող սնդիկի մակարդակից):

Կարարված փորձից սրացված արդյունքները Տորիչելլին բացատրեց հետևյալ կերպ: «Մինչ այսօր, – գրում է Տորիչելլին, – այն կարծիքն էր իշխում, իբրև թե ուժը, որ սնդիկի բնական հատկությանը հակառակ նրան թույլ չի փալիս ներքև իջնել, գտնվում է խողովակի վերին մասի ներսում, այսինքն՝ կան այնպիսի առաջացած դափարկ փարածության մեջ, կան էլ այնպիսի գտնվող ծայրահեղ նոսրացած կյուրի մեջ: Սակայն ես պնդում եմ, որ այդ ուժը արտաքին է, և որ այն դրսից է ազդում: Գավաթի մեջ գտնվող հեղուկի մակերեսին 50 մղոն բարձրություն ունեցող օդի ծանրություն է ազդում: Էլ ի՞նչ կա զարմանալու, եթե սնդիկը... բարձրանում է ճիշտ այնքան, ինչքան պետք է դրսի օդի ծանրությունը հավասարակշռելու համար»:



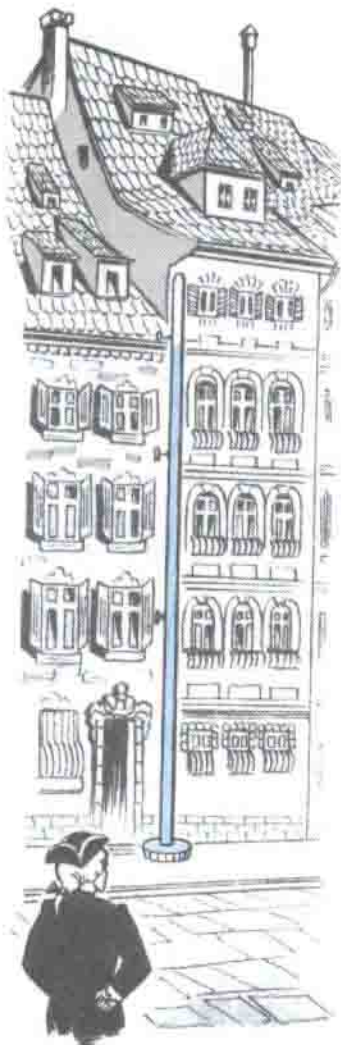
Նկար 118

Այսպիսով, մթնոլորտային ճնշումը հավասար է սնդիկի սյան ճնշմանը.

$$P_{\text{մթն}} = P_{\text{սնդիկ}} :$$

Եթե այդ երկու ճնշումները հավասար չլինեին, ապա սնդիկը հավասարակշռության մեջ չէր գտնվի. $p_{\text{սնդիկ}} > p_{\text{մթն}}$ դեպքում սնդիկն ապակե խողովակից կթափվեր գավաթի մեջ, իսկ $p_{\text{սնդիկ}} < p_{\text{մթն}}$ դեպքում սնդիկը խողովակով վեր կբարձրանար:

Այս երևույթը հնարավորություն է փալիս *մթնոլորտային ճնշումը չափել սնդիկի սյան համապատասխան բարձրությամբ (սուվորաբար արտահայտվում է սիլիմետրերով)*: Օրինակ, եթե ասում են, որ այսինչ աշխարհագրական վայրում կամ այսինչ պնդում մթնոլորտային ճնշումը հավասար է սնդիկի սյան 760 միլիմետրի, ապա դա նշանակում է, որ փվյալ պնդում օդը ճնշում է գործադրում այնպիսի ուժով, ինչպիսի ուժով ճնշում է 760 միլիմետր սնդիկի ուղղահայաց սյունը: Սնդիկի սյան



Նկար 119

մեծ բարձրությունը համապարասխանում է մթնոլորտային մեծ ճնշման, փոքր բարձրությունը՝ փոքր ճնշման:

Եթե Տորիչելլիի փորձում օգտագործված սնդիկով լի ապակե խողովակին ամրացնենք ուղղահայաց սանդղակ, ապա կստանանք մթնոլորտային ճնշումը չափելու պարզագույն սարք: Կստանանք **սնդիկային բարոմետր** (հունարեն «բարոս»՝ ծանրություն բառից):

Թափանցիկ ապակե ձողի մեջ սնդիկի սյան բարձրությանը հեղուկելով՝ Տորիչելլին, իր համար անսպասելի, բարձրության փոփոխություններ նկատեց և հասկացավ, որ մթնոլորտային ճնշումը հաստատուն և անփոփոխ արժեք չունի և «ջերմությունից կամ ցրտից կախված» (ինչպես ինքն է գրում) սնդիկի սյան բարձրությունը փոփոխվում է:

Ներկա ժամանակներում $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ջերմաստիճանի դեպքում սնդիկի սյան 760 միլիմետր բարձրությանը հավասար մթնոլորտային ճնշումն ընդունված է անվանել **նորմալ մթնոլորտային ճնշում**:

Մթնոլորտային այդ ճնշումը պասկալներով հաշվելու համար օգտվենք հիդրոստատիկ ճնշման բանաձևից՝

$$p = \rho gh:$$

Այդ բանաձևի մեջ փոխադրելով $\rho = 13595,1\text{ կգ/մ}^3$ (սնդիկի խտությունը $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ում), $g = 9,80665\text{ մ/վ}^2$ (ազատ անկման արագացումը), $h = 760\text{ մմ} = 0,76\text{ մ}$ (նորմալ մթնոլորտային ճնշմանը համապարասխանող սնդիկի սյան բարձրությունը)՝ կստանանք $p = 101325$ Պա: Սա էլ հենց նորմալ մթնոլորտային ճնշումն է:

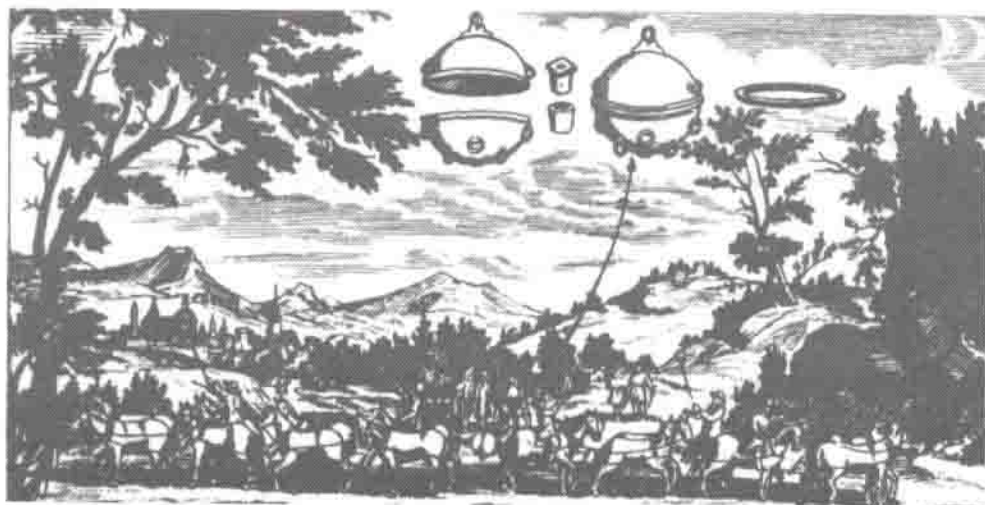
Նորմալին մոտիկ մթնոլորտային ճնշումը սովորաբար դիտվում է ծովի մակերևույթին հավասար բարձրություն ունեցող փոփոխություններում: Ծովի

վի մակերևույթից հաշված՝ բարձրության աճին զուգընթաց (օրինակ՝ լեռներում) մթնոլորտային ճնշումն իջնում է:

Տորիչելլիի փորձերը նրա ժամանակակից բազմաթիվ գիտնականների հետաքրքրեցին: Երբ այդ փորձերի մասին իմացավ Ֆրանսիացի գիտնական Բլեզ Պասկալը, փարբեր հեղուկներով (յուղով, գինով, ջրով) կրկնեց այդ փորձերը: Նկար 119-ում պատկերված է Պասկալի կողմից 1646 թվականին ստեղծված **ջրային բարոմետրը**: Մթնոլորտային ճնշումը հավասարակշռող ջրի սյունը սնդիկի սյունից շար ավելի բարձր սպացվեց: Պասկալի համեմարարությամբ Ֆրանսուա Պերիեն 1648 թվականին չափեց բարոմետրում սնդիկի սյան բարձրությունը Պյուի-դե-Դոմ լեռան ստորոտին և գագաթին: Պասկալի ենթադրությունը, որ մթնոլորտային ճնշումը կախված է տեղանքի բարձրությունից, լիովին հաստատվեց: Պարզվեց, որ լեռան գագաթին, ստորոտի համեմատությամբ, սնդիկի սյան բարձրությունը 84,4 միլիմետրով պակաս է: Որպեսզի ոչ մի կասկած չմնա այն մասին, որ երկրագնդի մակերևույթից բարձրանալու հետ մթնոլորտային ճնշումն անխուսափելիորեն իջնում է, Պասկալը մի քանի փորձեր էլ կատարեց, բայց արդեն Փարիզում՝ Նոպր-դամ դե Պարի փաճարի Սեն Ժակ աշտարակի և 90 աստիճանահարթակ ունեցող մի բարձր փան հատակին և փանիքի վրա: Իր գիտական փորձերի արդյունքները նա հրատարակեց «Պատմություն հեղուկների հավասարակշռության մեծ գիտափորձի մասին» բրոշյուրում:

Մեծ հռչակ ձեռք բերեցին նաև գերմանացի ֆիզիկոս Օտտո ֆոն Գերիկեի (1602-1680 թթ.) փորձերը: Մթնոլորտային ճնշման գոյության մասին իր եզրակացությանը նա հանգել էր Տորիչելլիից անկախ (Տորիչելլիի փորձերի մասին նա իմացավ ինը տարի ուշացումով): Ինչ-որ առիթով նա բարակ պատերով մետաղական գնդից օդ էր դուրս մղում: Գերիկեն փեսավ, թե ինչպես մետաղական գունդը հանկարծակի և անսպասելի ճխլվեց, ինչպես թուղթը: Վթարի պատճառների մասին մտածելով՝ նա հասկացավ, որ մետաղական գունդը ճխլվեց շրջակա օդի ճնշման ազդեցության պատճառով:

Բացահայտելով մթնոլորտային ճնշումը՝ Մագդեուրց քաղաքի իր փան ճակարամասի մոտ Գերիկեն ջրային բարոմետր կառուցեց, որի մեջ ջրի մակերեսին փայտե մարդուկի արձանիկ էր լողում և աջ ձեռքի ցուցա-



Նկար 120

մաքով ցույց էր փախս ապակու վրայի բաժանումները:

Նպասակ ունենալով բոլորին ապացուցել մթնոլորտային ճնշման գոյությունը՝ Գերիկեն 1654 թվականին իրականացրեց «Մագդեբուրգյան կիսագնդերի» հռչակավոր փորձը: Փորձի ցուցադրությանը ներկա էին կայսր Ֆերդինանդ 3-րդը և Ռեգենսբուրգյան ռայխսպագի անդամները: Նրանց ներկայությամբ միմյանց հավամ մեքաղական երկու կիսագնդերի միջից օդը դուրս մղեցին: Դրանից հետո մթնոլորտային ճնշման ուժերը երկու կիսագնդերն այնքան ուժեղ սեղմեցին մեկը մյուսին, որ ութը զույգ ձիերը, ողջ ուժով քաշելով, չկարողացան կիսագնդերը միմյանցից հեռացնել (նկ.120):

Նարցեր

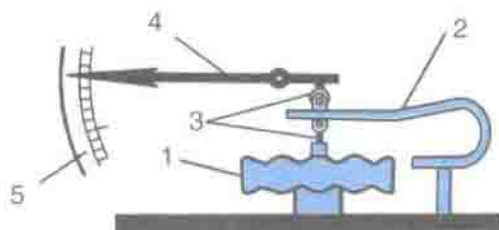
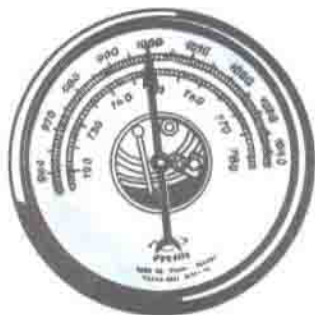
1. Ինչո՞ւ մթնոլորտային ճնշումը չի կարելի հաշվել նույն ձևով, ինչ ձևով հաշվում են հեղուկի ճնշումն անոթի հստակին:
2. Պարամեք Տորիչելլիի փորձի մասին:
3. Ի՞նչ է նշանակում այսպիսի գրառումը. «Մթնոլորտային ճնշումը հավասար է սնդիկի սյան 780 միլիմետր»:
4. Ինչպե՞ս է կոչվում մթնոլորտային ճնշումը չափող սարքը:
5. Ո՞ր ճնշումն են անվանում Լորնալ մթնոլորտային ճնշում:
6. Երկրագնդի մակերևույթի նկարմամբ բարձրության փոփոխության հետ ինչպե՞ս է փոխվում մթնոլորտային ճնշումը: Ինչո՞ւ:

Փորձարարական առաջադրանք: 1. Ապակե բաժակը խորասուզեք ջրի մեջ, ջրի տակ շուռ փվեք հափականով դեպի վեր, որից հետո դանդաղ դուրս քաշեք ջրից: Ինչո՞ւ բաժակի միջի ջուրը չի թափվում, բանի դեռ բաժակի եզրերը ջրի տակ են: 2. Ապակե բաժակը ցրեք ջրով, փակեք թղթի թերթով և թուղթը ձեռքով պահելով՝ բաժակը շար արագ շրջեք հափականով դեպի վեր: Այժմ եթե ձեռքը թղթից հեռացնեք, ապա ջուրը բաժակից չի թափվի: Թուղթը բաժակի եզրերին կպած կմնա այնպես, կարծես սոսնձած լինեք: Ինչո՞ւ:

✓ § 42. Բարոմետր-աներոիդ

Մինչև 19-րդ դարի կեսերը մթնոլորտային ճնշումը չափելու համար օգտագործում էին միայն Տորիչելլիի սպեղծած հեղուկային (գլխավորապես սնդիկային) բարոմետրերը: 1844 թվականին L. Վիդին նախագծեց և կառուցեց նոր, անհեղուկ բարոմետր, որը **բարոմետր-աներոիդ** անունն ստացավ (հունարեն «աներոս»՝ անհեղուկ բառից):

Բարոմետր-աներոիդի կառուցվածքը պարկերված է նկար 121-ում: Նրա հիմնական մասը մեփաղյա կլոր 1 փուփն է՝ ալիքանման ծալաշար հիմքերով: Օդը դուրս մղելու միջոցով փուփի ներսում մեծ կոսրացում է ստեղծված: Մթնոլորտային ճնշման մեծացման դեպքում փուփը սեղմվում է և նրա վերին, ճկման ենթակա մակերևույթն սկսում է ձգել իրեն ամրացված 2 զսպանակը: Մթնոլորտային ճնշման անկման դեպքում զսպանակը վերադառնում է իր նախկին դիրքին: Փոխանցող 3 մեխանիզմով զսպանակին 4 ցուցիչ սլաք է ամրացված: Այդ սլաքը փեղաշարվում է 5 սանդղակի վրա: Աներոիդի ասփիճանավորումը կադրավում է սնդի-



կային բարոմետրի ցուցմունքով: Բարոմետր-աներոփոյները սնդիկային բարոմետրերից պակաս հուսալի են, բանի որ նրանց կառուցվածքային բաղադրիչ հանդիսացող գազանակներն ու մեմբրանները ժամանակի ընթացքում կորցնում են իրենց առաձգականությունը: Սակայն իրենց փոքր չափերի և անհեղուկ լինելու պարզառով հարմար են գործածության համար և գործնական լայն կիրառություն ունեն:

Օդերևութաբանական հեփագոփություններում բարոմետրն ամենաանհրաժեշտ գործիքներից մեկն է, բանի որ մթնոլորտային ճնշման իմացությունը խիստ կարևոր է մտրակա օրերի եղանակը կանխապեսելու համար:

Աներոփոյնների զգայունակությունն այնքան բարձր է, որ նույնիսկ երկու-երեք մետր վեր բարձրացնելու դեպքում սարքի ցուցիչ սլաքը նկատելիորեն փեղաշարժվում է: Դա հնարավորություն է տալիս հայտնաբերել մթնոլորտային ճնշման ասֆիճանական փոփոխությունը նույնիսկ փան ասֆիճաններով վեր բարձրանալու կամ մետրոյի շարժասանդուքով շարժվելու դեպքում:

Երկրագնդի մակերևույթից վեր բարձրանալու հետ օդի ճնշումը նվազում է: Բարոմետրի հետ միասին օդապարիկով վեր բարձրանալով կարելի է փարբեր բարձրությունների վրա չափել մթնոլորտային ճնշումը: Ոչ մեծ բարձրությունների վրա միջին հաշվով յուրաքանչյուր 12 մետր բարձրությունը հաղթահարելիս ճնշումը նվազում է սնդիկի սյան մեկ միլիմետրով: Վեց կիլոմետր բարձրության վրա օդի ճնշումը մտրավորապես կրկնակի պակաս է երկրագնդի մակերևույթի վրա գործադրվող ճնշումից:

Մթնոլորտային ճնշման բարձրությունից կախված լինելու իմացությունը թույլ է տալիս բարոմետր-աներոփոյններն օգտագործել որպես բարձրաչափեր: Քանի որ մթնոլորտային ճնշման յուրաքանչյուր արժեքին համապատասխանում է ծովի մակերևույթից որոշակի բարձրություն, ապա այդ սարքերի սանդղակը միանգամից կարելի է ասֆիճանավորել մետրերով (կամ կիլոմետրերով):

Օդագնացության մեջ օգտագործվող բարոմետրական բարձրաչափերն անվանում են *սլաքիմետր*: Սրանց օգնությամբ օդաչուները որոշում են ինքնաթիռի թռիչքի բարձրությունը:

Նարցեր

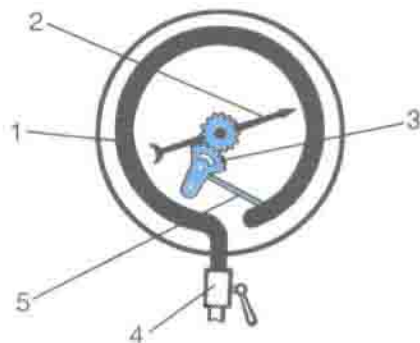
1. Բարոմետրի ինչպիսի՞ երկու տեսակներ գիտեք:
2. Ինչպե՞ս է կառուցված բարոմետր-աներոիդը:
3. Ինչպե՞ս է փոխվում մթնոլորտային ճնշումը երկրագնդի մակերևույթից վեր բարձրանալու դեպքում: Ինչո՞ւ:

ՎՅ 43. Մանոմետր

Բարոմետրը օգտագործվում է մթնոլորտային ճնշումը չափելու համար: Իսկ եթե անհրաժեշտ է որևէ այլ ճնշում չափել, ճնշում, որ գործադրում է գազը կամ հեղուկը, ապա օգտագործում են **մանոմետր** կոչվող սարքը (հունարեն «մանոս»՝ նոսր բառից):

Գոյություն ունեն փարբեր կառուցվածքի մանոմետրեր: Նկար 122-ում ցույց է տրված, այսպես կոչված, *խողովակավոր մանոմետրի* կառուցվածքը, որը հայրնագործել է Ֆրանսիացի գիտնական Է. Բուրդոն, 1848 թվականին: Այս մանոմետրի հիմնական մասը աղեղնաձև կորացրած սևամեջ 1 խողովակն է: Խողովակի մի ծայրը գոդված է, իսկ մյուս ծայրը 4 ծորակով միացվում է այն անոթին, որի ներսում անհրաժեշտ է չափել ճնշումը: Ընշումը մեծանալիս խողովակն ուղղվում է, և 5 լծակի ու 3 արամնանիվի միջոցով խողովակի հեղի միացված 2 սլաքը շեղվում է՝ սանդղակի վրա ցույց տալով ճնշման համապատասխան արժեքը: Եթե ճնշումը սկսում է նվազել, ապա խողովակն, ընդհակառակը, կորանում է, և սլաքը տեղաշարժվում է հակառակ ուղղությամբ:

Նկար 123-ում պարկերված է մի այլ մանոմետր, այսպես կոչված,



Նկար 122

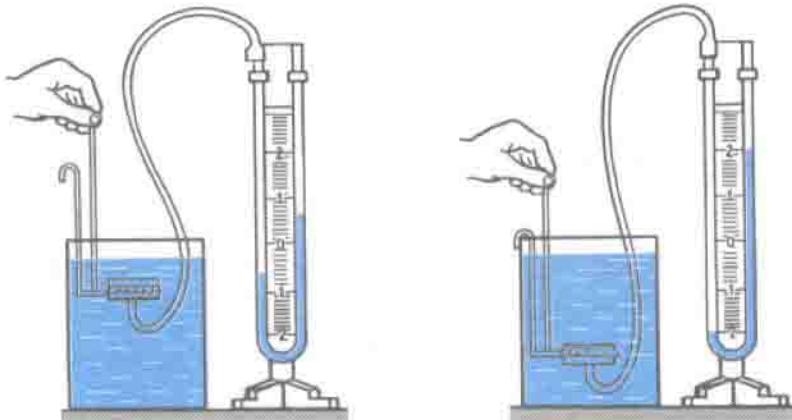


Նկար 123

հեղուկային Մ-աձև մանոմետրը: Այն կազմված է լաբորատորական այբուբենի «Մ» տառի ձևն ունեցող երկծունկ թափանցիկ խողովակից, որի մեջ հեղուկ է լցված (օրինակ՝ ջուր կամ սպիրտ): Մանոմետրի մի ծունկը ռեպինեն ճկուն խողովակով միացնում են կլոր, փափակ փուփիկին, որի մի կողմը փակված է ռեպինեն թաղանթով: Աջ ու ձախ ծնկերում ճնշումների հավասարության դեպքում նրանցում գրավող հեղուկը հաստատվում է հավասար մակարդակների վրա: Տուփիկի թաղանթը սեղմելիս

(տես նկար 123) փուփիկի հետ միացած ծնկում ջրի մակարդակն իջնում է, իսկ մյուսում՝ նույնքանով բարձրանում: Դիպվող երևույթը բացատրվում է նրանով, որ ռեպինեն թաղանթը սեղմելիս փուփիկում ճնշումը մեծանում է: Այդ լրացուցիչ ճնշումը փոխանցվում է փուփիկին միացած ծնկի մեջ գրավող հեղուկին և ստիպում, որ նրա մակարդակը իջնի: Այս ծնկի մեջ հեղուկի մակարդակի իջեցումը շարունակվում է այնքան ժամանակ, մինչև լրացուցիչ ճնշման ուժը չի հավասարակշռվում մանոմետրի մյուս ծնկում բարձրացող հեղուկի սյան լրացուցիչ կշռով: Այդ պատճառով, մանոմետրում հեղուկի սյուների բարձրությունների փարբերությունից ելնելով՝ կարելի է դարձողություն անել, թե թաղանթի վրա գործադրված ճնշումը որքանով է փարբերվում մթնոլորտային ճնշումից:

Նկար 124-ում ցույց է տրված, թե Մ-աձև մանոմետրի օգնությամբ ինչպես կարելի է չափել ճնշումը հեղուկի ներսում: Մենք պետևում ենք, որ մա-



Նկար 124

նումերի փուփիկը որքան շար ենք խորասուզում ջրի մեջ, այնքան շար է մեծանում հեղուկի սյունների բարձրությունների փարբերությունը մանումերի ծնկերում: Այդպես էլ պետք է լինի: Չէ՛ որ խորությունը մեծացնելիս հեղուկի հիդրոստատիկ ճնշումն աճում է:

Նարցեր

1. Ինչպե՛ս են կոչվում մթնոլորտային ճնշումից մեծ կամ փոքր ճնշումներ չափելու համար նախատեսված սարքերը:
2. Ի՞նչ կառուցվածք ունի և ինչպե՛ս է աշխատում հեղուկային մանումերը:
3. Ի՞նչ է ապացուցում նկար 124-ում պարկերված փորձը:
4. Ի՞նչ կառուցվածք ունի և ինչպե՛ս է աշխատում խողովակավոր մանումերը:

√ § 44. Ջրմուղ: Մխոցավոր հեղուկային պոմպ

Մարդկությունը չի կարող գոյափնել առանց ջրի: Մարդու համար սնունդ ծառայող նյութերի հիմնական բաղադրիչը ջուրն է: Մեծ քանակությամբ ջուր են սպառում արդյունաբերությունը, էներգետիկան, փրանսպորտը, գյուղատնտեսությունը: Ջրի օգտագործման վրա է հիմնված բնակարանների սանիտարափնիսիկական սարքերի (լոգարաններ, ցնցողներ, կոյուղի, ջեռուցման համակարգեր և այլն) աշխատանքը:

Բնակչությանը, ինչպես նաև գործարաններին, ֆաբրիկաներին և փարաբնույթ արտադրական այլ միավորներին ջուր մատակարարող ինժեներական կառույցները կոչվում են **ջրմուղ**:

Ջուրը վերցնում են գետերից, ջրամբարներից, լճերից կամ էլ ջրի սփորգեփնյա կուտակումներից: Օրինակ, Մոսկվայում օգտագործվող ջրի մի մասը փեղափոխում են Վոլգա գետից 128 կմ երկարություն ունեցող ջրանցքով: Երևան քաղաքին ջուր է մատակարարվում Գառնիից և Եղվարդի ջրամբարից: Նայոց Մենուա թագավորը (մ. թ. ա. 810-786 թթ.) կառուցել է Վան քաղաքի մեծ ջրանցքը, որը գործում է նաև այժմ: Ջրանցքը

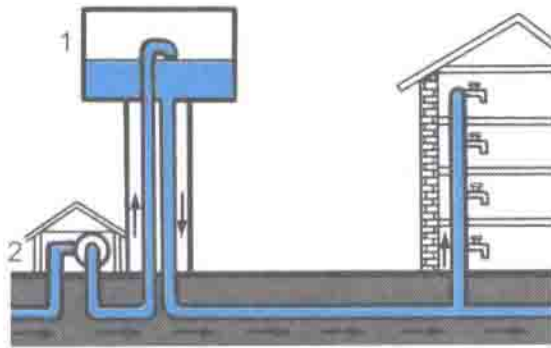
սկիզբ է առնում Նայոց ձորի լեռնային աղբյուրներից և 80 կմ հեռավորությունից ջուրը հասցնում քաղաք: Այն 4,5 մետր լայնություն և 1,5 մետր խորություն ունի:

Ջրակուրակիչներից վերցրած ջուրը սպառողին հասնելուց առաջ անցնում է ջրամաքրման համակարգով, որից հետո պոմպակայանների օգնությամբ մղվում է քաղաքի ջրամատակարարման ցանց, գործարաններ, ֆաբրիկաներ և այլն:

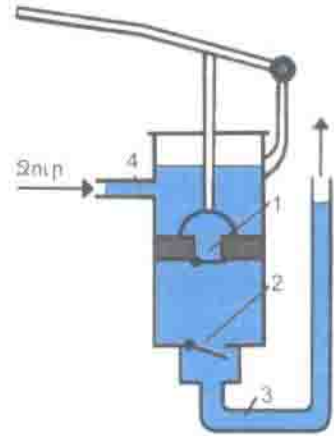
Ջրմուղի կառուցվածքային սխեման ներկայացված է նկար 125-ում: Պոմպակայանի (2) պոմպի միջոցով ջուրը մղվում է (1) ջրաշփարակի վրա գտնվող բարձրադիր ջրահավաք փարոդության մեջ: Այդ աշփարակից քաղաքի փողոցների երկայնքով, մոտավորապես 2-2,5 մետր խորության վրա անց են կացված ջրափար խողովակներ, որոնցից առանձին խողովակներով ջուրը ճյուղավորվում է և մտնում յուրաքանչյուր առանձին տուն, շենք և շենքի բնակարան: Բնակարանների ներսում ջրափար խողովակները վերջանում են ծորակներով: Ծորակները չեն կարող ջրաշփարակից ավելի բարձր գտնվել, հակառակ դեպքում ճնշումը չի բավականացնի, որպեսզի ջուրը բարձրանա մինչև ծորակը:

Ջուրը դեպի ջրաշփարակ է մղվում պոմպերով: Որպես կանոն, դրանք էլեկտրական սնուցմամբ կենտրոնախույս պոմպեր են: Այժմ մենք կքննարկենք մի այլ պոմպի, այսպես կոչված՝ *մխոցավոր հեղուկային պոմպի* աշխատանքի սկզբունքը: Այսօրինակ պոմպը սլարկերված է նկար 126-ում: Նրա հիմնական աշխատանքային մասերն են՝ (1) մխոցը և (2) փակված գլանը: Երբ մխոցն իջնում է ներքև, նրա փակ գտնվող ջուրը փակում է (1) փականը և բացում փական (2)-ը: Այս բաց փականի միջով գլանի ներսում գտնվող ջուրը (3) խողովակով սկսում է մղվել դեպի վերևում գտնվող ջրի փարոդությունը (օրինակ՝ ջրանշման քաղաքային աշփարակի փարոդությունը):

Մխոցի վեր բարձրանալու դեպքում փական (2)-ը փակվում է, իսկ փական (1)-ը, ընդհակառակը՝ բացվում: Խողովակ (4)-ի միջով ջուրը մուտք է գործում գլանի մեջ և բերնեբերան լցնում այն: Մխոցի հետագա իջեցումների ու բարձրացումների ընթացքում գործընթացն անընդհատ կրկնվում է, և ջուրը բաժին-բաժին մղվում է ջրի փարոդություն՝ (3) խողովակի միջով:



Նկար 125



Նկար 126

Նարքեր

1. Որպե՛ր և ի՛նչ նպատակով է օգտագործվում ջուրը:
2. Ի՛նչ բաղադրիչներից է բաղկացած ջրամատակարարման համակարգը:
3. Նկարագրեք ջրմուղի կառուցվածքը:
4. Բնակարաններում ջրամատակարարման ծորակներն ինչո՞ւ ջրաննշիչ աշտարակի փարոդության մակարդակից ավելի բարձր չեն կարող գտնվել:
5. Տարբեր հարկերի բնակարանների ջրամատակարարման ծորակներից հոսող ջրի ճնշումն արդյո՞ք նույնն է: Ինչի՞ց է այն կախված:
6. Նկարագրեք միտցավոր հեղուկային պոմպի աշխատանքի սկզբունքը:

Վ § 45. Ջրաբաշխական մամլիչ

Մթնոլորտային ճնշումը չափելու նպատակով կատարվում է ջրի գիպրափորձներից հետո՝ Պասկալը որոշեց «ուժը մեծացնելու համար նոր մեքենա» կառուցել: Նրա գյուրը հնարավորություն տվեց ստեղծելու ջրաբաշխական մամլիչը:

Ջրաբաշխական մամլիչն այնպիսի մեքենա է, որ գործողության մեջ է դրվում սեղմվող հեղուկով:

Ջրաբաշխական մամլիչի աշխատանքի սկզբունքը հասկանալու հա-

մար դիրարկենք նկար 127-ը: Նկարում պարկերված են փարբեր S_1 և S_2 հատույթի մակերեսներով միմյանց միացած երկու գլաններ՝ իրենց միաց-
ներով: Գլանները լցված են ջրով կամ հանքային յուղով:

Ենթադրենք միացների վրա գրավող կշռաքարերը միացների վրա ազդում են F_1 և F_2 ուժերով: Ապացուցենք, որ գլաններում գրավող հեղու-
կը հավասարակշռության մեջ կգտնվի միայն այն դեպքում, երբ *մեծ միաց-
քի վրա ազդող ուժն այնքան անգամ գերազանցի փոքր միացքի
վրա ազդող ուժին, որքան անգամ մեծ միացքի մակերեսը գերա-
զանցում է փոքր միացքի մակերեսին*: Դրա համար ուշադրություն
դարձնենք այն բանի վրա, որ հեղուկը հավասարակշռության մեջ կգտնվի
միայն այն դեպքում, երբ միացների փակ ճնշումը նույնը լինի, այսինքն՝
 $P_1 = P_2$:

Նշտվ է նկարել, որ այդ ճնշումներից յուրաքանչյուրը կարելի է
արտահայտել ազդող ուժի և մակերեսի
հարաբերությամբ.

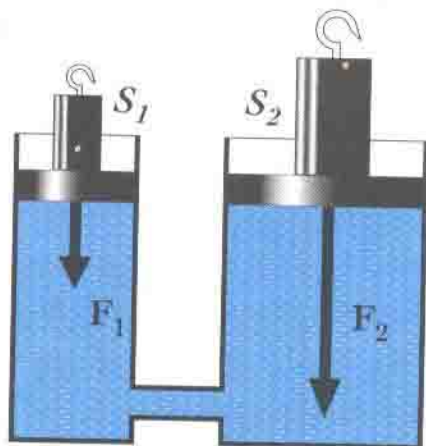
$$P_1 = \frac{F_1}{S_1}, \quad P_2 = \frac{F_2}{S_2}:$$

Այսպիսով՝

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2},$$

որպետից՝

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}:$$



Նկար 127

ինչն էլ պահանջվում էր ապացուցել:

F_2 / F_1 հարաբերությունը բնութագրում է ուժի շահումը, որն սրացվում
է փվյալ մեքենայով: Սրացված բանաձևի համաձայն՝ ուժի շահումը որոշ-
վում է մակերեսների S_2/S_1 հարաբերությամբ: Այդ պարճառով, ինչքան
մեծ է միացների մակերեսների հարաբերությունը, այնքան մեծ է ուժի շա-
հումը:

Օրինակ, եթե փոքր միացի S_1 մակերեսը հավասար է 5 սմ^2 , իսկ մեծ
միացի մակերեսը՝ S_2 -ը, հավասար է 500 սմ^2 , ապա ուժի մեջ շահումը կլինի
 100 անգամ: Այս զարմանալի փաստը հայտնաբերելով՝ Պասկալը գրում է,
որ իր հայտնագործած մեքենայի օգնությամբ «փոքր միացի վրա ճնշում
գործադրելով՝ մի մարդը կհավասարակշռի 100 անգամ ավելի մեծ միացի

վրա ճնշում գործադրող 100 մարդու ուժը և այդպիսով կհանդիսանալի 20 մարդու ուժը»: Այս գյուլսն էլ դրված է ջրաբաշխական մամլիչի աշխատանքի հիմքում:

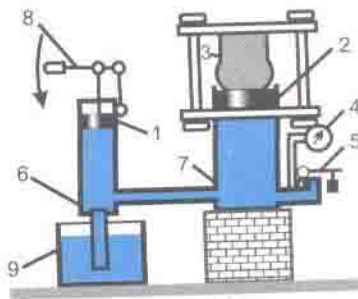
Ջրաբաշխական մամլիչի կառուցվածքը ներկայացված է նկար 128-ում: (4) թվով նշված է մանուներրը (մամլիչի ներսում հեղուկի ճնշումը չափելու համար), (5) թվով նշված է ապահովիչ փականը, որն ինքնաբերաբար բացվում է, երբ ճնշումը գերազանցում է տեխնիկայես թույլատրելի արժեքը:

Մամլիչի մամլիչի աշխատանքը հիմնված է Պասկալի օրենքի վրա:

Մամլիչող (3) մարմինը տեղավորում են (2) մեծ մխոցի հետ միացված հարթակի վրա: Փոքր (1) մխոցի վրա մի որոշ F_1 ուժով ազդելու դեպքում մամլիչի նեղ գլանում առաջանում է ավելցուկային ճնշում՝ $p = F_1 / S_1$: Պասկալի օրենքի համաձայն այդ ճնշումը փոխանցվում է երկրորդ գլանին, և նրա (2) մխոցի վրա սկսում է ազդել F_2 ուժ, որը՝

$$F_2 = pS_2 = \frac{F_1}{S_1} S_2 = \frac{S_2}{S_1} F_1:$$

Քանի որ երկրորդ մխոցի մակերեսը զգալիորեն գերազանցում է առաջին մխոցի մակերեսը, ապա F_2 ուժը զգալիորեն մեծ է լինում F_1 ուժից: F_2 ուժի ազդեցության փակ (2) մխոցը սկսում է վեր բարձրանալ և ճնշել մամլիչող մարմինը:



Նկար 128

Նեղ գլանից լայն գլանի մեջ հեղուկի հեղադա մղումն իրականացվում է լծակ (8)-ի պարբերական շարժման միջոցով: Յուրաքանչյուր սեղմումից հետո անհրաժեշտ է լծակը ելման դիրք վերադարձնել: Լծակը վեր բարձրացնելիս փոքր մխոցը տեղաշարժվում է դեպի վեր, փական (6)-ը բացվում է, և հեղուկի հերթական բաժինը անոթ (9)-ից ներծծվում է մխոցի փակ գլանի վրա: Լծակը ներքև շարժելու դեպքում մխոց (1)-ը տեղաշարժվում է ներքև, որի հետևանքով սեղմվող հեղուկը փակում է փական (6)-ը: Ընդ որում, փական (7)-ը բացվում է, և հեղուկի մի մասն անցնում է լայն գլանի մեջ:

Ջրաբաշխական մամլիչները գործնականում սկսեցին կիրառվել 18-րդ դարի վերջին և 19-րդ դարի սկզբներին: Ժամանակակից արդյունաբե-

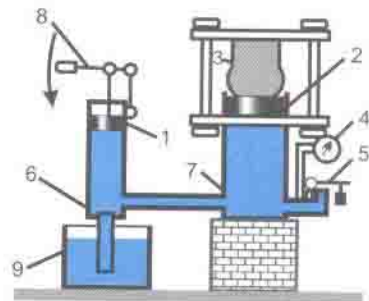
վրա ճնշում գործադրող 100 մարդու ուժը և այդպիսով կհաղթահարի 99 մարդու ուժը»: Այս գյուտն էլ դրված է ջրաբաշխական մամլիչի աշխատանքի հիմքում:

Ջրաբաշխական մամլիչի կառուցվածքը ներկայացված է նկար 128-ում: (4) թվով նշված է մանոմետրը (մամլիչի ներսում հեղուկի ճնշումը չափելու համար), (5) թվով նշված է ապահովիչ փականը, որն ինքնաբերաբար բացվում է, երբ ճնշումը գերազանցում է փոխնիկապես թույլատրելի արժեքը:

Նիդրավիլի մամլիչի աշխատանքը հիմնված է Պասկալի օրենքի վրա: Մամլվող (3) մարմինը փեղավորում են (2) մեծ մխոցի հեղ միացված հարթակի վրա: Փոքր (1) մխոցի վրա մի որոշ F_1 ուժով ազդելու դեպքում մամլիչի նեղ գլանում առաջանում է ավելցուկային ճնշում՝ $p = F_1/S_1$: Պասկալի օրենքի համաձայն այդ ճնշումը փոխանցվում է երկրորդ գլանին, և նրա (2) մխոցի վրա սկսում է ազդել F_2 ուժ, որը՝

$$F_2 = pS_2 = \frac{F_1}{S_1} S_2 = \frac{S_2}{S_1} F_1:$$

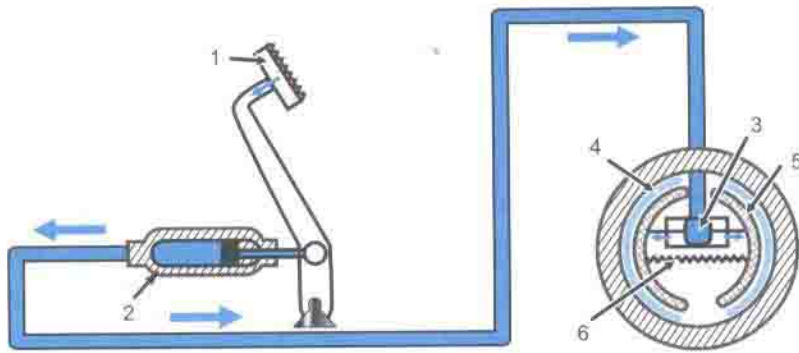
Քանի որ երկրորդ մխոցի մակերեսը զգալիորեն գերազանցում է առաջին մխոցի մակերեսը, ապա F_2 ուժը զգալիորեն մեծ է լինում F_1 ուժից: F_2 ուժի ազդեցության փակ (2) մխոցը սկսում է վեր բարձրանալ և ճնշել մամլվող մարմինը:



Նկար 128

Նեղ գլանից լայն գլանի մեջ հեղուկի հեղազա մղումն իրականացվում է լծակ (8)-ի պարբերական շարժման միջոցով: Յուրաքանչյուր սեղմումից հետո անհրաժեշտ է լծակը ելման դիրք վերադարձնել: Լծակը վեր բարձրացնելիս փոքր մխոցը փեղաշարժվում է դեպի վեր, փական (6)-ը բացվում է, և հեղուկի հերթական բաժինը անոթ (9)-ից ներծծվում է մխոցի փակ գլանվող փարածություն: Լծակը ներքև շարժելու դեպքում մխոց (1)-ը փեղաշարժվում է ներքև, որի հետևանքով սեղմվող հեղուկը փակում է փական (6)-ը: Ընդ որում, փական (7)-ը բացվում է, և հեղուկի մի մասն անցնում է լայն գլանի մեջ:

Ջրաբաշխական մամլիչները գործնականում սկսեցին կիրառվել 18-րդ դարի վերջին և 19-րդ դարի սկզբներին: Ժամանակակից արդյունաբե-



Նկար 129

րությունն ու փեխնիկան անհնար է պարկերացնել առանց ջրաբաշխական մամլիչների: Մամլիչներն օգտագործվում են մերադամշակման մեջ՝ ձուլակտորները կոփելու, մերադաթերթային ձևակաղապարման, ձևավոր և սովորական խողովակների, փոշեմերալուրգիայում դեֆալների մամլման համար: Ջրաբաշխական մամլիչների միջոցով են սրանում փայրաթերթերը, սրվարաթուղթը, արհեստական աղամանդները:

Նարցեր

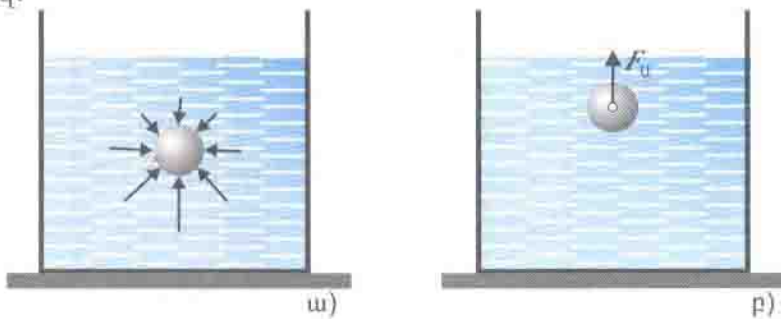
1. Ի՞նչ է ջրաբաշխական մամլիչը:
2. Ինչո՞վ է որոշվում ջրաբաշխական մամլիչի րված ուժի շահումը (շփման ուժի բացակայության դեպքում):
3. Պարմեք ջրաբաշխական մամլիչի կիրառությունների մասին:
4. Նկար 129-ում պարկերված է ավտոմեքենայի ջրաբաշխական արգելակի սխեման՝ (1) արգելակային ուրնակը, (2) մխոցով գլանը, (3) արգելակային գլանը, (4) արգելակային ճնշիչները, (5) արգելակային թմբուկները, (6) չեզոք դիրք ապահովող գսպանակը: Գլաններն ու խողովակները լցված են հափուկ արգելակային հեղուկով: Բացառեք ավտոմեքենայի արգելակի աշխատանքի սկզբունքը:

Վ § 46. Նեղուկի և գազի ազդեցությունն իրենց մեջ ընկղմված մարմնի վրա

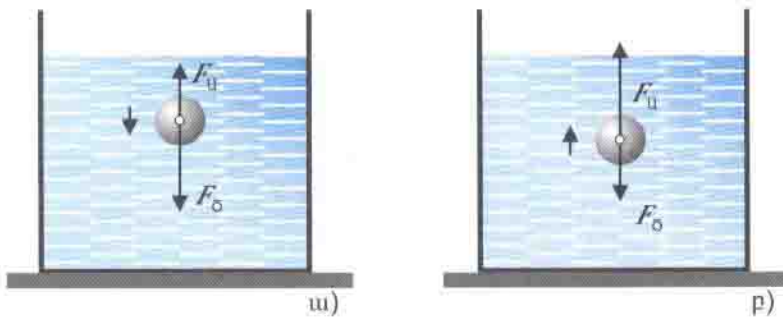
Եթե մենք օդով լցված գնդակը սուզենք ջրի մեջ ու բաց թողնենք, ապա կրեսնենք, թե ինչպես ևս անմիջապես դուրս կողա ու կհայրնվի ջրի մակերևույթին: Նույն բանը րեղի կունենա խցանի, փայտի կտորի և բազմաթիվ այլ մարմինների հետ: Ինչ ուժ է նրանց սրիպում դուրս լողալ:

Երբ մարմինը խորասուզում ենք ջրի մեջ, ապա բոլոր կողմերից նրա վրա սկսում են ազդել ջրի ճնշման ուժերը (նկար 130, ա): Մարմնի մակերևույթի յուրաքանչյուր կետում ճնշման ուժն ուղղահայաց է մակերևույթին: Եթե այդ ուժերը նույնը լինեին, ապա մարմինը բոլոր կողմերից միայն ճնշման կենթարկվեր: Սակայն քարբեր խորություններում հիդրոստատիկ ճնշումը քարբեր է. խորության մեծացման հետ հիդրոստատիկ ճնշումն աճում է: Այդ պարճառով, մարմնի սրորին մասերի վրա ազդող ճնշման ուժերը գերազանցում են մարմնի վերին մասերի վրա ազդող ճնշման ուժերին: Ճնշման գերակշիռ ուժերն ազդում են ներքևից վերև ուղղությամբ: Նենց դա էլ սրիպում է, որպեսզի մարմինը ջրից դուրս լողա:

Ջրի մեջ խորասուզված մարմնի վրա ազդող բոլոր ուժերը փոխարինենք մի այնպիսի ուժով, որը մարմնի վրա նույն ազդեցությունն է գործում, ինչ որ բոլոր ազդող առանձին ուժերը միասին վերցրած: Զանի որ այդ ուժն ուղղված է ուղղաձիգ դեպի վեր, այն անվանում են **դուրս հրող ուժ**: Այդ ուժը մի ուրիշ անուն էլ ունի՝ **արքիմեդյան ուժ** (հույն գիտնական Արքիմեդի անունից, որն առաջինը ցույց տվեց այդ ուժի գոյությունը և սահմանեց, թե ինչից է այն կախված): Նկար 130, բ-ում այդ ուժը նշանակված է $F_{\text{դ}}$ -ով:



Նկար 130



Նկար 131

Արքիմեդյան (դուրս հրող) ուժը մարմնի վրա ազդում է ոչ միայն ջրում, այլև ցանկացած այլ հեղուկում, քանի որ հիդրոստատիկ ճնշումն առկա է բոլոր հեղուկներում և փարբեր խորություններում փարբեր արժեքներ ունի: Ավելին, այդ ուժը գործում է նաև գազերում, որի շնորհիվ էլ թռչում են օդով լցված փուչիկներն ու օդապարիկները:

Բայց եթե հեղուկի մեջ խորասուզված ցանկացած առարկայի վրա ազդում է դուրս մղող ուժը, ապա ինչո՞ւ բոլոր մարմինները չէ, որ դուրս են լողում ջրի մակերևույթ: Ինչո՞ւ է սուզվում մեխը: Ինչո՞ւ դուրս չի լողում ջուրն ընկած քարը: Ինչո՞ւ է խորփակվում նավակողին ճեղքվածք սրագամ նավը:

Որպեսզի կարողանանք հասկանալ, թե ինչու որոշ դեպքերում մարմինները սուզվում են ջրում, իսկ այլ դեպքերում՝ դուրս գալիս նրա մակերևույթ, անհրաժեշտ է հաշվի առնել, որ յուրաքանչյուր մարմնի վրա ազդում է ոչ միայն մարմինը ջրից դուրս հրող և ուղղաձիգ դեպի վեր ուղղված արքիմեդյան F_b ուժը, այլև դեպի Երկիր ձգող և ուղղաձիգ դեպի ներքև ուղղված ծանրության F_g ուժը:

Նեղուկի մեջ գտնվող մարմնի «ճակատագիրը» կախված է այն բանից, թե այդ երկու ուժերից որ մեկն է գերակշռում հեղուկի ներսում: Նանգստի վիճակում թողնված մարմինը կսկսի շարժվել այն ուղղությամբ, որով ուղղված է այդ ուժերից մեծը:

Ննարավոր են հետևյալ երեք դեպքերը.

1. Եթե արքիմեդյան ուժը փոքր է ծանրության ուժից ($F_b < F_g$), ապա մարմինը կսկսի իջնել դեպի հատակը, այսինքն՝ կխորասուզվի (նկար 131, ա):
2. Եթե արքիմեդյան ուժը մեծ է ծանրության ուժից ($F_b > F_g$), ապա

մարմինը հեղուկի ներսում կսկսի վեր բարձրանալ, այսինքն՝ դուրս կլողա դեպի ջրի մակերևույթ (նկար 131, բ):

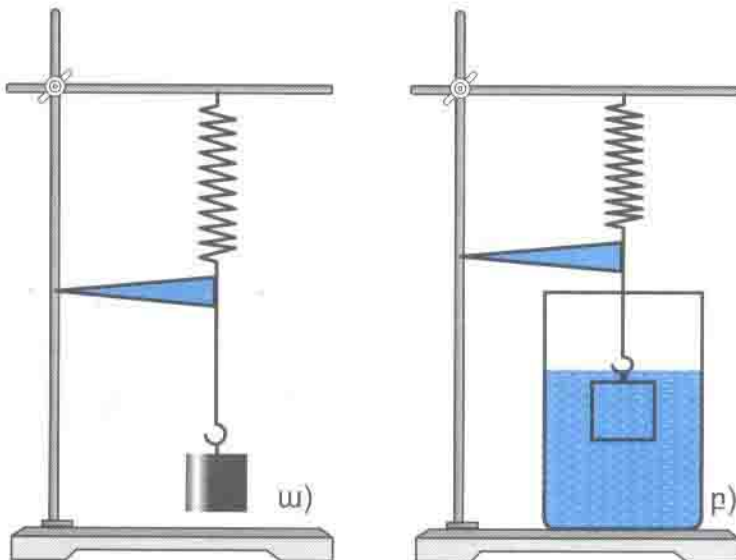
3. Եթե արքիմեդյան ուժը հավասար է ծանրության ուժին ($F_{\text{Ա}} = F_{\text{ծ}}$), ապա հեղուկի ներսում մարմինը կմնա հանգստի վիճակում:

Դուրս հրող ուժի շնորհիվ ջրում (կամ որևէ այլ հեղուկում) գտնվող ցանկացած մարմնի կշիռն ավելի փոքր է, քան օդում (իսկ օդում ավելի փոքր է, քան անօդ տարածությունում): Դրանում հեշտ է համոզվել փորձի միջոցով: Դրա համար անհրաժեշտ է բեռն ամրացնել ուժաչափին (կամ ցուցիչ սլաք ունեցող զսպանակին) և, հիշելով ցուցիչ սլաքի դիրքը, առանց ուժաչափից անջատելու, բեռն իջեցնել հեղուկով լցված անոթի մեջ: Մենք կտեսնենք, թե ինչպես սարքի ցուցիչ սլաքը դեպի վեր կտեղաշարժվի՝ ցույց տալով, որ մարմնի կշիռը փոքրացել է (նկար 132): Կշիռը փոքրանում է նաև այն դեպքում, երբ մարմինը վակուումից (անօդ տարածությունից) տեղափոխում ենք օդի կամ ցանկացած այլ գազի միջավայր:

Եթե մարմնի կշիռը վակուումում (օրինակ՝ անոթի մեջ, որից օդը դուրս է հանված) P_0 է, ապա նրա կշիռը օդում կլինի.

$$P_{\text{օդում}} = P_0 - F_{\text{Ա}}, \quad (46. 1)$$

որտեղ $F_{\text{Ա}}$ -ն օդում տրվող մարմնի վրա ազդող արքիմեդյան ուժն է: Սովորական մարմինների մեծ մասի համար, որոնք փուչիկի նման դեպի վեր չեն թռչում, այդ ուժը չափազանց փոքր է վակուումում տրվող մարմնի



Նկար 132

կշռի համեմատ և այդ պատճառով կարելի է այն հաշվի չառնել: Նման դեպքերում կարելի է ընդունել, որ

$$P_{\text{օդում}} = P_0 = mg:$$

Մարմնի կշիռը հեղուկում զգալիորեն ավելի է պակասում, քան՝ օդում: Եթե մարմնի կշիռն օդում $P_{\text{օդում}} = P_0$ է, ապա հեղուկում այն կլինի՝

$$P_{\text{հեղուկում}} = P_0 - F_{\text{Ա}},$$

որտեղ $F_{\text{Ա}}$ -ն փվյալ հեղուկի մեջ զարնվող մարմնի վրա ազդող արքիմեդյան ուժն է:

Վերջին բանաձևից հեղուկում է, որ

$$F_{\text{Ա}} = P_0 - P_{\text{հեղուկում}}:$$

Այդ պատճառով, որևէ հեղուկի մեջ այս կամ այն մարմնի վրա ազդող արքիմեդյան ուժը որոշելու համար անհրաժեշտ է այդ մարմինը, նախ, կշռել օդում, ապա հեղուկում, և հաշվել ստացված արժեքների փարբերությունը: Այդ փարբերությունն էլ հենց կլինի արքիմեդյան ուժը:

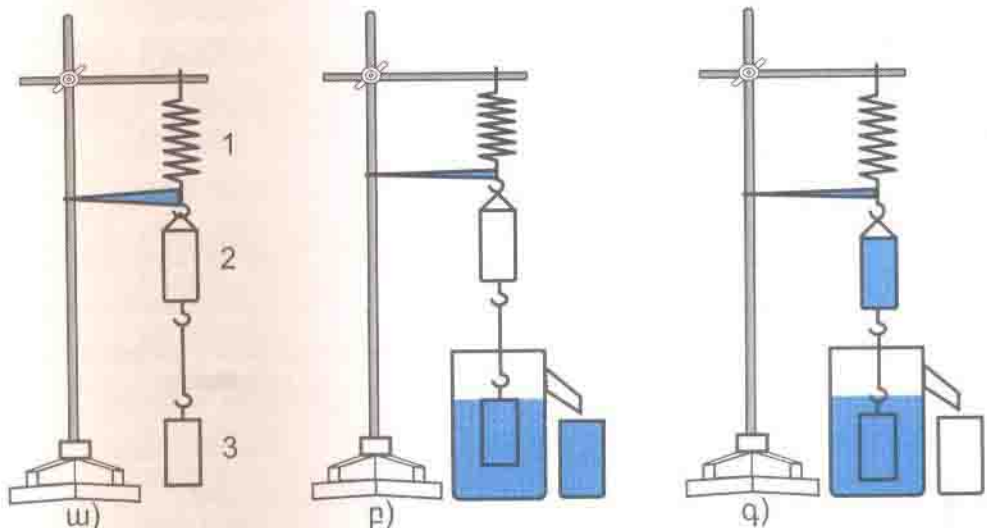
Նաթևեր

1. Առօրյա կյանքից ձեզ հայտնի ի՞նչ երևույթներ են մատնանշում արքիմեդյան ուժի գոյությունը:
2. Ի՞նչն է արքիմեդյան ուժի առաջացման պատճառը:
3. Ինչպիսի՞ երկու ուժեր են ազդում հեղուկի կամ գազի մեջ զարնվող ցանկացած մարմնի վրա:
4. Ո՞ր դեպքում մարմինը կսկսի սուզվել հեղուկի մեջ և ո՞ր դեպքում դուրս կլողա:
5. Ինչո՞ւ ջրի փակ զարնվելով՝ մարդը երբեմն կարողանում է հեշտությամբ գեղնից կտրել և բարձրացնել մի առարկա, որն օդում հազիվ է ձեռքին բռնած պահում:
6. Ինչպե՞ս կարելի է չափել արքիմեդյան ուժը:
7. Դուրս հրող ուժը կազդի՞ արդյոք ջրի հափակին ամուր նստած մարմնի վրա:

Վ § 47. Արքիմեդի օրենքը

Կարարենք հետևյալ փորձը (նկ. 133): (1) զսպանակից կախենք (2) փոքր դույլը, նրանից էլ՝ գլանաձև (3) մարմինը: Նենարանի վրա նշելով ցուցիչ սլաքի դիրքը (նկար 133, ա)՝ գլանաձև մարմինը մտցնենք մինչև ջրթափ փողրակի մակարդակը հեղուկով լցված անոթի մեջ: Այս դեպքում հեղուկի մի մասը, որի ծավալը հավասար է գլանաձև մարմնի ծավալին, անոթից կթափվի բաժակի մեջ (նկ. 133, բ): Դրա հետ մեկտեղ գլանաձև մարմնի կշիռը հեղուկի մեջ կպակասի, և զսպանակին ամրացված ցուցիչ սլաքը վեր կբարձրանա:

Նախորդ պարագրաֆից մենք գիտենք, որ մարմնի կշիռը հեղուկի մեջ նվազում է մի մեծությամբ, որ հավասար է արքիմեդյան (դուրս հրող) ուժին: Կապված է արդյոք այդ մեծությունը մարմնի արտամղած ջրի քանակի հետ: Պարզելու համար՝ վերցնենք բաժակով ջուրը և լցնենք (2) դույլի մեջ: Մենք կրեսնենք, թե ցուցիչ սլաքն ինչպես է վերադառնում իր նախկին դիրքին (նկ. 133, գ): Դա նշանակում է, որ մարմնի արտամղած ջրի քանակը կշռում է ճիշտ այնքան, որքան իր կշռից կորցնում է հեղուկի մեջ սուզված մարմինը: Բայց հեղուկի մեջ գտնվող մարմնի կշիռն օդում այդ նույն մարմնի կշռից փոքր է մի մեծությամբ, որը հավասար է դուրս հրող ուժին: Այդ պարճառով, վերջնական եզրակացությունը, որին մենք հանգում ենք, կարելի է ձևակերպել այսպես:



Նկար 133

Նեղուկի մեջ ընկղմված մարմնի վրա ազդող դուրս հրող ուժը հավասար է այդ մարմնի կողմից արտամղված հեղուկի կշռին:

Այս օրենքը հայտնաբերել է Արքիմեդը և այդ պարճառով այն կոչվում է **Արքիմեդի օրենք**: Այս օրենքը մենք հայտնաբերեցինք փորձնական ճանապարհով: Այժմ փորձենք այն ապացուցել փեսականորեն: Նախ, նկատենք, որ դուրս հրող ուժը, որը հեղուկի կողմից ազդող ճնշման ուժերի համագործ է, կախված չէ այն բանից, թե մարմինն ինչ նյութից է պարրաստված: Եթե, օրինակ, ջրի մեջ գնդիկ է գրկվում, ապա շրջապատող ջրի շերտերի ճնշումը նույնը կլինի, անկախ նրանից, թե այդ գնդիկը պլաստմասսայի՞ց, ապակու՞ց, թե՛ պողպատից է պարրաստված (ճիշտ նույն կերպ հեղուկի ճնշումն անոթի հատակին բնավ կախված չէ այն բանից, թե ի՞նչ նյութից է անոթի հատակը): Քանի որ այդպես է, ապա դիտարկենք պարզ դեպք, երբ հեղուկի մեջ սուզված մարմինը կազմված է այն նույն հեղուկից, որի մեջ ինքը սուզված է: Այդ (հեղուկ) մարմինը, ինչպես և նրան շրջապատող հեղուկի ցանկացած այլ մասը, ակնհայտ է, որ պետք է գրկվի հավասարակշռության վիճակում: Ներնաբար, նրա վրա ազդող ուղղաձիգ դեպի վեր ուղղված արքիմեդյան $F_{\text{Ա}}$ ուժը կհավասարակշռվի ուղղաձիգ դեպի ներքև ուղղված ծանրության $m_{\text{ն}}$ ուժով (որտեղ $m_{\text{ն}}$ -ը փվյալ մարմնի ծավալով հեղուկի զանգվածն է)։

$$F_{\text{Ա}} = m_{\text{ն}} g:$$

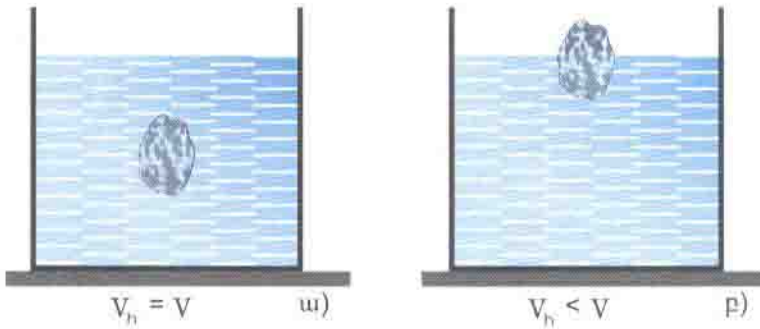
Բայց $m_{\text{ն}} g$ ծանրության ուժը հավասար է դուրս մղված հեղուկի $P_{\text{ն}}$ կշռին: Այսպիսով, $F_{\text{Ա}} = P_{\text{ն}}$, ինչն էլ պահանջվում էր ապացուցել:

Սրացված բանաձևը կարելի է գրել այլ փեսքով: Նաշվի առնելով, որ հեղուկի $m_{\text{ն}}$ զանգվածը հավասար է նրա $\rho_{\text{ն}}$ խտության և $V_{\text{ն}}$ ծավալի արտադրյալին, սրանում ենք

$$F_{\text{Ա}} = \rho_{\text{ն}} V_{\text{ն}} g:$$

$V_{\text{ն}}$ -ով այստեղ նշված է արտամղված հեղուկի ծավալը: *Այդ ծավալը հավասար է մարմնի այն մասի ծավալին, որը խորասուզված է հեղուկի մեջ*: Եթե մարմինը հեղուկի մեջ խորասուզված է ամբողջովին, ապա արտամղված ջրի ծավալը համընկնում է մարմնի ամբողջ V ծավալին: Եթե մարմինը հեղուկի մեջ խորասուզված է մասամբ, ապա դուրս մղված ջրի ծավալը փոքր է մարմնի V ծավալից (նկար 134):

Սրացված բանաձևն արդարացի է նաև գազերում գործող արքիմեդ-



Նկար 134

յան ուժի համար, միայն այս դեպքում հարկավոր է նրա մեջ փեղադրել ոչ թե հեղուկի, այլ դուրս մղվող գազի խտությունը:

Նաշվի առնելով վերը շարադրվածը՝ ներկայումս Արքիմեդի օրենքը ձևակերպում են հետևյալ կերպ.

Նանգալի փճակում գտնվող հեղուկի (կամ գազի) մեջ խորասուզված ցանկացած մարմնի վրա այդ հեղուկի (կամ գազի) կողմից ազդում է դուրս հրող ուժ, որը հավասար է հեղուկի (կամ գազի) խտության, ազալ անկման արագացման և հեղուկի (կամ գազի) մեջ մարմնի խորասուզված մասի ծավալի արտադրյալին:

Նաբցեր

1. Ձևակերպեք Արքիմեդի օրենքը՝ հին և ժամանակակից (ավելի ընդհանուր) ձևով:
2. Ունեք միևնույն շառավղով երկու փայտե և պողպատե գնդիկներ: Ջրի մեջ լրիվ խորասուզվելիս արդո՞ք նույն մեծության դուրս հրող ուժ է ազդում դրանց վրա:
3. Մարմինն ամբողջությամբ խորասուզեցին սկզբում մաքուր ջրի, հետո աղաջրի մեջ: Ո՞ր ջրում մարմնի վրա դուրս հրող ավելի մեծ ուժ կազդի:
4. Կշեռքի լծակներին հավասար զանգվածներ ունեցող կապարե և այլումինե մեկական գլաններ են կախված: Կշեռքը հավասարակշռության մեջ է: Կխախարվի՞ արդյոք հավասարակշռությունը, եթե երկու գլաններն էլ միաժամանակ խորասուզենք ջրի մեջ:

5. Կշեռքի լծակից մինևույն ծավալն ունեցող այլումինե երկու գլաններ են կախված: Կխախարվի՞ արդյոք կշեռքի հավասարակշռությունը, եթե մի գլանը խորասուզենք ջրի մեջ, իսկ մյուսը առաջինի հետ միաժամանակ՝ սպիրտի մեջ:

✓ § 48. Մարմինների լողալը:

Մենք գիտենք, որ հեղուկի մեջ գտնվող ցանկացած մարմնի վրա ազդում են երկու ուժեր՝ ուղղաձիգ դեպի վեր ուղղված դուրս հրող (արքիմեդյան) $F_{\text{Ա}}$ ուժը և ուղղաձիգ դեպի ներքև ուղղված ծանրության $F_{\text{Ծ}}$ ուժը: Եթե այդ ուժերը հավասար են՝

$$F_{\text{Ծ}} = F_{\text{Ա}},$$

ապա մարմինը կգտնվի հավասարակշռության վիճակում:

Այս հավասարությունն արտահայտում է **մարմինների լողալու պայմանը**: *Որպեսզի մարմինը լողա, անհրաժեշտ է, որ նրա վրա ազդող ծանրության ուժը հավասարակշռվի դուրս հրող (արքիմեդյան) ուժով:*

Մարմինների լողալու պայմանը կարելի է ներկայացնել այլ տեսքով: Արքիմեդյան ուժը ներկայացնենք հետևյալ տեսքով.

$$F_{\text{Ա}} = \rho_{\text{հ}} V_{\text{հ}} g:$$

Նաճանման ձևով կարելի է ներկայացնել նաև մարմնի վրա ազդող ծանրության ուժը: Մենք գիտենք, որ $F_{\text{Ծ}} = mg$, որտեղ m -ը մարմնի զանգվածն է: Բայց մարմնի զանգվածը հավասար է մարմնի խորության և նրա ծավալի արտադրյալին՝ $m = \rho V$, ուստի

$$F_{\text{Ծ}} = \rho V g:$$

Արքիմեդյան և ծանրության ուժերի արտահայտությունները տեղադրենք $F_{\text{Ծ}} = F_{\text{Ա}}$ հավասարության մեջ.

$$\rho V g = \rho_{\text{հ}} V_{\text{հ}} g:$$

Նավասարության երկու մասերը բաժանելով g -ի վրա՝ կստանանք **մարմինների լողալու պայմանը**, նոր տեսքով՝

$$\rho V = \rho_{\text{հ}} V_{\text{հ}}:$$

Ստացված բանաձևից բխում են երկու կարևոր հետևություններ:

1. Որպեսզի հեղուկի մեջ ամբողջովին խորասուզված մարմինը լողա, անհրաժեշտ է, որ մարմնի խտությունը հավասար լինի հեղուկի խտությանը:

Ապացույց: Եթե մարմինն ամբողջովին խորասուզված է հեղուկի մեջ, ապա մարմնի կողմից արգամդված հեղուկի ծավալը հավասար կլինի մարմնի ողջ ծավալին (տես նկար 134, ա). $V_{\text{ն}} = V$: Այսպեղից հեղուում է, որ վերնի բանաձևում այդ ծավալները կարելի է կրճարել: Կրճարումից հետո կունենանք $\rho = \rho_{\text{ն}}$, ինչն էլ պահանջվում էր ապացուցել:

2. Որպեսզի հեղուկի մեջ մասամբ խորասուզված մարմինը լողա ջրի մակերևույթին, անհրաժեշտ է, որ մարմնի խտությունը փոքր լինի հեղուկի խտությունից:

Ապացույց: Եթե մարմինը մասամբ խորասուզված վիճակում լողում է ջրի մակերևույթին, ապա արգամդված ջրի ծավալը փոքր է մարմնի ամբողջ ծավալից (տես նկար 134, բ). $V_{\text{ն}} < V$: Որպեսզի վերը բերված հավասարությունը չխախտվի, անհրաժեշտ է, որ հեղուկի խտությունը գերազանցի մարմնի խտությանը. $\rho_{\text{ն}} > \rho$, ինչն էլ պահանջվում էր ապացուցել:

Այն դեպքում, երբ $\rho > \rho_{\text{ն}}$, մարմնի լողալն անհնար է, քանի որ այս դեպքում ծանրության ուժը կգերազանցի դուրս հրող (արքիմեդյան) ուժին, և մարմինը կսուզվի ջրի հարակը:

Ինչ պեղի կունենա մարմնի հետ, որի խտությունը փոքր է հեղուկի խտությունից ($\rho < \rho_{\text{ն}}$), եթե այն լրիվ խորասուզենք հեղուկի մեջ: Այս դեպքում արքիմեդյան ուժը կգերակշռի ծանրության ուժին, որի հետևանքով մարմինը կսկսի հեղուկի մեջ վեր բարձրանալ: Քանի դեռ մարմինը շարժվում է դեպի վեր և ամբողջովին գտնվում է հեղուկի մեջ, արքիմեդյան ուժը կմնա անփոփոխ: Սակայն հենց որ մարմինը հասնի հեղուկի մակերևույթին, դրա հետագա բարձրացման ժամանակ արքիմեդյան ուժը կսկսի փոքրանալ: Մարմնի՝ հեղուկից դուրս մղվելը կդադարի այն ժամանակ, երբ արքիմեդյան ուժը, փոքրանալով, հավասարվի մարմնի վրա ազդող ծանրության ուժին: Նեղուկի խտության հետ համեմատված ինչքան փոքր է մարմնի խտությունը, այնքան նրա քիչ մասը կմնա հեղուկի մեջ (նկար 135):

սա էլ հնարավորություն է տալիս, որ նրանք կարողանան ջրում լողալ: Ջրի խորքերում կենդանիների լողալուն օժանդակում է նաև լրացուցիչ վերամբարձ ուժ, որն առաջանում է ջրում նրանց տեղաշարժերի ընթացքում: Այդ ուժը նման է օդում թռիչքի ընթացքում ինքնաթիռի թևերի վրա ազդող ուժին:

Միմյանցից տարբերակում են ակտիվ և պասսիվ լողը: *Ակտիվ լողի* ընթացքում կենդանիները ջրի մեջ տեղաշարժվում են.

ա) օգտագործելով իրենց թիավարող օրգանները (ինչպես, օրինակ, տարբեր մաշկաթաթավոր կենդանիները, իրենց շոշափուկներն ու բեղիկներն օգտագործող պարզագույն կենդանիները),

բ) օգտագործելով սեփական մարմնի ալիքաձև շարժումները և միակողմանի լողաթևերը (ինչպես օրինակ՝ կետերը, ձկների մեծ մասը, օձերը և փղուկները),

գ) կամ էլ ջրից պարբերաբար հրման շնորհիվ (ինչպես, օրինակ՝ մեղուզաները և ութոտնուկները):

Պասսիվ լողի ժամանակ կենդանիներն ուղղակի տեղաշարժվում են շարժվող ջրի հետ:

Կենդանիների շարժման արագությունը ջրում կարող է նշանակալի մեծ արժեքների հասնել: Օրինակ՝ շնաձկներն ու սկուսբրիանները լողում են 20 կմ/ժ և ավելի արագությամբ, թռչող ձկները կարողանում են մինչև 65 կմ/ժ արագության հասնել, իսկ թրածուկը մինչև 130 կմ/ժ արագություն է զարգացնում:

Ջրի ներսում ձկների տեղաշարժի համար մեծ դեր է խաղում լողափամփուշտը: Փոփոխելով լողափամփուշտի ծավալը (ինչպես նաև նրանում գտնվող գագի քանակը)՝ ձուկը հնարավորություն է ստանում ինչպես մեծացնելու, այնպես էլ փոքրացնելու իր վրա ազդող դուրս հրման ուժը:

Դրա շնորհիվ ձուկը կարողանում է որոշակի սահմաններում կարգավորել իր սուզվելու խորությունը: Կետերն իրենց սուզվելու խորությունը կարգավորում են թոքերի ծավալը մեծացնելու կամ փոքրացնելու միջոցով:

Ներկայումս հայտնի է, որ Երկրի վրա կյանքը ծագել է ջրային միջավայրում: Դա տեղի է ունեցել մոտ 4 միլիարդ տարի առաջ: Չորս

հարյուր միլիոն փարի առաջ կյանքը ջրից դուրս է եկել ցամաք: 65 միլիոն փարի առաջ հայտնվել են առաջին կաթնասունները: Մակայն այսօր էլ կենդանի օրգանիզմների (ըստ որում՝ թե՛ ծովային կենդանիների, թե՛ ցամաքում ապրող կաթնասունների) մարմնի զգալի մասը կազմում է ջուրը: Օրինակ՝ 10-օրական մարդկային սաղմի մեջ ջրի պարունակությունը հասնում է 95 փոկոսի, նորածին երեխայի մարմնում՝ 70-75 փոկոսի, իսկ չափահաս մարդու մարմնում՝ միջինում 60 փոկոսի:

Մարդու կառուցվածքն այնպիսին է, որ նրա մարմնի խտությունը շարժման և ջրի խտությանը: Մարդկանց մեծ մասի մարմնի խտությունը փոքր է ջրի խտությունից: Նեփրապեա, եթե մարդու սրամոքսը դափարկ է, իսկ ջուրը՝ աղի, ապա նա ի վիճակի է ազատորեն գտնվել ջրի մակերեսին և չվախենալ խեղդվելուց: Իր պատմվածքներից մեկում ահա թե ինչ է գրել այդ մասին ամերիկացի գրող Էդգար Պոն (1809-1849 թթ.). «Մարդու մարմինը միջին հաշվով մի փոքր ծանր կամ թեթև է ջրից... կանանց մեծ մասի և բարակ ոսկորներով գեր փրկամարդու մարմինն ավելի թեթև է, քան խոշորատակոր մարդու մարմինը... Գեպն ընկած մարդը գրեթե երբեք չի սուզվի, եթե նա թույլ փա, որ իր կշիռը համապատասխանի մարմնի կողմից դուրս մղած ջրի կշռին, այլ կերպ ասած՝ եթե նա գրեթե ամբողջությամբ սուզվի ջրի մեջ: Լողալ չիմացող մարդու համար առավել ճիշտ կլինի քայլող մարդու ուղղահայաց դիրքը, ըստ որում հարկ է գլուխն առանց լարվածության ետ գցել և այնպես մտնել ջրի մեջ, որ նրանից միայն քիթն ու բերանը դուրս մնա: Այսպիսի դիրք ընդունելով՝ դուք կհայտնաբերեք, որ առանց չարճարվելու ու ջանքեր գործադրելու մնում եք ջրի մակերևույթին: Մակայն միանգամայն ակնհայտ է, որ այդ հավասարակշռությունը խիստ անկայուն է, և մի փոքր շեղումն անգամ այդ հավասարակշռությունը կխախտի այս կամ այն կողմի վրա: Օրինակ՝ ջրից վեր բարձրացրած և այդպիսով ջրի օգնությունից զրկված ձեռքն իրենից լրացուցիչ կշիռ է ներկայացնում, որը լիովին բավական է, որպեսզի գլուխն ամբողջովին ջրի փակ անցնի, այն դեպքում, երբ պարահարար ձեռքիդ փակ հայտնված փայտի փոքրիկ կտորն անգամ թույլ կրա գլուխը վեր բարձրացնել և նույնիսկ ետ նայել ու չսուզվել ջրի մեջ: Լողալ չիմացող մարդը ջրի մեջ սկսում է թպրտալ, ձեռքերը դուրս նետել, աշխատում է, ինչպես միշտ, գլուխը ուղիղ պահել: Արդյունքում, բերանն ու քիթը հայտնվում են ջրի փակ

և շնչելու փորձի ժամանակ ջուրը մուտք է գործում թոքերի մեջ: Դրանից բացի, ահագին ջուր է լցվում նաև սրամոքսը, և մարմինը ծանրանում է այնքան, որքան ջուրն է ծանր այն օդից, որ թոքերում և սրամոքսում էր: Որպես կանոն այդ փարբերությունը բավական է լինում, որ մարդը խեղդվի և իջնի ջրի հափակը»:

Երկրագնդի վրա այնպիսի լիճ էլ կա, որի մեջ ընդհանրապես անհնար է խեղդվել: Դա Մեռյալ ծով կոչվող աղի լիճն է: Նրա ջուրն այնքան աղի է, որ ջրային ոչ մի կենդանի այդ ջրում ապրել չի կարողանում (բացառությամբ որոշ մանրէների): Եթե ծովերի և օվկիանոսների մեծ մասի ջրում աղի պարունակությունը 2-3 % է, ապա Մեռյալ ծովում աղի պարունակությունը կազմում է 27 %: Աղի մեծ պարունակության պատճառով ջրի խտությունն այսպես այնքան է գերազանցում մարդու մարմնի խտությանը, որ մարդը կարող է հանգիստ պատկել ջրի մակերևույթին և գիրք կարդալ: «Իսկ եթե այդ ջրի մեջ է մտնում ձին,– ինչպես գրում է Մարկ Տվենը,– ապա նա այնպիսի անկայուն վիճակում է հայտնվում, որ չի կարողանում ո՛չ լողալ, ո՛չ էլ քայլել և փեղնուփեղը կողքի վրա է ընկնում»:

Մեռյալ ծովը, սակայն, միակը չէ: Չափազանց աղի են նաև Կարա-Բողազ գոլ ծոցի, ինչպես նաև Ռուսաստանի Դաշնության Վոլգոգրադի մարզի Էլփոն լճի ջրերը:

Որոշ հիվանդների առաջարկում են աղաջրի հափուկ լողանքներ ընդունել: Այդպիսի լողարանում ջրի մեջ խորասուզվելով՝ մարդիկ անսովոր ու փարօրինակ զգացումներ են ունենում: «Եթե ջրի աղիությունը շարքարձր է, ինչպես, օրինակ՝ Սփարտոուսական հանքային ջրերում, ապա հիվանդը շարք մեծ ջանքեր է գործադրում ջրի հափակին մնալու համար: Ես լսել եմ,– գրում է Յու. Ի. Պերելմանը,– որ Սփարտո Ռուսսայում բուժվող մի կին վրդովված բողոքում էր, որ ջուրն իրեն ուղղակի դուրս է հրում լողարանից: Կարծես թե նա հակված էր այդ բանում մեղադրել ոչ թե Արքիմեդի օրենքին, այլ առողջավայրի փնօրինությանը»:

Փորձարարական առաջադրանք: Փորձեք որոշել ձեր մարմնի միջին խտությունը: Դրա համար սկզբում չափեք ձեր մարմնի զանգվածը (օրինակ՝ ձեր դպրոցի բժշկական կաբինետի կշեռքի միջոցով): Նևրո ձեր ընկերոջ օգնությամբ որոշեք ձեր մարմնի ծավալը: Դրա համար ամբողջովին խորասուզվեք ջրով լցված լո-

գարանի մեջ: Այդ նույն պահին ձեր ընկերը գունավոր կպչուն ժապավենով պետք է նշի լողարանի մեջ ջրի մակարդակը ձեր սուզված ժամանակ: Ներք լողարանից դուրս գալով՝ լիպրանոց կամ կեսլիպրանոց բանկայով լողարանի մեջ այնքան ջուր ավելացրեք, մինչև ջրի մակերեսը հասնի ժապավենով նշված մակարդակին: Նաշվելով, թե քանի լիպր ջուր եք լցրել լողարանը, դուք կորոշեք ձեր մարմնի ծավալը: Իմանալով մարմնի ծավալն ու զանգվածը՝ հեշտությամբ կարող եք որոշել ձեր մարմնի խտությունը: Որոշելով ձեր մարմնի խտությունը՝ այն համեմատեք ջրի խտության հետ: Կաուզվե՞ք դուք արդյոք ծովային ջրում: Ծովային ջրի խտությունը սովորաբար կազմում է 1010-1050 կգ/մ³: Կարա-Բողազ գոլ ծոցի ջրի խտությունը հավասար է 1180 կգ/մ³:

✓ § 50. Նավերի լողալը

Ջրով բեռներ փեղափոխելու, ջրային արգելքները հաղթահարելու անհրաժեշտությունը, ինչպես նաև գետերի, լճերի, ծովերի օգտագործումը ձկնորսության նպատակներով, դեռևս խոր հնադարում մարդուն հանգեցրին լողալու միջոցներ հայտնաբերելու գաղափարին: Սկզբում դրանք փարբեր պարճառներով (հողմ, փոթորիկ, ջրհեղեղ) ջուրն ընկած ծառեր էին: Ավելի ուշ հայտնվեցին կենդանիների կաշվից պատրաստված և մեջը օդ մղած պարկեր, որոնցից բռնվում էին գետը կամ լիճն անցնող մարդիկ: Դրան հետևեցին մեկը մյուսին ամրացրած գերաններից պատրաստված լաստերը, վրան կենդանիների կաշի քաշած հյուսկեն կյոր կողովները, ինչպես նաև նավակները, որոնք կառուցվում էին զանգվածեղ ծառաբների փայտանյութն այրելով կամ փորելով:

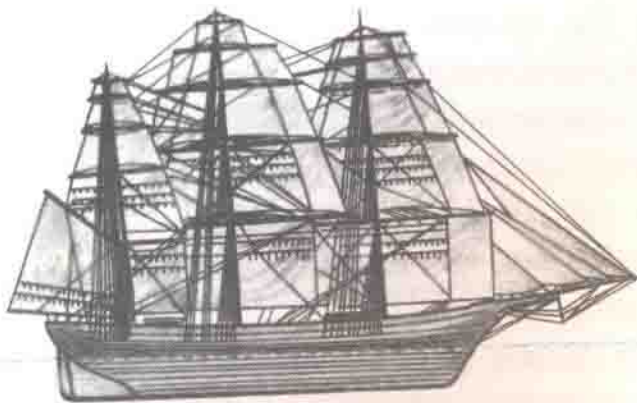
Ջարգացող ծովային գործը փոխադրամիջոցների չափերը մեծացնելու պահանջ էր առաջացնում, ինչն էլ, իվերջո, հանգեցրեց նավեր կառուցելուն:

Մարդկանց կամ բեռներ փեղափոխելու համար նախապեսված ջրային փոխադրամիջոցները փեղաշարժվում էին կամ ջրի հոսանքով, կամ ձողերի ու թիերի օգնությամբ: Բայց արդեն Քրիստոսից առաջ

3-րդ հազարամյակում գործածության մեջ մտավ առագասարը: Առաջին առագասարները պարբերաբար էին կաշվից, եղեգնից հյուսված խսիրներից կամ փայտե շերտաձողիկներից:

Երկար ժամանակ առագասարները երկրորդական դեր էին խաղում, որովհետև առաջնայինը թիակներն էին: Միայն 10-13-րդ դարերում հայրավեցին առանց թիերի առագաստանավերը: Առագաստային նավերը իրենց բարձրագույն զարգացմանը հասան 19-րդ դարի երկրորդ կեսին: Ռազմական առագաստանավերի երկարությունը հասնում էր 90 մետրի, արագությունը՝ 33 կմ/ժ և ավելի: Առագաստանավերի մեջ ամենաարագընթացները 3 և 4 կայմ ունեցող կլիպերներն էին (նկար 136): Նրանք Ասիայից ու Ավստրալիայից թեյ, բուրդ, համեմունքներ և այլ արժեքավոր բեռներ էին տեղափոխում, որոնց պահանջարկը չափազանց մեծ էր Եվրոպայում և Ամերիկայում: Թեյ փոխադրող «Կապրի Սարկ» կլիպերի սահմանած արագության ռեկորդը՝ 21 հանգույց (1 ծովային հանգույցը հավասար է 1, 852 կմ/ժ), այսինքն՝ 38,892 կմ/ժ, առ այսօր ոչ մի առագաստանավ չի գերազանցել:

1803 թվականին Ռոբերտ Ֆուլտոնը 18-մետրանոց նավակի վրա շոգեմեքենայով շարժման մեջ դրվող թիավարող անիվներ հարմարեցրեց: Նոր նավի առաջին փորձարկումները Մենա գետում (Փարիզ) անհաջող անցան: Նավը խորտակվեց: Խորտակված նավից շարժիչը հանեցին և տեղադրեցին նոր նավի վրա, սակայն այս փորձն էլ անհաջողությամբ ավարտվեց: Փորձարկումները շարունակելու համար ֆինանսական



Նկար 136

աջակցություն էր պետք: Սակայն Ֆուլտոնը մերժում սրացավ, երբ աջակցության համար դիմեց Նապոլեոն Բոնապարտին՝ առաջարկելով ֆրանսիական ռազմանավերը դարձնել շոգենավեր: Իր նախագիծը Ֆուլտոնն իրականացրեց չորս փարի անց՝ 1807 թվականին, ԱՄՆ-ում, իր հայրենիքում, որտեղ կառուցեց առաջին գործող շոգենավը՝ «Կլերմոնտը»: Այս շոգենավը պարբերական ուղևորություններ էր կատարում Նուդզոն գետի վրա՝ 277 կմ փարածությունն անցնելով 9 կմ/ժ միջին արագությամբ:

Շոգենավի գյուտից հետո աշխարհի փարբեր երկրներում սկսեցին նավերի վրա շոգենեքենաներ տեղադրել, և առագաստաբանավերն աստիճանաբար կորցրին իրենց նշանակությունը:

1903 թվականին Ռուսաստանում կառուցվեց առաջին ջերմանավը՝ նավ, որը շարժման մեջ էր դրվում ներքին այրման շարժիչի օգնությամբ: Ներկայումս ջերմանավը ջրային փրանսպորտի ամենաարածված տեսակն է:

Նազարամյակների ընթացքում իշխում էր այն պարկերացունը, որ նավաշինության համար միակ հարմար ու պիտանի նյութը փայտանյութն է: Բոլորի համար ակնհայտ էր, որ փայտը, որի խտությունը փոքր է ջրի խտությունից, ջրում չի սուզվում: Իսկ փայտի պաշարներն անտառներում այնքան շատ են, որ երբևէ նավեր կառուցելու համար փայտանյութի պակասության խնդիր չի առաջանա:

Սակայն, երբ դեռ 17-րդ դարի կեսերին առաջարկներ արվեցին նավաշինության մեջ փայտանյութը փոխարինել երկաթով, գաղափարը շարերին անհեթեթ թվաց: Երկաթի խտությունը շատ ավելի մեծ է ջրի խտությունից: Այդ պատճառով ջուրը նետված ցանկացած երկաթե առարկա անմիջապես սուզվում է ջրում: Այդքանից հետո ինչպե՞ս կարելի է երկաթից նավեր պարբաստել: Մի՞թե երկաթե նավը կարող է մնալ ջրի երեսին: Էլ չենք խոսում ջրում լողալու մասին: Մինչ գիտակաները բանավիճում էին, 1787 թվականին անգլիացի Ջորջ Ուիլկինսոնին հաջողվեց կառուցել 21,5 մետր երկարություն ունեցող առաջին երկաթյա նավը: Եվ այդ նավը լողում էր:

19-րդ դարի երկրորդ կեսից նավաշինության մեջ երկաթը սկսեց իր տեղը գիջել պողպատին: Նավերն ավելի հուսալի, ամուր ու երկարակյաց դարձան:

Ժամանակակից պողպատյա նավի զանգվածը մի քանի հազար տոննայի է հասնում: Նապա ինչո՞ւ այդ նավերը չեն սուզվում: Բանն այն է, որ չնայած հսկայական զանգվածին՝ նավերի միջին խտությունը առաջվա նման փոքր է ջրի խտությունից: Այդ պատճառով, նավի վրա ազդող ծանրության ուժը հավասարակշռվում է արքիմեդյան (դուրս հրող) ուժով, և նավը լողում է:

Եթե նավերն իրենց ներսում օդով լցված բաժանմունքներ չունենային, այլ միաձույլ մերադակտորից լինեին պատրաստված, իհարկե չէին կարող ջրի մակերսին մնալ: Սակայն նավերի մեջ դատարկ փեղամասեր շատ կան: Դա էլ հանգեցնում է նրան, որ նավի միջին խտությունը միշտ փոքր է լինում ջրի խտությունից:

Լողացող նավի՝ ջրի մեջ խորասուզվելու խորությունը կոչվում է *նստվածք*: Նավի լրիվ բեռնավորվածության դեպքում նավիրանը չպետք է խորասուզվի, այսպես կոչված, բեռնավորվածության ջրագծից ավելի: Բեռնավորվածության *ջրագիծ* են անվանում ջրի մակերևույթի և նավիրանի շփման գիծը, որը համապատասխանում է նավի հնարավոր թույլատրելի բեռնավորվածությանը: Ծովային նավերի նավիրաններին այդ գիծը նշվում է հափուկ նշագծով կամ էլ բեռնելու դրոշմանիշով: Բեռնելու դրոշմանիշը պատկերում է շրջանագիծ, որի կենտրոնը հափվում է հորիզոնական գծով: Նորիզոնական գիծը համապատասխանում է ջրագծին ամառ ժամանակ, մեղմ կլիմայի գոտում: Նշվում են նաև հորիզոնական լրացուցիչ գծեր, որոնք փարվա եղանակից և նավարկության փեղից կախված, ցույց են տալիս նավիրանի առավելագույն սուզման սահմանը ծովում կամ գետում:

Լրիվ բեռնավորվածության (մի քանի հարյուր հազար տոննա) դեպքում ժամանակակից նավթարար նավերի նստվածքը ջրում հասնում է 23 մետրի, այն դեպքում, երբ նավի վերջրյա մասը կազմում է ընդամենը 5-6 մետր: Որպեսզի 30 կմ/ժ արագությամբ շարժվող նման նավթարարը լիովին կանգ առնի, պահանջվում է 5 կմ փարածություն և 25 րոպե ժամանակ: Նավարկության մեջ գրկվող նավի կողմից արտամղված ջրի զանգվածը կոչվում է նավի *ջրատարողություն*: Նավի ջրատարողությունը սովորաբար համընկնում է (բեռի հետ միասին) նավի զանգվածի հետ: Վառելիքի ծախսի, սննդամթերքի օգտագործման, զինամթերքի

(ռազմական նավերի վրա) ծախսի, ինչպես նաև բեռ ընդունելու ու բեռնաթափվելու հերևանքով՝ նավի ջրափարողությունը փոխվում է: Նավի առավել մեծ ջրափարողությունը համընկնում է մինչև բեռնելու դրոշմանիշը ջրի մեջ նավիրանի սուզմանը:

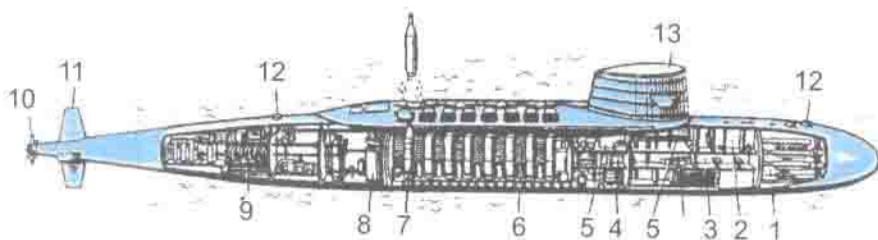
Ջրի փակ նավարկելու ընդունակ նավերը կոչվում են *սուզանավեր*, իսկ մնացած բոլոր նավերը՝ վերջրյա նավեր:

Առաջին սուզանավը կառուցվել է Անգլիայում, 1620 թվականին: Անգլիական թագավորական ընկերության 1620 թվականի խունացած հաշվեկալություններում պահպանվել է մի գրառում հոլանդացի գյուլաբար Կ. վան Դրեքբելի սուզանավի՝ թիեր ունեցող կաշվեպար երկար փակառի մասին, որով փաստեինք հոգուց բաղկացած անձնակազմն իջել է Թեմզա գետի ջրերի փակ:

Շար ավելի ուշ սուզանավեր հայտնվեցին և՛ Ռուսաստանում (1724 թ.), և՛ Նյուսիսային Ամերիկայում (1776 թ.), և՛ Ֆրանսիայում (1801 թ.), և՛ Գերմանիայում (1850 թ.): 20-րդ դարի սկզբներին գրեթե բոլոր ծովային փերությունները սկսեցին մարտական սուզանավեր կառուցել:

Ջրի մեջ սուզվելու համար սուզանավերում սովորաբար կիրառում են ջրով լցված հափուկ բալասափային փարողություններ: Սեղմված օդի օգնությամբ այդ փարողությունների միջից ջուրը դուրս մղելու հերևանքով սուզանավը կարողանում է դուրս լողալ ջրերի խորքից:

Ժամանակակից (աբոմային) սուզանավերը հսկայական բարդ կառույցներ են և հանդերձավորված են ամենաժամանակակից զենքով (նկար 137):



Նկար 137. Նրթիռակիր աբոմային սուզանավ

1. Տորպիկային բաժանմունք, 2. քնակելի բաժանմունք, 3. ճաշարան, 4. հրթիռների արձակման կառավարման կայան, 5. կենտրոնական (հրամանատարական) կայան, 6. հրթիռային բաժանմունք, 7. հրթիռների արձակման հորան, 8. աբոմային ռեակտոր, 9. գլխավոր փորքիներ, 10. շարժապտուրակ, 11. կառավարման ղևկեր, 12. փրկարար (կրի) հորան, 13. կամրջակ:

Օրինակ՝ «Օհայո» հրթիռակիր արտմային սուզանավը (ԱՄՆ) բևուռագրվում է 18700 փոննա ջրափարողությամբ և 171 մետր երկարություն ունի (այն դեպքում, երբ բաղաբացիական պատերազմի ժամանակաշրջանի ամերիկյան սփորջրյա մարտանավ «Դավիթը» 10,6 մետր երկարություն ուներ և 9 հոգուց բաղկացած անձնակազմ): Եթե առաջին համաշխարհային պատերազմի նախօրյակին սուզանավերի արագությունը կազմում էր ժամում 9-10 հանգույց, ապա այժմ այն չորս անգամ ավել է:

Նարցեր

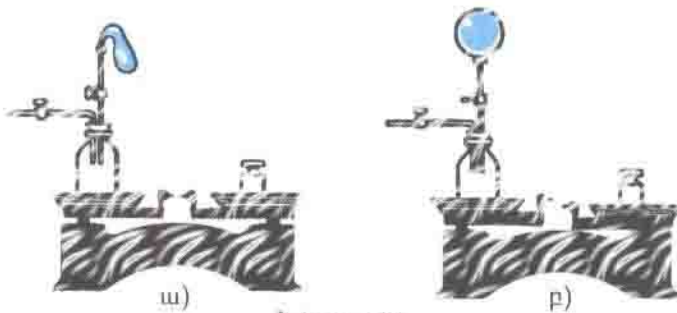
1. Ինչո՞ւ մեխը ջրում սուզվում է, իսկ ծանր մեքաղյա նավը՝ ոչ:
2. Ինչո՞ւ է խորրակվում նավակողին ճեղքվածք սփացած նավը:
3. Ի՞նչ է եշանակում նավի նսրվածք:
4. Ի՞նչ է իրենից ներկայացնում նավի բեռնվածքային դրոշմանիշը:
5. Ի՞նչն են անվանում նավի ջրափարողություն:
6. Ի՞նչի օգնությամբ են սուզանավերը կարողանում սուզվել ջրի փակ և դուրս լողալ ջրի խորքերից:
7. Ո՞վ է կառուցել առաջին շոգենավը:
8. Ինչո՞վ է փարբերվում շոգենավը ջերմանավից:

Վճ 51. Օդագնացություն

Օդում (ինչպես ջրում) գտնվող բոլոր մարմինների վրա ազդում է արքիմեդյան ուժ: Նամոզվելու համար կախարենք հեփևյալ փորձը: Վերցնենք սեղմված օդով լցված ապակե անոթ և հավասարակշռենք այն կշեռքի վրա: Խցանի միջով անցկացված է ապակե խողովակ, որի դրսի ծայրին ռեփինե փուչիկ է ամրացրած (նկ. 138, ա): Եթե բացենք փականը և օդի մի մասը շշից անցնի փուչիկի մեջ ու այն ուռցնի, ապա կշեռքի հավասարակշռությունը կխախտվի (նկ. 138, բ): Դրա պարճառն այն է, որ փուչիկի վրա կլկսի ազդել լրացուցիչ արքիմեդյան ուժ:

Օդում գտնվող մարմնի վրա ազդող արքիմեդյան ուժը որոշելու համար անհրաժեշտ է օդի $\rho_{\text{ո}}$ խտությունը բազմապատկել ազատ անկման $g = 9,8 \text{ Ն/կգ}$ արագացումով և մարմնի V ծավալով:

$$F_{\text{ա}} = \rho_{\text{ո}} g V:$$



Նկար 138

Եթե այդ ուժը մեծ լինի մարմնի վրա ազդող ծանրության ուժից, ապա մարմինը վեր կբարձրանա: Մրա վրա է հիմնված օդազնացությունը:

Օդազնացության նպատակով օգտագործվող բոլոր սարքերը կոչվում են **աներոսպարներ**: Տարբերակվում են կառավարվող, անկառավարելի և կապված աներոսպարներ: Գնդաձև պարյան ունեցող անկառավարելի աներոսպարները կոչվում են *օդապարիկներ*: Շարժիչ և պրոպակ ունեցող կառավարվող աներոսպարները կոչվում են *դիրիժաբլներ*:

Որպեսզի օդապարիկը երկինք բարձրանա, անհրաժեշտ է նրա թաղանթի մեջ օդի խտությունից ավելի փոքր խտություն ունեցող գազ լցնել: Դա կարող է լինել ջրածին, հելիում կամ էլ փաքացրած օդ:

Ծխով լցված մեծ գնդով օդ բարձրանալու առաջին փորձը 1731 թվականին Կազան քաղաքում ձեռնարկել է ենթասարկավագ Կրյակուպինի: Այդ փորձի համար եկեղեցականները նրան արտաքսեցին քաղաքից, և նրա գյուրի մասին շուրջով բոլորը մոռացան:

Ֆրանսիայում օդազնացության նպատակով օգտագործվող առաջին օդապարիկը (մանգոլֆիերը) կառուցվել 1783 թվականին: Այն կառուցել են Ժ. և Է. Մանգոլֆիե եղբայրները: Նրանք երկար ժամանակ հեղափոխում էին փարբեր նյութերի այրման արդյունքում սրացվող ծուխը: Իվերջո նրանք կանգ առան խոնավ ծղոտից սրացվող ծխի վրա, որով էլ լցրին իրենց օդապարիկի գունդը: Նամոզվելով, որ օդապարիկը կարող է թռչել, Մանգոլֆիե եղբայրները սկզբում օդապարիկի գամբյուղում դրեցին արթոր, ոչխար ու բադ: Այդ կենդանիներն էլ եղել են առաջին օդազնացները: 1873 թվականի աշնանն այդ նույն օդապարիկով իրենց առաջին (25 րոպե փևտողությամբ) թռիչքը կատարեցին մարդիկ՝ Պիղափ դե Ռոզիեն և դը Արմանդը: Որպեսզի որոշենք, թե ինչ բեռ կբարձրացնի օդապարիկը, պետք է իմանանք նրա վերամբարձ ուժը: Օդապարիկի

վերամբարձ ուժը հավասար է արքիմեդյան ուժի և գնդի վրա ազդող ծանրության ուժի փարբերությանը.

$$F = F_a - F_g;$$

Ինչքան փոքր է փվյալ ծավալի օդապարիկի գունդը լցնող գազի խտությունը, այնքան փոքր է նրա վրա ազդող ծանրության ուժը, որի հերևանքով էլ մեծ է առաջացող վերամբարձ ուժը: Երբ օդը փաքացնում ենք $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ից մինչև $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ջերմաստիճանը, օդի խտությունը նվազում է ընդամենը 1,37 անգամ: Այդ պարճառով փաք օդով լցված օդապարիկների վերամբարձ ուժը փոքր է սրացվում: Այդ երևույթի վրա առաջինն ուշադրություն դարձրեց ֆրանսիացի գիտնական Ժ. Շարլը, որն էլ առաջարկեց օդապարիկը լցնել ջրածնով: Ջրածնի խտությունը օդի խտությունից փոքր է 14 անգամ: Փոքր խտության շնորհիվ ջրածնի վերամբարձ ուժն ավելի քան 3 անգամ գերազանցում է նույն ծավալով փաքացրած օդի վերամբարձ ուժին:

Ջրածնով լցված օդապարիկի առաջին թռիչքը (նկար 139) Կեդի ունեցավ 1783 թվականի ձմռան առաջին օրը: Օդապարիկի գնդի տրամագիծը կազմում էր 8,5 մետր: Թռչելով երկուսուկես ժամ՝ օդագնացները 3400 մետր բարձրության վրա օդի ջերմաստիճանի և ճնշման չափումներ կատարեցին: Ներագայում նման չափումներն սկսեցին մեծ դեր խաղալ օդերևութաբանության մեջ:

Օդապարիկների առաջին թռիչքները Ռուսաստանում իրականացվել են 1803 թվականին, սկզբում Պետերբուրգում, հետո Մոսկվայում: Օդապարիկների թռիչքները սկզբում, որպես կանոն, զվարճանքի բնույթ էին կրում: Սակայն հետո սկսեցին օդապարիկներն ավելի ու ավելի կիրառել գիտական (մթնոլորտի ուսումնասիրություն, օդերևութաբանական հետազոտություններ), ռազմական (հակառակորդի դիրքերի հետախուզություն, ուժակոծություն) նպատակներով, ինչպես նաև՝ որպես տրանսպորտային միջոց: 1929 թվականին գերմանական «Գրաֆ Յեպելին» դիրիժաբլը երեք միջանկյալ վայրէջք-



Նկար 139

ներով շուրջերկրյա ճամփորդություն կապարեց՝ 35000 կմ ընդհանուր փարածությունն անցնելով 21 օրում: Թռիչքի միջին արագությունը կազմեց 177 կմ/ժ:

Նայրենական մեծ պարերագմի փարիներին օդապարիկները («արգելափակման օդապարիկներ») մեծ դեր խաղացին Մոսկվայի հալածողային պաշտպանության գործում:

Օդապարիկը ջրածնով լցնելու դեպքում անհրաժեշտ է հիշել, որ այդ գազը մի շարք մեծ թերություն ունի. այն բռնկվում է անգամ փոքրիկ կայծից և օդի հեղ պայթուցիկ խառնուրդ է առաջացնում: Այդ պարճառով ջրածնով լցված օդապարիկներով կապարվող թռիչքների ընթացքում անհրաժեշտ է հարկապես զգույշ լինել, հակառակ դեպքում նման թռիչքը կարող է աղետալի վախճան ունենալ: Այդպիսի մի աղետ փրկի ունեցավ 1937 թվականին, երբ վայրէջքի ժամանակ պայթեց գերմանական «Նինդենբուրգ» դիրիժաբլը, և 36 մարդկային զոհերի պարճառ դարձավ:

Չայրվող և միաժամանակ թեթև գազ է հելիումը: Այդ պարճառով մեր ժամանակներում օդապարիկները առավել հաճախ լցնում են հելիումով: Բարձրության աճին զուգընթաց՝ մթնոլորտային օդի խտությունը նվազում է: Այդ պարճառով օդապարիկի վեր բարձրանալու հեղ միաժամանակ նվազում է նրա վրա ազդող արքիմեդյան ուժը: Երբ արքիմեդյան ուժը ծանրության ուժին հավասար արժեքի է հասնում, օդապարիկի վերելքը դադարում է, և նա օդում կանգ է առնում: Ավելի վեր բարձրանալու համար օդապարիկից ցած են նետում հափուկ այդ նպարակով վերցրած բեռը, որը կոչվում է բալաստ (օրինակ՝ ավազով լցված պարկեր, որոնց միջից ավազը ցած են թափում): Այս դեպքում ծանրության ուժը փոքրանում է, արքիմեդյան ուժն սկսում է գերակշռել, և օդապարիկը վեր է բարձրանում:

Գեփին իջնելու համար վերամբարձ ուժն, ընդհակառակը, հարկավոր է փոքրացնել: Այդ նպարակին հասնում են օդապարիկի գնդի ծավալը փոքրացնելու միջոցով: Օդապարիկի գնդի վերևի մասում հափուկ փական կա: Այդ փականը բացելու դեպքում գազի մի մասը օդապարիկի գնդից դուրս է գալիս, և այն սկսում է ներքև իջնել:

Մինչև սորապոսֆերա (այսինքն՝ 11000 մետր և ավելի բարձր) թռիչքի համար նախապեսված օդապարիկները կոչվում են *ստրատոստատ*:

Անդր: Ստորագրողները վերամբարձ ուժը պետք է զգալիորեն մեծ լինի: Այդ պատճառով ստորագրողները լցնում են ջրածնով, որի վերամբարձ ուժն առավելագույնն է:

Տաքացրած օդը նույնպես չի կորցրել իր նշանակությունը: Օդը հարմար է նրանով, որ նրա ջերմաստիճանը (դրա հետ մեկտեղ նաև խտությունը, հետևաբար նաև վերամբարձ ուժը) կարելի է կարգավորել գազայրիչի միջոցով: Գազայրիչը փողադրվում է օդապարիկի գնդի ներքևի մասում գրնվող անցքի դիմաց: Գազայրիչի բոցն ավելացնելով կարելի է օդապարիկին սքիպել վեր բարձրանալ: Գազայրիչի բոցը պակասեցնելու դեպքում՝ օդապարիկը ներքև է իջնում: Կարելի է այնպիսի ջերմաստիճան ընտրել, որի դեպքում օդապարիկի վրա ազդող ծանրության ուժը հավասարվում է արքիմեդյան ուժին: Այս դեպքում օդապարիկն անշարժ կկախվի օդում, և շաք հեշտ կլինի դիփոմներ կատարել:

Մեր ժամանակներում գիտնականներն ու կոնստրուկտորները պլանավորում են օդապարիկների օգտագործումը ոչ միայն Երկրի, այլև՝ հարևան մոլորակների վրա: Այսպես, օրինակ, 1985 թվականին ռուսական ավտոմար միջմոլորակային կայաններ «Վեգա-1»-ը և «Վեգա-2»-ը օդապարիկներ հասցրին Վեներա մոլորակ: Վեներայի մթնոլորտում փեղաշարժվելով՝ այդ սարքերն արժեքավոր փեղեկություններ հաղորդեցին այդ մոլորակի ֆիզիկական պայմանների մասին:

Նարցեր

1. Ի՞նչ է անբոստարը:
2. Ինչո՞վ են փարբերվում օդապարիկները դիրիժաբլներից:
3. Ինչո՞ւ օդապարիկներն այլ կերպ անվանում են մանգոլֆիերներ:
4. Ի՞նչ գազեր են լցնում օդապարիկների մեջ: Ինչո՞ւ հենց այդ գազերն են լցնում:
5. Ինչպիսի՞ թռչող սարքերն են անվանում ստորագրողներ:
6. Ինչպե՞ս է որոշվում օդապարիկի վերամբարձ ուժը:
7. Ինչպե՞ն են կարգավորում փաք օդով լցրած օդապարիկի վերամբարձ ուժը:
8. Երեխան հանկարծակի ձեռքից բաց է թողնում հելիումով լցված փուչիկը: Ինչքա՞ն ժամանակ կշարունակվի փուչիկի թռիչքը:

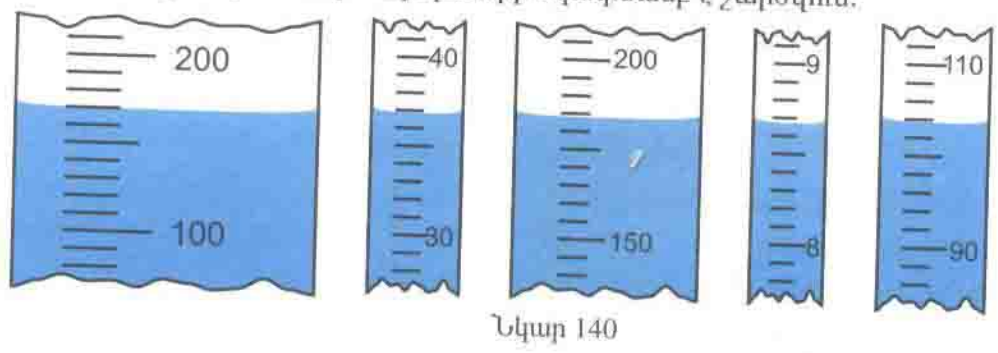


Գլուխ 1.

1. Որոշեք նկար 5-ում պարկերված չափիչ գլանի սանդղակի բաժանման արժեքը: Ինչի՞ է հավասար գլանի մեջ գրկվող ջրի ծավալը:
2. Որոշեք նկար 140-ում պարկերված չափիչ գլանների սանդղակների բաժանման արժեքները, եթե նրանց փարողությունն արտահայտված է միլիմետրերով:
3. Որոշեք նկար 7-ի ձախ կողմում պարկերված ջերմաչափի սանդղակի բաժանման արժեքները: Ի՞նչ ջերմաստիճան է ցույց տալիս այդ ջերմաչափը:
4. Որոշեք նկար 7-ի աջ կողմում պարկերված ջերմաչափի սանդղակի բաժանման արժեքը: Ի՞նչ ջերմաստիճան է ցույց տալիս այն ջերմաչափը:

Գլուխ 2.

5. Նշեք, թե ջերմանալի նավախցում գրկվող ուղևորը ո՞ր մարմինների նկարմամբ է գրկվում հարաբերական դադարի վիճակում և ո՞ր մարմինների նկարմամբ է շարժվում:



6. Նշեք, թե՞ րանը նստած գիրք կարդացող աշակերտը ո՞ր մարմինների նկարմամբ է գտնվում դադարի վիճակում և ո՞ր մարմինների նկարմամբ է շարժվում:
7. Ներկյալ հեռավորություններն արտահայտեք մետրերով. 15 սմ, 2 կմ, 40 մմ:
8. Ներկյալ հեռավորություններն արտահայտեք մետրերով. 5 սմ, 35 կմ, 2 մմ:
9. Ներկյալ ժամանակահատվածներն արտահայտեք վայրկյաններով. 2 ժամ, 0,5 ժամ, 10 րոպե, 2 րոպե:
10. Ներկյալ ժամանակահատվածներն արտահայտեք վայրկյաններով. 1 ժամ, 20 րոպե, 0,5 րոպե:
11. Արագության հերկյալ արժեքներն արտահայտեք մ/վ-ներով. 9 կմ/ժ, 36 կմ/ժ, 108 կմ/ժ, 30 մ/ր, 20 սմ/վ:
12. Արագության հերկյալ արժեքներն արտահայտեք մ/վ-ներով. 18 կմ/ժ, 54 կմ/ժ, 72 կմ/ժ, 120 մ/ր, 5 սմ/վ:
13. 54 կմ/ժ արագությամբ շարժվող գնացքը քանի՞ անգամ է ավելի արագ շարժվում 5 մ/վ արագությամբ թռչող ճանճից:
14. Կաթնաստուների մեջ ամենաարագընթացը գեպարդն է (վագրակարուն): Կարճ փարածությունների վրա նա կարող է մինչև 112 կմ/ժ արագություն գարգացնել: Այդ արագությունը քանի՞ անգամ է գերազանցում 20 մ/վ արագությամբ շարժվող ավտոմեքենայի արագությունը:
15. 10 ր-ի ընթացքում նապաստակը հաղթահարում է 10 կմ փարածություն: Որոշեք նրա արագությունը (միավորների ՄՆ-ում):

Տրված է՝	ՄՅ	Լուծում՝
$t = 10$ ր $s = 10$ կմ	600 վ 10000 մ	$v = \frac{s}{t}$, $v = \frac{10000 \text{ մ}}{600 \text{ վ}} \approx 16,7 \frac{\text{մ}}{\text{վ}}$
$v = ?$... մ/վ	Պատ՝ $v \approx 16,7$ մ/վ:

16. 20 կմ ճանապարհը գայլը վազում է 30 րոպետում: Որոշեք գայլի արագությունը:

17. 1957 թվականին ԽՍՀՄ-ում արձակված Երկրի առաջին արհեստական արբանյակի արագությունը կազմում էր մոտավորապես 28080 կմ/ժ: Որոշեք այդ արբանյակի անցած ճանապարհը հինգ թույնի ընթացքում:
18. Ավտոմեքենան շարժվում է 72 կմ/ժ արագությամբ: Ի՞նչ ճանապարհ կանցնի ավտոմեքենան 10 վ-ում:
19. Որքա՞ն ժամանակում է Արեգակի լույսը հասնում Երկիր, եթե Արեգակից Երկիր հեռավորությունը կազմում է մոտավորապես $150 \cdot 10^6$ կմ:
20. Մարդը քայլում է ճանապարհով 3,6 կմ/ժ արագությամբ: Ինչքա՞ն ժամանակում նա կանցնի 500 մ հեռավորությունը:
21. Եթե նավակի մեջ նստած թիավարող մարդը դադարի թիավարել, ապա միևնույն է նավակը մի որոշ ժամանակ կշարունակի առաջ լողալ: Ինչո՞ւ:
22. Եթե ապուրով լիքը լցված ափսե՛ն արագ շարժումով դնենք սեղանին, ապա ապուրը կթափվի: Ինչո՞ւ:
23. Նեփույալ զանգվածներն արտահայտեք կիլոգրամներով. 2 փոննա, 1,22 փոննա, 0,1 փոննա, 220 գրամ, 3 գրամ, 150 միլիգրամ, 20 միլիգրամ:
24. Մարմնի զանգվածը որոշելու համար աշակերտը կշեռքի վրա այն հավասարակշռեց՝ մյուս նժարին դնելով հեփույալ կշռաքարերը. 1 հափ 50-գրամանոց, 2 հափ 20-գրամանոց, 1 հափ 10-գրամանոց և 1-ական հափ 50, 20 և 10-միլիգրամանոց: Ինչի՞ է հավասար կշռվող մարմնի զանգվածը: Արտահայտե՛ք այն գրամներով ու կիլոգրամներով:
25. Նեփույալ ծավալներն արտահայտեք խորանարդ մետրերով. 450 դմ^3 , 150 մլ , 5 մլ , 2լ , 263 սմ^3 , 10 սմ^3 :
26. Նեփույալ խտություններն արտահայտեք կգ/մ³ - ով. $0,99 \text{ գ/սմ}^3$, 2 գ/սմ^3 , $1,5 \text{ գ/սմ}^3$:
27. Ամենաթեթևը ապրասամ ծառի փայտանյութն է, որի $0,001 \text{ մ}^3$ զանգվածը 120 գ է: Ինչի՞ է հավասար ապրասամի փայտանյութի խտությունը միավորների ՄՆ-ում:

Տրված է՝	ՄՅ
$V = 0,001 \text{ մ}^3$	$0,001 \text{ մ}^3$
$m = 120 \text{ գ}$	$0,12 \text{ կգ}$
$\rho = ?$	$\dots \text{ կգ/մ}^3$

Լուծում՝

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

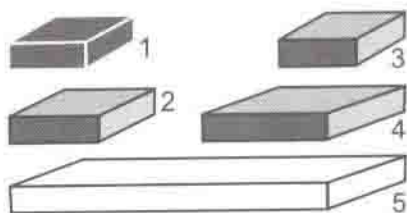
$$\rho = \frac{0,12 \text{ կգ}}{0,001 \text{ մ}^3} = 120 \frac{\text{կգ}}{\text{մ}^3}:$$

Պատ՝ $\rho = 120 \text{ կգ/մ}^3:$

28. $0,2 \text{ սմ}^3$ ծավալով մի որոշ նյութի զանգվածը հավասար է $3,86 \text{ գ}$ -ի: Այդ ի՞նչ նյութ է:

29. Արծաթից պատրաստված առարկայի խտությունը որոշելիս սրացվեց 11 գ/սմ^3 արժեքը: Արծաթե առարկայի մեջ կա՞ն արդյոք ավելի ծանր մետաղների խառնուրդներ:

30. Նկար 141-ում պատկերված են մետաղի միաբնասակ զանգված ունեցող կտորներ: Կտորները պատրաստված են պղնձից, ալյումինից, անագից, ոսկուց և կապարից: Օգտվելով նյութերի խտությունների աղյուսակից՝ որոշեք, թե ի՞նչ մետաղից է պատրաստված յուրաքանչյուր կտորը:



Նկար 141

31. Սրոցաքարի երկարությունը 30 սմ է, լայնությունը՝ 5 սմ , հաստությունը՝ 2 սմ : Նրա զանգվածը $1,2 \text{ կգ}$ է: Որոշեք այն նյութի խտությունը, որից պատրաստված է սրոցաքարը:

Տրված է՝	ՄՅ
$a = 30 \text{ սմ}$	$0,3 \text{ մ}$
$b = 5 \text{ սմ}$	$0,05 \text{ մ}$
$c = 2 \text{ սմ}$	$0,02 \text{ մ}$
$m = 1,2 \text{ կգ}$	$1,2 \text{ կգ}$
$\rho = ?$	$\dots \text{ կգ/մ}^3$

Լուծում՝

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad V = abc,$$

$$V = 0,3 \text{ մ} \cdot 0,05 \text{ մ} \cdot 0,02 \text{ մ} = 0,0003$$

$$\rho = \frac{1,2 \text{ կգ}}{0,0003 \text{ մ}^3} = 4000 \text{ կգ/մ}^3:$$

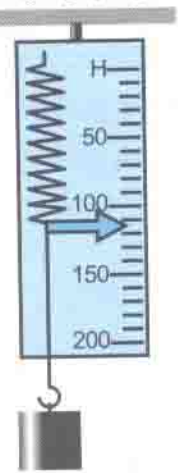
Պատ՝ $\rho = 4000 \text{ կգ/մ}^3:$

32. Այլումինից պատրաստված դեքալի զանգվածը հավասար է 300 գ-ի, իսկ ծավալը կազմում է 150 սմ³: Դեքալը հո՞ծ է, թե՞ ներսում դարարկություններ ունի:
33. Ի՞նչ զանգված ունի 0,5 լիտր փարոդությամբ ապակե բանկայի մեջ լիքը լցված մեղրը:
34. Ի՞նչ զանգված ունի 1,5 լիտր ծավալ զբաղեցնող մաքուր ջուրը:
35. Որոշեք $\ell = 10$ մ երկարություն և $S = 2$ մմ² լայնական հատույթի մակերես ունեցող պղնձե հաղորդալարի զանգվածը:
36. 40 սմ երկարություն և 20 սմ լայնություն ունեցող ակվարիումի մեջ 35 սմ բարձրությամբ ջուր է լցված: Որոշեք ակվարիումի մեջ լցրած ջրի զանգվածը:
37. Ի՞նչ ծավալ է զբաղեցնում 272 գ սնդիկը:
38. Ավտոմեքենայի պողպատե դեքալը 3,9 կգ զանգված ունի: Որոշեք դեքալի ծավալը:
39. Էլեկտրական լամպ պատրաստելու ժամանակ, նրանից այնքան օդ դուրս մղեցին, որ լամպի մեջ մնացած օդի զանգվածը նախնականի համեմատ նվազեց 8 միլիոն անգամ: Լամպի մեջ օդի խտությունը քանի՞ անգամ փոխվեց:
40. Միացի փեղաշարժի հեպևանքով գլանում օդի ծավալը մեծացավ 1,5 անգամ: Այդ դեպքում ինչպե՞ս փոփոխվեց օդի խտությունը գլանում:
41. Մեքենան նախատեսված է 3 փոնա զանգվածով բեռ փեղափոխելու համար: Քանի՞ երկաթաթերթ կարելի է բարձել մեքենայի վրա, եթե յուրաքանչյուր երկաթաթերթի երկարությունը 2 մ է, լայնությունը՝ 80 սմ, իսկ հասարությունը՝ 2 մմ:
42. Դափարկ շշի զանգվածը՝ $m_1=460$ գ է: Այդ նույն շշի զանգվածը ջուր լցրած վիճակում $m_2=960$ գ է, իսկ արևածաղկի ձեթ լցնելու դեպքում՝ $m_3=920$ գ: Այս փվյալներն օգտագործելով՝ որոշեք արևածաղկի ձեթի խտությունը: Ջրի խտությունն ընդունեք 1 գ/սմ^3 :
43. Խնձորի զանգվածը՝ $m=40$ գ է: Ի՞նչ ուժով է խնձորը ձգվում Երկրի կողմից:
44. Ծառի ճյուղից կախված փանձի զանգվածը հավասար է 50 գ-ի:

- Ինչի՞ է հավասար փանձի վրա ազդող ծանրության ուժը:
45. Ինչի՞ է հավասար զսպանակի կոշտությունը, եթե 2 Ն ուժի ազդեցությամբ այն ձգվում և երկարում է 4 սմ-ով:
46. Քանի՞ սանտիմետրով կերկարի 105 Ն/մ կոշտություն ունեցող զսպանակը 21 Ն ուժի ազդեցությամբ:
47. Ուղղաձիգ փեղաղրված 80 Ն/մ կոշտություն ունեցող զսպանակից 400 գ զանգված ունեցող բեռ կախեցին: Քանի՞ սանտիմետրով երկարեց զսպանակն այդ դեպքում:

Տրված է՝	ՄՅ	Լուծում՝
$\kappa = 80 \text{ Ն/մ}$ $m = 400\text{գ}$	80 Ն/մ $0,4\text{կգ}$	<p>Զսպանակին ամրացած ծանրոցի վրա ազդում են երկու ուժեր՝ ծանրության ու առաձգականության: Նավասարակշռված վիճակում այդ երկու ուժերը հավասարակշռում են միմյանց.</p> $F_{\text{անոց}} = F_{\delta},$ $\kappa x = mg,$ $x = \frac{mg}{\kappa},$ $x = \frac{0,4 \cdot 10}{80} \text{մ} = 0,05 \text{մ}:$ <p>Պատ՝, $x = 0,05 \text{մ}:$</p>
$x - ?$... մ	

48. Ուղղաձիգ փեղաղրված 120 Ն/մ կոշտություն ունեցող զսպանակից բեռ կախեցին: Այդ բեռի ազդեցության փակ զսպանակը ձգվեց 2 սմ-ով: Ինչի՞ է հավասար բեռի զանգվածը:
49. Նկար 142-ում պարկերված է ուժաչափից կախված բեռ: Որոշե՛ք ուժաչափի սանդղակի բաժանման արժեքը: Ինչի՞ են հավասար բեռի ծանրության ուժը և կշիռը:
50. Նկար 143-ում պարկերված է ուժաչափից կախված բեռ: Որոշե՛ք ուժաչափի սանդղակի բաժանման արժեքը: Ինչի՞ են հավասար բեռի ծանրության ուժը և կշիռը:



Նկար 142

51. Աղջիկը գնեց $0,75$ լիտր արևածաղկի ձեթ: Որոշեք այդ ձեթի կշիռը: Ձեթի խտությունը հավասար է 930 կգ/մ³:

52. Աշխարհի ամենախոշոր թռչունը աֆրիկյան ջայլամն է: Նրա զանգվածը 90 կգ է: Որոշեք ջայլամի կշիռը և համեմատեք այն աշխարհի ամենափոքր թռչնի՝ կոլիբրիի կշռի հետ, որի զանգվածը 2 գ է:



Նկար 143

53. Տախարակի վրա դրված է 50 գ զանգված ունեցող փայտե չորսու: Կհաջողվի՞ արդյոք տեղաշարժել չորսուն՝ նրա վրա հորիզոնական ուղղությամբ $0,25$ Ն ուժ ազդելով:

54. Տորիզոնական փայտե մակերևույթի վրա գտնվող 1 կգ զանգված ունեցող պողպատե չորսուի վրա նվազագույն ինչպիսի՞ ուժ է հարկավոր գործադրել չորսուն տեղաշարժելու համար: Փայտի հետ պողպատի դադարի շփման առավելագույն ուժը կազմում է չորսուի կշռի $0,55$ մասը:

Գլուխ 3.

55. Ի՞նչ աշխատանք է կատարում արկղի վրա ազդող շփման ուժը այն 40 սմ տեղափոխելու դեպքում: Շփման ուժը հավասար է 5 Ն-ի:

56. Ազդելով 20 Ն ուժով՝ բեռն ուղղահայաց վեր են բարձրացնում: Ի՞նչ աշխատանք է կատարում այդ ուժը, բեռը 2 մ բարձրացնելիս:

57. 50 գ զանգված ունեցող գնդակը նետում են ուղղաձիգ դեպի վեր: Ի՞նչ աշխատանք է կատարում գնդակի ծանրության ուժը, այն 3 մ բարձրանալիս:

58. 800 գ զանգված ունեցող քարը գետին է ընկնում 4 մ բարձրությունից: Այդ դեպքում ի՞նչ աշխատանք է կատարում ծանրության ուժը:

59. Որոշեք $0,5$ մ³ ծավալ ունեցող գրանիտե սալիկը հավասա-

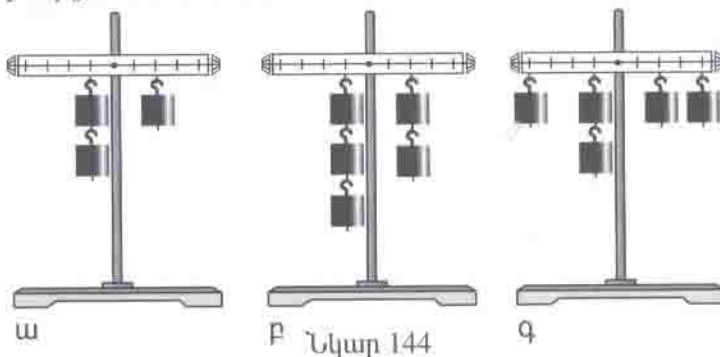
բաշափ շարժելով 20 մ բարձրության վրա հասցնելու համար անհրաժեշտ աշխատանքը: Գրանիփի խտությունը հավասար է 2500 կգ/մ³:

Տրված է՝	Լուծում՝
$V = 0,5 \text{ մ}^3$ $s = 20 \text{ մ}$ $\rho = 2500 \text{ կգ/մ}^3$	$A = Fs,$ որպես F -ը սալի վրա կիրառված ուժն է նրան բարձրացնելիս: Եթե բարձրացումը հավասարաչափ է, ապա այդ ուժը հավասար է ծանրության ուժին.
$A = ?$	$F = mg,$ $m = \rho V,$ $m = 2500 \cdot 0,5 \text{ կգ} = 1250 \text{ կգ},$ $F = 1250 \cdot 10 \text{ Ն} = 12500 \text{ Ն},$ $A = 12500 \cdot 20 \text{ Ջ} = 250000 \text{ Ջ}:$
	Պատ՝ $A = 250 \text{ կՋ}:$

60. Վերանբարձ կռունկի օգնությամբ 2,5 փ-գանգվածով բեռը բարձրացրին 12 մ: Ի՞նչ աշխատանք է կատարվել այդ դեպքում:
61. Ի՞նչ աշխատանք է կատարում 100 կ-վր հզորություն ունեցող շարժիչը 20 ր-ում:
62. Ինչի՞ է հավասար շարժիչի հզորությունը, եթե նա 10 ր-ում 7, 2 ՄՋ աշխատանք է կատարում:
63. Ի՞նչ հզորություն պետք է ունենա ժապավենափոխադրիչի շարժիչը, որպեսզի հնարավոր լինի 1 ժ-ում 30 մ³ ավազը նրա միջոցով բարձրացնել 6 մ բարձրության վրա: Ավազի խտությունը 1500 կգ/մ³ է:

Տրված է՝	ՄՂ	Լուծում՝
$t = 1 \text{ ր}$	3600 վ	$N = \frac{A}{t}, A = Fs, F = mg,$
$V = 30 \text{ մ}^3$	30 մ ³	$m = \rho V,$
$s = 6 \text{ մ}$	6 մ	$m = 1500 \cdot 30 \text{ կգ} = 45000 \text{ կգ},$
$\rho = 1500 \text{ կգ/մ}^3$	1500 կգ/մ ³	$F = 45000 \cdot 10 \text{ Ն} = 450000 \text{ Ն},$
		$A = 450000 \cdot 6 \text{ Ջ} = 2700000 \text{ Ջ},$
$N = ?$... Վտ	$N = \frac{2700000 \text{ Ջ}}{3600 \text{ վ}} = 750 \text{ Վտ:}$
		Պատ՝ $N = 750 \text{ Վտ:}$

64. Մարզիկը 0,3 վ-ում 125 կգ զանգված ունեցող ծանրաձողը բարձրացրեց 70 սմ: Ինչպիսի՞ միջին հզորություն զարգացրեց մարզիկն այս դեպքում:
65. Նկար 144, ա-ում պարկերված է հավասարակշռության վիճակում գրնվող լծակ: Կպահպանվի՞ արդյոք հավասարակշռության վիճակը, եթե նրա կախոցիկներին նույնանման երկու բեռ ավելացնենք, ինչպես ցույց է տրված նկար 144, բ-ում:
66. Արդյո՞ք հավասարակշռության մեջ կգտնվի նկար 144, գ-ում պարկերված լծակը:
67. 1 մ երկարություն ունեցող թեթև ձողի ծայրերից բեռներ են կախված: Բեռներից մեկի զանգվածը հավասար է 120 գ-ի: Ինչի՞ է հավասար մյուս բեռի զանգվածը, եթե ձողը բեռների հետ միասին հավասարակշռված է մի հենարանի վրա, որն առաջին բեռից հեռու է 20 սմ:



ա

բ Նկար 144

գ

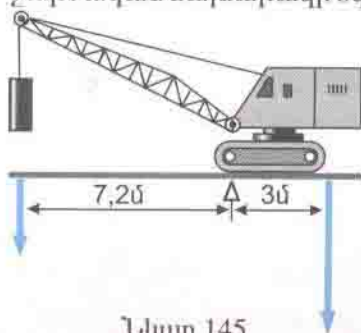
Տրված է՝	ՄՅ	Լուծում՝
$l = 1 \text{ մ}$	1 մ	$F_1 l_1 = F_2 l_2, F_2 = \frac{l_1}{l_2} F_1,$ $l_2 = l - l_1 = 0,8 \text{ մ},$ $F_1 = m_1 g = 1,2 \text{ Ն},$ $F_2 = \frac{0,2}{0,8} \cdot 1,2 \text{ Ն} = 0,3 \text{ Ն}, m_2 = \frac{F_2}{g},$ $m_2 = \frac{0,3}{10} \text{ կգ} = 0,03 \text{ կգ}:$
$m_1 = 120 \text{ գ}$	0,12 կգ	
$l_1 = 20 \text{ սմ}$	0,2 մ	
$m_2 = ?$... կգ	Պատ՝ $m_2 = 30 \text{ գ}:$

68. Նկար 145-ում պարկերված է թրթուրավոր վերամբարձ կոունկ: Ի՞նչ առավելագույն բեռ կարող է բարձրացնել այս կոունկը, եթե հակակշռի զանգվածը հավասար է 1000 կգ-ի:

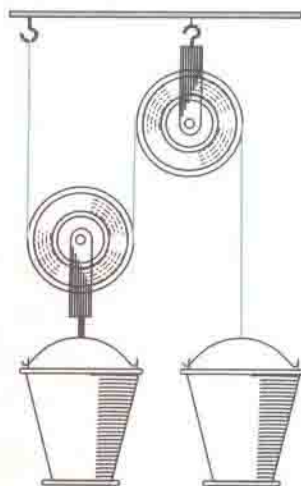
69. Մեկ անշարժ և երկու շարժական ճախարակներից կազմված սարք մտնա՞նք, որն ուժի մեջ շահում քա չորս անգամ: Պարկերեք համապատասխան նկարը:

70. Ջրով լիքը լցված դույլերը հավասարակշռված են ճախարակների օգնությամբ, ինչպես ցույց է տրված նկ. 146-ում: Այդ դույլերից որի՞ մեջ ավելի շար ջուր կա: Ո՞ր ուղղությամբ կշարժվեն դույլերը, եթե նրանց մեջ հավասար քանակությամբ ջուր լիներ:

71. Դիզոլ մեքենայով 200 կգ զանգված ունեցող խտրի դեզը բարձրացնում են շարժական ճախարակի օգնությամբ:



Նկար 145



Նկար 146

Ի՞նչ ուժ է կիրառվում ամբարձիչ ճոպանի ծայրին: Քանի՞ մետր ճոպան է փաթաթվում թմբուկի վրա՝ խորը 7,5 մ բարձրացնելիս: Շփումը հաշվի չառնել:

72. Շարժական ճախարակի օգնությամբ մարդը բեռը բարձրացրեց 1,5 մետր: Ի՞նչ երկարության պարան ձգեց մարդն այդ ընթացքում:
73. 20 կգ զանգված ունեցող բեռը 4 մ բարձրացնելու համար կապարվեց 900 Ջ աշխարանք: Ինչի՞ է հավասար օգրագործված սարքի ՕԳԳ-ն:
74. Որոշե՛ք սարքի օգնությամբ կապարվող աշխարանքը, եթե սարքի ՕԳԳ-ն 80 % է, իսկ օգրակար աշխարանքը՝ 1,2 կՋ:

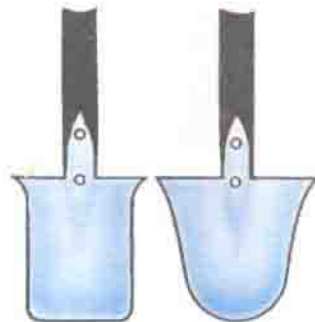
Գլուխ 4.

75. Նկար 147-ում ցույց է փրված սառցածածկ ջրի մեջ ընկած մարդ: Ինչի՞ վրա է հիմնված խեղդվելուց նրան փրկելու համար կիրառված միջոցը:



Նկար 147

76. Երկու մարդ հողը փորում են փարբեր կառուցվածքի բահերով (նկար 148): Ո՞ր բահով է փորելը հեշտ:



Նկար 148

77. Նարակի վրա 45 կգ զանգվածով փղա է կանգնած: Ինչպիսի՞ ճնշում է գործադրում փղան հարակի վրա, եթե նրա երկու կոշիկների՝ հարակի հետ շփվող ներբանների ընդհանուր մակերեսը հավասար է 300 սմ²:
78. 6610 կգ զանգված ունեցող թրթուրավոր փրակփորի երկու թրթուրնե-

րի հենման ընդհանուր մակերեսը հավասար է $1,4 \text{ մ}^2$: Որոշեք այդ փրակփորի գործադրած ճնշումը գեպնի վրա: Քանի՞ անգամ է մեծ այդ ճնշումը փղայի՝ հափակին գործադրած ճնշումից, որի մասին խոսվում է նախորդ խնդրում:

79. Մարդը ուրբով 600 Ն ուժ է գործադրում բահի վրա: Ի՞նչ ճնշում է գործադրում բահը հողի վրա, եթե նրա սայրի լայնությունը 20 սմ է, իսկ հասարությունը՝ $0,5 \text{ սմ}$:

Տրված է՝	ՄՅ	Լուծում՝
$F = 600 \text{ Ն}$	600 Ն	$p = \frac{F}{S},$ $S = ab,$ $S = 0,2 \cdot 0,0005 \text{ մ}^2 = 0,0001 \text{ մ}^2,$ $p = \frac{600 \text{ Ն}}{0,0001 \text{ մ}^2} = 6000000 \text{ Պա:}$
$a = 20 \text{ սմ}$	$0,2 \text{ մ}$	
$b = 0,5 \text{ սմ}$	$0,0005 \text{ մ}$	
$p = ?$... Պա	Պատ՝ $p = 6 \text{ ՄՊա:}$

80. 45 կգ զանգված ունեցող աղջիկը կանգնած է դահուկների վրա: Յուրաքանչյուր դահուկի երկարությունը $1,5 \text{ մետր}$ է, իսկ լայնությունը՝ 10 սմ : Ինչպիսի՞ ճնշում է գործադրում աղջիկը ձյան վրա: Նամենափեք այն 77 խնդրի լուծման արդյունքում սրացված ճնշման հետ:
81. Երկրի մակերևույթին կանգնած փիեզերագնացը գեպնի վրա $21,3 \text{ կՊա}$ ճնշում է գործադրում: Որոշեք փիեզերագնացի զանգվածը (հանդերձանքի հետ միասին), եթե նրա կոշիկների թողած հետքերից յուրաքանչյուրի մակերեսը հավասար է 410 սմ^2 :
82. Ինչպիսի՞ ուժով է շնանանճն իր խայթոցը խրում մարդու մաշկի մեջ, եթե խայթոցի սուր ծայրի մակերեսը $0,000000000003 \text{ սմ}^2$ է, իսկ մաշկի վրա գործադրած ճնշումը կազմում է $3 \cdot 10^{10} \text{ Պա}$:
83. Որոշեք նավթի ճնշումը գլանափակառի հափակին, եթե նավթի սյան բարձրությունը 10 մ է, իսկ խտությունը՝ 800 կգ/մ^3 :
84. Որոշեք ջրի ճնշումը Խաղախ օվկիանոսում գրկվող Մարի-

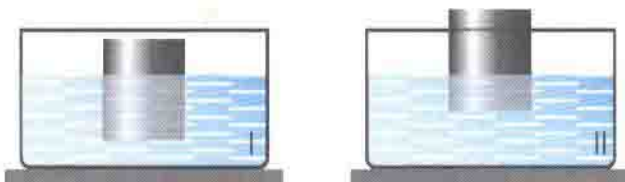
- անյան իջվածքի հատակին, որի խորությունը 11022 ս է: Ջրի խորությունն ընդունեք հավասար 1030 կգ/մ³-ի:
85. Ջրով լցված փակառի վերին եզրից 40 սմ դեպի ներքև խցանով փակված անցք կա: Անցքի մակերեսը հավասար է 1 սմ²: Ինչի՞ է հավասար խցանի վրա ազդող ջրի ճնշման ուժը:
86. Նավթով լցված գլանափակառի մեջ 4 մ խորության վրա ծորակ է փեղադրված: Ծորակի հատույթի մակերեսը հավասար է 30 սմ²: Նավթն ի՞նչ ուժով է ճնշում գործադրում ծորակի վրա:
87. 1,2 մ երկարությամբ, 70 սմ լայնությամբ և 50 սմ բարձրությամբ ուղղանկյուն զուգահեռանիստի փեսք ունեցող բաքի մեջ կերոսին լցրին: Որոշեք ճնշումը, ինչպես նաև՝ ճնշման ուժը բաքի հատակի վրա: Ինչպիսի՞ն է ճնշումը բաքի պատերին 40 սմ խորության վրա:
88. 30 սմ երկարություն և 20 սմ լայնություն ունեցող ակվարիումի մեջ 25 սմ բարձրությամբ ջուր լցրին: Որոշեք ճնշումը և ճնշման ուժը ակվարիումի հատակին:
89. Նաղորդակից անոթներում գտնվում են ջուր և կերոսին (տե՛ս նկար 107): Ինչի՞ է հավասար կերոսինի սյան բարձրությունը, եթե ջրի սյան բարձրությունը 8 սմ է:
90. Երբ նկ. 107-ում պատկերված հաղորդակից անոթներում կերոսինը փոխարինեցին այլ հեղուկով, ջրի սյան 4,5 սմ բարձրության դեպքում այլ հեղուկի սյան բարձրությունը հասավ 5 սմ-ի: Ի՞նչ հեղուկով փոխարինեցին կերոսինը:
91. Ներկյալ ճնշումներն արտահայտեք պասկալներով. 1 մմ սնդ.ս., 750 մմ սնդ.ս.:
92. Սնդիկի սյան միլիմետրերով արտահայտեք հերկյալ ճնշումները. 1 Պա, 100 կՊա:
93. Նկար 119-ում պատկերված է Պասկալի ջրային բարոմետրը: Նորմալ մթնոլորտային ճնշման դեպքում ինչի՞ է հավասար ջրի սյան բարձրությունն այդ բարոմետրում:
94. Նկար 120-ում պատկերված է «Մագդեբուրգյան կիսագնդերի» հետ կապարվող փորձը: Օդը սուրավորապես ի՞նչ ուժով է մի կիսագնդերը մյուսին սեղմել, եթե կիսագնդի մակերևույթի մակ-

երեսը $0,28 \text{ մ}^2$ է: Մթնոլորտային ճնշումն ընդունեք նորմալ:

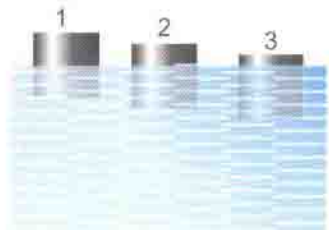
95. Բարոմետրը սարի ստորոտին ցույց է փայխա $760 \text{ մմ սնդ.ս. ճնշում}$, իսկ սարի գագաթին՝ $722 \text{ մմ սնդ.ս. ճնշում}$: Ինչքան է սարի մոտավոր բարձրությունը:
96. Որոշեք Օսպանկինոյի հեռուստաաշտարակի մոտավոր բարձրությունը: Նեռուստաաշտարակի ստորոտին ու գագաթին մթնոլորտային ճնշումը որոշեք՝ օգտագործելով նկար 149-ում բերված րվյալները:
97. Մարմնի կշիռն օդում 20 Ն է : Որոշեք այդ նույն մարմնի կշիռը յուղի մեջ, եթե յուղի մեջ նրա վրա ազդում է $5 \text{ Ն դուրս հրող ուժ}$:
98. Մարմնի կշիռն օդում 35 Ն է , իսկ կերոսինի մեջ 30 Ն : Ինչի՞ է հավասար կերոսինի մեջ այդ մարմնի վրա ազդող արքիմեդյան ուժը:
99. Նկար 150-ում պատկերված է երկու փարբեր հեղուկներում լողացող միևնույն մարմինը: Ո՞ր հեղուկի խտությունն է մեծ: Ինչո՞ւ:
100. Նկար 151-ում պատկերված են խմելու ջրում լողացող երեք չորսուներ: Որոշեք, թե այդ չորսուներից ո՞րն է պատրաստված խցանից, ո՞րը՝ սառույցից և ո՞րը՝ փայտից: Պատասխանը հիմնավորեք:



Նկար 149



Նկար 150



Նկար 151

101. Մարմինը լրիվ խորասուզված վիճակում լողում է խմելու ջրում: Ինչպե՞ս կպահի իրեն այդ մարմինը կերտսինում, աղաջրում և սպիրտում:
102. Լողանը պարբերաբար է այնպիսի փայտից, որի խտությունը երկու անգամ փոքր է ջրի խտությունից: Ի՞նչ դիրք կգրավի լողանը ջրում: Պարկերեք համապարասխան նկարը:
103. Ի՞նչն է օդում ավելի ծանր կշռում. 1 փունսա փա՛յրը, թե՛ 1 փունսա երկաթը: Ինչո՞ւ:
104. Այլուսի և մի կտոր երկաթի զանգվածները նույնն են: Այդ մարմիններից ո՞ր մեկն է ջրում ձեռքով պահելն ավելի հեշտ: Ինչո՞ւ:
105. Որոշե՛ք ծովի ջրում $1,6 \text{ մ}^3$ ծավալ ունեցող քարի վրա ազդող արքիմեդյան ուժը:
106. Ինչի՞ է հավասար բաժակում ջրի մեջ գրվող 1 սմ^3 ծավալ ունեցող երկաթի կտորի վրա ազդող արքիմեդյան ուժը:
107. Ջրի մակերևույթին լողում է $0,6 \text{ մ}^3$ ծավալով մարմինը: Ինչի՞ է հավասար այդ մարմնի՝ ջրի մակերևույթից դուրս գրնվող մասի ծավալը, եթե նրա վրա ազդող արքիմեդյան ուժը հավասար է 5 կՆ :
108. Ջրի մակերևույթին լողում է $0,4 \text{ մ}^3$ ծավալ ունեցող մարմինը: Ինչի՞ է հավասար նրա վրա ազդող արքիմեդյան ուժը, եթե այդ մարմնի $0,1 \text{ մ}^3$ -ը գրնվում է ջրի մակերևույթից դուրս:
109. Ջրում ինչքա՞ն է կշռում $0,002 \text{ մ}^3$ ծավալ ունեցող չուգունե մարգագունդը: Չուգունի խտությունը հավասար է 7000 կգ /մ^3 :

Տրված է՝ $V = 0,002 \text{ մ}^3$ $\rho = 7000 \text{ կգ/մ}^3$ $\rho_h = 1000 \text{ կգ/մ}^3$
$P = ?$

Լուծում՝ Մարմնի զանգվածը ջրում՝ $P = P_0 - F_u$: Մարմնի զանգվածը օդում՝ $P_0 = mg = \rho Vg$, $P_0 = 7000 \cdot 0,002 \cdot 10 = 140 \text{ Ն}$: Արքիմեդյան ուժը՝ $F_u = \rho_h g V$, $F_u = 1000 \cdot 10 \cdot 0,002 \text{ Ն} = 20 \text{ Ն}$: Հետևաբար, $P = 140 \text{ Ն} - 20 \text{ Ն} = 120 \text{ Ն}$: Պատ՝ $P = 120 \text{ Ն}$:

110. Սնդիկի մեջ ինչքան է կշռում 193 գ զանգված ունեցող ոսկե առարկան: Սնդիկի և ոսկու խտությունները համապատասխանաբար հավասար են 13600 կգ/մ^3 և 19300 կգ/մ^3 :
111. Մարմինն ունի 130 կգ զանգված և $0,2 \text{ մ}^3$ ծավալ: Կողմա՞րդյոք այդ մարմինը ջրում:
112. Մարմինն ունի 80 կգ զանգված և $0,1 \text{ մ}^3$ ծավալ: Կողմա՞րդյոք այդ մարմինը ջրում:
113. Ծովում լողում է սառցաբեկորը: Նրա ծավալի ո՞ր մասն է գրնվում ջրի տակ: Սառույցի և ծովային ջրի խտությունները համապատասխանաբար հավասար են 900 կգ/մ^3 և 1030 կգ/մ^3 :

Տրված է՝ $\rho = 900 \text{ կգ/մ}^3$ $\rho_h = 1030 \text{ կգ/մ}^3$
$\frac{V_h}{V} = ?$

Լուծում՝ Գրենք սառցաբեկորի լողալու պայմանը հետևյալ հավասարման տեսքով. $\rho V = \rho_h V_h$: Այստեղից $\frac{V_h}{V} = \frac{\rho}{\rho_h}$, $\frac{V_h}{V} = \frac{900}{1030} = 0,87$: Պատ՝ $V_h / V = 0,87$
--

114. Խցանի կտորը լողում է կերոսինով լցրած փակառի մեջ: Խցանի ծավալի ո՞ր մասն է սուզված կերոսինի մեջ:
115. Ածուխի կտորը ջրում կշռում է 10 Ն, իսկ կերոսինում 12,5 Ն: Այս փվյալներով որոշեք ածուխի խտությունը:
116. Երկաթե շղթան դիմանում է 85 կՆ բեռնվածության: Կարելի՞ է այդ շղթայով կախված պահել 4 մ³ ծավալ ունեցող գրանիտե սալը. ա) օդում, բ) ջրի փակ: Գրանիտի խտությունը 3000 կգ/մ³ է:
117. Օդապարիկն ունի 1600 մ³ ծավալ: Բնչպիսի՞ վերամբարձ ուժ է ազդում օդապարիկի վրա 1,2 կգ/մ³ խտություն ունեցող օդում (օդն այդպիսի խտություն ունի 200 մետր բարձրության վրա), եթե օդապարիկի ծանրության ուժը հավասար է 4500 Ն:
118. Որոշեք 10 կմ բարձրության հասած օդապարիկ-զոնդի վրա ազդող վերամբարձ ուժը, եթե նրա վրա ազդող ծանրության ուժը հավասար է 20 Ն: Օդի խտությունը փվյալ բարձրության վրա հավասար է 0,41 կգ/մ³: Օդապարիկ-զոնդի զնդի ծավալը 20 մ³ է:



Լաբորատոր աշխատանք 1.

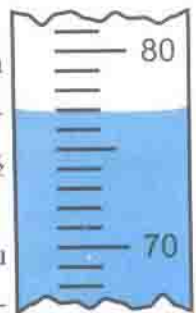
Նեղուկի ծավալի չափումը չափագլանի օգնությամբ

Սարքավորում. չափագլան, ջրով լիքը բաժակ:

Ցուցումներ աշխատանքը կատարելու վերաբերյալ

1. Ձևեր չափագլանը: Ուշադրություն դարձրեք նրա բաժանումներին և ծավալը չափելու համար նախապես սովորեք միավորին:
2. Բաժակից ջուրը դարարկեք չափագլանի մեջ:
3. Տեսրոմ պարկերեք ջրով լցված չափագլանի մի մասը (նկար 152-ի նման):

Ջրի մակարդակը որոշելու համար անհրաժեշտ է հայացքն ուղղել սանդղակի այն գծին, որը համընկնում է ջրի մակերևույթի հարթ մասի հետ (այլ ոչ թե կորացած եզրերի հետ):



Նկար 152

4. Որոշեք չափագլանի սանդղակի բաժանման արժեքը: Դրա համար օգտվեք § 4-ում ձևակերպված կանոնից.

բաժանման արժեքը = $\frac{\dots\dots\dots - \dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$ = $\dots\dots\dots$ մլ:

5. Իմանալով սանդղակի բաժանման արժեքը՝ որոշեք անոթում գրնվող ջրի ծավալը.

$V = \dots\dots\dots + \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ մլ:

6. Չափումների արդյունքներն արտահայտեք խորանարդ սանդղի-մետրերով և խորանարդ մետրերով:

Լաբորատոր աշխատանք 2.

Մարմնի զանգվածի չափումը լծակավոր կշեռքով

Մարքավորում. կշեռք և կշռաքարեր, փարբեր զանգված ունեցող մի քանի ոչ մեծ առարկաներ (ցանկալի է՝ աշակերտների ընկրությանը):

Ցուցումներ աշխատանքը կատարելու վերաբերյալ

1. Եթե կշռելուց առաջ կշեռքը հավասարակշռված չէ, ապա ավելի թեթև նժարին թղթի կամ սրվարաթղթի մի քանի կտորներ դնելով՝ կշեռքը բերեք հավասարակշռության:
2. Կշեռքի ձախ նժարին դրեք կշռվող առարկան (անհրաժեշտ է դա անել զգուշորեն՝ ձեռքով պահելով նժարը):
3. Բացեք կշռաքարերի փուփը, ընկրեք այնպիսի կշռաքար, որը ձեր կարծիքով ծանր է առարկայից և դրեք աջ նժարին: Նամոզվելով, որ կշռաքարը ծանր է, այն վերադարձրեք փուփի մեջ, ընկրեք մի ուրիշը (ավելի փոքր զանգվածով): Եթե սա էլ ծանր կլինի, փոխարինեք մի ուրիշով, իսկ եթե ոչ՝ թողեք մնա նժարին: Այսպես՝ կշռաքարը կշռաքարի երկից հաջորդաբար ընկրելով՝ կշեռքը լրիվ հավասարակշռության բերեք: Փոքրածավալ կշռաքարերը (500-10 միլիգրամ) փուփից հանեք և փուփի մեջ դրեք նրբունելիով:
4. Լրացրեք աղյուսակը:

Կշռվող առարկան	Կշռաքարերը, որոնցով հավասարակշռվել է առարկան	Առարկայի զանգվածը գրամներով

Այս աղյուսակի երկրորդ սյունակում պետք է թվարկվեն հավասարակշռության հասնելուց հետո կշեռքի աջ նժարում հայտնված բոլոր

կշռաքարերը: Որոշելով նրանց ընդհանուր զանգվածը՝ արդյունքը գրի առեք աղյուսակի երրորդ սյունակում:

5. Նժարը ձեռքով պահելով՝ վերցրեք բոլոր կշռաքարերը և փեղավորեք փուփի մեջ:
6. Կշեռքի ձախ նժարին նոր առարկա դրեք և կշռելու ողջ գործընթացը նորից կրկնեք: Սփացված արդյունքները գրանցեք աղյուսակում:

Լաբորատոր աշխատանք 3.

Պինդ մարմնի խտության որոշումը

Մարքավորում. կշեռք և կշռաքարեր, ջրով լցված չափազլան, թելից կախված պինդ մարմին:

Ցուցումներ աշխատանքը կատարելու վերաբերյալ

1. Լծակավոր կշեռքով չափեք մարմնի (m) զանգվածը (տե՛ս լաբորատոր աշխատանք 2):
2. Որոշեք չափազլանի սանդղակի բաժանման արժեքը:
3. Չափեք ջրի (V_1) ծավալը չափազլանում:
4. Բռնելով մարմինը պահող թելից՝ այն զգուշորեն իջեցրեք ջրի մեջ: Չափեք ջրի ծավալը (V_2) նրա մեջ լրիվ խորասուզված մարմնի հետ միասին:
5. Որոշեք մարմնի (V) ծավալը:
6. Իմանալով մարմնի զանգվածն ու ծավալը՝ որոշեք մարմնի (ρ) խտությունը:
7. Չափումների ու հաշվարկների արդյունքները գրի առեք աղյուսակում:

$m, \text{գ}$	$V_1, \text{սմ}^3$	$V_2, \text{սմ}^3$	$V, \text{սմ}^3$	$\rho, \text{գ/սմ}^3$

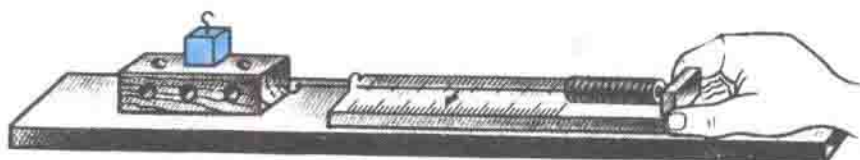
Լաբորատոր աշխատանք 4.

Ուժի չափումը ուժաչափի միջոցով

Սարքավորում. ուժաչափ, փայտե չորսու, բեռների հավաքածու, լավ հարթեցրած փայտե փախարակ, գլորաններ (կլոր մաքիպներ):

Ցուցումներ աշխատանքը կատարելու վերաբերյալ

1. Ուղղաձիգ ամրացված ուժաչափից կախեք փայտե չորսուն և չափեք նրա ծանրության (F_g) ուժը և (P_0) կշիռը:
2. Փայտե չորսուից բեռ կախեք և չափեք դրանց ընդհանուր (P) կշիռը:
3. Փայտե չորսուն դրեք փախարակի վրա: Չորսուի վրա դրեք բեռը: Ուժաչափն ամրացրեք փայտե չորսուին և որոշակի հաստատուն արագությամբ չորսուն փեղաշարժեք փախարակի վրայով (նկար 153): Չափեք փայտե չորսուի վրա ազդող սահքի շփման ուժը ($F_{\text{շփ}}$) և համեմատեք այն (P) կշռի հետ:
4. Ուժաչափ օգտագործելով՝ չափեք դադարի շփման ուժի առավելագույն ($F_{\text{շփ0}}$) արժեքը, որն առաջանում է բեռնավորված չորսուն փեղաշարժելու դեպքում: Նամենատեք այդ ուժը սահքի շփման ուժի հետ:
5. Բեռնավորված փայտե չորսուն փեղավորեք երկու գլորանների (մաքիպների) վրա, համոզվեք, որ գլորման շփման ուժը փոքր է ավելի վաղ չափած սահքի շփման ուժից:



Նկար 153

Լաբորարոր աշխատանք 5.

Լծակի հավասարակշռության պայմանի պարզաբանումը

Սարքավորում. ամրակալին ամրացրած լծակ, բեռների հավաքածու, քանոն (նկ. 154):

Ցուցումներ աշխատանքը կատարելու վերաբերյալ

1. Լծակի երկու ծայրերի մանեկները պարագնելով՝ այն հավասարակշռեք այնպես, որ ճիշտ հորիզոնական դիրք ընդունի:
2. Պարաման առանցքից $\ell_1 = 18$ սմ հեռավորության վրա լծակի ձախ բազուկից երկու միավրեսակ բեռ կախեք:
3. Փորձերի միջոցով լծակի աջ բազուկի վրա գրեք այն կետրը, որից կախված երեք նույնպիսի բեռները կհավասարակշռեն նախորդ երկու բեռները: Չափեք այդ կետրից մինչև պարաման առանցքն ընկած ℓ_2 հեռավորությունը:
4. Նամարելով, որ յուրաքանչյուր բեռի կշիռը հավասար է 1 Ն, լրացրեք աղյուսակի դարարկ սյունակները:

ℓ_1 ,մ	F_1 ,Ն	ℓ_2 ,մ	F_2 ,Ն	M_1 ,Ն•մ	M_2 ,Ն•մ

5. Եզրակացություն արեք սնունդների կանոնի արդարացիության մասին:



Նկար 154

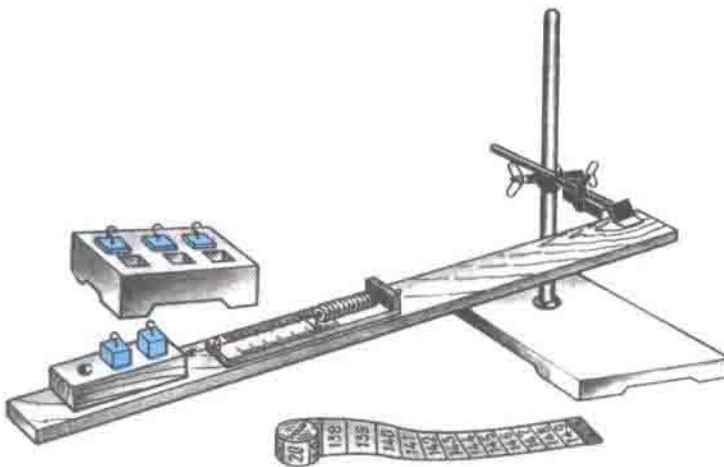
Լաբորատոր աշխատանք 6.

Թեք հարթության ՕԳԳ-ի որոշումը

Սարքավորում. ուժաչափ, փախարակ, ամրակալան, փայտե չորսու, չափաժապավեն (կամ քանոն), բեռների հավաքածու (նկար 155):

Ցուցումներ աշխատանքը կատարելու վերաբերյալ

1. Ուժաչափի օգնությամբ որոշեք փայտե չորսուի կշիռը երկու բեռների հետ միասին (P):
2. Ամրակալանի թաթիկը վեր բարձրացրեք և փախարակը թաթիկի մեջ ամրացնելով՝ թեք հարթություն սրացեք:



Նկար 155

3. Չորսուն դրեք թեք հարթության վրա, բեռնավորեք երկու բեռներով: Ուժաչափն անրացրեք չորսուին և հասարարուն արագությամբ այն փեղաշարժեք թեք հարթությամբ դեպի վեր: Չափեք փեղաշարժելու համար անհրաժեշտ բարձի (F) ուժը:
4. Չափաժապավենի միջոցով որոշեք բեռի ստորին եզրի անցած s ճանապարհը և այն h բարձրությունը, մինչև որը բարձրացվել է բեռը:
5. Նաշվեք օգտակար աշխատանքը և ծախսված աշխատանքը՝

$$A_{\text{օգտ}} = Fs, \quad A_{\text{օգր}} = Ph:$$
6. Որոշեք թեք հարթության ՕԳԳ-ն:
7. Չափումների ու հաշվարկների արդյունքները գրանցեք աղյուսակում:

P, Ն	h, մ	$A_{\text{օգր}}, \text{Ջ}$	F, Ն	s, մ	$A_{\text{օգտ}}, \text{Ջ}$	η

Լաբորատոր աշխատանք 7.

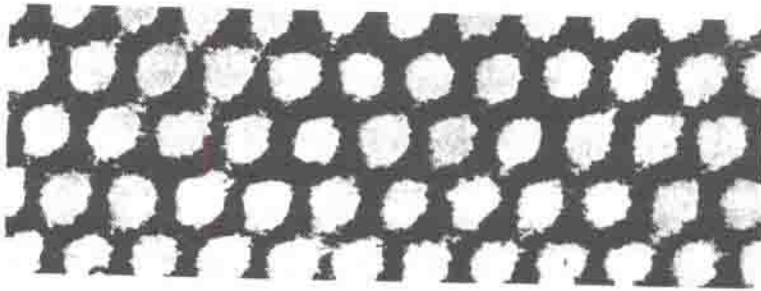
Փոքր մարմինների չափերի որոշումը

Մարքավորում. քանոն, ցորենի հափիկներ, գիրք, բարակ մետաղալար, կլոր մափիտ:

Ցուցումներ աշխատանքը կատարելու վերաբերյալ

1. Քանոնի երկայնքով միմյանց կիպ կպած դասավորեք ցորենի $n = 40$ հափիկ: Չափեք հափիկների շարքի է երկարությունը և որոշեք մեկ հափիկի d տրամագիծը.

$$d = \frac{l}{n}$$



0,000002 սմ

Նկար 156

2. Նույն եղանակը կիրառելով՝ որոշեք գրքի մեկ թերթի հասարոթյունը: Դրա համար գրքի թերթերը (առանց շապիկի) պինդ սեղմեք և չափեք նրանց ℓ հասարոթյունը: ℓ հասարոթյունը բաժանեք գրքի թերթերի n թվի վրա և որոշեք գրքի մեկ թերթի d հասարոթյունը:
3. Որոշեք բարակ մեխաղաղարի փրամագիծը: Դրա համար կլոր մաքրիփի վրա միմյանց կիպ կպած 50 գալար փաթաթեք և չափեք փաթույթի ℓ երկարությունը:
4. Օգտագործելով էլեկտրոնային միկրոսկոպի միջոցով ստացված ոսկու աբոմների լուսանկարը (նկար 156)՝ որոշեք ոսկու մեկ աբոմի փրամագիծը:
5. Չափումների և հաշվարկների արդյունքները գրանցեք աղյուսակում:

Փոքր մարմիններ	ℓ , սմ	n , հատ	d , սմ
1. Յորենի հափիկներ			
2. Գրքի թերթեր			
3. Նաղորդաղարի գալարներ			
4. Ոսկու աբոմներ			

Լաբորատոր աշխատանք 8.

Արքիմեդյան ուժի չափումը

Սարքավորում. ուժաչափ, ջրով լցված չափագլան, պինդ մարմին (արույրն գլան):

Ցուցումներ աշխատանքը կատարելու վերաբերյալ

1. Ուժաչափի օգնությամբ որոշեք մարմնի (P_0) կշիռը օդում:
2. Մարմինը խորասուզելով ջրով լցված չափագլանի մեջ՝ որոշեք նրա (P) կշիռը հեղուկի մեջ:
3. Որոշեք ջրի մեջ մարմնի վրա ազդող արքիմեդյան ուժը:
4. Փորձը կրկնեք՝ մարմինը կիսով չափ սուզելով ջրի մեջ: Նորից որոշեք արքիմեդյան ուժը:
5. Չափումների և հաշվարկների արդյունքները գրանցեք աղյուսակում:

N	P_0 , Ն	P, Ն	$F_{\text{Ա}}$, Ն
1			
2			

6. Ներկայություն արեք մարմնի արվամղված ջրի ծավալից արքիմեդյան ուժի կախվածության մասին:

Պարասխաններ

13	3 անգամ
14	1,55 անգամ:
16	11,1 մ/վ:
17	2340 կմ:
18	200 մ:
19	8,3 ր:
20	500 վ:
33	675 գ :
34	1,5 կգ :
35	178 գ :
36	28 կգ:
37	20 սմ ³ :
38	500 սմ ³ :
41	120:
42	0,92 գ/ սմ ³ :
43	0,4 Ն:
44	0,5 Ն:
45	50 Ն/մ:
46	20 սմ:
48	240 գ :
51	7 Ն:
54	5,4 Ն:
55	-2 Ջ:
56	40 Ջ:
57	-1,5 Ջ:
58	32 Ջ:
60	300 կՋ:
61	120 ՄՋ:
62	12 կՎտ:
64	2,9 կՎտ:
68	416 կգ:

71	1կՆ, 15 մ:
73	89%:
74	1,5 կՋ:
77	15 կՊա:
78	47,2 կՊա:
80	1,5 կՊա:
81	175 կգ:
82	9 մկՆ:
83	80 կՊա:
84	113,5 ՄՊա:
85	0,4 Ն:
86	96 Ն:
87	4 կՊա, 3,36 կՆ, 3,2 կՊա:
88	2,5 կՊա, 150 Ն:
89	10 սմ:
93	10,3 սմ:
94	28,4 կՆ:
95	456 մ:
96	540 մ:
97	15 Ն:
98	5 Ն:
103	1 փոննա երկաթը:
105	≈ 16 կՆ:
106	10 մՆ:
107	0,1 մ ³ :
108	3 կՆ:
114	0,3:
115	1800 կգ/ մ ³ :
117	14,7 կՆ:
118	62 Ն:

Բովանդակություն

Գլուխ 1. Ներածություն.....	3
§ 1. Ի՞նչ է ուսումնասիրում ֆիզիկան.....	3
§ 2. Որոշ ֆիզիկական տերմիններ.....	6
§ 3. Դիպոմներ և փորձեր.....	7
§ 4. Ֆիզիկական մեծություններ և դրանց չափումը.....	8
Գլուխ 2. Մարմինների շարժումը և փոխազդեցությունը.....	12
§ 5. Մեխանիկական շարժում.....	12
§ 6. Արագություն.....	15
§ 7. Ինտեգրիա.....	19
§ 8. Մարմինների փոխազդեցությունը: Չանգված.....	24
§ 9. Նյութի խտություն.....	27
§ 10. Մարմնի զանգվածի և ծավալի հաշվարկը.....	31
§ 11. Ուժ.....	34
§ 12. Ծանրության ուժ.....	36
§ 13. Նամագոր ուժ.....	38
§ 14. Առաձգականության ուժ: Նուկի օրենքը.....	41
§ 15. Ուժաչափ: Մարմնի կշիռը.....	46
§ 16. Շփման ուժ.....	48
§ 17. Շփումը բնության մեջ և տեխնիկայում.....	51
Գլուխ 3. Աշխարհանք և հզորություն.....	54
§ 18. Մեխանիկական աշխարհանք.....	54
§ 19. Նզոռություն.....	56
§ 20. Լծակ.....	58
§ 21. Մոմենտների կանոնը.....	61
§ 22. Ծախսարակ.....	63
§ 23. Այլ մեխանիզմներ.....	66
§ 24. Օգտակար գործողության գործակից.....	68
Գլուխ 4. Նյութի կառուցվածքը.....	72
§ 25. Նյութի կառուցվածքը.....	72
§ 26. Մոլեկուլներ և ատոմներ.....	75

§ 27. Դիֆուզիա.....	79
§ 28. Մոլեկուլների փոխազդեցությունը.....	81
§ 29. Թրջում և մազականություն.....	83
§ 30. Նյութի ազդեգապային վիճակները.....	87
§ 31. Պինդ, հեղուկ և գազային նյութերի կառուցվածքը.....	89
Գլուխ 5. Պինդ մարմինների, հեղուկների և գազերի ճնշումը.....	92
§ 32. Ճնշում և ճնշման ուժ.....	92
§ 33. Ճնշումը բնության մեջ և փելսնիկայում.....	94
§ 34. Գազի ճնշումը.....	97
§ 35. Սեղմված օդի կիրառությունը.....	100
§ 36. Պասկալի օրենքը.....	102
§ 37. Նիդրոստատիկ ճնշում.....	104
§ 38. Ճնշումը ծովերի և օվկիանոսների հատակին: Խորջրյա ծովային հեքազոպություններ.....	106
§ 39. Նադորդակից անոթներ.....	110
§ 40. Մթնոլորտ և մթնոլորտային ճնշում.....	114
§ 41. Մթնոլորտային ճնշման չափումը: Տորիչելլիի փորձը.....	118
§ 42. Բարոմետր-աներոիդ.....	123
§ 43. Մանոմետրեր.....	125
§ 44. Ջրմուղ: Մխոցավոր հեղուկային պոմպ.....	127
§ 45. Ջրաբաշխական մամլիչ.....	129
§ 46. Նեղուկի և գազի ազդեցությունը իրենց մեջ ընկղմված մարմնի վրա.....	133
§ 47. Արքիմեդի օրենքը.....	137
§ 48. Մարմինների լողալը.....	140
§ 49. Կենդանիների և մարդու լողալը.....	142
§ 50. Նավերի լողալը.....	146
§ 51. Օդազևացություն.....	151
Խնդիրներ և վարժություններ.....	156
Լաբորատոր աշխատանքներ.....	173
Պարասխաններ.....	182

$$s = vt$$

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

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

$$F_{\delta} = mg$$

$$P = mg$$

$$F_{\text{անձգ}} = kx$$

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

$$m = \rho v$$

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

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

$$P = \rho gh$$

$$F_{\text{Ա}} = \rho_{\text{հ}} g v_{\text{հ}}$$

Հանձնված է շարվածքի 01.03.07:

Ստորագրված է տպագրության 12.07.07:

Չափսը՝ 70x100 1/16:

Տպագրության եղանակը՝ օֆսեթ: 8 պայմ. մասնուլ:

Առաջին հրատարակություն: Տպաքանակը՝ 10000:



ՖԻԶԻԿԱ 7

ISBN 99941 - 57 - 86 - 0



9 789994 157860

