

ԳԻՏՈՒԿԱՆ 7



Պրոֆեսոր Էդուարդ Ղազարյանի խմբագրությամբ

5-րդ գլխի համահեղինակ է
Նունե Գալոյանը

1–4 պարագրաֆների համահեղինակ է
Ռոստոմ Թոսունյանը

Ֆիզիկա-7: Հանրակրթական դպրոցի 7-րդ դասարանի դասագիրք /
Գ. Մելիքյան, Ս. Մախլյան — Եր.: «Էդիթ Պրինտ», 2023. — 168 էջ:

© Էդիթ Պրինտ, 2023

© Գ. Մելիքյան, Ս. Մախլյան, 2023

ԳԱԳԻԿ ՄԵԼԻՔՅԱՆ
ՍՈՍ ՄԱԻԼՅԱՆ

ՖԻԶԻԿԱ 7

Հանրակրթական դպրոցի 7-րդ դասարանի դասագիրք

ԷԴԻԹ ՊՐԻՆՏ
ԵՐԵՎԱՆ 2023

Միրելի բարեկամ

Դու արդեն ուսումնասիրել ես «Բնություն» դասընթացը և ձեռք ես բերել ընդհանուր գիտելիքներ շրջակա աշխարհի և այնտեղ տեղի ունեցող երևույթների մասին: Այժմ անհրաժեշտ է այդ գիտելիքները խորացնել և ընդլայնել՝ տարածելով դրանք մեր բնակության վայրի, ամբողջ աշխարհի և տիեզերքի վրա:

Այս խնդիրները լուծելուն կօգնի «Ֆիզիկա» դասընթացը, որի ուսումնասիրությունը քեզ կտա բազմաթիվ նոր, ուշագրավ և առօրյայում անհրաժեշտ բազում գիտելիքներ: Դու կծանոթանաս ֆիզիկայի հիմնական օրենքներին, նշանավոր փորձերին, մեծ հայտնագործություններին և կկարողանաս ինքնուրույն լուծել տարբեր խնդիրներ: Ֆիզիկան կօգնի քեզ պատասխանել բազմաթիվ «ինչու»-ների: Դու կիմանաս, թե գիտնականներն ինչպես են լուծում իրական կյանքում հանդիպող խնդիրները:

Տիրապետելով ֆիզիկայի հիմնական գաղափարներին և օրենքներին, ծանոթանալով նրա կիրառություններին՝ դու կարող ես հետագայում աշխատել գիտության, տեխնիկայի և տեխնոլոգիաների բնագավառներում, որոնց հիմքը ֆիզիկան է: Սակայն, անկախ հետագա գործունեության ոլորտից, ֆիզիկայի հիմնական հասկացություններին պետք է տիրապետի յուրաքանչյուր կրթված մարդ:

Մինչ դասագրքով աշխատելը, մանրամասն ծանոթացի՛ր նրա կառույվածքին, օգտագործվող պայմանական նշաններին: Դասագրքում դու կհանդիպես նաև QR կոդով նշված հետաքրքիր լրացուցիչ նյութերի, որոնք կօգնեն քեզ ավելի հարստացնելու գիտելիքներդ ֆիզիկայից:

Պատանի բարեկամ, սիրի՛ր ֆիզիկան, և այն քեզ բազում առիթներ կպարզկի՝ միշտ նորն ու անհայտը բացահայտելու համար:

Հեղինակներ

ԲՆՈՒԹՅԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅԱՆ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԸ

Այս գլխում դուք կծանոթանաք բնության ուսումնասիրության ֆիզիկական մեթոդներին, կսովորեք օգտվել պարզագույն չափիչ սարքերից, կատարել պարզագույն չափումներ: Կծանոթանաք նաև աշխարհահռչակ մի շարք ֆիզիկոսների, որոնք մեծ ավանդ ունեն ֆիզիկայի զարգացման գործում:

§1. ՖԻԶԻԿԱՅԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՄԱՆ ԱՌԱՐԿԱՆ: ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐ

Դուք գիտեք, թե որ գիտություններն են ուսումնասիրում բնության երևույթները, այդ երևույթներից որոնք է հետազոտում ֆիզիկան: Եվ, ամենակարևորը, ի՞նչ են ֆիզիկական մարմինը և նյութը, ի՞նչ է ֆիզիկայի խնդիրը: Այս հարցերի պատասխանները կստանաք այս պարագրաֆում:

1 Ի՞նչ է բնությունը

Մարդն ապրում է բնության մեջ: Բնությունն այն ամենի ամբողջությունն է, ինչը շրջապատում է մարդուն՝ օդը, ջուրը, հողը, ծառերը, կենդանիները,



Նկ. 1. Բնությունը մարդուն շրջապատող աշխարհն է
ա. Մեզ ամենամոտ աստղային համակարգը՝ Անդրոմեդի գալակտիկան,
բ. Լուսինը և աստղերը, գ. Արեգակի ճառագայթների արտացոլումը ծովի մակերևույթին,
դ. Արեգակնային համակարգի ամենամեծ մոլորակը՝ Յուպիտերը, ե. Բնապատկեր

Արեգակը, Լուսինը, մոլորակները, աստղերը, գալակտիկաները (նկ. 1): Մարդը նույնպես բնության մաս է:

2 Բնության երևույթները

Բնության մեջ մշտապես տեղի են ունենում բազմազան փոփոխություններ: Օրինակ՝ խոր աշնանը սառցակալում են լճակները, գարնանը հալվում է ձյունը, ամռանն անձրև է գալիս, իսկ ձմռանը՝ ձյուն: Երբեմն անձրևի ժամանակ որոտում է ամպրոպը, փայլատակում է կայծակը, անձրևից հետո հաճախ շողում է ծիածանը (նկ. 2): Շարժվում են Արեգակը, Լուսինը, աստղերը, մարդիկ և կենդանիները, տեղափոխվում են փոխադրամիջոցները, աճում են ծառերը, ծաղիկները և այլն:



ա



բ

Նկ. 2. Բնության երևույթներ. ա. կայծակ, բ. ծիածան

Վաղ ժամանակներից մարդը դիտել է իրեն շրջապատող աշխարհը, որից կախված էր նրա ողջ կյանքը, և ձգտել է հասկանալ այնտեղ տեղի ունեցող երևույթները:

Բնության մեջ տեղի ունեցող փոփոխություններն անվանում են բնության երևույթներ:

3 Բնության երևույթներն ուսումնասիրող գիտությունները



Արիստոտել
(մ. թ. ա. 384–322)

Բացատրել բնության երևույթները փորձել են դեռևս Հին Չինաստանի, Հին Հնդկաստանի և Հին Հունաստանի գիտնականները: Հին աշխարհի մեծագույն մտածող, հույն գիտնական **Արիստոտելը** իր «Ֆիզիկա» գրքում հավաքել է այն ամենը, ինչ մարդկանց հայտնի էր բնության երևույթների մասին, և այդ տեղեկությունները լրացրել է բնության մասին իր դատողություններով ու սեփական դիտումների նկարագրություններով: «Ֆիզիկա» բառն առաջացել է հունարեն *ֆյուզիս* – բնություն բառից:

Հետագայում բնության երևույթների մասին մարդկանց գիտելիքներն այնքան են հարստացել ու խորացել, որ ֆիզիկայի աստիճանաբար առանձնացել և, որպես ինքնուրույն գիտություններ, ձևավորվել են **աստղագիտությունը՝** գիտություն Տիեզերքի մասին, **երկրաբանությունը՝** գիտություն Երկրի կառուցվածքի և զարգացման պատմության մասին, **օդերևութաբանությունը՝** գիտություն Երկրի մթնոլորտի մասին, **կենսաբանությունը՝** գիտություն կենդանի օրգանիզմների մասին, **քիմիան՝** գիտություն նյութերի բաղադրության, կառուցվածքի և փոխակերպումների մասին, և մի շարք այլ գիտություններ:

Ներկայումս ֆիզիկայի և բնության երևույթներն ուսումնասիրող վերոնշյալ գիտությունների ամբողջությունն անվանում են **բնագիտություն:**

Ֆիզիկան ուսումնասիրում է *մեխանիկական, ջերմային, էլեկտրական, մագնիսական, լուսային, ատոմային և միջուկային* երևույթները, որոնք կոչվում են **ֆիզիկական երևույթներ:**

Ֆիզիկական երևույթներ տեղի են ունենում Տիեզերքում, Երկրի ընդերքում, մթնոլորտում, կենդանի օրգանիզմներում, այլ կերպ ասած՝ ամենուր:

Ավտոմեքենայի շարժվելը, քարի ընկնելը, ջրի սառչելը, սառույցի հալվելը, ջրի գոլորշանալը, կայծակը, ամպերի որոտը, ծիածանը, մոլորակների ու աստղերի շարժումները ֆիզիկական երևույթների օրինակներ են:

Ուսումնասիրելով երևույթները՝ ֆիզիկոսները հայտնաբերել են բնության երևույթները նկարագրող առավել ընդհանուր օրինաչափություններն ու օրենքները: Առանց այդ գիտելիքներին տիրապետելու և դրանց օգնությամբ չհայտնաբերված երևույթները կանխատեսելու մարդը չէր կարողանա ապահովել իր անվտանգ գոյությունը:

4 Ֆիզիկական մարմին, նյութ, մատերիա

Մեզ շրջապատող յուրաքանչյուր առարկա անվանում են **ֆիզիկական մարմին** կամ պարզապես **մարմին**: Այն, ինչից բաղկացած են ֆիզիկական մարմինները, կոչվում է **նյութ**, օրինակ՝ երկաթ, պղինձ, փայտ, ջուր, օդ և այլն: Դռան բռնակը երկաթից է: Բռնակը ֆիզիկական մարմին է, երկաթը՝ նյութ: Կաթսան պղնձից է, քանոնը՝ փայտից, ջրի կաթիլը՝ ջրից, Երկրի մթնոլորտը՝ օդից, և այլն:

Այն ամենը, ինչ գոյություն ունի Տիեզերքում՝ երկնային մարմիններ, Երկրի վրա՝ բույսեր, կենդանիներ և այլն, գիտության մեջ անվանում են **մատերիա**:

Նյութը մատերիայի տեսակներից է: Մատերիայի այլ տեսակի օրինակներ են ռադիոակտիվները, թեպետ դրանք չենք տեսնում, լույսը և այլն:

Ֆիզիկայի հիմնական խնդիրը շրջակա աշխարհը և այնտեղ տեղի ունեցող երևույթները բացատրելն է: Միաժամանակ կարևոր է այն օրինաչափությունների և օրենքների իմացությունը, որոնց ենթարկվում է բնությունը:

Ամփոփում

1. Բնության մեջ տեղի ունեցող փոփոխություններն անվանում են բնության երևույթներ:
2. Բնության երևույթներն ուսումնասիրող գիտությունների ամբողջությունն անվանում են բնագիտություն:
3. Ֆիզիկան ուսումնասիրում է ֆիզիկական երևույթները՝ մեխանիկական, ջերմային, էլեկտրական, մագնիսական, լուսային, ատոմային և միջուկային:
4. Մեզ շրջապատող յուրաքանչյուր առարկա անվանում են ֆիզիկական մարմին: Այն, ինչից բաղկացած են ֆիզիկական մարմինները, կոչվում է նյութ:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. *Ի՞նչ է բնությունը:*
2. *Ի՞նչ է բնության երևույթը:*
3. *Ի՞նչ է ուսումնասիրում ֆիզիկան:*
4. *Բերե՛ք ֆիզիկական երևույթների օրինակներ:*
5. *Նշված երևույթներից որո՞նք են ֆիզիկական՝ սառույցը հալվում է, ծառերը ծաղկում են, լույսի ճառագայթն անդրադառնում է հայելուց, ջուրը եռում է, անձրև է տեղում, թռվածիկ և ջրածնի միացումից ջուր է առաջանում:*
6. *Ի՞նչ է ֆիզիկական մարմինը: Բերե՛ք օրինակներ:*
7. *Ի՞նչ է նյութը: Բերե՛ք օրինակներ:*
8. *Բերե՛ք ֆիզիկական մարմինների օրինակներ, որոնք՝ ա. կազմված են միևնույն նյութից, բ. ունեն նույն անվանումը, սակայն կազմված են տարբեր նյութերից:*
9. *1-ին աղյուսակի համապատասխան վանդակներում գրե՛ք բառեր, որոնք արտահայտում են ֆիզիկական մարմին, նյութ, երևույթ:*

ԱՐՅՈՒՄԱԿ 1

| Մարմին | Նյութ | Երևույթ |
|--------|-------|---------|
| | | |

10. *Երևույթը համապատասխանեցրե՛ք տեսակի հետ.*
 1. *Նետը սլանում է* ա. *Մագնիսական*
 2. *Լույսն անդրադառնում է հայելուց* բ. *Մեխանիկական*
 3. *Կողմնացույցի սլաքը շեղվում է* գ. *Օպտիկական*
 4. *Ջուրը տաքանում է* դ. *Ջերմային*
11. *Ի՞նչ է մատերիան:*
12. *Մատերիայի ի՞նչ տեսակներ գիտեք:*
13. *Ո՞րն է ֆիզիկայի հիմնական խնդիրը:*

Գործնական աշխատանքներ

- Ձեր խոհանոցի սառնարանից վերցրեք մի կտոր սառույց և դրեք ափսեի մեջ: Որոշ ժամանակ (մոտավորապես կես ժամ) անց կրկին նայեք սառույցի կտորին և նկարագրեք տեղի ունեցած երևույթը: Ինչպե՞ս է այն կոչվում, նյութի ի՞նչ փոխակերպում է տեղի ունենում ձեր նկատած երևույթի ընթացքում:
- Հին աշխարհում հայտնի բոլոր հանճարեղ մտածողների մեջ առանձնանում է «Ֆիզիկա» գրքի հեղինակը՝ հույն մեծագույն գիտնական Արիստոտելը: Ծանոթացե՛ք նրա կենսագրությանը և մոտավորապես մեկ էջի սահմաններ

րում ներկայացրեք Նրա գիտական գործունեության կարևորագույն դրվագները: Արիստոտելի մասին տեղեկություններ կարող եք քաղել տարբեր հանրագիտարաններից, համացանցից կամ այլ աղբյուրներից:

Ֆ2. ՖԻԶԻԿՈՍՆԵՐ: ՀԱՅ ԱՆՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿՈՍՆԵՐ

Այս պարագրաֆում դուք կիմանաք, թե ովքեր են ֆիզիկոսները, կներկայացնենք համաշխարհային համբավ ունեցող մի շարք ֆիզիկոսների, կծանոթանաք նաև հայ նշանավոր ֆիզիկոսների հետ:

1 Ովքե՞ր են ֆիզիկոսները

Աշխարհի բոլոր մեծ ֆիզիկոսները եղել են աշխատասեր, համբերատար և նպատակամետ անձնավորություններ: Ամենից առաջ նշենք, որ ֆիզիկոսները նաև շատ հետաքրքրասեր մարդիկ են: Նրանք հասուն «ինչուիկներ» են, որոնց հետաքրքրում են և՛ երևույթը, և՛ այն, թե ինչո՞ւ և ինչպե՞ս է տվյալ երևույթը տեղի ունենում:

Ֆիզիկոսների բնավորության հիմնական գծերից մեկն էլ **սովորականի մեջ անսովորը տեսնելն է:**

Բոլոր ժամանակներում էլ բնությունն ուսումնասիրելու համար տարբեր ոլորտների գիտնականներ, այդ թվում՝ ֆիզիկոսները, համառ աշխատանք են կատարել: Նրանց գիտական հետազոտությունների տվյալների արդյունավետ օգտագործումն ապահովել և ապահովում է հասարակության առաջընթացը:

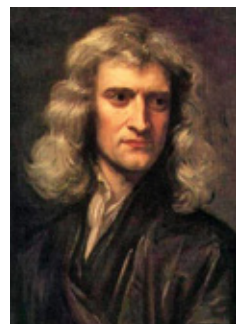
Ֆիզիկայի պատմության մեջ ամրագրված են հզոր մտքի ու մեծ տաղանդի տեր աշխատասեր մարդկանց անուններ, որոնցով հպարտանում է մարդկությունը:

2 Համաշխարհային համբավ ունեցող ֆիզիկոսներ

Ֆիզիկայի՝ որպես բնագիտության առանձին ճյուղի սկզբնավորման և զարգացման գործում իրենց յուրահատուկ տեղն ունեն իտալացի նշանավոր ֆիզիկոս, աստղագետ, բնության հետազոտման փորձարարական մեթոդի հիմնադիր **Գալիլեո Գալիլեյը** և անգլիացի մեծագույն ֆիզիկոս ու մաթեմատիկոս, դասական մեխանիկայի հիմնադիր **Իսահակ Նյուտոնը**:



Գալիլեո Գալիլեյ
(1564–1642)



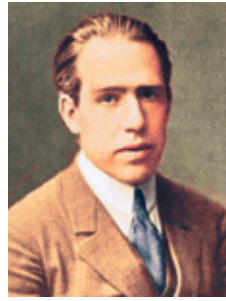
Իսահակ Նյուտոն
(1643–1727)



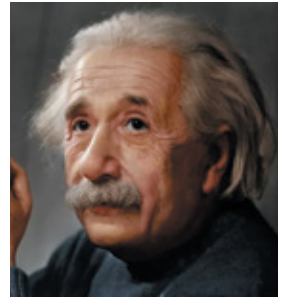
Մաքս Պլանկ
(1858–1947)



Էռնեստ Ռեզերֆորդի
(1871–1937)



Նիլս Բոր
(1885–1962)



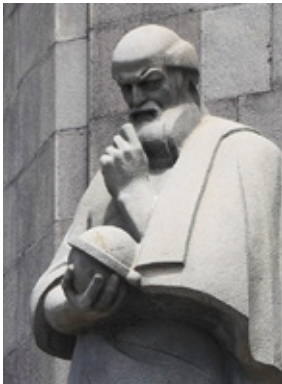
Ալբերտ Այնշտայն
(1879–1955)

Ժամանակակից ֆիզիկայի զարգացմանը էապես նպաստել են **Մաքս Պլանկի, Էռնեստ Ռեզերֆորդի, Ալբերտ Այնշտայնի, Նիլս Բորի** և նշանավոր այլ ֆիզիկոսների հայտնագործությունները:

3 Նշանավոր հայ ֆիզիկոսների մասին

Ֆիզիկայի զարգացմանը զգալիորեն նպաստել են նաև հայ գիտնականները:

Հայ ժողովրդի բնօրրանում՝ Հայկական լեռնաշխարհում, գիտության սաղմերը ձևավորվել են դեռևս մարդկային հասարակության կազմավորման վաղ շրջանում: Մշակվել և սերնդեսերունդ փոխանցվել են տեխնիկական հմտություններ, դիտումների և փորձերի հիման վրա սաղմնավորվել են բնագիտական գիտելիքներ:



Անանիա Շիրակացի
(VII դար)

Հայ փիլիսոփայության բնագիտական ուղղության հիմնադիր **Անանիա Շիրակացին** շարունակել է անտիկ գիտության ավանդույթները: Նա գիտականորեն բացատրել է Արեգակի և Լուսնի խավարումները, մակընթացություններն ու տեղատվությունները, պաշտպանել է Երկրի գնդաձևության մասին տեսակետը, գրել է թվաբանության առաջին հայերեն դասագիրքը:

XVII դարում սկսվել է բնագիտության բուռն զարգացումը, որը հանգեցրել է ֆիզիկայի՝ որպես ինքնուրույն գիտության ձևավորմանը: Այդ առաջընթացին անմասն չեն եղել նաև հայկական գաղթօջախներում: Ստեղծվել են կրթական հաստատություններ, որտեղ ուսումնասիրել են նաև բնական գիտություններ: Հատկապես նշանակալից էր Վենետիկի Մխիթարյան միաբանության դերը: Միաբանության ուսումնական հաստատության՝ Մուրադ-Ռաֆայելյան վարժարանի երկարամյա տնօրեն Մանվել Քաջունու ջանքերով XIX դարի վերջին քառորդում Սուրբ Դավաթ կղզում ստեղծվել ու կահավոր-



Արղահամ Ալիխանով
(1904–1970)



Արտեմ Ալիխանյան
(1908–1978)



Վիկտոր Համբարձումյան
(1908–1996)

վել է ֆիզիկայի լաբորատորիա, կազմել են դասագրքեր, այդ թվում՝ տեսական և փորձարարական ֆիզիկայի եռահատոր դասընթացը: Հայաստանի առաջին հանրապետության (1918–1920 թթ.) հռչակումից մեկ տարի անց հիմնադրվել է պետական համալսարան: Կարճ ժամանակում այն դարձել է մեր երկրում գիտական կադրերի պատրաստման և գիտական հետազոտությունների հիմնական կենտրոն:

1942 թ. հայտնի ֆիզիկոսներ Ալիխանյան եղբայրների ջանքերով հիմնադրվել է Արագածի տիեզերական ճառագայթների ուսումնասիրման կայանը (բարձրությունը ծովի մակերևույթից՝ 3200 մ): Նույն թվականին Երևանի պետական համալսարանում ստեղծվել է միջուկային ֆիզիկայի ամբիոն՝ **Արղահամ Ալիխանովի** ղեկավարությամբ:

1943 թ. հիմնադրվել է Հայաստանի գիտությունների ակադեմիան, իսկ նրա կազմում՝ Ֆիզիկայի գիտահետազոտական ինստիտուտը՝ **Արտեմ Ալիխանյանի** գլխավորությամբ:

1946 թ. աշխարհահռչակ աստղաֆիզիկոս, ֆիզիկոս և մաթեմատիկոս **Վիկտոր Համբարձումյանի** նախաձեռնությամբ ու ղեկավարությամբ հիմնադրվել է Բյուրականի աստղադիտարանը, որը դարձել է աշխարհի լավագույն աստղադիտարաններից մեկը: Ստեղծվել են գիտական նոր կենտրոններ՝ Ռադիոֆիզիկայի և էլեկտրոնիկայի ինստիտուտը, Ֆիզիկական հետազոտությունների ինստիտուտը, Ռադիոֆիզիկական չափումների ինստիտուտը և գիտահետազոտական այլ կենտրոններ:

Հետաքրքիր է իմանալ

Առաջինը...

- 1856 թ. Վիեննայում լույս է տեսել Մխիթարյան միաբանության անդամ Բարսեղ Նուրիճանյանի «Փորձառական բնագիտություն կամ ֆիզիկա» 550-էջանոց աշխատությունը, որը, ըստ էության, ֆիզիկայի հայերեն առաջին դասագիրքն է:

- XX դարի 20-ական թթ. վերջին «Բազմավեպ» (Վենետիկ) հանդեսում առաջին անգամ հայերեն տպագրվել են Ալբերտ Այնշտայնի հոդվածներից երկուսը՝ հեղինակի համաձայնությամբ:
- 1903 թ. Միհրան Գասպարյանը Ֆիլադելֆիա քաղաքում հիմնադրել է ԱՄՆ-ի առաջին ռենտգենյան լաբորատորիան:

Գործնական աշխատանք

Մեկ էջի սահմանում ներկայացրե՛ք մեկ այլազգի կամ հայ ֆիզիկոսի գիտական գործունեության ուշագրավ դրվագները:

Լրացուցիչ ընթերցանության համար

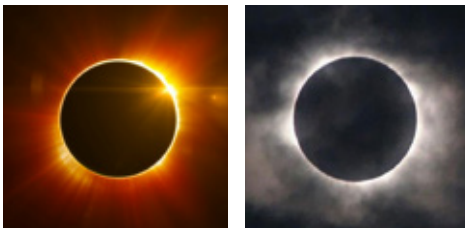


§3. ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՄԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԸ: ԴԻՏՈՒՄՆԵՐ ԵՎ ՓՈՐՁԵՐ

Ի՞նչ մեթոդներով են ուսումնասիրում ֆիզիկական երևույթները: Ինչո՞վ են տարբերվում փորձերը դիտումներից: Ի՞նչ է գիտական հետազոտության շրջանային մեթոդը: Նշված հարցերի պատասխանները կգտնեք այս պարագրաֆում:



Նկ. 3. Մագնիսը ձգում է երկաթե մեխերը



Նկ. 4. Արեգակի և Լուսնի խավարումներ

1 Դիտումներ

Ֆիզիկական երևույթների ուսումնասիրման նպատակով օգտագործում են տարբեր մեթոդներ: Մի շարք գիտելիքներ մարդիկ ձեռք են բերել **դիտումների** միջոցով:

Այսպես, օրինակ, մեզնից յուրաքանչյուրը նկատել է, որ հենարան կամ կախույ շունեցող մարմիններն ընկնում են, գետակի ջուրը խոխոջում է, սառույցը սենյակում հալվում է, մագնիսը ձգում է երկաթե առարկաները և այլն:

Բնության երևույթների՝ ծիածանի, կայծակի, Արեգակի ու Լուսնի խավարումների և այլնի մասին մեր գիտելիքները նույնպես հիմնվում են դիտումների վրա:

Դիտումները հատկապես կարևոր են երկնային մարմինների շարժման օրինաչափությունները պարզելու և դրանց դիրքերը որոշելու համար:

2 Փորձեր և փորձարարական հետազոտություններ

Միշտ չէ, որ դիտումները բավարար են անհրաժեշտ եզրակացություններ անելու համար: Երևույթները հաճախ կարճատև են (օրինակ՝ կայծակը), կամ դրանք ոչ միշտ և ոչ ամենուր կարելի է դիտել (օրինակ՝ բևեռափայլերը, Արեգակի և Լուսնի խավարումները): Ուստի ֆիզիկայում բազմաթիվ երևույթների ուսումնասիրման համար կատարում են **հատուկ փորձեր և փորձարարական հետազոտություններ**:

Օրինակ՝ կայծակի մի շարք հատկությունների ուսումնասիրման համար կարելի է այն վերարտադրել դպրոցական **էլեկտրաձին մեքենայով** (նկ. 5):

Ի տարբերություն դիտումների՝ փորձերը հնարավորություն են տալիս նույն պայմաններում բազմիցս կրկնելու ուսումնասիրվող երևույթը և հատուկ սարքերով կատարելու համապատասխան չափումներ: Փորձի արդյունքների վերլուծության հիման վրա արվում են համապատասխան եզրահանգումներ:

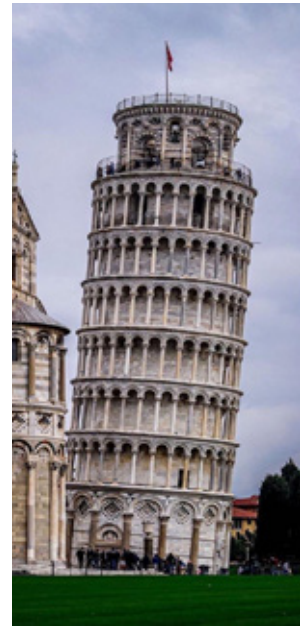
Ըստ ավանդազրույցի՝ իտալացի նշանավոր ֆիզիկոս Գալիլեո Գալիլեյը մարմինների անկումն ուսումնասիրելու համար իր հայրենի Պիզա քաղաքի թեք, բարձր աշտարակից (նկ. 6) զանազան մարմիններ է բաց թողել: Դիտելով դրանց անկումն ու միաժամանակ անհրաժեշտ չափումներ կատարելով՝ նա հայտնաբերել է **մարմինների անկման օրենքները**:

Անգլիացի նշանավոր ֆիզիկոս Մայքլ Ֆարադեյը, օգտվելով մագնիսի հատկություններից, տասնամյա լարված փորձերի արդյունքում կարողացել է **մագնիսի միջոցով ստանալ էլեկտրական հոսանք**: Ներկայում էլեկտրաէներգիայի արտադրության մեջ հիմնականում օգտագործում են Ֆարադեյի հայտնագործած երևույթը:

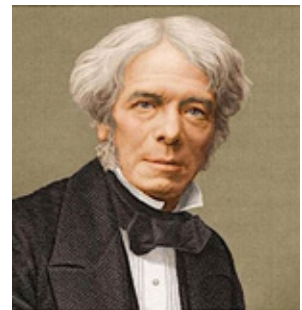
Ամերիկացի գյուտարար Թոմաս Էդիսոնը լուսավորության համար պիտանի էլեկտրական լամպ ստեղծելու նպատակով կատարել է հազարից ավելի փորձ:



Նկ. 5. Էլեկտրաձին մեքենա



Նկ. 6. Պիզայի աշտարակը



Մայքլ Ֆարադեյ
(1791–1867)

3 Ֆիզիկական հետազոտությունների շրջանային բնույթը

Դիտումներն ու փորձերը ֆիզիկական գիտելիքների աղբյուրներն են: Դրանցով ոչ թե ավարտվում, այլ սկսվում է ֆիզիկական երևույթի ուսումնասիրությունը:

Ուսումնասիրվող երևույթը բացատրելու համար նախ արվում է **որոշակի ենթադրություն** կամ, ինչպես ընդունված է ասել, առաջադրվում է **վարկած**: Այնուհետև վարկածի օգնությամբ տվյալ երևույթի բացատրության ճշտությունն ստուգելու նպատակով կատարում են նոր փորձեր:

Ընդհանրացնելով ֆիզիկական երևույթների մասին դիտումների և փորձերի արդյունքում ստացված տվյալները՝ գիտնականները հայտնաբերում են **օրենքներ**, որոնք բացահայտում են բնության տարբեր երևույթների միջև կապերը, բացատրում դրանց պատճառները:

Ֆիզիկական երևույթների որոշակի խմբի մասին գիտելիքների ամբողջությունն անվանում են **ֆիզիկական տեսություն**: Այն ոչ միայն բացատրում է հայտնի երևույթները, այլև կանխատեսում է նոր՝ դեռևս անհայտ երևույթներ և դրանց հետևանքները: Վերջիններիս ուսումնասիրության համար ֆիզիկոսները կրկին դիմում են դիտումների և փորձերի օգնությանը:

Այսպիսով, կարելի է եզրակացնել, որ գիտական ուսումնասիրությունները ֆիզիկայում ունեն շրջանային բնույթ, ընդ որում՝ բոլոր դեպքերում ֆիզիկական օրենքների և տեսությունների ծագումը սկսվում և վերջանում է փորձով:

Ամփոփում

1. Ֆիզիկական երևույթների ուսումնասիրման նպատակով օգտագործվող մեթոդներից են դիտումները և փորձերը, որոնք ֆիզիկական գիտելիքների աղբյուրներն են:
2. Ի տարբերություն դիտումների՝ փորձերը հնարավորություն են տալիս բազմիցս կրկնելու ուսումնասիրվող երևույթը և կատարելու համապատասխան չափումներ:
3. Ուսումնասիրվող երևույթը բացատրելու համար առաջադրվում է վարկած, որի ճշմարտացիությունը ստուգում են փորձով:
4. Դիտումների և փորձերի արդյունքում գիտնականները հայտնաբերում են օրենքներ, մշակում են տեսություններ:
5. Տեսությունը ֆիզիկական երևույթների որոշակի խմբի մասին գիտելիքների ամբողջությունն է:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. *Ինչպե՞ս ենք գիտելիքներ ձեռք բերում բնության երևույթների մասին:*
2. *Ի՞նչ է փորձը և ինչ՞ով է այն տարբերվում դիտումից:*
3. *Ինչո՞ւ են փորձի ժամանակ չափումներ կատարում:*
4. *Ի՞նչ է վարկածը:*

5. ԻՆչ է օրենքը:

6. ԻՆչ է ֆիզիկական տեսությունը:

7. Նկարագրե՞ք ձեզ ծանոթ որևէ ֆիզիկական երևույթի դիտման արդյունքները:

§4. ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՄԵԾՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ: ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՄԵԾՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՉԱՓՈՒՄԸ

Այս պարագրաֆում դուք կհմանաք՝ իՆչ է նշանակում չափել, որո՞նք են ֆիզիկական մեծությունների հիմնական և ածանցյալ միավորները, իՆչ է միավորների միջազգային համակարգը: Կծանոթանաք նաև որոշ պարզագույն չափիչ սարքերի, դրանց սանդղակների կառուցվածքին, կտվորեք սանդղակի բաժանման արժեքը որոշել, ինչպես նաև հաշվել չափման սխալը:

1 ԻՆչ է ֆիզիկական մեծությունը

Առօրյա կյանքում հաճախ անհրաժեշտ է կատարել ամենաբազմազան չափումներ: Ինչ էլ պատրաստելու լինենք՝ փոքրիկ տուփ, գրքերի դարակ, որևէ մեքենայի մոդել և այլն, անպայմանորեն չափումներ ենք անում: Հիշենք ժողովրդական առածը. «Յոթ անգամ չափիր, մեկ անգամ կտրիր»: Մարդիկ վաղուց են գիտակցել ճշգրիտ չափումների անհրաժեշտությունը:

Դիտելով երևույթները և կատարելով փորձեր՝ գիտնականները միաժամանակ կատարում են նաև չափումներ: Այսպես, օրինակ, մարմնի անկյուն ուսումնասիրելիս անհրաժեշտ է չափել այն բարձրությունը, որից ընկնում է մարմինը, մարմնի զանգվածը, նրա արագությունը, անկման ժամանակը: Բարձրությունը (երկարությունը), զանգվածը, արագությունը, անկման ժամանակը ֆիզիկական մեծություններ են:

2 Ֆիզիկական մեծությունների չափումը

Չափել ֆիզիկական մեծությունը նշանակում է այն համեմատել ույնատիպ մեծության հետ, որը համարվում է միավոր:

Օրինակ՝ չափել սեղանի երկարությունը նշանակում է այն համեմատել երկարության որևէ միավորի, օրինակ՝ մետրի հետ:

Յուրաքանչյուր ֆիզիկական մեծության չափման արդյունքը թիվ է, որն անվանում են **տվյալ ֆիզիկական մեծության թվային արժեք**: Ֆիզիկական մեծությունն այդ թվային արժեքն է՝ արտահայտած ընդունված միավորով:

3 Միավորների միջազգային համակարգ

Աշխարհի գրեթե բոլոր երկրներն ունեն գիտական, առևտրային, մշակութային և այլ կապեր: Նրանց փոխհամաձայնությամբ ստեղծվել է **Միավորների միջազգային համակարգը** (կրճատ՝ **ՄՀ**):

Միավորների ՄՀ-ի հիմնական միավորներից են՝

- երկարության միավորը՝ մետր (**մ**),
- ժամանակի միավորը՝ վայրկյան (**վ**),
- զանգվածի միավորը՝ կիլոգրամ (**կգ**):

Մաթեմատիկայի դասընթացից արդեն գիտեք, որ մեծությունները չափելիս օգտագործում են նաև ինչպես **բազմապատիկ միավորներ**, որոնք 10, 100, 1000 և ավելի անգամ մեծ են հիմնական միավորներից, այնպես էլ **մասնային միավորներ**, որոնք 10, 100, 1000 և ավելի անգամ փոքր են հիմնական միավորներից: Օրինակ՝ մեծ երկարություններ չափելու համար օգտագործում են կիլոմետր (**1 կմ = 1000 մ**) միավորը, իսկ փոքր երկարություններ չափելու համար՝ սանտիմետր (**1 սմ = 0,01 մ**), միլիմետր (**1 մմ = 0,001 մ**), միկրոմետր (**1 մկմ = 0,000 001 մ**, կարդացվում է՝ զրո ամբողջ մեկ միլիոներորդական մետր), նանոմետր (**1 նմ = 0,000 000 001 մ**, կարդացվում է՝ զրո ամբողջ մեկ միլիարդերորդական մետր) միավորները:

Ժամանակի չափման գործածական միավորներն են օրը (**1 օր = 24 ժ**), ժամը (**1 ժ = 60 ր = 3600 վ**), րոպեն (**1 ր = 60 վ**), միլիվայրկյանը (**1 մվ = 0,001 վ**), միկրովայրկյանը (**1 մկվ = 0,000 001 վ**):

4 Չափիչ սարքեր

Ֆիզիկական մեծություններ չափելու և փորձեր կատարելու համար անհրաժեշտ են զանազան չափիչ սարքեր: Պարզագույն չափիչ սարքեր են չափաքանոնը (նկ. 7), չափերիզը (նկ. 8), չափազևանը



Նկ. 7. Չափաքանոն



Նկ. 8. Չափերիզ



Նկ. 10. Վայրկենաչափ



Նկ. 9. Չափազևան (չափանոթ)



Նկ. 11.

Մենյակային և բժշկական ջերմաչափներ

(չափանոթ) (նկ. 9): Կան ավելի բարդ չափիչ սարքեր՝ վայրկենաչափ (նկ. 10), սենյակային ջերմաչափ (նկ. 11, ա), բժշկական ջերմաչափ (նկ. 11, բ) և այլն:

Ֆիզիկայի և տեխնիկայի զարգացմանը զուգընթաց չափիչ սարքերը կատարելագործվել են և ավելի բարդացել:

5 Չափիչ սարքի սանդղակ

Յուրաքանչյուր չափիչ սարք ունի **սանդղակ**:

Նայեք ձեզ լավ ծանոթ չափաքանոնին (նկ. 7): Քանոնի սանդղակը բաղկացած է բաժանումների գծիկներից և որոշ գծիկների մոտ գրված թվերից: Երկու հարևան գծիկների միջև հեռավորությունը կոչվում է սանդղակի **բաժանման արժեք** (օրինակ՝ չափաքանոնի սանդղակի մեկ բաժանման արժեքը 1 մմ է):

Չափիչ սարքի սանդղակի ամենամեծ արժեքը կոչվում է **սարքի չափման սահման** (7-րդ նկարում պատկերված չափաքանոնի համար այն 15 սմ է):

Չափիչ սարքի սանդղակի բաժանման արժեքը որոշելու համար անհրաժեշտ է գտնել սանդղակի մոտակա այն երկու գծիկները, որոնց կողքին թվեր են գրված, այնուհետև մեծ թվից հանել փոքրը և ստացված տարբերությունը բաժանել դրանց միջև բաժանումների թվին: Օրինակ՝ որոշենք 12-րդ նկարում պատկերված չափազլանի սանդղակի բաժանման արժեքը:

Ինչպես երևում է նկարից, հեղուկի ազատ մակարդակն ընկած է 100 սմ³ և 150 սմ³ գծիկների միջև: Այդ միջակայքում սանդղակն ունի 10 բաժանում, հետևաբար՝ յուրաքանչյուր բաժանման արժեքը կլինի՝

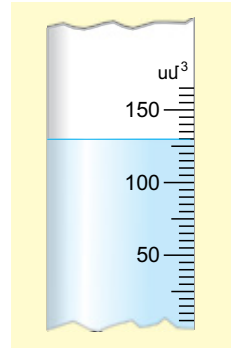
$$(150 \text{ սմ}^3 - 100 \text{ սմ}^3) : 10 = 5 \text{ սմ}^3:$$

Նկարից երևում է նաև, որ հեղուկի մակարդակը համընկնում է 100 սմ³ արժեքից վեր նշված 6-րդ գծիկի հետ: Նշանակում է՝ այդ գծիկի արժեքը հավասար է սանդղակի մեկ բաժանման արժեքի և 6-ի արտադրյալին՝ $5 \text{ սմ}^3 \cdot 6 = 30 \text{ սմ}^3$: Հետևաբար՝ չափազլանում հեղուկի ծավալը կլինի՝

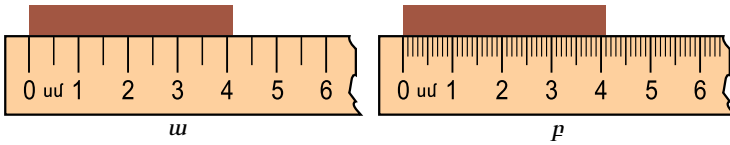
$$100 \text{ սմ}^3 + 30 \text{ սմ}^3 = 130 \text{ սմ}^3:$$

6 Չափման սխալ

Ֆիզիկական մեծությունը ճշգրտորեն, այսինքն՝ առանց սխալի չափել հնարավոր չէ: Այլ կերպ ասած՝ չափման միջոցով հնարավոր չէ ստանալ չափվող ֆիզիկական մեծության ճշգրիտ արժեքը: **Չափման սխալը** կախված է բաժանման արժեքից, և ընդունված է համարել, որ այն հավասար է բաժանման արժեքի կեսին:



Նկ. 12. Չափազլանի սանդղակի հատված

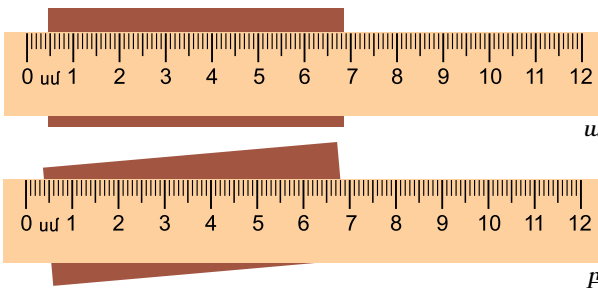


Նկ. 13. Միևնույն մարմնի չափումը տարբեր չափաքանոններով

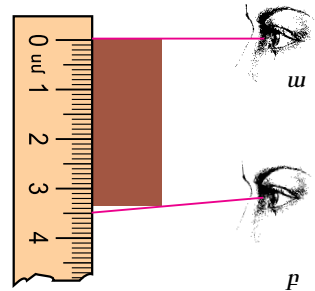
13-րդ նկարում պատկերված է միևնույն առարկայի երկարության չափումը տարբեր չափաքանոններով: Առաջին (ա) քանոնով չափելիս սխալը 0,5 սմ : 2 = 0,25 սմ է, իսկ մարմնի երկարությունը՝ $l = (4,1 \pm 0,25)$ սմ: Երկրորդ (բ) քանոնով չափելիս սխալը 0,1 սմ : 2 = 0,05 սմ է, իսկ նույն մարմնի երկարությունը՝ $l = (4,1 \pm 0,05)$ սմ:

Գրառումներից երևում է, որ երկրորդ քանոնով չափման արդյունքն ավելի ճշգրիտ է: Եթե վերցնենք ավելի փոքր բաժանման արժեքով չափիչ սարք, ապա կստանանք էլ ավելի ճշգրիտ արդյունք:

Չափման սխալը կախված է նաև չափաքանոնի սխալ դիրքից (նկ. 14, բ), ինչպես նաև չափման արդյունքները դիտելիս աչքի ոչ ճիշտ դիրքից (նկ. 15, բ):



Նկ. 14. Չափաքանոնի ճիշտ (ա) և սխալ (բ) դիրքերը



Նկ. 15. Աչքի ճիշտ (ա) և սխալ (բ) դիրքերը

Ֆիզիկայում չափումները լինում են **ուղղակի** և **անուղղակի**: Ուղղակի են անվանում այն չափումը, որը կատարում են չափիչ սարքի միջոցով: Օրինակ՝ ջերմաստիճանի չափումը ջերմաչափով, զանգվածի չափումը լծակավոր կշեռքով և այլն: Անուղղակի են անվանում այն չափումը, երբ տվյալ մեծության արժեքը որոշում են այլ մեծությունների ուղղակի չափումների միջոցով: Օրինակ՝ արագության որոշումն անցած ճանապարհի և ժամանակի ուղղակի չափման միջոցով, ուղղանկյունանիստի ծավալի որոշումը նրա երկարության, լայնության և բարձրության ուղղակի չափման միջոցով և այլն:

Ամփոփում

1. Չափել ֆիզիկական մեծությունը նշանակում է այն համեմատել նույնատիպ մեծության հետ, որը համարվում է միավոր:
2. Չափման արդյունքը թիվ է, որն անվանում են չափվող ֆիզիկական մեծության թվային արժեք. ֆիզիկական մեծությունն այդ թվային արժեքն է՝ արտահայտած համապատասխան միավորով:

3. Միավորների ՄՀ-ի հիմնական միավորներից են մետրը (մ), վայրկյանը (վ), կիլոգրամը (կգ):
4. Չափիչ սարքի սանդղակի երկու հարևան գծիկների միջև հեռավորությունը կոչվում է սանդղակի բաժանման արժեք:
5. Ընդունված է համարել, որ չափման սխալը հավասար է սանդղակի բաժանման արժեքի կեսին:
6. Ֆիզիկայում չափումները լինում են ուղղակի և անուղղակի: Ուղղակի չափումը կատարում են չափիչ սարքի միջոցով, իսկ անուղղակին որոշում են այլ մեծությունների՝ ուղղակի չափման միջոցով:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Բերե՛ք ֆիզիկական մեծությունների օրինակներ:
2. Ի՞նչ է նշանակում չափել ֆիզիկական մեծությունը:
3. Ի՞նչ ֆիզիկական սարքեր գիտեք:
4. Ի՞նչ է չափիչ սարքի սանդղակը:
5. Ի՞նչ է սանդղակի բաժանման արժեքը:
6. Ո՞րն է սարքի չափման սահմանը:
7. Ինչի՞ց է կախված չափման սխալը:
8. Ի՞նչ է ուղղակի չափումը և ի՞նչ է անուղղակի չափումը: Բերե՛ք օրինակներ:
9. Հնարավոր է արդյոք սանտիմետրական բաժանումներ ունեցող չափաքանակով երկարությունը չափել 1 մմ-ի ճշտությամբ:
10. Որոշե՛ք 7-րդ նկարում պատկերված սարքի սանդղակի բաժանման արժեքը և ցուցմունքը:

Գործնական աշխատանքներ

Որոշե՛ք ձեր տան սենյակային ու բժշկական ջերմաչափների բաժանումների արժեքները: Չափե՛ք ձեր մարմնի և սենյակի ջերմաստիճանները և ցուցմունքները գրանցե՛ք տետրում:

Տանը չափաժապավենով չափե՛ք ձեր սենյակի լայնությունը, երկարությունն ու բարձրությունը և հաշվե՛ք հատակի մակերեսն ու սենյակի ծավալը:

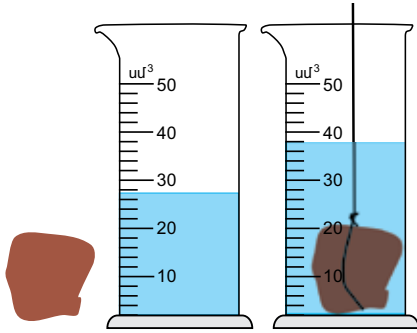
**§5. ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱԾԽԱՏԱՆՔ 1
ՉԱՓՈՒՄՆԵՐ ՊԱՐԶԱԳՈՒՅՆ ՉԱՓԻՉ ՍԱՐՔԵՐՈՎ**

Աշխատանքի նպատակը

Նախորդ պարագրաֆի գործնական աշխատանքները կատարելիս դուք սովորեցիք չափումներ կատարել պարզագույն չափիչ սարքերով, մասնավորապես՝ չափել մարմնի ջերմաստիճանը, չափերիզով որոշել սենյակի չափերը, հաշվել նրա ծավալը: Այս աշխատանքի նպատակը չափազևանի միջոցով անկանոն ձև ունեցող մարմնի ծավալը չափելն է:

Համառոտ տեսություն

Անկանոն ձև ունեցող մարմնի ծավալը հնարավոր չէ որոշել ընդունված բանաձևերով: Դա մեծ ճշտությամբ հնարավոր է կատարել չափազևանի օգ-



Նկ. 16. Անկանոն ձև ունեցող մարմնի ծավալի չափման փորձի սխեման

նությամբ: Եթե մարմինը լրիվ խորասուզենք հեղուկի մեջ, ապա նրա արտամղած հեղուկի ծավալը հավասար կլինի մարմնի ծավալին: Չափագլանի մեջ լցնենք բավարար քանակությամբ ջուր և չափենք նրա V_1 ծավալը: Մարմինը լրիվ խորասուզենք ջրի մեջ և չափենք դրանց համատեղ V_2 ծավալը: Մարմնի ծավալը հավասար կլինի երկու չափումների արդյունքների տարբերությանը՝ $V = V_2 - V_1$:

Անհրաժեշտ սարքեր և նյութեր

Չափագլան, ջրում խորասուզվող անկանոն ձև ունեցող ոչ մեծ մարմիններ, թել (նկ. 16):

Փորձի ընթացքը

1. Դիտե՛ք չափանոթը, ուշադրություն դարձրե՛ք նրա բաժանումներին և սանդղակի թվերին:
2. Հաշվե՛ք թվերով նշված հարևան գծիկների միջև բաժանումների թիվը:
3. Որոշե՛ք չափանոթի սանդղակի բաժանման արժեքը ձեզ հայտնի կանոնից՝

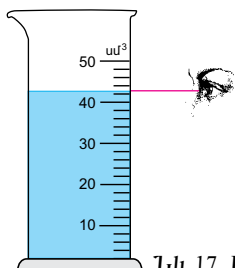
$$\text{Բաժանման արժեքը} = \frac{\text{Մեծ թիվ} - \text{Փոքր թիվ}}{\text{Բաժանումների թիվ}}$$

Հիշե՛ք՝ $1 \text{ l (լիտր)} = 1 \text{ դմ}^3 = 1000 \text{ սմ}^3$, $1 \text{ մլ} = 1 \text{ սմ}^3$:

4. $V = V_2 - V_1$ բանաձևով հաշվե՛ք մարմնի ծավալը:
5. Արդյունքները գրանցե՛ք 2-րդ աղյուսակում:
6. Փորձը կրկնե՛ք մեկ այլ մարմնի համար:

ԱՂՅՈՒՄԱԿ 2

| Մարմինը | Ջրի ծավալը մարմնի բացակայության դեպքում, V_1 (սմ ³) | Ջրի և մարմնի ծավալը, V_2 (սմ ³) | Մարմնի ծավալը, V (սմ ³) |
|-------------|---|---|---------------------------------------|
| 1-ին մարմին | | | |
| 2-րդ մարմին | | | |



Նկ. 17. Աչքի ճիշտ դիրքը հեղուկի ծավալը չափելիս

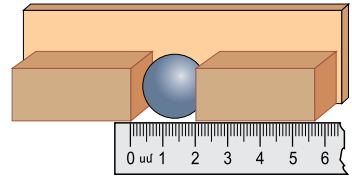
Դիտողություն

Հեղուկի ծավալը հաշվելիս ուշադրություն դարձրե՛ք աչքի ճիշտ դիրքին (նկ. 17): Չափանոթի պատերի մոտ ջուրը փոքր-ինչ բարձրացած է: Աչքը պետք է ուղղել այն բաժանմանը, որը համընկնում է մակերևույթի հարթ մասին:

§ 6. ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄ

ԽՆԴԻՐ 1. Չափաքանոնով չափեք գնդի կամ գնդակի տրամագիծը:

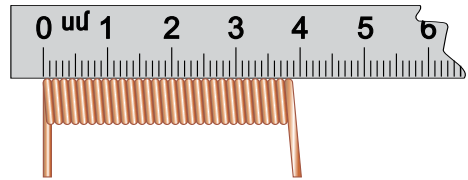
Լուծում: Խնդրի լուծումը ցույց է տրված 18-րդ նկարում:



Նկ. 18.

ԽՆԴԻՐ 2. Ունեք մատիտ, պղնձալար և չափաքանոն: Ինչպե՞ս կարելի է որոշել պղնձալարի հաստությունը:

Լուծում: Պղնձալարի տրամագիծը որոշելու համար այն փաթաթեք մատիտի վրա այնպես, որ գալարների միջև որևէ արանք չլինի: Կստանաք պղնձալարե կոճ: Հաշվեք այդ կոճի գալարների թիվը և չափաքանոնով չափե՛ք կոճի երկարությունը (նկ. 19): Պարզ է, որ



Նկ. 19.

$$\text{պղնձալարի հաստությունը} = \frac{\text{կոճի երկարություն}}{\text{գալարների թիվ}}$$

ԽՆԴԻՐ 3. Ինչպե՞ս կարելի է չափել գրքի մեկ թերթի հաստությունը:

Լուծում: Չափեք որևէ գրքի հաստությունը (առանց կազմի) և այն բաժանեք գրքի թերթերի թվին՝

$$\frac{\text{գրքի հաստություն}}{\text{թերթերի թիվ}} = \text{մեկ թերթի հաստություն:}$$

ԽՆԴԻՐ 4. Նախորդ խնդրում նշված եղանակով չափե՛ք մետաղադրամի հաստությունը:

Լուծում: Վերցրե՛ք մի քանի նույնանման մետաղադրամներ և իրար վրա դնելով ստացեք գլան (նկ. 20): Քանոնով չափե՛ք գլանի h բարձրությունը, որը բաժանելով մետաղադրամների N քանակին, կստանաք մեկ մետաղադրամի d հաստությունը՝

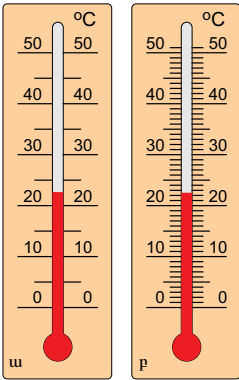


Նկ. 20

$$d = \frac{h}{N} :$$

Եթե, օրինակ, $h=9$ մմ, $N=6$, ապա $d=1,5$ մմ (այդպիսի հաստություն ունի 500-դրամանոց մետաղադրամը):

ԽՆԴԻՐ 5. Որոշե՛ք 21-րդ նկարում պատկերված ջերմաչափների սանդղակների մեկ բաժանման արժեքը: Ի՞նչ առավելագույն և նվազագույն ջերմաստիճաններ կարելի է չափել այդ ջերմաչափներով: Ի՞նչ ջերմաստիճան է ցույց տալիս ջերմաչափներից յուրաքանչյուրը:



Նկ. 21

Լուծում: 21 ա նկարում պատկերված ջերմաչափի սանդղակի մեկ բաժանման արժեքը 5°C է, 21 բ նկարում՝ 1°C : Երկու ջերմաչափների չափման առավելագույն և նվազագույն սահմանները նույնն են՝ 50°C և 0°C : Առաջին նկարում պատկերված ջերմաչափը ցույց է տալիս $20^{\circ}\text{C} \pm 2,5^{\circ}\text{C}$, իսկ երկրորդ նկարում պատկերվածը՝ $22^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$:

ԽՆԴԻՐ 6. Տրված է քանոնով մատիտի երկարության չափման արդյունքը՝ $l = (12,5 \pm 0,05)$ սմ: Որքա՞ն են չափման սխալը և քանոնի բաժանման արժեքը: Ի՞նչ սահմանում է մատիտի իրական երկարությունը:

Լուծում: Չափման սխալը $0,05$ սմ է: Քանի որ չափման սխալը հավասար է բաժանման արժեքի կեսին, ապա բաժանման արժեքը կլինի $0,1$ սմ: Մատիտի իրական երկարությունը $12,45$ սմ-ից մինչև $12,55$ սմ սահմանում է:

ԹԵՄԱՅԻ ԱՄՓՈՓՈՒՄ

1. Բնության մեջ տեղի ունեցող փոփոխություններն անվանում են բնության երևույթներ:
2. Մեզ շրջապատող յուրաքանչյուր առարկա անվանում են ֆիզիկական մարմին կամ պարզապես մարմին: Այն, ինչից բաղկացած են ֆիզիկական մարմինները, կոչվում է նյութ:
3. Ֆիզիկայի հիմնական խնդիրը շրջակա աշխարհը և այնտեղ տեղի ունեցող երևույթները բացատրելն է:
4. Դիտումները, փորձերը և չափումները բնության երևույթների ուսումնասիրության փորձարարական մեթոդներն են:
5. Չափել ֆիզիկական մեծությունը նշանակում է այն համեմատել նույնատիպ մեծության հետ, որը համարվում է միավոր:

ՆՅՈՒԹԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ

Այս թեմայի ուսուցման արդյունքում դուք կընդլայնեք և կխորացնեք ձեր գիտելիքները նյութի կառուցվածքի, ատոմների և մոլեկուլների չափերի, դրանց շարժման և փոխազդեցության բնույթի, ջերմաստիճանի ֆիզիկական իմաստի վերաբերյալ: Դուք կկարողանաք բացատրել դիֆուզիայի երևույթը, բացատրել, թե ինչով է պայմանավորված մարմինների ջերմաստիճանը:

§7. ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՄԱՐՄԻՆ ԵՎ ՆՅՈՒԹ: ՆՅՈՒԹԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ

Մեզ շրջապատող տարատեսակ մարմիններն ունեն այլազան հատկություններ: Դա պայմանավորված է այն հանգամանքով, թե ինչից են նրանք բաղկացած և ինչ կառուցվածք ունեն: Կարելի՞ է նյութն անվերջ բաժանել ավելի ու ավելի փոքր մասերի, թե՞ գոյություն ունի որոշակի սահման, որից հետո այլևս հնարավոր չէ այն տրոհել, այլ խոսքով՝ նյութը իրականում հո՞ծ է, թե՞ ունի ընդհատուն, մասնիկային կառուցվածք: Այս հարցերի պատասխանները դուք կստանաք ստորև:

1 Ֆիզիկական մարմին և նյութ

Դուք արդեն գիտեք, որ մեզ շրջապատող բոլոր առարկաներն անվանում են ֆիզիկական մարմիններ: Գիտեք նաև, որ ֆիզիկական մարմինները բաղկացած են մեկ կամ մի քանի նյութերից:

Նյութն այն է, ինչից կազմված են ֆիզիկական մարմինները:

Մինևույն մարմինը կարող է պատրաստվել տարբեր նյութերից: Օրինակ՝ բաժակը կարող է լինել ապակույց, ճենապակույց, փայտից, ալյումինից և այլն: Տվյալ մարմինը կարող է միաժամանակ բաղկացած լինել մի քանի նյութերից: Օրինակ՝ աթոռի պատրաստման համար օգտագործում են փայտ, երկաթ, գործվածք և այլ նյութեր:

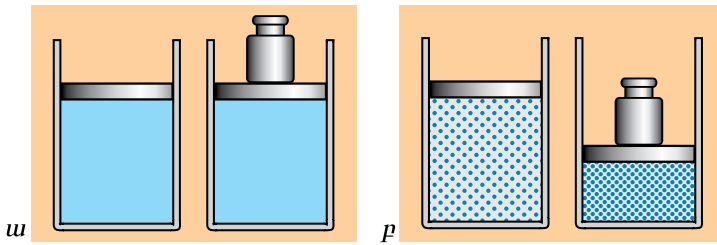
Մարդն առօրյալում օգտագործում է տարբեր նյութեր, որոնք օժտված են բազմաալիսի հատկություններով: Այսպես՝ ինքնաթիռներ պատրաստելու համար օգտագործում են համեմատաբար թեթև, բայց ամուր և ջերմադիմապակուն նյութեր, ճանապարհները ծածկում են բետոնով և ասֆալտով, որոնք չեն քայքայվում անգամ ծանր մեքենաների անիվների տակ: Հրշեջների համազգեստները կարում են հրակայուն գործվածքներից, որոնք չեն այրվում անգամ բուցերի մեջ՝ շատ բարձր ջերմաստիճանում: Հրազենից արձակված գնդակներից

պաշտպանող գրահաբաճկոններում օգտագործում են հատուկ նյութեր, որոնք կտրուկ կասեցնում են շատ մեծ արագությամբ թռչող գնդակները:

Բերված օրինակները կարևորում են նյութերի դերը մարդկանց կյանքում: Այժմ մեծ աշխատանքներ են կատարվում նախանշված որոշակի հատկություններով նյութեր ստանալու համար: Այդ գործին մասնակցում են ֆիզիկոսներ, քիմիկոսներ, նյութաբաններ, ճարտարագետներ և այլ գիտնականներ:

Նյութերն օգտագործելիս առաջին հերթին հաշվի ենք առնում, թե ի՞նչ հատկություններով են դրանք օժտված:

Միայն նյութի կառուցվածքի հիման վրա կարելի է բացատրել, թե ինչով են պայմանավորված դրա տարբեր հատկությունները. ինչո՞ւ, օրինակ, պողպատե լարը գործնականորեն հնարավոր չէ ձգել, մինչդեռ ռետինե լարը հեշտությամբ ձգվում է, ինչո՞ւ գլանում ծանրոցի ազդեցությամբ հեղուկի սեղմվելն անգե՞ն աչքով հնարավոր չէ տեսնել (նկ. 22, ա), իսկ նույնալիսի գլանում զազի ծավալը նույն բեռի ազդեցությամբ փոքրանում է մի քանի անգամ (նկ. 22, բ): Ինչո՞ւ ցածր ջերմաստիճանում առաձգական ռետինը դառնում է փխրուն, իսկ ձյուրը՝ կարծր:



Նկ. 22. Բեռի ազդեցությունը մարմնի ծավալի վրա.

ա. հեղուկը գրեթե չի փոխում իր ծավալը,

բ. զազի ծավալը փոքրանում է

Նյութի կառուցվածքի իմացությունը հնարավորություն է տալիս բացատրելու նյութի փոփոխությունները՝ ֆիզիկական պրոցեսները, դրանք արագացնելը կամ դանդաղեցնելը:

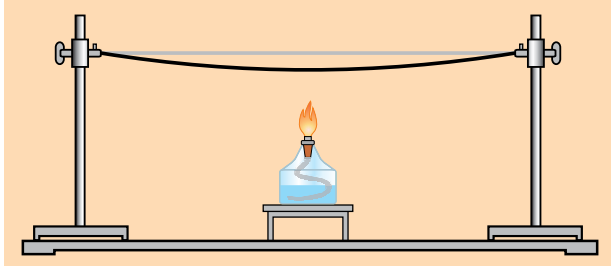
2 Նյութի ընդհատ (դիսկրետ) կառուցվածքը

Եթե սպիրտայրոցով տաքացնենք մոտ 50սմ երկարությամբ պղնձե լար, որի երկու ծայրերն ամրացված են ամրակալաններից, ապա կնկատենք, որ տաքացմանը զուգընթաց այն «կախ է ընկնում»՝ կորանում է (նկ. 23): Եթե հեռացնենք սպիրտայրոցը, ապա որոշ ժամանակ անց պղնձե լարը կընդունի իր նախնական տեսքը: Նշանակում է՝ պղնձե լարի երկարությունը (հետևաբար՝ նաև ծավալը) տաքացելիս մեծանում է, իսկ սառչելիս՝ փոքրանում:

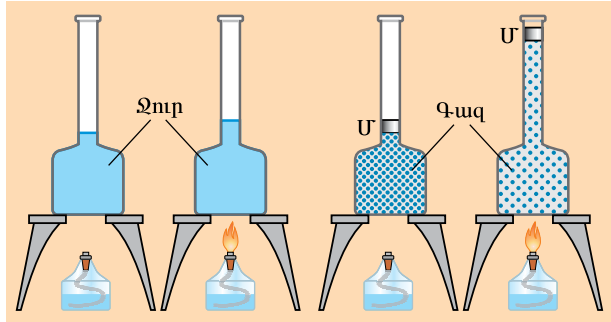
Եթե նույն տարողությամբ երկու անոթներ (նկ. 24), որոնցից մեկը լցված է ջրով, իսկ մյուսը, որի մեջ Մ մխոցի տակ լցված է օդ, տաքացնենք, ապա

կնկատենք, որ u' ջրի, u' օդի ծավալները մեծանում են, ընդ որում՝ օդինը՝ զգալիորեն շատ, քան ջրինը:

Պինդ և հեղուկ մարմինների կամ գազի ծավալը կարելի է փոփոխել՝ տաքացնելով կամ սառեցնելով դրանք: Մարմնի ծավալը կարելի է փոփոխել նաև սեղմելով կամ ձգելով:



Նկ. 23. Տաքացնելիս պղնձե լարը «կախ է ընկնում», իսկ սպիրտալոյցը հեռացնելուց հետո ընդունում է իր նախկին ձևը:



Նկ. 24. Տաքացնելիս օդն ընդարձակվում է ավելի, քան նույն ծավալով ջուրը (U մխույրը չի թողնում, որ օդը դուրս գա անոթից)

Նկարագրված փորձերը համոզում են մեզ, որ նյութն ունի ընդհատուն կառուցվածք: Այլ կերպ ասած՝ նյութը, որից պատրաստված է մարմինը, բաղկացած է առանձին մասնիկներից, որոնց միջև կան ազատ տարածություններ: Երբ մասնիկները հեռանում են իրարից, մարմնի ծավալը մեծանում է, իսկ երբ մոտենում են, ծավալը փոքրանում է: Նյութի՝ մասնիկներից բաղկացած լինելու մասին ենթադրել կամ, ինչպես ընդունված է ասել, **վարկած** են առաջադրել, Հին Հունաստանի գիտնականները դեռևս 2500 տարի առաջ: Այն ստուգենք հետևյալ փորձով:

Վերցնենք ջրով լեփ-լեցուն բաժակ և գզուշորեն նրա մեջ լցնենք կերակրի աղ: Աղը ջրում լուծվում է: Ավելացնելով մինչև մեկ թեյի գդալ աղ՝ կտեսնենք, որ ջուրը բաժակից չի թափվում:

Կատարենք ևս մեկ փորձ. իրար խառնենք մեկական լիտր ծավալով ջուր և սպիրտ: Կտեսնենք, որ լուծույթի ծավալը փոքր է 2 լիտրից:

Այս փորձերից կարելի է եզրակացնել, որ ջրի մասնիկների միջև կան ազատ տարածություններ, որոնք զբաղեցնում են կերակրի աղի կամ սպիրտի մասնիկները:

Դատարկ տարածություններ կան նաև պինդ մարմիններում: Օրինակ՝ որոշ թունավոր գազեր «անցնում» են երկաթե վառարանի շիկացած պատի միջով՝ պատճառ դառնալով դժբախտ պատահարների:

Նկարագրված փորձերը, ինչպես նաև բազմաթիվ այլ փորձեր հաստատում են, որ նյութը հոծ չէ. այն բաղկացած է առանձին մասնիկներից, որոնք ունեն չափազանց փոքր չափեր:

| Ամփոփում |
|--|
| 1. Մեզ շրջապատող բոլոր առարկաները ֆիզիկական մարմիններ են: |
| 2. Բոլոր ֆիզիկական մարմինները բաղկացած են նյութերից: |
| 3. Փորձերից գիտնականները հանգել են այն եզրակացության, որ նյութերն ունեն ընդհատուն կառուցվածք, այն է՝ կազմված են մանրագույն մասնիկներից, որոնց միջև կան ազատ տարածություններ: |

| Հարցեր և առաջադրանքներ |
|--|
| 4. Թվարկե՞ք ձեր շրջապատի մի քանի ֆիզիկական մարմիններ: |
| 5. Ինչի՞ց են բաղկացած ֆիզիկական մարմինները: |
| 6. Ի՞նչ փոփոխություն է կրում պղնձե լարը սպիրտայրոցով տաքացնելիս: |
| 7. Ի՞նչ փոփոխություն են կրում ջուրը և օդը տաքացնելիս: |
| 8. Ինչպիսի՞ կառուցվածք ունի նյութը: |
| 9. Ինչո՞ւ տաքացնելիս պղնձե լարը երկարում է: |
| 10. Եթե ջրով լեփ-լեցուն բաժակի մեջ ավելացնենք մեկ գդալ կերակրի աղ, ապա ջուրը բաժակից չի թափվի: Ինչո՞ւ: |
| 11. Ինչո՞ւ բոլոր մարմինները մեզ հոծ են թվում: |

§8. ԱՏՈՄՆԵՐ ԵՎ ՍՈԼԵԿՈՒԼՆԵՐ: ԴՐԱՆՑ ԳՈՅՈՒԹՅՈՒՆԸ ՀԱՍՏԱՏՈՂ ԵՐԵԿՈՒՅԹՆԵՐ

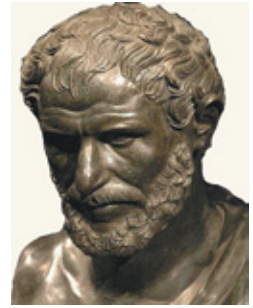
Դեռևս անտիկ աշխարհում գիտեին, որ բոլոր մարմինները բաղկացած են ատոմներից: Իսկ ի՞նչ են տարրը, մոլեկուլը, ինչո՞ւ հևարավոր չէ անգեղան աչքով տեսնել մոլեկուլները, ինչպիսի՞ն են դրանց չափերն ու զանգվածները: Այս հարցերի պատասխանները կիմանաք ստորև:

1 Ի՞նչ է ատոմը

Նախորդ պարագրաֆում դիտարկված փորձերը հաստատում են այն ենթադրությունը, որ նյութը բաղկացած է առանձին մասնիկներից, որոնց միջև կան ազատ տարածություններ: Այդ մասնիկները հույն գիտնական Դեմոկրիտեսն անվանել է ատոմներ (հունարեն՝ *ատոմոս* – *անբաժանելի*): Ըստ Դեմոկրիտեսի՝ նյութերի տարբերությունը հետևանք է այդ նյութերի ատոմների թվի,

մեծությամբ, ձևի և դասավորությունների տարբերությամբ:

Ատոմներն այն ամենափոքր «շինարարական տարրերը» կամ «ադյուսիկներն» են, որոնցից բաղկացած են բոլոր ֆիզիկական մարմինները: Ինչպես «Լեզո» կոնստրուկտորական խաղի մի քանի տեսակի տարրերից կարելի է հավաքել տարբեր ձևերի և չափերի առարկաներ, այնպես էլ տարբեր ատոմների համադրումից առաջացել են բնության մեջ հայտնի բոլոր մարմինները:

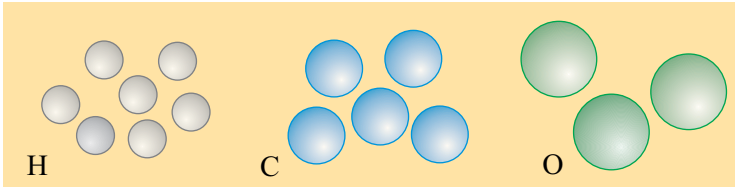


Դեմոկրիտես
(մ. թ. ա. 460–370)

2 Ինչ է տարրը

Միևնույն տեսակի ատոմներից բաղկացած նյութն անվանում են տարր:

Տվյալ տարրի ատոմները նույնական են, իրարից ոչնչով չեն տարբերվում, իսկ տարբեր տարրերի ատոմները տարբերվում են իրարից:



Նկ. 25. Ջրածնի, ածխածնի և թթվածնի ատոմների սխեմատիկ պատկերները

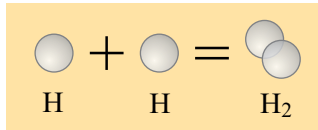
25-րդ նկարում սխեմատիկորեն պատկերված են ջրածնի (պայմանական նշանը՝ H), ածխածնի (C) և թթվածնի (O) ատոմները: Ներկայումս հայտնի են 118 քիմիական տարրեր, որոնցից միայն 94-ն են հանդիպում բնության մեջ: Մնացած տարրերը ստացվում են գիտահետազոտական լաբորատորիաներում արհեստական եղանակով:

Հայ անվանի ֆիզիկոս, Ռուսաստանի գիտությունների ակադեմիայի ակադեմիկոս, Փարիզի համալսարանի պրոֆեսոր, Երևանի պետական համալսարանի պատվավոր դոկտոր Յուրի Հովհաննիսյանը 2006 թ. հայտնաբերել է նոր՝ 118-րդ քիմիական տարրը, որը կոչել են նրա անվամբ՝ օգանեսոն (Og):

3 Մոլեկուլ

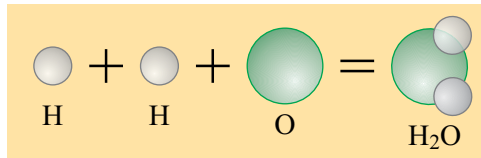
Ատոմները, միավորվելով, ստեղծում են կայուն բաղադրությամբ նոր մասնիկներ, որոնք կազմված են երկու կամ ավելի ատոմներից: Դրանք անվանում են **մոլեկուլներ** (լատիներեն՝ *մոլեկուլուս* – *փոքրիկ զանգված*):

Մոլեկուլը կարող է բաղկացած լինել ինչպես միատեսակ, այնպես էլ տարբեր ատոմներից: Օրինակ՝ ջրածնի երկու ատոմները միանալով կազմում են ջրածնի մոլեկուլը (նկ. 26):



Նկ. 26. Ջրածնի մոլեկուլի առաջացումը

Թթվածնի մեկ և ջրածնի երկու ատոմների միացությամբ ստեղծվում է ջրի մոլեկուլը (նկ. 27):



Նկ. 27. Ջրի մոլեկուլի առաջացումը

Մոլեկուլը նյութի այն փոքրագույն մասնիկն է, որն օժտված է նյութի քիմիական հատկություններով: Ինչպես ատոմները, նույն նյութի մոլեկուլները նույնպես ոչնչով չեն տարբերվում իրարից:

4 Ատոմների և մոլեկուլների չափերը

Ատոմներն ու մոլեկուլները ունեն չափազանց փոքր չափեր: Դրանց մասին պատկերացում կազմելու համար բերենք հետևյալ համեմատությունը: Եթե խնձորը մեծացնենք այնքան, որ այն դառնա երկրագնդի չափ, ապա նույնքան մեծացնելիս ատոմը կդառնա խնձորի չափ: Այսինքն՝ ատոմը խնձորից փոքր է մոտ հարյուր միլիոն անգամ: Ատոմի տրամագիծը մոտավորապես 0,000 000 01 սմ կամ որ նույնն է՝ 10^{-8} սմ կարգի մեծություն է: Այդ մեծությունն անվանում են անգստրեմ և նշանակում են \AA տառով: Այսպիսով՝

$$1 \text{\AA} = 0,000\,000\,01 \text{ սմ} = 10^{-8} \text{ սմ} = 10^{-10} \text{ մ:}$$

Բոլոր ատոմների և մոլեկուլների չափերը անգստրեմների կարգի են: Օրինակ՝ ջրածնի մոլեկուլի տրամագիծը $2,5 \text{\AA}$ է, թթվածնի մոլեկուլինը՝ $2,8 \text{\AA}$, ջրինը՝ $3,6 \text{\AA}$: Այդքան փոքր չափերի պատճառով է, որ ատոմներն ու մոլեկուլները տեսանելի չեն անգամ սովորական մանրադիտակներով: Ներկայումս գոյություն ունեն հատուկ սարքեր՝ էլեկտրոնային, իոնային մանրադիտակներ, որոնք հնարավորություն են տալիս տեսնելու մոլեկուլների, անգամ ատոմների պատկերները:

Քանի որ ատոմների և մոլեկուլների չափերը չափազանց փոքր են, ապա նույնիսկ շատ փոքր մարմիններում դրանց թիվը հսկայական է: Օրինակ՝ ջրի փոքր կաթիլում պարունակվում է մոտավորապես 10^{21} մոլեկուլ: Այդ թիվը պատկերված է ստորև, այն սկսում է 1 թվանշանով, որին հաջորդում է 21 հատ զրո՝

$$1\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000:$$

Այդ թվի մասին պատկերացում կազմելու համար ենթադրենք, որ կաթի-

լից յուրաքանչյուր վայրկյանում հեռանում է 1 միլիարդ մոլեկուլ: Այդ դեպքում կաթիլը կապառվի մոտ հարյուր հազար տարվա ընթացքում: Հասկանալի է, որ շատ փոքր չափերի պատճառով ատոմներն ու մոլեկուլները ունեն նաև շատ փոքր զանգվածներ: Օրինակ՝ ջրի մոլեկուլի զանգվածը $3 \cdot 10^{-26}$ կգ է, այսինքն՝ 0,000 000 000 000 000 000 000 000 03 կգ:

| Ամփոփում | |
|----------|---|
| 1. | Ըստ ժամանակակից պատկերացումների՝ նյութն ունի ընդհատուն (դիսկրետ) կառուցվածք: |
| 2. | Միատեսակ ատոմներից բաղկացած նյութն անվանում են տարր: |
| 3. | Երկու կամ ավելի ատոմներ կազմում են նոր մասնիկ, որն անվանում են մոլեկուլ: Մոլեկուլները նյութի այն կառուցվածքային մասնիկներն են, որոնք կարող են գոյություն ունենալ ինքնուրույն և պահպանել նյութի հատկությունները: |
| 4. | Նյութի կառուցվածքային մասնիկներն ունեն չափազանց փոքր չափեր, ուստի որոշակի ծավալով նյութի մեջ նրանց թիվը հսկայական է: |

| Հարցեր և առաջադրանքներ | |
|------------------------|--|
| 1. | Բնչ է ատոմը: |
| 2. | Բնչ է տարրը: |
| 3. | Քանի՞ քիմիական տարր է հայտնի այսօր: |
| 4. | Բնչ է մոլեկուլը: |
| 5. | Արդյո՞ք նույն կառուցվածքն ու չափերն ունեն սառը և տաք ջրի մոլեկուլները: |
| 6. | Բնչ կարգի մեծություններ են ատոմների չափերը: |

§9. ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 2 ՓՈՔՐ ՄԱՍՆԻԿՆԵՐԻ ԶԱՓԵՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Աշխատանքի նպատակը

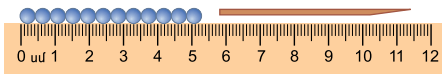
Սովորել չափել փոքր մարմինների չափերը (տե՛ս նաև I գլխի, § 6-ի 2-րդ և 3-րդ խնդիրները):

Անհրաժեշտ սարքեր և նյութեր

Քանոն, փոքր գնդիկներ, լուսկու սրած հատիկ:

Փորձի ընթացքը

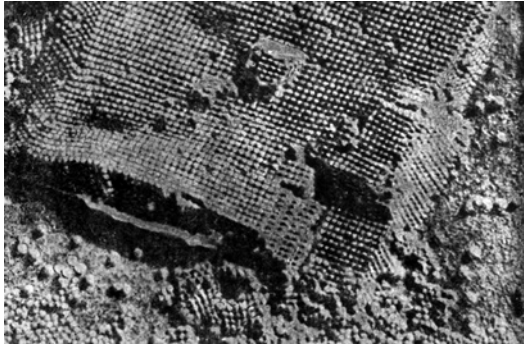
1. Քանոնի երկայնքով կողք կողքի շարե՛ք 20–25 գնդիկ (նկ. 28): Շարքում գնդիկները դասավորե՛ք՝ օգտագործելով փայտե բարակ սրած ձողիկը (փայտե ձողիկի փոխարեն չի կարելի օգտագործել ասեղ, քանի որ գնդիկները կկաշեն ասեղին, ինչպես մագնիսին):



Նկ. 28

2. Չափե՛ք գնդիկների շարքի երկարությունը և այն բաժանելով գնդիկների թվին՝ որոշե՛ք մեկ գնդիկի տրամագիծը:

3. 29-րդ նկարում պատկերված է պրոտեինի վիրուսի լուսանկարը (խոշորացումը՝ 100 000 անգամ): Օգտվելով լուսանկարից՝ որոշե՛ք մեկ մասնիկի տրամագիծը:



Նկ. 29. Պրոտեինի վիրուսի լուսանկարը

4. Փորձերի արդյունքները գրանցե՛ք 3-րդ աղյուսակում:

ԱՐՅՈՒՄԱԿ 3

| Փորձի անվանումը | Շարքում գնդիկների թիվը | Շարքի երկարությունը (մմ) | Մեկ գնդիկի տրամագիծը (մմ) |
|--|------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 1. Գնդիկի տրամագծի որոշումը | | | |
| 2. Լուսանկարի մասնիկների տրամագծի որոշումը | | | |

§10. ՄՈԼԵԿՈՒԼՆԵՐԻ ՇԱՐԺՈՒՄԸ: ԴԻՖՈՒԶԻԱ

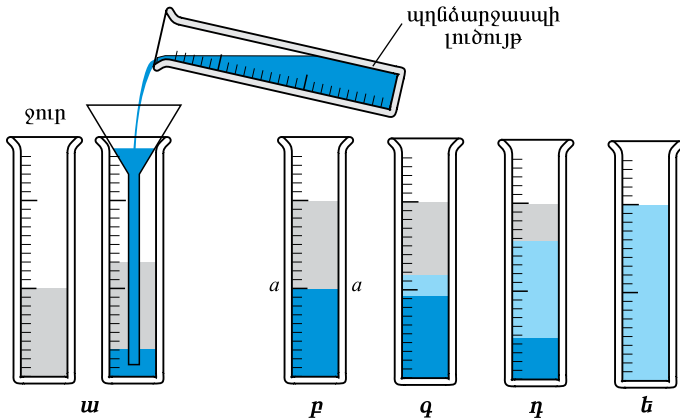
Ձեզ արդեն հայտնի է, որ բոլոր կյուլթերը կազմված են մանրագույն մասնիկներից՝ ատոմներից, մոլեկուլներից: Այս պարագրաֆում դուք կիմանաք, որ կյուլթի կառուցվածքային մասնիկները երբեք չդադարող շարժման մեջ են, կծանոթանաք կյուլթերի ինքնակամ խառնվելու՝ դիֆուզիայի երևույթին:

1 Մոլեկուլների շարժումը բացատրող փորձեր

Եթե սենյակում բացենք օձանելիքի սրվակը, ապա որոշ ժամանակ անց սենյակը կլցվի բուրմունքով: Սա բացատրվում է նրանով, որ օձանելիքի մոլեկուլները դուրս են գալիս սրվակից և բախվում սենյակի օդի մոլեկուլներին: Այդ բախումներն անկանոն են և պատահական, որի հետևանքով օձանելիքի մոլեկուլներն անընդհատ փոխում են իրենց շարժման ուղղությունները՝ տարածվելով ամբողջ սենյակում:

Կատարենք ևս մեկ փորձ: Ջրով լցված անոթի մեջ երկար ձագարով լցնենք ջրից մեծ խտություն ունեցող պղնձարջասալի կապտագույն լուծույթ (նկ. 30, ա): Քանի որ պղնձարջասալը ծանր է ջրից, այն չի խառնվում ջրին: Ձագարը զգուշորեն հեռացնելույ հետո կտեսնենք ջրի և պղնձարջասալի շերտերի միջև ընդգծված aa սահմանը (նկ. 30, բ): Մի քանի օր անց կտեսնենք, որ

այդ սահմանը չբացել է. պղնձարջասալը թափանցել է ջրի զբաղեցրած տիրույթը՝ առաջացնելով բաց կապույտ անցումային շերտ (նկ. 30, գ): Եվս մի քանի օր անց անցումային շերտի չափերն ավելի կմեծանան (նկ. 30, դ), որն ապացույցում է պղնձարջասալի առկայությունը ջրի վերին շերտերում: Ի վերջո, երկու-երեք շաբաթ անց կտեսնենք, որ ամբողջ անոթը լցված է բաց կապույտ գույն հեղուկով (նկ. 30, ե):

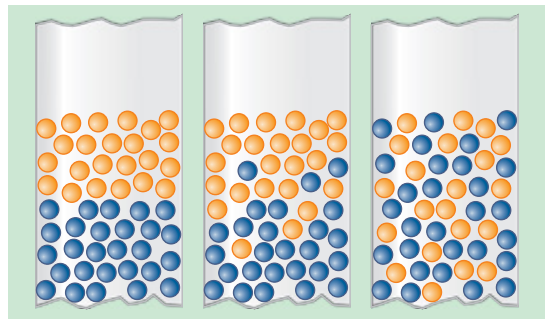


Նկ. 30. Պղնձարջասալի լուծույթի և ջրի միախառնվելու երևույթը

Այս փորձը նույնպես ցույց է տալիս, որ և՛ ջուրը, և՛ պղնձարջասալի լուծույթը բաղկացած են մոլեկուլներից, որոնք կատարում են անկանոն, պատահական շարժումներ:

2 Դիֆուզիայի երևույթը

Վերը նկարագրված փորձում պղնձարջասալի մոլեկուլները թափանցում են ջրի սյան ստորին շերտ, իսկ ջրի մոլեկուլները՝ պղնձարջասալի լուծույթի վերին շերտ, որի հետևանքով հեղուկների միջև սկզբնական ընդգծված սահմանը լողովում է (նկ. 31): Քանի որ անոթի ստորին մասում պղնձարջասալի մոլեկուլների խտությունը միշտ ավելի մեծ է, քան վերին շերտերում, ապա ժամանակի ընթացքում ստորին շերտից ավելի շատ մոլեկուլներ են հեռանում, քան վերադառնում են:



Նկ. 31. Պղնձարջասալի լուծույթի և ջրի միախառնվելու երևույթը

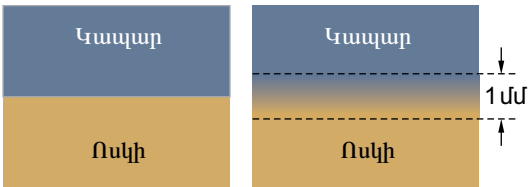
Նույն կերպ ջրի ավելի շատ մոլեկուլներ են անցնում պղնձարջասալի լուծույթի տիրույթ, քան այնտեղից վերադառնում: Ի վերջո, տեղի է ունենում ջրի

և պղնձարջասալի լուծույթի ինքնաբերական խառնում: Այս երևույթն անվանում են **դիֆուզիա**:

Նյութերի ինքնաբերական խառնման երևույթը կոչվում է դիֆուզիա:

Այսպիսով՝ դիֆուզիան մի նյութի մոլեկուլների ներթափանցումն է մյուս նյութի միջմոլեկուլային տարածություններ, որը տեղի է ունենում նյութերի մոլեկուլների անկանոն, պատահական շարժումների հետևանքով:

Գազերում դիֆուզիան ընթանում է շատ ավելի արագ, քան հեղուկներում: Դա հասկանալի է, քանի որ մոլեկուլների միջև հեռավորությունները գազերում շատ ավելի մեծ են, քան հեղուկում, ուստի գազերի փոխադարձ ներթափանցումն ավելի արագ է ընթանում, քան հեղուկներինը:



Նկ. 32. Դիֆուզիայի երևույթը կապարի և ոսկու միջև

Դիֆուզիա տեղի է ունենում նաև պինդ մարմիններում, սակայն շատ ավելի դանդաղ, քան հեղուկներում: Հայտնի փորձերից մեկում կապարի և ոսկու լավ հղկված թիթեղները սենյակային ջերմաստիճանում (20 °C) 5 տարվա ընթացքում

միմյանց մեջ են ներթափանցել ընդամենը 1 մմ (Նկ. 32):

Դիֆուզիայի երևույթը մեզ հուշում է, որ նյութի մոլեկուլներն անընդհատ շարժվում են, ընդ որում՝ ամենատարբեր ուղղություններով: Հետևաբար, կարելի է ասել, որ մոլեկուլների շարժումները, իրոք, լիովին անկանոն են, այլ կերպ ասած՝ ունեն **քառասային** բնույթ:

Չերմաստիճանը բարձրացնելիս դիֆուզիայի երևույթը տեղի է ունենում ավելի արագ: Եթե պղնձարջասալի լուծույթի և ջրի դիֆուզիայի փորձը կատարենք ավելի բարձր ջերմաստիճանում, ապա կտեսնենք, որ անոթում հեղուկն ընդունում է նույն գույնը արդեն մի քանի օրվա ընթացքում: Նույնպիսի վարք դիտվում է նաև պինդ մարմինների դիֆուզիայի ընթացքում:

3 Դիֆուզիայի դերը բնության մեջ

Դիֆուզիան կարևոր դեր է խաղում բնության մեջ: Դրա շնորհիվ են բույսերը հողից ստանում ջուր՝ նրա մեջ լուծված օգտակար նյութերով: Դիֆուզիայի շնորհիվ է մարդկանց և կենդանիների թոքերում թթվածինն օդից անցնում արյան մեջ և հասնում բոլոր օրգաններին ու հյուսվածքներին:

Դիֆուզիայի երևույթն օգտագործում են նաև կենցաղում: Օրինակ՝ բանջարեղենը (վարունգ, կաղամբ, լոլիկ և այլն) թթու դնելիս ջրում լուծված աղը և այլ նյութեր դիֆուզիայի հետևանքով թափանցում են նրանց մեջ:

Դիֆուզիայի երևույթը բազմապիսի կիրառություններ ունի նաև արտադրության մեջ:

Ամփոփում

1. Նյութի մասնիկները՝ ատոմները, մոլեկուլները, կատարում են անընդհատ քառասային շարժում:
2. Նյութերի՝ ինքնաբերաբար մեկը մյուսին խառնվելու երևույթն անվանում են դիֆուզիա:
3. Դիֆուզիան մի նյութի մոլեկուլների՝ մյուս նյութի միջմոլեկուլային տարածություններ ներթափանցելու երևույթն է, որն իր հերթին պայմանավորված է մոլեկուլների անկանոն շարժումներով:
4. Գազերում դիֆուզիան ավելի արագ է ընթանում, քան հեղուկներում: Պինդ մարմիններում դիֆուզիան ընթանում է շատ ավելի դանդաղ, քան հեղուկներում:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Թվարկե՛ք նյութի մասնիկների շարժումը հաստատող երևույթներ:
2. Ինչպե՞ս է բացատրվում օծանելիքի բուրմունքի տարածումը սեյակում:
3. Ի՞նչ է դիֆուզիան:
4. Նյութի ո՞ր վիճակում է հնարավոր դիֆուզիայի երևույթը:
5. Միևնույն ջերմաստիճանում դիֆուզիան ո՞ր ագրեգատային վիճակում է ավելի արագ տեղի ունենում:
6. Թվարկե՛ք դիֆուզիայի երևույթի օրինակներ բնության մեջ և կենցաղում:

§ 11. ՄՈԼԵԿՈՒԼՆԵՐԻ ԶԱՌՍԱՅԻՆ ՇԱՐՄԱՆ ԱՐՎԱԳՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՋԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԸ

Ի՞նչ է տեղի ունենում, երբ մարմինը տաքացնում են: Ինչո՞վ է տաք մարմինը տարբերվում սառը մարմնից: Նախքան այս պարագրաֆի նյութին ծանոթանալը մտածե՛ք այդ մասին և առաջադրե՛ք ձեր վարկածը: Այս հարցերին անդրադարձե՛ք նաև ստորև բերված նյութին ծանոթանալուց հետո և ստուգե՛ք ձեր առաջադրած վարկածի ճշմարտացիությունը:

1 Ջերմաստիճանը՝ որպես մարմնի տաքացվածության աստիճանը բնութագրող մեծություն

Առօրյա կյանքից գիտենք, որ տաք ջուրը հովացնելու համար նրան սառը ջուր են խառնում. ստացված խառնուրդն ավելի սառն է, քան տաք ջուրը, բայց ավելի տաք է, քան ավելացված սառը ջուրը: Այսինքն՝ տաք և սառը ջրերն իրար խառնելիս տաք ջուրը հովանում է, իսկ սառը ջուրը՝ տաքանում:

Կարելի է կրկնել փորձը՝ տաք ջրի մեջ ընկղմելով սենյակային ջերմաստիճանի պողպատե գնդիկը: Որոշ ժամանակ անց կհամոզվենք, որ անոթի ջուրը հովացել է, իսկ պողպատե գնդիկն ավելի տաք է, քան մինչև ջրի մեջ ընկղմելը:

Կատարենք մեկ այլ փորձ: Տաք օդով լցված բարակ պատերով գնդակն իջեցնենք սառը ջրով լցված անոթի մեջ: Որոշ ժամանակ անց կտեսնենք, որ գնդակը սմքել է, իսկ անոթի ջուրը՝ փոքր-ինչ տաքացել:

Նշված փորձերից հետևում է, որ տաք և սառը մարմինները (ջուրը՝ ջրի հետ, ջուրը՝ պողպատե գնդիկի հետ, ջուրը՝ տաք օդի հետ) միմյանց հպելիս տաք մարմինը միշտ հովանում է, իսկ սառը մարմինը՝ տաքանում:

Մարմինների տաքացվածության աստիճանը բնութագրող ֆիզիկական մեծությունն անվանում են ջերմաստիճան:

Որքան տաք է մարմինը, այնքան բարձր է նրա ջերմաստիճանը:

2 **Ջերմաստիճանը՝ որպես մարմնի մասնիկների ջերմային շարժման արագության քանակական չափ**

Քանի որ ջերմաստիճանը բնորոշում է մարմնի վիճակը, ապա այն պետք է կապված լինի մարմնի մասնիկների վարքի հետ: Որո՞նք էլի կապը գտնելու համար դարձյալ դիմենք մեզ հայտնի որոշ դիտարկումների:

Գարնանն անձրևից հետո ջրափոսերում հավաքված ջուրը մնում է բավական երկար ժամանակ, իսկ ամռանը, երբ օդի ջերմաստիճանը բարձր է, ջրափոսերն արագ չորանում են: Ջրափոսերի չորանալը ջրի գոլորշացման հետևանք է, այսինքն՝ ջրի մոլեկուլները ջրից անցնում են օդ: Ջերմաստիճանի բարձրացման դեպքում ջրի ավելի արագ գոլորշանալը կարելի է բացատրել ջրի մոլեկուլների անկանոն, քառասյին շարժումների արագությունների աճով:

Դիֆուզիայի երևույթն ուսումնասիրելիս պարզեցինք, որ ջերմաստիճանը բարձրացնելիս նյութերն ինքնաբերաբար ավելի արագ են խառնվում թե՛ գազերում, թե՛ հեղուկներում, թե՛ պինդ մարմիններում: Այսինքն՝ ջերմաստիճանը բարձրանալու հետ մեծանում են նյութի մասնիկների անկանոն, քառասյին շարժման արագությունները:

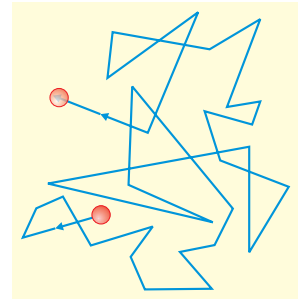
Ընդունված է մարմնի մասնիկների՝ ատոմների և մոլեկուլների անկանոն, քառասյին շարժումն անվանել **ջերմային շարժում**:

Մոլորական պայմաններում, օրինակ, օդի մոլեկուլի անկանոն, քառասյին շարժմանը անցած ճանապարհը կարելի է մոտավորապես պատկերացնել որպես բեկյալ գիծ, ինչպես պատկերված է 33-րդ նկարում: Բեկյալի ուղղագիծ հատվածները պատկերում են մի բախումից մինչև հաջորդ բախումը մոլեկուլի անցած ճանապարհը (մասշտաբը՝ 1:1 000 000):

Գազում կան և՛ չափազանց արագ շարժվող մոլեկուլներ, և՛ զգալիորեն դանդաղ շարժվող մոլեկուլներ: Սակայն այդպիսիք շատ չեն: Մոլեկուլների մեծ մասը շարժվում է այնպիսի արագություններով, որոնք համեմատաբար քիչ են տարբերվում մի որոշ, այսպես կոչված, **հավանական արագությունից**: Այսուհետ խոսելով մոլեկուլների ջերմային շարժման արագության մասին,

մենք նկատի կունենանք հենց այդ հավանական արագությունը:

Այսպիսով՝ կարելի է ասել, որ ինչքան բարձր է մարմնի ջերմաստիճանը, այնքան մեծ է մարմնի մասնիկների ջերմային շարժման արագությունը: Օրինակ՝ 0°C ջերմաստիճանում ջրածնի մոլեկուլների ջերմային շարժման արագությունը մոտավորապես 1800 մ/վ է, թթվածնի մոլեկուլներինը՝ 450 մ/վ, իսկ 200°C ջերմաստիճանում՝ համապատասխանաբար՝ 2300 մ/վ և 585 մ/վ:



Նկ. 33. Գազի մոլեկուլների շարժման մոտավոր հետազիծը

Ամփոփում

1. Մարմնի տաքացվածության աստիճանը բնութագրող ֆիզիկական մեծությունն անվանում են ջերմաստիճան: Որքան տաք է մարմինը, այնքան բարձր է նրա ջերմաստիճանը:
2. Ջերմաստիճանը կապված է մարմնի մոլեկուլների շարժման արագությունների հետ. ջերմաստիճանի բարձրացմանը զուգընթաց մեծանում են մոլեկուլների անկանոն, քաոսային շարժման արագությունները, այլ կերպ ասած՝ մեծանում է ջերմային շարժման արագությունը:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. *Բնչ է կատարվում տաք և սառը մարմիններն իրար հպելիս:*
2. *Ինչո՞վ են տաք ջրի մոլեկուլները տարբերվում սառը մարմնի մոլեկուլներից:*
3. *Ո՞ր ֆիզիկական մեծությունն է բնորոշում մարմնի տաքացվածության աստիճանը:*
4. *Բնչ կապ կա մոլեկուլների անկանոն շարժման արագությունների և մարմնի ջերմաստիճանի միջև:*
5. *Բնչ կարգի մեծություններ են մոլեկուլների ջերմային շարժման արագությունները:*

Գործնական աշխատանքներ

Դասընկերոջ հետ կատարե՛ք հետևյալ փորձը.

Վերցրե՛ք վայրկենացույց սլաքով ժամացույց, չափերիզ, օծանելիքի սրվակ և կանգնե՛ք սենյակի տարբեր անկյուններում:

Երբ ձեր դասընկերը բացի սրվակը, դուք նշե՛ք սրվակը բացելու և օծանելիքի հոտը զգալու պահերը: Չափե՛ք հեռավորությունը ձեր և ձեր ընկերոջ միջև և որոշե՛ք դիֆուզիայի արագությունը:

Փորձը կրկնե՛ք երեք անգամ և գտե՛ք դիֆուզիայի միջին արագությունը, որը հավասար է յուրաքանչյուր չափման ժամանակ ստացած արագությունների զումարին՝ բաժանած չափումների թվին:

Դիֆուզիայի արագությունը համեմատե՛ք գազի, օրինակ՝ թթվածնի մոլեկուլների ջերմային շարժման միջին արագության հետ: Ինչպե՞ս կբացատրեք արագությունների այդ տարբերությունը:

§12. ՋԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԱՅԻՆ ՍԱՆԴՂԱԿ: ՋԵՐՄԱՉԱՓ

Մարմնի տաքացվածության աստիճանը՝ ջերմաստիճանը, որոշում են հատուկ չափիչ սարքի՝ ջերմաչափի միջոցով: Թե որ երևույթն է ընկած ջերմաչափի աշխատանքի հիմքում, ինչպիսի՞ ջերմաստիճանային սանդղակներ գոյություն ունեն, կիմանաք այս պարագրաֆում

1 Ջերմաստիճանը՝ որպես տաքի և ցրտի օբյեկտիվ գնահատման ֆիզիկական մեծություն

Չմոռանք տաք սենյակից փողոց դուրս գալիս ձեզ թվում է, թե փողոցում ցուրտ չէ:

Եթե ձեր ձեռքը նախ՝ հպեք մայթեզրի ծառին և ապա՝ մոտակա լուսավորության մետաղե սյանը, վերջինս շատ ավելի սառը կթվա, քան ծառը, թեպետ թե՛ ծառը, թե՛ մետաղե սյունը նույն ջերմաստիճանում (նույն պայմաններում) են: Այս, ինչպես նաև բազմաթիվ այլ օրինակներ համոզում են, որ մեր զգայարաններով ջերմաստիճանի գնահատումը շատ մոտավոր է:

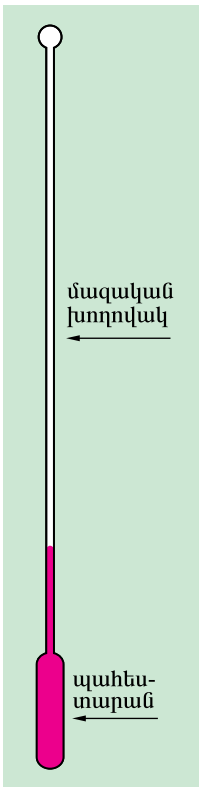
Ինչպես և յուրաքանչյուր ֆիզիկական մեծություն, ջերմաստիճանը նույնպես կարելի է որոշել չափումների միջոցով: Դրա համար նախատեսված սարքերն անվանում են ջերմաչափներ: Առավել տարածված հեղուկային ջերմաչափներում օգտագործվում է հեղուկի ջերմային ընդարձակման երևույթը:

2 Հեղուկային ջերմաչափ

Լաբորատորիաներում և բժշկության մեջ հիմնականում օգտագործում են սնդիկային ջերմաչափներ, իսկ կենցաղային ջերմաչափներում որպես հեղուկ սովորաբար կիրառում են գունավորված սպիրտ:

Հեղուկային ջերմաչափներ, սակայն, կարելի է օգտագործել միայն ջերմաստիճանների որոշակի տիրույթում, քանի որ ցածր ջերմաստիճաններում հեղուկը պնդանում է, իսկ բարձր ջերմաստիճաններում՝ արագ գոլորշանում: Օրինակ՝ սնդիկային ջերմաչափի համար այդ տիրույթը -38°C -ից 260°C ջերմաստիճանների միջև է: Սպիրտային ջերմաչափի աշխատանքային տիրույթն ընդգրկում է -112°C -ից մինչև 78°C ջերմաստիճանները, ուստի այն կարելի է գործածել Երկրի կամայական վայրում ջերմաստիճանը չափելու համար:

Հեղուկային ջերմաչափը բաղկացած է հեղուկով լցված ապակե պահեստարանից և նրան միացած մագակաճ խողովակից (նկ. 34): Պահեստարանում հեղուկի ծավալի ան-



Նկ. 34. Հեղուկային ջերմաչափ

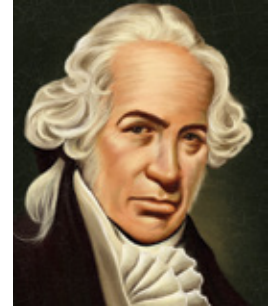
զամ ոչ մեծ փոփոխությունը բերում է մագական խողովակում հեղուկի սյան բարձրության զգալի փոփոխության, ընդ որում՝ որքան բարձր է հեղուկի ջերմաստիճանը, այնքան բարձր է հեղուկի սյունը:

3 Յելսիուսի և Ֆարենհայտի սանդղակներ, դրանց համեմատությունը

Ջերմաստիճանը չափելու համար օգտվում են տարբեր ջերմաստիճանաչին սանդղակներից: Լայնորեն տարածված է **Յելսիուսի սանդղակը**: Այս սանդղակում զրո աստիճան է (0°C) համարվում հալվող սառույցի ջերմաստիճանը, իսկ որպես հարյուր աստիճան (100°C)՝ 760մմ սնդիկի սյան ճնշման պայմաններում եռացող ջրի ջերմաստիճանը: Որպես Յելսիուսի սանդղակի մեկ աստիճան (1°C) ընտրված է նշված ջերմաստիճանային տիրույթի մեկհարյուրերորդական (1/100) մասը:



Անդերս Յելսիուս (1701–1744)



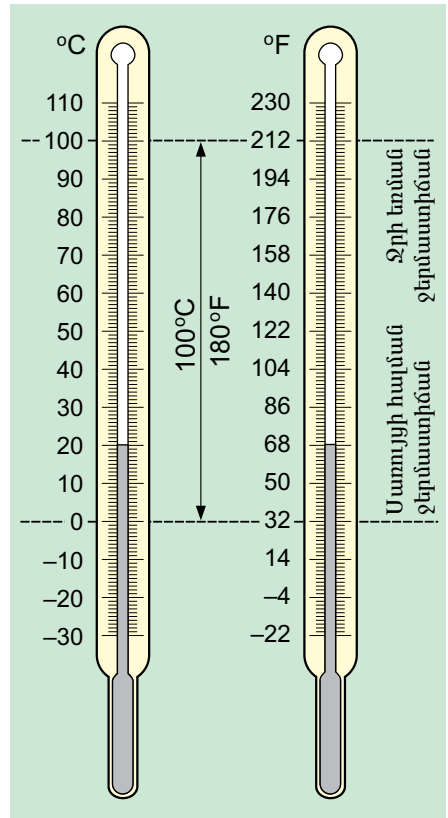
Դանիել Ֆարենհայտ (1686–1736)

ԱՄՆ-ում, Մեծ Բրիտանիայում և մի շարք այլ երկրներում տարածված ջերմաստիճանային հայտնի **Ֆարենհայտի սանդղակում** սառույցի հալման ջերմաստիճանը 32 աստիճանն է (32°F), իսկ ջրի եռման ջերմաստիճանը՝ 212 աստիճանը (212°F): Որպես Ֆարենհայտի սանդղակի մեկ աստիճան (1°F) ընտրված է նշված ջերմաստիճանային տիրույթի հարյուրութսուներորդական (1/180) մասը (նկ. 35): Այսպիսով՝ Յելսիուսի սանդղակի 100°C-ին համապատասխանում է 180°F, այսինքն՝

$$1^{\circ}\text{F} = \frac{100}{180}^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9}^{\circ}\text{C}:$$

$$1^{\circ}\text{C} = \frac{9}{5}^{\circ}\text{F}:$$

Նույն մարմնի ջերմաստիճանը կարելի է չափել տարբեր սանդղակներ ունեցող ջերմաչափներով և դրանց ցույցմուցները համեմատել միմյանց հետ:



Նկ. 35. Յելսիուսի և Ֆարենհայտի սանդղակների համեմատումը

Համեմատենք Ցելսիուսի և Ֆարենհայտի սանդղակները: Դիցուք՝ ջերմաստիճանը 20°C է: Քանի որ 0°C ջերմաստիճանը համապատասխանում է 32°F -ին, իսկ

$$20^{\circ}\text{C} = 32^{\circ}\text{F} + 20 \cdot \frac{9}{5}^{\circ}\text{F} = 68^{\circ}\text{F} ,$$

այսինքն՝ t_{F} ջերմաստիճանը՝ ըստ Ֆարենհայտի սանդղակի, և t_{C} ջերմաստիճանը՝ ըստ Ցելսիուսի սանդղակի, կապված են միմյանց հետ

$$t_{\text{F}} = 32 + \frac{9}{5}t_{\text{C}}$$

բանաձևով: Այս բանաձևից t_{C} -ն կարելի է արտահայտել t_{F} -ի միջոցով՝

$$t_{\text{C}} = \frac{5}{9}(t_{\text{F}} - 32)$$

Գիտարկենք մեկ օրինակ: Հայտնի է, որ առողջ մարդու մարմնի ջերմաստիճանը $36,6^{\circ}\text{C}$ է: Ըստ Ֆարենհայտի սանդղակի՝ այն կլինի՝

$$t_{\text{F}} = \left(32 + \frac{9}{5} \cdot 36,6 \right)^{\circ}\text{F} = 98^{\circ}\text{F}$$

4 Կելվինի սանդղակ

Գիտության մեջ հիմնականում օգտագործում են **բացարձակ ջերմաստիճանային սանդղակը**, որն առաջարկել է անգլիացի գիտնական լորդ Կելվինը (ընդունված է նաև **Կելվինի սանդղակ** անվանումը): Ի տարբերություն Ցելսիուսի և Ֆարենհայտի սանդղակների, որոնք ներմուծվել են փորձերի հիման վրա, Կելվինի սանդղակը հիմնված է մոլեկուլների քառային շարժման մասին պատկերացումների վրա:

Բացարձակ ջերմաստիճանային սանդղակին կժանոթանաք ավագ դպրոցի ֆիզիկայի դասընթացում:

Ամփոփում

1. Ջերմաստիճանն օբյեկտիվ գնահատելու համար օգտագործում են հատուկ չափիչ սարք՝ ջերմաչափ:
2. Առօրյայում և բժշկության մեջ առավել տարածված են հեղուկային ջերմաչափները, որոնց մեջ օգտագործում են սնդիկ և գունավորված սպիրտ:
3. Ջերմաստիճանը չափելու համար օգտագործում են Ցելսիուսի և Ֆարենհայտի սանդղակները, որոնց միջև կապը արտահայտվում է $t_{\text{F}} = 32 + 9/5 \cdot t_{\text{C}}$ և $t_{\text{C}} = 5/9(t_{\text{F}} - 32)$ բանաձևերով: Հայաստանի Հանրապետությունում կենցաղային ջերմաչափներն ունեն Ցելսիուսի սանդղակ:
4. Գիտության մեջ հիմնականում օգտագործում են բացարձակ ջերմաստիճանային սանդղակը, որն ընդունված է անվանել Կելվինի սանդղակ:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ինչպե՞ս է կոչվում մարմնի ջերմաստիճանը չափող սարքը:
2. Ինչպիսի՞ ջերմաչափներ գիտեք:
3. Ֆիզիկական ի՞նչ երևույթ են օգտագործում սնդիկային ջերմաչափում:
4. Ջերմաստիճանային ի՞նչ սանդղակներ գիտեք:
5. Ո՞ր ջերմաստիճաններն են ընտրված որպես Ցելսիուսի սանդղակի 0 °C և 100 °C ջերմաստիճաններ:
6. Որո՞նք են սառույցի հալման և ջրի եռման ջերմաստիճանները՝ ըստ Ֆարենհայտի սանդղակի:
7. Ինչպե՞ս են հարաբերվում Ցելսիուսի և Ֆարենհայտի սանդղակները:

Հետաքրքիր է իմանալ

ԲՆՈՒԹՅԱՆ ՄԵՋ ԵՎ ՏԵԽՆԻԿԱՅՈՒՄ ՀԱՆԴԻՊՈՂ ՁԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆՆԵՐ (°C)

| | |
|--|-----------|
| Արեգակի մակերևույթի ջերմաստիճանը | 6000 |
| Ներքին այրման շարժիչում այրման արգասիքների ջերմաստիճանը | 2100 |
| Հրաբխից դուրս հոսող լավայի ջերմաստիճանը | 1100-1200 |
| Սպիրտայրոցի բոցի ջերմաստիճանը | 1000 |
| Վեներայի (Արուսյակի) միջին ջերմաստիճանը | 470 |
| Երկրագնդի վրա ամենաբարձր ջերմաստիճանը (Հյուսիսային Աֆրիկա) | 58 |
| Մարսի (Հրատի) միջին ջերմաստիճանը | -60 |
| Երկրագնդի վրա ամենացածր ջերմաստիճանը (Անտարկտիդա) | -88 |
| Հեղուկ ազոտի ջերմաստիճանը | -196 |

ԿԱԹՆԱՍՈՒՆՆԵՐԻ ԵՎ ԹՌՉՈՒՆՆԵՐԻ ՄԱՐՄԻՆՆԵՐԻ ՁԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆՆԵՐԸ (°C)

| | | | |
|-----|------------|-------|-----------|
| Սազ | 41,5 | Հալ | 41 |
| Ջի | 39 - 40 | Կոլ | 38,5 - 40 |
| Խոզ | 38,5- 39,5 | Ճագար | 38,5 - 39 |

Լրացուցիչ ընթերցանության համար



§13. ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄ

ԽՆԴԻՐ 1. 0,003 մմ³ ծավալով յուղի կաթիլը բարակ շերտով տարածվել է ջրի մակերևույթին և զբաղեցրել 300 սմ² մակերես: Շերտի հաստությունը համարելով հավասար յուղի մոլեկուլի տրամագծին՝ որոշեք այդ տրամագիծը:

$$V = 0,003 \text{ մմ}^3$$

$$S = 300 \text{ սմ}^2$$

$$d = ?$$

Լուծում: Կաթիլի ծավալը՝ $V = Sd$, որտեղից էլ կգտնենք յուղի մոլեկուլի տրամագիծը՝

$$d = \frac{V}{S} :$$

Կաթիլի՝ ջրի մակերևույթին տարածված շերտի մակերեսն արտահայտելով մմ² -ով՝

$$S = 300 \cdot 100 \text{ մմ}^2 = 30\,000 \text{ մմ}^2,$$

կստանանք՝

$$d = \frac{0,003 \text{ մմ}^3}{30\,000 \text{ մմ}^2} = 0,0000001 \text{ մմ}$$

Պատասխանն արտահայտենք անգստրեմներով:

Քանի որ $1 \text{ \AA} = 0,000\,000\,01 \text{ սմ}$, ապա $d = 1 \text{ \AA}$:

Պատասխան՝ 1 \AA

ԽՆԴԻՐ 2. Կարելի՞ է ասել, որ անոթում պարունակվող գազի ծավալը հավասար է նրա մոլեկուլների ծավալների գումարին:

Լուծում: Թեպետ գազը զբաղեցնում է ամբողջ անոթի ծավալը, բայց վերջինս հավասար է ինչպես մոլեկուլների, այնպես էլ միջմոլեկուլային տարածության ծավալների գումարին:

Պատասխան՝ ոչ:

ԽՆԴԻՐ 3. Օդի, ինչպես նաև օդում առկա հեղուկների գոլորշիների մոլեկուլները շարժվում են վայրկյանում մի քանի հարյուր մետրի հասնող արագություններով: Իսկ ինչո՞ւ մոտակայքում բենզին թափվելու դեպքում մենք նրա հոտն ակնթարթորեն չենք զգում:

Լուծում: Մինչև A կետից B կետը հասնելը, բենզինի գոլորշու մոլեկուլները բազմապատիկ անգամ բախվում են օդի մոլեկուլների հետ, ինչի հետևանքով բենզինի մոլեկուլների՝ դեպի մեզ շարժվելու արագությունը նվազում է մի քանի տասնյակ անգամ: Դեպի մեզ բենզինի յուրաքանչյուր մոլեկուլի ուղիղ գծով կարճ ճանապարհը վերածվում է բեկյալ գծով պատկերվող երկար ճանապարհի (տես՝ նկարը): Ահա թե ինչու մենք բենզինի հոտն ակնթարթորեն չենք զգում:



ԽՆԴԻՐ 4. Տենդի ժամանակ հիվանդի ջերմաստիճանը 40°C է: Արտահայտել այն ըստ Ֆարենհայտի սանդղակի:

Լուծում: Համաձայն Ցելսիուսի և Ֆարենհայտի ջերմաստիճանային սանդղակների կապի՝

$$t_F = 32 + \frac{9}{5} \cdot t_C,$$

հետևաբար՝

$$t_F = \left(32 + \frac{9}{5} \cdot 40 \right) ^\circ F = 104^\circ F:$$

Պատասխան՝ $104^\circ F$:

ԽՆԴԻՐ 5. Ո՞ր ջերմաստիճանն ունի նույն արժեքը և՛ Ցելսիուսի, և՛ Ֆարենհայտի ջերմաստիճանային սանդղակներում:

Լուծում: Եթե ջերմաստիճանն ընդունում է նույն թվային արժեքը՝ $t_F = x^\circ F$ և $t_C = x^\circ C$, ապա, համեմատելով Ցելսիուսի և Ֆարենհայտի սանդղակները, x մեծության համար կստանանք հետևյալ հավասարումը՝

$$x = \frac{5}{9}(x - 32) \quad \text{կամ} \quad \frac{4}{5}x = -32, \quad x = -40,$$

այսինքն՝ $t_F = -40^\circ F$ և $t_C = -40^\circ C$:

Պատասխան՝ $-40^\circ F$, $-40^\circ C$:

ԹԵՄԱՅԻ ԱՍՓՈՓՈՒՄ

1. Բազմաթիվ տարատեսակ փորձերը վկայում են, որ Նյուլթը հոծ չէ, այն բաղկացած է առանձին մասնիկներից՝ մոլեկուլներից և ատոմներից, որոնք ունեն չափազանց փոքր չափեր:
2. Նյութի մասնիկները կատարում են անկանոն, քառասյին շարժում, ինչի հետևանք է դիֆուզիան՝ նյութերի ինքնաբերաբար խառնվելու երևույթը:
3. Որքան արագ են շարժվում մասնիկները, այնքան բարձր է մարմնի ջերմաստիճանը: Դա է պատճառը, որ դիֆուզիան ավելի արագ է ընթանում բարձր ջերմաստիճանների դեպքում:
4. Ջերմաստիճանը չափելու համար օգտագործում են Ցելսիուսի, Ֆարենհայտի և Կելվինի ջերմաստիճանային սանդղակները:

ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ՇԱՐԺՈՒՄ

Այս թեմայի ուսումնասիրության արդյունքում դուք կխորացնեք ձեր պատկերացումները մեխանիկական շարժման մասին, կիմանաք, թե ինչ է հավասարաչափ շարժումը, կկարողանաք փորձով և հաշվարկներով որոշել հավասարաչափ շարժումը բնութագրող ֆիզիկական մեծությունները՝ ճանապարհային արագությունը, ճանապարհը, ժամանակը:

§14. ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ՇԱՐԺՈՒՄ, ՇԱՐՇՄԱՆ ՀԱՐԱԲԵՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ինչ է մեխանիկական շարժումը: Ինչպե՞ս կարող ենք որոշել՝ շարժվո՞ւմ է մարմինը, թե՞ դադարի վիճակում է: Ինչ է հաշվարկման մարմինը: Ինչ է նշանակում շարժման կամ դադարի հարաբերականությունը: Այս հարցերի պատասխանները դուք կստանաք ստորև:

1 Մեխանիկական շարժում

Չեզնից ո՞վ չի տեսել, թե ինչպես են փողոցում շարժվում ավտոմեքենաները և մարդիկ, ինչպես են օդում սավառնում ինքնաթիռները և ճախրում թռչունները, ինչպես են հոսում գետերն ու առվակները, ինչպես են տատանվում ծառի ճյուղերը և այլն: Շարժվում են ինչպես երկրագնդի, այնպես էլ տիեզերքի մարմինները. մոլորակները պտտվում են Արեգակի շուրջը, Երկրի արհեստական արբանյակները և Լուսինը՝ Երկրի շուրջը: Շարժվում են նաև աստղերը: Այս բոլոր շարժումները մեխանիկական շարժման օրինակներ են:

Իսկ ի՞նչ ենք հասկանում «մարմնի շարժում» ասելով: Չնայած առօրյա դիտումները հնարավորություն են տալիս որոշակի պատկերացում կազմելու մարմինների շարժումների մասին, սակայն այս հարցին հստակ պատասխանելն այնքան էլ հեշտ չէ: Համոզվելու համար հարցրեք ձեր դասընկերներին՝ շարժվո՞ւմ են արդյոք ձեր դպրոցի շենքը, դասասենյակը կամ պուրակի հուշարձանը: Նրանց մի մասն անմիջապես կպատասխանի. «Իհարկե, ո՛չ, ինչպե՞ս կշարժվեն շենքը, հուշարձանը. դրանք դադարի վիճակում են»:

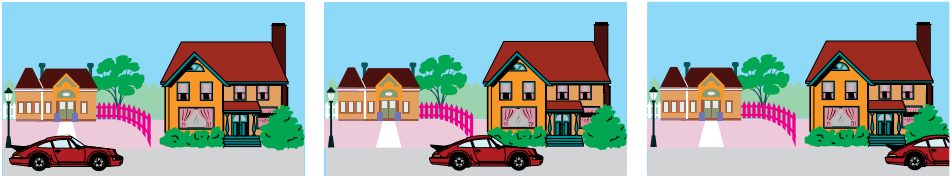
Բայց այդ պատասխանը ճիշտ չէ:

Ինչպես գիտեք, երկրագունդը պտտվում է Արեգակի շուրջը, հետևաբար՝ նրա մակերևույթի բոլոր մարմինները, այդ թվում՝ նաև շենքերն ու հուշարձանները նույնպես պտտվում են Արեգակի շուրջը: Նմանապես չի կարելի պնդել, որ թռչող ինքնաթիռում նստած ուղևորը շարժվում է, քանի որ նա շարժվում է երկրագնդի նկատմամբ, սակայն ինքնաթիռի նկատմամբ դադարի վիճակում

է: Այս օրինակները ցույց են տալիս, որ շարժման վերաբերյալ մեր առօրյա պատկերացումներն ամբողջական չեն և հաճախ խաբուսիկ են:

Վերադառնանք մեր առօրյա դիտումներին և փորձենք պարզել, թե սովորաբար ինչպե՞ս են որոշում շարժվում է արդյոք այս կամ այն մարմինը, թե՞ ոչ:

Եթե հետևենք փողոցում շարժվող ավտոմեքենային, կնկատենք, որ ժամանակի ընթացքում այն անընդհատ փոխում է իր դիրքը շրջապատի շենքերի, ծառերի նկատմամբ (նկ. 36): Օդում թռչող ինքնաթիռը փոխում է իր դիրքն ամպերի նկատմամբ:



Նկ. 36. Շարժվող ավտոմեքենան փոխում է իր դիրքը ծառերի և տների նկատմամբ

Պատկերացրեք՝ նստած ենք նավահանգստից ուղևորության մեկնող նավի մի սենյակում, որի պատուհանը վարագույրով ծածկված է: Կկարողանա՞նք արդյոք ասել՝ նավը սկսե՞լ է շարժվել, թե՞ ոչ: Հավանաբար՝ ոչ: Աշխատող շարժիչի ձայնը կամ նավի ճոճվելը մեզ չեն օգնի այս հարցում, քանի որ հնարավոր է՝ շարժիչն աշխատի, իսկ նավը ճոճվի ինչպես շարժման, այնպես էլ տեղում կանգնած վիճակում: Ուրեմն՝ ի՞նչ անել: Պարզապես պետք է բացել վարագույրը և նայել արևի մարմիններին: Եթե ժամանակի ընթացքում նավի դիրքը փոխվում է դրանց նկատմամբ, նշանակում է՝ նավը շարժվում է, իսկ եթե չի փոխվում, ուրեմն այն լողում է տեղում:

Բերված օրինակները ցույց են տալիս, որ շարժման ժամանակ մարմինը փոխում է իր դիրքը շրջապատի մարմինների նկատմամբ:

Ժամանակի ընթացքում մարմնի դիրքի փոփոխությունն այլ մարմինների նկատմամբ կոչվում է մեխանիկական շարժում:

2 Հաշվարկման մարմին

Մենք չենք կարողանա պնդել՝ շարժվում է մարմինը, թե՞ ոչ, քանի դեռ չենք նշել՝ ո՞ր մարմնի նկատմամբ:

Այն մարմինը, որի նկատմամբ դիտարկվում է այլ մարմինների շարժումը, կոչվում է հաշվարկման մարմին:

Եթե մարմնի դիրքը ժամանակի ընթացքում չի փոխվում տվյալ հաշվարկման մարմնի նկատմամբ, ապա ասում են, որ դրա նկատմամբ մարմինը դադարի վիճակում է: Օրինակ՝ տները և ծառերը դադարի վիճակում են Երկրի նկատմամբ:

Կարելի է որպես հաշվարկման մարմին ընտրել կամայական մարմին: Սա նշանակում է, որ մինևույն շարժումը կարելի է դիտարկել տարբեր հաշվարկման մարմինների նկատմամբ:

3 Շարժման և դադարի հարաբերականությունը

Ինչ կարելի է ասել շարժվող գնացքի վագոնում նստած ուղևորի շարժման մասին: Նրա կողքի ուղևորը կասի, որ նա անշարժ նստած է վագոնում և վագոնի նկատմամբ դադարի վիճակում է, իսկ կառամատույցին կանգնած դիտողը կպնդի, որ նա շարժվում է գետնի նկատմամբ:

Այս երկու պնդումներն էլ ճիշտ են: Առաջին դեպքում՝ ուղևորը որպես հաշվարկման մարմին ընտրել է գնացքը, իսկ երկրորդ դեպքում՝ կառամատույցին կանգնած դիտողն ընտրել է գետինը: Այսպիսով՝ **շարժումը և դադարը հարաբերական են**, ամեն ինչ կախված է հաշվարկման մարմնի ընտրությունից:

Մենք ապրում ենք Երկրի վրա և առօրյա կյանքում, որպես հաշվարկման մարմին, սովորաբար ընտրում ենք երկրագունդը: Այն համարում ենք անշարժ և այլ մարմինների շարժումը դիտարկում նրա նկատմամբ:

| Ամփոփում | |
|----------|---|
| 1. | Ժամանակի ընթացքում մարմնի դիրքի փոփոխություն և այլ մարմինների նկատմամբ անվանում են մեխանիկական շարժում: |
| 2. | Չի կարելի պնդել՝ շարժվում է արդյոք այս կամ այն մարմինը, թե ոչ, քանի դեռ չենք նշել, թե որ մարմնի նկատմամբ: |
| 3. | Այն մարմինը, որի նկատմամբ դիտարկվում է այլ մարմինների շարժումը, կոչվում է հաշվարկման մարմին: |
| 4. | Շարժումը և դադարը հարաբերական են: Մարմինը կարող է դադարի վիճակում լինել հաշվարկման մի մարմնի նկատմամբ, սակայն շարժվել մեկ այլ հաշվարկման մարմնի նկատմամբ: |

| Հարցեր և առաջադրանքներ | |
|------------------------|---|
| 1. | Ի՞նչ է մեխանիկական շարժումը: |
| 2. | Նշված ռի դեպքերում է կատարվում մեխանիկական շարժում. ա) աղջիկը դաշնամուր է նվագում, բ) լամպը լուսարձակում է, գ) անձրև է գալիս: |
| 3. | Ո՞ր մարմինն են անվանում հաշվարկման մարմին: |
| 4. | Շարժվող գնացքի վագոնում սեղանի վրա դրված է գիրք: Ո՞ր մարմինների նկատմամբ է գիրքը՝ ա. շարժվում, բ. դադարի վիճակում: |
| 5. | 4-րդ աղյուսակի ծախս սյունակում տրված են մեխանիկական շարժման օրինակներ: Փորձեք գրված պնդումները հիմնավորել աջ սյունակում: |

ԱՂՅՈՒՄԱԿ 4

| Կարելի է պնդել, որ... | քանի որ |
|------------------------------|---------|
| գրելիս գրիչը շարժվում է, | |
| ինքնաթիռը շարժվում է, | |
| ժամացույցի սլաքը շարժվում է, | |

6. «Բնություն» դասընթացից ձեզ հայտնի է, որ Երկիրը պտտվում է Արեգակի շուրջը, միևնույն ամենօրյա մեր դիտումները ցույց են տալիս, որ, առավոտյան ծագելով, Արեգակը շարժվում է Երկրի շուրջը և երեկոյան մայր մտնում: Ո՞ր պնդումն է ճիշտ՝ Երկիրն է պտտվում Արեգակի շուրջը, թե՞ Արեգակը՝ Երկրի:
7. Շարժվում է արդյոք արեռոնի նստած աշակերտը: Ընտրե՛ք ճիշտ պատասխանը.
 1. այո, միշտ, 2. ոչ մի դեպքում, 3. շարժվում է Արեգակի նկատմամբ, 4. դադարի վիճակում է Արեգակի նկատմամբ:

§15. ՇԱՐՄԱՆ ՀԵՏԱԳԻԾ, ՃԱՆԱՊԱՐՀ

Ի՞նչ է նյութական կետը: Ի՞նչն են անվանում մարմնի հետագիծ: Ըստ հետագծի տեսքի՞ ինչպե՞ս են դասակարգում մեխանիկական շարժումները: Ո՞ր ֆիզիկական մեծությունն են անվանում մարմնի անցած ճանապարհ: Այս հարցերը կքննարկվեն ստորև:

1 Նյութական կետ

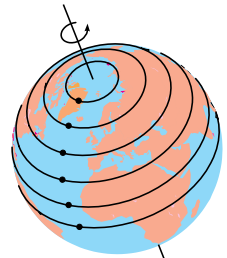
Այժմ, երբ դուք որոշակի պատկերացում ունեք մեխանիկական շարժման մասին, անցնենք դրա ուսումնասիրմանը: Այդ նպատակով նախ ծանոթանանք մի քանի կարևոր հասկացությունների:

Վերցրեք տետրի թերթ և որոշ բարձրությունից այն բայ թողեք: Թերթը օրորվելով կընկնի գետնին: Եթե այդ թերթը ճնշեք և նորից նույն բարձրությունից բայ թողնեք, այն կշարժվի ուղիղ գծով և ավելի շուտ կհասնի գետնին: Փորձը ցույց է տալիս, որ միևնույն պայմաններում շարժման բնույթը կախված է մարմնի ձևից և չափերից:

Մարմնի չափերը հաշվի առնելը կարևոր է նաև այն պատճառով, որ հաճախ նրա առանձին մասերը կատարում են տարբեր շարժումներ: Օրինակ՝ երբ դիտարկում ենք Երկրի պտույտը առանցքի շուրջը, նրա մակերևույթի տարբեր կետեր մեկ օրում գծում են տարբեր շառավիղներով շրջանագծեր (նկ. 37):

Սակայն միշտ չէ, որ շարժումը նկարագրելիս մարմնի չափերն էական են: Եթե, օրինակ, գետնին կանգնած մարդն ուսումնասիրում է մեծ բարձրությամբ թռչող ինքնաթիռի շարժումը, ապա ինքնաթիռի չափերն ամենևին կարևոր չեն, քանի որ դրանք շատ փոքր են մարդուց մինչև ինքնաթիռ հեռավորությունից: Կամ՝ մեկ ուրիշ օրինակ: Եթե ուզում ենք հաշվել, թե որքան ժամանակում է արհեստական արբանյակը մեկ պտույտ կատարում Երկրի շուրջը, արբանյակի չափերը մեզ չեն հետաքրքրում: Նման դեպքերում մարմնի չափերը կարելի է անտեսել և այն դիտարկել որպես նյութական կետ:

Այն մարմինը, որի չափերը տվյալ պայմաններում կարելի է անտեսել, կոչվում է նյութական կետ:



Նկ. 37. Երկրագնդի մակերևույթի տարբեր կետեր մեկ օրվա ընթացքում գծում են տարբեր շառավիղներով շրջանագծեր

Այստեղ «նյութական» բառը շեշտում է դրա տարբերությունը երկրաչափական կետից: Նյութական կետը ֆիզիկական մարմին է՝ օժտված որոշակի հատկություններով, մինչդեռ երկրաչափական կետը գուրկ է դրանցից: Իրականում բնության մեջ նյութական կետ գոյություն չունի: Դա հասկացություն է, որը սահմանում ենք պարզեցնելու համար մարմնի շարժման ուսումնասիրումը:

Սահմանման մեջ մտնող «տվյալ պայմաններում կարելի է անտեսել» բառակապակցությունը ցույց է տալիս, որ տվյալ մարմինը նյութական կետ համարելը կախված է դիտարկվող խնդրի պայմաններից: Օրինակ՝ Երևանից Փարիզ թռչող ինքնաթիռի շարժումը դիտարկելիս ինքնաթիռը կարելի է համարել նյութական կետ, քանի որ դրա չափերը շատ փոքր են Երևան–Փարիզ հեռավորությունից: Սակայն ինքնաթիռի վերելքն ու վայրէջքը կամ օդի դիմադրության դերն ուսումնասիրելիս ինքնաթիռի ձևն ու չափերը էական նշանակություն ունեն, և այն չի կարելի նյութական կետ համարել: Մեկ այլ օրինակ: Երբ ուսումնասիրում ենք Արեգակի շուրջը մոլորակների պտտման օրինաչափությունները, մոլորակներն ու Արեգակը դիտարկում ենք որպես նյութական կետեր, իսկ մոլորակների և Արեգակի կառուցվածքները ուսումնասիրելիս չի կարելի դրանք նյութական կետեր համարել:

Այս օրինակները ցույց են տալիս, որ միևնույն մարմինը որոշ խնդիրներում կարելի է համարել նյութական կետ, իսկ որոշ խնդիրներում՝ ոչ:

2 Շարժման հետազիծ

Եթե մատիտի սուր ծայրը հպենք թղթին և շարժենք, ապա թղթի վրա կմնա մատիտի ծայրի շարժման տեսանելի հետքը (նկ. 39): Մեծ բարձրությամբ թռչող ինքնաթիռը նույնպես իր հետևից թողնում է տեսանելի հետք (նկ. 38): Նշված դեպքերում ասում են, որ դիտարկվող մարմինը շարժվում է որոշակի գծով, որն անվանում են մարմնի շարժման հետազիծ:

Հետազիծ կոչվում է այն գիծը, որի երկայնքով տվյալ հաշվարկման համակարգում շարժվում է մարմինը:

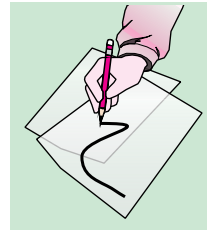
Վերը քննարկած դեպքերում մարմնի հետազիծը տեսանելի է: Սակայն հնարավոր է, որ այն անտեսանելի լինի, ինչպես, օրինակ, օդում թռչող բազեի կամ ճանճի հետազիծը:

Կախված շարժման տեսակից՝ հետազիծը կարող է լինել ուղիղ կամ բեկյալ գիծ, շրջանագիծ կամ կամայական տեսքի կոր գիծ: Եթե շարժման հետազիծն ուղիղ գիծ է (նկ. 38), շարժումը կոչվում է **ուղղագիծ**, իսկ եթե կոր գիծ է (նկ. 39), շարժումը կոչվում է **կորագիծ**:

Հետազիծի ձևը կախված է հաշվարկման մարմնի ընտրությունից: Օրինակ՝ ճանապարհի ուղղագիծ տեղամասով շարժվող վագոնի նկատմամբ վագոնախցիկի սեղանին դրված գնդիկի հետազիծը կետ է. գնդիկը վագոնի



Նկ. 38. Ինքնաթիռի շարժման հետագիծը



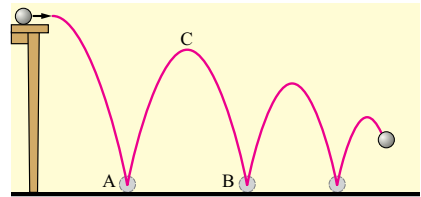
Նկ. 39. Մատիտի ծայրի շարժման հետագիծը

նկատմամբ չի շարժվում: Մակայն երկաթուղային պաստառին կանգնած դիտորդի նկատմամբ գնդիկը (վագոնի հետ) շարժվում է ուղղագիծ: Ուրեմն՝ դիտորդի նկատմամբ գնդիկի շարժման հետագիծն ուղիղ գիծ է:

3 Մարմնի անցած ճանապարհ

Տարբեր մարմինների շարժման հետագծերը միմյանցից տարբերվում են ոչ միայն ձևով, այլև երկարությամբ:

Օրինակ՝ 40-րդ նկարում պատկերված կոր գծի ACB տեղամասի երկարությունը սեղանից մարմարե հարթ հատակին ընկած գնդակի անցած ճանապարհն է՝ գետնի հետ A և B կետերում բախումների միջև ընկած ժամանակամիջոցում:



Նկ. 40. Սեղանից ընկած գնդակի շարժման հետագիծը

Հետագծի այն տեղամասի երկարությունը, որով շարժվել է մարմինը որոշակի ժամանակամիջոցում, կոչվում է այդ ժամանակամիջոցում մարմնի անցած ճանապարհ:

Ճանապարհն արտահայտում են երկարության միավորներով: Միավորների ՄՀ-ում որպես ճանապարհի միավոր ընդունել են մետրը (մ): Օգտագործում են նաև այլ միավորներ՝ կմ, դմ, սմ և այլն:

Ամփոփում

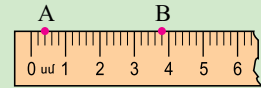
1. Այն մարմինը, որի չափերը տվյալ պայմաններում կարելի է անտեսել, կոչվում է կյուբական կետ: Միևնույն մարմինը որոշ խնդիրներում կարելի է համարել կյուբական կետ, իսկ որոշ խնդիրներում՝ ոչ:
2. Այն գիծը, որով տվյալ հաշվարկման մարմնի նկատմամբ շարժվում է մարմինը, կոչվում է շարժման հետագիծ: Ըստ հետագծի տեսքի՝ շարժումները լինում են ուղղագիծ կամ կորագիծ:
3. Հետագծի այն տեղամասի երկարությունը, որով շարժվել է մարմինը որոշակի ժամանակամիջոցում, կոչվում է այդ ժամանակամիջոցում մարմնի անցած ճանապարհ: Միավորների ՄՀ-ում որպես ճանապարհի միավոր ընդունել են մետրը (մ):

Հարցեր և առաջադրանքներ

- Բնչև են անվանում նյութական կետ:
- Ո՞ր դեպքում կարելի է գնացքը համարել նյութական կետ.
 - Չափում են գնացքի երկարությունը:
 - Ուղևորը փնտրում է իր տեղը գնացքում:
 - Չափում են կառամատույցում կանգնած դիտորդի մոտով գնացքն անցնելու ժամանակը:
 - Որոշում են Երևանից Վանաձոր գնացքն անցնելու ժամանակը:
- Կարելի՞ է արդյոք նկարագրված դեպքերում մարմինը համարել նյութական կետ.

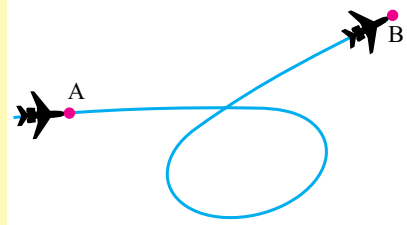
| | ԱՅՈ | ՈՉ |
|--|-----|----|
| Դիտարկվում է Երկրի պտույտն իր առանցքի շուրջը: | | |
| Ուսումնասիրվում է Երկրի պտույտը Արեգակի շուրջը: | | |
| Չափագլանով որոշվում է մարմնի ծավալը: | | |
| Հաշվարկվում է Երևանից Փարիզ թռչող ինքնաթիռի անցած ճանապարհը: | | |

- Բնչև են անվանում շարժման հետագիծ:
- Բերե՛ք ուղղագիծ և կորագիծ շարժումների օրինակներ:
- Դիտե՛ք սեղանի վրա գլորվող և գետնին ընկնող գնդիկի շարժումը: Գծե՛ք նրա շարժման հետագիծը:
- Բնչև են անվանում մարմնի անցած ճանապարհ:
- Ո՞րը ճանապարհի միավոր չէ՝
 - սմ, 2. մմ, 3. մ², 4. կմ:
- Մրջյունը նկարում պատկերված քանոնի A կետից ուղիղ գծով հասավ B կետը: Հաշվե՛ք մրջյունի անցած ճանապարհը:
- Կհանդիպե՞ն արդյոք երկու նյութական կետերը, եթե հայտնի է, որ դրանց հետագծերը հատվում են:
- Բզեզը մետրոյի շարժասանդուղքի աստիճանի երկայնքով շարժվում է այս ու այն կողմ: Նկարե՛ք բզեզի շարժման հետագծի մոտավոր տեսքը գետնի նկատմամբ:



Գործնական աշխատանքներ

- Նկարում պատկերված է երկնքում ռազմական ինքնաթիռի թռչող հետքը: Թելի և քանոնի օգնությամբ որոշե՛ք ինքնաթիռի անցած ճանապարհը A կետից B կետ հասնելիս: Որքա՞ն է այդ կետերի միջև հեռավորությունը: Հետագծի 1 սմ-ին համապատասխանում է 10 կմ:



- Չափե՛ք ձեր քայլի միջին երկարությունը և որոշեք դպրոցից մինչև տուն կամ մոտակա կանգառ ձեր անցած ճանապարհը:

§ 16. ՀԱՎԱՍԱՐԱՀԱՓ ՇԱՐԺՈՒՄ: ՀԱՎԱՍԱՐԱՀԱՓ ՇԱՐԺՄԱՆ ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆ

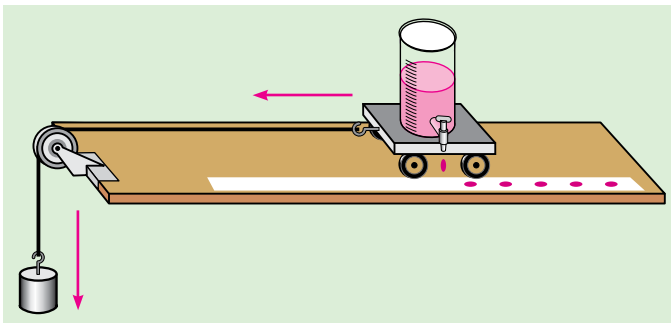
Որ շարժումն են անվանում հավասարաչափ շարժում: Որ ֆիզիկական մեծությունն են անվանում հավասարաչափ շարժման արագություն: Ինչպիսի մեծություն է արագությունը, ի՞նչ միավորներով են այն չափում: Ինչպե՞ս են հաշվում հավասարաչափ շարժվող մարմնի անցած ճանապարհը և շարժման ժամանակը: Այս հարցերի պատասխանները կքննարկվեն ստորև:

1 Հավասարաչափ շարժում

Կատարենք հետևյալ փորձը: Սալյակի վրա տեղադրենք կաթոցիկ, ինչպես նույն է տրված 41-րդ նկարում: Կաթոցիկից գունավոր հեղուկի կաթիլներն ընկնում են հավասար ժամանակամիջոցներում և հետք թողնում հարթակին ամրացված թղթի վրա: Սալյակը շարժվում է թելից կախված բեռի ազդեցությամբ:

Թելից կախելով տարբեր բեռներ՝ կտեսնենք, որ որոշակի բեռի դեպքում շարժվող կաթոցիկի թողած հետքերի հեռավորություններն իրար հավասար են (նկ. 41), այսինքն՝ սալյակը հավասար ժամանակամիջոցներում անցնում է հավասար ճանապարհներ:

Այժմ կաթոցիկի փականը պտտենք այնպես, որ կաթիլներն ավելի հաճախ ընկնեն: Այս դեպքում նույնպես կաթիլների հետքերի հեռավորություններն իրարից հավասար կլինեն, սակայն ավելի փոքր: Նշանակում է՝ ավելի փոքր հավասար ժամանակամիջոցներում սալյակը նույնպես անցնում է հավասար ճանապարհներ:



Նկ. 41. Որոշակի բեռի դեպքում կաթոցիկի թողած հետքերը հավասարաչափ են

Փոփոխելով հեղուկի կաթելու արագությունը և չափելով կաթիլների հետքերի միջև հեռավորությունները՝ կհամոզվենք, որ սալյակը կամայական հավասար ժամանակամիջոցներում անցնում է հավասար ճանապարհներ:

Այն շարժումը, որի ընթացքում մարմինը կամայական հավասար ժամանակամիջոցներում անցնում է հավասար ճանապարհներ, կոչվում է հավասարաչափ շարժում:

Եթե ավտոմեքենան յուրաքանչյուր մեկ ժամում անցնում է 60 կմ, դեռևս չի նշանակում, որ այն շարժվում է հավասարաչափ: Շարժման հավասարաչափ լինելու համար անհրաժեշտ է, որ ավտոմեքենան յուրաքանչյուր կես ժամում անցնի 30 կմ, յուրաքանչյուր քառորդ ժամում՝ 15 կմ, յուրաքանչյուր մեկ րոպեում՝ 1 կմ, և այդպես շարունակ:

Հավասարաչափ շարժում են կատարում, օրինակ՝ ժամացույցի սլաքների ծայրերը, հեղուկում անոթի հատակից դեպի մակերևույթ շարժվող օդի պղպջակը՝ որոշակի պայմաններում, հորիզոնական հարթ ճանապարհով շարժվող ավտոմեքենան՝ շարժիչի անփոփոխ աշխատանքի դեպքում, և այլն:

2 Հավասարաչափ շարժման արագություն

Հավասարաչափ շարժման կարևոր բնութագիր է արագություն կոչվող ֆիզիկական մեծությունը, որին արդեն ծանոթ եք մաթեմատիկայի և բնագիտության դասընթացներից:

Ենթադրենք՝ հեծանվորդն ու հետիոտնը միաժամանակ դուրս են գալիս A քաղաքից և մայրուղով հավասարաչափ շարժվում դեպի B քաղաք: Թեև մինչև B քաղաք հասնելը երկուսն էլ շարժվում են նույն հետագծերով և անցնում նույն ճանապարհը, բայց հեծանվորդն ավելի շուտ է տեղ հասնում, քան հետիոտնը:

Եթե միևնույն ճանապարհն առաջին մարմինն անցնում է ավելի փոքր ժամանակամիջոցում, քան երկրորդը, ապա ասում են, որ առաջին մարմինն ավելի արագ է շարժվում: Շարժումը քանակապես բնութագրում են մի մեծությամբ, որը կոչվում է արագություն:

Հավասարաչափ շարժման արագությունը ֆիզիկական մեծություն է, որը հավասար է մարմնի անցած ճանապարհի հարաբերությանն այն ժամանակամիջոցին, որի ընթացքում մարմինն անցել է այդ ճանապարհը:

Սահմանումից հետևում է, որ մարմնի հավասարաչափ շարժման արագությունը որոշելու համար պետք է չափել որևէ ժամանակամիջոցում մարմնի անցած ճանապարհը և այն բաժանել այդ ժամանակամիջոցին, այսինքն՝

$$\text{արագություն} = \frac{\text{ճանապարհ}}{\text{ժամանակ}} :$$

Եթե ժամանակամիջոցը նշանակենք լատիներեն t (կարդացվում է $տե$) տառով, անցած ճանապարհը՝ s -ով ($էս$), իսկ արագությունը՝ v -ով ($վե$), կստանանք արագության բանաձևը՝

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

Արագությունը ցույց է տալիս, թե որքան ճանապարհ է անցել հավասարաչափ շարժվող մարմինը միավոր ժամանակամիջոցում: Օրինակ՝ եթե հավասարաչափ շարժվող մարմինը 10 վ-ում անցնում է 50 մ ճանապարհ, ապա 1 վ-ում այն կանցնի 5 մ ճանապարհ, այսինքն՝ նրա արագությունը կլինի 5 մ/վ:

Հավասարաչափ շարժվող մարմնի արագության թվային արժեքը չի փոխվում. այն նույնն է ամբողջ շարժման ընթացքում:

3 Արագության միավորը

Ինչպես ամեն մի ֆիզիկական մեծություն, արագությունը նույնպես ունի իր միավորը: Միավորների ՄՀ-ում որպես արագության միավոր ընդունել են այն հավասարաչափ շարժման արագությունը, որի դեպքում մարմինը 1 վ-ում անցնում է 1 մ ճանապարհ: Այդ միավորը նշանակում են՝ մ/վ (կարդացվում է՝ վայրկյանում մեկ մետր):

Գործնականում հաճախ օգտագործում են նաև արագության այլ միավորներ: Եթե ճանապարհին արտահայտենք կիլոմետրով, իսկ ժամանակը՝ ժամով, ապա արագության միավորը կլինի կմ/ժ: Պետք է կարողանալ արագությունն արտահայտել տարբեր միավորներով: Օրինակ՝ 54 կմ/ժ արագությունն արտահայտենք մ/վ-ով: Քանի որ 1 կմ = 1000 մ, 1 ժ = 3600 վ, ապա՝

$$54 \frac{\text{կմ}}{\text{ժ}} = 54 \cdot \frac{1000 \text{մ}}{3600 \text{վ}} = 15 \frac{\text{մ}}{\text{վ}} :$$

4 Արագությունը վեկտորական մեծություն է

Մարմինը նույն արագությամբ կարող է շարժվել տարբեր ուղղություններով: Օրինակ՝ ուղղաձիծ շարժման ժամանակ մարմինն ուղիղ գծով կարող է շարժվել դեպի աջ կամ ձախ, դեպի վերև կամ ներքև: Նշանակում է՝ շարժման ուղղությունը նույնպես բնութագրում է շարժումը: Շարժման ուղղությունը նշելու համար արագությանը վերագրում են ուղղություն և նշում սլաքով:

Այն մեծությունները, որոնք, բացի թվային արժեքից, ունեն նաև ուղղություն, կոչվում են վեկտորական մեծություններ կամ պարզապես վեկտորներ:

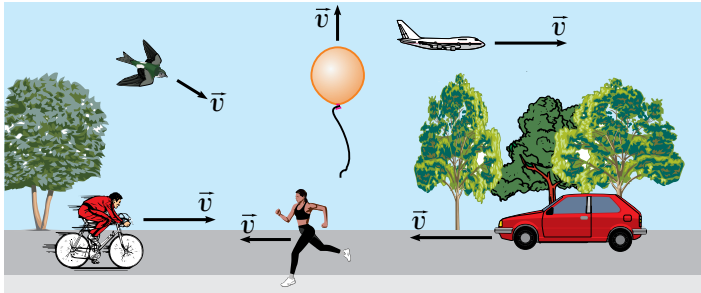
42-րդ նկարում պատկերված սլաքները ցույց են տալիս տարբեր մարմինների արագությունների ուղղությունները:

Արագությունը վեկտորական մեծություն է, այսինքն՝ այն ոչ միայն ցույց է տալիս, թե ինչ արագությամբ է փոխվում մարմնի դիրքը հաշվարկման մարմնի նկատմամբ, այլև շարժման ուղղությունը:

Հետագայում կծանոթանանք նաև վեկտորական այլ մեծություններին:

Ֆիզիկայում օգտագործում են նաև մեծություններ, որոնք չունեն ուղղություն և բնութագրվում են միայն թվային արժեքով: Դրանք կոչվում են **սկալ-**

յար մեծություններ կամ պարզապես **սկալյարներ**: Սկալյար մեծություններ են, օրինակ՝ ծավալը, ջերմաստիճանը, ճանապարհը և այլն:



Նկ. 42. Սկալյարական և վեկտորական քանակությունների ուղղությունները

5 Հավասարաչափ շարժվող մարմնի անցած ճանապարհը

Եթե հայտնի է հավասարաչափ շարժվող մարմնի արագությունը, ապա կարելի է հաշվել նրա անցած ճանապարհը որևէ ժամանակամիջոցում: Արագության բանաձևից հետևում է, որ

$$s = vt,$$

այսինքն՝ հավասարաչափ շարժման դեպքում մարմնի անցած ճանապարհը որոշելու համար նրա արագությունը պետք է բազմապատկել շարժման ժամանակով:

Եթե հայտնի են արագությունն ու ճանապարհը, ապա շարժման ժամանակը՝

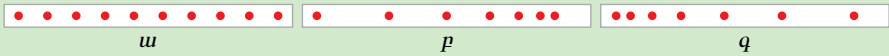
$$t = \frac{s}{v},$$

այսինքն՝ հավասարաչափ շարժման ժամանակը որոշելու համար պետք է մարմնի անցած ճանապարհը բաժանել նրա արագությանը:

| Ամփոփում | |
|----------|---|
| 1. | Մեխանիկական շարժումներից պարզագույնը հավասարաչափ շարժումն է, այն շարժումը, որի ընթացքում մարմինը կամայական հավասար ժամանակամիջոցներում անցնում է հավասար ճանապարհներ: |
| 2. | Մեխանիկական շարժման կարևորագույն բնութագիր է «արագություն» ֆիզիկական մեծությունը, որը հավասարաչափ շարժման ժամանակ որոշում են $v = s/t$ բանաձևով: |
| 3. | Արագությունը վեկտորական մեծություն է, այսինքն, բացի թվային արժեքից, նրան վերագրում են նաև ուղղություն: |
| 4. | Միավորների ՄՀ-ում որպես արագության միավոր ընդունել են մ/վ-ն: |
| 5. | Հավասարաչափ շարժման դեպքում մարմնի անցած ճանապարհը որոշում են $s = vt$, իսկ շարժման ժամանակը՝ $t = s/v$ բանաձևերով: |

Հարցեր և առաջադրանքներ

- Որ շարժումն են անվանում հավասարաչափ:
- Շարժումներից ո՞րն է հավասարաչափ.
 - ինքնաթիռի շարժումը վայրէջքի ժամանակ,
 - մետրոյի շարժասանդուղքին կանգնած ուղևորի շարժումը,
 - ավտոմեքենայի շարժումը արգելակելիս,
 - գնդակի շարժումը՝ ֆուտբոլիստի հարվածից հետո:
- Նկարում պատկերված են հորիզոնական հարթ մակերևույթով շարժվող կաթոցիկից ընկնող ջրի կաթիլների հետքերը՝ երեք տարբեր դեպքերում: Որ դեպքում է սայլակը շարժվել հավասարաչափ.



- Որ մեծությունն է կոչվում հավասարաչափ շարժման արագություն:
- Որն է արագության միավորը միավորների ՄՀ-ում:
- Հավասարաչափ շարժվող մարմնի արագությունը 20 մ/վ է: Ինչ է դա նշանակում.
 - 20 վ-ում մարմինն անցնում է 20 մ ճանապարհ,
 - 20 վ-ում մարմինն անցնում է 1 մ ճանապարհ,
 - 1 վ-ում մարմինն անցնում է 20 մ ճանապարհ,
 - 1 վ-ում մարմինն անցնում է 1 մ ճանապարհ:
- Հավասարաչափ շարժման արագության վերաբերյալ ո՞ր պնդումն է սխալ.
 - թվային արժեքը հաստատուն է,
 - չափվում է մ/վ² միավորով,
 - վեկտորական մեծություն է,
 - հավասար է ճանապարհի և ժամանակի հարաբերությանը:
- Որ արագությունն է մեծ՝ 1 կմ/ժ-ը, թե՛ 1 մ/վ-ը, 20 սմ/վ-ը, թե՛ 2 մ/վ-ը:
- Ստորև բերված արագություններն արտահայտեք մ/վ-ով.

$$1 \text{ կմ/վ} = \dots\dots\dots \text{ մ/վ}, \quad 72 \text{ կմ/ժ} = \dots\dots\dots \text{ մ/վ},$$
- Ինչպե՞ն որոշել հավասարաչափ շարժվող մարմնի անցած ճանապարհը, եթե հայտնի են նրա արագությունն ու շարժման ժամանակը:
- Ինչպե՞ն որոշել հավասարաչափ շարժման ժամանակը, եթե հայտնի են մարմնի արագությունն ու անցած ճանապարհը:
- Նկարում պատկերված հետիոտնը կես ժամում կհասնի՞ արդյոք նշված բնակավայր, եթե նա ճանապարհային նշանից սկսի շարժվել 1,5 մ/վ արագությամբ:



Գործնական աշխատանքներ

(Դուք կարող եք կատարել այս առաջադրանքներից որևէ մեկը կամ երկուսը՝ միայնակ կամ դասընկերների հետ)

Որոշեք, թե ի՞նչ արագությամբ են աճում ձեր գլխի մազերը: Դրա համար՝

- Նախ, միևնույն առաջադրանքի կատարումը, առաջադրեք վարկած, թե քանի՞ միլիմետրով կարող են երկարել ձեր մազերը մեկ օրում,
- չափեք մազերի երկարությունը և արտահայտեք այն մմ-ով,
- Նույն չափումը կատարեք 30 օր անց,
- երկու չափումների տարբերությունը բաժանելով օրերի թվին՝ կստանաք մազերի աճի արագությունը՝ արտահայտված մմ/օր միավորով,
- ստացած արդյունքը համեմատեք ձեր նախնական վարկածի հետ:

Ընտրեք ձեր բնակավայրի առվի կամ գետի հորիզոնական հարթ տեղամաս և չափեք ջրի արագությունը՝ օգտագործելով խցան կամ որևէ թեթև առարկա, մետր և վայրկենացույց սլաք ունեցող ժամացույց:

Հետաքրքիր է իմանալ

Բնության մեջ հանդիպող ամենամեծ արագությունը լույսի տարածման արագությունն է դատարկ տարածության մեջ (վակուումում): Այն ընդունված է նշանակել c (կարդացվում է *ցե*) տառով (լատիներեն՝ ցիտիուս - արագ): Վակուումում լույսը 1 վ-ում անցնում է 300 000 կմ: Ֆիզիկայում տարբեր մարմինների արագությունների մասին պատկերացում կազմելու համար դրանք հաճախ համեմատում են լույսի արագության հետ:

Առօրյա կյանքում հանդիպող արագությունները շատ փոքր են լույսի արագությունից: Նույնիսկ 1000 մ/վ արագությամբ շարժվող գերձայնային ինքնաթիռի արագությունը լույսի արագության ընդամենը մեկ երեքհարյուրհազարերորդական մասն է: Ֆիզիկոսներին հաջողվել է կյուրի փոքրագույն մասնիկներին՝ էլեկտրոններին հաղորդել լույսի արագությանը շատ մոտ արագություններ:

§ 17. ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄ

ԽՆԴԻՐ 1. Ստորև նշված արագությունները դասավորեք ըստ աճման կարգի՝ 300 մ/վ, 20 դմ/վ, 3 կմ/վ, 6000 սմ/վ:

Լուծում: Արագությունները համեմատելու համար դրանք արտահայտենք միևնույն միավորով, օրինակ՝ մ/վ-ով:

$$20 \text{ դմ/վ} = 2 \text{ մ/վ}$$

$$3 \text{ կմ/վ} = 3000 \text{ մ/վ}$$

$$6000 \text{ սմ/վ} = 60 \text{ մ/վ}$$

Պատասխան՝ արագություններն ըստ աճման կարգի կդասավորվեն՝ 20 դմ/վ, 6000 սմ/վ, 300 մ/վ, 3 կմ/վ:

ԽՆԴԻՐ 2. Որքա՞ն ճանապարհ կանցնի 5,4 կմ/ժ արագությամբ հավասարաչափ շարժվող զբոսաշրջիկը 25 րոպեի ընթացքում:

$$\begin{array}{l} v = 5,4 \text{ կմ/ժ} \\ t = 25 \text{ ր} \\ s = ? \end{array}$$

Լուծում: Հավասարաչափ շարժում կատարող մարմնի անցած ճանապարհը որոշում են $s = vt$ բանաձևով: Մինչ բանաձևի մեջ տեղադրելը՝ արագության և ժամանակի թվային արժեքներն արտահայտենք միավորների ՄՀ-ի հիմնական միավորներով՝

$$v = 5,4 \frac{\text{կմ}}{\text{ժ}} = 5,4 \cdot \frac{1000 \text{ մ}}{3600 \text{ վ}} = 1,5 \frac{\text{մ}}{\text{վ}},$$

$$t = 25 \text{ ր} = 25 \cdot 60 \text{ վ} = 1500 \text{ վ}:$$

Ջրոսաշրջիկի անցած ճանապարհը՝ $s = 1,5 \text{ մ/վ} \cdot 1500 \text{ վ} = 2250 \text{ մ}:$

Պատասխան՝ 2250 մ:

ԽՆԴԻՐ 3. Ավտոմեքենան 0,5 ժամում շարժվել է 90 կմ/ժ արագությամբ: Ի՞նչ արագությամբ պետք է շարժվի հեծանվորդը, որպեսզի ճանապարհի նույն տեղամասն անցնի 1,5 ժամում:

$$\begin{array}{l} t_1 = 0,5 \text{ ժ} \\ v_1 = 90 \text{ կմ/ժ} \\ t_2 = 1,5 \text{ ժ} \\ v_2 = ? \end{array}$$

Լուծում: Առաջին մարմնի անցած ճանապարհը՝ $s_1 = v_1 \cdot t_1$, իսկ երկրորդ մարմնինը՝ $s_2 = v_2 \cdot t_2$: Քանի որ երկու մարմիններն էլ անցել են միևնույն ճանապարհը՝ $s_1 = s_2$, ապա՝ $v_1 \cdot t_1 = v_2 \cdot t_2$: Այս հավասարումից երկրորդ մարմնի արագության համար կատանանք՝

$$v_2 = \frac{v_1 t_1}{t_2} = \frac{90 \frac{\text{կմ}}{\text{ժ}} \cdot 0,5 \text{ ժ}}{1,5 \text{ ժ}} = 30 \frac{\text{կմ}}{\text{ժ}}:$$

Պատասխան՝ 30 կմ/ժ:

ԽՆԴԻՐ 4. Երկու քաղաքների հեռավորությունը 324 կմ է (նկ. 43): Այդ քաղաքներից միաժամանակ իրար հանդեպ սկսեցին շարժվել երկու ավտոմեքենա՝ առաջինը՝ 90 կմ/ժ, երկրորդը՝ 72 կմ/ժ արագությամբ: Շարժումն սկսելուց որքա՞ն ժամանակ անց մեքենաները կհանդիպեն: Մինչ հանդիպելը որքա՞ն ճանապարհ կանցնի առաջին ավտոմեքենան:



Նկ. 43.

$$\begin{array}{l} s = 324 \text{ կմ} \\ v_1 = 90 \text{ կմ/ժ} \\ v_2 = 72 \text{ կմ/ժ} \\ t = ?, s_1 = ? \end{array}$$

Լուծում: Ավտոմեքենաների՝ շարժումն սկսելուց մինչև հանդիպումն անցած ժամանակը նշանակենք t -ով: Մինչ հանդիպելը առաջին ավտոմեքենան կանցնի $s_1 = v_1 t$ ճանապարհ, իսկ երկրորդ ավտոմեքենան՝ $s_2 = v_2 t$ ճանապարհ: Քանի որ այդ ճանապարհների գումարը հավասար է երկու քաղաքների միջև s հեռավորությանը, ապա՝

$$v_1 t + v_2 t = s,$$

որտեղից՝

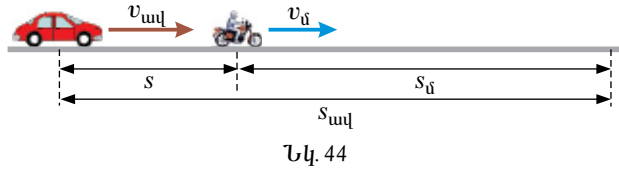
$$t = \frac{s}{v_1 + v_2} = \frac{324 \text{ կմ}}{90 \text{ կմ/ժ} + 72 \text{ կմ/ժ}} = 2 \text{ ժ}:$$

Մինչ հանդիպելը առաջին ավտոմեքենայի անցած ճանապարհը՝

$$s_1 = v_1 t = 90 \frac{\text{կմ}}{\text{ժ}} \cdot 2 \text{ ժ} = 180 \text{ կմ}:$$

Պատասխան՝ 2 ժ, 180 կմ:

ԽՆԴԻՐ 5. Իրարից 10 կմ հեռավորությամբ բնակավայրերից միաժամանակ միևնույն ուղղությամբ շարժվում են ավտոմեքենան և մոտոցիկլը (նկ. 44): Ավտոմեքենայի արագությունը 60 կմ/ժ է, մոտոցիկլինը՝ 20 կմ/ժ: Որքա՞ն ժամանակ անց ավտոմեքենան կհասնի մոտոցիկլին: Որքա՞ն ճանապարհ կանցնի ավտոմեքենան այդ ընթացքում:



$s = 10$ կմ
 $v_{ավ} = 60$ կմ/ժ
 $v_մ = 20$ կմ/ժ

 $t = ?$, $s_{ավ} = ?$

Լուծում: Եթե շարժումն սկսելուց մինչև հանդիպումը ընկած ժամանակամիջոցը նշանակենք t -ով, ապա այդ ընթացքում ավտոմեքենան կայցնի $s_{ավ} = v_{ավ}t$ ճանապարհ, իսկ մոտոցիկլը՝ $s_մ = v_մt$ ճանապարհ: Զանգի որ $s + s_մ = s_{ավ}$, ապա՝ $s + v_մt = v_{ավ}t$, որտեղից՝

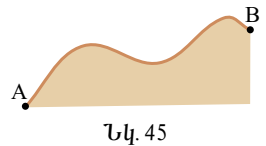
$$t = \frac{s}{v_{ավ} - v_մ} = \frac{10 \text{ կմ}}{60 \text{ կմ/ժ} - 20 \text{ կմ/ժ}} = \frac{1}{4} \text{ ժ} = 15 \text{ ր} :$$

Մինչ հանդիպելը ավտոմեքենայի անցած ճանապարհը կլինի՝

$$s_{ավ} = v_{ավ}t = 60 \frac{\text{կմ}}{\text{ժ}} \cdot \frac{1}{4} \text{ ժ} = 15 \text{ կմ} :$$

Պատասխան՝ 15 ր; 15 կմ:

ԽՆԴԻՐ 6. A կետը B կետին միացնող ճանապարհի ունի վերելքներ և վայրէջքներ (նկ. 45): Արշավախումբը ճանապարհի վերելքներում շարժվում է 2 կմ/ժ արագությամբ, իսկ վայրէջքներում՝ 4 կմ/ժ արագությամբ: Որքա՞ն ժամանակում արշավախումբը A կետից կհասնի B կետը և նույն ճանապարհով կվերադառնա A կետը, եթե այդ կետերի միջև ճանապարհի երկարությունը 2 կմ է:



$v_1 = 2$ կմ/ժ
 $v_2 = 4$ կմ/ժ
 $s = 2$ կմ

 $t = ?$

Լուծում: A կետից B կետը գնալիս վերելքների ընդհանուր երկարությունը նշանակենք s_1 -ով, իսկ վայրէջքների ընդհանուր երկարությունը՝ s_2 -ով: Այդ դեպքում A կետից B կետը հասնելու ժամանակը կլինի՝

$$t_1 = \frac{s_1}{v_1} + \frac{s_2}{v_2} :$$

Այժմ ուշադրություն դարձնենք խնդրի լուծման համար մի կարևոր հանգամանքի: Եթե A կետից B կետ գնալիս ճանապարհի որևէ տեղամասը վերելք էր, ապա վերադառնալիս այն դառնում է վայրէջք, և հակառակը՝ վայրէջքը դառնում է վերելք: Հետևաբար վերադառնալիս վերելքների ընդհանուր երկարությունը կլինի s_2 , իսկ վայրէջքներինը՝ s_1 , ուստի վերադառնալու ամբողջ ժամանակը՝

$$t_2 = \frac{s_2}{v_1} + \frac{s_1}{v_2} :$$

Շարժման ամբողջ ժամանակը՝

$$t = t_1 + t_2 = \frac{s_1}{v_1} + \frac{s_2}{v_2} + \frac{s_2}{v_1} + \frac{s_1}{v_2} = (s_1 + s_2) \left(\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} \right):$$

Քանի որ վերելքների և վայրէջքների երկարությունների գումարը հավասար է A կետից B կետը եղած հեռավորությանը՝ $s_1 + s_2 = s$, ուստի՝

$$t = s \left(\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} \right) = \frac{s(v_1 + v_2)}{v_1 v_2}:$$

Տեղադրելով թվային արժեքները՝ կատանանք՝

$$t = \frac{2 \text{ կմ} (2 \text{ կմ} / \text{ժ} + 4 \text{ կմ} / \text{ժ})}{2 \text{ կմ} / \text{ժ} \cdot 4 \text{ կմ} / \text{ժ}} = 1,5 \text{ ժ}:$$

Պատասխան՝ 1,5 ժ:

ԽՆԴԻՐ 7. Երկու ընկերներ 3 կմ հեռավորությունից սկսում են քայլել դեմ հանդիման՝ առաջինը 2 կմ/ժ, երկրորդը՝ 3 կմ/ժ արագություններով: Շունը, շարժումը սկսելով նրանցից մեկի մոտից, վազում է դեպի մյուսը և, հասնելով նրան, արագ շրջվում ու վերադառնում է մյուսի մոտ, և այդպես շարունակ՝ մինչև ընկերների հանդիպելը: Որքա՞ն ճանապարհ կանցնի շունն այդ ընթացքում, եթե նրա արագությունը 8 կմ/ժ է:

$s = 3$ կմ
 $v_1 = 2$ կմ/ժ
 $v_2 = 3$ կմ/ժ
 $v_3 = 8$ կմ/ժ

 $s_2 = ?$

Լուծում: Նախ որոշենք, թե շարժումն սկսելուց որքա՞ն ժամանակ անց ընկերները կհանդիպեն: Մինչ հանդիպելը առաջինը կանցնի $s_1 = v_1 t$ ճանապարհ, իսկ երկրորդը՝ $s_2 = v_2 t$ ճանապարհ: Քանի որ այդ ճանապարհների գումարը հավասար է s հեռավորությանը, ապա՝

$$v_1 t + v_2 t = s,$$

որտեղից՝

$$t = \frac{s}{v_1 + v_2}:$$

Շան անցած ճանապարհը կլինի՝

$$s_2 = v_2 t = \frac{v_2 s}{v_1 + v_2} = 4,8 \text{ կմ}:$$

Պատասխան՝ 4,8 կմ:

§18. ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 3

ՀԱՎԱՍԱՐԱԶՈՓ ՇԱՐժՄԱՆ ԱՐԱԳՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՈՒՄԸ ԱՆՑԱԾ ՃԱՆԱՊԱՐՀԻ ԵՎ ՇԱՐժՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿԻ ԶԱՓՄԱՆ ՄԻՋՈՑՈՎ

Աշխատանքի նպատակը

Ապացույցել, որ օդի պղպջակը ջրում շարժվում է հավասարաչափ: Որոշել նրա շարժման արագությունը:

Համառոտ տեսություն

Դուք արդեն գիտեք, որ եթե մարմինը կամայական հավասար ժամանակամիջոցներում անցնում է հավասար ճանապարհներ, ապա այդ շարժումը

կոչվում է հավասարաչափ: Նշենք, որ բնության մեջ հավասարաչափ շարժումները հազվադեպ են հանդիպում: Հավասարաչափ շարժումը բնութագրում են արագություն կոչվող ֆիզիկական մեծությամբ և որոշում են

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

բանաձևով, որտեղ s -ը հավասարաչափ շարժվող մարմնի անցած ճանապարհն է t ժամանակամիջոցում: Միավորների ՄՀ-ում արագությունն արտահայտում են մ/վ միավորով: Արագությունը վեկտորական մեծություն է, այսինքն, բացի թվային արժեքից, բնութագրվում է նաև ուղղությամբ:

Անհրաժեշտ սարքեր և նյութեր

Երկու ծայրերը պլաստիլինով փակված 20–25 սմ երկարությամբ և 7–8 մմ տրամագծով ապակե խողովակ, միլիմետրական բաժանումներով 25 սմ երկարությամբ քանոն, ոչ մեծ չափի չորսու, երկու ռետինե օղակ, սպիտակ թղթի ժապավեն, մատիտ, վայրկենաչափ:

Փորձի ընթացքը

1. Խողովակը լցրե՛ք ջրով այնպես, որ այնտեղ անպայման մնա օդի ոչ մեծ պղպջակ: Խողովակի բաց ծայրը փակե՛ք պլաստիլինով:
2. Քանոնի վրա տեղադրե՛ք թղթե ժապավենը, իսկ նրա վրա՝ ջրով լի խողովակը:
3. Քանոնը, թղթի ժապավենը և խողովակը միմյանց ամրացրե՛ք ռետինե օղակներով:
4. Թեթև հարվածե՛ք խողովակին, որպեսզի պղպջակը պոկվի պլաստիլինից:
5. Քանոնի մի ծայրը փոքր-ինչ վեր բարձրացրե՛ք և դրե՛ք չորսուի վրա: Որոշակի անկյան դեպքում պղպջակը կսկսի դանդաղորեն վեր բարձրանալ:
6. Հավասար ժամանակահատվածներ անց թղթի վրա նշե՛ք պղպջակի դիրքերը:
7. Համոզվե՛ք, որ պղպջակը հավասար ժամանակամիջոցներում անցնում է հավասար ճանապարհներ, այսինքն՝ շարժվում է հավասարաչափ:
8. Ժապավենի վրա նշված երկու կետերի s հեռավորությունը բաժանելով այն անցնելու t ժամանակամիջոցին՝ $v=s/t$ բանաձևով հաշվե՛ք պղպջակի շարժման արագությունը:
9. Նույն փորձը կատարե՛ք քանոնի թեքության ավելի մեծ անկյան դեպքում: Համոզվե՛ք, որ այդ դեպքում պղպջակը շարժվում է ավելի մեծ արագությամբ:

ԹԵՄԱՅԻ ԱՍՓՈՓՈՒՄ

- 1.** Ժամանակի ընթացքում մարմնի դիրքի փոփոխությունն այլ մարմինների նկատմամբ կոչվում է մեխանիկական շարժում: Մեխանիկական շարժումը և դադարը հարաբերական են, ամեն ինչ կախված է հաշվարկման մարմնի ընտրությունից:
- 2.** Այն շարժումը, որի ընթացքում մարմինը կամայական հավասար ժամանակամիջոցներում անցնում է հավասար ճանապարհներ, կոչվում է հավասարաչափ շարժում:
- 3.** Հավասարաչափ շարժման արագությունը ֆիզիկական մեծություն է, որը հավասար է մարմնի անցած ճանապարհի հարաբերությանն այն ժամանակամիջոցին, որի ընթացքում մարմինն անցել է այդ ճանապարհը: Արագությունը վեկտորական մեծություն է:

ՄԱՐՄԻՆՆԵՐԻ ՓՈԽԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ

Այս թեման ուսումնասիրելով՝ դուք կխորացնեք ձեր գիտելիքները մարմինների փոխազդեցության, բնության մեջ հանդիպող ուժերի մասին, ձեռք կբերեք տարբեր իրավիճակներում ուժերը չափելու և հաշվարկելու գործնական հմտություններ:

§19. ՄԱՐՄԻ ԶԱՆԳՎԱԾ: ԶԱՆԳՎԱԾԻ ԶԱՓՈՒՄԸ

Մարմնի ո՞ր հատկությունն են անվանում իներտություն: Ո՞ր մեծությունն են անվանում մարմնի զանգված: Ի՞նչ միավորներով են չափում զանգվածը: Ինչպե՞ս կարելի է որոշել մարմնի զանգվածը:

1 Իներտություն

Դիտումները և փորձերը ցույց են տալիս, որ փոխազդեցության հետևանքով մարմինների արագություններն ակնթարթորեն չեն փոփոխվում: Օրինակ՝ աստիճանաբար են աճում սարից իջնող դահուկորդի, շարժումն սկսող ավտոմեքենայի, գնացքի, ինքնաթիռի արագությունները:

Չեզոք շատերը հեռուստատեսությամբ դիտել են տիեզերանավի արձակման պահը և ուշադրություն դարձրել, թե ինչպես է աստիճանաբար մեծանում նրա արագությունը:

Նմանապես ակնթարթորեն չի կարողանա կանգ առնել շարժվող մարմինը: Օրինակ՝ արգելակելիս ավտոմեքենայի արագությունը նվազում է աստիճանաբար, և, մինչև կանգ առնելը, այն որոշ ճանապարհ է անցնում: Դա միշտ պետք է հաշվի առնել ավտոմեքենայի խուսափելու համար:

Այս և բազմապիսի այլ օրինակներ ցույց են տալիս, որ մարմինների արագությունները չի կարելի փոխել ակնթարթորեն: Դրա համար միշտ որոշ ժամանակ է անհրաժեշտ: Մարմնի այս հատկությունը կոչվում է **իներտություն**:

2 Զանգվածը՝ որպես իներտության չափ

Տարբեր մարմինների իներտությունը տարբեր է: Երկու մարմիններից ավելի իներտ է այն մարմինը, որի արագությունը փոխազդեցության հետևանքով ավելի քիչ է փոխվում, կամ նրա արագությունը որոշակի չափով փոխելու համար ավելի շատ ժամանակ է պահանջվում:

Օրինակ՝ կրակոցի ժամանակ հրանոթն ավելի փոքր արագություն է ձեռք բերում, քան արկը: Հետևաբար՝ հրանոթն արկից ավելի իներտ է: Կամ՝ բեռնված ավտոմեքենան որոշակի արագություն ձեռք է բերում ավելի երկար

ժամանակամիջոցում, քան դատարկ ավտոմեքենան, հետևաբար՝ բեռնվածն ավելի իներտ է:

Եթե սառցադաշտում չմուշկների վրա կանգնած երեխան և պատանին ձեռքերով հրեն միմյանց (նկ. 46), ապա պատանին կշարժվի ավելի փոքր արագությամբ, քան երեխան, հետևաբար՝ պատանին ավելի իներտ է:



Նկ. 46 Պատանու իներտությունն ավելի մեծ է, քան երեխայինը

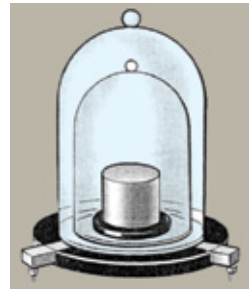
Մարմնի իներտության քանակական չափը ցույց տվող մեծությունը կոչվում է մարմնի զանգված:

Եթե վերը նշված օրինակում միմյանց հրելու հետևանքով երեխան ձեռք է բերում 3 մ/վ արագություն, իսկ պատանին՝ 1 մ/վ արագություն, նշանակում է՝ պատանու զանգվածը 3 անգամ մեծ է երեխայի զանգվածից:

Չանգվածը սովորաբար նշանակում են m տառով (կարդացվում է $էմ$): Չանգվածը սկալյար մեծություն է, այսինքն՝ բնորոշվում է միայն թվային արժեքով և չափման միավորով:

3 Չանգվածի միավորը

Միավորների ՄՀ-ում որպես զանգվածի միավոր ընտրել են պլատինի և իրիդիումի համաձուլվածքից պատրաստված գլանաձև չափանմուշի զանգվածը (նկ. 47): Այն պահվում է Փարիզի մերձակա Սեր քաղաքում՝ Չափերի և կշիռների միջազգային բյուրոյում: Չանգվածի այդ միավորն անվանում են կիլոգրամ (կգ): Մեծ ճշտությամբ 1 կգ է նաև 4°C ջերմաստիճանում 1լ ծավալով թորած ջրի զանգվածը:



Նկ. 47. Չանգվածի չափանմուշը

Չանգվածի չափման համար կիրառում են նաև այլ միավորներ, օրինակ՝ **տոննա (տ)**, **ցենտներ (ց)**, **գրամ (գ)**, **միլիգրամ (մգ)** և այլն:

$$\begin{aligned} 1 \text{ տ} &= 1000 \text{ կգ} & 1 \text{ գ} &= 0,001 \text{ կգ} \\ 1 \text{ ց} &= 100 \text{ կգ} & 1 \text{ մգ} &= 0,001 \text{ գ} \end{aligned}$$

Թանկարժեք քարերի զանգվածն արտահայտում են կարատով. 1 կարատը = 0,2 գ:

5-րդ աղյուսակում տրված են որոշ մարմինների զանգվածների մոտավոր արժեքները:

| Մարմին | Չանգվածը |
|----------------------------------|---------------|
| Ճանճի թև | 0,05 մգ |
| Կոլիբրի (փոքրիկ թռչնակ) | 1,7 գ |
| Սեղանի թենիսի գնդակ | 2,5 գ |
| Խաղողի հատիկ | 3 գ |
| 1 լիտր ջուր | 1 կգ |
| Երկրի առաջին արհեստական արբանյակ | 83,6 կգ |
| Փիղ | մինչև 4500 կգ |
| Էլեկտրաքարշ | 180 000 կգ |

4 Չանգվածի չափումը

Դիցուք՝ երկու մարմիններ, որ դադարի վիճակում էին, իրար հետ փոխազդելով ձեռք են բերել արագություններ. առաջին մարմինը ձեռք է բերել v_1 արագություն, իսկ երկրորդը՝ v_2 : Եթե, օրինակ, v_2 -ը երկու անգամ փոքր է v_1 -ից, նշանակում է՝ երկրորդ մարմինը երկու անգամ ավելի իներտ է առաջին մարմնից, ուստի երկրորդ մարմնի զանգվածը երկու անգամ ավելի մեծ է՝

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2}{v_1} :$$

Չափել մարմնի զանգվածը՝ նշանակում է այն համեմատել չափման տրված միավորի հետ: Դրա համար անհայտ զանգվածով մարմինը պետք է փոխազդեցության մեջ դնել զանգվածի չափանմուշի հետ և համեմատել դրանց արագությունների փոփոխությունները: Եթե փոխազդեցության հետևանքով նրանց արագությունները փոխվում են նույն չափով, նշանակում է՝ մարմնի զանգվածը հավասար է չափանմուշի զանգվածին: Իսկ եթե, օրինակ՝ մարմնի արագության փոփոխությունը 2 անգամ փոքր է չափանմուշի արագության փոփոխությունից, նշանակում է՝ մարմնի զանգվածը 2 անգամ մեծ է չափանմուշի զանգվածից:

Գործնականում մարմնի զանգվածն ավելի հեշտ է չափել կշեռքով, որի կառուցվածքին և աշխատանքի սկզբունքին ծանոթ եք բնագիտության դասընթացից:

5 Չանգվածի մի կարևոր հատկության մասին

Եթե չափենք երկու մարմինների m_1 և m_2 զանգվածները, այնուհետև դրանք միացնենք իրար և չափենք ստացված ամբողջական մեկ մարմնի m զանգվածը, ապա կհամոզվենք, որ

$$m = m_1 + m_2 :$$

Ճիշտ է նաև հակառակը. եթե մարմինը բաժանենք առանձին մասերի, ապա այդ մասերի զանգվածների գումարը հավասար կլինի տվյալ մարմնի զանգվածին՝ մինչ բաժանելը:

Ամփոփում

1. Մարմինն ակնթարթորեն չի կարող փոխել իր արագությունը, դրա համար ժամանակ է անհրաժեշտ: Մարմնի այդ հատկությունը կոչվում է իներտություն:
2. Իներտության քանակական չափը բնութագրող մեծությունը կոչվում է մարմնի զանգված:
3. Չանգվածը սկայյար մեծություն է, միավորների ՄՀ-ում որպես նրա չափման միավոր ընդունել են կգ-ն:
4. Մարմնի ընդհանուր զանգվածը հավասար է նրա առանձին մասերի զանգվածների գումարին:
5. Չանգվածը չափում են կշեռքով:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Մարմնի որ հատկությունն է կոչվում իներտություն: Բերե՛ք այդ հատկությունը լուսաբանող օրինակներ:
2. Ո՞ր մեծությունն են անվանում մարմնի զանգված:
3. Ո՞ր պնդումն է ճիշտ: Չանգվածը
 1. մարմնի շարժումը բնութագրող մեծություն է,
 2. մարմնի իներտության քանակական չափն է,
 3. մարմնի չափերը բնութագրող մեծություն է,
 4. մարմնի անցած ճանապարհը բնութագրող մեծություն է:
4. Ո՞րն է զանգվածի միավորը միավորների ՄՀ-ում?
 1. տ 2. գ 3. կգ 4. բոլոր նշվածները:
5. Լրացրե՛ք բաց թողած թվերը. $1 \text{ կգ} = \dots\dots\dots \text{ գ}$, $1 \text{ գ} = \dots\dots\dots \text{ կգ}$, $1 \text{ մգ} = \dots\dots\dots \text{ գ}$:
6. Մարդը նավակից ցատկում է ափ: Ո՞ր դեպքում են նավակի և մարդու ծեռք բերած արագությունները հավասար:
7. Նկարում պատկերված կշեռքը հավասարակշռության վիճակում է: Որքա՞ն է միատեսակ շշերից մեկի զանգվածը:
8. Տետրի էջի թերթը ճմռթելով վերածեցին գնդիկի: Փոխվե՞ց արդյոք թերթի զանգվածը:



§20. ՆՅՈՒԹԻ ԽՏՈՒԹՅՈՒՆ: ՄԱՐՄՆԻ ՉԱՆԳՎԱԾԻ ԵՎ ԾԱՎԱԼԻ ՀԱՇՎՈՒՄԸ

Ո՞ր մեծությունն է կոչվում նյութի խտություն, ի՞նչ բանաձևով են այն որոշում: Ո՞րն է խտության միավորը միավորների ՄՀ-ում: Ինչպե՞ս կարելի է հաշվել մարմնի զանգվածը, եթե հայտնի են նրա ծավալն ու նյութի խտությունը: Ինչպե՞ս կարելի է հաշվել մարմնի ծավալը, եթե հայտնի են նրա զանգվածն ու նյութի խտությունը: Այս հարցերը կքննարկվեն ստորև:

1 Նյութի խտություն

Եթե չափենք միևնույն նյութից պատրաստված, սակայն տարբեր ծավալներ ունեցող մարմինների զանգվածները, կհամոզվենք, որ դրանք տարբեր են:

Օրինակ՝ 3լ ծավալով ջրի զանգվածը երեք անգամ մեծ է 1լ ծավալով ջրի զանգվածից: Մարմնի զանգվածը կախված է ոչ միայն ծավալից, այլև նյութի տեսակից: Տարբեր նյութերից պատրաստված հավասար ծավալներով մարմիններն ունեն տարբեր զանգվածներ: Օրինակ՝ 1 մ³ ջրի զանգվածը 1000 կգ է, 1 մ³ սառույցի զանգվածը՝ 900 կգ, 1 մ³ ոսկունը՝ 19300 կգ, և այլն:

Նշանակում է՝ յուրաքանչյուր նյութի միավոր ծավալով մարմնի զանգվածը բնութագրում է տվյալ նյութը: Այդ բնութագիրը որոշելու համար տվյալ նյութից պատրաստված մարմնի զանգվածը պետք է բաժանել նրա ծավալին:

Այն ֆիզիկական մեծությունը, որը հավասար է մարմնի զանգվածի և ծավալի հարաբերությանը, կոչվում է նյութի խտություն:

$$\text{Խտություն} = \frac{\text{զանգված}}{\text{ծավալ}}$$

Օրինակ՝ եթե 2 մ³ ծավալով նավթի զանգվածը 1600 կգ է, ապա նրա խտությունը կլինի՝ 1600 կգ/2 մ³ = 800 կգ/մ³:

Եթե մարմնի զանգվածը նշանակենք m -ով, ծավալը՝ V -ով, իսկ խտությունը՝ ρ -ով (կարդայվում է $ռո$), ապա խտության համար կատանանք հետևյալ բանաձևը՝

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

Նշենք, որ այս բանաձևով նյութի խտությունը հաշվելիս պետք է ենթադրել, որ մարմինը հոծ է, չունի դատարկություններ: Եթե մարմինը հոծ չէ կամ կազմված է տարբեր նյութերից, ապա վերը բերված բանաձևով որոշում են մարմնի միջին խտությունը:

Նյութի խտությունը կախված չէ ո՛չ մարմնի զանգվածից, ո՛չ էլ ծավալից: Եթե, օրինակ, մարմնի ծավալը մեծացնենք երկու անգամ, ապա նույնքան անգամ կմեծանա նրա զանգվածը, և զանգվածի ու ծավալի հարաբերությունը չի փոխվի:

2 Խտության միավորը

Միավորների ՄՀ-ում խտության միավորը $\frac{\text{կգ}}{\text{մ}^3}$ -ն է կամ կգ/մ³-ը (կարդայվում է՝ կիլոգրամ՝ խորանարդ մետրում): Դա այն նյութի խտությունն է, որի 1 մ³ ծավալով մարմնի զանգվածը 1 կգ է: Մոտավորապես այդպիսի խտություն ունի օդը:

Խտությունն արտահայտում են նաև գ/սմ³ միավորով: Հաշվի առնելով, որ 1 կգ = 1000 գ, իսկ 1 մ³ = 1 000 000 սմ³, կատանանք՝ 1 կգ/մ³ = 0,001 գ/սմ³:

Որոշ պինդ մարմինների խտությունները

| Պինդ մարմին | ρ , կգ/մ ³ | ρ , գ/սմ ³ | Պինդ մարմին | ρ , կգ/մ ³ | ρ , գ/սմ ³ |
|-------------|----------------------------|----------------------------|-------------|----------------------------|----------------------------|
| Օսմիում | 22 600 | 22,6 | Մարմար | 2 700 | 2,7 |
| Իրիդիում | 22 400 | 22,4 | Ապակի | 2 500 | 2,5 |
| Պլատին | 21 500 | 21,5 | Բետոն | 2 300 | 2,3 |
| Ոսկի | 19 300 | 19,3 | Աղյուս | 1 800 | 1,8 |
| Կապար | 11 300 | 11,3 | Շաքար | 1 600 | 1,6 |
| Արծաթ | 10 500 | 10,5 | Պոլիէթիլեն | 920 | 0,92 |
| Պղինձ | 8 900 | 8,9 | Պարաֆին | 900 | 0,90 |
| Երկաթ | 7 800 | 7,8 | Սառույց | 900 | 0,90 |
| Անագ | 7 300 | 7,3 | Չոր սոճի | 400 | 0,40 |
| Ալյումին | 2 700 | 2,7 | Խցան | 240 | 0,24 |

Որոշ հեղուկների խտությունները

| Հեղուկ | ρ , կգ/մ ³ | ρ , գ/սմ ³ | Հեղուկ | ρ , կգ/մ ³ | ρ , գ/սմ ³ |
|-------------|----------------------------|----------------------------|---------------|----------------------------|----------------------------|
| Սնդիկ | 13 600 | 13,6 | Արևածաղկի ձեթ | 930 | 0,93 |
| Մեղր | 1 350 | 1,35 | Կերոսին | 800 | 0,80 |
| Ծովի ջուր | 1 030 | 1,03 | Սպիրտ | 800 | 0,80 |
| Կաթ անարատ | 1 030 | 1,03 | Նավթ | 800 | 0,80 |
| Մաքուր ջուր | 1 000 | 1,00 | Բենզին | 710 | 0,71 |

Որոշ գազերի խտությունները

(նորմալ մթնոլորտային ճնշման և 20°C ջերմաստիճանի պայմաններում)

| Գազ | ρ , կգ/մ ³ | ρ , գ/սմ ³ | Գազ | ρ , կգ/մ ³ | ρ , գ/սմ ³ |
|--------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Քլոր | 3,21 | 0,00321 | Օդ (0°C-ում) | 1,29 | 0,00129 |
| Ածխաթթու գազ | 1,98 | 0,00198 | Ջրի գոլորշի (100°C-ում) | 0,59 | 0,00059 |
| Թթվածին | 1,43 | 0,00143 | Ջրածին | 0,09 | 0,00009 |

6-րդ, 7-րդ և 8-րդ աղյուսակներում տրված են մի շարք պինդ նյութերի, հեղուկների և գազերի խտությունները: Հեղուկների և պինդ մարմինների խտությունները մոտ 1000 անգամ մեծ են գազերի խտություններից: Մետաղներից ամենամեծ խտությունն ունի օսմիումը (22,6 գ/սմ³), նրան հաջորդում են իրիդիումը (22,4 գ/սմ³), պլատինը (21,5 գ/սմ³), ոսկին (19,3 գ/սմ³): Հեղուկներից ամենամեծ խտությունն ունի սնդիկը՝ 13,6 գ/սմ³:

3 Մարմնի զանգվածի և ծավալի հաշվումը

Նյութի խտության բանաձևն առնչվում է ֆիզիկական երեք մեծությունների՝ մարմնի զանգվածի, ծավալի և խտության հետ: Եթե հայտնի են նշված մեծություններից որևէ երկուսը, ապա կարելի է որոշել երրորդ՝ անհայտ մեծությունը:

Մարմնի զանգված – m
Մարմնի ծավալ – V
Նյութի խտություն – ρ

Մարմնի խտությունը հաշվելու համար անհրաժեշտ է իմանալ դրա զանգվածը և ծավալը: Չանգվածը կարելի է որոշել կշեռքի միջոցով: Իսկ ինչպե՞ս որոշել ծավալը: Եթե մարմինը կանոնավոր տեսք ունի, ապա նրա ծավալը կարելի է հաշվել երկրաչափական բանաձևերով: Օրինակ՝ ուղղանկյունանիստի ձև ունեցող մարմնի ծավալը որոշում են $V = abc$ բանաձևով, որտեղ a -ն, b -ն և c -ն նրա կողմերի երկարություններն են: Երբ մարմնի ձևն անկանոն է, նրա ծավալը կարելի է որոշել ձեռքով չափագրանի օգնությամբ:

Հաճախ ավելի հեշտ է չափել կամ հաշվել մարմնի ծավալը, քան զանգվածը: Ենթադրենք՝ $a = 5$ մ, $b = 3$ մ և $c = 2$ մ կողմերով ուղղանկյունանիստի ձև ունեցող մեծ բաքը լիքը լցված է կերոսինով: Ինչպե՞ս որոշենք այդ կերոսինի զանգվածը: Հասկանալի է, որ կշեռելու միջոցով այն որոշելը շատ դժվար է: Դա կարելի է անել ընդամենը քթի և գրչի օգնությամբ՝ առանց ֆիզիկական ջանք գործադրելու: Իրոք, խտության բանաձևից հետևում է, որ

$$m = \rho V:$$

Մարմնի զանգվածը հավասար է նրա ծավալի և խտության արտադրյալին:

Նախ հաշվենք կերոսինի բաքի ծավալը՝ $V = 5 \text{ մ} \cdot 3 \text{ մ} \cdot 2 \text{ մ} = 30 \text{ մ}^3$: Այս 7-րդ աղյուսակից վերջինս կերոսինի խտության արժեքը՝ 800 կգ/մ^3 , և հաշվենք կերոսինի զանգվածը՝

$$m = 800 \frac{\text{կգ}}{\text{մ}^3} \cdot 30 \text{ մ}^3 = 24000 \text{ կգ} = 24 \text{ տ}:$$

Երբեմն ավելի դժվար է չափել մարմնի ծավալը, քան զանգվածը: Եթե մարմինն ունի անկանոն ձև, նրա ծավալը հնարավոր չէ հաշվել երկրաչափական բանաձևերով: Եթե, բացի այդ, մարմինը բավականաչափ մեծ է, ապա հնարավոր չէ օգտվել նաև չափագրանից: Նման դեպքերում դարձյալ օգտվում ենք $\rho = m/V$ բանաձևից, որտեղից հետևում է, որ

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


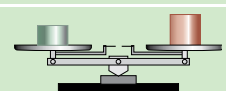
Մարմնի ծավալը հավասար է նրա զանգվածի և խտության հարաբերությանը:

Օրինակ՝ հաշվենք, թե որքան է $m=2,7$ տ զանգվածով սառցաբեկորի ծավալը: 4-րդ աղյուսակից վերցնում ենք սառույցի խտության արժեքը՝ $\rho=900$ կգ/մ³, և $V=m/\rho$ բանաձևով հաշվում՝ $V=2700$ կգ/900 կգ/մ³ = 3 մ³:

Ամփոփում

1. Նյութի խտությունը որոշում են նրա զանգվածի և ծավալի հարաբերությամբ՝ $\rho = m/V$:
2. Միավորների ՄՀ-ում խտությունն արտահայտում են կգ/մ³ միավորով:
3. Մարմնի զանգվածը նրա ծավալի և խտության արտադրյալն է՝ $m = \rho V$:
4. Մարմնի ծավալը նրա զանգվածի և խտության հարաբերությունն է՝ $V = m/\rho$:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր մեծությունն է կոչվում նյութի խտություն:
2. Ինչպե՞ս են որոշում նյութի խտությունը:
3. Բնչ միավորներով են արտահայտում խտությունը:
4. Ջրի խտությունը 1000 կգ/մ³ է: Նշանակում է՝
 1. 1 կգ ջրի ծավալը 1000 մ³ է,
 2. 1000 կգ ջրի ծավալը 1000 մ³ է,
 3. 1000 մ³ ջրի զանգվածը 1 կգ է,
 4. 1 մ³ ջրի զանգվածը 1000 կգ է:
5. Ինչպե՞ս կարելի է հաշվել մարմնի զանգվածը, եթե հայտնի են նրա ծավալը և նյութի խտությունը:
6. Ինչպե՞ս կարելի է հաշվել մարմնի ծավալը, եթե հայտնի են նրա զանգվածը և նյութի խտությունը:
7. Հայտնի է, որ մետաղի կտորը տաքացնելիս ընդարձակվում է: Այդ դեպքում նշված ո՞ր մեծությունը չի փոխվում՝ ա. ծավալը, բ. զանգվածը, գ. խտությունը:
8. Նկարում պատկերված գնդերի զանգվածները հավասար են: Ո՞ր գնդի խտությունն է ավելի մեծ: 
9. Նկարում պատկերված կշեռքի նժարները հավասարակշռության վիճակում են: Ո՞ր մարմնի խտությունն է ավելի մեծ: 

Գործնական աշխատանքներ

Բնչ եք կարծում՝ քանի՞ կիլոգրամ օդ կա ձեր տան հյուրասենյակում:

- Նախ գրի առե՛ք ձեր ենթադրած պատասխանը:
- Այնուհետև չափե՛ք հյուրասենյակի լայնությունը, երկարությունը, բարձրությունը և հաշվե՛ք սենյակի ծավալը:
- Ընդունելով, որ օդի խտությունը 1,29 կգ/մ³ է, $m=\rho V$ բանաձևով հաշվե՛ք հյուրասենյակում առկա օդի զանգվածը:
- Համեմատե՛ք ստացված արժեքը որքան է մոտ ձեր ենթադրած արժեքին:

Համարելով, որ ձեր մարմնի միջին խտությունը մոտավորապես հավասար է ծովի ջրի խտությանը, հաշվե՛ք ձեր մարմնի ծավալը:

§ 21. ԱՎՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 4 ՊԻՆԴ ՄԱՐՄՆԻ ԽՏՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Աշխատանքի նպատակը

Որոշել պինդ մարմնի խտությունը:

Համառոտ տեսություն

Մարմնի խտությունը որոշում են $\rho = m/V$ բանաձևով, որտեղ m -ը մարմնի զանգվածն է, V -ն՝ նրա ծավալը: Այսպիսով՝ մարմնի խտությունը որոշելու համար անհրաժեշտ է իմանալ նրա զանգվածն ու ծավալը: Մարմնի զանգվածը կարելի է որոշել կշեռքի օգնությամբ: Երկրաչափական կանոնավոր տեսք ունեցող մարմնի ծավալը կարելի է հաշվել համապատասխան բանաձևով: Օրինակ՝ եթե մարմինն ունի ուղղանկյունանիստի տեսք, ապա նրա ծավալը որոշում են $V = abc$ բանաձևով, որտեղ a -ն, b -ն և c -ն ուղղանկյունանիստի չափերն են: Եթե մարմինն ունի անկանոն տեսք, ապա նրա ծավալը, ինչպես արդեն գիտեք, կարելի է որոշել չափազլանի միջոցով:

Անհրաժեշտ սարքեր և նյութեր

Չափազլան, լծակավոր կշեռք, կշռաքարեր, ուղղանկյունանիստ և կամայական ձևի ոչ մեծ պինդ մարմիններ (որոնց խտությունը պետք է որոշել), թել, միլիմետրային բաժանումներով քանոն:

Փորձի ընթացքը

1. Քանոնով չափե՛ք ուղղանկյունանիստի ձև ունեցող մարմնի a , b և c կողերի երկարությունները և նրա ծավալը հաշվե՛ք $V = abc$ բանաձևով:
2. Կշեռքով չափե՛ք մարմնի m զանգվածը:
3. Մարմնի խտությունը որոշե՛ք $\rho = m/V$ բանաձևով:
4. Անկանոն տեսք ունեցող մարմնի խտությունը որոշելու համար չափազլանով չափե՛ք նրա ծավալը (տե՛ս լաբորատոր աշխատանք 1, գլուխ 1, § 5):
5. Կշեռքով չափե՛ք նրա զանգվածը:
6. Մարմնի խտությունը որոշե՛ք $\rho = m/V$ բանաձևով:
7. Չափումների և հաշվարկների արդյունքները գրանցե՛ք 9-րդ աղյուսակում:

ԱՐՅՈՒՄԱԿ 9

| Մարմին | Մարմնի զանգվածը, գ | Մարմնի ծավալը, սմ ³ | Նյութի խտությունը | |
|--------|--------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| | | | գ/սմ ³ | կգ/մ ³ |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

§22. ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄ

ԽՆԴԻՐ 1. Որքա՞ն է 1 լիտր տարողությամբ բանկայում լրիվ լցրած մեղրի զանգվածը:

$$\frac{V=1 \text{ Լ}}{m=?}$$

Լուծում: Մեղրի զանգվածը որոշում են $m = \rho_{\text{մեղ}} V$ բանաձևով, որտեղ $\rho_{\text{մեղ}}$ -ը մեղրի խտությունն է, V -ն՝ ծավալը: Խտությունների աղյուսակից գտնում ենք, որ $\rho_{\text{մեղ}} = 1350 \text{ կգ/մ}^3$: Քանի որ $1 \text{ Լ} = 0,001 \text{ մ}^3$, ապա՝

$$m = 1350 \frac{\text{կգ}}{\text{մ}^3} \cdot 0,001 \text{ մ}^3 = 1,35 \text{ կգ}:$$

Պատասխան՝ 1,35 կգ:

ԽՆԴԻՐ 2. 3 մ³ ծավալով պենոպլաստի զանգվածը 600 կգ է, իսկ 1,5 մ³ ծավալով խցանի զանգվածը՝ 360 կգ: Ո՞ր նյութի խտությունն է ավելի մեծ:

$$\frac{\begin{array}{l} V_{\text{պ}} = 3 \text{ մ}^3 \\ m_{\text{պ}} = 600 \text{ կգ} \\ V_{\text{խ}} = 1,5 \text{ մ}^3 \\ m_{\text{խ}} = 360 \text{ կգ} \\ \rho_{\text{պ}} - ?, \rho_{\text{խ}} - ? \end{array}}$$

Լուծում: Պենոպլաստի խտությունը՝

$$\rho_{\text{պ}} = \frac{m_{\text{պ}}}{V_{\text{պ}}} = \frac{600 \text{ կգ}}{3 \text{ մ}^3} = 200 \frac{\text{կգ}}{\text{մ}^3}:$$

Խցանի խտությունը՝

$$\rho_{\text{խ}} = \frac{m_{\text{խ}}}{V_{\text{խ}}} = \frac{360 \text{ կգ}}{1,5 \text{ մ}^3} = 240 \frac{\text{կգ}}{\text{մ}^3}:$$

Պատասխան՝ խցանի խտությունն ավելի մեծ է:

ԽՆԴԻՐ 3. Պղնձե կշռաքարի զանգվածը 0,5 կգ է: Ի՞նչ զանգված կունենա նույն ծավալով երկաթե կշռաքարը:

$$\frac{\begin{array}{l} m_{\text{պղ}} = 0,5 \text{ կգ} \\ V_{\text{եր}} = V_{\text{պղ}} \\ m_{\text{եր}} - ? \end{array}}$$

Լուծում:

Լուծում: Պղնձե կշռաքարի ծավալը՝ $V = \frac{m_{\text{պղ}}}{\rho_{\text{պղ}}}$, որտեղ $m_{\text{պղ}}$ -ն պղնձե կշռաքարի զանգվածն է, $\rho_{\text{պղ}}$ -ն՝ պղնձի խտությունը: Երկաթե կշռաքարի զանգվածը՝ $m_{\text{եր}} = \rho_{\text{եր}} V_{\text{եր}} = \frac{\rho_{\text{եր}} m_{\text{պղ}}}{\rho_{\text{պղ}}}$: Աղյուսակից՝ $\rho_{\text{եր}} = 7800 \text{ կգ/մ}^3$, $\rho_{\text{պղ}} = 8900 \text{ կգ/մ}^3$, հետևաբար,

$$m_{\text{եր}} = \frac{7800 \text{ կգ/մ}^3 \cdot 0,5 \text{ կգ}}{8900 \text{ կգ/մ}^3} \approx 0,4 \text{ կգ}:$$

Պատասխան՝ 0,4 կգ:

ԽՆԴԻՐ 4. Հաշվե՞ք նկարում պատկերված ապակե չորսուի ծավալը և զանգվածը:

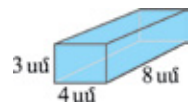
$$\frac{\begin{array}{l} a = 8 \text{ սմ} \\ b = 4 \text{ սմ} \\ c = 3 \text{ սմ} \\ V - ?, m - ? \end{array}}$$

Լուծում: Չորսուի ծավալը՝ $V = 8 \text{ սմ} \cdot 4 \text{ սմ} \cdot 3 \text{ սմ} = 96 \text{ սմ}^3$:

Չորսուի զանգվածը կարելի է որոշել $m = \rho_{\text{ապ}} V$ բանաձևով, որտեղ $\rho_{\text{ապ}}$ -ն ապակու խտությունն է: Խտությունների աղյուսակից՝ $\rho_{\text{ապ}} = 2,5 \text{ գ/սմ}^3$, հետևաբար, չորսուի զանգվածը՝

$$m = 2,5 \frac{\text{գ}}{\text{սմ}^3} \cdot 96 \text{ սմ}^3 = 2300 \text{ գ} = 2,3 \text{ կգ}:$$

Պատասխան՝ 96 սմ³; 2,3 կգ:



ԽՆԴԻՐ 5. Քանի՞ կեպիտրանոց շիշ է հարկավոր 10 կգ սպիրտը տեղավորելու համար:

$$\begin{array}{l} V=0,5 \text{ Լ} \\ m=10 \text{ կգ} \\ \hline n=? \end{array}$$

Լուծում: Մեկ շշում տեղավորված սպիրտի զանգվածը՝ $m_1 = \rho_{\text{սպ}} V$: Հաշվի առնելով, որ $V=0,5 \text{ Լ}=0,5 \cdot 0,001 \text{ մ}^3=0,0005 \text{ մ}^3$, իսկ $\rho_{\text{սպ}}=800 \text{ կգ/մ}^3$, կատանանք՝ $m_1 = 0,0005 \text{ մ}^3 \cdot 800 \frac{\text{կգ}}{\text{մ}^3} = 0,4 \text{ կգ}$: Պահանջվող շշերի թիվը՝

$$n = \frac{m}{m_1} = \frac{10 \text{ կգ}}{0,4 \text{ կգ}} = 25:$$

Պատասխան՝ 25 շիշ:

ԽՆԴԻՐ 6. Մարդն ամեն ներշնչման ժամանակ կլանում է 600 սմ³ օդ: Որքա՞ն է 1 ժամում մարդու ներշնչած օդի զանգվածը, եթե նա 1 րոպեում ներշնչում է 15 անգամ: Ընդունել, որ օդի խտությունը 1,29 կգ/մ³ է:

$$\begin{array}{l} V_1=600 \text{ սմ}^3 \\ t_1=1 \text{ ր} \\ t=1 \text{ ժ} \\ n=15 \\ \rho=1,29 \text{ կգ/մ}^3 \\ \hline m=? \end{array}$$

Լուծում: Մեկ ներշնչման ժամանակ կլանված օդի զանգվածը՝ $m_1 = \rho V_1$: Եթե 1 րոպեում կատարվում է 15 ներշնչում, ապա 1 ժամում կկատարվի $60 \cdot 15 = 900$ ներշնչում, հետևաբար՝ 1 ժամում ներշնչած օդի զանգվածը կլինի՝ $m = 900 \rho V_1$: Հաշվի առնելով, որ $V_1 = 600 \text{ սմ}^3 = 0,0006 \text{ մ}^3$, կատանանք՝

$$m = 900 \cdot 1,29 \frac{\text{կգ}}{\text{մ}^3} \cdot 0,0006 \text{ մ}^3 \approx 0,7 \text{ կգ}:$$

Պատասխան՝ 0,7 կգ:

ԽՆԴԻՐ 7. Վերելակի բեռնատարողությունը 3 տ է: Քանի՞ երկաթե թիթեղ կարելի է բարձրացնել վերելակով, եթե յուրաքանչյուր թիթեղի երկարությունը 3 մ է, լայնությունը՝ 6 սմ, իսկ հաստությունը՝ 4 մմ:

$$\begin{array}{l} M=3 \text{ տ} \\ a=3 \text{ մ} \\ b=60 \text{ սմ} \\ c=4 \text{ մմ} \\ \hline N=? \end{array}$$

Լուծում: Թիթեղների թույլատրելի N թիվը հավասար է վերելակի բեռնատարողության հարաբերությանը մեկ թիթեղի m զանգվածին՝ $N = M/m$: Թիթեղի զանգվածը հավասար է նրա ծավալի և խտության արտադրյալին՝ $m = \rho V$, իսկ ծավալը՝ $V = abc$, հետևաբար՝ $m = \rho abc$: Այսպիսով՝ $N = M/\rho abc$: Աղյուսակից վերցնելով երկաթի խտության արժեքը՝ $\rho = 7800 \text{ կգ/մ}^3$, կատանանք՝

$$N = \frac{3000 \text{ կգ}}{7800 \frac{\text{կգ}}{\text{մ}^3} \cdot 3 \text{ մ} \cdot 0,6 \text{ մ} \cdot 0,004 \text{ մ}} \approx 53,4:$$

Թիթեղների թիվն ամբողջ է, իսկ վերելակը նախատեսված չէ 3 տոննա-ից ավելի բեռ բարձրացնելու համար, ուստի՝ $N = 53$:

Պատասխան՝ 53:

§23. ՄԱՐՄԻՆՆԵՐԻ ՓՈԽԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ: ՈՒԺ

Այս պարագրաֆում դուք կհմանաք, թե ֆիզիկայում որ մեծությունն են անվանում ուժ, ինչ ֆիզիկական իմաստ ունի այն, ինչ միավորով են ուժն արտահայտում միավորների ՄՀ-ում:

1 ՈՒԺ

Մարմինների հատկություններն ու ֆիզիկական երևույթներն առավել խորությամբ ուսումնասիրելու, դրանք քանակապես բնութագրելու համար ֆիզիկայում սահմանել են մի շարք մեծություններ, որոնցից մի քանիսին արդեն ծանոթ եք: Օրինակ՝ արագությունը մեխանիկական շարժման քանակական բնութագիրն է, զանգվածը մարմնի իներտության քանակական չափն է և այլն: Այս պարագրաֆում կծանոթանաք ևս մեկ ֆիզիկական մեծության, որը կոչվում է ուժ:

Ուժի մասին մեր նախնական պատկերացումները կապված են այնպիսի իրավիճակների հետ, երբ հարկ է լինում լարել մկանները, օրինակ՝ ձգել պարանը, գետնից բարձրացնել բեռը, հրել մեքենան և այլն: Անօդյա կյանքում հաճախ ենք օգտագործում «ուժ» բառը: Օրինակ՝ ասում ենք. «Այս աշխատանքն իմ ուժից վեր է», «Նա ուժեղ տղամարդ է», «Համախմբելով մեր ուժերը՝ մենք հաղթեցինք թշնամուն» և այլն:

Ի տարբերություն նշված դեպքերի՝ ֆիզիկայում «ուժ» հասկացությունն ունի խիստ որոշակի իմաստ. այն օգտագործում են տվյալ մարմնի վրա այլ մարմինների ազդեցությունը քանակապես բնութագրելու համար: Երբ մի մարմին ազդում է մյուսի վրա, ասում ենք, որ վերջինիս վրա ուժ է ազդում: Ընդ որում՝ ազդեցությունները տարբեր են: Ուժերը կարելի է համեմատել իրար հետ: Օրինակ՝ հարվածելով գնդակին՝ մեծահասակը նրան ավելի մեծ արագություն է հաղորդում, քան երեխան, կամ մեծահասակը ռետինե ժապավենը ավելի շատ է ձգում, քան երեխան: Այդ դեպքերում ասում ենք, որ մեծահասակն ավելի մեծ ուժով է ազդում գնդակի կամ ժապավենի վրա:

Ուժ կոչվում է այն ֆիզիկական մեծությունը, որի միջոցով քանակապես նկարագրում են մարմինների փոխազդեցությունը:

Այլ խոսքով՝ ուժը մարմինների փոխազդեցության քանակական չափն է: Սովորաբար ուժը նշանակում են F (կարդացվում է էֆ) տառով:

2 ՈՒԺԻ ՉԱՓՈՒՄԸ

Իսկ ինչպե՞ս կարելի է չափել ուժը:

Եթե մարմինը երկու փոխազդեցությունների հետևանքով նույն ժամանակամիջոցում իր արագությունը փոխում է միևնույն չափով, ապա բնական է ենթադրել, որ երկու դեպքում էլ նրա վրա ազդել է նույն ուժը, իսկ եթե մի դեպ-

քում նրա արագության փոփոխությունն ավելի մեծ է, ասպա այդ դեպքում ազդող ուժն ավելի մեծ է եղել: Այսպիսով՝ ուժը կարելի է չափել՝ ելնելով փոխազդեցության ժամանակ մարմնի արագության փոփոխության չափից:

Ուժի ազդեցությամբ կարող է փոխվել ոչ միայն մարմնի արագությունը, այլև նրա ձևն ու չափերը, այսինքն՝ մարմինը կարող է դեֆորմացվել: Ակնհայտ է, որ որքան մեծ է ուժը, այնքան ավելի մեծ կլինի մարմնի դեֆորմացիան: Այս սկզբունքով է աշխատում ուժաչափը, որին առավել հանգամանորեն կձանոթանաք հետագայում:

3 Ուժի միավորը

Երբ չափում ենք որևէ մեծություն, այն համեմատում ենք չափման միավորի հետ: Ուստի ուժը չափելու համար նախ պետք է սահմանել նրա միավորը: Միավորների ՄՀ-ում որպես ուժի միավոր ընդունել են նյուտոնը (Ն)՝ ի պատիվ անգլիացի ֆիզիկոս Իսահակ Նյուտոնի:

1 նյուտոնն այն ուժն է, որի ազդեցությամբ 1 կգ զանգվածով մարմինը 1 վ-ում իր արագությունը փոխում է 1 մ/վ-ով:

Օրինակ՝ եթե 1 կգ զանգվածով անշարժ մարմնի արագությունը 1 վ-ում 0-ից դառնում է 1 մ/վ, նշանակում է՝ նրա վրա ազդել է 1 Ն ուժ:

1 Ն ուժի մասին մոտավոր պատկերացում կազմելու համար բերենք որոշ ուժերի օրինակներ: Այսպես՝ ֆուտբոլիստի հարվածի ուժը գնդակին շուրջ 7000 Ն է, տրակտորի քարշի ուժը՝ 64 000 Ն, էլեկտրաքարշինը՝ 460 000 Ն:

Օգտագործվում են նաև կիլոնյուտոն (կՆ), մեգանյուտոն (ՄՆ), միլինյուտոն (մՆ), միկրոնյուտոն (մկՆ) և այլ միավորներ:

$$\begin{array}{ll} 1 \text{ կՆ} = 1000 \text{ Ն} & 1 \text{ ՄՆ} = 1\,000\,000 \text{ Ն} \\ 1 \text{ մՆ} = 0,001 \text{ Ն} & 1 \text{ մկՆ} = 0,000\,001 \text{ Ն} \end{array}$$

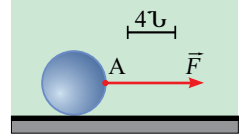
3 Ուժը վեկտորական մեծություն է:

Ուժը, բացի թվային արժեքից (մոդուլից) և չափման միավորից, ունի նաև մեկ այլ կարևոր բնութագիր: Ամեն անգամ, երբ ազդում ենք որևէ մարմնի վրա, այդ ազդեցությանը որոշակի ուղղվածություն ենք հաղորդում, որպեսզի հասնենք մեր ուզած արդյունքին: Օրինակ՝ գնդակը շարժման մեջ դնելու համար ֆուտբոլիստը նրա վրա ազդում է հորիզոնական ուղղությամբ, իսկ դեպի վեր շարժելու համար՝ այլ ուղղությամբ: Հետևաբար, ուժը, ինչպես և արագությունը, ունի ուղղություն, այսինքն՝ այն վեկտորական մեծություն է:

Ինչպես յուրաքանչյուր վեկտորական մեծություն, ուժը նույնպես պատկերում են ծայրին սլաք ունեցող ուղղի հատվածով, որի սկզբնակետը տեղադրում են ուժի կիրառման կետում, այսինքն՝ այն կետում, որտեղ ազդում է ուժը: Սլաքի ուղղությունը համընկնում է ուժի ազդման ուղղությանը, իսկ հատվածի

երկարությունը որոշակի մասշտաբով համապատասխանում է ուժի թվային արժեքին: Նշելու համար, որ ուժը վեկտորական մեծություն է, F տառի վերևում պատկերում են փոքրիկ սլաք՝ \vec{F} :

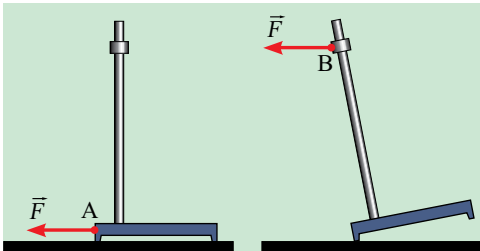
Օրինակ՝ 48-րդ նկարում պատկերված ուժի մոդուլը 8 Ն է, այն կիրառված է գնդի A կետում և ունի հորիզոնական ուղղություն: Հատվածի 1 սմ երկարությանը համապատասխանում է 4 Ն ուժ:



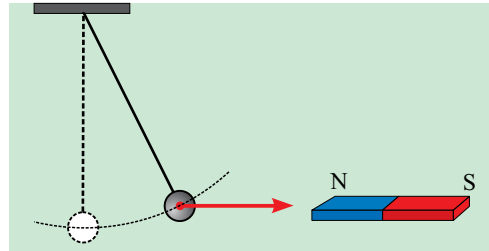
Նկ. 48. Գնդիկի վրա ազդող ուժի վեկտորը

Ուժի ազդեցությունը կախված է նաև ուժի կիրառման կետից: Օրինակ՝ 49-րդ նկարում պատկերված ամրակալանի A կամ B կետերում ուժի ազդեցության արդյունքն էապես տարբեր է:

Առօրյա կյանքում հանդիպում ենք տարաբնույթ ուժերի: Դուռը բացելու համար գործադրում ենք մկանային ուժ և հաղթահարում դռան ծխնիններում առկա շփման ուժերը, որոշ դեպքերում հաղթահարում ենք նաև դուռը փակ վիճակում պահող զսպանակի առաձգականության ուժը:



Նկ. 49. Ուժի ազդեցության արդյունքը կախված է կիրառման կետի ընտրությունից



Նկ. 50. Մագնիսը գնդիկի վրա ազդում է հեռվից

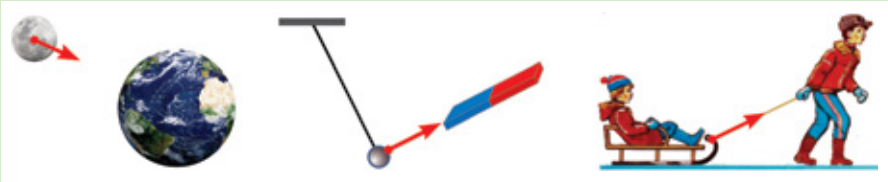
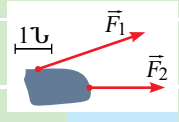
Բոլոր ուժերը, անկախ փոխազդեցության բնույթից, լինում են երկու տեսակի՝ ուժեր, որոնք ազդում են մարմինների անմիջական հպման ժամանակ, և ուժեր, որոնք ազդում են անկախ այն հանգամանքից՝ մարմինները հպվո՞ւմ են իրար, թե՞ ոչ: Վերջիններս ազդում են նաև հեռվից: Օրինակ՝ 50-րդ նկարում պատկերված մագնիսը երկաթե գնդիկի վրա ազդում է հեռվից՝ առանց նրան հպվելու: Հեռազդող ուժի օրինակներ են նաև տիեզերական ձգողության ուժը և, որպես դրա դրսևորման մասնավոր դեպք, Երկրի ձգողության ուժը, որին կծանոթանաք հաջորդ պարագրաֆում:

| Ամփոփում | |
|----------|---|
| 1. | Ուժը ֆիզիկական մեծություն է, որը բնութագրում է մարմինների փոխազդեցության քանակական չափը: |
| 2. | Ուժը կարելի է չափել՝ ելնելով փոխազդեցության ժամանակ մարմնի արագության փոփոխության կամ նրա դեֆորմացիայի չափից: |
| 3. | Միավորների ՄՀ-ում որպես ուժի միավոր ընդունել են Նյուտոնը (Ն): 1 Նյուտոնն այն ուժն է, որի ազդեցությամբ 1 կգ զանգվածով մարմինը 1 վ-ում իր արագությունը փոխում է 1 մ/վ-ով: |

4. Ուժը վեկտորական մեծություն է. այն, բացի թվային արժեքից, բնութագրվում է նաև ազդման ուղղությամբ և կիրառման կետով:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ի՞նչ է բնութագրում ուժը:
2. Ո՞ր ուժն է կոչվում նյունտոն:
3. Որո՞նք են վեկտորական մեծություններ՝ ա. արագությունը, բ. զանգվածը, գ. խտությունը, դ. ուժը:
4. Ո՞ր պնդումն է սխալ.
 1. Ուժը վեկտորական մեծություն է,
 2. Ուժը չափում են կիլոգրամներով,
 3. Ուժն ունի կիրառման կետ և ուղղություն,
 4. Ուժը մարմինների փոխազդեցության չափն է:
5. Պատկերե՛ք հորիզոնական դեպի աջ ուղղված ուժի վեկտորը, որի մոդուլը 4 Ն է (մասշտաբը՝ 0,5 սմ-ը՝ 1 Ն):
6. Օգտվելով մասշտաբից՝ որոշե՛ք նկարում պատկերված մարմնի վրա ազդող \vec{F}_1 և \vec{F}_2 ուժերի թվային արժեքները:
7. Բերե՛ք օրինակներ, որոնք ապացուցում են, որ ուժի ազդեցությունը կախված է նրա ուղղությունից:
8. Բերե՛ք օրինակներ, որոնք ապացուցում են, որ ուժի ազդեցությունը կախված է նրա կիրառման կետից:
9. Ի՞նչ ուժ է պատկերված նկարում, ո՞ւմ կողմից է այն ազդում, ո՞ւմ վրա է կիրառված, ինչպե՞ս է ուղղված:
10. Ո՞ր նկարում է պատկերված ա. հեռազդեցության ուժը, բ. մոտազդեցության ուժը:



§24. ՏԻԵՉԵՐԱԿԱՆ ԶԳՈՂՈՒԹՅԱՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹԸ: ԾԱՆՐՈՒԹՅԱՆ ՈՒԺ

Ձեր ամենօրյա փորձից գիտեք, որ մարմիններն ընկնում են Երկրի վրա, այսինքն՝ Երկիրը որոշակի ուժով ձգում է բոլոր մարմինները: Այս պարագրաֆում դուք կծանոթանաք այդ ուժին, կիմանաք, որ նման ուժ գործում է տիեզերական բոլոր մարմինների միջև:

1 Տիեզերական ձգողության ուժեր

Մեր ամենօրյա փորձը ցույց է տալիս, որ դեպի վեր նետած կամ ձեռքի բաց թողած մարմինները վայր են ընկնում: Նշանակում է՝ նրանց վրա ազդում է դեպի ներքև ուղղված ուժ՝ Երկրի ձգողության (գրավիտացիոն) ուժը: Երկիրը

ձգում է բոլոր մարմինները՝ մարդկանց, կենդանիներին, ավտոմեքենաները, ծառերը, տները և այլն: Երկրի ձգողության ուժն է պահում նաև մթնոլորտը:

Այն, որ Երկիրը ձգում է բոլոր մարմինները, մարդիկ գիտեին շատ վաղուց և կարծում էին, որ մարմիններ ձգելը բնորոշ է միայն Երկրին: Սակայն աստղագիտական դիտումներից պարզվել է, որ ձգելու հատկությամբ օժտված են նաև երկնային բոլոր մարմինները: Օրինակ՝ ոչ միայն Երկիրն է ձգում Լուսինը, որի շնորհիվ այն պտտվում է Երկրի շուրջը, այլև Լուսինն իր հերթին ձգում է Երկիրը և նրա մակերևույթի մարմինները: Հենց Լուսնի ձգողության շնորհիվ է, որ Երկրի վրա տեղի են ունենում մակընթացայություններ և տեղատվություններ, որոնց ժամանակ ծովերի և օվկիանոսների ջրերն առեղի զանգվածներով օրվա ընթացքում երկու անգամ բարձրանում են մի քանի մետր և իջնում:



Նկ. 51. Աստղերի գնդաձև կուտակում

Չեզ հայտնի է նաև, որ մոլորակներն Արեգակի շուրջը պտտվում են նրա ձգողության հետևանքով: Չգողության ուժեր գործում են նաև աստղերի միջև՝ Տիեզերքում առաջացնելով աստղակույտեր, գալակտիկաներ, որտեղ կուտակվում են հարյուրհազարավոր աստղեր (նկ. 51):

Եթե մի պահ վերանային ձգողության ուժերը, Երկիրը և Արեգակնային համակարգի մյուս մոլորակները տարբեր ուղղություններով կհեռանային տիեզերական տարածության մեջ, կտրոհվեին գալակտիկաները, կյրվեին աստղակույտերը:

Չգողության երևույթը հատուկ է Տիեզերքի բոլոր մարմիններին՝ անկախ դրանց չափերից: Այդ ուժերն անվանում են տիեզերական ձգողության ուժեր:

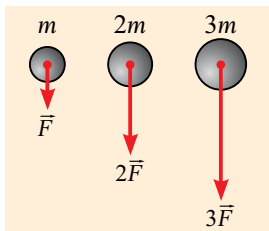
Անգլիացի ֆիզիկոս Իսահակ Նյուտոնն առաջինն է հայտնաբերել այն օրինաչափությունները, որոնք բնութագրում են տիեզերական ձգողության ուժերը: Երկու մարմինների ձգողության ուժը կախված է այդ մարմինների զանգվածներից, որքան մեծ են այդ մարմինների զանգվածները, այնքան մեծ է նրանց միջև ձգողության ուժը:

Այդ ուժերը կախված են նաև մարմինների միջև հեռավորությունից: Նյութոնը ցույց է տվել, որ երկու մարմինների միջև հեռավորությունը մեծացնելիս նրանց միջև ձգողության ուժը փոքրանում է այդ հեռավորության քառակուսուն հակադարձ համեմատականորեն: Օրինակ՝ եթե հեռավորությունը մեծացնում ենք 3 անգամ, ապա ձգողության ուժը փոքրանում է 9 անգամ:

2 Ծանրության ուժ

Մեզ համար առանձնահատուկ նշանակություն ունի Երկրի ձգողության ուժը:

Այն ուժը, որով Երկիրը ձգում է մարմինները, կոչվում է ծանրության ուժ:



Նկ. 52. Ծանրության ուժն ուղիղ համեմատական է զանգվածին:

Փորձը ցույց է տալիս, որ ծանրության ուժը կախված է մարմնի զանգվածից, ընդ որում՝ որքան մեծ է մարմնի զանգվածը, այնքան մեծ է նրա վրա ազդող ծանրության ուժը: Օրինակ՝ եթե m զանգվածով մարմնի վրա ազդում է F ուժ, ապա $2m$ զանգվածով մարմնի վրա կազդի ծանրության $2F$ ուժ, $3m$ զանգվածով մարմնի վրա կազդի ծանրության $3F$ ուժ և այլն (նկ. 52), այսինքն՝ ծանրության ուժն ուղիղ համեմատական է մարմնի զանգվածին: Մաթեմատիկորեն այդ կախումն արտահայտում են $F = mg$ բանաձևով, որտեղ g -ն (կարդայվում է՝ ժե) բոլոր մարմինների համար միևնույն հաստատուն մեծությունն է: Վերջինիս արժեքը կարելի է որոշել փորձով: Փորձը ցույց է տալիս, որ Երկրի մակերևույթին մոտ 1 կգ զանգվածով մարմինը Երկիրը ձգում է 9,8 Ն ուժով:

Վերը բերված բանաձևից հետևում է, որ $g = F/m$: Տեղադրելով $F = 9,8 \text{ Ն}$ և $m = 1$ կգ արժեքները՝ կստանանք՝ $g = (9,8 \text{ Ն}) / (1 \text{ կգ}) = 9,8 \text{ Ն/կգ}$:

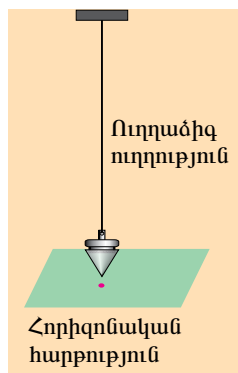
Այսպիսով՝ կամայական զանգվածով մարմնի վրա ազդող ծանրության ուժը որոշում են

$$F_{\delta} = mg$$

բանաձևով, որտեղ $g = 9,8 \text{ Ն/կգ}$: Նշենք, որ այս բանաձևով ծանրության ուժը որոշելիս մարմնի զանգվածը միշտ պետք է արտահայտել կիլոգրամներով: Պետք է հիշել նաև, որ g -ն հաստատուն՝ 9,8 Ն/կգ արժեքն ունի միայն Երկրի մակերևույթի մերձակայքում: Երկրի մակերևույթի վեր բարձրանալուն զուգընթաց g -ի արժեքը փոքրանում է, նշանակում է՝ մարմնի վրա ազդող ծանրության ուժը նվազում է:

3 Ծանրության ուժի ուղղությունը

$F_{\delta} = mg$ բանաձևով կարելի է հաշվել ծանրության ուժի մոդուլը: Իսկ ի՞նչ ուղղություն ունի ծանրության ուժը: Մեծ ճշտությամբ այն ուղղված է դեպի Երկրի կենտրոն: Այդ ուղղությունը որոշելու համար օգտագործում են **ուղղալար** կոչվող սարքը: Ուղղալարը թելից կախված բեռ է (նկ. 53): Երբ բեռը դադարի վիճակում է, թելի ուղղությունը համընկնում է բեռի վրա ազդող ծանրության ուժի ուղղությանը: Այդ ուղղությունն անվանում են **ուղղաձիգ ուղղություն**, իսկ դրան ուղղահայաց հարթությունը՝ **հորիզոնական հարթություն**: Ուղղալարով ստուգում են տարբեր շինությունների, մարմինների դիրքերի ուղղաձիգությունը:



Նկ. 53. Ուղղալար

4 Խնդիրների լուծման օրինակներ

1. Մարմնի վրա ազդող ծանրության ուժը 1 Ն է: Որքա՞ն է այդ մարմնի զանգվածը:

$$\frac{F_{\delta} = 1 \text{ Ն}}{m - ?}$$

Լուծում: m զանգվածով մարմնի վրա ազդող ծանրության ուժը որոշում են $F_{\delta} = mg$ բանաձևով, որտեղ $g = 9,8 \text{ Ն/կգ}$: Այստեղից՝

$$m = \frac{F_{\delta}}{g} = \frac{1 \text{ Ն}}{9,8 \text{ Ն/կգ}} = 0,102 \text{ կգ} = 102 \text{ գ:}$$

Պատասխան՝ 102 գ:

2. Որքա՞ն է 1լ ծավալով կերոսինի վրա ազդող ծանրության ուժը:

$$\frac{V = 1 \text{ Լ}}{F_{\delta} - ?}$$

Լուծում: Կերոսինի զանգվածը որոշենք $m = \rho V$ բանաձևով, որտեղ ρ -ն կերոսինի խտությունն է: Նրա վրա ազդող ծանրության ուժը՝ $F_{\delta} = mg$, հետևաբար՝ $F_{\delta} = \rho Vg$: Այդուսակից վերցնելով կերոսինի խտության արժեքը՝ $\rho = 800 \text{ կգ/մ}^3$, և հաշվի առնելով, որ նրա ծավալը՝ $V = 1 \text{ Լ} = 0,001 \text{ մ}^3$, կստանանք՝

$$F_{\delta} = 800 \frac{\text{կգ}}{\text{մ}^3} \cdot 0,001 \text{ մ}^3 \cdot 9,8 \frac{\text{Ն}}{\text{կգ}} = 7,84 \text{ Ն:}$$

Պատասխան՝ 7,84 Ն:

Ամփոփում

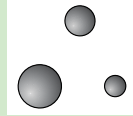
- Երկիրն իրեն է ձգում բոլոր մարմինները: Ձգողության այդպիսի ուժերը հատուկ են ոչ միայն Երկրին, այլև Տիեզերքի բոլոր մարմիններին՝ անկախ դրանց չափերից: Այդ ուժերն անվանում են տիեզերական ձգողության ուժեր:
- Այն ուժը, որով Երկիրը ձգում է մարմինները, անվանում են ծանրության ուժ: m զանգվածով մարմնի վրա ազդող ծանրության ուժը որոշում են $F_{\delta} = mg$ բանաձևով, որտեղ $g = 9,8 \text{ Ն/կգ}$:
- Ծանրության ուժի ազդման ուղղությունն անվանում են ուղղաձիգ ուղղություն, իսկ նրան ուղղահայաց հարթությունը՝ հորիզոնական հարթություն:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Բնչև է ստիպում ձեռքից բաց թողած մարմնին ընկնել գետնին՝

1. ձեռքի հպումը,
2. երկրի ձգողությունը,
3. օդի դիմադրությունը,
4. մագնիսականությունը:

2. Նկարում պատկերված ո՞ր երկու գնդերի միջև է տիեզերական ձգողության ուժը՝ ա. նվազագույնը, բ. առավելագույնը, եթե դրանք պատրաստված են նույն նյութից, իսկ դրանց կենտրոնների հեռավորությունները հավասար են:



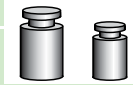
3. Ինչպե՞ս կփոխվի երկու մարմինների ձգողության ուժը, եթե նրանց հեռավորությունը փոքրացնենք 4 անգամ:

4. Եթե տիեզերական ձգողության ուժերը գործում են բոլոր մարմինների միջև, ապա ինչո՞ւ սենյակի իրերը չեն մոտենում միմյանց:

5. Ո՞ր ուժն են անվանում ծանրության ուժ:

6. Ի՞նչ բանաձևով են որոշում ծանրության ուժը:

7. Հավասար՞ են արդյոք նկարում պատկերված չուզուներ կշռաքարերի վրա ազդող ծանրության ուժերը:



8. Չուզահե՞ն են արդյոք Երևանում և Բեռլինում կախված ուղղալարերը:

9. Ծանրության նույն ուժն է ազդում երկու միատեսակ գնդերի վրա, եթե դրանցից մեկը ջրում է, իսկ մյուսը՝ օդում:

Գործնական աշխատանքներ

■ Տանը կշեռքով որոշե՛ք ձեր, գնդակի կամ մեկ այլ մարմնի զանգվածները և հաշվե՛ք յուրաքանչյուրի վրա ազդող ծանրության ուժը:

■ Խմբերով քննարկե՛ք ստորև նկարագրված իրավիճակը, ներկայացրե՛ք ձեր պատասխանը և հիմնավորե՛ք այն:

Ծանրության ուժի հատկությունները քննարկելիս Արամը պնդում էր, որ վեր բարձրանալիս ինքնաթիռի վրա ազդող ծանրության ուժը չի փոխվում: Իր կարծիքը նա հիմնավորում էր այսպես. ծանրության ուժը որոշում են $F_g = mg$ բանաձևով, որտեղ m -ը ինքնաթիռի զանգվածն է, իսկ $g = 9,8$ Ն/կգ-ն հաստատուն մեծություն է: Քանի որ վեր բարձրանալիս ինքնաթիռի զանգվածը չի փոխվում, չի փոխվի նաև նրա վրա ազդող ծանրության ուժը:

Աշոտն այլ կարծիքի էր: Ըստ նրա՝ քանի որ մարմինների հեռավորությունը մեծացնելիս նրանց ձգողության ուժը փոքրանում է, ապա վեր բարձրացող ինքնաթիռի ծանրության ուժը պետք է փոքրանա: Նրանցից ո՞վ էր ճիշտ և ինչո՞ւ:

Հետաքրքիր է իմանալ

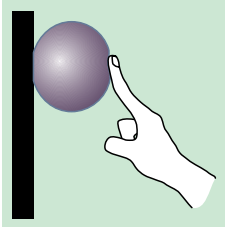
ՆՅՈՒՏՈՒԸ, ՏԻԵՉԵՐԱԿԱՆ ՁԳՈՂՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ... ԽՆՁՈՐԸ

Կա լեգենդ այն մասին, որ Նյուտոնը ձգողության օրենքը հայտնագործել է ծառի ճյուղից ընկնող խնձորին նայելիս: Առաջին անգամ այդ մասին հիշատակել է նրա կենսագիր Ուիլյամ Սթյուարթը 1752 թ. հրատարակած «Հուլիսի Նյուտոնի կյանքի մասին» գրքում, որտեղ գրում է. «Ճաշից հետո տաք եղանակ էր, մենք դուրս եկանք այգի և թեյ էինք խմում խնձորենիների ստվերում: Նյուտոնն ինձ ասաց, որ գրավիտացիայի միտքն իր գլխում ծագել է, երբ ճիշտ այդպես նստած է եղել ծառի տակ: Տեսնելով ծառից հանկարծակի ընկնող խնձորը՝ նա մտածում է, թե ինչու են խնձորները միշտ ընկնում երկրին ուղղահայաց»:

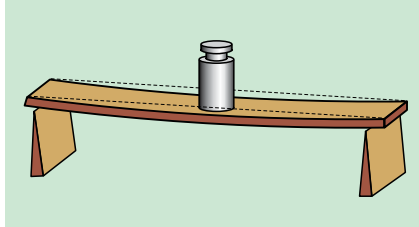
§25. ԱՌԱՋԳԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՈՒԺ: ՀՈՒԿԻ ՕՐԵՆՔԸ

ԻՆչ է դեֆորմացիան: Որ դեֆորմացիան են անվանում առաձգական, որը՝ պլաստիկ: ԻՆչ է առաձգականության ուժը, երբ է այն առաջանում: Որն է Հուկի օրենքը: Նշված հարցերը կքննարկվեն այս պարագրաֆում

1 Դեֆորմացիա



Նկ. 54. Սեղմումը փոխում է մարմնի ձևը



Նկ. 55. Բեռի ազդեցությամբ փոխվում է մարմնի ձևը

Արդեն գիտեք, որ մարմինները փոխազդեցության հետևանքով փոխում են իրենց արագությունները: Սակայն երբ մարմինը զրկված է շարժվելու հնարավորությունից, ապա ուժի ազդեցությամբ նրա տարբեր մասերը տեղափոխվում են միմյանց նկատմամբ, որի հետևանքով մարմինը փոխում է իր ձևն ու չափերը:

Այսպես, օրինակ՝ երբ գնդակը մատով սեղմում ենք պատին (նկ. 54), ապա մատի և գնդակի, ինչպես նաև գնդակի ու պատի փոխազդեցության հետևանքով փոխվում են գնդակի և մատի ձևերը: Այդ դեպքում փոխվում է նաև պատի ձևը, սակայն այնքան չնչին, որ չենք նկատում: Մեկ այլ օրինակ: Երբ բեռը դնում ենք հենարանների վրա դրված տախտակին (նկ. 55), այն ձկվում է:

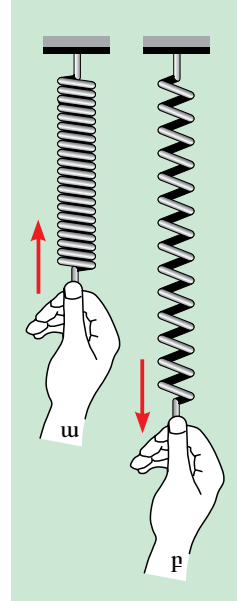
Փոխազդեցության հետևանքով փոխվում են նաև մարմնի չափերը: Օրինակ՝ սեղմելիս զսպանակը կարճանում է (նկ. 56,ա), իսկ ձգելիս՝ երկարում (նկ. 56,բ):

Նշված բոլոր դեպքերում ասում են, որ մարմինը **դեֆորմացվում է**:

Արտաքին ազդեցության հետևանքով մարմնի ձևի և չափերի փոփոխությունը կոչվում է դեֆորմացիա:

2 Առաձգական և պլաստիկ դեֆորմացիաներ

Եթե պողպատե զսպանակը սեղմենք և բաց թողնենք, ապա այն կվերականգնի իր նախկին ձևն ու չափերը: Իսկ եթե սեղմենք պլաստիլինե գունդը, այն չի վերականգնի իր ձևը: Այս փորձերը ցույց են տալիս, որ երբ դադարում



Նկ. 56. ա. Սեղմման, բ. ձգման դեֆորմացիաներ

է արտաքին ուժի ազդեցությունը, որոշ մարմիններ վերականգնում են իրենց նախնական ձևն ու չափերը, իսկ որոշ մարմիններ՝ ոչ:

Եթե արտաքին ազդեցությունը վերացնելուց հետո մարմինը լրիվ վերականգնում է իր նախկին ձևն ու չափերը, դեֆորմացիան կոչվում է առաձգական, հակառակ դեպքում՝ սլաստիկ:

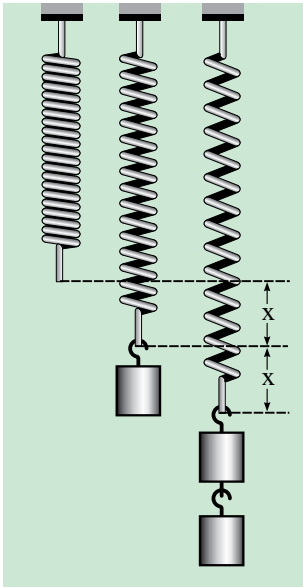
Պլաստիկ դեֆորմացիայից հետո մարմինը մասամբ կամ լրիվ պահպանում է իր ընդունած ձևը և փոփոխված չափերը:

Կամուրջները, հեծանները, հաստոցների մասերը հաշվարկում և պատրաստում են այնպես, որ ուժի ազդեցությամբ ենթարկվեն առաձգական դեֆորմացիայի, որն ապահովում է դրանց երկարակեցությունն ու հուսալիությունը: Եվ, հակառակը, մետաղների մշակման ժամանակ դրանք ենթարկում են սլաստիկ դեֆորմացիայի, որպեսզի պատրաստված դետալն ունենա անհրաժեշտ չափերն ու ձևը:

3 Առաձգականության ուժ

Առաձգական դեֆորմացիայի ժամանակ մարմնի մեջ առաջանում են ուժեր, որոնք խոչընդոտում են դեֆորմացիան և ձգտում են վերականգնել տվյալ մարմնի նախկին ձևն ու չափերը:

Օրինակ՝ եթե զսպանակի մի ծայրն ամրացնենք, իսկ ազատ ծայրը ձգենք որոշակի F ուժով, ապա այն որոշ չափով կերկարի և այլևս չի ձգվի: Նշանակում է՝ ձգման հետևանքով զսպանակում առաջանում է ուժ, որը մողուլով հավասար է այն ուժին, որով ազդում ենք նրա վրա, և ուղղված է այդ ուժին հակառակ: Այդ ուժը կոչվում է **առաձգականության ուժ**:



Նկ. 57. Առաձգականության ուժն ուղիղ համեմատական է դեֆորմացիայի չափին

4 Հուկի օրենքը

Փորձերը ցույց են տալիս, որ առաձգական դեֆորմացիայի դեպքում առաձգականության ուժը կախված է դեֆորմացիայի չափից: Պարզենք այդ կախման բնույթը և ստանանք այն արտահայտող բանաձևը:

Դրա համար կատարենք հետևյալ փորձը: Ամրակալանին ամրացնենք զսպանակ և նշենք դրա ազատ ծայրի դիրքը (նկ. 57): Այնուհետև զսպանակի ծայրից կախենք բեռ: Չսպանակը կծգվի և կերկարի x չափով: Բեռի վրա ազդում են ծանրության ուժը և դրան հակառակ ուղղված զսպանակի առաձգականության ուժը: Բանի որ բեռը դադարի վիճա-

կում է, ապա առաձգականության ուժը մոդուլով հավասար է բեռի ծանրության ուժին: Եթե բեռը հանենք, ապա զսպանակի ծայրը կվերադառնա իր նախկին դիրքը, նշանակում է՝ դեֆորմացիան առաձգական է:

Այժմ զսպանակի ծայրից կախենք այդպիսի երկու բեռ: Այս դեպքում ծանրության ուժը, հետևաբար՝ նաև առաձգականության ուժը կմեծանան երկու անգամ: Չափումները ցույց են տալիս, որ զսպանակի երկարացումը նույնպես մեծանում է երկու անգամ:

Նշանակում է՝ քանի անգամ մեծանում է զսպանակի դեֆորմացիայի չափը, նույնքան անգամ մեծանում է առաձգականության ուժը, այսինքն՝ առաձգականության ուժն ուղիղ համեմատական է դեֆորմացիայի չափին (զսպանակի երկարացմանը):

Ընդհանրացնելով այս օրինաչափությունները՝ անգլիացի ֆիզիկոս Ռոբերտ Հուկը ձևակերպել է առաձգականության օրենքը, որը հայտնի է որպես **Հուկի օրենք**:

Առաձգական դեֆորմացիայի ժամանակ մարմնի ներսում առաջացած առաձգականության ուժն ուղիղ համեմատական է դեֆորմացիայի չափին:

Եթե առաձգականության ուժը նշանակենք $F_{\text{առ}}$ -ով, իսկ դեֆորմացիայի չափը՝ x -ով, ապա Հուկի օրենքը կարելի է ներկայացնել հետևյալ բանաձևով՝

$$F_{\text{առ}} = kx :$$

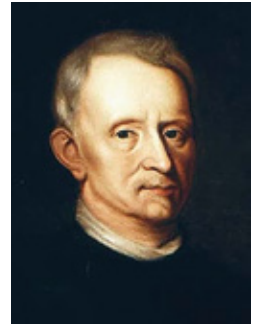
Այս բանաձևում համեմատականության k գործակիցը կոչվում է **կոշտություն**: Կոշտությունը կախված է զսպանակի ձևից, չափերից, նյութի տեսակից և պատրաստման եղանակից: Տվյալ զսպանակի համար այն հաստատուն մեծություն է և արտահայտվում է $k = F_{\text{առ}}/x$ բանաձևով:

Միավորների ՄՀ-ում կոշտությունն արտահայտում են Ն/մ միավորով:

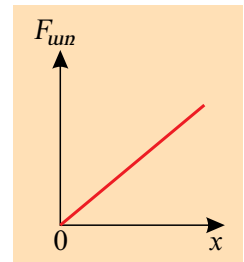
Հուկի օրենքը ճիշտ է ոչ միայն մարմնի ձգման, այլև սեղմման դեպքում: Չսպանակը x չափով սեղմելիս նրա մեջ առաջացած առաձգականության ուժը ևս որոշում են նույն բանաձևով:

Նշենք, որ $F = kx$ բանաձևով որոշում են առաձգականության ուժի մոդուլը, իսկ նրա ուղղությունը միշտ հակառակ է ուղղված մարմնի դեֆորմացիայի ուղղությանը:

Հուկի օրենքը կարելի է պատկերել նաև գրաֆիկորեն: Քանի որ առաձգականության ուժն ուղիղ համեմատական է դեֆորմացիայի չափին, ապա այդ կախումն արտահայտող գրաֆիկն ուղիղ գիծ է (նկ. 58):



Ռոբերտ Հուկ
(1635–1703)



Նկ. 58. Հուկի օրենքի գրաֆիկական պատկերը

4 Խնդիրների լուծման օրինակներ

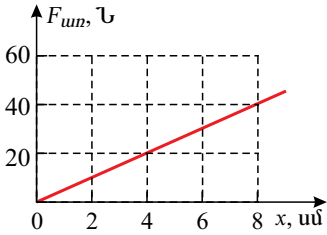
1. Որքա՞ն է 50 Ն/մ կոշտությամբ զսպանակի երկարացումը, եթե նրա մեջ առաջացած առաձգականության ուժը 5 Ն է:

$$\begin{aligned} k &= 50 \text{ Ն/մ} \\ F_{\text{առ}} &= 5 \text{ Ն} \\ x &= ? \end{aligned}$$

Լուծում: Հուկի օրենքն արտահայտող $F_{\text{առ}} = kx$ բանաձևից զսպանակի երկարացման համար կստանանք՝

$$x = \frac{F_{\text{առ}}}{k} = \frac{5 \text{ Ն}}{50 \text{ Ն/մ}} = 0,1 \text{ մ} = 10 \text{ սմ}:$$

Պատասխան՝ 10 սմ:



2. Նկարում պատկերված է զսպանակի առաձգականության ուժի կախումը նրա երկարացումից արտահայտող գրաֆիկը: Որքա՞ն է զսպանակի կոշտությունը:

Լուծում: Գրաֆիկից երևում է, որ զսպանակի $x = 4 \text{ սմ} = 0,04 \text{ մ}$ երկարացման դեպքում առաձգականության ուժը՝ $F_{\text{առ}} = 20 \text{ Ն}$: Հուկի օրենքից հետևում է, որ զսպանակի կոշտությունը՝

$$k = \frac{F_{\text{առ}}}{x} = \frac{20 \text{ Ն}}{0,04 \text{ մ}} = 500 \text{ Ն/մ}:$$

Նույն արդյունքը կստանանք գրաֆիկի կամայական այլ կետի համապատասխանող x -ի և $F_{\text{առ}}$ -ի արժեքների դեպքում:

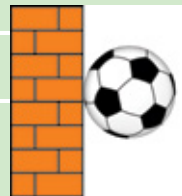
Պատասխան՝ 500 Ն:

Ամփոփում

1. Արտաքին ազդեցության հետևանքով մարմնի ձևի և չափերի փոփոխությունը կոչվում է դեֆորմացիա:
2. Եթե արտաքին ազդեցությունը վերացնելուց հետո մարմինը լրիվ վերականգնում է իր նախկին ձևն ու չափերը, դեֆորմացիան կոչվում է առաձգական, հակառակ դեպքում՝ պլաստիկ:
3. Համաձայն Հուկի օրենքի՝ առաձգական դեֆորմացիայի ժամանակ առաջացած $F_{\text{առ}}$ ուժն ուղղված է դեֆորմացիային հակառակ, ուղիղ համեմատական է դեֆորմացիայի x չափին և որոշվում է $F_{\text{առ}} = kx$ բանաձևով, որտեղ k գործակիցը կոչվում է կոշտություն:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր երևույթն է կոչվում դեֆորմացիա:
2. Ո՞ր ուժն են անվանում առաձգականության ուժ, և ինչպե՞ս է այն ուղղված:
3. Գնդակը հարվածում է պատին (տե՛ս նկարը): Պատկերել է՞ք պատի վրա՝ գնդակի և գնդակի վրա պատի ազդող առաձգականության ուժերը:
4. Ձևակերպել է՞ք Հուկի օրենքը:



5. Բնչ բանաձևով են որոշում k կոշտությամբ զսպանակի առաձգականության F ուժը, եթե նրա դեֆորմացիայի չափը x է:

1. $F = kx^2$ 2. $F = \frac{kx^2}{2}$ 3. $F = \frac{kx}{2}$ 4. $F = kx$:

6. Ո՞րն է զսպանակի կոշտության չափման միավորը ՄՀ-ում՝

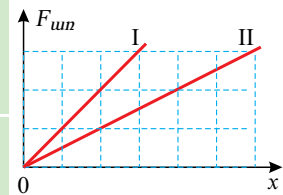
1. Ն/կգ, 2. Ն/մ², 3. Ն/մ, 4. Ն•մ:

7. Չսպանակի կոշտությունը կախված է.

1. դեֆորմացիայի չափից,
2. առաձգականության ուժից,
3. զսպանակի չափերից և նյութի տեսակից,
4. նրանից կախված բեռի կշռից:

8. Քանի՞ անգամ կմեծանա զսպանակի առաձգականության ուժը, եթե նրա երկարացումը մեծացնենք 2 անգամ:

9. Նկարում պատկերված է երկարացումից առաձգականության ուժի կախման գրաֆիկը երկու զսպանակների համար: Ո՞ր զսպանակի կոշտությունն է ավելի մեծ:



10. Կառուցե՛ք զսպանակի երկարացումից առաձգականության ուժի կախման գրաֆիկը, եթե զսպանակի կոշտությունը 20 Ն/մ է:

§26. ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 5 ՉՍՊԱՆԱԿԱՎՈՐ ՈՒԺԱՉԱՓԻ ԱՍՏԻՃԱՆԱԿՈՐՈՒՄԸ

Աշխատանքի նպատակը

Աստիճանավորել զսպանակավոր ուժաչափը և դրանով չափել ուժեր:

Համառոտ տեսություն

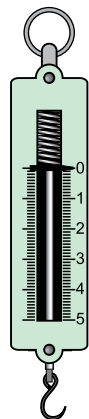
Ուժը կարելի է չափել երկու եղանակով.

ա. չափելով նրա ազդեցությամբ մարմնի արագության փոփոխությունը,

բ. չափելով նրա ազդեցությամբ մարմնի դեֆորմացիայի մեծությունը:

Գործնականում ավելի հեշտ է չափել մարմնի դեֆորմացիայի (երկարացման կամ սեղմման) մեծությունը, քան արագության փոփոխությունը: Ահա թե ինչու ուժը չափելու համար ավելի հաճախ օգտվում են ուժաչափ (դինամոմետր) կոչվող սարքից, որի աշխատանքի հիմքում Հուկի օրենքն է:

Պարզագույն ուժաչափի (նկ. 59) հիմնական մասը զսպանակն է, որի ստորին ծայրը վերջանում է կեռիկով: Չսպանակին ամրացված է ցույցիչ: Երբ զսպանակի կեռիկի վրա ուժ է ազդում, այն սահում է ուժաչափի հենքին ամրացված սանդղակի վրայով և ցույց է



Նկ. 59.
Ուժաչափ

տալիս ուժի համապատասխան արժեքը: Չափման ժամանակ զսպանակը ենթարկվում է միայն առանձգական դեֆորմացիայի, ուստի ուժի ազդեցությունը դադարելուց հետո ցույցիչը վերադառնում է սկզբնական դիրքին:

Չսպանակավոր ուժաչափն աստիճանավորելու համար անհրաժեշտ է իմանալ, թե ինչ m զանգվածով բեռ պետք է կախենք զսպանակից, որ ուժաչափը ցույց տա $F=1 \text{ Ն}$ ուժ:

m զանգվածով բեռը զսպանակը կձգի $F=mg$ ուժով, որտեղից՝

$$m = \frac{F}{g} = \frac{1 \text{ Ն}}{9,8 \text{ Ն/մ}} \approx 0,102 \text{ կգ:}$$

Անհրաժեշտ սարքեր և նյութեր

Ամրակալան, 102 գ զանգվածով բեռների հավաքածու, զսպանակավոր ուժաչափ:

Փորձի ընթացքը

1. Ուժաչափի սանդղակը ծածկե՛ք սպիտակ թղթով:
2. Ուժաչափն ուղղաձիգ դիրքով ամրացրե՛ք ամրակալանին: Թղթի վրա հորիզոնական գծիկով նշե՛ք ուժաչափի ցույցիչի դիրքը և նրա կողքին գրե՛ք «0» թվանշանը: Դա կլինի սանդղակի զրոյական բաժանումը:
3. Ուժաչափի կեռիկից կախե՛ք 102 գ զանգվածով բեռ: Ուժաչափի ցույցիչի նոր դիրքը նույնպես նշե՛ք հորիզոնական գծիկով և նրա կողքին գրեք «1» թվանշանը: Այն կհամապատասխանի 1 Ն ուժին:
4. Այնուհետև կեռիկին ավելացրե՛ք նույն զանգվածով ևս մեկ բեռ և ցույցիչի նոր դիրքը նշե՛ք «2» թվանշանով:
5. Կեռիկին հերթով ավելացնելով մեկական բեռ՝ թղթի վրա նշե՛ք ցույցիչի դիրքերը՝ սանդղակի 3, 4, ... բաժանումները:
6. Այնուհետև չափե՛ք հեռավորությունները երկու հարևան բաժանումների միջև: Հավասա՞ր են արդյոք դրանք:
7. Այդ հեռավորություններից յուրաքանչյուրը սանդղակի վրա բաժանե՛ք 10 հավասար մասերի: Դրանցից յուրաքանչյուրը կհամապատասխանի 0,1 Ն-ի: Այսպիսով՝ ձեր ուժաչափն աստիճանավորված է:
8. Այժմ որոշակի ուժով ձգելով կամ ուժաչափից որևէ բեռ կախելով՝ չափե՛ք ուժաչափի վրա ազդող ուժի մեծությունը:
9. Ուժաչափից պոկելով ձեր ստացած սանդղակը՝ այն համեմատե՛ք ուժաչափի գործարանային սանդղակի հետ և գնահատե՛ք չափման սխալը:

| |
|--|
| Ամփոփիչ հարցեր: |
| 1. Խնչ կառուցվածք ունի պարզագույն ուժաչափը: |
| 2. Ո՞ր օրենքի վրա է հիմնված ուժաչափի աշխատանքը: |
| 3. Ինչո՞վ է պայմանավորված ուժաչափի՝ ձեր ստացած սանդղակով և գործարանային սանդղակով ստացված արդյունքների տարբերությունը: |

§27. ՄԱՐՄՆԻ ԿՇԻՌԸ

Այս պարագրաֆում դուք կճանաչեք Երկրի ձգողությամբ պայմանավորված ևս մեկ ուժի, որն անվանում են մարմնի կշիռ, կիմանաք, թե ինչով է տարբերվում մարմնի կշիռը մարմնի զանգվածից և ծանրության ուժից:

1 Մարմնի կշիռ

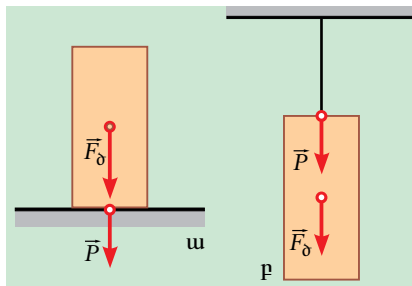
Չեզ լավ հայտնի է, որ ձեռքից բաց թողած յուրաքանչյուր մարմին, օրինակ՝ գիրքը, մետաղե գունդը և այլն, ծանրության ուժի ազդեցությամբ ընկնում են ներքև: Իսկ ինչո՞ւ անշարժ հենարանին դրված մարմինը ներքև չի ընկնում: Նշանակում է՝ բացի ծանրության ուժից՝ մարմնի վրա ազդում է նաև մեկ այլ՝ ուղղաձիգ դեպի վեր ուղղված ուժ: Այդ ուժը հենարանի առաձգականության ուժն է, որն առաջանում է մարմնի ազդեցությամբ՝ հենարանի դեֆորմացիայի հետևանքով: Վերջինս հաճախ չենք նկատում, սակայն ակնառու է դառնում, երբ, օրինակ, ծանր մարմինը դնում ենք բազմոցին:

Ինչպես արդեն գիտեք, ազդեցությունը միակողմանի չի լինում: Եթե հենարանն ազդում է մարմնի վրա, ապա մարմինն էլ ազդում է հենարանի վրա: Փոխազդեցության հետևանքով դեֆորմացվում է ոչ միայն հենարանը, այլև մարմինը: Վերջինս հենարանի վրա ազդում է ուղղաձիգ դեպի ներքև ուղղված առաձգականության ուժով:

Եթե մարմինը կախված է, ապա դեֆորմացվում է ոչ միայն կախույր (թելը, գապանակը), այլև մարմինը, որի հետևանքով էլ այն ազդում է կախույցի վրա:

Այն ուժը, որով մարմինը Երկրի ձգողության հետևանքով ազդում է անշարժ հորիզոնական հենարանի կամ ուղղաձիգ կախույցի վրա, կոչվում է մարմնի կշիռ:

Այսպիսով՝ մարմնի կշիռը իր բնույթով առաձգականության ուժ է, որը կիրառված է հենարանի (նկ. 60, ա) կամ կախույցի (նկ. 60, բ) վրա:



Նկ. 60. Մարմնի կշիռն ազդում է՝ ա. հենարանի վրա, բ. կախույցի վրա

Կշիռը սովորաբար նշանակում են P (կարդայվում է *պե*) տառով: Երկրի նկատմամբ անշարժ մարմնի կշիռը հավասար է ծանրության ուժին՝

$$P = mg :$$

Ինչպես բոլոր ուժերը, կշիռը նույնպես միավորների ՄՀ-ում չափում են նյուտոնով:

2 Մարմնի կշռի և զանգվածի տարբերությունը

Առօրյա կյանքում հաճախ կշիռը շփոթում են մարմնի զանգվածի հետ: Օրինակ՝ մարդու կշիռն արտահայտում են կիլոգրամներով, խանութում կատարած գնումների կշիռը որոշում են կիլոգրամներով կամ գրամներով: Բայց չէ՞ որ կիլոգրամը մարմնի զանգվածի միավորն է, իսկ կշիռն ուժ է և չափվում է նյուտոնով: Նշված իրավիճակներում ճիշտ է ասել «մարդու զանգվածը», «զնված ապրանքի զանգվածը»:

Այս շփոթությունը պատահական չէ և ունի իր պատճառը: Բանն այն է, որ և՛ զանգվածը, և՛ կշիռը հաճախ որոշում են կշեռքով: Կշեռքն իրականում չափում է մարմնի կշիռը, սակայն եթե հավասար են երկու մարմինների կշիռները, հավասար են նաև դրանց զանգվածները: Դա է պատճառը, որ մարդիկ հաճախ տարբերություն չեն տեսնում մարմնի զանգվածի և կշռի միջև: Ծիշտ չէ, երբ ասում են, օրինակ՝ մարմնի կշիռը 10 կգ է: Դա նրա զանգվածն է, իսկ կշիռը՝ $P = mg = 10 \text{ կգ} \cdot 9,8 \text{ Ն/կգ} = 98 \text{ Ն}$:

3 Խնդիրների լուծման օրինակներ

1. Առաստաղից կախված ջահն առաստաղի վրա ազդում է 49 Ն ուժով: Որքա՞ն է ջահի զանգվածը:

$$\frac{P=49 \text{ Ն}}{m=?}$$

Լուծում: Չահի կշիռն առաստաղի վրա ազդող ուժն է, հետևաբար՝ $P=49 \text{ Ն}$: Մարմնի կշիռը որոշում են $P=mg$ բանաձևով, որտեղից՝

$$m = \frac{P}{g} = \frac{49 \text{ Ն}}{9,8 \text{ Ն/մ}} = 5 \text{ կգ}:$$

Պատասխան՝ 5 կգ:

2. 1 կգ զանգվածով բիդոնի մեջ լցրին 5 լ կերոսին: Որքա՞ն դարձավ բիդոնի կշիռը:

$$\frac{m=1 \text{ կգ}}{V=5 \text{ լ}} \\ P=?$$

Լուծում: Նախ հաշվենք կերոսինի զանգվածը: Այն որոշում են $m_2 = \rho V$ բանաձևով, որտեղ ρ -ն կերոսինի խտությունն է, V -ն՝ ծավալը: Կերոսինով լցված բիդոնի ընդհանուր զանգվածը կլինի՝ $m_1 + m_2$, հետևաբար՝ նրա կշիռը՝ $P = (m_1 + m_2)g$ կամ՝ $P = (m_1 + \rho V)g$: Քանի որ $V = 5 \text{ լ} = 0,005 \text{ մ}^3$, իսկ $\rho = 800 \text{ կգ/մ}^3$, ապա՝

$$P = \left(1 \text{ կգ} + 800 \frac{\text{կգ}}{\text{մ}^3} \cdot 0,005 \text{ մ}^3 \right) \cdot 9,8 \frac{\text{Ն}}{\text{կգ}} = 49 \text{ Ն}:$$

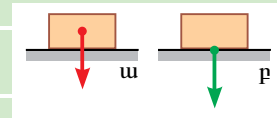
Պատասխան՝ 49 Ն:

Ամփոփում

1. Այն ուժը, որով մարմինը երկրի ծողողության հետևանքով ազդում է անշարժ հորիզոնական հենարանի կամ ուղղաձիգ կախոցի վրա, կոչվում է մարմնի կշիռ:
2. Մարմնի կշիռը որոշում են $P = mg$ բանաձևով, միավորների ՄՀ-ում այն արտահայտում են նյուտոն (Ն) միավորով:
3. Մարմնի կշիռը եապես տարբերվում է զանգվածից: Չանգվածը մարմնի ինտրտության չափն է, որն արտահայտում են կիլոգրամներով, իսկ կշիռը առաձգական բնույթի ուժ է, որն արտահայտում են նյուտոններով:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. $F_{նչ}$ է մարմնի կշիռը:
2. $F_{նչ}$ բնույթի ուժ է մարմնի կշիռը:
3. Ո՞ր նկարում է պատկերված փայտե չորսուկի վրա ազդող ծանրության ուժը, որտեղ՝ նրա կշիռը:
4. $F_{նչ}$ բանաձևով են որոշում մարմնի կշիռը:
5. Տղան ֆիզկուլտուրայի դասաժամին կանգնեց կշեռքին: Նա նայեց կշեռքի ցուցմունքին և ասաց. «Իմ կշիռը 50 կգ է»: Դասընկերն ուղղեց նրան՝ ասելով, որ դա նրա կշիռը չէ, այլ զանգվածն է: Նրանցից ո՞վ էր ճիշտ:
6. Գիրքը սեղանի մակերևույթին ազդում է 19,6 Ն ուժով: Ինչպե՞ս է կոչվում այդ ուժը: Այն մե՞ծ է, թե՞ փոքր ծանրության ուժից: Որքա՞ն է գրքի զանգվածը:
7. Ուժաչափը, որից բեռ է կախված, սկսում է ընկնել որոշ բարձրությունից: Այդ դեպքում ուժաչափի ցուցմունքը հավասարվում է գրոյի: Կարելի՞ է պնդել, որ գրոյի է հավասարվում՝ ա. բեռի կշիռը, բ. բեռի զանգվածը, գ. բեռի ծանրության ուժը:



Լրացուցիչ ընթերցանության համար



§28. ՇՓՄԱՆ ՈՒԺ

Դուք շարունակում եք ծանոթանալ բնության տարբեր ուժերի: Այս պարագրաֆը նվիրված է ուժի մի տեսակի, առանց որի գոյության անհնարին կլիներ մարդկանց քայլելը, վագելը, ավտոմեքենաների, գնացքների շարժումը, տարբեր առարկաներ մեր ձեռքում պահելը, կենդանիների՝ ծառեր մագլցելը, և այլն: Դա շփման ուժն է:

1 Շփման ուժ

Խաղաղաշտուն գլորվող գնդակի, շարժիչն անջատած ավտոմեքենայի արագություններն աստիճանաբար փոքրանում են, և այդ մարմինները ի վերջո կանգ են առնում: Նշանակում է՝ այդ մարմինների վրա ազդում է շարժմանը հակառակ ուղղված ուժ: Այդպիսի ուժ առաջանում է նաև այն ժամանակ, երբ

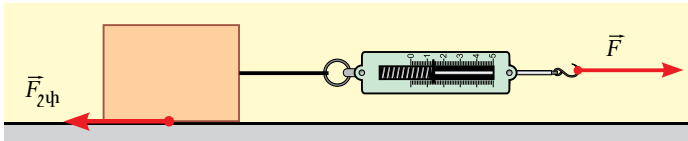
փորձում ենք միմյանց նկատմամբ շարժել հավող մարմինները, որոնք սկզբում դադարի վիճակում էին:

Երկու մարմինների համան ժամանակ առաջացող և միմյանց նկատմամբ դրանց շարժումը խոչընդոտող փոխազդեցությունը անվանում են շփում, իսկ այդ փոխազդեցությունը բնութագրող ուժը՝ շփման ուժ:

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

2 Դադարի շփում

Փորձեք շարժել սեղանին դրված որևէ առարկա, ասենք՝ ծանր գիրքը՝ նրա վրա ազդելով հորիզոնական ուղղված ուժով: Կնկատեք՝ քանի դեռ ազդող ուժը բավականաչափ փոքր է, գիրքը դադարի վիճակում է: Եվ սկսում է շարժվել միայն այն դեպքում, երբ ազդող ուժը հասնում է որոշակի արժեքի: Այս երևույթն առավել ցայտուն է դրսևորվում, երբ փորձում ենք տեղաշարժել սառնարանը, պահարանը կամ մեկ այլ ծանր իր:



Նկ. 61. Դադարի շփման $F_{շփ}$ ուժը հավասար է F քարշի ուժին

Նշված օրինակներում մարմնի վրա հորիզոնական ուղղությամբ ուժ է ազդում, սակայն այն մնում է դադարի վիճակում: Նշանակում է՝ մարմնի վրա ազդում է նաև մեկ ուժ, որը հակառակ է ուղղված կիրառված ուժին և համակշռում է այն (նկ. 61): Այդ ուժը մարմնի և սեղանի մակերևույթների միջև առաջացած դադարի շփման ուժն է:

Դադարի շփման ուժը միշտ հավասար է հավող մակերևույթներին զուգահեռ ազդող ուժին և ուղղված է նրան հակառակ:

Եթե մարմնի վրա՝ նրա հավող մակերևույթին զուգահեռ ուժ չի ազդում, ապա դադարի շփման ուժը հավասար է զրոյի: Շփման ուժ առաջանում է միայն նշված ուժի առկայության դեպքում, և քանի դեռ մարմինը դադարի վիճակում է, ազդող ուժը մեծացնելիս մեծանում է նաև դադարի շփման ուժը: Կիրառված ուժի որոշակի արժեքի դեպքում մարմինը սկսում է շարժվել: Հետևաբար, դադարի շփման ուժը տվյալ պայմաններում փոխվում է զրոյից մինչև որոշակի՝ առավելագույն արժեք:

3 Սահքի շփման ուժ

Երբ ազդող ուժը փոքր-ինչ մեծանում է դադարի շփման ուժի առավելագույն արժեքից, մարմինը շարժվում է, իսկ դադարի շփման ուժի փոխարեն ի հայտ է գալիս **սահքի շփման ուժը**:

Սահքի շփումն առաջանում է մարմինների հավող մակերևույթների միջև, երբ դրանք շարժվում են իրար նկատմամբ: Սահքի շփման ուժը մոտավորապես հավասար է դադարի շփման ուժի առավելագույն արժեքին:

Սահքի շփման հետևանքով կանգ են առնում սարից իջնող սահնակը, սառցադաշտում սահող տափօղակը և այլն: Սահքի շփման ուժն ուղղված է մարմնի շարժման ուղղությանը հակառակ:

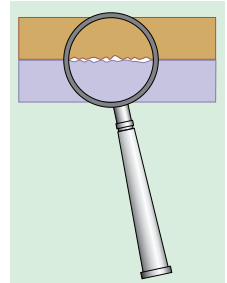
Եթե դադարի շփման ուժը կարող է փոխվել գրոյից մինչև իր առավելագույն արժեքը, ապա **սահքի շփման ուժը տվյալ մակերևույթների համար հաստատուն մեծություն է և մեծ ճշտությամբ հավասար է դադարի շփման ուժի առավելագույն արժեքին**:

4 Ինչո՞վ է պայմանավորված շփման ուժը

Փորձը ցույց է տալիս, որ շփման ուժի մեծությունը կախված է շփվող մարմինների ողորկության աստիճանից և դրանց նյութերի տեսակից:

Նույնիսկ այն մակերևույթները, որոնք մեզ ողորկ են թվում, իրականում ունեն անհարթություններ (նկ. 62): Այդ անհարթությունները կառչում են մեկը մյուսին, դեֆորմավում և խոչընդոտում մարմինների շարժումը: Այդ պատճառով շփումը փոքրացնելու համար պետք է հարթեցնել, հղկել հավող մարմինների մակերևույթները:

Սակայն դա չի նշանակում, որ այդ եղանակով կարելի է անընդհատ փոքրացնել շփման ուժը: Բանն այն է, որ նյութերի մասնիկները միմյանց մոտենալիս փոխազդում են զգալի ձգողության ուժերով (դրանք կուսումնասիրեք 8-րդ դասարանի ֆիզիկայի դասընթացում): Լավ հղկելիս մարմինների մակերևույթներն ավելի կիպ են հավում իրար, որի հետևանքով ձգողության ուժը դառնում է էական, և շփման ուժը մեծանում է:



Նկ. 62. Հավող մակերևույթների անհարթությունները

5 Գլորման շփում

Շփման ուժի բնույթն էապես փոխվում է, երբ մարմինը ոչ թե սահում, այլ գլորվում է մեկ այլ մարմնի մակերևույթով: Գլորվող մարմինը հաղթահարում է իր ճանապարհին հանդիպող մակերևութային անհարթությունները՝ անցնելով դրանց վրայով: Այս դեպքում առաջացող դիմադրության ուժը կոչվում է գլորման շփման ուժ, որի ուղղությունը հակառակ է մարմնի շարժման ուղղությանը:

Միևնույն պայմաններում գլորման շփման ուժը զգալիորեն փոքր է սահքի շփման ուժից: Դեռևս շատ հին ժամանակներից ծանր բեռներ տեղափոխելու համար մարդիկ դրանց տակ տեղադրել են գերաններ կամ այլ գլորաններ: Ներկայումս բոլոր փոխադրամիջոցները տեղակայվում են անիվների վրա: Անիվը մարդկության կարևորագույն հայտնագործություններից է:

6 Շփման ուժի դերը բնության մեջ, տեխնիկայում և կենցաղում

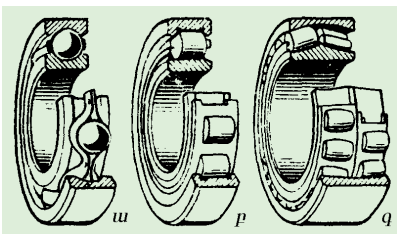
Շփման երևույթը բնության մեջ և կենցաղում դրսևորվում է բազմաթիվ ձևերով: Շփումը որոշ դեպքերում օգտակար է, իսկ այլ դեպքերում՝ վնասակար: Եթե չլիներ շփումը, մարդիկ և կենդանիները չէին կարողանա քայլել կամ վազել: Շփման հետևանքով են շարժվում ավտոմեքենաները, գնացքները:

Դուք գիտեք, թե որքան դժվար է քայլել հարթ սառույցի վրայով, կամ տեսել եք, թե ինչպես են սառցակալած ճանապարհին տեղապտույտ տալիս ավտոմեքենաների անիվները: Պատճառն այն է, որ սառույցի վրա շփումը շատ ավելի փոքր է, քան գետնի վրա: Շփման հետևանքով է, որ արգելակելիս մեքենաները կանգ են առնում, և խուսափում ենք տարբեր վթարներից:

Բազմաթիվ բույսեր և կենդանիներ ունեն բռնելու կամ փաթաթվելու համար հարմար օրգաններ: Դրանք ունեն խորդուբորդ մակերևույթներ, որը մեծացնում է շփումը: Եթե չլիներ շփումը, չէինք կարողանա ոչինչ ձեռքով պահել. ամեն ինչ դուրս կսահեր մեր ձեռքերից:

Շփումն ունի նաև վնասակար հետևանքներ: Շփման հետևանքով տաքանում և մաշվում են մեքենաների շարժվող մասերը: Շփման այս և ոչ ցանկալի այլ հետևանքներից խուսափելու համար կիրառում են շփման փոքրացման տարբեր եղանակներ: Օրինակ՝ շփումը փոքրացնելու նպատակով հավող մակերևույթները պատում են որևէ յուղով, քսուքով:

Շփումը փոքրացնում են նաև տարբեր տիպի առանցքակալներով, որոնց միջոցով սահքի շփումը փոխարինվում է գլորման շփումով (նկ. 63), որը, ինչպես գիտենք, շատ ավելի փոքր է:



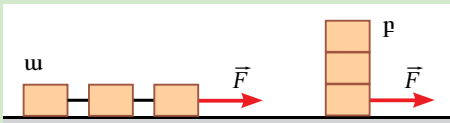
Նկ. 63. Առանցքակալներ. ա. գնդիկավոր, բ. գլանաձև, գ. երկշար

Ամփոփում

1. Երկու մարմինների հպման ժամանակ առաջացող և միմյանց նկատմամբ դրանց շարժումը խոչընդոտող փոխազդեցությունն անվանում են շփում, իսկ այդ փոխազդեցությունը բնութագրող ուժը՝ շփման ուժ:
2. Տարբերում են շփման երեք տեսակ՝ դադարի շփում, սահքի շփում և գլորման շփում:

3. Դադարի շփման ուժը միշտ հավասար է հպվող մակերևույթներին զուգահեռ ազդող ուժին և ուղղված է նրան հակառակ:
4. Սահքի շփման ուժը տվյալ մակերևույթների համար հաստատուն մեծություն է և մեծ ճշտությամբ հավասար է դադարի շփման ուժի առավելագույն արժեքին:
5. Միևնույն պայմաններում գլորման շփման ուժը զգալիորեն փոքր է սահքի շփման ուժից:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Թվարկե՛ք շփման տեսակները և բերե՛ք օրինակներ:
2. Տղան հրում է դաշնամուրը, որը շարունակում է մնալ դադարի վիճակում: Դաշնամուրի և հատակի միջև առաջանում է.
 1. սահքի շփման ուժ,
 2. դադարի շփման ուժ,
 3. գլորման շփման ուժ,
 4. շփման ուժ չի առաջանում:
3. Հորիզոնական սեղանին դրված չորսուկի վրա՝ նրա մակերևույթին զուգահեռ 2 լ ուժով ազդելիս չորսուն տեղից չի շարժվում: Որքա՞ն է չորսուկի վրա ազդող շփման ուժը:
4. Ինչպե՞ս է ուղղված թեք հարթությամբ դեպի ներքև շարժվող չորսուկի վրա ազդող շփման ուժը:
5. Երեք միատեսակ չորսուկներ տեղափոխում են երկու եղանակով, ինչպես ցույց է տրված ա և բ նկարներում: Ո՞ր դեպքում է սահքի շփման ուժն ավելի մեծ:
 
6. Ինչո՞ւ է մարդը սայթաքում չոր ճանապարհին ոտքը ուլունքների կամ կոշտ սիսեռահատիկների վրա դնելիս:
7. Լրացրե՛ք 10-րդ աղյուսակը.

ԱՂՅՈՒՍԱԿ 10

| Շփման ուժի դրսևորման օգտակար օրինակներ | Շփման ուժի դրսևորման վնասակար օրինակներ |
|--|---|
| | |
| | |

8. Ինչպե՞ս կարելի է մեծացնել շփումը:
9. Ինչպե՞ս կարելի է փոքրացնել շփումը:

Լրացուցիչ ընթերցանության համար



§29. ԱՎՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱԼՔ 6

ՇՓՄԱՆ ՈՒԺԻ ԿԱԽՎԱԾՈՒԹՅՈՒՆԸ ՀՈՐԻՉՈՆԱԿԱՆ ՀԱՐԹՈՒԹՅԱՆ ՀԵՏ ՀՊԿՈՂ ՄԱՐՄՆԻ ԿՇՈՒՑ, ՀՊՄԱՆ ՄԱԿԵՐԵԿՈՒՅԹԻ ՄԱԿԵՐԵՍԻՑ

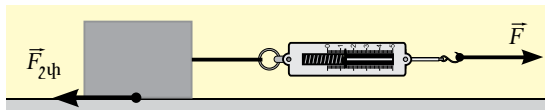
Աշխատանքի նպատակը

Փորձով համոզվել, որ սահքի շփման ուժն ուղիղ համեմատական է մարմնի կշռին և կախված չէ հավող մակերևույթի մակերեսից:

Համառոտ տեսություն

Շփման ուժն այն ուժն է, որն առաջանում է մարմինների հպման տիրույթում և խոչընդոտում է նրանց շարժումը: Շփման ուժը պայմանավորված է հավող մակերևույթների խորդուբորդություններով և մոլեկուլների փոխազդեցությամբ: Շփման ուժերն ուղղված են մակերևույթների երկայնքով:

Տվյալ մարմնի վրա ազդող սահքի շփման ուժն առաջանում է, երբ այդ մարմինը սահում է որևէ այլ մարմնի մակերևույթով: Մահքի շփման ուժը հակառակ է ուղղված մարմնի շարժման ուղղությանը: Այդ ուժի մոդուլը մոտավորապես հավասար է դադարի շփման ուժի առավելագույն արժեքին:



Նկ. 64. Հավասարաչափ շարժման ժամանակ շփման ուժը հավասար է քարշի ուժին

Փորձը ցույց է տալիս, որ սահքի շփման ուժն ուղիղ համեմատական է մարմնի կշռին և կախված չէ հավող մակերևույթի մակերեսից: Այս պնդումները ստուգելու համար դիտարկենք հետևյալ իրավիճակը: Ենթադրենք՝ հորիզոնական մակերևույթի վրա դրված չորսուն ձգում են այնպիսի ուժով, որի ուղղությամբ այն շարժվում է հավասարաչափ (նկ. 64): Այդ դեպքում չորսուի վրա ազդող սահքի շփման $F_{շփ}$ ուժը հավասար է ուժաչափի ցույց տված F ուժին՝ $F_{շփ} = F$:

Անհրաժեշտ սարքեր և նյութեր

Ուժաչափ, միատեսակ փայտե չորսուների հավաքածու:

Փորձի ընթացքը

1. Ուժաչափով որոշե՛ք չորսուի կշիռը:
2. Չորսուն տեղադրե՛ք հորիզոնական սեղանին, նրան ամրացրե՛ք ուժաչափը և հորիզոնական ուղղությամբ ձգե՛ք այն այնպես, որ չորսուն շարժվի հնարավորինս հավասարաչափ:
3. Գրանցե՛ք ուժաչափի ցույցմուները: Դա կլինի սահքի շփման ուժի արժեքը:

4. Չորսուի վրա տեղադրե՛ք երկրորդ չորսուն և նույն ձևով չափեք սահքի շփման ուժի արժեքն այս դեպքում:
5. Նույնը կրկնե՛ք իրար վրա տեղադրված երեք և չորս չորսուների համար:
6. Ստացված արդյունքները գրանցե՛ք աղյուսակում.

ԱՂՅՈՒՄԱԿ 11

| N | Չորսուների քանակը, n | Չորսուների կշիռը, P_n | Քարշի ուժը, F | Սահքի շփման ուժը, $F_{շփ}$ |
|---|------------------------|-------------------------|-----------------|----------------------------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |

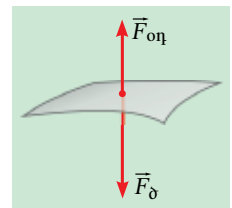
7. Համոզվե՛ք, որ որոշակի ճշտությամբ գործում է հետևյալ օրինաչափությունը. քանի անգամ մեծացնում ենք մարմնի կշիռը (չորսուների թիվը), նույնքան անգամ մեծանում է սահքի շփման ուժը, այսինքն՝ սահքի շփման ուժն ուղիղ համեմատական է մարմնի կշռին:
8. Հավոդ մակերևույթի մակերեսից շփման ուժի կախումը պարզելու համար մեկ չորսուի համար որոշե՛ք շփման ուժը, այնուհետև չորսուն տեղադրե՛ք այլ նիստի վրա և նորից չափե՛ք շփման ուժը:
9. Համոզվե՛ք, որ շփման ուժն այդ դեպքում չի փոխվում, այսինքն՝ սահքի շփման ուժը կախված չէ հավոդ մակերևույթի մակերեսից:

§30. ՄԻ ՈՒՂՂՈՎ ՈՒՂՂՎԱԾ ԵՐԿՈՒ ՈՒԺԵՐԻ ԳՈՒՄԱՐՈՒՄԸ

Ի՞նչ է համազոր ուժը, ինչպե՞ս են այն գտնում: Ինչի՞ է հավասար մի ուղղով ուղղված նույն ուղղությամբ երկու ուժերի համազորը: Ինչի՞ է հավասար մի ուղղով հակառակ ուղղված երկու ուժերի համազորը:

1 Համազոր ուժ

Եթե մեզ հետաքրքրող մարմինը որոշակի փոխազդեցության մեջ է միայն մի մարմնի հետ, ապա ասում ենք, որ նրա վրա ազդում է միայն մեկ ուժ: Օրինակ՝ յուրաքանչյուր մարմին փոխազդում է Երկրի հետ, այսինքն՝ նրա վրա միշտ ազդում է ձեզ արդեն ծանոթ ծանրության ուժը: Սակայն հաճախ մարմինը միաժամանակ փոխազդում է երկու կամ ավելի մարմինների հետ: Նման դեպքերում մարմնի վրա ազդում են երկու կամ ավելի ուժեր: Օրինակ՝ որոշ բարձրությունից ընկնող թղթի վրա (նկ. 65), բացի ծանրու-



Նկ. 65. Թղթի վրա ազդում են ծանրության և օդի դիմադրության ուժերը

թյան ուժից, ազդում է նաև օդի դիմադրության ուժը: Մեղանի մակերևույթին շարժվող մարմնի վրա, բացի քարշի ուժից, ազդում է նաև սահքի շփման ուժը: Դեպի Լուսին թռչող տիեզերանավի վրա միաժամանակ ազդում են Երկրի, Լուսնի և Արեգակի ձգողության ուժերը:

Փորձը ցույց է տալիս, որ եթե մարմնի վրա ազդում են մի քանի ուժեր, ապա դրանք կարելի է փոխարինել մի այնպիսի ուժով, որը տվյալ մարմնի վրա ազդում է այնպես, ինչպես այդ բոլոր ուժերը միասին:

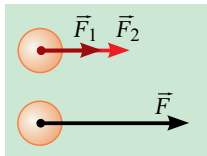
Այն ուժը, որը մարմնի վրա ունի նույն ազդեցությունը, ինչ մի քանի ազդող ուժեր միասին, կոչվում է այդ ուժերի համագոր:

Ուժերի համագորը որոշելու գործողությունը կոչվում է **ուժերի գումարում**:

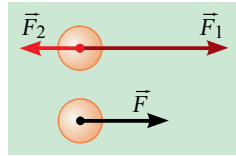
2 Մի ուղղով ուղղված ուժերի գումարումը

Ուժը վեկտորական մեծություն է, իսկ վեկտորների համար գործում են գումարման այլ կանոններ: Եթե ուժերն ուղղված են կամայական անկյան տակ, ապա դրանց գումարելը (համագորը գտնելը) բավականաչափ բարդ խնդիր է (այն կքննարկենք բարձր դասարաններում):

Այժմ պարզենք, թե ինչպես են գումարում մի ուղղով ուղղված երկու ուժերը, ընդ որում՝ հնարավոր է, որ դրանք ունենան նույն ուղղությունը կամ ուղղված լինեն իրար հակառակ: Մման դեպքերում գործում են ուժերի գումարման հետևյալ պարզ կանոնները.



Նկ. 66. Նույն ուղղության ուժերի գումարումը



Նկ. 67. Հակառակ ուղղված ուժերի գումարումը

1. Եթե մարմնի վրա ազդող \vec{F}_1 և \vec{F}_2 ուժերն ունեն նույն ուղղությունը (նկ. 66), ապա համագոր ուժն ուղղված է նույն ուղղությամբ, և նրա մոդուլը հավասար է այդ ուժերի մոդուլների գումարին.

$$F = F_1 + F_2:$$

2. Եթե մարմնի վրա ազդող ուժերն ուղղված են մի ուղղով և ունեն հակառակ ուղղություններ (նկ. 67), ապա դրանց համագորն ունի մոդուլով ավելի մեծ ուժի ուղղությունը, իսկ նրա մոդուլը հավասար է այդ ուժերի մոդուլների տարբերությանը: Եթե $F_1 > F_2$, ապա՝

$$F = F_1 - F_2:$$

Մասնավորապես, եթե հակառակ ուղղված ուժերի մոդուլները հավասար են, ապա նրանց համագործը զրո է: Այդ դեպքում ասում են, որ այդ ուժերը միմյանց համակշռում են: Այդպիսի ուժերի ազդեցությամբ մարմնի արագությունը չի փոխվում. այն միշտ պահպանում է իր դադարի կամ ուղղագիծ հավասարաչափ շարժման վիճակը:

3 Խնդիրների լուծման օրինակներ

1. Նկարում պատկերված F_1 և F_2 ուժերի համագործը 8 Ն է: Որքա՞ն է F_2 ուժը, եթե $F_1 = 3 \text{ Ն}$:

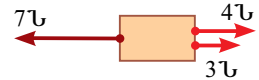


$$\begin{array}{l} F = 8 \text{ Ն} \\ F_1 = 3 \text{ Ն} \\ \hline F_2 = ? \end{array}$$

Լուծում: Պատկերված ուժերն ուղղված են մեկ ուղղով և ունեն նույն ուղղությունը, հետևաբար նրանց համագործի մոդուլը՝ $F = F_1 + F_2$: Այս հավասարումից՝ $F_2 = F - F_1 = 8 \text{ Ն} - 3 \text{ Ն} = 5 \text{ Ն}$:

Պատասխան՝ 5 Ն :

2. Որքա՞ն է նկարում պատկերված չորսուի վրա ազդող ուժերի համագործը:



Լուծում: 4 Ն և 3 Ն ուժերն ունեն նույն ուղղությունը, հետևաբար՝ նրանց համագործն ուղղված է դեպի աջ, իսկ նրա մոդուլը հավասար է 7 Ն -ի: Եթե այդ ուժերը փոխարինենք դեպի աջ ուղղված մոդուլով 7 Ն համագործ ուժով, ապա մարմնի վրա հակառակ ուղղություններով կազդեն մոդուլով 7 Ն երկու ուժեր, որոնց համագործը հավասար է զրոյի:

Պատասխան՝ 0 :

Ամփոփում

- Այն ուժը, որը մարմնի վրա ունի նույն ազդեցությունը, ինչ մի քանի ազդող ուժեր միասին, կոչվում է այդ ուժերի համագործ: Ուժերի համագործը որոշելու գործողությունը կոչվում է ուժերի գումարում:
- Մի ուղղով ուղղված նույն ուղղությունն ունեցող \vec{F}_1 և \vec{F}_2 ուժերի համագործն ունի այդ ուժերի ուղղությունը, իսկ մոդուլը՝ $F = F_1 + F_2$:
- Մի ուղղով ուղղված հակառակ ուղղություններով \vec{F}_1 և \vec{F}_2 ուժերի համագործն ունի մեծ ուժի ուղղությունը ($F_1 > F_2$), իսկ մոդուլը՝ $F = F_1 - F_2$:

Հարցեր և առաջադրանքներ

- Բերե՛ք օրինակներ, երբ մարմնի վրա միաժամանակ ազդում են մի քանի ուժեր:
- Ո՞ր ուժն է կոչվում համագործ ուժ:
- Ինչպե՞ս է ուղղված մի ուղղով նույն կողմն ուղղված երկու ուժերի համագործը, և ինչպե՞ս են որոշում նրա մոդուլը:
- Ինչպե՞ս է ուղղված մի ուղղով հակառակ կողմեր ուղղված երկու ուժերի համագործը, և ինչպե՞ս են որոշում նրա մոդուլը:
- Ինչպե՞ս է շարժվում մարմինը նրա մի կետում կիրառված մոդուլով հավասար և հակառակ ուղղված երկու ուժերի ազդեցությամբ:

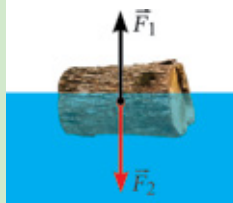
6. Որքան է A կետում կիրառված երկու ուժերի համագործը:



7. Որքան է A կետում կիրառված երկու ուժերի համագործը:

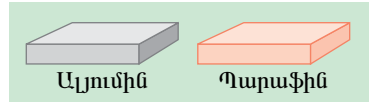


8. Նկարում պատկերված են լճում անշարժ կոճղի վրա ազդող ուժերը: Որքան է այդ ուժերի համագործը:



§31. ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄ

ԽՆԴԻՐ 1: Նկարում պատկերված նույն չափերով երկու չորսուներից որի՞ վրա ազդող ծանրության ուժն է մեծ և քանի՞ անգամ:



Լուծում: Ալյումինե չորսուի վրա ազդող ծանրության ուժը՝ $F_{ալ} = m_{ալ}g$: Քանի որ $m_{ալ} = \rho_{ալ} V$, որտեղ $\rho_{ալ} = 2700 \text{ կգ/մ}^3$ -ն ալյումինի խտությունն է, ապա $F_{ալ} = \rho_{ալ} Vg$: Նմանապես պարաֆինե չորսուի վրա ազդող ծանրության ուժի համար ստանում ենք՝ $F_{պ} = \rho_{պ} Vg$, որտեղ $\rho_{պ} = 900 \text{ կգ/մ}^3$: Վերջին երկու հավասարումները բաժանելով իրար՝ կստանանք՝

$$\frac{F_{ալ}}{F_{պ}} = \frac{\rho_{ալ} Vg}{\rho_{պ} Vg} = \frac{\rho_{ալ}}{\rho_{պ}} = \frac{2700 \text{ կգ/մ}^3}{900 \text{ կգ/մ}^3} = 3:$$

Պատասխան՝ ալյումինե չորսուի վրա ազդում է 3 անգամ ավելի մեծ ծանրության ուժ:

ԽՆԴԻՐ 2: Որքան է $a=20$ սմ, $b=8$ սմ, $c=15$ սմ չափերով ապակե ուղղանկյունանիստ չորսուի վրա ազդող ծանրության ուժը:

$a=20$ սմ
 $b=8$ սմ
 $c=15$ սմ

 $F=?$

Լուծում: Չորսուի ծավալը՝ $V=abc=20 \text{ սմ} \cdot 8 \text{ սմ} \cdot 15 \text{ սմ} = 2400 \text{ սմ}^3$: Չորսուի զանգվածը որոշենք $m=\rho V$ բանաձևով, որտեղ ρ -ն ապակու խտությունն է՝ $\rho=2500 \text{ կգ/մ}^3$ (տես 6-րդ աղյուսակը): Չորսուի վրա ազդող ծանրության ուժը՝ $F=mg=\rho Vg$: Տեղադրելով մեծությունների արժեքները՝ $V=0,0024 \text{ մ}^3$, $g=9,8 \text{ Ն/կգ}$, կստանանք՝

$$F = 2500 \frac{\text{կգ}}{\text{մ}^3} \cdot 0,0024 \text{ մ}^3 \cdot 9,8 \frac{\text{Ն}}{\text{կգ}} = 58,8 \text{ Ն}:$$

Պատասխան՝ 58,8 Ն:

ԽՆԴԻՐ 3: Չսպանակը 5 սմ-ով ձգելու համար անհրաժեշտ է նրա ծայրին կիրառել 2 Ն ուժ: Ի՞նչ ուժ է անհրաժեշտ այն 30 սմ-ով ձգելու համար:

$$\begin{array}{l} x_1 = 5 \text{ սմ} \\ F_1 = 2 \text{ Ն} \\ x_2 = 30 \text{ սմ} \\ \hline F_2 = ? \end{array}$$

Լուծում: Համաձայն Հուկի օրենքի՝ $F_1 = kx_1$, $F_2 = kx_2$, որտեղ k -ն զսպանակի կոշտությունն է: Առաջին հավասարումից որոշելով $k = F_1/x_1$ մեծությունը և այն տեղադրելով երկրորդ հավասարման մեջ՝ կստանանք՝

$$F_2 = \frac{F_1 x_2}{x_1} = \frac{2 \text{ Ն} \cdot 30 \text{ սմ}}{5 \text{ սմ}} = 12 \text{ Ն}:$$

Պատասխան՝ 12 Ն:

ԽՆԴԻՐ 4: Որքա՞ն է զսպանակի առաձգականության ուժը, եթե նրանից կախված է 400 սմ³ ծավալով երկաթե չորսու:

$$\begin{array}{l} V = 400 \text{ սմ}^3 \\ \hline F_{\text{սն}} = ? \end{array}$$

Լուծում: Չորսուի վրա ազդում են նրա ծանրության mg և զսպանակի առաձգականության $F_{\text{սն}}$ ուժերը: Քանի որ չորսուն դադարի վիճակում է, ապա դրանց համագոր ուժը զրո է: Երկու հակառակ ուղղված ուժերի համագորը զրո է, եթե դրանց մոդուլները հավասար են, այսինքն՝ $F_{\text{սն}} = mg$: Չորսուի զանգվածը որոշենք $m = \rho V$ բանաձևով, որտեղ V -ն չորսուի ծավալն է, իսկ ρ -ն՝ երկաթի խտությունը: Հետևաբար՝ $F_{\text{սն}} = \rho Vg$: Քանի որ երկաթի խտությունը՝ $\rho = 7800 \text{ կգ/մ}^3$, $V = 400 \text{ սմ}^3 = 0,0004 \text{ մ}^3$, ապա առաձգականության ուժը՝

$$F_{\text{սն}} = 7800 \frac{\text{կգ}}{\text{մ}^3} \cdot 0,0004 \text{ մ}^3 \cdot 9,8 \frac{\text{Ն}}{\text{կգ}} \approx 30,6 \text{ Ն}:$$

Պատասխան՝ 30,6 Ն:

ԽՆԴԻՐ 5: 80 կգ զանգվածով մարդն ուսերին պահում է 10 կգ զանգվածով բեռը: Ի՞նչ ուժով է մարդը ճնշում գետնին:

$$\begin{array}{l} m_1 = 80 \text{ կգ} \\ m_2 = 10 \text{ կգ} \\ \hline F = ? \end{array}$$

Լուծում: Գետնի վրա մարդու ճնշման ուժը հավասար է մարդու և բեռի կշռին՝ $F = (m_1 + m_2)g$: Տեղադրելով թվային արժեքները՝ կստանանք՝

$$F = (80 \text{ կգ} + 10 \text{ կգ}) \cdot 9,8 \frac{\text{Ն}}{\text{կգ}} = 882 \text{ Ն}:$$

Պատասխան՝ 882 Ն:

ԽՆԴԻՐ 6: 5 լ տարողությամբ անոթը լցված է հեղուկով: Ի՞նչ հեղուկ է այն, եթե նրա կշիռը 49 Ն է:

$$\begin{array}{l} V = 5 \text{ լ} \\ P = 49 \text{ Ն} \\ \hline \rho = ? \end{array}$$

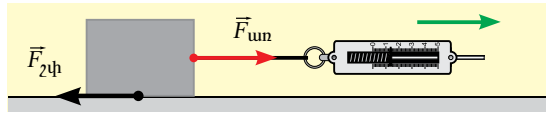
Լուծում: Որոշենք անհայտ հեղուկի խտությունը: Հեղուկի կշիռը՝ $P = mg$: Քանի որ հեղուկի զանգվածը հավասար է նրա խտության և ծավալի արտադրյալին՝ $m = \rho V$, ապա՝ $P = \rho Vg$: Այս հավասարումից՝ $\rho = P/Vg$: Քանի որ $V = 5 \text{ լ} = 0,005 \text{ մ}^3$, ապա՝

$$\rho = \frac{49 \text{ Ն}}{0,005 \text{ մ}^3 \cdot 9,8 \frac{\text{Ն}}{\text{կգ}}} = 1000 \text{ կգ/մ}^3:$$

Ըստ 7-րդ աղյուսակի՝ այդպիսի խտություն ունի ջուրը:

Պատասխան՝ անհայտ հեղուկը ջուր է:

ԽՆԴԻՐ 7: 1 կգ զանգվածով չորսուն զսպանակով հավասարաչափ քաշում են հորիզոնական հարթության վրա: Չսպանակի կոշտությունը 196 Ն/մ է, իսկ երկարացումը՝ 3 սմ: Շփման ուժի արժեքը չորսուի կշռի դ՛ր մասն է կազմում:



$m = 1$ կգ
 $k = 196$ Ն/մ
 $x = 3$ սմ

$F_{շփ}/P - ?$

Լուծում: Հորիզոնական ուղղությամբ չորսուի վրա ազդում են իրար հակառակ ուղղված զսպանակի առաձգականության $F_{սն}$ և սահքի շփման $F_{շփ}$ ուժերը: Քանի որ չորսուն շարժվում է հավասարաչափ, ապա $F_{շփ} = F_{սն}$: Համաձայն Հուկի օրենքի՝ $F_{սն} = kx$, հետևաբար՝ $F_{շփ} = kx$: Հաշվի առնելով, որ չորսուի կշիռը՝ $P = mg$, ապա՝

$$\frac{F_{շփ}}{P} = \frac{kx}{mg} = \frac{196 \text{ Ն} / \text{մ} \cdot 0,03 \text{ մ}}{1 \text{ կգ} \cdot 9,8 \text{ Ն} / \text{կգ}} = 0,6:$$

Պատասխան՝ 0,6:

ԹԵՄԱՅԻ ԱՍՓՈՓՈՒՄ

- Ֆիզիկական մարմինների իներտության չափը նկարագրող մեծությունը զանգվածն է, որը հավասար է նրա խտության և ծավալի արտադրյալին:
- Ուժը մարմինների փոխազդեցության չափն է, այն արտահայտվում է նյուտոն միավորով:
- Բնության մեջ հանդիպող ուժերը բազմազան են:
- Մարմինների դեֆորմացիայի ժամանակ առաջացած ուժն անվանում են առաձգական ուժ: Առաձգականության ուժը որոշվում է Հուկի օրենքով՝ $F_{սն} = kx$:
- Այն ուժը, որով երկիրն իրեն է ձգում մարմինը, կոչվում է ծանրության ուժ՝ $F_{\delta} = mg$:
- Այն ուժը, որով մարմինը երկրի ձգողության հետևանքով ազդում է անշարժ հորիզոնական հենարանի կամ ուղղաձիգ կախոցի վրա, կոչվում է մարմնի կշիռ:
- Մարմինների հպման ժամանակ առաջացող և միմյանց նկատմամբ դրանց շարժումը խոչընդոտող ուժն անվանում են շփման ուժ: Տարբերվում են դադարի, սահքի և գլորման շփման ուժեր:

ԱՇԽԱՏԱՆՔ ԵՎ ՀՉՈՐՈՒԹՅՈՒՆ

Ուսումնասիրելով այս թեման՝ դուք կծանոթանաք «մեխանիկական աշխատանք», «հզորություն» ֆիզիկական մեծություններին, պարզ մեխանիզմների աշխատանքի սկզբունքին, ձեռք կբերեք պարզ մեխանիզմներից օգտվելու հմտություններ:

§ 32. ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔ

Որո՞վ մեծությունն են ֆիզիկայում անվանում մեխանիկական աշխատանք, որն է նրա ֆիզիկական իմաստը: Ինչպե՞ս են հաշվարկում մեխանիկական աշխատանքը, ի՞նչ միավորով են այն արտահայտում: Այս հարցերը կքննարկվեն ստորև:

1 Մեխանիկական աշխատանք հասկացությունը

Առօրյա կյանքում «աշխատանք» բառն օգտագործում ենք տարբեր իմաստներով՝ նկատի ունենալով և՛ բանվորի ֆիզիկական աշխատանքը, և՛ գիտնականի մտավոր աշխատանքը, և՛ աշակերտի սովորելու գործընթացը և այլն:

Ֆիզիկայում առավել հստակ իմաստ ունի «մեխանիկական աշխատանք» մեծությունը: Այն սկալյար մեծություն է, որն արտահայտում է ուժի ազդեցության քանակական չափը:

Մեխանիկական աշխատանք կատարվում է միայն այն դեպքում, երբ ուժի ազդեցությամբ մարմինը տեղաշարժվում է: Եթե մենք ուժ ենք գործադրում, ասենք՝ հրում ենք պահարանը, սակայն այն տեղից չի շարժվում, նշանակում է՝ մեխանիկական աշխատանք չենք կատարում:

Մարմինը կարող է շարժվել առանց ուժի ազդեցության (իներյիայով), այս դեպքում նույնպես մեխանիկական աշխատանք չի կատարվում: Օրինակ՝ ողորկ մակերևույթով (առանց դիմադրության) հասատատուն արագությամբ սահող մարմինն աշխատանք չի կատարում:

Այսպիսով՝ մեխանիկական աշխատանք կատարվում է միայն այն դեպքում, երբ մարմնի վրա ազդում է ուժ, և այդ ուժի ազդեցությամբ մարմինը շարժվում է: Որքան մեծ է մարմնի վրա ազդող ուժը, և որքան մեծ ճանապարհ է անցնում մարմինն այդ ուժի ազդեցությամբ, այնքան մեծ է ուժի կատարած մեխանիկական աշխատանքը: Այսինքն՝ մեխանիկական աշխատանքն ուղիղ համեմատական է և՛ գործադրվող ուժին, և՛ անցած ճանապարհին: Այդ իսկ պատճառով մեխանիկական աշխատանքը չափում են ուժի և նրա ազդման ուղղությամբ մարմնի անցած ճանապարհի արտադրյալով:

Մեխանիկական աշխատանք է կոչվում այն ֆիզիկական մեծությունը, որը հավասար է մարմնի վրա ազդող ուժի և նրա ազդեցության ուղղությամբ մարմնի անցած ճանապարհի արտադրյալին:

2 Ինչպե՞ս են հաշվում մեխանիկական աշխատանքը

Մեխանիկական աշխատանքի սահմանումից հետևում է, որ այն որոշելու համար պետք է ազդող ուժը բազմապատկել այդ ուժի ուղղությամբ մարմնի անցած ճանապարհի մեծությամբ, այսինքն՝

$$\text{Աշխատանք} = \text{ուժ} \times \text{ճանապարհ:}$$

Եթե աշխատանքը նշանակենք A (կարդայվում է a) տառով, ուժը՝ F -ով, իսկ անցած ճանապարհը՝ s -ով, կատանանք աշխատանքի բանաձևը՝

$$A = Fs :$$

Դիտարկենք այս բանաձևից հետևող մի քանի մասնավոր դեպքեր.

1. Եթե $s \neq 0$, սակայն $F = 0$, ապա $A = 0$: Այսինքն՝ երբ շարժվող մարմնի վրա ոչ մի ուժ չի ազդում, սակայն նա որոշ ճանապարհ է անցնում, ապա այդ դեպքում աշխատանք չի կատարվում:
2. Եթե $F \neq 0$, սակայն $s = 0$, ապա $A = 0$: Այսինքն՝ եթե մարմնի վրա ուժ է ազդում, սակայն այն չի տեղափոխվում, այս դեպքում նույնպես աշխատանք չի կատարվում: Օրինակ՝ հենարանի վրա դրված անշարժ մարմնի ծանրության ուժը աշխատանք չի կատարում:
3. Այն դեպքում, երբ $F \neq 0$ և $s \neq 0$, ապա $A \neq 0$: Այսինքն՝ աշխատանք կատարվում է միայն այն դեպքում, երբ մարմնի վրա ուժ է ազդում, և այդ ուժի ուղղությամբ մարմինն անցնում է որոշակի ճանապարհ:

3 Աշխատանքի միավորը

Ինչպես ամեն մի ֆիզիկական մեծություն, աշխատանքը նույնպես ունի իր միավորը: Միավորների ՄՀ-ում աշխատանքն արտահայտում են ջոուլ (Ջ) միավորով՝ ի պատիվ անգլիացի գիտնական Ջեյմս Ջոուլի:

1 ջոուլը այն աշխատանքն է, որը 1 Ն ուժը կատարում է այդ ուժի ուղղությամբ 1 մ ճանապարհին:

$$1 \text{ ջոուլ} = 1 \text{ նյուտոն} \cdot 1 \text{ մետր կամ } 1 \text{ Ջ} = 1 \text{ Նմ}$$

Գործնականում հաճախ օգտագործում են նաև աշխատանքի այլ միավորներ՝ կիլոջոուլ (կՋ), մեգաջոուլ (ՄՋ), միլիջոուլ (մՋ), միկրոջոուլ (մկՋ):

$$1 \text{ կՋ} = 1000 \text{ Ջ,}$$

$$1 \text{ մՋ} = 0,001 \text{ Ջ,}$$

$$1 \text{ ՄՋ} = 1\,000\,000 \text{ Ջ,}$$

$$1 \text{ մկՋ} = 0,000001 \text{ Ջ:}$$



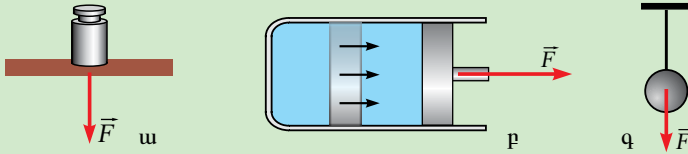
Ջեյմս Ջոուլ
(1818–1889)

Ամփոփում

1. Մեխանիկական աշխատանք է կոչվում այն ֆիզիկական մեծությունը, որը հավասար է մարմնի վրա ազդող ուժի և նրա ուղղությամբ մարմնի անցած ճանապարհի արտադրյալին:
2. Մեխանիկական աշխատանքը հաշվում են $A = FS$ բանաձևով:
3. Մեխանիկական աշխատանք կատարվում է միայն այն դեպքում, երբ մարմնի վրա ուժ է ազդում, և այդ ուժի ուղղությամբ մարմինը տեղափոխվում է:
4. Աշխատանքը միավորների ՄՀ-ում արտահայտում են ջոուլներով:
5. 1 Ջ-ն այն աշխատանքն է, որը կատարում է 1 Ն ուժը այդ ուժի ուղղությամբ 1 մ ճանապարհին:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. F նշ պայմանների դեպքում է կատարվում մեխանիկական աշխատանք:
2. Ո՞րն է աշխատանքի բանաձևը:
3. F նշ միավորով են արտահայտում մեխանիկական աշխատանքը միավորների ՄՀ-ում:
4. Ո՞ր աշխատանքն են անվանում 1 Ջ:
5. Նկարում պատկերված ռո՞ղ դեպքում է կատարվում մեխանիկական աշխատանք. ա. սեղանի վրա ազդում է կշռաքարի կշիռը, բ. գազի ճնշման ուժի ազդեցությամբ մխոցը շարժվում է գլանում, գ. թելը բեռի ծանրության ուժի ազդեցությամբ ձգված վիճակում է:



6. Գլանաձև տակառը լիքը լցված է ջրով: Առաջին տղան դույլով դատարկում է ջրի կեսը, երկրորդ տղան՝ մնացած կեսը: Ո՞ր տղան է ավելի մեծ աշխատանք կատարում:
7. Ո՞ր դեպքում է ավելի մեծ աշխատանք կատարվում, երբ՝ ա. 20 Ն ուժի ազդեցությամբ մարմինը տեղափոխվում է 5 մ, բ. 2 Ն ուժի ազդեցությամբ տեղափոխվում է 50 մ:
8. Մարմինն ազատ ընկնում է ինչ-որ բարձրությունից: Արդյո՞ք միևնույն աշխատանքն է կատարում ծանրության ուժը հավասար ժամանակահատվածներում:

Գործնական աշխատանքներ

1. Հաշվե՛ք այն մեխանիկական աշխատանքը, որը դուք կատարում եք պայուսակը հատակից մինչև սեղան հավասարաչափ բարձրացնելիս:
2. Գնահատե՛ք ձեր կատարած մեխանիկական աշխատանքը դպրոցի աստիճաններով երկրորդ հարկ բարձրանալիս: Դրա համար՝
 1. հաշվե՛ք աստիճանների n թիվը,
 2. չափե՛ք մեկ աստիճանի h_0 բարձրությունը:
 3. Քանի որ բարձրանալիս հատակի վրա ազդում եք ձեր mg կշիռը փոքր-ինչ գերազանցող ուժով, իսկ հատակն էլ նույն մեծությամբ ուժով ազդում է

ծեր վրա, ապա մեկ աստիճան բարձրանալու համար պահանջվող աշխատանքը կլինի mgh_0 :

4. Ձեր կատարած ամբողջ աշխատանքը որոշե՛ք $A = mgh_0 n$ բանաձևով:

Հետաքրքիր է իմանալ

1970-ական թթ. Միջազգային աստղագիտական միությունը *Լուսնի հակառակ կողմում գտնվող խառնարաններից մեկն անվանեց Ջեյմս Ջոուլի անունով:*

§33. ՀՉՈՐՈՒԹՅՈՒՆ

Առօրյա կյանքում կարևոր է ոչ միայն տվյալ սարքի կամ մեքենայի կատարած աշխատանքի մեծությունը, այլև այն, թե որքան ժամանակվում է կատարվում այդ աշխատանքը: Նույն աշխատանքը կարելի է կատարել արագ կամ դանդաղ: Ֆիզիկայում աշխատանք կատարելու արագությունը բնութագրող մեծությունը կոչվում է հզորություն, որին դուք կծանոթանաք այս պարագրաֆում:

1 Հզորություն հասկացությունը

Տեխնիկայի արդի դարաշրջանում անընդհատ լսում և օգտագործում ենք «հզորություն» արտահայտությունը: Լինի մեքենա, էլեկտրական թեյնիկ, գազի կաթսա և թե առօրյայում օգտագործվող այլ սարք, առաջին հերթին հետաքրքրում է, թե որքան է նրա հզորությունը: Ավելի հզոր է այն մեքենան կամ այն մարդը, որը կարողանում է նույն աշխատանքը կատարել ավելի կարճ ժամանակահատվածում: Օրինակ՝ վերամբարձ կռունկը նույն աշխատանքը կատարում է ավելի արագ, քան բանվորը, իսկ տրակտորը նույն դաշտը փորում է ավելի արագ, քան ձին:

Աշխատանք կատարելու արագությունը բնորոշում են հզորություն ֆիզիկական մեծությամբ:

Հզորությունն այն ֆիզիկական մեծությունն է, որը հավասար է կատարված աշխատանքի և այն ժամանակամիջոցի հարաբերությանը, որի ընթացքում կատարվել է այդ աշխատանքը:

2 Ինչպե՞ս են հաշվում հզորությունը

Հզորության սահմանումից հետևում է, որ այն որոշելու համար պետք է կատարված աշխատանքը բաժանել այդ աշխատանքը կատարելու ժամանակամիջոցին՝

$$\text{Հզորություն} = \frac{\text{աշխատանք}}{\text{ժամանակամիջոց}} :$$

Եթե հզորությունը նշանակենք N (էն) տառով, աշխատանքը՝ A -ով, իսկ աշխատանքը կատարելու ժամանակը՝ t -ով, ապա կստանանք հզորության բանաձևը՝

$$N = \frac{A}{t} :$$

Օգտագործելով աշխատանքի՝ մեզ արդեն հայտնի $A = Fs$ բանաձևը և հաշվի առնելով, որ հավասարաչափ շարժման դեպքում $s = vt$, հզորության համար կստանանք ևս մեկ բանաձև՝

$$N = \frac{A}{t} = \frac{Fs}{t} = \frac{Fvt}{t} = Fv :$$

Այսպիսով՝

$$N = Fv :$$

Հզորության $N = A/t$ բանաձևից հետևում է, որ եթե $t = 1$ վ, ապա հզորությունը այդ ընթացքում ուժի կատարած աշխատանքն է, այսինքն՝ **հզորությունը ցույց է տալիս միավոր ժամանակամիջոցում կատարված աշխատանքը:**

Եթե հայտնի է որևէ մեխանիզմի կամ մեքենայի հզորությունը, կարելի է հաշվել նրա կատարած աշխատանքը որևէ ժամանակամիջոցում: $N = A/t$ բանաձևից հետևում է, որ

$$A = Nt :$$

3 Հզորության միավորը

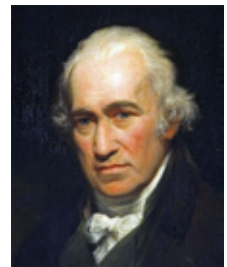
Որպես հզորության միավոր ՄՀ-ում ընդունել են վատտը (Վտ)՝ ի պատիվ անգլիացի գյուտարար Ջեյմս Ուատտի:

1 Վտ-ն այն հզորությունն է, որի դեպքում 1 վ-ում կատարվում է 1 Ջ աշխատանք:

$$1 \text{ Վտ} = 1 \frac{\text{Ջ}}{\text{վ}} :$$

Գործնականում հաճախ օգտագործում են նաև հզորության այլ միավորներ՝ կիլովատտ (կՎտ), մեգավատտ (ՄՎտ), միլիվատտ (մՎտ), միկրովատտ (մկՎտ):

1 կՎտ = 1000 Վտ 1 մՎտ = 0,001 Վտ
 1 ՄՎտ = 1000000 Վտ 1 մկՎտ = 0,000001 Վտ:



Ջեյմս Ուատտ
(1736–1819)

Ամփոփում

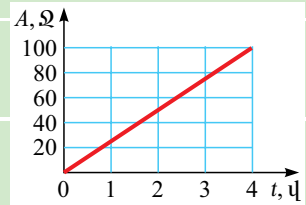
1. Հզորություն է կոչվում այն սկալյար ֆիզիկական մեծությունը, որը հավասար է կատարված աշխատանքի և այդ աշխատանքը կատարելու համար ծախսված ժամանակի հարաբերությանը:

2. Հզորությունը հաշվում են $N=A/t$ բանաձևով:
3. Միավորների ՄՀ-ում հզորությունը արտահայտում են վատտերով:
4. 1 Վտ-ն այն հզորությունն է, որի դեպքում յուրաքանչյուր 1 վ-ում կատարվում է 1 Ջ աշխատանք:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Բնչ է բնութագրում հզորությունը:
2. Որն է հզորության բանաձևը:
3. Բնչ միավորով են արտահայտում հզորությունը միավորների ՄՀ-ում:
4. Տարբեր գանգվածներով երկու աշակերտ միաժամանակ բարձրացան դպրոցի 2-րդ հարկ: Արդյո՞ք նույնն է նրանց հզորությունը:
5. Նույն հզորության դեպքում բարձած բեռնատարը հորիզոնական ճանապարհով ավելի դանդաղ է շարժվում, քան դատարկը: Ինչո՞ւ:
6. Որոնք են ճիշտ պնդումներ.
 - ա. Հզորությունը բնութագրում է աշխատանք կատարելու թափը:
 - բ. Հզորությունը ցույց է տալիս, թե որքան աշխատանք է կատարվում միավոր ժամանակում:
 - գ. Որքան շատ ժամանակ է ծախսվում տվյալ աշխատանքը կատարելու համար, այնքան մեծ է հզորությունը:
 - դ. $1 \text{ Վտ} = 1 \text{ Ն} \cdot \text{վ}$
7. Լրացրե՛ք բաց թողած թվերը:

| | |
|------------------|-------------------|
| 1 կՎտ = _____ Վտ | 1 մՎտ = _____ Վտ |
| 1 ՄՎտ = _____ Վտ | 1 մկՎտ = _____ Վտ |
8. Նկարում պատկերված է մեքենայի կատարած աշխատանքի՝ ժամանակից կախումն արտահայտող գրաֆիկը: Որքա՞ն է մեքենայի հզորությունը:



Գործնական աշխատանքներ

Օգտվելով նախորդ դասի №2 գործնական աշխատանքի արդյունքից, հաշվեք Ձեր զարգացրած հզորությունը հանգիստ քայլով դպրոցի 2-րդ հարկ բարձրանալիս:

Լրացուցիչ ընթերցանության համար

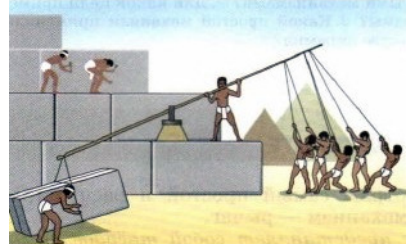


§34. ՊԱՐԶ ՄԵԽԱՆԻԳՄԱՆԵՐ: ԼԾԱԿ, ԼԾԱԿԻ ԿԱՆՈՆԸ

Որո՞նք են պարզ մեխանիզմները: Ի՞նչ է լծակը, ի՞նչ նպատակով են այն օգտագործում: Այս հարցերի պատասխանները կտրվեն ստորև:

1 Պարզ մեխանիզմներ և դրանց տեսակները

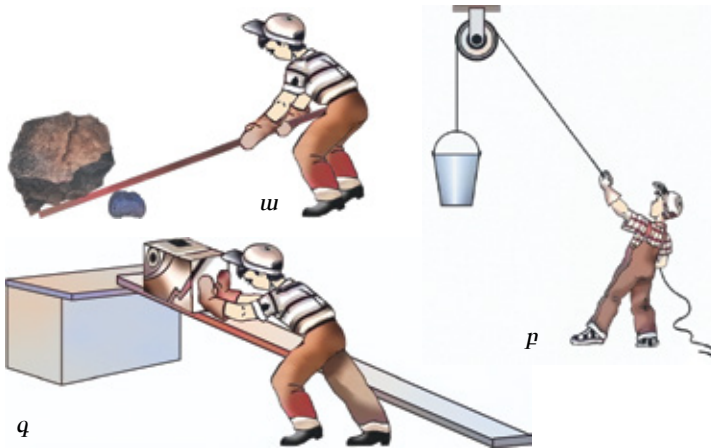
Մարդու ֆիզիկական կարողությունները սահմանափակ են: Հնուց ի վեր մարդիկ ստեղծել են սարքեր, որոնք հեշտացնում են նրա կատարած աշխատանքը: Օրինակ՝ ավելի քան երեք հազար տարի առաջ եգիպտացիները բուրգեր կառուցելիս օգտագործել են երկար և ամուր փայտեր (նկ. 68), որոնք այսօր կոչվում են **լծակներ**: Որոշ բեռներ ավելի հեշտ կարելի է բարձրացնել՝ օգտագործելով **թեք հարթություն** կամ **ճախարակներ**:



Նկ. 68. Մարդիկ լծակն օգտագործել են դեռևս երեք հազար տարի առաջ

Ուժի ուղղությունը կամ թվային արժեքը փոփոխելուն ծառայող սարքերը կոչվում են մեխանիզմներ:

Հիմնական պարզ մեխանիզմներն են լծակը, ճախարակը և թեք հարթությունը (նկ. 69), որոնք միավորելով կարելի է ստանալ **բարդ մեխանիզմներ**:

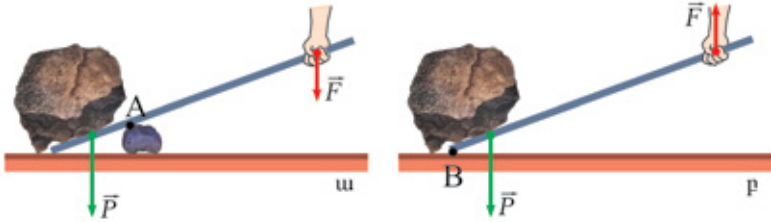


Նկ. 69. Պարզ մեխանիզմներ. ա. լծակ, բ. ճախարակ, գ. թեք հարթություն

2 Լծակ: Լծակի կանոնը

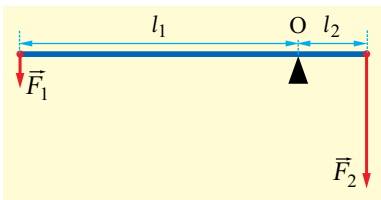
Լծակը պինդ մարմին է, որը կարող է պտտվել անշարժ հենարանի շուրջը: Այն հնարավորություն է տալիս, փոքր ուժ կիրառելով, ստանալու մեծ ուժ: Լծակն օգտագործում են ծանր բեռները տեղաշարժելու կամ բարձրացնելու համար: Օրինակ՝ լծակի մի ծայրը մտցնում են ծանր բեռի տակ և այն հենում

որևէ անշարժ հենարանի: Լծակի ազատ ծայրն իջեցնելիս նրա մյուս ծայրը բարձրացնում է բեռը (նկ. 70, ա): Ծանր առարկան կարելի է բարձրացնել նաև այլ կերպ: Այս դեպքում լծակը դարձյալ մտցնում են բեռի տակ, իսկ մյուս ծայրը բարձրացնում են դեպի վեր: Լծակը պտտվելով գետնին հենված ծայրի շուրջը, բարձրացնում է բեռը (նկ. 70, բ):



Նկ. 70. Բեռների բարձրացումը լծակով

Լծակի սխեման պատկերված է 71-րդ նկարում: Նրա պտտման O առանցքը ուժերի կիրառման A և B կետերի միջև է: Լծակի ծայրերին ազդում են \vec{F}_1 և \vec{F}_2 ուժերը:



Նկ. 71. Լծակի սխեման

Այժմ սահմանենք լծակի աշխատանքը բնութագրող մի կարևոր ֆիզիկական մեծություն: Հենման կետից մինչև ուժի ազդման գծի հեռավորությունն անվանում են **ուժի բազուկ**: Բազուկը նշանակում են լատիներեն l տառով: Միավորների ՄՀ-ում այն արտահայտում են մետրով:

Ուժի բազուկը որոշելու համար պետք է հենման կետից ուղղահայաց իջեցնել ուժի ազդման գծին: Այդ ուղղահայացի երկարությունն էլ կլինի տվյալ ուժի բազուկը: Օրինակ՝ 71-րդ նկարում \vec{F}_1 ուժի բազուկը l_1 -ն է, իսկ \vec{F}_2 ուժինը՝ l_2 -ը: \vec{F}_2 ուժը լծակը պտտում է ժամասլաքի պտտման ուղղությամբ, իսկ \vec{F}_1 ուժը՝ հակառակ ուղղությամբ:

Այժմ պարզենք, թե երբ է լծակը լինում հավասարակշռության վիճակում: Բազմաթիվ փորձերի հիման վրա սահմանել են **լծակի կանոնը**:

Լծակը հավասարակշռության վիճակում է, եթե նրա վրա ազդող ուժերի մոդուլները հակադարձ համեմատական են այդ ուժերի բազուկներին:

Այս պնդումը կարելի է արտահայտել հետևյալ բանաձևով՝

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1},$$

որտեղ F_1 -ը և F_2 -ը լծակի վրա ազդող ուժերի մոդուլներն են, l_1 -ը և l_2 -ը՝ այդ ուժերի բազուկները:

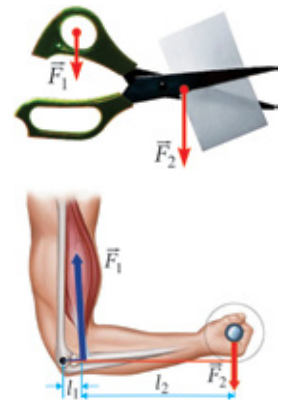
Լծակի հավասարակշռության պայմանը կարելի է ներկայացնել նաև հետևյալ կերպ՝

$$F_1 l_1 = F_2 l_2 :$$

Լծակի կանոնը սահմանել է հույն գիտնական Արքիմեդը մ. թ. ա 3-րդ դարում: Նա ապացույցել է, որ փոքր ուժ կիրառելով լծակի երկար ծայրին՝ կարճ ծայրին ստանում ենք այնքան անգամ մեծ ուժ, որքան անգամ երկար բազուկը մեծ է կարճ բազուկից:

3 Լծակի կիրառությունները

ժամանակակից աշխարհում լծակն օգտագործում են ամենուր: Գործնականում մեխանիկական շարժումը ձևափոխող յուրաքանչյուր բարդ մեխանիզմ ներառում է տարատեսակ լծակներ: Լծակները լայն կիրառություն ունեն թե՛ մեր առօրյայում, թե՛ շինարարության մեջ, թե՛ այլ բնագավառներում: Լծակի բնորոշ օրինակ է սկրատը, լծակի սկզբունքի վրա է հիմնված լծակավոր կշեռքի աշխատանքը: Լծակներ կան նաև մարդու, կենդանիների, թռչունների, միջատների օրգանիզմներում (նկ. 72):

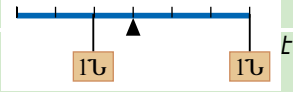



Նկ. 72. Լծակի կիրառությունները

Ամփոփում

1. Ուժի ուղղությունը կամ թվային արժեքը փոփոխելու համար ծառայող սարքերը կոչվում են մեխանիզմներ: Հիմնական պարզ մեխանիզմներն են լծակը, ճախարակը և թեք հարթությունը:
2. Լծակը հավասարակշռության վիճակում է, երբ նրա վրա ազդող ուժերը հակադարձ համեմատական են բազուկներին (լծակի կանոն)՝ $F_1/F_2 = l_2/l_1$:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Թվարկե՞ք պարզ մեխանիզմների անվանումներ:
2. Ի՞նչ է լծակը, և ինչի՞ համար են այն կիրառում:
3. Ո՞ր մեծությունն է կոչվում ուժի բազուկ, և ի՞նչ միավորով են այն արտահայտում ՄՀ-ում:
4. Ո՞րն է լծակի կանոնը:
5. Հավասարակշռության վիճակում է արդյոք նկարում պատկերված լծակը:
 
6. Զանի՞ անգամ կարելի է շահել ուժի մեջ նկարում պատկերված լծակի օգուտյամբ.
 1. 8 անգամ
 2. 6 անգամ
 3. 4 անգամ
 4. 3 անգամ

Փորձնական աշխատանքներ

Ջարդե՛ք լուցկու հատիկը: Ստացված կետերը նորից ջարդե՛ք և այդպես շարունակելով՝ փորձե՛ք ստանալ ավելի փոքր կտորներ: Ինչո՞ւ կարճ կտորները ջարդելն ավելի դժվար է, քան երկարները:

Փորձե՛ք բարձրացնել աթոռը մի դեպքում՝ պարզաձև, մյուս դեպքում՝ ծալած ձեռքով: Ո՞ր դեպքում էր դա ավելի հեշտ և ինչո՞ւ:

Հետաքրքիր է իմանալ



«Տվեք ինձ հենման կետ, և ես կշրջեմ երկիրը», — հայտարարել է Արքիմեդը լծակի օրենքը հայտնագործելուց հետո: Նա պատրաստվում էր իսկապես երկիրը շրջել լծակի միջոցով: Սակայն Արքիմեդը գերազնահատել էր իր հնարավորությունները:

Հաշվարկները ցույց են տալիս, որ լծակը պետք է այնքան երկար լիներ, որ եթե Արքիմեդը դրա մի

ծայրը ամբողջ կյանքի ընթացքում 1 մ/վ արագությամբ շարժեր, երկրագունդը չէր տեղափոխվի նույնիսկ մագի հաստության չափով:

§ 35. ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 7 ԼԾԱԿԻ ՀԱՎԱՍԱՐԱԿՇՈՒԹՅԱՆ ՊԱՅՄԱՆԻ ՌԻՍՈՒՄԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Աշխատանքի նպատակը

Փորձով ստուգել լծակի հավասարակշռության պայմանը:

Համառոտ տեսություն

Լծակը հավասարակշռության վիճակում է, եթե նրա վրա կիրառված ուժերը հակադարձ համեմատական են այդ ուժերի բազուկներին.

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1},$$

կամ՝

$$F_1 l_1 = F_2 l_2,$$

որտեղ F_1 -ը և F_2 -ը լծակի վրա ազդող ուժերն են, իսկ l_1 -ը և l_2 -ը՝ այդ ուժերի բազուկներն են:

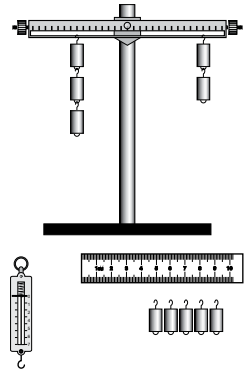
Ուժի բազուկը լծակի անշարժ կետից ուժի ազդման ուղղությանը տարված ուղղահայացի երկարությունն է:

Անհրաժեշտ սարքեր և նյութեր

Լաբորատոր լծակ, ամրակալան, հայտնի զանգվածով բեռների հավաքածու, չափաքանոն, ուժաչափ:

Փորձի ընթացքը

1. Լծակն ամրացրե՛ք ամրակալանին այնպես, որ այն ազատորեն պտտվի ամրացված առանցքի շուրջը (նկ. 73):
2. Լծակի ծայրերի մանեկների պտտման միջոցով լծակը հավասարակշռե՛ք հորիզոնական դիրքում:
3. Պտտման առանցքից որոշակի հեռավորությամբ լծակի աջ բազուկից կախե՛ք երկու ծանրոց:
4. Փորձերի միջոցով լծակի ձախ բազուկի վրա գտե՛ք այն տեղերը, որտեղից կախելով՝ ա. մեկ ծանրոց, բ. երկու ծանրոց, գ. երեք ծանրոց, աջ կողմում երկու ծանրոցով լծակը կլինի հավասարակշռության մեջ: Չափե՛ք այդ տեղերի և պտտման առանցքի հեռավորությունները:
5. Ուժաչափով որոշե՛ք մեկ ծանրոցի կշիռը:
6. Յուրաքանչյուր փորձի համար հաշվե՛ք աջ և ձախ բազուկների վրա ազդող ուժերը, այդ ուժերի և համապատասխան բազուկների հարաբերությունները և լրացրե՛ք 12-րդ աղյուսակը:



Նկ. 73.

ԱՂՅՈՒՄԱԿ 12

| Փորձի համարը | Ուժ F_1 , Ն | Բազուկ l_1 , մ | Ուժ F_2 , Ն | Բազուկ l_2 , մ | Ուժերի և բազուկների հարաբերությունը | |
|--------------|---------------|------------------|---------------|------------------|-------------------------------------|-----------|
| | | | | | F_1/F_2 | l_2/l_1 |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |

§ 36. ՃԱԽԱՐԱԿ: ԹԵՔ ՀԱՐԹՈՒԹՅՈՒՆ

Այս պարագրաֆում դուք կծանոթանաք ևս երկու պարզ մեխանիզմի՝ ճախարակի և թեք հարթության հետ, որոնք մեծ կիրառություններ ունեն ինչպես տեխնիկայում, այնպես էլ մեր առօրյա կյանքում, կհամոզվեք, թե ինչպե՞ս են այդ սարքերն ապահովում անհրաժեշտ գործառույթները:

1 Ճախարակ և նրա տեսակները

Ճախարակը փորակ ունեցող փոքրիկ անիվ է, որը կառուցվել է պտտվել առանցքի շուրջը (նկ. 74): 69, բ. նկարում պատկերված է, թե ինչպես են ճախարակի օգնությամբ բարձրացնում բեռը: Ճախարակները լինում են երկու տեսակի՝ **անշարժ** և **շարժական**:



Նկ. 74. Ճախարակ

2 Անշարժ ճախարակ

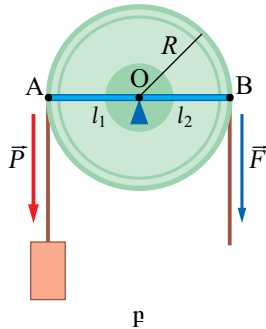
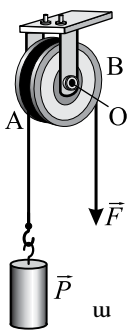
Եթե բեռը բարձրացնելիս ճախարակի առանցքը մնում է անշարժ, այն անվանում են անշարժ ճախարակ: Անշարժ ճախարակ օգտագործելիս նրա փորակի մեջ գցված թելի մի ծայրին ամրացնում են բեռը, իսկ մյուս ծայրը ձգում են որոշակի ուժով (նկ. 75, ա): Այդ դեպքում ճախարակի A և B եզրակետերի վրա ազդում են բեռի ծանրության P և պարանի ձգման F ուժերը (նկ. 75, բ): Ճախարակի հավասարակշռության պայմանը կարելի է որոշել լծակի կանոնով՝ ճախարակը դիտարկելով O անշարժ կետով լծակ, որի ծայրերին կիրառված են P և F ուժերը: Համաձայն լծակի կանոնի՝

$$Fl_2 = Pl_1:$$

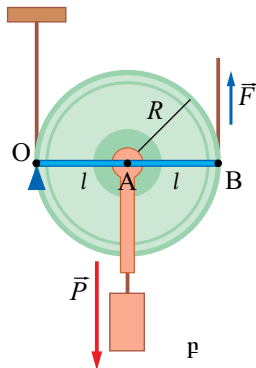
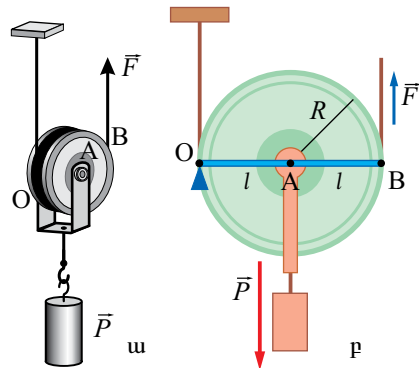
Քանի որ կիրառված ուժերի բազուկները հավասար են՝ $l_1 = l_2$, ապա՝

$$F = P:$$

Այսպիսով, տեսնում ենք, որ անշարժ ճախարակով բեռը բարձրացնելիս ուժի մեջ չենք շահում ($F = P$), սակայն հնարավորություն է ստեղծվում փոխելու կիրառված ուժի ուղղությունը. մենք պարանը ձգում ենք դեպի ներքև ուղղված ուժով, որի շնորհիվ բեռի վրա ազդում է դեպի վեր ուղղված ուժ:



Նկ. 75. Անշարժ ճախարակ



Նկ. 76. Շարժական ճախարակ

3 Շարժական ճախարակ

Եթե ճախարակի փորակով գցված պարանի մի ծայրն ամրացնենք անշարժ, իսկ մյուս ծայրից ձգենք դեպի վեր, ապա բեռը կբարձրանա (նկ. 76, ա): Բեռի շարժման ժամանակ կշարժվի նաև ճախարակը: Ահա թե ինչու այս դեպքում այն անվանում են շարժական ճախարակ:

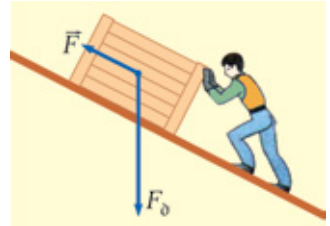
Ստանանք շարժական ճախարակի հավասարակշռության պայմանը: F ուժը ճախարակը պտտում է O կետով անցնող առանցքի շուրջը (նկ. 76, բ), հետևաբար այդ կետով անցնող առանցքի նկատմամբ F ուժի բազուկը երկու անգամ մեծ է P ուժի բազուկից, ուստի՝ $F \cdot 2l = Pl$, որտեղից՝

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

Այսպիսով՝ շարժական ճախարակ օգտագործելիս ուժի մեջ շահում ենք երկու անգամ (P կշռով բեռը մենք կարողանում ենք բարձրացնել՝ կիրառելով երկու անգամ փոքր $F = P/2$ ուժ):

4 Թեք հարթություն

Թեք հարթություն անվանում են թեք դրված հարթակը, որի վրայով բեռը սահեցնելով կամ գլորելով բարձրացնում են վեր: Եթե, օրինակ, հնարավոր չէ ծանր բեռը միանգամից դնել բեռնատար մեքենայի թափքին, ապա դա կարելի է անել թեք հարթության միջոցով: Դրա համար պետք է թափքին հենել տախտակ և նրա վրայով բարձրացնել բեռը: Այդ դեպքում (շփման բացակայության պայմաններում) կպահանջվի ավելի փոքր ուժ, քան բեռի ծանրության ուժն է: 77-րդ նկարում պատկերված դեպքում՝ $F < F_{\delta}$:



Նկ. 77. Բեռն ավելի հեշտ է բարձրացնել թեք հարթությամբ

Որքան փոքր լինի հարթության թեքությունը, այնքան ավելի փոքր ուժով կարելի է բարձրացնել բեռը: Սակայն պետք է հաշվի առնել, որ միևնույն բարձրության դեպքում հարթության թեքության անկյունը փոքրացնելիս մեծանում է բեռի անցած ճանապարհը: Այսպիսով՝ թեք հարթությունը ուժի մեջ շահելու հնարավորություն է տալիս, սակայն ստիպված ենք ավելի մեծ ճանապարհ անցնել:

Ամփոփում

1. Անշարժ ճախարակը թույլ է տալիս փոխել ուժի ուղղությունը:
2. Շարժական ճախարակ և թեք հարթություն կիրառելիս շահում ենք ուժի մեջ, սակայն ստիպված ենք լինում ավելի մեծ ճանապարհ անցնել:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր ճախարակն է կոչվում անշարժ, ի՞նչ նպատակով են այն օգտագործում:
2. Ո՞ր ճախարակն է կոչվում շարժական, ի՞նչ նպատակով են այն օգտագործում:
3. Ի՞նչ նպատակով են օգտագործում թեք հարթությունը: Բերեք օրինակներ:
4. Ո՞ր պարզ մեխանիզմի կիրառման դեպքում ուժի մեջ չենք շահի.
 1. լծակի,
 2. թեք հարթության,
 3. անշարժ ճախարակի,
 4. շարժական ճախարակի:
5. Նույն բեռը հավասարաչափ բարձրացնում են մի դեպքում՝ անշարժ ճախարակով, մյուս դեպքում՝ շարժական: Ո՞ր դեպքում կպահանջվի ավելի փոքր ուժ:

§37. ՄԵԽԱՆԻԶՄԻ ՕԳՏԱԿԱՐ ԳՈՐԾՈՂՈՒԹՅԱՆ ԳՈՐԾԱԿԻՑ

Այստեղ կժանոթանաք տարբեր սարքերի, մեխանիզմների աշխատանքը բնութագրող կարևոր ֆիզիկական մեծության՝ օգտակար գործողության գործակցին: Եթե պարզ մեխանիզմներ օգտագործելիս շահում ենք ուժի մեջ, փոխարենը ինչ-որ բան չենք կորցնում: Այս հարցի պատասխանը տալիս է մեխանիկայի «ոսկի կանոնը», որը նույնպես կքննարկվի ստորև:

1 Օգտակար և լրիվ աշխատանքներ

Մարդու ստեղծած բոլոր մեխանիզմներն օգտագործվում են որոշակի նպատակով: Օրինակ, վերամբարձ կռունկով բեռներ են բարձրացնում:

Այն աշխատանքը, որի համար ստեղծվել է տվյալ մեխանիզմը, կոչվում է օգտակար աշխատանք ($A_{\text{օգ}}$):

Օրինակ՝ m զանգվածով բեռը h բարձրության հասցնելու համար օգտակար աշխատանքը հաշվում են հետևյալ բանաձևով՝

$$A_{\text{օգ}} = mgh,$$

բանի որ բեռը բարձրացնելու համար նվազագույն կիրառված ուժը պետք է հավասար լինի բեռի ծանրության ուժին՝ $F = mg$:

Իրականում, բացի բեռը բարձրացնելուց, վերամբարձ կռունկը բարձրացնում է նաև ճուպանները, որոնցով ամրացված է բեռը, հաղթահարում է օդի դիմադրությունը, շփման ուժը՝ ճախարակի առանցքում: Այս կողմնակի ծախսերն անխուսափելի են, ուստի կատարված ամբողջ աշխատանքն ավելի մեծ է, քան մեր հաշվարկած $A_{\text{օգ}}$ -ը:

Մեխանիզմի օգտագործման ընթացքում ծախսված ամբողջ աշխատանքը կոչվում է լրիվ աշխատանք ($A_{\text{լր}}$):

Քանի որ լրիվ աշխատանքը հավասար է օգտակար և կողմնակի աշխատանքների գումարին, ապա պարզ է, որ $A_{\text{օգ}}$ -ը միշտ $A_{\text{լր}}$ -ի մի մասն է:

$$A_{\text{օգ}} < A_{\text{լր}}:$$

2 Օգտակար գործողության գործակից

Այն ֆիզիկական մեծությունը, որը ցույց է տալիս, թե օգտակար աշխատանքը լրիվ աշխատանքի որ մասն է կազմում, կոչվում է մեխանիզմի օգտակար գործողության գործակից (ՕԳԳ):

ՕԳԳ-ն որոշելու համար պետք է օգտակար աշխատանքը բաժանել կատարված լրիվ աշխատանքին.

$$\text{ՕԳԳ} = \frac{\text{օգտակար աշխատանք}}{\text{լրիվ աշխատանք}}:$$

Սովորաբար ՕԳԳ-ն նշանակում են η (կարդացվում է *ետա*) տառով.

$$\eta = \frac{A_{\text{օգ}}}{A_{\text{լր}}} :$$

Քանի որ օգտակար աշխատանքը միշտ փոքր է լրիվ աշխատանքից, ապա ՕԳԳ-ն միշտ փոքր է 1-ից ($\eta < 1$):

Հաճախ ՕԳԳ-ն արտահայտում են տոկոսներով`

$$\eta = \frac{A_{\text{օգ}}}{A_{\text{լր}}} \cdot 100\% :$$

Հասկանալի է, որ ՕԳԳ-ն միշտ փոքր է 100 %-ից:

3 Մեխանիկայի «ոսկի կանոնը»

Տարբեր մեխանիզմներ պատրաստելիս աշխատում են հնարավորինս փոքրացնել կողմնակի ուժերի կատարած ոչ օգտակար աշխատանքը` դրանով իսկ մեծացնելով մեխանիզմի ՕԳԳ-ն: Այն դեպքում, երբ կորուստները շատ փոքր են, կատարված լրիվ աշխատանքը մոտավորապես հավասար է օգտակար աշխատանքին` $A_{\text{օգ}} \approx A_{\text{լր}}$: Օգտակար և լրիվ աշխատանքներից յուրաքանչյուրն արտահայտելով որպես համապատասխան ուժի և անցած ճանապարհի արտադրյալ` $A_{\text{օգ}} \approx A_{\text{լր}}$ հավասարումը կարելի է ներկայացնել հետևյալ բանաձևով`

$$F_1 s_1 = F_2 s_2 ,$$

կամ

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{s_2}{s_1} :$$

Այս բանաձևի համաձայն`

որևէ մեխանիզմ կիրառելիս աշխատանքի մեջ չենք շահում. քանի անգամ շահում ենք ուժի մեջ, այնքան անգամ կորցնում ենք ճանապարհին:

Այս պնդումը կոչվում է **մեխանիկայի «ոսկի կանոն»**, որը ձևակերպել է հույն գիտնական Հերոն Ալեքսանդրիային մ.թ. I դարում:

Ամփոփում

1. Այն աշխատանքը, որի կատարման համար ստեղծված է մեխանիզմը, կոչվում է օգտակար աշխատանք:
2. Լրիվ ծախսված աշխատանքը միշտ ավելի մեծ է օգտակար աշխատանքից:
3. ՕԳԳ-ն ցույց է տալիս, թե օգտակար աշխատանքը լրիվ աշխատանքի որ մասն է կազմում:

$$4. \text{ ԾԳԳ-ն հաշվում են հետևյալ բանաձևով՝ } \eta = \frac{A_{\text{օգ}}}{A_{\text{ըր}}} \cdot 100\% :$$

Հարցեր և առաջադրանքներ

- Որ աշխատանքն է կոչվում օգտակար: Բերեք օրիակներ:
- Որ աշխատանքն է կոչվում լրիվ:
- Ինչո՞ւ մեխանիկական օգտագործելիս ծախսված աշխատանքը միշտ մեծ է օգտակար աշխատանքից:
- Ի՞նչ է ՕԳԳ-ն և ի՞նչ բանաձևերով են այն հաշվարկում:
- Ձևակերպե՛ք մեխանիկայի «ոսկի կանոնը»:

Հետաքրքիր է իմանալ

Գիտատեխնիկական առաջընթացը բերում է նաև տարբեր մեխանիկական օգտ-ի աճի: Օրինակ՝ գոյորշով աշխատող առաջին շարժիչների ՕԳԳ-ն 1-8% էր: Այնուհետև ստեղծվեցին բենզինով աշխատող շարժիչներ, որոնց ՕԳԳ-ն արդեն 20-25% էր: Էլեկտրական այսօրվա շարժիչների ՕԳԳ-ն 90-95% է:

§ 38. ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒՃՈՒՄ

ԽՆԴԻՐ 1. Մոտոցիկլետի շարժիչի քարշի ուժը 200 Ն է: Մոտոցիկլետը շարժվում է հավասարաչափ 36 կմ/ժ արագությամբ: Ի՞նչ աշխատանք է կատարում շարժիչի քարշի ուժը 4 վ-ում:

$$\begin{array}{l} F=200 \text{ Ն} \\ v=36 \text{ կմ/ժ} \\ t=4 \text{ վ} \\ \hline A=? \end{array}$$

Լուծում: Մոտոցիկլետի անցած ճանապարհը՝ $s=vt$: Տեղադրելով այս արտահայտությունը աշխատանքի բանաձևի մեջ՝ կստանանք.

$$A=Fs=Fvt: \quad (1)$$

Արագությունն արտահայտենք մ/վ միավորով՝

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

Տեղադրելով թվային արժեքները (1) բանաձևի մեջ՝ կստանանք.

$$A=200 \text{ Ն} \cdot 10 \frac{\text{մ}}{\text{վ}} \cdot 4 \text{ վ} = 8000 \text{ Ջ} :$$

Պատասխան՝ 8000 Ջ:

ԽՆԴԻՐ 2. Ամբարձիչը 1 ժ-ում 30 մ³ ծավալով ավազը բարձրացնում է 6 մ: Ի՞նչ հզորություն ունի ամբարձիչը: Ավազի խտությունը 1500 կգ/մ³ է:

$$\begin{array}{l} t=1 \text{ ժ} \\ V=30 \text{ մ}^3 \\ s=6 \text{ մ} \\ \rho=1500 \text{ կգ/մ}^3 \\ \hline N=? \end{array}$$

Լուծում: Բարձրացվող ավազի զանգվածը՝ $m=\rho V$, հետևաբար՝ $m=1500 \text{ կգ/մ}^3 \cdot 30 \text{ մ}^3 = 45000 \text{ կգ}$: Ավազի վրա ազդող ծանրության ուժը $F_g=mg=45000 \text{ կգ} \cdot 9,8 \text{ Ն/կգ} = 441000 \text{ Ն}$: Ավազը վեր բարձրացնելու համար պահանջվող նվազագույն ուժը՝ $F=F_g$, հետևաբար նրա կատարած աշխատանքը՝ $A=Fs=441000 \text{ Ն} \cdot 6 \text{ մ} = 2646000 \text{ Ջ}$:

Օգտվելով հզորության բանաձևից՝ ամբարձիչի հզորության համար կստանանք՝

$$N = \frac{A}{t} = \frac{2646000 \text{ Ջ}}{3600 \text{ վ}} = 735 \text{ վտ:}$$

Պատասխան՝ 735 վտ:

ԽՆԴԻՐ 3. Լծակի օգնությամբ բանվորը բարձրացնում է 150 կգ զանգվածով բեռը: Ի՞նչ ուժ է նա կիրառում լծակի 1,8 մ երկարությամբ երկար բազուկի վրա, եթե փոքր բազուկը 0,3 մ է:

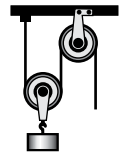
$m = 150 \text{ կգ}$
 $l_1 = 1,8 \text{ մ}$
 $l_2 = 0,3 \text{ մ}$
 $F_1 = ?$

Լուծում: Ըստ լծակի կանոնի՝ $F_1/l_1 = F_2/l_2$, որտեղից՝ $F_1 = F_2 l_2 / l_1$:
 $F_2 = P$ -ն բեռի կշիռն է՝ $P = mg$, ուստի՝

$$F_1 = mg \frac{l_2}{l_1} = 150 \text{ կգ} \cdot 9,8 \frac{\text{Ն}}{\text{կգ}} \cdot \frac{0,3 \text{ մ}}{1,8 \text{ մ}} \approx 250 \text{ Ն:}$$

Պատասխան՝ 250 Ն:

ԽՆԴԻՐ 4. Մեկ անշարժ և մեկ շարժական ճախարակով ի՞նչ առավելագույն զանգվածով բեռ կարելի է բարձրացնել՝ կիրառելով 200 Ն ուժ: Անտեսեք շփումը ճախարակի առանցքում, ինչպես նաև ճախարակների և թելերի զանգվածները:



$F = 200 \text{ Ն}$
 $m = ?$

Լուծում: Քանի որ շարժական ճախարակի կիրառման դեպքում ուժի մեջ շահում ենք 2 անգամ, իսկ անշարժ ճախարակի կիրառման դեպքում չենք շահում, ապա կիրառվող ուժը՝ $F = P/2$, որտեղ $P = mg$ -ն բարձրացվող բեռի կշիռն է: Այսպիսով՝ $F = mg/2$, որտեղից՝

$$m = \frac{2F}{g} = \frac{2 \cdot 200 \text{ Ն}}{9,8 \frac{\text{Ն}}{\text{կգ}}} \approx 40,8 \text{ կգ:}$$

Պատասխան՝ 40,8 կգ:

ԽՆԴԻՐ 5. 150 Ն կշռով բեռը հավասարաչափ վեր են քաշում որպես թեք հարթություն ծառայող տախտակի երկայնքով: Տախտակի երկարությունը 1,8 մ է, նրա մի ծայրի բարձրությունը գետնից՝ 0,3 մ: Բեռը վեր քաշող թեք հարթությանը զուգահեռ ուժը 40 Ն է: Որքա՞ն է թեք հարթության ՕԳԳ-ն:

$P = 150 \text{ Ն}$
 $F = 40 \text{ Ն}$
 $l = 1,8 \text{ մ}$
 $h = 0,3 \text{ մ}$
 $\eta = ?$

Լուծում: Թեք հարթության ՕԳԳ-ն՝

$$\eta = \frac{A_{\text{օգ}}}{A_{\text{տր}}} \cdot 100\%,$$

որտեղ $A_{\text{տր}}$ -ը լրիվ կամ ծախսված ամբողջ աշխատանքն է, իսկ $A_{\text{օգ}}$ -ը՝ օգտակար աշխատանքը, ընդ որում՝ $A_{\text{տր}} = Fl$, իսկ $A_{\text{օգ}} = F_{\delta} h$: F_{δ} -ն բեռի վրա ազդող ծանրության ուժն է, որը հավասար է բեռի P կշռին, հետևաբար՝ $A_{\text{օգ}} = Ph$: Այսպիսով՝

$$\eta = \frac{Ph}{Fl} \cdot 100\% = \frac{150 \text{ Ն} \cdot 0,3 \text{ մ}}{40 \text{ Ն} \cdot 1,8 \text{ մ}} \cdot 100\% = 62,5\% :$$

Պատասխան՝ 62,5%:

§39. ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 8

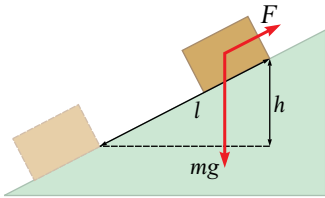
ԹԵՔ ՀԱՐԹՈՒԹՅԱՆ ՕԳԳ-Ի ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Աշխատանքի նպատակը

Փորձով համոզվել, որ թեք հարթության օգնությամբ բեռ բարձրացնելիս կատարված օգտակար աշխատանքը փոքր է լրիվ աշխատանքից, և որոշել թեք հարթության ՕԳԳ-ն:

Համառոտ տեսություն

Դուք արդեն գիտեք, որ թեք հարթությունը հնարավորություն է տալիս շահել ուժի մեջ: Դիցուք՝ թեք հարթության միջոցով m



Նկ. 78

զանգվածով բեռը h բարձրության հասցնելու համար բեռի վրա կիրառվում է թեք հարթությանը զուգահեռ ուղղված F ուժ (նկ. 78): Այդ դեպքում կատարված լրիվ աշխատանքը՝ $A_{լր} = Fl$, որտեղ l -ը բեռի անցած ճանապարհն է: Հաշվի առնելով, որ այդ դեպքում օգտակար աշխատանքը՝ $A_{օգ} = mgh$,

ՕԳԳ-ի համար կատանանք հետևյալ բանաձևը՝

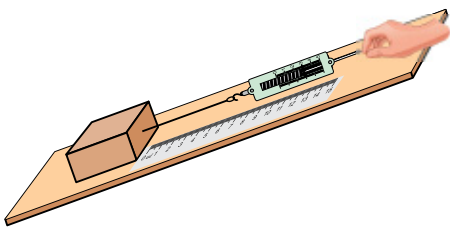
$$\eta = \frac{A_{օգ}}{A_{լր}} \cdot 100\% = \frac{mgh}{Fl} \cdot 100\% :$$

Անհրաժեշտ սարքեր և նյութեր

Տախտակ (թեք հարթություն), փայտե չորսու, ուժաչափ, քանոն, տարբեր զանգվածներով չորսուներ, կցորդիչով և թաթիկով ամրակալան:

Փորձի ընթացքը

1. Ուժաչափի միջոցով որոշե՛ք չորսուի $P = mg$ կշիռը:
2. Տախտակը տեղադրե՛ք թեք դիրքով՝ վերին եզրն ամրացնելով ամրակալանի թաթիկում (նկ. 79):



Նկ. 79

3. Չորսուն տեղադրե՛ք թեք հարթության վրա և նրան ամրացրեք ուժաչափը:
4. Չգելով ուժաչափը՝ չորսուն հաստատուն արագությամբ թեք հարթությունով տեղափոխե՛ք դեպի վեր և գրանցե՛ք ուժաչափի F ցուցմունքը՝ քարշի ուժը:

5. Քանոնով չափե՛ք չորսուի վերին եզրի անցած ճանապարհը (l) և դրա բարձրությունը (h) թեք հարթության հիմքից:
6. Հաշվե՛ք օգտակար և լրիվ կատարած աշխատանքները՝ ըստ $A_{օգ} = Ph$ և $A_{լր} = Fl$ բանաձևերի:
7. Չափումների և հաշվարկների արդյունքները գրանցե՛ք 13-րդ աղյուսակում:

| Փորձի համարը | P, Ն | h, մ | A _{օգ} , Չ | F, Ն | l, մ | A _{լր} , Չ | η, % | η _{սխ} , % |
|--------------|------|------|---------------------|------|------|---------------------|------|---------------------|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

8. Համոզվե՞ք, որ $A_{օգ} < A_{լր}$:
9. Որոշե՞ք թեք հարթության ՕԳԳ-ն՝ օգտվելով $\eta = (A_{օգ}/A_{լր}) \cdot 100\%$ բանաձևից:
10. Կրկնե՞ք նշված գործողությունները զանազան բեռներով՝ չփոխելով թեք հարթության երկարությունն ու բարձրությունը:
11. Յուրաքանչյուր դեպքում հաշվե՞ք ՕԳԳ-ն և որոշե՞ք դրա միջին արժեքը:

Լրացուցիչ ընթերցանության համար 

- ԹԵՄԱՅԻ ԱՍՓՈՓՈՒՄ**
1. Մեխանիկական աշխատանք է կոչվում այն ֆիզիկական մեծությունը, որը հավասար է մարմնի վրա ազդող ուժի և նրա ազդեցության ուղղությամբ մարմնի անցած ճանապարհի արտադրյալին՝ $A = Fs$:
 2. Հզորություն է կոչվում այն ֆիզիկական մեծությունը, որը հավասար է աշխատանքի հարաբերությանն այն ժամանակամիջոցին, որի ընթացքում կատարվել է այդ աշխատանքը՝ $N = A/t$:
 3. Ուժի ուղղությունը կամ թվային արժեքը փոփոխելու համար ծառայող սարքերը կոչվում են մեխանիզմներ: Պարզ մեխանիզմներ են լծակը, անշարժ և շարժական ճախարակները, թեք հարթությունը:
 4. Մեխանիզմի կարևոր բնութագիր է օգտակար գործողության գործակիցը (ՕԳԳ), որը ցույց է տալիս, թե կատարված օգտակար աշխատանքը լրիվ աշխատանքի որ մասն է կազմում:

ՃՆՇՈՒՄ: ՃՆՇՈՒՄՆ ԱՌՕՐՅԱ ԿՅԱԼՔՈՒՄ ԵՎ ՏԵԽՆԻԿԱՅՈՒՄ

Այս թեման ուսումնասիրելիս դուք կծանոթանաք «ճնշում» հասկացությանը, պինդ մարմիններում, հեղուկներում և գազերում նրա տարբեր դրսևորումներին, հաշվարկման եղանակներին: Դուք կուսումնասիրեք Պասկալի և Արքիմեդի օրենքները, կսովորեք դրանց հիման վրա բացատրել բնության մեջ հանդիպող մի շարք երևույթներ:

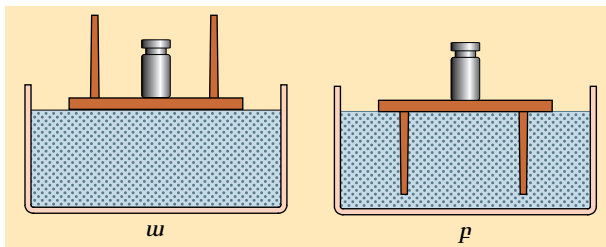
§ 40. ՃՆՇՈՒՄ, ՃՆՇՄԱՆ ՈՒԺ

Այս պարագրաֆում դուք կծանոթանաք «ճնշում» մեծությանը, որին հետագայում հանդիպելու եք բնության տարբեր երևույթներ ուսումնասիրելիս: Այս ֆիզիկական մեծության իմացությունը ձեզ հնարավորություն կընձեռի հասկանալու և քանակապես նկարագրելու ձեր շրջապատում, կենցաղում հանդիպող բազմաթիվ երևույթներ:

1 Ճնշում

Մարմինների փոխազդեցության հետևանքը պայմանավորված է ոչ միայն փոխազդեցության ուժով: Համոզվելու համար դիմենք փորձին: Արկղի մեջ լցված չոր ավազի վրա դնենք շրջված սեղանիկ, վրան՝ ծանր կշռաքար: Կտեսնենք, որ սեղանիկը գրեթե չի խրվում ավազի մեջ (նկ. 80, ա):

Այժմ սեղանիկը դնենք ավազի վրա՝ ոտքերը դեպի ներքև, և վրան դնենք դարձյալ նույն կշռաքարը: Այս դեպքում այն կխրվի ավազի մեջ (նկ. 80, բ): Բացատրենք փորձի արդյունքները:



Նկ. 80. ա. Սեղանիկն ավազի մեջ չի խրվում, երբ ոտքերն ուղղված են դեպի վեր, բ. Սեղանիկը խրվում է ավազի մեջ, երբ ոտքերն ուղղված են դեպի ներքև

Առաջին դիրքում սեղանիկի և ավազի հպման մակերեսը շատ ավելի մեծ է, քան երկրորդում: Բայց երկու դիրքում էլ սեղանիկը մինևնույն ուժն է գործադրում ավազի վրա՝ նրա մակերևույթին ուղղահայաց ուղղությամբ: Այդ ուժը կոչվում է ճնշման ուժ: Ակներև է, որ ավազի վրա սեղանիկի գործադրած

ճնշման ուժը հավասար է սեղանիկի և կշռաքարի կշիռների գումարին: Ուրեմն՝ ավազի մեջ սեղանիկի խրվելը կամ չխրվելը պայմանավորված չէ միայն ճնշման ուժով:

Նկարագրված փորձում, երբ սեղանիկը երկրորդ դիրքում է (նկ. 78,բ), ավազի վրա սեղանիկի գործադրած ճնշման ուժի հարաբերությունը նրա և ավազի հպման մակերեսին շատ ավելի մեծ է, քան առաջին դիրքում: Հաճախ հպմամբ փոխազդեցությունը բնութագրում են հենց այդ հարաբերությամբ, որն անվանում են ճնշում:

Ճնշումը բնութագրում է երկու հավող մարմինների փոխազդեցությունը և հավասար է հպման մակերևույթին ուղղահայաց ազդող ուժի (ճնշման ուժի) հարաբերությանը՝ մարմինների հպման մակերեսին:

$$\text{ճնշում} = \frac{\text{ճնշման ուժ}}{\text{հպման մակերևույթի մակերես}}$$

Եթե ճնշումը նշանակենք p տառով, հպման մակերեսը՝ S -ով, իսկ ճնշման ուժի արժեքը՝ F -ով, ապա սահմանման համաձայն՝

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

Այս բանաձևից հետևում է, որ ճնշումը թվապես հավասար է այն ճնշման ուժին, որն ազդում է հպման մակերևույթի յուրաքանչյուր միավոր մակերեսով տեղամասի վրա:

Ճնշման բանաձևից կարելի է որոշել ճնշման ուժը, եթե հայտնի են ճնշումը և այն տեղամասի մակերեսի մեծությունը, որի վրա կիրառված է այդ ուժը՝

$$F = pS :$$

2 Ճնշման միավորները

Միավորների ՄՀ-ում ճնշման միավորն արտահայտում են պասկալով (Պա)՝ ի պատիվ ֆրանսիացի գիտնական Բլեզ Պասկալի:

Մեկ պասկալն այն ճնշումն է, որը գործադրում է 1 Ն ճնշման ուժը 1 մ² մակերեսով տեղամասի վրա:

$$1 \text{ Պա} = \frac{1 \text{ Ն}}{1 \text{ մ}^2} = 1 \frac{\text{Ն}}{\text{մ}^2} :$$

Բացի պասկալից՝ կիրառում են նաև կիլոպասկալ (կՊա) և մեգապասկալ (ՄՊա) բազմապատիկ միավորները.

$$1 \text{ կՊա} = 1000 \text{ Պա}, \quad 1 \text{ ՄՊա} = 1000000 \text{ Պա}:$$


Ամփոփում

1. Ճնշումն այն ֆիզիկական մեծությունն է, որը հավասար է ճնշման ուժի արժեքի հարաբերությանը մարմինների հպման մակերևույթի մակերեսին:
2. Ճնշումը թվապես հավասար է այն ճնշման ուժի արժեքին, որն ազդում է հպման մակերևույթի յուրաքանչյուր միավոր մակերեսով տեղամասի վրա:
3. Որպես ճնշման միավոր միավորների ՄՀ-ում ընդունել են պասկալը (Պա):

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Նկարագրե՛ք այն փորձը, երբ մարմինների հպմամբ փոխազդեցությունը բնութագրվում է ոչ միայն ուժով:
2. Ո՞ր ֆիզիկական մեծությունն է կոչվում ճնշում: Գրե՛ք ճնշման բանաձևը:
3. Բնչ ֆիզիկական իմաստ ունի ճնշումը:
4. Ո՞րն է ճնշման միավորը միավորների ՄՀ-ում:
5. Ո՞ր բանաձևն է ճիշտ արտահայտում ճնշման արժեքը.

$$\text{ա. } p = F \cdot S, \quad \text{բ. } p = \frac{F}{S}, \quad \text{գ. } p = \frac{S}{F} :$$

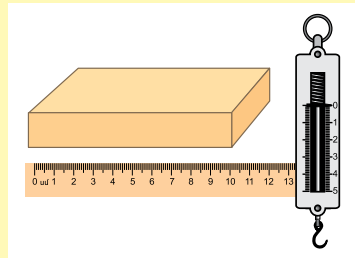
6. Ինչպե՞ս կարելի է փոքրացնել ճնշումը: Բերե՛ք օրինակներ:
 7. Համեմատե՛ք նկարում պատկերված հավասար զանգվածներով ավտոմեքենաների ճնշումները գետնին: Ո՞ր մեքենայի գործադրած ճնշումն է ավելի փոքր:
- 
8. Ինչպե՞ս կարելի է մեծացնել ճնշումը: Բերե՛ք օրինակներ:
 9. Կառուցե՛ք ճնշման կախումը ճնշման ուժից պատկերող գրաֆիկը՝ համարելով, որ հպման տեղամասի մակերեսը չի փոփոխվում: Բնչ է իրենից ներկայացնում այդ գրաֆիկը:

Գործնական աշխատանքներ

Հաշվե՛ք հեռարանի վրա պինդ մարմնի ճնշումը: Դրա համար անհրաժեշտ է ունենալ ուժաչափ, չափաքանոն և փայտե չորսու:

Չափումները կատարեք հետևյալ հաջորդականությամբ.

1. Չափե՛ք չորսուի ճնշման ուժը սեղանի վրա (հավասար է չորսուի կշռին):
2. Չափելով չորսուի երկարությունը, լայնությունը և բարձրությունը՝ հաշվե՛ք չորսուի ամենամեծ և ամենափոքր նիստերի մակերեսները:
3. Օգտվելով ճնշման բանաձևից՝ հաշվեք այն ճնշումները, որ գործադրում է չորսուն երեք տարբեր նիստերով:
4. Չորսուի ո՞ր նիստի գործադրած ճնշումն է՝ ա. առավել փոքր, բ. առավել մեծ:



§ 41. ԳԱԶԻ ՃՆՇՈՒՄԸ

Նախորդ պարագրաֆում ծանոթացաք ֆիզիկական մի կարևոր մեծության՝ ճնշմանը: Այս և հաջորդ մի քանի պարագրաֆներում կիմանաք, թե ինչպես է դրսևորվում ճնշումը գազերում և հեղուկներում, ինչպես է այն հաղորդվում այդ միջավայրերում:

1 Գազի ճնշումը

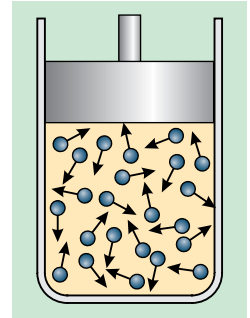
Ինչպես արդեն գիտեք, բոլոր մարմինները, որոնց թվում՝ գազերը, կազմված են մանրագույն մասնիկներից՝ մոլեկուլներից, ատոմներից: Այդ մասնիկները մշտապես և անընդհատ շարժվում են (նկ. 81): Գազի մոլեկուլները, օրինակ, կատարում են անկանոն շարժումներ՝ շարունակ բախվելով իրար: Բացի կարճատև բախումներից՝ շարժման ընթացքում գազի մոլեկուլները մեկմեկու վրա գրեթե ոչ մի ներգործություն չեն ունենում: Այդ պատճառով գազի առանձին մասեր դյուրությամբ կարող են տեղաշարժվել իրար նկատմամբ:

Սակայն երբ փորձում ենք գազը սեղմել, առաջանում են ուժեր, որոնք խոչընդոտում են սեղմումը: Նշանակում է՝ գազի ծավալը փոքրացնելու համար ճիգ է պահանջվում:

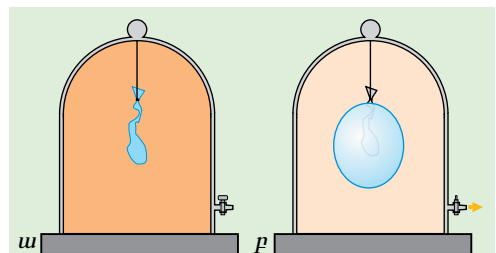
Արտաքին ազդեցությունների բացակայությամբ գազը կարող է ինքն իրեն շարունակ ընդարձակվել: Ուրեմն՝ գազի մոլեկուլներն ավելի շատ «հակված» են իրարից հեռանալու, քան մոտենալու: Բայց եթե գազը լցված է փակ անոթի մեջ, ապա վերջինիս պատերը խոչընդոտում են գազի ընդարձակումը: Գազի մոլեկուլները, բացի իրար բախվելուց, «ստիպված» բախվում են նաև անոթի պատերին: Դրա հետևանքով գազը ճնշում է գործադրում անոթի պատերին:

Համոզվելու համար քննարկենք հետևյալ փորձը: Օդահան պոմպի զանգի ներսում կախված է ռետինե բարակ թաղանթով փուչիկ, որը պարունակում է փոքր քանակով օդ (նկ. 82, ա): Եթե սկսենք զանգից օդը հանել, ապա կտեսնենք, որ փուչիկը սկսում է ուռչել՝ ի վերջո ընդունելով գնդի ձև (նկ. 82, բ):

Փորձում դիտված երևույթը շատ պարզ բացատրություն ունի: Օդահան զանգից օդը հանելով՝ փուչիկի պատերին դրսից օդի մոլեկուլների հարվածների թիվը հասցնում ենք նվազագույնի: Փուչիկն ընդարձակվում է ներսում եղած



Նկ. 81. Գազի մոլեկուլները ջերմային շարժման հետևանքով բախվում են ինչպես իրար, այնպես էլ անոթի պատերին



Նկ. 82. ա. Օդահան զանգի մեջ փուչիկն ունի անկանոն ձև. բ. երբ օդահան զանգից օդը հանում ենք, փուչիկի թաղանթն ուռչում է

օդի մոլեկուլների հարվածների հետևանքով: Ընդարձակումը դադարում է, երբ ռետինե թաղանթի առաձգականության ուժը հավասարվում է ներսից փուչիկի պատերին օդի մոլեկուլների հարվածներով ստեղծվող ճնշման ուժին: Փուչիկի թաղանթը փքվելով դառնում է գնդաձև: Սա նշանակում է, որ **օդը բռնոր ուղղություններով թաղանթի պատերին գործադրում է միատեսակ ճնշում:**

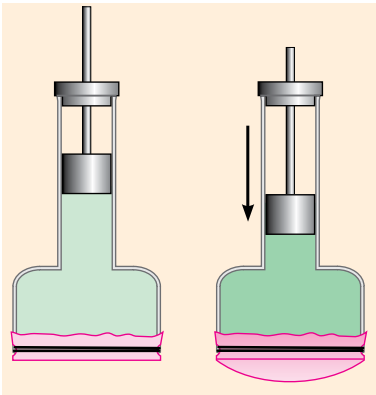
Այսպիսով՝ գազի մոլեկուլների հարվածներն անոթի պատերի և անոթի ներսի առարկաների մակերևույթի բոլոր տեղամասերում ստեղծում են ճնշման ուժ: **Ճնշման ուժի հարաբերությունը մակերևույթի որևէ տեղամասի մակերեսին հավասար է հենց այդ տեղամասի վրա գազի գործադրած ճնշմանը:**

Մոլեկուլների թիվը հսկայական է, և, բացի այդ, դրանց շարժումն անկանոն է: Նշանակում է՝ հավասար ժամանակամիջոցներում հավասար մակերեսներով տեղամասերի վրա մոլեկուլների հարվածների թիվը բոլոր ուղղություններով գրեթե նույնը կլինի: **Ուրեմն՝ նույնը կլինի փուչիկի թաղանթի վրա գործադրված ճնշումը բոլոր ուղղություններով:**

2 Ճնշման կախումը գազի ծավալից

Դիցուք՝ գազը փակ անոթի մեջ է: Փոքրացնենք գազի ծավալը: Չանգվածը, ակներև է, կմնա անփոփոխ: Նշանակում է՝ կմեծանա գազի խտությունը: Իսկ այստեղից հետևում է, որ միավոր ծավալում գազի մոլեկուլների թիվն ավելի կմեծանա: Այդ դեպքում, բնականաբար, կմեծանա անոթի պատերին մոլեկուլների հարվածների թիվը, այսինքն՝ կաճի գազի ճնշումը:

Ասվածը հիմնավորելու համար դիտարկենք հետևյալ փորձը:



Նկ. 83. Մխույր ներս մղելիս ռետինե հատակն ուռչում է

Ապակե խողովակը, որի մեջ կա մխույ, միացված է գլանաձև անոթին: Անոթի հատակը բարակ ռետինե թաղանթ է (նկ. 83): Մխույից ներքև՝ խողովակում և անոթում, օդի զանգվածն անփոփոխ է:

Մխույը ներս մղելիս կնկատենք, որ ռետինե հատակը փքվում է: Ուրեմն՝ գազի ծավալը փոքրացնելիս նրա ճնշումն իրոք մեծանում է:

Ընդհակառակը, մխույը վեր բարձրացնելիս ռետինե թաղանթը կճկվի դեպի ներս: Նշանակում է՝ գազի ծավալի մեծացմանը զուգընթաց գազի ճնշումը փոքրանում է:

3 Ճնշման կախումը գազի ջերմաստիճանից

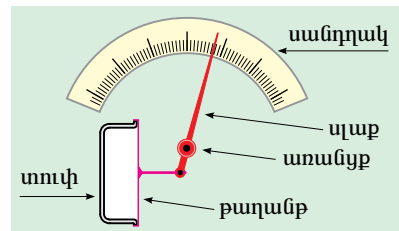
Ջերմաստիճանի բարձրացմանը զուգընթաց մեծանում են մոլեկուլների անկանոն շարժումների արագությունները: Հետևաբար, ջերմաստիճանը բարձրացնելիս միավոր ժամանակամիջոցում ավելի շատ մոլեկուլներ են հարվածում անոթի պատերին: Իսկ հարվածների թվի ավելացումը նշանակում է անոթի պատերին գազի ճնշման մեծացում:

Այսպիսով, անփոփոխ թողնելով անոթի տարողությունը, գազի ճնշումը կարելի է մեծացնել՝ բարձրացնելով գազի ջերմաստիճանը:

4 Ճնշաչափ

Գազի (նաև հեղուկի) ճնշումը չափում են հատուկ սարքերի՝ **ճնշաչափների** (մասնամետր, հունարեն՝ «մանուս» – սակավ, ոչ խիտ, և «մետրոս» – չափ բաներից) միջոցով: Ծանոթանանք պարզագույն՝ **թաղանթավոր ճնշաչափի** կառուցվածքին (նկ. 84):

Թաղանթը, որը բարակ, ճկուն թիթեղ է, հերմետիկորեն փակում է դատարկ տուփը: Թաղանթին միացված սլաքը կարող է պտտվել իր առանցքի շուրջը: Գազի (կամ հեղուկի) ճնշման ուժերի ազդեցությամբ թաղանթը ճկվում է: Այդ ճկվածքը փոխանցվում է սլաքին: Սլաքի յուրաքանչյուր դիրքին համապատասխանում է որոշակի ճկվածք, հետևաբար, նաև որոշակի ճնշման ուժ:



Նկ. 84. Թաղանթավոր ճնշաչափի կառուցվածքի սխեման

Ճնշաչափը ճնշման միավորով աստիճանավորելու համար ճնշման ուժի փոխարեն բաժանումների դիմաց գրում են ճնշման ուժի և թաղանթի մակերեսի հարաբերությունները, այսինքն՝ ճնշման արժեքները:

Ամփոփում

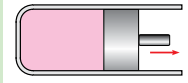
1. Գազի ճնշումը անոթի պատերին գազի մասնիկների հարվածների հետևանքով է:
2. Գազի ճնշումը կարելի է մեծացնել, եթե փոքրացնենք նրա ծավալը՝ անփոփոխ թողնելով ջերմաստիճանը կամ, ծավալը թողնելով նույնը, բարձրացնենք գազի ջերմաստիճանը:
3. Գազի (նաև հեղուկի) ճնշումը չափում են ճնշաչափի (մասնամետր) միջոցով:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ինչո՞վ է պայմանավորված գազի «ինքնակամ» ընդարձակումը:
2. Ինչո՞ւ են գազերը ճնշում անոթի պատերին:
3. Նկարագրե՛ք թաղանթավոր ճնշաչափի կառուցվածքը: Ինչպե՞ս է այն աշխատում:

4. Սրվակը, որի բերանն ամուր փակված է ռետինե խցանով, դրե՛ք օդահան պոմպի զանգի տակ: Չանգի ներսից օդը հանելիս խցանը դուրս է թռչում սրվակից: Ինչո՞ւ:

5. Ինչպե՞ն կփոխվի օդի ճնշումը միտոցով փակված անոթում, եթե հաստատուն ջերմաստիճանի դեպքում միտոցը դեպի աջ տեղափոխենք:



6. Ինչպե՞ն կփոխվի գազի ճնշումը փակ անոթում, եթե հաստատուն ջերմաստիճանի դեպքում նրանից բաց թողնեն ամբողջ գազի կեսը:

Հետաքրքիր է իմանալ

ԽՏԱՅԱԾ ՕԴՆ «ԱՇԽԱՏՈՒՄ Է»

Կան գյուտեր, որոնք մոռացվում են և ապա «ծնվում» երկրորդ անգամ:

Դրանցից է, օրինակ, անվադողի գյուտը:

Սեղմված օդ պարունակող դողով անիվը հայտնագործել է անգլիացի ֆիզիկոս Ուիլյամ Թոմսոնը (յորդ Կելվինը) 1845 թվականին: Բայց նրա հայտնագործությունը շուտով մոռացվել է. անվադողի գլխավոր «պահանջատերը»՝ ավտոմեքենան, այն ժամանակ դեռևս գոյություն չուներ:

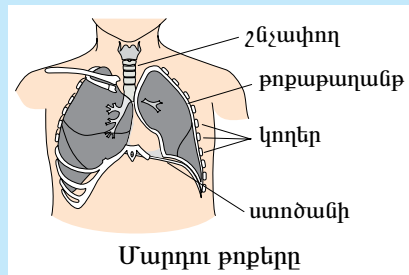
Անցնում է 48 տարի: Եվ, ահա, Թոմսոնի գաղափարը նորից կյանքի է կոչում շոտլանդացի անասնաբույժ Դենլոպը, որը հայտնագործում է հեծանվադողը:

Սեղմված օդով լցված անվադողը տառացիորեն նվաճում է ամբողջ աշխարհը: Եվ դա այն պատճառով, որ ավելի ճկուն անիվ գոյություն չունի: Ոչ մի զսպանակ ի գորու չէ մրցակցելու անվադողի օդախցիկում լցված օդի հետ:

ԻՆՉՊԵ՞Ս ԵՆՔ ՇՆՉՈՒՄ

Երբևէ մտածե՞լ եք, թե ինչպես եք շնչում:

Ներշնչելիս կրծքավանդակի մկանների օգնությամբ կողոսկրերը բարձրանում են, ստոծանին իջնում է: Այդ ժամանակ մեծանում է թոքերի ծավալը, որին զուգընթաց թոքերում օդի ճնշումը փոքրանում է: Առաջանում է դրսի օդի և թոքերում եղած օդի ճնշումների տարբերություն: Դրա հետևանքով դրսի օդը, ձգտելով ընդարձակվել, մտնում է թոքերի մեջ:



§ 42. ՃՆՇՄԱՆ ՀԱՂՈՐԴՈՒՄԸ ՀԵՂՈՒԿՆԵՐՈՒՄ ԵՎ ԳԱԶԵՐՈՒՄ: ՊԱՍԿԱԼԻ ՕՐԵՆԸ

Ինչո՞ւ գազերն ու հեղուկները իրենց վրա գործադրած ճնշումը հաղորդում են այլ ձևով, քան պինդ մարմինները: Ի՞նչ օրինաչափություններ են գործում նշված դեպքերում: Այս մասին կիմանաք ստորև ներկայացվող ուսումնական կյուլթից:

1 Հեղուկի հոսունությունը

Ինչպես գիտեք, հեղուկները հոսուն են: Գազերի նման՝ հեղուկի առանձին մասերը կարող են իրար նկատմամբ շարժվել, «սահել», իսկ դրա համար որևէ ճիգ չի պահանջվում: Հեղուկի հոսունության հետևանքով նրա ձևը փոփոխելիս առաձգականության ուժեր չեն ծագում: Պատկերավոր ասած՝ հեղուկն «անտարբեր» է ձևախախտման հանդեպ: Դա է պատճառը, որ նույնիսկ թեթև քանոց ծովի մակերևույթն ալեկոծվում է:

2 Հեղուկի ճնշումն անոթի պատերին

Անենօրյա փորձից գիտենք, որ անոթում լցված հեղուկները որոշակի ուժերով ազդում են անոթի պատերի և հատակի, ինչպես նաև իրենց մեջ ընկղմված պինդ մարմինների վրա: **Այդ ուժերի ուղղությունը միշտ ուղղահայաց է հեղուկի և պինդ մարմնի հպման մակերևույթին:**

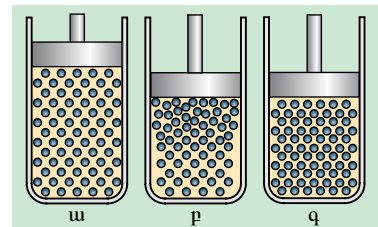
Պինդ մարմնի որևէ տեղամասի վրա հեղուկի ճնշումը հավասար է ազդող ճնշման ուժի հարաբերությանը այդ տեղամասի մակերևույթի մակերեսին: Այն նույնպես որոշում են $p = F/S$ բանաձևով, որտեղ S -ը տեղամասի մակերեսն է, F -ը՝ այդ տեղամասի վրա ազդող հեղուկի ճնշման ուժը:

Հեղուկի ճնշման ուժերը ծագում են միայն հեղուկի սեղմման հետևանքով: Ընդ որում, որքան շատ է սեղմված հեղուկը, այնքան մեծ են այդ սեղմմամբ պայմանավորված ճնշման ուժերը:

3 Ճնշման հաղորդումը հեղուկներում և գազերում

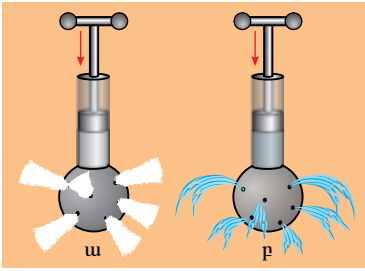
Դիցուք՝ անոթի մեջ լցված գազը (հեղուկը) փակված է մխոցով (նկ. 85): Մինչ մխոցը սեղմելը գազի (հեղուկի) մոլեկուլները անոթի ամբողջ ծավալով քաշխվում են հավասարաչափ (նկ. 85, ա):

Եթե մխոցը փոքր-ինչ իջեցնենք, այն կսեղմի իրեն անմիջականորեն հարող գազի (հեղուկի) շերտը՝ այն դարձնելով ավելի խիտ, քան առաջ էր (նկ. 85, բ): Շարժումության հետևանքով գազի (հեղուկի) մասնիկները կտեղաշարժվեն բոլոր ուղղություններով և կրկին կդասավորվեն հավասարաչափ (նկ. 85, գ): Այս



Նկ. 85. Գազ կամ հեղուկ պարունակող անոթ

դեպքում, սակայն, գազի ծավալը կփոքրանա, փոխարենը կմեծանա ճնշումը և՛ անոթի պատերին, և՛ հատակին, և՛ մխոցի վրա նույն չափով: Նշանակում է՝



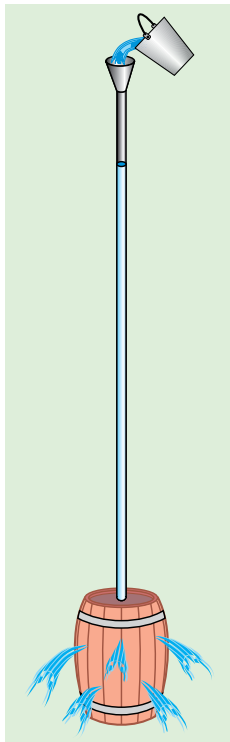
Նկ. 86. Գազը կամ հեղուկը իրենց վրա գործադրած ճնշումը հաղորդում են բոլոր ուղղություններով: Գրա հետևանքով գնդի բոլոր անցքերից դուրս են գալիս՝ ա. ծխի շիթեր, բ. ջրի շիթեր

հավելյալ ճնշումը հավասարապես հաղորդվում է տարբեր ուղղություններով: Եթե, օրինակ, մխոցին հարող շերտում գազի ճնշումը մեծանում է 1 Պա-ով, ապա ճնշումը թե՛ անոթի պատերին, թե՛ հատակին և թե՛ մխոցին նույնպես կմեծանա 1 Պա-ով:

Ասվածը լուսաբանենք հետևյալ փորձով: Վերցնենք տարբեր մասերում նեղ անցքեր ունեցող սնամեջ գունդ (Պասկալի գունդ), որին միացված է խողովակ, իսկ վերջինիս մեջ դրված է մխոց: Գունդը լցնենք ծխով: Մխոցը ներս մղելիս գնդի բոլոր անցքերից դուրս կգան ծխի շիթեր (նկ. 86, ա):

Փորձը կարելի է կատարել նաև հեղուկով, օրինակ՝ ջրով: Մխոցը սեղմելիս գնդի անցքերից ջուրը կարտամղվի բոլոր ուղղություններով (նկ. 86, բ):

4 Պասկալի օրենքը



Նկ. 87. Պասկալի փորձը

Առաջին անգամ ֆրանսիացի գիտնական Բլեզ Պասկալն է առաջադրել այն վարկածը, որ հեղուկներն ու գազերը իրենց վրա արտաքին ուժի ստեղծած ճնշումը հաղորդում են բոլոր ուղղություններով, այն էլ՝ հավասարաչափ: Մի շարք սրամիտ փորձերով նա ապացույցել է, որ այդ ենթադրությունը իրոք ճիշտ է: Ստորև նկարագրված է այդ փորձերից մեկը:

Պասկալը փայտե տակառն ամբողջությամբ լցրել է ջրով: Տակառի կափարիչի վրա արված անցքով նա տակառին ուղղաձիգ դիրքով ամրացրել է երկու ծայրը բաց երկար խողովակ: Խողովակի մեջ սկսել է ջուր լցնել (նկ. 87): Երբ խողովակում ջրի մակարդակը հասել է որոշակի բարձրության, տակառի կողմնային պատերը ճաքեր են տվել, և բացված ճեղքերից ջուրը սկսել է դուրս գալ:

Փորձի բացատրությունը հետևյալն է: Խողովակի մեջ լցված ջուրը տակառի ներսում ստեղծում է հավելյալ ճնշում: Տակառի ներսի բոլոր մասերում ջրի ճնշումն ավելանում է հավելյալ ճնշման չափով: Տակառի ջուրը հավելյալ ճնշումը հաղորդում է բոլոր ուղղություններով: Այդ ճնշումը մեծ մակերեսով տեղամասերի վրա առաջացնում

է զգալի ճնշման ուժեր: Հենց այդ ճնշման ուժերն էլ, ազդելով պատերին, առաջացնում են ճեղքեր, որոնցից էլ դուրս է ցատտում ջուրը:

Իր դիտարկած համոզիչ փորձերի հիման վրա Պասկալը ձևակերպել է հետևյալ օրենքը.

հեղուկի (գազի) վրա գործադրված ճնշումը հաղորդվում է բոլոր ուղղություններով՝ առանց փոփոխության:



Բլեզ Պասկալ
(1623–1662)

Այս օրենքը, ի պատիվ Պասկալի, անվանում են Պասկալի օրենք:

Ամփոփում

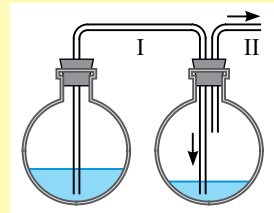
1. Հեղուկի (գազի) մասնիկներն ավելի շարժուն են, քան պինդ մարմնիկը:
2. Հոսունության հետևանքով հեղուկի (գազի) ձևը փոփոխելիս առաձգականության ուժեր չեն առաջանում:
3. Հեղուկներն ու գազերը իրենց վրա գործադրված ճնշումը հաղորդում են բոլոր ուղղություններով՝ առանց փոփոխության:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ինչ ընդհանուր հատկություններով են օժտված հեղուկներն ու գազերը:
2. Ինչի՞ հետևանք է հոսունությունը:
3. Ինչպե՞ս են հեղուկներն ու գազերը հաղորդում իրենց վրա գործադրված ճնշումը:
4. Ձևակերպե՛ք Պասկալի օրենքը:
5. Ինչո՞ւ Պասկալի օրենքը կիրառելի չէ պինդ մարմինների համար:

Գործնական առաջադրանք

Վերցրե՛ք երկու ապակե փորձանոթ: Դրանք փակե՛ք ռետինե խցաններով, որոնց միջով անցկացված են ապակե խողովակներ: I խողովակը համարյա հասնում է մինչև փորձանոթների հատակը, իսկ II խողովակը միացվում է օդահաս պոմպին: Մինչև փորձն սկսելը ձախ փորձանոթի մեջ կիսով չափ լցրե՛ք ներկված ջուր: Աջ փորձանոթից օդը դուրս մղե՛ք: Կփոփովի՞ր արդյոք ջրի մակարդակը ձախ փորձանոթում: Բացատրե՛ք դիտվող երևույթը:

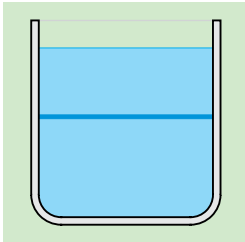


§ 43. ՀԻՊՐՈՍՏԱՏԻԿ ՃՆՇՈՒՄ: ՀԵՂՈՒԿԻ ՃՆՇՈՒՄ ԱՆՈՅԻ ՀԱՏԱԿԻՆ ԵՎ ՊԱՏԵՐԻՆ

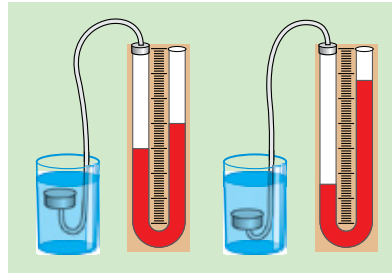
Այժմ, օգտվելով նախորդ պարագրաֆում ձեռք բերած գիտելիքներից, կարող եք հաշվել հեղուկի ճնշումը անոթի հատակի և պատերի վրա, կարող եք գնահատել նաև մեծ խորություններում ջրի գործադրած ճնշումը և ջրի ազդող ուժը ստորջրյա մարմինների վրա:

1 Հիպրոստատիկ ճնշում

Երկրային պայմաններում բոլոր մարմինների, այդ թվում՝ հեղուկների վրա ազդում է ծանրության ուժը: Դիպուք՝ հեղուկը անոթում դադարի վիճակում է: Հեղուկը մտովի բաժանենք հորիզոնական բարակ շերտերի: Յուրաքանչյուր շերտ իր կշռով ճնշում է ներքևի շերտերի վրա (նկ. 88): Այդ ճնշումն անվանում են **հիպրոստատիկ ճնշում**:



Նկ. 88. Յուրաքանչյուր շերտ իր կշռով ճնշում է ներքևի շերտերի վրա



Նկ. 89. Ջրի ճնշումը տարբեր խորություններում

Հիպրոստատիկ ճնշումը նույնն է դիտարկվող շերտի բոլոր տեղամասերում: Այն փոխվում է միայն շերտից շերտ անցնելիս, այսինքն՝ վերև–ներքև ուղղություններով: Ընդ որում, դեպի ներքև իջնելիս հիպրոստատիկ ճնշումն աճում է: Այս պնդումները կարելի է ստուգել չափումների օգնությամբ:

Դրա համար բավականաչափ փոքր թաղանթով ճնշաչափը խորասուզենք հեղուկի մեջ: Չփոխելով խորությունը՝ ճնշաչափը շրջենք տարբեր անկյուններով: Կտեսնենք, որ նրա ցույմունքը չի փոխվում:

Ճնշաչափը տվյալ դիրքով տեղաշարժենք հորիզոնական հարթության մեջ: Այդ դեպքում նույնպես նրա ցույմունքը կմնա նույնը:

Իսկ եթե ճնշաչափը տեղաշարժենք ուղղաձիգ, ապա կտեսնենք, որ նրա ցույմունքն իրոք փոխվում է (նկ. 89): Այլ կերպ ասած՝ հեղուկի ճնշումը փոխվում է մի շերտից մյուսին անցնելիս:

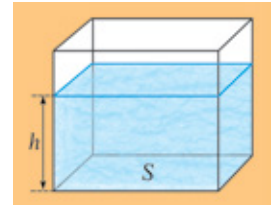
Այսպիսով՝ նկարագրված փորձերը հիմք են տալիս եզրակացնելու, որ հեղուկի մեջ, տվյալ խորության պայմաններում ճնշումը բոլոր ուղղություններով նույնն է: Այն փոփոխվում է միայն ուղղաձիգ մի շերտից մյուսին անցնելիս: Ընդ որում, դեպի ներքև ճնշումն աճում է: Իրոք, որքան ներքև է շերտը, այնքան

այն շատ է սեղմված, որովհետև այդ դեպքում ավելանում են նրա վրա հիդրոստատիկ ճնշում ստեղծող շերտերը:

Հեղուկն իր կշռով ստեղծում է ճնշում, որը կոչվում է հիդրոստատիկ ճնշում: Խորանալույն գուգրնթայ հիդրոստատիկ ճնշումն աճում է:

2 Հիդրոստատիկ ճնշման հաշվարկը

Հաշվենք հեղուկի ճնշումը անոթի հատակին: Դիցուք՝ հիմքի S մակերեսով անոթում լցված է h բարձրությամբ հեղուկ, որի խտությունը ρ է (նկ. 90): Հեղուկի ճնշումը որոշում են $p = F/S$ բանաձևով, որտեղ F -ը անոթի հատակին ազդող հեղուկի ճնշման ուժն է: Ճնշման ուժը հավասար է ջրի կշռին՝ $F = mg$, որտեղ m -ը ջրի զանգվածն է: Ջրի ծավալը՝ $V = Sh$, հետևաբար ջրի զանգվածը՝ $m = \rho V = \rho Sh$: Անոթի հատակին հեղուկի ճնշումը՝



Նկ. 90. Անոթի հատակին հեղուկի գործադրած ճնշման հաշվարկը

$$p = \frac{mg}{S} = \frac{\rho Shg}{S} = \rho gh:$$

Այսպիսով՝ անոթի հատակին հեղուկի հիդրոստատիկ ճնշումը որոշում են հետևյալ բանաձևով՝

$$p = \rho gh:$$

Այս բանաձևից հետևում է, որ անոթի հատակին հեղուկի ճնշումը կախված չէ հատակի մակերեսից: Այն կախված է միայն հեղուկի սյան բարձրությունից և հեղուկի խտությունից:

Ինչպես արդեն նշել ենք, հեղուկի կամայական հորիզոնական մակարդակում հեղուկի ճնշումը բոլոր ուղղություններով նույնն է, հետևաբար՝ այդ մակարդակում անոթի պատերի վրա հեղուկի գործադրած ճնշումը հավասար է հեղուկի $p = \rho gh$ ճնշմանը՝ տվյալ խորության պայմաններում:

$p = \rho gh$ բանաձևով որոշում են միայն հեղուկի գործադրած ճնշումը: Եթե հաշվի առնենք, որ հեղուկի ազատ մակերևույթին արտաքինից ազդում է նաև մթնոլորտի p_0 ճնշումը, ապա անոթի հատակին ընդհանուր ճնշումը կլինի՝

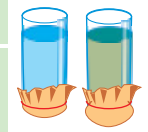
$$p = p_0 + \rho gh:$$

Ամփոփում

1. Հիդրոստատիկ ճնշումը պայմանավորված է անշարժ հեղուկի կշռով:
2. Հիդրոստատիկ ճնշումը տրված խորությամբ մակարդակում կախված է հեղուկի խտությունից և հեղուկի սյան բարձրությունից՝ $p = \rho gh$:
3. Հիդրոստատիկ ճնշումն անոթի կողմնային պատերին և հեղուկում ընկղմված մարմնի մակերևույթին h խորությունում հավասար է ρgh -ի:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Բնչ է հիդրոստատիկ ճնշումը:
2. Ինչո՞ւ է հեղուկի հիդրոստատիկ ճնշումը փոփոխվում միայն ուղղաձիգով:
3. Աճո՞ւմ, թե՞ նվազում է հեղուկի ճնշումն ուղղաձիգ դեպի ներքև ուղղությամբ: Ինչո՞ւ:
4. Բերե՛ք օրինակներ՝ ցույց տալու համար, որ հեղուկում խորանալուն զուգընթաց հիդրոստատիկ ճնշումն աճում է:
5. Կախվա՞ծ է արդյոք անոթի հատակին հեղուկի ճնշումն անոթի ձևից:
6. Կարելի՞ է անոթի հատակին ստեղծել մեծ հիդրոստատիկ ճնշում՝ ունենալով հեղուկի ոչ մեծ քանակություն:
7. Նկարում պատկերված խողովակների ստորին ծայրերը փակված են ռետինե նուրբ թաղանթներով: Դրանցից մեկում ջուր է, մյուսում՝ նույն բարձրությամբ աղաջուր: Ո՞ր խողովակում է աղաջուրը:



Հետաքրքիր է իմանալ

ՀԻԴՐՈՍՏԱՏԻԿ ՊԱՐԱԴՐՈՔՍ

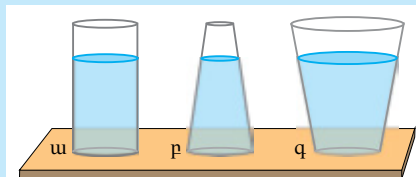
Նկարում պատկերված ա անոթում լցված է 200 գ զանգվածով ջուր, բ-ում՝ 100 գ, իսկ գ-ում՝ 300 գ: Ջրի մակարդակի բարձրությունը բոլոր անոթներում 10 սմ է, յուրաքանչյուր անոթի հատակի մակերեսը՝ 20 սմ²: Ճնշման բանաձևից հետևում է, որ յուրաքանչյուր անոթի հատակին հիդրոստատիկ ճնշումը նույնն է՝

$$p = \rho gh = 1000 \text{ կգ/մ}^3 \cdot 9,8 \text{ Ն/կգ} \cdot 0,1 \text{ մ} = 980 \text{ Պա:}$$

Իմանալով ճնշումը՝ կարող ենք որոշել ջրի ճնշման ուժը յուրաքանչյուր անոթի հատակին.

$$P = pS = 980 \text{ Պա} \cdot 0,002 \text{ մ}^2 = 1,96 \text{ Ն:}$$

$P = mg$ բանաձևով հաշվենք անոթներում ջրի կշիռները: Առաջին անոթի ջրի կշիռը՝ $P_1 = m_1g = 1,96 \text{ Ն}$, երկրորդինը՝ $P_2 = m_2g = 0,98 \text{ Ն}$, իսկ երրորդինը՝ $P_3 = m_3g = 2,94 \text{ Ն}$: Չարմանալի բան. միայն առաջին անոթի հատակին ջրի գործադրած ճնշման ուժն է հավասար ջրի կշռին: Երկրորդում 0,98 Ն կշռով ջուրը հատակին գործադրում է իր կշռից 2 անգամ ավելի մեծ ճնշման ուժ, երրորդում՝ հակառակը, 2,94 Ն կշռով ջուրը հատակին ստեղծում է կշռից 1,5 անգամ փոքր ճնշման ուժ:



Ստացված արդյունքը կարծես հակասում է առողջ տրամաբանությանը և հայտնի է «**հիդրոստատիկ պարադոքս**» անվանմամբ:

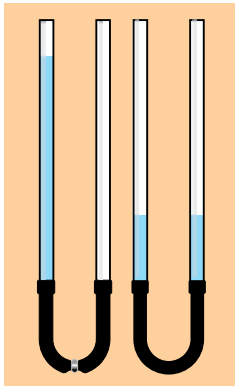
Ինչպե՞ս բացատրել, որ հեղուկի ճնշման ուժն անոթի հատակին, կախված անոթի ձևից, մեծ է կամ փոքր հեղուկի կշռից: Չէ՞ որ հեղուկի վրա անոթի գործադրած ուժը պետք է հավասարակշռի հեղուկի կշիռը: Բայց պետք է նկատի ունենանք, որ հեղուկի վրա ազդում են նաև անոթի պատերը: Երրորդ անոթում, օրինակ, պատերի ազդեցությունը մասամբ ուղղված է դեպի վեր, ուստի այդ անոթի հատակին ճնշման ուժը փոքր է ջրի կշռից: Երկրորդ անոթում, ընդհակառակը, պատերի ազդեցությունը մասամբ ուղղված է դեպի ներքև, և այդ պատճառով ճնշման ուժը գերազանցում է ջրի կշիռը:

§ 44. ՀԱՂՈՐԴԱԿԻՑ ԱՆՈՔՆԵՐ

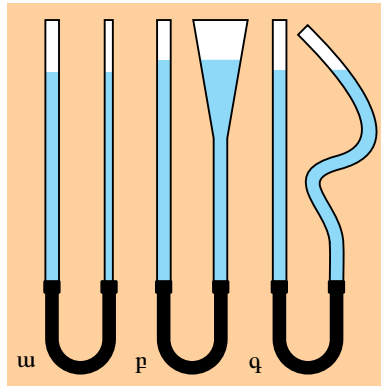
Այս պարագրաֆում դուք կիմանաք, թե ինչպիսի՞ն է հեղուկների վարքը հաղորդակից անոթներում, կծանոթանաք հաղորդակից անոթների օրենքին, որի դրսևորումներին հաճախակի հանդիպում ենք մեր շրջապատում և կենցաղում:

1 Հաղորդակից անոթներ

Ստորին մասերով միմյանց միացած անոթներն անվանում են հաղորդակից անոթներ: 91-րդ նկարում պատկերված ապակե հաղորդակից անոթները միացված են ռետինե խողովակով: Եթե խողովակը մեջտեղից սեղմենք սեղմակով և անոթներից մեկի (օրինակ՝ ձախի) մեջ ջուր լցնենք, սեղմակը հանելուց հետո ջուրը ձախ անոթից կհոսի աջ անոթի մեջ այնքան ժամանակ, մինչև երկու անոթներում էլ ջրի ազատ մակերևույթների մակարդակները հավասարվեն:



Նկ. 91. Հաղորդակից անոթներ



Նկ. 92. Հաղորդակից անոթներում հեղուկի մակարդակը նույնն է՝ անկախ անոթների ձևերից և չափերից

2 Հաղորդակից անոթների օրենքը

Կատարենք հետևյալ փորձը: 92-րդ նկարում պատկերված հաղորդակից անոթներից աջը փոխարինենք նախ՝ բարակ (նկ. 92, ա), ապա՝ ձագարածև վերջավորություն ունեցող (նկ. 92, բ), այնուհետև՝ ծոված խողովակներով (նկ. 90, գ): Կրկին ձախ անոթի մեջ ջուր լցնենք: Կտեսնենք, որ, անկախ աջ անոթի ձևից և հաստությունից, հավասարակշռություն հաստատվելուց հետո ջրի մակարդակը երկու անոթում էլ նույնն է:

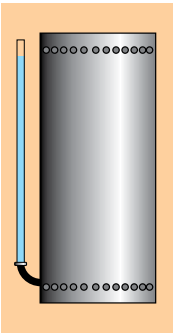
Հաղորդակից անոթներում հավասարակշռության վիճակում հեղուկի ազատ մակերևույթներն ունեն նույն մակարդակը:

Այս պնդումն անվանում են հաղորդակից անոթների օրենք:

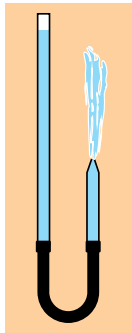
Հաղորդակի անոթների օրենքի բացատրությունը հետևյալն է: Հաղորդակի անոթներից յուրաքանչյուրում հեղուկի ազատ մակերևույթին արտաքին ճնշումը նույնն է: Հետևաբար՝ հեղուկը հավասարակշռության մեջ կլինի, եթե հավասար լինեն նաև հեղուկի ճնշումները կամայական հորիզոնական մակարդակում: $p = p_0 + \rho gh$ բանաձևից հետևում է, որ այդ ճնշումները կլինեն նույնը, եթե անոթներում հեղուկի ազատ մակերևույթների բարձրությունները դիտարկվող մակարդակից հավասար լինեն:

3 Հաղորդակից անոթների կիրառությունները

Հաղորդակի անոթների օրենքի հիման վրա են ստեղծել բաքի մեջ ջրի մակարդակը որոշող ջրաչափական խողովակները (նկ. 93): Այդպիսի խողովակներ են միացված, օրինակ, գնալիքներում՝ վաճառվելու ջրով լցված բաքերին: Դրանք ապակե բաց խողովակներ են, որոնց մեջ և բաքում ջրի մակարդակը միշտ նույնն է:



Նկ. 93. Ջրաչափական խողովակ



Նկ. 94. Շատրվանի աշխատանքի սկզբունքը



Նկ. 95. Թեյաման



Նկ. 96. Յնցուղ



Նկ. 97. Շատրվան

94-րդ նկարում պատկերված հաղորդակի անոթներից ձախը սովորական ապակե խողովակ է, իսկ աջը՝ կաթոցիկի ծայրով, ավելի կարճ: Անոթները միացնող ռետինե խողովակը մեջտեղում ամրացված է սեղմակով: Չախ անոթի մեջ ջուր լցնենք: Եթե ջրի ազատ մակերևույթն ավելի բարձր է, քան ծայրույրը, ապա սեղմակը հանելուց հետո կտեսնենք, որ ծայրույրը շատրվանում է:

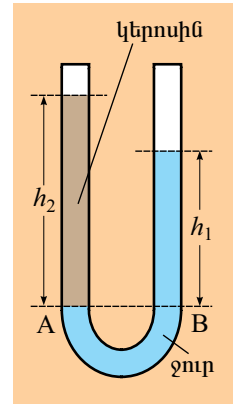
Հաղորդակից անոթներ են թեյամանները (նկ. 95), սնցուղները (նկ. 96), առանց պոմպի գործող շատրվանները (նկ. 97):

4 Տարբեր հեղուկներ պարունակող հաղորդակից անոթներ

Եթե հաղորդակից անոթներում լցված են տարբեր խտությամբ հեղուկներ, ապա հավասարակշռության ժամանակ այդ հեղուկների մակարդակներն արդեն նույնը չեն լինի: Համոզվելու համար Ս-աձև հաղորդակից անոթները

լցնենք որևէ հեղուկ, օրինակ՝ ջուր, որի խտությունը ρ_1 է: Երկու անոթում էլ ջրի ազատ մակերևույթի մակարդակը կլինի նույնը:

Այժմ հաղորդակից անոթներից մեկում, օրինակ՝ ձախում, զգուշորեն լցնենք ջրի հետ չխառնվող այլ հեղուկ, օրինակ՝ կերոսին, որի խտությունը ρ_2 է: Կերոսին լցնելու ընթացքում հեղուկների բաժանման սահմանը կիջնի: 98-րդ նկարում այդ բաժանման սահմանն AB-ն է: Այդուհանդերձ, հավասարակշռություն հաստատվելուց հետո երկու անոթում էլ նույն հեղուկում՝ միևնույն հորիզոնական (օրինակ՝ AB) մակարդակում ճնշումները պետք է հավասար լինեն՝ $p_1 = p_2$: Հեղուկների սյան բարձրություններն այդ մակարդակից վերև նշանակենք h_1 և h_2 :



Նկ. 98. Տարբեր հեղուկների մակարդակները հաղորդակից անոթներում տարբեր են

Ենթադրենք՝ ամեն մի հաղորդակից անոթում հեղուկի ազատ մակերևույթի վրա արտաքին ճնշումը նույնն է: Այդ դեպքում՝ հավասարակշռության վիճակում աջ և ձախ անոթներում AB մակարդակում հեղուկների ճնշումները կլինեն՝

$$p_1 = p_0 + \rho_1 g h_1, \quad p_2 = p_0 + \rho_2 g h_2:$$

Հավասարեցնելով p_1 -ը և p_2 -ը՝ կստանանք՝

$$p_0 + \rho_1 g h_1 = p_0 + \rho_2 g h_2 \quad \text{կամ} \quad \rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2,$$

որտեղից՝

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1} :$$

Ստացված բանաձևից կարելի է եզրակացնել, որ հավասարակշռության վիճակում տարբեր հեղուկներով լցված հաղորդակից անոթներում հեղուկների սյան բարձրությունները, հաշված բաժանման մակարդակից, հակադարձ համեմատական են այդ հեղուկների խտություններին: Այսինքն՝ որքան մեծ է հեղուկի խտությունը, այնքան փոքր է այդ հեղուկի սյան բարձրությունը հաղորդակից անոթում՝ հաշված հեղուկների բաժանման սահմանից: Մեր դիտարկած օրինակում $\rho_1 > \rho_2$, հետևաբար՝ $h_1 < h_2$:

Ամփոփում

1. Հաղորդակից անոթներում հավասարակշռության վիճակում նույն հեղուկի ազատ մակերևույթներն ունեն նույն մակարդակը:
2. Տարբեր հեղուկներով լցված հաղորդակից անոթներում հեղուկների սյան բարձրությունները, հաշված բաժանման մակարդակից, հակադարձ համեմատական են այդ հեղուկների խտություններին:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր անոթներն են անվանում հաղորդակից անոթներ:
2. Ո՞րն է հաղորդակից անոթների օրենքը:
3. Տարբեր լայնական հատույթներով հաղորդակից անոթներում լցված է ջուր: Լո՞ւյնն են արդյոք անոթներում ա. ջրի զանգվածները, բ. ջրի ծավալները, գ. ջրի ազատ մակարդակների բարձրությունները, դ. միևնույն մակարդակի վրա ջրի հիդրոստատիկ ճնշումները:
4. Ի՞նչ է ջրաչափական խողովակը: Ո՞ր օրենքի վրա է հիմնված նրա աշխատանքը:
5. Նկարագրե՛ք շատրվանի աշխատանքի սկզբունքը:
6. Օգտվելով $h_1/h_2 = \rho_2/\rho_1$ բանաձևից՝ ապացուցե՛ք հաղորդակից անոթների օրենքը նույն հեղուկի համար:

§45. ՋՐԱԲԱՇԽԱԿԱՆ ՄԱՍԼԻՉ

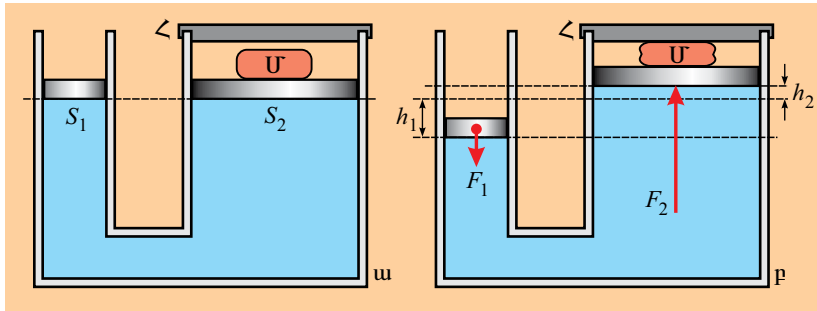
Դուք արդեն ծանոթ եք մի քանի այնպիսի սարքերի, որոնց օգնությամբ կարող ենք փոքր ուժի օգնությամբ ստանալ մեծ ուժ: Այդպիսի սարքեր են, օրինակ՝ շարժական ճախարակը, լծակը: Այս պարագրաֆում կծանոթանաք այդպիսի ևս մեկ սարքի, որն անվանում են ջրաբաշխական մամլիչ: Դրա աշխատանքի հիմքում ընկած է Պասկալի օրենքը:

1 Ջրաբաշխական մամլիչի կառուցվածքը

Պասկալի օրենքից հետևում է, որ հեղուկի ճնշման ուժն անոթի պատերին և հատակին կարելի է մեծացնել՝ փոքր ուժով սեղմելով հեղուկը: Իրոք, քանի որ հեղուկն իր վրա գործադրված ճնշումը, առանց փոփոխության, հաղորդում է բոլոր ուղղություններով, ապա անգամ փոքր ճնշումը մեծ մակերեսով տեղամասի վրա կարող է առաջացնել մեծ ճնշման ուժ:

Հեղուկների այդ հատկության մասին գիտեին դեռևս հին ժամանակներում: Իսկ արդեն XVIII դարավերջից տեխնիկայում և կենցաղում սկսել են կիրառել տարբեր մեքենաներ և սարքեր, որոնց աշխատանքը հիմնված է հեղուկների հավասարակշռության և շարժման օրենքների վրա: Այդպիսի մեքենաներն անվանում են հիդրավլիկ (հունարեն՝ «*հիդրավլիկոս*» – ջրային բառից): Դրանցից պարզագույնը ջրաբաշխական (հիդրավլիկ) մամլիչն է, որի աշխատանքի հիմքում Պասկալի օրենքն է:

Ջրաբաշխական մամլիչը բաղկացած է զգալիորեն տարբեր հատույթի մակերեսներով երկու հաղորդակցվող գլաններից, որոնք լցված են հեղուկով (սովորաբար՝ ջրով կամ յուղով): Հեղուկի վրա դրված են S_1 և S_2 ($S_1 < S_2$) մակերեսներով մխուցներ, որոնք կիպ հաված են գլանների պատերին և կարող են ազատորեն շարժվել: Պարզության համար մխուցների կշիռն անտեսենք: Հեղուկի սյան բարձրությունները, քանի դեռ մխուցների վրա արտաքին ուժեր չեն ազդում, հավասար են՝ համաձայն հաղորդակից անոթների օրենքի (նկ. 99, ա):



Նկ. 99. ա. Ջրաբաշխական մամլիչի սխեման, բ. մխուցների վրա ազդող \vec{F}_1 և \vec{F}_2 ուժերը և նրանց անցած h_1 և h_2 ճանապարհները

2 Ջրաբաշխական մամլիչի աշխատանքը

Գիցուք՝ փոքր S_1 մակերեսով մխուցը հրում ենք մխուցին ուղղահայաց F_1 ուժով (նկ. 99, բ), իսկ S_2 մակերեսով մխուցի և նրանից վերև անշարժ հենարանի միջև դրված է U մարմինը, որը պետք է մամլել: S_1 մակերեսով մխուցի վրա ազդող F_1 ուժը հեղուկում ստեղծում է

$$p = F_1 / S_1$$

լրացուցիչ ճնշում: Պասկալի օրենքի համաձայն՝ այդ ճնշումը հեղուկում հաղորդվում է բոլոր ուղղություններով առանց փոփոխության: Հետևաբար՝ S_2 մակերեսով մխուցի վրա կազդի

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

ճնշման ուժ: Այս հավասարությունից հետևում է, որ

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

Մեծ մխուցի վրա ազդող ուժն այնքան անգամ մեծ է փոքր մխուցի վրա ազդող ուժից, որքան անգամ մեծ մխուցի մակերեսը մեծ է փոքր մխուցի մակերեսից:

Այսինքն՝ մեծ մխուցը դեպի վեր հրող F_2 ուժը S_2/S_1 անգամ գերազանցում է փոքր մխուցը դեպի ներքև հրող F_1 ուժը: Այսպիսով՝ ջրաբաշխական մամլիչի միջոցով ուժի մեջ շահում ենք S_2/S_1 անգամ: Եթե, օրինակ, փոքր մխուցի մակերեսը՝ $S_1 = 2 \text{ սմ}^2$ է, իսկ մեծինը՝ $S_2 = 200 \text{ սմ}^2$, ապա ուժի մեջ շահումը կլինի՝

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1} = \frac{200 \text{ սմ}^2}{2 \text{ սմ}^2} = 100 \quad \text{կամ} \quad F_2 = 100F_1 :$$

Օգտագործելով ջրաբաշխական մամլիչ՝ կարելի է փոքր ուժով հավասարակշռել զգալիորեն մեծ ուժ: Ջրաբաշխական մամլիչում հեղուկը կարծես ծառայում է որպես «ուժեղարար»:

Իհարկե, շահում ենք ուժի մեջ՝ նույնքան անգամ էլ կորցնում ենք ճանապարհին: Այսպես՝ ենթադրենք, թե F_1 ուժի ազդեցությամբ փոքր մխոցն իջել է h_1 -ով, իսկ մեծ մխոցը բարձրացել է h_2 -ով: Այդ դեպքում փոքր մխոցով գլանում հեղուկի ծավալը պակասել է $S_1 h_1$ -ով, իսկ մեծ մխոցով գլանում այն ավելացել է $S_2 h_2$ -ով: Քանի որ հեղուկն անսեղմելի է, ուստի՝

$$S_1 h_1 = S_2 h_2:$$

Այստեղից ստացվող $S_2/S_1 = h_1/h_2$ արտահայտությունը տեղադրելով $F_2/F_1 = S_2/S_1$ հավասարման մեջ՝ կստանանք՝

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{h_1}{h_2} :$$

Այս բանաձևից հետևում է, որ քանի անգամ շահում ենք ուժի մեջ, նույնքան անգամ կորցնում ենք ճանապարհի մեջ: Օրինակ՝ եթե ուժի մեջ շահում ենք 100 անգամ՝ $F_2 = 100F_1$, ապա $h_1 = 100h_2$: Այսինքն՝ մեծ մխոցը $h_2 = 1$ սմ բարձրացնելու համար փոքր մխոցը պետք է իջեցնել $h_1 = 100$ սմ:

Վերջին բանաձևից հետևում է ևս մի կարևոր առնչություն՝

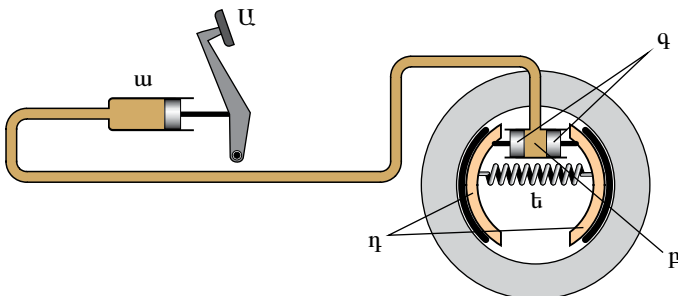
$$F_1 h_1 = F_2 h_2,$$

այսինքն՝ F_1 և F_2 ուժերի կատարած աշխատանքները հավասար են՝ $A_1 = A_2$: Վերջինս արտահայտում է մեխանիկայի «ուսկի կանոնը» ջրաբաշխական մամլիչի համար, այն է՝ հիդրավլիկ մեքենան աշխատանքի մեջ չի շահում. որքան անգամ շահում ենք ուժի մեջ, նույնքան անգամ կորցնում ենք ճանապարհի մեջ:

Վերջում մեկ անգամ ևս նշենք, որ մեր ստացած բանաձևերը ճիշտ են այն դեպքերում, երբ մխոցների և գլանների միջև շփման ուժերը, ինչպես նաև մխոցների կշիռները կարելի է անտեսել:

3 Ջրաբաշխական մամլիչի կիրառությունները

Ջրաբաշխական մամլիչներն օգտագործվում են այնտեղ, որտեղ պահանջվում է մեծ ուժ, օրինակ՝ մետաղներ կտելու, դրոշմելու, նրբատախտակ, ստվարաթուղթ մամլելու, խաղող և այլ մրգեր ճզմելու, ձիթահաններում սերմերից ձեռք բերելու, ծանր առարկաներ (օրինակ՝ ավտոմեքենա) բարձրացնելու համար:



Նկ. 100. Ավտոմեքենայի հիդրավլիկ արգելակի կառուցվածքը

100-րդ նկարում պատկերված է ավտոմեքենաներում լայնորեն կիրառվող հիդրավլիկ արգելակի կառուցվածքը: Արգելակման Ա ոտնակը սեղմելիս ա գլանում ստեղծված ճնշումը հաղորդվում է ք գլանի հեղուկին, որի ճնշման ուժերի ազդեցությամբ էլ գ մխուցներն ազդում են արգելակային դ կաղապարների վրա՝ դրանք սեղմելով անվահեյին և արգելակելով անիվի պտույտը: Եթե ոտնակը չսեղմենք, ապա Ե զապանակի ազդեցությամբ դ կաղապարներն այլևս չեն սեղմի անվահեյը, և անիվն ազատ կպտտվի:

Ամփոփում

1. Ջրաբաշխական մամլիչի մեծ մխոցի վրա ազդող ուժն այնքան անգամ մեծ է փոքր մխոցի վրա ազդող ուժից, որքան անգամ մեծ մխոցի մակերեսը մեծ է փոքր մխոցի մակերեսից:
2. Ջրաբաշխական մեքենան աշխատանքի մեջ շահում չի տալիս. որքան անգամ շահում ենք ուժի մեջ, նույնքան անգամ կորցնում ենք ճանապարհի մեջ:
3. Ջրաբաշխական մամլիչներն օգտագործում են այնտեղ, որտեղ պահանջվում է մեծ ուժ, մասնավորապես՝ մետաղներ կռելու, ստվարաթուղթ մամլելու, մրգեր ճզվելու, ծանր առարկաներ (օրինակ՝ ավտոմեքենաներ) բարձրացնելու համար:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ինչ է ջրաբաշխական մամլիչը:
2. Ո՞ր օրենքի վրա է հիմնված ջրաբաշխական մամլիչի աշխատանքը:
3. Որքա՞ն է ուժի շահումը ջրաբաշխական մամլիչում, երբ շփում չկա:
4. Վերը նշվեց, որ ջրաբաշխական մամլիչը հնարավորություն է տալիս ուժի մեջ շահել այնքան անգամ, որքան մեծ մխոցի մակերեսը մեծ է փոքր մխոցի մակերեսից: Ինչո՞ւ, սակայն, գործնականում միշտ ուժի շահումն ավելի փոքր է լինում:
5. Ինչպե՞ս կփոխվի ջրաբաշխական մամլիչի ճնշման ուժը, եթե նույն պայմանների դեպքում յուրի փոխարեն օգտագործեն այլ հեղուկ:
6. Բացատրե՛ք ավտոմեքենայի հիդրավլիկ արգելակի կառուցվածքը:

§46. ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄ

ԽՆԴԻՐ 1. Ի՞նչ ճնշում է գործադրում գետնի վրա 6 մ³ ծավալով մարմարե սյունը, եթե նրա հիմքի մակերեսը 1,4 մ² է: Մարմարի խտությունը 2700 կգ/մ³ է:

$V = 6 \text{ մ}^3$
 $S = 1,4 \text{ մ}^2$
 $\rho = 2700 \text{ կգ/մ}^3$
 $p = ?$

Լուծում: Համաձայն ճնշման բանաձևի՝

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

որտեղ F -ը սյան՝ գետնի վրա ազդող ճնշման ուժն է (սյան կշիռը),

$$p = \frac{\rho V g}{S} :$$

Տեղադրելով թվային արժեքները՝ կստանանք՝

$$p = \frac{2700 \frac{\text{կգ}}{\text{մ}^3} \cdot 6 \text{ մ}^3 \cdot 9,8 \frac{\text{Ն}}{\text{կգ}}}{1,4 \text{ մ}^2} = 113\,400 \frac{\text{Ն}}{\text{մ}^2} = 113,4 \text{ կՊա:}$$

Պատասխան՝ 113,4 կՊա:

ԽՆԴԻՐ 2. Հաշվեք հիդրոստատիկ ճնշման ուժը, որով հեղուկն ազդում է անոթի պատերին: Հեղուկի ազատ մակերևույթի բարձրությունը անոթի հատակից H է, հեղուկի խտությունը՝ ρ : Անոթի պատերն ուղղաձիգ են, պատերի ընդհանուր մակերեսը S է:

Լուծում: Հարկավոր է նկատի ունենալ, որ հեղուկի հիդրոստատիկ ճնշումն անոթի պատերին աճում է խորանալույն գուզրնքայ՝ $p = \rho gh$: Ազատ մակերևույթին ($h=0$) այդ ճնշումը զրո է, իսկ հատակին ($h=H$) այն ամենամեծն է՝ $p_H = \rho gH$: Պատերին հեղուկի ստեղծած միջին հիդրոստատիկ ճնշումը հավասար է p_0 և p_H ճնշումների թվաբանական միջինին՝

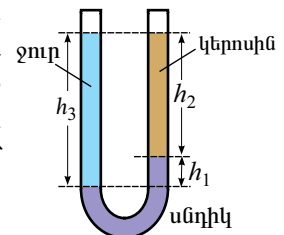
$$p_{\text{միջ}} = \frac{p_0 + p_H}{2} = \frac{1}{2} \rho gH :$$

Անոթի պատերին հեղուկի ճնշման ուժը գտնելու համար հարկավոր է միջին ճնշումը բազմապատկել պատերի ընդհանուր մակերեսով: Հետևաբար՝

$$F = p_{\text{միջ}} S = \frac{1}{2} \rho gHS :$$

Պատասխան՝ $F = \frac{1}{2} \rho gHS$:

ԽՆԴԻՐ 3. Ս-աճն խողովակի մեջ լցված են սնդիկ, ջուր և կերոսին, ինչպես ցույց է տրված նկարում: Ջրի և կերոսինի վերին մակարդակները միևնույն հորիզոնական հարթության մեջ են, սնդիկի մակարդակների տարբերությունը՝ $h_1 = 25$ մմ: Սնդիկի խտությունը՝ $\rho_u = 13600$ կգ/մ³, կերոսինի խտությունը՝ $\rho_k = 800$ կգ/մ³: Որքա՞ն է ջրի սյան բարձրությունը:



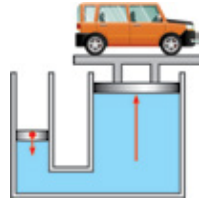
$h_1 = 25$ մմ
 $\rho_u = 13600$ կգ/մ³
 $\rho_k = 800$ կգ/մ³
 $\rho_{\text{ջ}} = 1000$ կգ/մ³
 $h_3 = ?$

Լուծում: Քանի որ խողովակում հեղուկները հավասարակշռված են, ապա ջրի սյան ճնշումը հավասար է կերոսինի և h_1 բարձրությամբ սնդիկի ճնշումների գումարին՝ $p_3 = p_1 + p_2$: Հաշվի առնելով, որ $p_1 = \rho_u g h_1$, $p_2 = \rho_k g h_2 = \rho_k g (h_3 - h_1)$, $p_3 = \rho_{\text{ջ}} g h_3$, կատանանք՝ $\rho_{\text{ջ}} h_3 = \rho_u h_1 + \rho_k (h_3 - h_1)$, որտեղից՝

$$h_3 = \frac{(\rho_u - \rho_k) h_1}{\rho_{\text{ջ}} - \rho_k} = 7 \text{ սմ} :$$

Պատասխան՝ 7 սմ:

ԽՆԴԻՐ 4. Ավտոմեքենան բարձրացնելու համար ջրաբաշխական մամլիչի փոքր մխուցի վրա կիրառում են 200 Ն ուժ: Մեծ և փոքր մխուցների մակերեսների հարաբերությունը 50 է: Որքա՞ն է ավտոմեքենայի զանգվածը: Որքա՞ն կբարձրանա ավտոմեքենան, երբ փոքր մխուցն իջնի 1 մ-ով:



$$F_1 = 200 \text{ Ն}$$

$$S_2/S_1 = 50$$

$$h_1 = 1 \text{ մ}$$

$$m = ?, h = ?$$

Լուծում: Օգտվենք $F_2/F_1 = S_2/S_1$ բանաձևից, որտեղ S_1 -ը և S_2 -ը փոքր և մեծ մխուցների մակերեսներն են, F_1 -ը փոքր մխուցի վրա ազդող ուժն է, իսկ $F_2 = mg$ -ն՝ մեծ մխուցի վրա ազդող ավտոմեքենայի կշիռը: Հաշվի առնելով, որ $S_2/S_1 = 50$, կստանանք՝ $F_2 = mg = F_1 S_2/S_1 = 50 F_1$, որտեղից՝ $m = 50 F_1/g \approx 1000$ կգ:
 Ավտոմեքենայի բարձրացման h_2 չափը որոշենք $h_1/h_2 = S_2/S_1$ բանաձևից՝ $h_2 = h_1 S_1/S_2 = 2$ սմ:

Պատասխան՝ 1000 կգ, 2 սմ:

§ 47. ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 9

ԱՆՀԱՅՑ ՀԵՂՈՒԿԻ ԽՏՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

ՀԱՂՈՐԴԱԿԻՑ ԱՆՈԹՆԵՐՈՒՄ ՀԵՂՈՒԿԻ

ՀԱՎԱՍԱՐԱԿՇՈՒԹՅԱՆ ՊԱՅՄԱՆԻ ԿԻՐԱՌՄԱՄԲ

Աշխատանքի նպատակը

Փորձնական ճանապարհով որոշել անհայտ հեղուկի խտությունը:

Համառոտ տեսություն

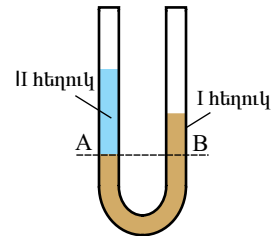
Երբ հաղորդակից անոթներում լցված են տարբեր խտությամբ և իրար չխառնվող հեղուկներ, ապա հեղուկների մակարդակները երկու անոթներում նույնը չեն (նկ. 101): Դիցուք՝ AB հարթությունը հեղուկների բաժանման սահմանն է: Հավասարակշռության վիճակում միևնույն հորիզոնական AB մակարդակում ճնշումները հավասար են՝ $p_A = p_B$: Այդ մակարդակից վերև I հեղուկի բարձրությունը նշանակենք՝ h_1 , II-ինը՝ h_2 , իսկ խտությունները, համապատասխանաբար՝ ρ_1 և ρ_2 : Քանի որ անոթները բաց են, ապա երկու հեղուկների ազատ մակերևույթների վրա էլ ազդում է նույն արտաքին p_0 ճնշումը: Հետևաբար՝ AB մակարդակում հեղուկների ճնշումները կլինեն՝

$$p_A = p_0 + \rho_1 g h_1, \quad p_B = p_0 + \rho_2 g h_2:$$

Հավասարեցնելով p_A -ն և p_B -ն՝ կարող ենք որոշել, օրինակ՝ II հեղուկի խտությունը, եթե հայտնի է I-ի խտությունը՝ $\rho_2 = (h_1/h_2)\rho_1$:

Անհրաժեշտ սարքեր և նյութեր

Ուղղանկյուն քանոն, Ս-աձև ապակե հաղորդակից անոթներ, ջրով լցված բաժակ և ջրի հետ չխառնվող այլ հեղուկ (օրինակ՝ կերոսին, ձեթ, ձիթապտղի յուղ) պարունակող բաժակ:



Նկ. 101. Տարբեր հեղուկների դիրքը հաղորդակից անոթներում

Փորձի ընթացքը

1. Ս-աձև խողովակի (հաղորդակից անոթների) մեջ լցրե՛ք ջուր (I հեղուկ), այնուհետև խողովակի ծնկներից մեկի մեջ ավելացրե՛ք II (անհայտ) հեղուկը:
2. Քանոնով չափե՛ք ջրի h_1 և անհայտ հեղուկի h_2 բարձրությունները AB հորիզոնական մակարդակից:
3. Չափումները կրկնե՛ք 3–5 անգամ և ստացված արդյունքները, ինչպես նաև ջրի խտության արժեքը գրանցե՛ք 14-րդ աղյուսակում:
4. $\rho_2 = h_1 \rho_1 / h_2$ բանաձևով հաշվե՛ք անհայտ հեղուկի խտությունը:
5. Հաշվե՛ք անհայտ հեղուկի խտության միջին արժեքը:

ԱՂՅՈՒՄԱԿ 14

| N | Ջրի սյան բարձրությունը (h_1), սմ | Անհայտ հեղուկի սյան բարձրությունը (h_2), սմ | Ջրի խտությունը (ρ_1), կգ/մ ³ | Անհայտ հեղուկի խտությունը (ρ_2), կգ/մ ³ | Անհայտ հեղուկի խտության միջին արժեքը ($\bar{\rho}_2$), կգ/մ ³ |
|---|--------------------------------------|---|--|---|--|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |

§48. ՄԹՆՈՒՆՐՏԱՅԻՆ ՃՆՇՈՒՄ, ՏՈՐԻՉԵԼԻԻ ՓՈՐՁԸ

ԻՆչ է մթնոլորտը, ինչո՞վ է պայմանավորված նրա գոյությունը, իՆչ է մթնոլորտային ճնշումը, ինչպիսի՞ փորձերով կարելի է հայտնաբերել մթնոլորտային ճնշումը, ինչպե՞ս կարելի է այն չափել: Նշված հարցերի պարզաբանմանն է նվիրված այս պարագրաֆը:

1 ԻՆչ է մթնոլորտը, ինչո՞վ է պայմանավորված նրա գոյությունը

Մեր շրջապատում կան մարմիններ, որոնք անտեսանելի են: Դրանց գոյության մասին դատում ենք՝ ելնելով մեր ամենօրյա փորձից: Օրինակ՝ եթե արագ սլացող ավտոմեքենայի պատուհանից դուրս հանենք ձեռքը, ապա կզգանք ավտոմեքենայի շարժմանը հակառակ ուղղված ուժ, որը հետ է հրում ձեռքը: Դա շրջապատի օդի ազդեցությունն է ձեռքի վրա:

Մենք շրջապատված ենք օդով և ապրում ենք՝ շնչելով այն:

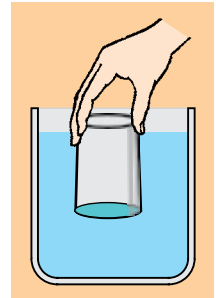
Երկրագունդը շրջապատող օդային թաղանթն անվանում են մթնոլորտ:

Մթնոլորտը գազերի մեխանիկական խառնուրդ է, որի հիմնական բաղադրամասերն են ազոտը (78%) և թթվածինը (21%): Արեգակի ճառագայթման ազդեցությամբ գետինը տաքանում է՝ տաքացնելով նաև մթնոլորտը:

Մթնոլորտի մասնիկները կատարում են երբեք չդադարող ջերմային շարժում և զբաղեցնում երկրամերձ տարածությունը: Եթե Երկիրը չձգեր մթնոլորտի մասնիկները, ապա անընդհատ շարժման հետևանքով այդ մասնիկները կհեռանային Երկրից՝ ցրվելով տիեզերական տարածության մեջ: Մյուս կողմից՝ եթե մթնոլորտը չտաքանար, ապա վերջինիս մասնիկները Երկրի ձգողության ազդեցությամբ, ի վերջո, կհավաքվեին Երկրի մակերևույթին: Այսպիսով՝ մթնոլորտի գոյությունը, հետևաբար՝ նաև կյանքը Երկրի վրա, հետևանք է Արեգակի ճառագայթման և Երկրի ձգողության:

2 Մթնոլորտային ճնշում

Մեզ շրջապատող օդն անտեսանելի է, այդ պատճառով դրա ազդեցությունները հաճախ պարզապես չենք նկատում: Օրինակ՝ սովորական պայմաններում դատարկ համարվող անոթը լցված է օդով և, ինչպես յուրաքանչյուր գազ, այն ճնշում է անոթի պատերը: Գիտենք նաև դրա պատճառը՝ օդի մոլեկուլներն անընդհատ «նմբակոծում են» անոթի պատերը: Իսկ Երկրի մթնոլորտը ճնշում գործադրում է արդյոք երկրային մարմինների վրա: Եթե այո, ապա ինչո՞վ է պայմանավորված այդ ճնշումը:



Նկ. 102. Ջուրը չի լցվում բաժակի մեջ

Եթե բաժակը բերանքսիվայր իջեցնենք ջրով լի անոթի մեջ, ապա կտեսնենք, որ բաժակի մեջ ջուր գրեթե չի լցվում (նկ. 102): Սակայն եթե բաժակը ջրում շրջենք, նրանից մեծ պոպոխակ դուրս կգա, և բաժակը կլցվի ջրով: Այսինքն՝ այդ բաժակը լցված էր օդով:

Երկիրը ձգում է օդը, հետևաբար՝ օդն ունի զանգված և կշիռ: Դրանում կարող ենք համոզվել՝ կշռելով սկզբում օդով լցված, իսկ հետո՝ դատարկ ապակե անոթը, որից օդը հանված է պոմպով: Կշեռքի ցույցմուկների տարբերությունը կլինի անոթում եղած օդի զանգվածը: Իմանալով անոթի տարողությունը՝ կարելի է որոշել օդի խտությունը: 0°C ջերմաստիճանում այն $1,29\text{ կգ/մ}^3$ է: Չզվելով Երկրից՝ օդը ճնշում է գործադրում շրջապատի մարմինների վրա:

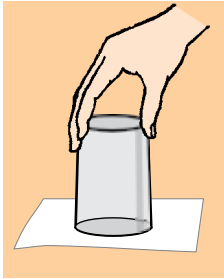
Մարմինների վրա մթնոլորտի գործադրած ճնշումն անվանում են մթնոլորտային ճնշում:

3 Մթնոլորտային ճնշման գոյությունը հաստատող փորձեր

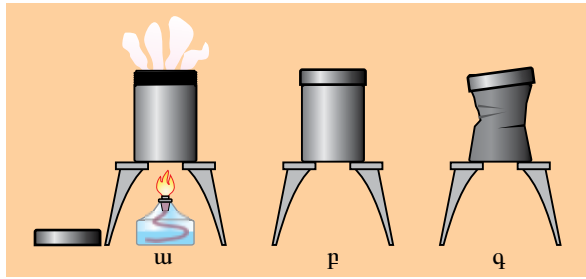
Դիտարկենք մթնոլորտային ճնշման գոյությունն ապացույցող մի քանի փորձ:

Ջրով լցված բաժակը ծածկենք թղթով և, ձեռքով պահելով թուղթը, բաժակը շրջենք (նկ. 103): Եթե ձեռքը հեռացնենք, ապա ջուրը բաժակից չի թափվի:

Ինչո՞ւ է թուրքը մնում բաժակին կպած, չէ՞ որ նրա վրա ազդում է բաժակի ջուրը՝ իր կշռով, ինչպես նաև Երկրի ձգողության ուժը: Նշանակում է՝ թրքի վրա ազդում է նաև դեպի վեր ուղղված ուժ, որը գերազանցում է նշված ուժերի ազդեցությունը և խոչընդոտում է բաժակից թրքի պոկվելուն:



Նկ. 103. Թրքով փակված բաժակից ջուրը չի թափվում



Նկ. 104. Մթնոլորտային ճնշման ուժերը ճզմում են ամուր մետաղատուփը

Ոչ պակաս տպավորիչ է նաև հետևյալ փորձը (նկ. 104): Մետաղաթիթեղից պատրաստված ամուր տուփի մեջ որոշ քանակությամբ ջուր լցնենք, այն դնենք ջեռույիչի վրա և տաքացնենք մինչև գոլորշի դուրս գալը (նկ. 104, ա): Այնուհետև տուփն ամուր փակենք և ջեռույիչը հեռացնենք (նկ. 104, բ): Որոշ ժամանակ անց կտեսնենք, որ ամուր մետաղատուփը ճզմվում է (նկ. 104, գ): Ի՞նչ կատարվեց:

Բանն այն է, որ տաքացնելիս ջրի գոլորշու հետ տուփից նաև օդ է դուրս գալիս: Ամուր փակված տուփում մնացած օդի քանակը չի փոխվում: Ջեռույիչը հեռացնելուց հետո տուփի պարունակությունը զովանում է, ջրի գոլորշին վերածվում է ջրի: Տուփում մնացած օդի և գոլորշիների ազդեցությունը պատերին թուլանում է, ուստի մթնոլորտի ազդեցությամբ տուփը սեղմվում է և ճզմվում:

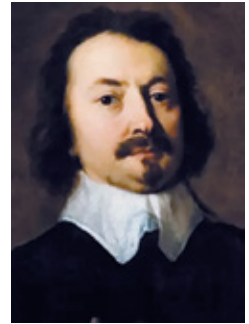
Մթնոլորտային ճնշումն ազդում է նաև մարդկանց և կենդանիների վրա: Այդ ճնշումը սովորաբար չենք զգում, քանի որ մեր օրգանիզմում արյունը և այլ հեղուկներ, ինչպես նաև գազերը սեղմված են նույն ճնշմամբ:

Առօրյա կյանքում մթնոլորտային ճնշման դրսևորումներից է խմելու գործողությունը: Ջրով լի բաժակը մոտեցնելով բերանին՝ ներքաշում ենք նրա պարունակությունը՝ լայնացնելով կրծքավանդակը և դրանով իսկ փոքրացնելով ճնշումը բերանի խոռոչում: Մթնոլորտային օդի ճնշման ազդեցությամբ ջուրը շարժվում է դեպի բերանի խոռոչ, որտեղ ճնշումն ավելի փոքր է:

Այսպիսով՝ դիտարկված, ինչպես նաև բազմաթիվ այլ փորձեր հաստատում են մթնոլորտային ճնշման գոյությունը և նրա զգալի ազդեցությունը բոլոր մարմինների վրա:

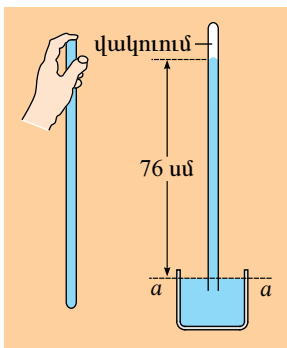
4 Մթնոլորտային ճնշման չափումը. Տորիչելիի փորձը

Մթնոլորտային ճնշման գոյությունը համոզիչ կերպով ապացույցել և այդ ճնշումն առաջին անգամ չափել է Գալիլեյի աշակերտ Էվանջելիստա Տորիչելին 1642թ.: Նա վերցրել է մոտ 1 մ երկարությամբ և մի ծայրը փակ ապակե խողովակ և լիքը լցրել սնդիկով: Մատով փակելով խողովակի բաց ծայրը՝ այն շրջել է, իջեցրել սնդիկով լցված անոթի մեջ և մատը հեռացրել (նկ. 105): Նա տեսել է, որ խողովակում սնդիկի մակարդակն իջնում է. սնդիկի մի մասը խողովակից լցվում է անոթի մեջ, իսկ խողովակում սնդիկից վեր առաջանում է դատարկ տարածություն՝ վակուում կամ «տորիչելյան դատարկություն»: Սնդիկի սյան բարձրությունը խողովակում 76սմ էր: Տորիչելին պարզել է նաև, որ խողովակում և անոթում սնդիկի մակարդակների տարբերությունը կախված չէ խողովակի թեքությունից, տրամագծից և խողովակի ձևից (նկ. 106):

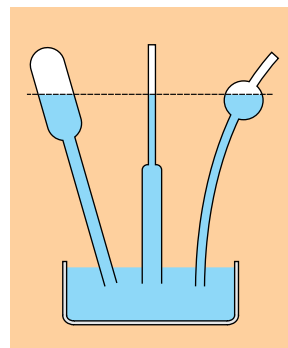


Էվանջելիստա Տորիչելի (1608–1647)

Տորիչելիի փորձը բացատրվում է հետևյալ կերպ: Մթնոլորտը ճնշում է գործադրում անոթի մեջ լցված սնդիկի մակերևույթին: Համաձայն Պասկալի օրենքի՝ այդ ճնշումը հեղուկում հաղորդվում է բոլոր ուղղություններով, այդ թվում՝ դեպի վեր:



Նկ. 105. Խողովակում սնդիկի սյան բարձրությունը 76սմ է



Նկ. 106. Սնդիկի սյան բարձրությունը կախված չէ խողովակի ձևից

Հավասարակշռության վիճակում ճնշումը խողովակում՝ aa մակարդակի վրա (նկ. 105) հավասար է մթնոլորտային ճնշմանը: Սակայն խողովակում ճնշումը ստեղծվում է aa մակարդակից վեր սնդիկի սյան կշռով (սնդիկի սյան վրա օդ չկա): Հետևաբար՝ սնդիկի սյան ստեղծած ճնշումը հավասար է մթնոլորտային ճնշմանը:

Այսպիսով՝ մթնոլորտային ճնշումը չափելու համար հարկավոր է որոշել, թե քանի միլիմետր է սնդիկի սյան բարձրությունը: Հենց վերջինիս գործադրած

ճնշումն էլ հավասար է մթնոլորտային ճնշմանը: Կարելի է ասել, որ մթնոլորտային ճնշման միավորը 1 մմ սնդիկի սյան գործադրած ճնշումն է:

Եթե մթնոլորտային ճնշումը մեծանա, ապա անոթի սնդիկի մի մասը կմտնի խողովակի մեջ այնքան, մինչև սնդիկի սյան ստեղծած ճնշումը հավասարվի մթնոլորտային ճնշմանը: Իսկ եթե մթնոլորտային ճնշումը նվազի, ապա այն այլևս չի կարողանա «պահել» տվյալ բարձրությամբ սյունը, և սնդիկի մի մասը խողովակից կլցվի անոթ՝ փոքրացնելով սյան բարձրությունը: Այսպիսով՝ մթնոլորտային ճնշումը կարելի է չափել սնդիկի սյան բարձրությամբ՝ արտահայտված միլիմետրով (մմ սնդ. սյուն) կամ սանտիմետրով (սմ սնդ. սյուն):

5 Կապը ճնշման միավորների միջև

Ստանանք կապ ճնշման 1 մմ սնդ. սյան միավորի և պասկալի միջև: Համաձայն հիդրոստատիկ ճնշման $p = \rho gh$ բանաձևի, որտեղ տվյալ դեպքում ρ -ն սնդիկի խտությունն է՝ $\rho = 13\,600 \text{ կգ/մ}^3$, սնդիկի 1 մմ բարձրությամբ սյան ստեղծած ճնշումը՝

$$1 \text{ մմ սնդ. սյան} = 13\,600 \text{ կգ/մ}^3 \cdot 9,8 \text{ Ն/կգ} \cdot 0,001 \text{ մ} \approx 133,3 \text{ Պա:}$$

Համաշխարհային օվկիանոսի մակարդակի վրա 0°C ջերմաստիճանում մթնոլորտի ճնշումն անվանում են նորմալ **մթնոլորտային ճնշում**: Այն հավասար է 760 մմ սնդ. սյան գործադրած ճնշմանը կամ $760 \cdot 133,3 \text{ Պա} = 101\,308 \text{ Պա}$: Այսպիսով՝ նորմալ մթնոլորտային ճնշումը՝

$$p_0 = 760 \text{ մմ սնդ. սյան} = 101\,308 \text{ Պա:}$$

Ամփոփում

1. Մթնոլորտը երկրագունդը շրջապատող օդային թաղանթն է:
2. Մարմինների վրա մթնոլորտի գործադրած ճնշումն անվանում են մթնոլորտային ճնշում:
3. Մթնոլորտային ճնշումն առաջին անգամ փորձով չափել է իտալացի գիտնական Էվանջելիստա Տորիչելին՝ ցույց տալով, որ 76 սմ բարձրությամբ սնդիկի սյան կշռով ստեղծված ճնշումը հավասար է մթնոլորտի գործադրած ճնշմանը:
4. Մթնոլորտային ճնշումն արտահայտում են նաև սնդիկի սյան միլիմետրով. 1 մմ սնդ. սյուն = 133,3 Պա:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ինչպե՞ս կարելի է ապացուցել օդի առկայությունը մեր շրջապատում:
2. Բնչ է մթնոլորտը:
3. Բնչ գազերից է հիմնականում բաղկացած մթնոլորտը:
4. Ինչո՞ւ մթնոլորտի մասնիկները չեն հեռանում Երկրից դեպի տիեզերք:
5. Ինչո՞ւ մթնոլորտի մասնիկները չեն կուտակվում Երկրի մակերևույթին:

6. Ինչ է մթնոլորտային ճնշումը:

7. Ինչո՞ւ առօրյա կյանքում չենք զգում մթնոլորտային ճնշման ազդեցությունը:

8. Ինչո՞ւ Տորիչելիի փորձում սնդիկն ապակե խողովակից մասամբ է թափվում:

9. Ինչպե՞ս կփոխվի սնդիկի սյան բարձրությունը Տորիչելիի փորձում, եթե մթնոլորտային ճնշումը մեծանա:

10. Ինչպե՞ս են պասկալն արտահայտում սնդիկի սյան միավորով:

11. Ինչ է նշանակում «մթնոլորտային ճնշումը հավասար է 760 մմ սնդ. սյան» արտահայտությունը:

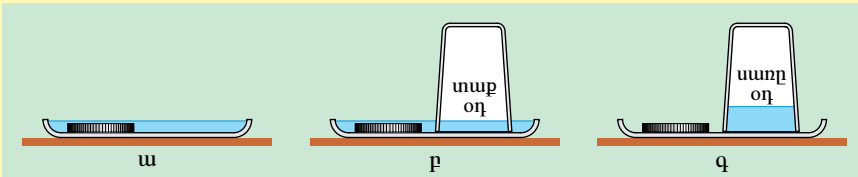
12. Որքա՞ն է նորմալ մթնոլորտային ճնշումը՝ արտահայտած պասկալով:

Գործնական աշխատանքներ

Կատարեք հետևյալ ուսանելի և տպավորիչ փորձը:

Մեծ, հարթ հատակով ափսեի մեջ դրեք մետաղադրամ և ջուր լցրեք այնքան, որ մետաղադրամը ծածկվի ջրով: Փորձեք վերցնել մետաղադրամը՝ առանց թրջելու մատները (նկ. ա):

Առաջին հայացքից անլուծելի թվացող այս խնդիրը կարելի է հեշտությամբ լուծել բաժակի և թղթի կտորի օգնությամբ: Վառեք թուղթը, մտցրեք բաժակի մեջ և այն, արագ շրջելով, դրեք ափսեի մեջ այնպես, որ մետաղադրամը մնա դրսում (նկ. բ): Կտեսնեք, որ թուղթը հանգչում է, բաժակը լցվում ծխով, իսկ նրա տակ՝ բաժակում «ինքն իրեն» հավաքվում է ափսեի ջուրը (նկ. գ): Մի քանի րոպե անց, երբ մետաղադրամը չորացած լինի, այն կարող եք վերցնել՝ առանց թրջելու մատները:



Ինչո՞ւ ջուրը լցվեց բաժակի մեջ: «Մեղավորը» մթնոլորտային ճնշումն է: Իրոք, վառվող թուղթը տաքացնում է բաժակի օդը, որի մի մասը, ընդարձակվելով, դուրս է գալիս բաժակից: Թղթի այրվելուց հետո բաժակի օդը սառչում է, բաժակում ճնշումը փոքրանում է, և, մթնոլորտային ճնշման ազդեցությամբ, ափսեի ջուրը լցվում է բաժակի մեջ:

Փորձը կարելի է կատարել՝ թղթի փոխարեն օգտագործելով սպիրտով թրջած բամբակ կամ վառվող լուցկու մի քանի հատիկ:

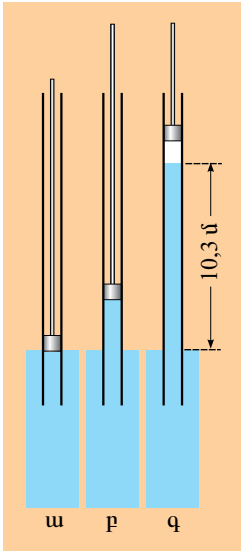
Լրացուցիչ ընթերցանության համար



§49. ՄԽՈՑԱՎՈՐ ՀԵՂՈՒԿԱՅԻՆ ՊՈՄՊ

Այս պարագրաֆում դուք կհմանաք, թե ի՞նչ կառուցվածք ունի մխոցավոր հեղուկային պոմպը, ի՞նչ երևույթի վրա է հիմնված նրա աշխատանքը, առավելագույնը որքան կարելի է բարձրացնել ջուրը մխոցավոր հեղուկային պոմպի օգնությամբ:

1 Ինչո՞ւ է ջուրը բարձրանում խողովակով



Նկ. 107. Ջուրը մխոցի հետևից բարձրանում է մինչև 10,3 մ

Ջրով լի անոթի մեջ իջեցնենք ապակե խողովակ, որի մեջ կարող է ազատորեն շարժվել պատերին կիպ հավող մխոցը: Մխոցն իջեցնենք մինչև ջրի մակերևույթին հավելն այնպես, որ նրա և ջրի միջև օդ չմնա (նկ. 107, ա): Այժմ եթե մխոցը քաշենք դեպի վեր, կտեսնենք, որ ջուրը բարձրանում է նրա հետևից՝ չթողնելով ազատ տեղ (նկ. 107, բ): Դա տեղի է ունենում այն պատճառով, որ մխոցի ազատած ծավալը մթնոլորտային ճնշման հետևանքով իսկույն լցվում է ջրով:

Այս երևույթը դեռևս Արիստոտելի ժամանակներից «բացատրում» էին այսպես՝ «բնությունը վախենում է դատարկությունից»:

Վաղ անցյալում ջրհորներ փորող վարպետներին ու հանքավորներին հայտնի էր, որ մխոցավոր խողովակով ջուրը կարելի է բարձրացնել մինչև 10,3 մ, որից հետո ջուրն այլևս չի լցնում մխոցի ազատած ծավալը: Ջրի մակերևույթի և մխոցի միջև առաջանում է անօդ տարածություն: Այսինքն՝ 10,3 մ բարձրությունից հետո բնությունը դադարում է «վախենալ» դատարկությունից (նկ. 107, գ):

Ջուրը խողովակով բարձրանում է անոթում եղած ջրի ազատ մակերևույթին ազդող մթնոլորտային ճնշման ազդեցությամբ: Համաձայն Պասկալի օրենքի՝ այդ ճնշումը հաղորդվում է բոլոր ուղղություններով և ստիպում է, որ հեղուկը խողովակով վեր բարձրանա: Ջուրը խողովակով բարձրանում է այնքան, մինչև նրա սյան գործադրած հիդրոստատիկ ճնշումը հավասարվում է մթնոլորտային ճնշմանը՝

$$P_{\text{հիդ}} = P_{\text{մթն}}:$$

Համարելով, որ մթնոլորտի գործադրած ճնշումը հավասար է նորմալ մթնոլորտային ճնշմանը՝ $p_{\text{մթն}} = 101325 \text{ Պա}$, իսկ ջրի սյան ճնշումը՝ $p_{\text{հիդ}} = \rho_{\text{ջ}} g h_{\text{max}}$, (49) հավասարումից կստանանք՝

$$h_{\text{max}} = \frac{P_{\text{մթն}}}{\rho_{\text{ջ}} g} = \frac{101325 \text{ Պա}}{1000 \text{ կգ/մ}^3 \cdot 9,8 \text{ Ն/կգ}} \approx 10,3 \text{ մ}:$$

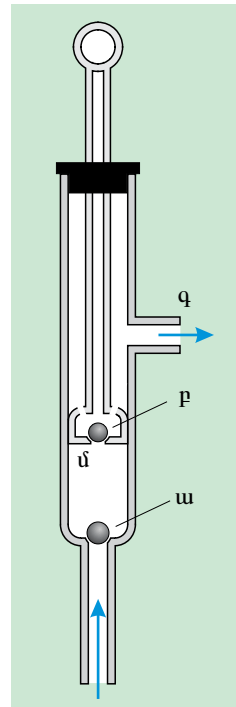
2 Մխոցավոր հեղուկային պոմպ

Մխոցավոր հեղուկային պոմպի սխեման պատկերված է 108-րդ նկարում:

Այն բաղկացած է գլանից, որի մեջ պատերին կիս սեղմված կարող է շարժվել մ մխոցը: Խողովակի ստորին մասում և մխոցի մեջ դրված են ա և բ կափույրները, որոնք բացվում են դեպի վեր:

Երբ մխոցը շարժվում է դեպի վեր, բ կափույրը փակվում է, իսկ ա-ն՝ բացվում: Դրա հետևանքով ճնշումը մխոցի տակ փոքրանում է, և մթնոլորտային ճնշման ազդեցությամբ ջուրը լցնում է ա կափույրից վեր տարածությունը:

Մխոցն իջեցնելիս նրա տակ լցված ջուրը ճնշում և փակում է ա կափույրը և ջուրը, բացելով բ կափույրը, լցնում է մ մխոցից վերև ընկած տարածությունը: Հետագա բարձրացմանը զուգընթաց մխոցի հետ բարձրանում է նրանից վեր կուտակված ջուրը և թափվում գ խողովակից: Միաժամանակ, բարձրացող մ մխոցի հետևից ջրի նոր քանակ է մտնում գլանի մեջ, որը, մխոցն իջնելիս, հայտնվում է մխոցից վեր, և ամեն ինչ կրկնվում է:



Նկ. 108. Մխոցավոր հեղուկային պոմպ

Ամփոփում

1. Մթնոլորտային ճնշման ազդեցությամբ ջուրը խողովակում կարող է բարձրանալ առավելագույնը 10,3 մ:
2. Մխոցավոր հեղուկային պոմպը է, որը հնարավորություն է տալիս մթնոլորտային ճնշման ազդեցությամբ ջուրը բարձրացնել վեր:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Խողովակում ի՞նչ առավելագույն բարձրության կարող է հասնել ջուրը մթնոլորտային ճնշման ազդեցությամբ:
2. Որքա՞ն կլինի մխոցավոր հեղուկային պոմպում սնդիկի սյան առավելագույն բարձրությունը նորմալ մթնոլորտային ճնշման դեպքում:
3. Նկարագրե՞ք մխոցավոր հեղուկային պոմպի կառուցվածքը:
4. Նկարագրե՞ք մխոցավոր հեղուկային պոմպի աշխատանքը:

§ 50. ՀԵՂՈՒԿԻ ԵՎ ԳԱԶԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՆՐԱՆՑ ՄԵՋ ԸՆԿՂՄԿԱԾ ՄԱՐՄԻՆՆԵՐԻ ՎՐԱ: ԱՐՔԻՄԵՂԻ ՕՐԵՆՔԸ

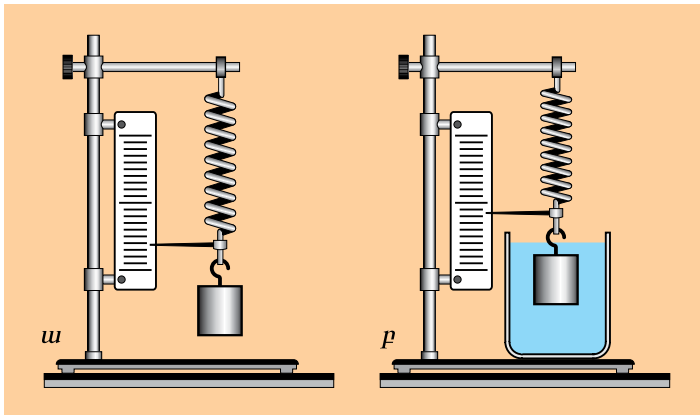
Դուք անշուշտ զգացել եք, որ ջրում մարմինների կշիռը փոքրանում է: Իրոք, ջրի մեջ քարն ավելի հեշտ է բարձրացնել, քան ջրից դուրս: Նկատել եք նաև, որ փոքր խտությամբ մարմինները, օրինակ՝ փայտի կտորը, բարձրանում են ջրի մակերևույթ, գազով լցված փուչիկը օդում բարձրանում է վեր: Իսկ թե ի՞նչն է այդ երևույթների պատճառը, կիմանաք այս պարագրաֆում:

1 Հեղուկում արքիմեդյան ուժի գոյությունը հաստատող փորձեր

Հեղուկներն ազդում են իրենց մեջ ընկղմված մարմինների վրա: Այդ ազդեցությունն ամեն անգամ զգում ենք, երբ լողում ենք ջրում:

Եթե գետնից բարձրացնենք մի ծանր քար և այն աստիճանաբար ընկղմենք ջրի մեջ, կզգանք, թե ինչպես է փոքրանում մեր մկանային ուժը, որով քարը պահում էինք օդում:

Չրի ազդեցությունն առավել ակնառու դարձնելու համար կատարենք հետևյալ փորձը: Ամրակալանին ամրացնենք ուժաչափ, նրանից կախենք բեռ և չափենք զսպանակում առաջացած առաձգականության ուժը (նկ. 109, ա), որը հավասար է բեռի կշռին: Այժմ բեռի տակ դրված անոթը լցնենք ջրով այնքան, մինչև բեռը լրիվ խորասուզվի ջրի մեջ (նկ. 109, բ): Եթե նորից չափենք զսպանակի առաձգականության ուժը, կտեսնենք, որ այն փոքր է նախորդ արժեքից:



Նկ. 109. ա. Օդում զսպանակի առաձգականության ուժը հավասար է բեռի կշռին, բ. ջրում առաձգականության ուժը փոքրանում է

Իսկ ի՞նչն է պատճառը: Չէ՞ որ պարզ է, որ ո՛չ բեռի զանգվածը և, հետևաբար, ո՛չ էլ նրա վրա Երկրի ձգողության ուժը չէին կարող փոխվել: Պատճառը մեկն է՝ ջուրը բեռի վրա ազդում է դեպի վեր ուղղված ուժով, որը փոքրացնում է բեռի կշիռը: Այդ ուժն անվանում են **արքիմեդյան ուժ**՝ ի պատիվ հույն

գիտնական Արքիմեդի, որը մեր թվարկությունից մոտ 250 տարի առաջ հայտնաբերել է այդ ուժի հաշվարկման բանաձևը:

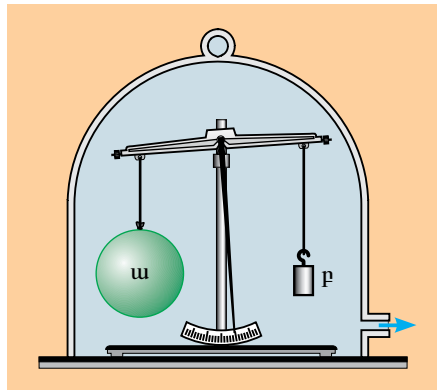
Հեղուկներում արքիմեդյան ուժն ազդում է նաև մարմնի մասնակի խորասուզման դեպքում: Դրանում կարող ենք համոզվել, եթե վերևում նկարագրված փորձում անոթի մեջ այնքան ջուր լցնենք, որ բեռն ընկղմվի մասամբ:

2 Գազում արքիմեդյան ուժի գոյությունը ապացուցող փորձ

Արքիմեդյան ուժ ազդում է ոչ միայն հեղուկի, այլև գազի մեջ ընկղմված մարմնի վրա: Գազերում այդ ուժը ոչ միշտ է զգալի, քանի որ այն սովորաբար շատ փոքր է մարմնի վրա ազդող ծանրության ուժից: Սակայն այդ ուժը միշտ գոյություն ունի և կարելի է գրանցել, օրինակ, կատարելով հետևյալ փորձը:

Կշեռքի լծակի մի ծայրին կախենք ա փուչիկը և այն հավասարակշռենք բ կշռաքարով (նկ. 110): Այժմ կշեռքը տեղադրենք օդահան զանգի տակ և այնտեղից օդը հանենք: Կնկատենք, որ կշեռքի հավասարակշռությունը խախտվում է. փուչիկն իջնում է ներքև: Դրա պատճառն այն է, որ մինչև օդը հանելն այն փուչիկի վրա ազդում էր դեպի վեր ուղղված ուժով: Օդը հանելուց հետո այդ ուժը դադարում է գործել, որի պատճառով կշեռքի հավասարակշռությունը խախտվում է:

Այս փորձերը ցույց են տալիս, որ հեղուկներն ու գազերն իրենց մեջ ընկղմված մարմինների վրա ազդում են դեպի վեր ուղղված արքիմեդյան ուժով:



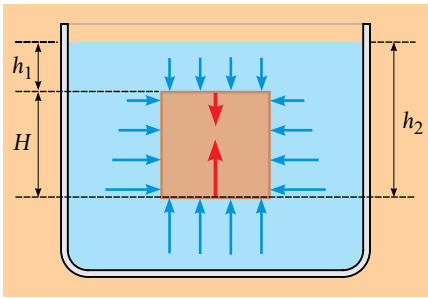
Նկ. 110. Օդը հանելիս փուչիկի վրա արքիմեդյան ուժ չի ազդում, և կշեռքի հավասարակշռությունը խախտվում է:

3 Արքիմեդյան ուժի հաշվարկման բանաձևը

Այժմ փորձենք պարզել արքիմեդյան ուժի առաջապան պատճառը և ստանանք այն հաշվարկելու բանաձևը:

Դիտարկենք ρ_h խտությամբ հեղուկի մեջ լրիվ ընկղմված ուղղանկյունանիստի ձև ունեցող մարմին (նկ. 111), որի բարձրությունը H է, հիմքի մակերեսը՝ S , վերին նիստի խորությունը հեղուկի ազատ մակերևույթից h_1 , իսկ ստորին նիստինը՝ h_2 :

Հեղուկն ազդում է մարմնի բոլոր նիստերի վրա՝ դրանց ուղղահայաց ուժերով: Տվյալ նիստի վրա հեղուկի ազդեցության ուժը կախված է հեղուկի հիդրոստատիկ ճնշման արժեքից: Մարմնի՝ իրար հանդիպակապ կողմնային նիստերին ազդող ուժերը մոդուլով հավասար են: Քանի որ դրանք իրար հակա-



Նկ. 111. Արքիմեդյան ուժի հաշվարկը

ռակ են ուղղված, ապա հավասարակշռում են միմյանց: Այդ ուժերի ազդեցությամբ մարմինը միայն սեղմվում է: Իսկ ստորին նիստի վրա ազդող F_2 ուժն ավելի մեծ է, քան վերին նիստի վրա ազդող F_1 ուժը, քանի որ h_2 խորությամբ մակարդակում ճնշումն ավելի մեծ է, քան h_1 խորությամբ մակարդակում: Պետք է հաշվի առնել, որ, համաձայն Պասկալի օրենքի, h_2 խորու-

թյունում հեղուկի սյան ճնշումը հաղորդվում է բոլոր ուղղություններով, այդ թվում՝ ներքևից վերև: Այդ պատճառով ստորին նիստի վրա ճնշման ուժն ուղղված է դեպի վեր:

Այժմ որոշենք այդ ուժերը և դրանց համագորը: Մարմնի վերին մակերևույթին հեղուկի հիդրոստատիկ ճնշումը՝

$$p_1 = \rho_h g h_1,$$

իսկ նրա վրա ազդող ճնշման ուժը՝

$$F_1 = p_1 S = \rho_h g h_1 S:$$

Մարմնի ստորին մակերևույթին ճնշումը՝

$$p_2 = \rho_h g h_2,$$

իսկ ճնշման ուժը՝

$$F_2 = p_2 S = \rho_h g h_2 S:$$

Այսպիսով՝ այդ ուժերի համագորը, որը հենց արքիմեդյան ուժն է, ուղղված կլինի ուղղաձիգով դեպի վեր, իսկ նրա արժեքը՝

$$F_{\text{Ա}} = F_2 - F_1 = \rho_h g h_2 S - \rho_h g h_1 S = \rho_h g (h_2 - h_1) S = \rho_h g H S: \quad (59)$$

Հաշվի առնելով, որ $V_{\text{ձ}} = H S$ -ը հեղուկի մեջ ընկղմված մարմնի ծավալն է, արքիմեդյան ուժի համար վերջնականապես կստանանք հետևյալ բանաձևը՝

$$F_{\text{Ա}} = \rho_h g V_{\text{ձ}}:$$

Արքիմեդյան ուժն առաջանում է հեղուկի և մարմնի փոխազդեցության հետևանքով, ուստի նրա հաշվարկման բանաձևը պետք է ներառի ինչպես հեղուկը, այնպես էլ մարմինը բնութագրող ֆիզիկական մեծություններ: Ստացված բանաձևում հեղուկը բնութագրող մեծությունը նրա ρ_h խտությունն է, իսկ մարմինը բնութագրող մեծությունը՝ նրա $V_{\text{ձ}}$ ծավալը:

4 Արքիմեդի օրենքը

Արքիմեդի ուժի բանաձևից հետևում է, որ արքիմեդյան ուժը կախված է մարմնի ծավալից, բայց ոչ ձևից կամ նյութի տեսակից: Նշանակում է՝ տարբեր

նյութերից պատրաստված, բայց միևնույն V ծավալով մարմինների վրա նույն հեղուկում ազդում է միևնույն արքիմեդյան ուժը:

Հեղուկի ρ_h խտության և մարմնի V ծավալի $\rho_h V$ արտադրյալը մարմնի արտամղած հեղուկի զանգվածն է, իսկ $\rho_h V g$ -ն՝ արտամղած հեղուկի կշիռը, այսինքն՝ արքիմեդյան ուժը հավասար է մարմնի ծավալով արտամղված հեղուկի կշռին: Այս պնդումը ճիշտ է ոչ միայն հեղուկների, այլև գազերի համար: Ընդհանրացնելով ստացված արդյունքները՝ կարող ենք ձևակերպել Արքիմեդի օրենքը:

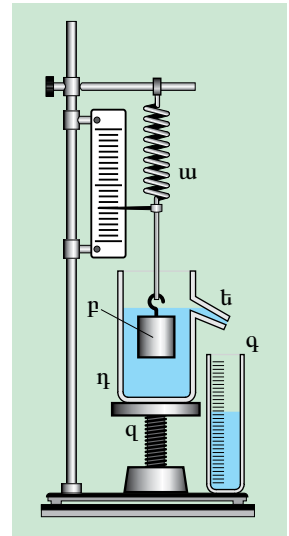
Հեղուկը (գազը) իր մեջ ընկղմված մարմնի վրա ազդում է ուղղաձիգ դեպի վեր ուղղված ուժով, որը հավասար է մարմնի արտամղած հեղուկի (գազի) կշռին:

5 Արքիմեդի օրենքն ստուգող փորձ

Արքիմեդի օրենքը կարելի է ստուգել հետևյալ փորձով: Ամրակալանին ամրացված α ուժաչափից կախենք p մարմինը (նկ. 112) և գրանցենք ուժաչափի ցույցմունքը: Այնուհետև η անոթը մինչև h ջրթափ խողովակի մակարդակը լցնենք ջրով և q վերամբարձ սեղանի օգնությամբ աստիճանաբար վեր բարձրացնենք: Մարմնի խորասուզմանը զուգընթաց նրա արտամղած հեղուկը կլցվի ջրթափ խողովակի տակ տեղադրված q չափանոթի մեջ:

Երբ մարմինը լրիվ խորասուզվի ջրի մեջ, նորից գրանցենք ուժաչափի ցույցմունքը: Երկու ցույցմունքների տարբերությունը հավասար է արքիմեդյան ուժին:

Եթե չափենք չափանոթում հավաքված ջրի ծավալը և հաշվենք այդ ջրի կշիռը, կհամոզվենք, որ այն հավասար է արքիմեդյան ուժին:

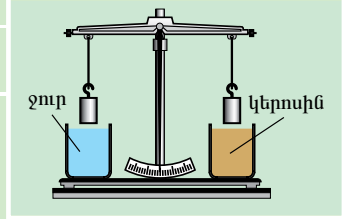


Նկ. 112. Արքիմեդի օրենքի ստուգումը փորձով

- Ամփոփում**
1. Հեղուկներն ու գազերը իրենց մեջ ընկղմված մարմինների վրա ազդում են դեպի վեր ուղղված ուժով, որը կոչվում է արքիմեդյան ուժ:
 2. Արքիմեդյան ուժը որոշում են $F_{\text{Ա}} = \rho_h g V_{\text{Ա}}$ բանաձևով, որտեղ ρ_h -ը հեղուկի խտությունն է, $V_{\text{Ա}}$ -ն՝ մարմնի՝ հեղուկում ընկղմված մասի ծավալը:
 3. Համաձայն Արքիմեդի օրենքի՝ հեղուկը (գազը) իր մեջ ընկղմված մարմնի վրա ազդում է ուղղաձիգ դեպի վեր ուղղված ուժով, որը հավասար է մարմնի արտամղած հեղուկի (գազի) կշռին:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր ուժն է կոչվում արքիմեդյան ուժ:
2. Ինչպե՞ս է ուղղված արքիմեդյան ուժը:
3. Ինչպե՞ս կարելի է համոզվել, որ հեղուկի մեջ ընկղմված մարմնի վրա հեղուկն ազդում է դուրս մղող ուժով:
4. Նկարագրե՛ք փորձ, որն ապացուցում է արքիմեդյան ուժի գոյությունը գազերում:
5. Ո՞րն է հեղուկում արքիմեդյան ուժի առաջացման պատճառը:
6. Ի՞նչ մեծություններից է կախված արքիմեդյան ուժը:
7. Ձևակերպե՛ք Արքիմեդի օրենքը:
8. Նկարագրե՛ք Արքիմեդի օրենքը ստուգող փորձ:
9. Կխախտվի՞ արդյոք նկարում պատկերված կշեռքի հավասարակշռությունը, եթե երկու բեռն էլ ամբողջովին ընկղմենք նշված հեղուկների մեջ:



Հետաքրքիր է իմանալ

ԱՐՔԻՄԵԴԻ ՕՐԵՆՔԻ ՀԱՅՏՆԱԳՈՐԾՄԱՆ ՊԱՏՈՒԹՅՈՒՆԻՑ

Սիրակուզայի (իին հունական քաղաք-պետություն Սիցիլիա կղզում) արքա Հերոնը կարգադրում է Արքիմեդին ճշտել՝ իր նոր թագն ամբողջովին ոսկո՞ւց է, թե՞ ոսկերիչը խարդախությամբ նրան այլ մետաղ է խառնել:

Ոսկու սկզբնական քաշը հայտնի էր, և թագն էլ կշռում էր ճիշտ այդքան:

Անհրաժեշտ էր որոշել թագի ծավալը՝ այն համեմատելու համար նույն քաշի ոսկու ծավալի հետ: Սակայն թագը ձևավոր էր, և անհասկանալի էր, թե ինչպե՞ս կարելի էր հաշվել նրա ծավալը:

Այդ մտքերով տարված Արքիմեդը որոշում է լոգանք ընդունել: Ջրի մեջ ընկղմվելիս նա հասկանում է, որ իր մարմնի ծավալը հավասար է իր իսկ դուրս մղած ջրի ծավալին:

Համաձայն լեգենդի՝ Արքիմեդը, մոռանալով, որ մերկ է, սլանում է Սիրակուզայի փողոցներով՝ գոչելով՝ «Է՛վրիկա, Է՛վրիկա» (գտա՛, գտա՛):

§51. ԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 10 ՀԵՂՈՒԿԻ ՄԵՋ ԸՆԿՂՄՎԱԾ ՄԱՐՄԻՆՆ ԱՐՏԱՄՈՂ ՈՒԺԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Աշխատանքի նպատակը

Հաշվել ջրում ընկղմված մարմնի վրա ազդող արքիմեդյան ուժը և փորձով ստուգել ստացված արդյունքը:

Համառոտ տեսություն

Համաձայն Արքիմեդի օրենքի՝ հեղուկն իր մեջ ընկղմված մարմնի վրա ազդում է ուղղաձիգ դեպի վեր ուղղված ուժով, որը հավասար է մարմնի արտանդած հեղուկի կշռին: Արքիմեդյան ուժը կարելի է որոշել տարբեր եղանակներով:

1. Եթե չափենք որևէ մարմնի կշիռը օդում՝ P_0 , և հեղուկում՝ P_1 , ապա արքիմեդյան ուժը հավասար կլինի դրանց տարբերությանը՝ $F_{\text{Ա}} = P_0 - P_1$: Իհարկե, այդ դեպքում անտեսում ենք մարմնի վրա ազդող արքիմեդյան ուժը օդում, քանի որ այն, համեմատած մարմնի կշռի հետ, շատ փոքր է:
2. Արքիմեդյան ուժը կարելի է որոշել նաև $F_{\text{Ա}} = \rho_h g V_{\text{ձ}}$ բանաձևով, որտեղ ρ_h -ը հեղուկի խտությունն է, $V_{\text{ձ}}$ -ն մարմնի ծավալը: Այս դեպքում անհրաժեշտ է չափել մարմնի $V_{\text{ձ}}$ ծավալը:

Ստորև նկարագրված փորձը հնարավորություն է տալիս ջրում մարմնի վրա ազդող արքիմեդյան ուժը որոշել նշված երկու եղանակներով և համեմատել ստացված արդյունքները:

Անհրաժեշտ սարքեր և նյութեր

Ամրակալան՝ կցորդիչով, տարբեր ծավալներով երկու մարմին, ուժաչափ, չափագլան, ջրով լցված անոթ:

Փորձի ընթացքը

1. Չափագլանի միջոցով որոշե՛ք մարմնի $V_{\text{ձ}}$ ծավալը և $F_{\text{Ա}} = \rho_{\text{ջ}} g V_{\text{ձ}}$ բանաձևով հաշվե՛ք ջրում մարմնի վրա ազդող արքիմեդյան ուժի արժեքը: Համարե՛ք $\rho_{\text{ջ}} = 1000$ կգ/մ³, $g = 9,8$ Ն/կգ:
2. Ուժաչափն ամրացրե՛ք ամրակալանին: Ուժաչափից թելով կախե՛ք մարմինը: Նշե՛ք և աղյուսակում գրանցե՛ք ուժաչափի ցուցմունքը: Դա կլինի մարմնի կշիռը օդում:
3. Ջրով լցված բաժակը տեղադրե՛ք մարմնի տակ և կցորդիչն իջեցրե՛ք այնքան, որ մարմինը լրիվ խորասուզվի ջրի մեջ: Նշե՛ք և աղյուսակում գրանցե՛ք ուժաչափի ցուցմունքն այս դեպքում: Դա կլինի մարմնի կշիռը ջրում:
4. Ստացված տվյալներով հաշվե՛ք ջրում մարմնի վրա ազդող արքիմեդյան ուժը և ստացված արդյունքը գրանցե՛ք 15-րդ աղյուսակում:

ԱՂՅՈՒՍԱԿ 15

| Մարմին | Մարմնի կշիռն օդում, P_0 , Ն | Մարմնի կշիռը ջրում, P_1 , Ն | Արքիմեդյան ուժի արժեքը՝ փորձով $F_{\text{Ա}} = P_0 - P_1$, Ն | Արքիմեդյան ուժի հաշվարկված արժեքը՝ $F_{\text{Ա}} = \rho_{\text{ջ}} g V_{\text{ձ}}$, Ն |
|--------|-------------------------------|-------------------------------|---|--|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |

5. Նշված բոլոր գործողությունները կատարե՛ք երկու տարբեր մարմինների համար:
6. Համեմատե՛ք արքիմեդյան ուժի հաշվարկային և փորձով ստացված տվյալները: Մեկնաբանե՛ք արդյունքները:

§52. ԱԳՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱԼՔ 11

ԱՆՀԱՅՑ ՀԵՂՈՒԿԻ ԽՏՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Աշխատանքի նպատակը

Արքիմեդյան ուժի օգնությամբ չափել անհայտ նյութի խտությունը:

Համառոտ տեսություն

Դուք գիտեք, որ հեղուկում լրիվ խորասուզված մարմինն իր կշռից կորցնում է այնքան, որքան նրա վրա ազդող արքիմեդյան ուժն է: Այլ կերպ ասած՝ հեղուկի մեջ ընկղմված մարմնի վրա ազդող արքիմեդյան ուժը հավասար է օդում և հեղուկում մարմնի կշիռների տարբերությանը՝

$$F_{\text{ու}} = P_0 - P_h,$$

որտեղ P_0 -ն մարմնի կշիռն է օդում, P_h -ը՝ հեղուկում (օդում արքիմեդյան ուժն անտեսում ենք): Արքիմեդյան ուժը՝ $F_{\text{ու}} = \rho_h g V_{\text{ս}}$, որտեղ ρ_h -ը հեղուկի խտությունն է, $V_{\text{ս}}$ -ն՝ մարմնի ծավալը:

Եթե $F_{\text{ու}} = P_0 - P_h$ հավասարումը կիրառենք երկու հեղուկների՝ ջրի և որևէ անհայտ հեղուկի համար, կստանանք՝

$$\rho_{\text{ջ}} g V_{\text{ս}} = P_0 - P_1,$$

$$\rho_x g V_{\text{ս}} = P_0 - P_2:$$

Այս հավասարումներում P_1 -ը մարմնի կշիռն է ջրում, P_2 -ը՝ անհայտ հեղուկում, $\rho_{\text{ջ}}$ -ը ջրի խտությունն է, իսկ ρ_x -ը՝ անհայտ հեղուկի խտությունը:

Առաջին հավասարումից $V_{\text{ս}}$ -ի արտահայտությունը տեղադրելով երկրորդ հավասարման մեջ՝ կստանանք՝

$$\rho_x = \frac{P_0 - P_2}{P_0 - P_1} \rho_{\text{ջ}}:$$

Այսպիսով, չափելով միևնույն մարմնի կշիռը օդում (P_0), ջրում (P_1) և որևէ անհայտ խտությամբ հեղուկում (P_2), ստացած բանաձևով կարող ենք որոշել անհայտ հեղուկի խտությունը:

Անհրաժեշտ սարքեր և նյութեր

Չսպանակավոր կշեռք, ջրով լցված անոթ, ամրակալան, ջուր և որևէ հեղուկ պարունակող անոթներ՝ հեղուկներում խորասուզվող մարմին:

Փորձի ընթացքը

1. Ուժաչափով որոշե՛ք մարմնի P_0 կշիռը օդում:
2. Ուժաչափով որոշե՛ք մարմնի P_1 կշիռը ջրում:
3. Ուժաչափով որոշե՛ք մարմնի P_2 կշիռը անհայտ հեղուկում:
4. Ընդունելով ջրի խտությունը՝ $\rho_{\text{ջ}} = 1000 \text{ կգ/մ}^3$, վերը նշված բանաձևով հաշվե՛ք անհայտ հեղուկի խտությունը:

5. Փորձը կրկնե՞ք երեք անգամ և որոշե՞ք անհայտ հեղուկի խտության միջին արժեքը:

6. Արդյունքները լրացրե՞ք 16-րդ աղյուսակում:

ԱՂՅՈՒՍԱԿ 16

| N | Մարմնի կշիռը օդում, $P_0, \text{Ն}$ | Մարմնի կշիռը ջրում, $P_1, \text{Ն}$ | Մարմնի կշիռը անհայտ հեղուկում, $P_2, \text{Ն}$ | Անհայտ հեղուկի խտությունը, $\rho_x, \text{կգ/մ}^3$ | Անհայտ հեղուկի խտության միջին արժեքը, $\bar{\rho}_x, \text{կգ/մ}^3$ |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|--|--|---|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |

7. Օգտվելով խտությունների աղյուսակից՝ որոշե՞ք անհայտ հեղուկը: Կատարե՞ք եզրակացություն:

§53. ՄԱՐՄԻՆՆԵՐԻ ԼՈՂԱԼՈՒ ԴԱՅՄԱՆՆԵՐԸ

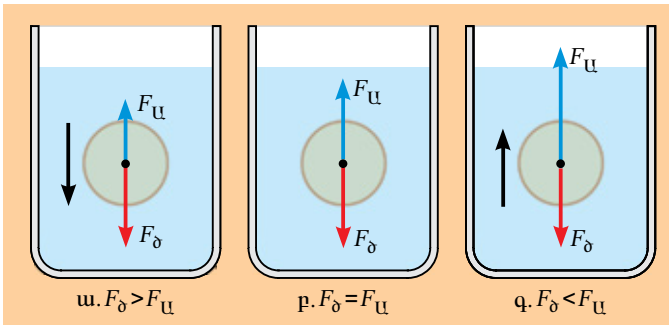
Ինչո՞ւ պողպատե փոքրիկ ասեղը սուզվում է ջրում, իսկ հսկա ծառը լողում է ջրի մակերևույթին: Ինչպե՞ս կարելի է որոշել, թե երբ է տվյալ մարմինը սուզվում հեղուկում, երբ է լողում նրա մեջ կամ մակերևույթին: Թվարկված հարցերի պատասխանները դուք կստանաք այս պարագրաֆում:

1 Հեղուկում մարմնի լողալու պայմանները

Ինչո՞ւ որոշ մարմիններ խորասուզվում են ջրում, այլ մարմիններ դուրս են մղվում դեպի ջրի երես, իսկ օրինակ՝ ձկները, սուզանավերը կարող են լողալ ջրում: Հարցին պատասխանելու համար պարզենք, թե նշված դեպքերում ուղղաձիգ ուղղությամբ ի՞նչ ուժեր են ազդում մարմնի վրա, և ինչպիսի՞ն է դրանց հարաբերակցությունը:

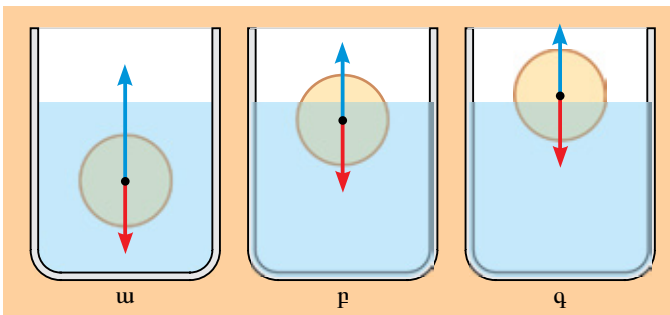
Հեղուկում մարմնի վրա ազդում է երկու ուժ՝ մարմնի ծանրության ուժը, որն ուղղված է ուղղաձիգ դեպի ներքև ու ստիպում է նրան խորասուզվել, և դեպի վեր ուղղված արքիմեդյան ուժը, որը ձգտում է մարմինը դուրս մղել հեղուկից: Այդ ուժերի հարաբերակցությունից կախված՝ երեք հնարավորություն կա:

1. Եթե ծանրության ուժը մեծ է արքիմեդյան ուժից՝ $F_{\delta} > F_{\text{Ա}}$, ապա մարմինը խորասուզվում է մինչև անոթի հատակը (նկ. 113, ա):
2. Եթե ծանրության ուժը հավասար է արքիմեդյան ուժին՝ $F_{\delta} = F_{\text{Ա}}$, ապա մարմինը հեղուկում մնում է հավասարակշռության մեջ (նկ. 113, բ):
3. Եթե ծանրության ուժը փոքր է արքիմեդյան ուժից՝ $F_{\delta} < F_{\text{Ա}}$, ապա մարմինը հեղուկում վեր է բարձրանում (նկ. 113, գ):



Նկ. 113. Հեղուկում մարմնի վրա ազդում են ծանրության և արքիմեդյան ուժերը

Մանրամասն քննարկենք վերջին՝ 3-րդ դեպքը: Քանի դեռ մարմինն ամբողջովին հեղուկում է (նկ. 114, ա), նրա վրա ազդող արքիմեդյան ուժը մեծ է ծանրության ուժից: Այդ ուժերի համագործի ազդեցությամբ մարմինը շարժվում է դեպի հեղուկի մակերևույթ: Հասնելով մակերևույթին՝ այն աստիճանաբար դուրս է գալիս հեղուկից, ուստի արքիմեդյան ուժը սկսում է նվազել (նկ. 114, բ): Մարմնի վրա ազդող ուժերի համագործը հավասարվում է գրոյի, երբ արքիմեդյան ուժը հավասարվում է ծանրության ուժին (նկ. 114, գ): Այդ դեպքում մարմինը լողում է հեղուկի մակերևույթին՝ մնալով նրա մեջ մասամբ ընկղմված:



Նկ. 114. Մարմինը վեր բարձրանալիս արքիմեդյան ուժը՝ ա. հաստատուն է, բ. աստիճանաբար նվազում է, գ. հավասարվում է ծանրության ուժին

Այս դեպքում Արքիմեդի օրենքն արտահայտող բանաձևում մարմնի ծավալի փոխարեն պետք է վերցնել նրա ընկղմված մասի V_1 ծավալը: Հետևաբար, արքիմեդյան ուժի բանաձևը կարող ենք գրել հետևյալ կերպ՝

$$F_u = \rho_h g V_1:$$

2 Լողալու պայմանները՝ արտահայտված մարմնի և հեղուկի խտություններով

Մարմնի վրա ազդող ծանրության և արքիմեդյան ուժերի հարաբերակցությունը կարելի է ներկայացնել նաև հեղուկի և մարմնի խտությունների միջոցով:

Ծանրության ուժը՝

$$F_{\delta} = m_{\delta} g = \rho_{\delta} V_{\delta} g,$$

որտեղ ρ_{δ} -ն մարմնի խտությունն է, իսկ V_{δ} -ն՝ ծավալը: Եթե մարմինը կազմված է տարբեր նյութերից կամ նրա մեջ առկա են դատարկ տարածություններ, ապա ρ_{δ} -ն մարմնի միջին խտությունն է: Վերջինս կարող է եապես փոքր լինել մարմնի բաղադրության մեջ մտնող որոշ նյութերի խտությունից: Օրինակ՝ թեպետ ժամանակակից նավերը հիմնականում կառուցում են պողպատից, սակայն նավերի միջին խտությունը շատ ավելի փոքր է, քան ջրի խտությունը:

Հաշվի առնելով, որ $F_{\text{Ա}} = \rho_{\text{հ}} g V_{\text{Ա}}$, և օգտվելով վերը բերված բանաձևից և $F_{\delta} > F_{\text{Ա}}$ պայմանից, կստանանք՝ $\rho_{\delta} > \rho_{\text{հ}}$, այսինքն՝ **եթե մարմնի խտությունը մեծ է հեղուկի խտությունից, ապա մարմինը հեղուկում խորասուզվում է:**

Հանգումորեն՝ $F_{\delta} = F_{\text{Ա}}$ պայմանից կստանանք՝ $\rho_{\delta} = \rho_{\text{հ}}$, այսինքն՝ **եթե մարմնի խտությունը հավասար է հեղուկի խտությանը, ապա մարմինը լողում է հեղուկի ներսում:**

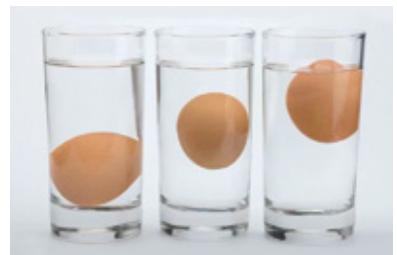
Եվ, վերջապես, $F_{\delta} < F_{\text{Ա}}$ պայմանից կստանանք՝ $\rho_{\delta} < \rho_{\text{հ}}$: Այլ կերպ ասած՝ **եթե մարմնի խտությունը փոքր է հեղուկի խտությունից, ապա մարմինը, մասամբ սուզվելով հեղուկի մեջ, լողում է նրա մակերևույթին:** Այդ դեպքում արքիմեդյան ուժը որոշում է $F_{\text{Ա}} = \rho_{\text{հ}} g V_1$ բանաձևով, որտեղ V_1 -ը մարմնի ընկղմված մասի ծավալն է:

Քանի որ ծանրության ուժը՝ $F_{\delta} = m_{\delta} g = \rho_{\delta} V_{\delta} g$, ապա հավասարակշռության $F_{\delta} = F_{\text{Ա}}$ պայմանից կունենանք՝ $\rho_{\delta} V_{\delta} g = \rho_{\text{հ}} V_1 g$, որտեղից՝

$$V_1 : V_{\delta} = \rho_{\delta} : \rho_{\text{հ}}$$

այսինքն՝ մարմնի ընկղմված մասի ծավալի հարաբերությունն ամբողջ ծավալին հավասար է մարմնի և հեղուկի խտությունների հարաբերությանը:

Նշված բոլոր երեք դեպքերը կարելի է դիտել հետևյալ պարզ փորձով: Եթե հավի ձուն իջեցնենք մաքուր ջրով լցված անոթի մեջ (նկ. 115), այն կխորասուզվի և կհասնի անոթի հատակին (նկ. 115, ա): Պատճառն այն է, որ ձվի խտությունը մեծ է մաքուր ջրի խտությունից: Եթե ջրի մեջ աղ լուծենք և աստիճանաբար աղի քանակն ավելացնենք, ապա կնկատենք, որ ձուն պոկվում է հատակից և լողում է աղաջրում (նկ. 115, բ): Նշանակում է՝ աղաջրի խտությունը հավասարվել է ձվի խտությանը: Եթե շարունակենք ավելացնել աղի քանակը, ապա ձուն կբարձրանա վեր, նրա մի մասը դուրս կգա ջրից, և այդ վիճակում ձուն կլողա հեղուկի մակերևույթին (նկ. 115, գ): Այս դեպքում աղաջրի խտությունը մեծ է ձվի խտությունից:



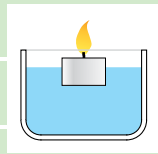
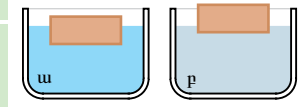
Նկ. 115. Հավի ձուն՝
ա. մաքուր ջրում, բ. թույլ աղաջրում,
գ. ուժեղ աղաջրում

Ամփոփում

1. Հեղուկում մարմնի վրա ազդում են ուղղաձիգ դեպի ներքև ուղղված F_{δ} ծանրության ուժը և ուղղաձիգ դեպի վեր ուղղված $F_{\text{Ա}}$ արքիմեդյան ուժը:
2. Լողալու պայմանները՝
 1. երբ $F_{\delta} > F_{\text{Ա}}$ ($\rho_{\text{մ}} > \rho_{\text{հ}}$), մարմինը սուզվում է դեպի հատակը,
 2. երբ $F_{\delta} = F_{\text{Ա}}$ ($\rho_{\text{մ}} = \rho_{\text{հ}}$), մարմինը մնում է հավասարակշռության մեջ՝ հեղուկի ներսում:
 3. երբ $F_{\delta} < F_{\text{Ա}}$ ($\rho_{\text{մ}} < \rho_{\text{հ}}$), մարմինը վեր է բարձրանում հեղուկի մակերևույթ՝ մասամբ ընկղմված մնալով:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր դեպքում է մարմինը՝ ա. խորասուզվում հեղուկում, բ. լողում նրա ներսում, գ. լողում նրա մակերևույթին:
2. Ինչո՞ւ մետաղադրամը սուզվում է ջրում, բայց լողում է սնդիկի մակերևույթին:
3. Օգտվելով խտության աղյուսակից՝ որոշեք, թե ո՞ր մետաղներից պատրաստված հոծ առարկաները կխորասուզվեն սնդիկի մեջ, և որո՞նք կլողան նրա մակերևույթին:
4. Նկարում պատկերված է նույն մարմնի դիրքը՝ երկու տարբեր հեղուկներում: Ո՞ր հեղուկի խտությունն է ավելի մեծ:
5. Բնչ հերթականությամբ կդասավորվեն անոթում իրար չխառնվող երեք հեղուկները՝ ջուրը, կերոսինը, սնդիկը:
6. Ինչո՞ւ հնարավոր չէ հանգցնել այրվող կերոսինը՝ նրա վրա ջուր լցնելով:
7. Ինչպիսի՞ դիրք կունենա պողպատե գնդիկը ջուր, կերոսին և սնդիկ պարունակող անոթում:
8. Որքա՞ն երկար կայրվի նկարում պատկերված մոմը:

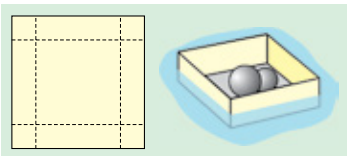


§54. ՆԱՎԵՐԻ ԼՈՂԱԼԸ: ՕՂԱԳՆԱՑՈՒԹՅՈՒՆ

Այս պարագրաֆում դուք կծանոթանաք հեղուկներում և գազերում արքիմեդյան ուժի մի շարք կիրառությունների, նավագնացության և օդագնացության ոլորտներում նրա որոշ դրսևորումներին:

1 Նավերի լողալը

Եթե բարակ, ոչ մեծ չափերով մետաղե թիթեղը դնենք ջրով լցված անոթի մեջ, ապա այն կխորասուզվի և կիջնի անոթի հատակը: Ինչո՞ւ: Բանն այն է, որ մետաղի (պղինձ, երկաթ, ալյումին) խտությունը մեծ է ջրի խտությունից: Սակայն եթե նույն թիթեղից պատրաստենք արկղ և իջեցնենք ջրի մեջ, ապա այն կլողա ջրի մակերևույթին: Կարող ենք նույնիսկ արկղը բռնավորել (նկ. 116):



Նկ. 116. Մետաղաթիթեղից պատրաստված արկղը լողում է ջրի մակերևույթին

Գիտվող երևույթի բացատրությունը հետևյալն է: Արկղը ավելի մեծ ծավալով ջուր է արտամղում, քան հարթ թիթեղը, հետևաբար՝ նրա վրա ազդող արքիմեդյան ուժը համակշռում է նավակի և բեռների ծանրության ուժը:

Ներկայումս տարբեր տիպի բեռնատար և մարդատար նավերը կառույցում են այնպիսի նյութերից, որոնց խտությունները զգալիորեն մեծ են ծովի ջրի խտությունից, սակայն դա չի խանգարում նավերին լողալ ջրի երեսին: Բանն այն է, որ նավերում առկա բազմաթիվ դատարկ տարածությունների (նավասենյակներ և այլն) շնորհիվ նավի միջին խտությունը փոքր է ջրի խտությունից: Այդ պատճառով էլ նավի արտամղած ջրի կշիռը, այսինքն՝ նրա վրա ազդող արքիմեդյան ուժը հավասարվում է նավի և բեռների ծանրության ուժին:

2 Ջրագիծ և ջրատարողություն

Սովորաբար նավերի խորասուզման թույլատրելի խորությունը նավի իրանի վրա նշվում է որոշակի գծով, որը կոչվում է **ջրագիծ** (նկ. 117): Նավը չափից ավելի բեռնավորելը, այն է՝ ջրագծից ավելի շատ նրա խորասուզվելը վտանգավոր է, քանի որ ջուրը կարող



Նկ. 117. Նավի ջրագիծ (պատկերված է սպիտակ գույնով)

է լցվել նավի դատարկ տարածությունները և խորտակել այն: Եվ, հակառակը, եթե նավը բավականաչափ բեռնավորված չէ, այսինքն՝ ջրագիծը ջրի մակարդակից բավականաչափ բարձր է, ապա նավի դիրքը կայուն չէ. ալիքները կարող են տատանել և շրջել նավը:

Նավերը բնութագրում են **ջրատարողություն** կոչվող մեծությամբ: Այն հավասար է մինչև ջրագիծը խորասուզված նավի վրա ազդող արքիմեդյան ուժին: Լողալու պայմանի համաձայն՝ ջրատարողությունը հավասար է մաս նավի և բեռների ծանրության ուժին: Շատ հաճախ «ջրատարողություն» ասելով հասկանում են մաս մինչև ջրագիծը խորասուզված նավի և բեռների ընդհանուր զանգվածը՝ արտահայտած տոննաներով: Ամերիկացի գյուտարար Ֆուլտոնի կառույցած առաջին շոգենավի ջրատարողությունը 160 000 Ն էր, իսկ ժամանակակից բեռնատար հսկա նավերի ջրատարողությունը մինչև 5 000 000 կՆ է:

3 Սուզանավերի լողալը

Ի տարբերություն նավերի՝ սուզանավերը լողում են ինչպես ջրի մակերևույթին, այնպես էլ նրա խորքերում: Սուզանավերն ունեն հատուկ մեկուսացիներ, որոնք լցվում են ջրով: Այդ դեպքում սուզանավի ծանրության ուժը գե-

րագանցում է արքիմեդյան ուժը, և այն խորասուզվում է: Ջրի մակերևույթ դուրս գալու համար հզոր պոմպերով ջուրը դուրս են մղում մեկուսախցերից, սուզանավի ծանրության ուժը փոքրանում է արքիմեդյան ուժից, և այն լողում է դեպի վեր:

4 Օդում թռչող սարքեր՝ անրոստատներ

Մարդը միշտ ձգտել է ստեղծել սարքեր, որոնք հնարավորություն կտային տեղաշարժվելու ոչ միայն ջրում, այլև օդում: Այդ նպատակով նախագծել և կառուցել են տարբեր տեսակի թռչող սարքեր, որոնք կոչվում են **անրոստատներ** (հունարեն՝ «*աէր*» – օդ, և «*ստատոս*» – *կանգնած բառերից*): Դրանց աշխատանքը պայմանավորված է Արքիմեդի օրենքով:

Չդեկավարվող, ազատ թռչող անրոստատները կոչվում են **օդապարիկներ**: Թռիչքի համար նախատեսված օդապարիկը պատկերված է 118-րդ (ա) նկարում: Այն բաղկացած է մեծ չափեր ունեցող թաղանթից և նրանից կախված զամբյուղից, որտեղ կարող են տեղավորվել մարդիկ և զանազան բեռներ:

Օդապարիկի թաղանթը լցվում է տաք օդով, ջրածնով կամ հելիումով, այսինքն՝ այնպիսի գազով, որի խտությունը փոքր է շրջապատող օդի խտությունից:



Նկ. 118. ա. Օդապարիկ, բ. դիրիժաբլ

Օդապարիկի վրա ազդում է արքիմեդյան $F_{\text{Ա}}$ ուժը, որը հավասար է օդապարիկի արտամղած օդի կշռին և ուղղված է ուղղաձիգ դեպի վեր: Օդապարիկը դեպի ներքև է ձգում թաղանթի և նրա մեջ լցված գազի ծանրության mg ուժը: Եթե արքիմեդյան ուժը մեծ է ծանրության ուժից, ապա օդապարիկը բարձրանում է վեր: Այդ ուժերի $F_{\text{վ}} = F_{\text{Ա}} - mg$ տարբերությունը կոչվում է **վերամբարձ ուժ**:

Վերամբարձ ուժը կարգավորելու, հետևաբար՝ օդապարիկը բարձրացնելու կամ իջեցնելու համար օդազնայները կիրառում են տարբեր հնարքներ: Վեր բարձրանալու համար նրանք դուրս են գյում օդապարիկում նախօրոք տեղադրված բեռները (սովորաբար՝ ավազով լցված պարկեր), իսկ ներքև իջնելու համար թաղանթից գազի մի մասը դուրս են թողնում:

Նախկինում օդային թռիչքների համար կիրառում էին այնպիսի անրուտատներ, որոնց վրա տեղակայված էր պտուտակով շարժիչ, որը հնարավորություն էր տալիս կառավարելու անրուտատի շարժումը: Այդպիսի անրուտատները (նկ. 116,բ) անվանում էին **դիրիժավներ** (ֆրանսերեն՝ «*դիրիժավը*» – *ղեկավարվող բառից*):

Դիրիժավները ժամանակի ընթացքում չդիմացան ինքնաթիռների մրցակցությանը, քանի որ հարմար չէին ղեկավարման համար և դանդաղ էին շարժվում: Ներկայումս դիրիժավներն օգտագործում են մեծ բեռներ տեղափոխելու, տարբեր տեսակի տեղակայման աշխատանքներ կատարելու նպատակով:

- Ամփոփում**
1. Նավի միջին խտությունը փոքր է ջրի խտությունից, և այդ պատճառով էլ այն լողում է ջրի մակերևույթին:
 2. Ջրագիծը նավի խորասուզման թույլատրելի խորությունը ցույց տվող գիծն է:
 3. Նավի ջրատարողությունը հավասար է մինչև ջրագիծը խորասուզված նավի վրա ազդող արքիմեդյան ուժին:
 4. Արքիմեդի ուժի հիման վրա ստեղծված թռչող սարքերը կոչվում են անրուտատներ: Չղեկավարվող անրուտատները կոչվում են օդապարիկներ, իսկ կառավարվողները՝ դիրիժավներ:
 5. Անրուտատների վերամբարձ ուժը հավասար է նրանց վրա ազդող արքիմեդյան և ծանրության ուժերի տարբերությանը:

- Հարցեր և առաջադրանքներ**
1. Եթե ափսոսնք ջրի մեջ իջեցնենք կողքով, ապա այն կխորասուզվի, իսկ եթե այն ջրի վրա դնենք հատակը դեպի ներքև, ապա կլողա: Ինչո՞ւ:
 2. Ինչո՞ւ ծանր նավը լողում է ջրի երեսին, իսկ ջրի մեջ ընկած երկաթե փոքր պտուտակը սուզվում է:
 3. Ինչպե՞ս է սուզանավը խորասուզվում և բարձրանում ջրի մակերևույթ:
 4. Բնչ է ցույց տալիս նավի ջրատարողությունը:
 5. Ինչո՞ւ ջրածնով լցված փուչիկը վեր է բարձրանում, իսկ օդով լցված փուչիկն իջնում է ներքև:

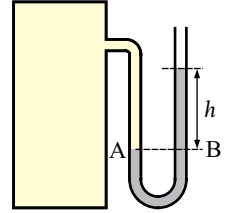
Գործնական աշխատանք

Տանը պատրաստեք 3 Ն ջրատարողությամբ «լաստ»: Կարող եք օգտագործել փայտե տախտակի կտոր կամ փայտե չորսու: Հաշվարկեք, թե ինչ չափեր պետք է ունենա այդ «լաստը», որ հնարավոր լինի այն բեռնավորել 3 Ն բեռով (բնականաբար, «լաստը» չպետք է ջրասուզվի):

Լրացուցիչ ընթերցանության համար 

§55. ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄ

ԽՆԴԻՐ 1. Որոշե՛ք գազի ճնշումը բալոնում նորմալ մթնոլորտային ճնշման դեպքում, եթե սնդիկի մակարդակների տարբերությունը 100 մմ է (տե՛ս նկարը):



$$\begin{array}{l} p_0 = 760 \text{ մմ սնդ. սյան} \\ h = 100 \text{ մմ} \\ \rho_{\text{սնդ}} = 13600 \text{ կգ/մ}^3 \\ \hline p - ? \end{array}$$

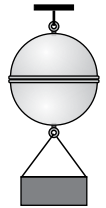
Լուծում: A և B կետերում ճնշումն ունի նույն արժեքը՝ $p_A = p_B$: p_A -ն գազի ճնշումն է բալոնում ($p_A = p$), իսկ p_B -ն՝ h բարձրությամբ սնդիկի սյան և արտաքին p_0 մթնոլորտային ճնշումների գումարը: Հետևաբար՝ $p = p_0 + \rho_{\text{սնդ}}gh = \rho_{\text{սնդ}}gH + \rho_{\text{սնդ}}gh = \rho_{\text{սնդ}}g(H+h)$, որտեղ $H = 760$ մմ:

Տեղադրելով թվային արժեքները՝ կստանանք՝

$$p = 13600 \frac{\text{կգ}}{\text{մ}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{Ն}}{\text{կգ}} \cdot 0,86 \text{ մ} \approx 114620 \text{ Պա:}$$

Պատասխան՝ 114620 Պա:

ԽՆԴԻՐ 2. Օդի ճնշումը մագդեթուրգյան կիսագնդերում սնդիկի սյան 10 մմ է, կիսագնդերի հատույթի մակերեսը՝ 0,2 մ²: Ինչպիսի՞ զանգվածով բեռ պետք է կախել ստորին կիսագնդից՝ այն վերին կիսագնդից պոկելու համար: Արտաքին ճնշումը սնդ. սյան 760 մմ է:



$$\begin{array}{l} h = 10 \text{ մմ} \\ H = 760 \text{ մմ} \\ S = 0,2 \text{ մ}^2 \\ \hline m - ? \end{array}$$

Լուծում: Յուրաքանչյուր կիսագնդի վրա ազդող ուժը հավասար է արտաքին և ներքին ճնշման ուժերի տարբերությանը, հետևաբար՝ $F = S(p_{\text{տ}} - p_{\text{գ}})$, որտեղ S -ը կիսագնդերի առավելագույն հատույթի մակերեսն է, $p_{\text{տ}} = \rho_{\text{սնդ}}gH$ -ը արտաքին ճնշումն է, $p_{\text{գ}} = \rho_{\text{սնդ}}gh$ -ը՝ ներքին ճնշումը: F ուժը հավասարեցնելով բեռի mg կշռին՝ անհայտ զանգվածի համար կստանանք՝

$$m = \frac{S(p_{\text{տ}} - p_{\text{գ}})}{g} = \rho_{\text{սնդ}} S(H - h) = 13600 \text{ կգ/մ}^3 \cdot 0,2 \text{ մ}^2 \cdot 0,75 \text{ մ} = 2024 \text{ կգ:}$$

Պատասխան՝ 2040 կգ:

ԽՆԴԻՐ 3. Որոշե՛ք $4 \text{ մ} \times 0,3 \text{ մ} \times 0,25 \text{ մ}$ չափերով երկաթբետոնե սալի վրա ազդող արքիմեդյան ուժը, եթե այն լրիվ ընկղմված է ջրում:

$$\begin{array}{l} a = 4 \text{ մ} \\ b = 0,3 \text{ մ} \\ c = 0,25 \text{ մ} \\ \hline F_{\text{Ա}} - ? \end{array}$$

Լուծում: Ջրում սալի վրա ազդող արքիմեդյան ուժը որոշում են $F_{\text{Ա}} = \rho_{\text{ջ}}gV$ բանաձևով, որտեղ V -ն սալի ծավալն է, իսկ $\rho_{\text{ջ}} = 1000 \text{ կգ/մ}^3$ -ը՝ ջրի խտությունը: Հաշվի առնելով, որ $V = abc$, իսկ $g = 9,8 \text{ Ն/կգ}$, կստանանք՝ $F_{\text{Ա}} = \rho_{\text{ջ}}gabc = 2940 \text{ Ն:}$

Պատասխան՝ 2940 Ն:

ԽՆԴԻՐ 4. Ուժաչափից կախված է 2,5 դմ³ ծավալով պղնձե մարմին: Ի՞նչ ցույց կտա ուժաչափը, եթե մարմինն իր ծավալի կիսով չափ խորասուզենք ջրի մեջ:

$$\begin{array}{l} V = 0,0025 \text{ մ}^3 \\ V_1 = V/2 \\ \hline F - ? \end{array}$$

Լուծում: Ուժաչափի ցույցմունքն օդում հավասար է մարմնի կշռին (օդում արքիմեդյան ուժն անտեսում ենք): Մարմինը կիսով չափ ջրում խորասուզելիս ուժաչափի ցույցմունքը կպակասի ջրում մարմնի վրա ազդող արքիմեդյան ուժի չափով՝ $F = mg - F_{\text{Ա}}$, ընդ որում՝ $F_{\text{Ա}} = \rho_{\text{ջ}}gV_1$,

որտեղ $\rho_{\text{ջ}} = 1000 \text{ կգ/մ}^3$ -ը ջրի խտությունն է, իսկ $V_1 = V/2$ -ը՝ մարմնի խորասուզված մասի ծավալը: Քանի որ $m = \rho_{\text{աղ}} V$, որտեղ $\rho_{\text{աղ}} = 8900 \text{ կգ/մ}^3$ -ը պղնձի խտությունն է, ուստի՝

$$F = gV \left(\rho_{\text{աղ}} - \frac{\rho_{\text{ջ}}}{2} \right) = 9,8 \frac{\text{Ն}}{\text{կգ}} \cdot 0,0025 \text{ մ}^2 \left(8900 \frac{\text{կգ}}{\text{մ}^3} - 500 \frac{\text{կգ}}{\text{մ}^3} \right) = 205,8 \text{ Ն} :$$

Պատասխան՝ 205,8 Ն :

ԽՆԴԻՐ 5. Օդապարիկի ծավալը 1700 մ^3 է, իսկ նրա թաղանթի և զամբյուղի զանգվածը՝ 1000 կգ : Ի՞նչ զանգվածով բեռ կարող է բարձրացնել օդապարիկը, եթե նրա թաղանթը լցված է հելիումով: Հելիումի խտությունը $0,18 \text{ կգ/մ}^3$ է, օդինը՝ $1,29 \text{ կգ/մ}^3$:

$V = 1700 \text{ մ}^3$
 $m_1 = 1000 \text{ կգ}$
 $\rho_{\text{հել}} = 0,18 \text{ կգ/մ}^3$
 $\rho_{\text{օդ}} = 1,29 \text{ կգ/մ}^3$
 $m_2 = ?$

Լուծում: Օդապարիկի վերամբարձ ուժը որոշում են $F_{\text{վ}} = F_{\text{Ա}} - mg$ բանաձևով, որտեղ արքիմեդյան ուժը՝ $F_{\text{Ա}} = \rho_{\text{օդ}} g V$, իսկ օդապարիկի զանգվածը՝ $m = m_1 + m_{\text{հել}}$: Հելիումի զանգվածը՝ $m_{\text{հել}} = \rho_{\text{հել}} V$, ուստի՝

$$F_{\text{վ}} = ((\rho_{\text{օդ}} - \rho_{\text{հել}})V - m_1)g :$$

Օդապարիկը կարող է բարձրացնել այնպիսի զանգվածով բեռ, որի ծանրության ուժը չի գերազանցում վերամբարձ ուժը, հետևաբար՝ որոնելի զանգվածը՝

$$m_2 = \frac{F_{\text{վ}}}{g} = (\rho_{\text{օդ}} - \rho_{\text{հել}})V - m_1 :$$

Տեղադրելով թվային արժեքները՝ կստանանք՝ $m_2 = 887 \text{ կգ}$:

Պատասխան՝ 887 կգ:

ԹԵՄԱՅԻ ԱՍՓՈՓՈՒՄ

1. Հայման մակերևույթին ուղղահայաց ազդող ուժի (ճնշման ուժի) հարաբերությանը հայման մակերեսին կոչվում է ճնշում: Ճնշումը չափվում է պասկալ միավորով:
2. Համաձայն Պասկալի օրենքի՝ հեղուկի (գազի) վրա գործադրված ճնշումը հեղուկով (գազով) հաղորդվում է բոլոր ուղղություններով՝ առանց փոփոխության: Պասկալի օրենքի հիման վրա է աշխատում ջրաբաշխական մամլիչը:
3. Հեղուկի կշռով պայմանավորված ճնշումն անվանում են հիդրոստատիկ ճնշում. այն որոշվում է $p = \rho gh$ բանաձևով:
4. Մարմինների վրա մթնոլորտի գործադրած ճնշումն անվանում են մթնոլորտային ճնշում: Նորմալ մթնոլորտային ճնշումը հավասար է 760 մմ սնդիկի սյան գործադրած ճնշմանը:
5. Համաձայն Արքիմեդի օրենքի՝ հեղուկը (գազը) իր մեջ ընկղմված մարմնի վրա ազդում է ուղղահիգ դեպի վեր ուղղված ուժով, որը հավասար է մարմնի արտամղած հեղուկի (գազի) կշռին: Նավագնացության և օդագնացության հիմքում Արքիմեդի օրենքն է:

ԱՌԱՐԿԱՅԱՑԱԼԿ

- Աշխատանք 99-105, 112-117, 136
Առածգականության ուժ 73, 79-83, 85, 86, 97, 122, 125, 148
Արագություն 33-35, 49-54, 58-63, 71-74, 88, 123
Արքիմեդի օրենք 149, 152
Արքիմեդյան ուժ 148-163
Դեֆորմացիա 72, 79, 80-85
Դիտում 10, 12-14, 60, 75
Չանգված 15-18, 29, 60-70, 72, 76-78, 84-87, 129, 141
Թեք հարթություն 105, 107, 109, 111, 115-117
Իներցիա 99
Իներտություն 60-63
Լծակ 105-110, 115, 117
Խտություն 63-70, 122, 129, 133, 139, 140, 152-154, 156-159
Ծանրության ուժ 75-78, 81, 85, 86, 94, 96, 97, 111, 112, 155-157, 159-161
Կշիռ 85-87, 93, 119, 130, 141, 148, 151, 153-155, 159
Հաղորդակից անոթներ 131-133, 139, 140
Հաղորդակից անոթների օրենք 131, 132, 134
Հաշվարկման մարմին 42-44
Հետագիծ 45-48, 35
Հզորություն 99, 102-104, 114
Հուլի օրենք 79, 81-84, 97, 98
Ճախարակ 105, 109-111, 115
Ճանապարհ 34, 45-53, 55-58, 99, 100, 111, 113, 136
Ճնշում 118-130, 132-163
Մեխանիկական շարժում 42-45, 52, 59, 107
Մթնոլորտային ճնշում 140-145
Միավորների միջազգային համակարգ 15, 16, 19, 47, 52, 61, 64, 72, 82, 86, 100, 119
Նյութական կետ 45-48
Շփում 88-92
Շփման ուժ 73, 88-94, 98, 112
Չափում 5, 13, 15, 18-20, 62, 71, 143
Չափման սխալ 17, 18, 22
Պասկալի օրենք 125-127, 134, 135, 143, 150
Ջրաբաշխական մամլիչ 134-136, 139
Վեկտորական մեծություն 51, 52, 58, 72, 73, 94
Ուժ 71, 98, 99, 100, 103, 105, 110-113, 135, 136
Ուժաչափ 84, 85
Փոխազդեցություն 60, 71, 88, 119
Փորձ 12-16
ՕԳԳ 112, 113, 115-117
Օդազնայություն 158

ԱՆՎԱՆԱՑԱԼԿ

- Արիստոտել 6, 8, 9, 146
Արքիմեդ 149, 152
Պասկալ Բլեզ 119, 126, 127
Նյուտոն Իսահակ 9, 72, 76, 79
Հուլի Ռոբերտ 81
Տորիչելի Էվանջելիստա 143

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ԳԼՈՒԽ I

ԲՆՈՒԹՅԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅԱՆ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԸ

5

- §1. Ֆիզիկայի ուսումնասիրման առարկան:
Ֆիզիկական երևույթներ 5
- §2. Ֆիզիկոսներ: Հայ անվանի ֆիզիկոսներ 9
- §3. Ֆիզիկական երևույթների ուսումնասիրման մեթոդները:
Դիտումներ և փորձեր 12
- §4. Ֆիզիկական մեծություններ: Ֆիզիկական մեծությունների չափումը 15
- §5. Լաբորատոր աշխատանք 1
Չափումներ պարզագույն չափիչ սարքերով 19
- §6. Խնդիրների լուծում 21

ԳԼՈՒԽ II

ՆՅՈՒԹԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ

23

- §7. Ֆիզիկական մարմին և նյութ: Նյութի կառուցվածքը 23
- §8. Ատոմներ և մոլեկուլներ: Դրանց գոյությունը հաստատող երևույթներ 26
- §9. Լաբորատոր աշխատանք 2
Փոքր մասնիկների չափերի որոշումը 29
- §10. Մոլեկուլների շարժումը: Դիֆուզիա 30
- §11. Մոլեկուլների քառասյին շարժման արագությունը և ջերմաստիճանը 33
- §12. Ջերմաստիճանային սանդղակ: Ջերմաչափ 36
- §13. Խնդիրների լուծում 40

ԳԼՈՒԽ III

ՄԵՆԱՆԻԿԱԿԱՆ ՇԱՐԺՈՒՄ

42

- §14. Մեխանիկական շարժում, շարժման հարաբերականությունը 42
- §15. Շարժման հետազիծ, ճանապարհ 45
- §16. Հավասարաչափ շարժում: Հավասարաչափ շարժման արագություն 49
- §17. Խնդիրների լուծում 54
- §18. Լաբորատոր աշխատանք 3
Հավասարաչափ շարժման արագության որոշումը անցած ճանապարհի և շարժման ժամանակի չափման միջոցով 57

ԳԼՈՒԽ IV

ՍԱՐՄՆՆԵՐԻ ՓՈԽԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ

| | |
|--|----|
| §19. Մարմնի զանգված: Չանգվածի չափումը | 60 |
| §20. Նյութի խտություն: Մարմնի զանգվածի և ծավալի հաշվումը | 63 |
| §21. Լաբորատոր աշխատանք 4 <i>Պինդ մարմնի խտության որոշումը</i> | 68 |
| §22. Խնդիրների լուծում | 69 |
| §23. Մարմինների փոխազդեցությունը: Ուժ | 71 |
| §24. Տիեզերական ձգողության երկույթը: Ծանրության ուժ | 74 |
| §25. Առածգականության ուժ: Հուկի օրենքը | 79 |
| §26. Լաբորատոր աշխատանք 5 <i>Չսպանակավոր ուժաչափի աստիճանավորումը</i> | 83 |
| §27. Մարմնի կշիռը | 85 |
| §28. Ծփման ուժ | 87 |
| §29. Լաբորատոր աշխատանք 6 <i>Ծփման ուժի կախվածությունը հորիզոնական հարթության հետ հավող մարմնի կշռից, հպման մակերևույթի մակերեսից</i> | 92 |
| §30. Մի ուղղով ուղղված երկու ուժերի գումարումը | 93 |
| §31. Խնդիրների լուծում | 96 |

ԳԼՈՒԽ V

ԱՇԽԱՏԱՆՔ ԵՎ ՀՁՈՐՈՒԹՅՈՒՆ

| | |
|---|-----|
| §32. Մեխանիկական աշխատանք | 99 |
| §33. Հզորություն | 102 |
| §34. Պարզ մեխանիզմներ: Լծակ, լծակի կանոնը | 105 |
| §35. Լաբորատոր աշխատանք 7 <i>Լծակի հավասարակշռության պայմանի ուսումնասիրությունը</i> | 108 |
| §36. Ճախարակ: Թեք հարթություն | 109 |
| §37. Մեխանիզմի օգտակար գործողության գործակից | 112 |
| §38. Խնդիրների լուծում | 114 |
| §39. Լաբորատոր աշխատանք 8 <i>Թեք հարթության ՕԳԳ-ի որոշումը</i> | 116 |

ԳԼՈՒԽ VI

ՃՆՇՈՒՄ: ՃՆՇՈՒՄՆ ԱՌՕՐՅԱ ԿՅԱՆՔՈՒՄ ԵՎ ՏԵԽՆԻԿԱՅՈՒՄ

| | |
|--|-----|
| | 118 |
| §40. Ծնշում, ճնշման ուժ | 118 |
| §41. Գազի ճնշումը | 121 |
| §42. Ծնշման հաղորդումը հեղուկներում և գազերում: Պասկալի օրենքը | 125 |
| §43. Հիդրոստատիկ ճնշում: Հեղուկի ճնշումը անոթի հատակին և պատերին | 128 |
| §44. Հաղորդակիչ անոթներ | 131 |
| §45. Ջրաբաշխական մամլիչ | 134 |
| §46. Խնդիրների լուծում | 137 |
| §47. Լաբորատոր աշխատանք 9 Անհայտ հեղուկի խտության որոշումը հաղորդակիչ անոթներում հեղուկի հավասարակշռության պայմանի կիրառմամբ | 139 |
| §48. Մթնոլորտային ճնշում, Տորիչելլի փորձը | 140 |
| §49. Մխուցավոր հեղուկային պոմպ | 146 |
| §50. Հեղուկի և գազի ազդեցությունը նրանց մեջ ընկղմված մարմինների վրա: Արքիմեդի օրենքը | 148 |
| §51. Լաբորատոր աշխատանք 10 Հեղուկի մեջ ընկղմված մարմինն արտամղող ուժի որոշումը | 152 |
| §52. Լաբորատոր աշխատանք 11 Անհայտ հեղուկի խտության որոշումը | 154 |
| §53. Մարմինների լողալու պայմանները | 155 |
| §54. Նավերի լողալը: Օդագնացություն | 158 |
| §55. Խնդիրների լուծում | 162 |
| Առարկայացանկ | 164 |
| Անվանացանկ | 164 |

ԳԱԳԻԿ ՄԵԼԻՔՅԱՆ
ՍՈՍ ՄԱԻԼՅԱՆ

ՖԻԶԻԿԱ 7

Հանրակրթական դպրոցի
7-րդ դասարանի դասագիրք

Ձևավորումը, էջադրումը, նկարները՝
Արթուր Հարությունյանի



ԷԴԻՏ ՊՐԻՆՏ
հրատարակչություն
ԵՐԵՎԱՆ, ԴԱԿԻԹ ՄԱԼՅԱՆ 43
Ֆեռ. +37410 520848
www.editprint.am
info@editprint.am