



ՂԱԶԱՐՅԱՆ ԵՂՈՒՄՈՂ
ԿԻՐԱԿՈՄՅԱՆ ԱԼԲԵՐՏ
ՄԵԼԻՔՅԱՆ ԳԱԳԻԿ
ԹՈՍՈՒՆՅԱՆ ՈՂՍՏՈՄ
ՄԱԻՆՅԱՆ ՄՈՍ

ՖԻԶԻԿԱ



ԷՐՈՒԱՐԴ ԴԱԶԱՐՅԱՆ
ԱԼԲԵՐՏ ԿԻՐԱԿՈՍՅԱՆ
ՉԱԳԻԿ ՄԵԼԻԷՅԱՆ
ՈՒՍՏՈՍ ԹՈՍՈՒՆՅԱՆ
ՍՈՍ ՄԱԻԼՅԱՆ

ՖԻԶԻԿԱ.7

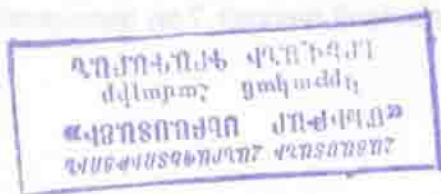
Հանրակրթական դպրոցի 7-րդ դասարանի դասագիրք



ԷՐԻԹ ՊՐԻՆՏ
ԵՐԵՎԱՆ 2007

Հաստատված է
ՀՀ կրթության և գիտության նախարարության կողմից

Խմբագրությանը՝
պրոֆ. Ա. Կիրակոսյանի և պրոֆ. Է. Ղազարյանի



ՀՏԴ 373.167.1:53(075)
ԳՍԴ 22.3 Կ72
Ֆ 524

Ֆ 524 Ֆիզիկա-7. Հանրակրթական դպրոցի 7-րդ դասարանի դասագիրք/ Է. Ղազարյան, Ա. Կիրակոսյան, Գ. Մելիքյան և ուրիշ. — Եր.: Էդիթ Պրինտ, 2007 — 196 էջ:

4306021200
Ֆ 789(01)2007 2007

ԳՍԴ 22.3 Կ72

ISBN 978-99941-61-68-3

© ԷԴԻԹ ՊՐԻՆՏ, 2007
© Է. Ղազարյան, Ա. Կիրակոսյան, Գ. Մելիքյան,
Ռ. Թոսունյան, Մ. Մախյան, 2007

ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՄԵԾՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ: ՊԱՐԶԱԳՈՒՅՆ ՉԱՓՈՒՄՆԵՐ

ՖԻԶԻԿԱՅԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՄԱՆ ԱՈԱՐԿԱՆ: ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐ

S1

Մարդն ապրում է բնության մեջ: Բնությունն այն է, ինչ շրջապատում է մարդուն՝ ջուրը, օդը, հողը, ծառերը, կենդանիները, աստղերը, մոլորակները: Մարդը ևս բնության մասն է:

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 անապոսը, փայլատակում է կայծակը: Անձրևից հետո հաճախ շողում է երփներանգ ծիածանը: Շարժվում են Արեգակը, Լուսինը, աստղերը, մարդիկ և կենդանիները, տեղափոխվում են փոխադրամիջոցները, աճում են ծառերը և ծաղիկները:

Բնության մեջ տեղի ունեցող փոփոխություններն անվանում են **բնության երևույթներ**: Վաղ ժամանակներից մարդը դիտել է իրեն շրջապատող աշխարհը, որից կախված էր նրա ողջ կյանքը, ցանկացել հասկանալ այնտեղ տեղի ունեցող երևույթները:

Ուսումնասիրելով դրանք՝ մարդը պարզել է, որ բնության մեջ ամեն մի փոփոխություն տեղի է ունենում օրինաչափորեն, այսինքն՝ գոյություն ունի երևույթի պատճառ, և ամեն մի պատճառի համապատասխանում է որոշակի հետևանք:

Արեգակը ջերմացնում է Երկիրը, սակայն նաև չորացնող երաշտի պատճառ է դառնում: Անձրևը կենարար խոնավություն է բերում դաշտերին, սակայն առաջացնում է նաև ջրհեղեղներ: Անհաշիվ դժբախտություններ են պատճառում նաև փոթորիկներն ու երկրաշարժերը: Չիմանալով դրանց առաջացման պատճառները՝ մարդիկ մեծ վնասներ էին կրում: Բայց աստիճանաբար նրանք սկսեցին հասկանալ

բնության երևույթների իրական պատճառները, կանխատեսել դրանց հետևանքները և այդ գիտելիքներն օգտագործել իրենց առօրյա կյանքում:

Բացատրել բնության երևույթները փորձել են դեռևս Հին Չինաստանի, Հին Հնդկաստանի և Հին Հունաստանի գիտնականները: Հին աշխարհի մեծագույն մտածող, հույն գիտնական Արիստոտելը (մ.թ.ա. IV դար) գրեց «Ֆիզիկա» գիրքը («Ֆիզիկա» բառն առաջացել է հունարեն «*ֆյուզիս*»՝ բնություն բառից): Այդ գրքում նա հավաքեց այն ամենը, ինչ մարդկանց հայտնի էր բնության երևույթների մասին, և այդ տեղեկությունները լրացրեց բնության մասին իր հայացքներով ու սեփական դիտումների նկարագրություններով:

Հետագայում բնության երևույթների մասին մարդկանց գիտելիքներն այնքան ընդարձակվեցին ու խորացան, որ ֆիզիկայից աստիճանաբար առանձնացան և որպես ինքնուրույն գիտություններ ձևավորվեցին **աստղագիտությունը**՝ գիտություն տիեզերքի մասին, **երկրաբանությունը**՝ գիտություն Երկրի ընդերքի մասին, **օդերևութաբանությունը**՝ գիտություն Երկրի մթնոլորտի մասին, **կենսաբանությունը**՝ գիտություն կենդանի օրգանիզմների մասին, **քիմիան**՝ գիտություն նյութերի փոխակերպումների մասին և ուրիշ շատ գիտություններ:

Ֆիզիկան ուսումնասիրում է մեխանիկական, ջերմային, էլեկտրական, մագնիսական, լուսային երևույթները, որոնք կոչվում են **ֆիզիկական երևույթներ**: Ֆիզիկական երևույթներ տեղի են ունենում և՛ տիեզերքում, և՛ Երկրի ընդերքում, և՛ կենդանի օրգանիզմներում, և՛ մթնոլորտում, այլ կերպ ասած՝ ամենուր:

Ավտոմեքենայի շարժվելը, քարի ընկնելը, ջրի սառչելը, սառույցի հալվելը, ջրի գոլորշիանալը, կայծակը, որոտը ֆիզիկական երևույթների օրինակներ են:

Ուսումնասիրելով ամենապարզ երևույթները՝ ֆիզիկոսները կարողանում են ստանալ բնության երևույթները նկարագրող առավել ընդհանուր օրենքները: Առանց այդ օրենքներն իմանալու և դեռևս չհայտնաբերված երևույթների կանխատեսումների համար դրանք կիրառելու, մարդը չէր կարող ապահովել իր անվտանգ գոյությունը:

Մեզ շրջապատող յուրաքանչյուր առարկա ընդունված է անվանել **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, բույսեր, կենդանիներ և այլն, գիտության մեջ անվանում են **մատերիա**: Նյութը մատերիայի տեսակներից է:

Մատերիայի այլ տեսակի օրինակներ են լույսը, ռադիոալիքները: Մեզ հայտնի է, որ ռադիոալիքներ իրականում գոյություն ունեն, չնայած մենք դրանք չենք տեսնում:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ի՞նչ է բնությունը:
2. Ի՞նչ է բնության երևույթը:
3. Ի՞նչ է նշանակում «ֆիզիկա» բառը:
4. Ի՞նչ է ուսումնասիրում ֆիզիկան:
5. Բերե՛ք ֆիզիկական երևույթների օրինակներ:
6. Թվարկե՛ք ֆիզիկական երևույթների տեսակները:
7. Ի՞նչ է ֆիզիկական մարմինը: Բերե՛ք օրինակներ:
8. Ի՞նչ է նյութը: Բերե՛ք օրինակներ:
9. Ի՞նչ է մատերիան:
10. Մատերիայի ի՞նչ տեսակներ գիտեք:

ՖԻԶԻԿՈՍՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ: ՀԱՅ ՖԻԶԻԿՈՍՆԵՐ

Բոլոր մեծ ֆիզիկոսները եղել են աշխատասեր, համբերատար և համառ: Ամենից առաջ նշենք, որ ֆիզիկոսները նաև շատ հետաքրքրասեր մարդիկ են: Նրանք հասուն «ինչուիկներ» են. նրանց հետաքրքրում է և՛ երևույթը, և՛ այն, թե ինչու և ինչպես է այդ երևույթը տեղի ունենում:

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

Բոլոր ժամանակներում էլ բնության ուսումնասիրությունը պահանջել է տարբեր երկրների և ժողովուրդների բոլոր գիտնականների համառ աշխատանքը: Նրանց գիտական

§2



Վնանիա
Շիրակացի
VII դ.



Վիկտոր
Համբարձումյան
(1908-1996)



Արրահամ
Ալիխանով
(1904-1970)



Արտեմ
Ալիխանյան
(1908-1978)

Ֆիզիկայի լաբորատորիա, կազմվել են դասագրքեր, այդ թվում՝ տեսական և փորձարարական ֆիզիկայի եռահատոր դասընթացը:

Հայաստանի առաջին Հանրապետության հռչակումից անմիջապես հետո հիմնադրվեց Երևանի պետական համալսարանը (1919 թ.), որը դարձավ գիտական կադրերի պատրաստման և գիտական հետազոտությունների հիմնական կենտրոն:

1943 թվականին հիմնադրվեց Հայաստանի գիտությունների ակադեմիան, իսկ նրա կազմում՝ Ֆիզիկայի գիտահետազոտական ինստիտուտը՝ Արտեմ Ալիխանյանի գլխավորությամբ: Վերջինս իր եղբոր՝ Արրահամ Ալիխանովի հետ տիեզերական ճառագայթների ֆիզիկայի բնագավառում հետազոտություններ կազմակերպելու նպատակով Լեհինգրադից (այժմ՝ Սանկտ-Պետերբուրգ) տեղափոխվել էր Երևան:

Երևանի պետական համալսարանում ստեղծվեց միջուկային ֆիզիկայի ամբիոն՝ Արրահամ Ալիխանովի ղեկավարությամբ, իսկ ավելի ուշ՝ Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտը՝ Արտեմ Ալիխանյանի գլխավորությամբ:

1946 թ. աշխարհահռչակ աստղաֆիզիկոս, ֆիզիկոս և մաթեմատիկոս Վիկտոր Համբարձումյանի նախաձեռնությամբ ու ղեկավարությամբ հիմնադրվեց Բյուրականի աստղադիտարանը, որը դարձավ աշխարհի լավագույն աստղադիտարաններից մեկը: Այս ամենը խթանեց Հայաստանում ֆիզիկայի բուռն զարգացումը XX դարի երկրորդ կեսին:

Շեղանկեր է իմանալ

■ ■ ■

1856 թվականին Վիեննայում լույս է տեսել Մխիթարյան միաբանության անդամ Բարսեղ Նուրիճանյանի «Փորձառական բնագիտություն կամ ֆիզիկա» (աշխարհաբար) 550 էջանոց աշխատությունը, որը հիմնականում նվիրված է ֆիզիկային և սեզանում առաջինն է որպես ֆիզիկայի դասագիրք:

■ ■ ■

XX դարի 20-ական թվականների վերջին «Բազմավեպ» հանդեսում առաջին անգամ հայերեն տպագրվել են Ալբերտ Այնշտայնի հոդվածներից երկուսը՝ հեղինակի համաձայնությամբ:

■ ■ ■

1903 թվականին Միերան Գասպարյանը Ֆիլադելֆիա քաղաքում հիմնադրել է ԱՄՆ-ի առաջին ռենտգենյան լաբորատորիան:

§ 3

ԻՆՉՊԵՍ ԵՆ ՌԻՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒՄ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐԸ

Ֆիզիկական երևույթների ուսումնասիրման նպատակով օգտագործվում են տարբեր մեթոդներ: Ֆիզիկայում որոշ երևույթների ուսումնասիրման համար օգտագործվում են **դիտումները**: Շատ գիտելիքներ մարդիկ ձեռք են բերել դիտումների միջոցով:

Այսպես, օրինակ, սեզանից յուրաքանչյուրը նկատել է, որ հենարան կամ կախոց չունեցող մարմիններն ընկնում են, գետակի ջուրը խոխոջում է, սառույցը սենյակում հալվում է, մազնիսը 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:

Սակայն դիտումները միշտ չէ, որ բավարարում են գիտնականներին մանրագին ուսումնասիրությունների համար: Երևույթները հաճախ կարճատև են (օրինակ՝ կայծակը) կամ դրանք ոչ միշտ և ոչ ամենուրեք կարելի է դիտել (օրինակ՝ բևեռափայլերը, խավարումները), ուստի ֆիզիկայում շատ երևույթների ուսումնասիրման համար դրվում են հատուկ

փորձեր, կատարվում են փորձարարական հետազոտություններ: Օրինակ՝ կայծակի շատ հատկությունների ուսումնասիրման համար կարելի է այն վերարտադրել դպրոցական էլեկտրաձիգ մեքենայի միջոցով:

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

Ըստ ավանդազրույցի՝ իտալացի նշանավոր ֆիզիկոս Գալիլեյը մարմինների անկումն ուսումնասիրելու համար իր հայրենի Պիզա քաղաքի թեք, բարձր աշտարակից գանազան զնդեր էր բաց թողնում (ճկ. 1): Դիտելով դրանց անկումն ու միաժամանակ անհրաժեշտ չափումներ կատարելով՝ նա հայտնաբերեց մարմինների անկման օրենքները:

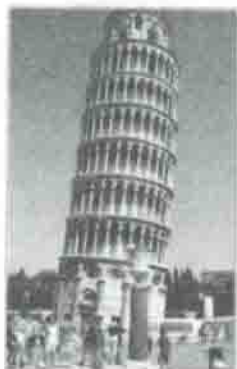
Անգլիացի նշանավոր ֆիզիկոս Մայքլ Ֆարադեյը, օգտվելով մագնիսի հատկություններից, տասը տարվա լարված փորձերի արդյունքում կարողացավ մագնիսի միջոցով ստանալ էլեկտրական հոսանք: Ներկայումս էլեկտրաէներգիայի արտադրության մեջ հիմնականում օգտագործվում է Ֆարադեյի հայտնագործած երևույթը:

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

Դիտումներն ու փորձերը ֆիզիկական գիտելիքների աղբյուր են: Դիտումներով և փորձերով ոչ թե ավարտվում, այլ սկսվում է ֆիզիկական երևույթի ուսումնասիրությունը:

Դիտումների ու փորձերի ընթացքում ձեռք բերված փաստերը պետք է բացատրել արդեն ունեցած գիտելիքների օգնությամբ: 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 կատարվում են նոր փորձեր:

Ընդհանրացնելով բնության երևույթների մասին դիտումների և փորձերի արդյունքում ստացած տվյալները՝ գիտնականները հայտնաբերում են **օրենքներ**, որոնք միմյանց են կապում բնության տարբեր երևույթներ, գտնում դրանց պատճառները:



Նկ 1
Պիզայի
աշտարակը

Շարքեր և առաջադրանքներ

1. Ի՞նչպե՞ս ենք գիտելիքներ ձեռք բերում բնության երևույթների մասին:
2. Ի՞նչ է փորձը, և ի՞նչո՞վ է այն տարբերվում դիտումից:
3. Ի՞նչու՞ են փորձի ժամանակ չափումներ կատարում:
4. Ի՞նչ է վարկածը:
5. Ի՞նչ է օրենքը
6. Նկարագրեք ձեզ ծանոթ որևէ ֆիզիկական երևույթի դիտման արդյունքները:

§ 4

ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՄԵԾՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ: ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՄԵԾՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՉԱՓՈՒՄԸ: ՉԱՓՄԱՆ ՍԽԱԼ

Առօրյա կյանքում հաճախ անհրաժեշտ է կատարել ամենաբազմազան չափումներ: Ինչ էլ որ պատրաստելու լինենք՝ փոքրիկ տուփ, գրքերի դարակ, որևէ մեքենայի մոդել և այլն, անպայման 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 անկումն ուսումնասիրելիս անհրաժեշտ է չափել անկման բարձրությունը, մարմնի զանգվածը, նրա արագությունը, անկման ժամանակը: Բարձրությունը (երկարությունը), զանգվածը, արագությունը, անկման ժամանակը ֆիզիկական մեծություններ են: Ֆիզիկական մեծությունը կարելի է չափել:

Չափել ֆիզիկական մեծությունը՝ նշանակում է այն համեմատել նույնատիպ մեծության հետ, որն ընդունված է որպես միավոր:

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

Յուրաքանչյուր ֆիզիկական մեծության չափման արդյունքում ստացվում է թիվ, որն ընդունված է անվանել տվյալ

Նկ. 2
Չափաքանոն



ֆիզիկական մեծության թվային արժեք: Ֆիզիկական մեծությունն այդ թվային արժեքն է՝ արտահայտված ընդունված միավորներով:

Աշխարհի գրեթե բոլոր երկրներն իրար հետ կապված են գիտական, մշակութային, առևտրական և այլ կապերով, և դրա համար էլ երկրների փոխադարձ համաձայնությամբ ստեղծվել է Միավորների միջազգային համակարգը (կրճատ՝ ՄՀ):

Միավորների ՄՀ-ի հիմնական միավորներից են՝

- երկարության միավորը՝ մետրը (1 մ),
- ժամանակի միավորը՝ վայրկյանը (1 վ),
- զանգվածի միավորը՝ կիլոգրամը (1 կգ):

Ինչպես հայտնի է մաթեմատիկայի դասընթացից, օգտագործվում են 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 երկարությունների չափման համար օգտագործվում է կիլոմետր (կմ) միավորը. $1 \text{ կմ} = 1000 \text{ մ}$, իսկ փոքր երկարությունների չափման համար՝ սանտիմետր միավորը. $1 \text{ սմ} = 0,01 \text{ մ}$, միլիմետրը. $1 \text{ մմ} = 0,001 \text{ մ}$, միկրոմետրը. $1 \text{ մկմ} = 0,000001 \text{ մ}$:

Ժամանակի չափման գործածական միավորներն են՝ րոպեն. $1 \text{ ր} = 60 \text{ վ}$, ժամը. $1 \text{ ժ} = 60 \text{ ր} = 3600 \text{ վ}$, միլիվայրկյանը. $1 \text{ մվ} = 0,001 \text{ վ}$, միկրովայրկյանը. $1 \text{ մկվ} = 0,000001 \text{ վ}$:

Ֆիզիկական մեծությունների չափման և փորձեր կատարելու համար անհրաժեշտ են զանազան ֆիզիկական սարքեր:

Պարզագույն չափիչ սարքեր են չափաքանոնը (նկ. 2), չափերիզը (նկ. 3), չափագլանը (նկ. 4): Կան ավելի բարդ չափիչ սարքեր՝ վայրկենաչափ (նկ. 5), սենյակային ջերմաչափ (նկ. 6. ա), բժշկական ջերմաչափ (նկ. 6. բ) և այլն:

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

Յուրաքանչյուր չափիչ սարք ունի **սանդղակ**:

Նայեք ձեզ լավ ծանոթ չափաքանոնին: Բաժանումների գծիկները և որոշ գծիկների մոտ գրված թվերը միասին ներկայացնում են քանոնի սանդղակը: Երկու հարևան գծիկների հեռավորությունը կոչվում է **սանդղակի բաժանման արժեք** (տվյալ դեպքում բաժանման արժեքը 1 մմ է):



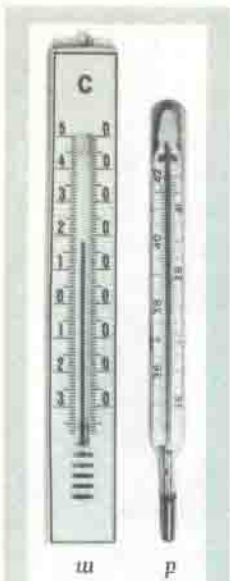
Նկ. 3
Չափերիզ



Նկ. 4
Չափագլան



Նկ. 5
Վայրկենաչափ



Նկ. 6
Սենյակային (ա)
և բժշկական (բ)
ջերմաչափներ



Նկ. 7
Չափագլանի
սանդղակի մի
հատված

Նկ. 8
Նույն մարմնի
երկարության
չափումը տարբեր
չափաքանոններով

Չափիչ սարքի սանդղակի ամենամեծ արժեքը կոչվում է սարքի **չափման սահման** (նկ. 2-ում պատկերված չափաքանոնի համար այն 15 սմ է):

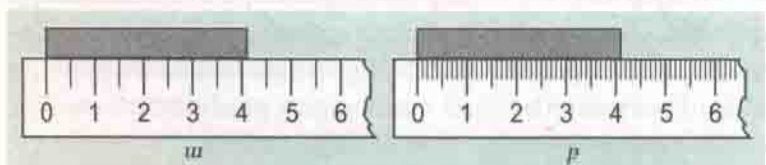
Չափիչ սարքի սանդղակի բաժանման արժեքը որոշելու համար անհրաժեշտ է գտնել սանդղակի մոտակա այն երկու գծիկները, որոնց կողքին մեծության թվային արժեքներ են գրված: Այնուհետև մեծ արժեքից հանել փոքրը և ստացված թիվը բաժանել դրանց միջև եղած բաժանումների թվին: Որպես օրինակ որոշենք նկ. 7-ում պատկերված չափագլանի սանդղակի բաժանման արժեքը: 100 սմ^3 և 150 սմ^3 գծիկների միջև սանդղակն ունի 10 բաժանում, հետևաբար յուրաքանչյուր բաժանման արժեքն է՝ $(150 \text{ սմ}^3 - 100 \text{ սմ}^3) / 10 = 5 \text{ սմ}^3$: Չափագլանում լցված հեղուկի ծավալը հավասար է՝ $100 \text{ սմ}^3 + 6 \times 5 \text{ սմ}^3 = 100 \text{ սմ}^3 + 30 \text{ սմ}^3 = 130 \text{ սմ}^3$:

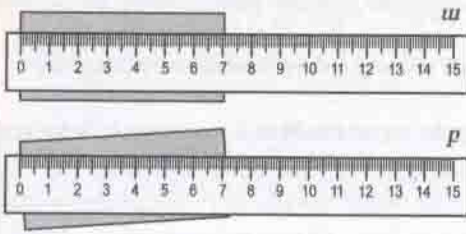
Այժմ առաջադրենք հետևյալ հարցը՝ հնարավո՞ր է արդյոք չափման միջոցով ստանալ ֆիզիկական մեծության ճշգրիտ արժեքը: Ինչի՞ց է կախված չափման ճշտությունը:

Նկ. 8-ում պատկերված է նույն մարմնի երկարության չափումը տարբեր չափաքանոններով: Առաջին չափաքանոնով մարմնի երկարությունը 4 սմ-ից մեծ է, 5 սմ-ից փոքր, սակայն ավելի մոտ է 4 սմ-ին (նկ. 8. ա), իսկ երկրորդ քանոնով մոտ 4,1 սմ է (նկ. 8. բ):

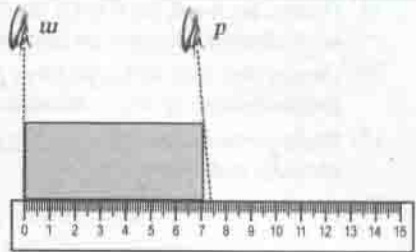
Առաջին քանոնի բաժանման արժեքը 0,5 սմ է, երկրորդինը՝ 0,1 սմ: Երկրորդ քանոնով չափման արդյունքն ավելի ճշգրիտ է: Եթե վերցնենք ավելի փոքր բաժանման արժեքով չափիչ սարք, ապա կստանանք էլ ավելի ճշգրիտ արդյունք:

Ֆիզիկական մեծությունը բացարձակ ճշտությամբ չափել հնարավոր չէ: **Չափման սխալը** կախված է բաժանման արժեքից, և այն ընդունված է համարել հավասար բաժանման արժեքի կեսին: Առաջին քանոնով չափելիս սխալը $0,5 \text{ սմ} : 2 = 0,25 \text{ սմ}$ է, իսկ մարմնի երկարությունը՝ $L = (4,0 \pm 0,25) \text{ սմ}$: Երկրորդ քանոնով չափելիս սխալը $0,1 \text{ սմ} : 2 = 0,05 \text{ սմ}$ է և նույն մարմնի երկարության համար ստացվում է՝ $L = (4,0 \pm 0,05) \text{ սմ}$:





Նկ. 9
Չափաքանոնի ճիշտ (ա) և սխալ (բ) դիրքերը



Նկ. 10
Աչքի ճիշտ (ա) և սխալ (բ) դիրքերը

Չափման սխալը կախված է նաև չափվող առարկայի վրա չափաքանոնը սխալ դիրքով դնելուց (նկ. 9), ինչպես նաև չափման արդյունքները դիտելիս աչքին ոչ ճիշտ դիրք տալուց (նկ. 10):

Ֆիզիկայում չափումները լինում են ուղղակի և անուղղակի: **Ուղղակի** են անվանում այն չափումը, որը կատարվում է անմիջականորեն չափիչ սարքի միջոցով, ինչպես, օրինակ, ջերմաստիճանի չափումը ջերմաչափով, զանգվածի չափումը լծակավոր կշեռքով և այլն: Իսկ **անուղղակի** են անվանում այն չափումը, երբ տվյալ մեծության արժեքը որոշվում է այլ մեծությունների ուղղակի չափման միջոցով, օրինակ, արագության որոշումը անցած ճանապարհի և ժամանակի չափմամբ, ուղղանկյունանիստի ծավալի որոշումը նրա երկարության, լայնության և բարձրության ուղղակի չափման միջոցով և այլն:

Շարքեր և առաջադրանքներ

1. Բերեք 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՞նչն են անվանում սանդղակի բաժանման արժեք:
6. Ո՞րն է սարքի չափման սահմանը:
7. Ի՞նչից է կախված չափման սխալը:
8. Ո՞րն է կոչվում ուղղակի և ո՞րը՝ անուղղակի չափում: Բերեք օրինակներ:
9. Շնորավո՞ր է արդյոք սանտիմետրական բաժանումներով ունեցող չափաքանոնով երկարություն չափել 1 սմ-ի ճշտությամբ:
10. Ի՞նչպե՞ս կարող եք միլիմետրական բաժանումներով քանոնով չափել ֆիզիկայի դասագրքի թերթի հաստությունը:

11. Որոշեք նկ. 4-ում, նկ. 5-ում և նկ. 6-ում պատկերված սարքերի սանդղակների բաժանման արժեքները և սարքերի ցուցմունքները:
12. Որոշեք ձեր տան սենյակային ու բժշկական ջերմաչափների բաժանման արժեքները և ցուցմունքները գրանցեք տետրում:
13. Տանը չափաժապավենով չափեք ձեր սենյակի լայնությունն ու երկարությունը և հաշվեք սենյակի մակերեսը:

§5

ԼԱՐՈՐԱՏՈՐ ԱՅԽԱՏԱՆԸ 1

Հեղուկի ծավալի չափումը չափանոթի միջոցով

Աշխատանքի նպատակը. սովորել չափանոթի միջոցով չափել հեղուկի ծավալը և անոթների տարողությունները:

Սարքեր և նյութեր. չափանոթ, ջրով լցված բաժակ, ոչ մեծ սրվակ և այլ անոթներ:

Ցույուններ՝ աշխատանքի վերաբերյալ.

1. Դիտեք չափանոթը, ուշադրություն դարձրեք դրա բաժանումներին և սանդղակի քվերին:
2. Հաշվեք քվերով նշված երկու հարևան գծիկների միջև բաժանումների քանակը:
3. Որոշեք չափանոթի սանդղակի բաժանման արժեքը: Դրա համար օգտվեք ձեզ հայտնի կանոնից՝

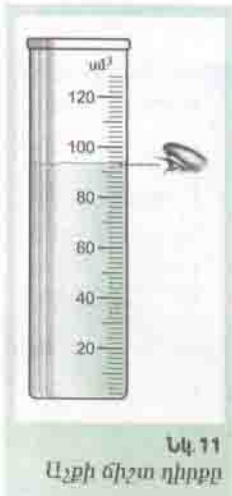
$$\text{բաժանման արժեքը} = \frac{\text{մեծ քիվ} - \text{փոքր քիվ}}{\text{բաժանումների քիվ}} = \dots \text{ սմ}^3 \text{ (մլ):}$$

$$\text{Հիշեք՝ } 1 \text{ Լ (լիտր)} = 1 \text{ դմ}^3 = 1000 \text{ սմ}^3, 1 \text{ մլ} = 1 \text{ սմ}^3:$$

4. Չափանոթի մեջ լցրեք ջուր, որոշեք և գրեք, թե որքան է լցված ջրի ծավալը և հետո դատարկեք:
5. Փոքր բաժակը լիքը լցրեք ջրով, այնուհետև ջուրը զգուշորեն լցրեք չափանոթի մեջ: Չափեք և նշեք լցված ջրի ծավալը, որն էլ կլինի բաժակի տարողությունը:
6. Նույն ձևով որոշեք սրվակի տարողությունը:
7. Չափումների արդյունքները գրանցեք աղյուսակում:

Փորձի համարը	Անոթի անվանումը	Հեղուկի ծավալը, սմ ³	Անոթի տարողությունը, սմ ³
1	Բաժակ		
2	Սրվակ		

Հեղուկի ծավալը հաշվելիս ուշադրություն դարձրեք աչքի ճիշտ դիրքին: Չափանոթի պատերի մոտ ջուրը փոքր-ինչ բարձրացած է: Աչքը պետք է ուղղել այն բաժանմանը, որը համընկնում է մակերևույթի հարթ մասին:



Նկ 11

Աչքի ճիշտ դիրքը

**ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԿԱՊԸ ՄՅՈՒՄ
ԲՆԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՇԵՏ:
ՖԻԶԻԿԱՆ ԵՎ ՏԵԼՆԻԿԱՆ**

Այն բոլոր գիտությունները, որոնք ուսումնասիրում են բնությունը և բնական երևույթները, կոչվում են **բնական գիտություններ**: Դրանք են՝ ֆիզիկան, աստղագիտությունը, քիմիան, կենսաբանությունը, աշխարհագրությունը, երկրաբանությունը, բժշկությունը և այլն: Այս բոլոր ոլորտներում էլ լայնորեն կիրառվում են ֆիզիկայի օրենքները: Այդ պատճառով էլ առաջ եկան նոր գիտություններ՝ **երկրաֆիզիկա, կենսաֆիզիկա, ֆիզիկական քիմիա, աստղաֆիզիկա** և այլն:

Փամանակակից բժշկությունը դժվար է պատկերացնել առանց չափման ֆիզիկական մեթոդների մեծ կիրառության ինչպես ախտորոշման, այնպես էլ բուժման բնագավառներում:

Ֆիզիկայի հայտնագործությունները հատկապես կարևոր նշանակություն ունեն տեխնիկայի համար:

Շոգեմեքենաները, ներքին այրման շարժիչները ստեղծվեցին մեխանիկական և ջերմային երևույթների մանրակրկիտ ուսումնասիրության շնորհիվ:

Էլեկտրական լուսավորությունը, էլեկտրաշարժիչները, հեռագիրը, հեռախոսը, ռադիոն, հեռուստացույցը և բազմազան այլ սարքեր ու սարքավորումներ էլեկտրական երևույթների ուսումնասիրության արդյունք են:

Գիտությունն ու տեխնիկան սերտորեն կապված են միմյանց հետ: Գիտության նորանոր հայտնագործություններին հետևում է տեխնիկայի հետագա զարգացումը, որն իր հերթին, նպաստում է գիտության նորանոր նվաճումներին:



Չինո Ռաուտո
(1736-1819)



Ջորջ Ստեֆենսոն
(1781-1848)



Բորիս Յակոբի
(1801-1874)



Առդուֆ Գիզել
(1858-1913)



Թոմաս Էդիսոն
(1847-1931)



Կոնստանտին
Ցիուկովսկի
(1857-1935)

Գիտության և տեխնիկայի զարգացման ժամանակակից մակարդակն աշխարհի բոլոր երկրների գիտնականների և գյուտարարների աշխատանքի արդյունքն է:

Նշենք մի քանի հանրահռչակ գիտնականների և գյուտարարների անուններ, որոնք մեծ ավանդ ունեն տեխնիկայի զարգացման գործում:

1784 թ. անգլիացի Ջ. Ուատտը ստեղծեց առաջին շոգեմեքենան, իսկ նրա հայրենակից Ջ. Ստեֆենսոնը 1816 թ. ստեղծեց առաջին կատարելագործված շոգեքարշը:

1834 թ. ռուս գիտնական Բ. Յակոբին ստեղծեց առաջին էլեկտրաշարժիչը: Բազմաթիվ գյուտերի հեղինակ է ամերիկացի Թոմաս Էդիսոնը: Նա է հայտնագործել ձայնի մեխանիկական գրանցման սարքը, կատարելագործել շիկացման լամպը, ստեղծել հզոր էլեկտրական զենքատորներ և շատ ուրիշ սարքավորումներ: Միայն ԱՄՆ-ում նա իր գյուտերի համար ստացել է 1098 արտոնագիր:

Գերմանացի գյուտարար Ռ. Գիզելը 1893 թ. ստեղծեց քառատակտ դիզելային շարժիչ: Ռուս գյուտարար Կ. Ցիուկովսկին, ուսումնասիրելով ռեակտիվ շարժման օրենքները, մշակեց թռչող սարքի՝ հրթիռի նախագիծ՝ Երկրից դեպի Արեգակնային համակարգի մյուս մոլորակները թռչելու համար:

Բազմաթիվ գյուտերի հեղինակ է հայ ճարտարագետ Հովհաննես Ադամյանը: Մեծ է նրա ավանդը հեռուստատեսության զարգացման գործում: Նա է գունավոր հեռուստատեսության և լուսահեռագրության գյուտարարը: 1925 թ. Հ. Ադամյանը Երևանի պետական համալսարանում ցուցադրել է, թե հեռուստատեսությամբ ինչպես են հաղորդվում գունավոր պատկերներ: Հ. Ադամյանի առաջարկած գունավոր հեռուստատեսությունն իրականություն դարձավ 1928 թ. Լոնդոնում: 1930 թ. նա իրականացրել է սև-սպիտակ պատկերների առաջին հաղորդումը Մոսկվայից Պետերբուրգ:

Երկրի և մյուս երկնային մարմինների ուսումնասիրման մեծ հնարավորություններ ստեղծեց տիեզերագնացությունը: 1957 թ. հոկտեմբերի 4-ին ԽՍՀՄ-ում արձակվեց Երկրի առաջին արհեստական արբանյակը: Իրականացավ մարդու դարավոր երազանքը՝ 1961 թ. ապրիլի 12-ին «Վոստոկ» տիեզերանավով ռուս տիեզերագնաց Յուրի Գագարինն իրականացրեց առաջին թռիչքը տիեզերքում: 1969 թ. ամերիկյան տիեզերագնացներ Նեյլ Արմստրոնգը և Էդվին Օլդրինը ոտք դրեցին Լուսնի վրա: Նրանք Երկիր բերեցին Լուսնի մակերևույթի լուսանկարը և լուսնահողի նմուշ:

1989 թ. մարտի 13-18-ը, որպես բժշկականսաքսանական հետազոտությունների մասնագետ, ամերիկյան «Դիսկավերի» տիեզերանավով թռիչք է կատարել հայազգի առաջին տիեզերագնաց, բժշկագիտության դոկտոր Ջենս Բաղյանը (ծն. 1952 թ.):

Տիեզերական հետազոտությունները չեն սահմանափակվում միայն Երկրի և նրա արբանյակ Լուսնի ուսումնասիրություններով: Արդեն արձակվել են միջմոլորակային ավտոմատ կայաններ դեպի Հրատ (Մարս), Արուսյակ (Վեներա) և Լուսնբազ (Յուպիտեր) մոլորակները: Քննարկվում է մոտ ապագայում դեպի Հրատ նաև տիեզերագնացների ուղևորության հնարավորությունը:

Հարցեր և առաջադրանքներ

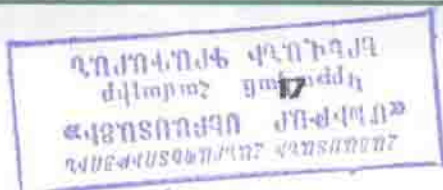
1. Ո՞ր գիտություններն են կոչվում բնական: Թվարկեք դրանցից մի քանիսը:
2. Ի՞նչ դեր է կատարում ֆիզիկան այդ գիտությունների զարգացման գործում:
3. Բերեք ձեզ ծանոթ տեխնիկական սարքերի օրինակներ:
4. Ի՞նչ դեր է կատարում ֆիզիկան տեխնիկայի զարգացման գործում:
5. Ինչպիսի՞ն է տեխնիկայի դերը ֆիզիկական ուսումնասիրություններում:

Շեռաքրքիր է իմանալ

Էդիսոնի կատակը

Էդիսոնի հյուրերը դժվարությամբ էին բացում նրա այգու դռնակը: Մի օր նրանցից մեկը հանդիմանում է Էդիսոնին՝ ասելով, որ նրա նման տաղանդավոր գյուտարարը կարող էր ավելի լավ դուռ պատրաստել:

— Դռնակը կատարյալ է, — պատասխանում է Էդիսոնը, — այն պարանով միացված է ջրհորի պոմպին, և ամեն ներս մտնող 20 լիտր ջուր է մղում դեպի ջրամբար:



ՄԱՐՄԻՆՆԵՐԻ ՇԱՐԺՈՒՄԸ ԵՎ ՓՈՒՆԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ

§ 7

ՄԵՆԱՆԻԿԱԿԱՆ ՇԱՐԺՈՒՄ: ՇԱՐԺՄԱՆ ՀԱՐԱԲԵՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

Չեզանհից ո՞վ չի տեսել, թե ինչպես են փողոցում շարժվում ավտոմեքենաները, մարդիկ, ինչպես է երկնքում սավառնում ինքնաթիռը, 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 պտտվում են Երկրի շուրջը: Շարժվում են աստղերն ու գալակտիկաները, նյութի փոքրագույն մասնիկները՝ ատոմներն ու մոլեկուլները: Այս բոլորը մեխանիկական շարժման օրինակներ են:

Իսկ ի՞նչ ենք հասկանում «մարմնի շարժում» ասելով: Չնայած առօրյա դիտումների շնորհիվ որոշակի պատկերացում ունենք մարմինների շարժումների մասին, այնուամենայնիվ այս հարցին հստակ պատասխանելն այնքան էլ հեշտ չէ: Դրանում 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 կարող է շարժվել շենքը, հուշարձանը, դրանք դադարի վիճակում են»:

Եթե փոքր-ինչ մտածենք, կտեսնենք, որ այդ պատասխանը ճիշտ չէ: Չէ՞ որ մեզ լավ հայտնի է, որ երկրագունդը պտտվում է Արեգակի շուրջը, հետևաբար դրա վրա գտնվող բոլոր

Նկ. 12
Շարժվող ավտոմեքենան փոխում է իր դիրքը ծառի և տների նկատմամբ



մարմինները, այդ թվում՝ նաև շենքերն ու հուշարձանները, նույնպես պտտվում են Արեգակի շուրջը: Նմանապես չենք կարող պնդել, որ թռչող ինքնաթիռում նստած ուղևորը շարժվում է, քանի որ նա, շարժվելով երկրագնդի նկատմամբ, դադարի վիճակում է ինքնաթիռի նկատմամբ: Այս օրինակները ցույց են տալիս, որ շարժման վերաբերյալ մեր առօրյա պատկերացումներն ամբողջական չեն և հաճախ կարող են խաբուսիկ լինել:

Նորից վերադառնանք մեր առօրյա դիտումներին և փորձենք պարզել, թե ի՞նչն է առավել բնորոշ շարժմանը, և սովորաբար ինչպե՞ս ենք որոշում՝ շարժվու՞մ է արդյոք այս կամ այն մարմինը, թե՞ ոչ:

Եթե հետևենք փողոցում շարժվող ավտոմեքենային, կնկատենք, որ այն ժամանակի ընթացքում անընդհատ փոխում է իր դիրքը շրջապատի շենքերի, ծառերի նկատմամբ (նկ.12): Երկնքում թռչող ինքնաթիռը փոխում է իր դիրքն ամպերի նկատմամբ (նկ.13):

Պատկերացրեք՝ նստած ենք նավահանգստից ուղևորության մեկնող նավի մի սենյակում, որի պատուհանը վարագույրով ծածկված է: Կարո՞ղ ենք հաստատաբար ասել՝ նավը սկսե՞լ է իր շարժումը, թե՞ ոչ: Հավանաբար՝ ոչ: Աշխատող շարժիչի ձայնը կամ նավի ճոճվելը չեն կարող մեզ օգնել այս հարցում, քանի որ շարժիչը կարող է աշխատել, իսկ նավը՝ ճոճվել ինչպես շարժման, այնպես էլ տեղում կանգնած վիճակում: Ուրեմն ի՞նչ անել: Պարզապես պետք է րացել վարագույրը և նայել ափի մարմիններին: Եթե ժամանակի ընթացքում նավի դիրքը փոխվում է դրանց նկատմամբ, ուրեմն նավը շարժվում է, իսկ եթե չի փոխվում, 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:

Մենք չենք կարող պնդել՝ շարժվու՞մ 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:



Նկ. 13
Թռչող ինքնաթիռը փոխում է իր դիրքը ամպի նկատմամբ

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:

Որպես հաշվարկման մարմին՝ կարելի է ընդունել ամեն մի մարմին, այսինքն՝ միևնույն շարժումը կարելի է դիտարկել տարբեր հաշվակման մարմինների նկատմամբ: Պատկերացրեք շարժվող գնացքում նստած ուղևորին: Ի՞նչ կարելի է ասել ուղևորի շարժման մասին: Նրա կողքին նստած ուղևորը կասի, որ նա անշարժ նստած է վագոնում և գնացքի նկատմամբ դադարի վիճակում է, իսկ կառավարչին կանգնած դիտողը կպնդի, որ նա շարժվում է գետնի նկատմամբ: Այդ դեպքում երկուսն էլ ճիշտ են: Առաջին դեպքում որպես հաշվարկման մարմին ընտրվում է գնացքը, իսկ երկրորդ դեպքում՝ գետինը: Այսպիսով՝ **շարժումը և դադարը հարաբերական են**, ամեն ինչ կախված է հաշվարկման մարմնի ընտրությունից:

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

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ի՞նչն են անվանում մեխանիկական շարժում:
2. Բերեք մեխանիկական շարժման օրինակներ:
3. Ո՞ր մարմինն են անվանում հաշվարկման մարմին:
4. Աղյուսակի ձախ սյունակում բերված են մեխանիկական շարժման օրինակներ: Փորձեք աչ սյունակում հիմնավորել բերված պնդումները:

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

5. Չարժվող գնացքի վագոնում սեղանի վրա դրված է գիրք: Ո՞ր մարմինների նկատմամբ է գիրքը՝ ա) շարժվում, բ) գտնվում դադարի վիճակում:
6. Ո՞վ է շարժվում՝ ընթացող ավտոբուսում նստած ուղևորը, թե՞ կանգառում կանգնած մարդը:
7. Բնագիտության դասընթացից ձեզ հայտնի է, որ Երկիրը պտտվում է Արեգակի շուրջը, մինչդեռ ամենօրյա մեր դիտումները ցույց են տալիս, որ, առավոտյան ծագելով, Արեգակը շարժվում է Երկրի շուրջը և մայր մտնում: Ո՞ր պնդումն է ճիշտ. Երկիրն է պտտվում Արեգակի շուրջը, թե՞ Արեգակը՝ Երկրի:

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

Վերցրեք տետրի թերթ և որոշ բարձրությունից այն բաց թողեք: Օրորվելով՝ թերթը գետնին կընկնի: Եթե այդ թերթը ճնշեք և նորից նույն բարձրությունից բաց թողնեք, այն կշարժվի ուղիղ գծով և ավելի շուտ կհասնի գետնին: Այս պարզ փորձը ցույց է տալիս, որ միևնույն պայմաններում շարժման բնույթը կախված է մարմնի ձևից և չափերից:

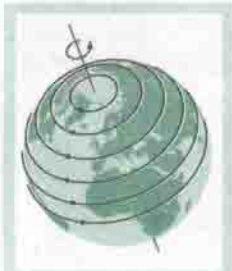
Մարմնի չափերը հաշվի առնելը կարևոր է նաև այն պատճառով, որ հաճախ նրա առանձին մասերն են կատարում տարբեր շարժումներ: Օրինակ՝ երբ դիտարկում ենք Երկրի պտույտն իր առանցքի շուրջը, նրա տարբեր կետեր մեկ օրվա ընթացքում գծում են տարբեր շառավիղներով շրջանագծեր (նկ. 14):

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 անգամ փոքր են մարդուց մինչև ինքնաթիռ հեռավորությունից: Կամ երբ ուզում ենք հաշվել, թե որքան ժամանակում է արհեստական արբանյակը պտտվում Երկրի շուրջը, մեզ արբանյակի չափերը 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:

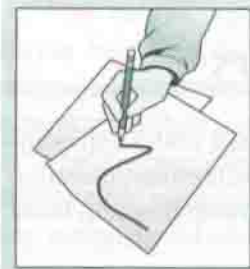
Սահմանման մեջ «*նյութական*» բառը շեշտում է նրա տարբերությունը երկրաչափական կետից: Նյութական կետը երկրաչափական կետից տարբերվում է նրանով, որ այն ֆիզիկական մարմին է՝ օժտված որոշակի հատկություններով, մինչդեռ երկրաչափական կետը զուրկ է դրանցից: Իրականում բնության մեջ նյութական կետ գոյություն չունի: Դա հասկացություն է, որը սահմանում ենք՝ պարզեցնելու համար մարմնի շարժման ուսումնասիրությունը:

Ուշադրություն դարձրեք նաև սահմանման մեջ մտնող «*տվյալ պայմաններում կարելի է անտեսել*» բառակապակ-



Նկ. 14
Երկրագնդի տարբեր կետեր մեկ օրվա ընթացքում գծում են տարբեր շրջանագծեր

Նկ. 15
Մատիտի ծայրի
շարժման
հետագիծը



Նկ. 16
Ինքնաթիռի
շարժման
հետագիծը



ցույթյանը: Վերջինս 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 նրա չափերը շատ անգամ փոքր են Երևան-Փարիզ հեռավորությունից: Մակայն ինքնաթիռի վերելքն ու վայրէջքը կան օդի դիմադրության դերն ուսումնասիրելիս ինքնաթիռի ձևն ու չափերն ունեն էական նշանակություն, և այդ դեպքերում այն չի կարելի համարել նյութական կետ:

Մեկ այլ օրինակ: Երբ հետազոտում ենք Արեգակի շուրջը մոլորակների պտտման օրինաչափությունները, մոլորակներն ու Արեգակը կարող ենք դիտարկել որպես նյութական կետեր, իսկ երբ ուսումնասիրում ենք մոլորակների և Արեգակի կառուցվածքը, ապա դրանք նյութական կետեր չենք կարող համարել:

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

Եթե մատիտի սուր ծայրը հպենք բղթին և շարժենք, ապա բղթի վրա կմնա մատիտի ծայրի շարժման տեսանելի հետքը (նկ. 15): Մեծ քարձրությամբ թռչող ինքնաթիռը նույնպես իր հետևից թողնում է տեսանելի հետք (նկ. 16): Նշված դեպքերում ասում են, որ դիտարկվող մարմինը շարժվում է որոշակի գծով, որն անվանում են մարմնի **շարժման հետագիծ**:

Քննարկած դեպքերում մարմնի հետագիծը տեսանելի է: Մակայն միշտ չէ, որ այդպես է:

Կախված շարժման տեսակից՝ հետագիծը կարող է լինել ուղիղ, բեկյալ, շրջանագիծ կամ կամայական տեսքի կոր գիծ: Եթե շարժման հետագիծն ուղիղ գիծ է (նկ. 17), շարժումը կոչվում է **ուղղագիծ**, իսկ եթե կոր գիծ է (նկ. 18), շարժումը կոչվում է **կորագիծ**:

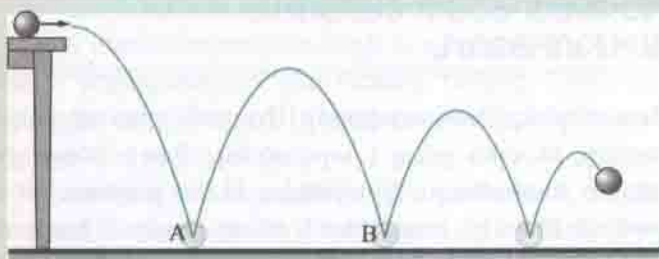
Տարբեր մարմինների շարժման հետագծերը միմյանցից կարող են տարբերվել ոչ միայն ձևով, այլև երկարությամբ:



Նկ. 17
Ավտոմեքենան
կատարում է
ուղղագիծ շարժում



Նկ. 18
Գնդակը
կատարում է
կորագիծ շարժում



Եկ. 19
Սեղանից ընկած
գնդակի շարժման
հետագիծը

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

Օրինակ՝ նկ. 19-ում պատկերված կոր գծի AB տեղամասի երկարությունը սեղանից ընկած գնդակի անցած ճանապարհն է՝ գետնի հետ առաջին և երկրորդ բախումների միջև ժամանակամիջոցում:

Ճանապարհն արտահայտվում է երկարության միավորներով: Միավորների միջազգային համակարգում (ՄՀ) որպես ճանապարհի միավոր ընդունված է մետրը (1 մ): Գործնականում օգտագործվում են նաև այլ միավորներ՝ կմ, դմ, սմ և այլն:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ի՞նչն են անվանում նյութական կետ:
2. Ո՞ր դեպքում մարմինը կարելի է համարել նյութական կետ, ո՞ր դեպքում՝ ոչ: Բերեք օրինակներ:
3. Շեռնյալ ո՞ր դեպքերում ուսումնասիրվող մարմինը կարելի է համարել նյութական կետ.
 - ա) չափազանց փոքրում են պողպատե գնդի ծավալը,
 - բ) դիտարկվում է Երկրի պտույտն իր առանցքի շուրջը,
 - դ) դիտարկվում է Լուսնի պտույտը Երկրի շուրջը,
 - ե) ինքնաթիռը վայրէջք է կատարում:
4. Կարելի՞ է երկրագունդը համարել նյութական կետ:
5. Ի՞նչն են անվանում շարժման հետագիծ:
6. Բերեք ուղղագիծ և կորագիծ շարժման օրինակներ:
7. Դիտեք սեղանի վրա գլորվող և գետնին ընկնող գնդակի շարժումը: Գծեք նրա շարժման հետագիծը:
8. Ի՞նչն են անվանում մարմնի անցած ճանապարհ:
9. Ինչո՞վ է տարբերվում հետագիծն անցած ճանապարհից:
10. Կիսանդրակն արդյոք երկու նյութական կետերը, եթե հայտնի է, որ դրանց հետագծերը հատվում են:
11. Չափեք ձեր քայլի միջին երկարությունը և, օգտվելով դրանից, որոշեք տնից մինչև մոտակա կանգառը ձեր անցած ճանապարհը:

ԸՆԿՈՒՄՆԵՐԻ ԿՐՈՒՄԻ ՄԱՍԻՆ ԿԱՐՑՈՒՄ:

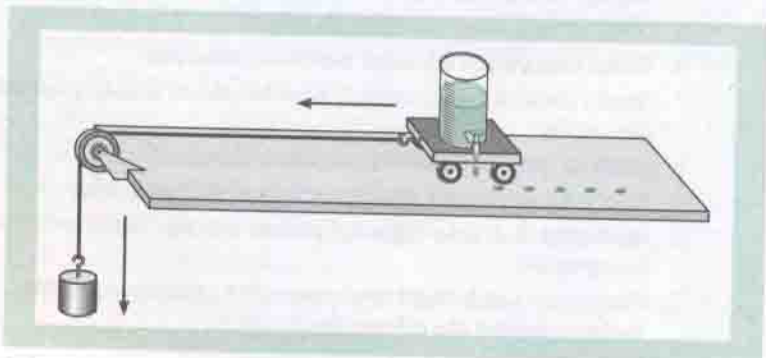
Կատարենք հետևյալ փորձը: Մայլակի վրա տեղադրենք կաթոցիկը, ինչպես ցույց է տրված նկ. 20-ում: Կաթոցիկի հավասար ժամանակամիջոցներից հետո ընկնում են գունավորված հեղուկի կաթիլներ և հետք թողնում հարթակին ամրացված թղթի վրա: Մայլակը շարժվում է թելից կախված բեռի ազդեցությամբ:

Թելից կախելով տարբեր բեռներ՝ կտեսնենք, որ որոշակի բեռի դեպքում շարժվող կաթոցիկի թողած հետքերի հեռավորություններն իրար հավասար են (նկ. 20), այսինքն՝ սայլակը հավասար ժամանակամիջոցներում անցնում է հավասար ճանապարհներ: Այժմ կաթոցիկի փականը պտտենք այնպես, որ կաթիլներն ավելի հաճախ ընկնեն: Փորձը ցույց է տալիս, որ այս դեպքում ևս կաթիլների հետքերի հեռավորություններն իրարից հավասար են, սակայն ավելի փոքր են: Նշանակում է՝ ավելի փոքր հավասար ժամանակամիջոցներում սայլակը նույնպես անցնում է հավասար ճանապարհներ: Փորձում փոփոխելով դիտարկվող ժամանակամիջոցները՝ կհամոզվենք, որ սայլակը 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, դա դեռևս չի նշանակում, որ այն շարժվում է հավասարաչափ: Շարժման հավասարաչափ լինելու համար

Նկ. 20
Որոշակի բեռի դեպքում կաթոցիկի թողած հետքերը հավասարահեռ են



անհրաժեշտ է, որ այս պայմանը տեղի ունենա կամայական հավասար ժամանակամիջոցների համար, այսինքն՝ 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:

Հավասարաչափ շարժման կարևոր բնութագիր է արագություն կոչվող ֆիզիկական մեծությունը, որին դուք 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 հեռավորությունն առաջին մարմինն ավելի արագ ժամանակամիջոցում է անցնում, քան երկրորդը, ապա ասում են, որ առաջին մարմինն ավելի արագ է շարժվում: Ծարժման այս հատկությունը քանակապես բնութագրվում է 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՝

$$\text{Արագություն} = \frac{\text{Ճանապարհ}}{\text{Ժամանակամիջոց}}$$

Եթե ժամանակամիջոցը նշանակենք t տառով, անցած ճանապարհը՝ s , իսկ արագությունը՝ v , կունենանք արագության բանաձևը՝

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

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

Գործնականում հաճախ օգտագործում են նաև արագության այլ միավորներ: Եթե ճանապարհին արտահայտենք կիրժներով, իսկ ժամանակը՝ ժամերով, ապա արագության միավորը կլինի 1 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՝

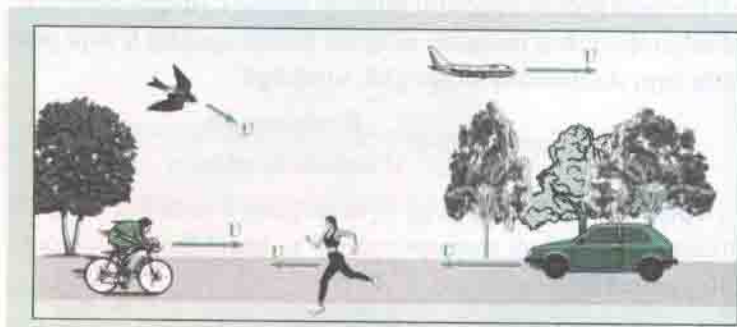
$$54 \frac{\text{կմ}}{\text{ժ}} = 54 \cdot \frac{1000\text{մ}}{3600\text{վ}} = 15 \frac{\text{մ}}{\text{վ}}:$$

Հավասարաչափ շարժվող մարմնի արագության թվային արժեքը չի փոխվում: Եթե, օրինակ, մարդու հավասարաչափ շարժման արագությունը 4 կմ/ժ է, ապա այն այդպիսին է մնում ամբողջ շարժման ընթացքում:

Միևնույն արագությամբ մարմինը կարող է շարժվել տարբեր ուղղություններով: Օրինակ՝ ուղղագիծ շարժման ժամանակ մարմինն ուղիղ գծով կարող է շարժվել դեպի աջ կամ ձախ, դեպի վերև կամ ներքև: Հետևաբար շարժման ուղղությունը նույնպես բնութագրում է շարժումը: Շարժման ուղղությունը նշելու համար արագությանը վերագրվում է ուղղություն, որը նշվում է սլաքով:

Նկ. 21-ում պատկերված սլաքները ցույց են տալիս տարբեր մարմինների արագությունների ուղղությունները: Այն մեծությունները, որոնք բացի թվային արժեքից ունեն նաև ուղղություն, կոչվում են **վեկտորական մեծություններ**

Նկ. 21
Սլաքներով
նշված են
մարմինների
արագությունների
ուղղությունները



կամ պարզապես **վեկտորներ**: Արագությունը վեկտորական մեծություն է, այսինքն՝ այն ոչ միայն ցույց է տալիս, թե ինչ արագությամբ է փոխվում մարմնի դիրքը հաշվական մարմնի նկատմամբ, այլև՝ ինչ ուղղությամբ է շարժվում այն: Հետագայում կժամոթանանք այլ վեկտորական մեծությունների ևս:

Ֆիզիկայում օգտագործվում են նաև մեծություններ, որոնք չունեն ուղղություն և բնութագրվում են միայն թվային արժեքով: Դրանք կոչվում են **սկալյար մեծություններ** կամ պարզապես **սկալյարներ**: Սկալյար մեծություններ են, օրինակ, ծավալը, ջերմաստիճանը, ճանապարհը և այլն:

Մեր շրջապատում հանդիպող տարբեր մարմինների արագությունների մասին պատկերացում կազմելու համար ծանոթացեք աղյուսակ 1-ում բերված տվյալներին:

Աղյուսակ 1

Շարժվող մարմին	Շարժման արագությունը (մ/վ)
Խիսունջ	0,0014
Կրիա	0,05-0,15
Ճանճ	5
Մարդը՝ քայլելիս	1,3
Շնամուկ	8,3
Նապաստակ	16,7
Հեպարդ	31
Ռեակտիվ ինքնարիտ	200
Լուսինը՝ Երկրի շուրջը պտտվելիս	1 000
Երկրի արեևատական արբանյակ	8 000
Երկիրը՝ Արեգակի շուրջը պտտվելիս	30 000

Բնության մեջ հանդիպող ամենամեծ արագությունը լույսի տարածման արագությունն է դատարկ տարածության մեջ (վակուումում): Այն ընդունված է նշանակել c տառով (լատիներեն «*ցիտիուս*»՝ արագ բառից): Վակուումում լույսը 1 վայրկյանում անցնում է 300 000 կմ: Ֆիզիկայում տարբեր մարմինների արագությունների մասին պատկերացում կազմելու համար դրանք հաճախ համեմատում են լույսի արագության հետ: $\beta = \frac{v}{c}$ մեծությունը ցույց է տալիս, թե տվյալ արագությունը լույսի արագության որ մասն է:

Առօրյա կյանքում հանդիպող արագությունները շատ անգամ փոքր են լույսի արագությունից, հետևաբար դրանց համար β -ն մեկից շատ փոքր մեծություն է: Նույնիսկ

2000 մ/վ արագությամբ շարժվող գերձայնային ինքնաթիռի համար $\beta = 0,000006$: Դրա հետ մեկտեղ ներկայումս ֆիզիկոսներին հաջողվում է նյութի փոքրագույն մասնիկներին էլեկտրոններին հաղորդել լույսի արագությանը մոտ արագություններ (այդ դեպքում β -ի արժեքը մոտ է մեկի):

Եթե հայտնի է հավասարաչափ շարժվող մարմնի արագությունը, ապա կարող ենք հաշվել նրա անցած ճանապարհը որևէ ժամանակամիջոցում: Արագության բանաձևից հետևվում է, որ

$$s = vt:$$

Այսպիսով՝ հավասարաչափ շարժման դեպքում մարմնի անցած ճանապարհը որոշելու համար 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:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր շարժումն են անվանում հավասարաչափ:
2. Կարելի՞ է արդյոք հավասարաչափ համարել. ա) ժամացույցի սլաքի ծայրակետի շարժումը, բ) թելից կախված զնդիկի տատանողական շարժումը, գ) ջրի շարժումը գետում, որի հունը մեկ լայնանում է, մեկ՝ նեղանում, դ) մետրոյի շարժասանդուղքի շարժումը:
3. Ո՞ր մեծությունն է կոչվում հավասարաչափ շարժման արագություն:
4. Ի՞նչ միավորներով է չափվում արագությունը:
5. Ինչպե՞ս որոշել հավասարաչափ շարժվող մարմնի անցած ճանապարհը, եթե հայտնի են արագությունն ու շարժման ժամանակը:
6. Ինչպե՞ս որոշել հավասարաչափ շարժման ժամանակը, եթե հայտնի են մարմնի արագությունն ու անցած ճանապարհը:
7. Ո՞ր արագությունն է մեծ՝ 1 կմ/ժ-ն, թե՞ 1 մ/վ-ն, 20 սմ/վ-ն, թե՞ 2 մ/վ-ն, 54 կմ/ժ-ն, թե՞ 15 մ/վ-ն:
8. Ի՞նչ է վեկտորը. ի՞նչ է սկալյարը:
9. Ստորև թերված արագություններն արտահայտեք մ/վ-ով.

1 կմ/վ =	մ/վ,	54 կմ/ժ =	մ/վ,
36 կմ/ժ =	մ/վ,	8 կմ/ժ =	մ/վ:

10. Ինչպե՞ս կարելի է որոշել, թե ինչ արագությամբ են աճում ձեր գլխի մազերը: Փորձեք հաշվել այդ արագությունը:
11. Ընտրեք առվի կամ գետի հորիզոնական հարթ տեղամաս և չափեք ջրի արագությունը՝ օգտագործելով խցան կամ որևէ թեթև առարկա, մետր, վայրկենացույց սլաք ու մեջղո ժամացույց:
12. Պարզե՞ք կարո՞ղ է արդյոք հետիոտնը կես ժամում հասնել նկարում պատկերված բնակավայրը, եթե նա ճանապարհային նշանից սկսի շարժվել 1,5 մ/վ արագությամբ:



ՀԱՎԱՍԱՐԱԶԱՓ ԶԱՐԺՄԱՆ ԳՐԱՖԻԿԱԿԱՆ ՊԱՏԿԵՐՈՒՄԸ

§ 10

Տեսանք, որ հավասարաչափ շարժման դեպքում մարմնի անցած ճանապարհի կախումը ժամանակից տրվում է $s = vt$ բանաձևով: Այդ մեծությունների կախումը կարելի է ներկայացնել նաև աղյուսակի տեսքով: Ենթադրենք՝ մարմնի շարժման արագությունը 10 մ/վ է: Այդ դեպքում կունենանք՝ $s = 10t$: Ժամանակի տարբեր արժեքների համար հաշվելով անցած ճանապարհը՝ կազմենք հետևյալ աղյուսակը.

Աղյուսակ 2

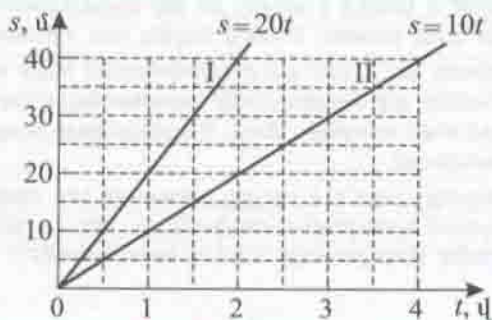
Շարժման ժամանակը, վ	0	1	2	3	4
Մարմնի անցած ճանապարհը, մ	0	10	20	30	40

Աղյուսակ 2-ից երևում է, որ քանի անգամ մեծացնում ենք ժամանակը, նույնքան անգամ մեծանում է անցած ճանապարհը: Մաթեմատիկայում երկու մեծությունների այդպիսի կապը կոչվում է ուղիղ համեմատական կախում: Հետևաբար հավասարաչափ շարժման դեպքում մարմնի անցած ճանապարհն ուղիղ համեմատական է ժամանակին: Այս օրինակաչափությունը թույլ է տալիս հավասարաչափ շարժումը սահմանել նաև հետևյալ կերպ:

Այն շարժումը, որի դեպքում մարմնի անցած ճանապարհը ուղիղ համեմատական է շարժման ժամանակին, կոչվում է հավասարաչափ:

Մի մեծության կախումը մյուսից կարելի է ներկայացնել ոչ միայն բանաձևի կամ աղյուսակի տեսքով, այլ նաև գրաֆիկորեն: Դիտարկվող դեպքի համար կառույցենք մարմնի անցած ճանապարհի կախումը ժամանակից արտահայտող

Նկ. 22
Ճանապարհի
կախումը
ժամանակից
պատկերող
գրաֆիկը

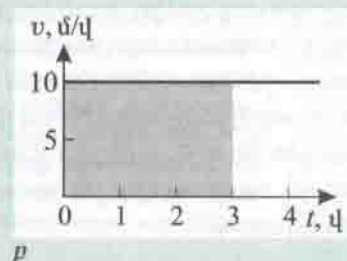
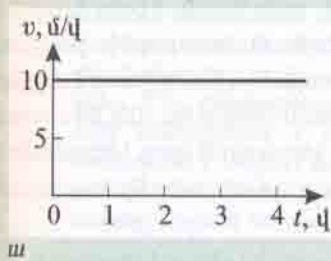


գրաֆիկը: Դրա համար ընտրենք ուղղանկյուն կոորդինատային համակարգ (նկ. 22): Հորիզոնական (արսյիսների) առանցքի վրա որոշակի մասշտաբով տեղադրենք ժամանակի արժեքները, իսկ ուղղահիգ (օրդինատների) առանցքի վրա՝ ճանապարհի արժեքները: Աղյուսակ 2-ի տվյալներով կառույցելով գրաֆիկը՝ կտեսնենք, որ այն ուղիղ գիծ է: Այսպիսով՝ **հավասարաչափ շարժման ճանապարհի գրաֆիկն ուղիղ գիծ է:**

Եթե այդ նույն առանցքների վրա կառույցենք ճանապարհի գրաֆիկը մեկ այլ, օրինակ՝ $v = 20$ մ/վ արագության դեպքում (նկ. 22), կտեսնենք, որ այն ավելի կտրուկ է վեր բարձրանում և ժամանակի առանցքի հետ ավելի մեծ անկյուն է կազմում: Որքան մեծ է հավասարաչափ շարժման արագությունը, այնքան ավելի կտրուկ է վեր բարձրանում նրա գրաֆիկը:

Շարժման գրաֆիկական պատկերումը ոչ միայն ակնառու է, այլև հնարավորություն է տալիս մանրամասն տեղեկություններ ստանալ շարժման մասին: Գնապարհի գրաֆիկի օգնությամբ կարող ենք նաև լուծել մի շարք խնդիրներ: Օրինակ՝ ի՞նչ ճանապարհ կանցնի 10 մ/վ արագությամբ շարժվող մարմինը 3,5 վ-ում, կամ որքա՞ն ժամանակում այդ մարմինը կանցնի 25 մ ճանապարհի և այլն: Նկ. 22-ում պատկերված II գրաֆիկից հեշտ է որոշել, որ ժամանակի 3,5 վ-ին համապատասխանում է ճանապարհի 35 մ արժեքը, հետևաբար նշված ժամանակում մարմինն անցնում է 35 մ ճանապարհ: Նմանապես որոշում ենք, որ մարմինը 25 մ ճանապարհն անցնում է 2,5 վ-ում:

Այժմ կառույցենք հավասարաչափ շարժման արագության կախումը ժամանակից արտահայտող գրաֆիկը: Զանի որ մարմնի արագությունը հաստատուն մեծություն է, ապա



Նկ. 23
 ա) արագության կախումը ժամանակի պատկերող գրաֆիկը.
 բ) մարմնի անցած ճանապարհը թվապես հավասար է ներկված ուղղանկյան մակերեսին

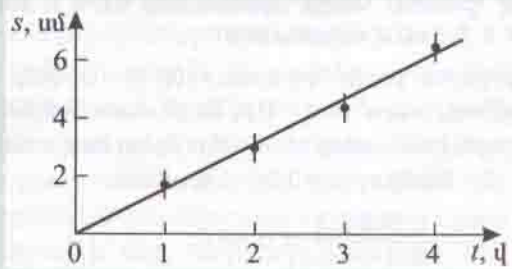
նրա գրաֆիկը ժամանակի առանցքին զուգահեռ ուղիղ գիծ է: Նկ. 23. ա-ում պատկերված է այդ գրաֆիկը $v = 10$ մ/վ արագությամբ շարժվող մարմնի համար:

Արագության գրաֆիկի օգնությամբ կարելի է որոշել մարմնի անցած ճանապարհը կամայական ժամանակամիջոցում:

Նկ. 23. բ-ում ներկված ուղղանկյան կողմերից մեկը թվապես հավասար է ժամանակին ($t = 3$ վ), իսկ մյուսը՝ արագությանը ($v = 10$ մ/վ): Ուղղանկյան մակերեսը թվապես հավասար է այդ կողմերի արտադրյալին, որը միաժամանակ մարմնի անցած ճանապարհն է՝ $s = vt = 30$ մ:

Այսպիսով՝ *հավասարաչափ շարժման ժամանակ մարմնի անցած ճանապարհը թվապես հավասար է արագության գրաֆիկով սահմանափակված ուղղանկյան մակերեսին:*

Մովորաբար փորձարար ֆիզիկոսները նման գրաֆիկներ կառուցում են՝ ելնելով փորձի տվյալներից: Օրինակ՝ մարմնի անցած ճանապարհի կախումը ժամանակից արտահայտող գրաֆիկը կառուցելու համար պետք է ժամանակի տարբեր պահերին չափել մարմնի անցած ճանապարհները և կառուցել համապատասխան գրաֆիկը: Մակայն չափման ժամանակ միշտ թույլ են տրվում սխալներ (տես՝ գլ. I, § 4), ուստի գրաֆիկի վրա չափման արդյունքը նշվում է ոչ թե կե-



Նկ. 24
 Փորձարարական տվյալների հիման վրա կառուցված գրաֆիկ

տով, այլ ուղղաձիգ հատվածով, որի միջնակետը համընկնում է չափման արդյունքին: Եթե ճանապարհի չափման սխալը, օրինակ, 0,5սմ է, ապա ուղղաձիգ հատվածի ծայրերը հատվածի կենտրոնից 0,5սմ վերև և ներքև են (նկ. 24): Գրաֆիկը գծելիս այն պետք է անցնի յուրաքանչյուր հատվածով, սակայն պարտադիր չէ, որ անպայման անցնի հատված միջնակետով:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ինչպե՞ս է կախված հավասարաչափ շարժում կատարող մարմնի անցած ճանապարհը ժամանակից:
2. Ի՞նչ տեսք ունի հավասարաչափ շարժման ճանապարհի գրաֆիկը:
3. Կառուցեք 40 կմ/ժ արագությամբ հավասարաչափ շարժվող մարմնի անցած ճանապարհի կախումը ժամանակից արտահայտող գրաֆիկը:
4. Կառուցեք 10 սմ/վ արագությամբ հավասարաչափ շարժվող մարմնի արագության կախումը ժամանակից արտահայտող գրաֆիկը:

Խնդիրների լուծման օրինակներ

1. Հավասարաչափ շարժվող տրակտորն առաջին 5րոպեում անցավ 600 մ ճանապարհ: Ինչքա՞ն ճանապարհ կանցնի այն 0,5 ժամում՝ շարժվելով նույն արագությամբ:

$$\begin{aligned} t_1 &= 5 \text{ ր} \\ s_1 &= 600 \text{ մ} \\ t_2 &= 0,5 \text{ ժ} \\ s_2 &=? \end{aligned}$$

Լուծում: t_1 ժամանակամիջոցում տրակտորի անցած ճանապարհը՝ $s_1 = v t_1$, որտեղ v -ն տրակտորի արագությունն է: Այստեղից՝ $v = s_1 / t_1$; t_2 ժամանակամիջոցում տրակտորի անցած ճանապարհը՝ $s_2 = v t_2$: Այս հավասարման մեջ տեղադրելով v -ի արտահայտությունը, կստանանք՝ $s_2 = s_1 t_2 / t_1$: Թվալին արժեքները տեղադրելուց առաջ անհրաժեշտ է t_1 և t_2 մեծություններն արտահայտել ժամանակի միևնույն միավորներով, օրինակ, րոպեներով.

$$t_2 = 0,5 \text{ ժ} = 30 \text{ ր: Այսպիսով՝}$$

$$s_2 = \frac{600 \text{ մ} \cdot 30 \text{ ր}}{5 \text{ ր}} = 3600 \text{ մ:}$$

Պատասխան՝ 3600 մ:

2. Պայեցումների ժամանակ օգտագործում են ոչ մեծ արագությամբ այրվող բիկֆորդյան քուղ: Ի՞նչ երկարությամբ քուղ պետք է վերցնել, որպեսզի հնարավոր լինի, մինչև դրա լրիվ այրվելը, 300 մ վազելով հեռանալ: Վազքի արագությունը 5 մ/վ է, իսկ բիկֆորդյան քուղով բոցը տարածվում է 0,8 սմ/վ արագությամբ:

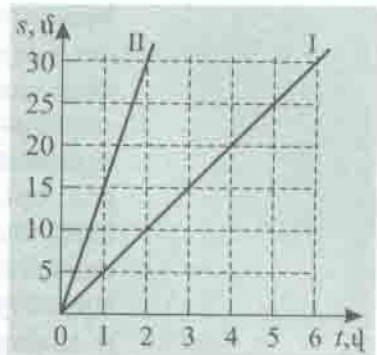
$$\begin{aligned} s &= 300 \text{ մ} \\ v_1 &= 5 \text{ մ/վ} \\ v_2 &= 0,8 \text{ սմ/վ} \\ l &=? \end{aligned}$$

Լուծում: Եթե բիկֆորդյան քուղի երկարությունը նշանակենք l -ով, նրա այրման ժամանակը՝ t -ով, ապա՝ $l = v_1 t$: Այդ նույն ժամանակում վազորդն անցնում է s ճանապարհ, հետևաբար՝ $s = v_1 t$: Այս երկու հավասարումներից ստանում ենք՝ $l = s v_2 / v_1$: Քանի որ $v_2 = 0,008$ մ/վ, ապա՝

$$l = \frac{300 \text{ մ} \cdot 0,008 \text{ մ/վ}}{5 \text{ մ/վ}} = 0,48 \text{ մ:}$$

Պատասխան՝ 0,48 մ:

3. Նկարում պատկերված են հավասարաչափ շարժում կատարող երկու մարմինների անցած ճանապարհների՝ ժամանակից կախումն արտահայտող գրաֆիկները: Ի՞նչ միավորներով է չափված ժամանակը: Ի՞նչ ճանապարհ է անցել I մարմինը 4 վայրկյանում: Որքա՞ն ժամանակում է II մարմինն անցել 30 մ ճանապարհը: Որքա՞ն են մարմինների արագությունները:



Լուծում: Գրաֆիկից հետևում է, որ ճանապարհը չափված է մետրերով, իսկ ժամանակը՝ վայրկյաններով: 4 վ-ում I մարմնի անցած ճանապարհը 20 մ է: 30 մ ճանապարհը II մարմինն անցել է 2 վայրկյանում: Հավասարաչափ շարժման արագությունը որոշելու համար որևէ ժամանակում մարմնի անցած ճանապարհը պետք է բաժանել այդ ժամանակին: Գրաֆիկից հետևում է, որ I մարմինը 6 վ-ում անցել է 30 մ ճանապարհ, հետևաբար նրա արագությունը՝ $v_1 = 30 \text{ մ} / 6 \text{ վ} = 5 \text{ մ} / \text{վ}$: II մարմինը 2 վ-ում անցել է 30 մ ճանապարհ, հետևաբար նրա արագությունը՝ $v_{II} = 30 \text{ մ} / 2 \text{ վ} = 15 \text{ մ} / \text{վ}$:

ԻՆԵՐՑԻԱՅԻ ԵՐԵՎՈՒՅԹԸ

§11

Գեռևս վաղ ժամանակներից մաթեմատիկայից հետաքրքրել է շարժման առաջացման պատճառը: Ե՞րբ է մարմինը դադարի վիճակում, և ե՞րբ է այն շարժվում: Առաջին հայացքից ամենօրյա մեր դիտումները կարծես թե պատասխանում են այս հարցերին: Օրինակ՝ դադարի վիճակում գտնվող սայլակը կշարժվի, եթե այն քաշենք, հրենք կամ մեկ այլ ձևով նրա վրա ազդենք:

Առօրյա դիտումները ցույց են տալիս նաև, որ եթե շարժվող մարմնի վրա չազդենք, ապա այն վաղ թե ուշ կանգ կառնի: Օրինակ՝ շարժիչն անջատելուց հետո ավտոմեքենան, որոշ ճանապարհ անցնելով, կանգ է առնում: Երբ դադարում ենք հրել սայլակը, այն կանգ է առնում, և որպեսզի շարունակի շարժվել, նրան պետք է անընդհատ հրել:

Նմանատիպ դատողությունների հիման վրա դեռևս մեր թվարկությունից առաջ IV դարում հույն գիտնական Արիստոտելը հանգեց այն եզրակացության, որ շարժվող մարմնի կանգ առնելը նրա բնական հատկությունն է: Մարմինը շարժվում է այնքան ժամանակ, քանի դեռ ազդում ենք նրա վրա: Երբ դադարում է ազդեցությունը, դադարում է նաև շարժումը:

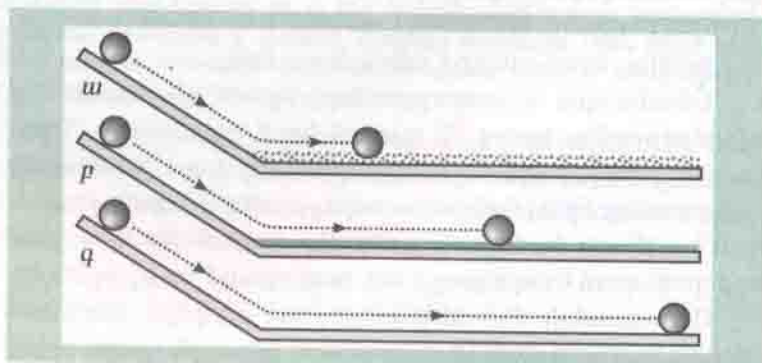
Արիստոտելի մեծ հեղինակության շնորհիվ շարժման վերաբերյալ այս պատկերացումներն իշխեցին գրեթե երկու

հազար տարի: Միայն XVI դարում իտալացի ֆիզիկոս Գալիլեո Գալիլեյը փորձերի հիման վրա ցույց տվեց, որ Արիստոտելի գաղափարները ճիշտ չեն: Գալիլեյն ապացուցեց, որ շարժվող մարմնի կանգ առնելը պայմանավորված է ոչ քան քանակապես հատկությամբ, այլ արտաքին ազդեցություններով: Եթե մեզ հաջողվի վերացնել արտաքին ազդեցությունները, ապա շարժվող մարմինը երբեք կանգ չի առնի և հաստատուն արագությամբ կշարունակի շարժվել ուղիղ գծով: Որքան փոքր են արտաքին ազդեցությունները, այնքան ավելի երկար ժամանակ մարմինը կպահպանի իր շարժման վիճակը:

Նշվածը հաստատելու համար կատարենք հետևյալ փորձը (նկ. 25): Հորիզոնական սեղանի վրա տեղադրենք թեք ճոռը: Սեղանի վրա ավագ լցնենք և ճոռի ծայրից քայ թողնենք մետաղե գնդիկ: Գնդիկը, հասնելով ավագին, կանցնի որոշակի ճանապարհ և արագ կանգ կառնի (նկ. 25, ա): Գրապատճառն ավագի դիմադրությունն է: Այժմ ավագի փոխարեն սեղանին փռենք խավոտ կտոր և գնդիկը նորից քայ թողնենք ճոռի նույն կետից (նկ. 25, բ): Այս դեպքում մինչև կանգ առնելը գնդիկը սեղանի վրա ավելի երկար ժամանակ կշարժվի և կանցնի ավելի երկար ճանապարհ: Եթե այժմ հեռացնենք կտորը և նույն փորձը կատարենք սեղանի ողորկ մակերևույթի վրա (նկ. 25, գ), ապա գնդիկի արագությունը գրեթե չի փոխվի, և այն կշարժվի մինչև սեղանից վայր ընկնելը:

Այսպիսով՝ նկարագրված փորձը ցույց է տալիս, որ որքան փոքր դիմադրության է հանդիպում գնդիկը ճանապարհին, այնքան երկար ժամանակ է այն պահպանում իր շարժումը: Եթե մեզ հաջողվի ընդհանրապես վերացնել դիմադրությունը, գնդիկը կշարժվի ուղղագիծ և հավասարաչափ՝ անսահմանափակ երկար ժամանակ:

Նկ. 25
Գնդիկի շարժումը
ա) ավագի վրա,
բ) կտորի վրա,
գ) ողորկ
մակերևույթի վրա



Նմանատիպ փորձերի հիման վրա Գալիլեյը ձևակերպեց հետևյալ օրենքը:

Եթե մարմնի վրա այլ մարմիններ չեն ազդում, ապա այն պահպանում է դադարի կամ ուղղագիծ հավասարաչափ շարժման վիճակը:

Այլ մարմինների ազդեցության բացակայության դեպքում մարմնի դադարի կամ ուղղագիծ հավասարաչափ շարժման վիճակը պահպանելու երևույթը կոչվում է իներցիա:

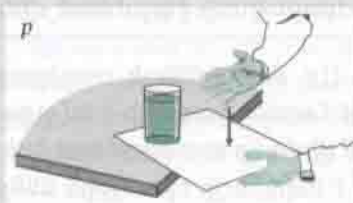
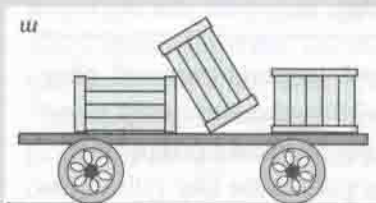
Իներցիայի երևույթին մենք ականատես ենք լինում բոլոր այն դեպքերում, երբ փորձում ենք շարժման մեջ դնել որևէ մարմին, կանգնեցնել շարժվող մարմինը կամ փոխել նրա շարժման ուղղությունը: Օրինակ՝ երբ ավտոբուսը կտրուկ շարժվում է տեղից, նրա մեջ կանգնած ուղևորի ոտքերը շփման ազդեցությամբ հատակի հետ առաջ են շարժվում, իսկ մարմինը շարունակում է պահպանել դադարի վիճակը: Գրա հետևանքով ուղևորը հետ է թեքվում: Եվ հակառակը, երբ շարժվող ավտոբուսը կտրուկ արգելակում է, շփման ազդեցությամբ ոտքերը հատակի հետ կանգ են առնում, իսկ մարմինը շարունակում է իներցիայով շարժվել նախկին ուղղությամբ: Գրա հետևանքով ուղևորը թեքվում է առաջ: Երբ ավտոբուսը կտրուկ թեքում է իր շարժման ուղղությունը (օրինակ՝ շրջադարձ է կատարում), ուղևորը թեքվում է հակառակ ուղղությամբ:

Շարժեր և առաջադրանքներ

1. Ինչպիսի՞ շարժում կկատարի մարմինը, եթե նրա վրա այլ մարմիններ չեն ազդում:
2. Ո՞ր երևույթն է կոչվում իներցիա:
3. Ինչո՞ւ կենդանիները ջրից դուրս գալիս թափահարում են իրենց:
4. Ինչո՞ւ է վտանգավոր թռչել շարժվող ավտոբուսից:
5. Բացատրե՛ք ինչպե՞ս են նկարում պատկերված մուրճը հազցնում կորին:
6. Բացատրե՛ք թափահարելիս ինչպե՞ս է հագուստն ազատվում փոշուց:
7. Բացատրե՛ք ինչու՞ է սնդիկի սյունն իջնում բծկական ջերմաչափը թափահարելիս:
8. Ինչու՞ աղվեսը, որին հետապնդում է շունը, հաճախ կտրուկ փոխում է շարժման ուղղությունը:



9. Անշարժ սալակը սկսեց շարժվել (նկ. ա):
Օգտվելով նկարից՝ որոշե՛ք սալակի շարժման ուղղությունը:
10. Թղթի կտորը դրեք սեղանի եզրին: Նրա վրա դրեք ջրով լցված բաժակը, ինչպես ցույց է տրված բ նկարում: Թղթի կախված ծայրը բռնեք մի ձեռքով, իսկ մյուս ձեռքով կտրուկ հարվածեք բղթին: Բացատրե՛ք փորձի արդյունքը:



§12

ՄԱՐՄԻՆՆԵՐԻ ՓՈՒՍԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ

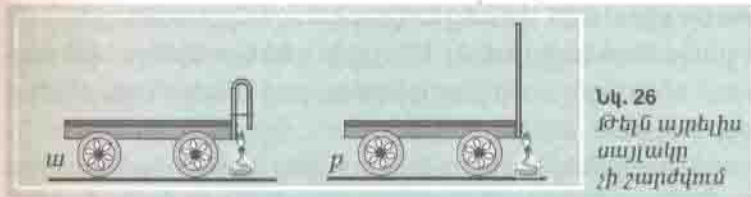
Ինչպես տեսանք, երբ մարմնի վրա այլ մարմիններ չեն ազդում, այն դադարի վիճակում է կամ կատարում է ուղղագիծ հավասարաչափ շարժում: Իսկ ե՞րբ է դադարի վիճակում գտնվող մարմինը սկսում շարժվել, կամ ե՞րբ է մարմինը փոխում շարժման ուղղությունը:

Պատկերացրե՛ք՝ գետնին տեսնում եք որևէ առարկա, ասենք՝ մետաղադրամ, և երբ կռանում եք վերցնելու, այն հանկարծ սկսում է շարժվել: Դուք, անշուշտ, կմտածեք, որ ինչ-որ մեկը որոշել է կատակել ձեզ հետ և կսկսեք փնտրել մետաղադրամի շարժման պատճառը: Դուք այդպես կվարվեք, որովհետև ձեր ամենօրյա փորձից գիտեք, որ դադարի վիճակում գտնվող մարմինը չի կարող շարժվել, քանի դեռ նրա վրա այլ մարմին չի ազդել: Դա, իրոք, այդպես է:

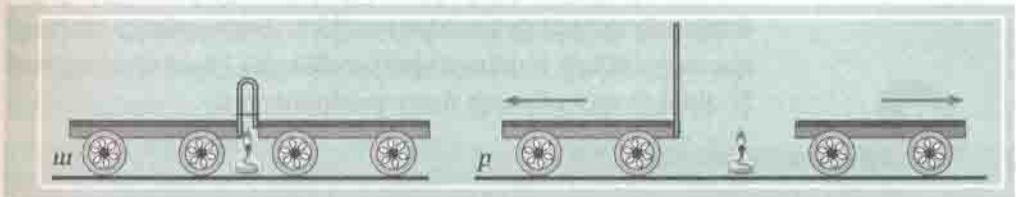
Փորձը ցույց է տալիս, որ դադարի վիճակում գտնվող մարմինը սկսում է շարժվել, իսկ շարժվող մարմինն արագանում, դանդաղում կամ փոխում է իր շարժման ուղղությունը միայն այն դեպքում, երբ նրա վրա ազդում են այլ մարմիններ:

Օրինակ՝ առագաստանավը սկսում է շարժվել, երբ առագաստի վրա ազդում է քամին, պատին հարվածող թեմիսի գնդակը փոխում է իր շարժման ուղղությունը պատի ազդեցությամբ և այլն:

Մարմինների՝ միմյանց վրա ազդելու առանձնահատկությունները պարզելու նպատակով դիտարկենք հետևյալ



Նկ. 26
Թելն այրելիս
սայլակը
չի շարժվում



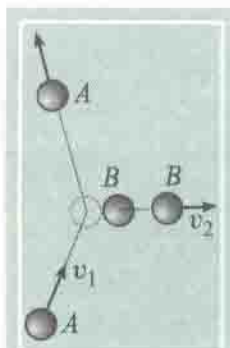
Նկ. 27
Թելն այրելիս
երկու սայլակներն էլ
սկսում են շարժվել

փորձերը: Նկար 26-ում պատկերված սայլակին անրացված է առածգական քիթեղ (օրինակ՝ պողպատե քանոն): Թիթեղը ճկված է և կապված թելով: Սայլակը գտնվում է դադարի վիճակում: Կշարժվի՞ արդյոք սայլակը, եթե քիթեղն ուղղվի: Այս հարցի պատասխանը կարող է տալ փորձը: Եթե թելն այրենք, քիթեղը կտրուկ կուղղվի, սակայն սայլակը կմնա իր նախկին դիրքում:

Այժմ ճկված քիթեղի մյուս կողմում տեղադրենք նույնպիսի մի սայլակ և կրկնենք փորձը (նկ. 27): Կտեսնենք, որ թելն այրելիս երկու սայլակներն էլ շարժվում են հակառակ ուղղություններով: Այս փորձը ցույց է տալիս, որ սայլակին արագություն հաղորդելու համար անհրաժեշտ է մեկ այլ մարմին (երկրորդ սայլակը): Փորձից հետևում է նաև, որ մի մարմնի (առաջին սայլակի) ազդեցությունը մյուս մարմնի (երկրորդ սայլակի) վրա չի կարող միակողմանի լինել: Քանի որ թելը կտրելիս երկու սայլակներն էլ շարժվում են, ապա երկուսն էլ ազդում են իրար վրա, այսինքն՝ փոխազդում են:

Գիտարկենք մեկ այլ օրինակ: Նկ. 28-ում պատկերված A գունդը, սեղանի վրա շարժվելով v_1 արագությամբ, հարվածում է անշարժ B գնդին ($v_2 = 0$): Հարվածից հետո գնդերը ձեռք են բերում v'_1 և v'_2 արագություններ: B անշարժ գունդը սկսում է շարժվել A գնդի ազդեցությամբ: Քանի որ հարվածի հետևանքով փոխվում են նաև A գնդի շարժման ուղղությունը և արագությունը, ապա B գունդն էլ իր հերթին ազդում է A գնդի վրա: Նշանակում է՝ գնդերից յուրաքանչյուրն ազդում է մյուսի վրա, այսինքն՝ նրանք փոխազդում են:

Կարող է տպավորություն ստեղծվել, որ կենդանի արարածները (մարդիկ, կենդանիները, թռչունները, ձկները) շար-



Նկ. 28
Բախման
ժամանակ գնդերը
փոխազդում են

ծուճը սկսում են առանց երկրորդ մարմնի մասնակցության Իրականում այդպես չէ: Մարդիկ և կենդանիները փոխազդում են Երկրի մակերևույթի հետ, թռչունները՝ օդի, ձկները՝ ջրի և այլն:

Մարմինների փոխազդեցությանը հանդիպում ենք միշտ և ամենուր: **Փոխազդեցությունը, ինչպես և շարժումը, մարմինների անբաժանելի հատկությունն է:** Տարաբնույթ փոխազդեցությունների օրինաչափություններին կժամոթանաք նաև ֆիզիկայի դասընթացի մյուս բաժիններում:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Կարո՞ղ է արդյոք շրջապատից մեկուսացված մարմինը փոխել իր արագությունը:
2. Բերե՛ք մարմինների փոխազդեցության օրինակներ:
3. Հրացանի կրակոցի ժամանակ ո՞ր մարմիններն են փոխազդում: Ինչպե՞ս է այն արտահայտվում:

§13

ՄԱՐՄՆԻ ՉԱՆՉԱԿԱԾ

Դիտումները և փորձերը ցույց են տալիս, որ փոխազդեցության շնորհիվ մարմինների արագությունները չեն կարող ակնթարթորեն աճել: Աստիճանաբար են աճում սարից իջնող դահուկորդի, շարժումը սկսող ավտոմեքենայի, գնացքի, ինքնաթիռի արագությունները: Չեզանից շատերը հեռուստատեսությամբ դիտել են տիեզերանավի արձակման պահը և ուշադրություն դարձրել, թե ինչպես է աստիճանաբար մեծանում նրա արագությունը:

Նմանապես ակնթարթորեն չի կարող կանգ առնել շարժվող մարմինը: Օրինակ՝ արգելակելիս ավտոմեքենայի արագությունը նվազում է աստիճանաբար, և մինչև կանգ առնելն այն մի որոշ ճանապարհ է անցնում: Դա միշտ պետք է հաշվի առնել ավտովթարներից խուսափելու համար: Ակնթարթորեն չի կարող փոխվել նաև մարմնի շարժման ուղղությունը:

Այս և բազմապիսի այլ օրինակներ ցույց են տալիս, որ բոլոր մարմիններն օժտված են այնպիսի հատկությամբ, որ նրանց արագությունն ակնթարթորեն չի կարելի փոխել: Դրա համար միշտ որոշ ժամանակ է անհրաժեշտ: Մարմնի այս հատկությունը կոչվում է **իներտություն**:

Տարբեր մարմինների իներտությունը տարբեր է: Երկու մարմիններից ավելի իներտ է այն մարմինը, որի արագությու-

նը 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 ինքրտ է: Կամ բեռնված ավտոմեքենան որոշակի արագություն ձեռք է բերում ավելի երկար ժամանակամիջոցում, քան դատարկ ավտոմեքենան, հետևաբար այն ավելի ինքրտ է:

Եթե սառցադաշտում չմուշկների վրա կանգնած երեխան և պատանին ձեռքերով հրեն միմյանց (նկ. 29), ապա պատանին կշարժվի ավելի փոքր արագությամբ, քան երեխան, հետևաբար պատանին ավելի ինքրտ է:

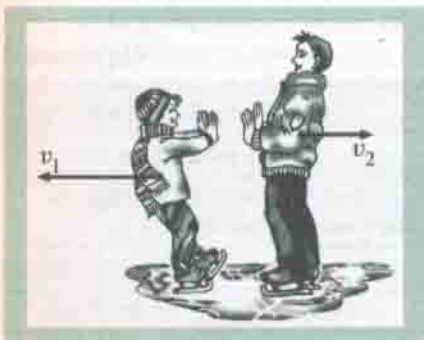
Մարմնի իներտությունը քանակապես բնութագրում է **զանգված** կոչվող մեծությունը:

Չանգվածը մարմնի իներտության քանակական չափն է:

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

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

Միավորների ՄՀ-ում որպես զանգվածի միավոր է ընտրվել պլատինի և իրիդիումի համաձուլվածքից պատրաստված այն գլանաձև չափանմուշի զանգվածը (նկ. 30), որը պահվում է Փարիզի մերձակա Սեր քաղաքում, Չափերի և կշիռների միջազգային բյուրոյում: Չանգվածի այդ միավորն անվանում են կիլոգրամ (1 կգ): Մեծ ճշտությամբ 1 կգ



Նկ. 29
Պատանու իներտությունն ավելի մեծ է, քան երեխայինը

Նկ. 30
Չանգվածի չափանմուշը

է նաև 4°C ջերմաստիճանում 1լ ծավալով թորած ջրի զանգվածը:

Գործնականում զանգվածի չափման համար կիրառվում են նաև այլ միավորներ, օրինակ, տոննա (տ), գրամ (գ), միլիգրամ (մգ) և այլն:

$$1 \text{ տ} = 1000 \text{ կգ}$$

$$1 \text{ գ} = 0,001 \text{ կգ}$$

$$1 \text{ կգ} = 1000 \text{ գ}$$

$$1 \text{ մգ} = 0,001 \text{ գ}$$

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

$$1 \text{ մգ} = 0,000001 \text{ կգ}$$

Թանկարժեք բարերի զանգվածն արտահայտում են կարատներով. 1 կարատը = 0,2 գ:

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

Գործնականում մարմնի զանգվածը չափում են կշեռքի օգնությամբ, որի կառուցվածքին և աշխատանքի սկզբունքին արդեն ծանոթ եք բնագիտության դասընթացից:

Եթե չափենք երկու մարմինների m_1 և m_2 զանգվածները, այնուհետև դրանք միացնենք իրար և չափենք միացյալ մարմնի m զանգվածը, ապա կհամոզվենք, որ $m = m_1 + m_2$: Ելիշտ է նաև հակառակը. եթե մարմինը բաժանենք առանձին մասերի, ապա այդ մասերի զանգվածների գումարը հավասար կլինի մինչ բաժանելը մարմնի ունեցած զանգվածին: Աղյուսակ 3-ում բերված են որոշ մարմինների մոտավոր զանգվածները:

Աղյուսակ 3

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

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Մարմնի n° -ր հատկությունն է կոչվում իներտություն: Բերեք այդ հատկությունը լուսաբանող օրինակներ:
2. Ո՞ր մեծությունն են անվանում մարմնի զանգված:
3. Ինչպե՞ս կարելի է չափել մարմնի զանգվածը:
4. Ի՞նչ միավորներով է արտահայտվում զանգվածը:
5. Լրացրեք բաց թողած թվերը.
 $1 \text{ կգ} = \quad \text{գ}, 1 \text{ գ} = \quad \text{կգ}, 1 \text{ մգ} = \quad \text{գ}:$
6. Ի՞նչն է զանգվածի չափանմուշը միավորների ՄԿ-ում:
7. Մարդը նավակից ցատկում է ափ: Ո՞ր դեպքում նավակի և մարդու ձեռք բերած արագությունները կլինեն հավասար:



ԼԱՐՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆԷ 2

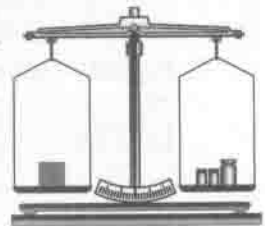
Զանգվածի չափումը լծակավոր կշեռքով

Աշխատանքի նպատակը. կարողանալ լծակավոր կշեռքով չափել պինդ մարմնի և հեղուկի զանգվածը:

Անհրաժեշտ սարքեր և նյութեր. լծակավոր կշեռք, կշռաքարեր, տարրեր զանգվածներով ոչ մեծ մարմիններ, անոթ:

Աշխատանքի ընթացքը: Եթե կշեռքի երկու նժարներին հավասար զանգվածով մարմիններ դրվեն, ապա կշեռքը կհավասարակշռվի: Սրա վրա է հիմնված լծակավոր կշեռքի աշխատանքը, ինչը հնարավորություն է տալիս հայտնի զանգվածներով կշռաքարերի օգնությամբ չափել մարմնի անհայտ զանգվածը:

1. Աշխատանքի սկզբում համոզվեք, որ կշեռքի երկու նժարները հավասարակշռված են: Եթե այդպես չէ, ապա քղքի կամ ստվարաթղքի փոքր կտորներ ավելացնելով թեթև նժարին՝ վերականգնեք հավասարակշռությունը:
2. Կշեռքի ձախ նժարին դրեք այն մարմինը, որի զանգվածը պահանջում եք չափել (տե՛ս նկարը): Աջ նժարին դրեք հայտնի զանգվածներով կշռաքարեր այնպես, որ նժարները հավասարակշռվեն:
3. Հաշվեք մարմինը հավասարակշռող կշռաքարերի ընդհանուր զանգվածը: Կշռվող մարմնի զանգվածը հավասար կլինի այդ զանգվածին:
4. Նման եղանակով չափեք մի քանի պինդ մարմինների զանգվածները և արդյունքները գրանցեք տրված աղյուսակում:



N	Կշռվող մարմին	Մարմինը հավասարակշռող կշռաքարերի զանգվածը	Մարմնի զանգվածը
1			
2			
3			

5. Այժմ նույն եղանակով չափեք դատարկ անոթի զանգվածը:
6. Անոթի մեջ լցրեք որոշ քանակությամբ ջուր և չափեք անոթի և ջրի ընդհանուր զանգվածը:
7. Ստացած երկու արդյունքների տարբերությամբ որոշեք ջրի զանգվածը: Արդյունքները գրանցեք աղյուսակում:

Դատարկ անոթի զանգվածը (m_1)	Անոթի և ջրի ընդհանուր զանգվածը (m_2)	Ջրի զանգվածը ($m_3 = m_2 - m_1$)

§15

ՆՅՈՒԹԻ ԽՏՈՒԹՅՈՒՆ

Մարմնները կարող են պատրաստված լինել տարբեր նյութերից և ունենալ տարբեր ծավալներ: Եթե չափենք միևնույն նյութից պատրաստված, սակայն տարբեր ծավալներ ունեցող մարմինների զանգվածները, կհամոզվենք, որ դրանք տարբեր են: Օրինակ՝ 3 լիտր ծավալով ջրի զանգվածը երեք անգամ մեծ է 1 լիտր ծավալով ջրի զանգվածից: Մարմնի զանգվածը կախված է ոչ միայն ծավալից, այլ նաև նյութի տեսակից: Տարբեր նյութերից պատրաստված հավասար ծավալներով մարմիններն ունեն տարբեր զանգվածներ: Օրինակ՝ 1 ս^3 ջրի զանգվածը 1000 կգ է, 1 ս^3 սառույցի զանգվածը՝ 900 կգ, 1 ս^3 ոսկունը՝ 19300 կգ և այլն:

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

Նյութի խտություն կոչվում է այն ֆիզիկական մեծությունը, որը հավասար է մարմնի զանգվածի և ծավալի հարաբերությանը.

$$\text{Խտություն} = \frac{\text{Չանգված}}{\text{Ծավալ}};$$

Օրինակ՝ եթե 2 ս^3 ծավալով նավթի զանգվածը 1600 կգ է, ապա նրա խտությունը կլինի՝ $\frac{1600 \text{ կգ}}{2 \text{ ս}^3} = 800 \frac{\text{կգ}}{\text{ս}^3}$:

Եթե մարմնի զանգվածը նշանակենք m -ով, ծավալը՝ V -ով, իսկ խտությունը՝ ρ (հունարեն տառ է, կարդացվում է՝

ռո) տառով, ապա խտության համար կստանանք հետևյալ բանաձևը՝

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

Նշենք, որ այս բանաձևով նյութի խտությունը հաշվելիս ենթադրվում է, որ մարմինը **հոծ** է. չունի դատարկություններ: Եթե մարմինը հոծ չէ կամ կազմված է տարբեր նյութերից, ապա վերը բերված բանաձևով որոշվում է մարմնի **միջին խտությունը**:

Նյութի խտությունը հաստատուն մեծություն է: Այն կախված չէ ո՛չ մարմնի զանգվածից, ո՛չ էլ ծավալից: Եթե, օրինակ, մարմնի ծավալը մեծացնենք երկու անգամ, ապա

Աղյուսակ 4. 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	Ալակի	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

Աղյուսակ 5. 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
Ջուր ծովային	1 030	1,03	Սպիրտ	800	0,80
Կաթ անարատ	1 030	1,03	Նավթ	800	0,80
Ջուր մաքուր	1 000	1,00	Բենզին	710	0,71

Աղյուսակ 6. 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	Ջրային գոլորշի (100°C-ում)	0,59	0,00059
Թրվածին	1,43	0,00143	Ջրածին	0,09	0,00009

նույնքան անգամ կմեծանա նրա զանգվածը, և զանգվածի ու ծավալի հարաբերությունը չի փոխվի:

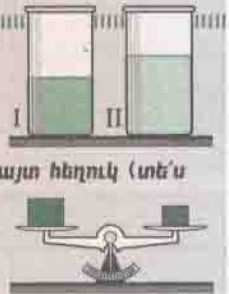
Միավորների ՄՀ-ում խտության միավորը $1 \frac{\text{կգ}}{\text{մ}^3}$ -ն է կամ $1 \text{ կգ}/\text{մ}^3$ -ը (կարդացվում է՝ մեկ կիլոգրամ մետր խորանարդում): Դա այն նյութի խտությունն է, որի 1 մ^3 ծավալով մարմնի զանգվածը 1 կգ է: Մոտավորապես այդպիսի խտություն ունի օդը:

Խտությունն արտահայտում են նաև $1 \text{ գ}/\text{սմ}^3$ միավորով: Հաշվի առնելով, որ $1 \text{ կգ} = 1000 \text{ գ}$, իսկ $1 \text{ մ}^3 = 1000000 \text{ սմ}^3$, կտանանք՝ $1 \text{ կգ}/\text{մ}^3 = 0,001 \text{ գ}/\text{սմ}^3$:

4-րդ, 5-րդ և 6-րդ աղյուսակներում տրված են մի շարք պինդ նյութերի, հեղուկների և գազերի խտությունները: Հեղուկների և պինդ մարմինների խտությունը մոտ 1000 անգամ մեծ է գազերի խտությունից: Ամենամեծ խտություն ունեցող մետաղներից են օսմիումը ($22,6 \text{ գ}/\text{սմ}^3$), իրիդիումը ($22,4 \text{ գ}/\text{սմ}^3$) պլատինը ($21,5 \text{ գ}/\text{սմ}^3$), ոսկին ($19,3 \text{ գ}/\text{սմ}^3$): Ամենաթեթև մետաղը մագնեզիումն է ($1,74 \text{ գ}/\text{սմ}^3$): Հեղուկներից ամենամեծ խտությունն ունի սնդիկը՝ $13,6 \text{ գ}/\text{սմ}^3$, իսկ ամենափոքրը՝ հեղուկ ջրածինը, որը ստանում են շատ ցածր ջերմաստիճանում: Նրա 1 սմ^3 -ի զանգվածը մոտավորապես $0,00009 \text{ գ}$ է:

Շարժեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր մեծությունն է կոչվում նյութի խտություն:
2. Ինչպե՞ս է որոշվում նյութի խտությունը:
3. Ի՞նչ միավորներով է արտահայտվում խտությունը:
4. 1 անոթի մեջ լցրել են ջուր, իսկ II-ի մեջ՝ նույն զանգվածով անհայտ հեղուկ (տե՛ս նկարը): Դրանցից ո՞րն ունի ավելի մեծ խտություն:
5. Կշեռքի մի սժարին դրված է կապարե շորսու, իսկ մյուսին՝ անագե (տե՛ս նկարը): Ո՞ր սժարին է դրված կապարե շորսուն:



§16

ՄԱՐՄԻ ԶԱՆԳԱՆԻ ԵՎ ԾԱՎԱԼԻ ԸՆԾՎՈՒՄԸ

Նյութի խտության բանաձևը կապ է հաստատում ֆիզիկական երեք մեծությունների՝ մարմնի զանգվածի, ծավալի և խտության միջև: Եթե հայտնի են նշված մեծություններից որևէ երկուսը, ապա կարելի է որոշել երրորդ անհայտ մեծությունը:

Խտությունը հաշվելու համար անհրաժեշտ է իմանալ մարմնի զանգվածը և ծավալը: Զանգվածը կարելի է որոշել կշեռքի միջոցով: Իսկ ինչպե՞ս որոշել ծավալը: Եթե մարմինը

կանոնավոր տեսք ունի, ապա նրա ծավալը կարող ենք հաշվել՝ օգտվելով երկրաչափական բանաձևերից: Օրինակ՝ ուղղանկյունանիստի ձև ունեցող մարմնի ծավալը կորոշվի $V = abc$ բանաձևով, որտեղ a -ն, b -ն և c -ն նրա կողմերի երկարություններն են: Երբ մարմնի ձևն անկանոն է, նրա ծավալը կարելի է որոշել ձեզ արդեն ծանոթ չափագրանի օգնությամբ:

Շատ դեպքերում 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 կարող ենք որոշել այդ կերոսինի զանգվածը: Հասկանալի է, որ կշռելու միջոցով այն որոշելը շատ դժվար է: Ուրեմն ինչպե՞ս վարվել: Պարզվում է, որ դա կարելի է անել ընդամենը քրթի և գրչի օգնությամբ՝ առանց ֆիզիկական ջանք գործադրելու: Իրոք, խտության $\rho = \frac{m}{V}$ բանաձևից հետևում է, որ

$$m = \rho V,$$

այսինքն՝ *մարմնի զանգվածը հավասար է նրա ծավալի և խտության արտադրյալին*: Աղյուսակ 5-ից վերցնում ենք կերոսինի խտության արժեքը՝ 800 կգ/մ³, իսկ ծավալի համար ստանում ենք $V = abc = 30$ մ³: Հետևաբար կերոսինի զանգվածը՝

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

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

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

այսինքն՝ *մարմնի ծավալը հավասար է նրա զանգվածի և խտության հարաբերությանը*:

Օրինակ՝ հաշվենք, թե որքա՞ն է $m = 2,7$ տ զանգվածով սառցաբեկորի ծավալը: Աղյուսակ 4-ից վերցնում ենք սառույցի խտության արժեքը՝ $\rho = 900$ կգ/մ³ և բանաձևով հաշվում՝ $V = \frac{2700 \text{ կգ}}{900 \text{ կգ/մ}^3} = 3 \text{ մ}^3$:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ինչպե՞ս կարելի է հաշվել մարմնի զանգվածը, եթե հայտնի են նրա ծավալը և նյութի խտությունը:
2. Ինչպե՞ս կարելի է հաշվել մարմնի ծավալը, եթե հայտնի են նրա զանգվածը և նյութի խտությունը:
3. Հայտնի է, որ մետաղի կտորը տաքացնելիս ընդարձակվում է: Այդ դեպքում նշված n° ր մեծությունը չի փոխվում. ա) ծավալ, բ) զանգված, գ) խտություն:
4. Ի՞նչ եք կարծում, քանի՞ կիլոգրամ օդ է պարունակում ձեր դասասենյակը: Պատասխանը ստուգելու համար հաշվեք դասասենյակի ծավալը և, օդի խտությունը համարելով $1,29 \text{ կգ/մ}^3$, որոշեք օդի զանգվածը:
5. Համարելով, որ ձեր մարմնի խտությունը մոտավորապես հավասար է ծովի ջրի խտությանը, հաշվեք ձեր մարմնի ծավալը:

§17

ԼԱՔՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆԷ 3

Պինդ մարմնի խտության որոշումը

Աշխատանքի նպատակը. կարողանալ որոշել պինդ մարմնի խտությունը:

Անհրաժեշտ սարքեր և նյութեր. չափագլան, լծակավոր կշեռք, կշռաքարեր, ուղղանկյունանիստ և կամայական ձևի ոչ մեծ պինդ մարմիններ (որոնց խտությունը պետք է որոշվի), թել, միլիմետրային բաժանումներով քանոն:

Աշխատանքի ընթացքը.

1. Քանոնով չափեք ուղղանկյունանիստի տեսք ունեցող մարմնի a , b , և c կողերի երկարությունները և նրա ծավալը հաշվեք $V = abc$ բանաձևով:
2. Կշեռքով չափեք ուղղանկյունանիստի m զանգվածը:
3. Ուղղանկյունանիստի խտությունը որոշեք $\rho = \frac{m}{V}$ բանաձևով:
4. Անկանոն տեսք ունեցող մարմնի խտությունը որոշելու համար չափագլանով չափեք նրա ծավալը (տե՛ս լաբորատոր աշխատանք 2 (գլուխ 1, § 5):
5. Կշեռքով չափեք նրա զանգվածը:
6. Մարմնի խտությունը որոշեք $\rho = \frac{m}{V}$ բանաձևով:
7. Չափումների և հաշվարկների արդյունքները գրանցեք աղյուսակում:

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

Խնդիրների լուծման օրինակներ

1. Պղնձե կշռաքարի զանգվածը 0,5 կգ է: Ի՞նչ զանգված կունենա նույն չափերն ունեցող երկաթե կշռաքարը:

$m_{\text{պ}} = 0,5 \text{ կգ}$
 $V_{\text{պ}} = V_{\text{պ}} = V$
 $m_{\text{ե}} = ?$

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

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

Պատասխան՝ 0,4 կգ:

2. Պահածոյի տուփերի պատրաստման համար օգտագործվող փիթեղը պատում են անագի բարակ շերտով. փիթեղի 200 սմ² մակերեսի համար ծախսվում է 0,45 գ անագ: Ի՞նչ հաստություն ունի անագի շերտը:

$S = 200 \text{ սմ}^2$
 $m = 0,45 \text{ գ}$
 $d = ?$

Լուծում: Եթե անագի շերտի հաստությունը նշանակենք d -ով, ապա նրա ծավալը՝ $V = dS$: Անագի զանգվածը՝ $m = \rho V = \rho dS$, որտեղից՝ $d = \frac{m}{\rho S}$: Աղյուսակից վերցնելով անագի խտության արժեքը՝ $\rho = 7,3 \text{ գ/սմ}^3$, կստանանք՝

$$d = \frac{0,45 \text{ գ}}{200 \text{ սմ}^2 \cdot 7,3 \text{ գ/սմ}^3} = 0,0003 \text{ սմ} = 0,003 \text{ մմ:}$$

Պատասխան՝ 0,003 մմ:

3. Վերելակի բեռնատարողությունը 3 տ է: Զանի՞ երկաթե փիթեղ կարելի է բարձրացնել վերելակով, եթե յուրաքանչյուր փիթեղի երկարությունը 3 մ է, լայնությունը՝ 60 սմ, իսկ հաստությունը՝ 4 մմ:

$M = 3 \text{ տ}$
 $a = 3 \text{ մ}$
 $b = 60 \text{ սմ}$
 $c = 4 \text{ մմ}$
 $N = ?$

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

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

Սակայն փիթեղների քիվը չի կարող կոտորակային քիվ լինել, իսկ վերելակը չի նախատեսված 3 տոննայից ավելի բեռ բարձրացնելու համար, ուստի $N = 53$:

Պատասխան՝ 53:

§ 18

Մարմինների հատկություններն ու ֆիզիկական երևույթներն առավել խորությամբ ուսումնասիրելու, դրանք քանակապես բնութագրելու համար ֆիզիկայում սահմանված են մի շարք մեծություններ: Մի քանի ֆիզիկական մեծությունների արդեն ծանոթ եք: Օրինակ՝ արագությունը, որ մեխանիկական շարժման քանակական բնութագիրն է կամ զանգվածը, որ մարմնի իներտության քանակական չափն է և այլն: Այս պարագրաֆում կժամոքանանք 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 սայլակը և այլն: Առօրյա կյանքում հաճախ ենք օգտագործում «ուժ» բառը: Օրինակ՝ ասում ենք. «Այս աշխատանքն իմ ուժից վեր է», «Նա ուժեղ տղամարդ է», «Համայնքերով մեր ուժերը՝ մենք հաղթեցինք բշտամուն» և այլն:

Ի տարբերություն նշված դեպքերի՝ ֆիզիկայում «ուժ» հասկացությունն ունի խիստ որոշակի իմաստ: Ֆիզիկայում այն օգտագործում են տվյալ մարմնի վրա այլ մարմինների ազդեցությունը քանակապես բնութագրելու համար: Երբ մի մարմին ազդում է մյուսի վրա, ապա ասում ենք, որ վերջինիս վրա ուժ է ազդում: Ընդ որում, այդ ազդեցության արդյունքը կարող է տարբեր լինել: Ուժերը կարելի է համեմատել իրար հետ: Օրինակ՝ հարվածելով գնդակին, մեծահասակը կարող է նրան ավելի մեծ արագություն հաղորդել, քան երեխան, կամ մեծահասակը ռետինե ժապավենը կարող է ավելի շատ ձգել, քան երեխան: Այդ դեպքում 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 լատինական այբուբենի F (կարդացվում է՝ էֆ) տառով, լատիներեն «ֆորտիուս»՝ ուժեղ բառից:

Իսկ ինչպե՞ս կարելի է չափել ուժը: Եթե մարմինը երկու փոխազդեցությունների հետևանքով նույն ժամանակամիջոցում իր արագությունը փոխում է միևնույն չափով, ապա

քնական է ենթադրել, որ երկու դեպքում էլ նրա վրա նույն ուժն է ազդել, իսկ եթե մի դեպքում նրա արագության փոփոխությունն ավելի մեծ է, ապա այդ դեպքում ազդող ուժն ավելի մեծ է: Այսպիսով՝ ուժը կարելի է չափել՝ ելնելով փոխազդեցության ժամանակ մարմնի արագության փոփոխության չափից: Երբ չափում ենք որևէ մեծություն, այն համեմատում ենք չափման միավորի հետ: Հետևաբար ուժը չափելու համար նախ պետք է սահմանենք նրա միավորը: Միավորների ՄՀ-ում որպես ուժի միավոր ընդունված է նյուտոնը (1 Ն):

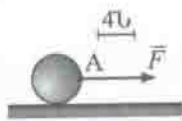
1 նյուտոնը այն ուժն է, որի ազդեցությամբ դադարի վիճակում գտնվող 1 կգ զանգվածով մարմնինը 1 վայրկյանում իր արագությունը փոխում է 1 մ/վ-ով:

Ուժի միավորն այդպես է կոչվում ի պատիվ անգլիացի ֆիզիկոս Իսահակ Նյուտոնի: Գործնականում օգտագործվում են նաև կիլոնյուտոն (1 կՆ), միլինյուտոն (մՆ) և այլ միավորներ. 1 կՆ = 1000 Ն, 1 մՆ = 0,001 Ն:

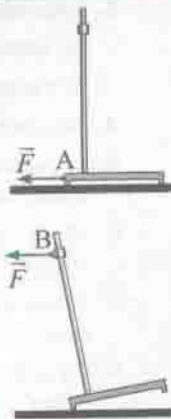
Ուժը, բացի թվային արժեքից (մոդուլից) և չափման միավորից, ունի ևս մեկ կարևոր բնութագիր: Ամեն անգամ, երբ ազդում ենք մարմնի վրա, այդ ազդեցությանը որոշակի ուղղվածություն ենք տալիս, որպեսզի հասնենք մեր ուզած արդյունքին: Օրինակ՝ ֆուտբոլիստը գնդակը շարժման մեջ դնելու համար նրա վրա ազդում է հորիզոնական ուղղությամբ, իսկ դեպի վեր շարժելու համար՝ այլ ուղղությամբ: Հետևաբար ուժը, ինչպես և արագությունը, ունի ուղղություն, այսինքն՝ այն վեկտորական մեծություն է: Ինչպես յուրաքանչյուր վեկտորական մեծություն, ուժը 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 ուղղության հետ, իսկ հատվածի երկարությունը որոշակի մասշտաբով համապատասխանում է ուժի թվային արժեքին: Նշելու համար, որ ուժը վեկտորական մեծություն է, F տառի գլխին պատկերում են փոքրիկ սլաք՝ \vec{F} :

Օրինակ՝ նկ.31-ում պատկերված ուժի մոդուլը 8 Ն է, այն կիրառված է գնդի A կետում և ունի հորիզոնական ուղղություն: Հատվածի 1 սմ երկարությանը համապատասխանում է 4 Ն:

Ուժի ազդեցությունը կախված է նաև ուժի կիրառման կետից: Օրինակ՝ նկ. 32-ում պատկերված ամրակալանի A կամ



Նկ. 31
Գնդի վրա ազդող ուժի վեկտորը



Նկ. 32
Ուժի ազդեցության արդյունքը կախված է կիրառման կետի ընտրությունից



Նկ. 33

Մագնիսը գնդիկի վրա ազդում է հեռավիյ

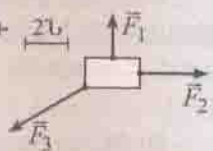
Յ կետերում կիրառելիս \vec{F} ուժի ազդեցության արդյունքն էապես տարբեր է:

Առօրյա կյանքում հանդիպում ենք տարաբնույթ ուժերի: Դուռը բացելու համար գործադրում ենք սկանային ուժ և հաղթահարում դռան ծխնիներում առկա շփման ուժերը, որոշ դեպքերում հաղթահարում ենք նաև դուռը փակ վիճակում պահող զսպանակի առածգականության ուժը: Մենք միշտ ականատեսն ենք այն ուժի ազդեցության հետևանքների, որով Երկիրը ձգում է տարբեր մարմինների:

Բոլոր ուժերը, անկախ փոխազդեցության բնույթից, լի-նում են երկու տեսակի՝ ուժեր, որոնք ազդում են մարմինների անմիջական հպման ժամանակ, և ուժեր, որոնք ազդում են, անկախ այն հանգամանքից, մարմինները հավի՞ն են իրար, թե՞ ոչ: Վերջիններս կարող են ազդել նաև հեռավիյ: Օրի-նակ՝ նկ. 33-ում պատկերված մագնիսը երկաթե գնդիկի վրա ազդում է հեռավիյ՝ առանց նրան հպվելու: Հեռազդող ուժի օրինակներ են նաև տիեզերական ձգողության ուժը և, որպես դրա դրսևորման մասնավոր դեպք, Երկրի ձգողության ուժը, որին կծանոթանաք հաջորդ պարագրաֆում:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ի՞նչ է բնութագրում ուժը:
2. Ո՞ր ուժն է կոչվում 1 Նյուտոն (1Ն):
3. Նշվածներից ո՞րն է ֆիզիկական մեծություն, որը՝ ֆիզիկական երևույթ.
 - ա) փոխազդեցություն, բ) ուժ,
 - գ) զանգված, դ) իներցիա:
4. Ինչպիսի՞ մեծություն է ուժը:
5. Նշվածներից որո՞նք են վեկտորական մեծություններ. արագություն, զանգված, խտու-թյուն, ուժ:
6. Բերեք օրինակներ, որոնք ապացուցում են, որ ուժի ազդեցության արդյունքը կախված է նրա ուղղությունից:
7. Բերեք օրինակներ, որոնք ապացուցում են, որ ուժի ազդեցության արդյունքը կախված է նրա կիրառման կետից:
8. Պատկերեք հորիզոնական դեպի աջ ուղղված ուժի վեկտորը, որի մոդուլը 4Ն է (մասշ-տաբը՝ 0,5 սմ-ը՝ 1Ն):
9. Պատկերեք մարմնի նույն կետում կիրառված իրար փոխուղղահա-յաց 4Ն և 3Ն մոդուլներով ուժեր:
10. Օգտվելով մասշտաբից՝ որոշեք նկարում պատկերված մարմնի վրա ազդող \vec{F}_1 , \vec{F}_2 և \vec{F}_3 ուժերի մոդուլները:



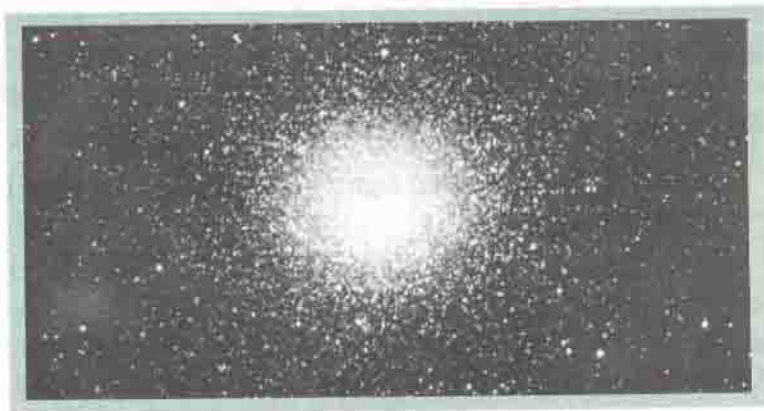
ՏԻՋԵՐԱԿԱՆ ԶԳՈՂՈՒԹՅԱՆ ՈՒԺ: ԾԱՆՐՈՒԹՅԱՆ ՈՒԺ

§ 19

Ինչպես գիտենք, դեպի վեր նետած կամ ձեռքից բաց բռնած մարմինները վայր են ընկնում: Նշանակում է, որ նրանց վրա դեպի ներքև ուղղված ուժ է ազդում: Դա Երկրի ձգողության ուժն է: Երկիրը ձգում է բոլոր մարմինները՝ մարդկանց, ավտոմեքենաները, ծառերը, տները և այլն: Երկրի ձգողության շնորհիվ է, որ նրա մակերևույթին են գետերի, լճերի ծովերի և օվկիանոսների ջրերը: Երկրի ձգողության ուժն է պահում նաև մթնոլորտը:

Այն, որ Երկիրը ձգում է իր մակերևույթին կամ նրան մոտ գտնվող մարմինները, ամենօրյա փորձից մարդիկ գիտեին շատ վաղուց և կարծում էին, որ մարմիններին ձգելը բնորոշ է միայն Երկրին: Մակայն աստղագիտական դիտումները ցույց տվեցին, որ ձգելու հատկությամբ օժտված է ոչ միայն Երկիրը, այլև 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 վրա գտնվող մարմինները: Վերջինիս շնորհիվ է, որ Երկրի վրա տեղի են ունենում մակընթացայություններ և տեղատվություններ, որոնց ժամանակ ծովերի և օվկիանոսների առեղիքանքները ջրերն օրվա ընթացքում երկու անգամ մի քանի մետր բարձրանում և իջնում են:

Ձեզ հայտնի է նաև, որ մոլորակներն Արեգակի ձգողության շնորհիվ են պտտվում նրա շուրջը: Զգողության ուժեր գործում են նաև աստղերի միջև: Դրանց շնորհիվ են տիեզերքում առաջանում աստղակույտեր, գալակտիկաներ:



Նկ. 34
Աստղերի գնդանկում
կուտակում

Նկ.34-ում պատկերված է աստղերի գնդածն կուտակում, որտեղ ձգողության հետևանքով խտացել են հարյուր հազարավոր աստղեր:

Եթե մի պահ վերանային ձգողության (գրավիտացիոն) ուժերը, Երկիրը և Արեգակնային համակարգի մյուս մոլորակները տարբեր ուղղություններով կհեռանային տիեզերական տարածության մեջ, կտրոհվեին գալակտիկաները, աստղային կուտակումները:

Չզողության երևույթը հատուկ է տիեզերքում գտնվող բոլոր մարմիններին՝ անկախ դրանց չափերից: Դա է պատճառը, որ այդ ուժերն անվանում են **տիեզերական ձգողության ուժեր**:

Անգլիացի ֆիզիկոս Իսահակ Նյուտոնն առաջինն էր, որ հայտնաբերեց այն օրինաչափությունները, որոնք բնութագրում են տիեզերական ձգողության ուժերը: Երկու մարմինների ձգողության ուժերն այնքան անգամ մեծ են, որքան անգամ մեծ են մարմինների զանգվածները:

Այդ ուժերը կախված են նաև մարմինների միջև հեռավորությունից: Կախման բնույթը պարզելու համար Նյուտոնն օգտվեց այն ենթադրությունից, որ Լուսինը Երկրի շուրջը պտտվում է այն նույն ուժի ազդեցությամբ, որը ստիպում է նաև Երկրի մակերևույթին մոտ գտնվող մարմիններին ընկնել նրա վրա: Առաջին դեպքում փոխվում է միայն իր ուղեծրով Լուսնի պտտման արագության ուղղությունը, իսկ երկրորդ դեպքում աճում է մարմնի արագությունը: Համապատասխան հաշվարկներ կատարելով՝ Նյուտոնը ցույց տվեց, որ երկու մարմինների հեռավորությունը մեծացնելիս նրանց միջև ձգողության ուժը փոքրանում է հեռավորության քառակուսուն հակադարձ համեմատականորեն: Օրինակ՝ եթե հեռավորությունը մեծացնում ենք 3 անգամ, ձգողության ուժը փոքրանում է 9 անգամ:

Մեզ համար առանձնահատուկ նշանակություն ունի Երկրի ձգողության ուժը:

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

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,

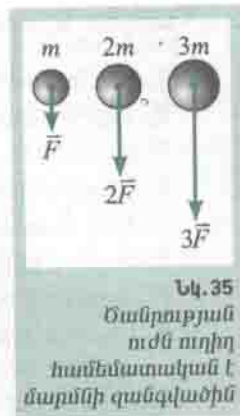
ապա $2m$ զանգվածով մարմնի վրա կազդի ծանրության $2F$ ուժ, $3m$ զանգվածով մարմնի վրա կազդի ծանրության $3F$ ուժ և այլն (նկ. 35), այսինքն՝ ծանրության ուժն ուղիղ համեմատական է մարմնի զանգվածին: Մաթեմատիկորեն այդ կախումն արտահայտվում է հետևյալ բանաձևով՝ $F = mg$, որտեղ g -ն բոլոր մարմինների համար միևնույն հաստատուն մեծությունն է: Վերջինիս արժեքը կարելի է որոշել փորձով: Փորձը ցույց է տալիս, որ Երկրի մակերևույթին մոտ գտնվող 1 կգ զանգվածով մարմինը Երկիրը ձգում է $9,8 \text{ Ն}$ ուժով: Վերը բերված բանաձևից հետևում է, որ $g = \frac{F}{m}$: Տեղադրելով $F = 9,8 \text{ Ն}$ և $m = 1 \text{ կգ}$ ՝ կստանանք՝ $g = \frac{9,8 \text{ Ն}}{1 \text{ կգ}} = 9,8 \text{ Ն/կգ}$:

Այսպիսով՝ կամայական զանգվածով մարմնի վրա ազդող ծանրության ուժը որոշվում է

$$F_g = mg$$

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՝ $9,8 \text{ Ն/կգ}$ արժեքն ունի միայն Երկրի մակերևույթի մերձակայքում: Երկրի մակերևույթից մեծ բարձրություններում g -ի արժեքը փոքրանում է, այսինքն՝ Երկրից հեռանալիս մարմնի վրա ազդող ծանրության ուժը նվազում է:

$F_g = mg$ բանաձևով կարող ենք հաշվել ծանրության ուժի մոդուլը: Իսկ ի՞նչ ուղղություն ունի ծանրության ուժը: Մեծ ճշտությամբ այն ուղղված է դեպի Երկրի կենտրոն: Այդ ուղղությունը որոշելու համար օգտվում են **ուղղալար** կոչվող սարքից: Ուղղալարը թելից կախված բեռ է (նկ. 36): 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:



Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր մարմիններն են փոխազդում տիեզերական ձգողության ուժերով:
2. Ինչի՞ց է կախված տիեզերական ձգողության ուժը:
3. Ո՞ր ուժն են անվանում ծանրության ուժ:
4. Ինչպե՞ս է կախված ծանրության ուժը մարմնի զանգվածից:
5. Ի՞նչ բանաձևով է որոշվում ծանրության ուժը:
6. Ինչո՞ւ է ջուրը հոսում վերևից դեպի ներքև և ոչ թե հակառակը:
7. Չուգահե՞ռ են արդյոք Երևանում և Բեռլինում կախված ուղղալարերը:
8. Միևնույն ծանրության ուժն է արդյոք ազդում երկու միատեսակ գնդերի վրա, եթե դրանցից մեկը ջրում է, իսկ մյուսը՝ օդում:
9. Տանը կշեռքով որոշեք ձեր, գնդակի կամ մեկ այլ մարմնի զանգվածը և հաշվեք նրա վրա ազդող ծանրության ուժը:



Շեռաբրդիի է իմանալ

Նյուտոնը, տիեզերական ձգողությունը և... խնձորը

Անգլիա, 1665-1666 թվականներ: Երկրում մոլեգնում էր ժանտախտի համաճարակը: 22-ամյա Նյուտոնը, որ արդեն Անգլիայի հնագույն՝ Քեմբրիջի համալսարանի բակալավր էր, ստիպված վերադարձավ հայրենի գյուղ՝ Վուլսթրոփ՝ իրենց տոհմական կալվածքը: Այդ տարիները, սակայն, նշանակալից էին Նյուտոնի համար: «Այդ ժամանակ ես մտավոր ուժերիս ծաղկման շրջանում էի և մաթեմատիկայի ու փիլիսոփայության մասին մտածում էի ավելի շատ, քան երբևէ դրանից հետո».— գրում է Նյուտոնը շատ տարիներ անց:

Հենց այդ շրջանում Նյուտոնը հանգեց բնության կարևորագույն օրենքներից մեկին՝ տիեզերական ձգողության օրենքին: Հանրահայտ է, որ այդ օրենքը նա հայտնագործել է՝ դիտելով խնձորնույ պոկված խնձորի շարժումը: Մարմինների անկումը տեսնում էին մաև ուրիշ գիտնականներ և ջանում էին բացատրել այդ երևույթը: Սակայն մինչ Նյուտոնը ոչ մեկին այդպես էլ չհասցրել է: «Ինչու՞ է խնձորը միշտ ուղղաձիգ ներքև ընկնում, այլ ոչ թե մեկ ուրիշ կողմ»,— ինքն իրեն հարց է տալիս Նյուտոնը: Եվ նա սկսում է մտորել այդ խնդրի շուրջ: Իսկ մտորումների արդյունքն այժմ յուրաքանչյուր դպրոցականի հայտնի տիեզերական ձգողության օրենքի հայտնագործումն էր:

Խնդիրների լուծման օրինակներ

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

$$F_{\delta} = 1 \text{ Ն}$$

$$m = ?$$

Լուծում: Մարմնի վրա ազդող ծանրության ուժը որոշվում է $F_{\delta} = mg$ բանաձևով, որտեղ m -ը մարմնի զանգվածն է, իսկ $g = 9,8 \text{ Ն/կգ}$: 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. Որքան է 10 լ ծավալով կերոսինի վրա ազդող ծանրության ուժը:

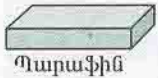
$$V = 1 \text{ լ}$$

$$F_{\delta} = ?$$

Լուծում: Կերոսինի զանգվածը որոշենք $m = \rho V$ բանաձևով, որտեղ ρ -ն կերոսինի խտությունն է: Նրա վրա ազդող ծանրության ուժը՝ $F_{\delta} = mg$, հետևաբար՝ $F_{\delta} = \rho g V$: Աղյուսակ 5-ից 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՝ $F_{\delta} = 800 \text{ կգ/մ}^3 \cdot 0,001 \text{ մ}^3 \cdot 9,8 \text{ Ն/կգ} = 7,84 \text{ Ն}$

Պատասխան՝ 7,84 Ն:

3. Սկարում պատկերված միևնույն չափերով երկու չորսուցներից որի՞ վրա ազդող ծանրության ուժն է մեծ և քանի՞ անգամ:



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

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

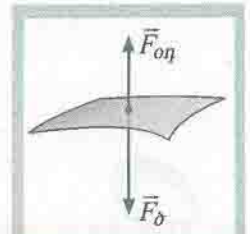
ՄԻ ՈՒՂՂՈՎ ՈՒՂՂՎԱԾ ՈՒԺԵՐԻ ԳՈՒՄԱՐՈՒՄԸ

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 շատ դեպքերում մարմինը միաժամանակ փոխազդում է երկու կամ ավելի մարմինների հետ: Նման դեպքերում մարմնի վրա ազդում է երկու կամ ավելի ուժ: Օրինակ՝ որոշ բարձրությունից ընկնող թղթի վրա (նկ. 37), բացի ծանրության ուժից, ազդում է նաև օդի դիմադրության ուժը: Դեպի Լուսին թռչող տիեզերանավի վրա միաժամանակ ազդում են Երկրի, Լուսնի և Արեգակի ձգողության ուժերը:

Փորձը ցույց է տալիս, որ եթե մարմնի վրա ազդում է մի քանի ուժ, ապա դրանք կարելի է փոխարինել մեկ այնպիսի ուժով, որը մարմնի վրա թողնում է նույն ազդեցությունը, ինչ այդ ուժերը միասին:

Այն ուժը, որ մարմնի վրա ունենում է նույն ազդեցությունը, ինչ մի քանի ուժեր միասին ազդելիս, կոչվում է այդ ուժերի համազոր:

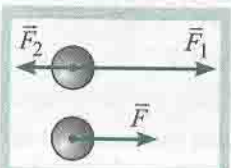
§ 20



Նկ. 37
Թղթի վրա միաժամանակ ազդում են օդի դիմադրության ուժը և ծանրության ուժը



Նկ. 38
Նույն ուղղությամբ ուղղված ուժերի գումարումը



Նկ. 39
Հակառակ ուղղված ուժերի գումարումը

Ուժերի համագործ գտնելու գործողությունը կոչվում է ուժերի գումարում: Ուժը վեկտորական մեծություն է, իսկ վեկտորների համար գործում են գումարման այլ կանոններ: Եթե ուժերն ուղղված են կամայական անկյան տակ, ապա դրանց գումարելը (համագործ գտնելը) բավականաչափ բարդ խնդիր է (այն կքննարկեք բարձր դասարաններում): Այժմ պարզենք, թե ինչպես են գումարվում մի ուղղով ուղղված երկու ուժերը, ընդ որում, դրանք կարող են ունենալ նույն ուղղությունը կամ ուղղված լինել իրար հակառակ: Նման դեպքերում գործում են ուժերի գումարման հետևյալ պարզ կանոնները:

Եթե մարմնի վրա ազդող \vec{F}_1 և \vec{F}_2 ուժերն ունեն նույն ուղղությունը (նկ. 38), ապա համագործ ուժն ուղղված է նույն ուղղությամբ, և նրա մոդուլը հավասար է այդ ուժերի մոդուլների գումարին՝

$$F_1 = F_1 + F_2:$$

Եթե մարմնի վրա ազդող ուժերն ուղղված են մի ուղղով և ունեն հակառակ ուղղություններ (նկ. 39), ապա դրանց համագործ ուժի մոդուլով ավելի մեծ ուժի ուղղությունը, և 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 համագործ 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:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Բերեք օրինակներ, երբ մարմնի վրա միաժամանակ ազդում է մի քանի ուժ:
2. Ո՞ր ուժն է կոչվում համագործ ուժ:
3. Ինչպե՞ս է ուղղված մի ուղղով միևնույն կողմն ուղղված երկու ուժերի համագործը, և ինչի՞ է հավասար նրա մոդուլը:
4. Ինչպե՞ս է ուղղված մի ուղղով հակառակ կողմեր ուղղված երկու ուժերի համագործը, և ինչի՞ է հավասար նրա մոդուլը:
5. Ինչպե՞ս է շարժվում մարմինը նրա մի կեսում կիրառված, մոդուլով հավասար և հակառակ ուղղված երկու ուժերի ազդեցությամբ:

6. Ինչի՞նչ է հավասար A կետում կիրառված երկու ուժերի համագործի մոդուլը, և ինչպե՞ս է այն ուղղված:



7. Ինչի՞նչ է հավասար A կետում կիրառված երեք ուժերի համագործի մոդուլը, և ինչպե՞ս է այն ուղղված:



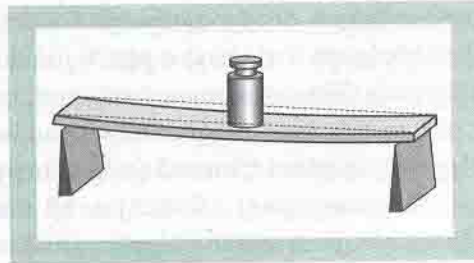
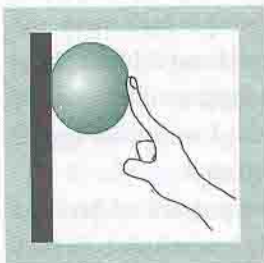
8. Մարմնի վրա նույն ուղղությամբ ազդում են 20 Ն և 30 Ն ուժեր: Պատկերեք այդ ուժերը, եթե դրանց համագործի մոդուլը հավասար է՝ ա) 10 Ն, բ) 50 Ն:
9. Որոշ բարձրությունից ընկնող մարմնի վրա ազդում են նրա ծանրության 50 Ն և օդի դիմադրության 30 Ն ուժերը: Ինչպե՞ս է ուղղված այդ ուժերի համագործը, և ինչի՞նչ է հավասար նրա մոդուլը:
10. Միևնույն կետում կիրառված 4 Ն և 3 Ն ուժերի համագործի մոդուլը n° դեպքում հավասար կլինի՞՝ ա) 1 Ն, բ) 7 Ն:
11. Գումարեք 7 Ն և 1 Ն ուժերը, եթե նրանց կազմած անկյունը՝ ա) 0° է, բ) 180° է:
12. Մարմնի վրա ազդում են մի ուղղով ուղղված 3 Ն, 4 Ն և 5 Ն ուժեր: Կարո՞ղ է արդյոք այդ ուժերի համագործի մոդուլը հավասար լինել 1, 2, 3, 4, 6, 10, 12, 15 Ն-ի:

ԱՌԱՋԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՈՒԺ: ՀՈՒԿԻ ՕՐԵՆՔԸ

§ 21

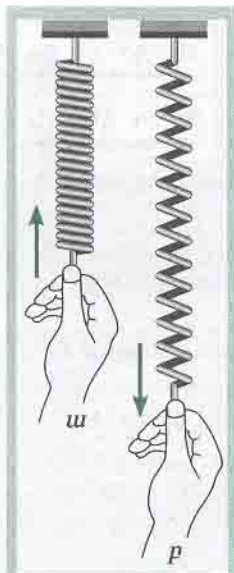
Արդեն գիտենք, որ մարմինները փոխազդեցության հետևանքով փոխում են իրենց արագությունները: Սակայն երբ մարմինը գրկված է ամբողջական շարժում կատարելու հնարավորությունից, ապա ուժի ազդեցությամբ նրա առանձին մասերը տեղափոխվում են միմյանց նկատմամբ, որի հետևանքով մարմինը փոխում է իր ձևն ու չափերը:

Այսպես, օրինակ, երբ մատով գնդակը սեղմում ենք պատին (նկ. 40), 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 գտնվող տախտակին (նկ. 41), այն ճկվում է:



Նկ. 40
Փոխազդեցության հետևանքով փոխվում է մարմինների ձևը

Նկ. 41
Ճկման դեֆորմացիա



Նկ. 42
Սեղմման (w)
և ձգման (p)
դեֆորմացիաներ

Փոխազդեցության հետևանքով կարող են փոխվել նաև մարմնի չափերը: Օրինակ՝ պողպատե զսպանակը սեղմելիս այն կարճանում (նկ.42.ա) է, իսկ ձգելիս՝ երկարում (նկ.42.բ):

Նշված բոլոր դեպքերում ասում են, որ մարմինը դեֆորմացվում է:

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

Եթե 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 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՝ պլաստիկ:

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

Կամուրջները, հեծանները, հաստոցների մասերը հաշվարկվում և պատրաստվում են այնպես, որ ուժի ազդեցությամբ ենթարկվեն առաձգական դեֆորմացիայի, ինչն ապահովում է դրանց երկարակեցությունն ու հուսալիությունը: Եվ հակառակը, մետաղների մշակման ժամանակ դրանց ենթարկում են պլաստիկ դեֆորմացիայի, որպեսզի պատրաստված դետալն ունենա անհրաժեշտ չափերն ու ձևը և դրանք պահպանի դեֆորմացիան վերացնելուց հետո:

Առաձգական դեֆորմացիայի ժամանակ մարմնում առաջանում են ուժեր, որոնք խոչընդոտում են դեֆորմացիան և ձգտում են վերականգնել նրա 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, որ ձգման շնորհիվ զսպանակում առաջանում է ուժ, որը մոդուլով հավասար է այն ուժին, որով ազդում ենք և հակառակ է ուղղված դրան: Այդ ուժը կոչվում է **առաձգականության ուժ**:

Փորձերը ցույց են տալիս, որ առաձգական դեֆորմացիայի դեպքում առաձգականության ուժը կախված է դեֆոր-

մայիայի չափից: Փորձենք պարզել այդ կախման բնույթը և ստանալ այն արտահայտող բանաձևը:

Դրա համար կատարենք հետևյալ փորձը: Ամրակալանին ամրացնենք զսպանակ և նշենք դրա ազատ ծայրի դիրքը (նկ. 43): Այնուհետև զսպանակի ծայրից կախենք բեռ: Չսպանակը կձգվի և կերկարի x չափով: Բեռի վրա ազդում են ծանրության ուժը և դրան հակառակ ուղղված զսպանակի առածգականության ուժը: Քանի որ բեռը դադարի վիճակում է, ապա առածգականության ուժը մոդուլով հավասար է բեռի ծանրության ուժին: Եթե բեռը հանենք, ապա զսպանակի ծայրը կվերադառնա իր նախկին դիրքը, ինչը ցույց է տալիս, որ դեֆորմացիան առածգական է: Այժմ զսպանակի ծայրից կախենք երկու այդպիսի բեռ: Այս դեպքում ծանրության ուժը, հետևաբար նաև առածգականության 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 առածգականության ուժը, այսինքն՝ առածգականության ուժն ուղիղ համեմատական է դեֆորմացիայի չափին (զսպանակի երկարացմանը):

Ընդհանրացնելով այս փաստերը՝ անգլիացի ֆիզիկոս Ռոբերտ Հուկը ձևակերպեց հետևյալ օրենքը, որը հայտնի է որպես **Հուկի օրենք**:

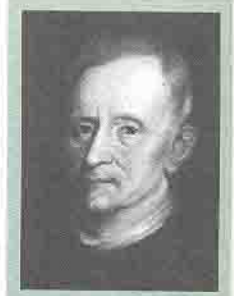
Առածգական դեֆորմացիայի ժամանակ մարմնում առաջացած առածգականության ուժն ուղիղ համեմատական է դեֆորմացիայի չափին:

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

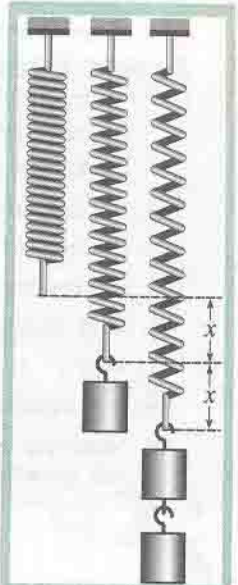
$$F_{\text{առ}} = kx:$$

Այս բանաձևում համեմատականության k գործակիցը կոչվում է **կոշտություն**: Կոշտությունը կախված է զսպանակի նյութի տեսակից, չափերից և պատրաստման եղանակից: Տվյալ զսպանակի համար այն հաստատուն մեծություն է:

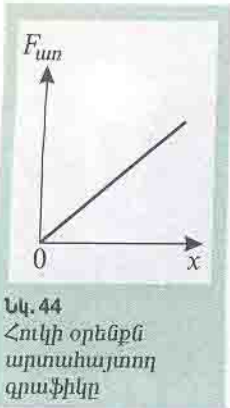
Քանի որ կոշտությունը՝ $k = F/x$, և միավորների ՄՀ-ում ուժն արտահայտվում է նյուտոններով, իսկ երկարացումը՝ մետրերով, ապա նրա միավորը կլինի 1 Ն/մ-ը:



Ռոբերտ Հուկ
1635-1703



Նկ. 43
Առածգականության ուժն ուղիղ համեմատական է դեֆորմացիայի չափին



Հուկի օրենքը ճիշտ է ոչ միայն մարմնի ձգման, այլև սեղմման դեպքում: Եթե զսպանակը սեղմենք x չափով, ապա նրանում առաջացած առաձգականության ուժը դարձյալ կորոշվի նույն բանաձևով:

Նշենք, որ $F = kx$ բանաձևով որոշվում է 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. 44):

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր երևույթն է կոչվում դեֆորմացիա:
2. Բերեք դեֆորմացիայի օրինակներ:
3. Ո՞ր դեֆորմացիան է կոչվում առաձգական, որը՝ պլաստիկ: Բերեք օրինակներ:
4. Ո՞ր ուժն են անվանում առաձգականության ուժ, և ինչպե՞ս է այն ուղղված:
5. Ձևակերպեք Հուկի օրենքը:
6. Գրեք Հուկի օրենքն արտահայտող բանաձևը:
7. Ինչի՞ց է կախված զսպանակի կոշտությունը:
8. Ի՞նչ միավորով է արտահայտվում կոշտությունը միավորների ՄՏ-ում:
9. Կառուցեք զսպանակի երկարացումից առաձգականության ուժի կախման գրաֆիկը, եթե զսպանակի կոշտությունը 20 Ն/մ է:

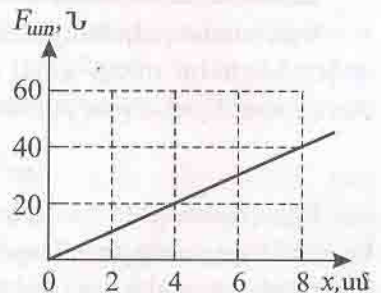
Խնդիրների լուծման օրինակներ

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

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

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

Նույն արդյունքը կստանանք՝ օգտագործելով գրաֆիկի կամայական այլ կետի համապատասխանող x -ի և $F_{\text{ուն}}$ -ի արժեքները:



Պատասխան՝ 500 Ն/մ:

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

$$\begin{aligned} x_1 &= 5 \text{ սմ} \\ F_1 &= 2 \text{ Ն} \\ x_2 &= 30 \text{ սմ} \\ F_2 &=? \end{aligned}$$

Լուծում: Համաձայն Հուկի օրենքի՝ $F_1 = kx_1$, $F_2 = kx_2$, որտեղ k -ն զսպանակի կոշտությունն է: Առաջին հավասարումից գտնելով $k = \frac{F_1}{x_1}$ մեծությունը և այն տեղադրելով երկրորդ հավասարման մեջ՝ կտանանք՝

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

Պատասխան՝ 12 Ն:

3. Ինչի՞ է հավասար զսպանակի առաձգականության ուժը, եթե նրանից կախված է 400 սմ³ ծավալով երկաթե չորսու:

$$\begin{aligned} V &= 400 \text{ սմ}^3 \\ \rho &= 7,8 \text{ գ/սմ}^3 \\ F_{\text{տն}} &=? \end{aligned}$$

Լուծում: Չորսուի վրա ազդում են նրա ծանրության mg և զսպանակի առաձգականության $F_{\text{տն}}$ ուժերը: Քանի որ չորսուն դադարի վիճակում է, ապա դրանց համագոր ուժը հավասար է զրոյի: Երկու հակառակ ուղղված ուժերի համագորը զրո է, եթե դրանց մոդուլները հավասար են, այսինքն՝ $F_{\text{տն}} = mg$: Չորսուի զանգվածը որոշենք $m = \rho V$ բանաձևով, որտեղ V -ն չորսուի ծավալն է, իսկ ρ -ն՝ երկաթի խտությունը: Չսպանակի առաձգականության ուժը՝

$$F_{\text{տն}} = \rho V g = 7,8 \frac{\text{գ}}{\text{սմ}^3} \cdot 400 \text{ սմ}^3 \cdot 9,8 \frac{\text{Ն}}{\text{կգ}} = 3,12 \text{ կգ} \cdot 9,8 \text{ Ն/կգ} = 30,6 \text{ Ն}:$$

Պատասխան՝ 30,6 Ն:



ՈՒԺԱԶՍՓ

Ուժը մարմնի վրա բողնում է երկակի ազդեցություն. ուժի ազդեցությամբ մարմինը կարող է փոխել իր արագությունը կամ դեֆորմացվել: Փորձը ցույց է տալիս, որ ինչքան մեծ է մարմնի վրա ազդող ուժը, այնքան մեծ է նրա արագության փոփոխությունը կամ դեֆորմացիայի չափը: Այստեղից հետևում է, որ ուժը կարելի է չափել երկու եղանակով՝

- ա) չափելով նրա ազդեցությամբ մարմնի արագության փոփոխությունը,
- բ) չափելով նրա ազդեցությամբ մարմնի դեֆորմացիայի մեծությունը:

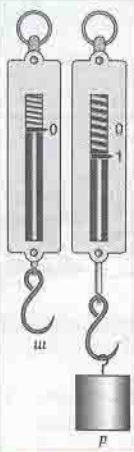
§ 12-ում ուժի միավորը սահմանեցինք՝ օգտվելով առաջին եղանակից: Սակայն գործնականում ավելի հեշտ է չափել մարմնի դեֆորմացիայի (երկարացման կամ սեղմման) մեծությունը, քան արագության փոփոխությունը:

Ահա թե ինչու ուժը չափելու համար ավելի շատ օգտվում են **ուժաչափ** (դինամոմետր) կոչվող սարքից, որի աշխատանքի հիմքում Հուկի օրենքն է:

§ 22



Նկ. 45
Պարզագույն
ուժաչափ



Նկ. 46
Ուժաչափի
աստիճանավորումը

Նկ. 47
Չեղքի
ուժաչափ

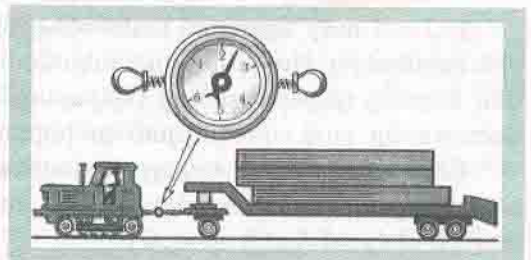
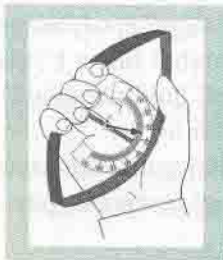
Նկ. 48
Քարշային
ուժաչափ

Պարզագույն ուժաչափի (նկ. 45) հիմնական մասը զսպանակն է, որի ստորին ծայրը վերջանում է կեռիկով: Չսպանակին ամրացված է ցույցիչ: Չսպանակի կեռիկի վրա ուժ ազդելիս այն սահում է ուժաչափի հենքին ամրացված սանդղակի վրայով և ցույց տալիս ուժի համապատասխան արժեքը: Չափման ժամանակ զսպանակը ենթարկվում է միայն առաձգական դեֆորմացիայի, ուստի ուժի ազդեցությունը դադարելուց հետո ցույցիչը վերադառնում է սկզբնական դիրքին:

Իսկ ինչպե՞ս են աստիճանավորում ուժաչափի սանդղակը:

Գրա համար ուժաչափի վրա՝ ցույցիչի մոտ ամրացնում են սպիտակ բոքի շերտ և նրա վրա հորիզոնական գծիկով նշում ցույցիչի դիրքը, երբ զսպանակը դեֆորմացված չէ: Գծիկի կողքին գրում են 0 թվանշանը (նկ. 46. ա): Գրանից հետո կեռիկից կախում են 102 գ զանգվածով բեռ, որը զսպանակը ձգում է 1Ն ուժով: Ցույցիչի նոր դիրքը նշում են գծիկով և նրա կողքին գրում 1 թվանշանը (նկ. 46. բ): Այնուհետև կեռիկին ավելացնում են ևս մեկ նույնապիսի բեռ, որի հետևանքով զսպանակը ձգող ուժը դառնում է 2Ն: 2 թվանշանով նշում են ցույցիչի նոր դիրքը և այսպես շարունակ: 1Ն-ի տասնորդական մասերը չափելու համար երկու հաջորդական թվերով նշված գծիկների միջև հեռավորությունները բաժանում են 10 հավասար մասի, որոնցից յուրաքանչյուրը 0,1Ն է:

Տեխնիկայում, սպորտում և առօրյա կյանքում օգտագործում են մաս ալլ կառուցվածքի ուժաչափներ: Օրինակ՝ նկ. 47-ում պատկերված ուժաչափով չափում են ձեռքի մկանային ուժը: Շատ ավելի մեծ ուժեր, օրինակ՝ տրակտորի քարշի ուժը չափելու համար օգտագործում են նկ. 48-ում պատկերված **քարշային ուժաչափը** և այլն: Դրանք բոլորը, անկախ իրենց կառուցվածքից, ունեն առաձգական զսպանակ և չափիչ սանդղակ:



Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ի՞նչ եղանակներով կարելի է չափել ուժը: Դրանցից ո՞րն է առավել կիրառելի:
2. Ի՞նչ կառուցվածք ունի պարզագույն ուժաչափը:
3. Ո՞ր օրենքի վրա է հիմնված ուժաչափի աշխատանքը:
4. Յուրաքանչյուր ուժաչափի վրա կա սահմանափակիչ, որը թույլ չի տալիս զսպանակը որոշակի չափից ավելի ձգել: Ո՞րն է դրա դերը:
5. Ուժաչափների ի՞նչ տեսակներ գիտեք:

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 4

Ուժաչափի աստիճանավորումը և ուժի չափումն ուժաչափով

Աշխատանքի նպատակը. աստիճանավորել զսպանակավոր ուժաչափը և դրա միջոցով չափել ուժեր:

Անհրաժեշտ սարքեր և նյութեր. ամրակալան, 102 գ զանգվածով բեռների հավաքածու, զսպանակավոր ուժաչափ:

Աշխատանքի ընթացքը.

1. Ուժաչափի սանդղակը ծածկեք սպիտակ թղթով:
2. Ուժաչափն ուղղաձիգ դիրքով ամրացրեք ամրակալանին: Սպիտակ թղթի վրա հորիզոնական գծիկով նշեք ուժաչափի ցուցիչի դիրքը և նրա կողքին գրեք «զրո» թվանշանը: Դա կլինի սանդղակի գրոյական բաժանումը:
3. Ուժաչափի կեռիկից կախեք 102 գ զանգվածով բեռ: Ուժաչափի ցուցիչի նոր դիրքը նույնպես նշեք հորիզոնական գծիկով և նրա կողքին գրեք 1 թվանշանը: Այն կհամապատասխանի 1 Ն ուժին:
4. Այնուհետև կեռիկին ավելացրեք նույն զանգվածով ևս մեկ բեռ և նույն ձևով ցուցիչի նոր դիրքը նշեք 2 թվանշանով:
5. Կեռիկին հերթով ավելացնելով մեկական բեռ՝ թղթի վրա նշեք ցուցիչի դիրքերը՝ սանդղակի 3, 4, ... բաժանումները:
6. Այնուհետև չափեք երկու հարևան բաժանումների միջև հեռավորությունները: Հավասա՞ր են արդյոք դրանք:
7. Այդ հեռավորություններից յուրաքանչյուրը սանդղակի վրա բաժանեք 10 հավասար մասի: Դրանցից յուրաքանչյուրը կհամապատասխանի 0,1 Ն-ի: Այսպիսով՝ ձեր ուժաչափն աստիճանավորված է:
8. Այժմ որոշակի ուժով ձգելով կամ ուժաչափից որևէ բեռ կախելով՝ չափեք ուժաչափի վրա ազդող ուժի մեծությունը:
9. Ուժաչափից պոկելով ձեր ստացած սանդղակը՝ այն համեմատեք ուժաչափի գործարանային սանդղակի հետ և գնահատեք ձեր թույլ տված սխալը:

§ 23

§24

Այժմ ծանոթանանք ևս մեկ ուժի՝ մարմնի կշիռին: Չեզ լավ հայտնի է, որ ձեռքից բաց թողած յուրաքանչյուր մարմին (գիրքը, մետաղե գունդը) ծանրության ուժի ազդեցությամբ ընկնում է ներքև: Իսկ ինչու՞ անշարժ հենարանին դրված մարմինը ներքև չի ընկնում: Նշանակում է, որ, բացի ծանրության ուժից, մարմնի վրա ազդում է ևս մեկ՝ ուղղաձիգ դեպի վեր ուղղված ուժ: Այդ ուժը հենարանի առածգականության ուժն է, որն առաջանում է մարմնի ազդեցությամբ հենարանի դեֆորմացիայի հետևանքով: Վերջինս շատ դեպքերում աչքի համար աննկատելի է, սակայն ակնառու է դառնում, երբ, օրինակ, ծանր մարմինը դնում ենք բազմոյցին:

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 ուղղաձիգ դեպի ներքև ուղղված առածգականության ուժով ազդում է հենարանի վրա:

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:

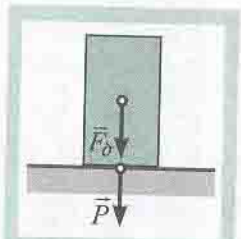
Այսպիսով՝ մարմնի կշիռը բնույթով առածգականության ուժ է, որը կիրառված է հենարանի (նկ.49) կամ կախույցի (նկ.50) վրա:

Կշիռը սովորաբար նշանակում են P տառով: Երկրի նկատմամբ անշարժ վիճակում գտնվող մարմնի կշիռը հավասար է ծանրության ուժին՝

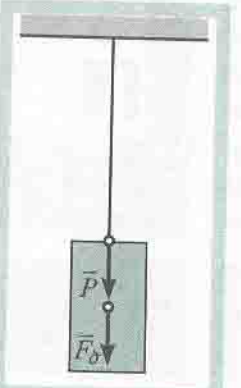
$$P = mg:$$

Ինչպես ամեն մի ուժ, կշիռը միավորների ՄՀ-ում չափվում է նյուտոնով:

Սուրյա կյանքում հաճախ կշիռը շփոթում են մարմնի զանգվածի հետ: Օրինակ՝ կշռվելիս մեր կշիռը մեզ հայտնում են կիլոգրամներով, խանութում կատարած գնումների կշիռը որոշում են կիլոգրամներով կամ գրամներով: Բայց չէ՞ որ կիլոգրամը մարմնի զանգվածի միավորն է, իսկ կշիռն ուժ



Նկ. 49
Մարմնի \vec{P} կշիռն ազդում է հենարանի վրա



Նկ. 50
Մարմնի \vec{P} կշիռն ազդում է կախույցի վրա

է և չափվում է նյութաբանությամբ: Նշված իրավիճակներում ճիշտ է ասել «մարդու զանգվածը», «գնված ապրանքի զանգվածը» և ոչ թե կշիռը:

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 մարմինների կշիռները, հավասար են նաև դրանց զանգվածները: Դա է պատճառը, որ մարդիկ հաճախ տարբերություն չեն տեսնում մարմնի զանգվածի և կշռի միջև: Դիշտ չէ, երբ ասում են, որ, օրինակ, մարմնի կշիռը 10 կգ է: Դա նրա զանգվածն է, իսկ կշիռը՝

$$P = mg = 10 \text{ կգ} \cdot 9,8 \frac{\text{Ն}}{\text{կգ}} = 98 \text{ Ն:}$$

Շարցեր և առաջադրանքներ

1. Ի՞նչն են անվանում մարմնի կշիռ:
2. Ի՞նչ բնույթի ուժ է մարմնի կշիռը:
3. Ինչպե՞ս է ուղղված մարմնի կշիռը և որտե՞ղ է այն կիրառված:
4. Ի՞նչ բանաձևով է որոշվում մարմնի կշիռը:
5. Նշեք մարմնի կշռի և ծանրության ուժի տարբերությունները:
6. Նշեք մարմնի զանգվածի և կշռի տարբերությունները:

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 կշիռը առաստաղի վրա ազդող ուժն է, հետևաբար $P=49 \text{ Ն}$:
 Մարմնի կշիռը որոշվում է $P=mg$ բանաձևով, որտեղից՝

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

Պատասխան՝ 5 կգ:

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

$$\frac{m_1=1 \text{ կգ}}{V=5 \text{ լ}} \quad \frac{P=?}{}$$

Լուծում: Նախ՝ հաշվենք կերոսինի զանգվածը: Այն կորոշվի $m_2 = \rho V$ 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՝

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

Պատասխան՝ 49 Ն:

§ 25

Հավող մարմինների մակերևութների միջև առաջացող և իրար նկատմամբ նրանց շարժումը խոչընդոտող ուժը կոչվում է շփման ուժ:

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:

Նշված օրինակներում մարմնի վրա հորիզոնական ուղղությամբ ուժ է ազդում, սակայն այն մնում է դադարի վիճակում: Նշանակում է, որ մարմնի վրա ազդում է ևս մեկ ուժ, որը *հակառակ է ուղղված կիրառված ուժին* և համակշռում է այն (նկ. 51): Այդ ուժը մարմնի և սեղանի մակերևութների միջև առաջացած **դադարի շփման ուժն** է:

Եթե մարմնի վրա նրա հավող մակերևութին զուգահեռ ուժ չի ազդում, ապա դադարի շփման ուժը հավասար է զրոյի: Այն առաջանում է միայն նշված ուժի առկայության դեպքում, և քանի դեռ մարմինը դադարի վիճակում է, ազդող ուժը մեծացնելիս մեծանում է նաև դադարի շփման ուժը: Աստիճանաբար մեծացնելով կիրառված ուժը՝ նրա որոշակի արժեքի դեպքում մարմինն սկսում է շարժվել: Հետևաբար դադարի շփման ուժը տվյալ պայմաններում կարող է փոխվել զրոյից մինչև որոշակի՝ առավելագույն արժեք:

Այսպիսով՝ դադարի շփման ուժը միշտ հավասար է հավող մակերևութներին զուգահեռ ազդող ուժին և ուղղված է նրան հակառակ:

Երբ ազդող ուժը դառնում է դադարի շփման ուժի առավելագույն արժեքից փոքր-ինչ մեծ, մարմինը շարժվում է, և դադարի շփման ուժի փոխարեն հանդես է գալիս **սահքի շփման ուժը**:

Նկ. 51
Դադարի շփման ուժը հավասար է քարշի ուժին



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

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

Իսկ ինչո՞վ է պայմանավորված շփման ուժը: Փորձը ցույց է տալիս, որ շփման ուժի մեծությունը կախված է շփվող մարմինների ողորկության աստիճանից և դրանց նյութի տեսակից:

Նույնիսկ այն մակերևութները, որոնք մեզ ողորկ են քվում, իրականում ունեն անհարթություններ (նկ. 52): Այդ անհարթությունները կառչում են մեկը մյուսին, դեֆորմացվում և խոչընդոտում մարմինների շարժումը: Այդ պատճառով շփումը փոքրացնելու համար պետք է հարթեցնել, հղկել հավող մարմինների մակերևութները: Մակայն դա չի նշանակում, որ այդ եղանակով կարելի է անընդհատ փոքրացնել շփման ուժը:

Բանն այն է, որ այն մասնիկները, որոնցից կազմված են մարմինները, միմյանց մոտենալիս փոխազդում են զգալի ձգողության ուժերով (դրանք կուսումնասիրեք գլուխ IV-ում): Լավ հղկելիս մարմինների մակերևութներն ավելի կիս են հավում իրար, որի հետևանքով ձգողության ուժը դառնում է էական, և շփման ուժը մեծանում է:

Շփման ուժի բնույթն էապես փոխվում է այն դեպքերում, երբ մարմինը ոչ թե սահում, այլ գլորվում է մեկ այլ մարմնի մակերևութով: Այդ դեպքում գլորվող մարմինը հաղթահարում է իր ճանապարհին հանդիպող մակերևութային անհարթությունները՝ անցնելով դրանց վրայով: Դրա շնորհիվ առաջացող դիմադրության ուժը կոչվում է **գլորման շփման ուժ, որի ուղղությունը հակառակ է մարմնի գլորման ուղղությանը:**

Միևնույն պայմաններում գլորման շփման ուժը զգալիորեն փոքր է սահքի շփման ուժից: Դա մարդկությանը հայտնի է դեռևս շատ հին ժամանակներից. մարդիկ ծանր բեռներ տեղափոխելու համար դրանց տակ տեղադրում էին գերաններ կամ այլ գլորաններ: Դա է պատճառը, որ ներկայումս բոլոր փոխադրամիջոցները տեղակայվում են անիվների վրա: Անիվը մարդկության կարևորագույն հայտնագործություններից է:



Նկ. 52
Մարմնի
մակերևութի
անհարթությունները
(խիստ
խոշորացված)

Շարքեր և առաջադրանքներ

1. Բերեք շփման առկայությունը հաստատող օրինակներ:
2. Ինչո՞վ է պայմանավորված շփումը:
3. Թվարկեք շփման տեսակները և բերեք օրինակներ:
4. Օրինակներով ցույց տվեք, որ միևնույն պայմաններում գլորման շփման ուժը փոքր է սահեքի շփման ուժից:

§26

ՇՓՄԱՆ ՈՒԺԻ ԴԵՐՈՇ ԲՆՈՒԹՅԱՆ ՄԵՋ, ՏԵՆՆԻԿԱՅՈՒՄ ԵՎ ԿԵՆՑԱՂՈՒՄ

Շփման երևույթը բնության մեջ և կենցաղում ունի բազմաթիվ դրսևորումներ: Շփումը որոշ դեպքերում օգտակար է, իսկ այլ դեպքերում՝ վնասակար:

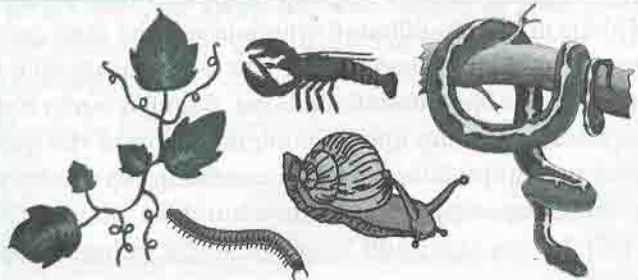
Եթե շլիներ շփումը, մարդիկ և կենդանիները չէին կարող քայլել կամ վազել: Դա կատարվում է ոտքերի և գետնի շփման շնորհիվ: Շփման շնորհիվ է, որ շարժվում են ավտոմեքենաները, զնայքները: Դուք լավ գիտեք, թե որքան դժվար է քայլել հարթ սառույցի վրայով, կամ տեսել եք, թե ինչպես են սառցակալած ճանապարհին տեղապատույտ տալիս ավտոմեքենաների անիվները: Դրա պատճառն այն է, որ սառույցի վրա շփումը շատ ավելի փոքր է, քան գետնի վրա: Շփման շնորհիվ է, որ արգելակելիս մեքենաները կանգ են առնում, և խուսափում ենք տարբեր վթարներից:

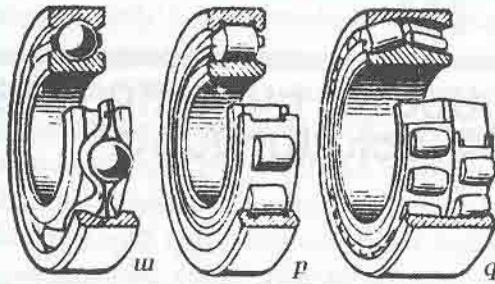
Երբևէ մտածե՞լ եք, թե ինչպես են բամբակի կարճ մազաթելերից ամբողջական երկար թել ստանում, թեև չեն օգտագործվում ոչ սոսինձ, ոչ էլ հանգույցներ: Պարզապես մանրաթելերը ոլորում և միահյուսում են իրար, և դրանց միջև շփումն ապահովում է ստացված թելի ամրությունը:

Շատ բույսեր և կենդանիներ ունեն բռնելու կամ փաթաթվելու համար հարմար օրգաններ (նկ. 53): Դրանք բոլորն

Նկ. 53

Շփման շնորհիվ կենդանիները և բույսերը կառչում են տարբեր առարկաներից և տեղաշարժվում





Նկ. 54
 Առանցքակալներ,
 ա. գնդիկավոր,
 բ. գլանային,
 գ. երկշար

ունեն խորդուբորդ մակերևույթներ, ինչը մեծացնում է շփումը: Եթե չլիներ շփումը, չէինք կարող ոչ մի բան ձեռքով պահել, և ամեն ինչ դուրս կսահեր մեր ձեռքերից:

Ձեզանից շատերը գիտեն, որ շփումը մեծացնելու համար ծանրամարտիկները ձեռքի ավերիք և մարզակոշիկները պատում են բլեկնախեժով, իսկ երաժիշտներն այն քսում են լարային գործիքների (օրինակ՝ ջութակի) աղեղին:

Շփումն ունի մաս վնասակար հետևանքներ: Շփման հետևանքով տաքանում և մաշվում են մեքենաների շարժվող մասերը: Շփման այս և ոչ ցանկալի այլ հետևանքներից խուսափելու համար կիրառվում են շփման փոքրացման տարրեր եղանակներ: Օրինակ՝ շփումը փոքրացնելու նպատակով հավող մակերևույթները պատում են որևէ յուղով, քսուքով: Այդ դեպքում միմյանց հետ անմիջականորեն շփվում են ոչ թե պինդ մարմինների մակերևույթները, այլ դրանք պատող հեղուկի հարևան շերտերը: Քանի որ քսուքի շերտերի միջև շփումն էսպես փոքր է, շփման ուժը փոքրանում է:

Շփումը փոքրացնում են՝ օգտագործելով մաս տարրեր տիպի առանցքակալներ, որոնց միջոցով սահքի շփումը փոխարինվում է գլորման շփումով (Նկ. 54), որն, ինչպես գիտենք, շատ ավելի փոքր է:

Շարժեր և առաջադրանքներ

1. Բերեք շփման դրսևորման օգտակար օրինակներ:
2. Բերեք շփման դրսևորման վնասակար օրինակներ:
3. Ինչպե՞ս կարելի է մեծացնել շփումը:
4. Ինչպե՞ս կարելի է փոքրացնել շփումը:
5. Ինչու՞ հաճախ սառցակալած ձանապարհներից ավագ են շաղ տալիս:

ԱՃԻԱՏԱՆՔ ԵՎ ԸՉՈՐՈՒԹՅՈՒՆ: ՊԱՐԶ ՄԵԽԱՆԻԶՄՆԵՐ

§ 27

ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ԱՃԻԱՏԱՆՔ

«Աշխատանք» հասկացությունն օգտագործվում է մեր առօրյա կյանքի գրեթե բոլոր բնագավառներում և ունի տարբեր մեկնաբանություններ: Այսպես, օրինակ, կարելի է լսել, որ գնդակով խաղալը, դասարանում նստելը, ուսումը և այլն աշխատանք են: Շատ սովորողներ հավանաբար կհամաձայնեն, որ ուսումն աշխատանք է, բայց չեն հավատա, որ գնդակով խաղալը նույնպես կարելի է աշխատանք համարել:

Եիշտ նույն ձևով շատերը կասեն, որ նկ. 55-ում պատկերված տղաները՝ Նարեկը, Դավիթը և Արամեն, աշխատանք են կատարում: Նարեկը հենվել է պատին, Դավիթն իր գլխավերևում է պահում ծանրածողը, իսկ Արամեն առաջ է հրում խոտհնձիչ մեքենան: Բայց ուրիշները չեն համաձայնի բոլոր այդ գործողություններն անվանել աշխատանք:

Ի՞նչ ընդհանուր բան կարելի է գտնել նկ. 55-ում պատկերված տղաների գործողություններում: Նրանցից յուրաքանչյուրն ուժ է գործադրում ինչ-որ ժամանակի ընթացքում:

Նկ. 55
Տղաներից
ո՞վ է կատարում
մեխանիկական
աշխատանք



Եթե համաձայնենք, որ նրանք բոլորն էլ աշխատանք են կատարում, ապա կարելի^օ է աշխատանքը սահմանել որպես ուժի և ժամանակի արտադրյալ:

Նշված նկարի հետագա ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս աշխատանքի սահմանման այլ հնարավորություն:

Արամեն անում է այն, ինչ չեն անում Նարեկը և Դավիթը: Արամեն հնձում է պարտեզի խոտը: Նա ուժ է գործադրում որոշակի ճանապարհի վրա: Ինչքան խիտ է խոտը, այնքան մեծ ուժ է պահանջվում: Բայցի դրանից, ինչքան մեծ է ուժը և հնձիչի անցած ճանապարհը, այնքան շատ խոտ կհնձվի, և մեծ աշխատանք կկատարվի:

Ֆիզիկայում «աշխատանք» հասկացությունն ունի որոշակի իմաստ և օգտագործվում է միայն այն ժամանակ, երբ դիտարկվում է մարմնի շարժումը որևէ ուժի ազդեցությամբ: Նման դեպքում ասում են, որ կատարվում է **մեխանիկական աշխատանք**:

Օրինակ՝ վերամբարձ կռունկը բարձրացնում է բեռը, տրակտորը դաշտում քաշում է սերմնապանը, վառոդի գազերը ստիպում են, որ գնդակը շաժվի հրապանի փողում: Բոլոր այս դեպքերում մարմինների վրա կիրառված են ուժեր, որոնց ազդեցությամբ դրանք շարժվում են:

Մեխանիկական աշխատանք կատարելիս հաղթահարվում են խոչընդոտներ, դիմադրություններ կամ տեղի է ունենում մարմնի արագության փոփոխություն: Հաղթահարել դիմադրությունը կամ փոփոխել շարժման արագությունը կարելի է միայն ուժ գործադրելով: Ուրեմն՝ մեխանիկական աշխատանք կատարվում է միայն ուժի առկայությամբ:

Եթե մարմնի վրա ազդում է ուժ, բայց մարմինը չի տեղափոխվում, ապա աշխատանք չի կատարվում: Օրինակ՝ նկ. 55-ում Նարեկն ու Դավիթը աշխատանք չեն կատարում: Թելից կախված գնդիկը, հենարանը ճնշող ծանրոցը, բալոնում սեղմված օդը նույնպես մեխանիկական աշխատանք չեն կատարում:

Կարելի է մտովի պատկերացնել այնպիսի դեպք, երբ մարմինը շարժվում է առանց ուժի մասնակցության (իներյիսյալով): Այս դեպքում ևս աշխատանք չի կատարվում:

Այսպիսով՝ աշխատանք կատարվում է միայն այն դեպքում, երբ մարմնի վրա ուժ է ազդում, և այդ ուժի ազդեցությամբ մարմինը շարժվում է:

Իսկ ինչպե՞ս են հաշվում կատարված աշխատանքը:

Ենթադրենք՝ մի տղա հատակից բարձրացնում և սեղանին է դնում 1 կգ զանգվածով ծանրոցը, իսկ մյուսը՝ 5 կգ զանգվածով ծանրոցը: Ո՞վ է ավելի մեծ աշխատանք կատարում: Առաջին տղան ծանրոցը հավասարաչափ բարձրացնելու համար գործադրում է $F_1 = mg = 1 \text{ կգ} \cdot 9,8 \text{ Ն/կգ} = 9,8 \text{ Ն}$ ուժ, իսկ երկրորդը՝ $F_2 = 5 \text{ կգ} \cdot 9,8 \text{ Ն/կգ} = 49 \text{ Ն} = 5 F_1$ ուժ, ուրեմն՝ նույն ճանապարհին անցնելիս երկրորդ տղան 5 անգամ ավելի մեծ ուժ է գործադրում, հետևաբար բնական է ենթադրել, որ կատարում է 5 անգամ մեծ աշխատանք:

Եթե երկու տղաներն էլ բարձրացնում են հավասար զանգվածով ծանրոցներ, մեկը՝ 0,2 մ, իսկ մյուսը՝ 1 մ, ապա երկուսն էլ գործադրում են հավասար ուժեր, բայց տարբեր ճանապարհներ անցնելիս: Այստեղից եզրակացնում ենք, որ մեխանիկական աշխատանքը կախված է մարմնի վրա ազդող ուժից և այդ ուժի ազդեցությամբ մարմնի անցած ճանապարհից:

Ինչքան մեծ է մարմնի վրա ազդող ուժը, և ինչքան մեծ է այդ ուժի ազդեցությամբ մարմնի անցած ճանապարհը, այնքան մեծ աշխատանք է կատարվում:

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

Աշխատանք = Ուժ \times Ճանապարհ,
կամ՝

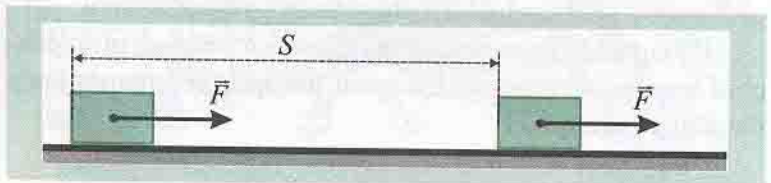
$$A = FS,$$

որտեղ A -ն աշխատանքն է, F -ը՝ ուժը, իսկ S -ը՝ անցած ճանապարհը (նկ. 56):

Վերը քննարկված բոլոր օրինակներն էլ հաստատում են մեխանիկական աշխատանքի տրված սահմանումը: Այսպես՝ $A \neq 0$, եթե $F \neq 0$ և $S \neq 0$:

Եթե $F = 0$, բայց $S \neq 0$, ապա $A = 0$ (իներյիայով շարժվելիս աշխատանք չի կատարվում, քանի որ շարժման հետագծի երկայնքով մարմնի վրա ուժեր չեն ազդում):

Նկ. 56
 \vec{F} ուժի
ազդեցությամբ
մարմնին անցնում է
 S ճանապարհ



Եթե $F \neq 0$, բայց $S = 0$, ապա $A = 0$ (օրինակ՝ հենարանը ճնշող ծանրոցն աշխատանք չի կատարում):

Աշխատանքը ֆիզիկական մեծություն է, և նրա չափման համար անհրաժեշտ է միավոր սահմանել:

Միավորների ՄՇ-ում որպես աշխատանքի միավոր ընդունում են 1 Ն ուժի աշխատանքը՝ ուժի ուղղությամբ 1 մ ճանապարհն անցնելիս:

Այդ միավորն անվանում են ջոուլ (\mathcal{Q})՝ ի պատիվ անգլիացի գիտնական Ջեմս Ջոուլի:

$$1 \text{ ջոուլ} = 1 \text{ նյուտոն} \times 1 \text{ մետր կամ } 1 \mathcal{Q} = 1 \text{ Ն}\cdot\text{մ}:$$

Օգտագործվում են նաև կիլոջոուլ ($\text{կ}\mathcal{Q}$), մեգաջոուլ ($\text{Մ}\mathcal{Q}$), միլիջոուլ ($\text{մ}\mathcal{Q}$) միավորները:

$$1 \text{ կ}\mathcal{Q} = 1000 \mathcal{Q}, \quad 1 \text{ Մ}\mathcal{Q} = 1000000 \mathcal{Q}, \quad 1 \text{ մ}\mathcal{Q} = 0,001 \mathcal{Q}:$$

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ֆիզիկայում n° ր աշխատանքն է ուսումնասիրվում:
2. h° նչ պայմաններ են անհրաժեշտ մեխանիկական աշխատանք կատարելու համար:
3. h° նչ մեծություններից է կախված մեխանիկական աշխատանքը:
4. Ինչպե՞ս հաշվել աշխատանքը: Ո՞րն է աշխատանքի բանաձևը:
5. h° նչ միավորով է արտահայտվում աշխատանքը միավորների ՄՇ-ում:
6. Նշեք, թե n° ր դեպքում է կատարվում մեխանիկական աշխատանք.
ա) ավազով պարկը դրված է գետնին, բ) գնդիկը գլորվում է հարթ հորիզոնական մակերևույթով, գ) վերամբարձ կռունկը բարձրացնում է բեռը, դ) ձեռքից բաց թողնված մարմինն ընկնում է գետնին, ե) մարդն աստիճաններով բարձրանում է, զ) տրակտորը հերկում է հողը:
7. Հաշվեք այն մեխանիկական աշխատանքը, որ կատարում եք դպրոցի շենքի առաջին հարկից երկրորդ հարկ հավասարաչափ բարձրանալիս: Բոլոր անհրաժեշտ տվյալներն ընտրեք ինքներդ, արդյունքը գրանցեք տետրում:

ՀՉՈՐՈՒԹՅՈՒՆ

Ինչպես տեսանք, մեխանիկական աշխատանքը կախված է մարմնի վրա ազդող ուժից և այդ ուժի ուղղությամբ մարմնի անցած ճանապարհից և որոշվում է $A = FS$ բանաձևով:

Սակայն չքննարկեցինք, թե որքան ժամանակում է կատարվում այդ աշխատանքը: Մեքենայի՝ տվյալ աշխատանքը կատարելու արդյունավետությունը բնութագրելու համար, պետք է գիտենանք, թե որոշակի ժամանակամիջոցում, օրի-

§28

նակ, 1 վայրկյանում, ի՞նչ աշխատանք կարող է կատարել այդ մեքենան:

Ենթադրենք՝ մի մեքենայով ուղևորներ տեղափոխելիս կատարվել է 1000 Ջ աշխատանք, իսկ մեկ ուրիշ մեքենայով տեղափոխելիս՝ 100 000 Ջ: Կարո՞ղ ենք արդյոք պատասխանել այն հարցին, թե ո՞ր մեքենան է ավելի արդյունավետ:

Այդ հարցին կարող ենք ճիշտ պատասխանել, եթե իմանանք, թե ի՞նչ ժամանակամիջոցներում են կատարվել այդ աշխատանքները: Եթե առաջին մեքենան ճանապարհին եղել է 100 վ, իսկ երկրորդը՝ 1000 վ, ապա առաջին մեքենան 1 վ-ում կատարել է 10 Ջ աշխատանք, իսկ երկրորդը՝ 100 Ջ: Ուրեմն՝ կարող ենք ասել, որ երկրորդ մեքենայի շարժիչն ավելի հզոր է, քանի որ նրա զարգացրած քարշի ուժը 1 վ-ում կատարել է ավելի մեծ աշխատանք:

Մեքենայի, մարդու, կենդանու աշխատանք կատարելու արագությունը բնութագրելու համար ֆիզիկայում օգտագործվում է **հզորություն** մեծությունը:

Հզորություն կոչվում է այն ֆիզիկական մեծությունը, որը հավասար է աշխատանքի հարաբերությանն այն ժամանակամիջոցին, որի ընթացքում կատարվել է այդ աշխատանքը:

$$\text{Հզորություն} = \frac{\text{Աշխատանք}}{\text{Ժամանակամիջոց}}$$

կամ՝

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

որտեղ N -ը հզորությունն է, A -ն՝ աշխատանքը, t -ն՝ այդ աշխատանքը կատարելու ժամանակամիջոցը:

Հզորությունը ցույց է տալիս, թե ինչ աշխատանք է կատարում մեխանիզմը միավոր ժամանակամիջոցում (օրինակ՝ 1 վայրկյանում):

Միավորների ՄՀ-ում հզորության միավորը 1 վատտն է (1 Վտ):

1 վատտը (Վ) այն հզորությունն է, որի ղեակքում 1 վայրկյանում կատարվում է 1 ջուլ (Ջ) աշխատանք՝

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

Այս միավորն անվանել են անգլիացի գյուտարար Ջեմս Ուատտի անունով:

Տեխնիկայում հզորության համար օգտագործվում են նաև կիլովատտ (կՎտ), մեգավատտ (ՄՎտ) և միլիվատտ (մՎտ) միավորները.

$$1 \text{ ՄՎտ} = 1\,000\,000 \text{ Վտ},$$

$$1 \text{ կՎտ} = 1\,000 \text{ Վտ},$$

$$1 \text{ մՎտ} = 0,001 \text{ Վտ}:$$

Յուրաքանչյուր շարժիչի հզորությունը նրա ամենակարևոր բնութագիրն է:

Կան տարբեր մի քանի տասնյակ Վտ հզորությամբ շարժիչներից (էլեկտրական հովհար, էլեկտրական ածելի) մինչև մի քանի հազար ՄՎտ հզորությամբ շարժիչներ (տիեզերանավների և միջմոլորակային ավտոմատ կայանների կողող հրթիռների շարժիչները):

Այն միջին հզորությունը, որը զարգացնում է մարդու սիրտը, մոտ 2,2 Վտ է: Աշխատանքի նորմալ պայմաններում մարդը զարգացնում է 70-80 Վտ հզորություն: Առանձին շարժումներ կատարելիս (տեղից թռիչք, ծանր բեռի հրում) մարդը կարող է զարգացնել մինչև 3 կՎտ հզորություն:

Իմանալով մեխանիզմի հզորությունը՝ կարելի է հաշվել որոշակի ժամանակում դրա կատարած աշխատանքը:

$$N = \frac{A}{t} \text{ բանաձևից հետևում է, որ}$$

$$A = Nt:$$

Տեխանիզմի կատարած աշխատանքը հաշվելու համար պետք է նրա հզորությունը բազմապատկել այն ժամանակահատվածով, որի ընթացքում կատարվել է այդ աշխատանքը:

Դարցեր և առաջադրանքներ

1. Ինչու՞ է սահմանվում հզորություն մեծությունը:
2. Ի՞նչն է կոչվում հզորություն:
3. Ինչպե՞ս հաշվել հզորությունը: Ո՞րն է հզորության բանաձևը:
4. Ի՞նչ միավորով է չափվում հզորությունը միավորների ՄՎ-ում:
5. Ինչպե՞ս հաշվել աշխատանքը՝ իմանալով հզորությունը և աշխատանքը կատարելու ժամանակամիջոցը:
6. Շաշվեք այն հզորությունը, որը զարգացնում եք դպրոցի առաջին հարկից երկրորդ կամ երրորդ հարկ հավասարաչափ դանդաղ և արագ բարձրանալիս: Բոլոր անհրաժեշտ տվյալներն ընտրեք ինքներդ:
7. Պարզեք, թե ի՞նչ հզորության համար են նախատեսված ձեր տանն օգտագործվող կենցաղային սարքերի էլեկտրաշարժիչները և ձեզ ծանոթ (հայտնի մակնիշի) ավտոմեքենաները:

Խնդիրների լուծման օրինակներ

1. Ի՞նչ աշխատանք է կատարվում, երբ 2 կգ զանգվածով կշռաքարն ընկնում է 2 մ բարձրությունից:

$$m = 2 \text{ կգ}$$

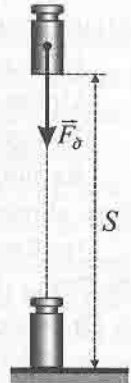
$$S = 2 \text{ մ}$$

$$A = ?$$

Լուծում: Կշռաքարն ընկնում է F_{δ} ծանրության ուժի ազդեցությամբ: Ուժի ուղղությունն ու կշռաքարի շարժման ուղղությունները նույնն են, հետևաբար աշխատանքը կարող ենք հաշվել $A = F_{\delta} S$ բանաձևով: Ծանրության ուժը և մարմնի զանգվածը կապված են $F_{\delta} = mg$ բանաձևով, որտեղ $g = 9,8 \text{ Ն/կգ}$: Հետևաբար կշռաքարի վրա ազդող ծանրության ուժի աշխատանքը՝ $A = mgS$,

$$A = 2 \text{ կգ} \cdot 9,8 \text{ Ն/կգ} \cdot 2 \text{ մ} = 39,2 \text{ Նմ} = 39,2 \text{ Ջ}:$$

Պատասխան՝ 39,2 Ջ:



2. Ամբարձիչը 1 ժամում 30 մ^3 ծավալով ավազը բարձրացնում է 6 մետր: Ի՞նչ հզորություն ունի ամբարձիչի շարժիչը: Ավազի խտությունը 1500 կգ/մ^3 է:

$$t = 1 \text{ ժ} = 3600 \text{ վ}$$

$$V = 30 \text{ մ}^3$$

$$S = 6 \text{ մ}$$

$$\rho = 1500 \text{ կգ/մ}^3$$

$$g = 9,8 \text{ Ն/կգ}$$

$$N = ?$$

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՝ $F_{\delta} = mg = 45000 \text{ կգ} \cdot 9,8 \text{ Ն/կգ} = 441000 \text{ Ն}$, իսկ S ճանապարհին կատարած աշխատանքը՝ $A = FS = 441000 \text{ Ն} \cdot 6 \text{ մ} = 2646000 \text{ Ջ}$: Օգտվելով հզորության սահմանումից՝ կատանանք ամբարձիչի շարժիչի հզորությունը.

$$N = \frac{A}{t} = \frac{2646000 \text{ Ջ}}{3600 \text{ վ}} = 735 \text{ Վտ} = 0,735 \text{ կՎտ}:$$

Պատասխան՝ 0,735 կՎտ:

3. Որոշել 20 բոպետում 50 կՎտ հզորություն զարգացնող շարժիչի կատարած աշխատանքը:

$$t = 20 \text{ ր} = 1200 \text{ վ}$$

$$N = 50 \text{ կՎտ} = 50000 \text{ Վտ}$$

$$A = ?$$

Լուծում: Համաձայն $A = Nt$ բանաձևի՝

$$A = 50000 \text{ Վտ} \cdot 1200 \text{ վ} = 60\,000\,000 \text{ Ջ}:$$

Պատասխան՝ 60 ՄՋ:

Շեռաքրքիր է իմանալ

Քանի դեռ Չենս Ուատտը չէր կատարելագործել շոգեմեքենան, և քանի դեռ այն չէր դադարել պարզապես քանկարժեք խաղալիք լինելուց, հզորության միավորի սահմանման անհրաժեշտություն չկար:

Այն ժամանակ յուրջ, մտահոգող խնդիրներից էր հանքահորերից պոմպերով ջուրը հանելը: Սկզբնական շրջանում այդպիսի գործերի համար ձիեր օգտագործելն Անգլիայում բավական քանկ էր: Այդ պատճառով էր, որ շոգեմեքենայի գյուտարարը հետաքրքրվեց, թե քանի՞ ձիու կարող է փոխարինել մեկ մեքենան և ինչպե՞ս արտահայ-

տել մեքենայի հզորությունը ձիու հզորությանը, այսինքն՝ այն աշխատանքով, որ ձին կարող է կատարել մեկ ժամում, մեկ րոպեում, մեկ վայրկյանում:

Ուստտը փորձնականորեն որոշեց, որ ձին 75 կգ զանգվածով բեռը 1 վայրկյանում կարող է բարձրացնել 1 մ: Այսինքն՝ վայրկյանում ձին կատարում է $75 \text{ կգ} \times 9,8 \text{ Ն/կգ} \times 1 \text{ մ} = 735 \text{ Ջ}$ աշխատանք: Ձիու զարգացրած միջին հզորությունն անվանեցին ձիաուժ (կրճատ ձ.ու.): Ուստտը հաշվեց, որ

$$1 \text{ ձ.ու. (ձիաուժ)} = \frac{735 \text{ Ջ}}{1 \text{ վ}} = 735 \text{ Վտ:}$$

Համեմատելու համար նշենք, որ ժամանակակից ավտոմեքենաների շարժիչները զարգացնում են 60-ից մինչև 500 ձ.ու. հզորություն:

ՊԱՐԶ ՄԵՒԱՆԻԶՄՆԵՐ:

ԼԵԱԿ: ԼԵԱԿԻ ԿԱՆՈՆԸ

§ 29

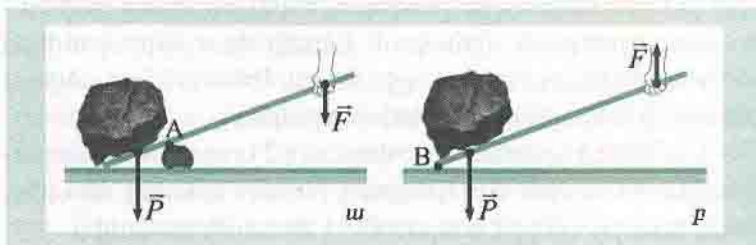
Մեխանիկական աշխատանք կատարելու համար մարդիկ օգտագործում են զանազան հարմարանքներ:

Այն մեխանիկական սարքերը, որոնք ծառայում են ուժերի մոդուլները կամ ուղղությունները փոփոխելու համար, կոչվում են մեխանիզմներ:

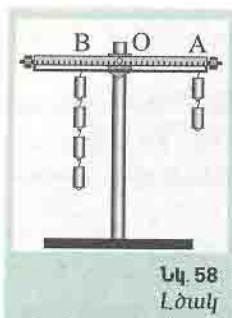
Բարդ մեքենաների մեծ մասը կազմված է հետևյալ պարզ մեխանիզմներից՝ լծակ, ճախարակ, ոլորան, պտուտակ, քեք հարթություն և այլն: Ծանոթանալով պարզ մեխանիզմների գործողության ֆիզիկական սկզբունքներին՝ հեշտությամբ կհասկանանք բարդ մեքենաների կառուցվածքն ու աշխատանքը: Մեխանիզմներից շատերի գլխավոր դերն այն է, որ դրանք ստեղծում են պայմաններ՝ փոքր ուժերի միջոցով մեծ ծանրություններ տեղափոխելու, այսինքն՝ ուժի մեջ շահում ստանալու համար:

Այժմ ծանոթանանք լծակին, որն ամենատարածված պարզագույն մեխանիզմն է: Լծակը սովորաբար մի ձող է, որը կարող է պտտվել անշարժ հենարանի (առանցքի) շուրջը:

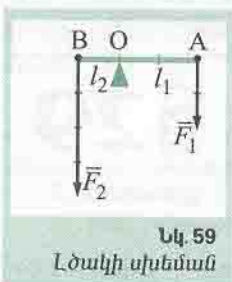
Լծակի օրինակ է լինգը, որի միջոցով տեղաշարժում կամ բարձրացնում են ծանր բեռներ: Լինգի մի ծայրը մտոյվում է



Նկ. 57
Ծանր առարկայի բարձրացնելը լծակով



Նկ 58
Լծակ



Նկ 59
Լծակի սխեման

ծանր առարկայի տակ, իսկ լինգի տակ դրվում է հեռարան (նկ. 57. ա): Եթե լինգի ազատ ծայրն իջեցնում են ներքև, ապա լինգի մյուս ծայրը, ազդելով ծանր բեռի վրա, բարձրացնում է այն: Այս դեպքում լինգը պտտվում է հեռարանի (A կետի) շուրջը:

Ծանր առարկան կարելի է բարձրացնել նաև այլ կերպ: Լինգի մի ծայրը մտցվում է առարկայի տակ (նկ. 57. բ): Լինգի ազատ ծայրը բարձրացնում են վեր, և լինգը, պտտվելով մյուս ծայրի (B կետի) շուրջը, բարձրացնում է բեռը:

Այն F ուժը, որով ազդում են լինգի վրա, փոքր է բեռի կշռից. այսինքն՝ փոքր ուժի միջոցով ստանում են մեծ ուժ կամ, ինչպես բնորոշված է ասել, շահում են ուժի մեջ:

Նկ. 58-ում պատկերված է լծակ, որի պտտման O առանցքը ուժերի կիրառման A և B կետերի միջև է: Այդ լծակի սխեման պատկերված է նկ. 59-ում: Լծակի վրա ազդող \vec{F}_1 և \vec{F}_2 ուժերն ուղղված են նույն կողմը:

Հենման կետից մինչև ուժի ազդման գիծ հեռավորությունը կոչվում է **ուժի բազուկ**:

Ուժի բազուկը գտնելու համար պետք է հենման կետից ուղղահայաց իջեցնել ուժի ազդման գծին: Այդ ուղղահայացի երկարությունն էլ կլինի տվյալ ուժի բազուկը: Նկ. 59-ում ցույց է տրված, որ OA -ն \vec{F}_1 ուժի բազուկն է, OB -ն՝ \vec{F}_2 ուժինը: Լծակի վրա ազդող ուժերը կարող են այն պտտել առանցքի շուրջը երկու ուղղություններով՝ ժամսլաքի պտտման ուղղությամբ կամ հակառակ ուղղությամբ: Այսպես՝ \vec{F}_1 ուժը (նկ. 59) պտտում է լծակը ժամսլաքի պտտման ուղղությամբ, իսկ \vec{F}_2 ուժը՝ հակառակ ուղղությամբ:

Ուժերի ազդեցությամբ լծակի հավասարակշռության պայմանը կարելի է ստանալ փորձով: Ընդ որում, պետք է հիշել, որ ուժի ազդեցության արդյունքը կախված է ոչ միայն նրա թվային արժեքից, այլ նաև այն բանից, թե մարմնի n° կետում է ուժը կիրառված և ինչպե՞ս է այն ուղղված:

Լծակի հենման կետից աջ և ձախ գտնվող A և B կետերից կախում են տարբեր բեռներ այնպես, որ լծակը լինի հավասարակշռության վիճակում: Լծակի վրա ազդող ուժերը հավասար են այդ բեռների կշիռներին: Ամեն անգամ չափում են ուժերի մոդուլները և ուժերի բազուկները:

Նկ. 59-ում պատկերված փորձում $2\mathcal{N}$ ուժը հավասարակշռում է $4\mathcal{N}$ ուժին: Այդ դեպքում, ինչպես երևում է նկարից, փոքր ուժի բազուկը 2 անգամ մեծ է մեծ ուժի բազուկից:

Այդպիսի փորձերի հիման վրա սահմանվել է լծակի հավասարակշռության պայմանը (լծակի կանոնը):

Լծակը կգտնվի հավասարակշռության մեջ, եթե նրա վրա ազդող ուժերի մոդուլները հակադարձ համեմատական են այդ ուժերի բազուկներին:

Այս կանոնը կարելի է գրել բանաձևի տեսքով՝

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

որտեղ F_1 -ը և F_2 -ը լծակի վրա ազդող ուժերի մոդուլներն են, l_1 -ը և l_2 -ը՝ այդ ուժերի բազուկները (նկ. 59):

Լծակի կանոնը սահմանել է հույն գիտնական Արքիմեդը դեռևս մ. թ. ա. III դարում:

Այդ կանոնից հետևում է, որ լծակի օգնությամբ փոքր ուժով կարելի է հավասարակշռել մեծ ուժ:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Որո՞նք են պարզ մեխանիզմները:
2. Ի՞նչ նպատակով են օգտագործվում պարզ մեխանիզմները:
3. Ի՞նչ է լծակը:
4. Ի՞նչն են անվանում ուժի բազուկ:
5. Ինչպե՞ս գտնել ուժի բազուկը:
6. Ինչպիսի՞ ազդեցություն են գործում ուժերը լծակի վրա:
7. Ո՞րն է լծակի հավասարակշռության պայմանը:
8. Չափահասն ու երեխան պետք է անցնեն զետակի վրայով. մեկը՝ աջ ափից ձախը, մյուսը՝ հակառակ ուղղությամբ: Երկու ափերին էլ կա մեկական տախտակ, որոնցից յուրաքանչյուրը մի փոքր կարճ է զետակի լայնությունից: Ինչպե՞ս կարող են անցնել զետակը չափահասը և երեխան:

ՄՈՍԵՆՏԵՐԻ ԿԱՆՈՆԸ: ԼԵՆԱԿԻ ԿԻՐԱՌՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

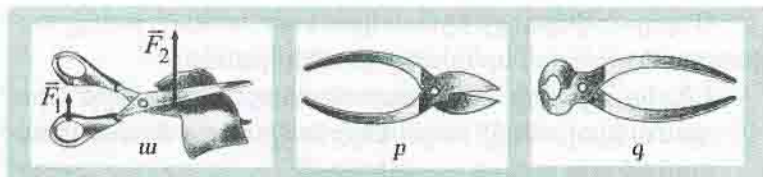
Լծակի հավասարակշռությունն ուսումնասիրելիս պարզեցինք, որ պտտման առանցք ունեցող մարմնի վրա ուժի պտտող ազդեցությունը կախված է ոչ միայն ուժի մոդուլից, այլ նաև ուժի բազուկից:

Օրինակ՝ փորձեք դուռը բացել՝ հրելով այն պտտման առանցքին մոտիկ: Կտեսնեք, որ անհրաժեշտ է մեծ ուժ գործադրել դռան վրա: Այնուհետև փորձեք դուռը բացել՝ սեղմելով այն բռնակին մոտ, այսինքն՝ պտտման առանցքից հեռու: Այս դեպքում դուռը բացելու համար անհրաժեշտ կլինի

§ 30

Նկ.60

Կտրող գործիքներ.
 ա) մկրատ,
 բ) մետաղաբերք
 կտրելու մկրատ,
 գ) կծաքյան



այն թեթևակի հրել: Այսպիսով՝ դուռը բացելու համար տարբեր դեպքերում կիրառվում են տարբեր ուժեր: Այդ ուժերի բազուկները նույնպես տարբեր են, բայց բոլոր դեպքերում ուժերի և նրանց բազուկների արտադրյալը նույնն է:

Ուժի և իր բազուկի արտադրյալն անվանում են **ուժի մոմենտ**՝

$$M = Fl,$$

որտեղ M -ն ուժի մոմենտն է, F -ը՝ ուժի մոդուլը, l -ը՝ այդ ուժի բազուկը:

Միավորների ՄՀ-ում ուժի մոմենտի միավորը 1 նյուտոն \times 1 մետրն է (1 Նմ):

1 Նմ-ն 1 Ն ուժի մոմենտն է, որն ունի 1 մ բազուկ:

Լծակի կանոնի համաձայն՝ $F_1 l_1 = F_2 l_2$: Բայց $F_1 l_1 = M_1$ մեծությունը ուժի մոմենտն է, որը ձգտում է լծակը պտտել ժամսլաքի պտտման ուղղությամբ, իսկ $F_2 l_2 = M_2$ -ը՝ ուժի մոմենտը, որը ձգտում է լծակը պտտել հակառակ ուղղությամբ, հետևաբար՝ $M_1 = M_2$:

Այս բանաձևն արտահայտում է **մոմենտների կանոնը**:

Լծակը (կամ անշարժ առանցքով որևէ պինդ մարմին) կգտնվի հավասարակշռության մեջ, եթե այն ժամսլաքի պտտման ուղղությամբ պտտող ուժի մոմենտը հավասար է հակառակ ուղղությամբ պտտող ուժի մոմենտին:

Լծակներն ունեն բազմապիսի կիրառություններ: Ծանոթանա՞նք դրանցից մի քանիսին:

Լծակի բնորոշ օրինակ է մկրատը: Այս լծակի հենման առանցքն այն պտուտակն է, որն իրար է միացնում մկրատի երկու կեսերը: Ուժերից մեկը մկրատը սեղմող մատների ուժն է, իսկ մյուսը՝ լծակի վրա կտրվող նյութի կողմից ազդող հակազդեցության (դիմադրության) ուժը: Տարբեր նյութեր կտրելու համար նախատեսված մկրատներն ունեն տարբեր կառուցվածք: Այսպես՝ թուղք կտրելու մկրատն ունի երկար սայրեր և գրեթե նույն երկարությամբ բռնակներ (նկ. 60. ա), որովհետև թուղք կտրելու համար մեծ ուժ պետք չէ գործադրել:



Նկ.61

Կշեռքներ

Երկաթաթերթ կտրելու մկրատը (նկ. 60. *p*) ունի ավելի երկար բռնակներ, քան սայրեր, որովհետև երկաթի դիմադրության ուժն այնքան մեծ է, որ կարճ բռնակների դեպքում մարդու ուժը բավարար չի լինի քիթերը կտրելու համար: Հատկապես մեծ է կտրող մասի և բռնակների բազուկների տարբերությունը երկաթալար կտրող աքցաններում (նկ. 60. *q*):

Լծակի սկզբունքի վրա է հիմնված բոլոր լծակավոր կշեռքների աշխատանքը (նկ. 61. *ա, բ, գ*):

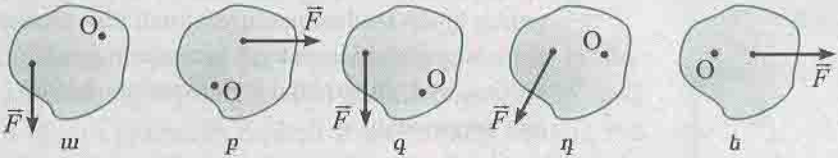
Լծակներ կան նաև կենդանիների, միջատների, բոջունների և բույսերի կառուցվածքներում:

Մարդու մարմնում կա ավելի քան 200 տարբեր տեսակի ոսկրային լծակ (ծունկ, արմունկ, թաթ, մատներ և այլն):

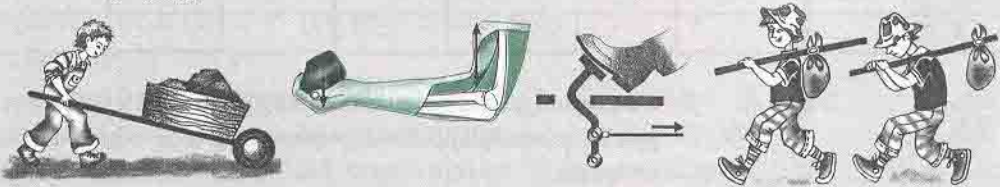


Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ի՞նչն է կոչվում ուժի մոմենտ: Գրել նրա բանաձևը:
2. Ո՞րն է ուժի մոմենտի միավորը:
3. Ձևակերպեք մոմենտների կանոնը:
4. Յույց տվեք \vec{F} ուժի բազուկը նկարում պատկերված *ա, բ, գ, դ, ե* դեպքերում: Եջեք մարմնի պտտման ուղղությունը յուրաքանչյուր դեպքում: Օ-ն մարմնի պտտման առանցքն է:



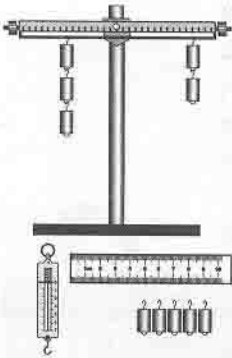
5. Օգտվելով նկ. 60. *ա-ից*՝ բացատրեք մկրատի գործողությունը որպես լծակ:
6. Բացատրեք, թե ինչու՞ մետաղաթերթ կտրելու մկրատը և աքցանը (նկարներ 60. *բ* և 60. *գ*) ուժի մեջ չափում են տալիս:
7. Բերեք կենցաղում, տեխնիկայում և բնության մեջ լծակի կիրառման այլ օրինակներ:
8. Նկարներում պատկերված լծակներում ցույց տվեք հենակետերն ու լծակների բազուկները:



9. Ո՞ր դիրքում է ավելի քիչ ճնշում գործադրում ուսի վրա փայտը, որից կապոց է կախված:

ԼԱՔՐՈՍՏՈՐ ԱՅԽԱՏՍԵ 5

Լծակի հավասարակշռության պայմանի ուսումնասիրումը



Աշխատանքի նպատակը. փորձով ստուգել, թե ուժերի և նրանց բազուկների ի՞նչ հարաբերակցության դեպքում լծակը կլինի հավասարակշռության մեջ: Փորձով ստուգել մոմենտների կանոնը:

Գործիքներ և նյութեր. լաբորատոր լծակ, ամրակալան, բեռների հավաքածու, չափաքանոն, ուժաչափ:

Ցուցումներ՝ աշխատանքի վերաբերյալ.

1. Լծակն ամրացնել ամրակալանին այնպես, որ այն ազատ պտտվի ամրացված առանցքի շուրջը:
2. Լծակի ծայրերի մանեկների պտտման միջոցով լծակը հավասարակշռեք հորիզոնական դիրքում:
3. Պտտման առանցքից որոշակի հեռավորությամբ լծակի ձախ բազուկից կախեք երկու ծանրոց:
4. Փորձերի միջոցով լծակի աջ բազուկի վրա գտեք այն տեղերը, որտեղից կախելով ա) մեկ ծանրոց, բ) երկու ծանրոց, գ) երեք ծանրոց, ձախ կողմի երկու ծանրոցի առկայությամբ լծակը կլինի հավասարակշռության մեջ: Չափեք այդ տեղերի և պտտման առանցքի հեռավորությունները:
5. Համարելով, որ յուրաքանչյուր ծանրոց կշռում է 1 Ն, լրացրեք աղյուսակը:

Փորձի N	Ուժ F_1 Ն	Բազուկ l_1 , մ	Ուժ F_2 Ն	Բազուկ l_2 , մ	Ուժերի և բազուկների հարաբերությունը		Ուժի մոմենտներ	
					F_1/F_2	l_2/l_1	M_1 , Նմ	M_2 , Նմ
1.								
2.								
3.								

6. Յուրաքանչյուր փորձի համար հաշվեք ուժերի հարաբերությունը, բազուկների հարաբերությունը և գրանցեք աղյուսակում:
7. Հաշվեք ուժի մոմենտները և ստուգեք մոմենտների կանոնի ճշտությունը:

Հիշեք, որ ուժը կարող էք չափել նաև ուժաչափի միջոցով:

Ճախարակ: Պարանի օգնությամբ հատակից որևէ ծանրոց բարձրացնելու համար ամենևին կարիք չկա անալայման պարանը ձգել դեպի վեր: Կարող ենք պարանն անցկայցնել վերևում դրված որևէ հենարանի վրայով և ձգել այն մեզ հարմար ուղղությամբ: Այդ դեպքում ծանրոցը կբարձրանա վեր՝ դեպի հենարանը:

Հենարանի վրայից անցկայցրած պարանի շփումը դժվարացնում է բեռը բարձրացնելը: Դրա համար օգտագործում են շրջագծով փորակ ունեցող փոքրիկ անիվ, որը պտտվում է գոտեկապի մեջ ամրացված առանցքի շուրջը և կոչվում է **ճախարակ** (նկ. 62): Նկ. 63-ում ցույց է տրված, թե ինչպես են բեռը բարձրացնում ճախարակի միջոցով:

Բեռը բարձրացնելիս ճախարակի առանցքը մնում է անշարժ, դրա համար էլ այն կոչվում է **անշարժ ճախարակ**:

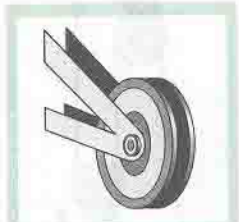
Քննարկենք անշարժ ճախարակի գործողությունը: Ենթադրենք, որ նրա առանցքը պտտվում է առանցքակալի մեջ առանց շփման:

Եթե փորակի միջով գցված պարանը ձգված է և չի սահում ճախարակի վրայով (նկ. 64), ապա ճախարակի վրա ազդում են միայն պարանի ձգման P և F ուժերը, որտեղ P -ն բեռի կշիռն է, F -ը՝ պարանին կիրառված ուժը: Այդ ուժերի կիրառման կետեր կարելի է համարել ճախարակի շրջագծի A և B կետերը:

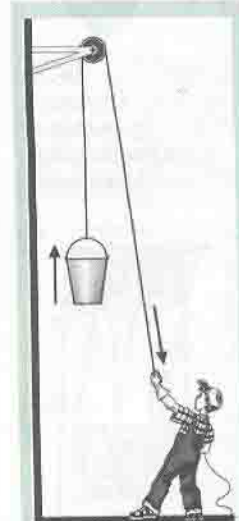
Անշարժ ճախարակի հավասարակշռության պայմանը, ինչպես լծակինը, որոշվում է կիրառված ուժերի մոմենտների հավասարությամբ՝ $M_1 = M_2$: $M_1 = P \cdot OA$, $M_2 = F \cdot OB$ որտեղ $OA = OB = R$ (նկ. 65): Հետևաբար՝ $P \cdot R = F \cdot R$, այստեղից էլ՝ $P = F$:

Այսպիսով՝ անշարժ ճախարակը ուժի մեջ շահում չի տալիս ($P = F$), բայց հնարավորություն է տալիս փոխել կիրառված ուժի ազդման ուղղությունը: Ավելի հարմար է ճախարակի փորակով գցված պարանը ձգել ներքև, քան պարանով բեռը քաշել դեպի վեր:

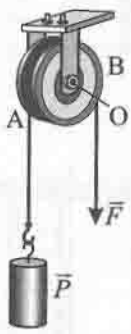
Եթե ճախարակի կեռիկից կախենք բեռը, իսկ նրա փորակով գցված պարանի մի ծայրը կապենք հեծանից և մյուս ծայրից պարանը ձգենք դեպի վեր, ապա բեռը նորից վեր



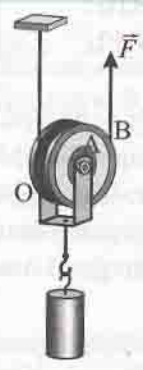
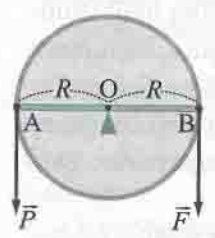
Նկ. 62
Ճախարակ



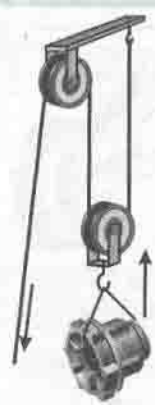
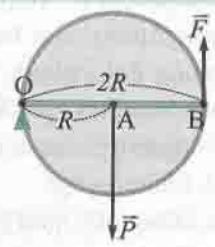
Նկ. 63
Ճախարակի օգտագործումը բեռ բարձրացնելու համար



Նկ.64 Անշարժ ճախարակ
Նկ.65 Ազրող ուժերը և դրանց բազուկները



Նկ.66 Շարժական ճախարակ
Նկ.67 Ազրող ուժերը և դրանց բազուկները



Նկ.68 Անշարժ և շարժական ճախարակների համակարգ

կրարձրանա: Բեռի շարժման ժամանակ նրա հետ միասին շարժվում է նաև ճախարակը, ուստի այն կոչվում է **շարժական ճախարակ** (նկարներ 66, 67):

Շարժական ճախարակի հավասարակշռության պայմանը նույնպես որոշվում է կիրառված ուժերի մոմենտների հավասարությամբ՝ $M_1 = M_2$:

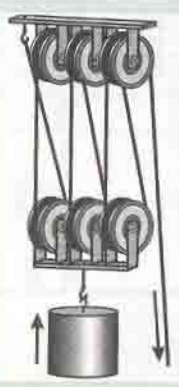
Կիրառելով F ուժը՝ ճախարակը պտտում ենք O կետով անցնող առանցքի շուրջը: Այդ ուժի մոմենտը՝ $M_1 = F \cdot OB = F \cdot 2R$ ($OB = 2R$), իսկ ճախարակին ամրացված բեռն իր P կշռով ստեղծում է $M_2 = P \cdot OA = P \cdot R$ ($OA = R$) մոմենտը: Հետևաբար՝ $F \cdot 2R = P \cdot R$, որտեղից՝

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

Այսպիսով՝ շարժական ճախարակ օգտագործելիս ուժի մեջ շահում ենք 2 անգամ:

Գործնականում սովորաբար անշարժ ճախարակն օգտագործում են շարժականի հետ (նկ. 68):

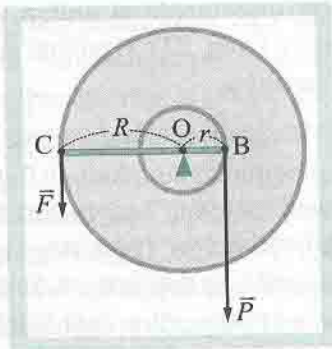
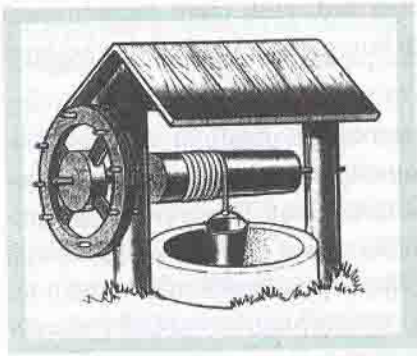
Ուժի մեջ ավելի մեծ շահում ստանալու համար օգտագործում են **բազմաճախարակ**, որն անշարժ և շարժական ճախարակների համակցություն է: Երեք անշարժ և երեք շարժական ճախարակներով բազմաճախարակը (նկ. 69) տալիս է վեցապատիկ շահում ուժի մեջ:



Նկ.69 Բազմաճախարակ

Ոլորան: Ոլորանը կազմված է գլանից (թմբուկ) և նրան ամրացված բռնակից (նկ. 70), ուստի բռնակի մեկ պտույտի դեպքում թմբուկն էլ է կատարում մեկ պտույտ: Նկ.71-ում պատկերված է ոլորանի սխեման:

Ոլորանի թմբուկին կապված է պարան, որը թմբուկի պտտման ժամանակ փաթաթվում է նրա վրա՝ ջրիորից բարձ-



Նկ. 70
Ուղորան

Նկ. 71
Ազրոդ ուժերը և դրանց բազուկները

բացնելով իր մյուս ծայրից կախված դույլը: Թմբուկը պտտե-
լու համար նրա առանցքին ամրացնում են բռնակ կամ մեծ
անիվ, որի առանցքը համընկնում է թմբուկի առանցքի հետ:

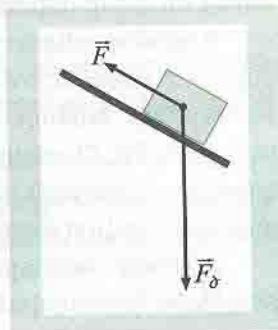
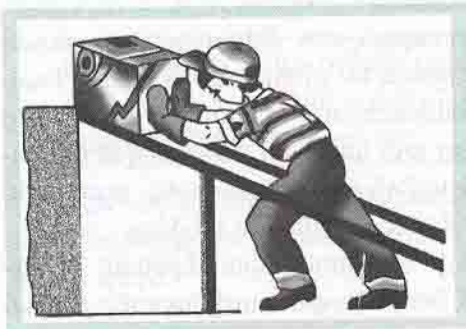
Ուղորանի հավասարակշռության պայմանը որոշվում է
նրա վրա կիրառված ուժերի մոմենտների հավասարությամբ՝
 $M_1 = M_2$, որտեղ $M_1 = F \cdot OC = F \cdot R$, $M_2 = P \cdot OB = P \cdot r$,
 P -ն ջրով լցված դույլի կշիռն է, F -ը՝ դույլը բարձրացնող մար-
դու կիրառած ուժը, R -ը՝ մեծ անիվի շառավիղը, r -ը՝ թմբուկի
շառավիղը: Բանի որ $F \cdot R = P \cdot r$, ապա՝

$$\frac{P}{F} = \frac{R}{r},$$

այսինքն՝ ուղորանն ուժի մեջ տալիս է R/r անգամ շահում:

Դռան բռնակը, հեծանիվի տանող անիվը ևս ուղորանի
օրինակներ են:

Թեք հարթություն: Բանվորը ծանր արկղը կամ տակա-
ռը միանգամից չի կարող դնել բեռնատար մեքենայի բարձր
քափքին կամ այլ բարձր տեղ: Դրա համար գետնից դեպի
քափքը դնում է տախտակներ՝ ստեղծելով թեք հարթություն
և նրա վրայով բարձրացնում է բեռը (նկ. 72): Եթե հաշվի
չառնենք շփումը, ապա բանվորը կարող է բարձրացնել բե-



Նկ. 72
Բանվորը բեռը
բարձրացնում է
թեք
հարթությամբ

Նկ. 73
Բեռը բարձրացնող
 \vec{F} ուժի մոդուլը
փոքր է \vec{F}_d
ծանրության ուժի
մոդուլից

որ՝ գործադրելով ավելի փոքր ուժ, քան բռնի ծանրության ուժն է (նկ. 73): Այսինքն՝ թեք հարթությունն ուժի մեջ շահում է տալիս:

Հին ժամանակներում շատ պարզ մեխանիզմներ օգտագործվել են ռազմական նպատակների համար: Երբ հռոմեական զորքերը պաշարում են հունական Սիրակուզա քաղաքը, 75-ամյա Արքիմեդը ղեկավարում է հայրենի քաղաքի պաշտպանությունը: Նա պարզ մեխանիզմներով պատրաստում է քարանետ մեքենաներ, որոնք խորտակում են թշնամու նավերը, ոչնչացնում ռազմիկներին:

Շարժեր և առաջադրանքներ

1. Ճախարակների ի՞նչ տեսակներ գիտեք:
2. Ո՞ր ճախարակն է կոչվում անշարժ:
3. Ո՞ր ճախարակն է կոչվում շարժական:
4. Ի՞նչ նպատակով է օգտագործվում անշարժ ճախարակը:
5. Ի՞նչ նպատակով է օգտագործվում շարժական ճախարակը: Ինչպիսի՞ շահում է այն տալիս ուժի մեջ:
6. Ի՞նչ է բազմաճախարակը: Ինչպիսի՞ շահում է այն տալիս ուժի մեջ:
7. Գծել անշարժ ճախարակի սխեման:
8. Գծել շարժական ճախարակի սխեման:
9. Ի՞նչ է ոլորանը:
10. Ինչպիսի՞ շահում է տալիս ոլորանը:
11. Ո՞ր դեպքերում և ի՞նչ նպատակով է օգտագործվում թեք հարթությունը:

§ 33

ՄԵՆԱՆԻՉՄԻ ՕԳՏԱԿԱՐ ԳՈՐԾՈՂՈՒԹՅԱՆ ԳՈՐԾԱԿԻՑ

Մարդկությունն անհիշելի ժամանակներից մեծ ծանրություններ բարձրացնելու և տեղափոխելու համար օգտագործում է տարբեր մեխանիզմներ:

Գործնականում յուրաքանչյուր մեխանիզմում, յուրաքանչյուր մեքենայում գործում են շփման ուժեր, որոնց հաղթահարման համար անհրաժեշտ է կատարել լրացուցիչ աշխատանք: Հետևաբար այս կամ այն մեխանիզմն օգտագործելիս կատարվում է ավելի մեծ աշխատանք, քան անհրաժեշտ է տվյալ մարմինը տեղափոխելու համար:

Օրինակ՝ ամբարձիչի միջոցով ավտոմեքենան բարձրացնելիս կատարվում է նաև անօգուտ աշխատանք շփման

ուժերը հաղթահարելու համար: Այն աշխատանքը, որը կատարվում է միայն ավտոմեքենան բարձրացնելու համար, բնական է անվանել **օգտակար աշխատանք**: Ակներև է, որ ծախսված կամ լրիվ աշխատանքը ($A_{լր}$) ավելի մեծ է, քան օգտակար ($A_{օգ}$) աշխատանքը:

Այն ֆիզիկական մեծությունը, որը ցույց է տալիս, թե օգտակար աշխատանքը լրիվ (ծախսված) աշխատանքի որ մասն է, կոչվում է մեխանիզմի օգտակար գործողության գործակից (կրճատ՝ ՕԳԳ):

Մեխանիզմի ՕԳԳ-ն գտնելու համար պետք է օգտակար աշխատանքը բաժանել այն աշխատանքի վրա, որը ծախսվել է տվյալ մեխանիզմն օգտագործելիս.

$$\text{ՕԳԳ} = \frac{\text{Օգտակար աշխատանք}}{\text{Լրիվ աշխատանք}}:$$

Օգտակար գործողության գործակիցը հաճախ արտահայտում են տոկոսներով և նշանակում հունարեն η (կարդացվում է՝ էտա) տառով.

$$\eta = \frac{A_{օգ}}{A_{լր}} \cdot 100\%:$$

Քանի որ $A_{օգ}$ -ը միշտ փոքր է $A_{լր}$ -ից, ապա ՕԳԳ-ն միշտ փոքր է 1-ից (կամ 100%-ից):

Տարբեր մեխանիզմներ նախագծելիս ձգտում են մեծացնել դրանց ՕԳԳ-ն, այսինքն՝ հնարավորինս փոքրացնել շփման ուժերով և այլ գործոններով պայմանավորված կորուստները:

Այդ դեպքերում լրիվ աշխատանքը մոտավորապես հավասար է օգտակար աշխատանքին՝ $A_{լր} \approx A_{օգ}$: Քանի որ աշխատանքները կարելի է արտահայտել համապատասխան ուժերի և անցած ճանապարհների արտադրյալներով, ապա $A_{լր} \approx A_{օգ}$ հավասարությունը կարելի է ներկայացնել նաև $F_1 S_1 \approx F_2 S_2$ տեսքով, որի համաձայն՝

մեխանիզմի օգնությամբ քանի անգամ շահում ենք ուժի մեջ, այնքան անգամ կորցնում ենք ճանապարհի մեջ և հակառակը:

Այս օրենքը կոչվում է **մեխանիկայի «ուսկի կանոն»**, որի հեղինակը հույն գիտնական Հերոն Ալեքսանդրացին է, (մ.թ. I դար):

Շարքեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր աշխատանքն է կոչվում *օգտակար*:
2. Ո՞ր աշխատանքն է կոչվում *լրիվ կամ ծախսված*:
3. Ինչու՞ է *լրիվ աշխատանքը միշտ մեծ է օգտակար աշխատանքից*:
4. Ո՞ր մեծությունն է կոչվում *մեքենայի կամ մեխանիզմի օգտակար գործողության գործակից*:
5. Կարո՞ղ է արդյոք ՕԳԳ-ն հավասար կամ մեծ լինել 100 %-ից:
6. Ձևակերպեք մեխանիկայի «*ուսկի կանոնը*»:
7. Ձեր տրամադրության տակ ունեք թեք հարթություն և չափաքանոն: Որոշե՛ք, թե ուժի մեջ ինչպիսի՞ շահում կարելի է ստանալ այդ թեք հարթության միջոցով:

§ 34

Լաբորատոր աշխատանք 6

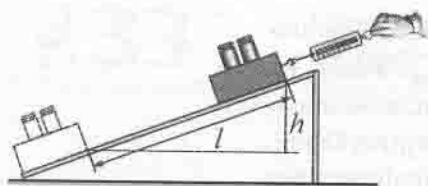
Թեք հարթության ՕԳԳ-ի որոշումը

Աշխատանքի նպատակը. փորձով համոզվել, որ թեք հարթության օգնությամբ կատարված օգտակար աշխատանքը փոքր է լրիվ աշխատանքից:

Գործիքներ և նյութեր. ուժաչափ, տախտակ (լաբորատոր տրիբունտր), փայտե չորսու, չափաժապավեն կամ քանոն, բեռների հավաքածու, կցորդիչով և թաթիկով ամրակալան:

Ցույուններ՝ աշխատանքի վերաբերյալ.

1. Ուժաչափի միջոցով որոշեք չորսուի և երկու բեռների կշիռը միասին (P):
2. Տախտակը տեղադրեք թեք դիրքով՝ վերին եզրն ամրացնելով ամրակալանի թաթիկում:
3. Չորսուն բեռնավորեք երկու բեռով և, նրան ամրացնելով ուժաչափը, հավասարաչափ տեղափոխեք թեք հարթությամբ դեպի վեր: Հաշվեք ուժաչափի ցույնումները՝ քարշի ուժը (F):
4. Չափեք չորսուի ստորին եզրի անցած ճանապարհը (l) և դրա բարձրությունը (h) թեք հարթության հիմքից:
5. Հաշվեք օգտակար և լրիվ աշխատանքները՝ ըստ $A_{\text{օգ}} = FL$ և $A_{\text{օգ}} = Ph$ բանաձևերի:
6. Չափումների և հաշվումների արդյունքները գրանցեք աղյուսակում:



փորձի N	P , Ն	h , մ	$A_{\text{օգ}}$, Ջ	F , Ն	l , մ	$A_{\text{լր}}$, Ջ	η , %	$\eta_{\text{միջ}}$, %
1								
2								
3								

7. Որոշեք թեք հարթության ՕԳԳ-ն՝ օգտվելով

$$\eta = \frac{A_{\text{օգ}}}{A_{\text{ըբ}}} \cdot 100\% \text{ բանաձևից:}$$

8. Մի քանի փորձ կատարեք զանազան բեռներով՝ չփոխելով թեք հարթության երկարությունն ու բարձրությունը: Հաշվեք ՕԳԳ-ն և որոշեք դրա միջին արժեքը:

Խնդիրների լուծման օրինակներ

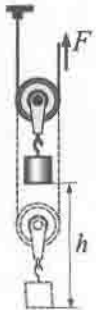
1. Լծակի օգնությամբ բանվորը բարձրացնում է 150 կգ զանգվածով սալը: Ի՞նչ ուժ է նա կիրառում լծակի 1,8 մ երկարությամբ երկար բազուկին, եթե փոքր բազուկը 0,3 մ է:

$m=150 \text{ կգ}$	Լուծում: Ըստ լծակի կանոնի՝ $\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$, որտեղից՝ $F_1 = F_2 \frac{l_2}{l_1}$: $F_2 = P$ -ն սալի կշիռն է, ուստի $F_2 = mg = 150 \text{ կգ} \cdot 9,8 \text{ Ն/կգ} \approx 1500 \text{ Ն,}$ $F_1 = 1500 \text{ Ն} \cdot \frac{0,3 \text{ մ}}{1,8 \text{ մ}} = 250 \text{ Ն:}$
$g=9,8 \text{ Ն/կգ}$	
$l_1=1,8 \text{ մ}$	
$l_2=0,3 \text{ մ}$	
$F_1=?$	

Պատասխան՝ 250 Ն:

2. 4 կգ զանգվածով բեռը բարձրացնում են շարժական ձախարակի օգնությամբ՝ կատարելով է 19,6 Ջ աշխատանք: Ի՞նչ ուժ էր կիրառվել ճոպանի ծայրին: Ի՞նչ է հ բարձրության է հասել բեռը: Շփումը, ինչպես նաև ձախարակի զանգվածն անտեսել:

$m=4 \text{ կգ}$	Լուծում: Բեռը որոնելի h բարձրությամբ բարձրացնելու համար անհրաժեշտ է ճոպանի ազատ ծայրը բարձրացնել $2h$ -ով: Համաձայն մեխանիկայի «ոսկի կանոնի»՝ $A_1 = A_2$, որտեղ A_1 -ը ճոպանին կիրառված ուժի աշխատանքն է, A_2 -ը՝ բեռի վրա ազդող ծանրության ուժինը: Ուրեմն $F \cdot 2h = F_g \cdot h$, որտեղից՝ $F = \frac{F_g}{2} = \frac{mg}{2}: $
$A=19,6 \text{ Ջ}$	
$g=9,8 \text{ Ն/կգ}$	
$F=?$	
$h=?$	

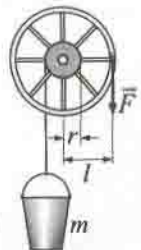


Տեղադրելով m -ի և g -ի արժեքները՝ ստանում ենք՝ $F=19,6 \text{ Ն}$: Կատարված աշխատանքը՝ $A = A_1 = F \cdot 2h$, հետևապես՝ $h = A/2F = 0,5 \text{ մ}$:

Պատասխան՝ 19,6 Ն, 0,5 մ:

3. Ջրով լցված դուլը ջրհորից բարձրացնում են ոլորանի միջոցով: Ոլորանի թմբուկի շառավիղը 20 սմ է, իսկ բռնակի երկարությունը՝ 60 սմ: Ի՞նչ ուժ պետք է գործադրել բռնակին՝ դուլը հավասարաչափ բարձրացնելու համար: Ջրով լցված դուլի կշիռը 90 Ն է:

$r=20 \text{ սմ}$	Լուծում: Ոլորանի տված շառավիղը ուժի մեջ l/r -է, $\frac{P}{F} = \frac{l}{r},$ $F = \frac{Pr}{l} = \frac{90 \text{ Ն} \cdot 20 \text{ սմ}}{60 \text{ սմ}} = 30 \text{ Ն:}$
$l=60 \text{ սմ}$	
$P=90 \text{ Ն}$	
$F=?$	



Պատասխան՝ 30 Ն:

4. 150 Ն կշռով բեռը հավասարաչափ վեր են բաշում որպես բեք հարթություն ծառայող տախտակի երկայնքով: Տախտակի երկարությունը 180 սմ է, մի ծայրի բարձրությունը գետնից՝ 30 սմ, իսկ բեռին կիրառված ուժը, որը զուգահեռ է բեք հարթությանը, 40 Ն: Հաշվեք բեք հարթության ՕԳԳ-ն:

$$P = 150 \text{ Ն}$$

$$F = 40 \text{ Ն}$$

$$l = 180 \text{ սմ}$$

$$h = 30 \text{ սմ}$$

$$\eta = ?$$

Լուծում: Որոնելի ՕԳԳ-ն որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$\eta = \frac{A_{\text{օգ}}}{A_{\text{տ}}} \cdot 100\%:$$

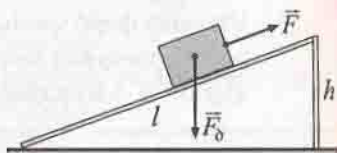
Բանաձևում $A_{\text{տ}}$ -ը լրիվ կամ ծախսված աշխատանքն է, իսկ $A_{\text{օգ}}$ -ը՝ օգտակար աշխատանքը, ընդ որում՝

$$A_{\text{տ}} = Fl, \quad A_{\text{օգ}} = F_0 h:$$

F_0 -ն բեռի վրա ազդող ծանրության ուժն է, որը հավասար է բեռի P կշռին: Ուստի $A_{\text{օգ}} = Ph$ և

$$\eta = \frac{Ph}{Fl} \cdot 100\% = \frac{150 \text{ Ն} \cdot 30 \text{ սմ}}{40 \text{ Ն} \cdot 180 \text{ սմ}} \cdot 100\% = 62,5\%:$$

Պատասխան՝ 62,5%:



ՆՅՈՒԹԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾԸ

ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՍԱՐՄԻՆ ԵՎ ՆՅՈՒԹ: ՆՅՈՒԹԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾԸ

§ 35

Ինչպես գիտենք, մեզ շրջապատող բազմաթիվ և տարատեսակ առարկաներն անվանում են ֆիզիկական մարմիններ:

Գիտենք նաև, որ ֆիզիկական մարմինները կազմված են մեկ կամ մի քանի նյութից, այսինքն՝ նյութն այն է, ինչից կազմված է ֆիզիկական մարմինը:

Իր գործունեության ընթացքում մարդն օգտագործում է ամենատարբեր նյութեր, որոնք օժտված են բազմաալիսի հատկություններով: Այսպես՝ ինքնաթիռներ պատրաստելու համար օգտագործում են համեմատաբար թեթև, բայց ամուր և ջերմադիմացկուն նյութեր, ճանապարհները ծածկում են բետոնով և ասֆալտով, որոնք չեն քայքայվում անզամ ծանր մեքենաների անիվների տակ: Հրշեջների համազգեստները կարում են հրակայուն գործվածքներից, որոնք չեն այրվում անզամ բոցերի մեջ՝ շատ բարձր ջերմաստիճանում: Ջրահաքանկոնները պատրաստում են այնպիսի նյութերից, որոնք արդյունավետորեն արգելակում են մեծ արագությամբ թռչող գնդակները՝ մարդուն պաշտպանելով հրազենից արձակված գնդակներից:

Բերված օրինակները վկայում են նյութերի կարևոր դերը մարդկանց կյանքում: Ներկայումս մեծ աշխատանքներ են կատարվում՝ նախօրոք տրված հատկություններով նյութեր ստանալու համար: Այդ գործին մասնակցում են ֆիզիկոսներ, քիմիկոսներ, նյութաբաններ, ճարտարագետներ և այլ գիտնականներ:

Նյութերն օգտագործելիս առաջին հերթին հաշվի ենք առնում, թե ինչ հատկություններով են դրանք օժտված:

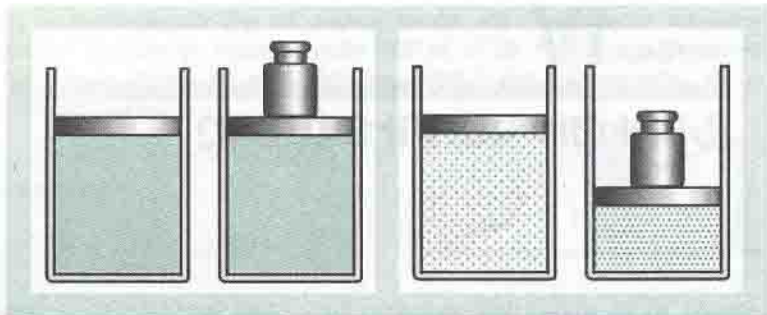
Իսկ ինչո՞վ են պայմանավորված նյութերի տարբեր հատկությունները: Ինչու՞ պողպատե լարը գործնականորեն հնա-

Նկ. 74

Բեռի ազդեցությամբ հեղուկը գործնականորեն չի փոխում իր ծավալը

Նկ. 75

Նույն բեռի ազդեցությամբ գազի ծավալը փոքրանում է մի քանի անգամ



րավոր չէ ձգել, մինչդեռ ռետինն լարը հեշտությամբ ձգվում է, ինչու՞ զլանում ծանրոցի ազդեցությամբ հեղուկի սեղմվելն անգե՞ն աչքով հնարավոր չէ տեսնել (նկ. 74), իսկ նույնախսի գլանում գազի ծավալը նույն բեռի ազդեցությամբ փոքրանում է մի քանի անգամ (նկ. 75): Ինչու՞ ցածր ջերմաստիճաններում առածգական ռետինը դառնում է փխրուն, իսկ ձյուրը՝ կարծր:

Այս և բազմաթիվ այլ հարցերի պատասխանելու համար անհրաժեշտ է իմանալ, թե ինչի՞ց և ինչպե՞ս է կազմված նյութը, այսինքն՝ իմանալ նյութի կառուցվածքը:

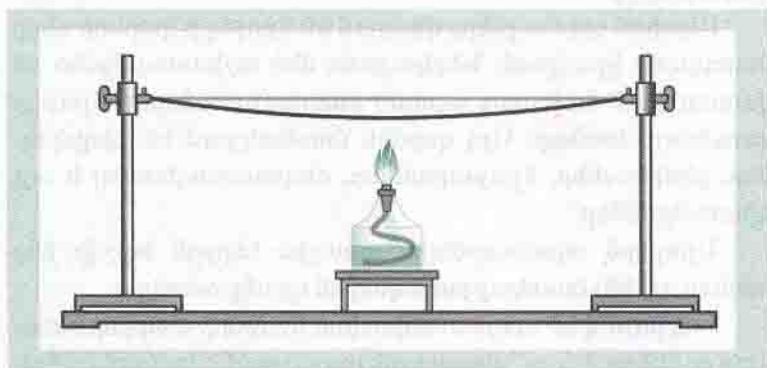
Նյութի կառուցվածքի իմացությունը հնարավորություն է տալիս բացատրելու նյութի փոփոխությունները՝ ֆիզիկական պրոցեսները, դրանք արագացնել կամ դանդաղեցնել:

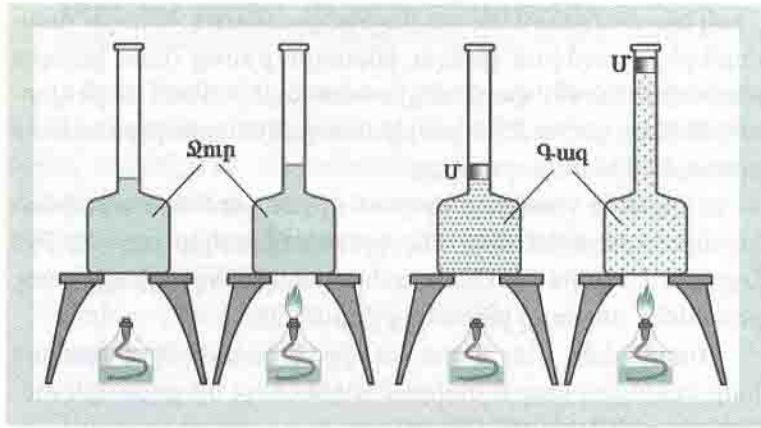
Նյութի կառուցվածքի մասին որոշակի տեղեկություններ, ինչպես միշտ, ֆիզիկայում կարելի է ստանալ փորձերի օգնությամբ:

Եթե սպիրտայրոցով տաքացնենք մոտ 50 սմ երկարությամբ պղնձե լարը, որի երկու ծայրերն ամրացված են ամրակալաններից, ապա կնկատենք, որ տաքացմանը զուգընթաց այն «կախ է ընկնում», կորանում է (նկ. 76): Եթե հեռացնենք

Նկ. 76

Տաքացնելիս պղնձե լարը «կախ է ընկնում», իսկ սպիրտայրոցը հեռացնելուց հետո ընդունում է իր նախնական ձևը





Նկ. 77
Տաքացնելիս օդն ընդարձակվում է ավելի, քան նույն ծավալով ջուրը (Մ մխույր չի բողմում, որ օդը դուրս գա անոթից)

սպիրտայրույրը, սպա որոշ ժամանակ անց պղնձե լարը կընդունի իր նախնական տեսքը: Նշանակում է՝ պղնձե լարի երկարությունը, ինչպես և ծավալը, տաքացնելիս մեծանում է, իսկ սառչելիս՝ փոքրանում:

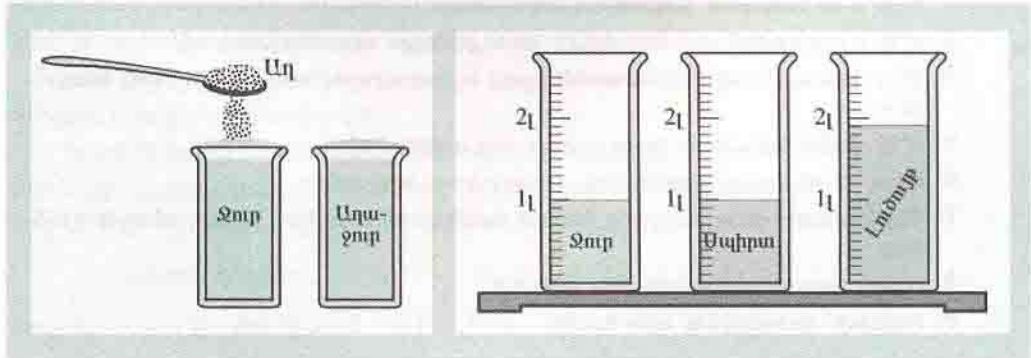
Եթե նույն ծավալով երկու անոթներ, որոնցից մեկը լցված է ջրով, իսկ մյուսը, որի մեջ մխույի (Մ) տակ օդ կա, տաքացնենք, սպա կնկատենք, որ և՛ ջրի, և՛ օդի ծավալները մեծանում են, ընդ որում, օդինը՝ զգալիորեն շատ, քան ջրինը (նկ. 77):

Այս փորձերից հետևում է, որ պինդ, հեղուկ մարմինների կամ գազի ծավալը կարելի է փոփոխել՝ տաքացնելով կամ սառեցնելով դրանք: Մարմնի ծավալը կարելի է փոփոխել, օրինակ, նաև սեղմելով կամ ձգելով:

Իսկ ինչու՞ է փոփոխվում մարմնի ծավալը: Այս հարցին պատասխանելու համար ենթադրենք՝ նյութը, որից պատրաստված է մարմինը, բաղկացած է ատանձին մասնիկներից, որոնց միջև կան ազատ տարածություններ: Երբ մասնիկները հեռանում են իրարից, մարմնի ծավալը մեծանում

Նկ. 78
Աղը ջրում լուծվելիս ջուրը բաժակից չի բափվում

Նկ. 79
1 l ջրի և 1 l սպիրտի լուծույթի ծավալը փոքր է 2 l լիտրից (1 l + 1 l ≠ 2 l)



է, իսկ երբ մոտենում են, ծավալը փոքրանում է: Նյութի՝ մասնիկներից կազմված լինելու ենթադրությունը (կամ ինչպես ընդունված է ասել՝ վարկածը) մտահղացել են հին հույն գիտնականները դեռևս 2500 տարի առաջ: Այն ստուգելու համար կատարենք հետևյալ փորձը:

Վերցնենք ջրով բերնեբերան լցված բաժակ և աստիճանաբար, զգուշորեն նրա մեջ լցնենք կերակրի աղ (նկ. 78): Աղը ջրում լուծվում է: Ավելացնելով մինչև մեկ թեյի գդալ աղ, կտեսնենք, որ ջուրը բաժակից չի թափվի:

Կատարենք մեկ փորձ ևս. իրար խառնենք մեկական լիտր ծավալով ջուր և սպիրտ: Կտեսնենք, որ լուծույթի ծավալը փոքր է 2 լիտրից (նկ. 79):

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 կարող են «անցնել» երկաթե վառարանի շիկացած պատի միջով՝ պատճառ դառնալով մահացու դեպքերի:

Իսկ ինչու՞ նյութի մասնիկները չենք տեսնում նույնիսկ տասնյակ հազարավոր անգամ խոշորացնող մանրադիտակով: Բանն այն է, որ նյութի մասնիկներն ունեն չափազանց փոքր չափեր, որոնք, սակայն, կարելի է գնահատել ոչ բարդ փորձերով:

Նկարագրված փորձերը, ինչպես նաև բազմաթիվ այլ փորձեր հաստատում են, որ նյութը հոծ չէ, այն կազմված է առանձին մասնիկներից:

Շարժեր և առաջադրանքներ

1. Թվարկե՛ք ձեր շրջապատի մի քանի առարկա:
2. Ինչի՞ց են կազմված ֆիզիկական մարմինները:
3. Ի՞նչ է նշանակում «իմանալ նյութի կառուցվածքը» արտահայտությունը:
4. Ի՞նչ փոփոխություն է կրում պղնձե լարը սպիրտայրոցով տաքացնելիս: Իսկ սառչելի՞ս:
5. Ի՞նչ փոփոխություն են կրում ջուրը և օդը տաքացնելիս:
6. Ինչու՞ է հնարավոր մարմինների ծավալի փոփոխությունը:
7. Օրինակներով ցույց տվե՛ք, որ մարմնի մասնիկների միջև կան ազատ տարածություններ:
8. Ինչու՞ է նյութի մասնիկները չենք տեսնում:
9. Ինչպիսի՞ կառուցվածք ունի նյութը:

Ինչպե՞ս են անվանում այն թվերը, որոնք գերազանցում են մեկ միլիոնը, ասենք, հազար, միլիոն և ավելի անգամ: Այլ կերպ ասած՝ ի՞նչ անվանումներ ունեն այն թվերը, որոնց տասնորդական գրառումն արտահայտվում է մեկով և դրան հաջորդող զրոներով: Ահա այդ մեծ թվերից մի քանիսը՝

միլիոն՝ 1 000 000,

միլիարդ կամ բիլիոն՝ 1 000 000 000,

տրիլիոն՝ 1 000 000 000 000,

քվադրիլիոն՝ 1 000 000 000 000 000 և այլն:

Սակայն մի շարք մասնագետներ՝ ֆիզիկոսներ, աստղագետներ և ուրիշներ, ովքեր գործ ունեն մեծ թվերի հետ, նախընտրում են թվերը գրառել ավելի սեղմ ձևով: Օրինակ՝ մեկ միլիոնը, որ ունի վեց զրո, ներկայացնում են 10^6 տեսքով և կարդում այսպես՝ տասի վեց աստիճան, քվադրիլիոնը (զրոների թիվը տասնհինգն է)՝ 10^{15} տեսքով (տասի տասնհինգ աստիճան):

Այսպիսով՝ երբ թիվը կազմված է մեկից և դրան հաջորդող զրոներից, ապա այն ներկայացնում են 10^n տեսքով, որտեղ n բնական թիվը զրոների քանակն է: Հակառակը, 10^n գրառումը կհասկանանք որպես թիվ, որը կազմված է մեկից և դրան հաջորդող n հատ զրոյից:

Ընդհանրապես a^n տեսքի գրառումն անվանում են աստիճան (ա-ի էն աստիճան). a -ն կոչվում է աստիճանի հիմք, n -ը՝ աստիճանի ցուցիչ կամ աստիճանացույց: Եթե աստիճանի ցուցիչը 1 է ($n=1$), ապա այն չեն գրում՝ $a^1=a$, $10^1=10$:

Եթե թիվը կազմված է այլ թվանշաններից և դրան հաջորդող զրոներից, ապա այն ներկայացնում են արտադրյալի տեսքով, ընդ որում, արտադրիչներից մեկը՝ գրառված մեկով և զրոներով: Օրինակ՝ $520\,000\,000 = 5,2 \cdot 100\,000\,000 = 5,2 \cdot 10^8$ (կարդում են՝ հինգ ամբողջ երկու տասնորդական անգամ տասի ութ աստիճան):

Երբեմն հարկ է լինում թիվը նախապես կլորացնել՝ պահպանելով զրոյից տարբեր երկուսից երեք թվանշան: Օրինակ՝ $101\,325 \approx 101\,000 = 1,01 \cdot 100\,000 = 1,01 \cdot 10^5$:

$\frac{1}{10^n}$ տեսքի կոտորակները 10-ի աստճաններով ներկայացնելիս n -ը փոխարինում են $(-n)$ -ով՝ $\frac{1}{10^n} = 10^{-n}$: Օրինակ՝

նակ՝ $\frac{1}{10} = \frac{1}{10^1} = 10^{-1}$, $\frac{1}{10^3} = 10^{-3}$ և այլն: Եթե թիվը $\frac{a}{10^n}$ տեսքի է, ապա կարող ենք գրել՝ $\frac{a}{10^n} = a \cdot 10^{-n}$: Օրինակ՝ $\frac{2}{10^4} = 2 \cdot 10^{-4}$, $\frac{18}{10^9} = 18 \cdot 10^{-9}$ և այլն: Հետևապես մեկից փոքր տասնորդական կոտորակները 10-ի աստիճանի տեսքով ներկայացնելու համար դրանք նախապես հարկավոր է գրառել $\frac{a}{10^n}$ տեսքով: Օրինակ՝

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

$$0,00001 = \frac{1}{100000} = \frac{1}{10^5} = 10^{-5},$$

$$0,000\,000\,000\,053 = \frac{53}{1\,000\,000\,000\,000} = \frac{53}{10^{12}} = 53 \cdot 10^{-12}:$$

Այսպիսով՝ մեկից փոքր տասնորդական կոտորակը ներկայացվում է տասի՝ բացասական ցուցիչով աստիճանի տեսքով: Ցուցիչի բացարձակ արժեքը հավասար է ստորակետից հետո գրված թվանշանների քանակին:

Իսկ ինչպես են բազմապատկվում 10-ի աստիճանի տեսքով գրառված թվերը: Հետևյալ օրինակները մեզ կհուշեն, թե ինչպես կարելի է աստճանները բազմապատկել.

$$\blacksquare 10^2 \cdot 10^3 = 100 \cdot 1000 = 100\,000 = 10^5 = 10^{2+3},$$

$$\blacksquare 10^2 \cdot 10^{-3} = 100 \cdot 0,001 = 0,1 = 10^{-1} = 10^{2-3},$$

$$\blacksquare 10^{-2} \cdot 10^{-1} = 0,01 \cdot 0,1 = 0,001 = 10^{-3} = 10^{-2-1},$$

ուրեմն՝

$$10^m \cdot 10^n = 10^{m+n}:$$

Հանգումորեն կարող ենք ստանալ նաև աստճանների բաժանման կանոնը: Օրինակ՝

$$\blacksquare 10^4 : 10^3 = 10000 : 1000 = 10 = 10^1 = 10^{4-3},$$

$$\blacksquare 10^2 : 10^{-3} = 100 : 0,001 = 100 : \frac{1}{1000} = 100000 = 10^5 = 10^{2-(-3)},$$

$$\blacksquare 10^{-4} : 10^{-2} = 0,0001 : 0,01 = 0,0001 : \frac{1}{100} = 0,0001 \cdot 100 = 0,01 = 10^{-2} = 10^{-4-(-2)},$$

ուրեմն՝

$$10^m : 10^n = 10^{m-n}:$$

Թվերի աստիճանային ներկայացումը հարմար է նաև գումարման և հանման գործողություններ կատարելիս:

Շարժեր և առաջադրանքներ

1. 10^{α} է նշանակում 10^n գրառումը, երբ n -ը բնական թիվ է: Բերեք օրինակներ:
2. $10^{-\alpha}$ է նշանակում 10^n գրառումը, երբ n -ը բացասական ամբողջ թիվ է: Բերեք օրինակներ:
3. Շեռնյալ թվերը ներկայացրեք $\alpha \cdot 10^n$ տեսքով, որտեղ α -ն տասնորդական կոտորակ է, ընդ որում, $1 \leq \alpha < 10$.
4200, 295 000 000, 0,0025, 0,000 000 125, 0,000 000 000 068:
4. Շեռնյալ թվերը ներկայացրեք տասնորդական տեսքով՝
 $2,5 \cdot 10^3$, $1,42 \cdot 10^6$, $5 \cdot 10^{-3}$, $7,54 \cdot 10^{-6}$:
5. Մեկ տարին 31556925,9747 վայրկյան է: Կլորացրեք այս թիվը՝ պահելով երեք իմաստալից թվանշան, այնուհետև ներբայացրեք $\alpha \cdot 10^n$ տեսքով ($1 \leq \alpha < 10$):
6. Երկրի միջին հեռավորությունը Արեգակից 149 597 868 կմ է: Այդ հեռավորությունը կոչվում է աստղագիտական միավոր (կրճատ՝ ա.մ.): Աստղագիտական միավորը ներկայացրեք $\alpha \cdot 10^n$ տեսքով՝ նախապես կլորացնելով այդ թիվը՝ պահելով երեք իմաստալի թվանշան:
7. Հրատ մոլորակի հեռավորությունն Արեգակից 1,52 ա.մ է: Այդ հեռավորությունն արտահայտեք կիլոմետրերով և մետրերով:
8. Լուսի արագությունը 299 792 548 մ/վ է: Կլորացրեք այդ թիվը՝ պահելով երեք իմաստալի թվանշան և ապա ներկայացրեք $\alpha \cdot 10^n$ տեսքով:
9. Ջրածնի մոլեկուլի տրամագիծը 0,000 000 023 սմ է: Ներկայացրեք այն $\alpha \cdot 10^n$ տեսքով:
10. Շեռնյալ թվերը գրառեք $\alpha \cdot 10^n$ տեսքով ($1 \leq \alpha < 10$)՝
0,002, 0,0025, 0,000325, 0,00000625:
11. Կատարեք գործողությունները.

ա. $10^6 \cdot 10^{12} \cdot 10^{-12}$

բ. $10^{15} \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-9}$

գ. $10^{-2} \cdot 10^{-6}$

դ. $10^2 \cdot 10^3 \cdot 10^6$

ե. $\frac{10^5 \cdot 10}{10^3 \cdot 10^4}$

զ. $\frac{10^{-9} \cdot 10^{15}}{10^3 \cdot 10^7}$

է. $2 \cdot 10^5 + 0,5 \cdot 10^6$

թ. $3 \cdot 10^6 + 0,5 \cdot 10^6$

և. $2 \cdot 10^5 + 0,5 \cdot 10^6$

ը. $0,4 \cdot 10^{10} - 0,4 \cdot 10^9$

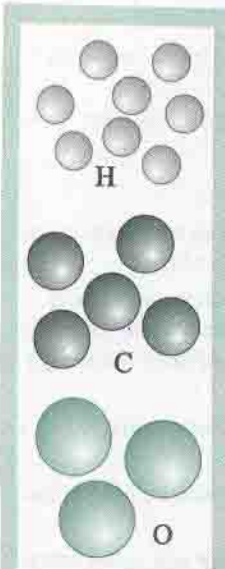
թ. $\frac{3 \cdot 10^6 + 0,5 \cdot 10^6}{7 \cdot 10^3 + 0,35 \cdot 10^7}$

ժ. $\frac{3 \cdot 10^6 + 0,5 \cdot 10^6}{7 \cdot 10^3 + 0,35 \cdot 10^7}$

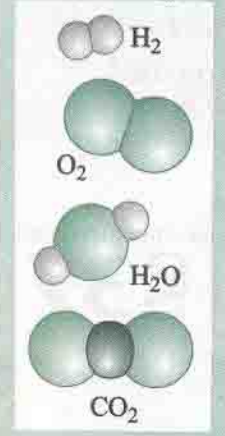
ԱՏՈՄՆԵՐ ԵՎ ՄՈԼԵԿՈՒԼՆԵՐ

Նախորդ պարագրաֆում դիտարկված փորձերը հաստատում են այն ենթադրությունը, որ նյութը բաղկացած է առանձին մասնիկներից, որոնց միջև կան ազատ տարածություններ: Այդ մասնիկները հին հույն գիտնական Դեմոկրիտեսն անվանել է **ատոմներ** (հունարեն «ատոմոս»՝ անբաժանելի բառից): Ըստ Դեմոկրիտեսի՝ նյութերի տարբերությունը հետևանք է այդ նյութերի ատոմների թվի, մեծության, ձևի և դասավորությունների տարբերության: Այսպիսով՝ ատոմներն այն ամենափոքր «շինարարական

§ 37



Նկ. 80
Ջրածնի, ածխածնի,
և թթվածնի
ատոմների
սխեմատիկ
պատկերները



Նկ. 81
Ջրածնի, թթվածնի,
ջրի և ածխաթթու
գազի մոլեկուլների
սխեմատիկ
պատկերները

տարրերը» կամ «աղյուսիկներն» են, որոնցից կազմվում են բոլոր ֆիզիկական մարմինները: Ինչպես «Լեզո» կոնստրուկտորական խաղի մի քանի տեսակի տարրերից կարելի է «հավաքել» տարբեր ձևեր և չափեր ունեցող առարկաներ (օրինակ՝ տնակ, ավտոմեքենա, ծաղիկ և այլն), այնպես էլ տարբեր ատոմների համադրումից առաջանում են բնության մեջ հայտնի բոլոր մարմինները:

Միևնույն տեսակի ատոմներից կազմված նյութն անվանում են **տարր**: Տվյալ տարրի ատոմները միմյանցից ոչնչով չեն տարբերվում. նույնական են, սակայն տարբեր տարրերի ատոմներն իրարից տարբերվում են:

Օրինակ՝ նկ. 80-ում սխեմատիկորեն պատկերված են ջրածնի (պայմանական նշանը՝ H), թթվածնի (O) և ածխածնի (C) ատոմները:

Ներկայումս հայտնի է ավելի քան 110 տարր, որոնցից 90-ը հանդիպում է բնության մեջ, մնացածները ստացվում են գիտահետազոտական լաբորատորիաներում:

Ատոմները, միավորվելով, կարող են կազմել կայուն բաղադրությամբ նոր մասնիկներ՝ բաղկացած երկու կամ ավելի ատոմից: Այդ մասնիկներն անվանում են **մոլեկուլներ** (լատիներեն «մոլեկուլուս»՝ փոքրիկ զանգված բառերից): Մոլեկուլը կարող է կազմված լինել ինչպես միատեսակ, այնպես էլ տարբեր ատոմներից: Օրինակ՝ ջրածնի H_2 մոլեկուլը բաղկացած է ջրածնի երկու ատոմից, թթվածնի O_2 մոլեկուլը՝ թթվածնի երկու ատոմից, ջրի H_2O մոլեկուլը՝ ջրածնի երկու և թթվածնի մեկ ատոմից, ածխաթթու գազի CO_2 մոլեկուլը՝ ածխածնի մեկ և թթվածնի երկու ատոմից (նկ. 81):

Մոլեկուլը նյութի այն փոքրագույն մասնիկն է, որն օժտված է նյութի քիմիական հատկություններով: Ինչպես ատոմները, միևնույն նյութի մոլեկուլները ոչնչով չեն տարբերվում իրարից. նույնական են:

Ատոմները և մոլեկուլներն ունեն չափազանց փոքր չափեր: Դրանց մասին պատկերացում կազմելու համար բերենք հետևյալ հայտնի համեմատությունը. եթե խնձորը մեծացնենք այնքան անգամ, որ այն դառնա երկրագնդի չափ (գրեթե հարյուր միլիոն անգամ), ապա նույնքան անգամ մեծացնելիս ատոմը կդառնա խնձորի չափ: Այսինքն՝ ատոմը խնձորից փոքր է մոտ հարյուր միլիոն անգամ: Եթե ընդունենք, որ խնձորի տրամագիծը մի քանի սանտիմետր է, ապա ատոմի տրամագիծը կլինի մոտ $1 \text{ սմ} : 100000000 = 10^{-8} \text{ սմ}$:

Այս մեծությունն անվանում են անգստրեմ և նշանակում \AA տառով: Այսպիսով՝

$$1 \text{\AA} = 10^{-8} \text{ սմ} = 10^{-10} \text{ մ:}$$

Քոլորատոմների և մոլեկուլների չափերն անգստրեմների կարգի են: Օրինակ՝ ջրածնի մոլեկուլի տրամագիծը $2,8 \text{\AA}$ է, քթվածնի մոլեկուլինը՝ $3,6 \text{\AA}$, ջրինը՝ 3\AA :

Փոքր չափերի պատճառով ատոմները և մոլեկուլները հնարավոր չէ տեսնել անզեն աչքով և անզամ սովորական մանրադիտակներով: Ներկայումս ստեղծված են հատուկ սարքեր՝ էլեկտրոնային և իոնային մանրադիտակներ, որոնց միջոցով ստացվում են բավականաչափ մեծ մոլեկուլների պատկերները:

Քանի որ ատոմների և մոլեկուլների չափերը շատ փոքր են, ապա անզամ շատ փոքր մարմնում դրանց թիվը հսկայական է: Օրինակ՝ $0,1 \text{ սմ}^3$ ծավալով ջրի կաթիլը պարունակում է մոտ $3 \cdot 10^{21}$ մոլեկուլ: Այս թվի մեծության մասին պատկերացում կազմելու համար ենթադրենք, որ այդ կաթիլից յուրաքանչյուր վայրկյանում հեռանում է 1 միլիարդ (10^9) մոլեկուլ: Այս դեպքում կաթիլը կապառվի $3 \cdot 10^{21} : 10^9 \text{ վ} = 3 \cdot 10^{12} \text{ վ}$ -ում կամ մոտ հարյուր հազար (10^5) տարվա ընթացքում:

Հասկանալի է, որ չափազանց փոքր մասնիկները չեն կարող ունենալ զգալի զանգվածներ, սակայն դրանց փոքրության չափը դժվար է պատկերացնել: Իրոք, օրինակ, ջրածնի ատոմի զանգվածը $1,67 \cdot 10^{-27}$ կգ է, ջրի մոլեկուլինը՝ $3 \cdot 10^{-26}$ կգ, քթվածնի ատոմինը՝ $2,7 \cdot 10^{-26}$ կգ: Մոլեկուլների զանգվածներն ընդունում են 10^{-27} -ից մինչև 10^{-25} կգ արժեքներ:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ինչպե՞ս են անվանում նյութի մասնիկները:
2. Ո՞ր նյութն են անվանում տարր:
3. Ներկայումս քանի՞ տարր է հայտնի: Քանի՞ տարր կա բնության մեջ:
4. Ի՞նչ է մոլեկուլը:
5. Ինչպիսի՞ մոլեկուլներ են ձեզ հայտնի:
6. Ո՞ր մասնիկն է օժտված նյութի բոլոր հատկություններով:
7. Քանի՞ անգամ է ատոմը փոքր խնձորից:
8. Հաշվեք 1 լ ծավալով ջրում պարունակվող մոլեկուլների թիվը:
9. Համարելով, որ ձեր բթամատը կազմված է 5\AA տրամագծով մասնիկներից, գնահատեք դրանց մոտավոր թիվը բթամատում:

Առօրյա կյանքում հանդիպում ենք բազմաթիվ երևույթների, որոնք հաստատում են, որ նյութի մասնիկները՝ ատոմները և մոլեկուլները, երբեք չդադարող շարժման մեջ են: ¹

Եթե սենյակում բացենք օձանելիքի սրվակը, ապա սենյակը որոշ ժամանակ անց կլցվի օձանելիքի բուրմունքով: Այս փաստը կարելի է բացատրել, եթե ենթադրենք, որ օձանելիքը բաղկացած է մոլեկուլներից, որոնք շարժվում են:

Սրվակը բացելիս օձանելիքի մոլեկուլները դուրս են գալիս սրվակից և բախվում սենյակի օդի մոլեկուլներին: Այդ բախումները անկանոն են և պատահական բնույթի, որի հետևանքով օձանելիքի մոլեկուլներն անընդհատ փոխում են իրենց շարժման ուղղությունները՝ տարածվելով ամբողջ սենյակում: Այն է պատճառը, որ մի քանի րոպե անց օձանելիքի բուրմունքը տարածվում է սենյակով մեկ:

Իսկ ինչու՞ է բուրմունքը տարածվում սենյակում, եթե օձանելիքի մոլեկուլները շարժվում են անկանոն, բոլոր հնարավոր ուղղություններով, չէ՞ որ դրանք կարող են հայտնվել մասն այնտեղ, որտեղ օձանելիքով սրվակն է: Իհարկե, սենյակում կան մոլեկուլներ, որոնք շարժվում են դեպի սրվակը, սակայն սրվակի մոտակայքում օձանելիքի մոլեկուլների թիվը զգալիորեն գերազանցում է սրվակից հեռու գտնվող օձանելիքի մոլեկուլների թիվը: Ուստի նույն ժամանակամիջոցում ավելի շատ մոլեկուլներ հեռանում են սրվակի շրջակայքից, քան վերադառնում այնտեղ: Ի վերջո օձանելիքի մոլեկուլներն ավելի ու ավելի են հեռանում սրվակից և, ի վերջո, լցնում են ամբողջ սենյակը:

Այսպիսով՝ մոլեկուլների անկանոն, երբեք չդադարող շարժման հետևանքով օձանելիքի մոլեկուլները խառնվում են սենյակի օդին:

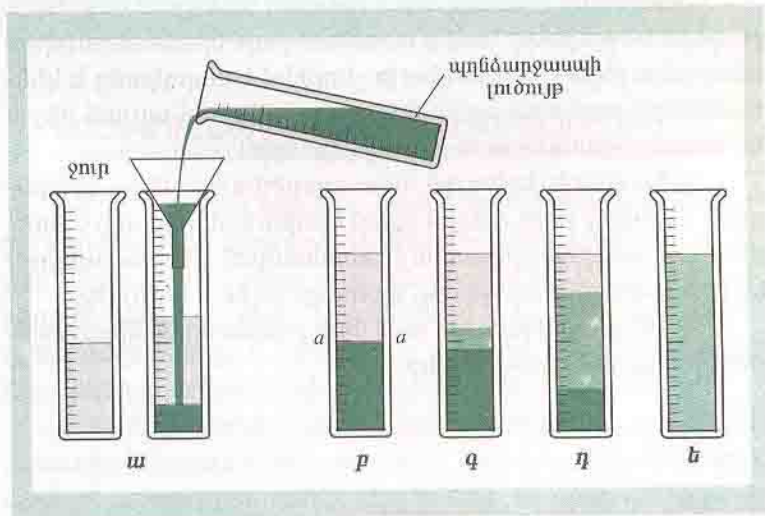
Կատարենք մի փորձ ևս: Ջրով լցված անոթի մեջ երկար ձագարով լցնենք ջրից մեծ խտություն ունեցող պղնձարջասպի կապտագույն լուծույթ (նկ. 82. ա): Քանի որ պղնձարջասպը ծանր է ջրից, ապա այն չի խառնվում ջրին: Չագարը զգուշորեն հեռացնելուց հետո կտեսնենք ջրի և պղնձարջասպի շերտերի միջև կտրուկ *aa* սահմանը (նկ. 82. բ): Մի քանի օր անց կտեսնենք, որ կտրուկ սահմանը չբացել է, պղնձարջասպը թափանցել է ջրի զբաղեցրած տիրույթը՝ առաջացնելով բաց կանաչույտ անցումային շերտ (նկ. 82. գ): Եվս մի

քանի որ անց անցումային շերտի չափերն ավելի կմեծանան (նկ. 82. *դ*), որը փաստում է ջրի վերին շերտերում պղնձարջասպի առկայությունը: Ի վերջո երկու-երեք շաբաթ անց կտեսնենք, որ ամբողջ անոթը լցված է բացկապտագույն հեղուկով (նկ. 82. *ե*):

Այս փորձը ևս կարելի է բացատրել՝ ենթադրելով, որ և՛ ջուրը, և՛ պղնձարջասպի լուծույթը բաղկացած են մոլեկուլներից, որոնք կատարում են անկանոն, պատահական շարժումներ: Պղնձարջասպի մոլեկուլները թափանցում են ջրի սյան ստորին շերտ, իսկ ջրի մոլեկուլները՝ պղնձարջասպի լուծույթի վերին շերտ, որի հետևանքով հեղուկների միջև սկզբնական կտրուկ սահմանը լողովում է: Քանի որ անոթի ստորին մասում պղնձարջասպի մոլեկուլների խտությունը միշտ ավելի մեծ է, քան վերին շերտերում, ապա ժամանակի ընթացքում ստորին շերտից ավելի շատ մոլեկուլներ են հեռանում, քան վերադառնում են հետ: Նույն կերպ ջրի ավելի շատ մոլեկուլներ են անցնում պղնձարջասպի լուծույթի տիրույթ, քան այնտեղից վերադառնում: Ի վերջո տեղի է ունենում ջրի և պղնձարջասպի լուծույթի ինքնաբերական խառնում:

Նյութերի ինքնաբերական խառնման երևույթը կոչվում է դիֆուզիա:

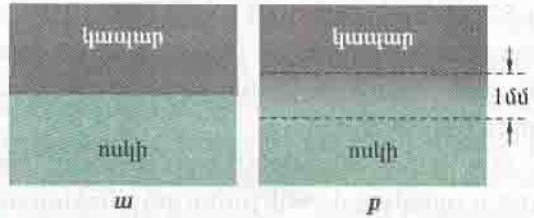
Այսպիսով՝ դիֆուզիան մի նյութի մոլեկուլների ներթափանցումն է մյուս նյութի միջմոլեկուլային տարածությունները, որը տեղի է ունենում նյութերի մոլեկուլների անկանոն, պատահական շարժումների հետևանքով:



Նկ. 82
Պղնձարջասպի ջրային լուծույթի և ջրի դիֆուզիայի փորձի նախապատրաստումը (ա) և ընթացքը (բ. ազ կտրուկ սահմանը, գ. անցումային շերտը, դ. անցումային շերտը երկու շաբաթ անց, ե. փորձի վերջնական արդյունքը, անոթը լցված է համասեռ լուծույթով)

Նկ. 83

Դիֆուզիայի երևույթը կապարի և ոսկու միջև սենյակային ջերմաստիճանում (ա. փորձի սկզբում, բ. 5 տարի անց): Անցումային շերտի լայնությունը մոտ 1 մմ է:



Փորձերից հայտնի է, որ գազերում դիֆուզիան ընթանում է շատ ավելի արագ, քան հեղուկներում: Դ-ա հասկանալի է, քանի որ գազի մոլեկուլների միջև հեռավորությունները շատ ավելի մեծ են, քան հեղուկի մոլեկուլների միջև հեռավորությունները, ուստի գազերի փոխադարձ ներթափանցումն ավելի արագ է ընթանում, քան հեղուկներինը:

Դիֆուզիան ընթանում է նաև պինդ մարմիններում, սակայն շատ ավելի դանդաղ, քան հեղուկներում: Հայտնի փորձերից մեկում կապարի և ոսկու լավ հղկված թիթեղները սենյակային ջերմաստիճանում ($\approx 20^\circ\text{C}$) 5 տարվա ընթացքում միմյանց մեջ են ներթափանցել 1 մմ (Նկ. 83):

Ջերմաստիճանը բարձրացնելիս դիֆուզիայի երևույթն ընթանում է ավելի արագ: Եթե պղնձարջասպի 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 պրոցեսում:

Դիֆուզիան կարևոր դեր է խաղում բնության մեջ: Դ-րա շնորհիվ են բույսերը հողից ստանում ջուր՝ նրանում լուծված սննդանյութերով: Դիֆուզիայի շնորհիվ է մարդկանց և կենդանիների թոքերում թթվածինն օդից անցնում արյան մեջ և հասնում օրգաններին ու հյուսվածքներին:

Դիֆուզիայի երևույթն օգտագործվում է նաև կենցաղում: Օրինակ՝ թթու դնելիս ջրում պարունակվող աղը և լուծված այլ նյութեր դիֆուզիայի հետևանքով ներթափանցում են բանջարեղենի (վարունգ, կաղամբ, լոլիկ և այլն) մեջ:

Դիֆուզիայի երևույթն ունի նաև բազմապիսի կիրառություններ արտադրության մեջ:

Շարքեր և առաջադրանքներ

1. Թվարկեք նյութի մասնիկների շարժումը հաստատող երևույթներ:
2. Ինչպե՞ս է բացատրվում օծանելիքի բուրմունքի տարածումը սենյակում:
4. Ի՞նչ է դիֆուզիան:
3. Նկարագրեք ջրի և պղնձարջասպի ջրային լուծույթի միջև դիֆուզիայի փորձի ընթացքը:
5. Ինչպե՞ս է ընթանում դիֆուզիան գազերում:
6. Ինչպե՞ս է ընթանում դիֆուզիան հեղուկներում և պինդ մարմիններում:
7. Ինչպե՞ս է ջերմաստիճանի փոփոխությունն ազդում դիֆուզիայի արագության վրա:
8. Թվարկեք դիֆուզիայի երևույթի օրինակներ բնության մեջ և կենցաղում:



Շեղանկային է իմանալ

Դիֆուզիան օգնում է... կանխելու վտանգը

Քնական գազը, որ որպես վառելիք օգտագործվում է կենցաղում, չունի ո՛չ հոտ, ո՛չ գույն: Այդ պատճառով շատ դժվար է միանգամից «նկատել» կամ զգալ գազի արտահոսքը: Իսկ արտահոսքի ժամանակ դիֆուզիայի հետևանքով գազը տարածվում է ամբողջ բնակարանում: Գազի և օդի քանակների որոշակի հարաբերակցության դեպքում, երբ բնակարանը բոլոր կողմերից փակ է (հատկապես ձմռանը), գոյանում է խտնուորդ, որը կարող է պայթել, օրինակ՝ վառվող լույսկույ: Գազը կարող է առաջացնել նաև բուժակորում:

Գազի արտահոսքը բնակարանում «նկատելու» նպատակով գազաբաշխման կայաններում գազը նախապես խտնում են սուր, տեհած հոտ ունեցող նյութերի հետ: Դրա շնորհիվ մարդիկ գազի հոտը կարող են զգալ նույնիսկ չնչին քանակի դեպքում: Այս նախազգուշական միջոցը հնարավորություն է տալիս անմիջապես զգալ գազի առկայությունը բնակարանում:

ՍՈՒԵԿՈՒԼՆԵՐԻ ՓՈԽԱՂԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ

§39

Ինչպես արդեն գիտենք, նյութի մասնիկները՝ ատոմները, մոլեկուլները, գտնվում են իրարից որոշակի հեռավորությունների վրա և, բացի այդ, կատարում են երբեք չդադարող, անկանոն շարժում: Այս դեպքում հարց է ծագում՝ ինչու՞ պինդ մարմինները և հեղուկները չեն բաժանվում առանձին մասնիկների, ի՞նչն է ստիպում դրանց մնալ իրար մոտ:

Հենց միայն պինդ մարմինների և հեղուկների գոյության փաստից հետևում է, որ ատոմների, մոլեկուլների միջև գործում են ձգողության ուժեր: Այդ ուժերն են պահում երկաթի

ատոմներին երկաթի կտորում, ջրի մոլեկուլներին՝ սառույցի կտորում կամ ջրի կաթիլում:

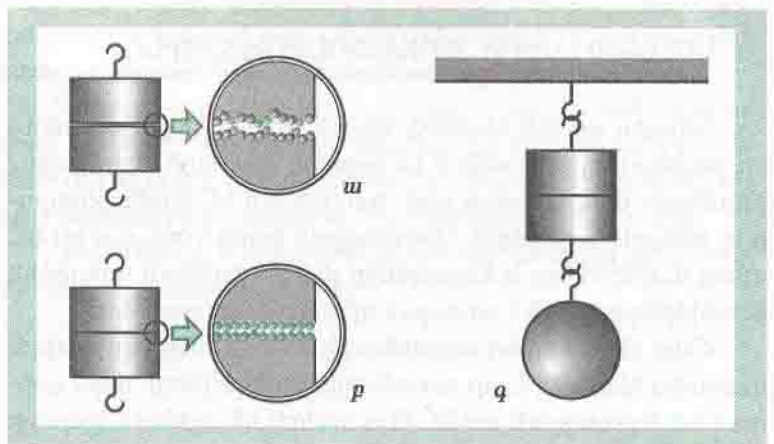
Չգողության ուժերը մեծ են պինդ մարմիններում, որի շնորհիվ էլ պինդ մարմինն ունի որոշակի ձև և դիմադրում է դրա փոփոխմանը:

Ատոմների կամ մոլեկուլների միջև գործող ձգողության ուժերը շատ փոքր են, սակայն ատորյա կյանքում հանդիպող մարմիններում դրանց թիվը հսկայական է, ուստի ձգողության ուժերը հասնում են շատ մեծ արժեքների:

Մասնիկների փոխադարձ ձգողության ուժերը կախված են մասնիկների տեսակից: Օրինակ՝ երկաթե լարը շատ ավելի դժվար է ձգելով կտրել, քան նույն հաստությամբ պղնձե լարը. նշանակում է՝ երկաթի մասնիկներն իրար ձգում են ավելի ուժեղ, քան պղնձի մասնիկները: Չգողության ուժերը զգալի են մասնիկների չափերին մոտ հեռավորությունների վրա և արագորեն նվազում են, երբ մասնիկները հեռանում են իրարից:

Կատարենք փորձ: Եթե իրար սեղմենք կապարի երկու հարթ կտոր և հետո դադարենք սեղմել, ապա կտեսնենք, որ կտորներն իրար չեն կպել (նկ. 84. ա): Մակայն, եթե կապարի կտորները նախապես լավ հղկենք, հետո կիս սեղմենք իրար, ապա դրանք իրար հպված կմնան նաև սեղմումը դադարեցնելուց հետո (նկ. 84. բ). Դեռ ավելին. եթե մի ոչ մեծ բեռ կախենք ստորին կտորից, ապա այն չի պոկվի վերևի կտորից (նկ. 84. գ): Այս փորձում լավ հղկման դերն այն է, որ կապարի տարբեր կտորների մակերևութային շերտերում գտնվող ավելի մեծ թվով ատոմներ են մոտենում իրար: Դրա հետևանքով կապարի կտորների միջև առաջանում է զգալի ձգողության ուժ (նկ. 84. բ):

Նկ. 84
Կապարի հղկված կտորների միջև գործում են զգալի ձգողության ուժեր



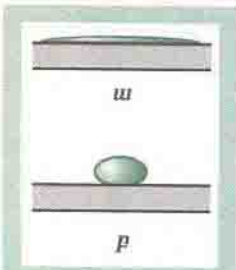
Եթե մասնիկները միայն ձգեին իրար, ապա բոլոր մարմիններում մոլեկուլները պետք է ամուր կաշչեին մեկը մյուսին և նրանց միջև արանքներ չէին լինի: Դա տեղի չի ունենում, քանի որ մոլեկուլների միջև գործում են նաև վանդոության ուժեր: Վանդոության ուժերն ընդունում են մեծ արժեքներ, երբ մոլեկուլների միջև հեռավորությունը փոքրանում է: Վանդոության ուժերի գոյությունն ապացույցում են առօրյա կյանքից հայտնի բազմաթիվ երևույթներ: Օրինակ՝ ռետինն գնդակը սեղմելու համար որոշակի ուժ ենք գործադրում՝ ստիպելով գնդակի մասնիկներին մոտենալ իրար, որի հետևանքով մասնիկները վանում են միմյանց: Ուստի եթե դադարենք ուժ գործադրել սեղմված գնդակի վրա, ապա մասնիկների միջև գործող վանդոության ուժերի ազդեցությամբ այն կընդունի իր նախկին ձևը:

Այսպիսով՝ կարող ենք եզրակացնել, որ նյութի մասնիկները փոխազդում են և՛ ձգողության, և՛ վանողության ուժերով: Համեմատաբար մեծ՝ մասնիկների չափերին մոտ հեռավորությունների վրա մասնիկներն իրար ձգում են, իսկ հեռավորության փոքրացմանը զուգընթաց՝ իրար վանում: Ասվածից հետևում է, որ նյութի մասնիկների միջև կան որոշակի հեռավորություններ, երբ մասնիկներն իրար ոչ ձգում են, ոչ վանում: Հենց այդ հեռավորություններով է որոշվում մարմնի ծավալը (հեղուկներում) և ձևը (պինդ մարմիններում):

Մոլեկուլների փոխադարձ ձգողության և վանողության դրսևորումներից մեկն էլ **թրջման** երևույթն է:

Եթե մաքուր ապակե թիթեղի վրա մի կաթիլ ջուր լցնենք, ապա այն կտարածվի ապակու մակերևույթին (նկ. 85. ա), սակայն եթե ապակին նախօրոք պատենք յուղի բարակ շերտով, ապա ջրի կաթիլը կընդունի գրեթե գնդի ձև (նկ. 85. բ):

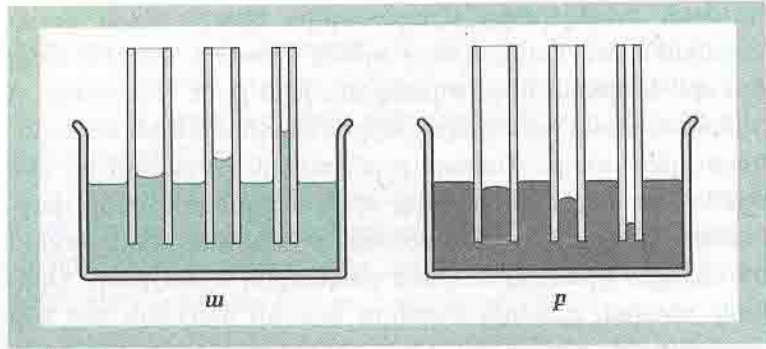
Ինչո՞վ է պայմանավորված դիտվող երևույթը: Բանն այն է, որ ջրի մոլեկուլները փոխազդում են ինչպես միմյանց, այնպես էլ ապակու մոլեկուլների հետ: Ինչպես արդեն գիտենք, այդ ուժը կախված է փոխազդող մոլեկուլների տեսակից: Ջրի կաթիլը տարածվում է մաքուր ապակու մակերևույթով, քանի որ ջրի մոլեկուլներն ավելի ուժեղ են ձգում ապակու մոլեկուլները, քան իրար: Յուղոտված ապակու դեպքում ջրի մոլեկուլները միմյանց ձգում են ավելի մեծ ուժերով, քան յուղի մոլեկուլները, ուստի ջրի կաթիլը ձգտում է ընդունել գնդի ձև (հիարկե, կաթիլի ձևի վրա ազդում է նաև Երկրի ձգողությունը):



Նկ. 85
Ջուրը թրջում է մաքուր ապակին (ա), սակայն չի թրջում յուղի բարակ շերտով պատված ապակին (բ)

Նկ. 86

Չուրը
բարձրանում է
ապակե
մագանոթում (ա),
իսկ սնդիկն
իջնում է (բ)



Առաջին դեպքում ընդունված է ասել, որ Չուրը թրջում է ապակին, իսկ երկրորդ դեպքում՝ այն չի թրջում յուրոտ ապակին: Թրջման և չթրջման երևույթները բնորոշ են բոլոր հեղուկներին: Եթե տվյալ հեղուկի և պինդ մարմնի մոլեկուլների փոխադարձ ձգողության ուժերը գերազանցում են այն ուժերը, որով իրար ձգում են միայն հեղուկի մոլեկուլները, ապա հեղուկը թրջում է պինդ մարմինը՝ բարակ շերտով (թաղանթով) պատերով այն: Օրինակ՝ սնդիկը թրջում է ոսկին և ցինկը: Հակառակ դեպքում հեղուկը պինդ մարմնի մակերևույթին առաջացնում է կաթիլներ, ինչպես, օրինակ, սնդիկը՝ ապակու կամ թուջի մակերևույթին:

Թրջման և չթրջման երևույթները շատ են տարածված բնության մեջ և կենցաղում: Այսպես՝ ջրոդ թռչունների փետուրները պատվում են հատուկ գեղձի արտազատած յուղով: Փետուրները չեն թրջվում, և դրանց տակ գտնվող աղվամազը չոր է մնում, ուստի սառը ջրում թռչունը չի մրսում և լողում է ջրի մակերևույթին:

Թրջման երևույթով է բացատրվում սոսնձումը, մարմնի չորանալը սրբիչով՝ սրբելիս և այլն:

Թրջման և չթրջման երևույթների դրսևորումներից մեկն էլ **մագականության** երևույթն է, որը դիտվում է բարակ և միլիմետրից պակաս տրամագծով խողովակներում՝ մագանոթներում կամ մագական խողովակներում:

Եթե ջրի մեջ իջեցնենք ապակե մագանոթ, ապա կտեսնենք, որ նրանում ջրի մակարդակն ավելի բարձր է, քան անոթում, ընդ որում, որքան փոքր է մագանոթի տրամագիծը, այնքան բարձր է նրանում ջրի մակարդակը (նկ. 86. ա):

Չթրջող հեղուկի դեպքում մագանոթում հեղուկի մակարդակն ավելի ցածր է, քան անոթում: Օրինակ՝ եթե ջրի փոխարեն անոթում լցնենք սնդիկ, ապա նրա մեջ իջեցված ապակե մագանոթում սնդիկի մակարդակը կիջնի (նկ. 86. բ):

Մազականության երևույթը շատ տարածված է բնության մեջ: Բույսերն օժտված են մազական խողովակներով, որոնցով ջուրը և նրանում լուծված սննդանյութերը հասնում են բույսի բոլոր մասերին: Մազականության շնորհիվ տափակացված հողում առաջացած մազական խողովակներով ջուրը բարձրանում է դեպի մակերևույթ և գոլորշիանում: Ուտի խոնավությունը հողում պահելու համար հողը վարում կամ փորում են՝ քայքայելով մազական խողովակների ցանցը:



Շարքեր և առաջադրանքներ

1. Ինչու՞ հեղուկները և պինդ մարմինները չեն բաժանվում առանձին մասնիկների:
2. Ինչի՞ց է կախված մասնիկների միջև գործող ձգողության ուժը:
3. Ինչպե՞ս են փոփոխվում ձգողության ուժերը՝ կախված մասնիկների միջև հեռավորությունից:
4. Ի՞նչ փաստերից է հետևում մասնիկների միջև վանողության ուժերի գոյությունը:
5. Ինչպե՞ս են փոփոխվում վանողության ուժերը՝ կախված մասնիկների միջև հեռավորությունից:
6. Ընարավո՞ր է, որ նյութի մասնիկները չփոխազդեն միմյանց հետ (այսինքն՝ ո՛չ ձգեն, ո՛չ վանեն իրար):
7. Ո՞րն է թրջման կամ չթրջման երևույթի բացատրությունը:
8. Թվարկեք թրջման երևույթի մի քանի դրսևորում:
9. Ի՞նչ է մազականությունը:
10. Բերեք բնության մեջ մազականության դրսևորման օրինակներ:

ՄՈՒԵԿՈՒԼՆԵՐԻ ՔԱՈՍԱՅԻՆ ՇԱՐԺՄԱՆ ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՄԱՐՄՆԻ ԶԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԸ

§ 40

Առօրյա կյանքի պատճառով, որ ջուրը հովապնելու համար նրան սառը ջուր են խառնում. ստացված խառնուրդն ավելի սառն է, քան տաք ջուրը, քայքայ ավելի տաք է, քան ավելացված սառը ջուրը: Այսինքն՝ տաք և սառը ջրերն իրար խառնելիս տաք ջուրը հովանում է, իսկ սառը ջուրը՝ տաքանում: Կարող ենք կրկնել փորձը՝ տաք ջրի մեջ գցելով սենյակում գտնվող պողպատե գնդիկը: Որոշ ժամանակ անց կհամոզվենք, որ անոթի ջուրը հովացել է, իսկ պողպատե գնդիկն ավելի տաք է, քան մինչև ջրի մեջ գցելը: Կատարենք մի փորձ ևս: Տաք օդով լցված, բարակ պատերով գնդակն իջեցնենք սառը ջրով լցված անոթի մեջ: Որոշ ժամանակ անց կտեսնենք, որ գնդակը սնքել է, իսկ անոթի ջուրը՝ փոքր-ինչ տաքացել:

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

Մարմինների տաքացվածության հատկությունը բնորոշում ենք «**ջերմաստիճան**» կոչվող մեծությամբ: Որքան տաք է մարմինը, այնքան բարձր է նրա ջերմաստիճանը:

Քանի որ ջերմաստիճանը բնորոշում է մարմնի վիճակը, ապա այն պետք է կապված լինի մարմնի մասնիկների վարքի հետ: Որոնելի կապը գտնելու համար նորից դիմենք մեզ հայտնի որոշ դիտարկումների:

Գարնանն անձրևից հետո ջրափոսերում հավաքված ջուրը բավական երկար ժամանակ է մնում, իսկ ամռանը, երբ օդի ջերմաստիճանը բարձր է, ջրափոսերն արագ վերանում են: Ջրափոսերի չորանալը ջրի գոլորշիացման հետևանք է, այսինքն՝ ջրի մոլեկուլները ջրից անցնում են օդի մեջ: Ջերմաստիճանը բարձրացնելիս ջրի ավելի արագ գոլորշիանալը կարելի է բացատրել, եթե ենթադրենք, որ ջերմաստիճանի բարձրացման հետ մեծանում է ջրի մոլեկուլների քառասյին շարժման արագությունը:

Դիֆուզիայի երևույթն ուսումնասիրելիս պարզեցինք, որ ջերմաստիճանը բարձրացնելիս նյութերի ինքնաբերական խառնվելն ավելի արագ է կատարվում և՛ գազերում, և՛ հեղուկներում, և՛ պինդ մարմիններում: Բացի նշվածներից՝ կան բազմաթիվ այլ երևույթներ ևս, որոնք ավելի արագ են ընթանում ջերմաստիճանը բարձրացնելիս:

Այդ բոլոր երևույթները բացատրվում են, եթե ենթադրենք, որ ջերմաստիճանի բարձրացման հետ մեծանում են նյութի մասնիկների անկանոն, քառասյին շարժման արագությունները:

Մարմնի մասնիկների՝ ատոմների, մոլեկուլների անկանոն, քառասյին շարժումն անվանում են ջերմային շարժում: Որքան բարձր է մարմնի ջերմաստիճանը, այնքան մեծ են մարմնի մասնիկների ջերմային շարժման արագությունները:

Ինչպիսի՞ մեծություններ ունեն մասնիկների ջերմային շարժման արագությունները: Օրինակ՝ սենյակային ջերմաստիճանում ջրածնի մոլեկուլների միջին արագությունը մոտ 2000 մ/վ է, թթվածնինը՝ մոտ 500 մ/վ: Քանի որ մոլեկուլների արագություններն այսքան մեծ են, ապա սենյակի մի ծայ-

րից մյուսը հասնելու համար պահանջվում է մի քանի հարյուրերորդական վայրկյան ժամանակ, այնինչ դիֆուզիան գազերում տևում է տասնյակ վայրկյաններ: Բանն այն է, որ մոլեկուլները շարժվում են ազատ, բախվում են միմյանց, և քանի որ նրանց թիվը հսկայական է, ապա որոշակի ուղղությամբ նրանք չնչին չափով են տեղափոխվում:

Շարքեր և առաջադրանքներ

1. Ի՞նչ է կատարվում տաք և սառը մարմիններն իրար հպելիս:
2. Ո՞ր ֆիզիկական մեծությունն է բնորոշում մարմնի տաքացվածության աստիճանը:
3. Ի՞նչ կապ կա մոլեկուլների անկանոն շարժման արագությունների և մարմնի ջերմաստիճանի միջև:
4. Ի՞նչ է ջերմային շարժումը:
5. Ինչու՞ է գազերում դիֆուզիան տևում տասնյակ վայրկյաններ, երբ մոլեկուլների ջերմային շարժման արագությունները հարյուրավոր մ/վ կարգի մեծություններ են:
6. Ձեր ընկերոջ հետ կատարեք հետևյալ փորձը:

Վերցրեք վայրկենացույց սլաքով ժամացույց, չափերիզ, օժանելիքի սրվակ և կանգնեք սենյակի տարբեր անկյուններում:

Ձեր ընկերը թող բացի սրվակը՝ միաժամանակ նշելով ժամանակը: Դուք նշեք այն ժամանակը, երբ զգաք օժանելիքի հոտը: Չափեք ձեր և ձեր ընկերոջ հեռավորությունը և որոշեք դիֆուզիայի արագությունը: (Փորձը կրկնեք ոչ պակաս, քան երեք անգամ և գտեք դիֆուզիայի միջին արագությունը:)

Դիֆուզիայի արագությունը համեմատեք գազի օրինակ՝ թթվածնի մոլեկուլների ջերմային շարժման միջին արագության հետ: Ինչպե՞ս կարող եք բացատրել արագությունների այդ տարբերությունը:

ԶԵՐՍԱԶԱՓ: ԶԵՐՍԱՍՏԻՃԱՆԱՅԻՆ ՍԱՆԴՂԱԿ

§41

Չմոռանը տաք սենյակից փողոց դուրս գալիս թվում է, թե փողոցում ցուրտ չէ: Սակայն փողոցում համեմատաբար երկար գտնվողին եղանակը ցուրտ է թվում:

Եթե ձեռքը հպենք ծառին և նրա մոտ գտնվող մետաղե սյանը, ապա այն կթվա շատ ավելի սառը, քան ծառը, չնայած և՛ ծառը, և՛ մետաղե սյունը գտնվում են նույն ջերմաստիճանում (նույն պայմաններում): Այս, ինչպես նաև բազմաթիվ այլ օրինակներ համոզում են, որ մեր զգայարաններով ջերմաստիճանի գնահատումը շատ մոտավոր է:

Ջերմաստիճանը, ինչպես և յուրաքանչյուր ֆիզիկական մեծություն, կարելի է որոշել չափումների միջոցով: Առավել տարածված հեղուկային ջերմաչափների գործողության հիմքում հեղուկների ջերմային ընդարձակման երևույթն է:



Նկ. 87
 Հեղուկային ջերմաչափի հիմնական մասը՝ պահեստարանը և նրան միացած մագակալան խողովակը

Լաբորատորիաներում և բժշկության մեջ հիմնականում օգտագործվում են սնդիկային ջերմաչափներ, կենցաղում օգտագործվող ջերմաչափներում որպես հեղուկ օգտագործում են գունավորված սպիրտ կամ այլ՝ առողջության համար անվտանգ հեղուկներ:

Հեղուկային ջերմաչափները կարող են աշխատել միայն ջերմաստիճանների որոշակի տիրույթում, քանի որ ցածր ջերմաստիճաններում հեղուկը պնդանում է, իսկ բարձր ջերմաստիճաններում՝ գոլորշիանում: Օրինակ՝ սնդիկային ջերմաչափի համար այդ տիրույթը -38°C -ից 260°C ջերմաստիճանների միջև է: Սպիրտային ջերմաչափի համար աշխատանքային տիրույթը ընդգրկում է -112°C -ից 78°C ջերմաստիճանները, ուստի այն կարելի է օգտագործել Երկրի ցանկացած վայրում ջերմաստիճանը չափելու համար:

Հեղուկային ջերմաչափը բաղկացած է հեղուկով լցված ապակե պահեստարանից և նրան միացած մագակալան խողովակից (նկ. 87): Պահեստարանում հեղուկի ծավալի անգամ ոչ մեծ փոփոխությունը բերում է մագակալան խողովակում հեղուկի սյան բարձրության զգալի փոփոխության, ընդ որում, որքան բարձր է հեղուկի ջերմաստիճանը, այնքան բարձր է հեղուկի սյունը:

Ջերմաստիճանը չափելու համար կարող են օգտագործվել նաև մարմինների այլ հատկություններ, որոնք կախված են ջերմաստիճանից: Այսպես՝ ներկայումս ստեղծվել են ջերմաչափներ, որոնցում օգտագործվող հեղուկ բյուրեղների գույնը ջերմաստիճանից կախված փոփոխվում է: Հայտնի է, որ շիկացած մետաղի գույնը նույնպես կախված է ջերմաստիճանից: Կան հատուկ ջերմաչափներ՝ օպտիկական պիրոմետրեր, որոնց օգնությամբ որոշվում են շիկացած մետաղների ջերմաստիճանը: Արեգակի, ինչպես նաև շատ ավելի հեռավոր աստղերի ջերմաստիճանները կարելի է որոշել՝ ելնելով այն փաստից, որ ինչքան պայծառ է աստղը, այնքան բարձր է նրա ջերմաստիճանը:

Ջերմաստիճանը չափելու համար ջերմաչափներն ունեն ջերմաստիճանային սանդղակ: Լայնորեն տարածված է **Յելսիուսի սանդղակը**: Այս սանդղակում որպես զրո աստիճան (0°C) ընդունված է հալվող սառույցի ջերմաստիճանը, իսկ որպես հարյուր աստիճան (100°C)՝ եռացող ջրի ջերմաստիճանը: Որպես ցելսիուսի սանդղակի մեկ աստիճան (1°C) ընտրված է նշված ջերմաստիճանային տիրույթի $1/100$ մասը:

ԱՄՆ-ում, Անգլիայում և մի շարք այլ երկրներում տարածված ջերմաստիճանային սանդղակում, որը հայտնի է

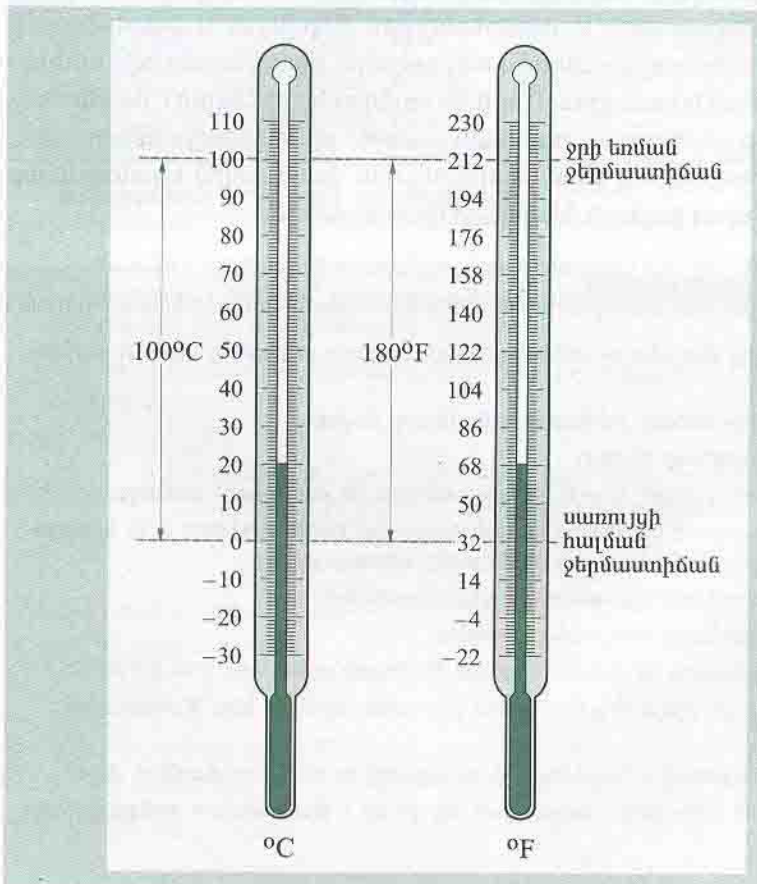
որպես **Ֆարենհայտի սանդղակ**, սառույցի հալմանը համապատասխանում է 32 աստիճանը (32°F), իսկ ջրի եռմանը՝ 212 աստիճանը (212°F): Որպես **Ֆարենհայտի սանդղակի մեկ աստիճան (1°F)** ընտրված է նշված ջերմաստիճանային տիրույթի 1/180 մասը (նկ. 88): Այսպիսով՝ Ցելսիուսի սանդղակի 100°C-ին համապատասխանում է 180°F, այսինքն՝

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

Նույն մարմնի ջերմաստիճանը կարելի է չափել տարբեր սանդղակներ ունեցող ջերմաչափներով, ուստի հասկանալի է, որ դրանց ցուցմունքները կապված են միմյանց հետ:

Ստանանք Ցելսիուսի և Ֆարենհայտի սանդղակների կապը: Դիցուք ջերմաստիճանը 20°C է: Քանի որ 0°C ջերմաստիճանը համապատասխանում է 32°F-ին, իսկ 1°C = (9/5)°F, ապա՝

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



Նկ. 88

Ցելսիուսի և Ֆարենհայտի սանդղակների համեմատումը

այսինքն՝ Ֆարենհայտի սանդղակով տրվող t_F ջերմաստիճանը կապված է Ցելսիուսի սանդղակով տրվող t_C ջերմաստիճանի հետ

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

բանաձևով: Այս բանաձևից t_C -ն կարելի է արտահայտել t_F -ի միջոցով՝

$$t_C = \frac{5}{9}(t_F - 32):$$

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

$$t_F = 32 + \frac{9}{5} \cdot 36,6 = 98^\circ\text{F}:$$

Գիտության մեջ տարածված է **բացարձակ ջերմաստիճանային սանդղակը**, որն առաջարկել է անգլիացի գիտնական լորդ Կելվինը (ընդունված է նաև **Կելվինի սանդղակ** անվանումը): Ի տարբերություն Ցելսիուսի և Ֆարենհայտի ջերմաստիճանային սանդղակների, որոնք ներմուծվել են փորձերի հիման վրա, Կելվինի սանդղակը հիմնված է մոլեկուլների քառսային շարժման մասին պատկերացումների վրա: Բացարձակ ջերմաստիճանային սանդղակին կժանոթանաք ավագ դպրոցի ֆիզիկայի դասընթացում:

Շարքեր և առաջադրանքներ

1. Կարելի՞ է արդյոք մեր զգայարանների օգնությամբ ձիշտ գնահատել մարմնի ջերմաստիճանը:
2. Ինչպե՞ս է կոչվում մարմնի ջերմաստիճանը չափող սարքը:
3. Ինչպիսի՞ ջերմաչափներ գիտենք:
4. Ի՞նչ ֆիզիկական երևույթի վրա է հիմնված սնդիկային ջերմաչափի գործողությունը:
5. Ինչպիսի՞ ջերմաչափով են չափում հալած պողպատի ջերմաստիճանը: Ի՞նչ ֆիզիկական երևույթի վրա է հիմնված այդ ջերմաչափի գործողությունը:
6. Ինչպե՞ս են չափում հեռավոր աստղերի ջերմաստիճանը:
7. Ի՞նչ ջերմաստիճանային սանդղակներ գիտենք:
8. Ո՞ր ջերմաստիճաններն են ընտրված որպես Ցելսիուսի սանդղակի 0°C և 100°C :
9. Որո՞նք են սառույցի հալման և ջրի եռման ջերմաստիճանները՝ ըստ Ֆարենհայտի սանդղակի:
10. Ի՞նչ կապ կա Ցելսիուսի և Ֆարենհայտի սանդղակների մեկ աստիճանների միջև:
11. Ինչո՞վ է Կելվինի սանդղակը տարբերվում Ցելսիուսի և Ֆարենհայտի սանդղակներից:

Շետաքրքիր է իմանալ

Բնության մեջ և տեխնիկայում հանդիպող ջերմաստիճաններ (°C)

Արեգակի մակերևույթի ջերմաստիճանը	6000
Հրաբխից դուրս հոսող լավայի ջերմաստիճանը	1100-1200
Ներքին այրման շարժիչում այրման արգասիքների ջերմաստիճանը	2100
Սպիրտայրույթի բոցի ջերմաստիճանը	1000
Արուսյակի միջին ջերմաստիճանը	470
3200 կմ/ժ արագությամբ բռնող հնքնաքիռի ֆլուգելյաժի (իրանի) մետաղական երեսվածքի ջերմաստիճանը	230-260
Երկրանդի վրա ամենաբարձր ջերմաստիճանը (Հյուսիսային Աֆրիկա)	58
Հրառի միջին ջերմաստիճանը	-60
Երկրագնդի վրա ամենացածր ջերմաստիճանը (Անտարկտիդա)	-88
Հեղուկ ազոտի ջերմաստիճանը	-196

Կաթնասունների և բոչունների մարմնի ջերմաստիճանները (°C)

Չի	38	Ճագար	38,5-39
Կով	38,5-39,5	Շուն	38-39
Հորթ	39-40	Հավ, հնդկահավ	41
Խոզ	38,5-40	Բադ, սագ	41,5
Ոչխար	38-40	Աղավնի	41-42

Խնդիրների լուծման օրինակներ

1. Շայտնի է, որ $0,1 \text{ սմ}^3$ ծավալով ջրում պարունակվում է $3 \cdot 10^{21}$ մոլեկուլ: $h^\circ \text{O}_2$ երկարություն կունենա 1μ ծավալով ջրում պարունակվող մոլեկուլներից կազմված շարքը: Ընդունեք, որ ջրի մոլեկուլը 3 \AA տրամագծով գունդ է:

$$\begin{aligned} V_1 &= 0,1 \text{ սմ}^3 \\ N_1 &= 3 \cdot 10^{21} \\ V_2 &= 1 \mu \\ D &= 3 \text{ \AA} \\ l &= ? \end{aligned}$$

Լուծում: V_2 ծավալով ջրում մոլեկուլների թիվը՝

$$N_2 = \frac{V_2}{V_1} N_1:$$

Այս մեծությունը բազմապատկելով մեկ մոլեկուլի տրամագծով՝ կստանանք N_2 մոլեկուլներից կազմված շարքի երկարությունը՝

$$l = N_2 D = \frac{V_2}{V_1} N_1 D:$$

Նկատի ունենալով, որ $V_1 = 0,1 \text{ սմ}^3 = 10^{-1} \text{ սմ}^3$, $V_2 = 1 \mu = 1000 \text{ սմ}^3 = 10^3 \text{ սմ}^3$ և $D = 3 \text{ \AA} = 3 \cdot 10^{-8} \text{ սմ}$, կստանանք՝

$$l = \frac{10^3}{10^{-1}} 3 \cdot 10^{21} \cdot 3 \cdot 10^{-8} \text{ սմ} = 9 \cdot 10^{17} \text{ սմ} = 9 \cdot 10^{15} \text{ մ} = 9 \cdot 10^{12} \text{ կմ}:$$

Այս թվի մեծությունը պատկերացնելու համար նշենք, որ Երկիր-Արեգակ հեռավորությունը ընդամենը 150 միլիոն ($1,5 \cdot 10^8$) կմ է, այսինքն՝ 60 000 անգամ փոքր է մոլեկուլների շարքի երկարությունից:

Պատասխան՝ $9 \cdot 10^{12}$ կմ:

2. Տեղի ժամանակ հիվանդի ջերմաստիճանը 40°C է: Արտահայտել այն ըստ Ֆարենհայտի սանդղակի:

$t_{\text{C}} = 104^{\circ}\text{F}$ | **Լուծում:** Համաձայն Ցելսիուսի և Ֆարենհայտի ջերմաստիճանային սանդղակների կապի՝ $t_{\text{F}} = 32 + \frac{9}{5}t_{\text{C}}$, հետևաբար՝

$$t_{\text{F}} = \left(32 + \frac{9}{5}40\right)^{\circ}\text{F} = 104^{\circ}\text{F}$$

Պատասխան՝ 104°F :

3. Ո՞ր ջերմաստիճանն ունի նույն արժեքը ն՝ Ցելսիուսի, և՛ Ֆարենհայտի ջերմաստիճանային սանդղակներում:

Լուծում: Եթե ջերմաստիճանն ընդունում է նույն քվային արժեքը՝ $t_{\text{F}} = x^{\circ}\text{F}$ և $t_{\text{C}} = x^{\circ}\text{C}$, ապա, օգտվելով Ցելսիուսի և Ֆարենհայտի սանդղակների միջև կապից, կատանանք հավասարում x մեծության համար՝

$$x = \frac{5}{9}x - \frac{160}{9} \text{ կամ } \frac{4}{9}x = -\frac{160}{9}, \quad x = -40,$$

այսինքն՝ $t_{\text{F}} = -40^{\circ}\text{F}$, $t_{\text{C}} = -40^{\circ}\text{C}$:

Պատասխան՝ $t_{\text{F}} = t_{\text{C}} = 40^{\circ}$:

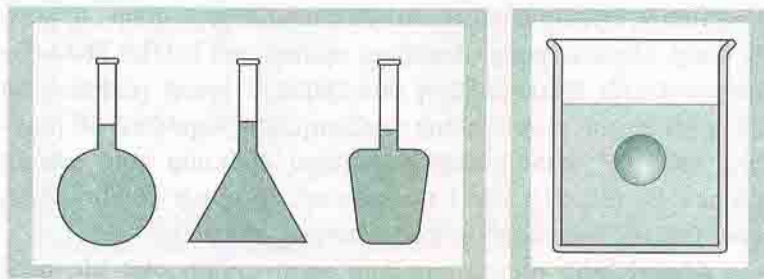
§42

ՆՅՈՒԹԻ ԱԳՐԵԳԱՏԱՅԻՆ ՎԻՃԱԿՆԵՐԸ: ԳԱԶԵՐԻ, ՇԵՂՈՒԿՆԵՐԻ ԵՎ ՊԻՆԴ ՄԱՐՄԻՆՆԵՐԻ ԿԱՌՈՒՅՎԱԾԵԸ

Մեր շրջապատում հանդիպում ենք պինդ մարմինների (օրինակ՝ քար, ծառ, մեքենան և այլն), հեղուկների (ջուր, յուղ, նավթ և այլն) և գազերի (օդ, որը տարբեր գազերի խառնուրդ է, ջրային գոլորշի և այլն): Նշանակում է՝ բնության մեջ նյութերը լինում են պինդ, հեղուկ և գազային վիճակներում: Սակայն տարբեր վիճակներում կարող է գտնվել նաև նույն նյութը: Օրինակ՝ ջուրը կարող է գտնվել պինդ վիճակում (սառույց), հեղուկ վիճակում (ջուր) և գազային վիճակում (ջրային գոլորշի): Երկաթի կտորը սովորական պայմաններում պինդ վիճակում է, սակայն ձուլարանում, 1535°C -ից բարձր ջերմաստիճանում, այն վերածվում է հեղուկի, որի մակերևույթից վեր անկանոն շարժվում են երկաթի ատոմները, որոնք առաջացնում են երկաթի գոլորշին:

Սովորական պայմաններում ջրածինը գազային վիճակում է: Սակայն եթե ջրածինը սառեցնենք -253°C -ից ցածր, այն կվերածվի հեղուկի, իսկ -259°C -ից ցածր ջերմաստիճանում՝ պինդ մարմնի:

Այսպիսով՝ բոլոր նյութերը, կախված պայմաններից, կարող են գտնվել պինդ, հեղուկ և գազային վիճակներում, որոնք



Նկ. 89
Հեղուկն ընդունում է այն անոթի ձևը, որի մեջ լցված է

Նկ. 90
Ջրում գտնվող անիլինի կաթիլն ընդունում է գնդի ձև, քանի որ նրա վրա ազդող արտաքին ուժերը համակշռված են (այսինքն՝ կաթիլի վրա կարծես ուժ չի ազդում)

ընդունված է անվանել **ազրեգատային վիճակներ**: Տարբեր ազրեգատային վիճակներում գտնվող նյութերն ունեն էապես տարբեր հատկություններ:

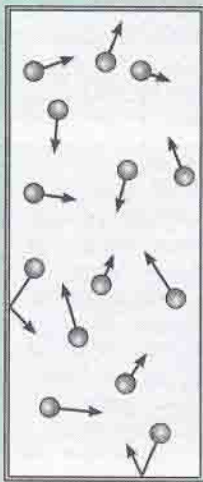
Պինդ մարմինն ունի որոշակի ձև և ծավալ: Պինդ մարմնի ձևը, ինչպես նաև ծավալը փոփոխելու համար զգալի ջանք պետք է գործադրել: Օրինակ՝ որքան էլ ուժեղ լինի մարդը, չի կարող ծռել երկաթե ռելսը կամ սեղմելով փոքրացնել քարի կտորի ծավալը: Դա կարելի է անել հատուկ սարքերի՝ մամլիչների օգնությամբ:

Հեղուկը հեշտությամբ փոխում է իր ձևը՝ ընդունելով այն անոթի ձևը, որի մեջ լցված է (նկ. 89): Դա տեղի է ունենում Երկրի ձգողության ազդեցությամբ: Եթե հեղուկի վրա արտաքին ուժեր չեն ազդում (ինչպես, օրինակ, ջրում գտնվող անիլին կոշվող հեղուկի կաթիլի վրա), ապա այն ընդունում է գնդի ձև (նկ. 90): Հեղուկի՝ իր ձևը փոփոխելու հատկությունը կոչվում է հոսելիություն: Սակայն եթե փորձենք փոփոխել հեղուկի ծավալը, ապա չափազանց կոժվարանանք (նկ. 74): Սեղմել հեղուկը գրեթե նույնքան դժվար է, որքան պինդ մարմինը: Այսպիսով՝ հեղուկը պահպանում է իր ծավալը, սակայն հեշտությամբ փոխում է ձևը, հոսում է:

Գազը չունի ոչ սեփական ծավալ, ոչ էլ ձև: Գազի ծավալ ասելով հասկանում ենք այն անոթի տարողությունը, որի մեջ լցված է գազը: Գազի ծավալը կարելի է հեշտությամբ փոփոխել (նկ. 75):

Այժմ փորձենք բացատրել նյութի գազային, հեղուկ և պինդ ազրեգատային վիճակների գոյությունը: Նույն նյութը երեք ազրեգատային վիճակներում էլ կազմված է նույն մոլեկուլներից կամ ատոմներից, ուստի այդ վիճակների տարբերությունը պետք է կախված լինի նյութի մասնիկների վարքից, այսինքն՝ ինչպե՞ս են դրանք շարժվում, ինչպե՞ս են փոխազդում:

Գազի ծավալը հեշտությամբ կարելի է մի քանի անգամ փոքրացնել: Նշանակում է՝ գազի մասնիկների հեռավորություններն իրարից շատ անձ են մասնիկների չափերի համեմա-



Նկ. 91

Գազի մոլեկուլները, ջերմային շարժման հետևանքով, բախվում են ինչպես իրար, այնպես էլ անոթի պատերին

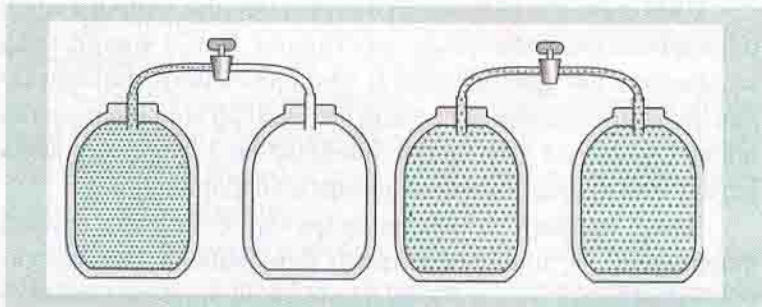
տուրքամբ, նրանց միջև դատարկ տարածություններ են, ինչն էլ գազի հեշտությամբ սեղմվելու պատճառն է: Մեծ հեռավորությունների վրա գտնվող մասնիկներն իրար չափազանց քույլ են ձգում, ուստի գազի մոլեկուլները շարժվում են իրարից անկախ՝ հաճախակի բախվելով միմյանց կամ անոթի պատերին (նկ. 91): Սա է պատճառը, որ գազի մոլեկուլները զբաղեցնում են անոթի ամբողջ ծավալը (նկ. 92):

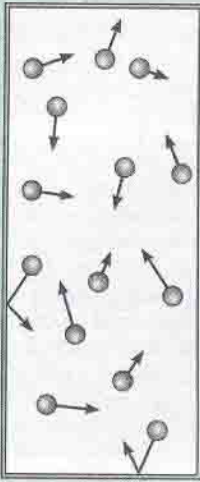
Հեղուկների խտությունները շատ ավելի մեծ են, քան գազերի խտությունները: Օրինակ՝ հայտնի է, որ 100°C -ում ջրի խտությունը մոտ 1500 անգամ մեծ է նույն ջերմաստիճանում ջրային գոլորշու խտությունից: Այստեղից հետևում է, որ ջրում մոլեկուլներն իրար շատ ավելի մոտ են, քան գոլորշում: Հեղուկի մոլեկուլների միջև հեռավորությունները մոտավորապես հավասար են մոլեկուլների տրամագծին, ուստի նրանց փոխադարձ ձգողության ուժերը զգալի են: Այդ ուժերը մոլեկուլները «պահում» են իրար մոտ, բայց այնքան զգալի չեն, որ «խանգարեն» հեղուկի ձևի փոփոխմանը: Հենց այս փաստով է պայմանավորված հեղուկների հոսելիությունը: Սակայն եթե փորձենք սեղմել հեղուկը, ապա նրա մոլեկուլները կմոտենան իրար և կսկսեն վանվել: Դա է պատճառը, որ հեղուկը դժվար է սեղմել:

Հեղուկում մոլեկուլների վաբբը կարելի է նմանեցնել հոծ բազմության մեջ առանձին մարդկանց շարժմանը. որոշակի ուղղությամբ շարժվելու համար մարդը փորձում է անցնել մյուս մարդկանց միջև առաջացող և փակվող արանքներով:

Պինդ մարմինների և հեղուկների խտություններն իրար մոտ են: Օրինակ՝ սառույցի խտությունը 0°C -ում 900 կգ/մ³ է, որը մոտ է ջրի խտությանը (1000 կգ/մ³): Նշանակում է՝ պինդ և հեղուկ վիճակներում մոլեկուլների հեռավորությունները մոտավորապես հավասար են: Սակայն պինդ մարմնում ձգողության ուժերն ավելի մեծ են, քան հեղուկներում, որի պատճառով էլ մասնիկները կարող են շարժվել միայն որոշակի կե-

Նկ. 92
Գազն զբաղեցնում է անոթի ամբողջ ծավալը





Նկ. 91

Գազի մոլեկուլները, ջերմային շարժման հետևանքով, բախվում են ինչպես իրար, այնպես էլ անոթի պատերին

տուրքամբ, նրանց միջև դատարկ տարածություններ են, ինչն էլ գազի հեշտությամբ սեղմվելու պատճառն է: Մեծ հեռավորությունների վրա գտնվող մասնիկներն իրար չափազանց թույլ են ձգում, ուստի գազի մոլեկուլները շարժվում են իրարից անկախ՝ հաճախակի բախվելով միմյանց կամ անոթի պատերին (նկ. 91): Սա է պատճառը, որ գազի մոլեկուլները զբաղեցնում են անոթի ամբողջ ծավալը (նկ. 92):

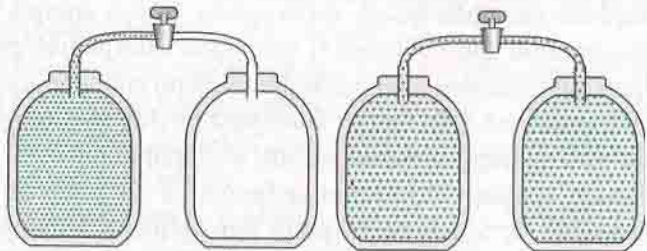
Հեղուկների խտությունները շատ ավելի մեծ են, քան գազերի խտությունները: Օրինակ՝ հայտնի է, որ 100°C -ում ջրի խտությունը մոտ 1500 անգամ մեծ է նույն ջերմաստիճանում ջրային գոլորշու խտությունից: Այստեղից հետևում է, որ ջրում մոլեկուլներն իրար շատ ավելի մոտ են, քան գոլորշում: Հեղուկի մոլեկուլների միջև հեռավորությունները մոտավորապես հավասար են մոլեկուլների տրամագծին, ուստի նրանց փոխադարձ ձգողության ուժերը զգալի են: Այդ ուժերը մոլեկուլները «պահում» են իրար մոտ, բայց այնքան զգալի չեն, որ «խանգարեն» հեղուկի ձևի փոփոխմանը: Հենց այս փաստով է պայմանավորված հեղուկների հոսելիությունը: Սակայն եթե փորձենք սեղմել հեղուկը, ապա նրա մոլեկուլները կմոտենան իրար և կսկսեն վանվել: Դա է պատճառը, որ հեղուկը դժվար է սեղմել:

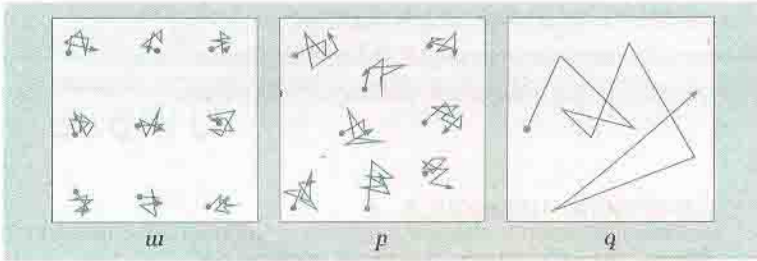
Հեղուկում մոլեկուլների վարքը կարելի է նմանեցնել հոծ բազմության մեջ առանձին մարդկանց շարժմանը, որոշակի ուղղությամբ շարժվելու համար մարդը փորձում է անցնել մյուս մարդկանց միջև առաջացող և փակվող արանքներով:

Պինդ մարմինների և հեղուկների խտություններն իրար մոտ են: Օրինակ՝ սառույցի խտությունը 0°C -ում 900 կգ/մ³ է, որը մոտ է ջրի խտությանը (1000 կգ/մ³): Նշանակում է՝ պինդ և հեղուկ վիճակներում մոլեկուլների հեռավորությունները մոտավորապես հավասար են: Սակայն պինդ մարմնում ձգողության ուժերն ավելի մեծ են, քան հեղուկներում, որի պատճառով էլ մասնիկները կարող են շարժվել միայն որոշակի կե-

Նկ. 92

Գազն զբաղեցնում է անոթի ամբողջ ծավալը





Նկ 93
Ատոմների
շարժման
պատկերը տարբեր
ագրեգատային
վիճակներում

տերի շուրջը փոքր տիրույթներում: Որոշ պինդ մարմիններում այն կետերը, որոնց շուրջ տատանվում են մասնիկները, տարածության մեջ դասավորված են կանոնավոր ձևով: Այդ մարմինները կոչվում են **բյուրեղներ**: Բյուրեղում մասնիկները տատանվում են այդ կետերի շուրջը և միմյանց հետ ուժեղ փոխազդելու հետևանքով այդ կետերից շատ հեռանալ չեն կարող: Դա է պատճառը, որ պինդ մարմինն ունի սեփական ձև:

Պատկերենք միևնույն նյութի, օրինակ՝ երկաթի ատոմների դիրքերը տարածության մեջ գազային, հեղուկ և պինդ վիճակներում (նկ. 93. *a, p, q*): Հենց տարածության մեջ ատոմների (մոլեկուլների) տարբեր դասավորությամբ է պայմանավորված նյութի ագրեգատային վիճակների տարբերությունը:

Այսպիսով՝ ամփոփելով նյութի կառուցվածքի ուսումնասիրման բազմաթիվ փորձերի և դիտարկումների արդյունքները, գալիս ենք հետևյալ եզրակացության.

1. *Նյութը կազմված է փոքրագույն մասնիկներից՝ ատոմներից և մոլեկուլներից,*
2. *Նյութի մասնիկները անընդհատ և անկանոն շարժման մեջ են,*
3. *Նյութի մասնիկները փոխազդում են միմյանց հետ:*

Այս երեք պնդումները կոչվում են **մոլեկուլային-կինետիկ տեսության հիմնական դրույթներ**:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ի՞նչ վիճակներում կարող է գտնվել նյութը:
2. Որո՞նք են ջրի ագրեգատային վիճակները:
3. Ի՞նչն է բնորոշ պինդ մարմիններին:
4. Ի՞նչն է բնորոշ հեղուկներին:
5. Ի՞նչն է բնորոշ գազերին:
6. Ինչու՞ է գազը համեմատաբար հեշտ սեղմվում:
7. Ինչու՞ է հեղուկը հոսելի:
8. Ինչու՞ է պինդ մարմինը պահպանում իր ձևը:



9. Ինչո՞ւ են պիտո մարմինները և հեղուկները դժվար սեղմվում:

10. Ինչո՞վ է պայմանավորված նյութի ազդեցատային վիճակների տարբերությունը:

11. Ձևակերպեք մոլեկուլային-կիմեստիկ տեսության հիմնական դրույթները:

§ 43

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՅԽԱՏԱՆԷ 7

Փոքր մասնիկների չափերի որոշումը

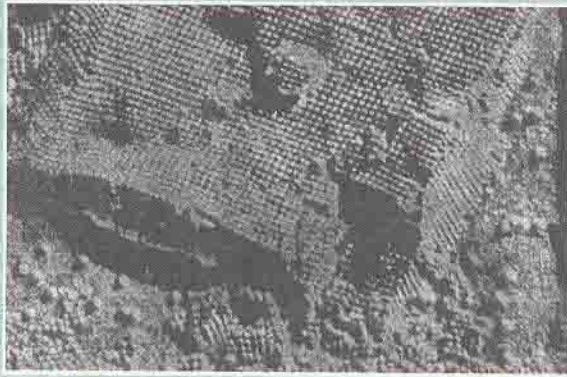
Աշխատանքի նպատակը. սովորել չափել փոքր մարմինների չափերը:

Սարքեր և նյութեր. քանոն, փոքր գնդիկներ, լուսկու սրած հատիկ:

Փորձի կատարման ընթացքը.

1. Քանոնի երկարությամբ իրար կողքի շարք 20-25 գնդիկ: Շարքում գնդիկները դասավորեք՝ օգտագործելով լուսկու սրված հատիկը: (Լուսկու հատիկի փոխարեն չի կարելի օգտագործել ասեղ, քանի որ գնդիկները կարող են կաշել ասեղին, ինչպես մագնիսին):
2. Չափեք գնդիկների շարքի երկարությունը և, այն բաժանելով գնդիկների թվին, որոշեք 1 գնդիկի տրամագիծը:

Պրոտեինի վիրուսի բյուրեղի լուսանկարը (խոշորացումը՝ 100000 անգամ)



3. Նկարում պատկերված է պրոտեինի վիրուսի բյուրեղի լուսանկարը (խոշորացումը՝ 100 000 անգամ): Օգտվելով լուսանկարից՝ որոշեք մեկ մասնիկի տրամագիծը:
4. Փորձերի արդյունքները գրանցեք բերված աղյուսակում:

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

ՃՆՇՈՒՄ

**ՃՆՇՄԱՆ ՈՒԺ ԵՎ ՃՆՇՈՒՄ:
ՃՆՇՄԱՆ ՄԻԱԿՈՐԸ**

Մարմինների փոխազդեցության արդյունքը կախված է ոչ միայն փոխազդեցության ուժից: Դրանում համոզվելու համար դիմենք փորձի օգնությանը: Արկղի մեջ լցված չոր ավազի վրա դնենք շրջված սեղանիկը, իսկ նրա վրա՝ ծանր կշռաքար: Կտեսնենք, որ սեղանիկը գրեթե չի խրվում ավազի մեջ (նկ. 94. ա):

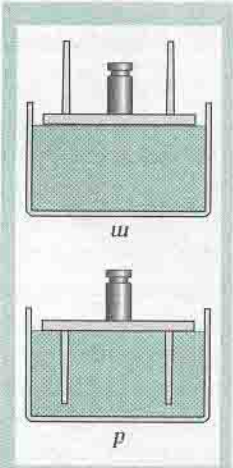
Այժմ, եթե սեղանիկը դնենք ավազի վրա՝ ոտքերը դեպի ներքև և վրան դնենք դարձյալ նույն կշռաքարը, ապա այն կխրվի ավազի մեջ (նկ. 94. բ): Բացատրենք փորձի արդյունքները:

Առաջին դիրքում սեղանիկի և ավազի հպման մակերևույթն ունի շատ ավելի մեծ մակերես, քան երկրորդում: Բայց երկու դիրքում էլ սեղանիկը միևնույն 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 սեղանիկի՝ ավազի մեջ խրվելը կամ չխրվելը միայն ճնշման ուժով չէ պայմանավորված: Նկարագրված փորձում, երբ սեղանիկը երկրորդ դիրքում է (նկ. 94. բ), ավազի վրա սեղանիկի գործադրած ճնշման ուժի հարաբերությունը նրա և ավազի հպման մակերևույթի մակերեսին շատ ավելի մեծ է, քան առաջին դիրքում: Ուստի հաճախ հպման փոխազդեցությունը բնութագրում են հենց այդ հարաբերությամբ, որն անվանում են **ճնշում**: Այսպիսով՝

ճնշումը բնութագրում է երկու հավող մարմինների փոխազդեցությունը և հավասար է հպման մակերևույթին ուղղահայաց ազդող ուժի (ճնշման ուժի) հարաբերությանը մարմինների հպման մակերևույթի մակերեսին:

§ 44



Նկ. 94
Սեղանիկն ավազի մեջ չի խրվում, երբ ոտքերն ուղղված են վեր (ա) և խրվում է ավազի մեջ, երբ ոտքերն ուղղված են ներքև (բ)

Եթե ճնշումը նշանակենք p -ով, հպման մակերևույթի մակերեսը՝ S , իսկ ճնշման ուժը՝ F , 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:

Ջնշման բանաձևի միջոցով սահմանվում է ճնշման միավորը: Դճնշման միավոր է համարվում այն ճնշումը, որը ստեղծվում է 1մ^2 մակերեսով մակերևույթի տեղամասի վրա 1Ն ճնշման ուժ ազդելիս: Այդ միավորը, ի պատիվ ֆրանսիացի գիտնական Բլեզ Պասկալի, կոչվում է պասկալ (Պա): Այսպիսով՝ համաձայն ճնշման միավորի սահմանման՝

$$1\text{ Պա} = 1 \frac{\text{Ն}}{\text{մ}^2}:$$

Բացի պասկալից, կիրառվում են նաև կիլոպասկալ (կՊա) և մեգապասկալ (ՄՊա) միավորները՝

$$1\text{ կՊա} = 1000\text{ Պա},$$

$$1\text{ ՄՊա} = 1000000\text{ Պա}:$$

Ետաբերքի է իմանալ

Ինչու՞ ծառերը չեն հասնում մինչև երկինք

Հայտնի է, որ ծառի բարձրությունը կախված է նրա տեսակից, տարիքից, հողի բնույթից, կլիմայական պայմաններից և այլն: Ամենաբարձր ծառերն էվկալիպտներն են, որոնց բարձրությունը հասնում է մինչև 100 մետրի: Բայց դրանից ավելի բարձր ոչ մի ծառ չի կարող աճել: Չափազանց բարձր ծառը չի դիմանա սեփական ծանրությանը:

Կատարենք այսպիսի հաշվարկ: Նախ հաշվենք, թե որքան է այն ճնշումը, որը գործադրում է, օրինակ, 50 մ բարձրությամբ ծառն իր բնի հիմքի վրա: Այդ ճնշումը կարող ենք հաշվել $p = F/S$ բանաձևով, որտեղ S -ը ծառի բնի լայնական հատույթի մակերեսն է բնի հիմքի մոտ, իսկ F -ը՝ ծառի կշիռը. $F = mg$ (m -ը ծառի զանգվածն է, g -ն՝ միավոր զանգվածով մարմնի վրա ազդող ծանրության ուժը. $g \approx 10\text{Ն/կգ}$): Հետևաբար ճնշման համար արտահայտության փոխարեն կարող ենք գրել՝ $p = mg/S$: Մյուս կողմից՝ մարմնի նյութի խտության $\rho = m/V$ բանաձևից ունենք՝ $m = \rho V$, որտեղ V -ն ծառի ծավալն է: Ենթադրենք՝ ծառի բունը զլանաձև է և, բացի այդ, ծառի ամբողջ զանգվածը կենտրոնացված է նրա բնում: Այդ դեպքում $V = Sh$, որտեղ h -ը ծառի բարձրությունն է: Ուրեմն՝ $m = \rho Sh$, և որոնելի ճնշումը հաշվարկելու համար կստանանք հետևյալ բանաձևը՝

$$p = \rho hg:$$

Եթե ծառի նյութի միջին խտության համար վերցնենք 600 կգ/մ^3 արժեքը, կստանանք, որ $p = 300000\text{ Պա} = 0.3\text{ ՄՊա}$: Այդպիսի ճնշում ստեղծում է 30 տ զանգ-

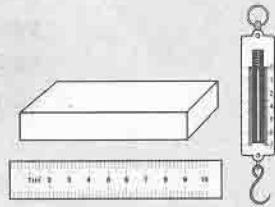
վածով ատարկան զեանի վրա, երբ հենման մակերեսը 1 մ^2 է: 100 մ բարձրությամբ էվկալիպտի գործադրած ճնշումը կլինի $0,6 \text{ ՄՊա}$: Նշանակում է՝ դրանից ավելի մեծ ճնշման դեպքում ծառը կտրվում է: «Երկնքին», այլ կերպ ասած՝ ամպերին հասնելու համար ծառը պետք է ունենա մի քանի կիլոմետր բարձրություն: Հետևաբար եթե ծառի բարձրությունը մեծանա, օրինակ, 10 անգամ (դառնա 1 կմ), ապա, ինչպես երևում է բանաձևից, նրա գործադրած ճնշումը նույնպես կմեծանա 10 անգամ՝ դառնալով զգալիորեն ավելի մեծ, քան առավելագույն ճնշումն է: Հենց այդ պատճառով է, որ ծառերը չեն կարող ունենալ նույնիսկ մի քանի հարյուր մետր բարձրություն:

Շարժեր և առաջադրանքներ

1. Նկարագրեք այն փորձը, որը մեզ համոզում է, որ մարմինների հպմամբ փոխազդեցությունը բնութագրվում է ոչ միայն ուժով: Պատասխանեք նաև հետևյալ հարցերին.
 - Ո՞ր ֆիզիկական մեծությունն էր անփոփոխ փորձի ընթացքում: Ինչպե՞ս է կոչվում այդ ֆիզիկական մեծությունը:
 - Համեմատեք սեղանիկ երկու դիրքերը: Ո՞ր դիրքում է սեղանիկն ավազի միավոր մակերեսով տեղամասի վրա ավելի մեծ ուժ գործադրում: Ձեր ենթադրությունը հիմնավորեք դատողություններով:
2. Ո՞ր ֆիզիկական մեծությունն է կոչվում ճնշում: Գրեք ճնշումը սահմանող բանաձևը:
3. Ի՞նչ ֆիզիկական իմաստ ունի ճնշումը:
4. Որո՞նք են ճնշման միավորները:
5. Դուք ունեք քանոն, նրբատախտակի քառակուսան կտոր, պողպատե չորսու: Ինչպե՞ս կփոխվի չորսուի ճնշումը սեղանի՞ն, եթե նրա տակ դնենք նրբատախտակի կտորը: Հարցին նախ պատասխանեք տրամաբանական դատողություններով: Այնուհետև ձեր պատասխանը հիմնավորեք փորձով:
6. Տանը հաշվեք հենարանի վրա պինդ մարմնի ճնշումը: Դրա համար անհրաժեշտ է ունենալ ուժաչափ, չափաքանոն և փայտե չորսու:

Չափումներն արեք հետևյալ հաջորդականությամբ:

- Չափեք չորսուի ճնշման ուժը սեղանի վրա (որը հավասար է չորսուի կշռին):
- Չափելով չորսուի երկարությունը, լայնությունը և բարձրությունը՝ հաշվեք չորսուի ամենամեծ և ամենափոքր միատերի մակերեսները:
- Օգտվելով ճնշման բանաձևից՝ հաշվեք այն ճնշումը, որ գործադրում է չորսուն երեք տարբեր միատերով:
- Չափումների և հաշվարկների արդյունքները գրանցեք հետևյալ աղյուսակում՝



երկարություն	լայնություն	բարձրություն	ամենամեծ միատերի մակերեսը	ամենափոքր միատերի մակերեսը	ճնշման ուժը	ճնշումը երեք տարբեր միատերի վրա

Ո՞ր միատեր է չորսուի գործադրած ճնշումն ամենափոքրը: Իսկ ամենամեծ՞ըը:

§ 45

Արդեն գիտեք, որ բոլոր մարմինները կազմված են մանրագույն մասնիկներից՝ մոլեկուլներից, ատոմներից: Այդ մասնիկները մշտապես և անընդհատ շարժվում են: Գազի մոլեկուլները, օրինակ, կատարում են անկանոն շարժումներ՝ շարունակ բախվելով իրար: Շարժման ընթացքում մոլեկուլները մեկմեկու վրա գրեթե ոչ մի ներգործություն չեն ունենում: Այդ պատճառով է, որ գազի առանձին մասեր դյուրությամբ կարող են տեղաշարժվել իրար նկատմամբ:

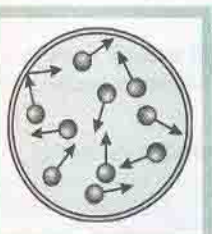
Ընդհակառակը, երբ փորձում ենք գազը սեղմել, առաջանում են առածգականության ուժեր, որոնք խոչընդոտում են սեղմումը: Նշանակում է՝ գազի ծավալը փոքրացնելու համար արդեն ճիգ է պահանջվում:

Սակայն արտաքին ազդեցությունների բացակայության ժամանակ գազը կարող է ինքն իրեն շարունակ ընդարձակվել: Ուրեմն գազի մոլեկուլներն ավելի շատ «հակված» են իրարից հեռանալու, այլ ոչ թե մոտենալու, բանի որ վերջին դեպքում հարկավոր է գազի վրա ճիգ գործադրել:

Բայց եթե գազը լցված է փակ անոթի մեջ, ապա վերջինիս պատերը խոչընդոտում են գազի ընդարձակվելուն: Գազի մոլեկուլները, բացի իրար բախվելուց, «ստիպված» բախվում են նաև անոթի պատերին (նկ. 95): Դրա հետևանքով գազը ճնշում է գործադրում անոթի պատերին:

Համոզվելու համար քննարկենք հետևյալ փորձը: Օդահան պոմպի զանգի տակ կախված է ռետինե բարակ թաղանթով փուչիկ (նկ. 96. ա): Փուչիկը պարունակում է փոքր քանակով օդ: Եթե զանգի տակից սկսենք օդը հանել, ապա կտեսնենք, որ փուչիկը սկսում է ուռչել՝ ի վերջո ընդունելով գնդի ձև (նկ. 96. բ):

Կարելի է շատ պարզ բացատրել փորձում դիտված երևույթը: Օդահան զանգի տակից օդը հանելով՝ փուչիկի

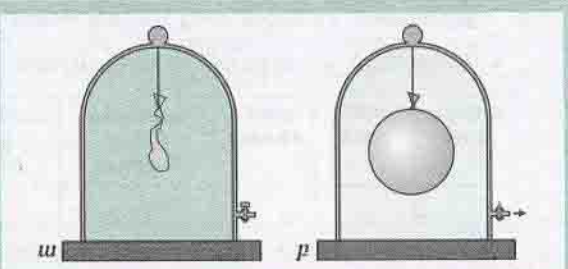


Նկ. 95

Գազի ճնշումն անոթի պատերին

Նկ. 96

ա. Օդահան զանգի տակ քիչ օդ պարունակող փուչիկն ունի անկանոն ձև, բ. երբ օդահան զանգից օդը հանում ենք, փուչիկի թաղանթը, ուռչելով, ընդունում է գնդի ձև:

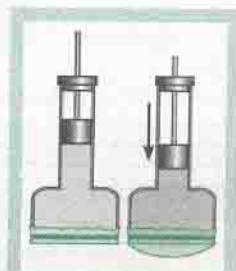


պատերին դրսից օդի մուկուլների հարվածների թիվը դարձնում ենք անշան: Փուչիկում եղած մուկուլների հարվածների հետևանքով փուչիկն ընդարձակվում է: Ընդարձակումը դադարում է, երբ ռետինե թաղանթի առածգականության ուժը հավասարվում է ներսից փուչիկի պատերին օդի մուկուլների հարվածներով ստեղծվող ճնշման ուժին:

Այսպիսով՝ գազի մուկուլների հարվածներն անոթի պատերի յուրաքանչյուր տեղամասում ստեղծում են ճնշման ուժ: Ընշման ուժի հարաբերությունն այդ տեղամասի մակերևույթի մակերեսին հավասար է հենց այդ տեղամասին գազի գործադրած ճնշմանը:

Մուկուլների թիվը հսկայական է և, բացի այդ, դրանց շարժումն անկանոն է: Նշանակում է՝ բոլոր ուղղություններով՝ միևնույն ժամանակամիջոցներում հավասար մակերեսներով տեղամասերի վրա մուկուլների հարվածների թիվը միջին հաշվով նույնը կլինի: Ուրեմն նույնը կլինի փուչիկի թաղանթի վրա գործադրված ճնշումը բոլոր ուղղություններով:

Այսպիսով՝ կարելի է ասել, որ անոթի մեջ լցված գազը սեղմված է, եթե նույնիսկ անոթը բաց է: Մեծացնելով անոթի տարողությունը՝ կարծես թուլացնում ենք գազի «լարված» վիճակը: Դրա հետևանքով գազի ճնշումն ընկնում է: Ընդհակառակը, փոքրացնելով անոթի տարողությունը, ավելի շատ ենք խոչընդոտում գազային մարմնի «ինքնակամ» ընդարձակումը: Այդ դեպքում գազի ճնշումը, բնականաբար, պետք է մեծանա: Ասվածը հիմնավորելու համար դիտարկենք հետևյալ փորձը:

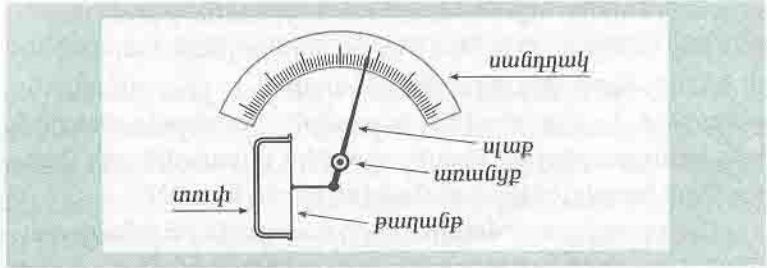


Նկ. 97
Երբ մխոցը ներս ենք մղում, գլանի ռետինե հատակն ուռչում է

Ապակե խողովակը, որի մեջ կա մխոց, միացված է գլանաձև անոթին: Անոթի հատակը բարակ ռետինե թաղանթ է (նկ. 97): Մխոցից ներքև՝ խողովակում և անոթում օդի զանգվածն անփոփոխ է մնում: Մխոցը ներս մղելով՝ նկատում ենք, որ ռետինե հատակը փքվում է: Ուրեմն գազի ծավալը փոքրացնելիս նրա ճնշումը իրոք մեծանում է: Ընդհակառակը, մխոցը վեր բարձրացնելիս ռետինե թաղանթը ճկվում է դեպի ներս: Նշանակում է՝ գազի ծավալի մեծացման հետ գազի ճնշումը փոքրանում է:

Գազի (նաև՝ հեղուկի) ճնշումը չափում են հատուկ սարքերի՝ **ճնշաչափների** (մանոմետր, հունարեն «մանոս»՝ սակավ, ոչ խիտ և «մետրոն»՝ չափ բառերից) միջոցով: Ծանոթանանք պարզագույն՝ թաղանթավոր ճնշաչափի կառուցվածքին (նկ. 98):

Նկ. 98
Թաղանթավոր
ճնշաչափի
կառուցվածքի
սխեման



Թաղանթը, որ բարակ, ճկուն քիթեղ է, հերմետիկորեն փակում է դատարկ տուփը: Թաղանթին միացված է սլաքը, որը կարող է պտտվել առանցքի շուրջը: Գ-ազի (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: Գնշաչափը ճնշման միավորով աստիճանավորելու համար ճնշման ուժի փոխարեն բաժանումների դիմաց գրում են ճնշման ուժի և թաղանթի մակերեսի հարաբերությունները, այսինքն՝ ճնշման արժեքները:

Շտաբրեիր է իմանալ

1. Խտացած օդն «աշխատում» է

Կան գյուտեր, որոնք մոռացվում և ապա «ծնվում» են երկրորդ անգամ: Դրանցից է, օրինակ, անվադողի գյուտը:

Սեղմված օդ պարունակող դողով անհիվը հայտնագործել է անգլիացի ճարտարագետ Թոմսոնը 1845 թվականին: Բայց նրա հայտնագործությունը շուտով մոռացվում է. անվադողի գլխավոր «պահանջատերը»՝ ավտոմեքենան, դեռ գոյություն չունի:

Անցավ 48 տարի: Եվ ահա Թոմսոնի գաղափարը կյանքի կոչեց մեկ ուրիշ գյուտարար՝ շալանդայի անասնաբույժ Գենլուպը, որը հայտնագործեց հեծանվադողը:

Սեղմված օդով լցված անվադողը տառապիտեն նվաճեց ամբողջ աշխարհը: Եվ դա այն պատճառով, որ ավելի ճկուն անհիվ գոյություն չունի: Ոչ մի զսպան կամ զսպանակ «ի գորու» չէ մրցակցել անվադողի օդախցիկում լցված օդի հետ:

Ձեզնից շատերը, հավանաբար, գիտեն, թե ինչ կազմություն ունի անվադողը: Այն կազմված է արտաքին մասից՝ դողածածկանից, և ներքին մասից՝ օդախցիկից: Դողածած-



Ավտոմեքենայի
անվադող.

1. մետաղե անվաճեց,
2. դողածածկան,
3. պահպանաշերտ,
4. օդախցիկի փական

կանը պատրաստվում է առանձնահատուկ ամրություն ունեցող գործվածքից՝ կորդից, որը ներծծված է ռետինով: Գողաձածկանի արտաքին մասում կան ելուններ, որոնք կազմում են անվաղողի պահպանաշերտը: Օդախցիկը բարակ թաղանթ է՝ պատրաստված բարձրորակ ռետինից: Օդախցիկն ունի փական, որով նրա մեջ պոմպով օդ է ներմղվում:

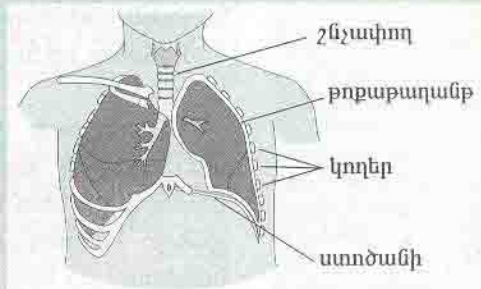
Օդախցիկը, սեղմված օդի ճնշմամբ, սկսում է փքվել: Սակայն դրան խանգարում են դողաձածկանը և անվառեցը: Ահա այսպես ստեղծվում է ճկուն, առաձգական շերտ ճանապարհի և մեքենայի միջև:

2. Ինչպես է մարդը շնչում

Շատ կենսաբանական երևույթներում օգտագործվում են օդի առաձգական հատկությունները: Երբևէ մտածե՞լ եք, թե ինչպես եք շնչում:

Ներշնչելիս կրծքավանդակի մկանների օգնությամբ բարձրանում են կողոսկրերը, իսկ այլ մկանների միջոցով՝ իջնում ստոծանին: Այդ ժամանակ մեծանում է այն ծավալը, որը կարող են զբաղեցնել թոքերը (և նրանցում եղած օդի մնացորդները): Ծավալի մեծացմանը 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:



Մարդու թոքերը

Հարցեր և առաջադրանքներ



1. Ինչո՞վ է պայմանավորված գազի «ինքնակամ» ընդարձակումը:
2. Ինչու՞ են գազերը ձնչում գործադրում անոթի պատերին:
3. Նկարագրեք նկ. 98-ում պատկերված փորձը և պատասխանեք հետևյալ հարցերին.
 - փորձի ո՞ր արդյունքն է մեզ համոզում, որ՝
 - գազի ձնչումն անոթի պատերին ստեղծվում է պատերի վրա մոլեկուլների հարվածների շնորհիվ.
 - գազը միատեսակ ձնչում է գործադրում անոթի պատերին:
4. Նկարագրեք թաղանթավոր մանոմետրի կառուցվածքը: Ինչպե՞ս է այն աշխատում:
5. Սրվակը, որի բերանն ամուր փակված է ռետինե խցանով, դրեք օդահան պոմպի գանգի տակ: Ձանգի ներսից օդը հանելիս խցանը դուրս է թռչում սրվակից: Ինչու՞:

Ինչպես գիտեք, հեղուկները **հոսում** են: Գազերի նման հեղուկի առանձին մասերը կարող են շարժվել, «սահել» մեկը մյուսի նկատմամբ, և դրա համար որևէ ճիգ չի պահանջվում: Շնորհիվ **հոսունության**՝ հեղուկի ձևը փոփոխելիս չեն ծագում առաձգականության ուժեր: Պատկերավոր ասած՝ հեղուկն «անտարբեր է» «ձևախախտման» հանդեպ: Դա է պատճառը, որ նույնիսկ թեթև քամույց ծովի մակերևույթն ավել կոծվում է:

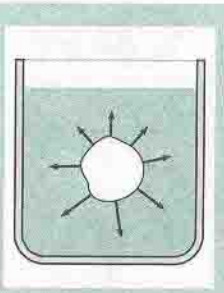
Հեղուկների հոսունությամբ է բացատրվում հավասարակշռության մեջ գտնվող հեղուկի **ազատ մակերևույթի** (մթնոլորտի հետ հավող մակերևույթը) միշտ հորիզոնական լինելը: Իսկապես, պատկերացնենք, թե անշարժ հեղուկի մակերևույթը հորիզոնի նկատմամբ թեքված է որոշ անկյունով: Այդ դեպքում հեղուկի մասնիկները, ծանրության ուժի ազդեցությամբ, այդ թեք մակերևույթով կսահեին, ինչպես թեք հարթությամբ: Այդ շարժումը կշարունակվեր այնքան ժամանակ, մինչև հեղուկի մակերևույթը դառնար հորիզոնական:

Անենօրյա փորձից գիտենք, որ հեղուկները որոշակի ուժերով ազդում են իրենց մեջ ընկղմված պինդ մարմինների վրա: **Այդ ուժերի ուղղությունը միշտ ուղղահայաց է հեղուկի և պինդ մարմնի հպման մակերևույթին:** Իսկապես, ենթադրենք, թե այդպես չէ: Այդ ժամանակ պինդ մարմնի կողմից հեղուկի մակերևույթի վրա հակազդող ուժերը ևս ուղղահայաց չէին լինի այդ մակերևույթին: Բայց այդ դեպքում, ինչպես տեսանք, հեղուկը չէր մնա հավասարակշռության մեջ: Նշանակում է՝ հեղուկի մեջ ընկղմված մարմինների, անոթի պատերի վրա ազդող ուժերը հենց **հեղուկի ճնշման ուժերն են:**

Այդ ուժերի գոյությանը մեզ համոզում են նաև հետևյալ օրինակները:

- Եթե ջրի բայց ծորակը մատով փակենք, ապա կզգանք ջրի ճնշման ուժի ազդեցությունը մատի վրա:
- Լողորդների ականջները ցավում են՝ մեծ խորությամբ սուզվելիս: Այդ ցավը հետևանք է ջրի ճնշման ուժի ներգործության:
- Ճնշման ուժերն ազդում են հեղուկով լցված անոթի հատակին և պատերն:

- Եվ, վերջապես, հեղուկի առանձին մասերն իրար հետ նույնպես փոխազդում են ճնշման ուժերով: Նշանակում է, եթե հեռացնենք հեղուկի մի որևէ մասը, ապա մնացած հեղուկը հավասարակշռության մեջ պահելու համար անհրաժեշտ է առաջացած խոռոչի մակերևույթին կիրառել որոշակի ուժեր (նկ. 99): Այդ ուժերը հավասար են այն ճնշման ուժերին, որոնցով հեղուկի հեռացված մասն ազդում էր մնացած հեղուկի վրա:



Նկ. 99

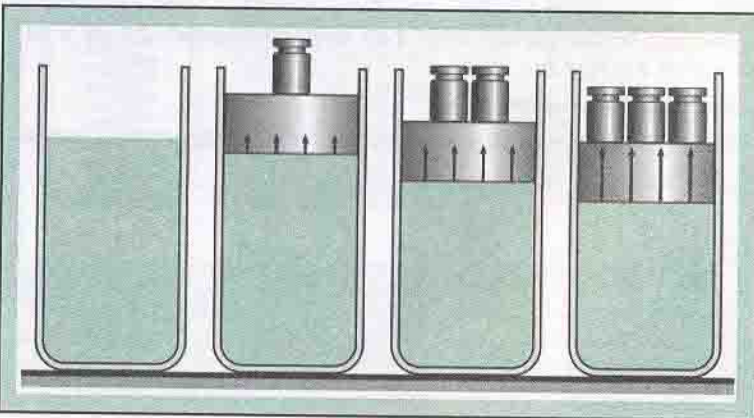
Հեղուկի որոշ մաս հեռացված է: Մնացած հեղուկը հավասարակշռության մեջ պահելու համար անհրաժեշտ են ուժեր, որոնք բաշխված են առաջացած խոռոչի ամբողջ մակերևույթով

Մարմինների՝ անմիջական հպմամբ պայմանավորված փոխազդեցության ժամանակ ծագող ուժերը հետևանք են այդ մարմինների դեֆորմացիայի: Հետևապես այդ ուժերն առաձգականության ուժեր են:

Նշանակում է՝ հեղուկի ճնշման ուժերն առաձգականության ուժեր են և չեն կարող լինել հեղուկի ձևի փոփոխման արդյունք: Այդ ուժերը ծագում են միայն հեղուկի սեղմման հետևանքով: Ընդ որում, որքան շատ է սեղմված հեղուկը, այնքան մեծ են այդ սեղմմամբ պայմանավորված ճնշման ուժերը: Աավածը հիմնավորելու համար դիմենք փորձի օգնությանը:

Ամուր պատերով գլանը, որը լցված է հեղուկով, պինդ փակված է մխուցով: Մխուցի վրա դնենք բեռ: Վերջինիս ազդեցությամբ մխուցը կիջնի ներքև՝ սեղմելով հեղուկը (նկ. 100): Սեղմվելիս հեղուկում ծագում են ճնշման ուժեր, որոնք, ազդելով մխուցի վրա, հավասարակշռում են բեռի կշիռը: Որքան ծանր է բեռը, այնքան ավելի շատ է սեղմվում հեղուկը և այնքան ավելի մեծ են սեղմմամբ պայմանավորված առաձգականության ուժերը:

Սակայն, ի տարբերություն գազերի, հեղուկների սեղմվածությունը, նույնիսկ շատ մեծ ճնշման ուժերով ներգործելիս,



Նկ. 100

Որքան ծանր բեռ են դնում մխուցի վրա, այնքան ավելի շատ է հեղուկը սեղմվում (ակներևության համար նկարում հեղուկի սեղմման չափը խիստ մեծացված է)

աննշան է: Այդ է պատճառը, որ հեղուկները գործնականում համարում են «անսեղմելի»: Հետևաբար կարող ենք նաև համարել, որ հեղուկի խտությունը կախված չէ ճնշումից: Միայն սաստիկ մեծ ճնշումների դեպքում է (օրինակ՝ օվկիանոսի խորքերում) հարկ լինում հաշվի առնել հեղուկի խտության փոփոխությունը (այդ մասին կխոսենք § 48-ում):

Իսկ ինչպե՞ս են բաշխված հեղուկի ճնշման ուժերը հեղուկում ընկղմված պինդ մարմնի՝ հեղուկի հետ հավող ամբողջ մակերևույթով: Այդ մակերևույթի տարբեր տեղամասերի վրա ճնշման ուժերը կարող են լինել տարբեր: Իսկապես, չէ՞ որ ճնշման ուժերը հետևանք են հեղուկի սեղմվածության: Իսկ հեղուկի սեղմվածությունը նրա տարբեր մասերում տարբեր է:

Հեղուկի ճնշումը հեղուկի հետ պինդ մարմնի հպման մակերևույթի (օրինակ՝ պատերի, հատակի) որևէ տեղամասի վրա ազդող ճնշման ուժի հարաբերությունն է այդ տեղամասի մակերևույթի մակերեսին: Այն ևս որոշվում է $p = F/S$ բանաձևով, որտեղ S -ը տեղամասի մակերեսն է, F -ը՝ այդ տեղամասի վրա ազդող հեղուկի ճնշման ուժը:



Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ի՞նչ է նշանակում «հեղուկները հոսում են» արտահայտությունը: Ո՞րն է հոսունության հետևանքը:
2. Բացատրեք, թե ինչու՞ է հավասարակշռության մեջ գտնվող հեղուկի ազատ մակերևույթը հորիզոնական:
3. Հեղուկի ճնշման ուժերը միշտ ուղղահայաց են պինդ մարմնի հետ հպման մակերևույթին: Ինչու՞:
4. Բերեք հեղուկի ճնշման ուժերի դրսևորման մի քանի օրինակ:
5. Ինչպե՞ս կարող եք հիմնավորել, որ հեղուկի առանձին մասերն իրար հետ փոխազդում են ճնշման ուժերով:
6. Ի՞նչ բնույթ ունեն հեղուկի ճնշման ուժերը: Ինչո՞վ են պայմանավորված: Ինչպե՞ս են բաշխված ճնշման ուժերը հեղուկում:
7. Ինչու՞ են հեղուկներն անվանում «անսեղմելի»:
8. Ի՞նչ է հեղուկի ճնշումը: Փրեք հեղուկի ճնշման բանաձևը: Ի՞նչ միավորներով է արտահայտվում հեղուկի ճնշումը:

ՃԼՁՄԱՆ ԸԱՂՈՐԴՈՒՄԸ ԸԵՂՈՒԿՆԵՐՈՎ ԵՎ ԳԱՋԵՐՈՎ: ՊԱՍԿԱՆԻ ՕՐԵՆՔԸ

§ 47

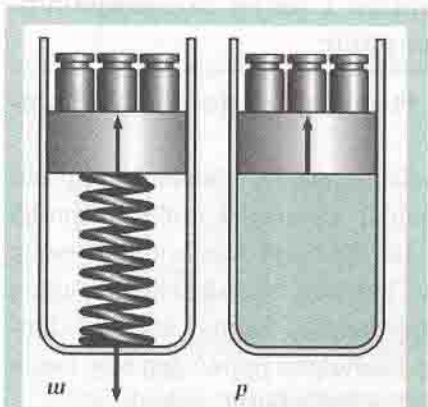
Նկ.100-ում պատկերված փորձից իմացաք, որ ինչքան շատ է սեղմված հեղուկը, այնքան ավելի մեծ է հեղուկի ճնշման ուժը: Այդ փորձը ձևափոխենք՝ հեղուկը փոխարինելով գազանակով (նկ. 101):

Ինչպես հեղուկում, գազանակում նույնպես սեղմելիս ծագում են առածգականության ուժեր: Մակայն սեղմված գազանակն ազդում է միայն մխոցի և անոթի հատակի վրա, մինչդեռ սեղմված հեղուկն ազդում է ինչպես մխոցի վրա, այնպես էլ հատակին և պատերին (նկ.102): Այս փորձում հեղուկի վերին մակերևույթին մխոցի գործադրած ճնշումը, կարծես, հաղորդվում է բոլոր ուղղություններով: Այս միտքն առաջին անգամ առկայծեց Բլեզ Պասկալի գլխում: Մի շարք սրամիտ փորձերով Պասկալին հաջողվեց ցույց տալ, որ այդ ենթադրությունը, իրոք, ճիշտ է: Այդ փորձերից մեկը հետևյալն է:

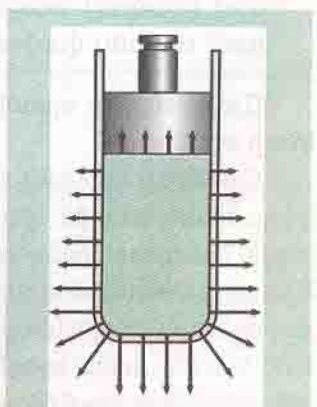
Պասկալը փայտե տակառն ամբողջությամբ լցրեց ջրով: Տակառի կափարիչի վրա արված անցքով նա տակառին ուղղաձիգ դիրքով ամրացրեց երկու կողմից բաց, երկար խողովակ: Խողովակի մեջ Պասկալը սկսեց ջուր լցնել՝ հետզհետե ավելացնելով վերջինիս քանակը: Երբ խողովակում ջրի մակարդակը հասավ որոշակի բարձրության, տա-



Նկ. 103
Պասկալի փորձը: Երբ խողովակում ջրի մակարդակը հասնում է որոշակի բարձրության, տակառի կողմնային պատերը ճաքճքվում են, և ջուրն արտահոսում է տակառից



Նկ. 101
Սեղմված գազանակը (ա) հավասարակշռում է մխոցն այնպես, ինչպես սեղմված հեղուկը (բ)



Նկ. 102
Հեղուկի ճնշման ուժերն ազդում են ոչ միայն անոթի հատակի և մխոցի, այլ նաև պատերի վրա



Իսկոկ Պասկալ
1623-1662

կառի կողմնային պատերը ճաքճքեցին, և ջուրը բացված ճեղքերից սկսեց դուրս ցայտել (նկ. 103):

Փորձի բացատրությունը հետևյալն է: Խողովակի մեջ լցված ջուրը տակառի ներսում ստեղծում է հավելյալ ճնշում: Համաձայն ճնշման սահմանման՝ $p = F/S$, որտեղ S -ը խողովակի լայնական հատույթի մակերեսն է, իսկ F -ը՝ խողովակում լցված ջրի կշիռը: Այդ հավելյալ ճնշումն առաջ է բերում տակառի ջրի լրացուցիչ սեղմում: Դրա հետևանքով 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 ցայտում ջուրը:

Գազերը, հեղուկների նման, նույնպես բոլոր ուղղություններով հաղորդում են իրենց վրա գործադրված ճնշումը: Համոզվելու համար դիտարկենք հետևյալ փորձը: Տարբեր մասերում նեղ անցքեր ունեցող սնամեջ գնդին (Պասկալի գունդ) խողովակ է միացված, իսկ վերջինիս մեջ դրված է մխոց: Գունդը լցնենք ծխով: Մխոցը խողովակի ներսը մղելիս գնդի բոլոր անցքերից դուրս են գալիս ծխի շիթեր (նկ. 104):

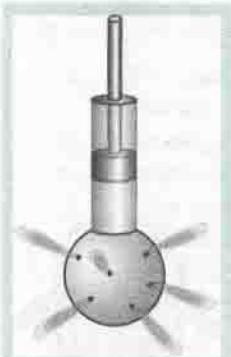
Ինչպես վերը դիտարկված, այնպես էլ ուրիշ համոզիչ փորձերի հիման վրա Պասկալը ձևակերպեց հետևյալ օրենքը:

Հեղուկի (գազի) վրա գործադրված ճնշումը հեղուկով (գազով) հաղորդվում է բոլոր ուղղություններով՝ առանց փոփոխության:

Այս օրենքը, ի պատիվ Պասկալի, անվանում են Պասկալի օրենք:

Պասկալի օրենքից մասնավորապես հետևում է, որ հեղուկի մակերևույթին կիրառված արտաքին ուժերը հեղուկի բոլոր մասերում ստեղծում են միևնույն հավելյալ ճնշումը: Այդպիսի արտաքին ուժեր են, օրինակ, հեղուկին հպվող պինդ մարմինների մակերևույթների կողմից ազդող ուժերը: Օրինակ՝ եթե ձեր մատն իջեցնեք բաժակում լցված ջրի մեջ, ապա ջրի ամեն մի մասում ճնշումը կաճի միևնույն չափով:

Քննարկենք Պասկալի օրենքը լուսաբանող մեկ փորձ ևս: Զամբայված հատակով ապակե խողովակը մտցնենք ջրով լցված անոթի մեջ: Ծնշումն անոթի բացվածքի մակարդակում ստեղծվում է դրանից վեր գտնվող ջրի կշռով, որի



Նկ. 104

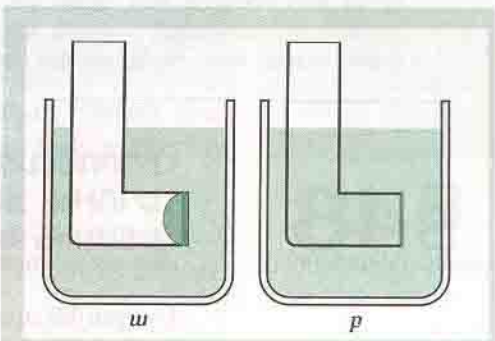
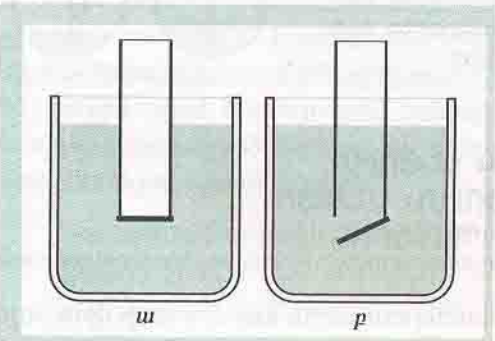
Մխոցը ներս մղելով ստեղծում են հավելյալ ճնշում, որն առանց փոփոխության հաղորդվում է սնամեջ գնդի ներքին մակերևույթի բոլոր տեղամասերին: Դրա հետևանքով գնդի բոլոր անցքերից դուրս են գալիս ծխի շիթեր

հետևանքով էլ հատակը սեղմվում է խողովակին: Սեղմողը ջրի ճնշման ուժն է, որն ուղղված է ներքևի վերև (նկ. 105. ա): Խողովակի մեջ սկսենք ջուր լցնել: Հենց որ խողովակում ջրի մակարդակը հավասարվում է անոթում ջրի մակարդակին, հատակը պոկվում է խողովակից (նկ. 105. բ):

Խողովակում ջուր լցնելիս հատակին, բացի անոթում եղած ջրից, ճնշում է գործադրում նաև խողովակում լցվող ջուրը: Այդ ճնշման ուժն ուղղված է վերևից ներքև: Քանի դեռ խողովակի հատակին վերևից ներքև ուղղված ճնշման ուժն ավելի փոքր է, քան անոթի ջրի կողմից ազդող ներքևից վերև ուղղված ճնշման ուժը, հատակը մնում է խողովակին սեղմված:

Հենց որ խողովակում և անոթում ջրի մակարդակները հավասարվում են, հավասարվում են նաև հատակին վերևից ներքև և ներքևից վերև հաղորդվող ճնշումները: Այդ պահին հատակը խողովակից պոկվում է նրա վրա ազդող ծանրության ուժի ազդեցության հետևանքով: Ուրեմն նույն խորության վրա և՛ վերևից ներքև, և՛ ներքևից վերև գործադրվող ճնշումները միատեսակ են:

Այժմ մյան փորձ կատարենք ուղղանկյունաձև ծոված խողովակով: Խողովակի բաց ծայրերից մեկը փակենք ռետինե բարակ թաղանթով և խողովակն իջեցնենք ջրով լցված անոթի մեջ (նկ. 106. ա): Կտեսնենք, որ ռետինե թաղանթը, ջրի ճնշման ուժերի ազդեցությամբ, ճկվում է դեպի ներս: Խողովակի մեջ դանդաղորեն ջուր լցնենք: Կնկատենք, թե ինչպես է ռետինե թաղանթի ճկվածությունն աստիճանաբար նվազում: Երբ ջրի



Նկ. 105
 ա. Ներքևից ջրի ճնշման ազդեցությամբ հատակն ամուր սեղմվում է խողովակին,
 բ. երբ խողովակում ջրի մակարդակը հավասարվում է անոթում ջրի մակարդակին, հատակը պոկվում է խողովակից

Նկ. 106
 ա. Ռետինե թաղանթը ջրի ճնշմամբ ներս է ճկվում,
 բ. ռետինե թաղանթն ուղղվում է, երբ խողովակում և անոթում ջրի մակարդակները հավասարվում են

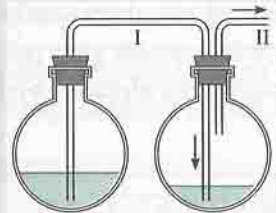
մակարդակները խողովակում և անոթում հավասարվում են, թաղանթն ուղղվում է (նկ. 106.բ): Նշանակում է՝ թաղանթի վրա ազդող ջրի ճնշման ուժերը երկու կողմերից նույնն են:

Այս փորձն էլ հուշում է, որ միևնույն մակարդակի վրա, իրար հակադիր՝ հորիզոնական ուղղությամբ գործադրվող ճնշումները հավասար են:

Այսպիսով՝ նկարագրված փորձերը հիմք են տալիս եզրակացնելու, որ *հեղուկի ներսում ճնշում գոյություն ունի: Այդ ճնշումը նույն մակարդակում, բոլոր ուղղությամբով նույնն է:*

Ըարցեր և առաջադրանքներ

1. Ի՞նչ նմանություն կա սեղմված հեղուկի (կամ գազի) և սեղմված զսպանակի միջև: Իսկ ինչո՞վ են դրանք տարբերվում:
2. Ո՞ր փորձով Պասկալը համոզվեց, որ հեղուկում ճնշումը հաղորդվում է բոլոր ուղղությամբով: Նկարագրեք Պասկալի փորձը:
3. Բացատրեք Պասկալի փորձը:
4. Ի՞նչ փորձով կարող եք ցույց տալ, որ գազերում ևս ճնշումը հաղորդվում է բոլոր ուղղությամբով:
5. Ձևակերպեք Պասկալի օրենքը:
6. Նկարագրեք փորձ, որից հետևում է, որ հեղուկի միևնույն մակարդակի վրա ճնշումը բոլոր ուղղությամբով նույնն է:
7. Վերցրեք երկու ապակե փորձանոթ: Դրանք փակեք ռետինե խցաններով, որոնց միջով անցկացված են ապակե խողովակներ: I խողովակը համարյա հասնում է մինչև փորձանոթների հատակը, իսկ II խողովակը միացվում է օդահամարի պոմպին: Մինչև փորձը սկսելը ձախ փորձանոթի մեջ կիսով չափ ներկված ջուր լցրեք: Աջ փորձանոթից օդը դուրս մղեք: Կփոփոխվի՞ արդյոք ջրի մակարդակը ձախ փորձանոթում: Բացատրեք դիտվող երևույթը:



§ 48

ՇԻՊՐՈՍԱՏԻԿ ՃՆՇՈՒՄ: ՇԵՂՈՒԿԻ ՃՆՇՈՒՄՆ ԱՆՈՒԹԻ ՇԱՏԱԿԻՆ ԵՎ ՊԱՏԵՐԻՆ

Երկրային պայմաններում բոլոր մարմինների վրա, այդ թվում՝ հեղուկների, ազդում է ծանրության ուժը: Եթե անոթի մեջ լցված հեղուկը մտուփի բաժանենք հորիզոնական բարակ շերտերի, ապա յուրաքանչյուր շերտի վրա իրենց կշռով ճնշում են ստեղծում դրանից վեր գտնվող շերտերը (նկ. 107): Այդ ճնշումն անվանում են **հիդրոստատիկ ճնշում**:

Նկ.105-ում պատկերված փորձից եզրակացրինք, որ նույն շերտում բոլոր ուղղություններով ճնշումը նույնն է: Գնշումը նույնն է նաև դիտարկվող շերտի տարբեր տեղամասերում: Գնշումը փոփոխվում է միայն ուղղաձիգով՝ մի շերտից մյուսն անցնելիս: Ընդ որում, դեպի ներքև ճնշումն աճում է: Իրոք, որքան ներքև է ընկած շերտը, այնքան այն շատ է սեղմված: Չէ՞ որ այդ դեպքում շատանում են այն շերտերը, որոնք հիդրոստատիկ ճնշում են ստեղծում:

Այս եզրակացությունները կարող ենք ստուգել նաև չափումների օգնությամբ: Դրա համար բավականաչափ փոքր քաղանթով ճնշաչափը խորասուզենք հեղուկի մեջ: Չփոխելով խորությունը՝ ճնշաչափը շրջենք տարբեր անկյուններով: Կտեսնենք, որ նրա ցուցմունքը չի փոխվում:

Գնշաչափը տվյալ դիրքով տեղաշարժենք հորիզոնական հարթության մեջ: Այս դեպքում նույնպես նրա ցուցմունքը կձևա նույնը:

Գնշաչափի ցուցմունքը կփոխվի, եթե այն տեղաշարժենք ուղղաձիգով:

Դիտարկենք նաև հետևյալ փորձը: Ռետինե հատակով գլանաձև անոթի մեջ լցնենք ջուր (նկ. 108): Ջրի կշռի ազդեցությամբ ռետինե հատակը ճկվում է: Որքան բարձր է ջրի սյունը, այնքան շատ է ճկվում ռետինե հատակը: Դարձյալ հանգում ենք նույն եզրակացությանը.

անոթի մեջ լցրած հեղուկն իր կշռով ճնշում է ստեղծում, որը կոչվում է հիդրոստատիկ ճնշում, ընդ որում, խորանալուն զուգընթաց հիդրոստատիկ ճնշումն աճում է:

Եթե նկարագրված փորձերը կրկնենք, երբ հեղուկը լցված է տարբեր ձևի անոթների մեջ, ապա կհամոզվենք, որ մեր եզրակացությունները դրանից չեն փոխվում: Անոթի հատակին (կամ կամայական հորիզոնական շերտի վրա) հեղուկի գործադրած ճնշումը հաշվարկելու համար դիտարկենք հետևյալ պարզ խնդիրը:

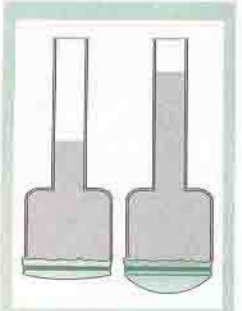
Ուղղանկյունանիստի ձև ունեցող բաքն ամբողջությամբ լցված է ջրով: Բաքի բարձրությունը 5 մ է: Ի՞նչ ճնշում է գործադրում ջուրը բաքի հատակին:

Գնշումը որոշվում է $p = F/S$ բանաձևով, որտեղ F -ը ջրի գործադրած ճնշման ուժն է հատակին: Գնշման ուժը հավասար է ջրի կշռին, որը հավասար է ջրի վրա ազդող ծանրության ուժին, հետևաբար՝ $F = mg$ (m -ը ջրի զանգվածն է, g -ն՝ 1 կգ զանգվածով մարմնի վրա ազդող ծանրության ուժը):



Նկ. 107

Ընդգծված մուգ հորիզոնական շերտի բոլոր մասերում ճնշումը նույնն է: Գնշումը փոխվում է միայն ուղղաձիգով՝ մի շերտից մյուսն անցնելիս, ընդ որում, դեպի ներքև ճնշումն աճում է:



Նկ. 108

Որքան բարձր է ջրի սյունը, այնքան շատ է ճկվում ռետինե հատակը:

Ջրի ծավալը հավասար է բաքի տարողությանը՝ $V = Sh$, ուստի ջրի զանգվածը՝

$$m = \rho V = \rho Sh,$$

որտեղ ρ -ն ջրի խտությունն է: Բաքի հատակին ջրի գործադրած ճնշման համար կատանանք հետևյալ արտահայտությունը՝

$$p = \frac{mg}{S} = \frac{\rho Sgh}{S} = \rho gh:$$

Տեղադրելով $\rho = 1000$ կգ/մ³, $h = 5$ մ, $g = 9,8$ Ն/կգ, կատանանք, որ որոնելի ճնշումը՝ $p = 49000$ Պա = 49 կՊա:

Այսպիսով՝ անոթի հատակին անշարժ հեղուկի (կամ հիդրոստատիկ) ճնշումը որոշվում է

$$p = \rho gh$$

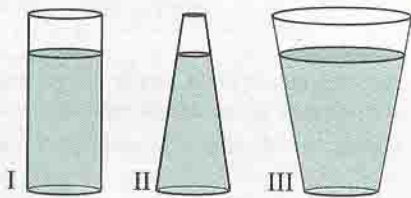
բանաձևով, որտեղ ρ -ն հեղուկի խտությունն է, h -ը՝ հեղուկի շերտի հաստությունը: Բանաձևից նկատում ենք, որ ջրի ճնշումը բաքի հատակին բոլորովին կախված չէ հատակի մակերեսից: Բանաձևը ճիշտ է միայն, եթե հաշվի չենք առնում արտաքին մարմինների, օրինակ, մխոցի ճնշումը հեղուկի ազատ մակերևույթին: Եթե հաշվի առնենք արտաքին ճնշումը, որը կնշանակենք p_0 -ով, ապա $p = \rho gh$ բանաձևի փոխարեն կունենանք՝

$$p = p_0 + \rho gh:$$

Ստացված բանաձևերից երևում է, որ հեղուկի ճնշումն անոթի հատակին կախված է միայն հեղուկի խտությունից և հեղուկի սյան բարձրությունից:

Արդեն տեսանք, որ հեղուկի կամայական հորիզոնական մակարդակում ստեղծված ճնշումը բոլոր ուղղություններով նույնն է: Հետևաբար որևէ մակարդակում անոթի պատին ուղղահայաց ուղղությամբ հեղուկի ճնշումն էլ կլինի այն ճնշումը, որը հեղուկը գործադրում է պատին: Ուստի անոթի պատի որևէ փոքր տեղամասի վրա հեղուկի ճնշումը նույնպես կարող ենք հաշվել վերը բերված բանաձևերով: Բայց պետք է հաշվի առնել, որ h -ը պատի դիտարկվող փոքր տեղամասի խորությունն է՝ հաշվված հեղուկի ազատ մակերևույթից:

Նկ. 109-ում պատկերված I անոթում լցված է 200 գ զանգվածով ջուր, II-ում՝ 100 գ, իսկ III-ում՝ 300 գ: Ջրի մակարդակի բարձրությունը բոլոր անոթներում 10 սմ է, յուրաքանչյուր



Նկ. 109

Անոթներում ջրի զանգվածները տարբեր են, բայց ճնշումը և ճնշման ուժը հատակին միևնույնն են:

անոթի հատակի մակերեսը՝ 20 սմ^2 : Դնշման բանաձևից հետևում է, որ յուրաքանչյուր անոթի հատակին հիդրոստատիկ ճնշումը նույնն է և հավասար՝

$$p = \rho_{\text{ջուր}} g h = 1000 \text{ կգ/մ}^3 \cdot 9,8 \text{ Ն/կգ} \cdot 0,1 \text{ մ} = 980 \text{ Պա:}$$

Իմանալով ճնշումը՝ կարող ենք որոշել ջրի ճնշման ուժը յուրաքանչյուր անոթի հատակին՝

$$F = pS = 980 \text{ Պա} \cdot 0,002 \text{ մ}^2 = 1,96 \text{ Ն:}$$

$P = mg$ բանաձևով հաշվենք անոթներում ջրի կշիռները:

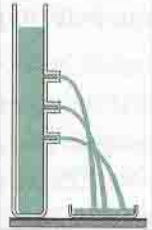
Առաջին անոթի ջրի կշիռը՝ $P_1 = 1,96 \text{ Ն}$, երկրորդ անոթինը՝ $P_2 = 1,225 \text{ Ն}$, իսկ երրորդինը՝ $P_3 = 2,94 \text{ Ն}$: Չարմանալի բան. միայն առաջին անոթի հատակին ջրի գործադրած ճնշման ուժն է հավասար ջրի կշռին: Երկրորդ անոթում, օրինակ, $1,225 \text{ Ն}$ կշռով ջուրը հատակին գործադրում է իր կշռից $1,6$ անգամ ավելի մեծ ճնշման ուժ: Երրորդ անոթում, հակառակը, $2,94 \text{ Ն}$ կշռով ջուրը հատակին ստեղծում է կշռից $1,5$ անգամ փոքր ճնշման ուժ:

Ստացված արդյունքը կարծես հակասում է առողջ տրամաբանությանը, և հայտնի է «հիդրոստատիկ պարադոքս» անվամբ:

Ինչպե՞ս բացատրել, որ հեղուկի ճնշման ուժն անոթի հատակին, կախված անոթի ձևից, մեծ է կամ փոքր հեղուկի կշռից: Չէ՞ որ անոթի կողմից հեղուկի վրա ազդող 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 դեպի ներքև, և այդ պատճառով ճնշման ուժը գերազանցում է ջրի կշիռը: Միայն առաջին անոթում է, որ հատակին ջրի ճնշման ուժը հավասար է ջրի կշռին:

Շարժեր և առաջադրանքներ

1. Ի՞նչ է հիդրոստատիկ ճնշումը:
2. Ինչու՞ է հեղուկի հիդրոստատիկ ճնշումը փոփոխվում միայն ուղղաձիգով: Աձու՞մ, թե՞ նվազում է հեղուկի ճնշումն ուղղաձիգով դեպի ներքև ուղղությամբ: Ինչու՞:
3. Բերեք օրինակներ՝ ցույց տալու համար, որ հեղուկում խորանալուն զուգընթաց հիդրոստատիկ ճնշումն աճում է:
4. Կախված՞ է արդյոք անոթի հատակին հեղուկի ճնշումն անոթի ձևից:
5. Գրեք բաց անոթի հատակին անշարժ հեղուկի ճնշման բանաձևը: Ինչո՞վ է տարբերվում այդ ճնշումը հիդրոստատիկ ճնշումից:
6. Գրեք հեղուկի ազատ մակերևույթից h խորության վրա անոթի պատին գործադրվող հիդրոստատիկ ճնշման բանաձևը:
7. Ի՞նչ է հիդրոստատիկ պարադոքսը: Ինչպե՞ս է այն բացատրվում:
8. Կշռվելով իմացե՛ք ձեր զանգվածը և մոտավորապես որոշե՛ք ձեր մարմնի ծավալը: Շաշվի առե՛ք, որ մարդու մարմնի միջին խտությունը հավասար է ջրի խտությանը:
9. Ո՞ր մեծություններից է կախված ջրի ճնշումը: Կախված՞ է արդյոք ջրի ճնշումն անոթի հատակի մակերեսից: Իսկ ճնշման ու՞ժը:
10. Վերցրե՛ք խոր անոթ: Նրա կողմնային պատերին՝ հատակից տարբեր բարձրությամբ, բացե՛ք երեք փոքրիկ անցք: Անցքերը փակե՛ք (օրինակ՝ լուցկու հատիկով) և անոթը լիքը ջուր լցրե՛ք: Բացե՛ք անցքերը և հետևե՛ք արտահոսող ջրի շիթերին (տե՛ս նկարը): Ինչու՞ է ջուրն արտահոսում անցքերից: Ինչի՞ց է հետևում, որ խորանալուն զուգընթաց ջրի ճնշումը մեծանում է:



§ 49

ՃՆՇՈՒՄԸ ԾՈՎԵՐԻ ԵՎ ՕԿԿԻԱՆՈՍՆԵՐԻ ՇԱՏԱԿԻՆ: ԾՈՎԱՅԻՆ ԽՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒՄԸ

Մարդն իր զարգայման ընթացքում հարմարվել է իրեն շրջապատող արտաքին պայմաններին: Շրջապատված լինելով զազային (օդային) թաղանթով՝ ենթարկվում ենք այդ թաղանթի գործադրած ճնշմանը: Չափումները ցույց են տվել, որ օդային թաղանթի ստեղծած ճնշումը Երկրի մակերևույթին մոտավորապես $0,1 \text{ ՄՊա}$ է: Դա մեզ համար սովորական դարձած ճնշում է: Մեր օրգանիզմի համար վտանգավոր են $0,1 \text{ ՄՊա}$ -ից մեծ կամ փոքր ճնշումները:

Հաշվումները ցույց են տալիս, որ ծովում, յուրաքանչյուր 10 մ խորանալիս ճնշումը մեծանում է մոտավորապես $0,1 \text{ ՄՊա}$: Իրոք, $p = \rho gh$ բանաձևում տեղադրելով $\rho = 1000 \text{ կգ/մ}^3$, $g \approx 10 \text{ Ն/կգ}$, $h = 10 \text{ մ}$, կստանանք՝ $p \approx 1000 \text{ կգ/մ}^3 \cdot 10 \text{ Ն/կգ} \cdot 10 \text{ մ} = 100000 \text{ Պա} = 0,1 \text{ ՄՊա}$: Օրինակ՝ 100 մ խորությունում սուզանավը ենթարկվում է մոտավորապես 1 ՄՊա ճնշման:

ճնշաչափի միջոցով չափելով սուզանավից դուրս ջրի ճնշումը, $p = \rho gh$ բանաձևով կարելի է որոշել սուզանավի ընկղմման խորությունը՝ $h = p/\rho g$:

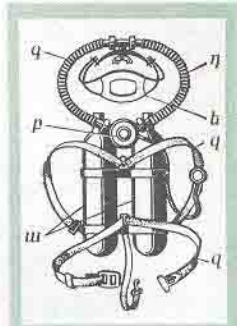
Ավածից պարզ է, որ ստորջրյա աշխարհն ուսումնասիրել առանց հատուկ հարմարանքների հնարավոր չէ: Եվ **սկաֆանդրի** (հունարեն «*սկաֆե*»՝ մակույկ և «*անդրոս*»՝ մարդ բառերից) հայտնագործումը XIX դարավերջին առաջընթաց քայլ էր այդ աշխարհը հետազոտելու ճանապարհին: Սկաֆանդրն անջրանցիկ անհատական հերմետիկ հանդերձանք է՝ բաղկացած պատյանից, սաղավարտից, ձեռնոցներից և ճութակոշիկներից: Սկաֆանդրի մեջ ջրասուզակը շնչում է ծովի մակերևույթից փողրակով մատուցվող սեղմված օդը: Ջրասուզակային սկաֆանդրները հնարավորություն տվեցին ջրաշխարհը հետազոտողներին ազատորեն աշխատել ջրի տակ՝ ընկնվելով մինչև 200 մ:

Անցյալ դարի 40-ական թվականներին ֆրանսիացի հայտնի գիտնական-օվկիանոսագետ Ժակ Իվ Կուստոն (1910-1997) ստեղծեց ջրի տակ շնչելու մեխանիկական սարք՝ **աքվալանգը** (լատիներեն «*աքվա*»՝ ջուր և անգլերեն «*լանգ*»՝ թոք բառերից): Այն բաղկացած է սեղմված օդով լի բալոնից, դիմակից և դրանք միացնող առաձգական խողովակից (նկ. 110): Աքվալանգի շնորհիվ կարելի է ընկղմվել մինչև 40 մ և ջրում մնալ մինչև մեկ ժամ և ավելի:

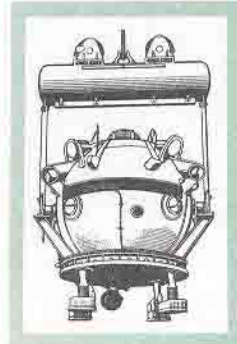
Շատ մեծ խորություններում, սեղմմամբ պայմանավորված, ջրի ճնշումը զգալիորեն գերազանցում է 0,1 ՄՊա-ը, ուստի ծովային խորքերը հետազոտելու համար օգտագործում են հատուկ սարքեր՝ բաթիսֆերաներ և բաթիսկաֆներ:

Բաթիսֆերան (հունարեն «*բաթիս*»՝ խոր և «*սֆերա*»՝ գունդ բառերից) գնդի ձև ունեցող խցիկ է, որի ներսում տեղակայված են ծովային մեծ խորությունները (մինչև 1 կմ) դիտելու համար նախատեսված սարքեր (նկ. 111): Բաթիսֆերայի պատերն ամուր պողպատից են և կարող են դիմանալ ջրի մեծ ճնշումներին: Բաթիսֆերան ջուրն է իջեցվում նավից, պողպատե ճուղաններով:

Բաթիսկաֆը (հունարեն «*բաթիս*»՝ խոր և «*սկաֆե*»՝ մակույկ բառերից) ինքնագնաց սարք է՝ նախատեսված ծովերի և օվկիանոսների խորքերն ուսումնասիրելու համար: Կազմված է բաթիսֆերայից, որն ամրացված է մեծ պողպատե ցիստեռնի հատակին (նկ. 112): Ցիստեռնը լցված է բենզինով: Բանի որ բենզինը ջրից թեթև է, ապա այդպիսի

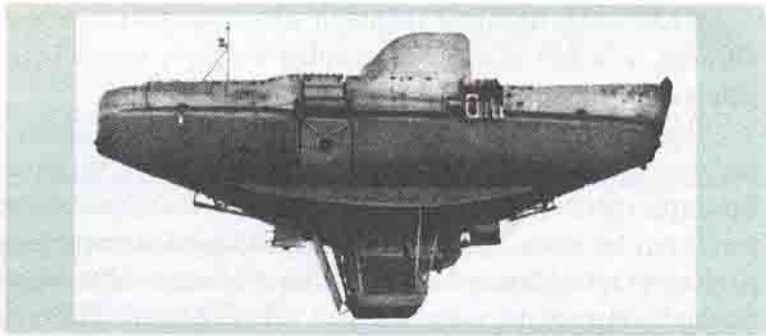


Նկ. 110
Աքվալանգ
ա. Օդով տարողություններ, բ. շնչատուրքյան ավտոմատ սարք, գ. ներշնչման և դ. արտաշնչման փողրակներ, ե. դիմակ, զ. գոտիներ



Նկ. 111
Բաթիսֆերա

Նկ. 112
Բաթիկաֆ



բաթիկաֆը ծովի խորքերում կարող է լողալ, ինչպես օդապարիկը՝ օդում: Բաթիկաֆը հայտնագործել է շվեյցարացի գիտնական Օգյուստ Պիկարը անցյալ դարի 40-ական թվականներին: 1953 թվականին Օ. Պիկարը և նրա որդին՝ Ժակ Պիկարը, «Տրիեստ» բաթիկաֆով խորապան մինչև 3160 մ: 1960 թվականին Ժ. Պիկարը և ամերիկացի Դոն Ուոլշը նույն բաթիկաֆով, որը, սակայն, ավելի էին կատարելագործել, «նվաճեցին» Մարիանյան իջվածքը (Խաղաղ օվկիանոսում), որի խորությունը 11022 մ է: Գիտնականները պարզեցին, որ, չնայած ահռելի ճնշմանը, օվկիանոսի հատակում կենդանի օրգանիզմներ են ապրում: Բայց օվկիանոսի յուրաքանչյուր անհնար է պատկերացնել առանց գիտահետազոտական **սուզանավերի**: Սուզանավերն ավելի շարժունակ են և հագեցած են ժամանակակից սարքավորումներով:

Ներկայումս ստեղծվում են անիվավոր ստորջրյա ապարատներ՝ ծովի հատակով տեղաշարժվելու համար:

Ջրի տակ, մեծ ճնշումների պայմաններում երկարատև մնալու հետևանքով մեծ քանակությամբ օդ է լուծվում ջրասուզակի արյան մեջ: Եթե ջրասուզակն արագ բարձրանա վեր՝ ջրի մակերևույթ, ապա մեծ ճնշման պայմաններում արյան մեջ լուծված օդը կսկսի անջատվել արյունից պղպջակների տեսքով: Անջատվող պղպջակները ցավ են առաջացնում ողջ մարմնում: Կարող են նույնիսկ առաջ բերել ծանր հիվանդություն, այսպես կոչված՝ *կեսոնային* հիվանդություն (ֆրանսերեն «*կեսոն*»՝ արկղ բառից): Ուստի ջրի տակ երկար մնացած ջրասուզակին հարկավոր է վեր բարձրացնել դանդաղորեն, որպեսզի լուծված գազերն արտազատվեն աստիճանաբար՝ առանց պղպջակներ առաջացնելու:

Հարցեր և առաջադրանքներ

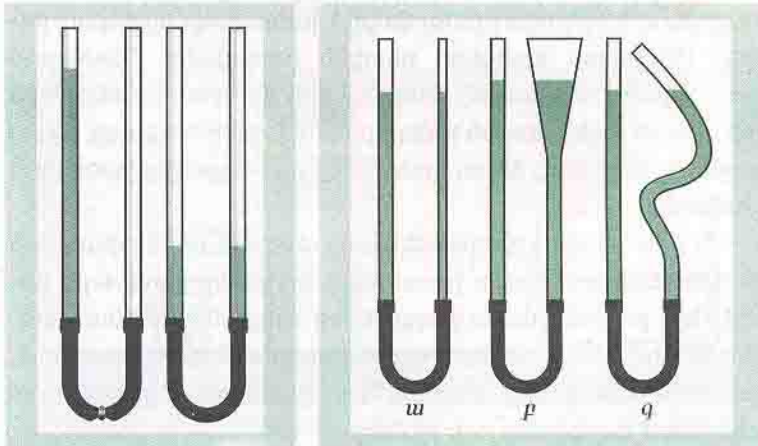
1. Որքա՞ն է $0,1 \text{ ՄՊա}$ ձնշում գործադրող սնդիկի սյան բարձրությունը: Ի՞նչ բարձրություն պետք է ունենա ջրի սյունը, որպեսզի ստեղծի $0,1 \text{ ՄՊա}$ ձնշում:
2. Ծովում ի՞նչ խորությամբ սուզվելիս ձնշումը կլինի $0,2 \text{ ՄՊա}$, 1 ՄՊա , 10 ՄՊա :
3. Ի՞նչ է սկաֆանդրը: Ե՞րբ են այն հայտնագործել: Որքա՞ն կարելի է խորասուզվել սկաֆանդրով:
4. Ո՞վ է ստեղծել առաջին արվալանգը: Ի՞նչ մասերից է բաղկացած այն:
5. Ի՞նչ է բաթիսֆերան: Ինչքա՞ն խորը կարելի է իջեցնել բաթիսֆերան:
6. Ո՞վ և ե՞րբ է հայտնագործել բաթիսկաֆը: Որքա՞ն կարելի է խորասուզվել բաթիսկաֆով:
7. Ինչպե՞ս պետք է վեր բարձրացնեն ջրասուզակին ծովի հատակից: Ինչու՞:

ՀԱՂՈՐՂԱԿԻՑ ԱՆՈՅՆԵՐ: ՀԱՂՈՐՂԱԿԻՑ ԱՆՈՅՆԵՐՈՒՄ ԸԵՂՈՒԿԻ ՀԱՎԱՍԱՐԱԿՇՈՒԹՅԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ

§50

Ստորին մասերով միմյանց միացած անոթներն անվանում են **հաղորդակից անոթներ**: Նկ. 113-ում պատկերված ապակե հաղորդակից անոթները միացված են ռետինե խողովակով: Խողովակը մեջտեղից սեղմենք սեղմակով: Անոթներից մեկի (օրինակ՝ ձախի) մեջ ջուր լցնենք: Սեղմակը հանելույ հետո ջուրը ձախ անոթից կհոսի աջի մեջ այնքան ժամանակ, մինչև երկու անոթներում էլ ջրի ազատ մակերևույթների մակարդակները հավասարվեն:

Կատարենք հետևյալ փորձը: Նկ. 113-ում պատկերված հաղորդակից անոթներից աջը հերթականորեն փոխենք նախ՝ բարակ (նկ. 114. ա), ապա՝ ձազարածև վերջավորությամբ ունեցող (նկ. 114. բ), այնուհետև՝ ծոված խողովակներ:



Նկ. 113
Հաղորդակից
անոթներ

Նկ. 114
Հաղորդակից
անոթներում
հեղուկի
մակարդակը
նույնն է՝ անկախ
անոթների ձևից և
չափերից

րով (ճկ. 114. գ): Դարձյալ ձախ անոթի մեջ ջուր լցնենք: Կտեսնենք, որ, անկախ աջ անոթի ձևից և հաստությունից, հավասարակշռություն հաստատվելուց հետո ջուրը յուրաքանչյուր դեպքում երկու անոթում էլ կանգնում է նույն մակարդակում:

Կամայական ձևի և չափերի հաղորդակից անոթներում հավասարակշռության վիճակում հեղուկի ազատ մակերևույթներն ունեն նույն մակարդակը:

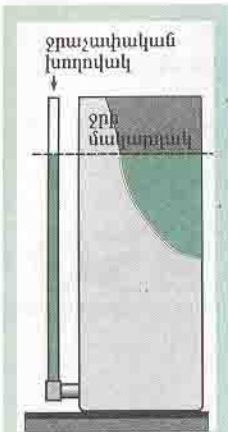
Այս պնդումն անվանում են **հաղորդակից անոթների օրենք**:

Հաղորդակից անոթների օրենքի բացատրությունը հետևյալն է: Հաղորդակից անոթներից յուրաքանչյուրում հեղուկի ազատ մակերևույթն արտաքին ճնշումը նույնն է: Հետևաբար հեղուկը կգտնվի հավասարակշռության մեջ, 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:

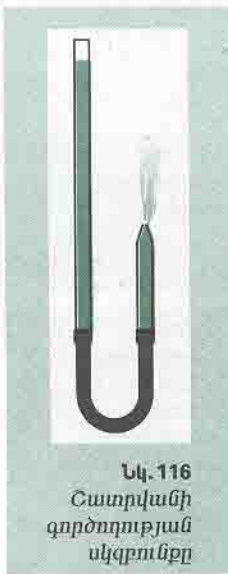
Հաղորդակից անոթների օրենքի հիման վրա են ստեղծված բաքի մեջ ջրի մակարդակը որոշող *ջրաչափական խողովակները* (ճկ. 115): Այդպիսի խողովակներ են միացված, օրինակ, գնացքներում տեղադրված՝ լվացվելու ջրով լցված բաքերին: Դրանք բաց ապակե խողովակներ են, որոնցում ջրի մակարդակը միշտ նույնն է, ինչ որ բաքում:

Նկ. 116-ում պատկերված հաղորդակից անոթներից ձախը սովորական ապակե խողովակ է, իսկ աջը՝ կաթոյիկի ծայրով, որի երկարությունը փոքր է խողովակի երկարությունից: Անոթները միացնող ռետինե խողովակը մեջտեղում ամրացված է սեղմակով: Զախ անոթի մեջ ջուր լցնենք: Եթե ջրի ազատ մակերևույթն ավելի բարձր է, քան ծայրույրը, ապա սեղմակը հանելուց հետո կտեսնենք, որ ծայրույցի շատրվան է խփում:

Նկ. 117-ում աջ խողովակն ունի անցքեր, որոնք փակված են ծորակներով: Երկու խողովակն էլ լցնենք ջրով: Եթե ծորակները բացենք, ապա ջուրը կհոսի այնքան ժամանակ, քանի դեռ ձախ խողովակում ջրի մակարդակն ավելի բարձր է, քան ծորակների մակարդակը: **Այս սկզբունքով է կառուցված և գործում յուրաքանչյուր ջրմուղ:**



Նկ. 115
Ջրաչափական խողովակում ջրի ազատ մակերևույթն ունի նույն բարձրությունը, ինչ բաքում

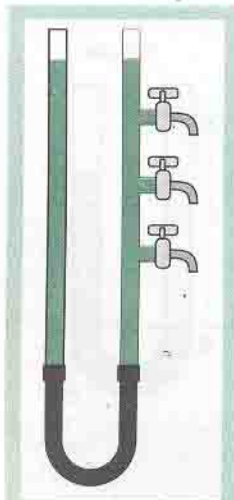


Նկ. 116
Շատրվանի գործողության սկզբունքը

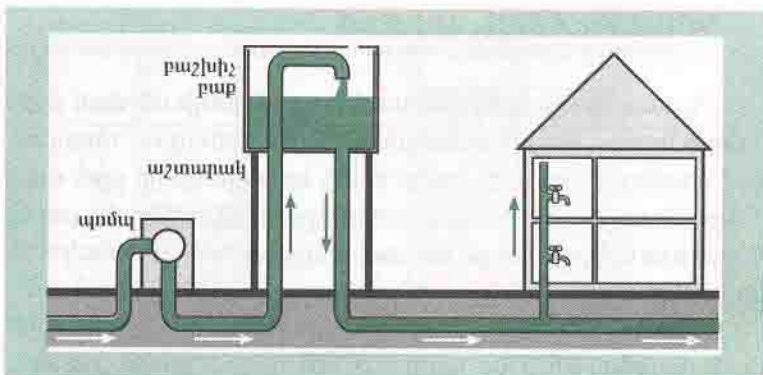
Ջրմուղի կառուցվածքը պատկերված է նկ.118-ում: Աշտարակի վրա տեղադրված է ջրով լցված բաքը (ջրաճնշիչ բաք): Բաքից դուրս եկող խողովակներն ունեն մի շարք ճյուղավորումներ. դրանք էլ հենց մտնում են շենքեր, բնակարաններ: Այուրավորումներն ունեն անցքեր, որոնք փակվում են ծորակներով: Ծորակի մակարդակում ջրի ճնշումը համեմատական է բաքում ջրի ազատ մակերևույթի բարձրությանը՝ հաշվված այդ մակարդակից: Այդ ճնշումը, սովորաբար, հավասար է մի քանի տասնորդական մեգապասկալի, որի շնորհիվ էլ ծորակը բացելիս ջուրը ծորակից մեծ արագությամբ շիթով դուրս է հոսում:

Եթե հաղորդակից անոթներում լցված են տարբեր խտությամբ հեղուկներ, ապա հավասարակշռության ժամանակ այդ հեղուկների մակարդակներն արդեն նույնը չեն լինի: Դրանում համոզվելու համար Ս-աձև խողովակի տեսքով հաղորդակից անոթներում լցնենք որևէ հեղուկ, օրինակ՝ ջուր, որի խտությունը ρ_1 է: Երկու անոթում էլ ջրի ազատ մակերևույթի մակարդակը կլինի նույնը:

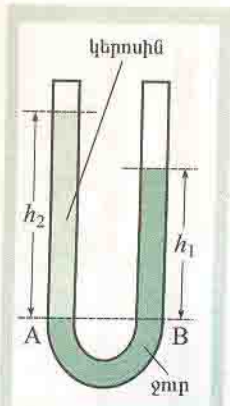
Այժմ հաղորդակից անոթներից մեկում, օրինակ ձախում, զգուշորեն լցնենք ջրի հետ չխառնվող այլ հեղուկ, օրինակ, կերոսին, որի խտությունը ρ_2 է: Հեղուկի մակարդակը յուրաքանչյուր անոթում կբարձրանա, բայց արդեն ոչ նույն չափով: Կերոսին լցնելու ընթացքում հեղուկների բաժանման սահմանը կիջնի: Նկ. 119-ում այդ բաժանման սահմանն AB-ն է: Այդուհանդերձ, հավասարակշռություն հաստատվելուց հետո, նույն հեղուկում երկու անոթում էլ միևնույն հորիզոնական մակարդակում (օրինակ՝ AB), ճնշումները պետք է հավասար լինեն՝ $p_1 = p_2$: Հեղուկների սյան բարձրություններն այդ մակարդակից վերև նշանակենք h_1 -ով և h_2 -ով:



Նկ. 117
Ջրմուղի գործողության սկզբունքը



Նկ. 118
Ջրմուղի կառուցվածքի սխեման: Ջուրը պոմպով մղվում է ջրաճնշիչ բաքի մեջ, որտեղից էլ արդեն ինքնահոս ձևով «մտնում» է շենքերը



Նկ. 119
Տարբեր խտությամբ հեղուկների մակարդակները հաղորդակից անոթներում տարբեր են

Ենթադրենք՝ ամեն մի հաղորդակից անոթում հեղուկի ազատ մակերևույթի վրա p_0 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՝

$$p_0 + \rho_1 g h_1 = p_0 + \rho_2 g h_2,$$

որտեղից՝

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}:$$

Ստացված բանաձևից եզրակացնում ենք, որ հավասարակշռության վիճակում տարբեր հեղուկներով լցված հաղորդակից անոթներում հեղուկների սյան բարձրությունները՝ հաշվված բաժանման մակարդակից, հակադարձ համեմատական են հեղուկների խտություններին: Ուրեմն 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՝ $h_1 < h_2$:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր անոթներն են անվանում հաղորդակից անոթներ:
2. Ո՞րն է հաղորդակից անոթների օրենքը: Ինչպե՞ս կարող եք բացատրել այդ օրենքը:
3. Ի՞նչ է ջրաչափական խողովակը: Ո՞ր օրենքի վրա է հիմնված նրա գործողությունը:
4. Նկարագրեք շատրվամի գործողության սկզբունքը:
5. Ի՞նչ սկզբունքով է գործում ջրմուղը:
6. Օգտվելով $h_1: h_2 = \rho_2: \rho_1$ բանաձևից՝ ապացուցեք հաղորդակից անոթների օրենքը նույն հեղուկի համար:

§ 51

ՋՐԱԲԱՇԽԱԿԱՆ ՄԱՍԼԻՉ

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 գործադրած 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 տեխնի-

կայում և կենցաղում սկսեցին կիրառել տարբեր մեքենաներ և սարքեր, որոնց գործողությունը հիմնված է հեղուկների հավասարակշռության և շարժման օրենքների վրա: Այդպիսի մեքենաներն անվանում են հիդրավլիկ (հունարեն «*հիդրո*»՝ ջուր և «*պլուս*»՝ խողովակ բառերից): Դրանցից պարզագույնը ջրաբաշխական մամլիչն է, որի գործողության հիմքում Պասկալի օրենքն է:

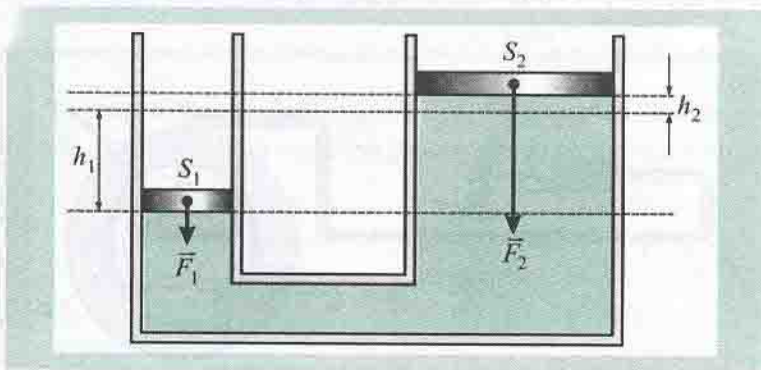
Ջրաբաշխական մամլիչի պարզեցված կառուցվածքը պատկերված է նկ. 120-ում: Այն բաղկացած է զգալիորեն տարբեր հատույթի մակերեսներով երկու հաղորդակցվող գլաններից, որոնք լցված են հեղուկով (սովորաբար՝ յուղով): Հեղուկի վրա ճնշում գործադրվում է S_1 և S_2 մակերեսներ ունեցող մխուցների օգնությամբ, որոնք կիպ հաված են գլանների պատերին և կարող են շարժվել ազատ:

Եթե փորձենք S_1 մակերեսով փոքր մխուցը սեղմել ենք մխուցին ուղղահայաց \vec{F}_1 ուժով, իսկ S_2 մակերեսով մեծ մխուցը՝ \vec{F}_2 ուժով: Փոքր մխուցի կողմից հեղուկի վրա գործադրած ճնշումը՝ $p_1 = F_1/S_1$, իսկ մեծ մխուցի կողմից գործադրած ճնշումը՝ $p_2 = F_2/S_2$: Պասկալի օրենքի համաձայն՝ այդ ճնշումներն իրար հավասար են՝ $p_1 = p_2$, այսինքն՝

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \quad \text{կամ} \quad \frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}:$$

Այսպիսով՝ երկրորդ մխուցի վրա ազդող ուժն այնքան անգամ մեծ է առաջին մխուցի վրա ազդող ուժից, որքան անգամ երկրորդ մխուցի մակերեսը մեծ է առաջին մխուցի մակերեսից:

Եթե մխուցները հավասարակշռության վիճակում են, ապա նրանց վրա ազդող արտաքին \vec{F}_1 և \vec{F}_2 ուժերը հավասարակշռվում են մխուցների վրա հեղուկի վրա ազդող, մոդուլով



Նկ. 120
Ջրաբաշխական
մամլիչի սխեման

\vec{F}_1 -ին և \vec{F}_2 -ին հավասար ու հակադրված ուժերով: Այսինքն՝ մեծ մխոցը դեպի վեր հրող ուժը S_2/S_1 անգամ գերազանցում է փոքր մխոցը դեպի ներքև ազդող ուժի: Այսպիսով՝ ջրաբաշխական մամլիչի միջոցով ուժի մեջ շահում ենք F_2/F_1 անգամ: Եթե, օրինակ, փոքր մխոցի մակերեսը՝ $S_1 = 2 \text{ սմ}^2$, իսկ մեծինը՝ $S_2 = 200 \text{ սմ}^2$, ապա շահումը ուժի մեջ՝

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1} = \frac{200 \text{ սմ}^2}{2 \text{ սմ}^2} \text{ կամ } F_2 = 100F_1:$$

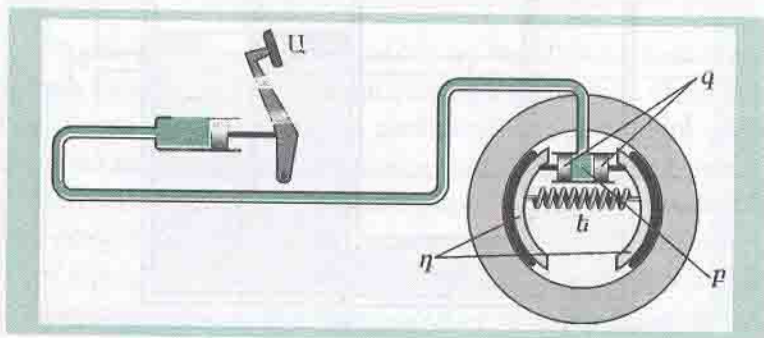
Այսինքն՝ օգտագործելով ջրաբաշխական մամլիչ, կարելի է փոքր F_1 ուժով հավասարակշռել զգալիորեն մեծ ուժ: Ջրաբաշխական մամլիչում հեղուկը կարծես ծառայում է որպես «ուժեղարար»:

Իհարկե, ուժի մեջ շահելով, նույնքան անգամ էլ կորցնում ենք ճանապարհի մեջ. հակառակ դեպքում կխախտվեր մեխանիկայի «ոսկի կանոնը»: Այսպես՝ ենթադրենք, թե մեծ մխոցն անհրաժեշտ է բարձրացնել $h_2 = 1 \text{ սմ}$, երբ փոքր ուժը՝ $F_1 = 10 \text{ Ն}$: Եթե ուժի մեջ շահում ենք 100 անգամ, այն է՝ $F_2 = 100F_1 = 1000 \text{ Ն}$, ապա փոքր մխոցը հարկավոր է ներքև շարժել $h_1 = 100 \text{ սմ}$: Այդ դեպքում փոքր ուժի աշխատանքը՝ $A_1 = F_1 h_1 = 10 \text{ Ն} \cdot 1 \text{ մ} = 10 \text{ Ջ}$, իսկ մեծ ուժի աշխատանքը՝ $A_2 = F_2 h_2 = 1000 \text{ Ն} \cdot 0,01 \text{ մ} = 10 \text{ Ջ}$: Ինչպես տեսնում ենք, $A_1 = A_2$, այսինքն՝ աշխատանքի մեջ շահում չունենք:

Ջրաբաշխական մամլիչն օգտագործում են, օրինակ, մետաղներ կռելու, դրոշմելու, նրբատախտակ, սովարաթուղք մամլելու, խաղող և այլ մրգեր ճզմելու, ձիթհաններում սերմերից ձեթ քանելու, ծանր առարկաներ (օրինակ՝ ավտոմեքենա) բարձրացնելու և այլ գործողություններ կատարելու համար:

Նկ. 121-ում պատկերված է ավտոմեքենաներում լայնորեն կիրառվող հիդրավլիկ արգելակի կառուցվածքը:

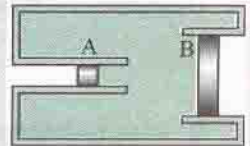
Նկ. 121
Ավտոմեքենայի
հիդրավլիկ
արգելակի
կառուցվածքը



Ավտոմեքենայի արգելակման Ա ոտնակը սեղմելիս ա գլանում ստեղծված ճնշումը հաղորդվում է p գլանի հեղուկին, որի ճնշման ուժերի ազդեցությամբ էլ q մխոցներն ազդում են արգելակային η կաղապարների վրա՝ դրանք սեղմելով անվահեցին և արգելակելով անիվի պտույտը: Եթե ոտնակը չսեղմենք, ապա b գապանակի ազդեցությամբ η կաղապարներն այլևս չեն սեղմի անվահեցը, և անիվն ազատ կպտովի:

Շարքեր և առաջադրանքներ

1. Ի՞նչ է ջրաբաշխական մամլիչը:
2. Ո՞ր օրենքի հիման վրա է գործում ջրաբաշխական մամլիչը:
3. Որքա՞ն է ուժի շահույժը ջրաբաշխական մամլիչում, երբ շփում չկա: Խախտվո՞ւմ է արդյոք մեխանիկայի «ուսկի կանոնը» ջրաբաշխական մամլիչում: Ինչու՞:
4. Սկսած պատկերված սարքի A մխոցի վրա ճնշում է գործադրում մեկ մարդ: Քանի՞ մարդ է անհրաժեշտ B մխոցը պահելու համար, եթե A մխոցի մակերեսը 1 սմ^2 է, իսկ B մխոցինը՝ 1 մ^2 :



Խնդրի լուծման օրինակներ

1. Նաշվեք հիդրոստատիկ ճնշման ուժը, որով հեղուկն ազդում է անոթի պատերին: Նեղուկի ազատ մակերևույթի բարձրությունը անոթի հատակից H է, հեղուկի խտությունը՝ ρ : Անոթի պատերն ուղղահիգ են, պատերի ընդհանուր մակերեսը S է:

H, ρ, S
 $F=?$ | **Լուծում:** Հարկավոր է նկատի ունենալ, որ հեղուկի հիդրոստատիկ ճնշումն անոթի պատերին աճում է խորանալույն գուզընթաց՝ $p = \rho gh$: Ազատ մակերևույթին ($h = 0$) այդ ճնշումը զրո է, իսկ հատակին ($h = H$) այն ամենամեծն է՝ $p_H = \rho gH$: Պատերին հեղուկի ատեղծած միջին հիդրոստատիկ ճնշումը հավասար է p_0 և p_H ճնշումների թվաբանական միջինին՝

$$p_{\text{միջ}} = \frac{p_0 + p_H}{2} = \frac{1}{2} \rho gH:$$

Պատերին հեղուկի գործադրած F ճնշման ուժը գտնելու համար հարկավոր է միջին ճնշումը բազմապատկել պատերի ընդհանուր մակերեսով: Հետևաբար՝

$$F = p_{\text{միջ}} S = \frac{1}{2} \rho gHS:$$

$$\text{Պատասխան՝ } F = \frac{1}{2} \rho gHS:$$

2. Ջրաբաշխական մամլիչի փոքր մխոցի մակերեսը 5 սմ^2 է, իսկ այդ մխոցին ազդող ճնշման ուժը՝ 500 Ն : Մեծ մխոցի մակերեսը 600 սմ^2 է: Ինչպիսի՞ն է մեծ մխոցի վրա ազդող ճնշման ուժը: Որքա՞ն է յուրաքանչյուր մխոցին գործադրված ճնշումը: Ուժի մեջ ի՞նչ շահում է տալիս ջրաբաշխական մամլիչը:

$S_1 = 5 \text{ սմ}^2$
 $S_2 = 600 \text{ սմ}^2$
 $F_1 = 500 \text{ Ն}$
 $F_2, p_1, p_2, = ?$
 $F_2/F_1 = ?$

Լուծում: Համաձայն ջրաբաշխական մամլիչի օրենքի՝ $F_2/F_1 = S_2/S_1$, որտեղից՝ $F_2 = F_1 \frac{S_2}{S_1}$, $F_2 = 500 \cdot \frac{600}{5} = 60000 \text{ Ն} = 60 \text{ կՆ}$: Յուրաքանչյուր մխոցի վրա ճնշումը հաշվարկելու համար անհրաժեշտ է մխոցների մակերեսներն արտահայտել մ^2 միավորով՝ $5 \text{ սմ}^2 = 5 \cdot (10^{-2} \text{ մ})^2 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ մ}^2$, $600 \text{ սմ}^2 = 600 \cdot (10^{-2} \text{ մ})^2 = 600 \cdot 10^{-4} \text{ մ}^2 = 0,06 \text{ մ}^2$: Հետևաբար՝

$$p_1 = \frac{F_1}{S_1} = \frac{500}{5 \cdot 10^{-4}} \text{ Պա} = 100 \cdot 10^4 \text{ Պա} = 10^6 \text{ Պա} = 1 \text{ ՄՊա},$$

$$p_2 = \frac{F_2}{S_2} = \frac{60000}{0,06} \text{ Պա} = 10^6 \text{ Պա} = 1 \text{ ՄՊա}:$$

Այսպիսով՝ համոզվում ենք, որ $p_1 = p_2$: Ուժի մեջ շահումը՝ $\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1} = \frac{600 \text{ սմ}^2}{5 \text{ սմ}^2} = 120$:

Պատասխան՝ 60 կՆ , 1 ՄՊա , 120 :

2. 64 կգ զանգվածով մարդը կանգնած է ջրաբաշխական մամլիչի քառակուսան մեծ մխոցին, որի կողմը 8 սմ է: Ի՞նչ բարձրություն պետք է ունենա ջուրը փոքր մխոցով անոթում, որ հավասարակշռի մարդուն:

$m_2 = 64 \text{ կգ}$
 $a = 8 \text{ սմ}$
 $h = ?$

Լուծում: Մարդուն հավասարակշռելու համար փոքր մխոցով անոթում ջրի սյունը պետք է ունենա այնպիսի h բարձրություն, որ այդ սյան p_1 ճնշումը հավասար լինի մարդու կշռով պայմանավորված p_2 ճնշմանը (մխոցների զանգվածները հաշվի չենք առնում), այսինքն՝ $p_1 = p_2$: Ուրեմն՝ $\rho gh = \frac{mg}{S_2}$, որտեղից՝ $h = \frac{m}{\rho S_2}$: Տեղադրելով $m = 64 \text{ կգ}$, $\rho = 1000 \text{ կգ/մ}^3$, $S_2 = 8 \cdot 8 \text{ սմ}^2 = 64 \text{ սմ}^2$, ստանում ենք՝ $h = 10 \text{ մ}$:

Պատասխան՝ 10 մ :

§ 52

ՄՅՆՈՒՈՐՏԱՅԻՆ ՃՆՇՈՒՄ

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 ազդեցություն, 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:

Այն գազերի մեխանիկական խառնուրդ է, որի հիմնական բաղադրամասերն են ազոտը (78 %) և թթվածինը (21 %): Արեգակի ճառագայթման ազդեցությամբ մթնոլորտը տաքանում է, նրա 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 Արեգակը չջերմացներ մթնոլորտը, 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:

Մեզ շրջապատող օդն անտեսանելի է, ուստի դրա ազդեցությունները հաճախ պարզապես չենք նկատում: Սակայն մթնոլորտի բոլոր մարմինները կրում են օդի ազդեցությունը: Ի՞նչ բնույթի է այդ ազդեցությունը, և ո՞րն է դրա պատճառը: Այս հարցերին պատասխանելու համար կատարենք փորձեր:

Եթե բաժակը բերանքսիվայր իջեցնենք ջրով լի անոթի մեջ, ապա կտեսնենք, որ բաժակի մեջ ջուր գրեթե չի լցվում (նկ. 122): Սակայն եթե բաժակը ջրում շրջենք, նրանից մեծ պղպջակ դուրս կգա, և բաժակը կլցվի ջրով: Այս փորձից հետևում է, որ օդը որոշակի ծավալ է զբաղեցնում:

Օդը ձգվում է Երկրի կողմից, հետևաբար այն ունի զանգված և կշիռ, ինչում կարող ենք համոզվել՝ կշռելով սկզբում օդով լցված, իսկ հետո պոմպով օդից ազատված ապակե անոթը: Կշեռքի ցուցանույթների տարբերությունն էլ ցույց կտա անոթում եղած օդի զանգվածը: Իմանալով անոթի ծավալը՝ կարող ենք որոշել օդի խտությունը: 0°C ջերմաստիճանում այն 1,29 կգ/մ³ է: Օդը, ձգվելով Երկրի կողմից, ճնշում է գործադրում շրջապատի մարմինների վրա:

Մթնոլորտի կողմից Երկրի մակերևույթի և մթնոլորտում գտնվող բոլոր մարմինների վրա գործադրված ճնշումն անվանում են մթնոլորտային ճնշում:

Դիտարկենք մթնոլորտային ճնշման գոյությունն ապացուցող մի քանի փորձ:



Նկ. 122
Բաժակի մեջ ջուր չի լցվում



Նկ. 123

Թղթով փակված բաժակից ջուրը չի փակվում

Ջրով լցված բաժակը ծածկենք թղթով և ձեռքով պահելով թուղթը՝ բաժակը շրջենք (նկ. 123): Եթե ձեռքը հեռացնենք, ապա ջուրը բաժակից չի թափվի: Ինչու՞ է թուղթը մնում կպած բաժակին, չէ՞ որ նրա ազդում է բաժակում եղած ջուրն իր կշռով, ինչպես նաև Երկրի ձգողության ուժը: Ուրեմն թղթի վրա ազդում է նաև դեպի վեր ուղղված ուժ, որը գերազանցում է նշված ուժերի ազդեցությունը և խոչընդոտում է բաժակից թղթի պոկվելուն: Այն թղթի վրա շրջապատի օդի ազդեցության հետևանք է:

Ոչ պակաս տպավորիչ է նաև հետևյալ փորձը (նկ. 124): Մետաղաթիթեղից պատրաստված ամուր տուփի մեջ որոշ քանակությամբ ջուր լցնենք, այն դնենք ջեռուսիչի վրա և տաքացնենք մինչև գոլորշի դուրս գալը (նկ. 124. ա): Այնուհետև տուփն ամուր փակենք և ջեռուսիչը հեռացնենք (նկ. 124. բ): Որոշ ժամանակ անց կտեսնենք, որ ամուր մետաղատուփը... ճզմվում է (նկ. 124. գ): Ի՞նչ կատարվեց:

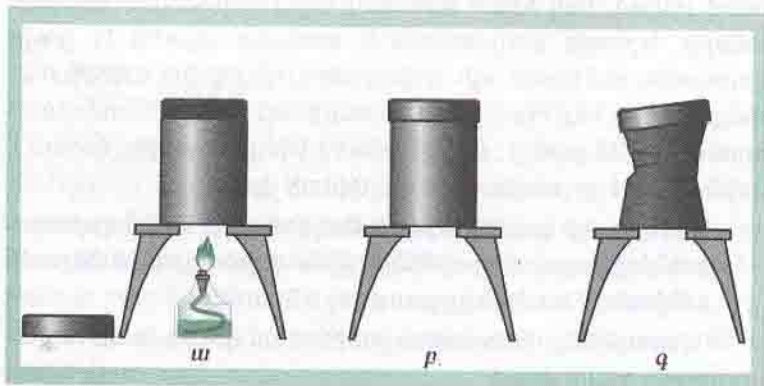
Բանն այն է, որ տաքացնելիս ջրային գոլորշու հետ տուփից նաև օդ է դուրս գալիս: Ամուր փակված տուփում մնացած օդի քանակը չի փոխվում: Ջեռուսիչը հեռացնելուց հետո տուփի պարունակությունը գոլանում է, ջրային գոլորշին վերածվում է ջրի: Տուփում մնացած օդի և գոլորշիների ազդեցությունը պատերին թուլանում է, ուստի մթնոլորտի ազդեցությամբ տուփը սեղմվում է և ճզմվում:

Այսպիսով՝ դիտարկված, ինչպես նաև բազմաթիվ այլ փորձեր հաստատում են մթնոլորտային ճնշման գոյությունը և նրա զգալի ազդեցությունները մթնոլորտում գտնվող բոլոր մարմինների վրա:

Մթնոլորտային ճնշումն ազդում է նաև մարդկանց և կենդանիների վրա: Այդ ճնշումը սովորաբար չենք զգում, քանի

Նկ. 124

Մթնոլորտային ճնշման ուժերը ճզմում են ամուր մետաղատուփը



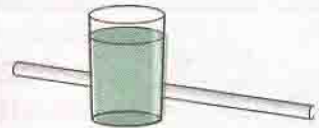
որ մեր օրգանիզմում արյունը և այլ հեղուկներ, ինչպես նաև գազերը սեղմված են նույն ճնշմամբ:

Նման երևույթ դիտվում է նաև ձկների մեջ, որոնք ապրում են օվկիանոսի խորքերում, որտեղ ճնշումը հասնում է շատ մեծ արժեքների: Դրանց հյուսվածքները պարունակում են հեղուկներ և գազեր, որոնք սեղմված են և գործադրում են արտաքին ճնշմանը հավասար ճնշում: Ջրից հանված առաջիկա խորաբնակ ձկաններին օրգանները պատառոտված են լինում, քանի որ ջրի վերին շերտերում ճնշումը զգալի փոքր է, և ներքին մեծ ճնշումը բերում է նշված հետևանքներին:

Առօրյա կյանքում մթնոլորտային ճնշման դրսևորումներից մեկն էլ խմելու գործողությունն է: 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:

Շարժեր և առաջադրանքներ

1. Ինչպե՞ս կարելի է ապացուցել մեր շրջապատում օդի առկայությունը:
2. Ի՞նչ է մթնոլորտը:
3. Ի՞նչ գազերից է հիմնականում բաղկացած մթնոլորտը:
4. Ինչու՞ մթնոլորտի մասնիկները չեն հեռանում Երկրից դեպի տիեզերք:
5. Ինչու՞ մթնոլորտի մասնիկները չեն կուտակվում Երկրի մակերևույթին:
6. Ինչու՞ է օդը ճնշում գործադրում մարմինների վրա:
7. Ի՞նչն են անվանում մթնոլորտային ճնշում:
8. Բացատրեք ձողիկով հյութ խմելու երևույթը:
9. Ինչպե՞ս կարելի է բաժակից ջուր վերցնել ապակե խողովակով:
10. Ինչու՞ առօրյա կյանքում չենք զգում մթնոլորտային ճնշման ազդեցությունը:
11. Ի՞նչ կկատարվի, եթե վառվող մոմը փակենք բաժակով: Բացատրեք:
12. Բաժակն իջեցրեք ջրի մեջ, այնուհետև շրջեք այն հատակով դեպի վեր և ջրից դուրս հանեք այնքան, որ բաժակի պռունկը մնա ջրում: Բացատրեք դիտվող երևույթը:



Շետաքրքիր է իմանալ

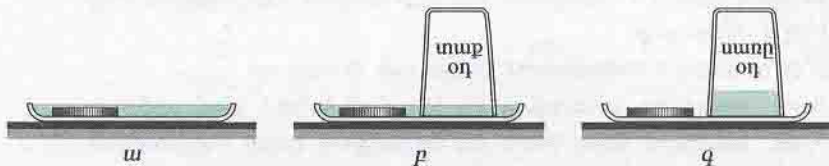
Կատարեք հետևյալ ուսանելի և տպավորիչ փորձը:

Մեծ, հարթ հատակով ափսեի մեջ դրեք մետաղադրամ և ջուր լցրեք այնքան, որ մետաղադրամը ծածկվի ջրով: Առաջարկեք ձեր ընկերոջը վերցնել մետաղադրամը՝ առանց քրջելու մատները (նկ. ա):

Առաջին հայացքից անլուծելի թվացող այս խնդիրը կարելի է հեշտությամբ լուծել բաժակի և քոթի կտորի օգնությամբ: Վառեք քուղթը, մտցրեք բաժակի մեջ և այն, արագ շրջելով, դրեք ափսեի մեջ այնպես, որ մետաղադրամը մնա դրսում (նկ. բ): Կտեսնեք, որ քուղթը 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 կարելի է վերցնել առանց քրջելու մատները:

Ինչու՞ ջուրը լցվեց բաժակի մեջ: Դրանում «մեղավոր» է մթնոլորտային ճնշումը: Իրոք, վառվող քուղթը տաքացնում է բաժակի օդը, որի մի մասը, ընդարձակվելով, դուրս է գալիս բաժակից: Թուղթն այրվելուց հետո բաժակի օդը սառչում է, բաժակում ճնշումը փոքրանում է, և մթնոլորտային ճնշման ազդեցությամբ ափսեի ջուրը լցվում է բաժակի մեջ:

Փորձը կարելի է կատարել՝ քոթի փոխարեն օգտագործելով սպիրտով քրջած բամբակ կամ վառվու: Չու մի քանի հատիկ:



§53

ՄԹՆՈԼՈՐՏԱՅԻՆ ՃՆՃՄԱՆ ՉԱՓՈՒՄԸ: ՏՈՐԻՉԵԼԻ ՓՈՐՁԸ

Փորձերի օգնությամբ կարելի է ապացույցել ոչ միայն մթնոլորտային ճնշման գոյությունը, այլ նաև չափել այն:

Ջրով լի անոթի մեջ իջեցնենք մի ապակե խողովակ, որի մեջ կարող է ազատ շարժվել պատերին կիպ հավող մխույր: Մխույց իջեցնենք մինչև ջրի մակերևույթին հավելը այնպես, որ մխույցի և ջրի միջև օդ չմնա (նկ. 125. ա): Այժմ եթե մխույցը վեր քաշենք, կտեսնենք, որ ջուրը բարձրանում է մխույցի հետևից՝ չբողնելով ազատ տեղ (նկ. 126. բ): Դա տեղի է ունենում այն պատճառով, որ մխույցի ազատած ծավալը մթնոլորտային ճնշման հետևանքով իսկույն լցվում է ջրով: Այս փաստը դեռ

Արիստոտելի ժամանակներից ընդունված էր «բացատրել»՝ ասելով, որ «բնությունը վախենում է դատարկությունից», որը կառաջանար, եթե ջուրը չլցներ մխուցի ազատած ծավալը:

Դեռ հնուց ջրհորներ փորող վարպետներին և հանքափորներին հայտնի էր, որ մխուցավոր խողովակով ջուրը կարելի է բարձրացնել մինչև 10,3 մ, որից հետո ջուրն այլևս չի լցնում մխուցի ազատած ծավալը: Ջրի մակերևույթի և մխուցի միջև առաջանում է անօդ տարածություն: Այսինքն՝ 10,3 մ բարձրությունից հետո բնությունը դադարում է «վախենալ» դատարկությունից (նկ. 125. գ):

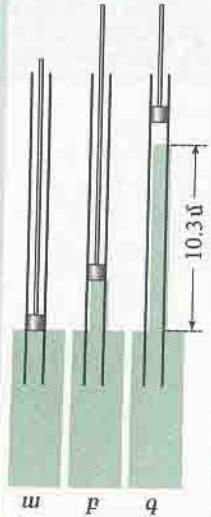
Վերջնականապես պարզելու համար, թե ի՞նչն է ջրի բարձրանալու պատճառը՝ օդի ճնշումը, թե՞ բնության «վախը» դատարկությունից, կատարենք որոշիչ փորձ:

Խցանով կիպ փակվող անոթը լցնենք ջրով այնպես, որ ջրի և խցանի միջև օդ չմնա: Խցանի վրա արված անցքի մեջ մուցենք բարակ խողովակ և փորձենք անոթից դուրս քաշել ջուրը (նկ. 126. ա): Կհամոզվենք, որ ջուրը չի բարձրանում խողովակով: Այժմ խցանի վրա ևս մեկ անցք բացենք, որպեսզի օդը հասնի ջրի մակերևույթին (նկ. 126. բ): Այս դեպքում ջուրը հեշտությամբ կբարձրա է խողովակով: Այսինքն՝ ջրի բարձրանալը հետևանք է օդի կողմից ջրի մակերևույթին գործադրած ճնշման:

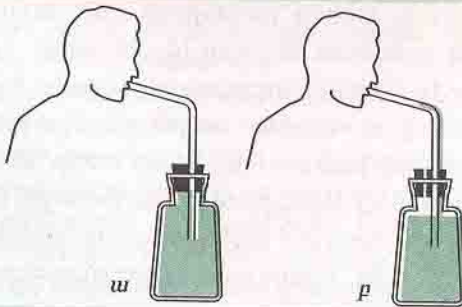
Մթնոլորտային ճնշման գոյությունը համոզիչ ապացույց է և այդ ճնշումն առաջին անգամ չափել է Էվանջելիստա Տորիչելլին 1642 թ.: Նա վերցրել է մոտ 1 մ երկարությամբ և մի ծայրը փակ ապակե խողովակ և լիքը լցրել սնդիկով: Մատով փակելով խողովակի բաց ծայրը՝ այն շրջել է, իջեցրել սնդիկով լցված անոթի մեջ և մատը հեռացրել (նկ. 127): Նա տեսել է, որ խողովակում սնդիկի մակարդակն իջնում է, սնդիկի մի մասը խողովակից լցվում է անոթի մեջ, և խողովակում



Էվանջելիստա
Տորիչելի
1608-1647



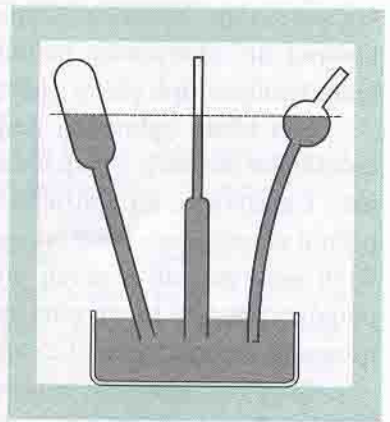
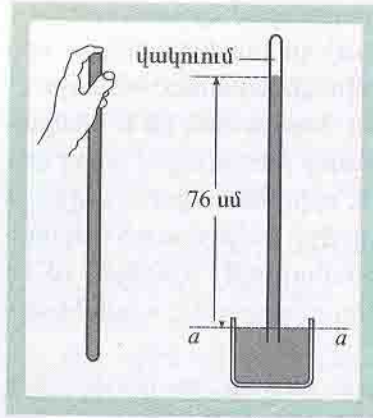
Նկ. 125
Ջուրը մխուցի
հետևից
բարձրանում է
մինչև մոտ 10,3 մ



Նկ. 126
Ջուրը խողովակով
բարձրանում է
մթնոլորտային
ճնշման
ազդեցությամբ

Նկ. 127

խողովակում սնդիկի մակարդակն իջնում է, և սնդիկի սյան բարձրությունը հավասարվում է 76 սմ-ի

**Նկ. 128**

խողովակում և անոթում սնդիկի մակարդակների տարբերությունը կախված չէ ո՛չ խողովակի բարձրությունից, ո՛չ էլ խողովակի ձևից

սնդիկից վեր առաջանում է դատարկ տարածություն՝ վակուում կամ, այսպես կոչված, «տորիչելյան դատարկություն»: Սնդիկի սյան բարձրությունը խողովակում 76 սմ էր: Տորիչելին պարզեց նաև, որ խողովակում և անոթում սնդիկի մակարդակների տարբերությունը կախված չէ խողովակի թեքությունից, տրամագծից և խողովակի ձևից (նկ. 128):

Տորիչելիի փորձը բացատրվում է հետևյալ կերպ: Մթնոլորտը ճնշում է գործադրում անոթի մեջ եղած սնդիկի մակերևույթին: Համաձայն Պասկալի օրենքի՝ այն հաղորդվում է հեղուկում բոլոր ուղղություններով՝ առանց փոփոխության: Հավասարակշռության վիճակում ճնշումը խողովակում, *aa* մակարդակում (նկ. 127) հավասար է մթնոլորտային ճնշմանը: Մակայն խողովակում *aa* մակարդակում ճնշումը ստեղծվում է նրանից վեր գտնվող սնդիկի սյան կշռով (սնդիկի սյան վրա օդ չկա): Հետևաբար սնդիկի սյան ստեղծած ճնշումը հավասար է մթնոլորտային ճնշմանը: Այսպիսով՝ չափելով սնդիկի սյան բարձրությունը խողովակում՝ կարելի է որոշել մթնոլորտային ճնշումը:

Եթե մթնոլորտային ճնշումը մեծանա, ապա անոթից սնդիկի մի մասը կմտնի խողովակի մեջ, այնքան, մինչև սնդիկի սյան ստեղծած ճնշումը հավասարվի մթնոլորտային ճնշմանը: Իսկ եթե մթնոլորտային ճնշումը նվազի, ապա այն այլևս չի կարող «պահել» տվյալ բարձրությամբ սյունը, և սնդիկի մի մասը խողովակից կլցվի անոթ՝ փոքրացնելով սյան բարձրությունը: Այսպիսով՝ մթնոլորտային ճնշումը կարելի է չափել սնդիկի սյան բարձրությամբ՝ սնդիկի սյան միլիմետրերով (մմ սնդ. սյան) կամ սանտիմետրերով (սմ սնդ. սյան):

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, $\rho = 13600 \text{ կգ/մ}^3$, 1 մմ բարձրությամբ սնդիկի սյան ստեղծած ճնշումը՝

$$1 \text{ մմ սնդ. սյան} = 13600 \frac{\text{կգ}}{\text{մ}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{Ն}}{\text{կգ}} \cdot 0,001 \text{ մ} \approx 133,3 \text{ Պա:}$$

Համաշխարհային օվկիանոսի մակարդակի վրա, որին համապատասխանում է $h = 0$ բացարձակ բարձրություն, 0°C ջերմաստիճանում մթնոլորտի ճնշումն անվանում են **նորմալ մթնոլորտային ճնշում**: Այն հավասար է 760 մմ սնդ. սյան, որը հավասար է $760 \cdot 133,3 \text{ Պա} = 101325 \text{ Պա}$:

Այժմ կարող ենք բացատրել, թե ինչու՞ մխոցով խողովակում ջուրը չի կարող բարձրանալ 10,3 մետրից վեր (նկ. 125. գ): Քանի որ սնդիկի խտությունը 13,6 անգամ մեծ է ջրի խտությունից, ապա նորմալ մթնոլորտային ճնշման դեպքում ջրի սյան բարձրությունը 13,6 անգամ մեծ կլինի սնդիկի սյան բարձրությունից, այսինքն՝ կլինի $13,6 \cdot 760 \text{ մմ} = 10,33 \text{ մ}$: Եթե փորձենք ջուրը բարձրացնել 10,3 մետրից ավելի, ապա մխոցը կշարժվի վեր, իսկ ջուրը չի հետևի նրան, և մխոցի ու ջրի միջև կառաջանա դատարկություն (իրականում մխոցի և ջրի միջև կհավաքվի ջրի գոլորշի):

Հետևելով սնդիկի սյան բարձրությանը՝ Տորիչելլին հայտնաբերեց, որ տվյալ վայրում օրվա ընթացքում այն փոփոխվում է՝ կարող է մեծանալ կամ փոքրանալ, և որ կապ կա մթնոլորտային ճնշման փոփոխության և եղանակի միջև:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ինչու՞ է ջուրը խողովակում բարձրանում մխոցի հետևից (նկ. 125):
2. Ինչպե՞ս էին բացատրում խողովակով ջրի բարձրանալը մխոցի հետևից մինչև Տորիչելլիի փորձերը:
3. Ինչու՞ Տորիչելլիի փորձում սնդիկն ապակե խողովակից մասամբ էր թափվում:
4. Ինչպե՞ս կփոխվի սնդիկի սյան բարձրությունն ապակե խողովակում, եթե մթնոլորտային ճնշումը մեծանա: Բացատրել:
5. Ինչպե՞ս կփոխվի սնդիկի սյան բարձրությունն ապակե խողովակում, եթե մթնոլորտային ճնշումը փոքրանա: Բացատրել:
6. Ի՞նչ կապ կա «սնդիկի սյան 1 մմ» միավորի և պասկալի միջև:
7. Մթնոլորտային ճնշման ուժն ազդում է անոթում սնդիկի ազատ մակերևույթին՝ վերից վար ուղղությամբ: Այդ դեպքում ինչու՞ է սնդիկը խողովակում վեր բարձրանում:
8. Ի՞նչ է նշանակում «մթնոլորտային ճնշումը հավասար է 660 մմ սնդ. սյան» գրառումը:
9. Կփոխվի՞ արդյոք սնդիկի սյան երկարությունը խողովակում, եթե այն թեքենք:

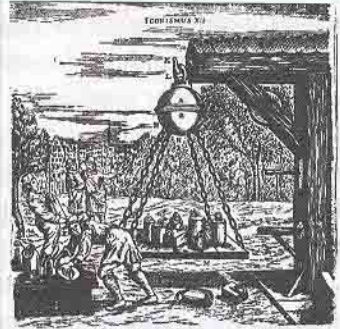
10. Որքա՞ն է նորմալ մթնոլորտային ճնշումը պասկալներով:
11. Որտե՞ղ է ավելի հեշտ խմել հյուսքը ձողիկով՝ խոր հանքահորում, թե՞ բարձր սարի գագաթին:
12. Ինչպե՞ս կփոխվեն հեղուկի մակարդակները հազորդակից անոթներում, եթե մի ծնկի վրա օդի ճնշումը փոխվի:
13. Բացատրեք Տորիչելլի փորձը:

Շեղանկեր է իմանալ

Մթնոլորտային ճնշման գոյությունն ապացույցող փորձեր է կատարել նաև գերմանացի ֆիզիկոս Օտտո ֆոն Գերիկեն իր հայտնագործած և կատարելագործած օդահան պոմպով: 1654 թ., երբ Մագդեբուրգ քաղաքի քաղաքագլուխն էր, նա բազմաթիվ ականատեսների ներկայությամբ ցուցադրել է մթնոլորտային ճնշման գոյությունը նշանավոր մագդեբուրգյան կիսագնդերով: Գերիկեն իր պատրաստած օդահան պոմպով օդը հանեց իրար կիպ կպած, բայց միմյանց չամրացված կիսագնդերից: Մթնոլորտային ճնշումը կիսագնդերն այնքան ուժեղ էր սեղմել, որ դրանք միմյանցից բաժանել չէին կարող անգամ հակառակ ուղղությամբ ձգող 4-ակնան գույգ ձիերը:

Նկարում պատկերված է Գերիկեի՝ մագդեբուրգյան կիսագնդերով կատարված մեկ այլ փորձ: A և B կիսագնդերից օդը հանելուց հետո դրանք իրարից հնարավոր չէ բաժանել անգամ ծանր բեռների ազդեցությամբ: (Նկարը Օ.Գերիկեի «Նոր մագդեբուրգյան փորձեր» գրքից է, որը լույս է տեսել 1672 թ.):

Գերիկեն է պատրաստել առաջին ջրային ծանրաչափը և դրա օգնությամբ կանխատեսել եղանակը, հայտնագործել է օդային ջերմաչափը, ճնշաչափը և այլ սարքեր: Նա հայտնագործություններ է կատարել ֆիզիկայի տարբեր բնագավառներում:

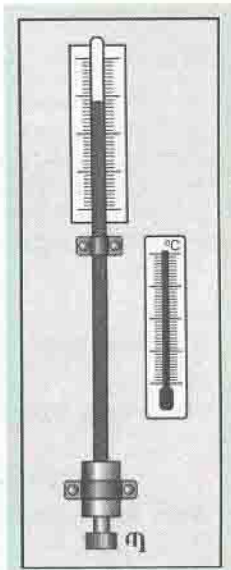


§54

ԾԱՆՐԱԶԱՓ: ԱՆՆԵՂՈՒԿ ԾԱՆՐԱԶԱՓ ՄՆՈՑԱՎՈՐ ՆԵՂՈՒԿ ՊՈՍՊ

Տորիչելլի փորձում տվյալ վայրում մթնոլորտային ճնշմանը համապատասխանում էր սնդիկի ուղղաձիգ սյան որոշակի բարձրություն, որը ճնշման փոփոխման հետ փոփոխվում էր: Ուրեմն եթե չափենք սնդիկի սյան բարձրությունը խողովակում, ապա որոշած կլինենք մթնոլորտային ճնշումը: Դրա համար բավական է ապակե խողովակին ամրացնել մի սանդղակ՝ քանոն, որով չափվում է սնդիկի սյան երկարությունը խողովակում: Նկատի ունենալով սնդի-

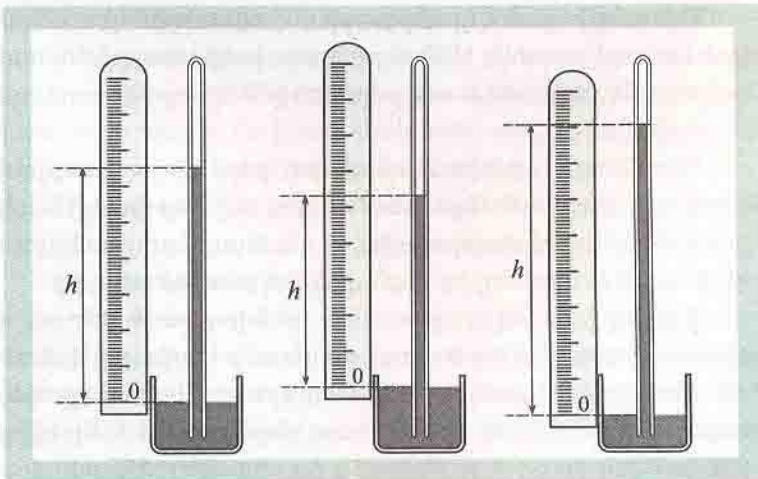
կի սյան բարձրության և ճնշման միջև կապը՝ $p = \rho_{\text{սնդ}}gh$ բանաձևը, սանդղակը կարելի է աստիճանավորել ճնշման «սնդիկի սյան մմ» միավորով (նկ. 129): Ստացված սարքը, որի միջոցով կարող ենք չափել մթնոլորտային ճնշումը, կոչվում է **ծանրաչափ** կամ բարոմետր (հունարեն «բարոս»՝ ծանրություն և «մետրետո»՝ չափում են բառերից): Չափումների ճշտությունն ապահովելու համար պետք է նկատի ունենալ, որ սանդղակի «զրո» նիշը պետք է համընկնի անոթում սնդիկի մակերևույթի մակարդակին (նկ. 130): Անհրաժեշտ է նաև ծանրաչափի ցուցմունքներում մտցնել ուղղում՝ կախված ջերմաստիճանից, եթե այն 0°C չէ, քանի որ սնդիկի սյան բարձրությունը ջերմաստիճանից կախված փոփոխվում է (նկ. 129-ում ծանրաչափին կցված է ջերմաչափ, իսկ սանդղակի զրոն համընկեցվում է անոթում սնդիկի մակարդակին Պ պտուտակի միջոցով):



Նկ. 129
Սնդիկային
ծանրաչափ

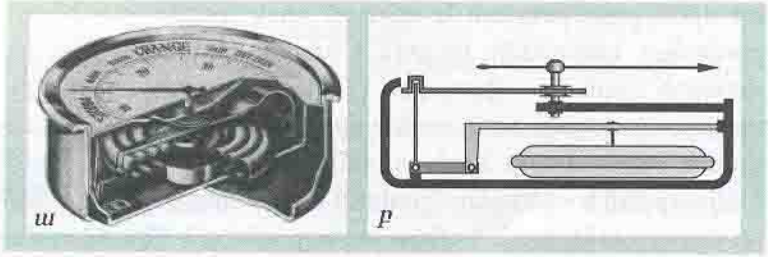
Սնդիկային ծանրաչափը շատ ճշգրիտ սարք է, սակայն դրա օգտագործումը կապված է որոշակի անհարմարությունների հետ. այն բավական մեծ է, խողովակը պետք է միշտ պահել ուղղաձիգ դիրքում, այն հարմար չէ տեղափոխելու համար:

Գործնականում ավելի հաճախ օգտագործում են **անհեղուկ ծանրաչափ** (բարոմետր-աներոիդ) կոչվող սարքը, որը հեղուկ (մասնավորապես՝ սնդիկ) չի պարունակում (հունարեն «աներոիդ»՝ անհեղուկ բառից): Անհեղուկ ծանրաչափի արտաքին տեսքը պատկերված է նկ. 131.ա-ում: Սարքի հիմնական մասը մետաղե առածգական Տուփիկն է, որից օդը



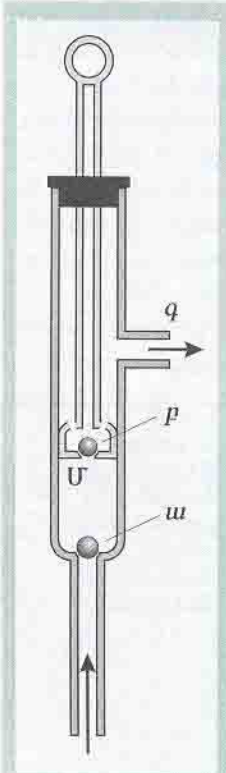
Նկ. 130
Սանդղակի
0 նիշը պետք է
համընկեցնել
քայ անոթում
սնդիկի
մակերևույթի
մակարդակին

Նկ. 131
Անհեղուկ
ծանրաչափ
ա. արտաքին տեսքը
և կտրվածքը,
բ. կառուցվածքը
(հիմնական մասերը)



հանված է (նկ. 131. բ): Մթնոլորտային ճնշման տակ, որպեսզի առաձգական տուփիկը չճզմվի, կափարիչը պահվում է զսպանակով: Մթնոլորտային ճնշումը մեծանալիս տուփիկը սեղմվում է, իսկ փոքրանալիս՝ ուռչում: Տուփիկի կափարիչի տեղաշարժը հաղորդվում է պլաքին, որն էլ համապատասխան սանդղակի վրա ցույց է տալիս մթնոլորտային ճնշման արժեքը սնդիկի սյան միլիմետրերով կամ պասկալներով:

Մթնոլորտային ճնշման փոփոխությունը կապված է եղանակի փոփոխության հետ, ուստի դրա չափումները շատ կարևոր են եղանակի կանխագուշակման համար: Օդերևութաբանական դիտումներում օգտագործում են նաև **ժանրագիր** (բարոգրաֆ) կոչվող սարքը, որը գծում է ճնշման կախումը ժամանակից պատկերող կորն ամբողջ օրվա ընթացքում:



Նկ. 132
Մխուցավոր
հեղուկային պոմպ

Նկ. 126-ում պատկերված մխուցավոր խողովակը մխուցավոր հեղուկային պոմպի պարզեցված տարատեսակ է, որի օգնությամբ ջուրը կարելի է բարձրացնել մոտ 10 մ: Ներկայումս օգտագործվող մխուցավոր հեղուկային պոմպի սխեման պատկերված է նկ. 132-ում:

Այն բաղկացած է գլանից, որի մեջ պատերին կիպ սեղմված կարող է շարժվել Մ մխուցը: Խողովակի ստորին մասում և մխուցի մեջ դրված են *w* և *p* կափույրները, որոնք բացվում են դեպի վեր:

Երբ մխուցը շարժվում է դեպի վեր, *p* կափույրը փակվում է, իսկ *w*-ն՝ բացվում: Դրա հետևանքով ճնշումը մխուցի տակ փոքրանում է, և մթնոլորտային ճնշման ազդեցությամբ ջուրը լցնում է *w* կափույրի վերև գտնվող տարածությունը:

Մխուցն իջեցնելիս նրա տակ գտնվող ջուրը ճնշում և փակում է *w* կափույրը և ջուրը, բացելով *p* կափույրը, լցնում է Մ մխուցի վերև գտնվող տարածությունը: Հետագա բարձրացմանը զուգընթաց մխուցի հետ բարձրանում է նրանից վեր գտնվող ջուրը և թափվում *q* խողովակից: Միաժամանակ

նակ բարձրացող Մ մխոցի հետևից ջրի նոր քանակ է մտնում գլանի մեջ, որը մխոցն իջնելիս հայտնվում է մխոցից վեր և ամեն ինչ կրկնվում է:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ի՞նչ կառուցվածք ունի սնդիկային ծանրաչափը:
2. Ի՞նչ կառուցվածք ունի անհեղուկ ծանրաչափը:
3. Ինչպե՞ս է աստիճանավորված անհեղուկ ծանրաչափը:
4. Ինչու՞ չի կարելի անհեղուկ ծանրաչափի տուփիկը պատրաստել հաստ պատերով, ամուր մետաղից:
5. Ինչու՞ է շրջապատի ջերմաստիճանն ազդում սնդիկային ծանրաչափի ցուցմունքների վրա:
6. Ձեզ հայտնի ուրիշ ի՞նչ սարքով կարելի է չափել մթնոլորտային ճնշումը:
7. Որքա՞ն կլինի մխոցավոր հեղուկային պոմպում սնդիկի սյան առավելագույն բարձրությունը նորմալ մթնոլորտային ճնշման դեպքում:
8. Նկարագրեք մխոցավոր հեղուկային պոմպի կառուցվածքը:
9. Նկարագրեք մխոցավոր հեղուկային պոմպի աշխատանքը:

ՄՅՆՈՒՈՐՏԱՅԻՆ ՃՆՃՄԱՆ ԿԱՆՈՒՄԸ ԲԱՐՉՐՈՒԹՅՈՒՆՆԻՑ

§55

Մթնոլորտային ճնշման ուսումնասիրությանը զբաղվել է նաև Բլեզ Պասկալը: Նա, համեմատելով սարի ստորոտում և գագաթին ծանրաչափի ցույմունքները, պարզել է, որ վեր բարձրանալիս մթնոլորտային ճնշումը նվազում է: Նշանակում է՝ մթնոլորտային ճնշման արժեքը տվյալ վայրում կախված է այդ վայրի բարձրությունից: Օրինակ՝ Երևանի Հանրապետության հրապարակում, որի բարձրությունը ծովի մակերևույթից մոտ 950 մ է, մթնոլորտային ճնշումը հավասար է սնդիկի սյան 665 մմ-ի, իսկ Արարատի գագաթին, որի բարձրությունը 5165 մ է, այն հավասար է սնդիկի սյան 400 մմ-ի:

Այժմ պարզենք, թե ինչն՞ով է պայմանավորված մթնոլորտային ճնշման կախումը տվյալ վայրի բարձրությունից:

Ինչպես գիտենք Երկիրը ձգում է մթնոլորտի բաղադրության մեջ մտնող գազերը: Մթնոլորտի վերին շերտերը սեղմում են իրենցից ներքև գտնվող շերտերը, ուստի ստորին շերտերն ավելի խիտ են, քան վերին շերտերը: Երկրի մակերևույթից հեռանալիս մթնոլորտն ավելի ու ավելի է նոսրանում և աստիճանաբար անցնում է տիեզերական տարածության:

Երկրի մակերևույթին մթնոլորտային ճնշումն ամենամեծն է, քանի որ այն ստեղծվում է մթնոլորտային օդի ամբողջ շերտի ազդեցությամբ: Երկրի մակերևույթի վեր բարձրանալիս օդային շերտի հաստությունը նվազում է, և նրա գործադրած ճնշումը փոքրանում է:

Մեզ արդեն հայտնի է, որ ճնշումը հեղուկում նույնպես կախված է տվյալ մակարդակի վեր գտնվող հեղուկի սյան շերտի հաստությունից. որքան հաստ է շերտը, այնքան մեծ է հեղուկի գործադրած ճնշումը: Այն, համաձայն հիդրոստատիկ ճնշման բանաձևի, ուղիղ համեմատական է ընկղման խորությանը և առավելագույնն է անոթի հատակին:

Սակայն, ի տարբերություն հեղուկի, մթնոլորտում վեր բարձրանալիս, օդի շերտի հաստության նվազմանը զուգընթաց փոքրանում է նաև օդի խտությունը, ուստի մթնոլորտային ճնշումը նվազում է ավելի արագ, քան հեղուկում: Նշենք նաև, որ մթնոլորտային ճնշման հաշվարկման համար չենք կարող օգտվել հիդրոստատիկ ճնշման բանաձևից, քանի որ բարձրությունից կախված փոփոխվում է նաև օդի խտությունը:

Ինչպես ցույց են տալիս չափումները, 5,5-ից 6 կմ բարձրանալիս օդի ճնշումը և խտությունը մոտ 2 անգամ փոքրանում են Երկրի մակերևույթին ունեցած իրենց արժեքներից:

Մթնոլորտային ճնշման և խտության՝ բարձրությունից կախված արագ նվազման մյուս պատճառն էլ ջերմաստիճանի նվազումն է:

Մթնոլորտի ստորին շերտերում (մինչև մի քանի կմ) յուրաքանչյուր 11 մ բարձրանալիս ճնշումը նվազում է սնդիկի սյան 1 մ-ի չափով: Իմանալով այս կապը, կարելի է անհետույզ ծանրաչափի սանդղակն աստիճանավորել այնպես, որ այն ցույց տա վերելքի բարձրությունը: Այդ սարքը հայտնի է որպես **բարձրաչափ** (ալտիմետր՝ լատիներեն «ալտիտուս»՝ բարձր բառից): Բարձրաչափից օգտվում են ինքնաթիռների, ուղղաթիռների և օդապարիկների օդաչուները, ալպինիստները և ճանապարհորդները:

Դարցեր և առաջադրանքներ

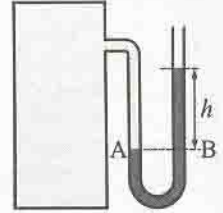
1. Ինչպե՞ս է փոփոխվում մթնոլորտային ճնշումը Երկրի մակերևույթից վեր բարձրանալիս:
2. Ինչու՞ է մթնոլորտային ճնշման արժեքը կախված տվյալ վայրի բարձրությունից:
3. Ի՞նչ նմանություն կա հեղուկի սյան և մթնոլորտային օդի սյան ստեղծած ճնշումների միջև:
4. Մթնոլորտային ճնշումը կարելի՞ է հաշվել հիդրոստատիկ ճնշման բանաձևով: Ինչու՞:
5. Ի՞նչ սարք է բարձրաչափը: Ինչպե՞ս է աստիճանավորված դրա սանդղակը:

Խնդրի լուծման օրինակներ

1. Որոշեք զազի ձնշումը բալոնում նորմալ արտաքին ձնշման դեպքում, եթե սնդիկի մակարդակների տարբերությունը 100 մմ է:

$$\begin{aligned} p_0 &= 760 \text{ մմ սնդ. սյուն} \\ h &= 100 \text{ մմ} \\ \rho_{\text{սնդ}} &= 13600 \text{ կգ/մ}^3 \\ p &= ? \end{aligned}$$

Լուծում: Նույն հորիզոնական մակարդակում A և B կետերում կետերում ճնշումն ունի նույն արժեքը՝ $p_A = p_B$, p_A -ն ճնշումն է անոթում ($p_A = p$), իսկ B կետում ճնշումը մթնոլորտային ճնշման և $h = 100$ մմ բարձրությամբ սնդիկի սյան հիդրոստատիկ ճնշման



գումարն է: Հետևաբար՝ $p = p_0 + \rho_{\text{սնդ}} g h = \rho_{\text{սնդ}} g H + \rho_{\text{սնդ}} g h = \rho_{\text{սնդ}} g (H + h)$, որտեղ $H = 760$ մմ: Տեղադրելով մեծությունների արժեքները՝ կստանանք՝

$$p = 13600 \frac{\text{կգ}}{\text{մ}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{Ն}}{\text{կգ}} \cdot 0,86 \text{ մ} = 114621 \text{ Պա:}$$

Պատասխան՝ 114621 Պա:

2. Օդի ճնշումը մագդեբուրգյան 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 760 մմ սնդ. սյուն է:

$$\begin{aligned} h &= 10 \text{ մմ} \\ H &= 760 \text{ մմ} \\ S &= 0,2 \text{ մ}^2 \\ m &= ? \end{aligned}$$

Լուծում: Յուրաքանչյուր կիսագնդի վրա ազդող ուժը հավասար է արտաքին և ներքին ճնշման ուժերի տարբերությանը, հետևաբար՝ $F = S(p_{\text{ա}} - p_{\text{ն}})$, որտեղ S-ը կիսագնդերի հատույթի մակերեսն է, $p_{\text{ա}} = \rho_{\text{սնդ}} g H$ -ն արտաքին ճնշումն է, $p_{\text{ն}} = \rho_{\text{սնդ}} g h$ -ը՝ ներքին ճնշումը: Ուժի արտահայտությունը հավասարեցնելով $F_{\delta} = mg$ ծանրության ուժին՝ անհայտ զանգվածի համար կստանանք՝



$$\begin{aligned} m &= \frac{F_{\delta}}{g} = \frac{S(p_{\text{ա}} - p_{\text{ն}})}{g} = S \rho_{\text{սնդ}} (H - h) = \\ &= 0,2 \text{ մ}^2 \cdot 13600 \frac{\text{կգ}}{\text{մ}^3} \cdot 0,75 \text{ մ} = 2040 \text{ կգ:} \end{aligned}$$

Պատասխան՝ 2040 կգ:

3. Ծանրաչափն օդապարհկում ցույց է տալիս 360 մմ սնդ. սյան ձնշում: Ինչքա՞ն է ծովի մակերևույթից օդապարհի բարձրությունը: Ընդունեք, որ յուրաքանչյուր 11 մ բարձրանալիս ձնշումը նվազում է սնդ. սյան 1 մմ-ով:

$$\begin{aligned} p_0 &= 760 \text{ մմ սնդ. սյուն} \\ h &= ? \end{aligned}$$

Լուծում: Ծովի մակերևույթին ճնշումը հավասար է նորմալ մթնոլորտային ճնշմանը՝ $p_0 = 760$ մմ սնդ. սյան: Որոնելի բարձրությունում վրա այն հավասարվել է 360 մմ սնդ. սյան՝ նվազելով սնդ. սյան 400 մմ-ով, հետևաբար՝

$$h = \frac{400 \text{ մմ}}{1 \text{ մմ}} \cdot 11 \text{ մ} = 4400 \text{ մ:}$$

Պատասխան՝ 4400 մ:

Հեղուկներն ազդում են իրենց մեջ ընկղմված մարմինների վրա: Այդ ազդեցությունն ամեն անգամ զգում ենք, երբ լողում ենք ջրում:

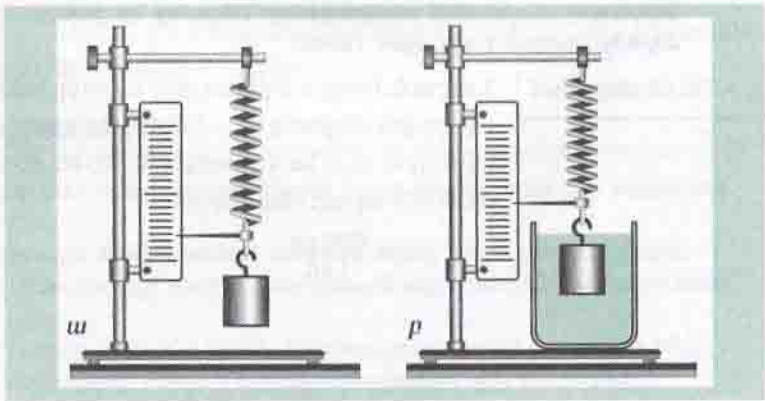
Եթե գետնից բարձրացնենք մի ծանր քար և այն աստիճանաբար ընկղմենք ջրի մեջ, կզգանք, թե ինչպես է փոքրանում մեր մկանային ուժը, որով քարը պահում է ինք տղում:

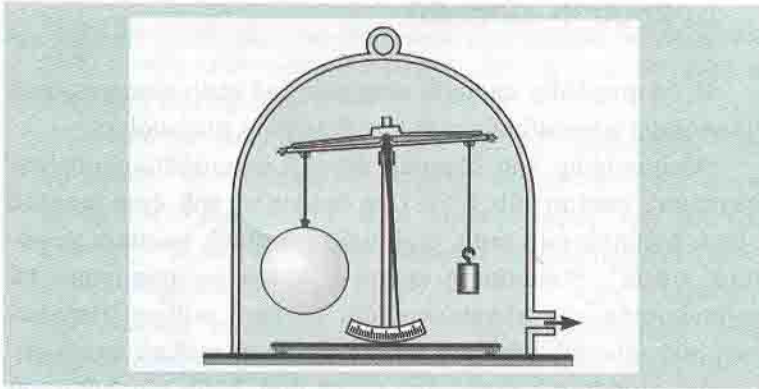
Ջրի ազդեցությունն առավել ակնառու դարձնելու համար կատարենք հետևյալ փորձը: Ամրակալանին ամրացնենք ուժաչափ, նրանից կախենք բեռ և չափենք զսպանակում առաջացած առաձգականության ուժը (նկ. 133. ա), որը հավասար է բեռի կշռին: Այժմ բեռի տակ դրված անոթը լցնենք ջրով այնքան, մինչև բեռը լրիվ խորասուզվի ջրի մեջ (նկ. 133. բ): Եթե նորից չափենք զսպանակի առաձգականության ուժը, կտեսնենք, որ այն փոքր է նախորդ արժեքից:

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 Արքիմեդի, որը մեր թվարկությանից 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 ընկղմված լինի մասամբ:

Նկ. 133
 ա. Հավասարակշռության վիճակում առաձգականության ուժը հավասար է բեռի վրա ազդող ծանրության ուժին, բ. առաձգականության ուժի արժեքը փոքրացել է





Նկ. 134
 Չանգի տակից
 օդը հանելուց հետո
a փուչիկի վրա
 արքիմեդյան ուժն
 արդեն չի ազդում,
 և կշեռքի
 հավասարակշռությունը
 խախտվում է

Արքիմեդյան ուժ ազդում է ոչ միայն հեղուկի, այլ նաև գազի մեջ ընկղմված մարմնի վրա: Գազերում այդ ուժը ոչ միշտ է գգալի, քանի որ, սովորաբար, շատ փոքր է մարմնի վրա ազդող ծանրության ուժից: Սակայն այն միշտ գոյություն ունի և կարելի է գրանցել, օրինակ, կատարելով հետևյալ փորձը:

Կշեռքի լժակի մի ծայրին կախենք *a* փուչիկը և այն հավասարակշռենք *b* կշռաքարով (նկ. 134): Այժմ կշեռքը տեղադրենք օդահան զանգի տակ և պոմպով օդը նրանից արտամղենք: Կնկատենք, որ կշեռքի հավասարակշռությունը խախտվում է. փուչիկը ներքև է իջնում: 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:

Շարժեր և առաջադրանքներ

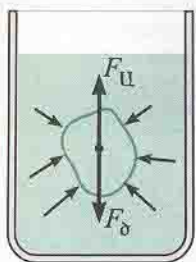
1. Ո՞ր ուժն է կոչվում արքիմեդյան ուժ:
2. Ինչպե՞ս է ուղղված արքիմեդյան ուժը:
3. Ինչու՞ շունը ջրում հեշտությամբ դուրս է քաշում խեղդվող մարդուն, սակայն հանելով ափ, չի կարողանում մարդուն տեղից շարժել:
4. Պատկերեք նկ. 132. բ-ում դիտարկվող բեռի վրա ազդող ուժերը:
5. Ինչպե՞ս կարելի է համոզվել, որ հեղուկի մեջ ընկղմված մարմնի վրա հեղուկն ազդում է դուրս մղող ուժով:
6. Նկարագրեք փորձ, որն ապացուցում է արքիմեդյան ուժի գոյությունը գազերում:



§57

Այժմ փորձենք պարզել արքիմեդյան ուժի առաջացման պատճառը և ստանանք այն հաշվարկելու բանաձևը:

Գիտարկենք ջրի ներսում մտովի առանձնացված կամայական ծավալ (նկ. 135): Այդ ծավալով ջրի վրա ազդում է նրա ծանրության ուժը, սակայն այն դեպի հատակ չի իջնում: Ինչու: Պատճառը պարզ է՝ դրան խոչընդոտում են շրջապատող ջրի հիդրոստատիկ ճնշման ուժերը: Առանձնացված տեղամասի վրա ազդող ճնշման ուժերի համագործը, որն ուղղված է ուղղահիգ դեպի վեր, հենց արքիմեդյան ուժն է: Հասկանալի է, որ եթե դիտարկվող ծավալով հեղուկի փոխարեն տեղադրենք նույն ծավալով պինդ մարմին, ապա արքիմեդյան ուժը չի փոխվի:



Նկ. 135

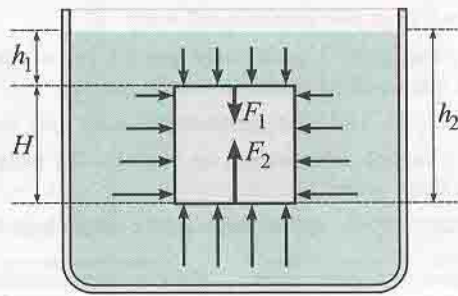
Արքիմեդյան ուժը հեղուկի կողմից մարմնի վրա ազդող ճնշման ուժերի համագործ է:

Այժմ դիտարկենք ρ_h խտությամբ հեղուկի մեջ լրիվ ընկղմված ուղղանկյունանիստի ձև ունեցող մարմին (նկ. 136), որի բարձրությունը H է, իսկ հիմքի մակերեսը՝ S : Դիցուք վերին նիստի խորությունը հեղուկի ազատ մակերևույթից h_1 է, 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 երկու իրար հանդիպակաց կողմնային նիստերին ազդող ուժերը մոդուլով հավասար են: Քանի որ դրանք իրար հակառակ 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 մակարդակում ճնշումն ավելի մեծ է, քան h_1 մակարդակում: Պետք է հաշվի առնել, որ, համաձայն Պասկալի օրենքի, h_2 բարձրությամբ

Նկ. 136

Ուղղանկյունանիստի վրա ազդող արքիմեդյան ուժի հաշվարկը



հեղուկի սյան ճնշումը հաղորդվում է բոլոր ուղղություններով, և այդ պատճառով ստորին նիստի վրա ճնշման ուժն ուղղված է դեպի վեր:

Այժմ որոշենք այդ ուժերը և դրանց համագորը: Մարմնի վերին մակերևույթին հեղուկի հիդրոստատիկ ճնշումը կլինի՝ $p_1 = \rho_h g h_1$, 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 ուղղաձիգ դեպի վեր, իսկ նրա արժեքը՝

$$F_{\text{Ա}} = F_2 - F_1 = \rho_h g h_2 S - \rho_h g h_1 S = \rho_h g (h_2 - h_1) S = \rho_h g H S:$$

Հաշվի առնելով, որ $V_{\text{ձ}} = H S$ -ը հեղուկի մեջ ընկղմված մարմնի ծավալն է, արքիմեդյան ուժի համար վերջնականապես կստանանք հետևյալ բանաձևը՝

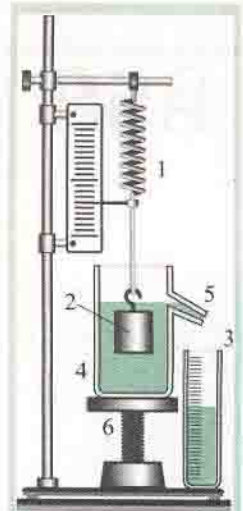
$$F_{\text{Ա}} = \rho_h g V_{\text{ձ}}:$$

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:

Այս բանաձևը ստացանք այն դեպքի համար, երբ մարմինն ամբողջությամբ ընկղմված է հեղուկում: Եթե մարմինը մասամբ է ընկղմված հեղուկի մեջ, բանաձևում մարմնի $V_{\text{ձ}}$ ծավալի փոխարեն պետք է վերցնել նրա խորասուզված մասի ծավալը:

Հեղուկի ρ_h խտության և մարմնի $V_{\text{ձ}}$ ծավալի $\rho_h V_{\text{ձ}}$ արտադրյալը մարմնի արտամղած հեղուկի զանգվածն է, իսկ $\rho_h g V_{\text{ձ}}$ -ը՝ արտամղած հեղուկի կշիռը, այսինքն՝ արքիմեդյան ուժը հավասար է մարմնի ծավալով արտամղված հեղուկի կշռին: Այս պնդումը ճիշտ է ոչ միայն հեղուկների, այլ նաև 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:

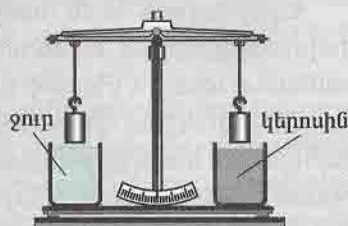


Նկ. 137
Արքիմեդի օրենքի
ստուգումը փորձով

Արքիմեդի օրենքը կարելի է ստուգել հետևյալ փորձով: Ամրակալանին ամրացված m ուժաչափից կախենք p մարմինը (նկ. 137) և գրանցենք ուժաչափի ցուցմունքը: Այնուհետև n անոթը մինչև t 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 ցուցմունքը: Երկու ցուցմունքների տարբերությունը հավասար է արքիմեդյան ուժին: Այժմ, եթե չափենք չափանոթում հավաքված ջրի ծավալը և հաշվենք այդ ջրի կշիռը, կհամոզվենք, որ այն հավասար է արքիմեդյան ուժին:

Դարձեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞րն է հեղուկում արքիմեդյան ուժի առաջացման պատճառը:
2. Ի՞նչ մեծություններից է կախված արքիմեդյան ուժը:
3. Ձևակերպեք Արքիմեդի օրենքը:
4. Նկարագրեք Արքիմեդի օրենքը ստուգող փորձ:
5. Կխախտվի՞ արդյոք նկարում պատկերված կշեռքի հավասարակշռությունը, եթե երկու բեռն էլ ամբողջովին ընկղմենք հեղուկների մեջ:



ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՆՆԱՏԱՆԵ 8

Արքիմեդի օրենքի փորձնական ստուգումը

Աշխատանքի նպատակը. հաշվել ջրում ընկղմված մարմնի վրա ազդող արքիմեդյան ուժը և փորձով ստուգել ստացված արդյունքը:

Անհրաժեշտ սարքեր և նյութեր. ամրակալան կցորդիչով, տարբեր ծավալներով երկու մարմին, ուժաչափ, չափազևան, ջրով լցված անոթ:

Աշխատանքի ընթացքը.

1. Չափազևանի միջոցով որոշեք մարմնի V_0 ծավալը և $F_{\text{Ա}} = \rho_0 g V_0$ բանաձևով հաշվեք ջրում մարմնի վրա ազդող արքիմեդյան ուժի արժեքը:
2. Ուժաչափն ամրացրեք ամրակալանին: Ուժաչափից թելով կախեք մարմինը: Նշեք և աղյուսակում գրանցեք ուժաչափի ցուցմունքը: Դա կլինի մարմնի կշիռն օդում:
3. Ջրով լցված բաժակը տեղադրեք մարմնի տակ և կցորդիչն իջեցրեք այնքան, որ մարմինը լրիվ խորասուզվի ջրի մեջ:

§58

Նշեք և աղյուսակում գրանցեք ուժաչափի ցուցմունքն այս դեպքում: Դա կլինի մարմնի կշիռը ջրում:

4. Ստացված տվյալներով հաշվեք ջրում մարմնի վրա ազդող արքիմեդյան ուժը և ստացված արդյունքը գրանցեք աղյուսակում:
5. 1-4 կետերում նշված գործողությունները կատարեք երկու տարրեր մարմինների համար:
6. Համեմատեք արքիմեդյան ուժի հաշվարկային և փորձով ստացված տվյալները: Մեկնաբանեք արդյունքները:

Աղյուսակ

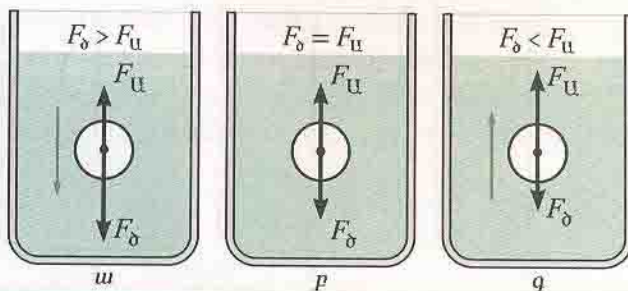
Մարմին	Մարմնի կշիռն օդում, P_0 , Ն	Մարմնի կշիռը ջրում, P_1 , Ն	Արքիմեդյան ուժը $F_u = P_0 - P_1$, Ն
1.			
2.			

ՄԱՐՄԻՆՆԵՐԻ ԼՈՂԱԸ

§59

Ինչու՞ որոշ մարմիններ խորասուզվում են հեղուկում, այլ մարմիններ դուրս են մղվում դեպի ջրի երես, իսկ որոշ մարմիններ, օրինակ, ձկները, սուզանավերը, կարող են լողալ հեղուկի ներսում: Հարցին պատասխանելու համար պետք է պարզենք, թե նշված դեպքերում ուղղաձիգ ուղղությամբ ի՞նչ ուժեր են ազդում մարմնի վրա և ինչպիսի՞նք է դրանց հարաբերակցությունը:

Հեղուկում մարմնի վրա ազդում է երկու ուժ՝ մարմնի ծանրության ուժը, որն ուղղված է ուղղաձիգ դեպի ներքև և ստիպում է մարմնին խորասուզվել ու դեպի վեր ուղղված արքիմեդյան ուժը, որը ձգտում է մարմինը դուրս մղել հեղուկից: Կախված այդ ուժերի հարաբերակցությունից՝ հնարավոր է երեք դեպք.



Նկ. 138
Հեղուկում մարմնի վրա ազդող ուժերը

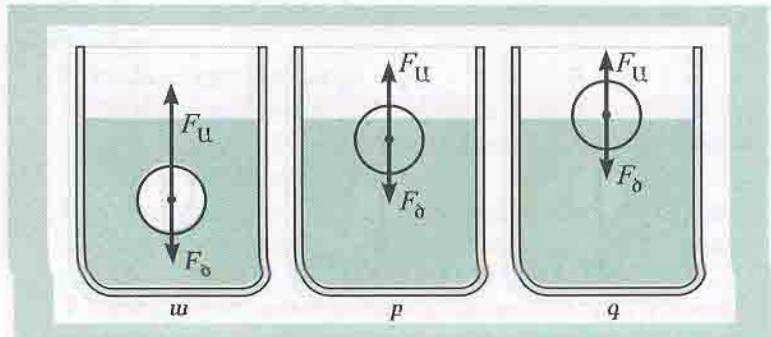
- 1) եթե ծանրության ուժը մեծ է արքիմեդյան ուժից՝ $F_{\delta} > F_{\text{Ա}}$ (նկ. 138. ա), ապա մարմինը խորասուզվում է մինչև անոթի հատակը,
- 2) եթե ծանրության ուժը հավասար է արքիմեդյան ուժին՝ $F_{\delta} = F_{\text{Ա}}$ (նկ. 138. բ), ապա մարմինը հավասարակշռության մեջ է հեղուկում,
- 3) եթե ծանրության ուժը փոքր է արքիմեդյան ուժից՝ $F_{\delta} < F_{\text{Ա}}$ (նկ. 138. գ), ապա մարմինը հեղուկում վեր է բարձրանում:

Առավել մանրամասն քննարկենք այս դեպքը: Քանի դեռ մարմինն ամբողջովին հեղուկի մեջ է (նկ. 139. ա), որտեղ նրա վրա ազդող արքիմեդյան ուժը մեծ է ծանրության ուժից, մարմինը շարժվում է դեպի հեղուկի մակերևույթ: Հասնելով մակերևույթին՝ այն աստիճանաբար դուրս է մղվում հեղուկից, որի հետևանքով արքիմեդյան ուժը սկսում է փոքրանալ (նկ. 139. բ): Մարմինն այնքան է դուրս գալիս հեղուկից, մինչև արքիմեդյան ուժը հավասարվում է ծանրության ուժին (նկ. 139. գ): Գրանիչ հետո այն լողում է հեղուկի մակերևույթին՝ մնալով նրա մեջ մասամբ խորասուզված:

Մարմնի վրա ազդող ծանրության և արքիմեդյան ուժերի հարաբերակցությունը կարելի է ներկայացնել նաև հեղուկի և մարմնի խտությունների միջոցով:

Ծանրության ուժը ներկայացնենք $F_{\delta} = m_{\delta}g = \rho_{\delta}V_{\delta}g$ տեսքով, որտեղ ρ_{δ} -ը մարմնի խտությունն է, իսկ V_{δ} -ը՝ ծավալը: Այն դեպքերում, երբ մարմինը կազմված է տարբեր նյութերից կամ նրա մեջ առկա են դատարկ տարածություններ, ապա բերված բանաձևում ρ_{δ} -ն մարմնի միջին խտությունն է: Վերջինս կարող է էապես փոքր լինել մարմնի բաղադրության մեջ մտնող նյութերի խտությունից: Օրինակ՝ չնայած ժամանակակից նավերը հիմնականում կառուցվում են պողպա-

Նկ. 139
Վեր բարձրանալիս մարմնի վրա ազդող արքիմեդյան ուժն աստիճանաբար նվազում է և հավասարվում ծանրության ուժին



տից, սակայն նրանց միջին խտությունը շատ ավելի փոքր է, քան պողպատի խտությունը:

Հաշվի առնելով, որ $F_u = \rho_h g V_d$ և օգտվելով վերև բերված բանաձևից, $F_d > F_u$ պայմանից կստանանք $\rho_d > \rho_h$, այսինքն՝ *եթե մարմնի խտությունը մեծ է հեղուկի խտությունից, մարմինը հեղուկում խորասուզվում է:*

Հանգումորեն $F_d = F_u$ պայմանից կստանանք $\rho_d = \rho_h$, այսինքն՝ *եթե մարմնի խտությունը հավասար է հեղուկի խտությանը, մարմինը լողում է հեղուկի ներսում:*

Եվ, վերջապես, $F_d < F_u$ պայմանից կստանանք $\rho_d < \rho_h$, այսինքն՝ *եթե մարմնի խտությունը փոքր է հեղուկի խտությունից, մարմինը, մասամբ սուզվելով հեղուկի մեջ, լողում է նրա մակերևույթին:*

Եթե այս դեպքում մարմնի ընկղմված մասի ծավալը n_2 -նակենք V_1 -ով, իսկ լրիվ ծավալը՝ V_0 -ով, ապա մարմնի վրա ազդող արքիմեդյան ուժը՝ $F_u = \rho_h g V_1$, իսկ ծանրության ուժը՝ $F_d = m_d g = \rho_d V_0 g$: Հավասարակշռության $F_d = F_u$ պայմանից կստանանք $\rho_d V_0 g = \rho_h V_1 g$, որտեղից՝

$$\frac{V_1}{V_0} = \frac{\rho_d}{\rho_h},$$

այսինքն՝ մարմնի ընկղմված մասի ծավալի հարաբերությունը 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, այն կխորասուզվի և կհասնի անոթի հատակին: Պատճառն այն է, որ ձվի խտությունը մեծ է մաքուր ջրի խտությունից: Եթե այժմ ջրի մեջ աղ լուծենք և աստիճանաբար լուծված աղի քանակությունն ավելացնենք, ապա կնկատենք, որ ձուն պոկվում է հատակից և լողում է աղաջրում: Նշանակում է, որ աղաջրի խտությունը հավասարվել է ձվի խտությանը: Եթե շարունակենք ավելացնել լուծված աղի քանակությունը, ապա ձուն կբարձրանա վեր, նրա մի մասը դուրս կգա ջրից, և այդ վիճակում ձուն կլողա հեղուկի մակերևույթին: Այս դեպքում աղաջրի խտությունը մեծ է ձվի խտությունից:

Շարժեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր դեպքում է մարմինը. ա) խորասուզվում հեղուկում, բ) լողում նրա ներսում, գ) լողում նրա մակերևույթին:
2. Ինչու՞ մետաղադրամը խորասուզվում է ջրում, սակայն լողում է սնդիկի մակերևույթին:
3. Ի՞նչ տեղի կունենա, եթե 950 կգ/մ³ խտությամբ մարմինը զգենք կերոսինի մեջ, ջրի մեջ:
4. Օգտվելով խտության աղյուսակից՝ որոշե՛ք, թե ո՞ր մետաղներից պատրաստված հոծ առարկաները կխորասուզվեն սնդիկի մեջ, և որո՞նք կլողան նրա մակերևույթին:
5. Նկարում պատկերված է միևնույն մարմնի դիրքը երկու տարբեր հեղուկներում: Ո՞ր հեղուկի խտությունն է ավելի մեծ:
6. Ի՞նչ հերթականությամբ կդասավորվեն անոթում իրար չխառնվող երեք հեղուկները՝ ջուր, կերոսին, սնդիկ: Պատկերե՛ք և բացատրե՛ք այն:
7. Ինչու՞ և հնարավոր չէ հանգցնել այրվող կերոսինը՝ նրա վրա ջուր լցնելով:
8. Ինչպիսի՞ դիրք կգրավի պողպատե զնդիկը ջուր, կերոսին և սնդիկ պարունակող անոթում: Պատկերե՛ք և բացատրե՛ք այն:
9. Որքա՞ն երկար կայրվի նկարում պատկերված մոմը:



§ 60

ԿԵՆՊԱՆԻՆԵՐԻ ԵՎ ՍԱՐԴՈՒ ԼՈՂԱԼԸ

Չրում ապրող կենդանիների մարմնի միջին խտությունը քիչ է տարբերվում ջրի խտությունից, որը հնարավորություն է տալիս նրանց լողալու ջրի խորքերում կամ նրա մակերևույթին: Փոփոխելով մարմնի ծավալը՝ ջրային կենդանիները կարողանում են կարգավորել ջրում իրենց վրա ազդող արքիմեդյան ուժը:

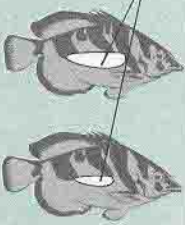
Չկները դա անում են մարմնի ներսում գտնվող լողափամփուշտի օգնությամբ, որի ծավալը հեշտությամբ փոփոխվում է (նկ. 140):

Պոչը թափահարելով՝ ձուկը կարող է տեղաշարժվել և հայտնվել տարբեր խորություններում: Մեծ խորություններում, որտեղ ջրի ճնշումը մեծ է, լողափամփուշտը սեղմվում է, ձկան մարմնի ծավալը փոքրանում և այն չի բարձրանում, այլ լողում է տվյալ խորությունում:

Վեր բարձրանալիս ձկան լողափամփուշտն ու մարմնի ծավալը մեծանում են, և նա լողում է փոքր խորություններում: Մատկած ձուկը միշտ լողում է ջրի երեսին, քանի որ այդ դեպքում ձկան մկաններն ամբողջովին բուլալացած են և լողափամփուշտն առավելագույնս փքված վիճակում է:

Կետերը ջրում իրենց խորասուզման մակարդակը կարգավորում են՝ մեծացնելով կամ փոքրացնելով թոքերի ծավալը:

լողափամփուշտ



Նկ. 140

Լողափամփուշտի օգնությամբ ձուկը կարգավորում է իր խորասուզման մակարդակը

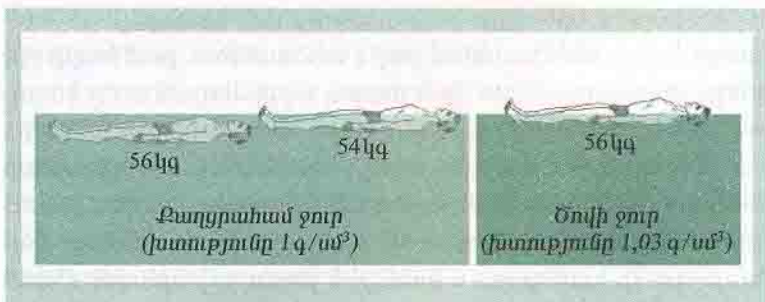
Մարդու մարմնի միջին խտությունը ևս մոտ է ջրի խտությանը: Դա է պատճառը, որ երբ մարդը լրիվ սուզվում է ծովի ջրում, միայն դրսում թողնելով քիթն ու բերանը, չի խորասուզվում: Այս դեպքում նրա վրա ազդող ծանրության ուժը հավասարակշռվում է արքիմեդյան ուժով: Մակայն այդպիսի վիճակն անկայուն է. երբ մարդը ջրից դուրս է հանում ձեռքը կամ գլուխը, նրա վրա ազդող արքիմեդյան ուժը փոքրանում է, և նա սկսում է խորասուզվել:

Ջրի մակերևույթին մնալը կամ խորասուզվելը կախված են նաև ջրի աղիության աստիճանից: Քաղցրահամ ջրում, որի խտությունը փոքր է մարդու մարմնի միջին խտությունից, լողալ չիմացող մարդը սուզվում է, իսկ բավականաչափ աղի ջրում, որի խտությունը փոքր չէ մարդու մարմնի միջին խտությունից, նա կարող է պռկված մնալ ջրի մակերևույթին:

Ասվածը լուսաբանենք հետևյալ օրինակով: Դիպուք մկ.141-ում պատկերված տղաներն ունեն միևնույն՝ 55 դմ³ ծավալը, սակայն նրանց զանգվածները տարբեր են: Քաղցրահամ ջրում 56 կգ զանգվածով տղան կխորասուզվի, իսկ 54 կգ զանգվածով տղան կլողա ջրի մակերևույթին: Ծովի ջրում, որի խտությունը նրա մեջ լուծված աղի շնորհիվ ավելի մեծ է, երկու տղաներն էլ կարող են լողալ ջրի մակերևույթին:

Աղի պարունակությունը մեծացնելիս մեծանում է ջրի խտությունը և, հետևաբար, նրա մեջ ընկղմված մարմնի վրա ավելի մեծ արտամղող ուժ է ազդում: Այդպիսի ջրում լողալը շատ ավելի հեշտ է: Երկրի վրա գոյություն ունի մի լիճ, որի ջուրն այնքան աղի է, որ մարդը չի խորասուզվում: Այդ լիճը Մեռյալ ծովն է: Ահա թե ինչպես է նկարագրում ամերիկացի հայտնի գրող Մարկ Տվենն այն անսովոր զգայումները, որ ունեցել են ինքն ու իր ուղեկիցները Մեռյալ ծովում լողալիս.

«Դա մի զվարճալի լող էր: Մենք չէինք կարողանում սուզվել: Այստեղ կարելի է ջրի վրա ձգվել, պռկվել մեջքի վրա և



Նկ. 141
Ծովի ջրում լողալն ավելի հեշտ է, քան քաղցրահամ ջրում

ձեռքերը ծալել կրծքին: Ընդ որում, մարմնի մեծ մասը կմնա ջրից դուրս... Դուք կարող եք շատ հարմար պառկել մեջքի վրա՝ ձկնները ծալելով, հասցնելով ծնոտին և ձեռքերով գրկելով: Բայց շուտով կշրջվեք, քանի որ ձեր գլուխն ավելի ծանր է: Դուք կարող եք գլխի վրա կանգնել, և կրծքի մեջտեղից մինչև ոտքերի ծայրը կմնաք ջրից դուրս: Բայց չեք կարող երկար ժամանակ մնալ այս դիրքում: Դուք չեք կարող մեջքի վրա լողալով նկատելիորեն շարժվել, քանի որ ձեր ոտքերը դուրս են ցցված ջրից, և դուք ստիպված եք միայն կրունկներով հրվել: Իսկ եթե դուք երեսնիվայր եք լողում, ապա ոչ թե առաջ եք շարժվում, այլ՝ հետ»:

Կարգեր և առաջադրանքներ

1. Ինչպե՞ս է ձուկը կարողանում լողալ տարբեր խորություններում:
2. Ինչու՞ են սատկած ձկները բարձրանում ջրի երես:
3. Ինչու՞ մարդու համար ավելի հեշտ է լողալ ծովի ջրում, քան քաղցրահամ ջրում:
4. Բացատրեք, թե ինչպե՞ս է փրկարար օդակն օգնում մարդուն մնալ ջրի մակերևույթին:
5. Կատարելով համապատասխան հաշվարկներ՝ ցույց տվեք, որ նկ. 140-ում պատկերված 56 կգ զանգվածով տղան կտուգվի քաղցրահամ ջրում, սակայն կմնա ծովի ջրի մակերևույթին:

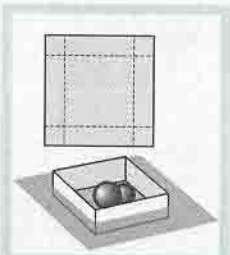
§ 61

ՆԱԿԵՐԻ ԼՈՂԱԼԸ: ՕՂԱԳՆԱՅՈՒԹՅՈՒՆ

Եթե բարակ, ոչ մեծ չափերով մետաղե թիթեղը դնենք ջրով լցված անոթի մեջ, ապա այն կխորասուզվի և կիջնի անոթի հատակը: Ինչու՞: Բանն այն է, որ մետաղի (պղինձ, երկաթ, ալյումին) խտությունը մեծ է ջրի խտությունից: Սակայն եթե նույն թիթեղից նավակ պատրաստենք և իջեցնենք ջրի մեջ, ապա այն կլողա ջրի մակերևույթին: Մենք կարող ենք նույնիսկ այն բեռնավորել (նկ. 142):

Դիտվող երևույթի բացատրությունը հետևյալն է: Նավակն ավելի մեծ ծավալով ջուր է արտամղում, քան հարթ թիթեղը, հետևաբար նրա վրա ազդող արքիմեդյան ուժը կարողանում է համակշռել նավակի և բեռների ծանրության ուժը:

Ներկայումս տարբեր տիպի բեռնատար և մարդատար նավերը կառուցվում են այնպիսի նյութերից, որոնց խտությունները զգալիորեն մեծ են ծովի ջրի խտությունից, սակայն դա չի խանգարում նավերին լողալ ջրի երեսին: Բանն



Նկ. 142

Մետաղաթիթեղից պատրաստված նավակը լողում է ջրի երեսին

այն է, որ նավերում առկա են բազմաթիվ դատարկ տարածքներ, նավասենյակներ, ուստի նավի միջին խտությունը փոքր է ջրի խտությունից: Այդ պատճառով էլ նավի արտանդած ջրի կշիռը, այսինքն՝ նրա վրա ազդող արքիմեդյան ուժը, հավասարվում է նավի և բեռների ծանրության ուժին:

Սովորաբար նավերի խորասուզման թույլատրելի խորությունը նավի իրանի վրա նշվում է որոշակի գծով, որը կոչվում է **ջրագիծ**: Նավը չափից ավելի բեռնավորելը, այն է՝ ջրագծից ավելի շատ նրա խորասուզվելը վտանգավոր է, քանի որ ջուրը կարող է լցվել նավի դատարկ տարածքները և խորտակել այն: Եվ հակառակը, եթե նավը բավականաչափ չի բեռնավորված, այսինքն՝ ջրագիծը ջրի մակարդակից բավականաչափ բարձր է, ապա նավի դիրքը կայուն չէ. ալիքները կարող են տատանել և շրջել այն:

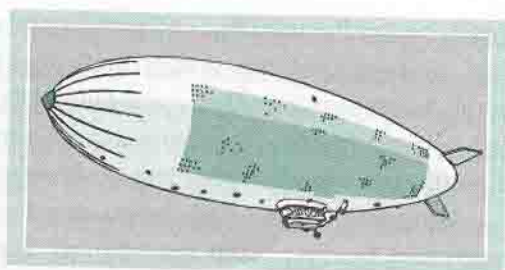
Նավերը բնութագրվում են **ջրատարողություն** կոչվող մեծությամբ: Այն հավասար է մինչև ջրագիծը խորասուզված նավի վրա ազդող արքիմեդյան ուժին: Լողալու պայմանի համաձայն ջրատարողությունը հավասար է նաև նավի և բեռների ծանրության ուժին: Շատ հաճախ ջրատարողություն ասելով հասկանում են նաև մինչև ջրագիծը խորասուզված նավի և բեռների ընդհանուր զանգվածը՝ արտահայտված տոննաներով: Օրինակ՝ ամերիկացի գյուտարար Ֆուլտոնի կառույցած առաջին շոգեմավի ջրատարողությունը 160 000 Ն էր կամ 16,3 տոննա: Ժամանակակից բեռնատար հսկա նավերի ջրատարողությունը մինչև 5 000 000 կՆ է կամ մոտավորապես 500 000 տոննա:

Ի տարբերություն նավերի՝ սուզանավերը լողում են ինչպես ջրի մակերևույթին, այնպես էլ նրա խորքերում: Սուզանավերն ունեն հատուկ մեկուսախցեր, որոնք լցվում են ջրով: Այդ դեպքում սուզանավի ծանրության ուժը գերազանցում է արքիմեդյան ուժը, և այն խորասուզվում է: Ջրի մակերևույթ դուրս գալու համար հզոր պոմպերով ջուրը դուրս է մղվում մեկուսախցերից, սուզանավի ծանրության ուժը փոքրանում է արքիմեդյան ուժից, և այն լողում է դեպի վեր:

Մարդը միշտ ձգտել է ստեղծել սարքեր, որ հնարավորություն տան տեղափոխվել ոչ միայն ջրում, այլ նաև օդում: Դրա համար նա նախագծել և կառույցել է տարբեր տեսակի թռչող սարքեր, որոնք կոչվում են **անբոստատներ** (հունարեն «անթ» օդ և «ստատոս»՝ կայուն բառերից): Դրանց գործողությունը պայմանավորված է Արքիմեդի օրենքով:

Նկ. 143
Օդապարիկ

Նկ. 144
Դիրիժավ



Չդեկավարվող, ազատ թռչող անրոստատները կոչվում են **օդապարիկներ**: Թռիչքի համար նախատեսված օդապարիկը պատկերված է նկ. 143-ում: Այն կազմված 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:

Օդապարիկի թաղանթի վրա ազդում է արքիմեդյան F_u ուժը, որը հավասար է օդապարիկի արտամղած օդի կշռին և ուղղված է ուղածիզ 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 $F_u = F_u - mg$ տարբերությունը կոչվում է **վերամբարձ ուժ**:

Վերամբարձ ուժը կարգավորելու, հետևաբար օդապարիկը բարձրացնելու կամ իջեցնելու համար օդազնայները կիրառում են տարբեր հնարներ: Վեր բարձրանալու համար նրանք դուրս են գցում օդապարիկում նախօրոք տեղադրված բեռները, իսկ ներքև իջնելու համար թաղանթից գազի մի մասը դուրս են թողնում:

Նախկինում օդային թռիչքների համար կիրառվում էին այնպիսի անրոստատներ, որոնց վրա տեղակայված էր պտուտակով շարժիչ, որը հնարավորություն էր տալիս կառավարել անրոստատի շարժումը: Այդպիսի անրոստատները (նկ. 144) անվանում էին **դիրիժավներ** (ֆրանսերեն «դիրիժավը»՝ ղեկավարվող բառից):

Դիրիժավները ժամանակի ընթացքում չդիմացան ինքնաթիռների մրցակցությանը, քանի որ հարմար չէին ղեկավարման համար և դանդաղ էին շարժվում: Դիրիժավներն օգտագործվում են մեծ բեռներ տեղափոխելու, տարբեր տեսակի տեղակայման աշխատանքներ կատարելու ժամանակ:

Շեռաքրքիր է ինձնալ

Առաջին օդագնացները

Ավելի քան երկու հարյուր տարի առաջ, 1783 թվականի հունիսի 5-ին, ֆրանսիական փոքրիկ Անոնե քաղաքը հանկարծ հայտնի դարձավ ամբողջ աշխարհում: Ժոզեֆ և Էայեն Մոնգոլֆիե եղբայրներն առաջին անգամ օդ բարձրացրին իրենց կառուցած օդապարիկը:

Քաղաքի հրապարակում մարդկանց հոծ բազմություն էր հավաքվել: Բոլորն ուզում էին տեսնել օդապարիկ կոչվող այդ «հրաշքը», որը շուրջ 15 մ տրամագծով քաթանե գունդ էր՝ լցված տաք ծխով: Արտաքինից ստանձված էր բոլորով: Ստորին մասում անցք էր բացված, որի անմիջապես տակը կախված էր «կրակարանը»: «Կրակարանի» մեջ եղբայրները դրել էին շիկացած ածխի կտորներ՝ տաքացնելու համար օդապարիկի ներսի օդը, որը, ընդարձակվելով, մասամբ դուրս էր գալիս՝ թեթևացնելով օդապարիկը: Երբ կտրեցին պարանը, որով օդապարիկը կապված էր սյունից, այն վեր բարձրացավ և շուտով ծածկվեց ամպերի հետևում:

Մոնգոլֆիե եղբայրները հավաքվածներին առաջարկեցին թռչել օդապարիկով: Բայց թռչել ցանկացողներ այդպես էլ չեղան:

Մոնգոլֆիեներն, այնուհանդերձ, չուսահատվեցին: Օդապարիկին կապված գամբյուղում նրանք տեղավորել էին ոչխար, աքլոր և բաղ: Դրանք էլ հենց աշխարհում առաջին «օդագնացներն» էին: Եվ բարեհաջող վերադարձան Երկիր:

Շարքեր և առաջադրանքներ

1. Եթե ափսեմ ջրի մեջ իջեցնենք կողբով, ապա այն կխորասուզվի, իսկ եթե այն ջրի վրա դնենք հատակը դեպի ներքև, կլողա: Ինչու՞:
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. Ի՞նչ է ցույց տալիս նավի ջրատարողությունը:
5. Տանը պատրաստեք «լաստ»՝ 3 և ջրատարողությամբ: Կարող եք օգտագործել փայտե տախտակի կտոր կամ փայտե չորսու: Շաշվարկեք, թե ինչ չափեր պետք է ունենա այդ «լաստը», որպեսզի հնարավոր լինի այն բեռնավորել 3 և բեռով (բնականաբար «լաստը» չպետք է ջրասուզվի):
5. Ինչու՞ ջրածնով լցված փուչիկը վեր է բարձրանում, իսկ օդով լցված փուչիկն իջնում է ներքև:

ԽՈՒՄՆԵՐԻ ԼՈՒՑՄԱՆ ՕՐԻՆԱԿՆԵՐ

1. 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:

$$a = 4 \text{ մ}$$

$$b = 0,3 \text{ մ}$$

$$c = 0,25 \text{ մ}$$

$$F_{\text{ու}} = ?$$

Լուծում: Ջրում սալի վրա ազդող արքիմեդյան ուժը որոշվում է $F_{\text{ու}} = \rho_2 g V$ բանաձևով, որտեղ V -ն սալի ծավալն է, իսկ ρ_2 -ը՝ ջրի խտությունը: Հաշվի առնելով, որ $V = abc$, իսկ $\rho_2 = 1000 \text{ կգ/մ}^3$, կստանանք՝ $F_{\text{ու}} = \rho_2 g abc = 2940 \text{ Ն}$:

Պատասխան՝ 2940 Ն:

2. Ուժաչափից կախված է $2,5 \text{ դմ}^3$ ծավալով պղնձե մարմին: Ի՞նչ ցույց կտա ուժաչափը, եթե մարմինն իր ծավալի կիսով չափ խորասուզենք ջրի մեջ:

$$V = 0,0025 \text{ մ}^3$$

$$V_1 = V/2$$

$$F = ?$$

Լուծում: Ուժաչափի ցույմունքն օդում հավասար է մարմնի կշռին (օդում արքիմեդյան ուժն անտեսում ենք): Մարմինը կիսով չափ ջրում խորասուզելիս ուժաչափի ցույմունքը կպակասի ջրում մարմնի վրա ազդող արքիմեդյան ուժի չափով՝ $F = mg - F_{\text{ու}}$: $F_{\text{ու}} = \rho_2 g V_1$, որտեղ

$\rho_2 = 1000 \text{ կգ/մ}^3$ ջրի խտությունն է, իսկ $V_1 = V/2$ -ը՝ մարմնի խորասուզված մասի ծավալը, $m = \rho_{\text{պ}} V$, որտեղ $\rho_{\text{պ}} = 8900 \text{ կգ/մ}^3$ պղնձի խտությունն է, ուստի՝

$$F = gV(\rho_{\text{պ}} - \rho_2/2) = 9,8 \text{ Ն/կգ} \cdot 0,0025 \text{ մ}^3 (8900 \text{ կգ/մ}^3 - 500 \text{ կգ/մ}^3) = 205,8 \text{ Ն}:$$

Պատասխան՝ 205,8 Ն:

3. Օդապարիկի ծավալը 1700 մ^3 է, իսկ նրա բաղանքի և զամբյուղի զանգվածը՝ 1000 կգ : Ի՞նչ զանգվածով բեռ կարող է բարձրացնել օդապարիկը, եթե նրա բաղանքը լցված է հելիումով: Հելիումի խտությունը $0,18 \text{ կգ/մ}^3$ է, իսկ օդինը՝ $1,29 \text{ կգ/մ}^3$:

$$V = 1700 \text{ մ}^3$$

$$m_1 = 1000 \text{ կգ}$$

$$\rho_{\text{հել}} = 0,18 \text{ կգ/մ}^3$$

$$\rho_{\text{օդ}} = 1,29 \text{ կգ/մ}^3$$

$$m_2 = ?$$

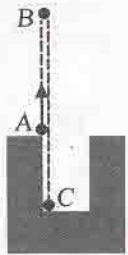
Լուծում: Օդապարիկի վերամբարձ ուժը որոշվում է $F_{\text{վ}} = F_{\text{ու}} - mg$ բանաձևով, որտեղ արքիմեդյան ուժը՝ $F_{\text{ու}} = \rho_{\text{օդ}} g V$, իսկ օդապարիկի զանգվածը՝ $m = m_1 + m_{\text{հել}}$: Հելիումի զանգվածը՝ $m_{\text{հել}} = \rho_{\text{հել}} V$, ուստի $F_{\text{վ}} = ((\rho_{\text{օդ}} - \rho_{\text{հել}}) V - m_1) g$: Օդապարիկը կարող է բարձրացնել այն-պիսի 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 քվային արժեքները՝ կստանանք՝ $m_2 = 890 \text{ կգ}$:

Պատասխան՝ 890 կգ:

ՉԼՈՒՄ II. ՄԱՐՄԻՆՆԵՐԻ ՀԱՐԺՈՒՄԸ ԵՎ ՓՈՒՍԱԶՂԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ



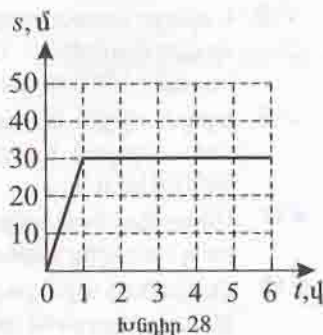
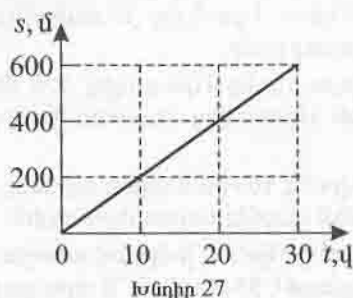
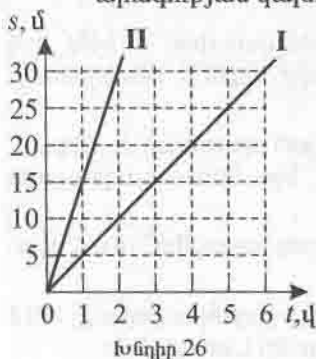
Խնդիր 3

1. Ի՞նչ հետազիծ ունի շարժվող ավտոմեքենայի անիվի կենտրոնը ուղղաձիծ հորիզոնական ճանապարհի նկատմամբ:
2. Նու՞յն ճանապարհն են անցնում արդյոք ավտոմեքենայի աջ և ձախ անիվները շրջադարձի ժամանակ: Ի՞նչու՞:
3. A կետից ուղղաձիգ վեր նետված մարմինն ընկավ հանքահորի մեջ (տե՛ս նկարը): Որքա՞ն է նրա անցած ճանապարհը, եթե $AB = 15$ մ, $BC = 25$ մ:
4. 5 մ բարձրությունից բաց թողած գնդակը, բախվելով գետնին, բարձրացավ 3 մ: Որքա՞ն է գնդակի անցած ճանապարհը:
5. Ինքնաթիռն ուղիղ գծով թռավ 400 կմ, ապա իր շարժման ուղղությունը փոխեց 90° -ով և անցավ ևս 300 կմ: Գծել ինքնաթիռի շարժման հետազիծը և որոշել նրա անցած ճանապարհը:
6. Տրամվայը շարժվում է 36 կմ/ժ արագությամբ: Այդ արագությունն արտահայտելք մետր-վայրկյաններով (մ/վ):
7. Ճանճը թռչում է 18 կմ/ժ արագությամբ: Այդ արագությունն արտահայտելք սանտիմետր-վայրկյաններով (սմ/վ), մետր-վայրկյաններով (մ/վ):
8. Նապաստակի արագությունը 15 մ/վ է, իսկ դելֆինինը՝ 72 կմ/ժ: Որի՞ արագությունն է ավելի մեծ:
9. Գայլը 20 կմ ճանապարհն անցնում է 30 րոպետում: Որքա՞ն է գայլի արագությունը:
10. Որքա՞ն է մարզիկի արագությունը, եթե նա 100 մ հեռավորությունը վազում է 10 վ-ում: Այդ արագությունն արտահայտելք կմ/ժ-ով:
11. Ռեակտիվ ինքնաթիռը 100 կմ ճանապարհն անցավ 2,5 րոպետում: Որքա՞ն է ինքնաթիռի արագությունը՝ արտահայտված կմ/ժ-ով, մ/վ-ով:
12. Որքա՞ն ճանապարհ կանցնի ավտոմեքենան 1 րոպետում՝ շարժվելով 72 կմ/ժ արագությամբ:
13. Բամբուկն աճում է 2 սմ/ժ արագությամբ: Որքա՞ն կլինի նրա բարձրությունը մեկ շաբաթ անց:
14. Ի՞նչ ճանապարհ է անցնում Երկիրը 1 տարում՝ պտտվելով Արեգակի շուրջը 30 կմ/ժ արագությամբ:
15. Կրիայի արագությունը 0,3 կմ/ժ է, փղինը՝ 40 կմ/ժ, կենգուրուինը՝ 60 կմ/ժ, իսկ վագրակատվինը՝ 120 կմ/ժ: Նրանցից յուրաքանչյուրը որքա՞ն ժամանակում կանցնի 100 մ հեռավորությունը:
16. Երկրի միջին հեռավորությունը Արեգակից 150 միլիոն կիլոմետր է: Որքա՞ն ժամանակում է լույսն Արեգակից հասնում Երկիր, եթե նրա արագությունը 300000 կմ/վ է:
17. Ավտոմեքենան շարժվում է 160 կմ/ժ արագությամբ, իսկ աղավնին՝ 16 մ/վ: Կարո՞ղ է արդյոք աղավնին հասնել ավտոմեքենային:
18. Հետիոտնի արագությունը 5 կմ/ժ է, իսկ հավասարաչափ շարժվող լողորդը 100 մ հեռավորությունն անցնում է 53 վ-ում: Ու՞մ արագությունն է ավելի մեծ:

19. Աղյուսակի տվյալներով կազմեք խնդիրներ և լուծեք:

N	Մարմինը	Արագությունը	Ժամանակը	Ճանապարհը
1	Ավտոմեքենան	60 կմ/ժ	30 ր	—
2	—	—	3 ժ	18 կմ
3	—	600 կմ/ժ	—	10 կմ

20. Հեծանվորդը 2 ժամում անցավ որոշակի ճանապարհ՝ շարժվելով 2 մ/վ արագությամբ: Որքա՞ն ժամանակում նա կանցնի այդ հեռավորությունը՝ շարժվելով 3 մ/վ արագությամբ:
21. Հավասարաչափ շարժող ավտոմեքենան 6 ժամում անցավ 240 կմ ճանապարհ: Որքա՞ն է նրա արագությունը: Շարժվելով նույն արագությամբ՝ ի՞նչ ճանապարհ կանցնի այն 10 ժամում:
22. 300 մ երկարությամբ ավտոշարասյունը շարժվում է 600 մ երկարությամբ կամրջով: Ինչքա՞ն ժամանակում ավտոշարասյունը կանցնի կամրջը՝ շարժվելով 36 կմ/ժ արագությամբ:
23. 2,5 կմ հեռավորությամբ բնակավայրերից միաժամանակ միևնույն ուղղությամբ շարժվում են ավտոմեքենան և մոտոցիկլը: Ավտոմեքենայի արագությունը 20 կմ/ժ է, իսկ մոտոցիկլինը՝ 10 կմ/ժ: Որքա՞ն ժամանակից ավտոմեքենան կհասնի մոտոցիկլին:
24. Երկու քաղաքներից, որոնց հեռավորությունը 324 կմ է, միաժամանակ իրար ընդառաջ շարժվում են երկու ավտոմեքենա, մեկը 90 կմ/ժ, իսկ մյուսը՝ 72 կմ/ժ արագությամբ: Ինչքա՞ն ժամանակից հետո նրանք կհանդիպեն: Յուրաքանչյուր քաղաքից որքա՞ն է հեռու հանդիպման կետը:
25. Երկու ավտոմեքենա միաժամանակ շարժվեցին լցակայանից հակադիր ուղղություններով: Դրանից մեկը շարժվում էր 60 կմ/ժ արագությամբ, իսկ մյուսը՝ 90 կմ/ժ արագությամբ: Որոշեք ավտոմեքենաների հեռավորությունը շարժումը սկսելուց 30 րոպե անց:
26. Նկարում պատկերված են հավասարաչափ շարժվող երկու մարմինների անցած ճանապարհների կախումը ժամանակից արտահայտող գրաֆիկները: Ի՞նչ ճանապարհ է անցել առաջին մարմինը 2 վ-ում, իսկ երկրորդ մարմինը՝ 1 վ-ում: Որքա՞ն են մարմինների արագությունները:
27. Նկարում պատկերված է հավասարաչափ շարժում կատարող մարմնի անցած ճանապարհի կախումը ժամանակից արտահայտող գրաֆիկը: Կառույեք նրա արագության կախումը ժամանակից արտահայտող գրաֆիկը:



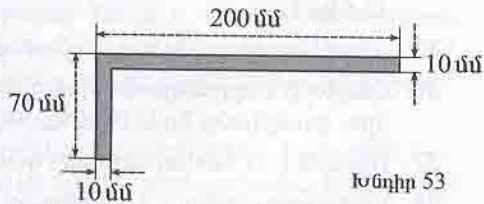
28. Նկարում պատկերված է մարմնի անցած ճանապարհի կախումը ժամանակից արտահայտող գրաֆիկը: Ինչպիսի՞ շարժում է կատարել մարմինը 0-ից 1 վ և 1 վ-ից 6 վ ժամանակահատվածներում: Ի՞նչ արագությամբ է շարժվել մարմինն այդ ժամանակահատվածներում: Ի՞նչ ճանապարհ է անցել 4 վ-ում:
29. Ժամը 12:00-ին խխունջը սկսում է սողալ ուղղագիծ ճանապարհով: Յուրաքանչյուր ժամի առաջին 45 րոպեն այն շարժվում է 1 սմ/ր արագությամբ, այնուհետև հանգստանում է 10 րոպե և ապա 5 րոպե սողում հետ՝ 1 սմ/ր արագությամբ: Ժամը քանիսի՞ն խխունջը տեղափոխված կլինի 2 մ-ով:
30. Փոխվում է արդյոք մարմնի զանգվածը Երկրից Լուսին տեղափոխելիս:
31. Երկու գնդիկ կախված են միևնույն երկարության թելերից այնպես, որ հավում են իրար: Չօգտվելով որևէ սարքից՝ ինչպե՞ս որոշել, թե դրանցից որի՞ զանգվածն է ավելի մեծ:
32. 54 կգ զանգվածով մարմարե սալիկն ունի 0,02 մ³ ծավալ: Հաշվեք մարմարի խտությունը և այն համեմատեք աղյուսակ 4-ում տրված տվյալի հետ:
33. Որքա՞ն է հեղուկ ջրածնի խտությունը, եթե 0,5 լ ծավալով ջրածնի զանգվածը 35 գ է:
34. Ի՞նչ հեղուկ է լցված 60 լ տարողությամբ անոթում, եթե հեղուկի զանգվածը 42,6 կգ է:
35. 0,2 սմ³ ծավալով նյութի զանգվածը 3,86 գ է: Ի՞նչ նյութ է դա:
36. Շաքարի ուղղանկյունանիստաձև կտորի չափերն են՝ 2,5 սմ, 1 սմ, 0,5 սմ, իսկ նրա զանգվածը 2 գ է: Որոշեք շաքարի խտությունը:
37. Որքա՞ն է 1 լ ծավալով մեղրի զանգվածը:
38. Ծանր մետաղներից են օսմիումը, պլատինը, ոսկին: Ի՞նչ զանգված ունի դրանցից յուրաքանչյուրի 1 դմ³ ծավալով կտորը:
39. Ի՞նչ զանգվածով ջուր կարելի է լցնել ուղղանկյունանիստի ձև ունեցող ամանի մեջ, որի երկարությունը 20 սմ է, լայնությունը՝ 5 սմ, իսկ բարձրությունը՝ 10 սմ:
40. Սառույցի համար նախատեսված արկղն ունի 45 սմ երկարություն, 36 սմ լայնություն և 30 սմ բարձրություն: Ի՞նչ զանգվածով սառույց կարող է տեղավորվել արկղում, եթե սառույցի խտությունը ջրի խտության 0,92 մասն է:
41. Երկու միատեսակ արկղեր լցված են մանրագնդակով. մեկը՝ համեմատաբար խոշոր, մյուսը՝ ավելի մանր: Ո՞ր արկղի զանգվածն է ավելի մեծ:
42. Որքա՞ն է 272 գ զանգվածով սնդիկի ծավալը:
43. Որոշեք անոթի տարողությունը, եթե նրա մեջ տեղավորվում է 2,48 կգ զանգվածով կերոսին:
44. Կտեղավորվի՞ արդյոք մեկ լիտր տարողությամբ անոթում 1 կգ զանգվածով ջուր: Իսկ 1 կգ կա՞թ, 1 կգ զանգվածով սալի՞րտ:
45. Շիշը տեղավորում է 0,5 կգ զանգվածով սալիրտ: Կտեղավորի՞ արդյոք այն 0,5 կգ զանգվածով բենզին, 0,5 կգ զանգվածով նավթ:
46. Որքանո՞վ է 100 լիտր ծավալով ծովի ջրի զանգվածը մեծ 100 լիտր ծավալով մաքուր ջրի զանգվածից:

47. Քանի՞ կես լիտր տարողությամբ շիշ է հարկավոր, որ նրանց մեջ լցնենք 10 կգ զանգվածով սնդիկ, 10 կգ զանգվածով սալիրտ:
48. Աղյուսակի տվյալներով կազմեք խնդիրներ և լուծեք:


N	Նյութը	Խտությունը	Ծավալը	Չանգվածը
1	Պղինձ	—	—	89 կգ
2	—	—	100 լ	80 կգ
3	Կաթ	—	100 սմ ³	—

49. Ալյումինե առարկայի զանգվածը 300 գ է, իսկ ծավալը՝ 150 սմ³: Կա՞ն արդյոք խոռոչներ առարկայի ներսում:
50. Պղնձե գունդն ունի 890 գ զանգված և 150 սմ³ ծավալ: Գտնել նրա խոռոչի ծավալը:
51. Քանի՞ ուղերթ պետք է կատարի 3 տ բեռնատարողությամբ բեռնատար ավտոմեքենան 20 սմ³ ծավալով ցեմենտ տեղափոխելու համար: Ցեմենտի խտությունը 2800 կգ/մ³ է:
52. Անոթի զանգվածը 15 գ է: Ջրով լիքը լցնելիս նրա զանգվածը 40 գ է, իսկ աղաջրով լցնելիս՝ 45 գ: Գտնել աղաջրի խտությունը:

53. Որքանո՞վ կփոքրանա նկարում պատկերված երկաթե անկյունարդի զանգվածը, եթե այն պատրաստենք ալյումինից: Անկյունարդի հաստությունը 5 մմ է, իսկ մնացած չափերը նշված են նկարում:



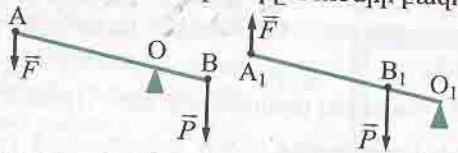
54. Բաքի մեջ մեկ բոպետում լցվում է 20 կգ զանգվածով կերոսին: Ինչքա՞ն ժամանակ կպահանջվի բաքը լրիվ լցնելու համար, եթե դրա երկարությունը 2 մ է, լայնությունը՝ 150 սմ, իսկ բարձրությունը՝ 1800 մմ:
55. Որքա՞ն է 2 տ զանգվածով փղի վրա ազդող ծանրության ուժը:
56. Որքա՞ն է 0,5 կգ զանգվածով գնդակի վրա ազդող ծանրության ուժը:
57. Պղնձե և փայտե գնդերն ունեն միևնույն զանգվածը: Համեմատել դրանց վրա ազդող ծանրության ուժերը:
58. Կփոխվի՞ արդյոք պղնձե գնդի վրա ազդող ծանրության ուժը, եթե այն խորասուզենք ջրի մեջ:
59. Հաշվեք ջրի զանգվածը, եթե նրա վրա ազդող ծանրության ուժը 90 Ն է:
60. Ճոպանը դիմանում է 2500 Ն ուժի: Կկտրվի՞ արդյոք այն, եթե նրանից կախենք 0,3 տ զանգվածով բեռ:
61. Որքա՞ն է 10 դմ³ ծավալով կերոսինի վրա ազդող ծանրության ուժը:
62. Որոշեք 50 Ն և 30 Ն ուժերի համագործը, եթե նրանց կազմած անկյունը 180° է:
63. Ուղղահիգ դեպի վեր շարժվող հրթիռի քարշի ուժը 300 կՆ է, իսկ ծանրության ուժը՝ 100 կՆ: Որոշեք այդ ուժերի համագործը: Ինչպե՞ս է այն ուղղված:

64. Որքա՞ն է նկարում պատկերված ուժերի համագորը: 
65. Հաշվեք զսպանակի կոշտությունը, եթե 4 Ն ուժի ազդեցությամբ այն երկարում է 2 սմ-ով:
66. Քանի՞ սանտիմետրով կերկարի 105 Ն/մ կոշտությամբ զսպանակը, եթե այն ձգենք 21 Ն ուժով:
67. 160 Ն ուժի ազդեցությամբ զսպանակը սեղմվեց 4,5 մմ-ով: Ինչքա՞ն կսեղմվի այն 800 Ն ուժի ազդեցությամբ:
68. Ի՞նչ զանգվածով բեռ պետք է կախել 600 Ն/մ կոշտությամբ զսպանակից, որպեսզի այն ձգվի 4 սմ-ով:
69. Չսպանակի երկարությունը 3,5 սմ-ով փոքրացնելիս նրանում առաջանում է 1,4 կՆ ուժ: Ինչպիսի՞ն կլինի առածգականության ուժը նրա երկարությունը 2,1 սմ-ով փոքրացնելիս:
70. 100 Ն ուժով ձգելիս զսպանակի երկարությունը դարձավ 0,82 մ, իսկ 300 Ն-ի դեպքում՝ 0,86 մ: Գտեք զսպանակի սկզբնական երկարությունը:
71. Որքա՞ն է 80 կգ զանգվածով մարդու կշիռը:
72. Որքանո՞վ փոքրացավ ջրատար մեքենայի կշիռը, եթե ծառերը ջրելու համար օգտագործվեց 200 լ ծավալով ջուր:
73. 80 կգ զանգվածով մարդն ուսին պահում է 10 կգ զանգվածով պարկը: Ի՞նչ ուժով է նա ճնշում գետիկը:
74. Աղջիկը գնեց 0,75 լ ծավալով արևածաղկի ձեթ: Որքա՞ն է այդ ձեթի կշիռը:
75. Հաշվեք աշխարհում ամենամեծ թռչնի՝ աֆրիկական ջայլամի կշիռը, եթե նրա զանգվածը 90 կգ է: Այն համեմատեք ամենափոքր՝ կոլիբրի թռչնի կշռի հետ, եթե վերջինիս զանգվածը մոտ 2 գ է:
76. Ի՞նչ տեսակի շփման ուժ է առաջանում՝ ա) քայլելիս, բ) փայտի կտորը գետնից վերցնելիս, գ) սահնակով սարից իջնելիս, դ) անիվը գետնին գլորվելիս:
77. Սեղանի վրա հորիզոնական ուղղությամբ 10 Ն ուժ ազդելիս այն տեղից չի շարժվում: Որքա՞ն է այդ դեպքում սեղանի և հատակի շփման ուժը:
78. Ինչու՞ կավիճը գրատախտակին հետք է թողնում:
79. Ի՞նչ ամենափոքր ուժ պետք է գործադրել 1 կգ զանգվածով փայտե չորսուն հորիզոնական սեղանի վրայով շարժելու համար, եթե դադարի շփման ուժի առավելագույն արժեքը չորսուի կշռի 0,5 մասն է:

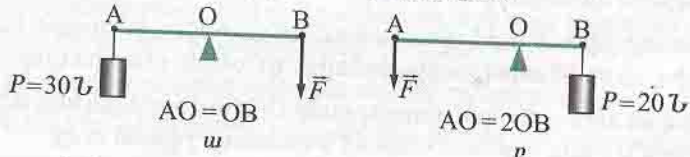
ՉԼՈՒԽ III. ԱՇԽԱՏԱԼԵ ԵՎ ԸՆՈՐՈՒԹՅՈՒՆ: ՊԱՐԶ ՄԵՍԱՆԻԶՄԵՐ

80. Հաշվեք 20 Ն ուժի աշխատանքը 5 մ ճանապարհի անցնելիս:
81. Ի՞նչ ճանապարհ անցնելիս 8 Ն ուժի աշխատանքը հավասար կլինի 32 Ջ-ի:
82. 5 մ խորությամբ ջրհորից հավասարաչափ բարձրացրին 10 կգ զանգվածով ջրով լցված դույրը: Հաշվեք կատարված աշխատանքը:

83. $0,25 \text{ մ}^3$ ծավալով բետոնն սալը հավասարաչափ բարձրացրին 6 մ: Ի՞նչ աշխատանք կատարվեց այդ դեպքում: Բետոնի խտությունը 2000 կգ/մ^3 է:
84. Ավտոմեքենայի շարժիչի քարշի ուժը 2000 Ն է: Ավտոմեքենան շարժվում է հավասարաչափ՝ 72 կմ/ժ արագությամբ: Ի՞նչ աշխատանք է կատարում շարժիչը 10 վ -ում:
85. Ինչպիսի՞ արագությամբ կարող է ձին հավասարաչափ քաշել սայլը՝ գործադրելով 600 Ն ուժ, եթե մեկ րոպեում նա կատարում է 36000 Ջ աշխատանք:
86. 50 կգ զանգվածով տղան 1 րոպեում աստիճաններով բարձրանում է 30 մ : Որոշեք տղայի զարգացրած հզորությունը:
87. Ջերմաքարշը, զարգացնելով 600 կՎտ հզորություն և շարժվելով հավասարաչափ, 20 վ -ում անցնում է 200 մ ճանապարհ: Որոշեք ջերմաքարշի քարշի ուժը:
88. Վերամբարձ կռունկը հավասարաչափ բարձրացնում է 5000 կգ զանգվածով բեռը: Որոշեք վերամբարձ կռունկի շարժիչի հզորությունը, եթե 5 վայրկյանում բեռը բարձրացնում է 20 մ :
89. Ինչպե՞ս կարելի է հաշվել հզորությունը, եթե հայտնի են մարմնի վրա ազդող ուժը և մարմնի հավասարաչափ շարժման արագությունը:
90. 22 մ բարձրությամբ ջրարգելակից 10 րոպեում թափվում է 500 տ զանգվածով ջուր: Ի՞նչ հզորություն է զարգացվում այդ դեպքում:
91. Նկարներում պատկերված են լծակների սխեմաներ: Յուրյ տվեք ուժերի կիրառման կետերը, լծակների հենման կետերը և ուժերի բազուկները:



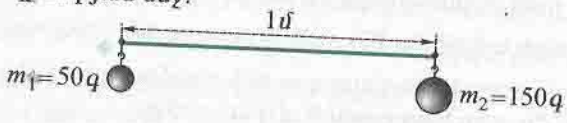
92. Հաշվեք այն F ուժը, որը լծակի օգնությամբ P բեռը պահում է հավասարակշռության մեջ նկարում պատկերված w և p դիրքերում:



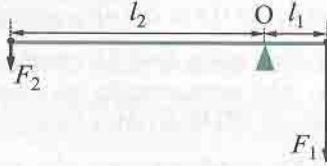
93. Հաշվեք այն F ուժը, որի միջոցով կարելի է հավասարակշռել նկարում պատկերված լծակի մի ծայրից կախված $m = 1 \text{ կգ}$ զանգվածով զնդի վրա ազդող ծանրության ուժը:



94. Որտե՞ղ պետք է դնել հենարանը, որպեսզի նկարում պատկերված լծակը գտնվի հավասարակշռության մեջ:

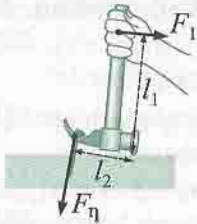


95. Օ հեռման կետով լծակի վրա ազդում են $F_1=40$ Ն և $F_2=10$ Ն ուժերը, որոնց բազուկները համապատասխանաբար հավասար են՝ $l_1=0,2$ մ և $l_2=0,8$ մ:

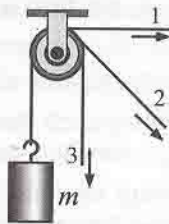


Որքա՞ն են այդ ուժերի մոմենտները: Կգտնվի՞ր արդյոք լծակը հավասարակշռության մեջ:

96. Ի՞նչ ուժ պետք է կիրառել մեխահան մուրճի բռնակին՝ մեխը հանելու համար, եթե մեխի դիմադրության ուժը՝ $F_{դ} = 160$ Ն: Բռնակի երկարությունը՝ $l_1=0,2$ սմ: Մուրճի ծայրի և մեխի հեռավորությունը՝ $l_2=0,8$ սմ (տե՛ս նկարը):
97. Ի՞նչ ուժ պետք է գործադրել $m=2$ կգ զանգվածով բեռն անշարժ ճախարակով հավասարաչափ բարձրացնելիս: Ո՞ր դեպքում կիրառված ուժը կլինի ավելի մեծ: Շփումն անտեսել (տե՛ս նկարը):
98. Ի՞նչ ուժ պետք է գործադրել պարանի ծայրին՝ $m=20$ կգ զանգվածով բեռը շարժական ճախարակով հավասարաչափ բարձրացնելու համար (տե՛ս նկարը):
99. Որքա՞ն կտեղափոխվի P բեռը սեղանի մակերևույթով, եթե ճուպանի ազատ ծայրն իջնի $0,4$ մ-ով (տե՛ս նկարը):



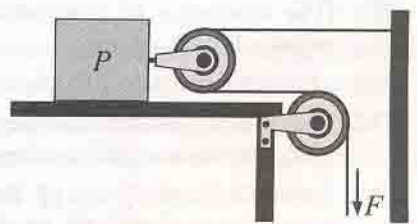
Խնդիր 96



Խնդիր 97

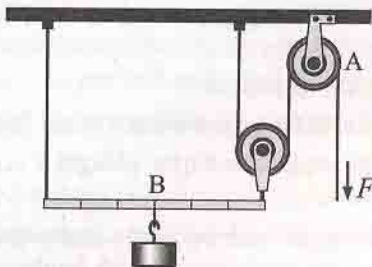


Խնդիր 98

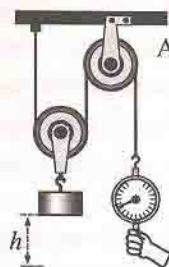


Խնդիր 99

100. Քանի՞ անգամ կարելի է շահել ուժի մեջ՝ կիրառելով այն պարանի A կետում, եթե լծակի B կետից կախված է m զանգվածով բեռ (տե՛ս նկարը):
101. Լծակն օգտագործվում է 1000 կգ զանգվածով բեռոնն սալը 5 սմ-ով բարձրացնելու համար: Լծակի մյուս ծայրը 3000 Ն ուժի ազդեցությամբ անցնում է 20 սմ: Որոշե՛ք լծակի ՕԳԳ-ն:



Խնդիր 100



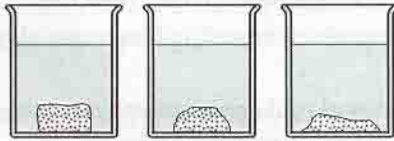
Խնդիր 103

102. 150 կգ զանգված ունեցող բեռը լծակի միջոցով բարձրացրին 0,2 մ: Բեռը բարձրացնելիս լծակի երկար բազուկի վրա գործադրվեց 600 Ն ուժ, որի ազդեցությամբ լծակի այդ ծայրն իջավ 0,6 մ: Հաշվեք լծակի ՕԳԳ-ն:
103. Որոշեք $m=5$ կգ զանգվածով բեռը $h=0,5$ մ բարձրացնելիս կատարված օգտակար աշխատանքը: Ի՞նչ լրիվ աշխատանք կատարվեց, եթե ուժաշարից ցույց էր տալիս 35 Ն: Հաշվեք սարքի ՕԳԳ-ն (տե՛ս նկարը):
104. 4,5 մ երկարությամբ և 1,5 մ բարձրությամբ թեք հարթությամբ հավասարաչափ բարձրացնում են 30 կգ զանգվածով արկղ: Թեք հարթության և արկղի շփման ուժը 20 Ն է: Հաշվեք օգտակար ու լրիվ աշխատանքները և թեք հարթության ՕԳԳ-ն:
105. Որոշեք այն աշխատանքը, որը կատարում է 80% ՕԳԳ ունեցող մեխանիզմը, եթե օգտակար աշխատանքը 1,2 կՋ է:
106. Շարժական ճախարակի ՕԳԳ-ն 70% է: Ի՞նչ զանգվածով բեռ կարելի է բարձրացնել այդ ճախարակի օգնությամբ՝ ճոպանի ազատ ծայրի նկատմամբ կիրառելով 400 Ն հաստատուն ուժ:

ՉԼՈՒԽ IV. ՆՅՈՒԹԻ ԿԱՌՈՒՅՎԱԾԵԸ

107. Նշված բառերից ո՞րն է վերաբերում «ֆիզիկական մարմին» և որը՝ «նյութ» հասկացություններին. **ավտոմեքենա, երկաթ, թթվածին, ակնոց, գիրք, նավթ, բաժակ, աղյուս, կավ:**
108. Ի՞նչ նյութերից են բաղկացած հետևյալ մարմինները՝ **ակնոց, բաժակ, մատիտ, ռետին, գրպա:**
109. Թվարկեք տարբեր նյութերից պատրաստված մի քանի առարկա:
110. Պողպատն գլանում մեծ ճնշման տակ գտնվող յուղի մասնիկները հայտնվում են գլանի արտաքին պատերին: Ինչպե՞ս կբացատրեք այս փաստը:
111. Լուսանկարում մի նյութի մոլեկուլի տեսանելի տրամագիծը 0,5 մմ է: Որքա՞ն է այդ նյութի մոլեկուլի իրական տրամագիծը, եթե լուսանկարի խոշորացումը 200 000 անգամ է:
112. 0,3 մմ³ ծավալով յուղի կաթիլը քարակ շերտով տարածվել է ջրի մակերևույթին և զբաղեցրել 0,3 մ² մակերես: Ենթադրելով, որ շերտի հաստությունը հավասար է յուղի մոլեկուլի տրամագծին, որոշեք այն:
113. Թվարկեք մի քանի տարր:
114. Թվարկեք մի քանի նյութ, որոնք բաղկացած են տարբեր տարրերի ատոմներից:
115. Նույն ծավալը և կառուցվածքն ունեն արդյոք տարբեր նյութերի մոլեկուլները: Բերեք օրինակներ:
116. Ինչու՞ է տաքացնելիս պղնձն լարը երկարում:
117. Նույն ծավալը և կառուցվածքն ունեն արդյոք տաք և սառը ջրի մոլեկուլները:
118. Ինչո՞վ է բացատրվում օդում նյութերի (օձանելիք, բենզին և այլն) հոտերի տարածվելը:
119. Օդից ծանր ամխաթթու գազով լցված անոթը հավասարակշռված է կշեռքին: Անոթի բերանը բացելուց որոշ ժամանակ անց կշեռքի հավասարակշռությունը խախտվում է: Ինչու՞: Ո՞ր կողմն է թեքվում կշեռքը:

120. Ջրածնով լցված անոթը հավասարակշռվում է կշեռքին: Անոթի բերանը բացելուց որոշ ժամանակ անց կշեռքի հավասարակշռությունը խախտվում է: Ինչու՞: Ո՞ր կողմն է թեքվում կշեռքը:
121. Ջրածնով լցված փուչիկը մի քանի ժամվա ընթացքում սմբում է: Ինչու՞:
122. Շաքարի միանման կտորները միաժամանակ գցեցին ջրով լցված բաժակների մեջ: Ջրի սկզբնական ջերմաստիճանը ո՞ր բաժակում էր ավելի բարձր:



123. Ինչու՞ խորհուրդ չի տրվում մուգ գույնի թաց կտորը երկար ժամանակ հաված թողնել սպիտակ կտորին:
124. Որտե՞ղ ավելի լավ կպահպանվի ջրածնով լցված փուչիկը՝ ցու՞րա, թե՞ տաք սենյակում:
125. Ինչպե՞ս կարելի է արագացնել դիֆուզիան պինդ մարմիններում:
126. Ինչու՞ կտրված բաժակի կտորները չեն կաչում, երբ դրանք սեղմում ենք իրար:
127. Ինչու՞ քղթի քրջված թերթերն իրարից անջատելու համար շատ ավելի մեծ ճիգ է պահանջվում, քան չոր գիրքը թերթելու համար:
128. Ո՞ր նյութի (կապար, մոմ, պողպատ) միջմասնիկային փոխազդեցություններն են ամենամեծը, ամենափոքրը:
129. Մետաղամասերը կարելի է իրար կպցնել նաև առանց եռակցելու՝ սառը եղանակով, եթե դրանք միացնելով շատ ուժեղ սեղմենք: Ի՞նչ պայմանի դեպքում դա տեղի կունենա:
130. Ինչու՞ ջրի մակերևույթին դրված ապակե թիթեղը ռետինե լարով վեր բարձրացնելիս լարը ձգվում է:
131. Պի՞նդ, թե՞ հեղուկ վիճակում է կապարի ատոմների ձգողությունն ավելի ուժեղ:
132. Ի՞նչն է ընդհանուրը թղթերի ստանձման և մետաղե իրերի գողման միջև:
133. Ինչու՞ է ջուրը բարձրանում ապակե մագանոթով:
134. Ինչու՞ է պղնձի մակերևույթին լցված անդիկը տարածվում մակերևույթով:
135. Ինչու՞ են շինությունների ստորին հարկերի պատերը խոնավանում:
136. Օրինակներով հաստատեք, որ պինդ մարմինների ատոմների միջև փոխադարձ ձգողություն գոյություն ունի միայն շատ փոքր հեռավորությունների վրա:
137. Ի՞նչ կարգի մեծություններ են մոլեկուլների ջերմային շարժման արագությունները:
138. Ինչու՞ դիֆուզիան ավելի արագ է ընթանում ջերմաստիճանը բարձրացնելիս:
139. Ինչո՞վ է պայմանավորված մարմնի ջերմաստիճանը:
140. Ինչպե՞ս կազդի ջերմաչափի մագանոթի տրամագծի մեծացումը 1 աստիճանին համապատասխանող անդիկի սյան երկարության վրա:

141. Ինչպիսի՞ ջրում պետք է լվանալ բժշկական ջերմաչափները՝ տա՞ք, թե՞ սառը:
142. Ի՞նչ տեղի կունենա ջերմաչափը տաք ջրի մեջ դնելիս, եթե ապակին ավելի շատ ընդարձակվի, քան սնդիկը:
143. Արեգակի կենտրոնական մասում ջերմաստիճանը $25\,000\,000\text{ }^\circ\text{C}$ է: Որքա՞ն է այս ջերմաստիճանը՝ ըստ Ֆարենհայտի սանդղակի: Էսկա՞ն է արդյոք $32\text{ }^\circ\text{F}$ -ը մի սանդղակից մյուսին անցնելու բանաձևերում՝ այդպիսի ջերմաստիճաններում:
144. Քանի՞ աստիճան է $0\text{ }^\circ\text{F}$ ջերմաստիճանը՝ ըստ Յելսիուսի սանդղակի:
145. Որքա՞ն է ձեր բնակարանում ծորակից հոսող ջրի ջերմաստիճանը՝ ըստ Ֆարենհայտի սանդղակի:
146. Կարելի՞ է արդյոք գազով լցնել բաց անոթի տարողության կեսը:
147. Փակ շիշը կիսով չափ լցված է սնդիկով: Կարելի՞ է պնդել, որ շիշ վերին մասում սնդիկը բացակայում է:
148. Թրվածիճը և ազոտը կարող են գտնվել հեղուկ վիճակում: Իսկ պի՞նդ:
149. Կարո՞ղ է արդյոք երկաթը գտնվել գազային վիճակում: Իսկ հեղու՞կ:
150. Եթե, նույնիսկ խնամքով լվանալուց հետո, նավթի ամանի մեջ շուր լցնեք, ապա, այնումենայնիվ, կզգաք նավթի հոտը: Ինչու՞:
151. Անագի կտորը տաքացնելով՝ վերածեցին հեղուկի: Ինչպե՞ս փոփոխվեց անագի մասնիկների շարժումը: Ինչպե՞ս փոխվեցին անագի մասնիկների փոխադարձ դիքերը:

ԳԼՈՒԽ V. ՃՆՃՈՒՄ

152. Ի՞նչ ճնշում է գործադրում հատակին կանգնած մարդը, եթե նրա զանգվածը 75 կգ է, իսկ կոշիկների ներբանների ընդհանուր մակերեսը $0,035\text{ մ}^2$ է:
153. Որքա՞ն է 5 տ զանգվածով թրթուրավոր տրակտորի ճնշումը գետնին, եթե երկու թրթուրների ընդհանուր մակերեսը $1,4\text{ մ}^2$ է:
154. 75 կգ զանգվածով դահուկորդը կանգնած է դահուկների վրա: Յուրաքանչյուր դահուկի երկարությունը $1,75\text{ մ}$ է, իսկ լայնությունը՝ 10 սմ : Որոշեք ձյան վրա դահուկորդի գործադրած ճնշումը:
155. Համեմատելով նախորդ երեք խնդիրների պատասխանները՝ պատասխանեք հետևյալ հարցերին:
 - Քանի՞ անգամ է ձյան վրա դահուկորդի ճնշումը փոքր այն ճնշումից, որ գործադրում է առանց դահուկների կանգնած մարդը: Ինչու՞ է դահուկորդի գործադրած ճնշումն ավելի փոքր: Ի՞նչ եզրակացության կհանգեք:
 - Ինչու՞ են բեռնատար ավտոմեքենաների դողերը զգալիորեն ավելի լայն պատրաստում մարդատարների դողերից:
 - Թրթուրավոր տրակտորի գործադրած ճնշումը գետնին համեմատեք կանգնած մարդու ճնշման հետ: Շա՞տ են արդյոք տարբերվում այդ ճնշումներն իրարից:
156. Կոճգամին կիրառված ուժը մոտավորապես 70 Ն է, իսկ կոճգամի սայրի մակերեսը՝ 1 մմ^2 : Որքա՞ն է կոճգամի գործադրած ճնշումը պտտին: Քանի՞ անգամ է այն մեծ գետնին թրթուրավոր տրակտորի գործադրած ճնշումից (տե՛ս 155 խնդիրը):

157. Ինչու՞ են կտրող, ծակող գործիքների (դանակ, մկրատ, կտրիչ, սղոյ և այլն) սայրերը լավ սրում: Ի՞նչ կտրող, ծակող հարմարանքների օրինակներ կարող եք բերել կենդանի բնությունից:
158. Ի՞նչ ճնշում է գործադրում գետնին 6 մ^3 ծավալով մարմարե սյունը, եթե նրա հիմքի մակերեսը $1,4 \text{ մ}^2$ է: Մարմարի խտությունը 2700 կգ/մ^3 է:
159. Վերցրեք ջրով լցված ապակե անոթ, փակեք այն խցանով: Խցանի միջով անցկայրեք երկու խողովակ: Ինչպե՞ս կարող եք անոթից, առանց խցանը հանելու, ջուրը լցնել դատարկ բաժակի մեջ: Ըստ ձեզ՝ որտե՞ղ կարելի է կիրառել տվյալ երևույթը:
160. Որքա՞ն է այն ջրի զանգվածը, որն ամբողջությամբ լցնում է ուղղանկյունանիստի ձև ունեցող աքվարիումը: Աքվարիումի չափերն են՝ երկարությունը՝ 50 սմ , լայնությունը՝ 30 սմ , բարձրությունը՝ 30 սմ : Որքա՞ն է ջրի ճնշումն աքվարիումի հատակին: Խնդիրը լուծեք երկու եղանակով և արդյունքները համեմատեք:
161. Ապակե խողովակում սնդիկի բարձրությունը 76 սմ է: Որոշեք սնդիկի հիդրոստատիկ ճնշումը խողովակի հիմքին: Որքա՞ն պետք է լինի խողովակի հիմքի վրա նույն ճնշումը ստեղծող ջրի սյան բարձրությունը:
162. Լողորդը սուզվում է ջրի մեջ 6 մ խորությամբ: Ինչքա՞ն է ջրի ճնշման ուժը լողորդի մարմնի յուրաքանչյուր դմ^2 մակերեսով տեղամասին:
163. Ապակե անոթում մեկը մյուսի վրա լցված են տարբեր հեղուկներ՝ ջուր, ձեթ (խտությունը՝ 900 կգ/մ^3) և սնդիկ: Յուրաքանչյուր հեղուկի շերտի հաստությունը 10 սմ է: Եկարեք և ցույց տվեք հեղուկների դասավորության կարգը: Որոշեք ճնշումը 15 սմ խորության վրա: Հաշվեք ընդհանուր ճնշումն անոթի հատակին:
164. Թիթեղյա անոթն ունի խորանարդի ձև, որի կողի երկարությունը 10 սմ է: Անոթը լցված է մաքուր ջրով: Որոշեք ճնշումն անոթի հատակին և ճնշման ուժը կողմնաշին պատերից մեկի վրա:
165. Ի՞նչ ճնշման տակ պոմպը պետք է մղի ջուրը, որ այն հասնի մինչև 5 -րդ հարկ: (Յուրաքանչյուր հարկի բարձրությունը $3,5 \text{ մ}$ է):
166. Ի՞նչ շահում է տալիս ջրաբաշխական մամլիչն ուժի մեջ, եթե մեծ մխուցն ունի 500 անգամ ավելի մեծ մակերես, քան փոքրը:
167. Ջրաբաշխական մամլիչի մխուցների տրամագծերը 2 սմ և 12 սմ են: Ուժի մեջ ի՞նչ շահում է տալիս այդ մամլիչը:
168. Ջրաբաշխական մամլիչի փոքր մխուցի տրամագիծը $2,5 \text{ սմ}$ է, իսկ մեծ մխուցինը՝ 25 սմ : Ի՞նչ ճնշման ուժ պետք է գործադրել փոքր մխուցի վրա, որ հնարավոր լինի բարձրացնել 2 տ զանգվածով ավտոմեքենան:
169. Պատմում են, թե ինչպես հռլանդացի երեխան փրկեց հայրենի քաղաքը կործանումից՝ մատով փակելով ջրամբարտակի անցքը: Ինչպե՞ս կարող էր փոքրիկ երեխան այդ կերպ դիմակայել Հյուսիսային Հյուսիսային ծովի ճնշմանը:
170. Ի՞նչ առավելագույն խորությունում ջրասուզորդը դեռևս կարող է շնչել խողովակով: Ինչո՞վ է պայմանավորված այդ խորությունը:
171. Ինչու՞ են արյան ճնշումը չափում թևի շրջանում՝ մոտավորապես նույն մակարդակում, որում սիրտն է: Չի՞ կարելի արդյոք ճնշումը չափել ոտքի շրջանում:

172. Հայտնի է, որ Խաղաղ և Ատլանտյան օվկիանոսների մակարդակները Պանամայի ջրանցքի տարրեր կողմերում մույնը չեն: Չոր եղանակին մակարդակների տարբերությունը փոքր է, բայց անձրևային շրջանում այն հասնում է մինչև 30 սմ-ի: Ինչպե՞ս կարող եք դա բացատրել:

173. Չեզմեծ շատերը հավանաբար նկատել են, որ շշի մեջ ձագարով հեղուկ լցնելիս ժամանակ առ ժամանակ անհրաժեշտ է ձագարը փոքր-ինչ բարձրացնել: Ինչու՞:

174. Ս-աձև խողովակի այ ծնկում ջրի սյան բարձրությունը 20 սմ է: Գլխեմալով ջրի և կերոսինի խտությունները (1000 կգ/մ^3 , 800 կգ/մ^3)՝ որոշել կերոսինի սյան բարձրությունը ձախ ծնկում:

175. Ինչու՞ օդն արտամղելիս հեղուկը միայն B խողովակով է բարձրանում (տե՛ս նկարը):

176. Որտե՞ղ է ավելի մեծ 1 մ^3 ծավալով օդի զանգվածը՝ Երևանում, թե՞ Սևանում: Ինչու՞:

177. Ջրով լցված մեծ փորձանոթի մեջ դրեք փոքր փորձանոթ և դրանք շրջեք: Բացատրեք, թե ինչու՞ է ջուրը թափելուն զուգընթաց փոքր փորձանոթը ներքաշվում մեծ փորձանոթի մեջ (տե՛ս նկարը):

178. Այրվող թուղթը պահեք շրջված բաժակի մեջ, այնուհետև բաժակն արագ շրջեք և դրեք ռետինե թաղանթին և թույլ սեղմեք: Բացատրեք դիտվող երևույթը:

179. Ի՞նչ կկատարվի, եթե բացենք ջրով լի խողովակի վերևում գտնվող ծորակը: Պատասխանը հիմնավորել (տե՛ս նկարը):

180. Կփոխվի՞ արդյոք օճառի երկու միանման պղպջակների ծավալը, եթե պղպջակներից մեկն իջեցնենք (տե՛ս նկարը):

181. Պոմպն օդն արտամղում է A անցքով: Կերոսինի սյան բարձրությունը 90 սմ է: Որքա՞ն են ջրի սյան և սնդիկի սյան բարձրությունները (տե՛ս նկարը):

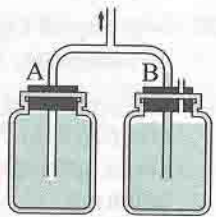
182. Ի՞նչն է ավելի ծանր՝ ֆուտբոլի փչած, թե՞ չփչած գնդակը: Ինչպե՞ս ստուգել:

183. Ինչպե՞ս կփոխվի օդով լցված փուչիկի ծավալը Արագած լեռը բարձրանալիս:

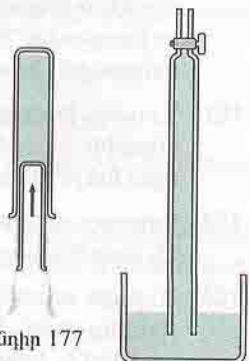
186. Ինչու՞ է դժվար խմել հում ձուռն, որը ծակված է մի կողմից: Ինչպե՞ս հեշտացնել ձուռն խմելը:

185. Ի՞նչն է ստիպում լուծույթին լցվել ներարկիչի մեջ:

186. Սեղանին դրված 1 մ երկարությամբ քանոնը ծածկված է լրագրով, որը կպած է սեղանին: Քանոնի ծայ-

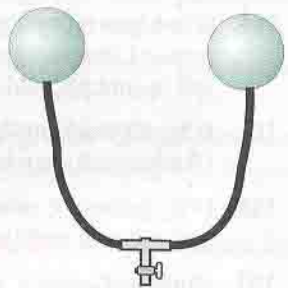


Խնդիր 175

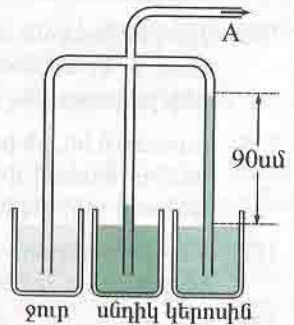


Խնդիր 177

Խնդիր 179



Խնդիր 180

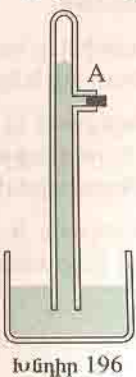


Խնդիր 181

որ սեղանի եզրից դուրս է գալիս 15-20 սմ-ով: Ի՞նչ կկատարվի քանոնի հետ, եթե նրա՝ սեղանից դուրս ընկած ծայրին հարվածենք մուրձով: Բացատրեք փորձի արդյունքը:

187. Ջրով լցված բաժակում դրված է փորձանոթ՝ բայ ծայրը դեպի ներքև: Բաժակը դնենք օդահան զանգի տակ և պոմպի օգնությամբ ճնշումը փոքրացնենք մինչև սնդիկի սյան 50-60 մմ: Կտեսնենք, որ փորձանոթից ջրի միջով դուրս են գալիս օդի պղպջակներ: Ի՞նչ կկատարվի, եթե օդահան զանգի տակ ճնշումը նորից հավասարվի արտաքին ճնշմանը: Բացատրեք դիտվող երևույթը:
188. Ինչքա՞ն կլինի կերոսինի սյան բարձրությունը Տորիչելլիի փորձում՝ նորմալ մթնոլորտային ճնշման դեպքում:
189. Հայտնի է, որ Հրատ մոլորակի վրա մթնոլորտային ճնշումը 700 Պա է: Արտահայտեք այն «սնդ. սյան մմ» միավորով:
190. Ի՞նչ ուժով է մթնոլորտն ազդում 1 մ^2 մակերեսով սեղանի վրա, եթե ճնշումը՝ $p = 660$ մմ սնդ. սյան:
191. Լուսամուտի ապակու մակերեսը 2 մ^2 է: Ի՞նչ ուժով է մթնոլորտն ազդում ապակու վրա: Ինչու՞ ապակին չի կոտրվում:
192. Խողովակն ուղղաձիգի հետ կազմում է 60° անկյուն: Ինչքա՞ն է նրանում սնդիկի սյան երկարությունը, եթե ճնշումը՝ $p = 760$ մմ սնդ. սյան:
193. Ինչպե՞ս կփոխվի սնդիկի սյան բարձրությունը ուղղաձիգ խողովակում, եթե շրջապատի օդի ջերմաստիճանը բարձրանա, իսկ ճնշումը մնա անփոփոխ:
194. Ինչպիսի՞ն կլինեն մթնոլորտի հաստությունը, եթե օդն ունենար $1,2 \text{ կգ/մ}^3$ հաստատուն խտություն:
195. Հնարավո՞ր է կատարել Տորիչելլիի փորձը, եթե սնդիկով լցված խողովակը բայ ծայրով իջեցվի ջրով լցված անոթի մեջ: Արտաքին ճնշումը՝ $p_0 = 760$ մմ սնդ. սյան:
196. Սնդիկով լցված խողովակի A անցքը փակված է խցանով: Ի՞նչ կկատարվի, եթե հանենք խցանը (տե՛ս նկարը):
197. Ինչու՞ իր փորձում Տորիչելլին օգտագործեց սնդիկ, այլ ոչ թե ջուր:
198. Աշակերտը պնդում էր, որ ծանրաչափի ցույմուները սենյակում պետք է ավելի փոքր լինի, քան դրսում, քանի որ դրսում ծանրաչափի վրա ազդում է մթնոլորտային օդի շատ ավելի մեծ բարձրությամբ սյուն: Ճի՞շտ է արդյոք աշակերտը:

199. Մթնոլորտային ճնշումից մե՞ծ, թե՞ փոքր է անոթում գազի ճնշումը (տե՛ս նկարը): Որքա՞ն է անոթում գազի և արտաքին օդի ճնշումների տարբերությունը, եթե ճնշաչափում սնդիկի մակարդակների տարբերությունը 7 մմ է:
200. Բայի մթնոլորտային ճնշումից՝ ի՞նչ գործոններ են ազդում անհեղուկ ծանրաչափի ցույմուների վրա:
201. Մարմինը լրիվ խորասուզված վիճակում լողում է մաքուր ջրում: Ի՞նչ վիճակում կգտնվի այդ նույն մարմինը կերոսինում, սալիքում:



Խնդիր 196



Խնդիր 199

202. Փայտե խցանի խտությունը 2 անգամ փոքր է ջրի խտությունից: Ի՞նչ դիրք կգրավի այն ջրում: Պատկերեք համապատասխան նկարը:
203. Աղյուսի և երկաթի կտորի զանգվածները հավասար են: Դրանցից ո՞րն է ավելի հեշտ պահել ջրում: Ինչու՞:
204. Որոշեք ծովի ջրում $1,6 \text{ մ}^3$ ծավալով քարի վրա ազդող արքիմեդյան ուժը:
205. Որքա՞ն է գրանիտի բեկորի վրա ազդող արքիմեդյան ուժը լրիվ խորասուզված վիճակում, եթե այն արտամղել է $0,8 \text{ մ}^3$ ծավալով ջուր:
206. $3,5 \text{ մ} \times 1,5 \text{ մ} \times 0,2 \text{ մ}$ չափերով երկաթբետոնե սալն իր ծավալի կեսով ընկղմված է ջրի մեջ: Ի՞նչ արքիմեդյան ուժ է ազդում նրա վրա:
207. Հեղուկի մեջ խորասուզելիս 1 դմ^3 ծավալով մարմնի վրա ազդում է $9,8 \text{ Ն}$ դուրս մղող ուժ: Ի՞նչ հեղուկ է դա:
208. Որքա՞ն է փոքրանում մարդու կշիռն անօդ տարածությունում՝ օդում ունեցած կշռի համեմատությամբ: Մարդու ծավալը 60 դմ^3 է:
209. Որքա՞ն է կերոսինի մեջ լրիվ խորասուզված 1 կգ զանգվածով բրոնզե մարմնի վրա ազդող արքիմեդյան ուժը, եթե բրոնզի խտությունը 8800 կգ/մ^3 է, իսկ կերոսինի խտությունը՝ 800 կգ/մ^3 :
210. Պարզվել է, որ կերոսինի մեջ ամբողջությամբ ընկղմվելիս պղնձակտորի կշիռը փոքրանում է 160 Ն -ով: Որքա՞ն է այդ պղնձակտորի ծավալը:
211. Կարո՞ղ է արդյոք 350 կգ զանգվածով մարմինը լողալ ջրի երեսին, եթե նրա ծավալը $0,4 \text{ մ}^3$ է:
212. Մարմինն օդում կշռելիս ուժաչափը ցույց է տալիս $4,3 \text{ Ն}$ ուժ, իսկ ջրում՝ $1,6 \text{ Ն}$: Որքա՞ն է մարմնի ծավալը:
213. Լողացող մարմինն արտամղում է 120 սմ^3 ծավալով կերոսին: Ի՞նչ ծավալով ջուր կարտամղի այդ մարմինը: Որոշեք մարմնի զանգվածը:
214. 6 Ն կշռով մարմնի ծավալը 400 սմ^3 է: Կսուզվի՞ արդյոք այն ջրում: Ինչու՞: Պատկերեք այդ մարմնի վրա ազդող ուժերը:
215. Ի՞նչ ուժ է հարկավոր 1000 կգ զանգվածով մարմնարի կտորը ջրում լրիվ խորասուզված վիճակում պահելու համար:
216. Ի՞նչ ուժ պետք է կիրառել 30 կգ զանգվածով և $0,012 \text{ մ}^3$ ծավալով քարը ջրի տակ պահելու համար:
217. Երկաթե խարխիսը ծովի ջրում խորասուզվելիս 120 Ն -ով թեթև է կշռում: Որոշել խարխիսի ծավալը և նրա կշիռն օդում:
218. Լասող կազմված է 12 չոր սոճու չորսուններից: Յուրաքանչյուր չորսուի երկարությունը 4 մ է, լայնությունը՝ 30 սմ , հաստությունը՝ 25 սմ : Կարելի՞ է արդյոք այդ լաստով տեղափոխելել 10 կՆ կշիռ ունեցող ավտոմեքենան:
219. 5 մ երկարությամբ և 3 մ լայնությամբ ուղղանկյուն կցանավը բեռնավորման հետևանքով խորասուզվեց 50 սմ -ով: Որոշեք կցանավին բարձած բեռի զանգվածը:
220. Խցանի կտորը լողում է կերոսինի մեջ: Նրա ծավալի ո՞ր մասն է կերոսինից դուրս:

221. Սառցակտորը լողում է ջրում: Նրա՝ ջրից դուրս գտնվող մասի ծավալը 20 մ^3 է: Որքա՞ն է ջրի տակ գտնվող մասի ծավալը:
222. Սառցասարի վերջրյա մասի ծավալը 5000 մ^3 է: Որոշել նրա լրիվ ծավալը:
223. $0,6 \text{ մ}^3$ ծավալով մարմինը լողում է ջրի մակերևույթին: Որքա՞ն է մարմնի՝ ջրից դուրս գտնվող մասի ծավալը, եթե նրա վրա ազդող արքիմեդյան ուժը 5 կՆ է:
224. Ի՞նչ ծավալով ջուր է արտամղում 3 մ երկարությամբ, 30 սմ լայնությամբ և 20 սմ բարձրությամբ լողացող փայտե չորսուն: Փայտի խտությունը 600 կգ/մ^3 է:
225. Քաղցրահամ ջրում մինչև ջրագիծը սուզված նավն արտամղում է 15000 մ^3 ջուր: Նավի կշիռն առանց բեռի 5000000 Ն է: Որքա՞ն է բեռի կշիռը:
226. Ի՞նչ նվազագույն ծավալ պետք է ունենա 7 կգ զանգվածով փչովի նավակի ջրասուզված մասը, որպեսզի ջրի վրա պահի երեխային, որի կշիռը 380 Ն է:
227. Մաքուր ոսկու՞յ է արդյոք պատրաստված արքայական քազը, եթե նրա կշիռն օդում $28,2 \text{ Ն}$ է, իսկ ջրում՝ $26,4 \text{ Ն}$:
228. Երկու միանման փուչիկներից մեկի մեջ ջրածին է լցված, մյուսի մեջ՝ նույն ծավալով հելիում: Փուչիկներից ո՞րն ավելի մեծ վերամբարձ ուժ ունի: Ինչու՞:
229. $3,4 \text{ գ}$ զանգվածով փուչիկը լցված է ջրածնով, որի ծավալը $0,03 \text{ մ}^3$ է: Որքա՞ն է փուչիկի վերամբարձ ուժը:
230. 10 մ^3 ծավալով ռադիոզոնդի մեջ՝ լցված է ջրածին լցված: Ի՞նչ կշռով ռադիոսարքավորում կարող է այն բարձրացնել, եթե զոնդի թաղանթի կշիռը 6 Ն է:

ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ՊԱՏԱՍԽԱՆՆԵՐ

ՉԼՈՒՄ II.

1. Ուղիղ գիծ է:
2. Ոչ:
3. 40 մ:
4. 8 մ:
5. 700 մ:
6. 10 մ/վ:
7. 500 սմ/վ, 5 մ/վ:
8. Դեկլինի:
9. 40 կմ/ժ:
10. 36 կմ/ժ:
11. 2400 կմ/ժ, 667 կմ/ժ:
12. 1,2 կմ:
13. 3,36 մ:
14. 946000000 կմ:
15. 20ր, 9վ, 6վ, 3վ:
16. 500վ:
17. Ոչ:
18. Լողորդիմը:
20. 80 ր:
21. 40 կմ/ժ, 400 կմ:
22. 90վ:
23. 15 ր:
24. 2ժ, 180 կմ, 144կմ:
25. 75 կմ:
26. 10մ, 15մ, 5մ/վ, 15մ/վ:
28. 30 մ/վ, 0, 30 մ:
29. 16.40
30. Ոչ:
32. 2700 կգ/մ³:
33. 0,07 գ/սմ³:
34. Բենզին:
35. Ոսկի:
36. 1,6 գ/սմ³:
37. 1,35 կգ:
38. 22,6 կգ, 21,5 կգ, 19,3 կգ:
39. 1 կգ:
40. 44,712 կգ:
42. 20 սմ³:
43. 3,1 Լ:
44. Այո, ոչ, այո:
45. Ոչ, այո:
46. 3 կգ:

47. 2, 25:
49. Այո:
50. 50 սմ³:
51. 19:
52. 1,2 գ/սմ³:
53. 66,3 գ:
54. 216 ր:
55. 19,6 կՆ:
56. 4,9 Ն:
57. Հավասար են:
58. Ոչ:
59. 9,18 կգ:
60. Այո:
61. 78,4 Ն:
62. 20 Ն:
63. 200 կՆ, դեպի վեր:
64. 14 Ն:
65. 200 Ն/մ:
66. 20 սմ:
67. 22,5 մմ:
68. 2,45 կգ:
69. 0,84 կՆ:
70. 0,8 մ:
71. 784 Ն:
72. 1960 Ն:
73. 882 Ն:
74. 6,8 Ն:
75. 882 Ն, 45000 սնգամ մեծ է:
76. ա) դադարի, բ) դադարի, գ) սահքի, դ) գլորման:
77. 10 Ն:
79. 4,9 Ն:

ՉԼՈՒՄ III.

80. 100 Ջ:
81. 4 մ:
82. 490 Ջ:
83. 29400 Ջ:
84. 400 կՋ:
85. 1 մ/վ:
86. 245 Վտ:
87. 60 կՆ:

88. 196 կՎտ:
90. 179,67 կՎտ:
92. ա) 30 Ն, բ) 10 Ն:
93. 2,45 Ն:
94. Մեծ գնդի կախման կետից 0.25 մ ձախ:
95. 8 Նմ, 8 Նմ, այո:
96. 40 Ն:
97. 19,6 Ն, հավասար են:
98. 98 Ն:
99. 0,2 մ:
100. 4 սնգամ:
101. 81,(6)%:
102. 81,(6)%:
103. 24,5 Ջ, 35 Ջ, 70%:
104. 441 Ջ, 531 Ջ, 83%:
105. 1500 Ջ:
106. 57,14 կգ:

ՉԼՈՒՄ IV.

111. 25 Ա:
112. 10 Ա:
119. Դիֆուզիայի հետևանքով ածխաթթու գազը, որն օդից ծանր է, տարածվում է օդում, իսկ անոթը լցվում է օդով: Կշեռքի՝ ածխաթթու գազով անոթի նմարը բարձրանում է:
120. Ջրածնի դիֆուզիայի հետևանքով: Ջրածնով անոթի նմարն իջնում է:
122. 3-րդ բաժակում:
124. Յուրտ սենյակում:
126. Բաժակի կտորներն իրար կիպ մոտենում են միայն փոքր թվով կետերում, որտեղ ի հայտ են գալիս մոլեկուլների փոխադարձ ձգողության ուժերը:

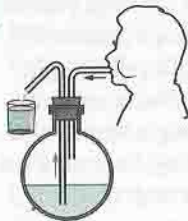
127. Ջրի մոլեկուլների փոխադարձ ձգողության ուժերի պատճառով:
128. Պողպատի, կապարի, մոմի:
129. Մեծ ճնշման տակ մետաղների ատոմները պետք է մոտենան այնքան, որ փոխադարձ ձգողության ուժերը դառնան գերակշռող:
130. Ջրի և ապակու մոլեկուլները փոխազդում են զգալիորեն մեծ ձգողության ուժերով:
131. Պինդ:
132. Սոսնձի և գողանյութի մասնիկները հնարավորինս մոտենում են իրար կպչվող մարմինների մակերևույթին՝ ապահովելով ձգողության ուժերի ազդեցությունը:
133. Ջրի և ապակու մոլեկուլների փոխադարձ ձգողության ուժերի շնորհիվ:
134. Պղնձի և սնդիկի ատոմների փոխադարձ ձգողության ուժերն ավելի մեծ են, քան սնդիկի ատոմների փոխադարձ ձգողության ուժերը:
135. Մազականության շնորհիվ:
140. Սյան երկարությունը կփոքրանա:
141. Սառը:
142. Ջերմաչափի սույմունքը կնվազեր:

143. $t_F = 45\ 000\ 032^\circ\text{F}$:
 32°F -ը կարելի է անտեսել $45\ 000\ 000^\circ\text{F}$ -ի նկատմամբ:

147. Ոչ:

ՉԼՈՒՄ V.

152. 21 կՊա:
153. 35 կՊա:
154. 2,1 կՊա:
156. 70000 կՊա, 2000 անգամ:
158. 113,4 կՊա:
- 159.



Եթե խողովակներից մեկով օդ փչենք ջրով լցված անոթի մեջ, ապա ջրի վրա ճնշումը կմեծանա, և ջուրը երկրորդ խողովակի միջով կբարձրանա՝ լցվելով դատարկ բաժակի մեջ:

163. Ներքևից՝ սնդիկ, ջուր, ձեթ: 1372 Պա, 15190 Պա:

164. 980 Պա, 4,9 Ն:

167. 36 անգամ:

168. 196 Ն:

169. Երեխայի մատի վրա ջրի ճնշումը կախված է միայն ջրի խտությունից և այն բանից, թե որքա՞ն է ամբարտակին բացված անցքի

մակարդակը ցածր ծովի մակարդակից: Ծովի չափերը, բնականաբար, ոչ մի նշանակություն չունեն:

170. Որքան խորն է ընկղմված ջրասուզորդը, այնքան ավելի մեծ է ճնշումը նրա կրծքավանդակին և թոքերին: Արդեն $1 \div 2$ մ խորությունում ջրի ճնշումն այնքան է մեծ, որ խողովակի միջոցով մթնոլորտային օդը շնչելը դառնում է անհնար:

171. Չափման նույն պայմաններն ապահովելու նպատակով: Եթե, օրինակ, ճնշումը չափվեր սրունքների շրջանում, ապա չափման արդյունքը կախված կլիներ մարդու հասակից, որը բարդություն կստեղծեր ստացված արդյունքները մեկնաբանելիս:

172. Օվկիանոսների մակարդակների տարբերությունը Պանամայի ջրանցքի տարբեր կողմերում մասամբ պայմանավորված է այդ օվկիանոսների տարբեր աղիությամբ: Խաղաղ օվկիանոսի ջուրն ավելի աղի է, հետևաբար՝ նաև ավելի խիտ: Ուստի Պանամայի ջրանցքի՝ դեպի Խաղաղ օվկիանոս տանող ելքի մոտ ջրի մակարդակն ավելի

ցածր է, քան Ատլանտյան օվկիանոսի ելքի մոտ:

173. Շշում հեղուկի ավելացմանը զուգընթաց նրանում օդը սեղմվում է, և նրա ճնշումը մեծանում է: Այդ ճնշմամբ հավասարակշռվում է ձագարի միջի հեղուկի ճնշումը: Այժմ հասկանալի է, որ, ձագարը մի փոքր բարձրացնելով, սեղմված օդի համար դեպի դուրս ելք ենք բացում, և այդ դեպքում նոր հեղուկը ձագարի միջից սկսում է հոսել:

174. 25 սմ:

175. Օդն արտամղելիս ճնշումն AB խողովակում դառնում է մթնոլորտայինից փոքր: Մթնոլորտային ճնշման ազդեցությամբ աջ անոթի ջուրը մղվում է B խողովակի մեջ:

176. Երևանում: Սևանը Երևանից մոտ 1000 մ-ով ավելի բարձր է, ուստի օդի խտությունը Սևանում ավելի փոքր է, քան Երևանում:

177. Փորձանոթները շրջելիս մեծ փորձանոթից ջուրը թափվում է, փոքր փորձանոթի վրա ջրի գործադրած ճնշման ուժը վերևից փոքրանում է, ուստի մթնոլորտային ճնշման ուժի

ազդեցությամբ փոքր փորձանոթը մղվում է մեծ փորձանոթի մեջ:

178. Այրվող թուղթը տաքացնում է բաժակի օդը, որն ընդարձակվելով, մասամբ դուրս է գալիս բաժակից: Բաժակն արագ շրջելով և դնելով ռետինե թաղանթին՝ ապահովում ենք օդի քանակի անփոփոխությունը բաժակում: Սառչելիս օդի ճնշումը բաժակում փոքրանում է և մթնոլորտային ճնշման ազդեցությամբ ռետինե թաղանթը ներքաշվում է բաժակի մեջ:

179. Ծորակը բացելիս ջրի սյան վրա, բացի հիդրոստատիկ ճնշման ուժից, վերևից կազդի նաև մթնոլորտային ճնշման ուժը, ուստի հեղուկը լրիվ կդատարկվի անոթից: Քանի որ ծորակով անոթը և լայն անոթը հաղորդակցվում են, ապա նրանց վրա միևնույն արտաքին (տվյալ դեպքում՝ մթնոլորտային) ճնշման դեպքում հավասարակշռության վիճակում ջուրը կկանգնի նույն մակարդակի վրա:

180. Այո: Իջեցված պղպջակի ծավալը կփոքրանա, քանի որ մթնոլորտային

ճնշումը ներքև իջնելիս մեծանում է: Իջեցված պղպջակից, մեծացած ճնշման ազդեցությամբ օդի մի մասը կլլվի վերևում մնացած պղպջակի մեջ, և նրա ծավալը կմեծանա:

181. 72 սմ, 5,3 սմ:

182. Փչածը: Փչած գնդակում օդը ավելի մեծ ճնշման տակ է, քան մթնոլորտայինն է, ուստի այն ավելի մեծ խտություն ունի: Ստուգել կարելի է լծակավոր կշեռքով:

183. Կմեծանա:

184. Խմելուն խոչընդոտում է մթնոլորտային ճնշումը: Խմելը կարելի է հեշտացնել մի նոր անցք բացելով:

185. Մթնոլորտային ճնշման ուժը:

186. Վերևից լրագրի վրա ազդում է մթնոլորտային ճնշման ուժը: Եթե քանոնի ծայրը դանդաղ սեղմենք, օդը կթափանցի լրագրի և սեղանի արանքը և մասամբ կհամակշռի վերևից ազդող ճնշման ուժը: Կտրուկ հարվածի դեպքում օդը, իներյիայի հետևանքով, չի հասնի թափանցել լրագրի տակ, ճնշման ուժը վերևից զգալիորեն գերազանցում է ներքևից ազդող ուժը, և քանոնը կտրվում է:

187. Օդի պոպոզակները փորձանոթից դուրս են գալիս օդահան զանգի տակ ճնշման փոքրանալու հետևանքով, ուստի փորձանոթում օդի ճնշումը գործնականում դառնում է զրո: Եթե օդահան զանգի տակ ճնշումը նորից հավասարվի մթնոլորտային ճնշմանը, փորձանոթը կլցվի ջրով:

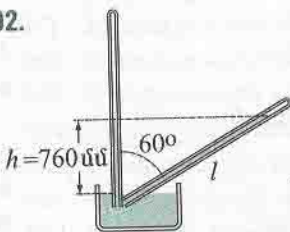
188. 12,92 մ:

189. 5,3 մմ:

190. 87965 Ն:

191. Նորմալ մթնոլորտային ճնշման դեպքում մի կողմից լուսամուտի ապակու վրա ազդում է 202650 Ն ուժ: Ապակին չի կտրվում, որովհետև ապակու վրա երկու կողմից ազդող ճնշման ուժերը միմյանց համակշռում են:

192.



$$l = 2h = 1520 \text{ մմ:}$$

193. Անփոփոխ ճնշման դեպքում շրջապատի ջերմաստիճանի աճի հետ սնդիկն ընդարձակվում է, իսկ նրա խտությունը՝ փոքրանում: Հետևաբար սնդիկի սյան բարձ-

րությունն աճում է (ենթադրվում է, որ ապակե խողովակի ջերմային ընդարձակումը կարելի է անտեսել սնդիկի ջերմային ընդարձակման համեմատությամբ):

194. 8,6 կմ:

195. Ոչ: Սնդիկը, որ ջրից 13,6 անգամ խիտ է, կնստի անոթի հատակին, իսկ սնդիկից ազատված անոթը լրիվ կլցվի ջրով:

196. Խցանը հանելիս մթնոլորտային ճնշման ազդեցությամբ անցքից վեր գնվող սնդիկի մասը կլցնի տորիչելյան դատարկությունը, իսկ ստորին մասը կլցվի լայն անոթի մեջ:

197. Տորիչելիի փորձը ջրով կատարելու համար կպահանջվեք 10 մ-ից ավելի երկարությամբ խողովակ: Բացի այդ, փորձը ջրով կատարելիս պետք է հաշվի առնել նաև ջրի գոլորշու ճնշումն անոթի՝ ջրից վեր գտնվող մասում:

198. Ոչ: Համաձայն Պասկալի օրենքի՝ գազի վրա գործադրված ճնշումը հաղորդվում է բոլոր ուղղություններով առանց փոփոխության, հետևաբար սենյակում կլինի նույն ճնշումը, ինչ դրսում:

199. Փոքր է: Ճնշումների տարբերությունը հավասար է $h = 7$ մմ բարձրությամբ սնդիկի սյան հիդրոստատիկ ճնշմանը. 933 Պա:

204. 16,15 կՆ:

205. 7840 Ն:

206. 5145 Ն:

207. Ջուր:

208. 0,758 Ն:

209. 0,89 Ն:

210. 0,02 մ³:

211. Այո:

212. 275,5 սմ³:

213. 96 սմ³, 96 գ:

214. Կսուզվի:

215. 6,17 կՆ:

216. 176,4 կՆ:

217. 11,89 դմ³, 908,7 Ն:

218. Կարելի է:

219. 7,5 տ:

220. 0,7:

221. 180 մ³:

222. 50000 մ³ է:

223. 0,09 մ³:

224. 0,108 մ³:

225. 140000 կՆ:

226. 45,8 դմ³:

227. Ոչ:

228. Ջրածնով լցվածը:

229. 1,96 մՆ:

230. 111,6 Ն:

ԳԼՈՒԽ I

ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՄԵԾՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ: ՊԱՐԶԱԳՈՒՅՆ ԶԱՓՈՒՄՆԵՐ

§1. Ֆիզիկայի ուսումնասիրման առարկան: Ֆիզիկական երևույթներ	3
§2. Ֆիզիկոսների մասին: Հայ ֆիզիկոսներ	5
§3. Ինչպես են ուսումնասիրում ֆիզիկական երևույթները	8
§4. Ֆիզիկական մեծություններ: Ֆիզիկական մեծությունների չափումը: չափման սխալ	10
§5. Լաբորատոր աշխատանք 1. Հեղուկի ծավալի չափումը չափանոթի միջոցով	14
§6. Ֆիզիկայի կապը մյուս բնական գիտությունների հետ: Ֆիզիկան և տեխնիկան	15

ԳԼՈՒԽ II

ՄԱՐՄԻՆՆԵՐԻ ԶԱՐԺՈՒՄԸ ԵՎ ՓՈԽԱԶՂԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ

§7. Մեխանիկական շարժում: Շարժման հարաբերականությունը	18
§8. Նյութական կետ: Շարժման հետագիծ: ճանապարհ	21
§9. Հավասարաչափ շարժում: Արագություն	24
§10. Հավասարաչափ շարժման գրաֆիկական պատկերումը	29
§11. Իներցիայի երևույթը	33
§12. Մարմինների փոխազդեցությունը	36
§13. Մարմնի զանգված	38
§14. Լաբորատոր աշխատանք 2. Չանգվածի չափումը լծակավոր կշեռքով	41
§15. Նյութի խտություն	42
§16. Մարմնի զանգվածի և ծավալի հաշվումը	44
§17. Լաբորատոր աշխատանք 3. Պինդ մարմնի խտության որոշումը	46
§18. Ուժ	48
§19. Տիեզերական ձգողության ուժ: Ծանրության ուժ	51
§20. Մի ուղղով ուղղված ուժերի գումարումը	55
§21. Առածգականության ուժ: Հույսի օրենքը	57
§22. Ուժաչափ	61
§23. Լաբորատոր աշխատանք 4. Ուժաչափի աստիճանավորումը և ուժի չափումն ուժաչափով	63
§24. Մարմնի կշիռ	64
§25. Շփման ուժ	66
§26. Շփման ուժի դերը բնության մեջ, տեխնիկայում և կենցաղում	68

ԳԼՈՒԽ III

ԱՃԻԱՏԱՆԸ ԵՎ ԸՉՈՐՈՒԹՅՈՒՆ: ՊԱՐԶ ՄԵԽԱՆԻԶՄՆԵՐ

§27. Մեխանիկական աշխատանք	70
§28. Հզորություն	73
§29. Պարզ մեխանիզմներ: Լծակ: Լծակի կանոնը	77
§30. Մոմենտների կանոնը: Լծակի կիրառությունները	79
§31. Լաբորատոր աշխատանք 5. Լծակի հավասարակշռության պայմանի ուսումնասիրումը	82

§32. Դախարակ: Ոլորան: Թեք հարթություն	83
§33. Մեխանիզմի օգտակար գործողության գործակից	86
§34. Լաբորատոր աշխատանք 6. Թեք հարթության ՕԳԳ-ի որոշումը	88

գւոհւ IV

ՆՅՈՒԹԻ ԿԱՌՈՒՅՎԱԾԵՐ

§35. Ֆիզիկական մարմին և նյութ: Նյութի կառուցվածքը	91
§36. Մեծ և փոքր թվերի գրառումը	95
§37. Ատոմներ և մոլեկուլներ	97
§38. Մոլեկուլների շարժումը: Գիֆուգիա	100
§39. Մոլեկուլների փոխազդեցությունը	103
§40. Մոլեկուլների քառասային շարժման արագությունը և մարմնի ջերմաստիճանը	107
§41. Ջերմաչափ: Ջերմաստիճանային սանդղակ	109
§42. Նյութի ազդեցատային վիճակները: Գազերի, հեղուկների և պինդ մարմինների կառուցվածքը	114
§43. Լաբորատոր աշխատանք 7. Փոքր մասնիկների չափերի որոշումը	118

գւոհւ V

ՃՆՇՈՒՄ

§44. Դնշման ուժ և ճնշում: Դնշման միավորը	119
§45. Գազի ճնշումը	122
§46. Դնշման ուժերի բնույթը հեղուկներում: Հեղուկի ճնշումը	126
§47. Դնշման հաղորդումը հեղուկներով և գազերով: Պասկալի օրենքը	129
§48. Հիդրոստատիկ ճնշում: Հեղուկի ճնշումն անոթի հատակին և պատերին	132
§49. Դնշումը ծովերի և օվկիանոսների հատակին: Ծովային խորությունների ուսումնասիրումը	136
§50. Հաղորդակից անոթներ: Հաղորդակից անոթներում հեղուկի հսկասարակչության պայմանները	139
§51. Ջրաբաշխական մամլիչ	142
§52. Մթնոլորտային ճնշում	146
§53. Մթնոլորտային ճնշման չափումը: Տորիչելիի փորձը	150
§54. Ծանրաչափ: Անհեղուկ ծանրաչափ: Մխոցավոր հեղուկ պոմպ	154
§55. Մթնոլորտային ճնշման կախումը բարձրությունից	157
§56. Հեղուկի և գազի ազդեցությունը նրանց մեջ ընկղմված մարմինների վրա	160
§57. Արքիմեդի օրենքը	162
§58. Լաբորատոր աշխատանք 8. Արքիմեդի օրենքի փորձնական ստուգումը	164
§59. Մարմինների լողալը	165
§60. Կենդանիների և մարդու լողալը	168
§61. Նավերի լողալը: Օդագնացություն	170
Խնդիրներ	175
Խնդիրների լուծումներ	190

**ԷՂՈՒՐՈՂ ՂԱԶՐՈՅԱՆ
ԱԼԲԵՐՏ ԿԻՐԱԿՈՍՅԱՆ
ՉԱԳԻԿ ՄԵԼԻՔՅԱՆ
ՈՒՍՏՈՒ ԹՈՍՈՒՆՅԱՆ
ՍՈՍ ՄԱԽԼՅԱՆ**

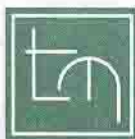
ՖԻԶԻԿԱ - 7

Հանրակրթական դպրոցի 7-րդ դասարանի դասագիրք

Հաստատված է

ՀՀ կրթության և գիտության նախարարության կողմից

Ձևավորումը, էջադրումը, նկարները՝
Արթուր Հարությունյանի



ԷՂԻԹ ԴՐԻՆՏ
հրատարակչություն

Թումանյան 12
(37410) 52 08 48
(37410) 56 08 41

Տպագրված է «Էղիթ Դրինտ» ՍՊԸ տպարանում:

Թուղթը՝ օֆսեր: Չափսը՝ 70x100 1/16:

Տպագրական 12 1/4 մանուլ:

Տպաքանակը՝ 32020:

ՖԻԶԻԿԱ 7

գլուխ I

ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՄԵԾՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ
ՊԱՐԶԱԳՈՒՅՆ ԶԱՓՈՒՄՆԵՐ

գլուխ II

ՄԱՐՄԻՆՆԵՐԻ ԶԱՐԹՈՒՄԸ
ԵՎ ՓՈՒԱԶՈՆԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ

գլուխ III

ԱՇԽԱՏԱՆԸ ԵՎ ԸՂՈՐՈՒԹՅՈՒՆ
ՊԱՐԶ ՄԵՆԱՆԻՁՄՆԵՐ

գլուխ IV

ՆՅՈՒԹԻ ԿԱՌՈՒՅՎԱԾԸ

գլուխ V

ՃՆՇՈՒՄ

