

Ս.Վ. ԳՐՈՄՈՎ
Ն.Ա. ՌՈԴԻՆԱ

ՖԻԶԻԿԱ

8

ՀԱՆՐԱԿՐԹԱԿԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ
ԴՊՐՈՑԻ ԴԱՍԱԳԻՐՔ

ԵՐԵՎԱՆ
ԱՆՏԱՐԵՍ
2013



§ 1. ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Մեխանիկական երևույթների, մասնավորապես մեխանիկական շարժման ուսումնասիրությունը մենք սկսել ենք 7-րդ դասարանում: Այստեղ կշարունակենք այդ ուսումնասիրությունը, բայց մինչ այդ թարմացնենք մեխանիկական շարժման և նրա բնութագրերի վերաբերյալ մեր ունեցած գիտելիքները:

1.Մեխանիկայի հիմնական հասկացությունները: *Մեխանիկական շարժում* է կոչվում ժամանակի ընթացքում մարմնի դիրքի փոփոխությունն այլ մարմինների նկատմամբ:

Ֆիզիկայի այն բաժինը, որն ուսումնասիրում է մարմինների մեխանիկական շարժումները, կոչվում է **մեխանիկա**:

Որպեսզի կարողանանք դատողություններ անել մարմնի շարժման վերաբերյալ, նախապես ընտրում ենք մի մարմին, որի նկատմամբ դիտարկում ենք ուսումնասիրվող մարմնի շարժումը: Այդ մարմինը կոչվում է **հաշվարկման մարմին**: Տարբեր հաշվարկման մարմինների նկատմամբ մարմնի շարժումը կարող է տարբեր լինել: Սա նշանակում է, որ շարժումը և դադարը **հարաբերական են**, որ միևնույն մարմինը մի հաշվարկման մարմնի նկատմամբ կարող է շարժման մեջ լինել, ուրիշ հաշվարկման մարմնի նկատմամբ՝ անշարժ:

Հիմնականում, եթե հատուկ այդ մասին չենք նշում, մարմնի շարժումը դիտարկում ենք Երկրի հետ կապված հաշվարկման համակարգում:

Շատ դեպքերում մարմնի չափերը կարելի է հաշվի չառնել, ուստի այն համարում ենք նյութական կետ: **Նյութական կետ** կոչվում է այն մարմինը, որի չափերը տվյալ պայմաններում կարելի է անտեսել: Նյութական կետը չափեր չունի, ինչպես երկրաչափական կետը, սակայն ունի զանգված: Նյութական կետի շարժման կարևոր բնութագիր է նրա հետագիծը:

Հեղազգիծը այն կետերի բազմությունն է, որոնցով անցնում է մարմինը շարժման ընթացքում: Մարմնի հետագիծը կարող է լինել ուղիղ գիծ, շրջանագիծ կամ որևէ այլ կոր գիծ: Հետագծի երկայնքով մարմնի անցած հեռավորությունը կոչվում է **ճանապարհ**: Մարմնի անցած ճանապարհի ժամանակից կախումը արտահայտող բանաձևը կոչվում է **շարժման օրենք**:

Շարժման օրենքը մարմնի շարժման երկրորդ հիմնական բնութագիրն է: Շարժման հետագիծը և շարժման օրենքը ամբողջությամբ նկարագրում են մարմնի շարժումը:

Ըստ հետագծի ձևի՝ շարժումները լինում են **ուղղագիծ** կամ **կորագիծ**, իսկ ըստ շարժման օրենքի տեսքի՝ **հավասարաչափ** կամ **անհավասարաչափ**:

2. Մեխանիկայի հիմնական բաժինները: Կախված խնդիրների բնույթից՝ մեխանիկայում առանձնացվում է երկու հիմնական բաժին՝ կինեմատիկա և դինամիկա: **Կինեմատիկա** բաժնում ուսումնասիրում են մարմինների տարբեր շարժումներ՝ առանց բացահայտելու այդ շարժումներն առաջացնող պատճառները, պարզում, թե ինչպես են տեղի ունենում այդ շարժումները: Այս կամ այն շարժումը պայմանավորող պատճառները, և թե ինչու է մարմինը շարժվում հարկապես այսպես, ոչ թե այլ կերպ, ուսումնասիրում է մեխանիկայի գլխավոր բաժինը՝ **դինամիկան**:

Կինեմատիկա բաժնի մի խնդիր մենք արդեն ուսումնասիրել ենք 7-րդ դասարանում: Դա ըստ շարժման օրենքի տեսքի ամենապարզ՝ հավասարաչափ շարժումն է:

3. Հավասարաչափ շարժում: **Հավասարաչափ շարժում** կոչվում է այն շարժումը, որի ընթացքում մարմինը կամայական հավասար ժամանակամիջոցներում անցնում է հավասար ճանապարհներ: Հավասարաչափ շարժման հիմնական բնութագիրը այդ շարժման արագությունն է:

Հավասարաչափ շարժման արագություն կոչվում է այն ֆիզիկական մեծությունը, որը հավասար է կամայական ժամանակամիջոցում մարմնի անցած S ճանապարհի և այդ t ժամանակամիջոցի հարաբերությանը:

$$v = \frac{S}{t} \tag{1.1}$$

Միավորների ՄՀ-ում **արագության միավորը** 1 մ/վ է: Դա այն հավասարաչափ շարժման արագությունն է, որի դեպքում մարմինը 1վ-ում անցնում 1 մ ճանապարհ:

Եթե հայտնի է հավասարաչափ շարժվող մարմնի արագությունը, ապա կարող ենք գտնել նրա շարժման օրենքը, այսինքն՝ մարմնի անցած ճանապարհի կախումը ժամանակից արտահայտող բանաձևը.

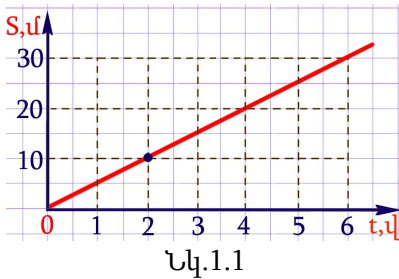
$$S = vt \tag{1.2}$$

4. Հավասարաչափ շարժման գրաֆիկական պատկերումը:

ա) Շարժման գրաֆիկը: Մաթեմատիկայի 7-րդ դասարանի դասընթացից ձեզ հայտնի է, որ մի մեծության կախումը մյուսից կարելի է ներկայացնել ոչ միայն բանաձևի (ֆունկցիայի) տեսքով, այլ նաև գրաֆիկորեն: Եթե հորիզոնական (աբսցիսների) առանցքի վրա տեղադրենք շարժման սկզբից

անցած ժամանակամիջոցները, իսկ ուղղաձիգ (օրդինատների) առանցքի վրա՝ մարմնի անցած ճանապարհի համապատասխան արժեքները, ապա կստանանք մարմնի անցած ճանապարհի՝ ժամանակից կախվածությունն արտահայտող գրաֆիկը, որն անվանում են **շարժման գրաֆիկ**:

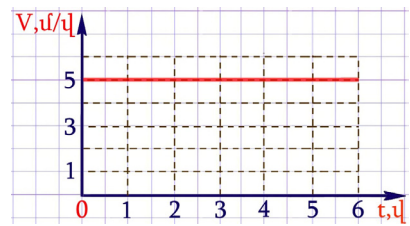
Հավասարաչափ շարժման գրաֆիկն ուղիղ գիծ է, քանի որ, համաձայն (1.2) բանաձևի, ճանապարհը ժամանակից կախված է գծայնորեն: Նույն բանաձևից երևում է նաև, որ շարժման գրաֆիկն անցնում է կոորդինատների սկզբնակետով: Ուրեմն, եթե հայտնի լինի գրաֆիկի ևս մի կետ, ապա կարելի է կառուցել շարժման գրաֆիկն ամբողջությամբ (քանի որ երկու կետով կարելի է տանել միայն մեկ ուղիղ): Եթե, օրինակ, հայտնի է, որ հավասարաչափ շարժվող մարմինը շարժումն սկսելուց 2 վ անց գտնվում է սկզբնական դիրքից 10 մ հեռավորության վրա, ապա կոորդինատների սկզբնակետը միացնելով (2, 10) կոորդինատներով կետին՝ կստանանք մարմնի շարժման գրաֆիկը (սկ. 1.1), որում



Սկ.1.1

ակնառու պատկերված կլինի նրա շարժման պատմությունը, ներկան ու ապագան և շատ այլ մանրամասն տեղեկություններ մարմնի շարժման մասին: Օրինակ՝ գրաֆիկից անմիջականորեն երևում է, որ նշված պահից 1 վ առաջ մարմինն անցել է սկզբնական դիրքից 5 մ հեռավորության վրա գտնվող կետով, իսկ 4 վ հետո կլինի 30 մ հեռավորության վրա գտնվող կետում: Շարժման գրաֆիկից կարելի է գտնել մարմնի արագությունը: Այն հավասար է գրաֆիկի կամայական կետի օրդինատի և արսցիսի հարաբերությանը: Օրինակ՝ գրաֆիկից պարզ երևում է, որ (4, 20) կետը պատկանում է գրաֆիկին, ուրեմն մարմնի արագությունը՝ $V=20:4=5$ մ/վ:

բ) Արագության գրաֆիկը: Եթե օրդինատների առանցքի վրա տեղադրենք մարմնի արագության արժեքը, իսկ արսցիսների առանցքի վրա՝ ժամանակի, ապա կստանանք նրա արագության գրաֆիկը: Այդպիսի գրաֆիկը ցույց է տալիս, թե արագությունն ինչպես է կախված ժամանակից: Քանի որ հավասարաչափ շարժման արագությունը հաստատուն է, ապա նրա գրաֆիկը ժամանակի առանցքին զուգահեռ գիծ է (սկ. 1.2):

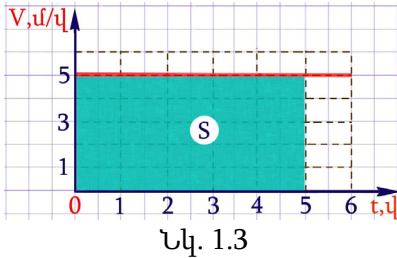


Սկ. 1.2

Ինչպես շարժման գրաֆիկից հնարավոր դարձավ որոշել մարմնի արագությունը, այնպես էլ արագության գրաֆիկից կարելի է որոշել մարմնի

անցած ճանապարհը կամայական ժամանակամիջոցում: Իրոք, նկ. 1.3-ում ներկված ուղղանկյան կողմերից մեկը որոշակի մասշտաբով հավասար է t ժամանակին ($t = 5$ վ), իսկ մյուսը՝ արագությանը ($V = 5$ մ/վ): Ուղղանկյան մակերեսը թվապես հավասար է այդ կողմերի արտադրյալին, որը միաժամանակ մարմնի անցած ճանապարհն է՝ $S = Vt = 25$ մ:

Այսպիսով, **մարմնի անցած ճանապարհը հավասար է նրա արագության գրաֆիկով սահմանափակված պատկերի մակերեսին:**



Արագության գրաֆիկով մարմնի անցած ճանապարհը հաշվելու նշված մեթոդը գործնական կարևոր նշանակություն ունի, քանի որ այն կարելի է կիրառել **ոչ միայն հավասարաչափ**, այլև **կամայական** շարժման դեպքում:

ՀԱՐՑԵՐ

1. Ո՞րն է կոչվում մեխանիկական շարժում:
2. Ի՞նչ է մեխանիկան:
3. Ինչո՞վ է տարբերվում կինեմատիկական դինամիկայից:
4. «Շարժման և դադարի հարաբերականություն» ասելով՝ ի՞նչ ենք հասկանում:
5. Շարժվողը ավտոբուսով ընթացող ուղևորն է, թե՞ կանգառում կանգնած մարդը:
6. Ո՞ր շարժումն է կոչվում հավասարաչափ:
7. Ի՞նչն են անվանում շարժման գրաֆիկ:
8. Ի՞նչ տեսք ունի հավասարաչափ շարժման գրաֆիկը:
9. Ինչպե՞ս որոշել մարմնի անցած ճանապարհը արագության գրաֆիկով:

Արագության տարածված արտահամակարգային միավորների մասին

Այսօր հազիվ թե գտնեք որևէ ավտոմեքենա, որի սանդղակի չափման միավորը արագության ՄՀ-ի միավորը՝ մ/վ-ը լինի: Սովորաբար արագաչափերը արագությունն արտահայտում են արտահամակարգային միավորներով: Դրանցից ամենատարածվածը կմ/ժ-ն է: Դա այն արագությունն է, որի դեպքում հավասարաչափ շարժվող մարմինը 1 ժ-ում անցնում է 1 կմ ճանապարհ: Այս միավորի լայն տարածվածությունը պայմանավորված է նրանով, որ ավելի հեշտ է ընկալ-



Նկ. 1.4

վում մարդու կողմից (քանի որ սովորաբար հեռավորությունները չափում են կիլոմետրերով, իսկ ճանապարհն անցնելու ժամանակը՝ ժամերով): Արագաչափի վրա (նկ.1.4) այս միավորը գրվում է՝ km/h (անգլ. *kilometr per hour*).

$$1 \text{ կմ/ժ} = \frac{5}{18} \text{ մ/վ:}$$

Ներկայումս Մեծ Բրիտանիայում և Ամերիկայի Միացյալ Նահանգներում արագաչափերում օգտագործվող միավորը մղոն/ժ-ն է (1 մղոն \approx 1610 մ): Արագաչափի սանդղակի վրա այդ միավորը գրվում է mph կամ MPH (անգլ. miles per hour): 1 մղոն/ժ \approx 1,61 կմ/ժ \approx 0,45 մ/վ:



Նկ.1.5

առնելով պետություններտ կապերը՝ ժամաչատ ավտոմեքենաների իրում միաժամանակ դրակն էլ պատկերում

թյան այլ արտահամամիավորներ են օգտավագնացության, օդան և այլ բնագավառնե-

րուս:



§ 2. ԱՆՀԱՎԱՍԱՐԱԶԱՓ ՇԱՐԺՈՒՄ: ՄԻՋԻՆ ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆ: ԱԿՆԹԱՐԹԱՅԻՆ ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆ

1.Անհավասարաչափ (փոփոխական) շարժում: Բնության մեջ և կենցաղում քիչ են հանդիպում հավասարաչափ շարժումներ, այսինքն՝ այնպիսի շարժումներ, որոնց ընթացքում մարմինը հավասար ժամանակամիջոցներում անցնում է հավասար ճանապարհներ: Առավել հաճախ հանդիպում են շարժումներ, որոնց ժամանակ կան հավասար ժամանակամիջոցներ, որոնց ընթացքում մարմինն անցնում է անհավասար ճանապարհներ:

Այն շարժումը, որի ժամանակ գոնե երկու հավասար ժամանակամիջոցներում մարմինն անցնում է անհավասար ճանապարհներ, կոչվում է անհավասարաչափ կամ փոփոխական շարժում:

Անհավասարաչափ շարժման սահմանումը կարելի է ձևակերպել նաև շատ հակիրճ՝ հաշվի առնելով այն, որ արդեն գիտենք, թե որ շարժումն է

կոչվում հավասարաչափ. **Շարժումը կոչվում է անհավասարաչափ, եթե այն հավասարաչափ չէ:**

Հիմնականում անհավասարաչափ են շարժվում գրեթե բոլոր մարմինները. փողոցում քայլող մարդը, սարից իջնող դահուկորդը, պատշգամբից ընկնող գնդակը, կանգառից հեռացող ավտոբուսը, վայրէջք կատարող ինքնաթիռը և այլն: Փոփոխական շարժման դեպքում կամայական ժամանակամիջոցում մարմնի անցած ճանապարհի և այդ ժամանակամիջոցի հարաբերությունը այլևս հաստատուն մեծություն չէ, հետևաբար չի կարող շարժման բնութագիր հանդիսանալ: Ուրեմն, փոփոխական շարժումը նկարագրելու համար անհրաժեշտ է ներմուծել նոր հասկացություններ և բնութագրեր:

2. Միջին արագություն: Այն դեպքերում, երբ մեզ հետաքրքրում է մարմնի շարժումը հետագծի միայն որոշակի տեղամասում կամ որոշակի ժամանակահատվածում, փոփոխական շարժումը բնութագրվում է «միջին արագություն» կոչվող ֆիզիկական մեծությամբ:

Այն ֆիզիկական մեծությունը, որը հավասար է մարմնի հետագծի որևէ տեղամասի երկարության և այդ տեղամասն անցնելու ժամանակի հարաբերությանը, կոչվում է փոփոխական շարժման միջին արագություն այդ տեղամասում:

Եթե անհավասարաչափ շարժվող մարմինը հետագծի S երկարությամբ տեղամասն անցել է t ժամանակում, ապա նրա **միջին արագությունն այդ տեղամասում** հավասար կլինի.

$$V_{\text{միջ}} = \frac{S}{t} \quad (2.1)$$

Նկատենք, որ եթե տվյալ տեղամասում մարմինը հավասարաչափ շարժված լիներ, ապա նրա արագությունը ևս հավասար կլիներ S -ի և t -ի հարաբերությանը: Հենց այդ հավասարաչափ արագությունն էլ բացահայտում է միջին արագության իմաստը:

Անհավասարաչափ շարժման միջին արագությունը հետագծի տվյալ տեղամասում հավասար է այն հավասարաչափ շարժման արագությանը, որի դեպքում մարմինը հետագծի այդ տեղամասն անցնում է նույն ժամանակում, ինչ անհավասարաչափ շարժման դեպքում:

Օրինակ՝ ենթադրենք ավտոբուսը և մարդատար ավտոմեքենան Երևանից միաժամանակ ուղևորվում են դեպի Տաթև: Ավտոմեքենայի ուղևորները, ճանապարհին կանգառներ անելով Եղեգնաձորում, Զանգեզուրի դարպասների մոտ և Սիսիանում, $t=5$ ժամ հետո հասնում են Գորիս: Ավտոբուսը ամբողջ ճանապարհն անցնում է հավասարաչափ՝ 50 կմ/ժ արագությամբ և հասնում է Գորիս ավտոմեքենայի հետ միաժամանակ: Ուրեմն ավ-

տոմեքենայի միջին արագությունը ուղերթի Երևան–Գորիս տեղամասում նույնպես 50 կմ/ժ է և նրա անցած ճանապարհը կարող ենք գտնել

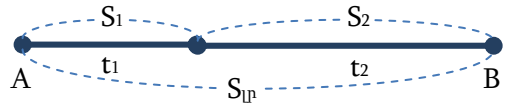
$$S = V_{\text{միջ}} \cdot t \quad (2.2)$$

բանաձևով: Տեղադրելով միջին արագության և ժամանակի արժեքները կատանանք, որ ավտոմեքենայի անցած ճանապարհը (Երևանից Գորիս հեռավորությունը) 250 կմ է:

Մի շատ կարևոր հավելում: Մարմնի անցած ճանապարհը այլ ժամանակահատվածում, օրինակ՝ 2 ժամում, հնարավոր չէ որոշել (2.2) բանաձևով, քանի որ միջին արագությունը որոշված է միայն տվյալ տեղամասում (նկարագրված օրինակում՝ Երևան–Գորիս տեղամասում) կամ որ նույնն է տվյալ ժամանակահատվածում (5 ժամվա ընթացքում): Հետագծի այլ տեղամասերում (կամ այլ ժամանակահատվածներում) նրա միջին արագությունը կարող է ուրիշ լինել:

3. Միջին արագության հաշվարկը հետագծի առանձին տեղամասերի երկարությունների և դրանք անցնելու ժամանակների միջոցով:

Դիցուք մարմինը t_1 ժամանակում անցել հետագծի S_1 երկարությամբ առաջին տեղամասը, իսկ դրան հաջորդող t_2 ժամանակում՝ S_2 երկարությամբ երկրորդ տեղամասը (նկ. 2.1): Յուրաքանչյուր տեղամասում նրա միջին արագությունը հավասար կլինի տվյալ տեղամասի երկարության և այն անցնելու



Նկ. 2.1

վրա ծախսած ժամանակի հարաբերությանը ($v_{\text{միջ}} = S_1/t_1$, $v_{2\text{միջ}} = S_2/t_2$): Իսկ ամբողջ շարժման ընթացքում մարմնի միջին արագությունը նրա անցած լրիվ ճանապարհի և ծախսած լրիվ ժամանակի հարաբերությունն է: Հաշվի առնելով, որ լրիվ ճանապարհը՝ $S_{\text{լր}} = S_1 + S_2$, իսկ լրիվ ժամանակը՝ $t_{\text{լր}} = t_1 + t_2$, կունենանք.

$$V_{\text{միջ}} = \frac{S_{\text{լր}}}{t_{\text{լր}}} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2} \quad (2.3)$$

4. Ակնթարթային արագություն: Դիցուք դուք ինչ-որ պահի տեսնում եք, որ ավտոմեքենայի արագաչափի ցուցմունքը 80 կմ/ժ է, հետո այն արագ փոխվում է: Իսկ ի՞նչ իմաստ ունի այդ ցուցմունքը: Մենք գիտենք, որ ինտերտության պատճառով մարմնի արագությունը ակնթարթորեն փոխել հնարավոր չէ: Ուրեմն՝ կարելի է համարել, որ մի ակնթարթ (շատ փոքր ժամանակահատված) ավտոմեքենայի արագությունը չի փոխվել և այն կատարել է հավասարաչափ շարժում: Տվյալ պահին արագաչափի ցույց տված արագությունը հենց այդ հավասարաչափ շարժման արագությունն է, որն անվանում են ակնթարթային արագություն:

Ժամանակի տվյալ պահին (կամ հետագծի տվյալ կետում) մարմնի արագությունը կոչվում է ակնթարթային արագություն:

Անհավասարաչափ շարժման ակնթարթային արագության մասին խոսելիս սովորաբար «ակնթարթային» բառը հատուկ չեն նշում: Միջին արագության մասին խոսելիս «միջին» բառը միշտ նշում են հատուկ, իսկ երբ պարզապես ասում են «արագություն», հասկանում են ակնթարթային արագությունը:

5. Խնդրի լուծման օրինակ: Երևան–Արմավիր երթուղու ավտոբուսը շարժման սկզբից 30 րոպե անց հասավ Վաղարշապատ, որի հեռավորությունը Երևանից 18 կմ է: Ճանապարհի Վաղարշապատ–Արմավիր 28 կմ-անոց հատվածն ավտոբուսն անցավ 45 րոպեում: Ի՞նչ միջին արագությամբ ավտոբուսն անցավ ամբողջ երթուղին:



Տրված է

$$S_1 = 18 \text{ կմ}$$

$$t_1 = 30 \text{ ր} = 0,5 \text{ ժ}$$

$$S_2 = 28 \text{ կմ}$$

$$t_2 = 45 \text{ ր} = 0,75 \text{ ժ}$$

$$V_{\text{միջ}} = ?$$

Լուծում: Ամբողջ շարժման ընթացքում ավտոբուսի անցած լրիվ ճանապարհը՝ $S_{\text{լր}} = S_1 + S_2$, իսկ նրա ծախսած ամբողջ ժամանակը՝ $t_{\text{լր}} = t_1 + t_2$: Միջին (2.3) արագության սահմանումից բխում է, որ.

$$V_{\text{միջ}} = \frac{S_{\text{լր}}}{t_{\text{լր}}} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2} = \frac{18 + 28}{0,5 + 0,75} = 46,4 \text{ կմ/ժ:}$$

Պատ.՝ 46,4 կմ/ժ:



ՀԱՐՅԵՐ

1. Ո՞ր շարժումն է կոչվում անհավասարաչափ:
2. Բերե՛ք անհավասարաչափ շարժման օրինակներ:
3. Ինչպե՞ս են որոշում անհավասարաչափ շարժում կատարող մարմնի միջին արագությունը:
4. Կարո՞ղ է արդյոք հետագծի որևէ տեղամասում մարմնի միջին արագությունը փոքր լինել այդ տեղամասում նրա նվազագույն արագությունից:
5. Կարո՞ղ է արդյոք հետագծի որևէ տեղամասում մարմնի միջին արագությունը մեծ լինել այդ տեղամասում նրա առավելագույն արագությունից:

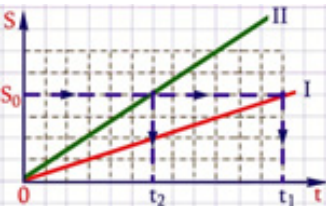
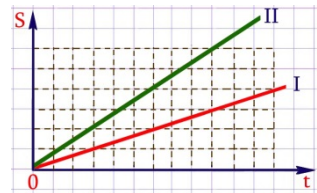
Փորձարարական առաջադրանքներ

1. Որոշե՛ք ձեր շարժման միջին արագությունը 100 մ ճանապարհը վազքով անցնելիս:
2. Եթե ձեր տանը կա լարովի խաղալիք ավտոմեքենա, ապա կատարելով համապատասխան չափումներ՝ որոշե՛ք նրա միջին արագությունը որոշակի ճանապարհ անցնելիս: Չափման արդյունքները գրանցե՛ք տետրում:

➔ §3. ԳՈՐԾՆԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 1 ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄ

1. Նկարում պարկերված են հավասարաչափ շարժում կատարող երկու մարմինների շարժման գրաֆիկները: Համեմարել նրանց արագությունները:

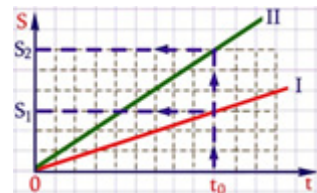
Լուծում:



Նկ.3.1

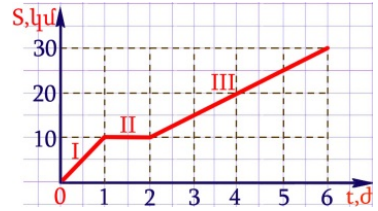
I եղանակ: Համեմատենք նույն ճանապարհի վրա մարմինների ծախսած ժամանակները: Դրա համար ճանապարհի առանցքի որևէ, օրինակ՝ S_0 կետից տանենք ժամանակի առանցքին զուգահեռ ուղիղ և շարժման օուսհիւսիւրի հետ այդ ուղղի հատման կետերից ուղղահայացներ ժամանակի առանցքին և առանցքի հետ հատման կետերը ցույց նելի t_1 և t_2 ժամանակները: Ինչպես լկարից, $t_1 = 2t_2$, այսինքն՝ նույն ճանապարհին անցնում է երկու անգամ մեծ ում, հետևաբար նրա արագությունը երկու անգամ փոքր է II-ի արագությունից:

II եղանակ: Համեմատենք նույն ժամանակում մարմինների անցած ճանապարհները: Դրա համար ժամանակի առանցքի որևէ, օրինակ՝ t_0 կետից տանենք այդ առանցքին ուղղահայաց ուղիղ և շարժման գրաֆիկների հետ այդ ուղղի հատման կետերից տանենք ժամանակի առանցքին զուգահեռ ուղիղներ (նկ. 3.2): Ճանապարհի առանցքի հետ հատման կետերը ցույց կտան որոնելի S_1 և S_2 ճանապարհները: Ինչպես երևում է նկարից, $S_2 = 2S_1$, այսինքն՝ նույն ժամանակում I-ին մարմինն անցնում է երկու անգամ պակաս ճանապարհ, քան երկրորդը: Եվ կրկին ստանում ենք, որ առաջին մարմնի արագությունը երկու անգամ փոքր է 2-րդի արագությունից:



Նկ.3.2

2. Նկարում պատկերված է մարմնի անցած ճանապարհի՝ ժամանակից կախվածության գրաֆիկը: Որոշե՛ք նրա շարժման միջին արագությունը յուրաքանչյուր տեղամասում և ամբողջ ճանապարհին:



Լուծում: Գրաֆիկից երևում է, որ շարժվելով հավասարաչափ՝ մարմինն առաջին 1 ժամում անցել է 10 կմ ճանապարհ: Հետևաբար, I տեղամասում նրա արագությունը $v_1 = S_1/t_1 = 10 \text{ կմ}/1\text{ժ} = 10 \text{ կմ}/\text{ժ}$:

II տեղամասում մարմինը գտնվել է դադարի վիճակում, ուստի $v_2 = 0$:

III տեղամասում, այն նորից շարժվելով հավասարաչափ, 4 ժամում անցել է 20 կմ ճանապարհ, ուրեմն՝ $v_3 = S_3/t_3 = 20 \text{ կմ}/4 \text{ ժ} = 5 \text{ կմ}/\text{ժ}$:

Ինչպես երևում է գրաֆիկից, շարժման ամբողջ ժամանակահատվածում (6 ժ-ում) մարմինն անցել է 30 կմ ճանապարհ, ուստի ամբողջ ճանապարհին նրա միջին արագությունը՝

$$V_{\text{միջ}} = \frac{S_{\text{ը}}}{t_{\text{ը}}} = \frac{30}{6} = 5 \text{ կմ}/\text{ժ}:$$

Պատ.՝ 10 կմ/ժ, 0 կմ/ժ, 5 կմ/ժ:

3. Իրար հաջորդող երկու հավասար ժամանակամիջոցներում մեքենան շարժվել է համապարասխանաբար 10 մ/վ և 15 մ/վ արագություններով: Գտե՛ք մեքենայի միջին արագությունն ամբողջ շարժման ընթացքում:

Տրված է

$$v_1 = 10 \text{ մ}/\text{վ}$$

$$v_2 = 15 \text{ մ}/\text{վ}$$

$$t_1 = t_2 = t$$

$$V_{\text{միջ}} = ?$$

Լուծում: Քանի որ երկու ժամանակահատվածներում էլ մեքենան շարժվել է հավասարաչափ, ապա դրանցից յուրաքանչյուրում մարմնի անցած ճանապարհները համապատասխանաբար կլինեն. $S_1 = V_1 t_1$ և $S_2 = V_2 t_2$: Համաձայն սահմանման, ամբողջ շարժման ընթացքում նրա միջին արագությունը՝

$$V_{\text{միջ}} = \frac{S_{\text{ը}}}{t_{\text{ը}}} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2} = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2}{t_1 + t_2} = \frac{v_1 t + v_2 t}{2t} = \frac{v_1 + v_2}{2} = 12,5 \text{ մ}/\text{վ}:$$

Պատ.՝ 12,5 մ/վ:

4. Իրար հաջորդող երկու հավասար ճանապարհներ մեքենան շարժվել է համապարասխանաբար 10 մ/վ և 15 մ/վ արագություններով: Գտե՛ք մեքենայի միջին արագությունն ամբողջ շարժման ընթացքում:

Տրված է

$$v_1 = 10 \text{ մ}/\text{վ}$$

$$v_2 = 15 \text{ մ}/\text{վ}$$

$$S_1 = S_2 = S$$

$$V_{\text{միջ}} = ?$$

Լուծում: Քանի որ ճանապարհի երկու տեղամասում էլ մեքենան շարժվել է հավասարաչափ, ապա դրանցից յուրաքանչյուրը նա կանցնի համապատասխանաբար $t_1 = S_1/v_1$ և $t_2 = S_2/v_2$: Ժամանակներում: Համաձայն սահմանման, ամբողջ շարժման ընթացքում նրա միջին արագությունը՝

$$V_{\text{միջ}} = \frac{S_{1n}}{t_{1n}} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2} = \frac{S + S}{s/v_1 + S/v_2} = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2} = 12 \text{ մ/վ:}$$

Պատ.՝ 12 մ/վ:

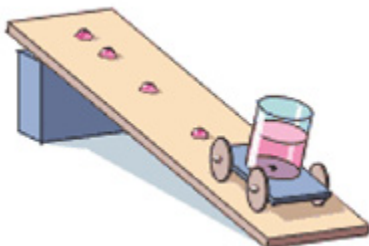
➔ § 4. ՀԱՎԱՍԱՐԱԶԱՓ ՓՈՓՈԽԱԿԱՆ ՇԱՐԺՈՒՄ: ԱՐԱԳԱՑՈՒՄ

1. Արագության վարքը փոփոխական շարժման ժամանակ:

Դիտում: Դիտելով տարբեր անհավասարաչափ շարժումներ՝ կնկատենք, որ տարբեր մարմինների արագությունները տարբեր ձևով են փոխվում: Օրինակ՝ կայարանից շարժվող գնացքի արագությունը, աստիճանաբար մեծանալով, 100 կմ/ժ արժեքին հասնում է մոտ 1,5 րոպեում: Այդ ընթացքում գնացքն անցնում է 1 կմ-ից ավելի ճանապարհ: Դադարի վիճակից շարժվող ժամանակակից ավտոմեքենաները այդ նույն արագությանը կարող են հասնել ընդամենը 3-4 վ-ի ընթացքում՝ մոտ 50 մ ճանապարհի վրա: Ատրճանակից արձակված գնդակը այդ արագությունից տասնապատիկ անգամ մեծ արագության հասնում է գրեթե ակնթարթորեն՝ անցնելով ընդամենը 12 սմ ճանապարհ: Ինչպես տեսնում ենք, մարմիններից մեկն իր շարժման արագությունը դանդաղ է փոխում, մյուսը՝ արագ, իսկ երրորդը՝ շատ ավելի արագ:



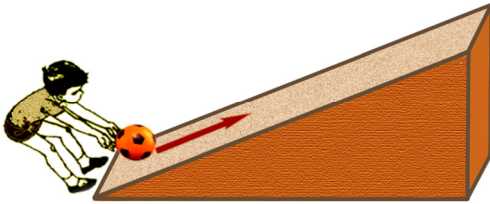
Վարկած: Դիտումների հիման վրա կարելի է եզրակացնել, որ կա փոփոխական շարժումը բնութագրող մի ֆիզիկական մեծություն, որը տարբեր շարժումների դեպքում տարբեր է, և որից էլ կախված է մարմնի արագության դանդաղ կամ արագ փոխվելու հանգամանքը: Պարզելու համար, թե որն է այդ ֆիզիկական մեծությունը, դիմենք փորձի օգնությանը:



Նկ. 4.1

Փոռձ: Փոքրիկ սայլակի վրա տեղադրենք նկ. 4.1), որից **հավասար ժամա-վածներում** ներկված հեղուկի են ընկնում: Սայլակը տեղադրենք սկի վրա և որևէ կաթիլի ընկնելու ժամանակ բաց թողնենք այն: Ինչու՞ են կատարելու էլ կարելի է և սայլակի արագությունը գնալով

ածում է: Իսկ եթե արագաչափով գրանցենք նրա արագությունը ամեն կաթիլի պոկվելու պահին, ապա կտեսնենք, որ կամայական երկու հաջորդական կաթիլների պոկվելու պահերի միջև ընկած ժամանակահատվածում (այսինքն՝ հավասար ժամանակամիջոցներում), սայլակի **արագությունն աճում է միևնույն չափով**: Եթե չափենք արագության փոփոխությունը այլ հավասար ժամանակամիջոցներում, օրինակ՝ 1-ին և 3-րդ, 2-րդ և 4-րդ, 3-րդ և 5-րդ և այլն, կաթիլների պոկվելու պահերի միջև ընկած ժամանակահատվածներում, ապա կտեսնենք, որ արագության փոփոխությունը այլ է, բայց նույնը՝ այդ հավասար ժամանակահատվածներում:



Նկ. 4.2

դակը գլորենք թեք հարդեպի վեր (նկ. 4.2): Կտեսնողակի արագությունը գնանում է: Այս անգամ չափելի արագության փոփոխության կամայական հավասար ժամանակներից հետո, կստանանք,

որ դրանք էլ իրար են հավասար, այսինքն՝ գնդակի **արագությունը նվազում է միևնույն չափով**:

Օրինաչափություն: Փորձի արդյունքում ստացվեց, որ կամայական հավասար ժամանակամիջոցներում մի դեպքում սայլակի արագությունն է կրում միատեսակ փոփոխություն, մյուս դեպքում՝ գնդակի:

2. Հավասարաչափ փոփոխական շարժում: Այն շարժումը, որի ժամանակ մարմնի արագությունը կամայական հավասար ժամանակամիջոցներում կրում է միատեսակ փոփոխություն, կոչվում է **հավասարաչափ փոփոխական շարժում**:

Քանի որ հավասարաչափ փոփոխական շարժման արագության փոփոխությունը նույնն է կամայական հավասար ժամանակամիջոցներում, ապա, մասնավորապես, նույնը կլինի նաև յուրաքանչյուր վայրկյանում: Հենց այդ փոփոխությամբ էլ հավասարաչափ փոփոխական շարժումները տարբերվում են միմյանցից: Ուրեմն հավասարաչափ փոփոխական շարժման բնութագիր կհանդիսանա այն ֆիզիկական մեծությունը, որը ցույց կտա արագության փոփոխությունը միավոր ժամանակամիջոցում: Իսկ թե որն է այդ ֆիզիկական մեծությունը՝ պարզ ենք կոնկրետ օրինակով:

Դիցուք հավասարաչափ արագացող շարժում կատարող գնացքի արագությունը 50 վ-ի ընթացքում 10 մ/վ-ից դառնում է $V = 30$ մ/վ, այսինքն՝ փոխվում է 20 մ/վ-ով: Քանի որ ամեն 1 վ-ում արագությունը փոխվում է

նույն չափով, ապա 20 մ/վ-ը բաժանելով 50-ի՝ կստանանք, որ յուրաքանչ-յուր վայրկյանում արագությունը փոխվում է 0,4 մ/վ-ով: Ստացվեց, որ որոնելի ֆիզիկական մեծությունը գնացքի արագության փոփոխության հարաբերությունն է այն ժամանակամիջոցին, որի ընթացքում տեղի է ունեցել այդ փոփոխությունը:

3. Արագացում: Արագացման միավորը: Այն ֆիզիկական մեծությունը, որը հավասար է կամայական ժամանակամիջոցում արագության կրած փոփոխության և այդ ժամանակամիջոցի հարաբերությանը, կոչվում է հավասարաչափ արագացող շարժման արագացում:

Արագացումը ընդունված է նշանակել a տառով: Եթե հավասարաչափ փոփոխական շարժում կատարող մարմնի արագությունը t ժամանակամիջոցում փոխվել է Δv -ով, ապա համաձայն սահմանման՝ մարմնի արագացումը կլինի.

$$a = \frac{\Delta v}{t}: \tag{4.1}$$

Եթե այս բանաձևի մեջ տեղադրենք $t = 1$ վ, ապա կստանանք, որ արագացման մեծությունը հավասար է արագության փոփոխությանը, այսինքն՝ արագացումը իրոք ցույց է տալիս արագության կրած փոփոխությունը միավոր ժամանակում:

Միավորների ՄՇ-ում **արագացման միավորը 1 մ/վ²**-ն է: Դա այն մարմնի արագացումն է, որի արագությունը յուրաքանչյուր վայրկյանում փոխվում է 1 մ/վ-ով:

Արագացումը բնութագրում է արագության փոփոխության թափը: Եթե, օրինակ, մարմնի արագացումը հավասար է 10 մ/վ², ապա դա նշանակում է, որ մարմնի արագությունը յուրաքանչյուր վայրկյանում փոխվում է 10 մ/վ-ով, այսինքն՝ 10 անգամ արագ, քան 1 մ/վ² արագացման դեպքում:

Մեր իրականության մեջ հանդիպող տարբեր մարմինների արագացման օրինակներ են բերված աղյուսակ 1-ում:

Աղյուսակ 1

Որոշ մարմինների արագացումները

Մերձքաղաքային էլեկտրագնացքը կայարանից շարժվելիս	0,6 մ/վ ²
Տրոլեյբուսը կանգնած տեղից շարժվելիս	1,2 մ/վ ²
Ուղևորատար ինքնաթիռը թափ առնելիս	1,7 մ/վ ²
Հրթիռը թռիչքի սկզբում	10 մ/վ ²

4. Հավասարաչափ փոփոխական շարժումների դասակարգումը: Հավասարաչափ փոփոխական շարժում կատարող մարմնի արագությունը ժամանակի ընթացքում կարող է աճել (ինչպես վերը նկարագրված փորձում սայլակի արագությունը) կամ նվազել (ինչպես թեք հարթությամբ դեպի վեր գլորած գնդակի արագությունը): Ըստ այդ հատկանիշի էլ հավասարաչափ փոփոխական շարժումները դասակարգում են երկու խմբի՝

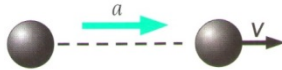
ա) աճող արագությամբ հավասարաչափ փոփոխական շարժումներ, որոնց անվանում են **հավասարաչափ արագացող**,

բ) նվազող արագությամբ հավասարաչափ փոփոխական շարժումներ, որոնց անվանում **հավասարաչափ դանդաղող**:

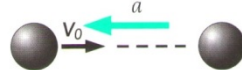
Հավասարաչափ փոփոխական շարժման առանձին տեսակները մենք մանրամասն կուսումնասիրենք հաջորդ պարագրաֆներում:

5. Հավասարաչափ փոփոխական շարժման արագացման վեկտորը: Մարմնի արագացումը արագության նման բնութագրվում է ոչ միայն թվային արժեքով, այլև ուղղությամբ: Դա նշանակում է, որ արագացումը նույնպես **վեկտորական մեծություն է**: Այդ պատճառով նկարներում այն պատկերվում է սլաքով:

Հավասարաչափ արագացող շարժման դեպքում արագացումն ուղղված է շարժման ուղղությամբ (նկ. 4.3), իսկ դանդաղող շարժման դեպքում շարժման հակառակ ուղղությամբ (նկ. 4.4):



Նկ.4.3



Նկ.4.4

Ուղղագիծ հավասարաչափ շարժման դեպքում մարմնի արագությունը չի փոխվում, ուստի այդ շարժման արագացումը զրո է:



ՀԱՐՑԵՐ

1. Ո՞ր շարժումն են անվանում հավասարաչափ փոփոխական:
2. Ո՞րն է կոչվում հավասարաչափ փոփոխական շարժման արագացում:
3. Ի՞նչ է ցույց տալիս հավասարաչափ փոփոխական շարժման արագացումը:
4. Ի՞նչ միավորով է չափվում արագացումը ՄՀ-ում: Ո՞րն է այդ միավորի ֆիզիկական իմաստը:
5. Ո՞ր շարժումն են անվանում հավասարաչափ արագացող:
6. Ո՞ր շարժումն են անվանում հավասարաչափ դանդաղող:
7. Ինչպե՞ս է փոխվում մարմնի արագությունը, երբ արագացման վեկտորն ուղղված է շարժման ուղղությամբ:
8. Ինչպե՞ս է փոխվում մարմնի արագությունը, երբ արագացման վեկտորն ուղղված է շարժման հակառակ ուղղությամբ:

Փորձարարական առաջադրանք

Քանոնն օգտագործելով որպես թեք հարթություն՝ նրա վերին ծայրին մետաղադրամ դրե՛ք և բա՛ց թողեք: Կշարժվի՞ արդյոք մետաղադրամը: Եթե շարժվի, ապա ինչպե՞ս՝ հավասարաչափ, թե՞ հավասարաչափ արագացող: Փորձեք պարզել, թե ինչպես է դա կախված քանոնի թեքության անկյունից:



§ 5. ՀԱՎԱՍԱՐԱԶԱՓ ԱՐԱԳԱՑՈՂ ՇԱՐԺՈՒՄ: ԱՅՆ ՇԱՐԺՄԱՆ ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՃԱՆԱՊԱՐՀԸ

Նախորդ պարագրաֆում հավասարաչափ արագացող շարժումը մենք սահմանեցինք որպես աճող արագությամբ հավասարաչափ փոփոխական շարժում: Միավորելով այդ սահմանումը հավասարաչափ փոփոխական շարժման սահմանման հետ՝ կարելի է տալ հավասարաչափ արագացող շարժման այսպիսի անկախ սահմանում.

Այն շարժումը, որի ժամանակ մարմնի արագությունը կամայական հավասար ժամանակամիջոցներում աճում է միևնույն չափով, կոչվում է հավասարաչափ արագացող շարժում:

Ուսումնասիրենք հավասարաչափ արագացող շարժման երկու դեպք, երբ՝ այն սկսվում է դադարի վիճակից (մասնավոր դեպք) և երբ ժամանակի հաշվարկման սկզբնապահին այն ունի որոշակի արագություն (ընդհանուր դեպք):

1. Հավասարաչափ արագացող շարժում դադարի վիճակից: Դադարի վիճակից սկսվող շարժումների մեծ մասը սկզբում հավասարաչափ արագացող են: Հավասարաչափ արագացող շարժում են կատարում թռիչքուղի դուրս եկած ինքնաթիռը, կայարանից շարժվող գնացքը, կանգառից շարժվող ավտոբուսը, լուսացույցի տակ կանգնած ավտոմեքենան կանաչ լույսը վառվելուց հետո, տարբեր մրցումների մասնակիցները մրցավազքի սկիզբը ազդարարող ազդանշանից հետո և այլն:



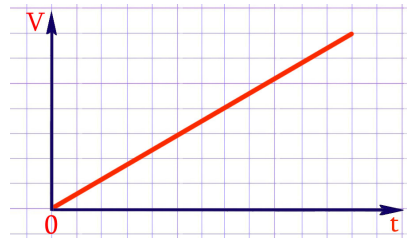
Որպեսզի թռիչքի գնացող ինքնաթիռը կարողանա գետնից վեր բարձրանալ, անհրաժեշտ է նրա արագությունը մեծացնել մինչև որոշակի արժեքի

և դա պետք է անել մինչև թռիչքուղու վերջին հասնելը: Ուստի թռիչքը կառավարելու համար շատ կարևոր է իմանալ հավասարաչափ արագացող շարժման առանձնահատկությունները. թե ինչ արագացմամբ պետք է թափավազք կատարի ինքնաթիռը, ինչպես պետք է աճի նրա արագությունը, որպեսզի մինչև թռիչքուղու ավարտը հասնի անհրաժեշտ արժեքին և այլն:

ա) Արագության կախումը ժամանակից: Դիցուք դադարի վիճակից հավասարաչափ արագացող շարժում կատարող մարմնի արագությունը շարժման սկզբից t ժամանակ անց դարձել է v : Այդ դեպքում նրա արագության փոփոխությունը՝ $\Delta v = v$: Տեղադրելով Δv -ի այս արժեքը (3.1) արտահայտության մեջ՝ կարող ենք գտնել մարմնի արագության կախումը ժամանակից.

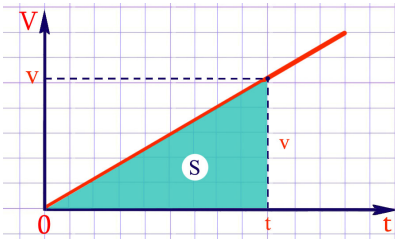
$$v = at : \tag{5.1}$$

Քանի որ հավասարաչափ արագացող շարժման արագացումը հաստատուն մեծություն է՝ $a = \text{const}$, ապա ստացվեց, որ մարմնի արագությունը ուղիղ համեմատական է շարժման ժամանակին: Հետևաբար դադարի վիճակից հավասարաչափ արագացող շարժման գրաֆիկը ուղիղ գիծ է, որն անցնում է կոորդինատների սկզբնակետով (սկ. 5.1):



Նկ. 5.1

բ) Ճանապարհի կախումը ժամանակից: Ինչպես նշեցինք § 1-ում, արագության գրաֆիկով մարմնի անցած ճանապարհը հաշվելու մեթոդը կարելի է կիրառել ոչ միայն հավասարաչափ, այլև կամայական շարժման դեպքում: Դադարի վիճակից հավասարաչափ արագացող շարժման դեպքում շարժման սկզբից մինչև ժամանակի կամայական t պահը մարմնի արագության գրաֆիկով սահմանափակված պատկերը ուղղանկյուն եռանկյուն է (սկ. 5.2): Այդ եռանկյան մի էջը մարմնի v արագությունն է այդ պահին



Նկ. 5.2

կամ ինչպես ասում են՝ վերջնական արագությունը, իսկ մյուսը՝ շարժման t ժամանակը: Ինչպես հայտնի է երկրաչափության դասընթացից, ուղղանկյուն եռանկյան մակերեսը հավասար է նրա էջերի արտադրյալի կեսին: Ուրեմն տվյալ դեպքում շարժման սկզբից հաշված կամայական t ժամանակամիջոցում մարմնի անցած ճանապարհը կլինի.

$$S = \frac{1}{2}vt: \tag{5.2}$$

Այս բանաձևի մեջ տեղադրելով արագության (5.1) արտահայտությունը՝ $v = at$, կստանանք.

$$S = \frac{at^2}{2}: \quad (5.3)$$

(5.1) բանաձևից $t = v/a$: (5.2) բանաձևում տեղադրելով t -ի այս արտահայտությունը՝ կստանանք մարմնի անցած ճանապարհի ևս մի բանաձև.

$$S = \frac{v^2}{2a}: \quad (5.4)$$

գ) Միջին արագությունը t ժամանակում: (5.2) բանաձևը համեմատելով փոփոխական շարժում կատարող մարմնի անցած ճանապարհի (2.2) բանաձևի հետ՝ կստանանք մարմնի միջին արագությունը t ժամանակամիջոցում:

$$v_{\text{միջ}} = \frac{v}{2}: \quad (5.5)$$

2. Սկզբնական արագությամբ հավասարաչափ արագացող շարժում:

Եթե հավասարաչափ արագացող շարժման սկզբում մարմինն ունեցել է v_0 սկզբնական արագություն, ապա մինչև ժամանակի t պահը արագության փոփոխությունը՝ $\Delta v = v - v_0$, հետևաբար այդ դեպքում (3.1) բանաձևը կունենա այսպիսի տեսք.

$$a = \frac{v - v_0}{t}: \quad (5.6)$$

Այստեղից կստանանք, որ մարմնի վերջնական արագությունը՝

$$v = v_0 + at: \quad (5.7)$$

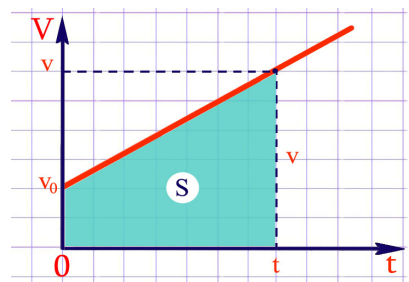
Այս բանաձևը ցույց է տալիս, որ արագության գրաֆիկն ուղիղ գիծ է, որն ստացվում է նկ. 5.1-ում պատկերված գրաֆիկը օրդինատների առանցքով v_0 միավորով դեպի վեր զուգահեռ տեղափոխելով (նկ. 5.3):

Այս դեպքում շարժման սկզբից մինչև ժամանակի կամայական t պահը մարմնի արագության գրաֆիկով սահմանափակված պատկերը սեղան է, որի մեծ հիմքը v է, փոքրը՝ v_0 , իսկ բարձրությունը՝ t :

Հետևաբար, այդ պատկերի մակերեսը, ուստի նաև t ժամանակում մարմնի անցած ճանապարհը՝

$$S = \frac{v + v_0}{2}t: \quad (5.8)$$

Այս բանաձևի մեջ տեղադրելով v -ի (5.6) արտահայտությունը՝ կստանանք.



Նկ. 5.3

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (5.9)$$

3. Խնդրի լուծման օրինակ: Մարմնի անցած ճանապարհին արտահայտել նրա վերջնական ու սկզբնական արագությունների և արագացման միջոցով:

Լուծում: Նախ վերջնական ու սկզբնական արագությունների և արագացման միջոցով արտահայտենք մարմնի շարժման ժամանակը: (5.6) բանաձևից ստացվում է, որ այն հավասար է $t = (v - v_0)/a$: Տեղադրելով t -ի այս արտահայտությունը (5.7) բանաձևի մեջ՝ կստանանք.

$$S = \frac{v + v_0}{2} \cdot \frac{v + v_0}{a} = \frac{(v + v_0)(v - v_0)}{2a} = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}:$$

$$\text{Պատ.՝ } S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}:$$



ՀԱՐՑԵՐ

1. Ինչպե՞ս է որոշվում դադարի վիճակից հավասարաչափ արագացող շարժում կատարող մարմնի արագությունը:
2. Ի՞նչ բանաձևով է որոշվում դադարի վիճակից հավասարաչափ արագացող շարժում կատարող մարմնի միջին արագությունը ամբողջ շարժման ընթացքում:
3. Դադարի վիճակից հավասարաչափ արագացող շարժում կատարող մարմնի ճանապարհի ի՞նչ բանաձևեր կան:
4. Դադարի վիճակից հավասարաչափ արագացող շարժում կատարող մարմնի արագության քառակուսին արտահայտենք նրա արագացման և ճանապարհի միջոցով:
5. a արագացմամբ հավասարաչափ արագացող շարժում կատարող մարմնի արագությունը ինչքա՞ն ժամանակում v_0 -ից կդառնա v :
6. Օգտվելով սկզբնական արագությամբ հավասարաչափ արագացող շարժման ճանապարհի (5.7) բանաձևից՝ ստացե՛ք ամբողջ շարժման ընթացքում նրա միջին արագության բանաձևը:
7. Սկզբնական արագությամբ հավասարաչափ արագացող շարժման արագության և ճանապարհի բանաձևերից ստացե՛ք դադարի վիճակից հավասարաչափ արագացող շարժման արագության և ճանապարհի բանաձևերը:



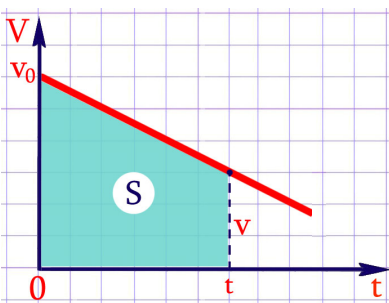
§ 6. ՀԱՎԱՍԱՐԱԶԱՓ ԴԱՆՊԱՂՈՂ ՇԱՐԺՈՒՄ

§ 4-ում հավասարաչափ դանդաղող շարժումը մենք սահմանեցինք որպես նվազող արագությամբ հավասարաչափ փոփոխական շարժում: Միավորելով այդ սահմանումը հավասարաչափ փոփոխական շարժման սահմանման հետ՝ կարելի է տալ հավասարաչափ դանդաղող շարժման այսպիսի անկախ սահմանում:

Այն շարժումը, որի ժամանակ մարմնի արագությունը կամայական հավասար ժամանակամիջոցներում նվազում է միևնույն չափով, կոչվում է հավասարաչափ դանդաղող շարժում:

Նախորդ պարագրաֆում մենք բազմաթիվ օրինակներ բերեցինք, որոնցում դադարի վիճակում գտնվող մարմինները սկսում են շարժվել տեղից: Սկզբում նրանց շարժումը միշտ արագացող է, որովհետև արագությունը Օ-ից աճում է մինչև որոշակի արժեք: Ինչպես էլ նրանք շարժվեն հետագայում՝ հավասարաչափ թե անհավասարաչափ, միևնույն է, որոշ ժամանակ անց կանգ են առնում: Ուստի շարժման վերջում նրանք կատարում են դանդաղող շարժում: Օրինակ՝ երբ մի կայարանից մեկնած գնացքը ժամանում է այլ կայարան, դրանից որոշ հեռավորության վրա սկսում է արգելակել: Եթե արագացող շարժման դեպքում առաջնային խնդիրը մարմնի վերջնական արագությունը որոշելն էր, ապա արգելակելիս առաջնային է դառնում մինչև կանգ առնելը մարմնի անցած ճանապարհը որոշելու խնդիրը: Այդ խնդիրը լուծելու համար անհրաժեշտ է արագության և ճանապարհի բանաձևերը ստանալ դանդաղող շարժման դեպքում:

1. Հավասարաչափ դանդաղող շարժման արագությունը: Դիցուք հավասարաչափ դանդաղող շարժման սկզբնական արագությունը եղել է v_0 , իսկ շարժման սկզբից t ժամանակ անց դարձել է v : Նշանակում է՝ այդ ընթացքում մարմնի արագությունը նվազել է $\Delta v = (v - v_0)$ -ով, հետևաբար արագացման (3.1) բանաձևը կընդունի հետևյալ տեսքը.



Նկ. 6.1

$$a = \frac{v_0 - v}{t}; \quad (6.1)$$

Այստեղից կստանանք, որ մարմնի վերջնական արագությունը՝

$$v = v_0 - at; \quad (6.2)$$

Արագությունը ժամանակից կախված է գծայնորեն, ուրեմն նրա գրաֆիկն ուղիղ գիծ է, որն արագության առանցքը հատում է v_0 կետում և թեքված է դեպի ժամանակի առանցքը (նկ. 6.1):

2. Ճանապարհը հավասարաչափ դանդաղող շարժման դեպքում: Ինչպես նախորդ դեպքերում, ճանապարհը գտնելու համար այս դեպքում էլ կհաշվենք արագության գրաֆիկով սահմանափակված պատկերի մակերեսը.

$$S = \frac{v + v_0}{2} t: \tag{6.3}$$

Այս բանաձևի մեջ տեղադրելով v -ի (6.2) արտահայտությունը՝ կստանանք.

$$S = v_0 t - \frac{at^2}{2}: \tag{6.4}$$

3. Արգելական ժամանակը: Արգելական պահից սկսած՝ մարմնի արագությունը նվազում է: (6.2) բանաձևով որոշվում է նրա արագությունը արգելական սկզբից t ժամանակ անց: Մարմինը կանգ է առնում այն պահին, երբ արագությունը դառնում է զրո: Հետևաբար (6.2) բանաձևից կունենանք $0 = v_0 - at_0$, որտեղից՝

$$t_0 = \frac{v_0}{a}: \tag{6.5}$$

Այստեղ t_0 -ն արգելական պահից մինչև կանգ առնելը պահանջվող ժամանակն է, որն անվանում են արգելական ժամանակ:

4. Արգելական ճանապարհը: Արգելական ճանապարհ անվանում են այն ճանապարհը, որն անցնում է մարմինը արգելական պահից մինչև կանգ առնելը: Քանի որ կանգ առնելու պահին $v = v_0$, $t = t_0$, ապա մարմնի անցած ճանապարհի (6.3) բանաձևը կընդունի հետևյալ պարզ տեսքը.

$$S_0 = \frac{v_0 t_0}{2}: \tag{6.6}$$

5. Խնդրի լուծման օրինակ: Կայարանից ի՞նչ հեռավորության վրա պետք է սկսի արգելակել 108 կմ/ժ արագությամբ շարժվող գնացքի փորձառու մեքենավարը, որպեսզի կարողանա այն սահուն, առանց ցնցումների կանգնեցնել կայարանում: Արգելական ժամանակ գնացքի շարժումը համարել հավասարաչափ դանդաղող՝ $a = 0,5$ մ/վ² արագացմամբ:

Տրված է

$$v_0 = 108 \text{ կմ/ժ} = 30 \text{ մ/վ}$$

$$a = 0,5 \text{ մ/վ}^2$$

Լուծում: Պահանջվող հեռավորությունը (6.6) բանաձևով որոշվող գնացքի արգելական ճանապարհն է: Այդ բանաձևի մեջ տեղադրելով t_0 -ի (6.5) արտահայտությունը՝ կստանանք.

$$L = S_0 - \frac{v_0 t_0}{2} = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{30^2}{2 \cdot 0,5} = 900 \text{ մ:}$$

Պատ.՝ 900 մ:



ՀԱՐՑԵՐ

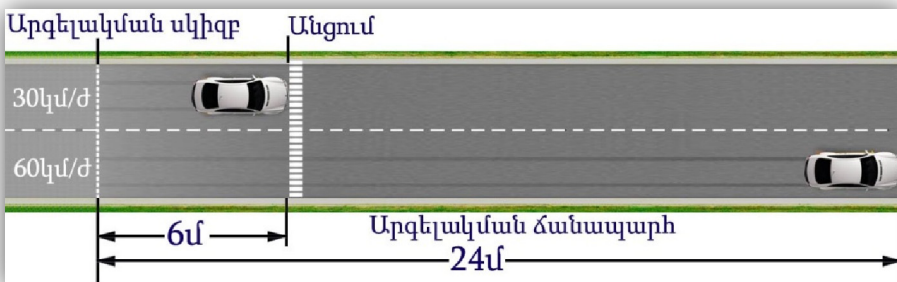
1. Ո՞ր շարժումն են անվանում հավասարաչափ դանդաղող:
2. Ի՞նչ բանաձևով է որոշվում հավասարաչափ դանդաղող շարժում կատարող մարմնի արագությունը:
3. Ի՞նչ բանաձևով է որոշվում հավասարաչափ դանդաղող շարժում կատարող մարմնի անցած ճանապարհը:
4. Արգելակման սկզբից որքա՞ն ժամանակ անց կանգ կառնի V_0 արագությամբ շարժվող մարմինը, եթե նրա արագացումը a է:
5. Ի՞նչն են անվանում արգելակման ճանապարհ, ինչի՞ է այն հավասար:
6. Օգտվելով ճանապարհի (6.6) բանաձևից, որոշե՞ք դանդաղող շարժման միջին արագությունը արգելակման ճանապարհի վրա:

ԿԱՐԵՎՈՐ Է ԻՄԱՆԱԼ

Խնդրի լուծման օրինակում ստացվեց արգելակման ճանապարհը հաշվելու ևս մի բանաձև.

$$S_0 = \frac{v_0^2}{2a}$$

Այս բանաձևից բխող մի հետևության մասին պետք է իմանան բոլորը՝ տրանսպորտային միջոցներ վարողներն ու հետիոտները: Համաձայն այդ բանաձևի՝ արգելակման ճանապարհը մարմնի սկզբնական արագությունից կախված է քառակուսային օրենքով: Սա նշանակում է, որ նույն արագացման դեպքում մարմնի սկզբնական արագությունը 2 անգամ մեծացնելիս արգելակման ճանապարհը մեծանում է 4 անգամ: Օրինակ՝ 30 կմ/ժ արագությամբ շարժվող ավտոմեքենան ասֆալտապատ ճանապարհին հաջողվում է կանգնեցնել մոտ 6 մ հեռավորության վրա: Ուստի այդ արագությամբ շարժվող ավտոմեքենան անցումի մոտ կանգնելու համար պետք է սկսի արգելակել, երբ այն անցումից 6 մ հեռավորության վրա է:



Եթե այդ նույն տեղից սկսի արգելակել 60 կմ/ժ արագությամբ շարժվող ավտոմեքենան, ապա նրան անցումի մոտ կանգնել չի հաջողվի, որովհետև այդ արագության դեպքում ավտոմեքենայի արգելակման ճանապարհը 24 մ է, և այն կանգ կառնի միայն անցումից 18 մ հեռավորության վրա: Անցումի մոտ կանգնելու համար վարորդը շատ ավելի վաղ պետք է սկսի արգելակումը:

§7. ԳՈՐԾՆԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 2
ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄ

1. Հավասարաչափ արագացող շարժում կատարող մեքենան ճանապարհի դիրարկվող տեղամասի սկզբում ունեւ 8 մ/վ, իսկ վերջում՝ 30 մ/վ արագություն: Որոշե՛ք մեքենայի շարժման միջին արագությունն այդ տեղամասում:

Տրված է

$$v_0 = 8 \text{ մ/վ}$$

$$v = 30 \text{ մ/վ}$$

$$v_{\text{միջ}} = ?$$

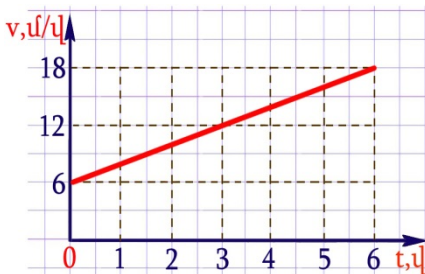
Լուծում: t ժամանակամիջոցում մեքենայի անցած ճանապարհը կարող ենք որոշել հավասարաչափ արագացող շարժման ճանապարհի (5.8) բանաձևով.

$$S = \frac{v + v_0}{2} \cdot t:$$

Հետևաբար, միջին արագության սահմանումից կստանանք.

$$v_{\text{միջ}} = \frac{S}{t} = \frac{v + v_0}{2} = \frac{30 + 8}{2} = 19 \text{ մ/վ}:$$

Ստացված արդյունքը, որ միջին արագությունը հավասար է մարմնի սկզբնական և վերջնական արագությունների միջին թվաբանականին, ճիշտ է հավասարաչափ արագացող շարժման կամայական տեղամասի համար:



2. Օգտվելով հավասարաչափ արագացող շարժում կատարող մարմնի արագության գրաֆիկից՝ որոշե՛ք նրա ա) սկզբնական արագությունը, բ) արագացումը, գ) 4 վ-ում անցած ճանապարհը:

Լուծում: ա) Գրաֆիկից երևում է, որ շարժման սկզբում մարմնի արագությունը եղել է 6 մ/վ: Դա հենց նրա սկզբնական արագությունն է, ուրեմն՝ $v_0 = 6$ մ/վ:

բ) $t = 3$ վ պահին մարմնի արագությունը՝ $v = 12$ մ/վ: Համաձայն հավասարաչափ արագացող շարժման արագացման (5.6) բանաձևի՝ մարմնի արագացումը՝

$$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{12 - 6}{3} = 2 \text{ մ/վ}^2:$$

գ) Համաձայն (5.9) բանաձևի՝ մարմնի անցած ճանապարհը՝

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2} = 6 \cdot 6 + \frac{2 \cdot 6^2}{2} = 72 \text{ մ:}$$

3. Մեքենան սկսեց արգելակել և մինչև կանգ առնելը անցավ 25 մ ճանապարհ: Ի՞նչ արագություն ունեք ավտոմեքենան արգելակման սկզբում, եթե նրա արագացումը 2 մ/վ² էր:

Տրված է

$$S = 25 \text{ մ}$$

$$a = 2 \text{ մ/վ}^2$$

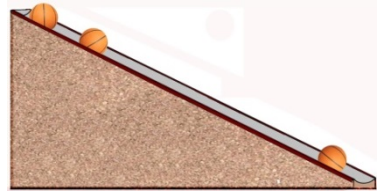
$$v_0 = ?$$

Լուծում: Համաձայն (6.5) բանաձևի՝ մեքենան կանգ կառնի արգելակման սկզբից $t = v_0/a$ ժամանակ անց: Տեղադրելով t -ի արտահայտությունը արգելակման ճանապարհի (6.6) բանաձևի մեջ՝ կստանանք $S = v_0^2/2a$, որտեղից՝

$$v_0 = \sqrt{2aS} = \sqrt{2 \cdot 2 \cdot 25} = \sqrt{100} = 10 \text{ մ/վ:}$$

Պատ.՝ 10 մ/վ:

4. Թեք ձոռով դադարի վիճակից գլորվող գնդակը առաջին վայրկյանում անցավ 0,1 մ ճանապարհ: Ինչքա՞ն ճանապարհ կանցնի այն առաջին 3 վ-ում:



Տրված է

$$v_0 = 0$$

$$t_1 = 1 \text{ վ}$$

$$S_1 = 0,1 \text{ մ}$$

$$t_3 = 3 \text{ վ}$$

$$S_3 = ?$$

Լուծում: Դադարի վիճակից հավասարաչափ արագացող շարժման ճանապարհի (5.3) բանաձևից՝ $S_1 = at_1^2/2$, որտեղից մարմնի արագացումը՝ $a = 2S_1/t_1^2$: Տեղադրելով նույն (5.3) բանաձևի մեջ a -ի և t_3 -ի արժեքները՝ կստանանք առաջին 3 վ-ում գնդակի անցած ճանապարհը.

$$S_3 = \frac{at_3^2}{2} = \frac{2S_1}{t_1^2} \cdot \frac{t_3^2}{2} = \frac{t_3^2}{t_1^2} \cdot S_1 = 9S_1 = 0,9 \text{ մ:}$$

Պատ.՝ 0,9 մ:



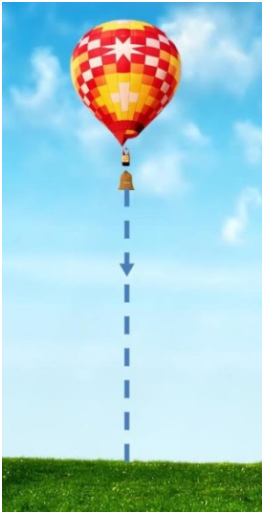
§ 8. ԱԶԱՏ ԱՆԿՈՒՄ: ԱԶԱՏ ԱՆԿՄԱՆ ԱՐԱԳԱՅՈՒՄ

1. Գալիլեյի օրենքը: Փոփոխական շարժման չափազանց հետաքրքիր ու շատ հաճախ հանդիպող օրինակներ են որևէ բարձրությունից ընկած (նկ. 8.1), դեպի վեր (նկ. 8.2) կամ կամայական այլ ուղղությամբ (նկ. 8.3) նետած մարմինների շարժումները:

Նշված բոլոր դեպքերում մարմինները Երկրի ձգողության հետևանքով ի վերջո ընկնում են նրա մակերևույթին, ուստի ասում են, որ նրանք անկում

են կատարում: Դիցուք անկումը տեղի է ունենում այնպիսի պայմաններում, որ մարմնի վրա այլ մարմինների ազդեցությունները նրա շարժման վրա էական ազդեցություն չեն թողնում, և կարելի է համարել, որ անկումը տեղի է ունենում միայն ծանրության ուժի ազդեցությամբ: Այդ պայմաններում մարմինների անկումն անվանում են ազատ անկում:

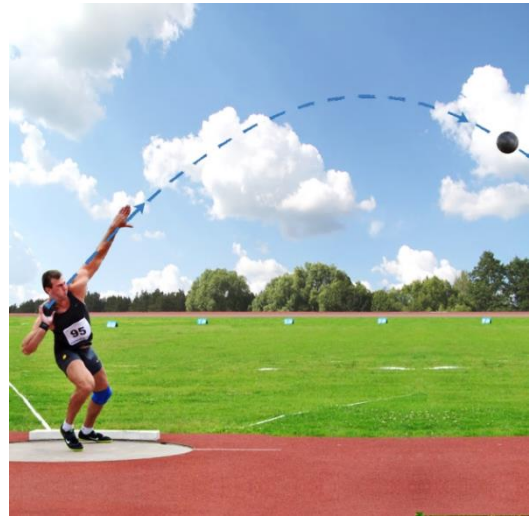
Մարմինների անկումը, որը տեղի է ունենում միայն Երկրի ձգողության ազդեցությամբ, կոչվում է ազատ անկում:



Նկ. 8.1



Նկ. 8.2

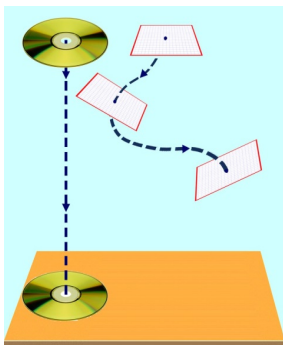


Նկ. 8.3

Մարմինների ազատ անկման մանրակրկիտ ուսումնասիրության և դրա տեսության հեղինակը իտալացի հռչակավոր գիտնական Գալիլեո Գալիլեյն է: Դրանք ամփոփված են 1638 թվականին լույս տեսած նրա «Գիտության երկու նոր ձյուղերին՝ Մեխանիկային և Տեղային շարժմանը վերաբերող զրույցներ և մաթեմատիկական ապացույցներ» գրքում:

Բազմաթիվ դիտումների ու փորձերի հիման վրա Գալիլեյը եզրակացրեց, որ մարմինների ազատ անկումը հավասարաչափ փոփոխական շարժում է, և որ՝

բոլոր մարմինները Երկրի ձգողության ազդեցությամբ ընկնում են նույն արագացմամբ:



Նկ. 8.4

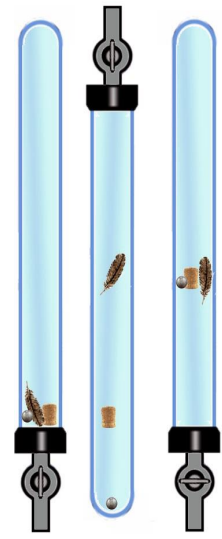
Այս եզրակացությունը մեխանիկայի կարևորագույն օրենքներից է և կոչվում է **Գալիլեյի օրենք**:

Առաջին հայացքից թվում է, թե առօրյա դիտումները չեն հաստատում Գալիլեյի օրենքը: Իրոք, սովորական պայմաններում տարբեր մարմիններ տարբեր կերպ են ընկնում: Լազերային սկավառակը, օրինակ, ընկնում է արագ, իսկ տետրի թերթի կտորը՝ դանդաղ և, բացի այդ, բարդ հետագծով (սկ. 8.4): Ուստի պատահական չի, որ Արիստոտելի ժամա-

նակներից սկսած՝ մոտ 18 դար ընդունված էր համարել, որ ծանր մարմինը թերթից ավելի արագ է ընկնում: Բանն այն է, որ Գալիլեյի օրենքը վերաբերում է ազատ անկմանը, իսկ բերված օրինակում, եթե սկավառակի շարժումը մոտ է ազատ անկմանը, ապա նույնը չի կարելի ասել թերթիկի շարժման մասին: Թերթիկի շարժման վրա էական ազդեցություն է թողնում օդի դիմադրության ուժը: Նշանակում է՝ նրա շարժումը ազատ անկում չէ, ուստի այն չի հակասում Գալիլեյի օրենքին:

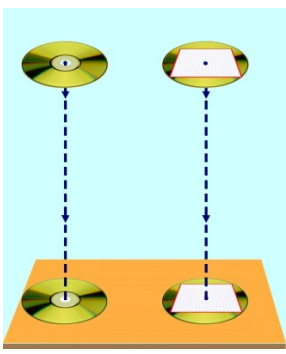
2. Գալիլեյի օրենքի փորձնական ապացույցները:

Գալիլեյի օրենքի ճշմարտացիությունը ապացուցելու համար ավանդաբար նկարագրում կամ հնարավորության դեպքում կատարում են հետևյալ փորձը: Վերցնում են մոտ 1 մ երկարությամբ ապակե խողովակ, որը մի կողմից փակ է, իսկ մյուս կողմից ծորակ ունի և որի մեջ կապարե գնդիկ, խցան և փետուր կա: Սկզբում բաց փականով խողովակը պահում են ուղղաձիգ դիրքով (նկ. 8.5.ա): Հետո խողովակը արագ շրջում են 180° -ով: Պարզվում է, որ սկզբում ընկնում է կտտորակը, հետո խցանը և վերջում՝ փետուրը (նկ. 8.5.բ): Այնուհետև պոպոկ օդը հանում են խողովակից և կրկին շրջում այն: Այս անգամ արդեն բոլոր երեք մարմինները ընկնում են միաժամանակ (նկ. 8.5.գ), ինչը և վկայում է, որ բոլոր մարմինները շարժվում են նույն արագացմամբ:



ա բ գ
Նկ. 8.5

Եթե թերթիկն էլ ընկներ անօդ տարածությունում, ապա նրա շարժումն էլ ազատ անկում կլիներ, և նա էլ կշարժվեր նույն արագացմամբ, ինչ բոլոր մարմինները: Բայց օդի ազդեցությունը վերացնելու համար վակուում ստեղծելը բոլորվին պարտադիր չէ: Դա կարելի է անել շատ ավելի պարզ եղանակով և հենց հիմա: Երբ թերթիկը սկսում է շարժվել օդում, նրա նկատմամբ օդն է շարժվում, այսինքն՝ «նրա վրա քամի է փչում»: Իսկ քամուց պաշտպանվելու ամենապարզ եղանակը ձեռք հայտնի է՝ պատսպարվում եք որևէ արգելքի ետևում: Նկ. 8.4-ում պատկերված փորձում արգելքի դեր կարող է կատարել հենց սկավառակը: Բավական է թերթիկը պարզապես դնել սկավառակի վրա և այն սկավառակից «ետ» չի մնա (նկ. 8.6), այսինքն՝ կկատարի ազատ անկում:



Նկ. 8.6

3. Ազատ անկման արագացումը: Համաձայն Գալիլեյի օրենքի բոլոր մարմինները Երկրի ձգողության ազդեցությամբ ընկնում են նույն արագացմամբ: Ուրեմն, բավական է չափել ազատ անկում կատա-

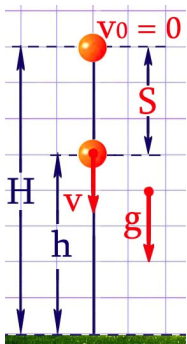
րող մարմիններից որևէ մեկի արագացումը, և մենք կունենանք բոլորինը: Հենց դրանում է Գալիլեյի օրենքի դերն ու նշանակությունը:

Ազատ անկման արագացումը ընդունված է նշանակել g տառով: Բազմաթիվ փորձերի արդյունքում ստացվել է, որ Երկրի միջին լայնություններում ազատ անկման արագացումը՝ $g = 9,8$ մ/վ²:

Ազատ անկման արագացման վեկտորն ուղղված է ուղղաձիգ դեպի ներքև:

4. Գաղարի վիճակից ազատ անկում կատարող մարմնի շարժումը:

Դիցուք մարմինն ազատ անկում է կատարում H բարձրությունից: Որոշենք անկման սկզբից t ժամանակ անց նրա արագությունը, անցած ճանապարհը և գետնից ունեցած բարձրությունը:



Նկ. 8.7

Տվյալ դեպքում մարմնի շարժումը գաղարի վիճակից հավասարաչափ արագացող է, հետևաբար նրա արագությունը և անցած ճանապարհը կարելի է որոշել (5.1) և (5.3) բանաձևերով՝ դրանց մեջ a -ն փոխարինելով g -ով.

$$v = gt, \quad (8.1)$$

$$S = \frac{gt^2}{2}: \quad (8.2)$$

Ինչպես երևում է նկ. 8.7-ից, ժամանակի t պահին մարմնի բարձրությունը գետնից հավասար է նրա սկզբնական բարձրության և անցած ճանապարհի տարբերությանը:

$$h = H - S = H - \frac{gt^2}{2}: \quad (8.3)$$

Այժմ պարզենք, թե որքան ժամանակում մարմինը կհասնի գետնին, և ինչ արագություն կունենա գետնին հարվածելու պահին:

Գետնին հարվածելու t_0 պահին $S = H$ (կամ որ նույնն է $h = 0$): Հետևաբար (8.2) հավասարումից կստանանք, որ վայրէջքի ժամանակը՝

$$t_1 = \sqrt{\frac{2H}{g}}: \quad (8.4)$$

t_1 -ի արժեքը տեղադրելով (8.1) հավասարման մեջ՝ կստանանք մարմնի արագությունը գետնին հասնելու պահին.

$$v_1 = \sqrt{2gH}: \quad (8.5)$$

5. Ուղղաձիգ դեպի վեր նետած մարմնի շարժումը: Այժմ ուսումնասիրենք v_0 սկզբնական արագությամբ ուղղաձիգ դեպի վեր նետած մարմնի շարժումը (նկ. 8.8): Այս դեպքում մարմնի արագացումն ուղղված է շարժման հակառակ ուղղությամբ, հետևաբար այն հավասարաչափ

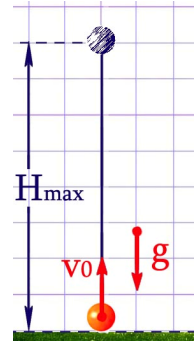
դանդաղող է: Մարմնի արագությունն աստիճանաբար նվազում է և հետագծի ամենաբարձր կետում դառնում զրո: Հետևաբար՝ դանդաղող շարժման արագության (6.2) բանաձևում տեղադրելով $v = 0$ և $a = g$, կստանանք.

$$0 = v_0 - gt_2, \text{ որտեղ } t_2\text{-ը վերելքի ժամանակն է: Այսպիսով՝}$$

$$t_2 = \frac{v_0}{g}: \quad (8.6)$$

Վերելքի առավելագույն բարձրությունը կարող ենք գտնել՝ (6.4) բանաձևում տեղադրելով $t = t_2$ և $a = g$.

$$H_{\max} = \frac{gt_2^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g}: \quad (8.7)$$



Նկ. 8.8

6. Խնդրի լուծման օրինակ: Հրազդանի մեծ կամրջի¹ բարձրությունը որոշելու համար կամրջի վրայից քարի փոքրիկ կտոր բաց թողեցին: Պարզվեց, որ այն ընկավ կիրճով անցնող գետը 3,5 վ հետո: Որքա՞ն է կամրջի բարձրությունը:

Տրված է

$t = 3,5$ վ

$H = ?$

Լուծում: Քանի որ քարի կտորը պարզապես բաց են թողել, այսինքն՝ նրան սկզբնական արագություն չեն հաղորդել, ապա քարի շարժումը դադարի վիճակից ազատ անկում է: Ուրեմն t ժամանակում քարի անցած ճանապարհը որոշվում է $S = gt^2/2$ բանաձևով: Ջրին հասնելու պահին քարի անցած ճանապարհը հավասար է կամրջի բարձրությանը, հետևաբար այն հավասար է.



$$H = \frac{gt^2}{2} = \frac{9,8 \cdot 3,5^2}{2} = 60 \text{ մ:}$$

Պատ.՝ 60 մ:



ՀԱՐՅԵՐ

1. Ո՞ր երևույթն է կոչվում ազատ անկում:
2. Ձևակերպե՛ք Գալիլեյի օրենքն ազատ անկման վերաբերյալ:
3. Ինչի՞ է հավասար ազատ անկման արագացումը: Ինչպե՞ս է այն ուղղված:
4. Որքա՞ն կտևի 500 մ բարձրությունից թողած մարմնի անկումը:
5. Ի՞նչ արագություն կունենա 500 մ բարձրությունից ընկնող մարմինը գետնին հարվածելու պահին:

¹ Կամուրջը ժողովրդին հայտնի է Կիևյան կամուրջ անունով

Ըստ Հին աշխարհի մեծագույն մտածող Արիստոտելի (մ.թ.ա. 384–322 թթ.)՝ ծանր մարմիններն ավելի արագ են ընկնում, քան թեթևները: Արիստոտելի այս տեսակետը հիմնված էր առօրյա դիտումների վրա և մարդկանց այնքան բնական և ակնհայտ էր թվում, որ հաջորդող 18 դարերի ընթացքում գրեթե ոչ ոք այն կասկածի տակ չառաավ: Եթե, օրինակ, մեկը մյուսից 100 անգամ ծանր երկու գնդեր միաժամանակ ընկնեն 100 մ բարձրությունից, ապա ծանր գնդի գետնին հասնելու պահին թեթևը պետք է անցած լինի ընդամենը մեկ մետր տարածություն՝ առաջինից 99 մետր հետ մնալով:

Սակայն 1553 թ. իտալացի գիտնական Ջովանի Բենեդետտին հայտարարեց, որ հակառակ Արիստոտելի՝ տարբեր կշիռներով երկու մարմին, որոնք ունեն նույն ձևը և նույն խտությունը, նույն միջավայրում հավասար ժամանակամիջոցում հավասար ճանապարհներ են անցնում: Այս պնդումը փորձնական ապացուցում էր պահանջում: Ուստի XVI դարի վերջից տարբեր գիտնականներ սկսում են փորձեր կատարել՝ ծանր մարմիններն աշտարակներից ներքև նետելով:



Այդ փորձերից առաջինը կատարեց Պիզայի համալսարանի 25-ամյա երիտասարդ պրոֆեսոր Գալիլեյը: Մի օր ամբողջ համալսարանի ներկայությամբ նա բարձրացավ հայտնի թեք աշտարակը՝ իր հետ վերցնելով հարյուր և մեկ ֆունտանոց երկու գունդ: Նա դրանք տեղադրեց աշտարակի եզրին և միաժամանակ բաց թողեց: Դրանք միասին ընկան և միասին էլ հասան գետնին: Գետնին ընկնող գնդերի խուլ հարվածը հնչեց որպես ֆիզիկայի հին համակարգի փլուզման զանգահարություն և ավտեց նորի ծնունդը:

Երբ Արիստոտելի տեսության կողմնակիցներից մեկը կշտամբեց Գալիլեյին այն բանում, որ խոսելով ծանր և թեթև գնդերի միաժամանակյա անկման մասին՝ նա խեղաթյուրում է ճշմարտությունը, գիտնականը պատասխանեց. «Այս փորձը կատարելով՝ կտեսնեք, որ մեծ գունդը առաջ կանցնի փոքրից երկու մատնաչափ, ուստի, երբ մեծ գունդն ընկնի գետնին, փոքրը նրանից հետ մնացած կլինի ընդամենը երկու մատնաչափով: Այս երկու մատով դուք ուզում եք ծածկել Արիստոտելի իննսունինը մետրը և խոսելով իմ

փոքր սխալից՝ լռում եք մյուսի հսկայական սխալի մասին... Տարբեր զանգվածներ ունեցող մարմինների անկման արագության տարբերությունը կախված չէ նրանց կշիռներից, այլ պայմանավորված է արտաքին պայմաններով, գլխավորապես՝ միջավայրի դիմադրությամբ, ուստի, եթե վերացնենք վերջինը, ապա մարմինները նույն արագությամբ կընկնեն»:

**➔ § 9. ՀԱՎԱՍԱՐԱԶԱՓ ՇԱՐԺՈՒՄ ՇՐՋԱՆԱԳԾՈՎ:
ՊՏՏՄԱՆ ՊԱՐԲԵՐՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՀԱՃԱԽՈՒԹՅՈՒՆ**

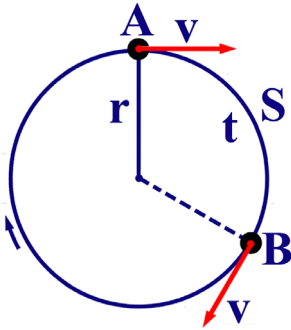
1. Շրջանագծային շարժում: Կորագիծ շարժումը, որի դեպքում մարմնի հետագիծը շրջանագիծ է, կոչվում է շրջանագծային շարժում: Հետաքրքրությունը շրջանագծային շարժման նկատմամբ պայմանավորված է մի շարք գործոններով: Նախ դրանք կորագիծ շարժումներից ամենապարզն են: Բայց դա չէ էականը: Դրանք չափազանց շատ են մեր շրջապատում: Թեկուզ միայն անիվի տարածվածությունը բավական էր, որ շրջանագծային շարժումն ուշադրության արժանանար: Բայց դա էլ ամենը չէ: Տարբեր շառավիղներով շրջանագծային շարժում են կատարում ժամացույցի սլաքների ու դիտանիվի բոլոր կետերը: Շրջանագծայինին մոտ ուղեծրով են պտտվում արբանյակները, մոլորակները (նկ. 9.1) և այլն:



Նկ. 9.1

Հազիվ թե կարողանաք նշել ուղղագիծ շարժում, որը շատ երկար տևողություն ունենա: Դրանք ժամանակի մեջ սահմանափակ են: Մինչդեռ շրջանագծային շարժումները ինչքան ասես՝ երկար կարող են տևել: Օրինակ՝ ժամացույցի սլաքների կետերը շարժվում են շրջանագծով նրա ողջ գոյության ընթացքում:

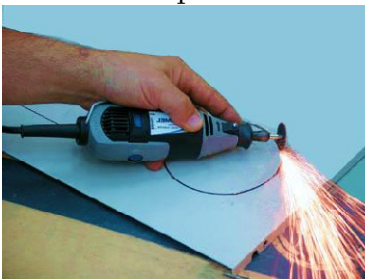
Շրջանագծային շարժումն ունի ևս մի առանձնահատկություն, որով օժտված չեն ուղղագիծ շարժումները: Դա նրա պարբերականությունն է: Պարբերական բառը ֆիզիկայում օգտագործվում է նույն իմաստով, ինչ մաթեմատիկայի դասընթացում և կենցաղում: Օրինակ՝ առօրյայում հաճախ ենք լսում «պարբերական մամուլ» արտահայտությունը: Ինչպե՞ս ենք ընկալում այդ բառը, և որն է պարբերականության բնութագիրը: Պարբերական նշանակում է ժամանակի ընթացքում կրկնվող, իսկ այն ժամանակամիջոցը, որից հետո կրկնվում է տվյալ երևույթը, անվանում են **պարբերություն**: Հաճախ տպագիր մամուլի հրատարակման պարբերությունը նշվում է նրա անվանման մեջ: Օրինակ՝ ասում են օրաթերթ, շաբաթաթերթ կամ ամսագիր: Սա նշանակում է, որ դրանք լույս են տեսնում համապատասխանաբար՝ ամեն օր, ամեն շաբաթ և ամեն ամիս կամ որ նույնն է՝ դրանց հրատարակման պարբերությունները 24 ժ, 1 շաբաթ և 1 ամիս են:



Նկ. 9.2



Նկ. 9.3



Նկ. 9.4

2. Շրջանագծային հավասարաչափ շարժում:
Շրջանագծային շարժումը, որի դեպքում մարմինը շարժվում է հավասարաչափ, կոչվում է շրջանագծային հավասարաչափ շարժում:

Մարմինը շարժվում է հավասարաչափ, նշանակում է՝ նրա արագության մեծությունը հաստատուն է ($v = \text{const}$), ուստի t ժամանակում նրա անցած ճանապարհը որոշվում է (1.2) բանաձևով.

$$S = vt: \tag{9.1}$$

Ինչպես կամայական կորագիծ շարժման ժամանակ, այնպես էլ շրջանագծային շարժման դեպքում մարմնի ակնթարթային արագության ուղղությունը անընդհատ փոփոխվում է: Փորձը ցույց է տալիս, որ հետագծի յուրաքանչյուր կետում արագությունն ուղղված է այդ կետում հետագծին տարված շոշափողով (նկ. 9.2): Օրինակ՝ դիտելով թե ինչպես են թռչում սառցակալած ճանապարհի ավտոմեքենայի տեղապտույտ տվող անիվից պոկված ձյան ու սառույցի մասնիկները (նկ. 9.3)՝ կտեսնենք, որ դրանք թռչում են անիվից պոկվելու կետում նրա եզրագծին տարված

շոշափողով: Նույնն են հաստատում նաև սղոցով մետաղ կտրելիս արձակվող կայծերի հետազոտերը (նկ. 9.4):

Քանի որ շրջանագծի շոշափողն ուղղահայաց է շոշափման կետով անցնող շառավղին, ապա կամայական դիրքում մարմնի արագությունն ուղղահայաց է այդ դիրքով անցնող շառավղին (նկ. 9.2):

Շրջանագծային հավասարաչափ շարժումը պարբերական շարժում է, այսինքն՝ կամայական պահից հաշված որոշակի ժամանակամիջոցից հետո շարժումը կրկնվում է:

Իիցուք որևէ պահի մարմինը գտնվում է հետագծի A կետում և ունի v արագություն: Մեկ պտույտ կատարելուց հետո այն կրկին A կետում կլինի և դարձյալ կունենա v արագություն: Այսինքն՝ կստեղծվի նույնպիսի իրավիճակ, ինչպիսին սկզբում էր: Հետևաբար, դրանից հետո շարժումը իրոք նույնությամբ կկրկնվի: Եթե մեկ պտույտ կատարելու ժամանակամիջոցը նշանակենք T տառով, ապա կստացվի, որ մարմնի շարժումը նույնությամբ կրկնվում է մասնավորապես յուրաքանչյուր T ժամանակամիջոցից հետո: Բայց տվյալ դիրքով անցնելուց հետո մարմինը նույն դիրքում կլինի նաև 2 պտույտ կատարելուց հետո, որի համար կպահանջվի 2T ժամանակ: Ուրեմն մարմնի շարժումը կրկնվում է նաև ամեն 2T ժամանակամիջոցից հետո: Նույնը կարելի է ասել 3T, 4T և ընդհանրապես՝ ամբողջ թիվ անգամ T ժամանակամիջոցների մասին:

Պարբերական շարժումները բնութագրվում են պարբերությամբ և հաճախությամբ:

3. Շրջանագծային հավասարաչափ շարժման պտտման պարբերություն:

Նվազագույն ժամանակամիջոցը, որից հետո շրջանագծային հավասարաչափ շարժումը կրկնվում է, մեկ լրիվ պտույտ կատարելու ժամանակամիջոցն է: Այն անվանում են պտտման պարբերություն:

Այն ժամանակամիջոցը, որի ընթացքում շրջանագծային հավասարաչափ շարժում կատարող մարմինը կատարում է մեկ լրիվ պտույտ, կոչվում է պտտման պարբերություն:

Համաձայն սահմանման՝ պտտման պարբերությունը ժամանակամիջոց է, հետևաբար նրա չափման միավորը ՄՀ-ում 1 վայրկյանն է (1 վ):

Իիցուք մարմինը $t = 20$ վ-ում կատարում է $N = 5$ պտույտ: Քանի որ յուրաքանչյուր 1 պտույտը կատարվում է նույն՝ T ժամանակամիջոցում, ապա 20 վ-ը բաժանելով 5-ի կստանանք, որ մեկ պտույտը կատարվում է 4 վ-ում, այսինքն՝ պտտման պարբերությունը՝ $T = 2$ վ: Այսպիսով՝

պտտման պարբերությունը որոշելու համար անհրաժեշտ է N թվով պտույտներ կատարելու վրա ծախսված ժամանակը բաժանել պտույտների թվի վրա.

$$T = \frac{t}{N}: \tag{9.2}$$

Եթե հայտնի է պտտման T պարբերությունը և շրջանագծի r շառավիղը, ապա կարելի է որոշել մարմնի v արագությունը: Իրոք, T ժամանակում մարմինն անցնում է շրջանագծի երկարությանը հավասար՝ $S = 2\pi r$ ճանապարհ, որտեղ $\pi = 3,14$: Քանի որ շարժումը հավասարաչափ է, ապա մարմնի արագությունը՝

$$v = \frac{2\pi r}{T}: \tag{9.3}$$

4. Շրջանագծային հավասարաչափ շարժման պտտման հաճախություն:

Շրջանագծային հավասարաչափ շարժումը բնութագրում են պարբերությամբ այն դեպքերում, երբ պտտման պարբերությունը մեծ է ժամանակի միավորից: Օրինակ՝ ժամացույցի վայրկյանացույց սլաքը մեկ պտույտը կատարում է 60 վ-ում, ուստի, որպես այդ շարժման բնութագիր, սովորաբար նշում են պտտման պարբերությունը: Դա շատ հարմար է ու հեշտ ընկալելի: Նույն պատճառներով դիտանիվի կետերի շրջանագծային շարժումը նույնպես բնութագրում են պտտման պարբերությամբ: Օրինակ՝ ասում են, որ դիտանիվը մեկ պտույտը կատարում է 10 ր-ում կամ որ նույնն է՝ նրա պտտման պարբերությունը 10 ր է: Նույնը չի կարելի ասել, օրինակ, մետաղահատ էլեկտրական սղոցի (նկ. 9.4) պտտման պարբերության մասին: Այն 60 վ-ում 2940 պտույտ է կատարում: Հետևաբար, (9.2) բանաձևից սղոցի պտտման պարբերությունը՝ $T = 60:2940 \approx 0,0206$ վ: Շարժումը այս մեծությամբ բնութագրելը հարմար չէ, ավելին՝ 0,0204 վ ժամանակամիջոցը ընկալելի չէ մարդու կողմից: Ուստի, նման դեպքերում, երբ պտտման պարբերությունը շատ փոքր է ժամանակի միավորից, շրջանագծային հավասարաչափ շարժումը բնութագրում են մի ֆիզիկական մեծությամբ, որը ցույց է տալիս միավոր ժամանակում մարմնի կատարած պտույտների թիվը: Ինչպես նշեցինք վերևում, էլեկտրական սղոցը $t=60$ վ-ում կատարում է $N=2940$ պտույտ: 2940-ը բաժանելով 60-ի՝ կստանանք, որ 1 վ-ում այն կատարում է 49 պտույտ: Ուրեմն, միավոր ժամանակում կատարած պտույտների թիվը ցույց տվող ֆիզիկական մեծությունը N/t հարաբերությունն է, որը կոչվում է պտտման հաճախություն:

Շրջանագծային հավասարաչափ շարժման պտտման հաճախություն կոչվում է կամայական ժամանակամիջոցում մարմնի կատարած պտույտների թվի և այդ ժամանակամիջոցի հարաբերությունը:

Պտտման հաճախությունը սովորաբար նշանակում են n տառով: Պտտման հաճախությունը որոշելու համար անհրաժեշտ է պտույտների թիվը բաժանել այն ժամանակամիջոցի վրա, որի ընթացքում կատարվել են այդ պտույտները:

$$n = \frac{N}{t}: \tag{9.4}$$

Միավորների ՄՇ-ում պտտման հաճախության միավոր է ընդունված այն հաճախությունը, որի դեպքում յուրաքանչյուր վայրկյանում մարմինը կատարում է մեկ պտույտ: Այդ միավորը նշանակվում է այսպես. $1/վ$ կամ $վ^{-1}$ (կարդացվում է՝ վայրկյանի մինուս մեկ աստիճան):

Համեմատելով (9.2) և (9.4) բանաձևերը՝ կտեսնենք, որ հաճախությունը պարբերության հակադարձ մեծությունն է.

$$n = \frac{1}{T}: \tag{9.5}$$

5. Խնդրի լուծման օրինակ: Ի՞նչ արագությամբ են շարժվում անվաղորդի եզրակետերը, եթե անվաղողի շառավիղը 60 սմ է, իսկ պտտման հաճախությունը՝ 8 $վ^{-1}$:

Տրված է
 $r = 60$ սմ = 0,6 մ
 $n = 8$ $վ^{-1}$
 $v = ?$

Լուծում: Եզրակետերի արագությունը որոշվում է (9.3) բանաձևով. $v = 2\pi r/T$: (9.5) բանաձևից պարբերությունը՝

$$T = \frac{1}{n}, \quad \text{հետևաբար՝ } v = 2\pi r n:$$

Տեղադրելով ֆիզիկական մեծությունների թվային արժեքները՝ կստանանք $v = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,6 \cdot 8 \approx 30$ մ/վ:

Պատ.՝ 30 մ/վ:



ՀԱՐՑԵՐ

1. Ո՞ր շարժումն են անվանում շրջանագծային շարժում:
2. Ո՞ր շարժումն է կոչվում շրջանագծային հավասարաչափ շարժում:
3. Ինչպե՞ս են փոխվում շրջանագծային հավասարաչափ շարժման արագության ուղղությունը և մեծությունը ժամանակի ընթացքում:
4. Ի՞նչ է նշանակում «շարժումը պարբերական է» արտահայտությունը:

- Ո՞րն է կոչվում շրջանագծային հավասարաչափ շարժման պտտման պարբերություն: Ինչի՞ է այն հավասար:
- Ո՞րն է կոչվում շրջանագծային հավասարաչափ շարժման պտտման հաճախություն: Ինչի՞ է այն հավասար:
- Պտտման պարբերությունն արտահայտե՛ք պտտման հաճախության միջոցով:
- Մարմնի արագությունն արտահայտե՛ք պտտման հաճախության և հետագծի շառավղի միջոցով:

**§10. ԳՈՐԾՆԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 3
ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄ**

1. Քարը 125 մ բարձրությունից, առանց սկզբնական արագության, ազատ անկում է կայարարում: Որքա՞ն է տևում նրա անկումը:

Տրված է
 $v_0 = 0$
 $H = 125$ մ
 $g = 10$ մ/վ²
 $t = ?$

Լուծում: Համաձայն (8.2) բանաձևի՝ դադարի վիճակից ազատ անկում կատարող մարմնի t ժամանակում անցած ճանապարհը՝ $S = gt^2/2$: Գետնին ընկնելու պահին մարմնի անցած ճանապարհը հավասարվում է նրա սկզբնական բարձրությանը՝ $gt^2/2 = H$, որտեղից՝

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{250}{10}} = \sqrt{25} = 5 \text{ վ:}$$

Պատ.՝ 5 վ:

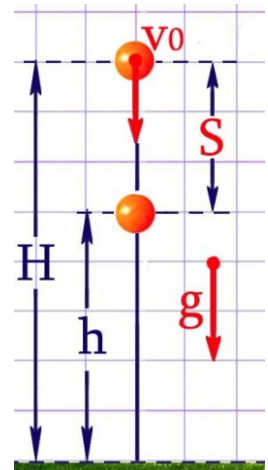
2. Մարմինը 40 մ բարձրությունից նետեցին դեպի ներքև 5 մ/վ սկզբնական արագությամբ: Ի՞նչ բարձրության վրա կգտնվի մարմինը նետումից 2 վ հետո:

Տրված է
 $H = 40$ մ
 $v_0 = 5$ մ/վ
 $t = 2$ վ
 $g = 10$ մ/վ²

Լուծում: Համաձայն (5.9) բանաձևի՝ սկզբնական արագությամբ հավասարաչափ արագացող շարժում կատարող մարմնի t ժամանակում անցած ճանապարհը՝ $S = v_0t + gt^2/2$: Ինչպես երևում է գծագրից՝ $H = h + S$, որտեղից՝

$$h = H - S = H - v_0t - \frac{gt^2}{2} = 40 - 30 = 10 \text{ մ:}$$

Պատ.՝ 10 մ:



3. Տղան 12 մ/վ սկզբնական արագությամբ գնդակը նետեց դեպի վեր: Ի՞նչ ձանապարհ կանցնի գնդակը իր ամբողջ թռիչքի ընթացքում:

<p>Տրված է</p> <p>$v_0 = 12$ մ/վ</p> <p>$g = 10$ մ/վ²</p> <p>S - ?</p>	<p>Լուծում: Դեպի վեր նետված գնդակը կատարում է հավասարաչափ դանդաղող շարժում: Հասնելով առավելագույն՝ H_{\max} բարձրության՝ նա մի պահ կանգ է առնում: Այդ ընթացքում նա անցնում է $S_1 = H_{\max}$ ձանապարհ: Այնուհետև գնդակը շարժվում է դեպի ցած և մինչև գետնին հասնելը անցնում նույնքան՝ $S_2 = S_1$ ձանապարհ: Հետևաբար, ամբողջ թռիչքի ընթացքում նրա անցած ձանապարհը՝ $S = S_1 + S_2 = 2 H_{\max}$:</p>
--	---

Համաձայն (8.7) բանաձևի՝ գնդակի թռիչքի առավելագույն բարձրությունը՝ $H_{\max} = v_0^2/2g$, հետևաբար՝

$$S = S_1 + S_2 = 2H_{\max} = 2 \cdot \frac{v_0^2}{2g} = 14,4 \text{ մ:}$$

Պատ.՝ 14,4 մ:

4. Երկրագունդը Արեգակի շուրջը պտտվում է գրեթե շրջանագծային ուղեծրով: Երկրագնդի հեռավորությունը Արեգակից մոտավորապես 150 մլն կմ է: Ի՞նչ արագությամբ է Երկիրը պտտվում Արեգակի շուրջը: 1 տարվա տևողությունը ընդունել 365,26 օրվա հավասար:

<p>Տրված է</p> <p>R = 150 մլն կմ</p> <p>1 տարին = 365,26 օր</p> <p>v - ?</p>	<p>Լուծում: Համաձայն (9.3) բանաձևի՝ շրջանագծային շարժում կատարող մարմնի արագությունը $v = 2\pi R/T$, որտեղ T-ն նրա պտտման պարբերությունն է: Քանի որ Երկրագունդը Արեգակի շուրջը 1 լրիվ պտույտ կատարում է 1 տարվա ընթացքում, ապա նրա պտտման պարբերությունը՝ $T = 365,26 \cdot 24$ ժ = 8766,24 ժ: Այսպիսով՝</p>
---	---

$$v = \frac{6,28 \cdot 150\,000\,000 \text{ կմ}}{8766,24 \text{ ժ}} = 107458 \text{ կմ/ժ:}$$

Պատ.՝ 107458 կմ/ժ:



§11. ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 1

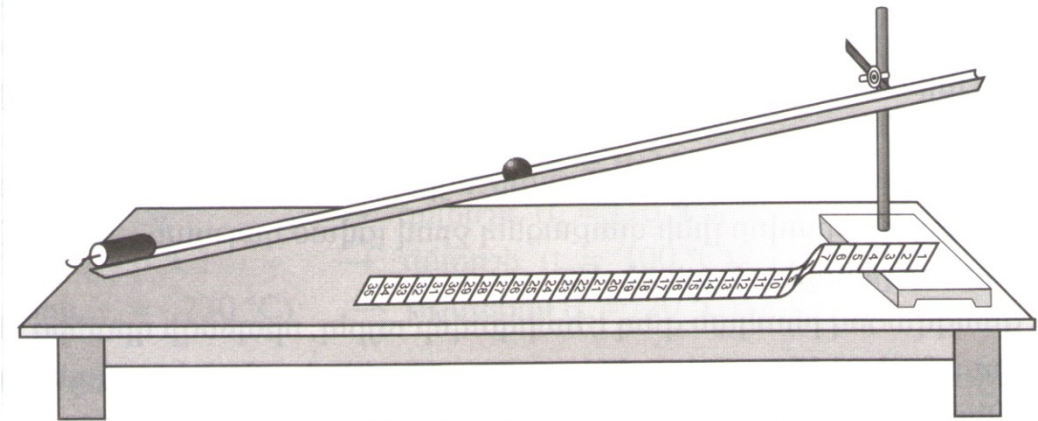
ՀԱՎԱՍԱՐԱԶՁՓ ԱՐԱԳԱՑՈՂ ՇԱՐԺՄԱՆ ԱՐԱԳԱՑՄԱՆ ՉԱՓՈՒՄԸ

Աշխատանքի նպատակը. չափել այն արագացումը, որով շարժվում է գնդիկը թեք ձողով:

Մարքեր և նյութեր. ձող, գնդիկ, ամրակալան՝ կցորդիչով և թաթիկով, մետաղական գլան, չափաժապավեն, վայրկենաչափ:

Աշխատանքը կատարելու ընթացքը

1. Ճոռն ամրացրե՛ք ամրակալանին այնպես, ինչպես ցույց է տրված նկ. 11.1-ում: Հորիզոնի նկատմամբ ձողի թեքության անկյունը պետք է մեծ չլինի:
2. Գնդիկը դրե՛ք ձողի վերին ծայրին և բաց թողեք: Վայրկենաչափով գնդիկի շարժման ժամանակի չափումը հեշտացնելու համար ձողի մյուս ծայրին մետաղե գլան տեղադրեք այնպես, որ գլորվող գնդիկի՝ նրան դիպչելու պահը վայրկենաչափով հեշտությամբ նշեք:



Նկ. 11.1

4. Չափե՛ք ձողով գնդիկի շարժման ժամանակը:
5. Չափաժապավենի միջոցով որոշե՛ք գնդիկի անցած s ճանապարհը:
6. Չափումների արդյունքում ստացած տվյալները գրանցե՛ք աղյուսակում.

t , վ	s , մ	a , մ/վ ²

7. Օգտվելով (5.3) բանաձևից՝ գտե՛ք գնդիկի արագացումը:

«Կինեմատոգրաֆիկա» բաժնում մենք ուսումնասիրեցինք շարժման մի քանի տեսակ՝ հավասարաչափ, հավասարաչափ փոփոխական և շրջանագծային հավասարաչափ շարժումները: Դրանց բոլորի սահմանումները փաստորեն նկարագրում են, թե **ինչպես** է շարժվում մարմինը յուրաքանչյուր դեպքում: Օրինակ՝ հավասարաչափ է այն շարժումը, որի դեպքում մարմինը շարժվում է **այնպես**, որ կանայական հավասար ժամանակամիջոցներում անցնում է հավասար ճանապարհներ: Իսկ թե **ինչու** են մարմինները շարժվում այսպես և ոչ թե այլ կերպ, որն է դրա պարձառը, երբ է մարմինը շարժվում հավասարաչափ, ինչ արագացում է ձեռք բերում փարբեր պայմաններում և այլ հարցերի կինեմատոգրաֆիկա բաժինը չի պարասխանում: Բայց առանց դրա հնարավոր չէ կանխատեսել այս կամ այն երևույթի հնարավորությունը, կառավարել դրանց ընթացքը: Այդ հարցերին պարասխանում է մեխանիկայի գլխավոր բաժինը՝ դինամիկան:



§12. ԴԻՆԱՄԻԿԱՅԻ ՀԻՄՈՒՆՔՆԵՐԸ:

ՆՅՈՒՏՈՆԻ ԱՌԱՋԻՆ ՕՐԵՆՔԸ

1. Դինամիկայի հիմունքները: Դինամիկան մեխանիկայի այն բաժինն է, որն ուսումնասիրում է մեխանիկական շարժման առաջացման պատճառները:

Դինամիկայի հիմքում ընկած են Նյուտոնի երեք օրենքները, որոնք առաջին անգամ հրատարակվել են 1687 թվականին լույս տեսած նրա «Բնափիլիսոփայության մաթեմատիկական հիմունքները» նշանավոր աշխատության մեջ: Այդ օրենքները Նյուտոնը ձևակերպել է՝ մանրակրկիտ վերլուծելով և ընդհանրացնելով այլ գիտնականների, հատկապես Գալիլեյի փորձերից ստացված արդյունքները: Փորձերից ստացված երեք նշանավոր արդյունքները, որոնցից յուրաքանչյուրը Նյուտոնի համապատասխան օրենքի ձևակերպման հիմք հանդիսացան, մեզ քաջ հայտնի են 7-րդ դասարանի ֆիզիկայի դասընթացից:

Արդյունք 1. Առաջին արդյունքը իներցիայի օրենքն է, որը բազմաթիվ փորձերի հիման վրա XVII դարում ձևակերպել է Գալիլեյը:

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

Արդյունք II. Երկրորդ արդյունքը հետևում է առաջինից: Այսպես՝ քանի դեռ դադարի վիճակում գտնվող մարմնի վրա ուժեր չեն ազդում, այն պահպանում է իր դադարի վիճակը: Իսկ եթե նրա վրա սկսում է ուժ ազդել, դադարի վիճակը խախտվում է, և մարմինը արագություն է ձեռք բերում: Նշանակում է՝ ուժի ազդեցության հետևանքով մարմնի արագությունը փոփոխվում է: (3.1) բանաձևից հետևում է, որ եթե մարմնի արագությունը փոփոխվում է, ապա այն օժտված է արագացմամբ: Հետևաբար՝

մարմնի շարժման արագացման պատճառը նրա վրա ազդող ուժն է:

Արդյունք III. Երրորդ արդյունքը մարմինների փոխազդեցության մասին է: Այն մասին, որ մի մարմնի ազդեցությունը մյուսի վրա երբեք միակողմանի չի լինում: Ազդելով այլ մարմնի վրա, ինքն էլ է ենթարկվում նրա ազդեցությանը, այսինքն՝ տեղի է ունենում փոխազդեցություն: Ընդ որում՝ **դադարի վիճակում գտնվող մարմինների փոխազդեցության հետևանքով նրանց ձեռք բերած արագությունները և զանգվածները կապված են $m_1V_1 = m_2V_2$ առնչությամբ²:**

2. Նյուտոնի առաջին օրենքը: Հաշվի առնելով իներցիայի օրենքի կարևորությունը՝ Նյուտոնը որոշ ընդհանրացում և ձգբռում կատարելուց հետո այն դասեց դինամիկայի օրենքների շարքը՝ որպես առաջին օրենք: Ընդհանրացումն այն է, որ մարմինը պահպանում է իր արագությունը ոչ միայն այլ մարմինների ազդեցության բացակայության, այլ նաև դրանց



Նկ. 12.1

հավասարակշռության դեպքում: Օրինակ՝ անկարգելիստը վայրէջքի վերջում շարժվում է հավասարաչափ, որովհետև պարանների կողմից նրա վրա ազդող ուժը համակշռում է Երկրի ձգողության ուժին (նկ. 12.1): Ձգբռումը կապված է այն հարցի հետ, թե արդյոք մի՞շտ է ճիշտ իներցիայի օրենքը: Փորձը ցույց է տալիս, որ ոչ: Երբ մարմնի շարժումը դիտարկվում է Երկրի կամ դրա նկատմամբ ուղղագիծ հավասարաչափ շարժում կատարող մարմնի նկատմամբ, ապա իներցիայի օրենքը գործում է մեծ ճշտությամբ: Բայց պարզվում է, որ այն ճիշտ չէ, երբ

մարմնի շարժումը դիտարկում ենք արագացող շարժում կատարող մարմնի նկատմամբ: Իրոք, գնացքի վագոնում սեղանի վրա դրված գնդակը մնում է դադարի վիճակում և՛ այն դեպքում, երբ գնացքը կանգնած է կայարանում, և՛ երբ շարժվում է հավասարաչափ: Բայց բավական է գնացքը սկսի շարժվել արագացմամբ և գնդակը կսկսի «ինքն իրեն», առանց այլ մար-

² Ֆիզիկա 7, §12

մինների ազդեցության գլորվել սեղանի վրայով: Ուրեմն, այս դեպքում իներցիայի օրենքը խախտվում է: Հաշվի առնելով այս հանգամանքը՝ Նյուտոնի առաջին օրենքը ձևակերպվում է այսպես.

Գոյություն ունեն հաշվարկման մարմիններ, որոնց նկատմամբ մարմինը պահպանում է դադարի կամ ուղղագիծ հավասարաչափ շարժման վիճակը, եթե նրա վրա այլ մարմիններ չեն ազդում, կամ դրանց ազդեցությունները համակշռված են:



ՀԱՐՅԵՐ

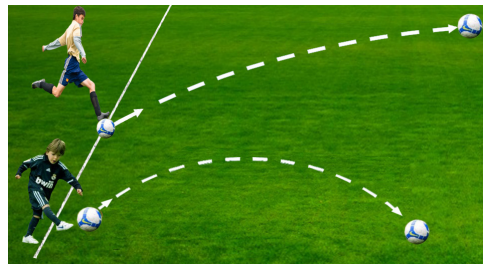
1. Ի՞նչ է ուսումնասիրում դինամիկան:
2. Ինչի՞ հիման վրա է Նյուտոնը ձևակերպել դինամիկայի հիմնական օրենքները:
3. Ո՞րն է իներցիայի օրենքում Նյուտոնի ընդհանրացումը:
4. Ի՞նչ ճշգրտում կատարեց Նյուտոնը իներցիայի օրենքում:
5. Ձևակերպե՛ք Նյուտոնի առաջին օրենքը:



§13. ՆՅՈՒՏՈՆԻ ԵՐԿՐՈՐԴ ՕՐԵՆՔԸ

1. Ուժի ազդեցությամբ մարմնի ձեռք բերած արագացումը: Համաձայն II փորձնական արդյունքի՝ մարմնի արագացման պատճառը նրա վրա ազդող ուժն է:

Մարմնի վրա տարբեր ուժերի ազդեցությունների արդյունքը տարբեր է: Մի ուժ կարող է մարմնին մեծ արագացում հաղորդել, մյուսը՝ ավելի փոքր: Օրինակ՝ երբ փոքրիկ երեխան և պատանին հարվածում են դադարի վիճակում գտնվող գնդակին, երկրորդ դեպքում գնդակն ավելի մեծ արագություն է ստանում ու ավելի հեռու է թռչում



Նկ. 13.1

(նկ. 13.1): Եթե ավելի մեծ արագություն է ստանում, ուրեմն հարվածի ընթացքում ավելի մեծ արագացմամբ է շարժվում: Նշանակում է՝ որքան մեծ է մարմնի վրա ազդող ուժը, այնքան մեծ է նրա ձեռք բերած արագացումը:

Տարբեր է նաև միևնույն ուժի ազդեցության արդյունքը տարբեր մարմինների վրա: Օրինակ՝ երբ երեխան նույն ուժով մի դեպքում հարվածում է ռետինե թեթև գնդակին, այլ դեպքում՝ կաշվե ծանր գնդակին, ապա թեթև

գնդակն ավելի հեռու է թռչում (նկ. 13.2), նշանակում է՝ այն հարվածի ժամանակ ավելի մեծ արագացում է ձեռք բերում: Ուրեմն, որքան ծանր է մարմինը, այսինքն՝ մեծ է նրա զանգվածը, այնքան փոքր է ուժի ազդեցությանը նրա ձեռք բերած արագացումը:



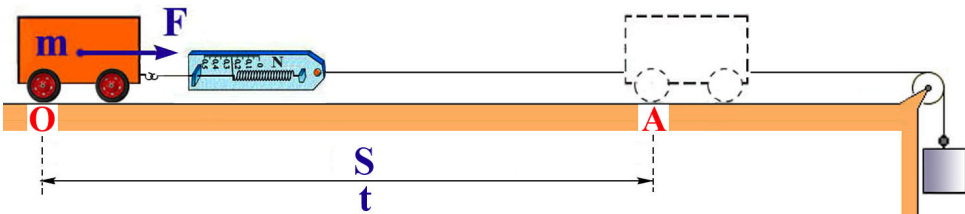
Նկ. 13.2

Դիտումների հիման վրա կարող ենք եզրակացնել, որ մարմնի ձեռք բերած արագացումը կախված է մարմնի վրա ազդող ուժից և մարմնի զանգվածից: Իսկ մարմնի վրա ազդող ուժից և մարմնի զանգվածից նրա արագացման կախումն արտահայտող բանաձևը կարելի է ստանալ փորձի միջոցով: Չէ՞ որ մենք արդեն կարողանում ենք չափել և՛

զանգվածը (Ֆիզիկա 7, Լաբորատոր աշխատանք 2), և՛ ուժը (Ֆիզիկա 7, Լաբորատոր աշխատանք 4), և՛ մարմնի արագացումը (Ֆիզիկա 8, Լաբորատոր աշխատանք 1):

2. Ուժի, զանգվածի և արագացման կապն արտահայտող բանաձևը:

Ուժաչափի մի ծայրն ամրացնենք հորիզոնական սեղանի վրա դրված սայլակին, իսկ մյուս ծայրից թելի միջոցով բեռ կախենք (նկ. 13.3): Կտեսնենք, որ բեռն իջնում է ներքև՝ ձգելով ուժաչափի գսպանակը: Ուժաչափի կողմից ազդող ուժի ազդեցության տակ սայլակն այդ ուժի ուղղությամբ դադարի վիճակից հավասարաչափ արագացող շարժում է կատարում: Չափելով նախօրոք սեղանի վրա նշված OA տեղամասի վրա սայլակի ծախսած ժամանակը՝ $S = at^2/2$ բանաձևից կորոշենք սայլակի արագացումը:



Նկ. 13.3

Այդպիսի փորձերից մեկի ժամանակ պարզվել է, որ $m = 1,25$ կգ զանգվածով սայլակի վրա գսպանակի կողմից ազդող $F = 0,25$ Ն ուժի ազդեցության տակ $OA = S = 0,9$ մ ճանապարհը սայլակն անցել է 3 վ-ում: Ուրեմն, նրա արագացումը՝

$$a = \frac{2S}{t^2} = \frac{2 \cdot 0,9}{3^2} = 0,2 \text{ մ/վ}^2 \quad (13.1)$$

Նկատենք, որ նույնքան է նաև F/m հարաբերությունը: Համոզվելու հա-

մար, որ դա պատահականություն չէ, փորձը կարելի է կրկնել՝ փոխելով սայլակի և բեռի զանգվածները և հետևաբար՝ նաև ուժի արժեքները: Բոլոր փորձերը նույն արդյունքն են տալիս: Մարմնի արագացումը հավասար է նրա վրա ազդող ուժի և իր զանգվածի հարաբերությանը.

$$a = \frac{F}{m}: \quad (13.2)$$

Փորձերը ցույց են տալիս նաև, որ արագացման ուղղությունը համընկնում է մարմնի վրա ազդող ուժի ուղղության հետ:

3. Նյուտոնի երկրորդ օրենքը: Ընդհանրացնելով փորձի արդյունքները՝ հանգում ենք Նյուտոնի երկրորդ օրենքին.

Մարմնի վրա ազդող ուժի ազդեցությամբ նրա ձեռք բերած արագացումը հավասար է այդ ուժի և մարմնի զանգվածի հարաբերությանը:

Մաթեմատիկորեն Նյուտոնի երկրորդ օրենքը ներկայացվում է այսպես՝

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}, \quad (13.3)$$

որտեղ \vec{a} -ն մարմնի արագացումն է, m -ը՝ նրա զանգվածը, \vec{F} -ը՝ մարմնի վրա ազդող ուժը:

Եթե մարմնի վրա միաժամանակ ազդում են մի քանի ուժեր, ապա (13.3) բանաձևում \vec{F} -ը դրանց համագործ է:

Նյուտոնի երկրորդ օրենքից բխում է.

1. Մարմնի արագացման ուղղությունը միշտ համընկնում է նրա վրա ազդող ուժի ուղղության հետ, ուստի այն սկալյար տեսքով ներկայացվում է այսպես.

$$a = \frac{F}{m}: \quad (13.4)$$

2. Ինչքան մեծ է տվյալ մարմնի վրա ազդող ուժը, այնքան մեծ է մարմնի արագացումը, և, հետևաբար, այնքան արագ է փոխվում նրա արագությունը:

3. Ինչքան մեծ է մարմնի զանգվածը, այնքան փոքր արագացում է այն ձեռք բերում տվյալ ուժի ազդեցության հետևանքով և այդ պատճառով այնքան դանդաղ է փոխում իր արագությունը:

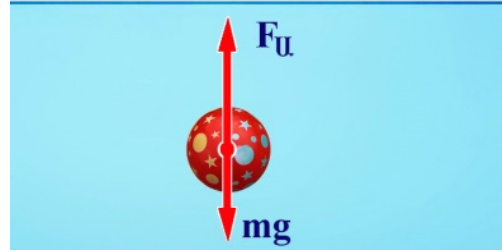
4. Եթե մարմնի վրա ազդող ուժերի համագործը զրո է, ապա նրա արագացումը հավասար է զրոյի, ուստի նրա արագությունը մնում է հաստատուն:

5. Եթե m զանգվածով մարմինը շարժվում է a արագացմամբ, ապա նրա վրա ազդող ուժը՝

$$F = ma: \quad (13.5)$$

6. Ուժի չափման միավորը ՄՀ-ում՝ 1 նյուտոնը հավասար է՝ 1 Ն = 1 կգ·մ/վ²: Դա այն ուժն է, որը 1 կգ զանգվածով մարմնին հաղորդում է 1 մ/վ² արագացում:

3. Խնդրի լուծման օրինակ: Ռեպրինե գնդակը մրցնում են ջրի փակ և բաց թողնում: Ի՞նչ արագացմամբ այն կրարձրանա վեր: Գնդակի զանգվածը 400 գ է, ծավալը 3 դմ³: Գնդակի արագացումը համեմատեք ազատ անկման g արագացման հետ:



Տրված է

$$m = 400\text{գ} = 0,4 \text{ կգ}$$

$$V = 3 \text{ դմ}^3 = 0,003 \text{ մ}^3$$

$$a = ?$$

Լուծում: Մարմնի վրա ազդում է երկու ուժ: Ծանրության ուժը՝ mg -ն ուղղաձիգ դեպի ներքև և արքիմեդյան ուժը՝ $F_u = \rho_0 Vg$ -ն՝ ուղղաձիգ դեպի վերև, որտեղ ρ_0 -ն ջրի խտությունն է (1000 կգ/մ³), g -ն՝ ազատ անկման արագացումը: Այս ուժերի համագործ ուղղված է ուղղաձիգ դեպի վեր, իսկ նրա մոդուլը՝ $F = F_u - mg$: Համաձայն Նյուտոնի II օրենքի՝ $F = ma$, այսինքն՝ $\rho_0 Vg - mg = ma$, որտեղից՝

$$a = \frac{\rho_0 Vg - mg}{m} = 65 \text{ մ/վ}^2:$$

Պատ.՝ 65 մ/վ²:

Համեմատելով գնդակի արագացումը ազատ անկման արագացման հետ՝ տեսնում ենք, որ այն ավելի քան 7 անգամ գերազանցում է նրան: Արդյունքը թեև փոքր-ինչ զարմացող է, բայց հասկանալ կարելի է: Չէ՞ որ մենք զգում ենք, որ գնդակը օդում բռնելը շատ ավելի հեշտ է, քան ջրի տակ սեղմած պահելը: Ուրեմն՝ գնդակին ջրից դուրս հրող ուժը շատ մեծ է նրա ծանրության ուժից, ուստի և գնդակին մեծ արագացում է հաղորդում:



ՀԱՐՑԵՐ

1. Ո՞րն է մարմնի արագացման պատճառը:
2. Ինչպե՞ս է կախված մարմնի արագացումը նրա վրա ազդող ուժի մեծությունից:
3. Ինչպե՞ս է կախված մարմնի արագացումը նրա զանգվածից:
4. Ձևակերպեք Նյուտոնի երկրորդ օրենքը:
5. Ինչպե՞ս է դասավորված մարմնի արագացման ուղղությունը նրա վրա ազդող ուժի ուղղության նկատմամբ:
6. Ո՞րն է ուժի չափման միավորը ՄՀ-ում: Ո՞րն է այդ միավորի ֆիզիկական իմաստը:

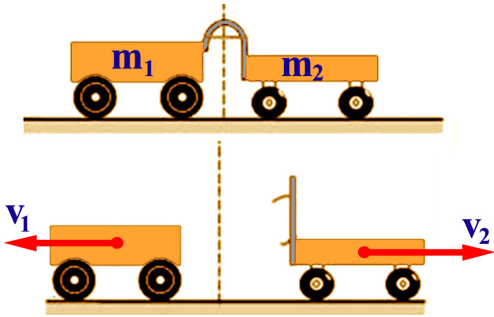


1. Մարմինների փոխազդեցության ուժերի համեմատումը: III փորձ-

նական արդյունքից հետևում է, որ՝

**ուժերը, որոնցով մարմինները փոխազդում են միմյանց հետ, մո-
ղույով հավասար են, իսկ ուղղությամբ՝ հակադիր:**

Իրոք, համաձայն այդ արդյունքի, դադարի վիճակում գտնվող սայլակ-
ների (նկ. 14.1) փոխազդեցության հետևանքով նրանց ձեռք բերած արա-
գությունները և զանգվածները կապված են $m_1 v_1 = m_2 v_2$ առնչությամբ:
Եթե սայլակների փոխազդեցության տևողությունը նշանակենք t -ով,
իսկ այդ ընթացքում նրանց արագացումները համապատասխանաբար
 a_1 -ով և a_2 -ով, ապա համաձայն (5.1) բանաձևի՝ $v_1 = a_1 t$, $v_2 = a_2 t$, ուստի
 $m_1 v_1 t = m_2 v_2 t$, որտեղից՝ $m_1 a_1 = m_2 a_2$: Համաձայն Նյուտոնի երկրորդ
օրենքի՝ $m_1 a_1 = F_1$ և $m_2 a_2 = F_2$,
հետևաբար՝ $F_1 = F_2$:



Նկ. 14.1

Փոխազդեցության հետևանքով
առաջին սայլակը սկսում է շարժ-
վել դեպի ձախ, իսկ երկրորդը՝
դեպի աջ: Սա էլ նշանակում է, որ
սայլակները միմյանց վրա ազ-
դում են ուղղությամբ հակադիր
ուժերով:

Այս եզրակացության ճշմարտացիության մեջ կարելի է համոզվել
նաև հետևյալ պարզ փորձով:

Կեռիկներով իրար միացված ուժաչափերից ամրացված պարանները
ձգենք հակադիր ուղղություններով (նկ. 14.2): Կտեսնենք, որ ուժա-
չափերի ցուցմունքները համընկե-
նում են: Նշանակում է՝ ինչ ուժով
առաջին ուժաչափն ազդում է
երկրորդի վրա, նույն ուժով երկ-
րորդն է ազդում առաջինի վրա:

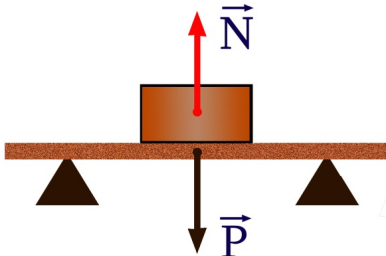


Նկ. 14.2

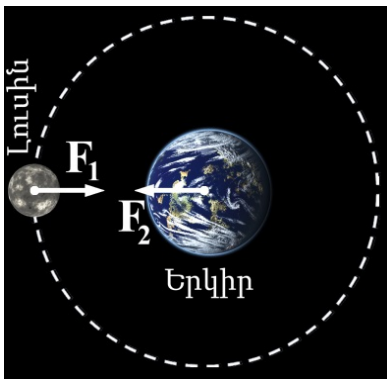
2. Մարմինների փոխազդեցության ուժերի բնույթը: Հորիզոնական

հենարանի վրա դրված մարմնի և հենարանի փոխազդեցության
հետևանքով և՛ մարմինը, և՛ հենարանը դեֆորմացվում են (նկ. 14.3):
Դրա հետևանքով մարմնում առաջացած առաձգականության ուժով այն

ագդում է հենարանի վրա: Այդ ուժը մենք անվանել ենք մարմնի կշիռ: Հենարանն իր հերթին առաձգականության ուժով ագդում է մարմնի վրա, որն ուղղված է ուղղաձիգ դեպի վեր և մոդուլով հավասար է



Նկ. 14.3



Նկ. 14.4

մարմնի կշիռն: Այդ ուժն անվանում են հենարանի **հակազդեցության** ուժ և սովորաբար նշանակում են N տառով: Ուրեմն, մարմինը և հենարանը միմյանց հետ փոխազդում են առաձգականության ուժերով: Ուստի ասում են, որ հակազդեցության ուժը և կշիռը նույն **բնույթի** (առաձգական) ուժեր են: Դրանք ուղղությամբ հակադիր են, մեծությամբ՝ հավասար. $P = N$:

Տիեզերական ձգողության օրենքից հետևում է, որ Երկիրը և Լուսինը միմյանց ձգում են $F_1 = F_2 = G M_{\text{Ե}} m_{\text{Լ}} / r^2$ ուժով, որտեղ G -ն գրավիտացիոն հաստատունն է, $M_{\text{Ե}}$ -ն և $m_{\text{Լ}}$ -ն Երկրի և Լուսնի զանգվածները, r -ը՝ նրանց կենտրոնների հեռավորությունը (նկ. 14.4): Ուրեմն, Երկիրն ու Լուսինն էլ են փոխազդում նույն բնույթի (գրավիտացիոն) ուժերով, որոնք ուղղությամբ հակադիր են, մեծությամբ՝ հավասար:

3. Նյուտոնի երրորդ օրենքը:

Միավորելով նախորդ երկու կետերում բերված արդյունքները և տարածելով դրանք բոլոր մարմինների փոխազդեցության վրա՝ հանգում ենք Նյուտոնի երրորդ օրենքին.

Մարմինները միմյանց հետ փոխազդում են նույն բնույթի, մոդուլով հավասար և ուղղությամբ հակադիր ուժերով:

Մաթեմատիկորեն Նյուտոնի երրորդ օրենքը ներկայացվում է այսպես.

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}, \quad (14.1)$$

որտեղ \vec{F}_{12} -ը առաջին մարմնի վրա երկրորդի կողմից ազդող ուժն է, \vec{F}_{21} -ը՝ երկրորդի վրա առաջինի կողմից ազդող ուժը: « \leftrightarrow » նշանը ցույց է տալիս, որ այդ ուժերն ունեն հակադիր ուղղություններ:

Նյուտոնի երրորդ օրենքը ցույց է տալիս, որ մարմինների փոխազդեցության հետևանքով ուժերը միշտ հանդես են գալիս զույգերով: Եթե մի մարմինն ազդում է այլ մարմնի վրա, ապա վերջինս նրան հակազդում է նույնպիսի, բայց հակառակ կողմ ուղղված ուժով:

Նյուտոնի երրորդ օրենքը կիրառելիս միշտ պետք է հիշել, որ մար-

մինների փոխազդեցության ուժերը կիրառված են տարբեր մարմինների վրա, ուստի այդ ուժերը միմյանց հավասարակշռել չեն կարող:

4. Հաճախ հանդիպող հարց:

Նյուտոնի երրորդ օրենքից բխում է, որ ինչ ուժով մարդը քաշում է սահնակը, նույն ուժով սահնակը նրան հետ է քաշում: Բայց սահնակն առաջ է շարժվում, իսկ մարդը հետ չի շարժվում: Ինչպե՞ս բացատրել այս երևույթը:



Բանն այն է, որ մարդը և սահնակը, պարանի միջոցով միմյանց հետ փոխազդելուց բացի, փոխազդում են նաև երկրի հետ: Երբ մարդը հրվում է գետնից (թեկուզ և ձյունածածկ), վերջինս ազդում է նրա վրա մի ուժով, որն ավելի մեծ է, քան սահնակի կողմից ազդող ուժը, ուստի նա շարժվում է առաջ:

Եթե մարդը սահնակը քաշեր ոչ թե ձյան, այլ բացարձակ հարթ մերկասառույցի վրա, ապա նա իրոք հետ կշարժվեր, իսկ սահնակը՝ առաջ, մինչև որ նրանք կհանդիպեին իրար:



ՀԱՐՅԵՐ

1. Զինվորը բռունցքի հարվածով ջարդում է քարը: Ո՞րն է ավելի մեծ, ձեռքի ազդեցությունը քարի վրա, թե՞ հակառակը:
2. Մագնիսը էլեկտրամագնիսական ուժով ձգում է երկաթին: Ի՞նչ բնույթի ուժով է երկաթը ձգում մագնիսին:
3. Ձևակերպե՛ք Նյուտոնի III օրենքը:
4. Մարմնի կշիռը համեմատե՛ք հենարանի հակազդեցության ուժի հետ:
5. Հայտնի է, որ երկրագունդն իրեն է ձգում մոտիկ գտնվող մարմինները: Ձգո՞ւմ են արդյոք այդ մարմինները երկրագնդին:



ԿԵՍ ԿԱՏԱԿ, ԿԵՍ՝ ԼՈՒՐՁ

Նյուտոնի երրորդ օրենքը տարբեր ձևակերպումներով տեղ է գտել տարբեր ժողովուրդների բանահյուսության մեջ: Օրինակ՝ ռուսներն ասում են. «Какой привет, такой ответ»: Հայերի մոտ այլ արտահայտություն կա. «Ով ինչ անի, իրեն կանի»:

➔ §15. ԳՈՐԾՆԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 4
ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄ



1. Հորիզոնական ճանապարհով հավասարաչափ շարժվող բեռնատարի վրա ազդող շփման ուժը 120 կՆ է, իսկ քարշի ուժը՝ 260 կՆ: Որոշե՛ք նրա վրա ազդող օդի դիմադրության ուժը:

Տրված է

$F_p = 260$ կՆ
 $F_{2\phi} = 120$ կՆ
 $V = \text{const}$

$F_{\eta} = ?$

Լուծում: Քանի որ բեռնատարը շարժվում է հավասարաչափ, ապա համաձայն Նյուտոնի I օրենքի՝ նրա վրա ազդող ուժերը հավասարակշռված են:

Քարշի և շփման ուժերը հակուղղված են, ուստի նրանց համագործ ուղղված է մոդուլով մեծ՝ քարշի ուժի ուղղությամբ: Համագործի մոդուլը հավասար է դրանց մոդուլների տարբերությանը. $F_h = F_p - F_{2\phi}$: Որպեսզի օդի դիմադրության ուժը հավասարակշռի այդ ուժին, անհրաժեշտ է, որ այն ուղղությամբ հակադիր և մոդուլով հավասար լինի քարշի և շփման ուժերի համագործին, այսինքն՝

$$F_{\eta} = F_p - F_{2\phi} = 140 \text{ կՆ:}$$

Պատ.՝ 140 կՆ:

2. Դադարի վիճակում գրնվող 24 կգ զանգվածով մարմնի վրա ազդում է 9 Ն հասարարուն ուժ: Որքա՞ն կլինի մարմնի արագությունը 8 վ հետո:

Տրված է

$v_0 = 0$
 $m = 24$ կգ
 $F = 9$ Ն
 $t = 8$ վ

$v = ?$

Լուծում: Համաձայն Նյուտոնի երկրորդ օրենքի՝ մարմնի ձեռք բերած արագացումը՝ $a = F/m$:

Դադարի վիճակից հավասարաչափ արագացող շարժման արագության (5.1) բանաձևում տեղադրելով արագացման արտահայտությունը՝ կստանանք.

$$v = at = \frac{F}{m} \cdot t = \frac{9 \cdot 8}{24} = 3 \text{ մ/վ:}$$

Պատ.՝ 3 մ/վ:

3. Թռիչքի պատրաստվող օդապարիկի զանգվածը 172 կգ է, իսկ ծավալը՝ 200 մ³: Նրան գերնին պահող պարաններն արձակելուց որքա՞ն ժամանակ անց օդապարիկը կհասնի 100 մ բարձրության: Օդի խտությունը 1,29 կգ/մ³ է:

Տրված է
 $m = 258$ կգ
 $V = 240$ մ³
 $h = 100$ մ
 $\rho = 1,29$ կգ/մ³
 $t = ?$

Լուծում: Պարաններն արձակելուց հետո օդապարիկի վրա ազդում են երկու ուժեր՝ ծանրության ուժը՝ ուղղաձիգ դեպի ներքև և օդի կողմից ազդող արքիմեդյան ուժը՝ ուղղաձիգ դեպի վերև: Ինչպես գիտենք $F_{\delta} = mg$, իսկ $F_{\alpha} = \rho Vg$: Այս ուժերի համագործ ուղղված է ուղղաձիգ դեպի վեր, իսկ նրա մոդուլը՝ $F = F_{\alpha} - F_{\delta}$: Նյուտոնի երկրորդ օրենքից օդապարիկի արագացումը՝ $a = F/m$: Դադարի վիճակից հավասարաչափ արագացող շարժման ճանապարհի (5.3) բանաձևից $h = at^2/2$, որտեղից՝



$$t = \sqrt{\frac{2h}{a}} = \sqrt{\frac{2mh}{\rho Vg - mg}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 258 \cdot 100}{3096 - 2580}} = \sqrt{\frac{516 \cdot 100}{516}} = \sqrt{100} = 10 \text{ վ:}$$

Պատ.՝ 10 վ:

4. 50 կգ և 40 կգ զանգվածներով գեղասահորդների էլոյթի սկզբում տղան աղջկան հրեց 10 Ն ուժով: Ի՞նչ արագացում ձեռք բերեց նրանցից յուրաքանչյուրը:

Տրված է
 $m_1 = 40$ կգ
 $m_2 = 50$ կգ
 $F_1 = 10$ Ն
 $a_1 = ?$
 $a_2 = ?$

Լուծում: Համաձայն Նյուտոնի երրորդ օրենքի՝ գեղասահորդները միմյանց հետ փոխազդում են մեծությամբ հավասար, իսկ ուղղությամբ հակադիր ուժերով: Ուրեմն աղջկա կողմից տղայի վրա ազդող ուժը՝ $F_2 = F_1$: Գեղասահորդների արագացումները կորոշենք Նյուտոնի երկրորդ օրենքից՝

$$a_1 = \frac{F_1}{m_1} = \frac{10}{40} = 0,25 \text{ մ/վ}^2,$$

$$a_2 = \frac{F_2}{m_2} = \frac{10}{50} = 0,2 \text{ մ/վ}^2:$$

Պատ.՝ 3 մ/վ:



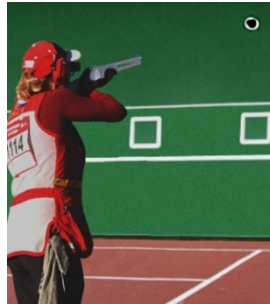
§ 16. ՄԱՐՄՆԻ ԻՄՊՈՒԼՍ

1. Մարմնի շարժման ազդեցությունը այլ մարմինների վրա: Շարժման քանակ: Ամենօրյա դիտումները ցույց են տալիս, որ շարժվող մարմինների ազդեցությունն այլ մարմինների վրա կարող է տարբեր լինել: Օրինակ՝ թենիսիստները հաճախ իրենց մարզումների ժամանակ «խաղում են» պատի հետ (նկ. 16.1): Դա հնարավոր է դառնում, որովհետև թենիսի գնդակը, հարվածելով տախտակին, հետ է թռչում՝ տախտակի վրա որևէ էական ազդեցություն չթողնելով: Իսկ հրաձիգի արձակած մանրագնդակը, որի զանգվածը շատ ավելի փոքր է քան թենիսի գնդակինը, ծակում-անցնում է տախտակի միջով (նկ. 16.2): Սա նշանակում է, որ կա գնդակների շարժումը քանակապես բնութագրող մի ֆիզիկական մեծություն, որը «պատասխանատու» է տախտակի հետ փոխազդեցության արդյունքի համար: Այդ բնութագիրն անվանենք **շարժման քանակ** և պարզենք, թե ինչ ֆիզիկական մեծություն է դա:

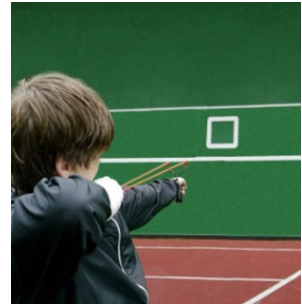
Եթե մանրագնդակն արձակենք պարսատիկից (նկ. 16.3), ապա թենիսի գնդակի նման, դա էլ էական ազդեցություն չի թողնի պատի վրա: Հարվածելով պատին՝ այն ուղղակի կընկնի ներքև:



Նկ. 16.1



Նկ. 16.2



Նկ. 16.3

Հրացանից և պարսատիկից արձակած մանրագնդակների շարժումների միակ տարբերությունը դրանց արագություններն են: Առաջին դեպքում մանրագնդակի արագությունը էապես մեծ է, քան երկրորդ դեպքում: Ուրեմն, կարելի է ենթադրել, որ մարմնի շարժման քանակը կախված է նրա արագությունից, ընդ որում, որքան մեծ է շարժման արագությունը, այնքան մեծ է նրա շարժման քանակը:



Նկ. 16.4

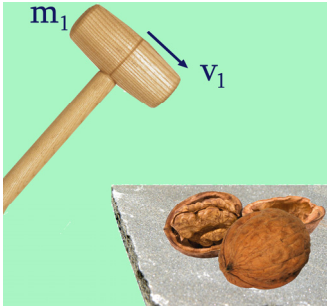
Հանրահայտ բոլորինգ խաղի ժամանակ մարզիկները, ծանր գնդով հարվածելով, վայր են գցում փայտե կամ պլաստմասսայե ֆիզուրներ՝

կեզլիներ (սկ. 16.4): Եթե այդ գնդակը փոխարինեն թեթև փուչիկով, ապա ֆիզուրները տեղից չեն շարժվի (սկ. 16.5): Այստեղից էլ կարելի է եզրակացնել, որ մարմնի շարժման քանակը կախված է նաև մարմնի զանգվածից: Որքան մեծ է մարմնի զանգվածը, այնքան մեծ է նրա շարժման քանակը:



Նկ. 16.5

Այսպիսով՝ մարմնի շարժման քանակը կախված է նրա զանգվածից և արագությունից:

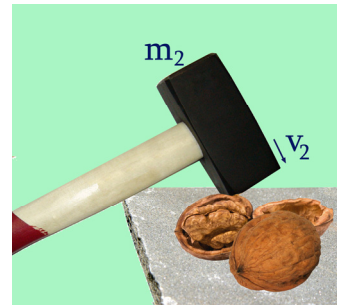


Նկ. 16.6

Ընկույզ ջարդելու համար ձեռքի տակ ջարդիչ չունենալու դեպքում հաճախ դա անում են մուրձով: Պատկերացրեք, որ մի դեպքում դա անում են փայտե մուրձով (սկ. 16.6): Որոշակի հմտության դեպքում, մուրձը որոշակի արագությամբ շարժելով, կարելի է «անվնաս» ջարդել ընկույզը: Եթե այլ դեպքում օգտագործեն երկաթյա ծանր մուրձ (սկ. 16.6), ապա *նույն արդյունքը* ստանալու համար այն պետք է շարժեն ավելի փոքր արագությամբ:

Պարզվում է, որ քանի անգամ երկրորդ մուրձը ծանր է առաջին մուրձից, նույնքան անգամ նրա արագությունը պետք է փոքր լինի երկրորդի արագությունից, այսինքն՝ $m_1v_1 = m_2v_2$: Ուրեմն, ֆիզիկական մեծությունը, որից կախված է մարմնի՝ այլ մարմինների հետ փոխազդեցության արդյունքը, մարմնի զանգվածի և արագության արտադրյալն է:

2. Մարմնի իմպուլս: Այն ֆիզիկական մեծությունը, որը հավասար է մարմնի զանգվածի և արագության արտադրյալին, կոչվում է մարմնի շարժման քանակ կամ իմպուլս (լատիներեն «impulsus»՝ հրում, հարված բառերից):



Նկ. 16.7

«Շարժման քանակ» հասկացությունը ֆիզիկա է ներմուծել ֆրանսիացի գիտնական Ռենե Դեկարտը (1596–1650 թթ.): Հետագայում այն վերանվանվել է իմպուլս:

Մարմնի իմպուլսը սովորաբար նշանակում են p տառով.

$$P = mv \tag{16.1}$$

Քանի որ արագությունը վեկտորական մեծություն է, իսկ զանգվածը՝ սկալյար, ապա իմպուլսը վեկտորական մեծություն է: Իմպուլսի ուղղությունը համընկնում է արագության ուղղության հետ, իսկ նրա բանաձևը ներկայացվում է $\vec{p} = m\vec{v}$ տեսքով:

(16.1) Բանաձևից երևում է, որ մարմնի իմպուլսն ուղիղ համեմատական է նրա արագությանը, այսինքն՝ քանի անգամ մեծանում կամ փոքրանում է մարմնի արագությունը, նույնքան անգամ մեծանում կամ փոքրանում է նրա իմպուլսը:

Նույն բանաձևից երևում է նաև, որ մարմնի իմպուլսը զանգվածին էլ է ուղիղ համեմատական: Դա նշանակում է, որ նույն արագությամբ շարժվող մարմիններից ավելի մեծ իմպուլս ունի մեծ զանգվածով մարմինը:

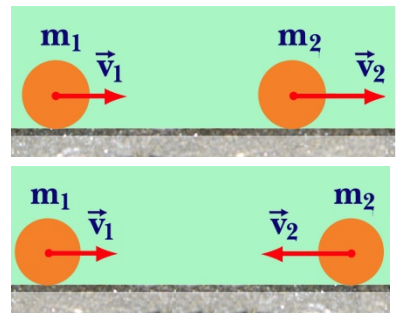
Իմպուլսի սահմանումից բխում է, որ նրա չափման միավորը ՄՀ-ում 1 կգ·մ/վ-ն է: Դա 1 մ/վ արագությամբ շարժվող 1 կգ զանգվածով մարմնի իմպուլսն է:

3. Մարմինների համակարգի իմպուլսը: Շարժման քանակով օժտված է ոչ միայն առանձին մարմինը, այլ նաև մի քանի մարմիններից կազմված համակարգը:

Մարմինների համակարգի իմպուլս կոչվում է այդ համակարգը կազմող մարմինների իմպուլսների գումարը:

Համակարգի իմպուլսը հաշվելիս պետք է հիշել, որ համակարգը կազմող մարմինների իմպուլսները վեկտորներ են: Նրանց գումարը նույնպես վեկտոր է, ուստի համակարգի իմպուլսը վեկտորական մեծություն է: Ուրեմն, այն ունի ուղղություն և մեծություն:

4. Խնդրի լուծման օրինակ: 3 կգ և 2 կգ զանգվածներով գնդերը շարժվում են նույն ուղղով համապատասխանաբար 2 մ/վ և 4 մ/վ արագություններով: Որքա՞ն է այդ գնդերից կազմված համակարգի իմպուլսը, եթե դրանք շարժվում են՝ ա) նույն ուղղությամբ, բ) միմյանց ընդառաջ



Տրված է
 $m_1 = 3$ կգ
 $v_1 = 2$ մ/վ
 $m_2 = 2$ կգ
 $v_2 = 4$ մ/վ

 $p = ?$

Լուծում: Համաձայն սահմանման, համակարգի իմպուլսը՝

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2:$$
 ա) դեպքում գնդերի իմպուլսներն ունեն նույն ուղղությունը, հետևաբար համակարգի իմպուլսի մոդուլը՝
 $p = p_1 + p_2 = m_1v_1 + m_2v_2 = 3 \cdot 2 + 2 \cdot 4 = 2 \cdot 4 = 14$ մ/վ,
 իսկ նրա ուղղությունը համընկնում է գնդերի շարժման ուղղության հետ:

բ) դեպքում գնդերի իմպուլսներն ունեն հակառակ ուղղություններ, հետևաբար համակարգի իմպուլսի մոդուլը՝

$$p = p_2 - p_1 = m_2 v_2 - m_1 v_1 = 2 \cdot 4 = 3 \cdot 2 = 2 \text{ մ/վ},$$

իսկ ուղղությունը համընկնում է մոդուլով ավելի մեծ իմպուլս ունեցող երկրորդ գնդի շարժման ուղղության հետ:

Պատ.՝ 65 մ/վ²:



ՀԱՐՑԵՐ

1. Ո՞ր ֆիզիկական մեծությունից է կախված մարմնի՝ այլ մարմինների հետ փոխազդեցության արդյունքը:
2. Ո՞ր ֆիզիկական մեծությունն է կոչվում իմպուլս:
3. Մարմնի իմպուլսը ինչպե՞ս է կախված նրա շարժման արագությունից:
4. Նույն արագությամբ շարժվող մարմիններից առաջինի գանգվածը երկու անգամ փոքր է երկրորդի գանգվածից: Ո՞ր մարմնի իմպուլսն է մեծ և քանի՞ անգամ:
5. Թվարկվող մեծություններից որի՞ հետ է համընկնում իմպուլսի ուղղությունը՝ նրա վրա ազդող ուժի՞, արագությա՞ն, թե՞ արագացման:
6. Ո՞րն է կոչվում մարմինների համակարգի իմպուլս:
7. Հնարավո՞ր է արդյոք, որ շարժվող երկու մարմիններից կազմված համակարգի իմպուլսը հավասար լինի զրոյի: Եթե այո, ապա ո՞ր դեպքում:



§ 17. ԻՄՊՈՒԼՍԻ ՊԱՀՊԱՆՄԱՆ ՕՐԵՆՔԸ

1. Իմպուլսի ամենակարևոր հատկությունը: Հետաքրքրությունը իմպուլսի նկատմամբ պայմանավորված է ոչ միայն նրանով, որ իմպուլսից է կախված մարմինների փոխազդեցության արդյունքը: Հետաքրքրության շրջանակը շատ ավելի լայն է: Իմպուլսն օժտված է մի հրաշալի հատկությամբ, որն անգնահատելի է դարձնում նրա դերն ու նշանակությունը: Դա նրա պահպանվելու, այսինքն՝ ժամանակի ընթացքում անփոփոխ մնալու հատկությունն է: Իմպուլսի համար գործում է բնության հիմնարար օրենքներից մեկը, որը կոչվում է իմպուլսի պահպանման օրենք: Այդ օրենքի էությունն այն է, որ բնության մեջ ինչպես էլ փոխվեն առանձին մարմինների իմպուլսները, միևնույն է, դրանց գումարային իմպուլսը մնում է հաստատուն: Իմպուլսի պահպանման օրենքը հայտնաբերել է Ռենե Դեկարտը: Իր

նամակներից մեկում նա գրում է. «Ես ընդունում եմ, որ Տիեզերքում ստեղծված ամբողջ նյութի մեջ կա շարժման հայտնի քանակ, որը երբեք չի մեծանում և չի փոքրանում, այնպես որ, եթե մի մարմին շարժման մեջ է դնում մյուսին, ապա իր շարժումից կորցնում է այնքան, որքան հաղորդում է»:

2. Իմպուլսի պահպանման օրենքը փակ համակարգերում: Իմպուլսը պահպանվում է ոչ միայն ամբողջ Տիեզերքում: Այն կարող է պահպանվել նաև նրա առանձին տեղամասերում: Մասնավորապես, պահպանվում է մարմինների փակ համակարգում:

Մարմինների փակ համակարգ կոչվում է միայն միմյանց հետ փոխազդող մարմիններից կազմված համակարգը:

Համակարգի մարմինների միջև փոխազդեցության ուժերն ընդունված է անվանել **ներքին ուժեր**: Իսկ համակարգի մարմինների վրա այլ մարմինների (որոնք չեն մտնում համակարգի մեջ) կողմից ազդող ուժերն անվանում են **արտաքին ուժեր**: Շատ դեպքերում փակ են համարում նաև այն համակարգը, որը կազմող մարմինների վրա ազդող արտաքին ուժերի համագործը զրո է, այսինքն՝ համակարգի վրա արտաքին ազդեցությունները համակշռված են:

Համոզվելու համար, որ փակ համակարգ կազմող մարմինների իմպուլսների գումարը մնում է անփոփոխ, ծանոթանանք Նյուտոնի երկրորդ օրենքի առավել ընդհանուր ձևակերպմանը:

3. Նյուտոնի երկրորդ օրենքի առավել ընդհանուր ձևակերպումը: Համաձայն Նյուտոնի երկրորդ օրենքի՝ \vec{F} ուժի ազդեցության հետևանքով m զանգվածով մարմնի ձեռք բերած արագացումը՝

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \tag{17.1}$$

(3.1) բանաձևից $\vec{a} = \Delta\vec{v}/t$, հետևաբար՝ $\Delta\vec{v}/t = \vec{F}/m$, որտեղից՝ $m\Delta\vec{v} = \vec{F}t$ կամ $\Delta\vec{p} = \vec{F}t$:

$$\tag{17.2}$$

Այս հավասարության ձախ մասում մարմնի իմպուլսի $\Delta\vec{p}$ փոփոխությունն է t ժամանակամիջոցում, իսկ աջ մասում՝ ուժի և նրա ազդման տևողության արտադրյալը, որը նույնպես հատուկ անուն ունի՝ **ուժի իմպուլս**:

(17.2) հավասարումը Նյուտոնի երկրորդ օրենքի առավել ընդհանուր ձևակերպումն է: Նյուտոնը հենց այսպես է ձևակերպել իր երկրորդ օրենքը.

Մարմնի իմպուլսի փոփոխությունը հավասար է նրա վրա ազդող ուժի իմպուլսին:

Նյուտոնի երկրորդ օրենքի այս ձևակերպումը վերաբերում է առանձին վերցրած մարմնին: Մի քանի մարմիններից կազմված համակարգի համար Նյուտոնի երկրորդ օրենքը ձևակերպվում է այսպես.

Մարմինների համակարգի իմպուլսի փոփոխությունը հավասար է այդ համակարգի մարմինների վրա ազդող արտաքին ուժերի համագործի իմպուլսին:

Մաթեմատիկորեն մարմինների համակարգի համար Նյուտոնի երկրորդ օրենքը նույնպես ներկայացվում է (17.2) հավասարման տեսքով: Այս դեպքում $\Delta \vec{p}$ -ն համակարգը կազմող մարմինների իմպուլսների փոփոխությունների գումարն է, իսկ \vec{F} -ը՝ համակարգի վրա ազդող արտաքին ուժերի համագործը: Այդ հավասարումից էլ հետևում է, որ եթե $F = 0$, ապա $\Delta \vec{p} = 0$: Եթե $F = 0$, նշանակում է՝ համակարգը փակ է, կամ նրա վրա արտաքին ազդեցությունները համակշռված են: $\Delta \vec{p} = 0$, նշանակում է՝ համակարգի իմպուլսը չի փոխվել: Ուրեմն՝ իրոք.

փակ համակարգ կազմող մարմինների իմպուլսների գումարը պահպանվում է:

Այսպիսով, միմյանց հետ փոխազդեցության հետևանքով ինչպես էլ փոխվեն փակ համակարգ կազմող առանձին մարմինների իմպուլսները, միևնույն է, դրանց գումարային իմպուլսը մնում է անփոփոխ: Մասնավորապես, m_1 և m_2 զանգվածներով մարմինների փակ համակարգի համար իմպուլսի պահպանման օրենքն ունի հետևյալ տեսքը.

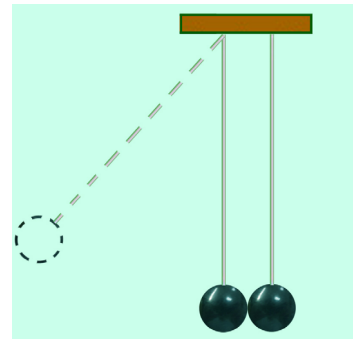
$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2', \quad (17.3)$$

որտեղ \vec{v}_1 -ը և \vec{v}_2 -ը մարմինների արագություններն են մինչև դրանց փոխազդեցությունը, իսկ \vec{v}_1' -ը և \vec{v}_2' -ը՝ փոխազդեցությունից հետո:

Շատ հաճախ մարմինների բախումները և պայթյունները (այդ թվում՝ կրակոցները) այնքան արագ են տեղի ունենում, որ գործնականորեն դրանց տևողությունը կարելի է համարել հավասար զրոյի: Բայց (17.2) հավասարումից հետևում է, որ եթե $t = 0$, ապա $\Delta \vec{p} = 0$, այսինքն՝ իմպուլսը պահպանվում է: Ուրեմն, նշված դեպքերում կարելի է համարել, որ իմպուլսը պահպանվում է, նույնիսկ եթե համակարգը փակ չէ:

4. Իմպուլսի պահպանման օրենքի փորձնական մի ապացույց: Երկու մարմիններից կազմված համակարգում իմպուլսի պահպանման օրենքի ձմարտացիության մեջ կարելի է համոզվել հետևյալ պարզ փորձով:

Բարակ թելերից պողպատե երկու միատեսակ գունդ կախենք (նկ. 17.1): Չախ գունդը շեղենք հավասարակշռության դիրքից ու բաց



Նկ. 17.1

թողնենք: Կտեսնենք, որ գնդերի բախումից հետո ձախ գունդը կանգ է առնում, իսկ աջը սկսում է շարժվել: Այն հասնում է ձախ գնդի սկզբնական բարձրությանը հավասար բարձրության: Դա վկայում է այն մասին, որ բախման ընթացքում ձախ գունդը աջ գնդին է փոխանցում իր ողջ իմպուլսը: Ինչքան պակասում է առաջին գնդի իմպուլսը, նույնքան էլ աճում է երկրորդ գնդինը: Գնդերի ընդհանուր (գումարային) իմպուլսը մնում է անփոփոխ, այսինքն՝ պահպանվում է:

5. Խնդրի լուծման օրինակ: 48 կգ զանգված ունեցող աղջիկը 3 մ/վ արագությամբ ցատկում է իր առջև անշարժ կանգնած 2 կգ զանգված ունեցող սահատախտակի (սքեյթբորդ) վրա (նկ. 17.2): Ինչքա՞ն կդառնա նրա արագությունը դրանից հետո:

Տրված է
 $m_1 = 48$ կգ
 $v_1 = 3$ մ/վ
 $m_2 = 2$ կգ
 $v_2 = 0$
 $v = ?$

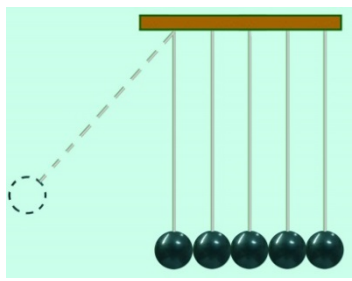
Լուծում: Քանի որ սկզբում սահատախտակի արագությունը՝ $v_2 = 0$, ապա աղջկա և սահատախտակի ընդհանուր իմպուլսը՝ $p = m_1 v_1$: Ցատկելուց հետո նրանք սկսեցին միասին շարժվել միևնույն v արագությամբ: Հետևաբար նրանց ընդհանուր իմպուլսը դարձավ $p' = m_1 v + m_2 v = (m_1 + m_2)v$: Համաձայն իմպուլսի պահպանման օրենքի՝ $p' = p$, այսինքն՝ $(m_1 + m_2)v = m_1 v_1$, որտեղից՝

$$v = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{48 \cdot 3}{48 + 2} = \frac{144}{50} = 2,88 \text{ մ/վ}$$

Պատ.՝ 2,88 մ/վ:

 **ՀԱՐՑԵՐ**

1. Ո՞րն է իմպուլսի ամենակարևոր հատկությունը:
2. Ո՞վ է հայտնագործել իմպուլսի պահպանման օրենքը:
3. Ո՞ր համակարգերն են կոչվում փակ:
4. Ինչպե՞ս է փոխվում ժամանակի ընթացքում մարմինների փակ համակարգի իմպուլսը:
5. Ի՞նչն են անվանում ներքին ուժեր:
6. Համակարգի մարմինների վրա ազդող ո՞ր ուժերն են կոչվում արտաքին:
7. Տվե՛ք Նյուտոնի երկրորդ օրենքի նյուտոնյան ձևակերպումը:
8. Ինչպե՞ս է փոխվում մարմինների համակարգի իմպուլսը բախումների և պայթյունների ժամանակ:
9. Ի՞նչ տեղի կունենա նկարում պատկերված միատեսակ առաձգական գնդերի համակարգում, եթե ձախակողմյան գունդը շեղենք հավասարակշռության դիրքից և բաց թողնենք:



**➔ §18. ԳՈՐԾՆԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 5
ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄ**

1. 8 կգ զանգվածով մարմինը սկսում է շարժվել 4 մ/վ^2 արագացմամբ: Որոշե՛ք նրա իմպուլսը շարժումը սկսելուց 5 վ հետո:

<p>Տրված է $v_0 = 0$ $m = 8 \text{ կգ}$ $a = 4 \text{ մ/վ}^2$ $t = 5 \text{ վ}$ $P = ?$</p>	<p>Լուծում: Դադարի վիճակից հավասարաչափ արագացող շարժման արագության (5.1) բանաձևից մարմնի արագությունը՝</p> $v = at:$ <p>Համաձայն սահմանման՝ մարմնի իմպուլսը՝</p> $P = mv = mat = 8 \cdot 4 \cdot 5 = 160 \text{ կգ} \cdot \text{մ/վ}:$ <p>Պատ.՝ $160 \text{ կգ} \cdot \text{մ/վ}:$</p>
--	---



2. 0,5 կգ զանգվածով գնդակի վրա մարզիկը ազդեց 100 Ն ուժով $0,05 \text{ վ}$ -ի ընթացքում: Ի՞նչ արագություն սրացավ գնդակը:

<p>Տրված է $m = 0,5 \text{ կգ}$ $F = 100 \text{ Ն}$ $t = 0,05 \text{ վ}$ $v = ?$</p>	<p>Լուծում: Օգտվենք Նյուտոնի երկրորդ օրենքի առավել ընդհանուր՝ (15.2) տեսքից. $\Delta\vec{p} = \vec{F}t$, որտեղ $\Delta\vec{p}$-ն մարմնի իմպուլսի փոփոխությունն է t ժամանակամիջոցում: Քանի որ շարժումը սկսվել է դադարի վիճակից, ապա $\Delta\vec{p} = \vec{p}$, ուստի Նյուտոնի երկրորդ օրենքը կընդունի հետևյալ տեսքը. $\vec{p} = \vec{F}t$ կամ $p = Ft$: Հաշվի առնելով, որ $P = mv$՝ կստանանք՝ $mv = Ft$, որտեղից՝</p> $v = \frac{Ft}{m} = \frac{100 \cdot 0,05}{0,4} = 12,5 \text{ մ/վ}:$ <p>Պատ.՝ $12,5 \text{ մ/վ}:$</p>
---	--



3. Ինչի՞ է հավասար 1 կգ զանգվածով վառոդային հրթիռի արագությունն այն պահին, երբ նրանից 500 մ/վ արագությամբ արտահոսել են $0,2 \text{ կգ}$ զանգվածով այրման արգասիքներ:

Տրված է

$m = 1$ կգ
 $v_1 = 500$ մ/վ
 $m_1 = 0,2$ կգ

$v_2 = ?$

Լուծում: Սկզբում վառողով հրթիռի իմպուլսը՝ $P = 0$: Պայթյունից հետո, համաձայն իմպուլսի պահպանման օրենքի, հրթիռը և այրված գազերը կստանան մեծությամբ հավասար և ուղղությամբ հակադիր իմպուլսներ, այսինքն՝ $P_h = P_g$:

Գազի արտահոսքի պատճառով հրթիռի ընդհանուր զանգվածը դարձել է $m - m_1$: Հաշվի առնելով, որ $P_h = (m - m_1)v_2$ իսկ $P_g = m_1v_1$, կունենանք $(m - m_1)v_2 = m_1v_1$, որտեղից՝

$$v_2 = \frac{m_1 v_1}{m - m_1} = \frac{0,2 \cdot 500}{0,8} = 125 \text{ մ/վ:}$$

Պատ.՝ 125 մ/վ:

4. 7 մ/վ արագությամբ վազող փղան հասավ 2 մ/վ արագությամբ շարժվող սայլակին և ցարկեց նրա վրա: Տղայի զանգվածը 40 կգ էր: Ցարկելուց հետո սայլակի արագությունը դարձավ 6 մ/վ: Որոշե՛ք սայլակի զանգվածը:

Տրված է

$v_1 = 7$ մ/վ
 $v_2 = 2$ մ/վ
 $v = 6$ մ/վ
 $m_1 = 40$ կգ

$m_2 = ?$

Լուծում: Տղա-սայլակ համակարգը կարելի է համարել փակ, քանի որ նրանց վրա արտաքին ազդեցությունները համակշռված են: Հետևաբար, համակարգի իմպուլսը պահպանվում է:

Քանի որ տղան և սայլակը շարժվում էին նույն ուղղությամբ, ապա համակարգի սկզբնական իմպուլսը՝

$$p = m_1 v_1 + m_2 v_2:$$

Ցատկից հետո տղան և սայլակը շարժվում են միասին, ուստի համակարգի վերջնական իմպուլսը՝

$$p' = (m_1 + m_2)v:$$

Իմպուլսի պահպանման օրենքից հետևում է, որ.

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2)v:$$

Պարզ ձևափոխությունից հետո կստանանք՝

$$(v_1 - v_2) m_2 = m_1 (v_1 - v),$$

որտեղից՝

$$m_2 = \frac{m_1 (v_1 - v)}{v_1 - v_2} = \frac{40 (7 - 6)}{7 - 2} = 8 \text{ կգ:}$$

Պատ.՝ 8 կգ:

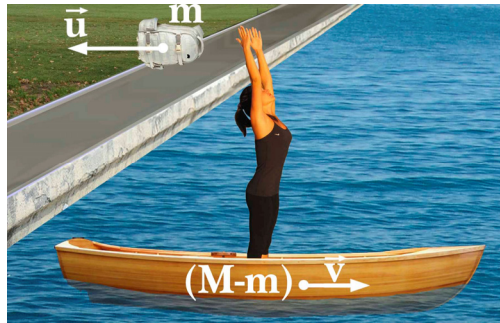


§ 19. ՌԵԱԿՏԻՎ ՇԱՐԺՈՒՄ

1. Իմպուլսի պահպանման օրենքի մի դրսևորում, որը հեղաշրջեց աշխարհը: Մենք արդեն մի քանի անգամ անդրադարձել ենք երկու մարմինների փոխազդեցության արդյունքին: Առաջին անգամ այդ արդյունքի վերլուծությունից հանգեցինք զանգվածի հասկացությանը, հետո Նյուտոնի III օրենքին, ապա շարժման քանակի գաղափարին և այլն: Եվ ամեն անգամ այդ արդյունքում հանդես էր գալիս մարմնի զանգվածի և արագության արտադրյալը: Այժմ գիտենք, որ դա մարմնի իմպուլսն է, որն օժտված է պահպանվելու հատկությամբ: Երկու մարմինների փոխազդեցության արդյունքի վերլուծությունը իմպուլսի պահպանման օրենքի տեսանկյունից ծնել է մի գաղափար, որի գործնական կիրառությունը հետագայում հսկայական դեր է խաղացել քաղաքակրթության զարգացման գործում: Բերենք մի օրինակ, որից պարզ կդառնա, թե ինչի մասին է խոսքը:

Լճափին կայանած նավակից զբոսաշրջիկը m զանգվածով ուսապարկը հորիզոնական ուղղված \vec{u} արագությամբ նետում է դեպի ափը՝ նրան հաղորդելով $m\vec{u}$ իմպուլս (սկ. 19.1): Պարզենք, թե ի՞նչ տեղի կունենա նավակի հետ:

Նավակի, զբոսաշրջիկի և ուսապարկի ընդհանուր զանգվածը նշանակենք M -ով: Այդ մարմինները գործնականում կազմում են փակ համակարգ, որովհետև նրանց վրա արտաքին ազդեցությունները (Երկրի ձգողության և ջրի կողմից ազդող արքիմեդյան ուժերը) համակշռված են: Ուրեմն այդ համակարգի իմպուլսը պահպանվում է: Մինչ ուսապարկը նետելը այն եղել է զրո: Որպեսզի ուսապարկը նետելուց հետո էլ համակարգի իմպուլսը լինի զրո, համակարգի մնացած մասը (նավակը և զբոսաշրջիկը), որի զանգվածը դառնում է $M-m$, պետք է սկսի շարժվել այնպիսի \vec{v} արագությամբ, որ ուսապարկի և այդ մասի իմպուլսների գումարը լինի զրո. $m\vec{u} + (M - m)\vec{v} = 0$, որտեղից



Նկ. 18.1

$$\vec{v} = -\frac{m\vec{u}}{M - m}; \quad (19.1)$$

Այս բանաձևում « \leftrightarrow » նշանը ցույց է տալիս, որ նավակը շարժվում է ուսապարկի շարժման հակառակ ուղղությամբ, իսկ նրա արագության մոդուլը որոշվում է $v = mu/(M-m)$ բանաձևով: Բանաձևից երևում է, որ համակարգի

արագությունը կարելի է մեծացնել՝ մեծացնելով նետվող մարմնի զանգվածը և նետման արագությունը:

Այսպիսով ստացվեց.

1. Երբ մարմից նրա մի մասն անջատվում է որոշակի արագությամբ մնացած մասը շարժվում է հակառակ ուղղությամբ:

2. Մեծացնելով անջատվող մասի զանգվածը և արագությունը, կարելի է մեծացնել մնացած մասի արագությունը:

Իսկ ի՞նչ գաղափար կարող էր ծնել ստացված արդյունքը: Այն, որ այս արդյունքը կարելի է օգտագործել շարժիչ ստեղծելու համար, ինչն այսօր հաջողությամբ իրականացվում է ամենատարբեր բնագավառներում՝ սկսած կենցաղից մինչև տիեզերագնացություն:

2. Ռեակտիվ շարժում: Պարզենք, թե վերը բերված օրինակում ո՞ր ուժն է շարժման մեջ դնում նավակը: Ուսապարկը նետելիս զբոսաշրջիկը նրա վրա ազդում է որոշակի ուժով: Նյուտոնի III օրենքի համաձայն՝ ուսապարկը հակազդում է մոդուլով այդ ուժին հավասար և ուղղությամբ հակադիր ուժով: Հակազդեցության այդ ուժն էլ շարժման մեջ է դնում նավակը: Հակազդեցության ուժն անվանում են նաև ռեակցիայի ուժ, ուստի նավակի շարժումն անվանում են ռեակտիվ շարժում:

Ռեակտիվ շարժում են անվանում այն շարժումը, որի դեպքում մարմնից որոշակի արագությամբ նրա մի մասի անջատման հետևանքով մնացած մասը շարժվում է հակառակ ուղղությամբ:

Մարմնից անջատվող մասը կարող է լինել ինչպես պինդ մարմին, այնպես էլ հեղուկ կամ գազ:

Մեր դիտարկած օրինակում նավակի ռեակտիվ շարժումն առաջացավ պինդ մարմին նետելու միջոցով: Նույն սկզբունքով է տեղի ունենում կրակելիս հրացանի «հետհարվածը» (շարժումը գնդակի շարժման հակառակ ուղղությամբ), թնդանոթի հետզլորքը և այլն:

Հեղուկի արտանետման դեպքում առաջացող ռեակտիվ շարժումը կարելի է դիտել հետևյալ փորձով: 45° անկյան տակ ծոված ծայրակալ ունեցող ռետինե փողրակին միացած ապակե ձագարի մեջ ջուր լցնենք (նկ. 19.2):

Հենց որ ջուրն սկսի դուրս թափվել ծայրակալից, փողրակը կսկսի շարժվել և կթեքվի ջրի հոսքին հակառակ ուղղությամբ:



Նկ. 19.2

Նույն սկզբունքով է գործում խոտածածկը ջրող պտտանը, ջրանետ շարժիչով մոտորանավակը, ջրային շարժիչով «բաճկոնը» (նկ. 19.2), որով մարդը կարողանում է մոտ 30 մ բարձրության վրա թռչել 25 կմ/ժ արագությամբ և այլն:



Նկ. 19.3

Գազի արտանետման դեպքում առաջացող ռեակտիվ շարժմանը հավանաբար ականատես է եղել յուրաքանչյուր ոք: Երբ մանկական ռետինե փուչիկը փչելուց հետո բաց են թողնում առանց բերանը կապելու, գազը (օդը) դուրս է գալիս փուչիկի մեջից, և այն սկսում է թռչկոտել տարբեր կողմեր: Իսկ եթե փուչիկը ամրացնեք խաղալիք ավտոմեքենային (նկ. 19.3), հետո բացեք բերանը, ավտոմեքենան կսկսի առաջ:

3. Ռեակտիվ շարժիչներ: Ռեակտիվ շարժիչը մի սարք է, որից մեծ արագությամբ դուրս են նետվում վառելանյութի այրման ժամանակ առաջացած գազերը: Դրանք տեղակայվում են զանազան փոխադրամիջոցներում. հեծանիվ, ավտոմեքենա, գնացք, ինքնաթիռ, հրթիռ և այլն:



Թվարկված բոլոր փոխադրամիջոցներում քարշի ուժն առաջանում է առանց շրջապատի մարմինների հետ որևէ փոխազդեցության: Այն առաջանում է շնորհիվ համակարգի առանձին մասերի փոխազդեցության: Սա **ռեակտիվ շարժման գլխավոր առանձնահատկությունն է:** Հրթիռի շարժումը ունի ևս մի առանձնահատկություն, որով տարբերվում է մնացած շարժումներից: Առաջին չորս շարժումների ժամանակ մարմինները փոխազդում են նաև շրջապատի մարմինների հետ, ինչը այլընտրանքային շարժիչների հնարավորություն է տալիս: Հրթիռի շարժումն առաջանում է առանց շրջապատի մարմինների հետ փոխազդեցության: Դրա շնորհիվ

հրթիռը կարողանում է դուրս գալ տիեզերական տարածություն, որտեղ ռեակտիվ շարժիչներն առայսօր այլընտրանք չունեն:



ՀԱՐՑԵՐ

1. Ի՞նչ է տեղի ունենում, երբ մարմնի մի մասը որոշակի արագությամբ առանձնանում է նրանից:
2. Ինչի՞ց է կախված մարմնի ձեռք բերած արագությունը, երբ նրա մի մասն առանձնանում է նրանից որոշակի արագությամբ:
3. Ո՞ր շարժումն է կոչվում ռեակտիվ:
4. Բերե՛ք օրինակ, որում ռեակտիվ շարժումն առաջանում է համակարգից պինդ մարմին նետելու հետևանքով:
5. Բերե՛ք ռեակտիվ շարժման օրինակ, որի դեպքում շարժումն առաջանում է հեղուկի արտանետման պատճառով:
6. Բերե՛ք ռեակտիվ շարժման օրինակ, որի դեպքում շարժումն առաջանում է գազի արտանետման պատճառով:
7. Ի՞նչ է ռեակտիվ շարժիչը:
8. Ո՞րն է ռեակտիվ շարժման առանձնահատկությունը:
9. Ինչո՞վ է տարբերվում հրթիռի շարժումը ռեակտիվ շարժիչով այլ փոխադրամիջոցների շարժումից:

ՌԵԱԿՏԻՎ ՇԱՐՇՈՒՄԸ ԲՆՈՒԹՅԱՆ ՄԵՋ

Մարդկության կողմից ռեակտիվ շարժիչներ ստեղծելուց շատ առաջ դա արել էր հրաշագործ բնությունը: Ռեակտիվ շարժման սկզբունքով են տեղաշարժվում ջրային շատ կենդանիներ, օրինակ՝ մեղուգան, ութոտնուկները,: Իսկ կաղամարի «շարժիչը» ռեակտիվ շարժիչի կատարյալ օրինակ է: Այժմ շատ հրթիռներ ստեղծվում են նրա նմանությամբ՝ կրկնօրինակելով նրա կառուցվածքը: Պատահական չէ նրա «կենսաբանական հրթիռ» անվանումը: Դուրս մղելով իր մեջ ներքաշված ջուրը՝ նա մինչև 150 կմ/ժ արագություն է զարգացնում:

Ռեակտիվ շարժման սկզբունքով են տեղաշարժվում նաև որոշ միջատներ, օրինակ՝ մորեխի թրթուրը:

Բուսական աշխարհում ռեակտիվ շարժման օրինակ է «կատաղած վարունգի» շարժումը. բավական է դիպչել նրա հասուն պտուղին, և այն պոկվում է ցողունից, կորիզներ և սոսնձանման նյութ արտանետելով՝ թռչում մինչև 12 մ:



§ 20. ՀՐԹԻՌԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԸ:

ՀՐԹԻՌԱՅԻՆ ՏԵԽՆԻԿԱՅԻ ԶԱՐԳԱՑՈՒՄԸ

1. Հրթիռի աշխատանքը: Ռեակտիվ շարժիչի հայտնագործումը մարդկության մեծագույն հայտնագործություններից է: 20-րդ դարում այն հնարավորություն տվեց մարդուն հրթիռով բարձրանալ տիեզերք:

Հրթիռը կազմված է երկու հիմնական մասերից՝ պատյանից և վառելանյութից: Այրման խցիկում վառելանյութի այրումից առաջանում է բարձր ջերմաստիճանի և մեծ ճնշման գազ: Շնորհիվ այդ գազի և շրջապատի ճնշումների մեծ տարբերության, գազը հզոր շիթով դուրս է գալիս պատյանի ելքի հատուկ ձևի փողրակով՝ փքանցքով: Վերջինիս դերը արտահոսող գազի արագության մեծացումն է:

(18.1) բանաձևից հետևում է, որ եթե փքանցքից արտահոսել է m զանգվածով գազ, ապա հրթիռի արագությունը՝

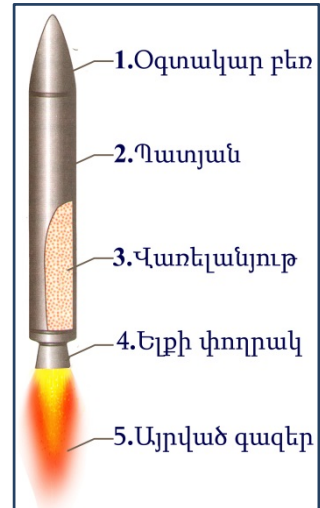
$$\vec{v}_{\text{հրթ}} = - \frac{m_{\text{գազ}} \vec{v}_{\text{գազ}}}{M - m_{\text{գազ}}}, \quad (20.1)$$

որտեղ $\vec{v}_{\text{գազ}}$ -ը գազի արտահոսքի արագությունն է, M -ը՝ հրթիռի սկզբնական զանգվածը:

(19.2) բանաձևը մոտավոր է: Նրանում հաշվի չի առնվում, որ հրթիռի արագության աճին զուգընթաց գազի արտահոսքի արագությունը նվազում է:

Հրթիռի արագությունը որոշելու ճշգրիտ բանաձևն առաջին անգամ հաշվարկել է ռուս գիտնական Կ. Է. Ցիոլկովսկին դեռևս 1897 թվականին: Ցիոլկովսկու բանաձևը թույլ է տալիս հաշվարկել հրթիռին տրված արագությունը հաղորդելու համար անհրաժեշտ վառելիքի քանակը: Օրինակ՝ եթե արտանետվող գազի արագությունը հրթիռի նկատմամբ $v=2$ կմ/վ է, ապա հրթիռին դրանից 4 անգամ մեծ արագություն ($v_{\text{հրթ}} = 8$ կմ/վ) հաղորդելու համար անհրաժեշտ է, որ վառելանյութի զանգվածը կազմի հրթիռի սկզբնական զանգվածի մոտ 98%-ը: Դա նշանակում է, որ թռիչքահրապարակում կանգնած հրթիռի զանգվածի առյուծի բաժինը պետք է կազմի հենց վառելիքի զանգվածը: Իսկ օգտակար բեռնվածությունը, նրա հետ համեմատած, պետք է շատ փոքր զանգված ունենա:

2. Հրթիռային տեխնիկայի զարգացումը: Առաջին հրթիռները պատրաստվել են շատ վաղուց: Նրանց հայտնվելը կապված էր վառողի գյուտի հետ: Չինաստանում վառողային հրթիռները գործադրվել են արդեն մեր

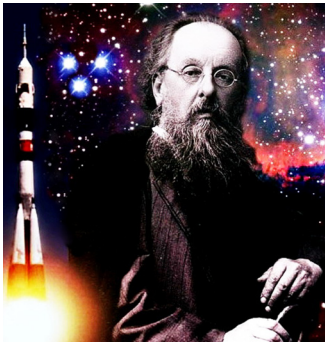


թվարկության 10-րդ դարում: Հարյուրավոր տարիների ընթացքում այդպիսի հրթիռներն օգտագործվել են հիմնականում որպես ազդանշանային և հրավառության սարքեր:

18-րդ դարի վերջին հնդիկներն ստեղծեցին առաջին մարտական հրթիռները: Դրանք սև, ծխարձակ վառողը որպես վառելիք օգտագործող, 3-6 կգ զանգված և թռիչքի մոտ 2 կմ հեռավորություն ունեցող հրթիռներ էին:

19-րդ դարի սկզբին անգլիացիները ավելի կատարելագործված մարտական հրթիռ գործածեցին: 20 կգ զանգվածով հրթիռի թռիչքի հեռավորությունը հասնում էր 2,5 կմ-ի:

Ռուսաստանում վառողային հրթիռները սպառազինության մեջ են ընդգրկվել 19-րդ դարի սկզբին: Դրանք հաջողությամբ գործադրվել են 1828-29 թթ. ռուս-թուրքական, 1853-56 թթ. Ղրիմի, ինչպես նաև՝ 1877-78 թթ. ռուս-թուրքական պատերազմներում:



Վ.Է.Ցիոլկովսկի
(1857-1935 թ.թ.)

Ռուս գիտնական, գյուտարար, մանկավարժ
Տեսական տիեզերագնացության հիմնադիր:

Առաջին հրթիռները վառողային (պինդ վառելիքային) էին: Հեղուկային հրթիռային շարժիչի սխեման մշակել է Կ. Է. Ցիոլկովսկին 1903 թվականին: ԱՄՆ-ում այդպիսի շարժիչի մշակմամբ զբաղվում էր Ռ. Գոդդարդը: Նրա ղեկավարությամբ այդպիսի շարժիչի առաջին փորձարկումներն իրականացվել են 20-րդ դարի 20-ական թվականներին: Ռուսաստանում հեղուկային հրթիռային շարժիչներ կառուցել ու փորձարկել են 1930-31 թվականներին:

Հրթիռային տեխնիկան նշանակալի զարգացում ապրեց երկրորդ համաշխարհային պատերազմի ժամանակ: ԽՍՀՄ-ում մշակվեցին անծուխ վառող օգտագործող ռեակտիվ արկեր, որոնք խորհրդային ավիացիայի կողմից փորձարկվեցին արդեն 1939 թվականին (Խալիսին

Գոլ գետի մոտ մղած մարտերում): Դրան անմիջապես հետևեց բազմալիցք արձակման կայանքների ստեղծումը, որոնք տեղադրվում էին ավտոմեքենաների վրա: Այդ ռեակտիվ սարքերը (կատյուշաներ) Հայրենական մեծ պատերազմում կարևոր դեր խաղացին ռուսական բանակի մարտական գործողություններում:

1942 թվականին Վերներ ֆոն Բրաունի ղեկավարությամբ Գերմանիայում սկսվեցին կառավարվող հեղուկային Ֆաու-2 հրթիռի փորձարկումները: Ֆաու-2-ի թռիչքի հեռավորությունը կազմում էր 300 կմ, հետագծի բարձրությունը՝ 70-80 կմ, զանգվածը՝ մոտ 13 տոննա:



Գագարին Յուրի
Ալեքսեյի
(1934–1968 թթ.)
Առաջին
տիեզերագնացը

Ժամանակակից մարտական հրթիռները ինչպես սովորական, այնպես էլ միջուկային լիցք են կրում, ունակ են մի քանի տասնյակ րոպեում մի քանի հազար կիլոմետր հեռավորություն հաղթահարելու: Թռիչքահարթակի և նպատակակետի տեղից կախված՝ այդ հրթիռները բաժանվում են մի քանի խմբի՝ «երկիր-երկիր» (արձակվում են երկրի կամ ծովի մակերևույթից վերգետնյա կամ ծովային նպատակակետերը ոչնչացնելու համար), «երկիր-օդ» (արձակվում են երկրի կամ ծովի մակերևույթից օդային նպատակակետերը *ոչնչացնելու համար*), «օդ-երկիր» (*արձակվում են ինքնաթիռներից*

երկրային կամ ծովային նպատակակետերը ոչնչացնելու համար) և այլն:

Տիեզերական թռիչքների համար հրթիռների օգտագործման գաղափարն առաջարկել է Կ. Է.Ցիոլկովսկին: Դրանից միայն կես դար անց հնարավոր դարձավ մարդու՝ տիեզերք թռչելու երազանքը: Երկրի առաջին արհեստական արբանյակն արձակվել է 1957թ. հոկտեմբերի 4-ին Խորհրդային միությունում: Դրանից հետո տիեզերանավեր արձակվեցին ԱՄՆ-ում, Իտալիայում, Ֆրանսիայում, Կանադայում, Գերմանիայում, Ճապոնիայում, Չինաստանում և Մեծ Բրիտանիայում:

Առաջին տիեզերագնացը Յու. Ա. Գագարինն է: 1961թ. ապրիլի 12-ին «Վոստոկ» տիեզերանավով նա երկրի շուրջը առաջին պտույտը գործեց: Իսկ 1969թ. հուլիսի 16-ին ամերիկացի տիեզերագնացներ Արնսթրոնգը և Օլդրինը «Ապոլոն-II» տիեզերանավով վայրէջք կատարեցին Լուսնի վրա:

1989 թ. մարտի 13-18-ը ամերիկյան «Դիսքավերի» տիեզերանավով թռիչք կատարեց հայազգի առաջին տիեզերագնաց Զ. Ֆ. Բաղյանը:

Ժամանակակից տիեզերական հրթիռներին հասանելի արագությունները թույլ են տալիս հաջողությամբ ուսումնասիրել Արեգակնային համակարգը: Մինչև ներկա պահը ավտոմատ միջմոլորակային կայանները հասել են Արեգակնային համակարգի գրեթե բոլոր մոլորակների շրջակայքը:



Բաղյան
Զեյն Ֆիլիպի
(1952 թ.)
Հայազգի առաջին
տիեզերագնացը:
Բժշկագիտության
դոկտոր

Այժմ ամեն տարի հարյուրավոր արբանյակներ են արձակվում, որոնք օգտագործվում են հեռահաղորդակցության, Երկրի մթնոլորտի, մակերևույթի և ընդերքի ուսումնասիրության, գիտատեխնիկական, ռազմական և այլ նպատակներով:



ՀԱՐՑԵՐ

1. Ի՞նչ հիմնական մասերից է կազմված հրթիռը:
2. Ե՞րբ են պատրաստվել առաջին հրթիռները, որտե՞ղ, ի՞նչ վառելիք էր օգտագործվում առաջին հրթիռներում, ի՞նչ նպատակներով էին դրանք օգտագործվում:
3. Որտե՞ղ է ստեղծվել առաջին մարտական հրթիռը:
4. Ո՞վ է մշակել հեղուկային հրթիռային շարժիչի սխեման:
5. Ե՞րբ է արձակվել առաջին տիեզերական հրթիռը, որտե՞ղ:
6. Ո՞վ է առաջին տիեզերագնացը, ե՞րբ է նա տիեզերք թռել:
7. Ովքե՞ր են ոտք դրել Լուսնի մակերևույթին, ե՞րբ:
8. Ի՞նչ նպատակներով են այժմ օգտագործվում Երկրի արհեստական արբանյակները:



§ 21. ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ԷՆԵՐԳԻԱ: ԿԻՆԵՏԻԿ ԷՆԵՐԳԻԱ: ՊՈՏԵՆՑԻԱԿ ԷՆԵՐԳԻԱ

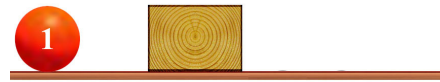
1. Մեխանիկական աշխատանք և էներգիա: Մեխանիկական աշխատանքի հետ սերտորեն կապված է մի հիմնարար ֆիզիկական հասկացություն: Այն անուղղակիորեն հանդես է գալիս հենց աշխատանքի սահմանման մեջ: Այսպես՝ մարմնի վրա ազդող F ուժի և նրա ուղղությամբ մարմնի անցած s ճանապարհի $A = Fs$ արտադրյալն անվանել ենք **ուժի** կատարած մեխանիկական աշխատանք: Բայց մարմնի վրա F ուժով ազդում է ինչ-որ այլ մարմին, ուստի ասում են, որ $A = Fs$ աշխատանքը այդ **մարմնի** կատարած աշխատանքն է: Ուրեմն՝ կան մարմիններ, որոնք ընդունակ են աշխատանք կատարելու: Աշխատանք կատարելու ունակ մարմնի մասին ասում են, որ այն օժտված է էներգիայով:

Այն ֆիզիկական մեծությունը, որը բնութագրում է մարմնի աշխատանք կատարելու ունակությունը, կոչվում է էներգիա:

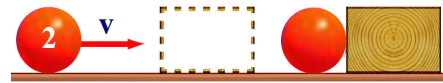
Իսկ թե որ մարմիններն են ընդունակ աշխատանք կատարելու, որոնք՝ ոչ, կարող ենք պարզել փորձի միջոցով:

Ինչպես գիտենք, սեղանին դրված չորսուն հորիզոնական ուղղությամբ տեղափոխելու համար որոշակի աշխատանք պետք է կատարել: Պարզենք, թե նկարներում պատկերված միատեսակ գնդերից որը կարող է դա անել:

1-ին փորձում գունդը պարզապես դնում ենք սեղանին (նկ. 21.1): Սկզբում դադարի վիճակում գտնվող այդ գունդը կպահպանի իր դադարի վիճակը, քանի որ նրա վրա ազդող ուժերը համակշռված են: Ուրեմն, այս դեպքում գունդն աշխատանք չի կատարում:

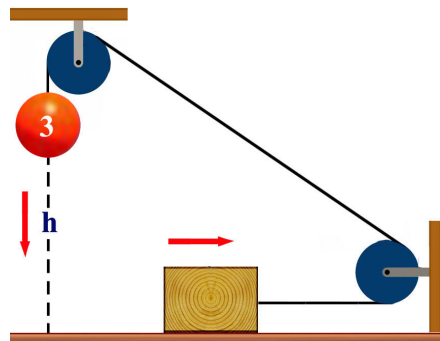


Նկ. 21.1



Նկ. 21.2

2-րդ փորձում գնդին հաղորդում ենք դեպի չորսուն ուղղված v արագություն (նկ. 21.2): Որոշ ժամանակ անց հարվածելով չորսուին՝ գունդը տեղափոխում է այն և կատարում որոշակի աշխատանք:



Նկ. 21.3

3-րդ փորձում գունդը սեղանից բարձրացնում ենք վեր, թելով ամրացնում չորսուին՝ ինչպես ցույց է տրված նկ. 21.3-ում, և բաց թողնում: Գունդն իջնում է ներքև և 2-րդ գնդի նման տեղափոխում չորսուն:

Փորձերի արդյունքում պարզում ենք, որ աշխատանք կատարում են 2-րդ և 3-րդ գնդերը: Ուրեմն, նրանք օժտված են էներգիայով, իսկ առաջինը՝ ոչ: Բայց ինչո՞վ են տարբերվում այդ գնդերը:

2-րդ գունդը 1-ից տարբերվում է շարժման վիճակով: 1-ինը գտնվում է դադարի վիճակում, իսկ 2-րդը՝ շաժվում է: Ուստի բնական է ենթադրել, որ նրա էներգիան պայմանավորված է շարժումով և կախված է նրա արագությունից:

Մարմնի շարժումով պայմանավորված էներգիան կոչվում է կինետիկ էներգիա:

3-րդ գունդը 1-ից տարբերվում է դիրքով: 1-ինը գտնվում է սեղանին, իսկ 3-րդը՝ սեղանից h բարձրության վրա: 3-րդ գունդն իջնում է դեպի սեղանը շնորհիվ Երկրի ձգողության: Հետևաբար՝ կարելի է եզրակացնել, որ նրա էներգիան պայմանավորված է Երկրի հետ փոխազդեցությամբ և կախված է գնդի բարձրությունից (դիրքից):

Մարմինների փոխազդեցությամբ պայմանավորված էներգիան կոչվում է պոտենցիալ էներգիա:

Ինչպես գիտենք, մարմինների շարժումը և նրանց փոխազդեցությունն ուսումնասիրում է ֆիզիկայի մեխանիկա բաժինը: Ուստի ընդունված է մարմինների շարժումով և նրանց փոխազդեցությամբ պայմանավորված էներգիաներն անվանել **մեխանիկական էներգիա**:

Մեխանիկական էներգիան սովորաբար նշանակում են E տառով: Էներգիան չափվում է նույն միավորներով, ինչ որ աշխատանքը, այսինքն՝ ջոուլներով (Ջ):

2. Կինետիկ էներգիա: Մարմնի կինետիկ էներգիա մենք անվանեցինք նրա շարժումով պայմանավորված էներգիան: Իսկ էներգիա անվանեցինք նրա աշխատանք կատարելու ընդունակությունը: Ուրեմն, v արագությամբ շարժվող մարմնի կինետիկ էներգիայի արտահայտությունն ստանալու համար պետք է հաշվել այն աշխատանքը, որն այն կարող է կատարել մինչև կանգ առնելը:

2-րդ փորձում չորսուին տեղափոխում է գնդիկի կողմից ազդող ուժը: Եթե s_0 ճանապարհ անցնելուց հետո գնդիկը և չորսուն կանգ են առնում, ապա այդ ընթացքում գնդիկի կատարած աշխատանքը՝

$$A = Fs_0, \quad (21.1)$$

որտեղ F -ը գնդիկի կողմից չորսուի վրա ազդող ուժն է:

Բայց, համաձայն Նյուտոնի III օրենքի, ինչ ուժով գնդիկն է ազդում չորսուի վրա, մոդուլով նրան հավասար, ուղղությամբ հակադիր ուժով էլ չորսուն է ազդում գնդիկի վրա: Այդ ուժի ազդեցության տակ գնդիկը կատարում է դանդաղող շարժում: Նյուտոնի II օրենքից՝ $F = ma$, որտեղ m -ը գնդիկի զանգվածն է, a -ն՝ նրա արագացումը: Դանդաղող շարժման դեպքում (տե՛ս §6) արգելակման ճանապարհը՝ $s_0 = v^2/2a$: Տեղադրելով F -ի և s_0 -ի արտահայտությունները (21.1) բանաձևի մեջ՝ կստանանք.

$$A = Fs_0 = ma \cdot \frac{v^2}{2a} = \frac{mv^2}{2}: \quad (21.2)$$

Սա այն աշխատանքն է, որը կարող է կատարել v արագությամբ շարժվող m զանգվածով մարմինը մինչև կանգ առնելը, որն էլ հենց նրա կինետիկ էներգիան է:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}: \quad (21.3)$$

Այսպիսով, **մարմնի կինետիկ էներգիան հավասար է նրա զանգվածի և արագության քառակուսու արտադրյալի կեսին**:

3. Պոտենցիալ էներգիա: Ստանանք Երկրի հետ փոխազդեցությամբ պայմանավորված մարմնի պոտենցիալ էներգիայի արտահայտությունը: Դրա համար պետք է հաշվել այն աշխատանքը, որը կարող է կատարել հ բարձրության վրա գտնվող մարմինը մինչև նրա բարձրությունը զրո դառնալը:

3-րդ փորձում չորսուն տեղափոխում է գնդիկի կողմից թելի միջոցով նրա վրա ազդող ուժը: Եթե բեռն ընտրված է այնպես, որ համակարգը

հավասարաչափ է շարժվում, ապա այդ ուժը հավասար է Երկրի կողմից գնդի վրա ազդող ծանրության mg ուժին: Մինչև սեղանին հասնելը գունդն անցնում է h ճանապարհ: Քանի որ գունդը չորսուին միացված է անշարժ ձախարակների միջոցով, ապա նույնքան ճանապարհ էլ անցնում է չորսուն: Հետևաբար, (21.1) բանաձևի մեջ տեղադրելով $F = mg$ և $s_0 = h$, կստանանք, որ այդ ընթացքում գնդի կատարած աշխատանքը՝

$$A = mgh: \tag{21.4}$$

Ստացվեց, որ h բարձրության վրա գտնվող m զանգվածով մարմինը մինչև նրա բարձրությունը զրո դառնալը կարող է կատարել mgh աշխատանք: Հետևաբար, նրա պոտենցիալ էներգիան՝

$$E_{պ} = mgh: \tag{21.5}$$

Այսպիսով՝ Երկրի հետ փոխազդեցության մեջ գտնվող **մարմնի պոտենցիալ էներգիան հավասար է այդ մարմնի զանգվածի, ազատ անկման արագացման և մարմնի ունեցած բարձրության արտադրյալին:**

4. Պոտենցիալ էներգիայի զրոյական մակարդակ: (21.5) բանաձևի արտածման ժամանակ մարմնի բարձրությունը մենք հաշվեցինք սեղանի մակերևույթից, այսինքն՝ այն ընդունեցինք որպես բարձրության հաշվարկի **զրոյական մակարդակ:** Բայց մարմնի բարձրությունը կարելի է չափել նաև հատակից, Երկրի մակերևույթից կամ մեկ այլ մակարդակից: Դրանցից յուրաքանչյուրն էլ կարող են ընդունվել որպես զրոյական մակարդակ: Սովորաբար դա արվում է պարզության ու հարմարության նկատառումներով: Իհարկե, տարբեր զրոյական մակարդակների դեպքում կստանանք պոտենցիալ էներգիայի տարբեր արժեքներ: Նշանակում է պոտենցիալ էներգիան հարաբերական մեծություն է և կախված է զրոյական մակարդակի ընտրությունից:

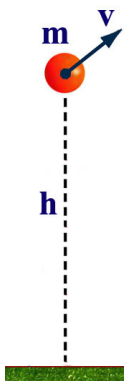


ՀԱՐՑԵՐ

1. Ո՞ր ֆիզիկական մեծությունն է կոչվում էներգիա:
2. Ինչո՞վ է պայմանավորված կինետիկ էներգիան:
3. Ինչո՞վ է պայմանավորված մարմնի պոտենցիալ էներգիան:
4. Ի՞նչն են անվանում մեխանիկական էներգիա: Ինչո՞ւ:
5. Ինչի՞ է հավասար մարմնի կինետիկ էներգիան:
6. Ինչի՞ է հավասար Երկրի հետ փոխազդող մարմնի պոտենցիալ էներգիան:
7. Ո՞ր մակարդակը կարելի է ընտրել որպես զրոյական մակարդակ:
8. Ո՞րն է պոտենցիալ էներգիայի հարաբերականությունը:

➔ §22. ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՓՈԽԱԿԵՐՊՈՒՄԸ ՄԻ ՏԵՍԱԿԻՑ ՄՅՈՒՍԻՆ: ԼՐԻՎ ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՊԱՀՊԱՆՄԱՆ ՕՐԵՆՔԸ

1. Լրիվ մեխանիկական էներգիա: Մարմինը միաժամանակ կարող է ունենալ և՛ կինետիկ, և՛ պոտենցիալ էներգիա: Օրինակ՝ հ բարձրության վրա v արագությամբ շարժվող m զանգվածով մարմինը (նկ. 22.1) ունի շարժումով պայմանավորված $E_k = mv^2/2$ և Երկրի հետ փոխազդեցության պայմանավորված $E_{պ} = mgh$ պոտենցիալ էներգիաներ:



Նկ. 22.1

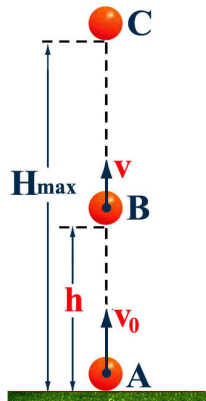
Մարմնի կինետիկ և պոտենցիալ էներգիաների գումարը կոչվում է **լրիվ մեխանիկական էներգիա**.

$$E = E_k + E_{պ}: \quad (22.1)$$

Նկ. 22.1-ում պատկերված գնդիկի լրիվ մեխանիկական էներգիան՝

$$E = \frac{mv^2}{2} + mgh: \quad (22.2)$$

2. Մեխանիկական էներգիայի փոխակերպումը մի տեսակից մյուսին: Մեզ քաջ ծանոթ ուղղաձիգ դեպի վեր նետած մարմնի շարժման օրինակով պարզ ենք, թե ինչպես են փոխվում մարմնի կինետիկ և պոտենցիալ էներգիաները ժամանակի ընթացքում:



Նկ. 22.2

Գնդիկին A կետում v_0 արագություն հաղորդելով՝ մենք նրան $E_k = mv_0^2/2$ կինետիկ էներգիա ենք հաղորդում (նկ. 22.2): Եթե զրոյական մակարդակ ընդունենք A մակարդակը, ապա գնդիկի պոտենցիալ էներգիան սկզբում զրո կլինի: Վերև բարձրանալիս գնդիկի արագությունն աստիճանաբար նվազում է, իսկ զրոյական մակարդակից ունեցած բարձրությունը՝ աճում: Դա նշանակում է, որ նրա կինետիկ էներգիան աստիճանաբար փոխակերպվում է պոտենցիալ էներգիայի: Հետագծի ամենաբարձր՝ C կետում գնդակի կինետիկ էներգիան դառնում է զրո, իսկ պոտենցիալ էներգիան հասնում է իր առավելագույն արժեքին:

Դրանից հետո գնդիկը սկսում է ցած ընկնել՝ աստիճանաբար մեծացնելով արագությունը: Վայրէջքի ընթացքում տեղի է ունենում հակառակ պրոցեսը՝ գնդիկի պոտենցիալ էներգիան փոխակերպվում է կինետիկ էներգիայի:

Այսպիսով, շարժման ընթացքում անընդհատ տեղի է ունենում կինետիկ էներգիայի փոխակերպում պոտենցիալ էներգիայի և հակառակը: Ընդ որում, երբ մի տեսակի էներգիան նվազում է, մյուս տեսակի էներգիան աճում է:

3. Լրիվ մեխանիկական էներգիայի վարքը ազատ անկման դեպքում:

Ինչպես տեսանք, շարժման ընթացքում գնդիկի կինետիկ և պոտենցիալ էներգիաներն անընդհատ փոխվում են: Իսկ ի՞նչ է տեղի ունենում գնդիկի լրիվ մեխանիկական էներգիայի հետ:

Հարցին պատասխանելու համար հաշվենք մարմնի լրիվ մեխանիկական էներգիան վերելքի կամայական B կետում (նկ. 22.2): Այդ կետի հ բարձրությունը մարմնի անցած ճանապարհն է, ուստի (6.3) բանաձևից կունենաք.

$$h = \frac{v_0 + v}{2} t, \quad (22.3)$$

որտեղ t -ն AB տեղամասն անցնելու ժամանակն է: (6.2) բանաձևից մարմնի արագությունը՝

$$v = v_0 - gt: \quad (22.4)$$

Այս հավասարումից՝ $t = (v_0 - v)/g$: Տեղադրելով t -ի արտահայտությունը (22.2) հավասարման մեջ՝ կստանանք:

$$h = \frac{v_0 + v}{2} \cdot \frac{v_0 - v}{g} = \frac{(v_0 + v)(v_0 - v)}{2g} = \frac{v_0^2 - v^2}{2g} \quad (22.5)$$

Լրիվ մեխանիկական էներգիայի (22.1) բանաձևում տեղադրելով h -ի արժեքը՝ կստանանք.

$$E_B = \frac{mv^2}{2} + mg \cdot \frac{v_0^2 - v^2}{2g} = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} = E_A: \quad (22.6)$$

Այստեղ E_B -ն գնդիկի լրիվ մեխանիկական էներգիան է B կետում, իսկ E_A -ն՝ A կետում (շարժման սկզբում): Հաշվի առնելով, որ B կետն ընտրված էր կամայականորեն, կարող ենք եզրակացնել, որ հետագծի բոլոր կետերում էլ մարմնի լրիվ մեխանիկական էներգիան հավասար է նետման պահին գնդիկի ունեցած էներգիային: Ուրեմն՝ չնայած շարժման ընթացքում մարմնի կինետիկ և պոտենցիալ էներգիաները փոփոխվում են, սակայն դրանց գումարը մնում է հաստատուն, այսինքն՝ **լրիվ մեխանիկական էներգիան պահպանվում է:**

4. Լրիվ մեխանիկական էներգիայի պահպանման օրենքը:

Վերևում նշված արդյունքը ստանալիս մենք անտեսեցինք գնդիկի վրա ազդող օդի դիմադրությունը ուժը: Գնդիկի շարժումը համարեցինք ազատ անկում, այսինքն՝ շարժում, որ տեղի է ունենում միայն ծանրության ուժի ազդեցության տակ: Ազատ անկում է նաև անկյան տակ նետած մարմնի շարժումը (նկ. 22.3): Ուստի լրիվ մեխանիկական էներգիան այս շարժման դեպքում էլ է

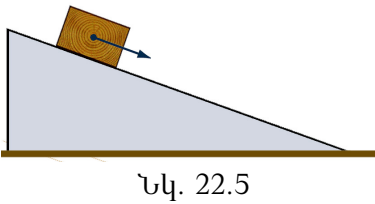
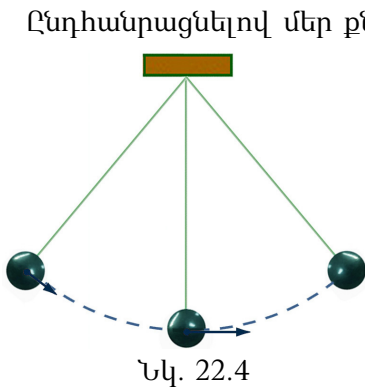


Նկ. 22.3

պահպանվում: Ուրեմն եթե անկյան տակ նետած մարմնի արագությունը h_1 բարձրության վրա v_1 է, իսկ h_2 բարձրության վրա՝ v_2 , ապա.

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + mgh_1 = \frac{m_2 v_2^2}{2} + mgh_2: \quad (22.7)$$

Բայց մարմնի լրիվ մեխանիկական էներգիան պահպանվում է ոչ միայն ազատ անկման դեպքում: Փորձը ցույց է տալիս, որ այն պահպանվում է բոլոր այն դեպքերում, երբ շարժումը տեղի է ունենում օդի դիմադրության և շփման ուժերի բացակայության պայմաններում: Այդպիսի շարժումների հետաքրքիր և հաճախ հանդիպող օրինակներն են թելից կախված գնդիկի (նկ. 22.4) և թեք հարթությամբ սահող մարմնի (նկ. 22.5) շարժումները:



Ընդհանրացնելով մեր քննարկած, ինչպես նաև բազմաթիվ այլ փորձերի արդյունքները՝ կարող են ձևակերպել մեխանիկական էներգիայի պահպանման օրենքը.

դիմադրության և շփման ուժերի բացակայության պայմաններում մարմնի լրիվ մեխանիկական էներգիան պահպանվում է:

Դիմադրության և շփման ուժերի առկայության դեպքում մարմնի լրիվ մեխանիկական էներգիան չի պահպանվում: Այդ ուժերի ազդեցության հետևանքով մարմինն աստիճանաբար կորցնում է իր մեխանիկական էներգիան: Իհարկե, դա չի նշանակում, որ էներգիան ընդհանրապես կորչում է: Պարզապես մեխանիկական էներգիան փոխակերպվում է էներգիայի այլ տեսակների, որոնց մենք կծանոթանանք հետագայում:

ՀԱՐՑԵՐ

1. Ի՞նչն են անվանում լրիվ մեխանիկական էներգիա:
2. Ձևակերպե՛ք մեխանիկական էներգիայի պահպանման օրենքը:
3. Ո՞ր էներգիայի հետ է համընկնում ազատ անկում կատարող մարմնի լրիվ մեխանիկական էներգիան գետնին բախվելու պահին՝ կինետիկ, թե՞ պոտենցիալ:
4. Ո՞ր էներգիայի հետ է համընկնում ուղղաձիգ դեպի վեր նետված գնդակի լրիվ մեխանիկական էներգիան այն պահին, երբ գնդակը հասել է թռիչքի առավելագույն բարձրությանը:

5. Շփման և դիմադրության ուժերի առկայության դեպքում ի՞նչ է տեղի ունենում մարմնի լրիվ մեխանիկական էներգիայի հետ:

**➔ §23. ԳՈՐԾՆԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 6
ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄ**

1. 20 կգ զանգվածով մարմինը, շարժվելով ուղղագիծ հավասարաչափ, 28 վ-ում անցավ 168 մ ճանապարհ: Գտնել մարմնի կինետիկ էներգիան:

<p>Տրված է $m = 20$ կգ $t = 28$ վ $S = 168$ մ</p>	<p>Լուծում: Ուղղագիծ հավասարաչափ շարժման արագությունը՝</p> $v = \frac{S}{t} :$ <p>v-ի այս արտահայտությունը տեղադրելով կինետիկ էներգիայի բանաձևի մեջ՝ կստանանք.</p> $E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{mS^2}{2t^2} = \frac{20 \cdot 168^2}{2 \cdot 28^2} = 360 \text{ Զ:}$
<p>$E_k - ?$</p>	<p>Պատ.՝ 360 Զ:</p>

2. 0,5 մ³ ծավալով երկաթե խողովակը անբարձիջի օգնությամբ բարձրացրեցին 4 մ: Որոշե՛ք խողովակի պոտենցիալ էներգիան, եթե երկաթի խտությունը 7800 կգ/մ³ է:

<p>Տրված է $v = 0,5$ մ³ $h = 4$ մ $\rho = 7800$ կգ/մ³</p>	<p>Լուծում: Խողովակի զանգվածը հավասար է նրա խտության և ծավալի արտադրյալին. $m = \rho v$: Տեղադրելով զանգվածի արտահայտությունը պոտենցիալ էներգիայի $E_{պ} = mgh$ բանաձևի մեջ՝ կստանանք.</p> $E_{պ} = mgh = \rho vgh = 0,5 \cdot 7800 \cdot 10 \cdot 4 = 156 \text{ 000 Զ} = 156 \text{ ԿԶ:}$
<p>$E_{պ} - ?$</p>	<p>Պատ.՝ 156 ԿԶ:</p>

3. 50 կգ զանգվածով փղան 10 մ/վ արագությամբ ցատկում է 12 մ բարձրությունից: Որքա՞ն է նրա կինետիկ էներգիան 6 մ բարձրության վրա: Օդի դիմադրության ուժը հաշվի չառնել:

<p>Տրված է $m = 50$ կգ $v_1 = 10$ մ/վ $h_1 = 12$ մ $h_2 = 6$ մ</p>	<p>Լուծում: Օդի դիմադրության ուժի բացակայության դեպքում մարդիկ լրիվ մեխանիկական էներգիան պահպանվում է՝</p> $E_{կ1} + E_{պ1} = E_{կ2} + E_{պ2},$ <p>որտեղից՝</p> $E_{կ2} = E_{կ1} + E_{պ1} - E_{պ2}:$
<p>$E_{կ2} - ?$</p>	



Հաշվի առնելով կինետիկ և պոտենցիալ էներգիաների բանաձևերը՝ կստանանք.

$$E_{կ2} = \frac{mv_1^2}{2} + mgh_1 - mgh_2 = 50 \cdot \left(\frac{100}{2} + 12 \cdot 10 - 6 \cdot 10 \right) = 5500 \text{ Ջ:}$$

Պատ.՝ 5500 Ջ:

4. 1 մ բարձրությունից գնդակը 10 մ/վ արագությամբ նետում են ուղղաձիգ դեպի ներքև: Ի՞նչ բարձրության կհասնի գնդակը գետնին հարվածելուց հետո: Համարել, որ գնդակը գետնից անդրադառնում է նույն արագությամբ, ինչ արագությամբ հասնում է դրան: Օդի դիմադրության ուժը հաշվի չառնել:

Տրված է

$$v_1 = 10 \text{ մ/վ}$$

$$h_1 = 1 \text{ մ}$$

$$h_2 = ?$$

Լուծում: Մինչև գետնին հարվածելը գնդակն ազատ անկում է կատարում, ուստի նրա լրիվ մեխանիկական էներգիան պահպանվում է: Գետնին հարվածելուց հետո փոխվում է գնդակի արագության միայն ուղղությունը, իսկ մեծությունը մնում է նույնը: Հետևաբար, լրիվ մեխանիկական էներգիան հարվածի հետևանքով չի փոխվում: Այն չի փոխվում նաև գնդակի դեպի վեր շարժման ժամանակ, քանի որ այդ շարժումը նույնպես ազատ անկում է: Այսպիսով՝ գնդակի ամբողջ շարժման ընթացքում նրա լրիվ մեխանիկական էներգիան պահպանվում է:

Սկզբում գնդակի լրիվ մեխանիկական էներգիան՝

$$E_1 = \frac{mv_1^2}{2} + mgh_1:$$

Վերջում գնդակի կինետիկ էներգիան զրո է, քանի որ հետագծի ամենաբարձր կետում գնդակը մի պահ կանգ է առնում, ուստի նրա լրիվ մեխանիկական էներգիան՝ $E_2 = mgh_2$:

Էներգիային պահպանման օրենքից՝ $E_1 = E_2$, այսինքն՝

$$\frac{mv_1^2}{2} + mgh_1 = mgh_2,$$

որտեղից՝

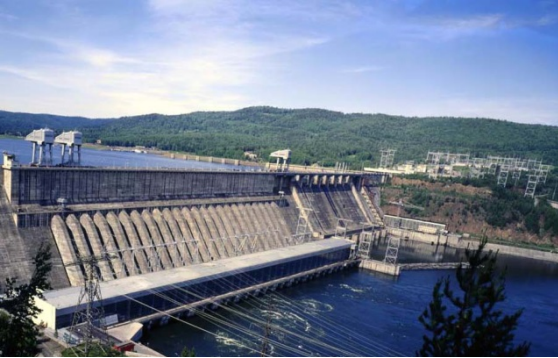
$$h_2 = h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = 1 + \frac{100}{2 \cdot 20} = 6 \text{ մ:}$$

Պատ.՝ 6 մ:



§ 24. ՇԱՐԺՎՈՂ ԶՐԻ ԵՎ ՔԱՄՈՒ ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄԸ

Ջուրը կարող է օժտված լինել ինչպես կինետիկ, այնպես էլ պոտենցիալ էներգիայով: Ամբարտակի միջոցով գետի ջրի մակարդակը բարձրացնելով՝ մեծացնում ենք ջրի պոտենցիալ էներգիան: Ենիսեյ գետի վրա կառուցված Կրասնոյարսկի ՀԷԿ-ի ամբարտակի բարձրությունը 124 մետր է (նկ. 24.1): 575 մ բարձրություն ունի Ռրոտան գետի վրա կառուցված Տաթևի ՀԷԿ-ի ամբարտակը (նկ. 24.2): Այդպիսի բարձրության վրա ջրի նույնիսկ 1մ^3 -ն օժտված է միլիոնավոր ջրով պոտենցիալ էներգիայով: Ջրի անկման ժամանակ նրա պոտենցիալ էներգիան փոխակերպվում է կինետիկ էներգիայի: Շարժվող ջրի կինետիկ էներգիան օգտագործում են ջրային տուրբինի պտուտակները շարժման մեջ դնելու համար: Այդ տուրբինը էլեկտրական գեներատորի լիսեռին պտտական շարժում է հաղորդում, և գեներատորն սկսում է էլեկտրական հոսանք արտադրել:



Նկ.24.1



Նկ.24.2

Կինետիկ էներգիայով օժտված է նաև շարժվող օդը՝ քամին: Նրա էներգիան օգտագործվում է հողմաշարժիչներում: Հայաստանում 2.6 ՄՎտ հզորությամբ առաջին հողմաէլեկտրակայանը (նկ. 24.3) գործարկվել է Պուշկինի լեռնանցքի տարածքում (Վանաձորի և Ստեփանավանի միջև) 2005 թ.: Երկրորդ՝ Շիրակի հողմաէլեկտրակայանի (նկ. 24.4) հզորությունը 90 ՄՎտ է: Երկրորդ հողմաէլեկտրակայանի Շարժվող օդը ձնշում է գործադրում օդային անիվի հողմաթևերի կամ պտուտակների վրա և նրան շարժման մեջ դնում: Հողմաթևերի պտտական շարժումը փոխանցվում է այս կամ այն աշխատանքը կատարող սարքերին: Այդ սարքերը կարող են լեռնային արտավայրերում կամ անապատներում ջուրը վեր հանել, ջուրը ջրաշտարակ բարձրացնել, էլեկտրաէներգիա ստանալ և այլն: Միջին դարերում լայնորեն տարածված էին հողմաղացները:

Քամին միշտ չէ, որ նույն կողմից է փչում: Երբ քամու ուղղությունը փոխվում է, օդանավը շրջվում է քամուն համընթաց: Շրջվելն ապահովում են հողմացույց կոչվող պոչուկային թիթեղները:

Քանու ժամանակակից շարժիչներում հաջողվում է կարգավորել նույնիսկ հողմապտուտակի պտույտների հաճախությունը: Ինչպես հայտնի է, քանու արագությունը փոփոխական է: Որպեսզի այդ փոփոխությունները հաշվի առնելու հնարավորություն ունենան, հողմանիվի թիակները շրջադարձ են կառուցում: Երբ քամին ուժեղանում է, հողմաթևերը շրջվում են՝ եզրերը դարձնելով դեպի քամին, երբ քամին թուլանում է, շրջվում են՝ ձակատը դարձնելով դեպի քամին:



Նկ.24.3



Նկ.24.4

Այն դեպքում, երբ հիդրոէլեկտրակայանների ամբարտակները, գետերի վրա արհեստական ծովեր առաջացնելով, խախտում են բնության հավասարակշռությունը (փոխվում է մերձափնյա տարածքների միկրոկլիման, դժվարանում ձկների ձվադրման գաղթը, գետի ափերը ջրասույզ են լինում և այլն), քանու էներգիա արտադրող կայանները ներդաշնակորեն համադրվում են շրջակա միջավայրի հետ:

Ի տարբերություն ջերմային ու ատոմային էլեկտրակայանների՝ քանու կայանները կառուցումից հետո վառելիքի ծախս այլևս չեն պահանջում: Նրանց կողմից օգտագործվող քանու էներգիան մատակարարվում է բնության կողմից: Բացի դրանից, քանու շարժիչների աշխատանքը վնասակար թափոններ չի գոյացնում (ինչպես վառելիքի այրման ժամանակ առաջացող գազերը կամ ռադիոակտիվ թափոնները): Այդ պատճառով քանու շարժիչները էներգիայի էկոլոգիապես մաքուր աղբյուրներ են:

Էկոլոգիապես մաքուր են նաև մակընթացային էլեկտրակայանները (ՄԷԿ-երը), որոնք օգտագործում են ծովերի ու օվկիանոսների ջրի մակընթացությունն ու տեղատվությունը:



ՀԱՐՑԵՐ

1. Որտե՞ղ է օգտագործվում շարժվող ջրի էներգիան:
2. Ի՞նչ էներգիա է օգտագործվում քամու շարժիչներում:
3. Հիդրոէլեկտրակայանների, ջերմաէլեկտրակայանների, ատոմակայանների հետ համեմատած՝ ի՞նչ առավելություններ ունեն քամու կայանները:
4. Ի՞նչ է ՄԷԿ-ը:



§ 25. ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 2

ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՊԱՀՊԱՆՄԱՆ ՕՐԵՆՔԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒՄԸ

Աշխատանքի նպատակը. փորձականորեն ստուգել մեխանիկական էներգիայի պահպանման օրենքը:

Սարքեր և նյութեր. ձոռ, գնդիկ, ամրակալան՝ կցորդիչով և թաթիկով, մետաղե գլան, չափաժապավեն, վայրկենաչափ, լծակավոր կշեռք, կշռաքարեր:

Աշխատանքը կատարելու ընթացքը

1. Ճոռն ամրացրե՛ք ամրակալանին այնպես, ինչպես ցույց է տրված նկ. 11.1-ում: Հորիզոնի նկատմամբ ձոռի թեքության անկյունը պետք է մեծ չլինի:
2. Լծակավոր կշեռքով որոշե՛ք գնդիկի m զանգվածը:
3. Չափաժապավենով չափե՛ք ձոռի վերին մասում անշարժ վիճակում գտնվող գնդիկի h բարձրությունը սեղանի մակերևույթից:
4. Չափաժապավենով չափե՛ք գնդիկի անցած S ճանապարհը, իսկ վայրկենաչափով՝ շարժման t ժամանակը:
5. (5.2) բանաձևից գնդիկի v արագությունը՝ արտահայտած S -ի և t -ի միջոցով, կլինի.

$$v = \frac{2S}{t}$$

6. Գրանցե՛ք աղյուսակում m , h , S , t մեծությունների արժեքները:
7. Հաշվե՛ք գնդիկի կինետիկ և պոտենցիալ էներգիաները (16.1) և (18.2) բանաձևերով և ստացված արդյունքները գրանցեք աղյուսակում:

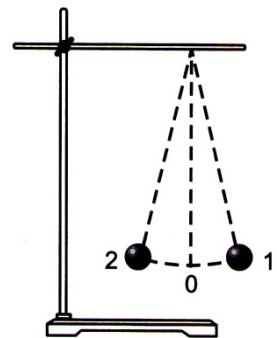
№	m , կգ	h , մ	S , մ	t , վ	E_k , Ջ	$E_{պ}$, Ջ
1						
2						

➔ § 26. ԳԱՂԱՓԱՐ ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ:
ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ԵՎ ԶՍՊԱՆԱԿԱՎՈՐ ՃՈՃԱՆԱԿՆԵՐ:
ՏԱՏԱՆՄԱՆ ԼԱՅՆՈՒՅԹ ԵՎ ՀԱՃԱՄՈՒԹՅՈՒՆ

Տատանումները շարժման չափազանց տարածված տեսակ են: Տատանումների թվին են պատկանում քամուց ծառերի ճյուղերի ճոճվելը, երաժշտական գործիքների լարերի թրթիռները, ավտոմեքենայի շարժիչի գլաններում մխոցների շարժվելը, ճոճանակի ճոճվելը, պատի ժամացույցի և նույնիսկ մեր սրտի զարկերը:

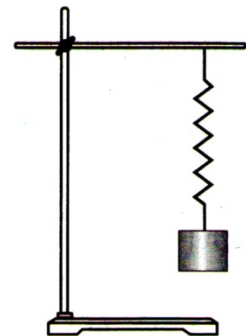
Տատանողական շարժումը դիտարկենք թելավոր և զսպանակավոր ճոճանակների օրինակներով:

Մաթեմատիկական ճոճանակը (թելավոր) պատկերված է նկար 26.1-ում: Այն բաղկացած է 1 երկարությամբ բարակ, թեթև թելից, որից կախված է m զանգվածով գնդիկ: Եթե գնդիկը, հավասարակշռության դիրքից հանելով, մի կողմ շեղենք ու բաց թողնենք, այն կսկսի տատանվել, այսինքն՝ կրկնվող շարժումներ կատարել՝ պարբերաբար անցնելով հավասարակշռության դիրքով:



Նկ. 26.1

Նկար 26.2-ում պատկերված է **զսպանակավոր ճոճանակ**: Այս ճոճանակը k կոշտությամբ անկշիռ զսպանակից կախված m զանգվածով բեռ է և ի վիճակի է տատանվել զսպանակի առաձգականության ուժի շնորհիվ:



Նկ. 26.2

Տատանողական շարժումը բնութագրում են A լայնությամբ, T պարբերությամբ և ν հաճախությամբ:

Տատանումների լայնույթն այն առավելագույն հեռավորությունն է, որի չափով իր հավասարակշռության դիրքից կարողանում է հեռանալ տատանվող մարմինը: Տատանումների լայնույթը չափվում է երկարության միավորներով՝ մետրով, սանտիմետրով և այլն:

Տատանումների պարբերությունը մեկ լրիվ տատանում կատարելու համար անհրաժեշտ ժամանակամիջոցն է: Տատանումների պարբերությունը չափվում է ժամանակի միավորներով՝ վայրկյաններով, րոպեներով և այլն:

Տատանումների հաճախությունը մեկ վայրկյանում կատարվող տատանումների թիվն է: Միավորների ՄՀ-ում հաճախության չափման միավոր է ընդունված մեկ հերցը (1 Հց)՝ գերմանացի ֆիզիկոս Հ. Հերցի պատվին (1857-1894 թթ.): Եթե տատանումների հաճախությունը հավասար է 1 Հց-ի, նշանակում է յուրաքանչյուր վայրկյանի ընթացքում կատարվում է մեկ տատանում: Իսկ եթե, օրինակ, հաճախությունը $\nu=50$ Հց, նշանակում է, որ մեկ վայրկյանի ընթացքում կատարվում է 50 տատանում:

Տատանումների T պարբերության և ν հաճախության համար ճիշտ են այն բոլոր բանաձևերը, որ մենք ստացանք շրջանագծային հավասարաչափ շարժման հաճախության և պարբերության համար:

1. Տատանումների պարբերությունը որոշելու համար անհրաժեշտ է t ժամանակը բաժանել այդ ընթացքում կատարված տատանումների n թվի վրա.

$$T = \frac{1}{n} \quad (26.1)$$

2. Տատանումների հաճախությունը որոշելու համար անհրաժեշտ է տատանումների n թիվը բաժանել այն ժամանակի վրա, որի ընթացքում այդ տատանումները տեղի են ունեցել.

$$\nu = \frac{n}{t} \quad (26.2)$$

Տատանումների թիվը հաշվելու համար անհրաժեշտ է գործնականում հստակ պատկերացնել, թե ինչ է մեկ (լրիվ) տատանումը: Եթե, օրինակ, մաթեմատիկական ճոճանակը սկսում է շարժվել 1 կետից (տե՛ս նկար 26.1), ապա մեկ տատանում է համարվում նրա այնպիսի շարժումը, երբ ճոճանակը, անցնելով նշված հավասարակշռության 0 դիրքը, հետո հասնելով 2 դիրքին, ետ է վերադառնում, անցնում է հավասարակշռության 0 դիրքը և նորից հասնում 1 դիրքին:

Համեմատելով (26.1) և (26.2) բանաձևերը՝ տեսնում ենք, որ տատանումների պարբերությունն ու հաճախությունը հակադարձ մեծություններ են, այսինքն.

$$T = \frac{1}{\nu}, \quad \nu = \frac{1}{T} \quad (26.2)$$

Տատանման ժամանակ մարմնի դիրքն անընդհատ փոփոխվում է: Տատանվող մարմնի կոորդինատների՝ ժամանակից ունեցած կախման գրաֆիկն անվանում են տատանումների գրաֆիկ: Այս գրաֆիկի հորիզոնական առանցքի վրա տեղադրում են t ժամանակը, ուղղահայաց

առանցքի վրա՝ x կոորդինատը: Այդ կոորդինատի մոդուլը ցույց է տալիս, թե ժամանակի տվյալ պահին հավասարակշռության դիրքից ինչ հեռավորության վրա է գտնվում տատանվող մարմինը (սյուրթական կետը): Երբ մարմինն անցնում է հավասարակշռության դիրքով, կոորդինատի նշանը փոխվում է հակառակի՝ ցույց տալով, որ մարմինը հայտնվել է միջին դիրքի մյուս կողմում:

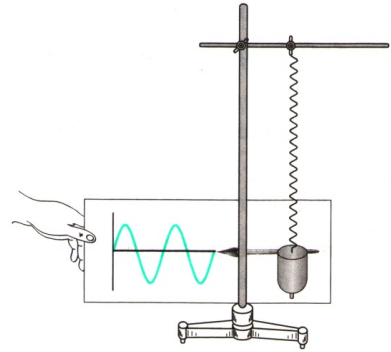
Տատանումների գրաֆիկի ձևի մասին կարելի է դատել՝ հիմնվելով հետևյալ փորձերի վրա:

Զսպանակավոր ճոճանակը միացնենք գրող սարքի հետ և տատանվող մարմնի առաջ սկսենք հավասարաչափ շարժել թղթե ժապավենը (նկ. 26.3): Գրող սարքը թղթե ժապավենի վրա գիծ կնկարի, որը ձևով կհամընկնի տատանումների գրաֆիկի հետ:

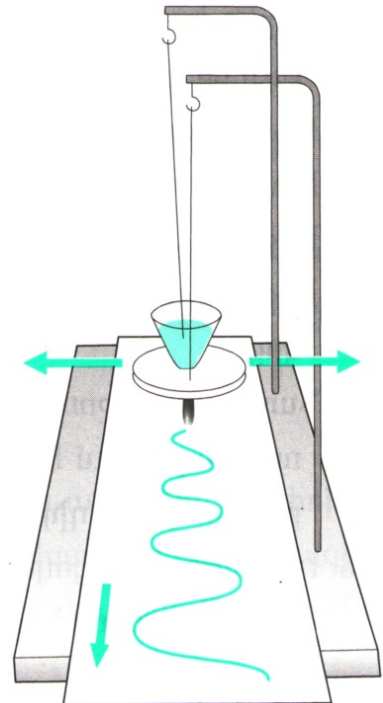
Թելավոր ճոճանակի տատանումների գրառման համար կարելի է օգտագործել նկար 26.4-ում պատկերված սարքը: Այստեղ իբրև ճոճանակ է ծառայում ավազով լցված ձագարը: Եթե տատանվող ձագարի տակ հավասարաչափ տեղաշարժենք թղթե ժապավեն (կամ բարակ տախտակ), ձագարից բարակ շիթով ցած թափվող ավազը նրա վրա կհետք կթողնի:

Բավականաչափ փոքր շփումների և կարճ ժամանակահատվածների դեպքում ճոճանակներից յուրաքանչյուրի տատանումների գրաֆիկը նման է սինուսոիդ կորի կամ, կարճ ասած, սինուսոիդ է:

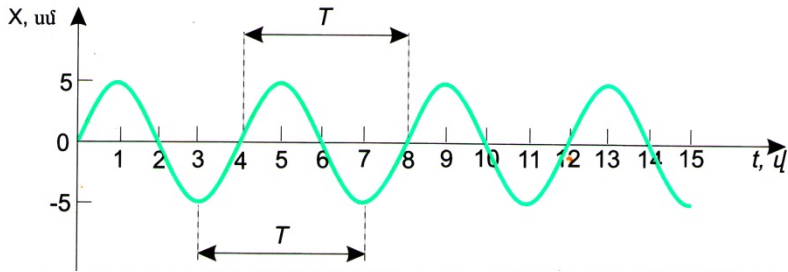
Տատանումների գրաֆիկով կարելի է որոշել տատանողական շարժման բոլոր բնութագրերը: Այսպես՝ նկար 26.5-ում պատկերված գրաֆիկը նկարագրում է $A=5$ սմ լայնությամբ, $T=4$ վ պարբերությամբ ($v=0,25$ Հց) հաճախությամբ տատանումներ:



Նկ. 26.3



Նկ. 26.4



Նկ. 26.5



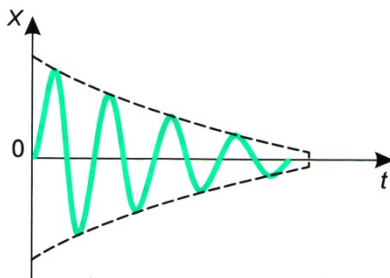
ՀԱՐՑԵՐ

1. Բերե՛ք տատանումների օրինակներ:
2. Ի՞նչն՞վ են միմյանցից տարբերվում մաթեմատիկական և զսպանակավոր ճոճանակները:
3. Ի՞նչն են անվանում տատանման լայնույթ:
4. Ի՞նչ է տատանման պարբերությունը:
5. Ի՞նչն են անվանում տատանման հաճախություն:
6. Միավորների ՄՀ-ում ի՞նչ միավորով է չափվում տատանման հաճախությունը:
7. Հավասարակշռության դիրքից հեռանալիս մաթեմատիկական ճոճանակի գնդիկին ի՞նչ ուժ է ստիպում հետ շարժվել: Ի՞նչն՞ է նա կանգ չի առնում հավասարակշռության դիրքում:
8. Ի՞նչ ուժի ազդեցությամբ են տեղի ունենում զսպանակավոր ճոճանակի տատանումները:



§ 27. ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՓՈԽԱԿԵՐՊՈՒՄՆԵՐԸ ՏԱՏԱՆՈՂԱԿԱՆ ՇԱՐՃՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

Մաթեմատիկական (կամ զսպանակավոր) ճոճանակի տատանումներն օդի դիմադրության պատճառով մարող բնույթ են կրում. դրանց լայնույթն աստիճանաբար նվազում է, և, ի վերջո, ճոճանակը կանգ է առնում (նկ. 27.1):



Նկ. 27.1

Սակայն եթե օդի դիմադրությունը փոքր է, ապա փոքր ժամանակահատվածներում այն կարելի է հաշվի չառնել: Այս դեպքում ճոճանակի նկատմամբ կարելի է կիրառել էներգիայի պահպանման օրենքը:

Որպես օրինակ՝ քննարկենք մաթեմատիկական ճոճանակը: Երբ այն հանում են հավասարակշռության վիճակից, այդպիսով նրան հաղորդում են որոշակի E_{uy} պոտենցիալ էներգիա: Տատանումների սկզբում, երբ ճոճանակը, թափ առնելով շրջանի աղեղով, սրընթաց ցած է իջնում (դեպի հավասարակշռության դիրքը), նրա պոտենցիալ էներգիան նվազում է, իսկ կինետիկը՝ աճում: Միջին դիրքում E_k կինետիկ էներգիան առավելագույնն է, իսկ պոտենցիալը՝ նվազագույնը (հավասար է զրոյի): Այն բանից հետո, երբ ճոճանակը իներցիայով շարունակի հեռանալ հավասարակշռության դիրքից, նրա կինետիկ էներգիան կսկսի նվազել, իսկ պոտենցիալը՝ աճել: Եզրային դիրքում ճոճանակի պոտենցիալ էներգիան կհասնի իր առավելագույն արժեքին, իսկ կինետիկ էներգիան կվերածվի զրոյի: Այնուհետև այս ամենը կկրկնվի հակառակ հաջորդականությամբ:

Ընդունված է ասել, որ ճոճանակի տատանումների ընթացքում նրա պոտենցիալ էներգիան պարբերաբար փոխակերպվում է կինետիկ էներգիայի, իսկ կինետիկ էներգիան՝ պոտենցիալի:

$$E_{uy} \rightarrow E_k \rightarrow E_{uy} \rightarrow E_k \dots$$

Այս էներգիաներից յուրաքանչյուրն առանձին-առանձին փոփոխվում է, սակայն դրանց գումարը (այսինքն՝ E լրիվ մեխանիկական էներգիան) շփման և դիսսիպացիայի ուժերի բացակայության դեպքում մնում է անփոփոխ:

Այդ ուժերի առկայությամբ պոտենցիալ և կինետիկ էներգիաների հաջորդական փոխակերպումներից ամեն մեկի ընթացքում լրիվ մեխանիկական էներգիայի որոշ կորուստ է լինում:



ՀԱՐՑԵՐ

1. Ինչո՞ւ են մարում ճոճանակի տատանումները:
2. Էներգիայի ինչպիսի՞ փոխակերպումներ են տեղի ունենում ճոճանակի չմարող տատանումների դեպքում:
3. Ճոճանակի ո՞ր դիրքերում է նրա արագությունը հավասարվում զրոյի: Ո՞ր դիրքում է այն առավելագույնը: Ինչո՞ւ:

Փորձարարական առաջադրանք

Թելից փոքր բեռ կախե՛ք: Այն դուրս բերե՛ք հավասարակշռության դիրքից և բա՛ց թողեք: Մի որոշ ժամանակ հետևե՛ք ճոճանակի տատանումներին: Պատկերե՛ք ճոճանակը՝ նշելով ճոճանակի այն դիրքերը, որոնցում ա) կինետիկ էներգիան առավելագույնն է, բ) կինետիկ էներգիան նվազագույնն է, գ) պոտենցիալ էներգիան նվազագույնն է, դ) պոտենցիալ էներգիան առավելագույնն է:



§ 28. ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐԻ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ

Մաթեմատիկական և զսպանակավոր և թելավոր ձոճանակների տատանումները, որոնք քննարկվեցին նախորդ պարագրաֆներում, կոչվում են ազատ: **Ազատ տատանումները տեղի են ունենում «ինքնաբերաբար», առանց արտաքին, պարբերաբար փոփոխվող ուժերի ազդեցության:** Ինչպե՞ս էին առաջանում այդ տատանումները: Մաթեմատիկական ձոճանակի դեպքում ունենք բարակ, անկշիռ երկար թելիկ, բեռ և երկրագունդ, որոնք միասին ապահովում են տատանումները: Զսպանակավոր ձոճանակի դեպքում ունենք անկշիռ զսպանակ, բեռ, երկրագունդ: Երկու ձոճանակների դեպքում տատանումներն ապահովվում են ներքին ուժերով, որոնք պայմանավորված են երկրագունդ-բեռ և թել-բեռ (կամ երկրագունդ-բեռ, զսպանակ-բեռ) փոխազդեցություններով:

Այն տատանումները, որոնք կատարվում են համակարգում գործող ներքին ուժերի շնորհիվ, անվանում են **ազատ տատանումներ:** Եթե ներքին ուժերի թվում կան նաև շփման կամ դիմադրության ուժեր, ապա տատանումների լայնույթն աստիճանաբար փոքրանում է: **Այն տատանումները, որոնց լայնույթն աստիճանաբար փոքրանում է, անվանում են մարող տատանումներ:** Ազատ տատանումները շփման և դիմադրության ուժերի առկայությամբ մարող են լինում: Ինչո՞ւ: Որովհետև, օրինակ, մաթեմատիկական ձոճանակում երկրի ձգողության ուժը դանդաղեցնում է գնդիկին նրա բարձրանալու ժամանակ, բայց իջնելիս արագացնում է: Իսկ, ասենք, շփման ուժը ոչ միայն բարձրանալիս է դանդաղեցնում գնդիկի շարժումը, այլ նաև իջնելիս:

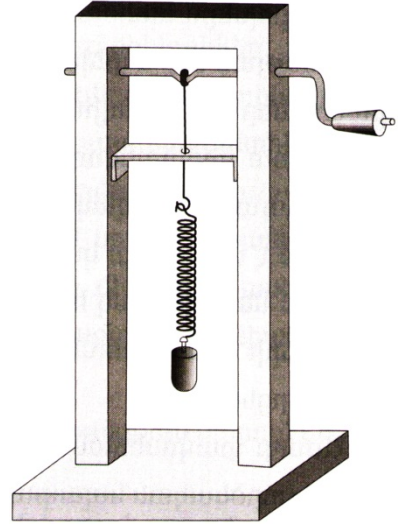
Դիմադրության և շփման ուժերը միշտ գոյություն ունեն: Ուրեմն, հնարավոր չէ ստանալ **չմարող տատանումներ**, այսինքն՝ այնպիսի տատանումներ, որոնց լայնույթն աստիճանաբար չփոքրանա: Պարզվում է՝ հնարավոր է, եթե համակարգի վրա ազդի պարբերաբար փոխազդող ուժ: Այն տատանումները, որոնք կատարվում են արտաքին պարբերաբար փոփոխվող ուժի առկայությամբ, անվանում են **հարկադրական** տատանումներ:

Անհարթ ճանապարհով շարժվող ավտոմեքենայի ցնցումները, նավախելի թեթև տատանումները, թիապտուտակի աշխատանքով ինչ-որ մեկի կողմից պարբերաբար հրվող մանկական ձլորթու շարժումը, այս բոլորը հարկադրական տատանումներ են:

Հարկադրական տատանումներն ուսումնասիրելու համար կարելի է օգտագործել նկ. 28.1-ում պատկերված սարքը: Բռնակով շուռովիկին ամրացնում են զսպանակավոր ձոճանակ: Բռնակը հավասարաչափ պտտելու դեպքում զսպանակի միջոցով բեռին կհաղորդվի պարբերաբար փոփոխվող ուժի ազդեցությունը:

Չնայած արտաքին նմանությանը՝ ազատ և հարկադրական տատանումների միջև էական տարբերություններ կան:

Շփման և միջավայրի դիմադրության առկայության պատճառով ազատ տատանումները մարում են. նրանց էներգիան և լայնույթը ժամանակի ընթացքում նվազում են: Հարկադրական տատանումները չեն մարում. այդ տատանումների ընթացքում տեղի ունեցող էներգիայի կորուստները փոխհատուցվում են արտաքին ուժի աղբյուրից եկող էներգիայով: Այդ պատճառով հարկադրական տատանումները չմարող տատանումներ են:



Նկ. 28.1

Հարկադրական տատանումների հաճախությունը և պարբերությունը համընկնում են արտաքին ուժի փոփոխության հաճախության և պարբերության հետ (օրինակ՝ նկ. 28.1-ում պատկերված բռնակի պտտման հաճախության հետ): Փոխելով արտաքին ուժի փոփոխման հաճախությունը ($\nu_{արտ.}$), կփոխենք հարկադրական տատանումների $\nu_{հարկ}$ հաճախությունը ($\nu_{հարկ}$ -ը միշտ հավասար է լինում $\nu_{արտ}$ -ին):

Ազատ տատանումները կարող են տեղի ունենալ միայն որոշակի հաճախություններով և պարբերություններով, որոնք կախված են տատանողական համակարգի բնութագրիչներից:

Օրինակ՝ զսպանակավոր ձոճանակը բնութագրվում է m զանգվածով և զսպանակի k կոշտությամբ, որոնցով էլ որոշվում է զսպանակից կախված բեռի ազատ տատանումների պարբերությունը.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (26.1)$$

Մաթեմատիկական ձոճանակի ազատ տատանումների պարբերությունը կախված է թելի l երկարությունից և ազատ անկման g արագացումից.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (26.2)$$

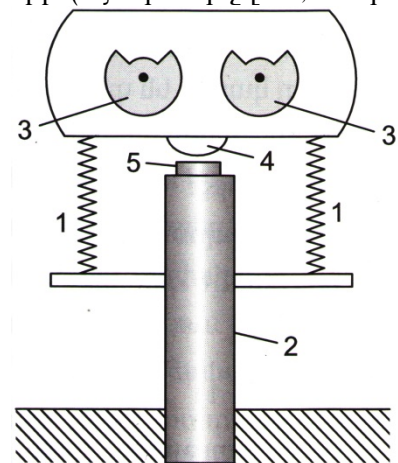
Մաթեմատիկական ճոճանակի տատանումների պարբերությունը կախված չէ մարմնի զանգվածից: Այսպիսով, (21.1) և (21.2) բանաձևերում բերված են զսպանակավոր և մաթեմատիկական ճոճանակների սեփական տատանումների պարբերությունների բանաձևերը:

Իմանալով տատանումների պարբերությունը՝ կարելի է գտնել ազատ տատանումների հաճախությունը: Այն կոչվում է տատանողական համակարգի սեփական հաճախություն: Այս անվանումը պայմանավորված է նրանով, որ տատանողական յուրաքանչյուր համակարգ ունի իր բնութագրիչները, և առանց դրանք փոխելու անհնար է փոխել սեփական հաճախությունը:

Բնության մեջ և տեխնիկայում ամենատարբեր հաճախությունների տատանումներ են հանդիպում: Օրինակ՝ Պետերբուրգի Իսակիևյան տաճարում տատանվող ճոճանակի սեփական հաճախությունը 0,05 Հց է, երկաթուղային զսպանակավոր վագոնի տատանումների հաճախությունը կազմում է մոտ 1 Հց, կամերտոններինը տասնյակ հերցից մինչև մի քանի կիլոհերց, իսկ մոլեկուլներում ատոմների տատանումների հաճախությունը կարող է հասնել միլիոնավոր մեգահերցերի:

Ազատ տատանումները ժամանակի ընթացքում մարում են: Այդ պատճառով գործնական նպատակներով ավելի հաճախ օգտագործում են ոչ թե ազատ, այլ հարկադրական տատանումները: Առավել լայնորեն դրանք կիրառվում են զանազան վիբրացիոն մեքենաներում: Դրանցից մեկի՝ հանքահատ մուրձի մասին արդեն խոսվել է VII դասարանի դասագրքում: Այլ տեսակի վիբրացիոն մեքենաներում հարկադրական տատանումներն առաջ են գալիս չհավասարակշռված պտտվող ռոտորների (այսպես կոչված, հակահավասարակշիռների) պարբերական ներգործության արդյունքում: Այսպիսի մեքենայի օրինակ է վիբրացիոն մուրձը:

Վիբրացիոն մուրձը հարվածային վիբրացիոն մեքենա է, որը նախատեսված է գետնի մեջ տարբեր տեսակի ցցեր, խողովակներ և այլն խփելու համար: Այս մեքենայի ուրվագիծը պատկերված է նկ. 28.2-ում: Վիբրացիոն մուրձը զսպանակե կախոցի (1) միջոցով միացնում են ցցին (2): Հակահավասարակշիռների (3) պտտման ժամանակ առաջ են գալիս հարկադրական տատանումներ, որոնք ուղեկցվում են ցցի սալի (5) վրա



Նկ. 28.2

կռահի (4) հարվածային ինպուլսներով: Ցցի տակի գետինը փխրեցվում է, և ծանրության ուժի գործողության ազդեցությամբ ցիցը ներքև է իջնում:



ՀԱՐՑԵՐ

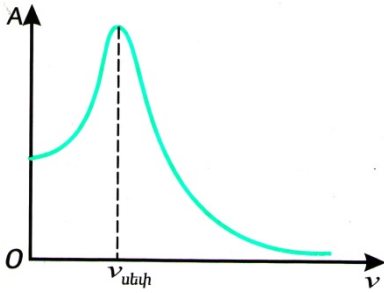
1. Ո՞ր տատանումներն են կոչվում ազատ: Բերե՛ք օրինակներ:
2. Ո՞ր տատանումներն են կոչվում հարկադրական: Բերե՛ք օրինակներ:
3. Ո՞ր տեսակի (ազա՞տ, թե՞ հարկադրական) տատանումներին են վերաբերում հետևյալ երևույթները. ներքին այրման շարժիչում մխոցի շարժումը, սեղանի շարժումը, որ առաջացել է նրա վրա ուժ գործադրելու պատճառով, աշխատող կարի մեքենայի ասեղի տեղաշարժը, լարի տատանումները, որոնք առաջացել են միանգամյա ներգործության հետևանքով:
4. Ինչո՞ւ ազատ տատանումները ժամանակի ընթացքում մարում են, իսկ հարկադրականները՝ ոչ:
5. Ինչո՞վ է որոշվում ազատ տատանումների հաճախությունը: Ինչո՞ւ են այն անվանում տատանողական համակարգի սեփական հաճախություն:
6. Ի՞նչ բանաձևերով են հաշվարկվում զսպանակավոր և թելավոր ձոճանակների սեփական տատանումների պարբերությունները:
7. Ո՞ր մեքենաներում են օգտագործվում հարկադրական տատանումները:



§ 29. ՌԵԶՈՆԱՆՍ

Հարկադրական տատանումների տարբերիչ առանձնահատկությունը դրանց A լայնության կախվածությունն է արտաքին ուժի փոփոխման ν հաճախությունից: Այս կախվածությունն ուսումնասիրելու համար կարելի է օգտվել նկ. 28.1-ում պատկերված մեզ արդեն ծանոթ սարքից: Եթե շուռտվիկի բռնակը շատ դանդաղ պտտեցնենք, ապա բեռը զսպանակի հետ միասին վեր ու վար կտեղաշարժվի այնպես, ինչպես կախման O կետը: Այս դեպքում հարկադրական տատանումների լայնությամբ մեծ չի լինի: Ավելի արագ պտտելու դեպքում բեռը կսկսի ավելի ուժեղ տատանվել, և զսպանակավոր ձոճանակի սեփական հաճախությանը հավասար պտույտի հաճախության դեպքում ($\nu = \nu_{սեփ}$) նրա տատանումների լայնությամբ կհասնի առավելագույնին: Բռնակի պտույտի հաճախության հետագա մեծացման ժամանակ բեռի հարկադրական տատանումների լայնությամբ կրկին կփոքրանա: Իսկ բռնակը շատ արագ պտտելու դեպքում բեռը կգտնվի գրեթե անշարժ վիճակում: Իր իներտության պատճառով չհասցնելով հետևել արտաքին ուժի փոփոխություններին՝ զսպանակավոր ձոճանակը պարզապես կսկսի «տեղում դողալ»:

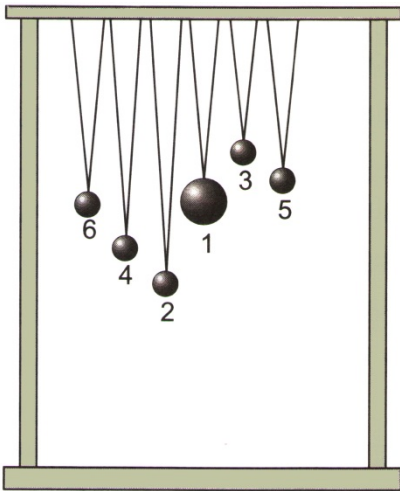
$v = v_{սեփ}$ դեպքում հարկադրական տատանումների լայնույթի կտրուկ աճը կոչվում է **ռեզոնանս**:



Նկ. 29.1

Արտաքին ուժի փոփոխության հաճախությունից հարկադրական տատանումների լայնույթի կախվածության գրաֆիկը պատկերված է նկ. 29.1-ում: Այս գրաֆիկն անվանում են **ռեզոնանսային կոր**: Այս կորի առավելագույն կետը համապատասխանում է այն v հաճախությանը, որը հավասար է տատանումների $v_{սեփ}$ սեփական հաճախությանը:

Ռեզոնանսի երևույթը կարելի է ցուցադրել նաև մաթեմատիկական ճոճանակների միջոցով: Փայտե ձողից կախենք մի մեծ գունդ (1) և մի քանի թեթև, տարբեր երկարության թելեր ունեցող ճոճանակներ (նկ. 29.2): Այդ ճոճանակներից յուրաքանչյուրն ունի տատանումների իր սեփական հաճախությունը, որը կարելի է որոշել՝ իմանալով թելի երկարությունը և ազատ անկման արագացումը: Այժմ ձեռք չտալով թեթև ճոճանակներին՝ հավասարակշռության վիճակից հանենք մեծ գունդը և բաց թողնենք: Ծանր գնդի ձոճվելու պատճառով ձողը կսկսի պարբերաբար ձկվել, ինչն էլ կհանգեցնի նրան, որ թեթև ճոճանակներից յուրաքանչյուրի վրա կսկսի ազդել պարբերաբար փոփոխվող առաձգականության ուժը: Դրա փոփոխման հաճախությունը հավասար կլինի գնդի տատանումների հաճախությանը: Այս ուժի ներգործության հետևանքով ճոճանակները կսկսեն հարկադրական տատանումներ կատարել: Ընդ որում՝ մենք կտեսնենք, որ 2 և 3 ճոճանակները գրեթե անշարժ կմնան, 4 և 5-ը կսկսեն տատանվել մի փոքր ավելի մեծ լայնությամբ, իսկ 6-ը, որն ունի թելի նույն երկարությունը, հետևաբար և տատանումների նույն սեփական հաճախությունը, ինչ-որ մեծ գունդը, կտատանվի ամենամեծ լայնությամբ: Սա հենց ռեզոնանսի երևույթն է:



Նկ. 29.2

Ռեզոնանսը կարելի է դիտել նաև նկ. 29.3-ում պատկերված սարքի միջոցով: Մետրոնոմի 1 ճոճանակի հիմքը թելով միացնում են 2 ճոճանակի թելին: Այս

Մետրոնոմի 1 ճոճանակի հիմքը թելով միացնում են 2 ճոճանակի թելին: Այս

փորձում ճոճանակը ճոճվում է առավելագույն լայնույթով այն ժամանակ, երբ մետրոնոմի (որը «քաշում է» ճոճանակի թելից) տատանումների հաճախությունը համընկնում է այդ ճոճանակի ազատ տատանումների հաճախությանը:

Ռեզոնանսն առաջանում է այն պատճառով, որ արտաքին ուժը, մարմնի ազատ տատանումներին համարժեք գործելով, անընդհատ դրական աշխատանք է կատարում: Այս աշխատանքի շնորհիվ տատանվող մարմնի էներգիան մեծանում է, իսկ տատանումների լայնույթը՝ աճում:

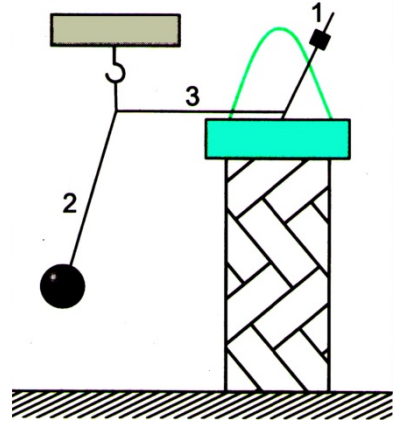
Ռեզոնանսի երևույթը կարող է և՛ դրական, և՛ բացասական դեր խաղալ:

Հայտնի է, օրինակ, որ մեծ զանգի ծանր լեզվակը կարող է տարուբերել անգամ երեխան, եթե նա պարանի վրա ազդի լեզվակի ազատ տատանումներին համապատասխան:

Ռեզոնանսի կիրառման վրա է հիմնված լեզվակավոր հաճախաչափի աշխատանքը: Այս սարքը ընդհանուր հիմքի վրա ամրացված տարբեր երկարության առաձգական թիթեղների հավաքածու է: Ամեն մի թիթեղի սեփական հաճախությունը հայտնի է: Տատանողական համակարգի հետ, որի հաճախությունը պետք է որոշել, հաճախաչափի շփման ժամանակ առավելագույն լայնույթով սկսում է տատանվել այն թիթեղը, որի հաճախությունը համընկնում է չափվող հաճախությանը: Տեսնելով, թե որ թիթեղն է մտել ռեզոնանսի մեջ, մենք կորոշենք համակարգի տատանումների հաճախությունը:

Ռեզոնանսի կարող ենք հանդիպել նաև այնպիսի դեպքերում, երբ այն միանգամայն անցանկալի է: Այսպես, 1750 թվականին Ֆրանսիայի Անժեր քաղաքի մոտակայքում՝ 102 մ երկարությամբ շղթայակապ կամրջի վրայով, անցնում էր համաչափ քայլող զինվորների ջոկատը: Նրանց քայլերի հաճախությունը համընկավ կամրջի ազատ տատանումների հաճախությանը: Այդ պատճառով կամրջի տատանումների լայնույթը կտրուկ մեծացավ (սկսվեց ռեզոնանսը), և շղթաները պոկվեցին: Կամուրջն ընկավ գետը:

1830 թվականին նույն պատճառով փլվեց Անգլիայի Մանչեստր քաղաքի մոտ գտնվող կախովի կամուրջը, երբ նրա վրայով շարային քայլով անցնում էր զինվորական ջոկատը:



Նկ. 29.3

1906 թվականին ռեզոնանսի պատճառով կործանվեց Պետերբուրգի Եգիպտական անվանումը կրող կամուրջը, որով հեծելագոր էր անցնում:

Այժմ այդպիսի պատահարները կանխելու նպատակով կամրջով անցնելիս գորամասերին հրաման է տրվում շարժվել ոչ թե շարային, այլ ազատ քայլքով:

Իսկ եթե կամրջով գնացք է անցնում, ապա ռեզոնանսից խուսափելու համար այն կամ դանդաղ է շարժվում, կամ, ընդհակառակը, առավելագույն արագությամբ, որպեսզի ռելսերի կցատեղերի վրա գնացքի անիվների հարվածների հաճախությունը հավասար չլինի կամրջի տատանումների սեփական հաճախությանը:

Իր սեփական հաճախությունն ունի նաև վագոնը, որը տատանվում է իր զսպակների վրա: Երբ ռելսերի կցատեղերի վրա վագոնի անիվների հարվածների հաճախությունը հավասարվում է այդ հաճախությանը, վագոնը սկսում է ուժեղ ճռճվել:

Ռեզոնանսի կարելի է հանդիպել ոչ միայն ցամաքում, այլև ջրում և անգամ օդում: Այսպես, թիալիսեռի պտտման որոշակի հաճախության դեպքում ռեզոնանսի մեջ են մտնում ամբողջական նավեր: Իսկ ավիացիայի զարգացման սկզբնական շրջանում որոշ շարժիչներ օդանավերի մասերի այնպիսի հուժկու ռեզոնանսային տատանումներ էին առաջացնում, որ օդանավերը կործանվում էին օդում:



ՀԱՐՑԵՐ

1. Ի՞նչ է ռեզոնանսը: Ի՞նչ պայմաններում է այն ի հայտ գալիս:
2. Նկարագրե՛ք փորձեր, որոնց ժամանակ դիտվում է ռեզոնանսի երևույթը:
3. Ի՞նչ դեր (օգտակա՞ր, թե՞ վնասակար) է խաղում ռեզոնանսը մարդկանց կյանքում: Բերե՛ք օրինակներ:

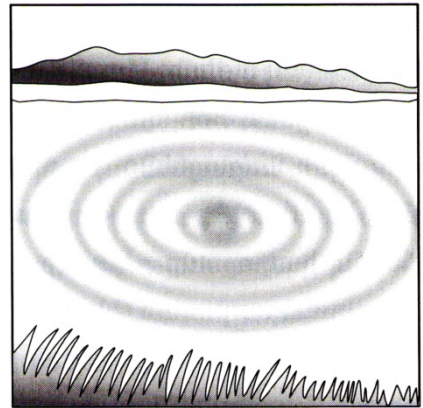


§ 30 ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ԱԼԻՔՆԵՐ

Բոլորս էլ նկատած կլինենք, երբ անշարժ ջրի մեջ քարեր ենք նետում, ջրի մակերևույթին առաջանում են իրար հաջորդող կատարների և գոգավորությունների տեսքով շրջաններ: Առաջանալով մի տեղում (ուր նետվել էր քարը)՝ անմիջապես սկսում են տարածվել բոլոր կողմերով (նկ. 30.1): Դրանք ալիքներն են:

Հեղուկի մակերևույթին ալիքները գոյություն ունեն հեղուկի մասնիկների վրա ծանրության ուժերի և միջնուլեկուլային փոխազդեցության ուժի ներգործության հետևանքով: Այս տեսակի ալիքներից ամենատարածվածը և ուշագրավը ծովի ալիքներն են, այսինքն՝ ծովերի և օվկիանոսների մակերևույթի ալիքները:

Անգլիացի գիտնական Ա.Էդինգտոնը գրում էր, որ «նավով ճանապարհորդողին թվում է, թե օվկիանոսը կազմված է ալիքներից, այլ ոչ թե ջրից»: Ալիքների առաջին նշույլները (մեղմ ծփանքը զուգահեռ շարքերի տեսքով) ի հայտ են գալիս այն բանից հետո, երբ ջրի մակերևույթի վրա ներգործող քանո արագությունը հասնում է 1,1 մ/վ-ի: Քանո արագության մեծանալուն զուգընթաց՝ ալիքների բնույթը փոխվում է. կատարների բարձրությունը մեծանում է, իսկ ձևը՝ բարդանում: Բալթիկ ծովում ալիքների բարձրությունը հասնում է 5 մ-ի, Ատլանտյան օվկիանոսում՝ մինչև 9 մ-ի, իսկ հարավային կիսագնդի ջրերում պատահել են 12-13 մետրանոց ալիքներ, որոնք տեղաշարժվել են մոտ 20 մ/վ արագությամբ:



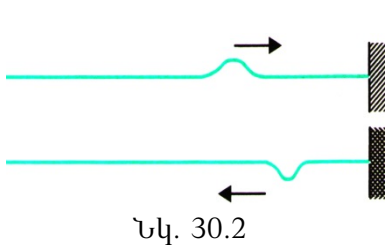
Նկ. 30.1

Երբ ծովի ալիքները հասնում են ափին, ապա նրա մոտ ջրային շերտի խորության կտրուկ փոփոխության դեպքում կարող են ջրի չափազանց բարձր (երբեմն մի քանի տասնյակ մետր բարձրությամբ) նետումներ առաջանալ: Այս դեպքում ջրի հսկայական զանգվածի կինետիկ էներգիան հաղորդվում է հանդիպակաց ափամերձ արգելքներին, որոնք հնարավոր է չկարողանան դիմագրավել ջրի ճնշմանը և քանդվեն: Ալեբախության կործանիչ ուժը երբեմն հասնում է զարմանալիորեն մեծ արժեքների: Այսպես՝ Շետլենդյան կղզիներում կարելի է գտնել մինչև 13 տ զանգվածով ժայռաբեկորներ, որոնք ալեբախության հետևանքով նետվել են մոտ 20 մ բարձրության վրա: Իսկ Բիլբաոյում (Իսպանիա) ալեբախությունը շրջել և տեղահան է արել 1700 տ բետոնե զանգվածը:

Հեղուկի մակերևույթի վրա առաջացող ալիքներից բացի, մեխանիկական ուսումնասիրում է, այսպես կոչված, **առաձգական ալիքները**, որոնք տարածվում են տարբեր միջավայրերում՝ շնորհիվ նրանցում գործող առաձգականության ուժերի: Այդ միջավայրերը կոչվում են **առաձգական**:

Վերցնենք, օրինակ, երկար պարան (կամ ռետինե քուղ) և նրա ծայրերից մեկն ամրացնենք պատին: Ձգելով պարանը՝ ձեռքի կտրուկ շարժումով

հարվածենք նրա չամրացված եզրին: Կտեսնենք, որ այդ կարճատև խոտորումը «կվազի» պարանի երկայնքով և հասնելով պատին՝ հետ կանդրադառնա (սկ. 30.2):



Նկ. 30.2

Միջավայրի սկզբնական խոտորումը, որը հանգեցնում է ալիքի առաջացմանը, պայմանավորված է միջավայրում որևէ օտար մարմնի ազդեցությամբ: Վերջինս կոչվում է **ալիքի աղբյուր**: Դա կարող է լինել մարդու ձեռքը, որը հարվածել է պարանին, փոքրիկ քարը, որ նետվել է ջուրը և այլն:

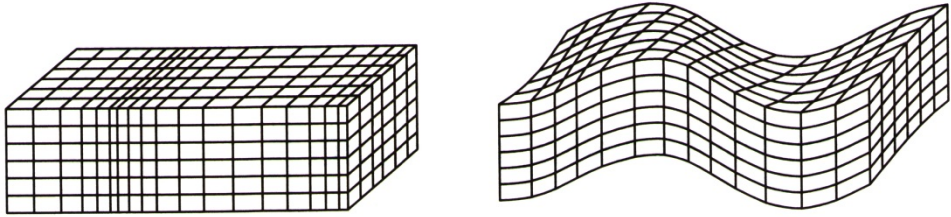
Եթե աղբյուրի ներգործությունը կարճատև բնույթ է կրում, ապա միջավայրում առաջ է գալիս, այսպես կոչված, միայնակ ալիք (տես՝ սկ. 30.2): Իսկ եթե ալիքի աղբյուրը երկարատև տատանողական շարժում է կատարում, ապա ալիքները միջավայրում սկսում են գնալ մեկը մյուսի հետևից: Նման պատկեր կարելի է տեսնել, եթե ջրով լի տաշտի վերևում տեղադրենք տատանվող թիթեղ, որի ծայրն իջեցված է ջրի մեջ:

Ալիքի առաջացման անհրաժեշտ պայմանը խոտորման պահին արգելակիչ ուժի, օրինակ՝ առաձգականության ուժերի երևան գալն է: Այդ ուժերը ձգտում են մոտեցնել միջավայրի հարևան մասնիկները, եթե դրանք հեռացել են իրարից, և հեռացնել, եթե մոտեցել են: Ազդելով աղբյուրից ավելի ու ավելի հեռու գտնվող միջավայրի մասնիկների վրա՝ առաձգականության ուժերը սկսում են դրանք դուրս բերել հավասարակշռությունից: Աստիճանաբար միջավայրի բոլոր մասնիկները մեկը մյուսի հետևից ներգրավվում են տատանողական շարժման մեջ: Այս տատանումների տարածումն էլ ներկայանում է ալիքի տեսքով:

Ցանկացած առաձգական ալիքում միաժամանակ գոյություն ունեն երկու տեսակի շարժում՝ միջավայրի մասնիկների տատանումներ և խոտորման տարածում: Այն ալիքը, որում միջավայրի մասնիկները տատանվում են նրա տարածման ուղղության երկայնքով, կոչվում է **երկայնական**, իսկ այն ալիքը, որում միջավայրի մասնիկները տատանվում են նրա տարածման ուղղությանն ուղղահայաց, կոչվում է **լայնական**:

Երկայնական ալիքում խոտորումը ներկայանում է միջավայրի խտացումների և նոսրացումների ձևով (սկ. 30.3.ա), իսկ լայնականում՝ միջավայրի որոշ շերտերի՝ մյուսների նկատմամբ տեղաշարժերի սահքի տեսքով (սկ. 30.3.բ): Խտացումը միշտ ուղեկցվում է առաձգականության ուժերի ի հայտ գալով, մինչդեռ սահքը հանգեցնում է առաձգականության ուժերի առաջացմանը միայն պինդ մարմիններում: Շերտերի տեղաշարժերը գազերում և հեղուկ-

ներում առաձգականության ուժեր չեն առաջացնում: Ուստի, **երկայնական ալիքները** կարող են տարածվել բոլոր միջավայրերում (և՛ հեղուկ, և՛ պինդ, և՛ գազային), իսկ **լայնականները՝** միայն պինդ միջավայրերում:



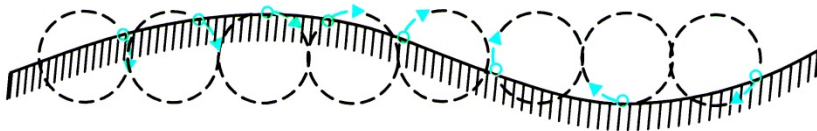
ա Երկայնական ալիք

բ Լայնական ալիք

Նկ. 30.3

Ջրի (կամ ցանկացած այլ հեղուկի) մակերևույթի ալիքները ո՛չ երկայնական են, ո՛չ էլ լայնական: Դրանք բարդ երկայնալայնական բնույթ ունեն, որի ժամանակ հեղուկի մասնիկները շարժվում են կամ շրջանագծով (նկ. 30.4), կամ հորիզոնական ուղղությամբ ձգված էլիպսներով: Դրանում հեշտ է համոզվել, եթե հետևենք ջրի վրա թեթև տաշեղի տեղաշարժերին: Բայց սա դեռ ամենը չէ: Ջրի մակերևույթին մասնիկների շրջանաձև շարժումները (հատկապես տատանումների մեծ լայնության դեպքում) ուղեկցվում են ալիքի տարածման ուղղությամբ դրանց դանդաղ տեղաշարժմամբ: Հենց սրանով է բացատրվում «ծովային բարիքների» առկայությունը ծովափերին:

Ալիքի տարածման ուղղությունը



Նկ. 30.4



ՀԱՐՑԵՐ

1. Ինչո՞վ են տարբերվում առաձգական ալիքները հեղուկի մակերևույթի ալիքներից:
2. Ի՞նչ են հասկանում առաձգական միջավայրի խտտորում ասելով:
3. Ո՞րն է ալիքի առաջացման անհրաժեշտ պայմանը:
4. Ո՞ր ալիքներն են կոչվում երկայնական, որո՞նք՝ լայնական:
5. Ո՞ր միջավայրերում են տարածվում երկայնական ալիքները, որոնցո՞ւմ՝ լայնականները:
6. Մասնիկներն ինչպե՞ս են շարժվում ջրի մակերևույթի ալիքներում:



§ 31. ԱԼԻՔԻ ՏԱՐԱԾՄԱՆ ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ

ԵՐԿԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

Ցանկացած ալիք տարածվում է որոշակի արագությամբ: **Ալիքի արագություն** ասելով՝ հասկանում են խոտորման տարածման արագությունը: Օրինակ՝ պողպատե ձողի ձակատին հարվածելիս նրանում առաջանում է տեղային խտացում, որն այնուհետև ձողի երկայնքով տարածվում է մոտ 5 կմ/վ արագությամբ:

Ալիքի արագությունը որոշվում է այն միջավայրի հատկություններով, որում տարածվում է: Մի միջավայրից մեկ այլ միջավայր անցնելու դեպքում ալիքի արագությունը փոխվում է:

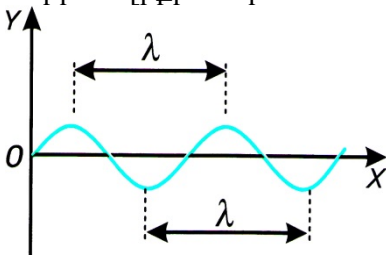
Արագությունից բացի, ալիքի կարևոր բնութագրիչներից է ալիքի երկարությունը: **Ալիքի երկարություն է կոչվում այն հեռավորությունը, որն անցնում է ալիքը տատանումների պարբերությանը հավասար ժամանակամիջոցում:**

Քանի որ ալիքի արագությունը հաստատուն մեծություն է (տվյալ միջավայրի համար), ապա դրա անցած ձանապարհը հավասար է արագության և նրա տարածման ժամանակի արտադրյալին: Այսպիսով, ալիքի երկարությունը գտնելու համար պետք է նրա արագությունը բազմապատկել տատանումների պարբերությամբ.

$$\lambda = V \cdot T, \tag{31.1}$$

որտեղ V -ն ալիքի արագությունն է, T -ն՝ ալիքում տատանումների պարբերությունը, λ -ն (հունարեն «յամբդա» տառը)՝ ալիքի երկարությունը:

Իբրև ալիքի տարածման ուղղություն ընտրելով x առանցքը և y -ով նշանակելով ալիքում տատանվող մասնիկների կոորդինատը՝ կարելի է կառուցել **ալիքի գրաֆիկը**: Մինուտիդան լի ալիքի գրաֆիկը (ժամանակի տրված t պահի համար) պատկերված է նկար 31.1-ում: Հարևան կատարների (կամ գոգավորությունների) միջև հեռավորությունն այս գրաֆիկում համընկնում է ալիքի λ երկարությանը:



Նկ. 31.1

(31.1) բանաձևն արտահայտում է ալիքի երկարության կապը նրա արագության և պարբերության հետ: Հաշվի առնելով, որ տատանումների պարբերությունը հակադարձ համեմատական է հաճախությանը, այսինքն՝ $T=1/V$, կարելի է ստանալ մի բանաձև,

որը կարտահայտի ալիքի երկարության կապը նրա արագության և հաճախության հետ. $\lambda = V \cdot T = v \cdot 1/\nu$, որտեղից.

$$V = \lambda \nu \quad (31.2)$$

Ստացված բանաձևը ցույց է տալիս, որ ալիքի արագությունը հավասար է ալիքի երկարության և տատանումների հաճախության արտադրյալին:

Ալիքում տատանումների հաճախությունը համընկնում է աղբյուրի տատանումների հաճախությանը (քանի որ միջավայրի մասնիկների տատանումները հարկադրական են) և կախված չէ այն միջավայրի հատկություններից, որում ալիքը տարածվում է: Մի միջավայրից մեկ այլ միջավայր անցնելու դեպքում ալիքի հաճախությունը չի փոխվում, փոխվում են միայն ալիքի արագությունն ու երկարությունը:



ՀԱՐՑԵՐ

1. Ի՞նչ են հասկանում ալիքի արագություն ասելով:
2. Ի՞նչ է ալիքի երկարությունը:
3. Ինչպե՞ս է կապված ալիքի երկարությունը նրա արագության և տատանումների պարբերության հետ:
4. Ինչպե՞ս է ալիքի երկարությունը կապված արագության և տատանումների հաճախության հետ:
5. Ալիքի հետևյալ բնութագրերից որո՞նք են փոխվում ալիքը մի միջավայրից մեկ այլ միջավայր անցնելու դեպքում. ա) ալիքի հաճախությունը, բ) պարբերությունը, գ) արագությունը, դ) երկարությունը:

Փորձարարական առաջադրանք

Տաշտի մեջ ջուր լցրե՛ք և մատով (կամ քանոնով) ջրին ռիթմիկ հպումների միջոցով նրա մակերևույթին ալիքներ առաջացրե՛ք: Օգտագործելով տատանումների տարբեր հաճախություններ (օրինակ՝ ջրին հպվելով վայրկյանում մեկ կամ երկու անգամ)՝ ուշադրություն դարձրե՛ք ալիքների հարևան կատարների միջև եղած հեռավորությանը: Տատանումների ինչպիսի՞ հաճախության դեպքում է ալիքի երկարությունն ավելի մեծ:

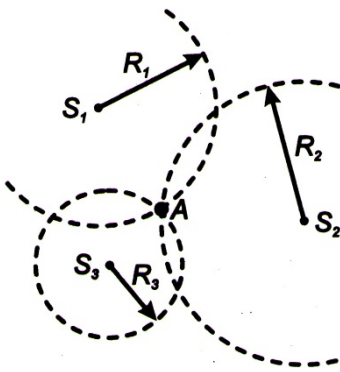


§ 32. ՍԵՅՍՄԱԿԱՆ ԱԼԻՔՆԵՐ

Սեյսմական ալիքներ են կոչվում այն ալիքները, որոնք տարածվում են Երկրի ներսում երկրաշարժերի կամ հզոր պայթյունների օջախներից: Քանի որ Երկիրը հիմնականում պինդ է, ուստի, նրանում միաժամանակ կարող են առաջանալ երկու տեսակի ալիքներ՝ երկայնական և լայնական: Այս ալիքների արագությունը նույնը չէ. երկայնական ալիքները լայնականներից արագ են տարածվում: Օրինակ՝ 500 կմ խորության վրա լայնական սեյսմիկ ալիքների արագությունը մոտավորապես 5 կմ/վ է, իսկ երկայնական ալիքներինը՝ 10 կմ/վ:

Սեյսմական ալիքներով պայմանավորված Երկրի մակերևույթի տատանումների արձանագրումն ու գրանցումն իրականացվում է սեյսմոգրաֆ կոչվող սարքի միջոցով: Սեյսմոգրաֆի հիմնական մասը ձոճանակն է, որը սկսում է տատանվել սեյսմական ալիքների ի հայտ գալուց: Սարքավորման պարզագույն տեսակի դեպքում ձոճանակը միացնում են գրող սարքին, որը հատուկ ժապավենի վրա գծում է տատանումների գրաֆիկը:

Տարածվելով երկրաշարժի օջախից՝ առաջինը սեյսմական կայանին են հասնում երկայնական ալիքները, իսկ որոշ ժամանակ անց՝ լայնականները: Իմանալով երկրակեղևում ալիքների տարածման արագությունը՝ կարելի է որոշել մինչև երկրաշարժի էպիկենտրոնն ընկած R հեռավորությունը: Էպիկենտրոնի կոնկրետ տեղն իմանալու համար օգտագործում են մի քանի սեյսմական կայաններից ստացված տվյալները: Ենթադրենք, որ երկրաշարժի էպիկենտրոնից մինչև S_1 սեյսմական կայանն ընկած հեռավորությունը հավասար է R_1 -ի, մինչև S_2 կայանը՝ R_2 , իսկ մինչև S_3 -ը՝ R_3 : Այդ դեպքում քարտեզի վրա սեյսմիկ կայանների շուրջը գծելով համապատասխան շառավիղներով շրջանագծեր և գտնելով դրանց հատման կետը՝ կիմանանք, թե որտեղ է գտնվում սեյսմական ալիքների աղբյուրը (նկ. 32.1-ում A կետը):



Նկ. 32.1

Երկրագնդում տարեկան հարյուրիցավոր երկրաշարժեր են գրանցվում: Դրանց գերակշիռ մասը թույլ են, սակայն ժամանակ առ ժամանակ պատահում են այնպիսիները, որոնք խախտում են երկրակեղևի ամբողջականությունը, ավերում շինությունները և հանգեցնում մարդկային զոհերի:

Երկրաշարժերի ուժգնությունը որոշում են 12 բալանոց սանդղակի միջոցով (Տե՛ս.աղյուսակը.):

Աղյուսակ

Բալ	Երկրաշարժի անվանումը	Համառոտ բնութագիրը
1	Աննշան	Գրանցվում է միայն սեյսմական սարքավորումների միջոցով:
2	Շատ թույլ	Զգում են միայն լիակատար հանգստի վիճակում գտնվող հատուկենտ մարդիկ:
3	Թույլ	Զգում է բնակչության մի փոքր մասը:
4	Չափավոր	Բնորոշ է առարկաների, ամանեղենի և պատուհանների ապակիների թեթև զնգզնգոցը և տատանումը, դռների և պատերի ճռռոցը:
5	Բավականաչափ ուժեղ	Շենքերի ընդհանուր ցնցումներ, կահույքի տատանումներ, լուսամուտների ապակիների և պատերի սվաղի ձաքեր քնած մարդիկ արթնանում են:
6	Ուժեղ	Զգում են բոլորը: Պատերին ամրացված նկարները ցած են ընկնում: Սվաղի կտորներ են պոկվում: Շենքերը թեթև վնասվածքներ են ստանում:
7	Շատ ուժեղ	Ճաքում են քարե տների պատերը: Սեյսմակայուն և փայտե շինություններն անվնաս են մնում:
8	Ավերիչ	Ճաքեր են առաջանում զառիթափ լանջերին և խոնավ հողում: Հուշարձանները տեղաշարժվում են կամ շրջվում:
9	Անայացնող	Քարե տների մեծ վնասվածքներ և ավերումներ են լինում:
10	Կործանիչ	Լինում են հողի խոշոր ձեղքվածքներ, փլուզումներ և սողանքներ, քարե շինությունների ավերումներ: Երկաթգծի ռելսերը ծռնվում են:

Բայ	Երկրաշարժի անվանումը	Համառոտ բնութագիրը
11	Ադետ	Հողում լայն ձեղքեր են առաջանում: Բազմաթիվ փլուզումներ և սողանքներ: Քարե տներն ամբողջովին ավերվում:
12	Մաստիկ ադետ	Բնահողի փոփոխությունները հասնում են հսկայական չափերի: Բազմաքանակ ձեղքվածքներ, փլուզումներ, սողանքներ: Լձերում ենթալճակներ են առաջանում, գետերի հոսանքները շեղվում են: Ոչ մի շինություն կանգուն չի մնում:

Օրինակ՝ Աշխաբադի 1948 թ. երկրաշարժը գնահատվում է 9-10 բալ, իսկ 1966-ի Տաշքենդի երկրաշարժը՝ 8 բալ: Նման աղետների ժամանակ հսկայական թվով մարդիկ են զոհվում: Հայաստանում Սպիտակի երկրաշարժի ժամանակ (1988 թ.) տասնյակ հազարավոր մարդիկ զոհվեցին, իսկ Չինաստանում Տյան Շանի երկրաշարժի ժամանակ (1976 թ.) մարդկային զոհերի թիվը հասավ մի քանի հարյուր հազարի:

Ուժեղ երկրաշարժերի ավերիչ հետևանքներին դիմակայել հնարավոր է միայն սեյսմակայուն շինություններ կառուցելու միջոցով: Սակայն այսպիսի շինարարությունները բավականին թանկարժեք են, և բացի այդ, միշտ չէ, որ հաստատապես հայտնի է, թե որտեղ պետք է կառուցել այդպիսի շինությունները: Երկրաշարժերի կանխատեսումը շատ բարդ խնդիր է: Այս խնդրի լուծմամբ են զբաղվում հատուկ ազգային ծառայությունները և գիտահետազոտական ինստիտուտները:



ՀԱՐՑԵՐ

1. Ո՞ր ալիքներն են կոչվում սեյսմական:
2. Պինդ մարմիններում ո՞ր ալիքների արագությունն է ավելի մեծ՝ երկայնականների՞նը, թե՞ լայնականների՞նը:
3. Ի՞նչ կերպ կարելի է որոշել երկրաշարժի էպիկենտրոնի տեղը:
4. Քանի բալանոց սանդղակով են որոշում երկրաշարժի ուժգնությունը:

➔ § 33. ՁԱՅՆԱՅԻՆ ԱԼԻՔՆԵՐ

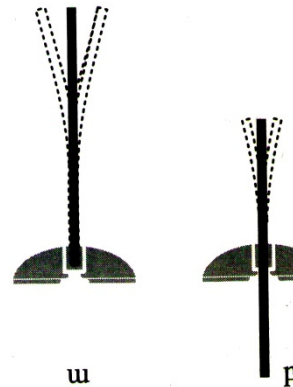
Առաձգական ալիքները, որոնք տարածվում են օդում, ինչպես նաև՝ հեղուկներում և պինդ մարմիններում, անտեսանելի են: Սակայն որոշակի պայմաններում դրանք կարելի է լսել:

Կատարենք հետևյալ փորձը: Մամլակի մեջ սեղմենք երկար պողպատյա քանոնը: Եթե քանոնի մեծ մասը գտնվի մամլակից վերև (նկ. 33.1. ա), ապա այն տատանելով՝ չենք լսի նրանից առաջացող ալիքների ձայնը: Բայց եթե կարճացնենք մամլակից վեր գտնվող մասը և դրանով իսկ մեծացնենք նրա տատանումների հաճախությունը, կհայտնաբերենք, որ քանոնը ձայն է արձակում (նկ. 33.1. բ):

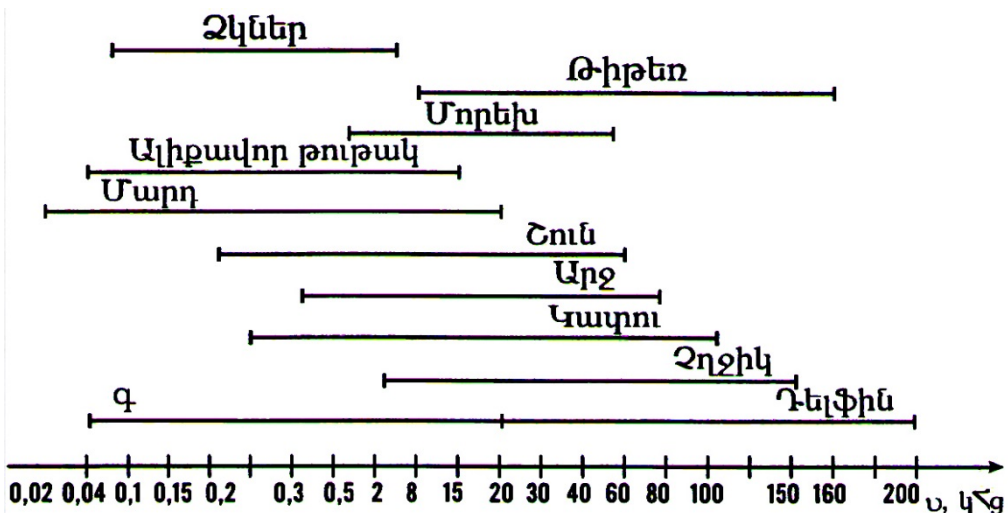
Այն առաձգական ալիքները, որոնք կարող են մարդու մոտ լսողական զգացողություն առաջացնել, կոչվում են ձայնային ալիքներ կամ պարզապես ձայն:

Մարդու ականջն ընդունակ է ընկալել մոտավորապես 16 Հց-ից մինչև 20 կՀց հաճախությամբ առաձգական ալիքները: Դրա համար էլ 16 Հց-ից մինչև 20 կՀց տիրույթում ընկած հաճախությունները կոչվում են ձայնային: Ցանկացած մարմին, որ տատանվում է ձայնային հաճախությամբ, ձայնի աղբյուր է, քանի որ նրան շրջապատող միջավայրում առաջանում են նրանից տարածվող ձայնային ալիքներ:

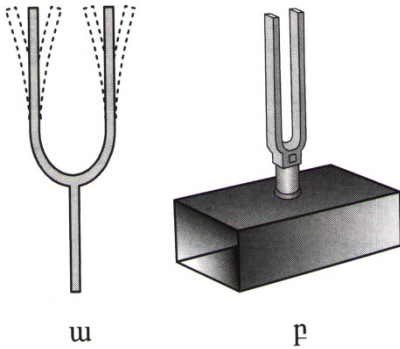
Կենդանիները որպես ձայն ընկալում են այլ հաճախությունների ալիքներ:



Նկ. 33.1



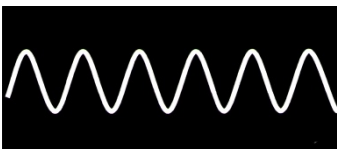
Գոյություն ունեն ձայնի բնական և արհեստական աղբյուրներ: Չայնի արհեստական աղբյուրներից մեկը կամերտոնն է (նկ. 33.2): Այն ստեղծել է անգլիացի երաժիշտ Ջ. Շորը 1711 թ. երաժշտական գործիքներ լարելու համար:



Նկ. 33.2

Կամերտոնը երկու ձյուղի տեսքով կորացված, մեջտեղում բռնիչ ունեցող մետաղե ձող է: Ռետինե մուրճով կամերտոնի ձյուղերից մեկին հարվածելով՝ որոշակի ձայն կլսենք: Այս ձայնն առաջանում է կամերտոնին հարվածելուց հետո. նրա ձյուղերը սկսում են թրթռալ՝ իրենց շուրջը ստեղծելով օդի փոփոխական խտացումներ և նոսրացումներ (նկ. 33.2 ա): Տարածվելով օդում՝ այդ տատանումները ձայնային ալիք են ստեղծում:

Կամերտոնի տատանումների ստանդարտ հաճախությունը 440 Հց է: Սա նշանակում է, որ 1 վայրկյանում նրա ձյուղերը հասցնում են 440 տատանում կատարել: Աչքի համար դրանք տեսանելի չեն: Սակայն, եթե հավերք հնչող կամերտոնին, ապա կզգաք նրա թրթռոցը: Կամերտոնի



Նկ. 33.3

տատանումների բնույթը որոշելու համար հարկավոր է նրա ձյուղերից մեկին ասեղ ամրացնել: Կամերտոնը հնչեցնելով՝ նրան ամրացված ասեղը շարժենք մրոտված ապակու շերտի վրայով: Ասեղը շերտի վրա կգծի սինուսոիդի տեսքով հետք (նկ. 33.3):

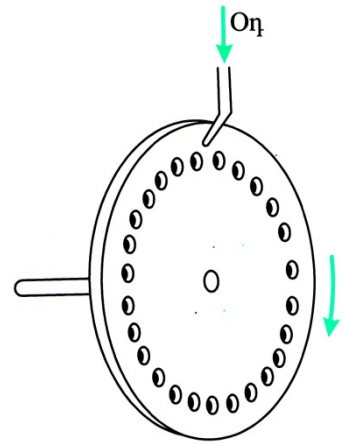
Կամերտոնի արձակած ձայնն ուժեղացնելու համար նրա բռնիչն ամրացնում են փայտե արկղիկի վրա, որի մի կողմը բաց է (նկ. 33.2. բ): Այս արկղիկն անվանում են ռեզոնատոր: Կամերտոնի տատանումների ժամանակ արկղիկի թրթռումը հաղորդվում է նրա մեջ գտնվող օդին: Ռեզոնանսի պատճառով, որն առաջանում է արկղի ճիշտ ընտրված չափսերի դեպքում, օդի հարկադրական տատանումների լայնույթը մեծանում է, և ձայնն ուժգնանում է: Նրա ուժգնացմանը նպաստում է նաև ճառագայթող մակերևույթի մակերեսի մեծացումը, որը տեղի է ունենում կամերտոնը արկղիկին միացնելու դեպքում:

Համանման երևույթ է տեղի ունենում այնպիսի երաժշտական գործիքներում, ինչպիսիք են կիթառը, ջութակը և այլն: Այս գործիքների լարերը ինքնուրույնաբար թույլ ձայն են արձակում: Այն ուժգնանում է՝ շնորհիվ բաց-

վածք ունեցող որոշակի ձևի իրանի առկայության, որի միջից ձայնային ալիքներ են դուրս գալիս:

Ձայնի աղբյուր կարող են լինել ոչ միայն տատանվող պինդ մարմինները, այլև որոշ երևույթներ, որոնք շրջակա միջավայրում ճնշման տատանումներ են առաջացնում (պայթյունը, հրացանի գնդակի թռիչքը, քանու ոռնոցը և այլն): Այս երևույթի վառ օրինակ է կայծակը: Ամպրոպի ժամանակ ջերմաստիճանը կայծակի տիրույթում բարձրանում է մինչև 30 000 °C: Ճնշումը կտրուկ աճում է, և օդում առաջանում է հարվածային ալիք, որն աստիճանաբար վերածվում է ձայնային տատանումների (60 Հց բնութագրական հաճախությամբ), որոնք տարածվում են՝ առաջացնելով որոտ:

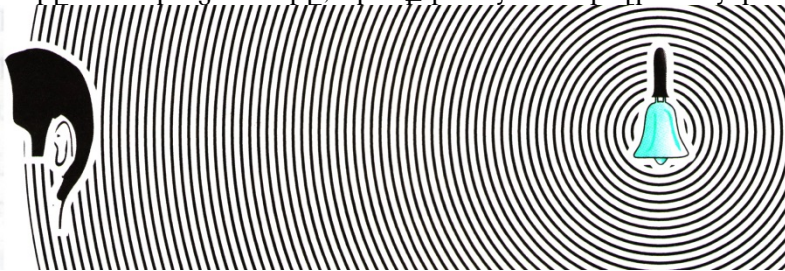
Ձայնի հետաքրքրական աղբյուր է սկավառակաձև շշակը, որ հայտնագործել է գերմանացի ֆիզիկոս Տ. Ջեյբեկը (1770–1831): Սա էլեկտրական շարժիչին միացված, անցքեր ունեցող սկավառակ է, որը գտնվում է օդի ուժեղ շիթի դիմաց (նկ. 33.4): Սկավառակի պտտվելու ժամանակ օդի հոսքը, անցնելով անցքերի միջով, ժամանակ առ ժամանակ ընդհատվում է, ինչի արդյունքում առանձնահատուկ սուր ձայն է առաջանում: Այս ձայնի հաճախությունը կարելի է գտնել $v = nk$ բանաձևով, որտեղ n -ը սկավառակի պտտման հաճախությունն է, k -ն՝ նրա վրա եղած անցքերի թիվը:



Նկ. 33.4

Սկավառակի վրա տարբեր քանակությամբ անցքեր բացելով և կարգավորելով սկավառակի պտտման հաճախությունը՝ կարելի է տարբեր հաճախության ձայներ ստանալ: Գործնականում կիրառվող այս շշակների հաճախությունը սովորաբար գտնվում է 200 Հց-ից մինչև 100 կՀց-ի սահմաններում:

Գազերում և հեղուկներում ձայնային ալիքները տարածվում են խտացման և նոսրացման երկայնական ալիքների տեսքով (նկ. 33.5): Միջավայրի խտացումները և նոսրացումները, որոնք ի հայտ են գալիս ձայնի աղբյուրի



Նկ. 33.5

(զանգակ, լար, կամերտոն, հեռախոսի մեմբրան, ձայնալարեր և այլն) տատանումների արդյունքում, որոշ ժամանակ անց հասնում են մարդու ականջին և ստիպելով ականջի թմբկաթաղանթին հարկադրական տատանումներ կատարել՝ մարդու մոտ որոշակի լսողական զգացողություն են առաջացնում:

Մարդու ականջը շատ զգայուն օրգան է: Ձայնը մենք սկսում ենք ընկալել արդեն այն ժամանակ, երբ ալիքում օդի մասնիկների տատանումների լայնույթը հավասար է լինում ընդամենը ատոմի շառավղին:

Տարիքի հետ թմբկաթաղանթի էլաստիկության կորստի պատճառով մարդու կողմից ընկալվող հաճախությունների վերին սահմանը աստիճանաբար իջնում է: Միայն երիտասարդներն են ընդունակ լսելու 20 կՀց հաճախության ձայները: Միջին, առավել ևս տարեց հասակում և՛ տղամարդիկ, և՛ կանայք դադարում են ընկալել այն ձայները, որոնց հաճախությունը մեծ է 12–14 կՀց–ից:

Մարդկանց լսողությունը վատանում է ուժեղ ձայների տևական ազդեցության պատճառով: Հզոր ինքնաթիռների հարևանությամբ կամ գործարանների աղմկոտ արտադրամասերում աշխատանքը, հաճախակի այցելությունները դիսկոտեկներ և ականջակալներով բարձր երաժշտություն լսելը վնասակար ազդեցություն են թողնում ձայների (հատկապես՝ բարձր հաճախությունների) սուր ընկալման վրա և որոշ դեպքերում կարող են հանգեցնել խլացման:



ՀԱՐՑԵՐ

1. Ի՞նչ է ձայնը:
2. Մարդու ականջը ի՞նչ հաճախության ալիքներ է ընկալում:
3. Թվարկե՛ք ձեզ հայտնի ձայնի աղբյուրները: Դրանցից որո՞նք են բնական, որոնք՝ արհեստական:
4. Ի՞նչ է կամերտոնը: Ինչո՞ւ են այն ամրացնում փայտե արկղիկին:
5. Ո՞ր տեսակին (երկայնակա՞ն, թե՞ լայնական) են պատկանում գազերում և հեղուկներում հանդիպող ձայնային ալիքները:

Փորձարարական առաջադրանք

Ձեռքի փիղ դնելով կոկորդին՝ ձայնավոր որևէ հնչյուն արտաբերե՛ք: Բացարե՛ք Ձեր զգացողությունները:

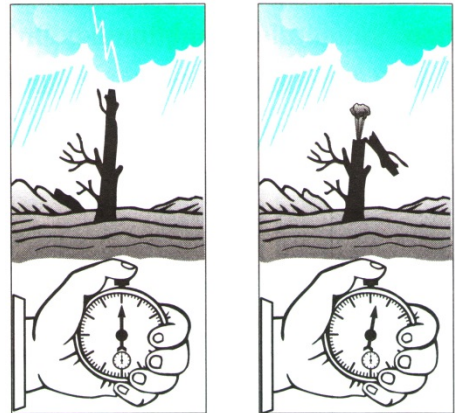


§ 34. ՁԱՅՆԸ ՏԱՐԲԵՐ ՄԻՋԱՎԱՅՐԵՐՈՒՄ

Ձայնը տարածվում է առաձգական միջավայրում: Անօդ տարածության մեջ ձայնային ալիքները չեն կարող տարածվել: Դրանում կարելի է համոզվել հետևյալ պարզ փորձով: Եթե ապակյա զանգի տակ միացված զարթուցիչ դնենք, ապա զանգից պոնպով օդն աստիճանաբար հանելիս կնկատենք, որ զարթուցիչի ձայնը սկսում է կամաց-կամաց թուլանալ, մինչև որ ընդհանրապես կտրվում է:

Ձայնը գազերում: Հայտնի է, որ ամպրոպի ժամանակ սկզբում տեսնում ենք կայծակի փայլատակումը և միայն որոշ ժամանակ անց լսում ամպերի որոտը (նկ. 34.1): Այս հապաղումն առաջ է գալիս այն պատճառով, որ օդում ձայնի տարածման արագությունը զգալիորեն փոքր է կայծակից եկող լույսի արագությունից:

Օդում ձայնի արագությունն առաջին անգամ չափել է ֆրանսիացի գիտնական Մ. Մերսենը 1636 թվականին: 20°C ջերմաստիճանում այն հավասար է 343 մ/վ-ի, այսինքն՝ 1235 կմ/ժ-ի: Նկատենք, որ 800 մ հեռավորության վրա մինչև այս արժեքն է նվազում Կալաշ-նիկովի գնդացրի արձակված գնդակի արագությունը: Գնդակի սկզբնական արագությունը 825 մ/վ է, ինչը զգալիորեն գերազանցում է օդում ձայնի արագությանը: Դրա համար էլ մարդը,



Նկ. 34.1

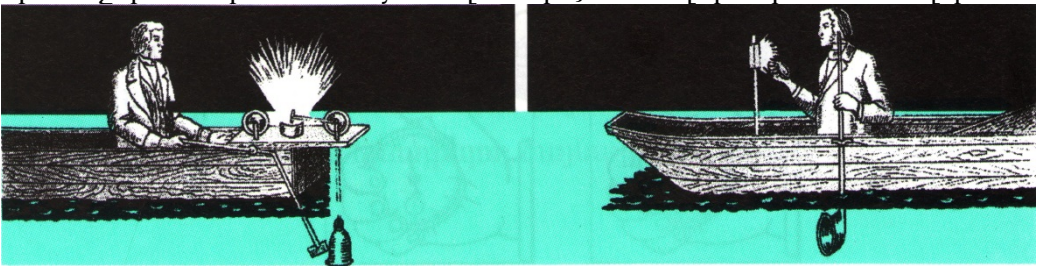
լսելով կրակոցի ձայնը կամ գնդակի սուլոցը, կարող է չանհանգստանալ. այդ գնդակը նրա կողքով է անցնում: Գնդակն առաջ է անցնում կրակոցի ձայնից և իր թիրախին է հասնում, նախքան այդ ձայնի տեղ հասնելը:

Ձայնի արագությունը կախված է միջավայրի ջերմաստիճանից. օդի ջերմաստիճանը բարձրանալիս այն մեծանում է, իսկ ցածրանալիս՝ նվազում:

0°C ջերմաստիճանում օդում ձայնի արագությունը 331 մ/վ է:

Տարբեր գազերում ձայնը տարածվում է տարբեր արագություններով: Որքան մեծ է գազի մոլեկուլների զանգվածը, այնքան փոքր է դրանում ձայնի արագությունը: Այսպես՝ 0°C ջերմաստիճանում ձայնի արագությունը ջրածնում 1284 մ/վ է, հելիումում՝ 965 մ/վ, իսկ թթվածնում՝ 316 մ/վ:

Ձայնը հեղուկներում: Հեղուկներում ձայնի արագությունը՝ որպես կանոն, մեծ է գազերում ձայնի արագությունից: Ջրում ձայնի արագությունն առաջինը չափել են Ժ. Կուլադոնը և Յա. Շտուրմը 1826 թվականին: Իրենց փորձերը նրանք կատարում էին Շվեյցարիայում՝ Ժնևյան լճում (սկ. 34.2): Նավակի վրա վառող այրելով՝ միաժամանակ հարվածում էին ջրի մեջ իջեցրած զանգին: Այդ նավակից 14 կմ հեռավորության վրա էր գտնվում երկրորդ նավակը: Առաջին նավակի մոտից արձակված ձայնն ընդունվում էր երկրորդից ջրի մեջ իջեցրած հատուկ ձայնափողի միջոցով: Լույսի բռնկման և ձայնային ազդանշանի տեղ հասնելու միջև ընկած ժամանակամիջոցի հիման վրա որոշեցին ջրում ձայնի արագությունը: Պարզվեց, որ 8°C ջերմաստիճանում այն հավասար է մոտավորապես 1440 մ/վ-ի:



Նկ. 34.2

Երկու տարբեր միջավայրի սահմանագծին ձայնային ալիքի մի մասն անդրադառնում է, իսկ մյուս մասն անցնում է առաջ: Օդից ջրի մեջ անցնելիս ձայնային էներգիայի 99,9 %-ը անդրադառնում է, սակայն ջրի մեջ անցած ձայնային ալիքում ճնշումը 2 անգամ ավելի մեծ է լինում: Ձկների լսողական ապարատը հենց սրան է արձագանքում: Դրա համար էլ ջրի մակերևույթի վրա գոռոցն ու աղմուկը ծովային բնակիչներին վախեցնելու վստահելի միջոցներ են: Ջրի տակ հայտնված մարդուն այդ ձայները չեն խլացնի. ջրի մեջ սուզվելիս նրա ականջների մեջ օդային «խցաններ» են մնում, որոնք էլ փրկում են նրան ձայնային գերբեռնվածությունից:

Ձայնը ջրից օդի մեջ անցնելիս դարձյալ անդրադառնում է նրա էներգիայի 99,9 %-ը: Բայց, եթե օդից ջրի մեջ անցնելիս ձայնային ճնշումը մեծանում է, ապա այժմ, ընդհակառակը, կտրուկ նվազում է: Հենց այդ պատճառով էլ մարդու ականջին չի հասնում ջրի տակ քարերի բախման ձայնը:

Ջրի և օդի սահմանագծին ձայնի այդպիսի վարքն է մեր նախնիներին հիմք տվել ստորջրյա աշխարհը «լռության աշխարհ» համարելու: Այստեղից է «Համր է ձկան պես» արտահայտությունը: Սակայն դեռևս Լեոնարդո դա Վինչին էր առաջարկում լսել ստորջրյա ձայները՝ ականջը ջրի մեջ իջեցրած

թիակին հպելով: Օգտվելով այս միջոցից՝ կարելի է համոզվել, որ ձկներն իրականում բավականին շատախոս են:

Ձայնը պինդ մարմիններում: Պինդ մարմիններում ձայնի արագությունն ավելի մեծ է, քան հեղուկներում և գազերում: Եթե ձեր ականջը հպեք գնացքի ռելսին, ապա դրա մյուս ծայրին հարվածելուց հետո երկու ձայն կլսեք: Դրանցից մեկը ձեր ականջին կհասնի ռելսի միջոցով, մյուսը՝ օդով:

Ձայնը լավ է հաղորդում հողը: Դրա համար հին ժամանակներում ամրոցների կամ բերդերի պաշարման ժամանակ ամրոցի պատերի մոտ «լսողներ» էին կանգնում, որոնք հողից հաղորդվող ձայնի միջոցով կարողանում էին որոշել՝ թշնամին փորո՞ւմ է իրենց ամրոցի պատերի մոտ, թե՞ ոչ: Ականջը գետնին դնելով՝ հետևում էին թշնամու հեծելազորի մոտենալուն:

Պինդ մարմինները լավ են հաղորդում ձայնը: Դրա շնորհիվ լսողությունը կորցրած մարդիկ երբեմն կարողանում են պարել երաժշտության տակ, որը նրանց լսողական նյարդերին է հասնում ոչ թե օդի և արտաքին ականջի, այլ հատակի և ոսկորների միջոցով:



ՀԱՐՑԵՐ

1. Ինչո՞ւ ամպրոպի ժամանակ մենք նախ՝ տեսնում ենք կայծակը և հետո լսում որոտը:
2. Ինչի՞ց է կախված գազերում ձայնի արագությունը:
3. Ինչո՞ւ գետի ափին կանգնած մարդը չի լսում ջրի տակ առաջացող ձայները:

Փորձարարական առաջադրանք

Ձեռքի ժամացույցը դնելով տախտակի (կամ փայտե երկար քանոնի) ծայրին՝ ականջը հպե՛ք մյուս ծայրին: Ի՞նչ եք լսում: Բացատրե՛ք այդ երևույթը:



§ 35. ՁԱՅՆԻ ՈՒԺԳՆՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ԲԱՐՁՐՈՒԹՅՈՒՆ:

ԱՐՁԱԳԱՆՔ

Լսողական զգայությունները, որոնք առաջացնում են տարբեր ձայները, մեծ մասամբ կախված են ձայնային ալիքի լայնույթից և հաճախությունից: Լայնույթը և հաճախությունը ձայնային ալիքի ֆիզիկական բնութագրերն են: Այս ֆիզիկական բնութագրերին համապատասխանում են որոշակի ֆիզիոլոգիական բնութագրեր, որոնք կապված են ձայնի՝ մեր ընկալման հետ: Այդպիսի ֆիզիոլոգիական բնութագրեր են ձայնի ուժգնությունը և բարձրությունը:

Ձայնի ուժգնությունը որոշվում է ձայնային ալիքի լայնությամբ. **ինչքան մեծ է ձայնային ալիքում տատանումների լայնությամբ, այնքան մեծ է ձայնի ուժգնությունը**: Այսպես, երբ հնչող կամերտոնի տատանումները մարում են, լայնությանի հետ միասին փոքրանում է նաև ձայնի ուժգնությունը: Եվ հակառակը, կամերտոնին ավելի ուժեղ հարվածելով և դրանով մեծացնելով նրա տատանումների լայնությամբ, մենք առաջացնում ենք ավելի ուժգին ձայն:

Ձայնի ուժգնությունը կախված է նաև նրանից, թե ինչքանով է մեր ականջը զգայուն այդ ձայնի նկատմամբ: Մարդու ականջն առավել զգայուն է 1-5 կՀց հաճախությամբ ձայնային ալիքների նկատմամբ:

Չափելով այն էներգիան, որը ձայնային ալիքը 1 վայրկյանում տեղափոխում է 1 մ² մակերեսով մակերևույթի միջով, կստանանք մի մեծություն, որը կոչվում է **ձայնի ինտենսիվություն**: Պարզվում է, որ ամենաուժգին ձայների (երբ ցավի զգացողություն է առաջանում) ինտենսիվությանը գերազանցում է մարդու ընկալմանը հասու ամենաթույլ ձայների ինտենսիվությունը 10 տրիլիոն անգամ: Այս առումով ստացվում է, որ մարդու ականջը շատ ավելի կատարյալ սարքավորում է, քան սովորական չափիչ սարքերից յուրաքանչյուրը:

Ուժգնության միավորը կոչվում է **սոն** (լատիներեն «սոնուս» – ձայն): 1 սոն ուժգնություն ունի խլացված խոսակցությունը: Ժամացույցի տկտկոցը բնութագրվում է մոտ 0,1 սոն ուժգնությամբ, սովորական խոսակցությունը 2 սոն է, փողոցային ուժգին աղմուկը՝ 8 սոն: Դարբնոցում ձայնի ուժգնությունը հասնում է 64 սոնի, իսկ ռեակտիվ ինքնաթիռի աշխատող շարժիչից 4 մ հեռավորության վրա 256 սոն է: Ավելի մեծ ուժգնության ձայները սկսում են ցավի զգացողություն առաջացնել:

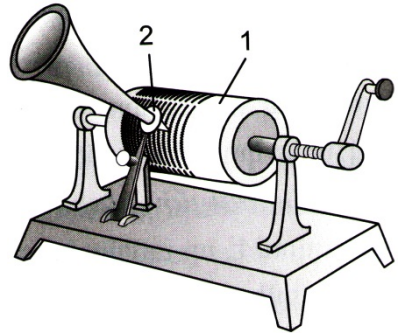
Մարդկային ձայնի ուժգնությունը կարելի է մեծացնել բարձրախոսի միջոցով: Դա կոնսաձև ձայնափող է, որ մոտեցնում են խոսող մարդու բերանին: Այս դեպքում ձայնի ուժեղացումը տեղի է ունենում այն պատճառով, որ ձառագայթվող ձայնային էներգիան կուտակվում է ձայնափողի առանցքի ուղղությամբ: Ուժգնության առավել մեծացման կարելի է հասնել էլեկտրական բարձրախոսի միջոցով, որի ձայնափողը միացված է միկրոֆոնի և հատուկ տրանզիստորային ուժեղացուցիչի հետ:

Ձայնափողը կարելի է կիրառել նաև ընկալվող ձայնն ուժեղացնելու նպատակով: Դրա համար հարկավոր է այն դնել ականջին: Հին ժամանակներում (երբ դեռ չկային հատուկ լսողական սարքեր) դրանից հաճախ էին օգտվում վատ լսողություն ունեցող մարդիկ:

Ձայնափողն օգտագործվել է նաև ձայնագրման և ձայնի վերարտադրման առաջին սարքերում: Ձայնի մեխանիկական գրանցման եղանակը հայտնա-

գործել է Թ. Էդիսոնը (ԱՄՆ) 1877 թվականին: Նրա ստեղծած սարքը կոչվում էր ձայնագրիչ (ֆոնոգրաֆ): Իր ձայնագրիչներից մեկը (սկ. 35.1) նա ուղարկել է Լ. Տոլստոյին:

Ձայնագրիչի հիմնական մասերն են (1) գլանիկը, որը ծածկված է անագե թիթեղով, (2) մենբրանը, որը միացած է շափյուղյա ասեղին: Ձայնային ալիքը, ձայնափողի միջով ազդելով մենբրանի վրա, հարկադրում է ասեղին տատանվել և երբեմն ավելի ուժեղ, երբեմն ավելի թույլ խրվել թիթեղի մեջ: Բռնակը պտտելիս գլանիկը (որի առանցքը պարուրածն ակոսներ ունի) ոչ միայն պտտվում, այլև տեղաշարժվում է հորիզոնական ուղղությամբ: Թիթեղի վրա փոփոխական խորության պտտատակածն ակոսիկ է առաջանում: Գրանցված ձայնը լսելու համար ասեղը տեղադրում էին ակոսիկի սկզբում և մեկ անգամ էլ պտտեցնում գլանիկը:



Նկ. 35.1

Հետագայում պտտվող գլանիկը ձայնագրիչում փոխարինվեց տափակ սկավառակով, իսկ նրա վրայի ակոսը փաթաթվող պարույրի տեսք ստացավ: Այսպես առաջ եկան գրամոֆոնային սկավառակները:

Բացի ուժգնությունից, ձայնը բնութագրվում է բարձրությամբ: **Ձայնի բարձրությունը** որոշվում է նրա հաճախությամբ. **որքան մեծ է ձայնային ալիքում տատանումների հաճախությունը, այնքան բարձր է ձայնը:** Փոքր հաճախությամբ տատանումներին համապատասխանում են ցածր ձայները, մեծ հաճախությամբ տատանումներին՝ բարձր ձայները:

Այսպես, օրինակ, իշամեղուն թռչելիս իր թևիկներն ավելի փոքր հաճախությամբ է շարժում, քան մոծակը. իշամեղվի համար այն կազմում է վայրկյանում 220 թափահարում, իսկ մոծակի համար՝ 500-600: Դրա համար իշամեղվի թռիչքն ուղեկցվում է ցածր ձայնով (բզզոցով), իսկ մոծակինը՝ բարձր (տզզոցով):

Որոշակի հաճախությամբ ձայնային ալիքն այլ կերպ կոչվում է **երաժշտական տոն:** Ուստի, ձայնի բարձրության փոխարեն հաճախ ասում են տոնի բարձրություն:

Հիմնական տոնը մի քանի այլ հաճախությունների տատանումների «խառնուրդով» առաջացնում է **երաժշտական ձայն:** Օրինակ՝ ջութակի և դաշնամուրի ձայները կարող են 15-20 տարբեր տատանումներ պարունակել:

Յուրաքանչյուր բարդ ձայնի կազմից է կախված նրա **տեմբրը:**

Լարի ազատ տատանումների հաճախությունը կախված է նրա չափերից և ձգվածությունից: Դրա համար էլ ցցիկների օգնությամբ կիրառի լարը ձգելով և սեղմելով կիրառին տարբեր մասերում՝ փոխում ենք լարի սեփական հաճախությունը, հետևաբար նաև՝ արձակած ձայնի բարձրությունը:

Աղյուսակ 35.1-ում բերված են տարբեր երաժշտական գործիքների արձակած ձայների հաճախությունները:

Աղյուսակ 35.1

Ջութակ	260 – 15000 Հց
Դաշնամուր	90 – 9000 Հց
Թմբուկ	90 – 14000 Հց
Երգեհոն	22 – 16000 Հց
Սաքսոֆոն (բաս)	80 – 8000 Հց

Երգիչների և երգչուհիների ձայների համապատասխանող հաճախությունների տիրույթները կարելի է գտնել աղյուսակ 35.2-ում:

Աղյուսակ 35.2

Կանանց ձայներ		Տղամարդկանց ձայներ	
Կոնտրալտո	170 – 780 Հց	Բաս	80 – 350 Հց
Մեցցո սոպրանո	200 – 900 Հց	Բարիտոն	100 – 400 Հց
Սոպրանո	250 – 1000 Հց	Տենոր	130 – 500 Հց
Կոլորատուրային սոպրանո	260 – 1400 Հց		

Սովորական խոսքի ժամանակ տղամարդու ձայնում լինում են 100–7000 Հց, իսկ կնոջ ձայնում 200–9000 Հց հաճախության տատանումներ: Առավել բարձր հաճախություն ունեցող տատանումներ են մտնում «ս» բաղաձայնի կազմության մեջ:

Ձայնի ընկալման բնույթը շատ բանով կախված է այն տարածքի կառուցվածքից, որտեղ ունկնդրում են խոսքը կամ երաժշտությունը: Սա բացատրվում է նրանով, որ փակ տարածքներում, բացի անմիջական ձայնից, ունկնդիրն ընկալում է նաև այդ ձայնի արագ իրար հաջորդող կրկնությունների միավորյալ շարքը, որն առաջանում է տարածքում գտնվող առարկաներից, պատերից, առաստաղից և հատակից ձայնի բազմակի անդրադարձումներից:

Ձայնի տևողության մեծացումը, որն առաջ է գալիս տարբեր արգելքներից ձայնի անդրադարձումների շնորհիվ, կոչվում է ռեվերբերացիա:

Ռեվերբերացիան մեծ է լինում դատարկ շինություններում, որտեղ այն թնդացող արձագանք է առաջացնում: Եվ հակառակը, փափուկ պաստառապատ պատերով, վարագույրներով, փափուկ կահույքով, գորգերով, ինչպես նաև մարդկանցով լցված շինությունները լավ են կլանում ձայնը, ուստի, ռեվերբերացիան դրանցում աննշան է:

Ձայնի անդրադարձմանը է բացատրվում նաև արձագանքը: **Արձագանքը** ձայնային ալիք է, որն անդրադարձել է որևէ արգելքից (շենքից, բլուրից, անտառից և այլնից) և վերադարձել սկզբնաղբյուրը: Եթե մեզ են հասնում այնպիսի ձայնային ալիքներ, որոնք հաջորդաբար անդրադարձել են տարբեր արգելքներից և բաժանված են իրարից $t > 50-60$ մվ ժամանակային ինտերվալով, ապա առաջանում է բազմակի արձագանք: Այսպիսի արձագանքներից մի քանիսը համաշխարհային ճանաչում են ստացել: Այսպես՝ Չեխիայում՝ Ադերսբախի մոտ, շրջանաձև դասավորված ժայռերը որոշակի վայրում երեք անգամ կրկնում են 7 վանկ, իսկ Անգլիայում՝ Վուդսթոք ամրոցում, արձագանքը պարզորոշ կրկնում է 17 վանկ:



ՀԱՐՑԵՐ

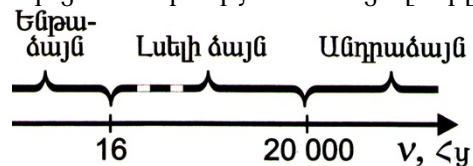
1. Ինչո՞վ է որոշվում ձայնի ուժգնությունը:
2. Ի՞նչն է կոչվում ձայնի ուժգնության միավորը:
3. Կամերտոնին մուրճով հարվածելուց հետո ինչո՞ւ է նրա ձայնն աստիճանաբար թուլանում:
4. Ինչո՞վ է որոշվում ձայնի բարձրությունը:
5. Ինչի՞ց է «կազմված» երաժշտական ձայնը:
6. Ի՞նչ է արձագանքը:
7. Բացատրե՛ք Էդիսոնի ձայնագրիչի գործողության սկզբունքը:



§ 36. ԵՆԹԱՁԱՅՆ ԵՎ ԱՆԴՐԱՁԱՅՆ

Ձայնային ալիքները բնութագրվում են 16 Հց-ից մինչև 20 կՀց հաճախությամբ: $v < 16$ Հց հաճախության առաձգական ալիքները կոչվում են **ենթաձայներ** (ինֆրաձայներ), իսկ $v > 20$ կՀց հաճախություն ունեցողները՝ **անդրաձայներ** (ուլտրաձայներ) (սկ. 36.1):

Ենթաձայն: Ենթաձայնային ալիքները մարդու ականջը չեն ընկալում: Մարդը ձայն չի լսում: Չնայած դրան՝ այդ ալիքներն ընդունակ են մարդու



Նկ. 36.1

վրա որոշակի ֆիզիոլոգիական ազդեցություն ունենալ: Այդ ազդեցությունը բացատրվում է ռեզոնանսով: Մեր մարմնի ներքին օրգանների սեփական հաճախությունները բավականին ցածր են. որովայնախոռոչինը և կրծքավանդակինը՝ 5-8 Հց, գլխինը՝ 20-30 Հց: Ռեզոնանսային հաճախության միջին արժեքն ամբողջ մարմնի համար կազմում է 6 Հց: Նույն կարգի հաճախություններ ունենալով՝ ենթաձայնային ալիքները ստիպում են մեր օրգաններին թրթռալ և շատ մեծ ինտենսիվության դեպքում կարող են ներքին արյունազեղումներ առաջացնել:

Հատուկ փորձերը ցույց են տվել, որ մարդկանց ճառագայթումը բավականաչափ ինտենսիվ ենթաձայնով կարող է հանգեցնել հոգեկան հավասարակշռության զգացողության կորստի, սրտխառնոցի, ակնախնձորի ակամա պտույտների և այլն: Օրինակ՝ 4-8 Հց հաճախության դեպքում մարդը ներքին օրգանների տեղաշարժի զգացողություն է ունենում, իսկ 12 Հց-ի դեպքում ծովային հիվանդության նոպա է սկսվում:

Մարդու օրգանիզմի վրա ցածր հաճախություն ունեցող ձայների ռեզոնանսային ազդեցությամբ է բացատրվում նաև ժամանակակից ռոք երաժշտության գրգռիչ ներգործությունը, որը հագեցած է թմբուկների, բաս-կիթառների և այլնի բազմապատիկ ուժեղացված ցածր հաճախություններով:

Մարդու ականջը չի ընկալում ենթաձայնը, սակայն որոշ կենդանիներ այն կարողանում են լսել: Օրինակ՝ մեղուզաները վստահորեն ընկալում են 8-13 Հց հաճախությամբ ենթաձայնային ալիքները, որոնք առաջանում են փոթորկի ժամանակ՝ ծովի ալիքների կատարների հետ օդի հոսանքների փոխազդեցության արդյունքում: Հասնելով մեղուզաներին՝ այդ ալիքները նախապես (15 ժամ առաջ) «նախազգուշացնում են» նրանց փոթորկի մոտենալու մասին:

Ենթաձայնի աղբյուր կարող են լինել անպրոպի պարպումը, թնդանոթի կրակոցը, հրաբխի ժայթքումը, ատոմային ռումբի պայթյունը, երկրաշարժը, ռեակտիվ ինքնաթիռի աշխատող շարժիչը, ծովի ալիքների կատարները շրջանցող քամին և այլն:

Ենթաձայնային ալիքը տարբեր միջավայրերում ունի փոքր կլանում, ինչի շնորհիվ այն կարողանում է տարածվել շատ մեծ հեռավորությունների վրա: Սա հնարավորություն է տալիս որոշելու հզոր պայթյունի վայրը, կրակող թնդանոթի տեղը, հսկողություն սահմանել ստորգետնյա միջուկային պայթյունների նկատմամբ, կանխատեսել ցունամին և այլն:

Անդրաձայն: Անդրաձայնը ևս մարդու ականջը չի ընկալում որպես ձայներ: Սակայն որոշ կենդանիներ այն կարող են արձակել և ընկալել: Այսպես, օրինակ, դելֆինները դրա շնորհիվ կողմնորոշվում են պղտոր ջրում:

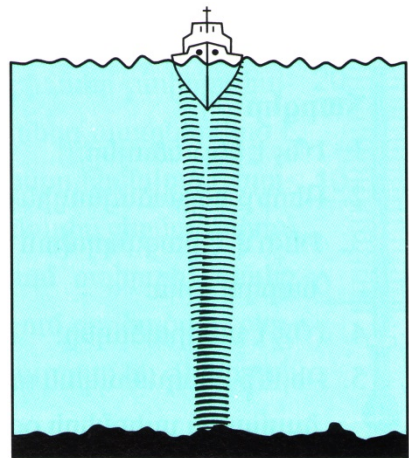
Ուղարկելով և ընդունելով հետ դարձած անդրաձայնային ազդակները, նրանք ընդունակ են 20-30 մ հեռավորության վրա հայտնաբերել անգամ փոքրագույն մարմինը, որը զգուշորեն իջեցվել է ջրի մեջ: Անդրաձայնն օգնում է նաև չղձիկներին, որոնք վատ տեսողություն ունեն կամ էլ ընդհանրապես ոչինչ չեն տեսնում: Իրենց լսողական ապարատի միջոցով անդրաձայնային ալիքներ արձակելով (վայրկյանում մինչև 250 անգամ)՝ դրանք կարողանում են կողմնորոշվել թռչելիս և հաջողությամբ որս են անում անգամ լիակատար խավարի մեջ: Հետաքրքրական է, որ որոշ միջատներ սրան ի պատասխան հատուկ պաշտպանական ռեակցիա ունեն. գիշերային թիթեռների և բզեզների որոշ տեսակներ կարողանում են ընկալել չղձիկների արձակած անդրաձայները և լսելով դրանք՝ անմիջապես ծալում են թևերը, ընկնում ներքև և անշարժանում գետնին:

Անդրաձայնային ազդանշաններն օգտագործում են նաև որոշ ատամնավոր կետածկներ: Այս ազդանշանները նրանց հնարավորություն են տալիս փափկամորթներ որսալ լույսի լիակատար բացակայության պայմաններում:

Հաստատված է նաև, որ 25 կՀց-ից մեծ հաճախության անդրաձայնային ալիքներից թռչունները ցավի զգացողություն են ունենում: Սա օգտագործվում է ճայերին խմելու ջրի ամբարներից հեռու վանելու նպատակով:

Անդրաձայնը լայն կիրառություն է ստանում գիտության մեջ և տեխնիկայում, որտեղ այն ստանում են տարբեր մեխանիկական (օրինակ՝ շչակը) և էլեկտրամեխանիկական սարքավորումների միջոցով:

Անդրաձայնի աղբյուրներ են տեղադրվում նավերի և սուզանավերի վրա: Անդրաձայնային ալիքների կարճ ազդակներ ուղարկելով՝ կարելի է որսալ դրանց անդրադարձումը ջրի հատակից կամ այլ առարկաներից: Անդրադարձող ալիքի ուշանալու ժամանակից ելնելով՝ կարելի է դատել մինչև արգելքն ընկած հեռավորության մասին: Այս դեպքերում օգտագործվող ձայնախորաչափերը (էխոլոտներ) և ձայնատեղորոշիչները (հիդրոլոկատորներ) հնարավորություն են տալիս չափել ծովի խորությունը (նկ. 36.2), լուծել նավագնացության տարբեր խնդիրներ (ժայռերի, խութերի մոտով լողալը և այլն), իրականացնել ձկնորսական հետախուզություն (հայտնաբերել ձկների վտառներ), ինչպես նաև լուծել ռազմական խնդիրներ (թշնամու սուզանավերի որոնում, առանց



Նկ. 36.2

շրջադիտակի տորպեդահարումներ և այլն):

Արդյունաբերության մեջ մետաղական ձուլվածքներում եղած ձեղքերից անդրաձայնի անդրադարձման միջոցով գտնում են արտադրանքի թերությունները:

Անդրաձայները մանրացնում են հեղուկ և պինդ նյութերը՝ ստեղծելով տարբեր էնուլսիաներ և սուսպենզիաներ:

Անդրաձայնի միջոցով հաջողվում է գողել այլումինե ապրանքները, ինչը մյուս եղանակներով չի ստացվում, քանի որ այլումինի մակերևույթին միշտ օքսիդային թաղանթի հաստ շերտ է լինում: Անդրաձայնային գողիչի ծայրը ոչ միայն տաքանում է, այլև մոտ 20 կՀց հաճախության տատանումներ է կատարում, ինչի շնորհիվ այլումինի վրայի օքսիդային թաղանթը քայքայվում է:

Անդրաձայնի վերածուրը էլեկտրական տատանումների և լույսի թույլ է տալիս ձայնատեսություն իրականացնել: Ձայնատեսության շնորհիվ հնարավոր է առարկաները տեսնել անլուսաթափանց ջրում:

Բժշկության մեջ անդրաձայնի միջոցով կոտրված ոսկորներ են կայցնում, հայտնաբերում են ուռուցքներ, մանկաբարձության բնագավառում ավտորոշիչ հետազոտություններ են իրականացնում և այլն: Անդրաձայնի կենսաբանական ազդեցությունը (որը սպանում է մանրէներին) թույլ է տալիս այն օգտագործել կաթի, դեղանյութերի, ինչպես նաև բժշկական գործիքների մանրէազերծման նպատակով:



ՀԱՐՑԵՐ

1. Ի՞նչ է ենթաձայնը:
2. Բերե՛ք ենթաձայնային ալիքների աղբյուրների օրինակներ:
3. Ինչո՞վ է բացատրվում ենթաձայնի ֆիզիոլոգիական ազդեցությունը մարդու վրա:
4. Ի՞նչ է անդրաձայնը:
5. Բերե՛ք կենդանական աշխարհի ներկայացուցիչների կողմից անդրաձայնային ալիքների օգտագործման օրինակներ:
6. Որտե՞ղ և ի՞նչ նպատակներով են օգտագործվում ենթա- և անդրաձայնները:



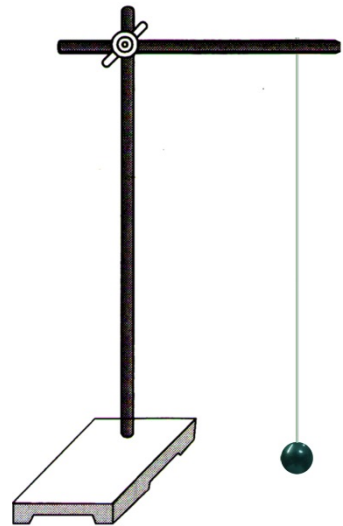
**§ 37. ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 4
ԹԵԼԱՎՈՐ ՃՈՃԱՆԱԿԻ ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐԻ
ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒՄԸ**

Աշխատանքի նպատակը. ստուգել մաթեմատիկական ճոճանակի տատանումների պարբերության և հաճախության կախումները թելի երկարությունից:

Սարքեր և նյութեր. թելից կախված գնդիկ, ամրակալան՝ կցորդիչով և օղակով, չափաժապավեն, ժամացույց (կամ վայրկենաչափ):

Աշխատանքի կատարման ընթացքը

1. Սեղանի եզրին տեղադրե՛ք ամրակալանը: Դրանից կախե՛ք թելով գնդիկը (թելը պետք է երկար լինի այնքան, որպեսզի գնդիկը հատակից հեռու լինի 3–5 սմ):
2. Չափե՛ք թելի l երկարությունը:
3. Գնդիկը շեղե՛ք հավասարակշռության դիրքից 4–5 սմ և բա՛ց թողեք:
4. Որոշե՛ք t ժամանակը, որի ընթացքում ճոճանակը $n = 30$ լրիվ տատանում է կատարել:
5. Հաշվե՛ք տատանումների պարբերությունը և հաճախությունը:
6. Կրկնե՛ք փորձը՝ այս անգամ թելի երկարությունը 4 անգամ կարճացնելով:
7. Չափումների և հաշվումների արդյունքները գրանցե՛ք աղյուսակում.



N ^o	l, ս	t, վ	n	T, վ	ν, Հց
1					
2					

8. Ի՞նչ եզրակացության կարող եք հանգել թելի երկարությունից ճոճանակի տատանումների պարբերության և հաճախության կախվածության վերաբերյալ:

Մեխանիկայի ուսումնասիրության ժամանակ մեզ հետաքրքրում էր մարմինների շարժումը: Այժմ մենք կքննարկենք երևույթներ, որոնք կապված են դադարի վիճակում գտնվող մարմինների հատկությունների հետ: Մենք ուսումնասիրելու ենք օդի տաքանալու և սառչելու, սառույցի, մետաղների հալվելու, ջրի եռալու և նման այլ երևույթներ: Այս երևույթները կոչվում են *ջերմային երևույթներ*:



§ 38. ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՄԱՐՄԻՆ և ՆՅՈՒԹ: ՆՅՈՒԹԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ

Ֆիզիկայում ոչ միայն դիտում ու նկարագրում են երևույթներն ու մարմինների հատկությունները, այլև ձգտում են բացատրել, թե ինչու են դրանք տեղի ունենում հենց այդպես, և ոչ թե այլ կերպ: Օրինակ՝ ինչու՞ հատակին թափված ջուրը հոսում է, իսկ տաք թավայի մեջ այն հավաքվում է կաթիլների տեսքով: Ինչու՞ գազը հեշտ է սեղմել, իսկ պինդ մարմինը կամ հեղուկը՝ շատ դժվար: Ինչու՞ պողպատի կտորը շիկացած վիճակում ավելի հեշտ կարելի է ծռել ու տափակացնել, քան՝ սառը վիճակում:

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

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

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

Նյութի կառուցվածքի մասին մեզ տեղեկություններ են տալիս որոշ երևույթներ ու փորձեր:

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

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

Սառը վիճակում օդակի միջով ազատորեն անցնող պողպատե գնդիկը (նկ. 38.1, ա) տաքացնելուց հետո ընդարձակվում է և չի անցնում օդակի միջով (նկ. 38.1, բ): Երբ գնդիկը սառչում է, նրա ծավալը փոքրանում է, և այն կրկին անցնում է օդակի միջով:

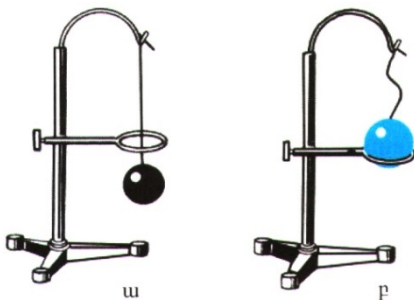
Տաքացնելու հետևանքով ընդարձակվում են ոչ միայն պինդ մարմինները, այլև՝ հեղուկները: Նկար 38.2-ում պատկերված փորձը ցույց է տալիս, թե փորձանոթում ինչպես է փոխվում հեղուկի մակարդակը, երբ այրոցի բոցով տաքացնում ենք անոթի ջուրը:

Այսպիսով, փորձերը ցույց են տալիս, որ մարմնի ծավալը կարող է փոփոխվել՝ մեծանալ կամ փոքրանալ: Ինչո՞վ կարելի է բացատրել մարմնի՝ սեփական ծավալը փոխելու հատկությունը: Դա կարելի է բացատրել նրանով, որ *նյութերը կազմված են ատանձին մասնիկներից, որոնց միջև կան ազատ տարածություններ*: Երբ այդ մասնիկները հեռանում են իրարից, մարմնի ծավալը մեծանում է, իսկ երբ մոտենում են իրար, մարմնի ծավալը փոքրանում է:

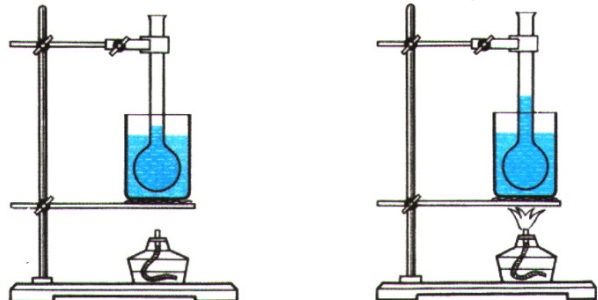
Վարկածն այն մասին, որ բոլոր նյութերը կազմված են փոքրագույն մասնիկներից, առաջինն արտահայտել են հին հույն գիտնականները: Նրանք դա հիմնավորում էին այսպես. հոտի տարածումը, հեղուկների գոլորշիացումը, ալիքների ազդեցությամբ ծովափնյա քարի ծավալի աստիճանական նվազումը տեղի են ունենում, քանի որ մարմիններից անջատվում են փոքրագույն մասնիկներ:

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

Բանն այն է, որ նյութը կազմող մասնիկների չափերը նրանց միջև եղած հեռավորությունները չափազանց փոքր են:

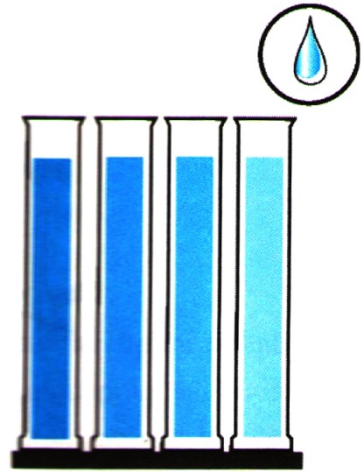


Նկ. 38.1



Նկ. 38.2

Այդ մասնիկների չափերի մասին պատկերացում է տալիս հետևյալ փորձը (սկ. 38.3): Փորձանոթի ջրի մեջ լուծենք ներկի շատ փոքր կտոր: Այնուհետև ներկված ջրից մի քիչ լցնենք երկրորդ փորձանոթի մեջ և առաջինին հավասար մաքուր ջուր ավելացնենք: Երկրորդ փորձանոթից մի քիչ ջուր լցնենք երրորդ փորձանոթի մեջ և կրկին մաքուր ջուր ավելացնենք: Նույն բանը կրկնենք չորրորդ փորձանոթի հետ: Ամեն անգամ լուծույթն ավելի բաց գույն կստանա: Դիտարկենք վերջին լուծույթը: Այն թեև շատ թույլ, բայց հավասարաչափ է ներկված: Հետևաբար, նրա յուրաքանչյուր կաթիլը ներկի մասնիկ է պարունակում: Բայց չէ՞ որ ջրում լուծել էինք ներկի շատ փոքր կտոր, և միայն մի չնչին մասն ընկավ վերջին փորձանոթի լուծույթ: Նշանակում է՝ ներկի փոքր հատիկը բաղկացած է փոքրագույն չափերով հսկայական քանակությամբ մասնիկներից:



Նկ. 38.3

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



ՀԱՐՑԵՐ

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



§39. ՄՈՒԵԿՈՒԼՆԵՐ և ԱՏՈՄՆԵՐ

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

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

Իսկ ի՞նչ չափեր ունեն մոլեկուլները:

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

Կարելի է այսպիսի համեմատություն կատարել. մոլեկուլը նույնքան անգամ փոքր է միջին չափի խնձորից, որքան անգամ խնձորը փոքր է երկրագնդից: Եթե բոլոր մարմինների չափերը մեծացնենք միլիոն անգամ (այդ դեպքում մարդու մատի հաստությունը կդառնա 10 կմ), նույնիսկ այդ դեպքում մոլեկուլն իր չափերով փոքր կլինի այս դասագրքի մեջ հանդիպող միջակետից:

Մոլեկուլներն անզեն աչքով տեսնել հնարավոր չէ: Նրանք այնքան փոքր են, որ 1000 անգամ խոշորացնող մանրադիտակով էլ չեն երևում:

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

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

Մաքուր լվացված մեծ անոթի մեջ ջուր լցնելուց հետո նրա մակերեսին մի կաթիլ յուղ են կաթեցնում: Յուղը սկսում է տարածվել և թաղանթ կազմել: Յուղի տարածվելու հետ այդ թաղանթի հաստությունն ավելի ու ավելի է նվազում: Որոշ ժամանակ անց յուղի տարածվելը դադարում է: Եթե ենթադրենք, որ դա տեղի է ունենում այն պատճառով, որ յուղի բոլոր մոլեկուլները հայտնվում են ջրի մակերևույթին (1 մոլեկուլ հաստությամբ

թաղանթ կազմելով), մոլեկուլի տրամագիծը որոշելու համար բավական է որոշել առաջացած թաղանթի հաստությունը:

Յուրի թաղանթի h հաստությունը հավասար է նրա V ծավալի և S մակերեսի հարաբերությանը՝

$$h = \frac{V}{S}: \quad (39.1)$$

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

Նկարագրվող փորձի ժամանակ կաթիլի V ծավալը հավասար է $0,0009\text{սմ}^3$, իսկ նրանից ստացված յուղաթաղանթի S մակերեսը՝ 5500սմ^2 :

(39.1) բանաձևում տեղադրելով տառերի թվային արժեքները՝ կստանանք $h = 0,00000016$ սմ:

Այս թվով է արտահայտվում յուրի մոլեկուլի մոտավոր չափը:

Քանի որ մոլեկուլները չափազանց փոքր են, ապա յուրաքանչյուր նյութ պարունակում է մոլեկուլների հսկայական քանակություն: Մոլեկուլների քանակի մասին պատկերացում կազմելու համար այսպիսի օրինակ բերենք: Ռետինե մանկական գնդակի մեջ երեք գրամ զանգվածով ջրածին լցնենք: Գնդակի մեջ այնպիսի փոքր անցք բացենք, որ յուրաքանչյուր վայրկյան անցքից կարողանան դուրս գալ ջրածնի մեկ միլիոն մոլեկուլ: Որպեսզի գնդակը դատարկվի, կպահանջվի 30 միլիարդ տարի:

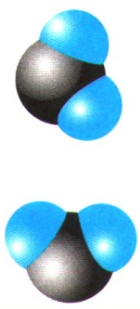
Չնայած որ մոլեկուլները տվյալ նյութի ամենափոքր մասնիկներ են, սակայն նրանք ևս բաժանելի են: Մոլեկուլը կազմող մասնիկները կոչվում են **ատոմներ**: Մոլեկուլն ատոմների տրոհելիս առաջանում են նոր նյութեր: Նյութը, որը կազմված են 1 ատոմից, կոչվում է **տարր**:

Յուրաքանչյուր տարր ընդունված է նշանակել հատուկ նշանով: Օրինակ՝

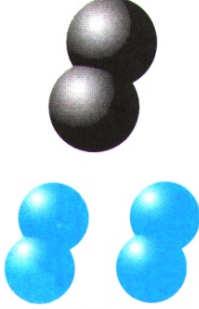
թթվածնի ատոմը՝	O,
ջրածնի ատոմը՝	H,
ածխածնի ատոմը՝	C:

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

ջրածինը և թթվածինը տարբեր նյութեր են, դրանք ունեն տարբեր ֆիզիկական և քիմիական հատկություններ: Եթե ջրի մոլեկուլը տրոհվում է, առաջանում են նոր նյութեր՝ ջրածին և թթվածին:



Նկ. 39.1

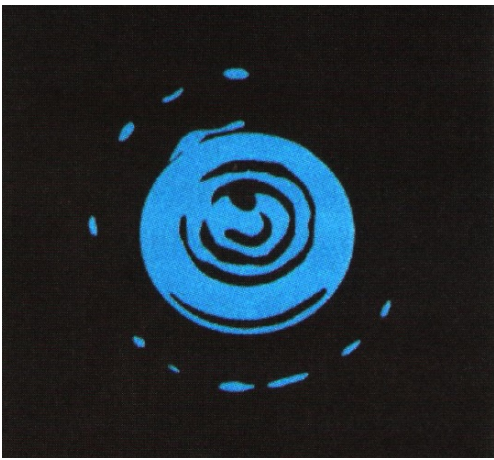


Նկ. 39.2

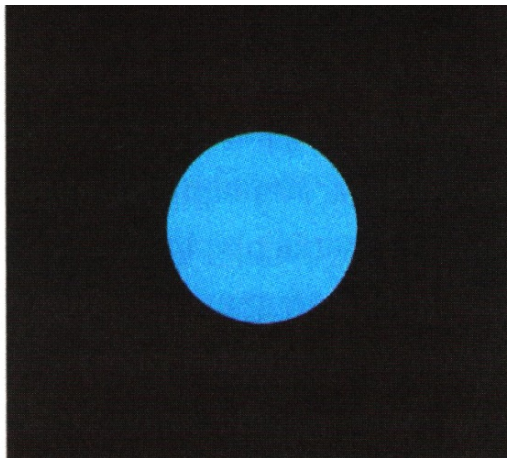
Նկ. 39.1-ում բերված է ջրի երկու թի պայմանական ձրի երկու մոլեկուլների և դեպքում ստացվում է երկու և ջրածնի չորս ատոմի յուրաքանչյուր երկու թող են կազմել ջրածնի մոլ, իսկ թթվածնի երկու թվածնի մեկ մոլեկուլ, ըզեցված պատկերը ներկայացված է նկ. 39.2-ում:

Ժամանակակից տեխնիկական միջոցները հնարավորություն են տալիս ստանալ առանձին ատոմների ու մոլեկուլների լուսանկարներ: Նկ. 39.3-ում պատկերված է արսենիումի ֆտորիդի մոլեկուլի լուսանկարը: Լուսանկարը ստացվել է էլեկտրոնային հոլոգրաֆիական մանրադիտակի միջոցով, որն առարկան խոշորացնում է 70 միլիոն անգամ: Առանձին ատոմի լուսանկարը կարելի է տեսնել նկ. 39.4-ում. դա արգոնի ատոմի նկարն է՝ մեծացված 260 միլիոն անգամ:

Չնայած նրան, որ ատոմները շատ փոքր մասնիկներ են, նրանք նույնպես բարդ կառուցվածք ունեն, որի մասին դուք կիմանաք հետագայում:



Նկ. 39.3



Նկ. 39.4



ՀԱՐՑԵՐ

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



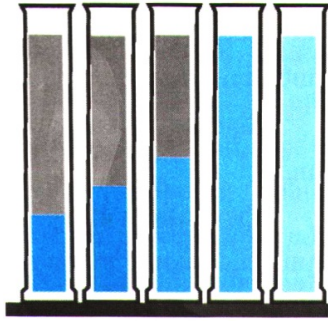
§40. ՄՈԼԵԿՈՒԼՆԵՐԻ ՇԱՐԺՈՒՄԸ: ԴԻՖԴՈՒԶԻԱ

Եթե սենյակ բերվի որևէ հոտավետ նյութ, օրինակ՝ եթեր, որոշ ժամանակ անց նրա հոտը կտարածվի ամբողջ սենյակով: Ինչպե՞ս է դա տեղի ունենում: Հոտի տարածումը բացատրվում է մոլեկուլների շարժումով: Մոլեկուլների շարժումը անընդհատ և անկանոն բնույթ է կրում: Օդի բաղադրության մեջ մտնող գազերի մոլեկուլների հետ բախվելով՝ եթերի մոլեկուլները բազմակի փոխում են իրենց շարժման ուղղությունը և անկանոն տեղաշարժվելով՝ տարածվում սենյակում:

Այն, որ բոլոր մարմինների մոլեկուլներն անընդհատ և անկանոն շարժվում են՝ հաստատվում է բազմաթիվ այլ փորձերով: Դիտարկենք դրանցից մեկը:

Ապակե փորձանոթի մեջ պղնձարջասպի ջրային լուծույթ լցնենք: Այն մուգ կապույտ գույն ունի: Փորձանոթում գտնվող լուծույթի վրա շատ զգուշորեն, որպեսզի հեղուկները չխառնվեն, ավելացնենք մաքուր ջուր: Պղնձարջասպը ջրից ծանր է, այդ պատճառով մնում է փորձանոթի հատակին:

Փորձի սկզբում հստակ երևում է երկու հեղուկների սահմանաբաժան գիծը: Մի քանի օր անց տեսում ենք, որ երկու հեղուկների սահմանագիծը կորցրել է հստակությունը: Իսկ երկու շաբաթ անց այդ սահմանն ընդհանրապես անհետանում է, և փորձանոթում հայտնվում է դժգույն կապույտ



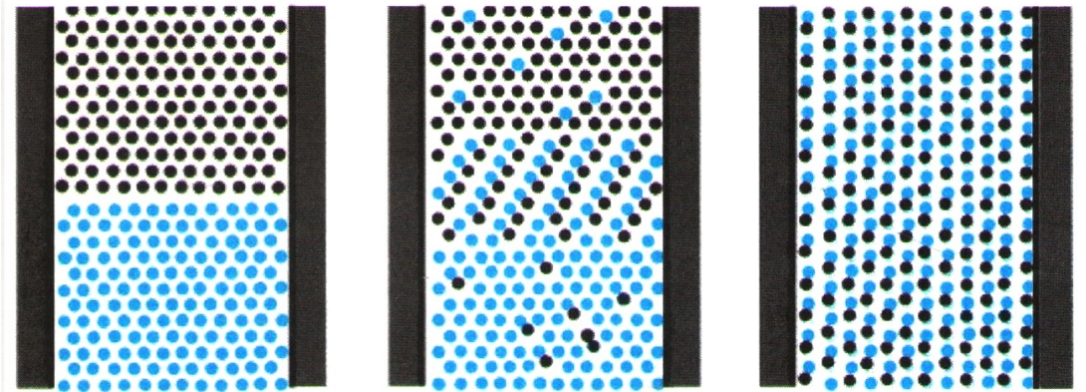
Նկ. 40.1

յող համասեռ հեղուկ (նկ. 40.1): Դա ի է, որ հեղուկները միախառնվել են: Ինքնակամ փոխադարձ ներթափանցյալ կոչվում է **դիֆուզիա**:

այի երևույթն այսպես է բացակայում սահմանագծի մոտ գտնվող սպի մոլեկուլները հայտնվում են բժի վերևում, իսկ ջրի մոլեկուլները՝ բժի ներքևում: Ժամանակի

հայտնվում են ջրի ամբողջ ծավալում, իսկ ջրի մոլեկուլները՝ պղնձարջասպի: Ի վերջո, մոլեկուլների անընդհատ ու անկանոն շարժման հետևանքով փորձանոթի հեղուկը դառնում է համասեռ (նկ. 40.2):

Այսպիսով, դիֆուզիայի պատճառը նյութերի մասնիկների անընդհատ և անկանոն շարժումն է: *Դիֆուզիայի ընթացքում մի նյութի մասնիկները թափանցում են մի այլ նյութի միջմասնիկային տարածություն, և նյութերը խառնվում են միմյանց:*



Նկ. 40.2

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

Դիֆուզիան առավել արագ տեղի է ունենում գազերում, և այդ պատճառով է, որ հոտը օդում այդպես արագ է տարածվում:

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

Պինդ մարմիններում դիֆուզիան է՛լ ավելի դանդաղ է ընթանում: Հայտնի փորձերից մեկի ժամանակ ոսկու և կապարի խնամքով հարթեցված

թիթեղները դրել են մեկը մյուսի վրա և սեղմել ծանր բեռով: Հինգ տարի հետո ոսկին ու կապարը իրար մեջ ընդամենը 1 մմ են ներթափանցել:

Դիֆուզիայի երևույթը մեծ դեր է խաղում մարդու, կենդանիների և բույսերի կյանքում: Դիֆուզիայի շնորհիվ է, որ թթվածինը թոքերից անցնում է մարդու և կենդանիների արյան մեջ և դրա միջոցով հասնում օրգանիզմի բոլոր մասերին: Դիֆուզիայի միջոցով են բույսերը հողից արմատներով ջուր և սնունդ վերցնում ու հասցնում ձյուղերին ու տերևներին: Եթե դիֆուզիան չլիներ, թթվի ջրի մեջ պարունակող աղը բանջարեղենի մեջ չէր ներծծվի:

Դիֆուզիան լայն կիրառություն ունի նաև արդյունաբերության մեջ: Դիֆուզիան հնարավորություն է տալիս եռակցել այնպիսի նյութեր (օրինակ՝ մետաղ և կերամիկա), որոնք այլ եղանակներով հնարավոր չէ եռակցել:



ՀԱՐՑԵՐ

1. Բացատրե՛ք՝ ինչպես է եթերը տարածվում սենյակում: Ի՞նչ է ապացուցում այդ երևույթը:
2. Ի՞նչ է դիֆուզիան:
3. Նկարագրե՛ք հեղուկների դիֆուզիայի երևույթը ցուցադրող որևէ փորձ:
4. Ի՞նչն է դիֆուզիայի պատճառը:
5. Արդյո՞ք միատեսակ արագ է ընթանում դիֆուզիան գազերում, հեղուկներում և պինդ մարմիններում: Բերե՛ք օրինակներ:
6. Ի՞նչ երևույթի վրա է հիմնված բանջարեղենի աղ դնելը:
7. Բացատրե՛ք, թե օդի թթվածնի մոլեկուլներն ի՞նչ կերպ են թափանցում գետերի, լճերի և այլ ջրամբարների ջրի մեջ:

Փորձարարական առաջադրանք

Բաժակի հատակին կալիումի պերմանգանատի մի փոշեհատիկ դրեք և վերևից սառը ջուր լցրեք: Ջուրը չխառնելով՝ որոշե՛ք, թե ինչքան ժամանակ անց կալիումի պերմանգանատի մոլեկուլները կհայտնվեն ջրի վերին շերտերում: Չափելով ջրի մակարդակի բարձրությունը՝ որոշե՛ք դիֆուզիայի ընթացքի արագությունը:



41. ՄՈԼԵԿՈՒԼՆԵՐԻ ՔԱՌՍԱՅԻՆ ՇԱՐԺՄԱՆ

ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆԸ և ՄԱՐՄՆԻ ԶԵՐՄԱՍԻՃԱՆԸ

Մենք արդեն գիտենք, որ բոլոր նյութերը կազմված են ատոմներից և մոլեկուլներից, որոնք անընդհատ անկանոն (քառսային) շարժում են կատարում:

Ատոմների ու մոլեկուլների անընդհատ քառսային շարժումն անվանում են **ջերմային շարժում**:

Պարզենք, թե ինչով է պայմանավորված այդ շարժման «ջերմային» անվանումը: Եթե կրկենք պղնձարջասայի ջրային լուծույթի հետ նախորդ պարագրաֆում նկարագրած փորձը՝ նախապես տաքացնելով ջուրը, կնկատենք, որ տաք ջրի մեջ դիֆուզիան ավելի արագ է տեղի ունենում: Իսկ նրանում, որ շաքարը կամ աղը ավելի արագ լուծվում են տաք ջրում, հավանաբար մեզանից յուրաքանչյուրը համոզված կլինի սեփական փորձով: Դիտարկելով երևույթը՝ ի՞նչ վարկած կարող ենք առաջադրել այն բացատրելու համար:

Եթե ենթադրենք, որ տաք մարմնում ատոմներն ու մոլեկուլները ավելի արագ են շարժվում, քան սառը մարմնում, դա կբացատրի, թե ինչու է պղնձարջասայի դիֆուզիան տաք ջրում ավելի արագ ընթանում, քան սառը ջրում. Որովհետև տաք ջրի մոլեկուլների արագությունը մեծ է սառը ջրի մոլեկուլների արագությունից: Ուստի նրանք ավելի շուտ են հասնում ջրի հեռավոր կետերին:

Իսկ այժմ փորձենք հասկանալ, թե ինչ է նշանակում «տաք» կամ «սառը» մարմին: Իհարկե, մենք բոլորս էլ լավ գիտենք դրանց տարբերությունը: Մենք գիտենք, որ սառը ջուրը տաքանալիս սկզբում դառնում է գոլ, իսկ հետո՝ տաք: «Սառը», «գոլ», «տաք» բառերով մենք նշում ենք ջրի տաքացածության աստիճանը, իսկ դա մենք զգում ենք զգայարաններով: Շոշափելով՝ մենք որոշում ենք, թե ո՞ր մարմինն է ավելի տաք, ո՞րը՝ սառը: Բայց զգայարաններով ջերմաստիճանի գնահատումը չափազանց մոտավոր և սուբյեկտիվ է, այսինքն՝ կախված է անհատից: Բացի այդ, մարդը չի կարող շոշափել բոլոր մարմինները, օրինակ՝ շիկացած երկաթը կամ մաշկի այրվածքներ առաջացնող ծծմբական թթուն: Ուստի անհրաժեշտություն է առաջանում ներմուծել մի ֆիզիկական մեծություն, որը կրնութագրի մարմնի տաքացածության աստիճանը, և որը հնարավոր կլինի չափել: Այդ ֆիզիկական մեծությունը **ջերմաստիճանն է**: Եթե մի մարմինը մյուսից տաք է, ասում են, որ այն ունի ավելի բարձր ջերմաստիճան: Բոլորին է հայտնի, որ

տաք ջրի ջերմաստիճանը բարձր է սառը ջրի ջերմաստիճանից, որ ձմռանը օդի ջերմաստիճանը դրսում ավելի ցածր է, քան ամռանը:

Մարմնի տաքացածության աստիճանը բնութագրող ֆիզիկական մեծությունը կոչվում է ջերմաստիճան:

Տաք ջուրը բաղկացած է նույնպիսի մոլեկուլներից, ինչպիսին սառը ջրինն են: Տարբերությունն այն է, որ տաք ջրի մոլեկուլները ավելի արագ են շարժվում, քան սառը ջրինը:

Համաձայն վերևում առաջադրված վարկածի՝ որքան տաք է մարմինը, այնքան արագ են շարժվում նրա մոլեկուլները: Մյուս կողմից՝ պարզեցինք, որ որքան տաք է մարմինը, այնքան բարձր է նրա ջերմաստիճանը: Ստացվեց, որ մոլեկուլների քառասային շարժման արագության և ջերմաստիճանի միջև կապ կա (այստեղից էլ գալիս է այդ շարժման «ջերմային» անվանումը). **բարձր ջերմաստիճան ունեցող մարմնում մոլեկուլներն ավելի արագ են շարժվում:**

Օրինակ՝ 0°C-ում թթվածնի մոլեկուլների շարժման միջին արագությունը 425 մ/վ է, իսկ 20°C-ում՝ 440 մ/վ: Սակայն մի շատ կարևոր դիտարկում: 20°C ջերմաստիճան ունեցող ազոտի մոլեկուլների միջին արագությունը ավելի մեծ է, քան թթվածնի մոլեկուլներինը: Իսկ ազոտը, որի մոլեկուլների շարժման միջին արագությունը նույնպես 440 մ/վ է, ունի ոչ թե 20°C ջերմաստիճան, ինչպես թթվածինը, այլ ավելի ցածր՝ 16°C: Սա պայմանավորված է այն բանով, որ ազոտի մոլեկուլները թեթև են թթվածնի մոլեկուլներից: Նշանակում է՝ մարմնի ջերմաստիճանը որոշվում է ոչ միայն մոլեկուլների ջերմային շարժման միջին արագությամբ³, այլև նրանց զանգվածով:

Մենք գիտենք մեծություններ, որոնք կախված են ինչպես մասնիկի արագությունից, այնպես էլ՝ զանգվածից: Դրանք են իմպուլսը և կինետիկ էներգիան: Գիտնականները հաստատել են, որ հատկապես մոլեկուլների կինետիկ էներգիան է որոշում մարմնի ջերմաստիճանը:

Ջերմաստիճանը մարմնի մասնիկների միջին կինետիկ էներգիայի չափն է. որքան մեծ է այդ էներգիան, այնքան բարձր է մարմնի ջերմաստիճանը:

Այսպիսով՝ մարմնի տաքացման դեպքում մոլեկուլների միջին կինետիկ էներգիան մեծանում է, և նրանք սկսում են ավելի արագ շարժվել, սառեց-

³ Իրականում նյութի մոլեկուլները շարժվում են տարբեր արագություններով: Իսկ ջերմաստիճանը որոշվում է հենց մոլեկուլների միջին արագությամբ: Առանձին մոլեկուլների շարժման արագությունները տրված ջերմաստիճանում կարող են միջինից և՛ բարձր, և՛ ցածր լինել:

ման դեպքում մոլեկուլների էներգիան նվազում է, և նրանք սկսում են ավելի դանդաղ շարժվել:

Ջերմային շարժումը տարբերվում է սովորական մեխանիկական շարժումից նրանով, որ նրա ինտենսիվությունը կախված է մարմնի ջերմաստիճանից, և այդ շարժմանը միշտ մասնակցում են հսկայական քանակությամբ մասնիկներ, որոնք շարժվում են շատ բարդ և խճճված հետագծերով:



ՀԱՐՅԵՐ

1. Ինչպե՞ս է ընթանում դիֆուզիան ավելի բարձր և ավելի ցածր ջերմաստիճաններում:
2. Ինչպե՞ս է կապված մարմնի ջերմաստիճանը դրա մոլեկուլների շարժման արագության հետ:
3. Ինչո՞վ է տարբերվում սառը ջրի մոլեկուլների շարժումը տաք ջրի մոլեկուլների շարժումից:
4. Ո՞ր աղաջրում՝ տա՞ք, թե՞ սառը, ավելի շուտ կաղիանան վարունգները: Ինչո՞ւ:
5. Որոշ մետաղների (ալյումինի, քրոմի և այլն) ատոմների ներթափանցումը պողպատե առարկայի խորքը դրա մակերևույթը դարձնում է ավելի ամուր և չժանգոտվող (առարկայի մշակման այդ եղանակը կոչվում է մետաղապատում): Ո՞ր երևույթն է ընկած մետաղապատման հիմքում: Ինչո՞ւ այն կատարում են բարձր ջերմաստիճանում:



§ 42. ԶԵՐՄԱՍԻՃԱՆԱՅԻՆ ՍԱՆԴՂԱԿ: ԶԵՐՄԱՉԱՓ

Մարմնի տաքացածության աստիճանը բնութագրող ջերմաստիճանի գաղափարը նախորդ պարագրաֆում մենք ներմուծեցինք, որպեսզի կարողանանք չափել այն: Զերմաստիճանը չափող սարք ստեղծելու համար հիմք կարող է հանդիսանալ, օրինակ՝ ջերմաստիճանից նյութի ծավալի կախվածության երևույթը (տես §38, նկ. 66): Սարքերը, որոնք ծառայում են ջերմաստիճանը չափելու համար, կոչվում են **ջերմաչափեր**: Կենցաղում ամենատարածված ջերմաչափի ստեղծողը շվեդ գիտնական Ա. Ցելսիուսն (1701-1744) է: Նկ. 42.1-ում պատկերված ջերմաչափի աշխատանքը նույնպես հիմնված է նյութերի ջերմային ընդարձակման վրա: Տաքանալիս ջերմաչափում օգտագործվող հեղուկը (օրինակ՝ սնդիկը կամ սպիրտը)

ընդարձակվում է, և բարակ խողովակում հեղուկի սյան երկարությունը զգալիորեն աճում է: Իսկ սառչելիս՝ հակառակը. հեղուկը սեղմվում է, իսկ խողովակում հեղուկի սյունը՝ կարճանում: Ուրեմն, խողովակում հեղուկի սյան երկարությունն էլ կարող է ջերմաստիճանի չափ հանդիսանալ: Հարկավոր է միայն աստիճանավորել ջերմաչափը և ստանալ **չափիչ ջերմաստիճանային սանդղակ**:

Ցելսիուսն այսպես է աստիճանավորել իր ջերմաչափը: Այն տեղադրել է հավժող սառույցում, նշել խողովակում սնդիկի մակարդակը և ընդունել դա որպես 0°C : Այնուհետև ջերմաչափը տեղադրել է եռացող ջրի գոլորշիների մեջ և նշել հեղուկի համապատասխան մակարդակը 100°C -ով: Այդ երկու մակարդակների միջև եղած հեռավորությունը բաժանելով 100 հավասար մասերի, ստացել է 1° -ին համապատասխանող հեղուկի սյան երկարությունը: Վերջինիս միջոցով աստիճանավորել է նաև 100°C -ից բարձր և 0°C -ից ցածր տիրույթները: Այս ձևով աստիճանավորված սանդղակը կոչվում է **Ցելսիուսի սանդղակ**՝ ի պատիվ այն ստեղծողի:

Այսպիսով՝ Ցելսիուսի սանդղակի 0 աստիճանը համապատասխանում է **սառույցի հալման**, իսկ 100 աստիճանը՝ **ջրի եռման** ջերմաստիճանին:

Հարկավոր է հիշել, որ ամեն մի ջերմաչափ միշտ իր սեփական ջերմաստիճանն է ցույց տալիս: **Միջավայրի ջերմաստիճանը որոշելու համար պետք է ջերմաչափը տեղադրել այդ միջավայրում և սպասել այնքան, մինչև սարքի ջերմաստիճանը դադարի փոփոխվել և ձեռք բերի այն արժեքը, որը հավասար է շրջապատող միջավայրի ջերմաստիճանին**: Միջավայրի ջերմաստիճանի փոփոխության դեպքում կփոխվի նաև ջերմաչափի ջերմաստիճանը:

Ցելսիուսի սանդղակը միակը չէ: Հայտնի են տարբեր սանդղակներով ջերմաչափեր: Օրինակ՝ ԱՄՆ-ում և Անգլիայում այժմ օգտագործվում է 1714 թվականին **Ֆարենհայթի** ստեղծած սանդղակով ջերմաչափը: Սառույցի հալման ջերմաստիճանն ըստ այդ սանդղակի 32°F է, իսկ ջրի եռման ջերմաստիճանը՝ 212°F : Որպես Ֆարենհայթի սանդղակի բաժանման արժեք՝ 1°F , ընտրված է այդ ջերմաստիճանային տիրույթի $1/180$ մասը, ուստի և 1°C -ին համապատասխանում է $1,8^{\circ}\text{F}$: Հաշվի

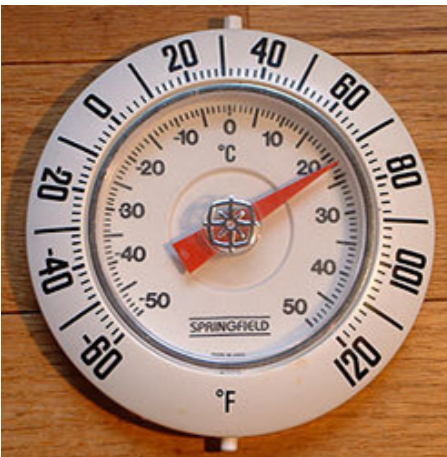


Նկ. 42.1

առնելով այս հանգամանքը Ցելսիուսի սանդղակով չափած ջերմաստիճանը կարող ենք արտահայտել ֆարենհայթներով: Այսպես՝ առողջ մարդու ջերմաստիճանը $36,6^{\circ}\text{C}$ է: Հաշվենք, թե Ֆարենհայթի որ ջերմաստիճանին է այն համապատասխանում: Երբ ասում են, որ մարդու ջերմաստիճանը $36,6^{\circ}\text{C}$ է, հասկանում են, որ այն 0°C -ից բարձր է $36,6^{\circ}\text{C}$ -ով: Քանի որ $1^{\circ}\text{C}=1,8^{\circ}\text{F}$, ապա Ֆարենհայթի սանդղակով մարդու ջերմաստիճանը այդ նույն ջերմաստիճանից, այսինքն 32°F -ից բարձր կլինի $36,6 \cdot 1,8^{\circ}\text{F}$ -ով, հետևաբար.

$$36,6^{\circ}\text{C} = 32^{\circ}\text{F} + 36,6 \cdot 1,8^{\circ}\text{F} = 98^{\circ}\text{F}:$$

Հաշվի առնելով Ցելսիուսի և Ֆարենհայթի սանդղակների տարածվածությունը երկրագնդի վրա՝ հաճախ ջերմաչափերի վրա երկու սանդղակներն էլ պատկերում են (նկ. 42.2):



Նկ. 42.2

ային ջերմաչափերը կարող են վել միայն ջերմաստիճանների իսկ տիրույթում, որովհետև նաստիճաններում հեղուկները են, իսկ բարձր ջերմաստիճանից կախված ծավալը ատկությունը միակ հնարավոր է, որ կարող ենք օգտագործել ում: Ջերմաստիճանը չափելու կարող են օգտագործվել ի այլ հատկություններ, որոնք ն ջերմաստիճանից:



ՀԱՐՅԵՐ

1. Ինչի՞ չափն է մարմնի ջերմաստիճանը:
2. Ինչո՞վ է տարբերվում տաք ջուրը սառը ջրից:
3. Ինչի՞ վրա է հիմնված ջերմաչափի աշխատանքը:
4. Ինչպե՞ս աստիճանավորեց Ցելսիուսն իր ստեղծած ջերմաչափը:
5. Որո՞նք են սառույցի հալման և ջրի եռման ջերմաստիճաններն ըստ Ֆարենհայթի սանդղակի:



§ 43. ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 4

ՓՈՔԻ ՄԱՐՄԻՆՆԵՐԻ ԶԱՓԵՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Աշխատանքի նպատակը. Սովորել այն մարմինների չափերը որոշելու եղանակները, որոնք շատ փոքր են, և անմիջականորեն դրանց չափերը անհնար է որոշել:

Սարքեր և նյութեր. քանոն, ցորենի հատիկներ, գիրք, բարակ մետաղալար, կլոր մատիտ:

Աշխատանքը կատարելու ընթացքը

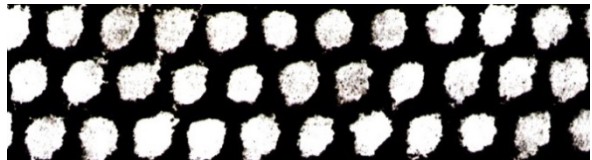
1. Քանոնի երկայնքով միմյանց կիպ կպած դասավորե՛ք ցորենի $n = 40$ հատիկ: Զափե՛ք հատիկների շարքի l երկարությունը և որոշե՛ք մեկ հատիկի d տրամագիծը.

$$d = \frac{l}{n}$$

2. Նույն եղանակը կիրառելով՝ որոշե՛ք գրքի մեկ թերթի հաստությունը: Դրա համար գրքի թերթերը (առանց շապիկի) պինդ սեղմե՛ք և չափե՛ք նրանց l հաստությունը: l հաստությունը բաժանե՛ք գրքի թերթերի n թվի վրա և որոշե՛ք գրքի մեկ թերթի d հաստությունը:

3. Որոշե՛ք բարակ մետաղալարի տրամագիծը: Դրա համար կլոր մատիտի վրա միմյանց կիպ կպած 50 գալար փաթաթե՛ք և չափե՛ք փաթույթի l երկարությունը:

4. Օգտագործելով էլեկտրոնային մանրադիտակի միջոցով ստացված ոսկու ատոմների 50.000.000 անգամ խոշորացված լուսանկարը՝ որոշե՛ք ոսկու մեկ ատոմի տրամագիծը:



5. Զափումների և հաշվարկների արդյունքները գրանցե՛ք աղյուսակում:

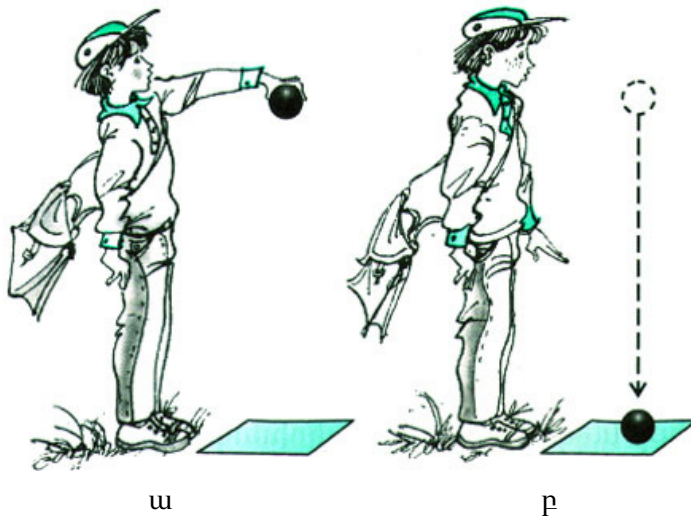
Փոքր մարմիններ	l, սմ	n հատ	d, սմ
1. Ցորենի հատիկներ			
2. Գրքի թերթեր			
3. Հաղորդալարի գալարներ			
4. Ոսկու ատոմներ			

➔ 44. ՆԵՐՔԻՆ ԷՆԵՐԳԻԱ

Մենք գիտենք, որ գոյություն ունի մեխանիկական էներգիայի երկու տեսակ՝ կինետիկ և պոտենցիալ: Մարմինների կինետիկ էներգիան պայմանավորված է նրանց շարժումով, իսկ պոտենցիալ էներգիան՝ այլ մարմինների հետ փոխազդեցությամբ:

Ուսումնասիրելով մեխանիկական երևույթները՝ մենք պարզեցինք, որ կինետիկ և պոտենցիալ էներգիաները կարող են փոխակերպվել մեկը մյուսի: Այդպիսի փոխակերպման օրինակներ կարելի է գտնել § 22-ում և § 27-ում:

Քննարկենք ևս մեկ օրինակ: Ենթադրենք, թե կապարե սալի վրա կապարե գունդ է դրված: Գունդը բարձրացնում ենք վեր և բաց թողնում (սկ. 44.1, ա): Գունդը վեր բարձրացնելով՝ նրան պոտենցիալ էներգիա հաղորդեցինք: Գնդի անկման ժամանակ այդ էներգիան սկսում է նվազել, քանի որ գնդի բարձրությունը գնալով փոքրանում է: Իսկ գնդի կինետիկ էներգիան սկսում է աճել, քանի որ նրա արագությունն աստիճանաբար մեծանում է: Տեղի է ունենում մարմնի պոտենցիալ էներգիայի փոխակերպում կինետիկ էներգիայի, իսկ լրիվ մեխանիկական էներգիան պահպանվում է: Եվ ահա գունդը բախվում է կապարե սալին ու կանգ առնում (սկ. 44.1, բ): Նրա և՛ կինետիկ, և՛ պոտենցիալ էներգիաները սալի նկատմամբ դառնում են զրո:



Նկ 44.1

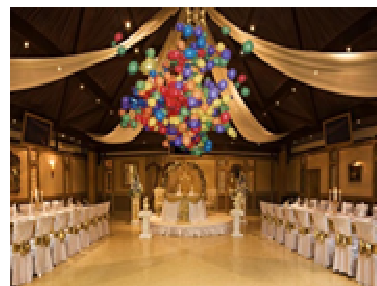
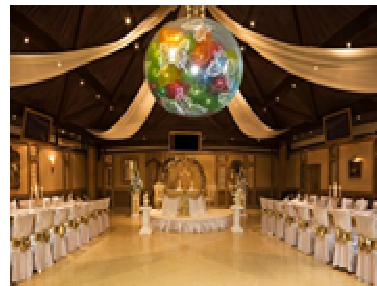
Արդյո՞ք դա նշանակում է, որ գնդի մեխանիկական էներգիան անհետ կորել է: Ո՛չ, չի նշանակում: Հարվածից հետո զննելով գունդը և սալը՝ տեսնում ենք, որ գունդը մի քիչ տափակել է, իսկ սալը մի փոքր փոս է ընկել: Չափելով դրանց ջերմաստիճանը՝ տեսնում ենք նաև, որ դրանք տաքացել են:

Բայց մենք արդեն գիտենք, որ տաքանալիս մարմնի մոլեկուլների ջերմային շարժման միջին կինետիկ էներգիան մեծանում է: Բացի կինետիկ էներգիայից, մոլեկուլներն օժտված են նաև պոտենցիալ էներգիայով, քանի որ նրանք փոխազդում են միմյանց հետ (կախված հեռավորությունից՝ ձգում կամ վանում): Դեֆորմացիայի ժամանակ մարմնի մասնիկների միջև հեռավորությունները փոխվում են, ուստի փոխվում է նաև նրանց փոխազդեցությամբ պայմանավորված պոտենցիալ էներգիան:

Այսպիսով՝ կարող ենք պնդել, որ գունդը սալին բախվելու հետևանքով տեղի է ունենում այդ մարմինների մասնիկների կինետիկ և պոտենցիալ էներգիաների փոփոխություն: Սա նշանակում է, որ մեխանիկական էներգիան, որ փորձի սկզբում ուներ գունդը, անհետ չի կորել, այն փոխակերպվել է մոլեկուլների էներգիայի:

Մարմինը կազմող մասնիկների ջերմային շարժման կինետիկ և միմյանց հետ փոխազդեցության պոտենցիալ էներգիաների գումարը կոչվում է մարմնի **ներքին էներգիա**: Ներքին էներգիան նշանակում են Ս տառով:

Մոլեկուլների ջերմային շարժումը երբեք չի դադարում: Ուստի յուրաքանչյուր մարմին, բացի մեխանիկական էներգիայից, ամեն պահի օժտված է նաև ներքին էներգիայով: Դրանում ևս մի անգամ համոզվելու համար հիշենք վերջերս մեր կենցաղում ավանդույթ դարձած մի երևույթի մասին: Երբ հարսանիքի ժամանակ պայթեցնում են առաստաղից կախված մեծ փուչիկը, նրա մեջից դուրս եկող տարբեր չափերի փուչիկները միանգամից հատակին չեն ընկնում, այլ թռչում են տարբեր ուղղություններով (նկ. 44.2): Ուրեմն՝ փոքրիկ փուչիկները պայթելու պահին ձեռք են բերում կինետիկ էներգիա: Նշանակում է մինչ պայթյունը մեծ փուչիկի օդը օժտված էր էներգիայով, որն էլ փոխակերպվում է փոքր փուչիկների կինետիկ էներգիայի:



Նկ. 44.2

Հրթիռի թռիչքի պահին այրվող վառելիքի ներքին էներգիան փոխակերպվում է հրթիռի պատյանի մեխանիկական էներգիայի, քամու առաջացման դեպքում տաքացած օդի ներքին էներգիան փոխակերպվում է շարժվող օդային զանգվածների կինետիկ էներգիայի և այլն:

Նմանատիպ դիտումների և բազմաթիվ փորձերի արդյունքներն ընդհանրացվել և ձևակերպվել է որպես **էներգիայի պահպանման և փոխակերպման օրենք**.

էներգիան ոչնչից չի առաջանում և ոչ մի տեղ չի անհետանում. էներգիայի քանակն անփոփոխ է, այն կարող է միայն մի ձևից փոխակերպվել այլ ձևի:

էներգիայի պահպանման և փոխակերպման օրենքը բնության կարևորագույն օրենքներից մեկն է: Այն հնարավորություն է տալիս բացատրել բնության շատ երևույթներ, ինչպես նաև կողմնորոշվել նոր՝ դեռևս չուսումնասիրված ոլորտներում:

Առաջիններից մեկը, ով ուշադրություն դարձրեց էներգիայի տարբեր տեսակների միմյանց փոխակերպումներին, գերմանացի գիտնական Ռոբերտ Մայերն էր (1814–1878): Նա մասնագիտությամբ բժիշկ էր և ուսումնասիրում էր սննդի «այրումից» առաջացած էներգիայի և մարդու օրգանիզմում կատարվող պրոցեսների կապը ջերմաստիճանային տարբեր պայմաններում: Այդ ուսումնասիրությունների արդյունքում էլ նա հայտնագործեց ֆիզիկայի ամենաափիմնարար օրենքներից մեկը՝ էներգիայի պահպանման և փոխակերպման օրենքը:



ՀԱՐՑԵՐ

1. էներգիայի ի՞նչ փոխակերպումներ են տեղի ունենում գնդի բարձրացման և անկման ժամանակ:
2. Ի՞նչ փոփոխություններ են կրում կապարե գունդն ու սալը բախման հետևանքով:
3. Գնդի մեխանիկական էներգիան ի՞նչ էներգիայի է փոխակերպվում սալին բախվելուց հետո:
4. Ո՞ր էներգիան են անվանում մարմնի ներքին էներգիա:
5. Ո՞րն է էներգիայի պահպանման օրենքը ջերմային երևույթների դեպքում:
6. Կարո՞ղ է արդյոք մարմինն օժտված լինել մեխանիկական էներգիայով, բայց չունենալ ներքին էներգիա:

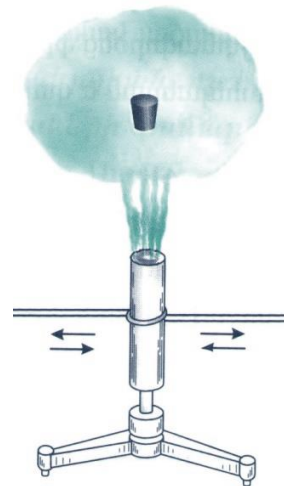
7. Կարո՞ղ է մարմինն օժտված լինել ներքին էներգիայով, բայց չունենալ մեխանիկական էներգիա:
8. Էներգիայի ի՞նչ փոխակերպումներով է պայմանավորված փոթորկից հետո ծովի ջրի տաքանալը:

➔ § 45. ՆԵՐՔԻՆ ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՓՈՓՈԽՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԸ

Մարմնի ներքին էներգիան կախված է նրա մոլեկուլների ջերմային շարժման միջին կինետիկ էներգիայից, որն իր հերթին կախված է մարմնի ջերմաստիճանից: Հետևաբար, ներքին էներգիան կախված է մարմնի ջերմաստիճանից: *Տաքանալիս մարմնի ներքին էներգիան աճում է, սառչելիս՝ նվազում:* .

Պարզելու համար, թե ինչ եղանակով կարելի է փոխել մարմնի ներքին էներգիան, դիմենք փորձի օգնությանը:

Հենարանի վրա ամրացնենք բարակ պատեր ունեցող արույրե խողովակ: Դրա մեջ մի քիչ եթեր լցնենք և ամուր փակենք: Այժմ խողովակի վրա պարան փաթաթենք և դրանով շփենք այն՝ արագ մեկ այս, մեկ այն կողմ ձգելով պարանը: Որոշ ժամանակ անց տեսնում ենք, որ եթերն սկսում է եռալ, և առաջացած գոլորշին դուրս է նետում խցանը (նկ. 45.1): Եզրակացությունը մեկն է՝ պարանի միջոցով աշխատանք կատարելով շփման ուժերի դեմ՝ բարձրացրինք խողովակի և նրանում գտնվող եթերի ջերմաստիճանը: Իսկ դա նշանակում է, որ մեծացրինք նրանց ներքին էներգիան:



Նկ. 45.1

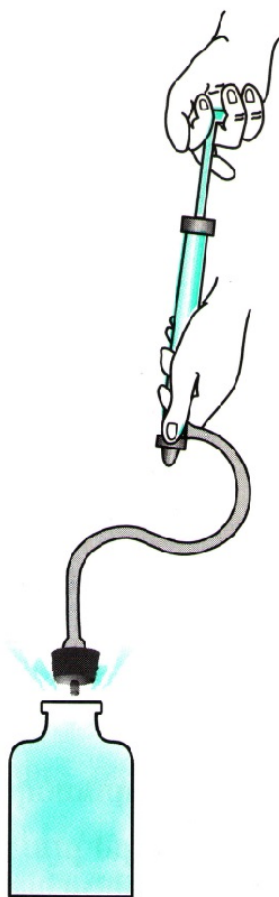


Նկ. 45.2

Նմանատիպ եղանակով են մեր նախնիները առաջին անգամ կրակ ստացել: Դրա համար նրանք փայտի երկու կտորներ շփել են միմյանց այնքան ժամանակ (նկ. 45.2), մինչև դրանք տաքացել են փայտի բռնկման ջերմաստիճանի (250°C): Սա ևս վկայում է աշխատանք կատարելով ներքին էներգիան փոփոխելու հնարավորության մասին:



Նկ. 45.3



Նկ. 45.4

քանի անգամ մուրձով հարվածում է կտորին, այն զգալիորեն տաքանալիս արագ-արագ ձկեր և ուղղեր մեջ, կզգաք, որ այն բավական է: Միտցի տակ գտնվող օդը կտանալիս արագ սեղմելիս այն: Դուք դրանում կլինեք, եթե երբևէ փչած լինեք անվաղողը (նկ. 45.3) :

Իրական փորձում և բերված օրինակում մեր ներքին էներգիան փոխվում է, վրա աշխատանք ենք կատարում: Ե՛ն առև հակառակ պրոցեսը, որ մեր ներքին էներգիայի հաշվին աշխատարի: Այդ դեպքում նրա ներքին կնվազի: Համոզվենք դրանում ողով:

Իր հաստ պատեր ունեցող անոթ և լկենք այն անցք ունեցող ռետինե կոնայից օդամղիչ պոմպով անօդ մղենք: Որոշ ժամանակ անց լմուկով դուրս կթռչի անոթից, իսկ նառախուղ կառաջանա (նկ. 45.4): Ըի առաջացումը նշանակում է, որ դր սառել է, և հետևաբար նրա ներքին նվազել է: Դա բացատրվում է որ անոթում գտնվող սեղմված օդը, րս մղելով, աշխատանք է կատարին էներգիայի նվազման հաշվին: ր էլ օդի ջերմաստիճանն իջել է:

Վ՛ մարմնի ներքին էներգիան կարողանալ աշխատանք կատարելով: ներքին էներգիան փոխելու միակ չէ: Ներքին էներգիան կարելի է նաև առանց աշխատանք կատանակ՝ եթե ջրով լի թեյամանը դնենք ր վրա, թեյամանը և ջուրը կտաքար գդալը կտաքանա, եթե գցենք

տաք թեյի մեջ (նկ. 45.5): Մենյակի օդը տաքանում է, երբ այնտեղ վառարան ենք վառում: Արևի ճառագայթներից շենքի տանիքը տաքանում է: Այս բոլոր դեպքերում մարմինների ներքին էներգիան փոխվում է առանց աշխատանք կատարելու:

Առանց աշխատանք կատարելու մարմնի ներքին էներգիայի փոփոխման պրոցեսն անվանում են ջերմափոխանակություն:

Մարմինների միջև ջերմափոխանակություն հնարավոր է, եթե այդ մարմինների ջերմաստիճանները տարբեր են: Ընդ որում, ջերմափոխանակության հետևանքով սառը մարմինը տաքանում է, իսկ տաքը՝ սառչում:

Այսինքն՝ բարձր ջերմաստիճան ունեցող մարմնի ներքին էներգիայի մի մասը հաղորդվում է ցածր ջերմաստիճան ունեցող մարմնին: Նույնն է նաև, եթե ասենք՝ տաք մարմնի մոլեկուլների ջերմային շարժման կինետիկ էներգիայի մի մասը փոխանցվում է սառը մարմնի մոլեկուլներին: Թեյի գդալի օրինակում դա տեղի է ունենում այսպես: Գդալի և ջրի հավող մասերում, տաք ջրի և սառը մետաղի մոլեկուլները ջերմային շարժման հետևանքով բախվում են միմյանց: Դրա հետևանքով ավելի մեծ կինետիկ էներգիա ունեցող ջրի մոլեկուլները իրենց էներգիայի մի մասը տալիս են մետաղի մոլեկուլներին: Արդյունքում ջրի մոլեկուլների կինետիկ էներգիան նվազում է, իսկ գդալի մասնիկների կինետիկ էներգիան՝ աճում, այսինքն՝ գդալը տաքանում է, իսկ ջուրը՝ սառչում: Դա շարունակվում է, մինչև որ ջրի և գդալի ջերմաստիճանները հավասարվում են:

Այսպիսով՝ գոյություն ունի ներքին էներգիայի փոփոխման երկու եղանակ՝ 1) *աշխատանք կատարելով* և 2) *ջերմափոխանակությամբ*: Այս եղանակներից առաջինի իրականացման դեպքում մարմնի մեխանիկական էներգիան փոխակերպվում է ներքին էներգիայի կամ հակառակը: Երկրորդ եղանակի դեպքում մի մարմնի ներքին էներգիայի մի մասը հաղորդվում է մյուս մարմնին՝ առանց աշխատանք կատարելու:

Հետաքրքրական է, որ դիտարկված երկու եղանակներն էլ հանգեցնում են միանման արդյունքի: Այսինքն՝ վերջնական արդյունքով հնարավոր չէ որոշել, թե հատկապես ո՞ր եղանակով է փոխվել մարմնի ներքին էներգիան: Այսպես՝ սեղանի վրայից վերցնելով պողպատե տաք շյուղը՝ մենք չենք կարող ասել, թե ո՞ր եղանակով են այն տաքացրել՝ շփման, թե՞ տաք մարմնի հետ հպման միջոցով: Սկզբունքորեն կարող է լինել և՛ մեկը, և՛ մյուսը, ինչպես նաև երկուսը միաժամանակ:



Նկ. 45.5



ՀԱՐՑԵՐ

1. Նշե՛ք մարմնի ներքին էներգիայի փոփոխման երկու եղանակները:
2. Բերե՛ք մարմնի նկատմամբ աշխատանք կատարելու միջոցով նրա ներքին էներգիայի մեծացման օրինակներ:
3. Բերե՛ք ջերմափոխանակության եղանակով մարմնի ներքին էներգիայի մեծացման և փոքրացման օրինակներ:
4. Ի՞նչ է ջերմաքանակը: Ի՞նչ տառով է այն նշանակվում:
5. Ի՞նչ միավորով է չափվում ջերմաքանակը:
6. Ի՞նչ եղանակներով կարելի է կրակ ստանալ:
7. Ե՞րբ է սկսվել լուցկու արտադրությունը:

Փորձարարական առաջադրանք

Մետաղադրամը կամ փայլաթիթեղը սեղմե՛ք ստվարաթղթին կամ տախտակին: Սկզբում 10, հետո՝ 20, և այդպես շարունակ մեկ այս, մեկ այն կողմ շարժումներ անելով՝ ուշադրություն դարձրեք, թե շփման ընթացքում ինչ է կատարվում մարմինների ջերմաստիճանի հետ: Ինչպե՞ս է կախված մարմնի ներքին էներգիայի փոփոխությունը կատարված աշխատանքի մեծությունից:



§ 46. ԶԵՐՄԱՓՈՒԱՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ: ԶԵՐՄԱՀԱՂՈՐԴԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Մենք արդեն գիտենք, որ մարմնի ներքին էներգիան կարելի է փոփոխել երկու եղանակով՝ աշխատանք կատարելով և ջերմափոխանակությամբ: Զերմափոխանակությունը իր հերթին կարող է իրականացվել տարբեր ձևերով: Օրինակ՝ սառած ձեռքերը կարելի է տաքացնել հպելով ջեռուցման մարտկոցին, փչելով ավերի մեջ կամ ձեռքերը վառվող կրակի մոտ պահելով (սկ. 46.1): Նշված բոլոր դեպքերում տաք մարմնից սառը մարմնին ներքին էներգիայի հաղորդումը իրականացվում է միանգամայն տարբեր մեխանիզմներով: Մի դեպքում ջերմափոխանակությունը կատարվում է անմիջապես մարմինների հպման միջոցով, երկրորդ դեպքում՝ տաք օդի հոսանքի միջոցով, երրորդ դեպքում՝ տարբեր ճառագայթների միջոցով: Ըստ իրականացման մեխանիզմների՝ տարբերում են ջերմափոխանակության երեք տեսակ՝ ջերմահաղորդականություն, կոնվեկցիա և ճառագայթային ջերմափոխանակություն: Դրանց ուսումնասիրությունը սկսենք ջերմահաղորդականությունից:

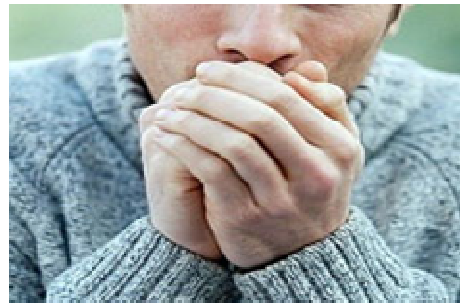
Տարբեր ջերմաստիճանի երկու մարմիններ միմյանց հպելիս ջերմափոխանակության հետևանքով տաք մարմնի ներքին էներգիան նվազում է, իսկ սառը մարմնինը՝ աճում: Այլ կերպ ասած՝ տաք մարմնից սառը մարմնին էներգիայի որոշ քանակ է հաղորդվում:

էներգիան կարող է հաղորդվել ոչ միայն տաք մարմնից սառը մարմնին, այլև նույն մարմնի տաք մասերից սառը մասերին: Դա մեզանից յուրաքանչյուրը զգացել է սեփական փորձով, թեկուզ և նույն՝ թեյի գդալի օրինակով: Թաք թեյը խառնելիս զգացել ենք, որ տաքանում է ոչ միայն գդալի այն մասը, որը թեյի մեջ է, այլ նաև բաժակից դուրս մնացած մասը: Նշանակում է՝ էներգիան գդալի տաք մասից տեղափոխվում է սառը մասը:

Մարմնի տաք մասից սառը մասը էներգիայի հաղորդումն ակնառու դարձնելու համար կատարենք հետևյալ փորձը: Ամրակալանին պղնձե ձող ամրացնենք: Մոմով կամ պլաստիլինով ձողի երկայնքով մի քանի մեխեր ամրացնենք (նկ. 46.2): Ձողի մյուս ծայրը տաքացնենք սպիրտայրոցի բոցով: Տաքանալու ընթացքում մոմն սկսում է հալվել, և մեխերն աստիճանաբար պոկվում են ձողից: Ընդ որում՝ սկզբում պոկվում են այն մեխերը, որոնք կրակի բոցին ավելի մոտ են: Հետո հերթականությամբ պոկվում են մյուս մեխերը: Այս պարզ փորձն իրոք ակնառու է դարձնում էներգիայի հաղորդումը ձողի տաք ծայրից դեպի սառը ծայրը: Իսկ էներգիայի հաղորդումը բացատրվում է հետևյալ կերպ:

Սկզբում մեծանում է մետաղի այն մասնիկների շարժման արագությունը, որոնք մոտ են կրակին: Այդ մասում ձողի ջերմաստիճանը բարձրանում է: Այդ մասնիկների և դրանց հարևանությամբ գտնվող մասնիկների բախումների

հետևանքով վերջիններիս արագությունը նույնպես մեծանում է: Դրա արդյունքում բարձրանում է ձողի այդ հատվածի ջերմաստիճանը: Այնուհետև



Նկ. 46.1

մեծանում է հաջորդ մասնիկների արագությունը և այդպես շարունակ, մինչև տաքանում է ամբողջ ձողը:



Նկ. 46.2

Փորձից հետո ուշադիր գննելով ձողը՝ կհամոզվենք, որ նրա չափերի փոփոխություն տեղի չի ունեցել: Սա նշանակում է, որ ջերմափոխանակության ընթացքում էներգիան հաղորդվել է՝ առանց նյութի տեղափոխության: Էներգիային հաղորդումն իրականացվել է մոլեկուլների ջերմային շարժման և փոխազդեցության շնորհիվ: Ջերմափոխանակության այս տեսակը կոչվում է ջերմահաղորդականություն:

Տաք մարմնից սառը մարմնին, կամ մարմնի տաք տեղամասից սառը տեղամասին ներքին էներգիայի հաղորդման պրոցեսը, որն իրականացվում է մոլեկուլների ջերմային շարժման և փոխազդեցության շնորհիվ կոչվում է ջերմահաղորդականություն:

Թեև, ըստ սահմանման, ջերմահաղորդականությունը պրոցես է, բայց հաճախ նույն բառով անվանում են նաև ներքին էներգիա հաղորդելու նյութի հատկության քանակական բնութագիրը⁴: Այսուհետ մենք այդ բառը երկու իմաստով էլ կօգտագործենք, ընդ որում, եթե մի նյութում ջերմահաղորդականության պրոցեսն ավելի արագ է ընթանում, քան մյուսում, կասենք, որ առաջին նյութի ջերմահաղորդականությունը մեծ է երկրորդի ջերմահաղորդականությունից: Օրինակ՝ եթե բռնենք երկաթյա մեխի գլխիկից և փորձենք գազօջախի վրա շիկացնել նրա ծայրը, դա մեզ չի հաջողվի: Որովհետև ջերմահաղորդականության պատճառով արագ կտաքանա նաև մեխի գլխիկը և կարող է այրել մատները: Ուստի, եթե ձեզ, այնուամենայնիվ, երբևէ անհրաժեշտ լինի շիկացնել մեխը, ապա դա արեք այնպես, ինչպես ցույց է տրված նկ. 46.3-ում: Իսկ, օրինակ, փայտի միջով ներքին էներգիան բավական դանդաղ է տեղափոխվում, և մենք վառվող

⁴ Այն թվապես հավասար է նյութի 1 մ² մակերեսով և 1 մ հաստությամբ շերտով 1 վ-ում հաղորդած էներգիային, երբ այդ շերտի տարբեր կողմերում ջերմաստիճանների տարբերությունը 1⁰C է:

լուցկու հատիկի ծայրը հանգիստ կարող ենք բռնել այնքան ժամանակ, քանի դեռ կրակի բոցը չի հասել մեր ձեռքին: Սա նշանակում է, որ փայտն ավելի փոքր ջերմահաղորդականություն ունի, քան երկաթը:

Առավել մեծ ջերմահաղորդականությամբ օժտված են մետաղները, հատկապես արծաթը և պղինձը: Հեղուկների (բացառությամբ հալեցրած մետաղների) ջերմահաղորդականությունը փոքր է: Գազերինն ավելի փոքր է, քանի որ դրանց մոլեկուլներն անհամեմատ ավելի հեռու են գտնվում իրարից, և էներգիայի փոխանցումը մի մասնիկից մյուսին դժվարությամբ է կատարվում:



Նկ. 46.3

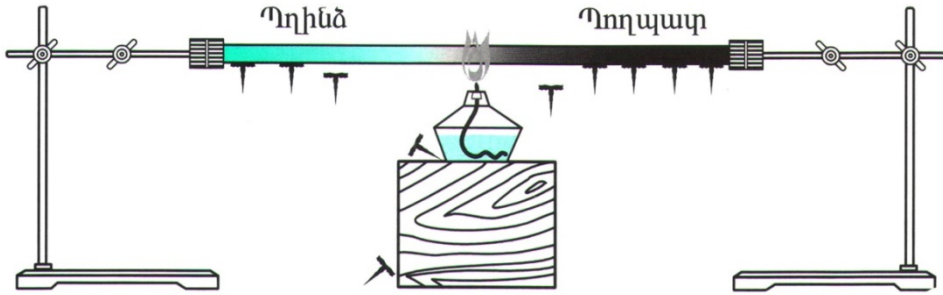
Եթե տարբեր նյութերի ջերմահաղորդականությունները համեմատենք պղնձի ջերմահաղորդականության հետ, կպարզվի, որ երկաթինը փոքր է մոտ 5 անգամ, ջրինը՝ 658, ծակոտկեն աղյուսինը՝ 840, նոր եկած ձյանը՝ գրեթե 4000 անգամ, բամբակինը, փայտի սղոցուկինը և ոչխարի մորթունը՝ գրեթե 10000 անգամ, իսկ օդի ջերմահաղորդականությունը փոքր է մոտավորապես 20000 անգամ:

Բրդի, բմբուլի, մորթու վատ ջերմահաղորդականությունը (որը պայմանավորված է նրանց մանրաթելերի միջև օդի առկայությամբ) թույլ է տալիս կենդանու մարմնին պահպանել օրգանիզմի ստեղծած ջերմային էներգիան և այդպիսով խուսափել սառչելուց: Ցրտից պաշտպանում է նաև ճարպի շերտը, որն առկա է լողացող թռչունների, կետերի, ծովափղերի, փոկերի և մի քանի այլ կենդանիների մոտ:



ՀԱՐՑԵՐ

1. Թվարկե՛ք ջերմափոխանակման տեսակները:
2. Ի՞նչ է ջերմահաղորդականությունը:
3. Ո՞ր մարմինների ջերմահաղորդականությունն է մեծ, որո՞նցը՝ փոքր:
4. Ի՞նչ եք կարծում, ի՞նչ է ցույց տալիս նկ. 46.4-ում պատկերված փորձը:



Նկ. 46.4

Փորձարարական առաջադրանք

Տանր, փողոցում կամ տրանսպորտում ստուգե՛ք, թե շոշափելիս ո՛ր առարկաներն են թվում ավելի սառը: Ի՞նչ կարող եք ասել դրանց ջերմահաղորդականության մասին: Ձեր դիտարկումների հիման վրա կազմե՛ք նյութերի անվանումների շարքը՝ դրանց ջերմահաղորդականության աճմանը համապատասխան:



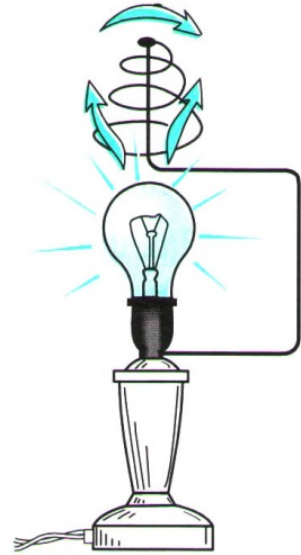
§ 47. ՋԵՐՄԱՓՈՒՆԱՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ: ԿՈՆՎԵԿՑԻԱ

Ջերմափոխանակության առաջին տեսակի՝ ջերմահաղորդականության մասին իմացանք, որ այդ պրոցեսի ժամանակ ներքին էներգիան տաք մարմնից սառը մարմնին (կամ մարմնի տաք տեղամասից սառը տեղամասին) փոխանցվում է շնորհիվ մոլեկուլների ջերմային շարժման և փոխադրեցության: Ջերմահաղորդականությունն իրականանում է բոլոր նյութերում (պինդ, հեղուկ և գազային) և բոլոր նյութերի միջև, իսկ էներգիայի հաղորդումը չի ուղեկցվում նյութի տեղափոխությամբ: Գրե՛թե լրիվ հակառակ պատկերն է ջերմահաղորդականության երկրորդ տեսակում: Այս դեպքում էներգիան մի տեղից մյուսը փոխանցվում է շնորհիվ նյութի շերտերի անհավասարաչափ տաքացման, իրականանում է միայն հեղուկներում և գազերում, էներգիան մի տեղից մյուսը փոխանցվում է նյութի տեղաշարժի հետևանքով: Ջերմահաղորդականության այդ տեսակը այսպես կոչված **կոնվեկցիան** է (հունարեն «կենվեկտիո»՝ հասցնել, մատուցել բառից):

Բոլորին է հայտնի, որ հեղուկները և գազերը սովորաբար տաքացնում են ներքևից: Ջրով լի թեյնիկը դնում են գազօջախի վրա, ջեռուցման մարտկոցները հատակին հնարավորինս մոտ են տեղադրում: Պարզենք, թե ինչով է դա պայմանավորված:

Ձեռքը պահելով տաք սալօջախի կամ վառվող լամպի վրա՝ մենք զգում ենք, որ սալօջախից կամ լամպից վեր են բարձրանում օդի տաք հոսանքներ: Այդ հոսանքները կարող են պտտել լամպի վերևում տեղադրված ոչ մեծ թղթե պտտանը (նկ. 47.1): Որտեղի՞ց են առաջանում այդ հոսանքները:

Օդի այն շերտը, որ սահմանակից է սալօջախին կամ լամպին, տաքանում և դրա հետևանքով ընդարձակվում է: Արդյունքում այդ տաքացած օդի խտությունը փոքրանում շրջապատող սառն օդի խտությունից: Իսկ դա նշանակում է, որ տաք օդի կշիռը դառնում է փոքր նրա վրա ազդող արքիմեդյան ուժից: Այդ ուժերի տարբերությունն էլ ստիպում է տաք օդին վեր բարձրանալ: Իսկ նրա տեղը ներքևում զբաղեցնում է սառը օդը: Որոշ ժամանակ անց օդի այդ շերտը տաքանալով՝ նույնպես բարձրանում է վեր՝ իր տեղը զիջելով օդի հաջորդ զանգվածին, և այդպես շարունակ: Տեղի է ունենում օդի սառը և տաք շերտերի մեխանիկական խառնում, որն ուղեկցվում է ջերմափոխանակությամբ: Նույն մեխանիզմով է տաքանում նաև մեր բնակարանների օդը (նկ. 47.2):



Նկ. 47.1



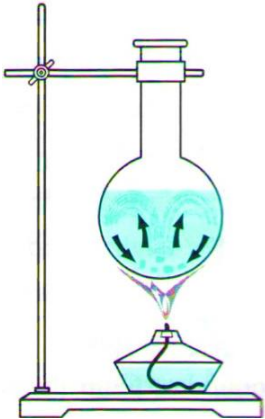
Նկ. 47.2

Սառը և տաք շերտերի մեխանիկական խառնում տեղի է ունենում նաև հեղուկների տաքացման ժամանակ: Տաքացնելիս հեղուկի շերտերի տեղաշարժը ակնառու երևում է, երբ ջրով լի ապակե փորձանոթի հատակին մի քանի փշուր կալիումի պերմանգանատ են գցում և փորձանոթը դնում ջեռուցիչի վրա: Որոշ ժամանակ անց ջրի ներքին շերտերը, որոնք կալիումի պերմանգանատի պատճառով ներկվել են մանուշակագույն, սկսում են բարձրանալ վերև (նկ. 47.3): Դրանց տեղը գրավում է սառը ջուրը, որը տաքանալով՝ նույնպես բարձրանում է վեր, և այսպես շարունակ: Աստիճանաբար ամբողջ ջուրը տաքանում է:

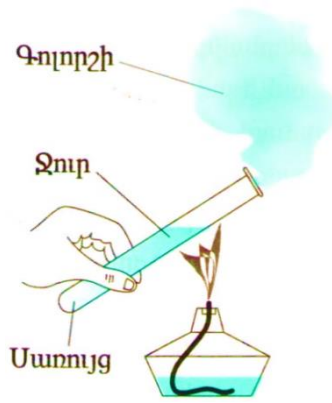
Այսպիսով՝ **կոնվեկցիա են անվանում հեղուկի կամ գազի հոսանքների միջոցով կատարվող ջերմափոխանակությունը, որը հետևանք է հեղուկի կամ գազի շերտերի անհավասարաչափ տաքացման:**

Թե ինչ տեղի կունենա, եթե վերևից տաքացնենք գազը կամ հեղուկը՝ պարզենք փորձով: Փորձասրվակի մեջ մի կտոր սառույց դնենք և վրան սառը ջուր լցնենք: Սրվակը վերևից տաքացնելիս ջրի վերին շերտերը սկսում են եռալ (նկ. 47.4), մինչդեռ ջրի ստորին շերտերը սառն են մնում, անգամ սառույցը չի հալվում: Սա բացատրվում է նրանով, որ տաքացման այս եղանակի դեպքում կոնվեկցիա չի կատարվում: Տաքացած շերտերը բարձրանալու տեղ չունեն. դրանք առանց այդ էլ վերևում են: Իսկ ստորին սառը շերտերը այդպես էլ կմնան ներքևում: Ճիշտ է, ջուրը ի վերջո կտաքանա ջերմահաղորդականության շնորհիվ, սակայն այն շատ դանդաղ է ընթանում: Այնպես որ, երկար պետք է սպասել, որ դա տեղի ունենա:

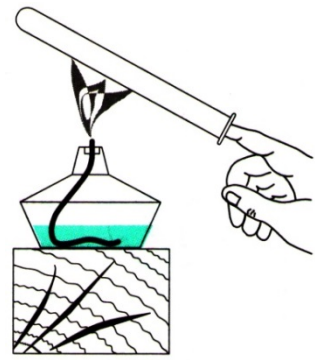
Նույն ձևով կարելի է բացատրել, թե ինչու չի տաքանում նկ. 47.5-ում պատկերված փորձասրվակում գտնվող օդը: Տաքանում է միայն նրա վերին մասը, իսկ ստորին մասը մնում է սառը:



Նկ. 47.3



Նկ. 47.4



Նկ. 47.5

Այս փորձերը ոչ միայն ապացուցում են, որ հեղուկներն ու գազերը պետք է տաքացնել ներքևից, այլև որ դրանցում ջերմահաղորդականությունը շատ դանդաղ է ընթանում:

Կոնվեկցիայի երևույթը մեծ դեր է խաղում բնության մեջ և լայնորեն օգտագործվում է կենցաղում: Նրա շնորհիվ մթնոլորտի օդը շարունակ խառնվում է՝ ապահովելով օդի գրեթե նույն բաղադրությունը Երկրի բոլոր մասերում: Կոնվեկցիայով է պայմանավորված ամպերի գոյացումը, քամիների առաջացումը, ջրի շրջապտույտը բնության մեջ, ծովափնյա մեղմաշունչ զեփյուռի առաջացումը ու էլի շատ երևույթներ: Զեռուցման համակարգերի աշխատանքի հիմքում կոնվեկցիայի երևույթն է, կոնվեկցիան է ապահովում քարշը ծխնելույզներում: Թվարկված երևույթների մասին բազմաթիվ նյութեր կան գրքերում ու համացանցում: Դրանք կարող են ռեֆերատների ու սալիկահանդեսների հետաքրքիր թեմաներ դառնալ:



ՀԱՐՅԵՐ

1. Ի՞նչ է կոնվեկցիան:
2. Ինչո՞ւ են հեղուկներն ու գազերը տաքացնում ներքևից:
3. Ինչո՞ւ կոնվեկցիան հնարավոր չէ պինդ մարմիններում:

Փորձարարական առաջադրանք

Միացրե՛ք էլեկտրական լամպը և ձեր ձեռքը մոտեցրե՛ք դրան (առանց լամպին հպվելու): Ի՞նչ եք զգում: Տվյալ դեպքում ջերմափոխանակման ո՞ր տեսակն է տեղի ունենում:



§ 48. ԶԵՐՄԱՓՈՒԱՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ:

ՃԱՌԱԳԱՅԹԱՅԻՆ ԶԵՐՄԱՓՈՒԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Ճառագայթային ջերմափոխանակությունը: Բոլորին քաջ հայտնի է, որ Արեգակը տաքացնում է Երկիրը: Նշանակում է Երկիրն Արեգակից էներգիա է ստանում: Իսկ ինչպե՞ս է այն արևից փոխանցվում Երկրին: Քանի որ դրանց միջև անօդ տարածություն կա, ապա էներգիան չի կարող փոխանցվել ո՛չ ջերմահաղորդականության, ո՛չ էլ կոնվեկցիայի շնորհիվ: Խարույկի մոտ նստելիս զգում ենք, թե ինչպես է կրակը տաքացնում մեր

մարմինը (նկ. 48.1): Այս դեպքում էլ պատկերը նույնն է: Ջերմափոխանակության պատճառը ջերմահաղորդականությունը չէ, որովհետև կրակի և մեր մարմնի միջև գտնվող օդի ջերմահաղորդականությունը շատ



Նկ. 48.1

Ջերմահաղորդականությունը, որն իրականացվում է ջերմային ճառագայթման արձակման և կլանման միջոցով, կոչվում է ճառագայթային ջերմափոխանակություն:

Ճառագայթային ջերմափոխանակության ժամանակ էներգիա ճառագայթած մարմնին ներքին էներգիան նվազում է, իսկ էներգիա կլանած մարմնինը՝ աճում:

Ջերմային ճառագայթման շնորհիվ է Երկրին փոխանցվում Արեգակի էներգիան: Ջերմափոխանակության այս տեսակի առանձնահատկությունն այն է, որ կարող է իրականանալ նաև անօդ տարածության միջով:

Ջերմային ճառագայթում են առաքում բոլոր մարմինները: Էլեկտրական սալիկի շիկացած պարույրին, վառվող էլեկտրական լամպին, ջեռուցման մարտկոցին, տաք վառարանին ձեռքը կողքից մոտեցնելիս մենք տաքություն ենք զգում: Նկատում ենք նաև, որ ինչքան բարձր է մարմնի ջերմաստիճանը, այնքան ուժեղ է տաքացնում այն, այսինքն՝ այնքան շատ էներգիա է հաղորդում ճառագայթման միջոցով:

Իսկ այժմ մի շատ հետաքրքիր երևույթի մասին, որը բոլորը գիտեն սեփական փորձից և որի հետ ստիպված են լինում հաշվի նստել առօրյա կյանքում: Խոսքն այն մասին է, որ բոլորը ամռան շոգին խուսափում են սև գույնի հագուստ կրելուց: Իսկ ինչո՞ւ են խուսափում: Որովհետև հայտնի է, որ սև գույնի մակերևույթները արևի ճառագայթներից ավելի շատ են

այց ոչ էլ կոնվեկցիան է, կոնվեկցիայով ջերմափոխան ժամանակ օդային տաքը միշտ ուղղված են դեպի և է ենթադրել, որ կա ջերմակության ևս մի տեսակ: կի դեպքում ներքին էներգազայթվում է մի մարմնի կլանվում մյուսի կողմից: ագայթումն անվանում են

ճառագայթում,

իսկ անակության այս տեսակը՝ ային ջերմափոխանակութ-

տաքանում: Փորձեք ձեռք տալ կիզիչ արևի տակ կանգնած սպիտակ ավտոմեքենայի, հետո՝ սևի տանիքին: Անմիջապես կզգաք, որ սև գույնի ավտոմեքենան զգալիորեն տաք է, քան սպիտակը: Նշանակում է՝ այն ավելի շատ էներգիա է կլանել, քան սպիտակը: Բանն այն է, որ երբ ջերմային ճառագայթումն ընկնում է մարմնի մակերևույթին, այն մասամբ կլանվում է մարմնի կողմից, մասամբ՝ անդրադառնում: Ընդ որում, սպիտակ մակերևույթը ճառագայթային էներգիան չի կլանում, այն ամբողջությամբ անդրադարձնում է: Որքան մզանում է մարմնի գույնը, այնքան կլանած էներգիայի բաժինը մեծանում է, անդրադարձածինը՝ փոքրանում: Սև մակերևույթը ճառագայթային էներգիան լրիվ է կլանում՝ չանդրադարձելով ոչինչ: Ասվածի մեջ համոզվելու համար դիմենք փորձի օգնությանը: Վառվող լամպի մոտ, միևնույն հեռավորության վրա տեղադրենք միատեսակ մետաղյա թիթեղներ, որոնցից մեկի մակերևույթը ներկված է սպիտակ գույնի, իսկ մյուսինը՝ սև գույնի ներկերով (Նկ. 48.2): Որոշ ժամանակ անց չափենք թիթեղների ջերմաստիճանը: Կտեսնենք, որ սպիտակ գույնի թիթեղը գրեթե չի տաքացել և նրան հպած ջերմաչափը ցույց է տալիս սենյակի ջերմաստիճանը, իսկ սև գույնի սկավառակի ջերմաստիճանը զգալիորեն բարձր կլինի սենյակի ջերմաստիճանից:



Նկ. 48.2

Այսպիսով, մուգ գույնի մակերևույթները ջերմային ճառագայթման ավելի լավ կլանիչներ են, քան ավելի բաց գույնի մակերևույթները:

Հետաքրքիր է, որ ջերմային ճառագայթման արձակման տեսակետից էլ առավելությունը մուգ գույնի մարմիններինն է: Միևնույն ջերմաստիճանում գտնվող մարմիններից մուգ գույնի մարմինները ավելի շատ էներգիա են ճառագայթում, քան բաց գույնի մարմինները: Դրանում հեշտությամբ կարելի է համոզվել հետևյալ պարզ փորձով: Վերը նշված թիթեղները պահենք եռացող ջրի մեջ այնքան ժամանակ, մինչև նրանց ջերմաստիճանները դառնան 100°C : Թիթեղները հանենք ջրից և հետևենք նրանց ջերմաստիճանին (Նկ. 48.2):



Նկ. 48.3

Պարզ կերևա, որը սև թիթեղը նկատելիորեն ավելի արագ է սառչում, քան սպիտակը: Դա էլ հենց ապացույցն է այն բանի, որը սև թիթեղը ավելի շատ էներգիա է ճառագայթում, քան սպիտակը:

Ճառագայթվող էներգիան տարբեր կերպ կլանելու ունակությունը լայն կիրառում է գտել տեխնիկայում: Օրինակ՝ օդապարիկները և ինքնաթիռների թևերը շատ հաճախ ներկում են արծաթագույն ներկով, որպեսզի դրանք ավելի քիչ տաքանան արեգակնային ճառագայթներից: Իսկ եթե անհրաժեշտ է օգտագործել արեգակնային էներգիան (օրինակ՝ արհեստական արբանյակների վրա տեղադրված որոշ սարքերի տաքացման նպատակով), այդ սարքավորումները ներկում են մուգ գույնով:



ՀԱՐՑԵՐ

1. Ջերմափոխանակման ո՞ր տեսակը կարող է իրականանալ անօդ տարածությունում:
2. Ո՞ր մարմիններն են ավելի լավ, և որո՞նք են ավելի վատ կլանում ջերմային ճառագայթման էներգիան:
3. Ինչո՞ւ բաց գույնի թեյնիկում տաք ջուրն ավելի ուշ է սառչում, քան մուգ թեյնիկում:

Փորձարարական առաջադրանք

Տաքացնում է, արդյոք, մուշտակը: Դա պարզելու համար վերցրե՛ք ջերմաչափը և հիշելով նրա ցուցմունքը՝ փաթաթե՛ք մուշտակով: Կես ժամից հետո հանե՛ք այն: Փոխվե՞լ է ջերմաչափի ցուցմունքը: Ինչո՞ւ:



§ 49. ԶԵՐՄԱՔԱՆԱԿ: ՏԵՍԱԿԱՐԱՐ ԶԵՐՄՈՒՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

1. Զերմաքանակ: Նախորդ պարագրաֆներում մենք քննարկեցինք մարմնի ներքին էներգիայի փոփոխման եղանակները: Իմացանք, որ ներքին էներգիան կարելի է փոփոխել երկու եղանակով՝ աշխատանք կատարելով և առանց աշխատանք կատարելու: Առանց աշխատանք կատարելու մարմնի ներքին էներգիայի փոփոխման պրոցեսն անվանեցինք ջերմափոխանակություն և մանրամասն ուսումնասիրեցինք ջերմափոխանակության զանազան տեսակները: Ի վերջո, պարզ դարձավ, որ ջերմափոխանակության դեպքում տեղի է ունենում էներգիայի հաղորդում մի մարմնից մյուսին՝ ջերմահաղորդականության, կոնվեկցիայի կամ ճառագայթման միջոցով:

Այն էներգիան, որը մարմինը ստանում կամ տալիս է ջերմափոխանակության ժամանակ, կոչվում է ջերմաքանակ:

Եթե ջերմափոխանակության ժամանակ մարմնի ներքին էներգիան աճում է, այսինքն՝ մարմինը տաքանում է, ապա ասում են, որ այն շրջապատից ջերմաքանակ է **ստանում**: Հակառակ դեպքում, երբ ներքին էներգիան նվազում է, այսինքն՝ մարմինը սառչում է, ապա ասում են, որ այն շրջապատին ջերմաքանակ է **տալիս**:

Ջերմաքանակը սովորաբար նշանակում են Q (կարդացվում է՝ քյու) տառով: Ընդունված է մարմնի ստացած ջերմաքանակը համարել դրական, իսկ տվածը՝ բացասական մեծություն:

Քանի որ, սահմանման համաձայն, **ջերմաքանակը էներգիա է**, որը մարմինը տալիս կամ ստանում է ջերմափոխանակության ժամանակ, ապա բնական է այն արտահայտել նույն միավորով, ինչ էներգիան է: Ուրեմն Միավորների միջազգային համակարգում ջերմաքանակի միավորը 1 Ջ-ն է: Գործնականում հաճախ օգտվում են նաև կիլոջոուլ (կՋ) և մեգաջոուլ (ՄՋ) միավորներից:

$$1 \text{ կՋ} = 1000 \text{ Ջ} = 10^3 \text{ Ջ}, \quad 1 \text{ ՄՋ} = 1000000 = 10^6 \text{ Ջ}:$$

2. Տեսակարար ջերմունակություն: Ջերմաքանակը, որը մարմինը ստանում է տաքանալիս կամ տալիս է սառչելիս, կախված է մի շարք գործոններից: Դրանցից երկուսի մասին ամօրյա դիտումներից գիտի յուրաքանչյուր ոք: Հազիվ թե որևէ մեկը սխալ պատասխանի այն հարցին, թե ջուրը միաժամանակ գազօջախին դրված սրճեփո՞ւմ, թե՞ թեյնիկում (նկ. 49.1) ավելի շուտ կեռա: Իսկ ինչո՞ւ է սրճեփում ավելի շուտ եռում: Սրճեփի և թեյնիկի ջրերը միմյանցից տարբերվում են միայն քանակով, այսինքն՝ զանգվածով: Թեյնիկում ջրի զանգվածն ավելի մեծ է, քան սրճեփում: Հասկանալի է, որ ինչքան երկար ժամանակ է տաքանում ջուրը, այնքան ավելի շատ ջերմաքանակ է նա ստանում գազօջախից: Ուրեմն, կարելի է եզրակացնել, որ **մի գործոնը**, որից կախված է մարմինը որոշակի չափով տաքացնելու համար անհրաժեշտ ջերմաքանակը, նրա **զանգվածն է**: Ընդ որում՝ որքան մեծ է մարմնի զանգվածը, այնքան շատ ջերմաքանակ է հարկավոր հաղորդել նրան՝ ջերմաստիճանը նույն չափով բարձրացնելու համար:



Նկ. 49.1

Երկրորդ գործոնն էլ ծանոթ է յուրաքանչյուրին: Բոլորը գիտեն, որ ջուրը տաքանում է աստիճանաբար, այսինքն՝ սառը ջուրը տաքացնելիս սկզբում ստացվում է գոլ, ապա՝ տաք և հետո միայն՝ եռման ջուր: Դրանից կարելի է եզրակացնել, որ **երկրորդ գործոնը**, որից կախված է տվյալ զանգվածով մարմինը տաքացնելու համար անհրաժեշտ ջերմաքանակը՝ նրա **ջերմաստիճանի փոփոխությունն է**: Ընդ որում, որքան շատ պետք է տաքացնել մարմինը, այնքան շատ ջերմաքանակ պետք է հաղորդել նրան:



Նկ. 49.1

գործոնի մասին գիտեն այց ոչ բոլորը: Եթե այնք, թե միաժամանակյան դրված նույն քանաշուտ կեռա, թե՞ ջուրը կարող են հնչել տարապիսաններ: Հավանաականում ճիշտ պակտան աղջիկները, նրանք խոհանոցում

ավելի հաճախ են լինում:

Դիտումները ցույց են տալիս, որ կաթն ավելի շուտ է տաքանում: Նշանակում է տարբեր նյութերից կազմված նույն զանգվածով մարմինները նույնքան տաքացնելու համար տարբեր ջերմաքանակներ են պահանջվում: Հետևաբար, **երրորդ գործոնը**, որից կախված է մարմինը որոշակի չափով տաքացնելու համար անհրաժեշտ ջերմաքանակը, նրա **նյութի տեսակն է**:

Հետաքրքիր իրավիճակ ստեղծվեց: Պարզվում է, որ «Ի՞նչ գործոններից է կախված տաքանալիս մարմնի ստացած ջերմաքանակը» հարցի պատասխանը հայտնի է առօրյա դիտումներից: Մի անգամ ևս ընթերցեք վերևում ընդգծված բառերը և կունենաք հարցի ամբողջական պատասխանը: Այսպիսով՝ ընդհանրացնելով դիտումների արդյունքները, եզրակացնում ենք, որ **մարմնի տաքացման համար անհրաժեշտ ջերմաքանակը կախված է նրա զանգվածից, ջերմաստիճանի փոփոխությունից և նյութի տեսակից**:

Երբ մարմնի ջերմաստիճանն իջնում է, ինքն է ջերմաքանակ տալիս շրջապատին: Բնականաբար, հովանալիս մարմնի տված ջերմաքանակը կախված է նույն գործոններից, ինչ որ տաքանալիս ստացած ջերմաքանակը:

Իսկ թե ինչպե՞ս է ջերմաքանակը կախված նշված գործոններից՝ ցույց է տալիս փորձը: Օրինակ՝ փորձը ցույց է տալիս, որ 1 կգ զանգվածով ջուրը 1°C-ով տաքացնելու համար պահանջվում է 4200 Ջ ջերմաքանակ, իսկ նույն՝

1 կգ զանգվածով պղինձը դարձյալ 1°C -ով տաքացնելու համար՝ 400 Ջ: Նշանակում է 1 կգ զանգվածով տարբեր նյութերը 1°C -ով տաքացնելու համար պահանջվում են տարբեր ջերմաքանակներ:

Այն ֆիզիկական մեծությունը, որը ցույց է տալիս, թե որքան ջերմաքանակ է անհրաժեշտ նյութի 1 կգ-ը 1°C -ով տաքացնելու համար, կոչվում է այդ նյութի տեսակարար ջերմունակություն:

Յուրաքանչյուր նյութ իր տեսակարար ջերմունակությունն ունի: Դրանք որոշված են փորձերի միջոցով և կազմված են համապատասխան աղյուսակներ: Անհրաժեշտության դեպքում ձեզ հետաքրքրող նյութի տեսակարար ջերմունակությունը կարող եք վերցնել այդ աղյուսակներից, որոնք կարող եք գտնել Հավելված 1-ում, խնդրագրքերում, համացանցում և այլն:

Նյութի տեսակարար ջերմունակությունը սովորաբար նշանակում են լատինական c տառով: Նյութի տեսակարար ջերմունակության միավորը ՄՇ-ում չափվում է ջոուլը բաժանած կիլոգրամ անգամ աստիճանով ($1 \text{ Ջ}/(\text{կգ}\cdot^{\circ}\text{C})$): Օրինակ՝ Հավելված 1-ից երևում է, որ կապարի տեսակարար ջերմունակությունը հավասար է $140 \text{ Ջ}/(\text{կգ}\cdot^{\circ}\text{C})$: Այս թիվը ցույց է տալիս, որ 1 կգ կապարը 1°C -ով տաքանալիս կլանում, իսկ սառչելիս անջատում է 140 Ջ ջերմաքանակ:

Աղյուսակից երևում է նաև, որ ագրեգատային տարբեր վիճակներում (պինդ, հեղուկ, գազային) միևնույն նյութի տեսակարար ջերմունակությունը տարբեր է: Օրինակ՝ ջրի տեսակարար ջերմունակությունը $4200 \text{ Ջ}/(\text{կգ}\cdot^{\circ}\text{C})$ է, իսկ սառույցինը՝ $2100 \text{ Ջ}/(\text{կգ}\cdot^{\circ}\text{C})$:

3. Մարմնի տաքացման համար անհրաժեշտ և դրա հովացման դեպքում անջատվող ջերմաքանակի հաշվումը: Ջերմաքանակը հաշվելու համար պետք է իմանալ այն նյութի տեսակարար ջերմունակությունը, որից պատրաստված է մարմինը, այդ մարմնի զանգվածը և սկզբնական (t_1) ու վերջնական (t_2) ջերմաստիճանների տարբերությունը:

Դիցուք, պետք է հաշվել, թե ինչ ջերմաքանակ է ստացել տաքացման ժամանակ 5 կգ զանգված ունեցող երկաթե մանրակը, եթե դրա սկզբնական ջերմաստիճանը եղել է 20°C , իսկ վերջնականը դարձել է 620°C :

Երկաթի տեսակարար ջերմունակությունը՝ $c=460 \text{ Ջ}/(\text{կգ}\cdot^{\circ}\text{C})$: Դա նշանակում է, որ 1 կգ զանգվածով երկաթը 1°C -ով տաքացնելու համար պահանջվում է 460 Ջ: 5 կգ զանգվածով երկաթե մանրակը 1°C -ով տաքացնելու համար կպահանջվի 5 անգամ մեծ ջերմաքանակ, այսինքն՝ $460 \text{ Ջ} \times 5 = 2300 \text{ Ջ}$, իսկ այդ մանրակը 600°C -ով տաքացնելու համար՝ դրանից 600 անգամ ավելի, այսինքն՝ $2300 \text{ Ջ} \times 600 = 1\,380\,000 \text{ Ջ}$:

Այսպիսով, մարմինը տաքացնելու համար անհրաժեշտ կան հովանալիս դրանից անջատվող Q ջերմաքանակը հաշվելու համար պետք է նյութի c տեսակարար ջերմունակությունը բազմապատկել մարմնի m զանգվածով և դրա t_2 վերջնական ու t_1 սկզբնական ջերմաստիճանների տարբերությամբ:

$$Q = cm(t_2 - t_1); \quad (49.1)$$

Բազմաթիվ փորձերի արդյունքում ստացված (49.1) բանաձևը վկայում է, որ մարմինը տաքանալիս մարմնի ստացած կան հովանալիս նրա տված ջերմաքանակը ուղիղ համեմատական է մարմնի զանգվածի և վերջնական ու սկզբնական ջերմաստիճանների տարբերությանը: Համեմատականության c գործակիցը մարմնի ջերմային հատկությունները բնութագրող տեսակարար ջերմունակությունն է: Եթե $t_2 > t_1$, ապա $Q > 0$, այսինքն՝ տաքանալիս մարմինը ստանում է ջերմաքանակ: Հակառակ դեպքում, $t_2 < t_1$, $Q < 0$, այսինքն՝ սառչելիս մարմինը շրջապատին ջերմաքանակ է տալիս:



ՀԱՐՑԵՐ

1. Բերե՛ք օրինակներ, որոնք վկայում են, որ տաքանալիս մարմնի ստացած ջերմաքանակը կախված է նրա զանգվածից և ջերմաստիճանի փոփոխությունից:
2. Նկարագրե՛ք փորձ, որն ապացուցում է, որ մարմնի տաքացման համար անհրաժեշտ ջերմաքանակը կախված է այն նյութի տեսակից, որից կազմված է:
3. Ո՞ր մեծությունն են անվանում տեսակարար ջերմունակություն:
4. Թղթի տեսակարար ջերմունակությունը հավասար է $1500 \text{ Զ}/(\text{կգ}^\circ\text{C})$: Ի՞նչ է դա նշանակում:
5. Ո՞ր բանաձևով են հաշվում մարմնի տաքացման համար անհրաժեշտ կան սառչելիս նրանից անջատվող ջերմաքանակը:

Ջրի մի յուրահատկության մասին

Ուսումնասիրելով տարբեր նյութերի տեսակարար ջերմունակությունների աղյուսակը՝ կարելի է նկատել, որ ջուրն ունի շատ մեծ տեսակարար ջերմունակություն: Այդ պատճառով ծովերի և օվկիանոսների ջրերը, ամռանը տաքանալով, կլանում են մեծ ջերմաքանակ, և այն վայրերում, որոնք գտնվում են մեծ ջրավազանների մոտ, համեմատած ջրից հեռու գտնվող

վայրերի հետ, այնքան էլ շոգ չի լինում: Ձմռանը ջուրը սառչում է և շրջապատին տալիս մեծ ջերմաքանակ, և դրա համար էլ այդ վայրերում ձմեռը խստաշունչ չէ: Հենց ջրի մեծ տեսակարար ջերմունակության շնորհիվ ջուրը լայնորեն օգտագործում են ջեռուցման համակարգում (այն լցնում են ռադիատորների մեջ), ջերմաշարժիչների հովացման համար, կենցաղում, բժշկության մեջ, օրինակ՝ ջեռակներում:



§ 50. ՆԵՐՔԻՆ ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՊԱՀՊԱՆՄԱՆ ՕՐԵՆՔԸ: ՋԵՐՄԱՅԻՆ ՀԱՇՎԵԿՇՈՒ ՀԱՎԱՍԱՐՈՒՄԸ

1. Ներքին էներգիայի պահպանման օրենքը: Մի անգամ ևս անդրադառնանք ներքին էներգիայի փոփոխման եղանակներին: Ինչպես առանձին վերցրած մարմնի, այնպես էլ մարմինների համակարգի ներքին էներգիան կարող է փոփոխվել երկու պատճառով՝ աշխատանք կատարելու և ջերմափոխանակության: Իսկ այժմ պատկերացնենք մի համակարգ, որի վրա արտաքին ազդեցություններ չկան (կամ դրանք համակշռված են), և որը ջերմամեկուսացված է շրջապատից: Վերջինս նշանակում է, որ համակարգի մարմինների և դրա կազմի մեջ չմտնող այլ մարմինների միջև ջերմափոխանակություն տեղի չի ունենում: Այդպիսի համակարգերը կոչվում են **փակ կամ մեկուսացված:**

Մեկուսացված համակարգի սահմանումից բխում է, որ բացակայում են նրա ներքին էներգիայի փոփոխման բոլոր պատճառները: Ուրեմն, ի՞նչ կարելի է ասել այդ համակարգի ներքին էներգիայի մասին: Միակ եզրակացությունը, որ կարելի է անել, այն է, որ այդ համակարգի ներքին էներգիան երբեք չի փոխվում, այսինքն՝ պահպանվում է:

Մեկուսացած համակարգում ընթացող կամայական պրոցեսների դեպքում նրա ներքին էներգիան պահպանվում է:

Սա ներքին էներգիայի պահպանման օրենքն է: Մեկուսացած համակարգի ներքին էներգիայի պահպանումը նշանակում է այդ համակարգը կազմող մասնիկների հավերժական ջերմային շարժում:

2. Ջերմային հաշվեկշռի հավասարումը: Ներքին էներգիայի պահպանման օրենքը կիրառենք տարբեր ջերմաստիճաններ ունեցող երկու մարմնից բաղկացած փակ համակարգի համար: Այս մարմինների հպման դեպքում

նրանց միջև ջերմափոխանակություն կսկսվի: Ջերմափոխանակության ընթացքում ավելի տաք մարմինը կտա իր էներգիայի մի մասը, իսկ ավելի սառը մարմինը կստանա այն: Պրոցեսը կշարունակվի այնքան ժամանակ, մինչև դրանց ջերմաստիճանները հավասարվեն: Քանի որ այդ մարմինների գումարային ներքին էներգիան պահպանվում է, ապա որքան նվազում է մարմիններից մեկի ներքին էներգիան, նույնքան աճում է մյուս մարմնի ներքին էներգիան: Նշանակում է համակարգի մարմինների տված և ստացած ջերմաքանակների գումարը հավասար է զրոյի: Եթե մարմինների տված և ստացած ջերմաքանակները նշանակենք Q_1 և Q_2 , ապա

$$Q_1 + Q_2 = 0: \quad (50.1)$$

Այս հավասարումը հայտնի է որպես **ջերմային հաշվեկշռի հավասարում**:

Ջերմային հաշվեկշռի հավասարման ճշմարտացիությունը կարելի է ստուգել փորձով: Ջերմություն չհաղորդող անոթում՝ կալորաչափում $m_1 = 0,8$ կգ զանգված և $t_1 = 25^\circ\text{C}$, ջերմաստիճան ունեցող ջուրը խառնենք $m_2 = 0,2$ կգ զանգվածով եռման ջրի հետ (եռման ջրի ջերմաստիճանը $t = 100^\circ\text{C}$ է, ջրի տեսակարար ջերմունակությունը՝ $c = 4200$ Ջ/(կգ·°C)): Որոշ ժամանակ անց չափելով ստացված խառնուրդի ջերմաստիճանը՝ մենք պարզում ենք, որ այն դարձել է՝ $t_2 = 40^\circ\text{C}$: Հաշվենք տաք ջրի տված ջերմաքանակը և այն համեմատենք սառը ջրի ստացած ջերմաքանակի հետ:

Համաձայն (49.1) բանաձևի, ջերմափոխանակության ընթացքում սառը ջրի ստացած ջերմաքանակը՝

$$Q_1 = cm_1(t_2 - t_1) = 4200 \cdot 0,8 \cdot (40 - 25) \text{ Ջ} = 50400 \text{ Ջ}:$$

Տաք ջրի տված ջերմաքանակը՝

$$Q_2 = 4200 \cdot 0,2 \cdot (40 - 100) \text{ Ջ} = -50400 \text{ Ջ}:$$

$$\text{Հետևաբար՝ } Q_1 + Q_2 = 50400 \text{ Ջ} + (-50400 \text{ Ջ}) = 50400 \text{ Ջ} - 50400 \text{ Ջ} = 0:$$

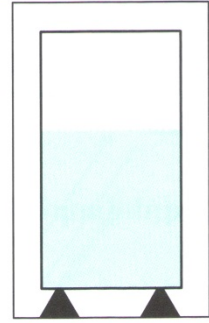
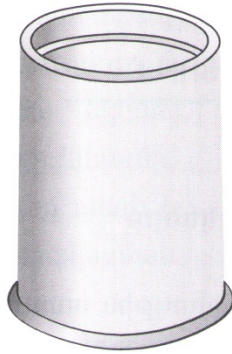
Ստացվեց, որ, իրոք ջերմափոխանակության ընթացքում տաք և սառը ջրերի տված և ստացած ջերմաքանակների գումարը զրո է:

3. Կալորաչափի կառուցվածքը: Կալորաչափը բաղկացած է երկու անոթից, որոնք բաժանված են օդային միջանցքով (սկ. 50.1): Ներսի անոթի հատակը դրսինի հատակից առանձնացված է հատուկ հենարաններով: Իհարկե, այսպիսի անոթը չի կարող լիովին խոչընդոտել անոթի պարունակության և շրջապատող միջավայրի միջև ջերմափոխանակության իրականացմանը, սակայն նվազեցնել այն կարող է: Եթե փորձը հնարավորինս արագ կատարվի, ապա կարելի է հասնել նրան, որ շրջապատող միջավայրի

(և կալորաչափի պատերի) հետ ջերմափոխանակության ընթացքում կորցրած ջերմաքանակն աննշան կլինի:



ՀԱՐՑԵՐ



Նկ. 50.1

1. Ձևակերպե՛ք և ապացուցե՛ք ներքին էներգիայի պահպանման օրենքը:
2. Ներքին էներգիայի պահպանման օրենքից արտածե՛ք ջերմային հաշվեկշռի հավասարումը:
3. Ի՞նչ է կալորաչափը:
4. Ի՞նչ ո՞ւ կալորաչափում տաք և սառը ջրերը խառնելիս տաք ջրի հաղորդած ջերմաքանակի մոդուլը հավասար չի լինում սառը ջրի ստացած ջերմաքանակին: Դրանցից ո՞րն ավելի մեծ կլինի:



§ 51. ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 5

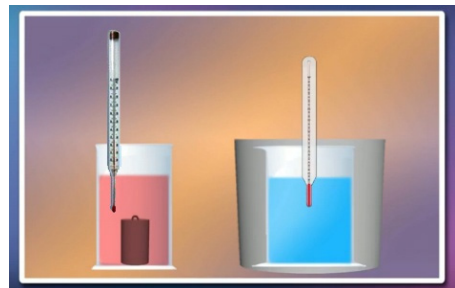
ՊԻՆԴ ՄԱՐՄՆԻ ՏԵՍԱԿԱՐԱՐ ԶԵՐՄՈՒՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Աշխատանքի նպատակը: Որոշել պինդ մարմնի տեսակարար ջերմունակությունը փորձնական եղանակով:

Սարքեր և նյութեր. կալորաչափ, ջերմաչափ, կշեռք՝ կշռաքարերով, թելով կապված մետաղե գլան (որի տեսակարար ջերմունակությունն անհրաժեշտ է որոշել), տաք և սենյակային ջերմաստիճանի ջուր պարունակող երկու անոթ:

Աշխատանքը կատարելու ընթացքը:

1. Կշռե՛ք գլանը և իջեցրե՛ք տաք ջրի մեջ:
2. Որոշե՛ք սառը ջրի զանգվածը և այն լցրե՛ք կալորաչափի մեջ:
3. Չափե՛ք կալորաչափի ջրի և անոթում պարունակվող տաք ջրի ջերմաստիճանները:



4. Գլանը հանե՛ք տաք ջրից և արագորեն իջեցրե՛ք կալորաչափի մեջ:
5. Խառնե՛ք կալորաչափի ջուրը, և որոշ ժամանակ սպասելուց հետո չափե՛ք դրա վերջնական ջերմաստիճանը: Նույն ջերմաստիճանը կունենանա նաև գլանը:
6. Չափումների արդյունքները գրանցե՛ք աղյուսակում:

Կալորաչափի ջրի զանգվածը	Ջրի սկզբնական ջերմաստիճանը	Գլանի սկզբնական ջերմաստիճանը	Գլանի զանգվածը	Վերջնական ջերմաստիճանը
m_1 , կգ	t_1 , °C	t_2 , °C	m_2 , կգ	t , °C

7. (49.1) բանաձևով հաշվեք սառը ջրի ստացած և գլանի տված ջերմաքանակները. $Q_1 = c_1 m_1 (t - t_1)$ և $Q_2 = c_2 m_2 (t - t_2)$:
8. Քանի որ գլան-ջուր համակարգը ջերմամեկուսացված է, ապա, համաձայն ջերմային հաշվեկշռի հավասարման, $c_1 m_1 (t - t_1) + c_2 m_2 (t - t_1) = 0$, որտեղից՝

$$c_2 = \frac{c_1 m_1 (t - t_1)}{m_2 (t_2 - t)}$$

9. c_1 -ի և փորձում չափված մեծությունների արժեքները տեղադրե՛ք ստացված արտահայտության մեջ և հաշվե՛ք c_2 -ը: Եթե ձեզ հայտնի է, թե ինչ նյութից է պատրաստված գլանը, c_2 -ի՝ ձեր հաշված արժեքը համեմատե՛ք այդ նյութի աղյուսակային արժեքի հետ:

VI ԳԼՈՒԽ
ՆՅՈՒԹԻ ԱԳՐԵԳԱՏԱՅԻՆ ՎԻՃԱԿՆԵՐԻ
ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆԸ

➔ **§ 52. ՆՅՈՒԹԻ ԱԳՐԵԳԱՏԱՅԻՆ ՎԻՃԱԿՆԵՐԸ**

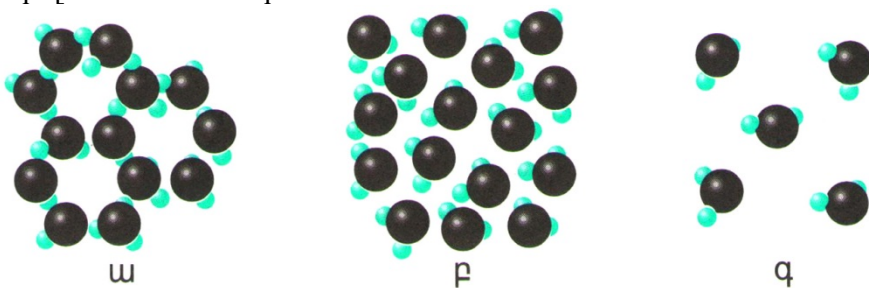
Ձմռանը ջուրը լճերի և գետերի մակերևույթին սառչում է՝ վերածվելով սառույցի: Սառույցի տակ ջուրը մնում է հեղուկ վիճակում: Այստեղ միաժամանակ գոյություն ունեն ջրի երկու տարբեր ագրեգատային վիճակները՝ պինդ (սառույց) և հեղուկ (ջուր): Գոյություն ունի նաև ջրի երրորդ՝ գազային վիճակը. անտեսանելի ջրային գոլորշին գտնվում է մեզ շրջապատող օդում:

Ցանկացած նյութ ունի տարբեր ագրեգատային վիճակներ: Այդ վիճակներն իրարից տարբերվում են ոչ թե մոլեկուլներով, այլ նրանով, թե ինչ դասավորություն ունեն այդ մոլեկուլները և ինչպես են շարժվում: Նույն նյութի (ջրի) ագրեգատային տարբեր վիճակներում մոլեկուլների դասավորության առանձնահատկությունները պատկերված են նկ. 52.1-ում:

Որոշակի պայմանների առկայության դեպքում նյութերը կարող են մի վիճակից անցնել մեկ այլ վիճակի: Հնարավոր բոլոր փոխակերպումները պատկերված են նկ. 52.2-ում: Պ, Հ և Գ տառերը նշանակում են նյութերի համապատասխանաբար պինդ, հեղուկ և գազային վիճակները, սլաքները ցույց են տալիս այս կամ այն պրոցեսի ընթացքի ուղղությունը:

Ընդհանուր հաշվով տարբերվում են վեց պրոցես, որոնց դեպքում տեղի են ունենում նյութերի ագրեգատային փոխակերպումները:

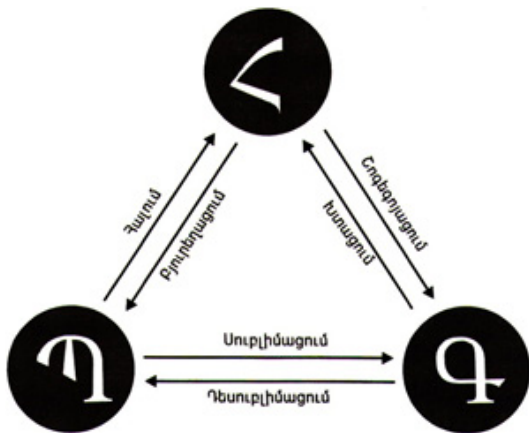
Պինդ (բյուրեղային) վիճակից նյութի անցումը հեղուկ վիճակի կոչվում է **հալում**, իսկ հակառակ պրոցեսը՝ **բյուրեղացում** կամ **պնդացում**: Հալման օրինակ է սառույցի հալումը, հակառակ պրոցեսը տեղի է ունենում ջրի սառցակալման ժամանակ:



Նկ.52.1

Նյութի անցումը հեղուկ վիճակից գազայինի կոչվում է շոգեգոյացում, հակառակ պրոցեսը կոչվում է խտացում (կոնդենսացիա, լատ. «կոնդենսատիո»՝ «խտացում» բառից): Շոգեգոյացման օրինակ է ջրի գոլորշացումը, խտացման՝ ցողի առաջացումը:

Նյութի անցումը պինդ վիճակից գազայինի (շրջանցելով հեղուկ վիճակը) կոչվում է սուբլիմացիա (լատ. «սուբլիմո»՝ «բարձրացնում եմ» բառից), հակառակ պրոցեսը՝ դեսուբլիմացիա: Օրինակ՝ գրաֆիտը կարելի է տաքացնել մինչև հազար, երկու հազար և անգամ երեք հազար աստիճան, և, այդուհանդերձ, այն չի վերածվի հեղուկի, այն սուբլիմացիայի կենթարկվի, այսինքն՝ պինդ վիճակից միանգամից կանցնի գազայինի: Միանգամից գազային վիճակի է անցնում (շրջանցելով հեղուկ վիճակը) նաև, այսպես կոչված, «չոր սառույցը» (պինդ ածխածնի օքսիդը՝ CO₂), որը կարելի է տեսնել պաղպաղակի պահպանման և տեղափոխման համար նախատեսված բեռնարկում: Բոլոր հոտերը, որոնցով օժտված են պինդ մարմինները (ասենք՝ նավթալինը), նույնպես



Նկ. 52.2

լորված են սուբլիմա- շնդ մարմնից մթնոլորտ ու՝ մոլեկուլները նրա (կամ գոլորշի) են գո- սչն էլ հոտի զգացողու- աջացում:

իմացիայի օրինակ կա- տայել ձմռանը լուսա- վրա սառույցի բյուրե- նախշերի առաջացումը: ցիկ նախշերը օդում ռային գոլորշու դեսուբ- արդյունքն են:

Նյութի մի ագրեգատային վիճակից մյուսին անցումները կարևոր դեր են խաղում ոչ միայն բնության մեջ, այլև տեխնիկայում: Այսպես, օրինակ՝ ջուրը գոլորշու վերածելով՝ մենք կարող ենք այն հետո օգտագործել էլեկտրա- կայանների շոգետուրբիններում: Գործարաններում մետաղները հալելով՝ մենք հնարավորություն ենք ստանում դրանցից տարբեր համաձուլվածքներ ստանալ՝ պողպատ, թուջ, արույր և այլն: Այս բոլոր պրոցեսներն ըմբռնելու համար պետք է իմանալ, թե ինչ է տեղի ունենում նյութի հետ նրա ագրե- գատային վիճակի փոփոխման ժամանակ, և ինչ պայմաններում է այդ փո- փոխությունը հնարավոր: Այս մասին կխոսվի հաջորդ պարագրաֆներում:



ՀԱՐՑԵՐ

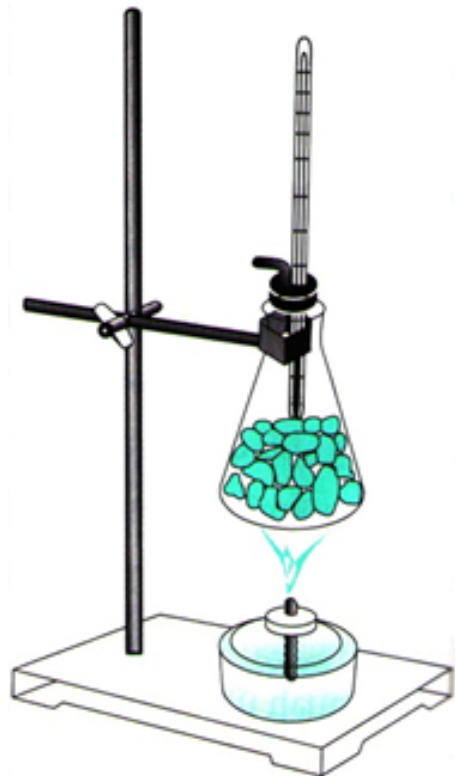
1. Անվանե՛ք նյութի ագրեգատային երեք վիճակները:
2. Թվարկե՛ք բոլոր հնարավոր պրոցեսները, որոնց դեպքում նյութը մի ագրեգատային վիճակից անցնում է մեկ ուրիշի:
3. Բերե՛ք սուբլիմացիայի օրինակներ:
4. Ագրեգատային փոխակերպումների ի՞նչ գործնական կիրառություններ գիտեք:
5. Նկ. 52.1-ում ո՞ր տառով (ա, բ կամ գ) են նշանակված ջրի պինդ, հեղուկ և գազային վիճակները:



§ 53. ԲՅՈՒՐԵՂԱՅԻՆ ՄԱՐՄԻՆՆԵՐԻ ՀԱՆՈՒՄՆ ՈՒ ՊՆԴԱՅՈՒՄԸ

Բյուրեղային պինդ մարմինը հալելու համար անհրաժեշտ է նրան որոշակի ջերմաքանակ հաղորդել:

Կատարենք հետևյալ փորձը: Կոնաձև փորձանոթը լցնենք սառույցի մանր կտորներով(նկ. 53.1): Նրա մեջ ջերմաչափ տեղադրենք և խցանով փակելով փորձանոթը՝ սկսենք տաքացնել այն (նկ. 78): Կտեսնենք, որ ո՛չ -15°C , ո՛չ -10°C և ո՛չ էլ -5°C ջերմաստիճանների դեպքում սառույցի հետ ոչինչ չի կատարվում. այն նախկինի պես պինդ է մնում: Փոփոխությունները սկսում են տեղի ունենալ 0°C -ում: Այդ պահից սառույցը սկսում է հալվել՝ վերածվելով ջրի, և մինչև ամբողջ սառույցը ջուր չդառնա, նրա ջերմաստիճանն անփոփոխ է մնում: Փորձանոթում նյութի ջերմաստիճանը կսկսի նորից բարձրանալ այն բանից հետո միայն, երբ նրանում միայն ջուր լինի: Երբ ջուրը տաքանա մինչև 20°C , անջատենք այրոցը:



Նկ. 53.1

Եթե կառուցենք փորձանոթի նյութի ջերմաստիճանի՝ ժամանակից կախվածության գրաֆիկը, ապա կստանանք մի գիծ, որը պատկերված է նկ.53.2-ում:

Այս գրաֆիկի AB հատվածը նկարագրում է սառույցի -20 -ից մինչև 0°C տաքանալը: Տաք կուլբայի հետ շփման շնորհիվ սառույցի մոլեկուլների միջին կինետիկ էներգիան մեծանում է, և սառույցի ջերմաստիճանը բարձրանում է:

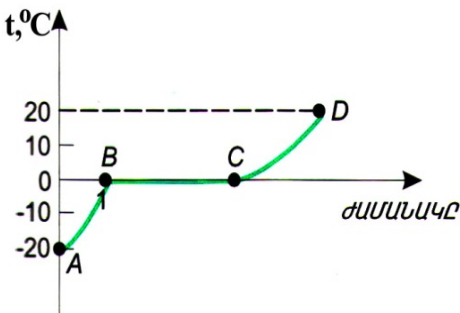
BC հատվածում ամբողջ էներգիան, որը ստանում է փորձանոթի պարունակությունը, ծախսվում է սառույցի բյուրեղային ցանցի քայքայման վրա. նրա մոլեկուլներն այնպիսի դասավորություն են ստանում, որի դեպքում նյութը հեղուկ է դառնում: Այդ ընթացքում մոլեկուլների միջին կինետիկ էներգիան անփոփոխ է մնում: Այդ պատճառով էլ անփոփոխ է մնում նաև նյութի ջերմաստիճանը:

Այն ջերմաստիճանը, որի դեպքում նյութը հալվում է, կոչվում է **հալման ջերմաստիճան**:

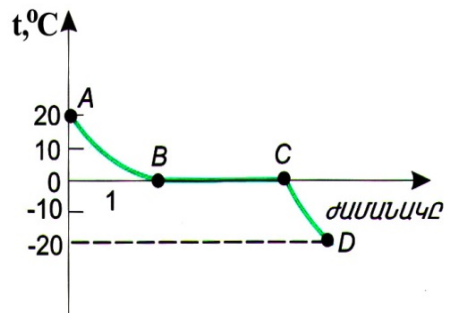
CD հատվածը նկարագրում է սառույցի հալումից առաջացած ջրի տաքանալը: Այրոցից էներգիա ստանալով՝ ջրի մոլեկուլները սկսում են ավելի ու ավելի արագ շարժվել: Դրանց միջին կինետիկ էներգիան մեծանում է, և ջրի ջերմաստիճանը բարձրանում է:

Նկ. 53.3-ում պատկերված է հակառակ պրոցեսի գրաֆիկը: Սկզբում ջուրը, էներգիա հաղորդելով, սառչում է 20 -ից մինչև 0°C : Այդ ընթացքում նրա մոլեկուլները աստիճանաբար սկսում են ավելի դանդաղ շարժվել: 0°C -ում նրանք սկսում են որոշակի կարգով դասավորվել՝ ձևավորելով սառույցի բյուրեղային ցանցը: Քանի որ այս պրոցեսը, որը կոչվում է բյուրեղացում, չի ավարտվել, նյութի ջերմաստիճանը չի փոփոխվի:

Այն ջերմաստիճանը, որի դեպքում նյութը պնդանում է (բյուրեղանում է), կոչվում է այդ նյութի **բյուրեղացման ջերմաստիճան**:



Նկ. 53.2



Նկ. 53.3

Գրաֆիկից (տե՛ս նկ. 53.3) երևում է, որ ջերմաստիճանը, որի դեպքում ջուրը վերածվում է սառույցի, համընկնում է այն ջերմաստիճանին, որի դեպքում սառույցը դառնում է ջուր: Սա պատահական փաստ չէ: Փորձերը ցույց են տալիս, որ ամեն մի նյութ բյուրեղանում և հալվում է նույն ջերմաստիճանում:

Տարբեր նյութերի հալման (և պնդացման) ջերմաստիճանները կարելի է գտնել դասագրքի վերջում (Հավելված 2): Այդ աղյուսակից երևում է, որ որոշ նյութեր (ասենք՝ ջրածինը և թթվածինը) հալվում (և պնդանում) են խիստ ցածր, մյուսները (ասենք՝ օսմիումը և վոլֆրամը)՝ շատ բարձր ջերմաստիճանների պայմաններում:

1650 °C-ից բարձր ջերմաստիճանում հալվող մետաղները կոչվում են *դժվարահալ* (տիտան, քրոմ, մոլիբդեն և այլն): Դրանցից հալման ամենաբարձր ջերմաստիճանն ունի վոլֆրամը (մոտավորապես 3400 °C): Դժվարահալ մետաղները և դրանց միացություններն օգտագործում են ինքնաթիռաշինության մեջ, հրթիռային և տիեզերական տեխնիկայում, ատոմային էներգետիկայում և այլն:

Հավելիս նյութը էներգիա է ստանում: Բյուրեղացման ընթացքում այն, ընդհակառակը, էներգիա է տալիս շրջապատող միջավայրին: Բյուրեղացման ժամանակ անջատվող էներգիան ստանալով՝ միջավայրը տաքանում է: Սա շատ լավ հայտնի է բազմաթիվ թռչունների: Դրա համար էլ ձմռան սառնամանիքին նրանց կարելի է տեսնել գետերի և լճերի սառցակալած մակերևույթին նստած: Բանն այն է, որ սառույցի առաջացման ժամանակ անջատվող էներգիայի շնորհիվ սառույցի վրայի օդը մի քանի աստիճանով ավելի տաք է լինում, քան անտառում՝ ծառերի վրա, և թռչունները դրանից օգտվում են:



ՀԱՐՑԵՐ

1. Ո՞ր պրոցեսն է կոչում հալում:
2. Ի՞նչ է բյուրեղացումը:
3. Նյութի հալման կամ բյուրեղացման ժամանակ ի՞նչ է կատարվում նրա ջերմաստիճանի հետ:
4. Ի՞նչի՞ են հավասար սառույցի, անագի, պղնձի հալման ջերմաստիճանները:
5. Ո՞ր ջերմաստիճանում է պնդանում հեղուկ ազոտը, սնդիկը, հալեցրած ոսկին:
6. Ի՞նչի՞ վրա է ծախսվում ջեռուցիչի էներգիան, որը հալման ընթացքում կլանվում է նյութի կողմից: Ինչու՞ այդ ընթացքում նյութի ջերմաստիճանը չի փոփոխվում:

7. Նկարագրե՛ք՝ ինչ է տեղի ունենում նյութի հետ այն ժամանակամիջոցներում, որոնք համապատասխանում են նկ. 53.2 և 53.3-ում պատկերված գրաֆիկների տարբեր հատվածներին: Ազդեգատային ո՞ր վիճակներն են համապատասխանում A, B, C և D կետերին:
8. Ինչու՞ են ձմռանը թռչունները նստում գետերն ու լճերը ծածկող սառույցի վրա:



§ 54. ՄԱՐՄՆԻ ՀԱԼՄԱՆ ՀԱՄԱՐ ԱՆՀՐԱԺԵՇՏ ԵՎ ԲՅՈՒՐԵՂԱՑՄԱՆ ԸՆԹԱՑՔՈՒՄ ՆՐԱՆԻՑ ԱՆՋԱՏՎՈՂ ՋԵՐՄԱՔԱՆԱԿԸ

Հալման ընթացքում մարմնի ջերմաստիճանը չի փոփոխվում: Այդ դեպքում նրա ստացած ամբողջ էներգիան ծախսվում է բյուրեղային ցանցը քայքայելու և մարմնի մոլեկուլների պոտենցիալ էներգիան մեծացնելու վրա:

Փորձով նույն զանգվածով տարբեր նյութերի հալման պրոցեսն ուսումնասիրելով՝ կարելի է նկատել, որ դրանք հեղուկի վերածելու համար տարբեր ջերմաքանակ է հարկավոր: Օրինակ՝ 1 կգ սառույցը հալելու համար անհրաժեշտ է ծախսել 332 կՋ էներգիա, իսկ 1 կգ կապարը հալելու համար՝ 25 կՋ:

Ֆիզիկական այն մեծությունը, որը ցույց է տալիս, թե ինչ ջերմաքանակ է անհրաժեշտ հալման ջերմաստիճանում գտնվող 1կգ բյուրեղային նյութը նույն ջերմաստիճանի հեղուկի վերածելու համար, կոչվում է **հալման տեսակարար ջերմություն**:

Հալման տեսակարար ջերմությունը չափում են ջոուլը բաժանած կիլոգրամով (Ջ/կգ) և նշանակում հունական λ (լամբդա) տառով.

λ -ն հալման տեսակարար ջերմությունն է:

Նյութի բյուրեղացման ընթացքում մոլեկուլների պոտենցիալ էներգիան նվազում է, և շրջակա միջավայր է արձակվում նույն ջերմաքանակը (ըստ մոդուլի), ինչքան կլանվում է նրա հալման ընթացքում: Ուստի, օրինակ, 1կգ ջրի սառեցման ժամանակ անջատվում է այն նույն 332 կՋ էներգիան, որն անհրաժեշտ է նույն զանգվածով սառույցը ջրի վերածելու համար:

Տարբեր նյութերի հալման տեսակարար ջերմության արժեքները տրված են Հավելված 3-ում: Այդ աղյուսակից երևում է, որ օրինակ, պղնձի հալման տեսակարար ջերմությունը՝ $\lambda = 2,1 \cdot 10^5$ Ջ/կգ: Այս թիվը ցույց է տալիս, որ 1կգ պղնձը հալելու համար պահանջվում է ծախսել $2,1 \cdot 10^5$ Ջ էներգիա: Նույն ջերմաքանակը (ըստ մոդուլի) կանջատվի 1կգ հեղուկ պղնձից նրա բյուրեղացման ընթացքում:

2 կգ պղինձ հալելու համար կպահանջվի երկու անգամ ավելի էներգիա, 3 կգ-ի համար՝ երեք անգամ ավելի և այլն:

Հալման ջերմաստիճանում կամայական զանգվածով բյուրեղային մարմնի հալման համար անհրաժեշտ ջերմաքանակը գտնելու համար պետք է այդ մարմնի հալման տեսակարար ջերմությունը բազմապատկել նրա զանգվածով.

$$Q = \lambda m \quad (54.1)$$

Մարմնից անջատված ջերմաքանակը համարվում է բացասական: Ուստի m զանգվածով նյութի բյուրեղացման ընթացքում անջատվող ջերմաքանակը հաշվելիս պետք է օգտվել նույն բանաձևից, սակայն «մինուս» նշանով.

$$Q = - \lambda m \quad (54.2)$$

Պետք է հիշել, որ (41.1) և (41.2) բանաձևերը կարելի է կիրառել միայն այնպիսի մարմինների նկատմամբ, որոնք արդեն գտնվում են իրենց հալման ջերմաստիճանում: Եթե մարմնի ջերմաստիճանը տարբերվում է իր հալման ջերմաստիճանից, ապա նախապես պետք է հաշվել այն ջերմաքանակը, որն անհրաժեշտ է մարմնի տաքացման համար, կամ որն անջատվում է մարմնից նրա սառեցման դեպքում:



ՀԱՐՅԵՐ

1. Ո՞ր մեծությունն են անվանում մարմնի հալման տեսակարար ջերմություն:
2. Ոսկու հալման տեսակարար ջերմությունը հավասար է 67 կՋ/կգ-ի: Ի՞նչ է ցույց տալիս այդ թիվը:
3. Ո՞ր բանաձևով են հաշվում մարմնի հալման համար անհրաժեշտ ջերմաքանակը:
4. Ո՞ր բանաձևով են հաշվում նյութի բյուրեղացման ընթացքում անջատվող ջերմաքանակը:



§ 55. ԳՈԼՈՐՇԱՅՈՒՄ և ԽՏԱՅՈՒՄ

Շոգեգոյացման դեպքում նյութը հեղուկ վիճակից վերածվում է գազայինի (գոլորշու): Գոյություն ունի շոգեգոյացման երկու տեսակ՝ գոլորշացում և եռում:

Գոլորշացումը շոգեգոյացում է, որը տեղի է ունենում հեղուկի ազատ մակերևույթից:

Ինչպե՞ս է տեղի ունենում գոլորշացումը: Մենք գիտենք, որ ցանկացած հեղուկի մոլեկուլները գտնվում են անընդհատ և անկանոն շարժման մեջ, ընդ որում՝ դրանց մի մասն ավելի արագ է շարժվում, մյուսներն՝ ավելի դանդաղ: Հեղուկից դուրս թռչելուն դրանց խանգարում են միմյանց միջև գործող ձգողության ուժերը: Բայց եթե ջրի մակերևույթին հայտնվի բավականին մեծ կինետիկ էներգիա ունեցող մոլեկուլ, ապա նրան կհաջողվի հաղթահարել միջմոլեկուլային ձգողության ուժերը, և դուրս կթռչի հեղուկից: Նույնը տեղի կունենա մեկ այլ արագաշարժ մոլեկուլի հետ, նաև երկրորդի, երրորդի, և այդպես շարունակ: Դուրս թռչելով՝ այս մոլեկուլները հեղուկի վրա գոլորշի են առաջացնում: Այս գոլորշու առաջացումն էլ հենց գոլորշացումն է:

Քանի որ գոլորշացման ժամանակ հեղուկից դուրս են թռչում առավել արագաշարժ մոլեկուլները, ապա հեղուկի մեջ մնացած մոլեկուլների ներքին կինետիկ էներգիան աստիճանաբար սկսում է նվազել: Դրա հետևանքով *գոլորշացող հեղուկի ջերմաստիճանն իջնում է, հեղուկը սառչում է*: Հենց այդ պատճառով է, որ մարդը թաց հագուստով ավելի է մրսում, քան չոր հագուստով (մանավանդ՝ քամու ժամանակ):

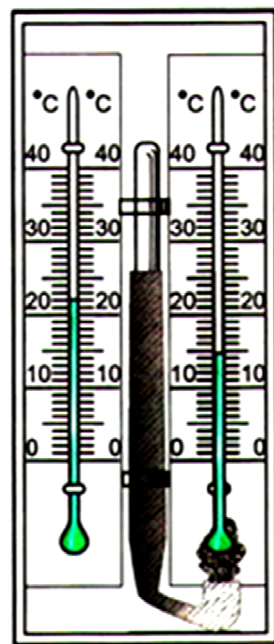
Միաժամանակ բոլորին հայտնի է, որ եթե ջուր լցնենք բաժակի մեջ և թողնենք սեղանին, ապա, չնայած գոլորշացմանը, այն չի կարող անընդհատ սառչել մինչև սառցակալելը: Ի՞նչն է դրան խանգարում: Պատասխանը շատ պարզ է. բաժակը շրջապատող տաք օդի հետ ջրի ջերմափոխանակությունը:

Գոլորշացման ընթացքում հեղուկի սառչելն ավելի ակնհայտ է այն դեպքում, երբ գոլորշացումը բավական արագ է կատարվում (այնպես, որ հեղուկը, շնորհիվ շրջապատող միջավայրի հետ ջերմափոխանակության, չի հասցնում վերականգնել իր ջերմաստիճանը): Արագ են գոլորշանում ցնդող հեղուկները, որոնց միջմոլեկուլային ձգողականությունը փոքր է, օրինակ՝ եթերը, սպիրտը, բենզինը: Եթե այդ հեղուկից կաթեցնենք մեր ձեռքին, սառնություն կզգանք: Ձեռքի մակերևույթից գոլորշանալով՝ այդպիսի հեղուկը կսկսի սառչել և որոշ ջերմաքանակ վերցնել ձեռքից:

Արագ գոլորշացող նյութերը լայն կիրառում են գտնում տեխնիկայում: Օրինակ՝ տիեզերական տեխնիկայում այսպիսի նյութերով են պատում տիեզերք արձակվող սարքավորումները: Մոլորակի մթնոլորտի միջով անցնելիս տիեզերանավի իրանը շփման արդյունքում տաքանում է, և այն

ծածկող նյութը սկսում է գոլորշանալ: Գոլորշանալով՝ այն սառեցնում է տիեզերանավը՝ այդպիսով փրկելով այն գերտաքացումից:

Գոլորշացման ընթացքում ջրի սառչելն օգտագործվում է օդի խոնավությունը չափող սարքում՝ պսիխրոմետրում (հուն. «պսիխրոս»՝ սառը): Պսիխրոմետրը (նկ. 55.1) բաղկացած է երկու ջերմաչափից: Դրանցից մեկը (չորը) ցույց է տալիս օդի ջերմաստիճանը, իսկ մյուսը (որի ռեգերվուարը փաթաթված է ջրի մեջ մտցրած բատիստով) ցույց է տալիս ավելի ցածր ջերմաստիճան, որը պայմանավորված է խոնավ բատիստից գոլորշացման ինտենսիվությամբ: Որքան չոր է օդը, որի խոնավությունը չափվում է, այնքան ուժեղ է գոլորշացումը, և, հետևաբար, ցածր է թրջված ջերմաչափի ցուցմունքը: Եվ, ընդհակառակը, որքան մեծ է օդի խոնավությունը, այնքան ավելի փոքր է գոլորշացումը, ուստի այդ ջերմաչափն ավելի բարձր ջերմաստիճան է ցույց տալիս: Չոր և խոնավացած ջերմաչափերի ցուցմունքների հիման վրա և հատուկ (պսիխրոմետրական) աղյուսակի միջոցով որոշում են օդի խոնավությունը՝ արտահայտված տոկոսներով: Առավելագույն խոնավությունը կազմում է 100 % (օդի այսպիսի խոնավության դեպքում առարկաների վրա ցող է հայտնվում): Մարդու համար առավել բարենպաստ է համարվում 40-60% խոնավությունը:



Նկ. 55.1

Հասարակ փորձերի միջոցով հեշտորեն կարելի է պարզել, որ գոլորշացման արագությունը մեծանում է հեղուկի ջերմաստիճանի բարձրացման, ինչպես նաև նրա ազատ մակերևույթի մակերեսի մեծացման և քամու առկայության դեպքերում:

Ինչու՞ է քամու առկայության դեպքում հեղուկն ավելի արագ գոլորշանում: Բանն այն է, որ գոլորշացման հետ միաժամանակ հեղուկի մակերևույթին տեղի է ունենում նաև հակառակ պրոցեսը՝ խտացումը: Այն տեղի է ունենում այն պատճառով, որ գոլորշու մոլեկուլների մի մասը, անկանոն ձևով տեղաշարժվելով հեղուկի վերևում, դարձյալ վերադառնում է դեպի հեղուկը: Իսկ քամին քշում է հեղուկից դուրս թռած մոլեկուլները և չի թողնում, որ դրանք հետ դառնան:

Խտացումը կարող է տեղի ունենալ նաև այն ժամանակ, երբ գոլորշին չի շփվում հեղուկի հետ: Հենց խտացմամբ է բացատրվում ամպերի առաջացումը. Երկրի վրա բարձրացող ջրային գոլորշու մոլեկուլները մթնոլորտի

ավելի սառը շերտերում խմբավորվում են ջրի մանր կաթիլների, որոնց կուտակումներն էլ հենց ամպերն են: Մթնոլորտում ջրային գոլորշու խտացման հետևանք են նաև անձրևն ու ցողը:

Գոլորշացման ժամանակ հեղուկը սառչում է և դառնալով ավելի սառը, քան շրջապատող միջավայրն է՝ սկսում է կլանել նրա էներգիան: Իսկ խտացման դեպքում, ընդհակառակը, տեղի է ունենում որոշ ջերմաքանակի փոխանցում շրջապատող միջավայրին, և նրա ջերմաստիճանը մի փոքր բարձրանում է:



ՀԱՐՅԵՐ

1. Շոգեգոյացման ի՞նչ երկու տեսակ է հանդիպում բնության մեջ:
2. Ի՞նչ է գոլորշացումը:
3. Ինչի՞ց է կախված հեղուկի գոլորշացման արագությունը:
4. Ինչու՞ է գոլորշացման ժամանակ հեղուկի ջերմաստիճանն իջնում:
5. Ի՞նչ եղանակով է հնարավոր լինում կանխել մոլորակի մթնոլորտի միջով անցնող տիեզերանավի գերտաքացումը:
6. Ի՞նչ է խտացումը:
7. Ո՞ր երևույթներն են բացատրվում գոլորշու խտացմամբ:
8. Ո՞ր սարքի միջոցով են չափում օդի խոնավությունը: Ինչպե՞ս է այն կառուցված:

Փորձարարական առաջադրանքներ

1. Երկու միանման ափսեի մեջ լցրե՛ք նույն քանակությամբ ջուր (ասենք՝ երեքական ճաշի գդալ): Առաջին ափսեն դրե՛ք տաք տեղ, երկրորդը՝ սառը: Չափե՛ք այն ժամանակամիջոցները, որոնց ընթացքում գոլորշանում են երկու ափսեների ջրերը: Բացատրե՛ք գոլորշացման արագությունների տարբերությունը:

2. Կաթոցիկից թղթի վրա մեկական կաթիլ ջուր և սպի՛րտ կաթեցրեք: Չափե՛ք ժամանակը, որն անհրաժեշտ է դրանց գոլորշացման համար: Այդ հեղուկներից որի՞ միջմուկեկուլային ձգողության ուժն է ավելի փոքր:

3. Նույն քանակի ջուր՝ լցրեք բաժակի և ափսեի մեջ: Չափե՛ք ժամանակը, որի ընթացքում ջուրը կգոլորշանա: Բացատրե՛ք ջրի գոլորշացման արագությունների տարբերությունը:

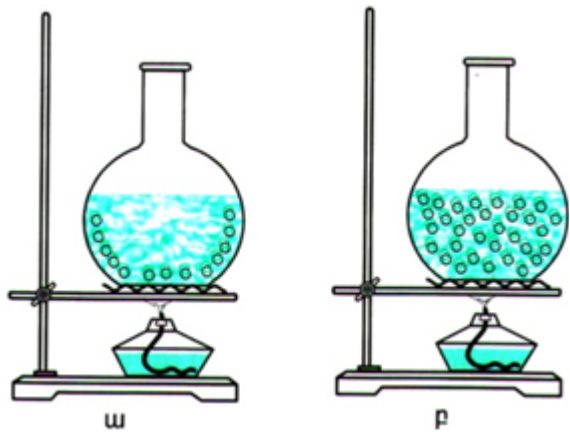


§ 56. ԵՌՈՒՄ

Ի տարբերություն գոլորշացման, որը տեղի է ունենում հեղուկի ցանկացած ջերմաստիճանում, շոգեգոյացման մյուս տեսակը՝ եռումը, հնարավոր է միայն միանգամայն որոշակի (տվյալ ճնշման դեպքում) ջերմաստիճանի՝ եռման ջերմաստիճանի դեպքում:

Դիտարկենք այս երևույթը փորձի միջոցով: Սկսենք տաքացնել բաց փորձանոթի մեջ լցված ջուրը՝ պարբերաբար չափելով դրա ջերմաստիճանը: Որոշ ժամանակ անց մենք կտեսնենք, որ անոթի հատակն ու պատերը պատվում են պղպջակներով (նկ. 56.1, ա): Դրանք առաջանում են օդի այն մանրագույն պղպջակների ընդարձակման արդյունքում, որոնք գոյություն ունեն անոթի ամբողջովին չթրջված պատերի փոսիկներում և մանր ձեղքերում:

Ջերմաստիճանի բարձրացմանը զուգընթաց մեծանում է ջրի գոլորշացման ինտենսիվությունը այդ պղպջակների ներսում: Ուստի ավելանում է ջրային գոլորշու քանակությունը, իսկ դրա հետ մեկտեղ մեծանում է պղպջակների ներսի ճնշումը: Երբ ջրի ստորին շերտերի ջերմաստիճանը մոտենում է 100°C -ի, պղպջակների ներսում ճնշումը հավասարվում է դրանց շուրջը եղած ճնշմանը, որից հետո պղպջակները սկսում են ընդարձակվել: Պղպջակների ծավալի մեծացման հետ աճում է նաև նրանց վրա ազդող դուրս հրող (արքիմեդյան) ուժը: Այդ ուժի ազդեցությամբ առավել խոշոր պղպջակները պոկվում են անոթի պատերից և բարձրանում են վեր: Եթե ջրի վերին շերտերը դեռ չեն հասցրել տաքանալ մինչև 100°C -ը, ապա այդպիսի (ավելի սառը) ջրում պղպջակների ներսի ջրային գոլորշու մի մասը խտանում և կրկին ջուր է դառնում. այդ դեպքում փոքրանում են պղպջակների չափերը, և ծանրության ուժը ստիպում է դրանց նորից իջնել ներքև: Այստեղ դրանք դարձյալ ընդարձակվում են և կրկին լողում վերև: Ջրի ներսում պղպջակների փոփոխական մեծացումն ու փոքրացումն ուղեկցվում են նրանում բնորոշ ձայնային ալիքների առաջացմամբ. եռացող ջուրն «աղմկում է»:



Նկ. 56.1

Երբ ամբողջ ջուրը տաքանում է մինչև 100 °C, վերև բարձրացած պղպջակներն այլևս չեն փոքրանում, այլ պայթում են ջրի մակերևույթին՝ դուրս նետելով գոլորշին (նկ. 82, ք): Առաջանում է յուրահատուկ բլթբլթոց, ջուրը եռում է:

Եռում է կոչվում ինտենսիվ շոգեգոյացումը, որի դեպքում հեղուկի ներսում աճում և վերև են բարձրանում գոլորշու պղպջակները: *Դա սկսվում է այն քանից հետո, երբ պղպջակների ներսում ձնշումը հավասարվում է շրջապարող հեղուկի ձնշմանը:*

Եռման ժամանակ հեղուկի և նրա վրայի գոլորշու ջերմաստիճանը չի փոխվում: Այն անփոփոխ է մնում այնքան ժամանակ, քանի դեռ ամբողջ հեղուկը չի եռացել վերջացել:

Այն ջերմաստիճանը, որի դեպքում հեղուկը եռում է, կոչվում է **եռման ջերմաստիճան**:

Եռման ջերմաստիճանը կախված է հեղուկի ազատ մակերևույթի վրա ազդող ճնշումից: Այդ ճնշումը մեծացնելու դեպքում հեղուկի մեջ պղպջակների աճն ու վերելքը սկսվում են ավելի բարձր ջերմաստիճանում, իսկ ճնշումը փոքրացնելու դեպքում՝ ավելի ցածր ջերմաստիճանում:

Նորմալ մթնոլորտային ճնշման դեպքում մի քանի նյութերի եռման ջերմաստիճանները բերված են Հավելված 4-ում:

Բոլորին հայտնի է, որ ջուրը եռում է 100 °C-ում: Բայց պետք է հիշել, որ դա ճշմարիտ է միայն նորմալ մթնոլորտային ճնշման դեպքում (մոտավորապես 101 կՊա): Ծնշումը մեծացնելու դեպքում ջրի եռման ջերմաստիճանը բարձրանում է: Այսպես, օրինակ՝ շուտեփուկ կաթսաներում կերակուրը եփում են մոտ 200 կՊա ճնշման տակ: Ջրի եռման ջերմաստիճանն այդ դեպքում հասնում է 120 °C-ի: Այդպիսի ջերմաստիճանի ջրում «եփումը» շատ ավելի արագ է տեղի ունենում, քան սովորական եռացող ջրում: Դրանով է բացատրվում «շուտեփուկ» անվանումը:

Եվ, հակառակը, ճնշումը փոքրացնելիս ջրի եռման ջերմաստիճանն իջնում է 100 °C-ից: Օրինակ՝ լեռնային շրջաններում (3 կմ բարձրության վրա, որտեղ մթնոլորտային ճնշումը 70 կՊա է) ջուրը եռում է 90 °C-ում: Ուստի այդ շրջանների բնակիչներին եռման ջրի օգտագործմամբ կերակուր պատրաստելու համար ավելի շատ ժամանակ է պահանջվում, քան հարթավայրերի բնակիչներին: Իսկ այդպիսի եռացող ջրում հավի ձու եփելն ընդհանրապես հնարավոր չէ, քանի որ սպիտակուցը 100 °C-ից ցածր ջերմաստիճանում չի պնդանում:

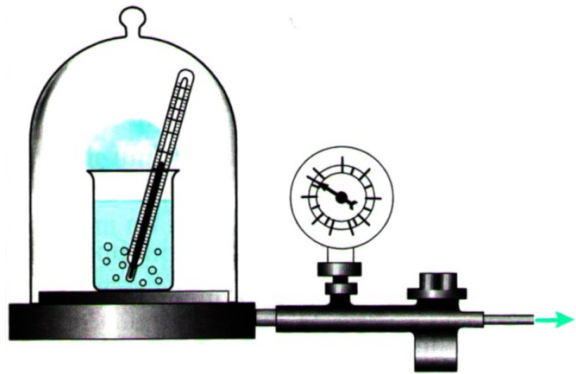
Հեղուկի եռման ջերմաստիճանի ցածր լինելը կարող է նաև օգտակար դեր ունենալ: Այսպես, օրինակ՝ մթնոլորտային նորմալ ճնշման դեպքում հեղուկ ֆրեոնը եռում է մոտավորապես 30 °C -ում: Իսկ ճնշումը փոքրացնելու միջոցով կարելի է ֆրեոնի եռման ջերմաստիճանը իջեցնել 0 °C-ից: Սա օգտագործվում է *սառնարանում*: Կոմպրեսորի աշխատանքի շնորհիվ սառնարանում ցածր ճնշում է առաջանում, և ֆրեոնը սկսում է վերածվել գոլորշու՝ կլանելով խցիկի պատերի ջերմությունը: Սրա շնորհիվ է տեղի ունենում սառնարանի ներսում ջերմաստիճանի իջեցումը:

Հավելված 4-ից երևում է, թե մթնոլորտային նույն ճնշման դեպքում ինչ մեծ տարբերություններ կարող են լինել տարբեր նյութերի եռման ջերմաստիճանների միջև: Օրինակ՝ հեղուկ թթվածինը եռում է -183 °C-ում, իսկ երկաթը՝ 2750 °C-ում:

Տարբեր նյութերի եռման ջերմաստիճանների տարբերությունը լայնորեն օգտագործվում է տեխնիկայում, մասնավորապես *նավթի թորման* ընթացքում: Նավթը մինչև 360 °C տաքացնելիս նրա այն մասը (*մազութ*), որը եռման ամենաբարձր ջերմաստիճանն ունի, մնում է նրա մեջ, իսկ մյուս մասերը, որոնց եռման ջերմաստիճանը ցածր է 360 °C-ից, գոլորշանում են: Առաջացած գոլորշուց ստանում են բենզին և վառելիքի մի քանի այլ տեսակներ:

 **ՀԱՐՑԵՐ**

1. Ի՞նչ է եռումը:
2. Ի՞նչու՞ է եռացող ջուրն «աղմկում»:
3. Եռման ընթացքում արդյո՞ք հեղուկն ավելի է տաքանում:
4. Եռացող ջուրը որտե՞ղ է ավելի տաք՝ ծովի մակերևույթի՞ն, լեռան գագաթի՞ն, թե՞ խոր հանքահորում:
5. Ի՞նչի՞ վրա է հիմնված շուտեփուկ կաթսայի աշխատանքի սկզբունքը:
6. Օգտագործելով նկ. 56.2-ը բացատրե՛ք՝ ինչպես կարելի է ջուրը եռացնել սովորական սենյակային ջերմաստիճանում:



Նկ. 56.2

7. Ինչի՞ հաշվին է տեղի ունենում սառնարանի ներսի ջերմաստիճանի նվազումը:

Փորձարարական առաջադրանք

Վերցրե՛ք ջրով լցված մեծ կաթաս: Նրա մեջ դարձյալ ջրով լցված փոքր տեղադրե՛ք այնպես, որ այն լողա՝ առանց մեծ կաթասայի պատերին դիպչելու:

Դրանք դրե՛ք գազօջախին և սկսեք տաքացնել: Ի՞նչ կլինի փոքր կաթասայի ջրի հետ, երբ մեծ կաթասայի ջուրը սկսի եռալ: Ինչու՞: Մեծ կաթասայի մեջ մի բուռ ա՛ղ լցրեք: Դրանից հետո ի՞նչ կկատարվի փոքր կաթասայի ջրի հետ: Բացատրե՛ք դիտարկվող երևույթը: Ի՞նչ կարող եք ասել եռացող աղաջրի ջերմաստիճանի մասին:



§ 57. ՇՈԳԵԳՈՅԱՑՄԱՆ ՀԱՄԱՐ ԱՆՀՐԱԺԵՇՏ ԵՎ ԽՏԱՅՄԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ ԱՆՋԱՏՎՈՂ ԶԵՐՄԱՔԱՆԱԿԸ

Եթե եռացող ջրով անոթը վերցնենք ջեռուցիչից (տե՛ս նկ. 56.1), ապա ջրի եռումն արագ կդադարի: Ջրի ջերմաստիճանը կսկսի նվազել, և որոշ ժամանակ անց այն կդառնա այնպիսին, ինչպիսին նրան շրջապատող օդի ջերմաստիճանն է:

Որպեսզի ջուրը շարունակի եռալ, նրա ջերմաստիճանը պետք է անփոփոխ մնա: Իսկ դրա համար ջուրն անընդհատ պետք է բավարար ջերմաքանակ ստանա: Միայն այդ դեպքում այն կշարունակի եռալ, և դա կավարտվի այն ժամանակ, երբ ամբողջ ջուրը կվերածվի գոլորշու:

Փորձնական ճանապարհով ապացուցվել է, որ 1 կգ ջուրը (եռման ջերմաստիճանում) ամբողջովին գոլորշի դարձնելու համար անհրաժեշտ է ծախսել 2,3 ՄՋ էներգիա: Նույն զանգվածով ուրիշ հեղուկների լրիվ գոլորշացման համար պահանջվում է այլ ջերմաքանակ: Օրինակ՝ սպիրտի դեպքում այն կազմում է 0,9 ՄՋ:

Ֆիզիկական այն մեծությունը, որը ցույց է տալիս, թե հաստատուն ջերմաստիճանում ինչ ջերմաքանակ է անհրաժեշտ 1 կգ հեղուկի գոլորշացման համար, կոչվում է **շոգեգոյացման տեսակարար ջերմություն**:

Շոգեգոյացման տեսակարար ջերմությունը նշանակում են r տառով և չափում են ջոուլը բաժանած կիլոգրամով (Ջ/կգ)։

Մի քանի նյութերի շոգեգոյացման տեսակարար ջերմությունը բերված է Հավելված 5-ում: Այդտեղից երևում է, որ, օրինակ, եթերի շոգեգոյացման տեսակարար ջերմությունը հավասար է $0,4 \cdot 10^6$ Ջ/կգ-ի: Այս թիվը ցույց է տալիս, որ 1կգ եթերը (նրա եռման ջերմաստիճանում) գոլորշու վերածվելու համար անհրաժեշտ է ծախսել $0,4 \cdot 10^6$ էներգիա: Նույն (ըստ մոդուլի) ջերմաքանակը կանջատվի նույն զանգվածն ու ջերմաստիճանն ունեցող եթերի գոլորշուց դրա խտացման արդյունքում:

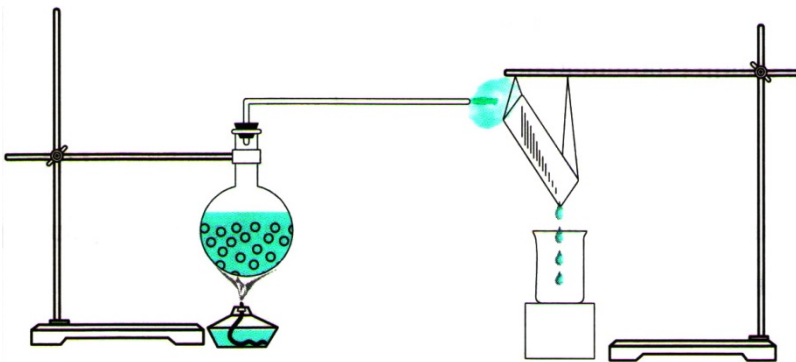
2 կգ հեղուկի գոլորշացման համար պահանջվող ջերմաքանակը երկու անգամ ավելի կլինի, 3 կգ հեղուկի համար՝ երեք անգամ ավելի և այլն:

Կամայական m զանգված ունեցող և եռման ջերմաստիճանում գրնվող հեղուկի գոլորշացման համար անհրաժեշտ ջերմաքանակը գրնելու համար պետք է այդ հեղուկի շոգեգոյացման տեսակարար ջերմությունը բազմապատկել նրա զանգվածով.

$$Q = rm \tag{44.1}$$

Եռման ջերմաստիճանում m զանգված ունեցող գոլորշու խտացումից անջատվող ջերմաքանակը որոշվում է նույն բանաձևով, սակայն «մինուս» նշանով.

$$Q = - rm \tag{44.2}$$



Նկ. 57.1



ՀԱՐՑԵՐ

1. Ինչու՞ է ջեռուցիչի անջատումից հետո հեղուկի եռումը դադարում:
2. Ի՞նչ է շոգեգոյացման տեսակարար ջերմությունը:
3. Ջրի շոգեգոյացման տեսակարար ջերմությունը հավասար է 2.3 ՄՋ/կգ-ի: Ի՞նչ է ցույց տալիս այդ թիվը:
4. Նկարագրե՛ք այն երևույթները, որ տեղի են ունենում նկ. 57.1-ում պատկերված փորձի ընթացքում:

5. Ի՞նչ էներգիա է անջատվում 78 °C ջերմաստիճանում 1 կգ զանգված ունեցող սպիրտի գոլորշու խտացման դեպքում:



§ 58. ՎԱՌԵԼԻՔԻ ԱՅՐՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ ԱՆՋԱՏՎՈՂ ԶԵՐՄԱՔԱՆԱԿԸ

Մարմինները տաքացնելու համար հաճախ օգտագործում են վառելիքի այրման ժամանակ անջատվող էներգիան: Սովորական վառելիքը (ածուխը, նավթը, բենզինը) ածխածի է պարունակում: Այրման ժամանակ ածխածնի ատոմները միանում են օդում պարունակվող թթվածնի ատոմներին, ինչի արդյունքում առաջանում են ածխաթթու գազի մոլեկուլներ: Այդ մոլեկուլների կինետիկ էներգիան ավելի մեծ է լինում, քան ելակետային մասնիկներինը: Այրման ընթացքում մոլեկուլների կինետիկ էներգիայի մեծացումն էլ հենց անվանում են էներգիայի անջատում:

Վառելիքի լրիվ այրման դեպքում առաջացող էներգիան կոչվում է այդ վառելիքի այրման ջերմություն:

Վառելիքի այրման ջերմությունը (կամ նրա այրման ընթացքում անջատվող ջերմաքանակը) կախված է վառելիքի տեսակից և նրա զանգվածից: Որքան մեծ է վառելիքի զանգվածը, այնքան ավելի մեծ ջերմաքանակ է անջատվում նրա լրիվ այրման ընթացքում:

Ֆիզիկական այն մեծությունը, որը ցույց է տալիս, թե ինչ ջերմաքանակ է անջատվում 1 կգ վառելիքի լրիվ այրման դեպքում, կոչվում է այդ վառելիքի **այրման տեսակարար ջերմություն**:

Վառելիքի այրման տեսակարար ջերմությունը նշանակում են q տառով և չափում են ջոուլը բաժանած կիլոգրամով (Ջ/կգ):

Տարբեր տեսակի վառելիքների այրման տեսակարար ջերմությունը բերված է Հավելված 6-ում: Այս աղյուսակից երևում է, որ, օրինակ՝ տորֆի այրման տեսակարար ջերմությունը հավասար է $1,4 \cdot 10^7$ Ջ/կգ -ի: Այս թիվը ցույց է տալիս, որ 1 կգ զանգվածով տորֆի լրիվ այրման ժամանակ անջատվում է երկու անգամ ավելի մեծ էներգիա, 3 կգ-ի դեպքում՝ երեք անգամ ավելի և այլն:

Կամայական զանգվածով վառելիքի այրման ժամանակ անջատվող ջերմաքանակը գտնում են հետևյալ բանաձևով.

$$Q = qm$$

Կամայական զանգվածով վառելիքի լրիվ այրման ժամանակ անջատվող ջերմաքանակը գտնելու համար պետք է այդ վառելիքի այրման տեսակարար ջերմությունը բազմապատկել նրա զանգվածով:



ՀԱՐՑԵՐ

1. Ի՞նչ ի նկատի ունեն, երբ խոսում են վառելիքի այրման ժամանակ առաջացող էներգիայի մասին:
2. Ո՞ր մեծությունն են անվանում վառելիքի այրման տեսակարար ջերմություն:
3. Ի՞նչ միավորով են չափում վառելիքի այրման տեսակարար ջերմությունը:
4. Նավթի այրման տեսակարար ջերմությունը հավասար է $4,4 \cdot 10^7$ Ջ/կգ-ի: Ի՞նչ է ցույց տալիս այս թիվը:



§ 59. ԶԵՐՄԱՅԻՆ ՇԱՐԺԻՉՆԵՐ

Տեխնիկայի զարգացումը շատ բանով պայմանավորված է վառելիքում պարունակվող ներքին էներգիայի պաշարները հնարավորինս լրիվ օգտագործելու կարողությունից:

Ներքին էներգիան օգտագործելը նշանակում է օգտակար աշխատանք կատարել, օրինակ՝ տեղաշարժել մխոցը, բեռ բարձրացնել և այլն:

Կատարենք հետևյալ փորձը: Փորձասրվակի մեջ մի քիչ ջուր լցնենք, այնուհետև այն ամուր փակենք խցանով և ջուրը տաքացնենք եռալու աստիճան: Առաջացած գոլորշու ներգործությամբ խցանը դուրս կթռչի և վեր կբարձրանա: Այս փորձի սկզբում վառելիքի էներգիան վերածվեց գոլորշու ներքին էներգիայի: Այնուհետև գոլորշին ընդարձակվելով՝ աշխատանք կատարեց՝ բարձրացրեց խցանը:

Եթե մենք փորձասրվակը փոխարինենք ամուր մետաղե գլանով, իսկ խցանը՝ կիպ հարմարեցված մխոցով, որը կարող է շարժել գլանի ներսում, ապա կունենանք պարզագույն *ջերմաշարժիչ*:

Զերմաշարժիչ է կոչվում այն մեքենան, որն աշխատանք է կատարում վառելիքի ներքին էներգիայի օգտագործման հաշվին:

Գոյություն ունեն ջերմաշարժիչների տարբեր տեսակներ՝ *շոգեմեքենա, ներքին այրման շարժիչ, գազապուրքին, շոգեպուրքին, ռեակտիվ շարժիչ*: Դրանցից յուրաքանչյուրում նախ վառելիքի էներգիան վերածվում է գազի (կամ գոլորշու) էներգիայի, որն այնուհետև ընդարձակվելով՝ աշխատանք է կատարում: Այդ աշխատանքի կատարման ընթացքում գազի ներքին էներգիայի մի մասը վերածվում է շարժիչի շարժվող մասերի մեխանիկական էներգիայի:

Աշխատանք կատարելիս ջերմաչարժիչը օգտագործում է վառելիքի այրումից ստացվող ջերմաքանակի միայն մի որոշ մասը:

Ֆիզիկական այն մեծությունը, որը ցույց է տալիս, թե վառելիքի այրումից ստացվող ջերմաքանակի ո՞ր մասն է կազմում շարժիչի կատարած աշխատանքը, կոչվում է **ջերմաչարժիչի օգտակար գործողության գործակից (ՕԳԳ):**

Ջերմաչարժիչի ՕԳԳ-ն գտնում են հետևյալ բանաձևով.

$$\eta = A/Q \cdot 100\%,$$

որտեղ Q -ն վառելիքի այրումից ստացված ջերմաքանակն է, A -ն՝ շարժիչի կատարած աշխատանքը:

Քանի որ A -ն միշտ փոքր է Q -ից, ապա ցանկացած ջերմաչարժիչի օգտակար գործողության գործակիցը փոքր է 100%-ից:

Առաջին ջերմաչարժիչները ստեղծվեցին XVIII դարի վերջում: Դրանք *շոգեմեքենաներն* էին:

Շոգեմեքենայի հիմնական մասը գլանն է, որի ներսում գտնվում է մխոցը: Մխոցը շարժման մեջ է դրվում շոգեկաթսայից եկող գոլորշու մխոցով:

Առաջին համապիտանի շոգեմեքենան կառուցել է անգլիացի գյուտարար Ջեյմս Ուատտը: 1768 թ-ից սկսած՝ տարիներ շարունակ զբաղվել է դրա կառուցվածքի կատարելագործմամբ: Խոշոր արդյունաբերող Բոլտոնի աջակցությամբ տասը տարվա ընթացքում՝ 1775-1785 թթ-ին, Ուատտի ընկերությունը 66 շոգեմեքենա կառուցեց, դրանցից 22-ը պղնձաքարերի, 17-ը մետալուրգիական գործարանների, 7-ը ջրագծերի, 5-ը քարածխային հանքահորերի և 2-ը տեքստիլ ֆաբրիկաների համար էին: Հաջորդ տասնամյակում այդ ընկերությունն արդեն 144 շոգեմեքենա ստեղծեց:

Շոգեմեքենայի հայտնագործությունը հսկայական դեր ունեցավ մեքենայական արտադրության անցնելու գործում: Իգուր չէ Ուատտի հուշարձանին գրված. «Մեծացրեց մարդու իշխանությունը բնության վրա»:



ՀԱՐՑԵՐ

1. Բերե՛ք գոլորշու ներքին մեխանիկական էներգիայի վերածվելու օրինակներ:
2. Ի՞նչ է ջերմաչարժիչը:
3. Թվարկե՛ք ջերմաչարժիչների տեսակները:
4. Ի՞նչն են անվանում ջերմաչարժիչի օգտակար գործողության գործակից:
5. Ո՞վ է հայտնագործել շոգեմեքենան:

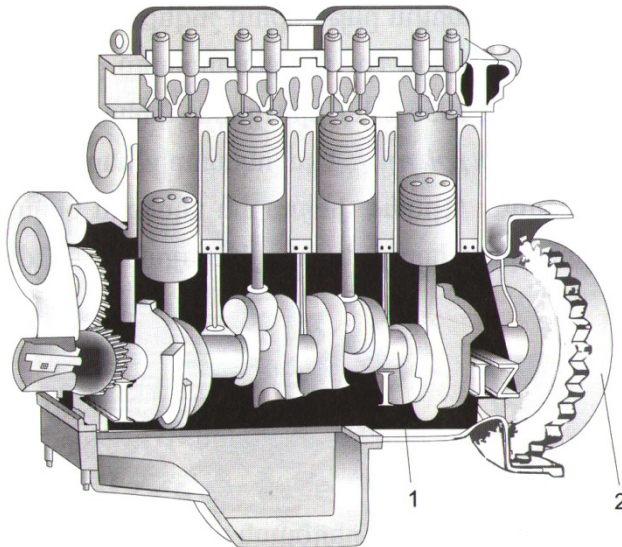


§ 60. ՆԵՐՔԻՆ ԱՅՐՄԱՆ ՇԱՐԺԻՉ

Ներքին այրման շարժիչը հայտնագործել է ֆրանսիացի մեխանիկ Է. Լենուարը 1860 թ-ին: Շարժիչն իր անվանումը ստացել է այն պատճառով, որ վառելիքն այրվում էր ոչ թե դրսում, այլ շարժիչի գլանի ներսում: Լենուարի սարքի կառուցվածքն անկատար էր, ՕԳԳ-ն՝ ցածր (մոտ 3 %), և մի քանի տարի անց դրան փոխարինելու եկան ավելի կատարյալ շարժիչներ:

Դրանց մեջ ամենալայն տարածումը գտավ ներքին այրման *քառապակյա* շարժիչը, որը նախագծել է գերմանացի գյուտարար Ն. Օտտոն 1878 թ-ին: Այս շարժիչի աշխատանքային յուրաքանչյուր ցիկլը չորս տակտ է պարունակում՝ *վառելախառնուրդի ներթողում, սեղմում, աշխատանքային քայլ* և *այրման արգասիքների արտաթողում*: Այստեղից էլ շարժիչի «քառատակտ» անվանումը:

Լենուարի և Օտտոյի շարժիչներն աշխատում էին լուսագազի հետ օդի խառնուրդով: Բենզինով աշխատող ներքին այրման շարժիչը ստեղծել է գերմանացի գյուտարար Գ. Դայմլերը 1885 թ-ին: Գրեթե նույն ժամանակ բենզինով աշխատող շարժիչն էր նախագծել նաև Օ. Ս. Կոստովիչը Ռուսաստանում: Այս շարժիչում վառելախառնուրդը (բենզինի և օդի խառնուրդը) պատրաստվում էր հատուկ սարքի՝ *կարբյուրատորի* միջոցով:



Նկ.60.1

Ժամանակակից քառագլան ներքին այրման շարժիչը պատկերված է նկ. 88-ում: Շարժիչի գլանների մեջ գտնվող մխոցները միացված են ծնկաձև (1) լիսեռով: Այդ լիսեռին ամրացված է (2) ծանր թափանիվը: Յուրաքանչյուր

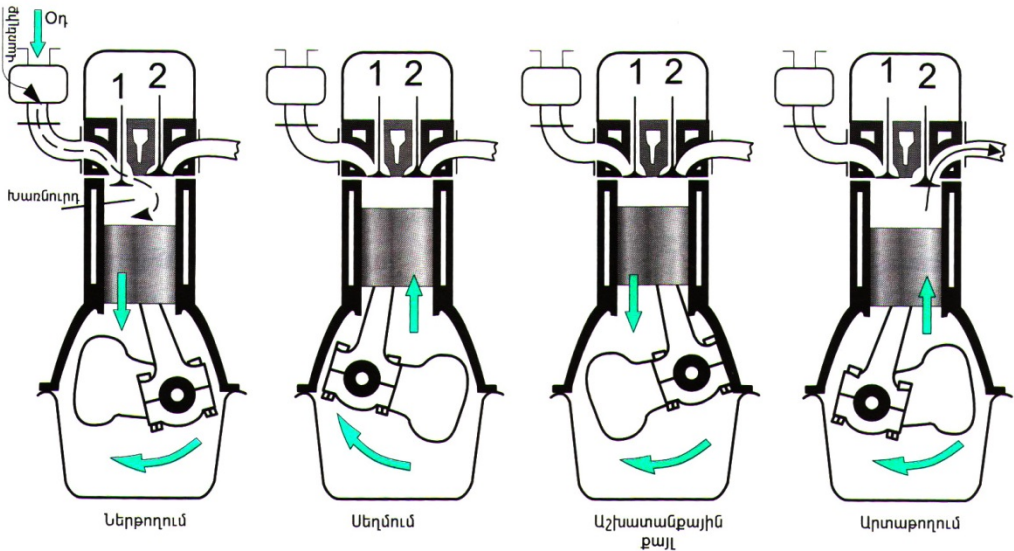
գլանի վերևի մասում երկու կափույր կա: Դրանցից մեկը կոչվում է ներթողիչ, մյուսը՝ արտաթողիչ: Առաջին կափույրով վառելախառնուրդը մտնում է գլանի մեջ, իսկ երկրորդով վառելիքի այրման արգասիքներն են դուրս գալիս: Միագլան ներքին այրման շարժիչի աշխատանքի սկզբունքը ներկայացված է նկ. 60.2-ում:

1-ին տակտ - *ներթողում*: Բացվում է (1) կափույրը: (2) Կափույրը փոկ է: Ներքև իջնող (3) մխոցը վառելախառնուրդը ներքաշում է գլանի մեջ:

2-րդ տակտ - *սեղմում*: Երկու կափույրն էլ փոկ են: Վեր բարձրացող մխոցը սեղմում է վառելանյութը: Սեղմման ընթացքում վառելանյութը տաքանում է:

3-րդ տակտ - *աշխատանքային քայլ*: Երկու կափույրն էլ փակ են: Երբ մխոցը հայտնվում է վերին եզրային դիրքում, խառնուրդը վառվում է մոմի էլեկտրական կայծով: Խառնուրդի այրման արդյունքում առաջանում են շիկացած գազեր, որոնց ճնշումը կազմում է 3-6 ՄՊա, իսկ ջերմաստիճանը հասնում է 1600-2200 °C-ի: Այս գազերի ճնշման ուժը մխոցը ներքև է հրում: Մխոցի շարժումը հաղորդվում է թափանիվով ծնկաձև լիսեռին: Ուժեղ ազդեցության շնորհիվ թափանիվը շարունակում է շարժվել ինտեգրալով՝ այդպիսով ապահովելով մխոցի տեղաշարժը նաև հաջորդ տակտերում:

4-րդ տակտ - *արտաթողում*: Բացվում է (2) կափույրը: (1) Կափույրը փակ է: Մխոցը շարժվում է վեր: Վառելիքի այրման արգասիքները դուրս են գալիս գլանից և *խլացուցիչով* (նկարում ցույց չի տրված) բաց են թողնվում մթնոլորտ:



Նկ.60.2

Տեսնում ենք, որ միագլան շարժիչում օգտակար աշխատանք կատարվում է միայն երրորդ տակտում: Քառագլան շարժիչում (տե՛ս նկ. 60.1) մխոցներն այնպես են ամրացված, որ չորս տակտից յուրաքանչյուրի ժամանակ դրանցից մեկը գտնվում է աշխատանքային քայլի փուլում: Դրա շնորհիվ ծնկաձև լիսեռը 4 անգամ ավելի հաճախ է էներգիա ստանում: Այդ դեպքում մեծանում է շարժիչի հզորությունը, և լավագույնս ապահովվում է լիսեռի պտույտի հավասարակշռությունը:

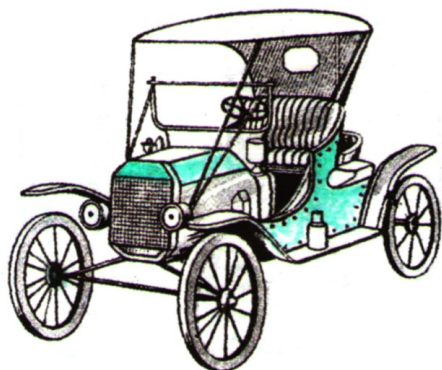
Ներքին այրման շարժիչների մեծամասնության դեպքում լիսեռի պտույտի հաճախականությունը կազմում է բոլորում 3000–ից 7000 պտույտ:

1897 թ. Գերմանացի ինժեներ Ռ. Դիզելը նախագծեց ներքին այրման շարժիչ, որում սեղմվում էր ոչ թե վառելիքառնությունը, այլ օդը: Այդ սեղմման ընթացքում օդի ջերմաստիճանն այնքան էր բարձրանում, որ նրա մեջ ընկնող վառելիքը բոցավառվում էր: Վառելիքի բոցավառման համար հատուկ սարքի կարիքն այս շարժիչում այլևս չկար, պետք չէր նաև կարբյուրատորը: Նոր շարժիչը սկսեց կոչվել *դիզել*:

Դիզելի շարժիչը ջերմաշարժիչներից ամենախնայողականն է. այն աշխատում է վառելիքի էժան տեսակներով և ունի 31–44% ՕԳԳ (մինչդեռ կարբյուրատորային շարժիչի ՕԳԳ–ն սովորաբար 25–30% է): Ներկայումս այդ շարժիչն օգտագործվում է տրակտորներում, ջերմաքարշներում, տանկերում, բեռնատարներում, շարժական էլեկտրակայաններում:

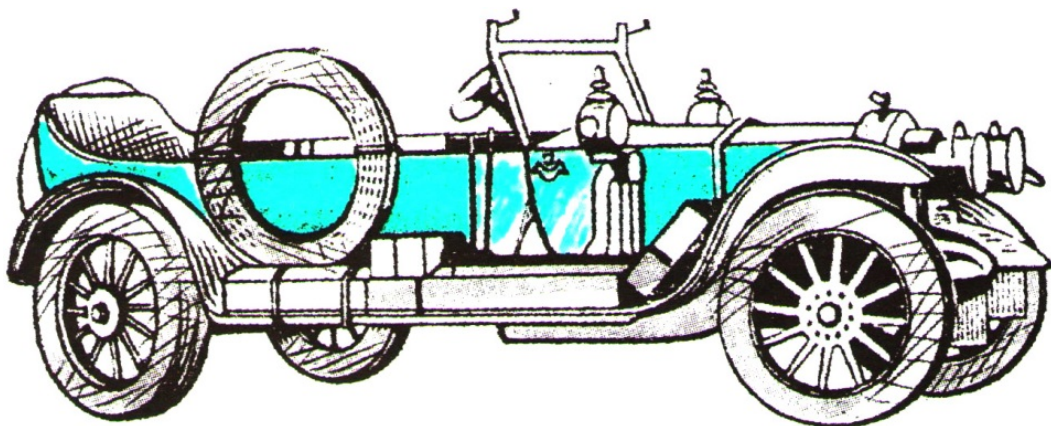
Իսկ նոր շարժիչի գյուտարարի ձակատագիրը ողբերգական էր: 1913 թ–ի սեպտեմբերի 29–ին նա նստեց Լոնդոն մեկնող շոգենավը: Առավոտյան նրա նավասենյակը դատարկ գտան: Տաղանդավոր ինժեներն անհետ կորել էր: Ենթադրում են, որ նա ինքնասպան է եղել՝ գիշերն իրեն նետելով Լա Մանշի ջրերի մեջ:

Ներքին այրման շարժիչի հայտնագործումը հսկայական դեր խաղաց մեքենաշինության մեջ: Բենզինով աշխատող ներքին այրման շարժիչով առաջին ավտոմեքենան ստեղծվեց 1886 թ–ին Գ. Դայմլերի կողմից: Միաժամանակ Դայմլերը պատենտավորեց իր շարժիչի տեղադրումը մոտորանավակի և մոտոցիկլի վրա: Նույն թվականին՝ մի փոքր ավելի ուշ, երևան եկավ Կ. Բենցի եռանիվ ավտոմեքենան: Ծանրաշարժ և դժվար կառավարելի շոգենեքենաները սկսեցին դուրս մղվել նոր մեքենաների կողմից: Հետագա տարիները դարձան ավտոմեքենաների արդյունաբերական արտադրության սկիզբը:



Նկ. 60.3

մրցարշավները, որոնք սկսեցին կազմակերպել 1894 թ-ից: Առաջին մրցարշավում ավտոմեքենաների արագությունն ընդամենը 24 կմ/ժ էր: Սակայն արդեն հինգ տարի հետո այն հասավ 70կմ/ժ-ի, իսկ ևս հինգ տարի հետո՝ 100 կմ/ժ-ի:



Նկ. 60.4

1900 թ-ից սկսվեց հատուկ մրցարշավային ավտոմեքենաների արտադրությունը: Տարեցտարի դրանց արագությունը մեծանում էր: 60-ական թվականներին միսցային շարժիչով ավտոմեքենայի արագությունը գերազանցեց 600 կմ/ժ-ը, իսկ ավտոմեքենայի վրա գազատուրբինային շարժիչի տեղադրումից հետո այն գերազանցեց 900 կմ/ժ-ը: Վերջապես, 1997 թ-ին է. Գրինը (Մեծ Բրիտանիա) իր «Տրաստ SSC» հրթիռային ավտոմեքենայով (նկ.60.5) 1227,985 կմ/ժ արագության հասավ, ինչը գերազանցում է օդում ձայնի արագությունը:



Նկ. 60.5



ՀԱՐՑԵՐ

1. Նկարագրե՛ք քառազլան ներքին այրման շարժիչի աշխատանքի սկզբունքը: Ի՞նչ տակտերից է բաղկացած նրա յուրաքանչյուր աշխատանքային ցիկլը:
2. Շարժիչում ի՞նչ դեր է խաղում թափանիվը:
3. Ինչո՞վ է տարբերվում ներքին այրման դիզելային շարժիչը կարբյուրատորայինից:
4. Ո՞վ ստեղծեց ներքին այրման շարժիչով առաջին ավտոմեքենաները:



§ 61. ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 6

ՋՐԻ ԵՌՄԱՆ ՋԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԻ ԿԱԽՈՒՄԸ ՆՐԱՆՈՒՄ ԼՈՒԾՎԱԾ ԱՂԻ ԱՌԿԱՅՈՒԹՅՈՒՆԻՑ

Աշխատանքի նպատակը: Պարզել, թե ջրի եռման ջերմաստիճանը ինչպես է կախված նրանում լուծված աղի ամկայությունից:

Սարքեր և նյութեր. Մոտ 150 մլ թորած ջրով լի փորձանոթ, ջերմաչափ (120°C-ից բարձր չափման սահմանով), ջեռուցիչ, 40-50 գ կերակրի աղ:

Աշխատանքը կատարելու ընթացքը:

1. Ջերմաչափը դրե՛ք փորձանոթի ջրի մեջ:
2. Փորձանոթը դրե՛ք ջեռուցիչի վրա և միացրեք այն:
3. Սպասե՛ք՝ մինչև ջուրը եռա:
4. Ջերմաչափի ցուցմունքը գրանցե՛ք աղյուսակում:
5. Փորձանոթը վերցրե՛ք ջեռուցիչից:
6. Աղը լցրե՛ք ջրի մեջ և խառնե՛ք մինչև նրա լուծվելը:
7. Փորձանոթը կրկին դրե՛ք ջեռուցիչի վրա և տաքացրե՛ք մինչև աղաջուրը եռա:
8. Աղաջրի եռման ջերմաստիճանը գրանցե՛ք աղյուսակում:

Նյութը	եռման ջերմաստիճանը, °C
Մաքուր ջուր	
Աղաջուր	



9. Համեմատե՛ք մաքուր ջրի և աղաջրի եռման ջերմաստիճանները:

- Ի՞նչ արդյունք եք ստացել: Մաքուր ջրի եռման ջերմաստիճա՞նն է բարձր, թե՞ աղաջրի:
- Ի՞նչ եզրակացություն կարելի է անել փորձի արդյունքում: Ջրի եռման ջերմաստիճանը ինչպե՞ս է կախված նրանում լուծված աղի առկայությունից:



Ի՞նչ եք կարծում. միսը շուտ եփելու համար աղը սկզբո՞ւմ է պետք է լցնել, թե՞ եփելուց հետո:

ԽՆԴԻՐՆԵՐ ԵՎ ՎԱՐԺՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Նշե՛ք, թե որ մարմինների նկատմամբ է ջերմանավի նավասենյակում նստած ուղևորը գտնվում հարաբերական դադարի վիճակում և որոնց նկատմամբ է շարժվում:

2. Նշե՛ք, թե որ մարմինների նկատմամբ է տանը գիրք կարդացող աշակերտը գտնվում հարաբերական դադարի վիճակում և որոնց նկատմամբ է շարժվում:

3. Արագության հետևյալ արժեքներն արտահայտե՛ք մ/վ-ով. 9 կմ/ժ, 36 կմ/ժ, 108 կմ/ժ, 30 մ/ր, 20 սմ/վ:

4. Արագության հետևյալ արժեքներն արտահայտե՛ք մ/վ-ով. 18 կմ/ժ, 54 կմ/ժ, 72 կմ/ժ, 120 մ/ր, 5 սմ/վ:

5. 54 կմ/ժ արագությամբ շարժվող գնացքը քանի՞ անգամ է ավելի արագ շարժվում 5 մ/վ արագություն ունեցող ճանճից: *Պատր.՝ 3:*

6. Անենաարագաշարժ կաթնասունը վագրակատուն է: Կարձ հեռավորություններում նրա արագությունը կարող է հասնել մինչև 112 կմ/ժ-ի: Քանի՞ անգամ է այս արագությունը գերազանցում 20 մ/վ արագությամբ շարժվող ավտոմեքենայի արագությանը: *Պատր.՝ 1,55:*

7. Ճանապարհի առաջին 3 կմ-ն ավտոբուսն անցավ 6 մ/վ արագությամբ, իսկ հաջորդ 13 կմ-ը՝ 10 մ/վ արագությամբ: Գտե՛ք ամբողջ ճանապարհի ընթացքում ավտոբուսի միջին արագությունը: *Պատր.՝ 32 կմ/ժ:*

8. A քաղաքից մինչև B քաղաքն ընկած ճանապարհը հեծանվորդն անցավ 10 կմ/ժ արագությամբ: Վերադառնալիս նա շարժվում էր 14 կմ/ժ արագությամբ: Ինչի՞ է հավասար հեծանվորդի միջին արագությունը նրա անցած ամբողջ ճանապարհի ընթացքում, եթե քաղաքների միջև հեռավորությունը 28 կմ է: *Պատր.՝ 11,7 կմ/ժ:*

9. Նկարե՛ք ստորև թվարկվող իրավիճակները և նկարի վրա նշե՛ք դիտարկվող մարմնի շարժման արագացման ուղղությունը. ա) ուղղաձիգ ներքև իջնելով և աստիճանաբար արագությունը նվազեցնելով՝ ուղղաթիռը նստում է գետնին, բ) ճյուղից պոկվելով՝ խնձորն ընկնում է ներքև, գ) ավտոբուսն արգելակում է կանգառի մոտ:

10. Նկարե՛ք ստորև թվարկվող իրավիճակները և նկարի վրա նշե՛ք դիտարկվող մարմնի շարժման արագացման ուղղությունը. ա) ավտոմեքենան շարժվում է տեղից, բ) հրթիռը մեկնարկում է տիեզերակայանից, գ) կրակոցից հետո հորիզոնական ուղղությամբ սլացող գնդակը դիպչում է հողաթմբին և մնում նրա մեջ:

11. Ի՞նչ արագացմամբ պետք է արգելակի 54 կմ/ժ արագությամբ շարժվող էլեկտրաքարշը, որպեսզի 30 վ անց կանգ առնի: Պայր.՝ $0,5 \text{ մ/վ}^2$:

12. Մրցարշավային ավտոմեքենան շարժվում է տեղից և 7 վայրկյանում ձեռք բերում 98 մ/վ արագություն: Որոշե՛ք ավտոմեքենայի արագացումը: Պայր.՝ 14 մ/վ^2 :

13. Ուղևորատար գնացքը տեղից շարժվում է $0,075 \text{ մ/վ}^2$ արագացմամբ: Ի՞նչ արագություն ձեռք կբերի այն 3 րոպեում: Պայր.՝ $13,5 \text{ մ/վ}$:

14. Ի՞նչ սկզբնական արագությամբ է սառույցի վրա սկսել սահել տափօղակը, եթե այն կանգ է առել 10 վայրկյան հետո: Տափօղակի արագացումը $1,2 \text{ մ/վ}^2$ է: Պայր.՝ 12 մ/վ :

15. Ի՞նչ ժամանակահատվածում է Կալաշնիկովի ինքնաձիգի փողում գնդակի արագությունը 0-ից հասնում 715 մ/վ-ի: Գնդակի արագացումը 600000 մ/վ^2 է: Պայր.՝ $1, 2 \text{ մվ}$:

16. Ինչքա՞ն է տևել ավտոմեքենայի արգելակումը մինչև կանգ առնելը, եթե նրա սկզբնական արագությունը 72 կմ/ժ է, իսկ արագացումը արգելակման դեպքում՝ 5 մ/վ^2 : Պայր.՝ 4 վ :

17. Մոտոցիկլավարը շարժվում է տեղից և 10 վ-ում ձեռք է բերում 54 կմ/ժ արագություն: Այդ ընթացքում ինչքա՞ն ճանապարհ է նա անցնում: Պայր.՝ 75 մ :

18. 18 կմ/ժ արագությամբ շարժվող տրակտորը սկսում է արգելակել և 5 վ անց կանգ է առնում: Ի՞նչ ճանապարհ է նա անցնում այդ ժամանակամիջոցում: Պայր.՝ $12,5 \text{ մ}$:

19. Որոշե՛ք ավտոմեքենայի արգելակման ընթացքում անցած ճանապարհը, եթե արգելակումը 6 մ/վ^2 արագացման դեպքում տևել է 4 վ: Պայր.՝ 48 մ :

20. Հրթիռը մեկնարկում է տիեզերակայանից 45 մ/վ^2 արագացմամբ: Ի՞նչ ճանապարհ այն կանցնի 4 վ-ում: Պայր.՝ 360 մ :

21. Գնդիկը սկսում է գլորվել թեք դրված ձողով և 2 վ-ում անցնում է 132 սմ ճանապարհ: Ի՞նչ արագացմամբ էր շարժվում գնդիկը: Պայր.՝ $0,66 \text{ մ/վ}^2$:

22. Ի՞նչ արագացմամբ պետք է արգելակի ավտոբուսը, որպեսզի 8 վ-ում անցնի 44,8 մ և կանգ առնի: Պայր.՝ $1,4 \text{ մ/վ}^2$:

23. Ի՞նչ արագություն կունենա մարմինը շարժումն սկսելուց 15 վ հետո, եթե այն շարժվում է 4 մ/վ^2 արագացմամբ: Պայր.՝ 60 մ/վ :

24. Մարմինը ձողով շարժվում է հաստատուն 4 մ/վ^2 արագացմամբ, առանց սկզբնական արագության: Ինչքա՞ն ժամանակից հետո այն ձեռք կբերի 20 մ/վ արագություն: Պայր.՝ 5 վ :

25. Գնացքը կայարանից դուրս գալուց 15 վ հետո ձեռք բերեց 30 մ/վ արագություն: Ընդունելով հավասարաչափ արագացող շարժումը՝ գտեք գնացքի արագացումը: Պայր.՝ 2 մ/վ^2 :

26. Ինքնաթիռը, մեկնարկելով դադարի վիճակից, շարժվում է 10 մ/վ² արագացմամբ և անցնում 2 կմ թափավազքի ճանապարհ: Ինչքա՞ն է տևում թափավազքը: *Պատ.՝ 20վ:*

27. Որքա՞ն կտևի 54 կմ/ժ արագությամբ շարժվող գնացքի շրջադարձը, եթե նրա հետագծի կորության շառավիղը 900 մ է: *Պատ.՝ 188,4 վ:*

28. Ավտոմեքենան շարժվում է ուռուցիկ կամրջով, որի կորության շառավիղը 30 մ է, և այն կազմում է շրջանագծի 1/6 մասը: Ավտոմեքենայի արագությունը 36 կմ/ժ է: Որքա՞ն ժամանակում այն կանցնի կամուրջը: *Պատ.՝ 3,14 վ:*

29. Որոշե՛ք ժամացույցի ժամսլաքի պտտման պարբերությունն ու հաճախությունը: *Պատ.՝ 12 ժ: 0,000023 Հց:*

30. Որոշե՛ք ժամացույցի բուպեներ ցույց տվող սլաքի պտտման պարբերությունն ու հաճախությունը: *Պատ.՝ 1 ժ: 0,00028 Հց:*

31. 100 ժամվա ընթացքում Յուպիտերը (Արեգակնային համակարգության ամենամեծ մոլորակը) իր առանցքի շուրջը մոտ 10 պտույտ է կատարում: Ի՞նչ հաճախությամբ է պտտվում այդ մոլորակը: Ինչքա՞ն է տևում մեկ օրը Յուպիտերի վրա: *Պատ.՝ 0,1 Հց: 10 ժ:*

32. Տուրբինի ռոտորը 10 վ-ում 2000 պտույտ է կատարում: Որոշե՛ք տուրբինի պտտման պարբերությունն ու հաճախությունը: *Պատ.՝ 0,005 վ: 200 Հց:*

33. Սկավառակի պտտման հաճախությունը 2,5 վ⁻¹ է: Քանի՞ պտույտ կկատարի այս սկավառակը 20 վ-ի ընթացքում: *Պատ.՝ 50:*

34. Ուղղաթիռի պտուտակի պտտման պարբերությունը 0,2 վ է: Քանի՞ պտույտ է կատարում պտուտակը 10 վ-ում: *Պատ.՝ 50:*

35. Ի՞նչ արագությամբ են շարժվում Երկրագնդի հասարակածի կետերը իր առանցքի շուրջը Երկրագնդի պտտման ժամանակ: Երկրագնդի հասարակածային շառավիղը 6378 կմ է: *Պատ.՝ 464 մ:*

36. Ի՞նչ արագությամբ է Երկիրը պտտվում Արեգակի շուրջը: Երկրի ուղեծրի շառավիղը 150 մլն կմ է: *Պատ.՝ 30 կմ/վ:*

37. Սրոցաքարի պտտման ժամանակ նրա բոլոր մասնիկները շարժվում են շրջանագծով: Բայց բավական է, որ մասնիկներից մեկը պոկվի քարից, այն սկսում է ուղղագիծ շարժվել (տե՛ս նկ. 8): Ինչո՞ւ:

38. Ինչո՞ւ է արգելքի վրա սայթաքող մարդն առաջ ընկնում:

39. Կարո՞ղ է արդյոք մարմինը շարժվել ուժի ներգործության ուղղությամբ հակառակ: Այդ դեպքում ի՞նչ տեղի կունենա նրա արագության հետ: Ո՞ր կողմն ուղղված կլինի նրա արագացումը: Կարո՞ղ են արդյոք մարմնի արագությունն ու արագացումը միշտ հակառակ կողմեր ուղղված լինել:

40. Մարմնի (այութական կետի) նկատմամբ կիրառված է հավասար մեծության, բայց հակադիր ուղղության երկու ուժ: Կարո՞ղ է արդյոք այդ

մարմինը շարժվել: Եթե այո, ապա ինչպե՞ս. հավասարաչափ, թե՞ հավասարաչափ արագացող, ո՞ր ուղղությամբ:

41. Ի՞նչ արագացում կարող է հաղորդել 2 կգ զանգվածով քարին 20 Ն ուժը: *Պատր.՝ 10 մ/վ²:*

42. 4 կգ զանգված ունեցող մարմինը շարժվում է 0,5 մ/վ² արագացմամբ: Ինչի՞ է հավասար մարմնին այս արագացումը հաղորդող ուժը: *Պատր.՝ 2 Ն:*

43. Խնձորի զանգվածը 40 գ է: Ի՞նչ ուժով է Երկիրը ձգում այն: Ի՞նչ ժամանակահատվածում այն կընկնի խնձորենուց, եթե ձյուղը, որից այն կախված էր, գտնվում է 2,4 մ բարձրության վրա: *Պատր.՝ 0,4 Ն: 0,7 վ:*

44. 2,4 մ բարձրության վրա կախված է 30 գ զանգված ունեցող տանձ: Ինչի՞ է հավասար նրա վրա ազդող ծանրության ուժը: Ի՞նչ արագությամբ այդ տանձը կբախվի գետնին, եթե պոկվի ձյուղից: *Պատր.՝ 0,3 Ն: 6,9 մ/վ:*

45. Երկրի մակերևույթին 700 Ն ծանրություն ուժ ունեցող մարդը Մարսի վրա կունենա 260 Ն ծանրության ուժ, իսկ Յուպիտերի վրա՝ 1848 Ն: Ի՞նչով է դա բացատրվում: Այդ դեպքերում փոխվո՞ւմ է արդյոք մարդու զանգվածը: *Պատր.՝ Ոչ:*

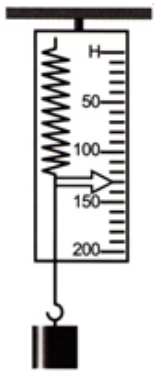
46. Կարո՞ղ է արդյոք անկշռության վիճակում գտնվող տիեզերագնացը քայլել ուղեծրային կայանի ներսում առանց բռնածողերի: *Պատր.՝ Ոչ:*

47. Ավտոմեքենայի քարշի ուժը 1000 Ն է, նրա շարժմանը դիմադրող ուժը՝ 700 Ն: Ինչի՞ է հավասար համազոր ուժը: *Պատր.՝ 300 Ն:*

48. Մարդը վայրէջք է կատարում անկարգելով: Մարդու և անկարգելի ծանրության ուժը միասին 700 Ն է: Ինչի՞ է հավասար օդի դիմադրության ուժը, եթե անկարգելորդի շարժումը հավասարաչափ է: *Պատր.՝ 700 Ն:*

49. 15 տ զանգվածով ավտոբուսը տեղից շարժվում է 15 կՆ քարշի ուժի ազդեցությամբ: Ինչի՞ է հավասար ավտոբուսի արագացումը, եթե նրա վրա ազդող դիմադրության ուժը 4,5 կՆ է: *Պատր.՝ 0,7 մ/վ²:*

50. Ի՞նչ արագացում է հաղորդում էլեկտրաքարշը 3250 տ զանգվածով շարժակազմին, եթե տեղից շարժվելիս այն 650 կՆ քարշի ուժ է ւմ: Շարժման դիմադրության ուժը 162,5 կՆ է: *Պատր.՝ 0,7 մ/վ²:*



Նկ. Խ.53

ուժ է պետք կիրառել 20 կգ զանգված ունեցող ստամբ այն 1 մ/վ² արագացմամբ բարձրացնելու սր.՝ 220 Ն:

± զանգվածով քարն ընկնում է 8 մ/վ² արագացի՛ք օդի դիմադրության ուժը: *Պատր.՝ 6 Ն:*

սրում պատկերված է ուժաչափից կախված բեռ: Ժաչափի սանդղակի բաժանման արժեքը: Ինչի՞ են բեռի ծանրության ուժը և կշիռը: *Պատր.՝ 10 Ն, 130 Ն:*



Նկ. Խ.54

սրում պատկերված է ուժաչափից կախված 'ք ուժաչափի սանդղակի բաժանման արժեքը: ռավասար բեռի ծանրության ուժը և կշիռը: Ն: 8,5 Ն:

տակի վրա 50 գ զանգվածով փայտե չորսու ձաջողվի՝ արդյոք տեղաշարժել չորսուն՝ նրա ի հորիզոնական ուղղությամբ 0,25 Ն ուժ կիրառելով: Այո, եթե $\mu \leq 0,5$, ոչ՝ հակառակ դեպքում:

նվազագույն ուժ պետք է կիրառել փայտե լան հարթության վրա դրված պողպատե չորսու շարժելու համար: Փայտի հետ պողպատի դասն առավելագույն ուժը կազմում է չորսուի կշռի 2որսուի զանգվածը 1 կգ է: Պատր.՝ 5,5 Ն:

57. Սեղանի վրա 2 կգ զանգվածով բեռ է դրված: Ինչի՞ է հավասար այդ բեռի վրա սեղանի հակազդեցության ուժը: Գտե՛ք այդ բեռի կշիռը: Պատր.՝ 20 Ն:

58. Գետնին 6 կգ զանգված ունեցող արկղ է դրված: Ինչի՞ են հավասար արկղի վրա հենարանի հակազդեցության ուժը և արկղի կշիռը: Նկարի վրա պատկերե՛ք այդ ուժերը: Պատր.՝ 60 Ն:

59. Հրթիռում գտնվող տիեզերագնացի զանգվածը 85 կգ է: Հրթիռի մեկնարկի ժամանակ տիեզերագնացի վրա ազդող հենարանի հակազդեցության ուժը մեծացավ մինչև 1700 Ն: Այդ դեպքում քանի՞ անգամ ավելացավ տիեզերագնացի կշիռը: Պատր.՝ 2 անգամ:

60. Ուղևորը վերելակի հատակին դրեց 40 Ն կշռով ճամպրուկ: Երբ վերելակը սկսեց ցած իջնել, ճամպրուկի վրա ազդող հենարանի հակազդեցության ուժը նվազեց մինչև 35 Ն: Ինչքանով նվազեց ճամպրուկի կշիռը: Պատր.՝ 5 Ն-ով:

61. Մարդն ուղղահայաց պատին է սեղմել փայտե չորսուն: Ի՞նչ ուժով է նա չորսուն սեղմում պատին, եթե պատի հակազդեցության ուժը հավասար է 5 Ն-ի: Պատր.՝ 5 Ն:

62. Ձին սայլ է քաշում: Սակայն, Նյուտոնի երրորդ օրենքի համաձայն, սայլը ձիուն հետ է քաշում նույն մեծության ուժով, ինչով ձին է քաշում սայլը: Այդ դեպքում ինչո՞ւ է հենց ձին շարժում սայլը և ոչ թե հակառակը: Ինչո՞ւ են նրանք ընդհանրապես շարժվում:

63. Հավասարակշռված կշեռքի նժարին կիսով չափ ջրով լցված անոթ է դրված: Կխախտվի՞ արդյոք կշեռքի հավասարակշռությունը, եթե զգուշորեն անոթի մեջ մտցնեք Ձեր մատը, ընդ որում՝ առանց անոթի հատակին կամ պատերին դիպչելու: Պատր.՝ Այո:

64. Թռչունը գտնվում է փակ արկղում, որը դրված է կշեռքի նժարներից մեկի վրա: Քանի դեռ թռչունը նստած է արկղի հատակին, կշեռքը հավասարակշռության դիրքի է բերվում մյուս նժարին դրվող կշռաքարերի միջոցով: Կխախտվի՞ արդյոք կշեռքի հավասարակշռությունը, եթե թռչունը թռչելով, մնա օդում, արկղի մեջ: *Պատր.՝ Ոչ:*

65. Ինչի՞ է հավասար 8 կմ/վ արագությանը շարժվող տիեզերանավի իմպուլսը: Տիեզերանավի զանգվածը 6,6 տ է: *Պատր.՝ $5,28 \cdot 10^7$ կգ·մ/վ:*

66. Ի՞նչ իմպուլսով է օժտված 60 կգ զանգված ունեցող և 6 կմ/ժ արագությանը վազող մարդը: *Պատր.՝ 100 կգ·մ/վ:*

67. Հայրենական մեծ պատերազմի տարիներին խորհրդային բանակում լայնորեն գործածվում էր Գ. Շպագինի ստեղծած ատրձանակ-գնդացիրը: Որոշե՛ք այս ինքնաձիգից կրակելիս հետհարվածի արագությունը, եթե 6 գ-անոց գնդակը դուրս է թռչում նրանից 500 մ/վ արագությամբ: Ինքնաձիգի զանգվածը 5,3 կգ է: *Պատր.՝ 0,57 մ/վ:*

68. Թռչկոտելիս մարդը ոտքերով հրվում է երկրագնդից և որոշակի արագություն է հաղորդում նրան: Որոշե՛ք այդ արագությունը, եթե մարդու զանգվածը 60 կգ է, և Երկրից նա հրվում է 4,4 մ/վ արագությամբ: Երկրագնդի զանգվածը $6 \cdot 10^{24}$ կգ է: *Պատր.՝ $4,4 \cdot 10^{-23}$ մ/վ:*

69. Պատկերացրե՛ք, որ գտնվում եք սառցակալած մեծ լճակի մեջտեղում: Ենթադրենք, թե սառույցն այնքան ողորկ է, որ անհնար է նրա վրայով քայլել կամ սողալ: Ի՞նչ պետք է անեք ափ հասնելու համար:

70. Սկյուռին, որն ընկույզները թաթերով իրեն է սեղմել, նստեցրին շատ ողորկ սեղանի վրա և թեթևակի հրեցին դեպի եզրը: Մոտենալով սեղանի եզրին՝ սկյուռը զգաց վտանգը: Նա գիտեր ֆիզիկայի օրենքները և կանխեց իր անկումը ողորկ սեղանից: Ինչպե՞ս դա արեց:

71. Հաշվե՛ք 20 գ վառելիքի այրումից հետո 0,5 կգ զանգված ունեցող վառողային հրթիռի ձեռք բերած արագությունը: Վառելիքի այրման արգասիքների արտահոսքի արագությունը կազմում է 800 մ/վ: *Պատր.՝ 32 մ/վ:*

72. Ինչի՞ է հավասար 1 կգ զանգվածով վառողային հրթիռի արագությունն այն բանից հետո, երբ նրանից 500 մ/վ արագությամբ արտահոսել են 0,1 կգ զանգվածով այրման արգասիքներ: *Պատ.՝ 50 մ/վ:*

73. Ի՞նչ աշխատանք է կատարում սեղանի մակերևույթով 40 սմ տեղաշարժված արկղի վրա ազդող սահքի շփման ուժը: Շփման ուժը հավասար է 5 Ն-ի: *Պատ.՝ -2 Ջ:*

74. 20 Ն ուժ գործադրելով՝ բեռն ուղղաձիգ վեր են բարձրացնում: Ի՞նչ աշխատանք է կատարում այդ ուժը բեռը 2 մ բարձրացնելիս: *Պատր.՝ 40 Ջ:*

75. Գտե՛ք, թե ինչ աշխատանք է անհրաժեշտ կատարել 0,5 մ³ ծավալով գրանիտե սալը հավասարաչափ 20 մ վեր բարձրացնելու համար: Գրանիտի խտությունը 2500 կգ/մ³ է: *Պատր.՝ 250 կՋ:*

76. Ամբարձիչի միջոցով 2,5 տ զանգված ունեցող բեռը բարձրացրին 12 մ: Ի՞նչ աշխատանք է կատարվում այդ դեպքում: *Պատր.՝ 300 կՋ:*

77. Ինչի՞ է հավասար 10 գ զանգված ունեցող և 800 մ/վ արագությամբ սլացող գնդակի կինետիկ էներգիան: *Պատր.՝ 3,2 կՋ:*

78. Ի՞նչ կինետիկ էներգիայով է օժտված 61 կմ/ժ արագությամբ թռչող աղավախն, որի զանգվածը 400 գ է: *Պատր.՝ 57,4 Ջ:*

79. Ի՞նչ բարձրության վրա պետք է բարձրացնել 0,5 կգ զանգվածով գնդակը, որպեսզի այն երկրի մակերևույթի նկատմամբ ձեռք բերի 25 Ջ պոտենցիալ էներգիա: *Պատր.՝ 5 մ:*

80. Ինչի՞ է հավասար 2 մ բարձրության վրա 1 լ ջրի պոտենցիալ էներգիան: *Պատր.՝ 20 Ջ:*

81. Միևնույն բարձրության վրա են գտնվում նույն չափերի փայտե և երկաթե չորսուններ: Չորսուններից ո՞րն է օժտված ավելի մեծ պոտենցիալ էներգիայով: *Պատր.՝ երկաթե:*

82. Կարո՞ղ են արդյոք երկու մարմին ունենալ միևնույն կինետիկ էներգիան, եթե դրանք՝ ա) ունեն նույն զանգվածը, բ) ունեն տարբեր արագություններ: Ո՞ր դեպքում է դա հնարավոր: *Պատր.՝ Այո: Այո:*

83. Մարմնի լրիվ մեխանիկական էներգիան հավասար է 0,8 կՋ-ի: Ինչի՞ է հավասար նրա կինետիկ էներգիան, եթե պոտենցիալը 250 Ջ է: *Պատր.՝ 550 Ջ:*

84. Մարմնի լրիվ մեխանիկական էներգիան հավասար է 1,2 կՋ-ի: Ինչի՞ է հավասար նրա պոտենցիալ էներգիան, եթե կինետիկը 900 Ջ է: *Պատր.՝ -300 Ջ:*

85. Որոշե՛ք 200 գ զանգվածով 4 մ բարձրության վրա 10 մ/վ արագությամբ շարժվող քարի լրիվ մեխանիկական էներգիան: *Պատր.՝ 18 Ջ:*

86. Ինչի՞ է հավասար 1,8 կգ զանգվածով նռնակի լրիվ մեխանիկական էներգիան, եթե 3 մ բարձրության վրա այն ունի 70 մ/վ արագություն:

Պատր.՝ 4464 Ջ:

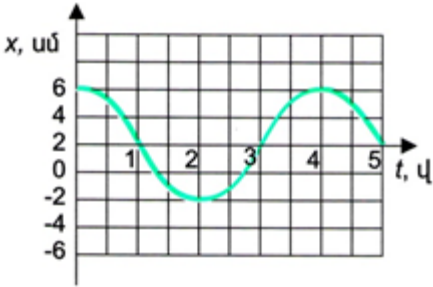
87. Գնդակը գետնից վերև են նետում 10 մ/վ արագությամբ: Ի՞նչ բարձրության վրա այդ գնդակը կունենա 6 մ/վ արագություն: *Պատր.՝ 3,2 մ:*

88. Գնդակն ուղղաձիգ ներքև են նետում 10 մ/վ արագությամբ: Ի՞նչ բարձրության վրա հետ կցատկի գնդակը գետնին բախվելուց հետո, եթե բարձրությունը, որից նետել են գնդակը, եղել է 1 մ: *Գնդակի գեյրնին դիպչելու ժամանակ էներգիայի կորուստներն անտեսելք: Պատր.՝ 6 մ:*

89. Ի՞նչ բարձրությունից է ընկել խնձորը, եթե այն գետնին է դիպել 6 մ/վ արագությամբ: *Պատր.՝ 1,8 մ:*

90. Ի՞նչ առավելագույն բարձրության կհասնի աղետից ուղղաձիգ վերև արձակած նետը, որի արագությունը 40 մ/վ է: Օդի դիմադրությունը հաշվի չառնել: Պատր.՝ 80 մ:

91. Կամերտոնի ձյուղերը տատանվում են 440 Հց հաճախությամբ: Ինչի՞ է հավասար այդ տատանումների պարբերությունը: Քանի՞ տատանում են կատարում այդ կամերտոնի ձյուղերը 1,5 վ-ում: Պատր.՝ 2,3 մվ: 660:



Նկ. Խ. 93

94. Նկարում պատկերված գրաֆիկով որոշե՛ք տատանումների լայնույթը, պարբերությունը և հաճախությունը:

Պատր.՝ 15 սմ: 8 վ: 0,125 Հց:

95. Ճոճանակի տատանումների լայնույթը 5 սմ է: Ի՞նչ հեռավորություն է անցնում ճոճանակը՝ 4 լրիվ տատանում կատարելով: Պատր.՝ 80 սմ:

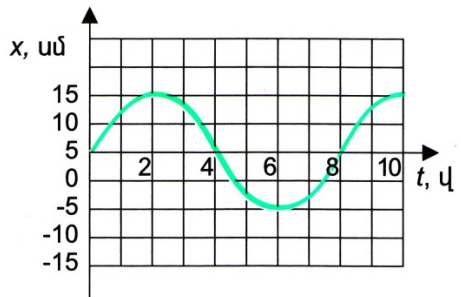
96. Ճոճանակի տատանումների լայնույթը 4 սմ է: Ի՞նչ ճանապարհ է անցնում ճոճանակը տատանումների 3 պարբերությանը հավասար ժամանակահատվածում: Պատր.՝ 48 սմ:

97. Երկար թելից կախած գունդը հավասարակշռության դիրքից շեղեցին այնպես, որ գետնից նրա բարձրությունը մեծացավ 5 սմ-ով: Ի՞նչ արագությամբ կանցնի գունդը հավասարակշռության դիրքով ազատ տատանումների ժամանակ: Պատր.՝ 1 մ

98. Երկար թելից կախված տատանվող մետաղե գունդը հավասարակշռության դիրքն անցնում է 0,6 մ/վ արագությամբ: Առավելագույն ի՞նչ բարձրության (հավասարակշռության դիրքի նկատմամբ) կհասնի այն տատանումների ժամանակ: Պատր.՝ 1,8 սմ:

99. Հաշվե՛ք 1 մ երկարությամբ մաթեմատիկական ճոճանակի ազատ տատանումների հաճախությունը: Ի՞նչ ժամանակում կկատարվի այդ ճոճանակի 10 տատանումը: Պատր.՝ 0,5 Հց: 20 վ:

անակը 72 վ-ում 180 տատարել: Որոշե՛ք ճոճանակի տալի պարբերությունը և հաճախությունը: Պատր.՝ 0,4 վ: 2,5 Հց: արում պատկերված տատագրաֆիկով որոշե՛ք տատալայնույթը, պարբերությունը և յունը: Պատր.՝ 6 սմ: 4 վ: 0,25 Հց:



Նկ. Խ. 94

100. Պետերբուրգի Իսակիևյան տաճարում կախված է 98 ս երկարությամբ ճոճանակ: Ինչի՞ է հավասար նրա տատանումների պարբերությունը: Քանի՞ տատանում է այն կատարում 1 րոպեում: Պատ.՝ 20 վ: 3:

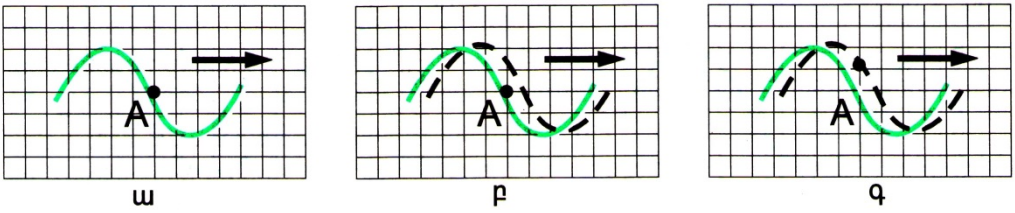
101. Ջսպանակից կախված բեռի զանգվածը 100 գ է: Որոշե՛ք նրա ազատ տատանումների պարբերությունը, եթե զսպանակի կոշտությունը 40 Ն/ս է: Քանի՞ տատանում կկատարի այս զսպանակավոր ճոճանակը 20 վ-ում: Պատ.՝ 0,31 վ: 64:

102. Ինչի՞ է հավասար զսպանակին ամրացված բեռի ազատ տատանումների հաճախությունը, եթե բեռի զանգվածը 0,1 կգ է, իսկ զսպանակի կոշտությունը՝ 10 Ն/ս: Ինչքա՞ն ժամանակ է անհրաժեշտ այս ճոճանակին, որպեսզի այն կատարի 20 տատանում: Պատ.՝ 1,6 Հց: 12,56 վ:

103. Նկ. 28.1-ում պատկերված սարքում բեռի զանգվածը 50 գ է, զսպանակի կոշտությունը՝ 20 Ն/ս: Արդյոք այս համակարգում ռեզոնանսի երևույթ կդիտվի՞, եթե ոլորանի բռնակը պտտենք վայրկյանում 1 պտույտ հաճախությամբ: Պատ.՝ Ոչ:

104. Նկ. 28.1-ում պատկերված սարքում բեռի զանգվածը 50 գ է, զսպանակի կոշտությունը՝ 20 Ն/ս: Արդյոք այս համակարգում ռեզոնանսի երևույթ կդիտվի՞, եթե ոլորանի բռնակը պտտենք 0,31 վ պարբերությամբ: Պատ.՝ Այո:

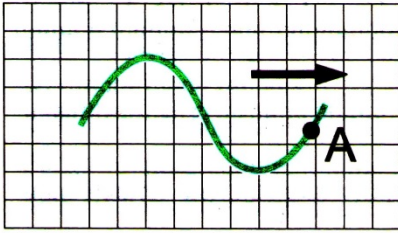
105. Նկ. Խ.105.ա -ում բերված է աջ տարածվող լայնական ալիքի պատկերը: Ո՞ր ուղղությամբ է շարժվում տվյալ պահին A տառով նշանակված միջավայրի մասնիկը:



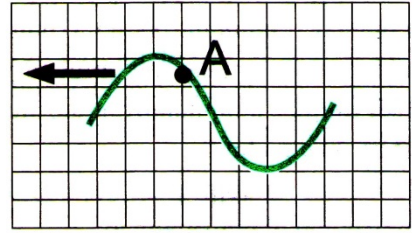
Նկ. Խ. 105

Ցուցում: Քանի որ ալիքը լայնական է, ապա քննարկվող մասնիկը պետք է շարժվի ալիքի փարածնան ուղղությանն ուղղահայաց: Բայց ո՞ր՞ վերև, թե՞ ներքև: Այս հարցին պատասխանելու համար գծենք ալիքի այն պարկերը, որը կհամապատասխանի որոշ ժամանակ անց նրա գրաված դիրքին: Հաշվի առնելով, որ ալիքն աջ է փարածվում, սրանում ենք նկ. Խ. 105 բ-ում կերպագծերով պատկերված գիծը: A կետով փարված ուղղահայացի և ալիքի նոր դիրքի հատման կետը ցույց կդրա, թե որտեղ պետք է հայտնվի այդ մասնիկը որոշ ժամանակ անց: Դեպի այդ կետն է շարժվում (այսինքն՝ վերև) տվյալ պահին դիրքարկվող մասնիկը (նկ. Խ. 105. գ):

106. Նկ. Խ. 106-ում բերված են լայնական ալիքների պատկերները: Ալիքներից մեկը շարժվում է դեպի աջ, մյուսը՝ ձախ: Ո՞ր ուղղությամբ է շարժվում A մասնիկը յուրաքանչյուր դեպքում:



ա



բ

Նկ. Խ. 106

107. Նավակը ճոճվում է ծովի ալիքների վրա 2 վ պարբերությամբ: Որոշել՞ք ծովի ալիքի երկարությունը, եթե այն տարածվում է 4 մ/վ արագությամբ: *Պատր.՝ 8 մ:*

108. Ձկնորսը նկատեց, որ լողանը ջրի վրա 0,5 Հց հաճախությամբ տատանումներ է կատարում, իսկ լողանի տատանումներ առաջացնող ալիքների հարևան կատարների միջև հեռավորությունը 6 մ է: Ինչի՞ է հավասար այդ ալիքների տարածման արագությունը: *Պատր.՝ 3 մ/վ:*

109. Լձի մեջ մի ձյուղ ընկավ, որի պատճառով առաջացած ալիքն ափին հասավ 10 վ-ում: Ալիքների հարևան կատարների միջև տարածությունը 10 սմ է: 2 վ-ում ափին 4 ձողփյուն է եղել: Ափից ի՞նչ հեռավորության վրա է ընկել ձյուղը: *Պատր.՝ 2 մ:*

110. Ինչի՞ է հավասար այն ալիքի երկարությունը, որը տարածվում է 5 մ/վ արագությամբ, և որում 10 վ-ի ընթացքում 4 տատանում է տեղի ունենում: *Պատր.՝ 12,5 մ:*

111. Ձայնախորաչափի միջոցով ձկների վտառի հայտնաբերման ժամանակ նկատեցին, որ ձայնային ազդանշանի ուղարկման և ընդունման պահերի ժամանակամիջոցը կազմել է 0,7 վ: Ի՞նչ տարածության վրա է գտնվում ձկների վտառը, եթե ջրում ձայնի արագությունը 1400 մ/վ է: *Պատր.՝ 490 մ:*

112. Ինչքա՞ն է ծովի խորությունը, եթե ջրատեղորոշիչի միջոցով ուղարկված ձայնային ազդանշանը վերադարձել է 0,9 վ-ից: Ջրում ձայնի արագությունը համարել 1400 մ/վ: *Պատր.՝ 630 մ:*

113. Կարո՞ղ է Լուսնի վրա տեղի ունեցող հզոր պայթյունի ձայնը լսվել երկրի վրա: *Պատր.՝ Ոչ:*

114. Ենթադրենք, թե Լուսնի վրա գտնվող աստղագնացների ռադիոկապը խափանվել է: Ի՞նչ պետք է նրանք անեն իրար լսելու համար:

115. Մի բաժակի մեջ լցրեցի 100 մլ սառը ջուր, իսկ մյուսի մեջ՝ նույն քանակությամբ տաք ջուր: Ո՞ր բաժակի ջուրն է օժտված ավելի մեծ ներքին էներգիայով:

116. Ի՞նչ է պատահում մարդու ներքին էներգիայի հետ, երբ ջերմելուց հետո նրա մոտ վերականգնվում է նորմալ ջերմաստիճանը:

117. Ի՞նչն է պատճառը, որ ձողով կամ ձուպանով արագ ներքև սահելիս կարելի է այրել ձեռքերը:

118. Դետալը խարտեղիս և՛ դետալը, և՛ խարտոցը տաքանում են: Ինչո՞ւ:

119. Ի՞նչն է պատճառը, որ չմշկասահորդը հեշտությամբ սահում է սառույցի վրա, մինչդեռ ապակու վրա, որն ավելի ողորկ մակերևույթ ունի, նա սահել չի կարող:

120. Ինչո՞ւ է երկնաքարը շիկանում Երկրի մթնոլորտով անցնելիս:

121. Սեղանին դրված մկրատն ու մատիտը նույն ջերմաստիճանն ունեն: Իսկ ո՞րն է պատճառը, որ շոշափելիս մկրատը մատիտից ավելի սառն է թվում:

122. Ինչո՞ւ է մարդը շոգում օդի 25 °C ջերմաստիճանի պայմաններում, իսկ նույն ջերմաստիճանն ունեցող ջրում նա մրսում է:

123. Ինչո՞ւ է խոր, փխրուն ձյունը աշնանացան հացաբույսերը պաշտպանում ցրտահարումից:

124. Ինչի՞ց է, որ մորթե վերարկուն և գլխարկը մարդու մարմինը պաշտպանում են և՛ ցրտից, և՛ սաստիկ շոգից: Մոտավորապես ի՞նչ ջերմաստիճանի դեպքում իմաստ ունի հագնել դրանք շոգ եղանակին:

125. Արդյո՞ք սենյակում դրված պաղպաղակն ավելի արագ կհալչի, եթե այն փաթաթենք մուշտակով:

126. Ի՞նչն է ավելի տաք կպահի մարմինը՝ երեք վերնաշապիկը, թե՞ եռակի հաստությամբ վերնաշապիկը:

127. Ինչո՞ւ է քամու բացակայության պայմաններում մոմի բոցը ուղղաձիգ լինում:

128. Ինչո՞ւ նկուղը տան ամենասառը մասն է:

129. Ամռանն ինչպիսի՞ հագուստով է ավելի հով՝ սպիտակ, թե՞ մուգ: Ինչո՞ւ:

130. Ինչո՞ւ է հերկած արտն ավելի ուժեղ տաքանում արևի ճառագայթներից, քան կանաչ մարգագետինը:

131. Գազի ներքին էներգիան հավասար էր 0,03 ՄՋ-ի: Ջերմափոխանակության արդյունքում այն դարձավ 38 կՋ: Գտե՛ք այս գազի ներքին էներգիայի փոփոխությունը: Այդ ընթացքում ինչպե՞ս է փոփոխվել գազի ջերմաստիճանը՝ բարձրացել է, թե՞ իջել: Ինչի՞ է հավասար գազի ստացած ջերմաքանակը: Պատ.՝ 8 կՋ: Բարձրացել է: 8 կՋ:

132. Ինչի՞ էր հավասար գազի ներքին էներգիան, եթե ջերմափոխանակության հետևանքով այն նվազել է 10 կՋ-ով և դարձել 10,05 ՄՋ: Այդ ընթացքում ի՞նչ փոփոխություն է կրել գազի ջերմաստիճանը՝ բարձրացել է, թե՞ իջել: Ի՞նչ ջերմաքանակ է ստացել գազը: *Պատր.՝ 60 կՋ: Իջել է: Տվել է 10 կՋ:*

133. Ինչքանո՞վ է փոխվել գազի ներքին էներգիան, եթե 8 ՄՋ էներգիա ստանալով՝ գազը 6 ՄՋ աշխատանք է կատարել: *Պատր.՝ 2 ՄՋ:*

134. Գազին 15 կՋ ջերմաքանակ հաղորդելիս այն կատարեց 40 կՋ աշխատանք: Ինչի՞ է հավասար գազի ներքին էներգիայի փոփոխությունը: Գազը սառե՞լ է, թե՞ տաքացել: *Պատր.՝ -25 կՋ: Սառել է:*

135. 500 կՋ ջերմաքանակ ստանալով՝ գազը որոշ աշխատանք կատարեց: Ի՞նչ աշխատանք կատարեց գազը, եթե նրա ներքին էներգիայի լրիվ փոփոխությունը կազմել է 200 կՋ: *Պատր.՝ 300 կՋ:*

136. Ի՞նչ ջերմաքանակ է ստացել գազը, եթե նրա ներքին էներգիան մեծացել է 0,2 ՄՋ-ով և այդ ընթացքում կատարել է 100 կՋ աշխատանք: *Պատր.՝ 300 կՋ:*

137. Օգտվելով աղյուսակ 8-ից՝ հաշվե՛ք (բանավոր). ա) 2 կգ զանգվածով ջուրը, բ) 2 կգ զանգվածով սառույցը 1 °C-ով տաքացնելու համար անհրաժեշտ ջերմաքանակը:

138. Օգտվելով աղյուսակ 8-ից՝ հաշվե՛ք (բանավոր). ա) 1 կգ զանգվածով ջուրը, բ) 1 կգ զանգվածով սառույցը 2 °C-ով սառեցնելու դեպքում անջատվող ջերմաքանակը:

139. Ի՞նչ ջերմաքանակ է անհրաժեշտ 50 գ զանգված ունեցող ալյումինե գդալը 50 °C-ով տաքացնելու համար: *Պատր.՝ 2300 Ջ:*

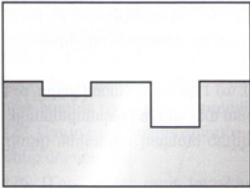
140. Ի՞նչ ջերմաքանակ է անհրաժեշտ 500 գ զանգված ունեցող պողպատե դետալը 20 °C-ով տաքացնելու համար: *Պատր.՝ 5 կՋ:*

141. Ի՞նչ ջերմաքանակ է անջատվում 200 գ զանգված ունեցող սառցակտորը 0-ից մինչև -10 °C սառեցնելիս: *Պատր.՝ -4200 Ջ:*

142. Ի՞նչ ջերմաքանակ է անջատվում 100 գ զանգված ունեցող ջուրը 90-ից մինչև 20 °C սառեցնելիս: *Պատր.՝ 29,4 կՋ:*

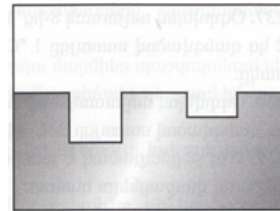
143. Ունենք միևնույն զանգվածն ու ջերմաստիճանն ունեցող երկու առարկա՝ մեկը կապարից, մյուսը՝ պողպատից: Դրանցից ո՞րն ավելի մեծ ջերմաքանակ կանջատի մինչև նույն ջերմաստիճանը դրանք սառեցնելու դեպքում:

144. Ունենք միևնույն զանգվածն ու ջերմաստիճանն ունեցող երկու առարկա՝ մեկը՝ պղնձից, մյուսը՝ ալյումինից: Դրանցից ո՞րն ավելի բարձր ջերմաստիճան կունենա երկուսին էլ նույն ջերմաքանակը հաղորդելու դեպքում:



Նկ. Խ.145

կգ զանգվածով կապարե և ինները հանելով եռման ջրից՝ ին սառույցի վրա: Դրանցից ավելի շատ սառույց կհավվի: ց (նկ. 102) ո՞րն է առաջացել և ո՞րը՝ պղնձե գլանի տակ:



Նկ. Խ.146

146. Նույն զանգվածն ունեցող պողպատե և ալյումինե գլանները հանելով եռման ջրից՝ տեղադրեցին պարաֆինի վրա: Դրանցից որի՞ տակ ավելի շատ պարաֆին կհավվի: Փոսիկներից (նկ. 103) ո՞րն է առաջացել կապարե, և ո՞րը՝ ալյումինե գլանի տակ:

147. Ո՞ր դեպքում 1 կգ կապարն ավելի ուժեղ կտաքանա՝ երբ նրա ջերմաստիճանը բարձրացնեն 10 °C-ով, թե՞ երբ նրան հաղորդեն 10 Ջ ջերմաքանակ:

148. Ո՞ր դեպքում 1 գ կապարն ավելի ուժեղ կտաքանա՝ երբ նրա ջերմաստիճանը բարձրացնեն 5 °C-ով, թե՞ երբ նրան հաղորդեն 5 Ջ ջերմաքանակ:

149. 10 կգ զանգվածով երկաթե կաթսայի մեջ 20 կգ ջուր է լցված: Ի՞նչ ջերմաքանակ պետք է հաղորդել ջրով կաթսային, որպեսզի դրանց ջերմաստիճանը 10-ից դառնա 100 °C: Պատ.՝ 7974 կՋ:

150. Ի՞նչ ջերմաքանակ է անհրաժեշտ 800 գ զանգված ունեցող կաթսան, որի մեջ 5 կգ զանգվածով ջուր է լցված, 20-ից 100 °C տաքացնելու համար: Պատ.՝ 1738880 Ջ:

151. Դույլի մեջ լցված է 9 °C ջերմաստիճան ունեցող 5 կգ զանգվածով ջուր: Ինչքա՞ն եռման ջուր պետք է ավելացնել դույլի մեջ, որպեսզի ջրի ջերմաստիճանը 30 °C դառնա: Ջերմային կորուստներն անտեսե՛ք: Պատ.՝ 1,5 կգ:

152. 200 գ զանգված ունեցող մետաղե գլանը եռման ջրի մեջ տաքացրին մինչև 100 °C և այնուհետև իջեցրին 22 °C ջերմաստիճան ունեցող 400 գ զանգվածով ջրի մեջ: Որոշ ժամանակ անց գլանի և ջրի ջերմաստիճանը դարձավ 25°C: Ինչի՞ է հավասար այդ մետաղի տեսակարար ջերմունակությունը, որից պատրաստված է գլանը: Ջերմային կորուստներն անտեսե՛ք: Պատ.՝ 336 Ջ/կգ °C:

153. Կարելի՞ է, արդյոք ցինկե տարայի մեջ ալյումին հալել: Ինչո՞ւ:

154. Կարելի՞ է, արդյոք պղնձե տարայում ոսկի հալել: Ինչո՞ւ:

155. Հալվող սառույցը բերեցին մի սենյակ, որտեղ օդի ջերմաստիճանը 0°C է: Այս սենյակում սառույցը կշարունակի՞ հալվել:

156. 0 °C ջերմաստիճան ունեցող ջրի մեջ գցեցին նույն ջերմաստիճանն ունեցող սառցակտոր: Ի՞նչ կլինի՝ սառույցը կհալվի՞, թե՞ ջուրը կսառցակալի: Ինչի՞ց է դա կախված:

157. Գծե՛ք նյութի ջերմաստիճանի՝ ժամանակից ունեցած կախվածության մոտավոր գրաֆիկները հետևյալ պրոցեսների համար.

ա) ջուր ($t_1 = 20\text{ }^\circ\text{C}$) → սառույց ($t_2 = 0\text{ }^\circ\text{C}$),

բ) սառույց ($t_1 = 0\text{ }^\circ\text{C}$) → սառույց ($t_2 = -10\text{ }^\circ\text{C}$),

գ) սառույց ($t_1 = 0\text{ }^\circ\text{C}$) → ջուր ($t_2 = 40\text{ }^\circ\text{C}$),

դ) ջուր ($t_1 = 50\text{ }^\circ\text{C}$) → ջուր ($t_2 = -15\text{ }^\circ\text{C}$):

Պարզության համար գրաֆիկներում բոլոր հատվածները կարելի է պատկերել ուղղագիծ հատվածների տեսքով:

158. Գծե՛ք նյութի ջերմաստիճանի՝ ժամանակից ունեցած կախվածության մոտավոր գրաֆիկները հետևյալ պրոցեսների համար.

ա) սառույց ($t_1 = -15\text{ }^\circ\text{C}$) → ջուր ($t_2 = 0\text{ }^\circ\text{C}$),

բ) ջուր ($t_1 = 0\text{ }^\circ\text{C}$) → սառույց ($t_2 = -5\text{ }^\circ\text{C}$),

գ) ջուր ($t_1 = 0\text{ }^\circ\text{C}$) → ջուր ($t_2 = 100\text{ }^\circ\text{C}$),

դ) սառույց ($t_1 = -10\text{ }^\circ\text{C}$) → ջուր ($t_2 = 80\text{ }^\circ\text{C}$):

Պարզության համար գրաֆիկներում բոլոր հատվածները կարելի է պատկերել ուղղագիծ հատվածների տեսքով:

159. Գծե՛ք նյութի ջերմաստիճանի՝ ժամանակից ունեցած կախվածության մոտավոր գրաֆիկները հետևյալ պրոցեսների համար.

ա) արծաթ ($t_1 = 20\text{ }^\circ\text{C}$) → արծաթ ($t_2 = 1000\text{ }^\circ\text{C}$),

բ) ազոտ ($t_1 = -200\text{ }^\circ\text{C}$) → ազոտ ($t_2 = -220\text{ }^\circ\text{C}$):

160. Գծե՛ք նյութի ջերմաստիճանի՝ ժամանակից ունեցած կախվածության մոտավոր գրաֆիկները հետևյալ պրոցեսների համար.

ա) անագ ($t_1 = 100\text{ }^\circ\text{C}$) → անագ ($t_2 = 250\text{ }^\circ\text{C}$),

բ) սպիրտ ($t_1 = 0\text{ }^\circ\text{C}$) → սպիրտ ($t_2 = -130\text{ }^\circ\text{C}$):

161. Ինչքա՞ն էներգիա պետք է ծախսել 100 գ զանգվածով և հալման ջերմաստիճանում գտնվող արծաթի կտորը հալելու համար: Պատր.՝ 8700 Ջ:

162. Ինչքա՞ն էներգիա պետք է ծախսել 20 կգ զանգվածով և հալման ջերմաստիճանում գտնվող կապարը հալելու համար: Պատր.՝ 500կՋ:

163. Ի՞նչ ջերմաքանակ է անջատվում 3 կգ զանգվածով սպիրտի սառչելիս: Պատ.՝ -330 կՋ:

164. Ի՞նչ ջերմաքանակ է անջատվում 2 կգ զանգված ունեցող սնդիկի պնդացման համար: Պատր.՝ -24 կՋ:

165. Հաշվե՛ք այն ջերմաքանակները, որոնք անջատվում կամ կլանվում են 157 խնդրում թվարկված պրոցեսների ընթացքում: Բոլոր դեպքերում, մարմնի զանգվածը ընդունե՛ք 2 կգ: Պատր.՝ ա) -848 կՋ: բ) -42 կՋ: գ) 1016 կՋ: դ) 1163 կՋ:

166. Հաշվե՛ք այն ջերմաքանակները, որոնք անջատվում կամ կլանվում են 158 խնդրում թվարկված պրոցեսների ընթացքում: Բոլոր դեպքերում մարմնի զանգվածը ընդունե՛ք 5 կգ: Պայմ.՝ ա) 1857,5 կՋ: բ) -1752, 5 կՋ: գ) 2100 կՋ: դ) 3485 կՋ:

167. Ո՞ր եղանակին են ավելի արագ չորանում անձրևից առաջացած ջրափոսերը՝ մե՞ղմ, թե՞ քամոտ, տա՞ք, թե՞ սառը: Ինչո՞ւ:

168. Ինչո՞ւ եք շոգին ավելի հեշտ դիմանում, երբ միացնում եք էլեկտրական հովհարիչը կամ ձեռքի հովհար եք օգտագործում:

169. Ինչո՞ւ քիչ խոնավ օդում շոգին դիմանալն ավելի հեշտ է, քան շատ խոնավ օդում:

170. Եթե շոգ եղանակին ջրով անոթը փաթաթենք թաց շորով և դնենք քամոտ տեղ, ապա նրա միջի ջրի ջերմաստիճանը զգալիորեն կիջնի: Ինչո՞ւ:

171. Ի՞նչն է պատճառը, որ երբ շնչում ենք մեր ձեռքին, տաքություն եք զգում, իսկ երբ փչում ենք, սառնության զգացողություն ենք ունենում (ի՞նչ կարող եք ասել երկու դեպքերում մաշկի մակերևույթից գոլորշացման ինտենսիվության մասին: Ո՞ր օդն է ավելի տաք՝ այն, որը մենք արտաշնչում ենք, թե՞ մեզ շրջապատող օդը):

172. Ինչո՞ւ է շատրվանի մոտ ավելի հով:

173. Գծե՛ք նյութի ջերմաստիճանի՝ ժամանակից ունեցած կախվածության մոտավոր գրաֆիկները հետևյալ պրոցեսների համար.

ա) ջուր ($t_1 = 20\text{ }^\circ\text{C}$) \rightarrow գոլորշի ($t_2 = 100\text{ }^\circ\text{C}$),

բ) ջուր ($t_1 = 0\text{ }^\circ\text{C}$) \rightarrow գոլորշի ($t_2 = 110\text{ }^\circ\text{C}$),

գ) սառույց ($t_1 = 0\text{ }^\circ\text{C}$) \rightarrow գոլորշի ($t_2 = 100\text{ }^\circ\text{C}$),

դ) թթվածին ($t_1 = -230\text{ }^\circ\text{C}$) \rightarrow թթվածին ($t_2 = 20\text{ }^\circ\text{C}$):

174. Գծե՛ք նյութի ջերմաստիճանի՝ ժամանակից ունեցած կախվածության մոտավոր գրաֆիկները հետևյալ պրոցեսների համար.

ա) ջուր ($t_1 = 100\text{ }^\circ\text{C}$) \rightarrow գոլորշի ($t_2 = 120\text{ }^\circ\text{C}$),

բ) սառույց ($t_1 = -10\text{ }^\circ\text{C}$) \rightarrow գոլորշի ($t_2 = 100\text{ }^\circ\text{C}$),

գ) սառույց ($t_1 = -20\text{ }^\circ\text{C}$) \rightarrow գոլորշի ($t_2 = 110\text{ }^\circ\text{C}$),

դ) սնդիկ ($t_1 = -50\text{ }^\circ\text{C}$) \rightarrow սնդիկ ($t_2 = 400\text{ }^\circ\text{C}$):

175. Ի՞նչ ջերմաքանակ է անհրաժեշտ եռման ջերմաստիճանում 2 կգ զանգվածով հեղուկ օդը գազի վերածելու համար: Պայմ.՝ 400 կՋ:

176. Ի՞նչ ջերմաքանակ է անհրաժեշտ 100 $^\circ\text{C}$ -ում գտնվող 4 կգ զանգվածով ջուրը գոլորշի դարձնելու համար: Պայմ.՝ 9,2 ՄՋ:

177. Հաշվե՛ք այն ջերմաքանակը, որն անհրաժեշտ է 173 (գ) խնդրում նկարագրված պրոցեսի իրականացման համար: Մարմնի զանգվածն ընդունե՛ք 5 կգ: Պայմ.՝ 15,3 ՄՋ:

178. Հաշվե՛ք այն ջերմաքանակը, որն անհրաժեշտ է 173 (ա) խնդրում նկարագրված պրոցեսի իրականացման համար: Մարմնի զանգվածն ընդունե՛ք 2 կգ: Պայմ.՝ 5272 կՋ:

179. Հաշվե՛ք այն ջերմաքանակը, որն անհրաժեշտ է 27 °C ջերմաստիճանում գտնվող 0,1 կգ զանգվածով սնդիկը գոլորշու փոխարկելու համար: *Պատր.՝ 34620 Ջ:*

180. Հաշվե՛ք այն ջերմաքանակը, որն անհրաժեշտ է 174 (բ) խնդրում նկարագրված պրոցեսի իրականացման համար: Մարմնի զանգվածն ընդունե՛ք 2 կգ: *Պատր.՝ 6162 կՋ:*

181. Ջրային գոլորշին, որի ջերմաստիճանը 100 °C է, խտանում է, և նրանից առաջացած ջուրը սառչում է մինչև 0 °C: Ի՞նչ ջերմաքանակ է անջատվում այդ դեպքում, եթե գոլորշու զանգվածը 1 կգ է: Գծե՛ք նյութի ջերմաստիճանի՝ ժամանակից ունեցած կախվածության մոտավոր գրաֆիկը դիտարկվող պրոցեսի համար: *Պատր.՝ -2,72 ՄՋ:*

182. Սպիրտի գոլորշին խտանում է 78 °C-ի դեպքում, որից հետո առաջացած սպիրտը սառեցվում է մինչև 18 °C: Ի՞նչ ջերմաքանակ է անջատվում այդ դեպքում, եթե սպիրտի զանգվածը 0,1 կգ է: Գծե՛ք նյութի ջերմաստիճանի՝ ժամանակից ունեցած կախվածության մոտավոր գրաֆիկը դիտարկվող պրոցեսի համար: *Պատր.՝ -105 կՋ:*

183. Ի՞նչ ջերմաքանակ է անջատվում 20 կգ զանգվածով քարածխի լրիվ այրման դեպքում: *Պատր.՝ 540 ՄՋ:*

184. Ի՞նչ ջերմաքանակ է անջատվում 2 կգ զանգվածով բենզինի լրիվ այրման դեպքում: *Պատր.՝ 92 ՄՋ:*

185. Տորֆի այրման ժամանակ անջատվել է 42 ՄՋ էներգիա: Որոշե՛ք այրված տորֆի զանգվածը: *Պատր.՝ 3 կգ:*

186. Նավթի այրումից անջատվել է 22 ՄՋ էներգիա: Որոշե՛ք այրված նավթի զանգվածը: *Պատր.՝ 0,5 կգ:*

187. Ի՞նչ զանգվածով փայտ է հարկավոր այրել, որպեսզի նրանից անջատված ջերմաքանակով հնարավոր լինի տաքացնել ջրով լցված կաթսան (տե՛ս 150 խնդիրը): Ջերմային կորուստներն անտեսե՛ք: *Պատր.՝ 0,17 կգ:*

188. Ի՞նչ զանգվածով բնական գազ է հարկավոր այրել, որպեսզի դրանից անջատված ջերմաքանակով հնարավոր լինի տաքացնել ջրով լցված կաթսան (տե՛ս 149 խնդիրը): Ջերմային կորուստներն անտեսե՛ք: *Պատր.՝ 0,18 կգ:*

189. Որոշե՛ք տրակտորի շարժիչի ՕԳԳ-ն, որը 15 ՄՋ աշխատանք կատարելու համար ծախսել է 42 ՄՋ/կգ այրման տեսակարար ջերմությամբ 1,2 կգ վառելիք: *Պատր.՝ 30%:*

190. Ծախսելով 2 կգ բենզին՝ շարժիչը կատարել է 23 ՄՋ աշխատանք: Որոշե՛ք շարժիչի ՕԳԳ-ն: *Պատր.՝ 25%:*



ՀԱՎԵԼՎԱԾՆԵՐ

Հավելված 1. Որոշ նյութերի տեսակարար ջերմունակությունները

Նյութ	c, Ջ/(կգ°C)	Նյութ	c, Ջ/(կգ°C)
Պինդ մարմիններ		Հեղուկներ	
Փայտ (կաղնի)	2400	Ջուր	4200
Սառույց	2100	Սպիրտ	2470
Ալյումին	920	Գլիցերին	2430
Աղյուս	880	Կերոսին	2100
Բետոն	880	Մաղիկ	138
Գրաքար (գրաֆիտ)	750	Գազեր⁵	
Ապակի (սովորական)	670	Ջրածին	14 200
Պողպատ	500	Ջրի գոլորշի	2000
Երկաթ	460	Ազոտ	1000
Պղինձ	400	Օդ	1000
Ցինկ	400	Թթվածին	920
Ոսկի	130		

Հավելված 2. Որոշ նյութերի հալման ջերմաստիճանները

Նյութ	t _h , °C	Նյութ	t _h , °C	Նյութ	t _h , °C
Ջրածին	-259	Կալիում	63	Ոսկի	1064
Թթվածին	-218	Նավթալին	80	Պղինձ	1083
Ազոտ	-210	Նատրիում	98	Թուջ	1200
Օդ	-213	Անագ	232	Երկաթ	1539
Սպիրտ	-214	Կապար	327	Պողպատ	1300-1500
Մաղիկ	-39	Սաթ	360	Պլատին	1772
Սառույց	0	Ալյումին	660	Օսմիում	3045
Ցեզիում	29	Արծաթ	962	Վոլֆրամ	3387

⁵ Նորմալ մթնոլորտային ճնշման տակ:

Հավելված 3. Որոշ նյութերի հալման տեսակարար ջերմությունները

Նյութ	$\lambda, \text{Ջ/կգ}$	Նյութ	$\lambda, \text{Ջ/կգ}$	Նյութ	$\lambda, \text{Ջ/կգ}$
Այլումին	$3,9 \cdot 10^5$	Ցինկ	$1,2 \cdot 10^5$	Անագ	$0,59 \cdot 10^5$
Սառույց	$3,4 \cdot 10^5$	Արծաթ	$0,87 \cdot 10^5$	Կապար	$0,25 \cdot 10^5$
Երկաթ	$2,7 \cdot 10^5$	Պողպատ	$0,84 \cdot 10^5$	Թթվածին	$0,14 \cdot 10^5$
Պղինձ	$2,1 \cdot 10^5$	Ոսկի	$0,67 \cdot 10^5$	Մոլիբդեն	$0,12 \cdot 10^5$
Պարաֆին	$1,5 \cdot 10^5$	Զրածին	$0,59 \cdot 10^5$		

Հավելված 4. Որոշ նյութերի եռման ջերմաստիճանները (ճնշումը՝ 760 մմ ս. ս.)

Նյութ	$t_{\text{եռ}}, \text{°C}$	Նյութ	$t_{\text{եռ}}, \text{°C}$	Նյութ	$t_{\text{եռ}}, \text{°C}$
Հելիում	-268,9	Ացետոն	56,5	Կապար	1740
Զրածին	-253	Սպիրտ	78,5	Այլումին	2330
Ազոտ	-195,8	Կաթ	100	Պղինձ	2567
Թթվածին	-183	Ջուր	100	Երկաթ	2750
Եթեր	35	Մոլիբդեն	357	Վոլֆրամ	6000

Հավելված 5. Որոշ նյութերի շոգեգոյացման տեսակարար ջերմությունները (ճնշումը՝ 760 մմ սնդ. սյան)

Նյութ	$r, \text{Ջ/կգ}$	Նյութ	$r, \text{Ջ/կգ}$
Ջուր	$2,3 \cdot 10^6$	Այլումին	$9,2 \cdot 10^6$
Ամոնիակ	$1,4 \cdot 10^6$	Երկաթ	$6,3 \cdot 10^6$
Սպիրտ	$9 \cdot 10^5$	Վոլֆրամ	$5 \cdot 10^6$
Եթեր	$4 \cdot 10^5$	Պղինձ	$4,8 \cdot 10^6$
Մոլիբդեն	$3 \cdot 10^5$	Կապար	$8,6 \cdot 10^5$

Հավելված 6. Վառելիքի որոշ տեսակների այրման տեսակարար ջերմությունները

Վառելիք	$q, \text{Ջ/կգ}$	Վառելիք	$q, \text{Ջ/կգ}$
Զրածին	$1,2 \cdot 10^8$	Անտրացիտ*	$3,0 \cdot 10^7$
Կերոսին	$4,6 \cdot 10^7$	Սպիրտ	$2,7 \cdot 10^7$
Բենզին	$4,6 \cdot 10^7$	Քարածուխ	$2,7 \cdot 10^7$
Նավթ	$4,4 \cdot 10^7$	Տորֆ	$1,4 \cdot 10^7$
Բնական գազ	$4,4 \cdot 10^7$	Չոր փայտ	$1,0 \cdot 10^7$
Փայտածուխ	$3,4 \cdot 10^7$	Վառող	$3,8 \cdot 10^7$

*Բարձրորակ քարածխի տեսակ

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐ

Գլուխ I. Կինեմատիկա

§ 1. Ներածություն.....	3
§ 2. Անհավասարաչափ շարժում: Միջին արագություն: Ակնթարթային արագություն	7
§3. Գործնական աշխատանք 1. Խնդիրների լուծում	11
§ 4. Հավասարաչափ փոփոխական շարժում: Արագացում.....	13
§ 5. Հավասարաչափ արագացող շարժում: Այդ շարժման արագությունը և ձանապարհը.....	17
§ 6. Հավասարաչափ դանդաղող շարժում.....	21
§7. Գործնական աշխատանք 2. Խնդիրների լուծում.....	24
§ 8. Ազատ անկում: Ազատ անկման արագացում.....	25
§ 9. Հավասարաչափ շարժում շրջանագծով: Պտտման պարբերություն և հաճախություն.....	31
§10. Գործնական աշխատանք 3. Խնդիրների լուծում.....	36
§11. Լաբորատոր աշխատանք 1. Հավասարաչափ արագացող շարժման արագացման չափումը.....	38

Գլուխ II. Դինամիկա

§12. Դինամիկայի հիմունքները: Նյուտոնի առաջին օրենքը:	36
§13. Նյուտոնի երկրորդ օրենքը:	41
§14. Նյուտոնի երրորդ օրենքը:.....	45
§15. Գործնական աշխատանք 4. Խնդիրների լուծում	48
§ 16. Մարմնի իմպուլս	50
§ 17. Իմպուլսի պահպանման օրենքը	53
§18. Գործնական աշխատանք 5. Խնդիրների լուծում	57
§ 19. Ռեակտիվ շարժում	59
§ 20. Հրթիռի աշխատանքը: Հրթիռային տեխնիկայի զարգացումը	63

§ 21. Մեխանիկական էներգիա: Կինետիկ էներգիա: Պոտենցիալ էներգիա.	66
§22. Մեխանիկական էներգիայի փոխակերպումը մի տեսակից մյուսին: Լրիվ մեխանիկական էներգիայի պահպանման օրենքը	73
§23. Գործնական աշխատանք 6. Խնդիրների լուծում.....	73
§24. Շարժվող ջրի և քամու էներգիայի օգտագործումը	73
§ 25. Լաբորատոր աշխատանք 2. Մեխանիկական էներգիայի պահպանման օրենքի ուսումնասիրումը	77
Գլուխ III. Տատանումներ և ալիքներ:	78
§ 26. Գաղափար մեխանիկական տատանումների մասին: նաթեմատիկական և գսպանակավոր ճոճանակներ: Տատանման լայնույթ և հաճախություն....	78
§ 27. Էներգիայի փոխակերպումները տատանողական շարժման ժամանակ	81
§ 28. Տատանումների տեսակները.....	83
§ 29. Ռեզոնանս.....	86
§ 30 Մեխանիկական ալիքներ	89
§ 31. Ալիքի տարածման արագություն և երկարություն	93
§ 32. Սեյսմական ալիքներ	95
§ 33. Չայնային ալիքներ.....	98
§ 34. Չայնը տարբեր միջավայրերում	103
§ 35. Չայնի ուժգնություն և բարձրություն: Արձագանք.....	104
§ 36. Ենթաձայն և անդրաձայն	108
§ 37. Լաբորատոր աշխատանք 4. Թելավոր ճոճանակի տատանումների ուսումնասիրումը	112

ԶԵՐՄԱՅԻՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐ

Գլուխ IV. Նյութի կառուցվածքը	
§ 38. Ֆիզիկական մարմին և նյութ: Նյութի կառուցվածքը	113
§ 39. Մոլեկուլներ և ատոմներ	113
§ 40. Մոլեկուլների շարժումը: Դիֆուզիա	119
41. Մոլեկուլների քառսային շարժման արագությունը և մարմնի ջերմաստիճանը.....	122

§ 42. Ջերմաստիճանային սանդղակ: Ջերմաչափ..... 124

§ 43. Լաբորատոր աշխատանք 4. Փոքր մարմինների չափերի որոշումը... 127

Գլուխ V. Ներքին էներգիա

44. Ներքին էներգիա..... 128

§ 45. Ներքին էներգիայի փոփոխման եղանակները..... 131

§ 46. Ջերմափոխանակության տեսակները: Ջերմահաղորդականություն... 134

§ 47. Ջերմափոխանակության տեսակները: Կոնվեկցիա 138

§ 48. Ջերմափոխանակության տեսակները: Ճառագայթային ջերմափոխանակություն 141

§ 49. Ջերմաքանակ: Տեսակարար ջերմունակություն..... 144

§ 50. Ներքին էներգիայի պահպանման օրենքը: Ջերմային հաշվեկշռի հավասարումը..... 149

§ 51. Լաբորատոր աշխատանք 5. Պինդ մարմնի տեսակարար ջերմունակության որոշումը..... 151

Գլուխ VI. Նյութի ագրեգատային վիճակների փոփոխությունը

§ 52. Նյութի ագրեգատային վիճակները..... 153

§ 53. Բյուրեղային մարմինների հալումն ու պնդացումը..... 155

§ 54. Մարմնի հալման համար անհրաժեշտ եվ բյուրեղացման ընթացքում նրանից անջատվող ջերմաքանակը 158

§ 55. Գոլորշացում և խտացում..... 159

§ 56. Եռում..... 163

§ 57. Շոգեգոյացման համար անհրաժեշտ և խտացման դեպքում անջատվող ջերմաքանակը..... 166

§ 58. Վառելիքի այրման ժամանակ անջատվող ջերմաքանակը..... 168

§ 59. Ջերմային շարժիչներ 169

§ 60. Ներքին այրման շարժիչ 171

§ 61. Լաբորատոր աշխատանք 6. Ջրի եռման ջերմաստիճանի կախումը նրանում լուծված աղի առկայությունից..... 175

Խնդիրներ եվ վարժություններ 177

Հավելվածներ..... 193