

ԷԴՈՒԱՐԴ ԴԱԶԱՐՅԱՆ
ԱԼԲԵՐՏ ԿԻՐԱԿՈՍՅԱՆ
ԳԱԳԻԿ ՄԵԼԻՔՅԱՆ
ՌՈՍՏՈՄ ԹՈՍՈՒՆՅԱՆ
ՍՈՍ ՄԱԻԼՅԱՆ

ՖԻԶԻԿԱ_8

Շանրակրթական դպրոցի 8-րդ դասարանի դասագիրք



ԷԴԻՑ ՊՐԻՆՏ
ԵՐԵՎԱՆ 2008

ՆԵՐԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Մինչև XIX դարի առաջին կեսը մեխանիկան ուսումնասիրվում էր որպես ամբողջական գիտություն: Սակայն գիտատեխնիկական առաջընթացը, մասնավորապես, մեքենաներում և մեխանիզմներում շարժումների փոխանցման հետազոտությունների անհրաժեշտությունը նոր պահանջներ դրեցին մեխանիկայի առջև: Որոշվեց *մարմինների շարժումներին, վերաբերող հարցերը, որոնք ուսումնասիրվում են առանց այդ շարժումներն առաջ բերող պատճառների քննարկման, առանձնացնել որպես մեխանիկայի առանձին բաժին*: 1834 թվականին ֆրանսիացի հայտնի ֆիզիկոս Անդրե Մարի Ամպերը (1775-1836), մատնանշելով այդպիսի առանձնացման նպատակահարմարությունը, առաջարկեց նաև այդ բաժինն անվանել **«կինեմատիկա»** (հունարեն *կինեմա` «շարժում»* բառից):

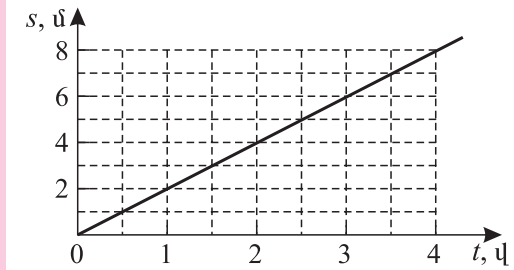
Թե ինչ է մեխանիկական շարժումը՝ ձեզ հայտնի է VII դասարանի ֆիզիկայի դասընթացից: Դուք գիտեք նաև, որ մի շարժումը մյուսից տարբերելու համար հարկավոր է իմանալ՝ *ի՞նչ հետագծով է մարմինը շարժվում և ինչպե՞ս է շարժվում*:

Ուղիղ հետագծով կատարվող շարժումներից դուք ուսումնասիրել եք ամենապարզ՝ հավասարաչափ շարժումը: Ուստի այն հարցին, թե ինչպե՞ս է մարմինը շարժվում, տվել եք որոշակի պատասխան՝ մարմինը շարժվում է այնպես, որ *նրա անցած ճանապարհը, ժամանակից կախված, փոփոխվում է ուղիղ համեմատականորեն*: Եթե *s*-ն անցած ճանապարհն է, իսկ *t*-ն՝ ժամանակը, ապա ճանապարհի և ժամանակի ուղիղ համեմատական կախումը կարող ենք արտահայտել

$$s = vt \tag{1}$$

բանաձևի միջոցով, որտեղ *v*-ն հավասարաչափ շարժման արագությունն է:

Նկ.1.
Հավասարաչափ
շարժման գրաֆիկը



Մարմնի անցած ճանապարհի կախումը ժամանակից արտահայտող բանաձևը կոչվում է շարժման օրենք: Ուրեմն, (1) բանաձևը հավասարաչափ շարժման օրենքն է:

Շարժման օրենքը կարող է տրվել ոչ միայն բանաձևի, այլև s -ի կախումը t -ից պատկերող գրաֆիկի միջոցով, որը կոչվում է **շարժման գրաֆիկ**: Նկ. 1-ում պատկերված է հավասարաչափ շարժման գրաֆիկը, երբ $v = 2$ մ/վ:

Ցանկացած շարժում լիովին կնկարագրվի, եթե հայտնի են այդ շարժման հետագիծը և շարժման օրենքը: Հետևաբար, կարող ենք ասել, որ *շարժման հետագիծը և շարժման օրենքը մարմնի շարժման կարևորագույն բնութագրերն են*:

Մեխանիկական շարժումները կարող են իրարից տարբերվել ինչպես հետագծով, այնպես էլ շարժման օրենքի տեսքով: Ըստ հետագծի ձևի տարբերում են՝ **ուղղագիծ և կորագիծ** շարժումներ: Ըստ շարժման օրենքի տեսքի շարժումները լինում են **հավասարաչափ և անհավասարաչափ**: Այսպես, օրինակ՝ ուղղագիծ հավասարաչափ շարժում, ուղղագիծ անհավասարաչափ շարժում, շրջանագծային հավա-

Շարքեր և առաջադրանքներ

1. Մեխանիկայի n -ր բաժինն են անվանում կինեմատիկա:
2. Ո՞ր բանաձևն են անվանում շարժման օրենք:
3. Գրեք հավասարաչափ շարժման օրենքը:
4. Ի՞նչ է շարժման գրաֆիկը: Ի՞նչ տեսք ունի հավասարաչափ շարժման գրաֆիկը:
5. Կառուցեք 5 մ/վ արագությամբ հավասարաչափ շարժվող մարմնի շարժման գրաֆիկը
6. Ինչպիսի՞ն են լինում մեխանիկական շարժումներն ըստ հետագծի ձևի և ըստ շարժման օրենքի տեսքի:

ԱՆՆԱՎԱՍԱՐԱԶՍՓ ՉԱՐԺՈՒՄ: ՄԻՋԻՆ ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆ: ԱԿՆԹԱՐԹԱՅԻՆ ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆ



VII դասարանում դուք ուսումնասիրել եք միայն հավասարաչափ շարժումներ: Սակայն այդպիսի շարժումներ ձեր շրջապատում, նույնիսկ բնության մեջ շատ սակավ են հանդիպում: Ավելի տարածված են *անհավասարաչափ շարժումները, երբ հավասար ժամանակամիջոցներում մարմինն անցնում է անհավասար ճանապարհներ*: Օրինակ՝ կառամատույցում գտնվելիս դուք, ըստ երևույթին, նկատած կլինեք, թե ինչպես է գնացքը մոտենում կայարանին: Նույնիսկ առանց վայրկենաչափի էլ դժվար չէ համոզվել, թե ինչպես է դանդաղում գնացքի ընթացքը: *Կայարանին մոտենալիս, մինչև կանգ առնելը, գնացքը շարժվում է անհավասարաչափ*: Անհավասարաչափ է նաև կայարանից հեռացող գնացքի շարժումը: Բայց այս վերջին դեպքում նրա ընթացքը գնալով արագանում է:

Անհավասարաչափ շարժումը կարող ենք դիտել նաև՝ օգտագործելով ձեռքի տակ եղած պարագաները: Օրինակ՝ երկար և փոքր-ինչ լայն քանոնի վրա դնենք որևէ առարկա, օրինակ՝ մետաղադրամ (նկ. 2): Քանոնի ծայրից բարձրացնելով՝ կնկատենք, որ մի որոշ թեքությունից սկսած, մետաղադրամը սկսում է սահել: Կարող ենք այդ թեքությունն ընտրել այնպես, որ շարժումը լինի հավասարաչափ: Մի փոքր ավելի բարձրացնելով քանոնը՝ մետաղադրամի շարժումը կդարձնենք անհավասարաչափ:

Եթե հայտնի է այն հետագիծը, որի երկայնքով, տրված ուղղությամբ հավասարաչափ շարժվում է մարմինը, ապա հավասարաչափ շարժման (1) օրենքից կարող ենք հաշվել մարմնի անցած ճանապարհը: Եվ եթե գիտենք, թե ժամանակի սկզբում որտեղ է գտնվել այդ մարմինը, ապա հետագծի վրա միշտ կարող ենք նշել այն դիրքը, որտեղ մարմինը կարող է հայտնվել ժամանակի որևէ պահի:

Հաճախ մեզ հետաքրքրում է, թե որքան ժամանակում մարմինը կարող է անցնել տրված ճանապարհը: Օրինակ՝ գնացքների կարգավարին բոլորովին չեն հետաքրքրում գնացքի շարժման մանրամասները: Նրա համար կարևոր է իմանալ, թե մի կայարանից մյուսը գնացքը որքա՞ն ժամա-



Նկ. 2.
Մետաղադրամի շարժումը քանոնի վրայով անհավասարաչափ է:

նակում է անցնում: Եթե գնացքի շարժումը հավասարաչափ է, ապա (1) շարժման օրենքի կգտնենք որոնելի ժամանակը, եթե հայտնի է գնացքի արագությունը: Իսկ եթե գնացքը շարժվում է անհավասարաչափ:

Այդ դեպքում չենք կարող օգտվել (1) շարժման օրենքի, քանի որ չի կարելի խոսել որոշակի արագության մասին: Գնացքի անցած ճանապարհի հարաբերությունը ժամանակին, ի տարբերություն հավասարաչափ շարժման, անհավասարաչափ շարժման դեպքում նույնը չէ տարբեր տեղամասերի համար: Բայց ճանապարհի հարաբերությունը ժամանակին տալիս է մի մեծություն, որն արտահայտվում է արագության միավորով: Այդ մեծությունը կարող է օգտակար լինել, եթե մեզ հետաքրքրում է միայն տրված երկու դիրքերի միջև մարմնի շարժումը: Ուստի **մարմնի անցած ճանապարհի և այդ ճանապարհն անցնելու ժամանակի հարաբերությունն անվանում են մարմնի անհավասարաչափ շարժման միջին արագություն տրված երկու դիրքերի միջև**: Մաթեմատիկորեն միջին արագությունն արտահայտվում է նույն բանաձևով, ինչ հավասարաչափ շարժման արագությունը, այսինքն՝

$$v_{\text{միջ}} = \frac{S}{t}: \quad (2)$$

Այստեղից պարզ է, որ տրված երկու դիրքերի միջև մարմնի անհավասարաչափ շարժման միջին արագությունը հավասար է այնպիսի հավասարաչափ շարժման արագությանը, որի դեպքում այդ դիրքերի միջև հեռավորությունը մարմինն անցնում է նույն ժամանակում, ինչ անհավասարաչափ շարժվելիս:

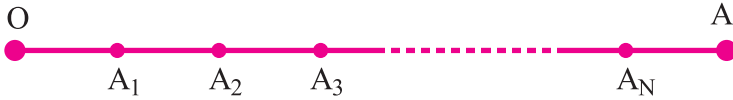
Անհավասարաչափ շարժվող մարմնի անցած s ճանապարհը կարող ենք որոշել, եթե հայտնի է շարժման միջին արագությունն այդ ճանապարհին և այդ ճանապարհն անցնելու համար անհրաժեշտ t ժամանակը: Իրոք, (2) բանաձևից՝

$$s = v_{\text{միջ}} t: \quad (3)$$

Սակայն (3) առնչության միջոցով չի կարելի որոշել մարմնի անցած ճանապարհը, օրինակ՝ $t/2$ ժամանակի ընթացքում: (2) բանաձևով որոշված ֆիզիկական մեծությունը, որն անվանեցինք միջին արագություն, իմաստ ունի միայն հետագծի որոշակի տեղամասի և այն ժամանակի համար, որի ընթացքում մարմինն անցնում է այդ տեղամասը:

Եթե տրված երկու դիրքերի միջև ցանկացած տեղամասում շարժման միջին արագությունները նույնն են, ապա կարող ենք ասել, որ այդ դիրքերի միջև մարմնի շարժումը եղել է հավասարաչափ: Այդ դեպքում միջին արագությունը հավասար է այդ դիրքերի միջև հավասարաչափ շարժման արագությանը:

Անհավասարաչափ շարժման միջին արագությունը մեզ ոչինչ չի ասում գնացքի իրական շարժման մասին, այլ միայն հնարավորություն է տալիս տրված ժամանակի միջոցով (3) բանաձևից որոշել O և A կայարանների հեռավորությունը (նկ. 3):



Նկ. 3.
 O և A կայարանների միջև գտնվում են բազմաթիվ կիսակայարաններ

Իսկ ինչպե՞ս որոշել գնացքի արագությունը ժամանակի ցանկացած պահին:

Ենթադրենք՝ O և A կայարանների միջև կառուցված են բազմաթիվ կիսակայարաններ՝ $A_1, A_2, A_3, \dots, A_N$: Այլ կերպ ասած, O և A կայարանների հեռավորությունը բաժանված է առանձին տեղամասերի: Կարգավարին, բնականաբար, հայտնի է յուրաքանչյուր տեղամասի երկարությունը, և նա, հաշվելով այդ տեղամասում գնացքի շարժման ժամանակը, առանց դժվարության կարող է որոշել գնացքի անհավասարաչափ շարժման միջին արագությունը յուրաքանչյուր տեղամասում: Կարգավարն արդեն կարող է իմանալ, թե ժամանակի n -րդ պահերին գնացքը կանցնի կիսակայարանների մոտով: Իսկ եթե կիսակայարանների թիվն ավելի մեծ լինի՞: Այդ դեպքում, ըստ առանձին տեղամասերում գնացքի շարժման միջին արագությունների, կարգավարը ոչ միայն կարող է որոշել ժամանակի բոլոր այն պահերը, երբ գնացքը կհայտնվի այս կամ այն կիսակայարանում, այլև մոտավորապես գնահատել նաև այն պահերը, երբ գնացքը կանցնի կիսակայարան չհանդիսացող կետերով: Չէ՞ որ երբ կիսակայարանները շատ մոտ են իրար, կարելի է դրանք համարել գրեթե իրար կպած:

Այսպիսով, եթե կարգավարին հայտնի է, թե ժամանակի n -րդ պահին է գնացքը եղել O կայարանում, ապա նա կարող է լուծել գնացքի շարժմանը վերաբերող ցանկացած խնդիր: Դրա համար բավական է իմանալ իրար շատ մոտ կառույ-

ված կիսակայարանների միջև գնացքի միջին արագությունները: Կիսակայարանների՝ իրար շատ մոտ կառուցված լինելը կարգավարին հնարավորություն է տալիս նաև այդ միջին արագություններն անվանելու կիսակայարանների մոտով անցնելու պահերին *գնացքի շարժման ակնթարթային արագություններ*:

Մարմնի շարժման ակնթարթային արագություն հետագծի որևէ կետում կոչվում է այն ֆիզիկական մեծությունը, որը հավասար է այդ կետին հարող շատ փոքր տեղամասում շարժման միջին արագությանը:

Ակնթարթային արագության փոխարեն սովորաբար ասում են արագություն:

Գիտենալով, թե մարմնի շարժման ակնթարթային արագությունն ինչպես է կախված ժամանակից, կարելի է գտնել մարմնի շարժման օրենքը: Դրա համար պետք է հայտնի լինի մարմնի դիրքը ժամանակի որոշակի պահի: Շարժման օրենքի իմանալը մեզ հնարավորություն կտա արդեն գտնելու մարմնի դիրքը ժամանակի ցանկացած պահին: Ահա թե ինչու է կարևոր իմանալ այն բանաձևը, որով իրար հետ կապված են շարժման արագությունը և ժամանակը:

Երբ մարմինը շարժվում է այնպես, որ շարժման արագությունը ժամանակի ընթացքում փոփոխվում է որոշակի օրինաչափությամբ, ապա այդ շարժման արագությունը ժամանակի ամեն մի պահի կարելի է որոշել: Այդպիսի շարժումներից է, մասնավորապես, *հավասարաչափ արագացող շարժումը*, որն էլ կուսումնասիրենք հաջորդ մի քանի պարագրաֆներում:

Շարժեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր շարժումն է կոչվում *անհավասարաչափ: Բերել օրինակներ:*
2. Ի՞նչն է կոչվում *անհավասարաչափ շարժման միջին արագություն: Գրել միջին արագության բանաձևը:*
3. Ի՞նչ ֆիզիկական իմաստ ունի *անհավասարաչափ շարժման միջին արագությունը:*
4. Ի՞նչ է *ակնթարթային արագությունը: Ինչու՞ է անհրաժեշտ իմանալ ակնթարթային արագության կախումը ժամանակից:*

ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՄԱՆ ՕՐԻՆԱԿՆԵՐ

1. Աշտոը հեծանվով գնում էր մի քաղաքից մյուսը: Ամբողջ ժամանակի կեսի ընթացքում նա շարժվում էր հավասարաչափ՝ 12 կմ/ժ արագությամբ, իսկ երկրորդ կեսի ընթացքում ստիպված էր գնալ ոտքով՝ 4 կմ/ժ հաստատուն արագությամբ: Որոշեք մի քաղաքից մյուսը Աշտոի շարժման միջին արագությունը:

$\begin{aligned} t_1 &= t_2 = t/2 \\ v_1 &= 12 \text{ կմ/ժ} \\ v_2 &= 4 \text{ կմ/ժ} \\ \frac{v_{\text{միջ}}}{v_{\text{միջ}}} &= ? \end{aligned}$	<p>Լուծում: Համաձայն սահմանման՝ Աշտոի շարժման միջին արագությունը մի քաղաքից մյուսը գնալիս՝ $v_{\text{միջ}} = s/t$, որտեղ s-ը քաղաքների հեռավորությունն է, t-ն՝ շարժման ժամանակը: Այդ հեռավորությունը կարող ենք ներկայացնել հետևյալ կերպ՝ $s = s_1 + s_2$, որտեղ s_1-ը ժամանակի առաջին կեսում, իսկ s_2-ը՝ երկրորդ կեսում անցած ճանապարհներն են:</p>
---	---

Քանի որ ժամանակի յուրաքանչյուր կեսում շարժումը հավասարաչափ է, ապա $s_1 = v_1 t/2$, $s_2 = v_2 t/2$: Հետևաբար՝

$$s = \frac{v_1 t}{2} + \frac{v_2 t}{2} = (v_1 + v_2) \frac{t}{2} \text{ և } v_{\text{միջ}} = \frac{(v_1 + v_2) \frac{t}{2}}{t} = \frac{v_1 + v_2}{2}:$$

Այս դեպքում $v_{\text{միջ}}$ -ը համընկնում է v_1 -ի և v_2 -ի թվաբանական միջինի հետ: Տեղադրելով $v_1 = 12$ կմ/ժ, $v_2 = 4$ կմ/ժ, կստանանք՝ $v_{\text{միջ}} = 8$ կմ/ժ:

Պատասխան՝ 8 կմ/ժ:

2. Աշտոը հեծանվով գնում էր մի քաղաքից մյուսը: Ճանապարհի առաջին կեսը նա անցավ 12 կմ/ժ արագությամբ, իսկ երկրորդ կեսը ստիպված էր գնալ ոտքով՝ 4 կմ/ժ արագությամբ: Ի՞նչ միջին արագությամբ էր շարժվում Աշտոն ամբողջ ճանապարհին:

$\begin{aligned} s_1 &= s_2 = s/2 \\ v_1 &= 12 \text{ կմ/ժ} \\ v_2 &= 4 \text{ կմ/ժ} \\ \frac{v_{\text{միջ}}}{v_{\text{միջ}}} &= ? \end{aligned}$	<p>Լուծում: Համաձայն սահմանման՝ Աշտոի շարժման միջին արագությունը մի քաղաքից մյուսը գնալիս՝ $v_{\text{միջ}} = s/t$, որտեղ s-ը քաղաքների հեռավորությունն է, t-ն՝ շարժման ժամանակը: Այդ ժամանակը կարող ենք ներկայացնել հետևյալ կերպ՝ $t = t_1 + t_2$ որտեղ t_1-ը ճանապարհի առաջին, իսկ t_2-ը՝ երկրորդ կեսն անցնելու ժամանակն է:</p>
---	---

Քանի որ ճանապարհի յուրաքանչյուր կեսում շարժումը հավասարաչափ է, ապա $t_1 = s/2v_1$, $t_2 = s/2v_2$: Հետևաբար՝

$$t = \frac{s}{2v_1} + \frac{s}{2v_2} = \frac{s}{2} c \frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} \text{ և } v_{\text{միջ}} = \frac{s}{\frac{s}{2} c \frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2}} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}:$$

Տեղադրելով $v_1 = 12$ կմ/ժ, $v_2 = 4$ կմ/ժ, կստանանք՝ $v_{\text{միջ}} = \frac{2 \cdot 12 \cdot 4}{16} \text{ կմ/ժ} = 6 \text{ կմ/ժ}$:

Պատասխան՝ 6 կմ/ժ:

Մենք պարզեցինք, որ մարմնի շարժման օրենքն իմանալը հնարավորություն է տալիս գտնելու մարմնի դիրքը ժամանակի կամայական պահի: Իսկ այդ օրենքն իմանալու համար հարկավոր է պարզել, թե ինչպես է փոփոխվում արագությունը ժամանակի ընթացքում: Բնության մեջ և առօրյայում հանդիպող բազմաթիվ շարժումների արագությունը ժամանակի կախված փոփոխվում է որոշակի օրինաչափությամբ: Այդպիսի շարժումներից է, մասնավորապես, հավասարաչափ արագացող շարժումը:

Մարմնի շարժումը կոչվում է հավասարաչափ արագացող, եթե այդ շարժման արագությունը կամայական հավասար ժամանակներում փոփոխվում է միևնույն չափով:

Մարմնի շարժման արագությունը կամայական հավասար ժամանակներում կարող է ինչպես մեծանալ նույն չափով, այնպես էլ՝ փոքրանալ: Առաջին դեպքում ասում են, որ մարմինը կատարում է հավասարաչափ արագացող շարժում *աճող արագությամբ*, իսկ երկրորդ դեպքում՝ հավասարաչափ արագացող շարժում *նվազող արագությամբ* կամ հավասարաչափ դանդաղող շարժում:

Օրինակ՝ ավտոմեքենայի շարժումը դադարի վիճակից մինչև որոշակի հաստատուն արագություն ձեռք բերելը *աճող արագությամբ* հավասարաչափ արագացող շարժում է:

Ընդհակառակը, կանգառին մոտենալիս ավտոմեքենայի արագությունը որոշակի արժեքից նվազում է մինչև զրո, ուստի ավտոմեքենայի շարժումը հավասարաչափ արագացող շարժում է նվազող արագությամբ:

Հավասարաչափ արագացող շարժման սահմանումից հետևում է, որ յուրաքանչյուր վայրկյանում արագության փոփոխությունը ևս կլինի նույնը: Նշանակում է, հենց այդ փոփոխությամբ էլ հավասարաչափ արագացող շարժումները կարող ենք տարբերել մեկը մյուսից: Ուրեմն, հավասարաչափ արագացող շարժումը կարող ենք բնութագրել մեկ վայրկյանում այդ շարժման արագության փոփոխությամբ: Իսկ այն որոշելու համար որևէ ժամանակամիջոցում արագության փոփոխությունը հարկավոր է բաժանել այդ փոփոխության ժամանակամիջոցի վրա: Օրինակ, երբ գնաց-

քի արագությունը, հավասարաչափ մեծացնելիս, 5 վ-ի ընթացքում 0-ից դառնում է 20 մ/վ, ապա յուրաքանչյուր վայրկյանում արագությունն աճում է $20 \text{ մ/վ} : 5 = 4 \text{ մ/վ-ով}$:

Այն ֆիզիկական մեծությունը, որը հավասար է մարմնի շարժման արագության փոփոխության և այն ժամանակամիջոցի հարաբերությանը, որի ընթացքում կատարվել է այդ փոփոխությունը, կոչվում է հավասարաչափ արագացող շարժման արագացում:

Հիշեցնենք, որ փոփոխություն ասելով հարկավոր է հասկանալ, թե շարժման արագությունը որքանո՞վ է աճել կամ նվազել որոշակի ժամանակամիջոցում: Եթե, օրինակ, գնացքի շարժման արագությունը 10 վ-ի ընթացքում 20 մ/վ-ից աճել է մինչև 25 մ/վ, ապա արագության փոփոխությունը յուրաքանչյուր վայրկյանում կլինի $(25 \text{ մ/վ} - 20 \text{ մ/վ}) : 10 = 0,5 \text{ մ/վ}$:

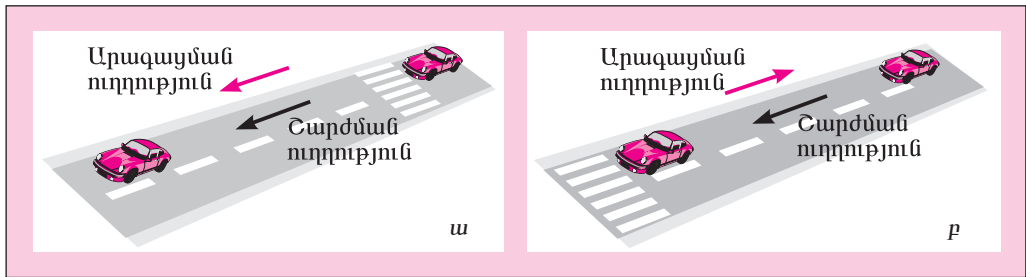
Արագացումը սովորաբար նշանակում են a տառով (լատիներեն «ակսելերասիո»՝ արագացում բառի սկզբնատառը): Եթե մարմնի արագությունը, աճելով 0-ից, t ժամանակի ընթացքում դառնում է հավասար v -ի, ապա այդ մարմնի շարժման արագացումը հավասար կլինի՝

$$a = \frac{v}{t} \quad (4)$$

Արագացման միավորն այնպիսի հավասարաչափ արագացող շարժման արագացումն է, երբ այդ շարժման արագությունը յուրաքանչյուր 1 վ-ի ընթացքում փոփոխվում է 1 մ/վ-ով: Այդ միավորը նշանակում են՝ 1 մ/վ²: Եթե մարմնի շարժման արագացումը 2 մ/վ² է, ապա նշանակում է, որ մարմնի արագությունն ամեն մի վայրկյանում փոփոխվում է (աճում է կամ նվազում) 2 մ/վ-ով:

Եթե ժամանակի սկզբում մարմնի արագությունը եղել է v_0 , իսկ t ժամանակից հետո այդ մարմինը, կատարելով հավասարաչափ արագացող շարժում, կանգ է առել, ապա արագացումը՝

Նկ. 4.
ա. Ավտոմեքենան շարժվում է կանգառից, *բ.* ավտոմեքենան արգելակում է



$$a = \frac{v_0}{T}: \quad (5)$$

Արագության նման, արագացմանը ևս վերագրում են ուղղություն: Օրինակ՝ եթե ավտոմեքենան սկսում է շարժվել դադարի վիճակից, ապա նրա շարժման արագացումն ուղղված է շարժման ուղղությամբ (նկ. 4,ա): Կանգառին մոտենալիս, երբ ավտոմեքենայի վերջնական արագությունը հավասար է զրոյի, արագացման և շարժման ուղղությունները հակադիր են (նկ. 4,բ):

Հաստատուն արագությամբ (այսինքն՝ հավասարաչափ) շարժվելիս մարմնի շարժման արագության փոփոխությունը, ակներև է, հավասար է զրոյի: Ուստի կարող ենք ասել, որ հավասարաչափ շարժման ժամանակ արագացումը հավասար է զրոյի:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր անհավասարաչափ շարժումն է կոչվում հավասարաչափ արագացող:
2. Ո՞ր ֆիզիկական մեծությունն է կոչվում հավասարաչափ արագացող շարժման արագացում:
3. Ի՞նչ է ցույց տալիս արագացումը: Ո՞րն է արագացման միավորը և ինչպե՞ս է այն սահմանվում:
4. Գրել հավասարաչափ արագացող շարժման արագացման բանաձևը, երբ՝ ա) մարմինը շարժումը սկսում է դադարի վիճակից, բ) մարմնի արագությունը նվազելով՝ դառնում է հավասար զրոյի:
5. Ինչպե՞ս է ուղղված հավասարաչափ արագացող շարժման արագացումը, երբ՝ ա) մարմինը շարժումը սկսում է դադարի վիճակից, բ) մարմնի արագությունը նվազելով՝ դառնում է հավասար զրոյի:
6. Ինչի՞ է հավասար հավասարաչափ շարժման արագացումը:

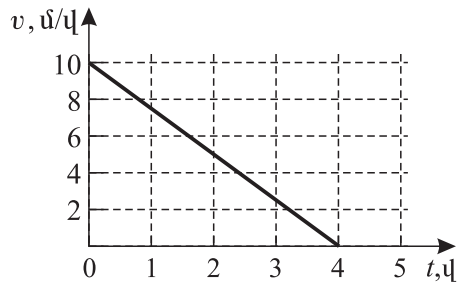
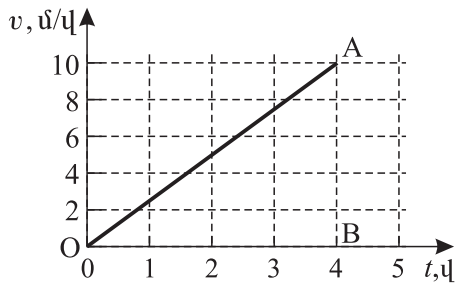
§ 4

ՀԱՎԱՍԱՐԱԶՈՓ ԱՐԱԳԱՑՈՂ ՇԱՐՇՄԱՆ ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆ: ԱՐԱԳՈՒԹՅԱՆ ԳՐԱՖԻԿԸ

Արագացման (4) բանաձևից կարող ենք գտնել հավասարաչափ արագացող շարժման արագությունը՝ դադարի վիճակից շարժումը սկսելուց t ժամանակ անց՝

$$v = at \quad (6)$$

Այլ կերպ ասած՝ առանց սկզբնական արագության ($v_0 = 0$), հավասարաչափ արագացող շարժման արագությունը շարժումը սկսելուց t ժամանակ անց հավասար է այդ շարժման a արագացման և t ժամանակի արտադրյալին:



Հավասարաչափ արագացող շարժման ընթացքում արագացումը մնում է հաստատուն՝ $a = const$: Հետևապես, (6) բանաձևն արտահայտում է v -ի և t -ի ուղիղ համեմատական կախումը: Այսինքն՝ հավասարաչափ արագացող շարժման արագության գրաֆիկն ուղիղ գիծ է, որն անցնում է կոորդինատների O սկզբնակետով (նկ. 5,ա):

Երբ հավասարաչափ արագացող շարժում կատարող մարմնի շարժման արագությունը $v = v_0$ սկզբնական արժեքից նվազում է մինչև $v = 0$ վերջնական արժեքը, ապա (5) բանաձևը հնարավորություն է տալիս գտնելու v_0 -ն՝

$$v_0 = at \quad (7)$$

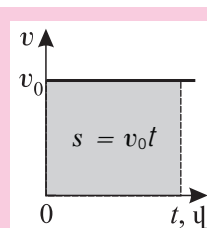
Նվազող արագությամբ հավասարաչափ արագացող շարժման արագության գրաֆիկը, երբ սկզբնական արագությունը՝ $v_0 = 10$ մ/վ, պատկերված է նկ. 5,բ-ում:

Ե՛վ նկ. 5,ա-ում և՛ նկ. 5,բ-ում, շարժման արագությունը՝ $a = 10$ մ/վ : 4վ $2,5 = 2,5$ մ/վ²: Միայն առաջին դեպքում շարժումն աճող արագությամբ է, երկրորդ դեպքում՝ նվազող:

Հավասարաչափ շարժման արագությունը հաստատուն մեծություն է՝ $v = v_0 = const$, ուստի այդ շարժման արագության գրաֆիկը կպատկերվի t -երի առանցքին զուգահեռ հատվածի տեսքով (նկ. 6): 7-րդ դասարանի ֆիզիկայի դասընթացի ձեզ հայտնի է, որ այդ դեպքում, հավասարաչափ շարժման $s = vt$ օրենքին համապատասխան, t_1 վ-ում մարմնի անցած ճանապարհի թվային արժեքը հավասար է արագության գրաֆիկով, կոորդինատների առանցքներով և ժամանակի t_1 պահին համապատասխանող կետում t -երի առանցքին տարված ուղղահայացով սահմանափակված պատկերի մակերեսի թվային արժեքին (նկ. 6):

Նկ. 5.

Հավասարաչափ արագացող շարժման արագության գրաֆիկը, երբ՝ ա. արագությունն աճում է, բ. արագությունը նվազում է մինչև 0



Նկ. 6.

Հավասարաչափ շարժման արագության գրաֆիկը

Շարքեր և առաջադրանքներ

1. Ինչպե՞ս են որոշում առանց սկզբնական արագության հավասարաչափ արագացող շարժման արագությունը:
2. Օգտվելով նկ. 5,ա-ից և 5,բ-ից՝ մոտավորապես որոշեք մարմնի շարժման արագությունները շարժման սկզբից 3 վ անց:
3. Ո՞րն է հավասարաչափ շարժում կատարող մարմնի անցած ճանապարհի երկրաչափական իմաստը:

§5

ՃԱՆԱՊԱՐԸԸ ԸՆԿԱՍԱՐԱԶԱՓ ԱՐԱԳԱՑՈՂ ՇԱՐՇՄԱՆ ԴԵՊՈԻՄ

Կառուցելով հավասարաչափ շարժման արագության գրաֆիկը՝ մենք կարողացանք հաշվարկել հաստատուն արագությամբ շարժվող մարմնի անցած ճանապարհը շարժման սկզբից հաշված կամայական ժամանակամիջոցում:

Պարզվում է, որ նշված եղանակով կարող ենք հաշվարկել նաև հավասարաչափ արագացող շարժում կատարող մարմնի անցած ճանապարհը շարժման սկզբից հաշված ժամանակի ընթացքում: Նկ. 5,ա-ում, օրինակ, մարմնի անցած ճանապարհը 4վ-ի ընթացքում թվապես հավասար է ուղղանկյուն եռանկյան մակերեսին: Երկրաչափության դասընթացի ձեզ հայտնի է, որ ուղղանկյուն եռանկյան մակերեսը հավասար է էջերի կիսաարտադրյալին: Հետևաբար, պատկերացնելով, որ եռանկյան կողմերն արտահայտված են երկարության միավորով, կարող ենք գրել՝

$$\text{մակերես (OAB)} = \frac{1}{2} AB \cdot OB = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 4 \text{ մ}^2 = 20 \text{ մ}^2:$$

Ուրեմն, $t=4$ վ-ում մարմնի անցած ճանապարհը՝ $s = 20$ մ: Բայց $AB = v$, $OB = t$, ուստի՝

$$s = \frac{1}{2} vt: \quad (8)$$

(8) բանաձևը համեմատելով անհավասարաչափ շարժման միջին արագության (3) բանաձևի հետ՝ $s = v_{\text{միջ}} t$, ստանում ենք, որ

$$v_{\text{միջ}} = \frac{v}{2}: \quad (9)$$

Դադարի վիճակից հավասարաչափ արագացող շարժում կատարող մարմնի շարժման միջին արագությունը

շարժման սկզբից հաշված t ժամանակ անց հավասար է t պահին ունեցած (կամ վերջնական) արագության կեսին:

Նման ձևով կարող ենք ստանալ, որ նվազող արագությամբ հավասարաչափ արագացող շարժում կատարող մարմնի շարժման միջին արագությունը շարժման սկզբից մինչև կանգ առնելու պահին ընկած ամբողջ ժամանակի ընթացքում հավասար է v_0 սկզբնական արագության կեսին՝

$$v_{\text{միջ}} = \frac{v_0}{2}: \quad (10)$$

Նկատի ունենալով (9) բանաձևը՝ (3) բանաձևից անցած ճանապարհի որոշման համար կստանանք $s = vt/2$ առնչությունը: v -ն փոխարինելով (6) արտահայտությամբ՝ կստանանք անցած ճանապարհի հաշվարկման բանաձևը՝

$$s = \frac{at^2}{2}: \quad (11)$$

Նույն տեսքն ունի նաև արգելակման ժամանակ մինչև կանգ առնելը մարմնի անցած ճանապարհը:

(11) բանաձևն առանց սկզբնական արագության հավասարաչափ արագացող շարժման օրենքն է:

$v = at$ բանաձևը կապ է ստեղծում արագության, արագացման և ժամանակի միջև, իսկ $s = at^2/2$ բանաձևը՝ ճանապարհի, արագացման և ժամանակի: Այժմ կապ հաստատենք առանց սկզբնական արագության հավասարաչափ արագացող շարժման ճանապարհի, արագության և արագացման միջև:

Համաձայն (6) բանաձևի՝ մարմնի շարժման վերջնական արագությունը՝ $v = at$, որտեղից շարժման ժամանակամիջոցը՝ $t = v/a$: (11) բանաձևում տեղադրելով t -ի արտահայտությունը՝ կստանանք՝

$$s = \frac{a}{2} \cdot \frac{v^2}{a^2} = \frac{v^2}{2a}, \quad (12)$$

որտեղից՝

$$v^2 = 2as, \quad (13)$$

կամ

$$v = \sqrt{2as}, \quad (14)$$

որը կհինեմատիկայի կարևոր բանաձևերից մեկն է:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Բացատրեք, թե ինչպես կարելի է հավասարաչափ արագացող շարժման արագության գրաֆիկի միջոցով որոշել մարմնի անցած ճանապարհը:
2. Ինչի՞ է հավասար հավասարաչափ արագացող շարժման միջին արագությունը շարժման սկզբից հաշված ժամանակի ընթացքում:
3. Ինչի՞ է հավասար նվազող արագությամբ հավասարաչափ արագացող շարժման միջին արագությունը շարժման սկզբից մինչև կանգ առնելու պահին ընկած ժամանակի ընթացքում:
4. Գրեք առանց սկզբնական արագության հավասարաչափ արագացող շարժման օրենքը:
5. Գրեք այն բանաձևը, որի միջոցով կարելի է հաշվել նվազող արագությամբ հավասարաչափ արագացող շարժման ճանապարհը մինչև կանգ առնելը:
6. Լրացրեք ավտոմեքենայի արգելակման ճանապարհների աղյուսակը տարբեր սկզբնական արագությունների համար (արգելակման ճանապարհ է կոչվում ավտոմեքենայի անցած ճանապարհը՝ արգելակման պահից մինչև կանգ առնելու պահը): Ավտոմեքենայի շարժման արագացումը հավասար է $1,25 \text{ մ/վ}^2$, սկզբնական արագությունը՝ v_0 , արգելակման ճանապարհը՝ S :

	v_0 , կմ/ժ	S , մ
1	18	
2	36	
3	54	
4	72	
5	90	
6	108	

Խնդիրների լուծման օրինակներ

1. Սահնակը, սկսելով սահել 4 մ/վ^2 հաստատուն արագացմամբ, անցավ 72 մ ճանապարհ: Որքա՞ն ժամանակ պահանջվեց դրա համար:

$$\begin{array}{l|l}
 a = 4 \text{ մ/վ}^2 & \text{Լուծում: } \text{Ճանապարհի հաշվարկման } s = a^2/2 \text{ բանաձևից} \\
 s = 72 \text{ մ} & t = \sqrt{2s/a}: \text{ Տեղադրելով } s\text{-ի և } a\text{-ի արժեքները, ստանում ենք՝} \\
 t = ? & t = \sqrt{2 \cdot 72 \text{ մ} / (4 \text{ մ/վ}^2)} = 6 \text{ վ}
 \end{array}$$

Պատասխան՝ 6 վ:

2. Հավասարաչափ արագացող շարժում կատարող մարմինը դադարի վիճակից 10 վ -ում անցավ 400 մ ճանապարհ: Որոշել այդ շարժման արագացումը և վերջնական արագությունը:

$$\begin{array}{l|l}
 t = 10 \text{ վ} & \text{Լուծում: } s = a^2/2 \text{ բանաձևից կարող ենք որոշել } a \text{ արագացումը՝} \\
 s = 400 \text{ մ} & a = 2s/t^2, a = 2 \cdot 400 \text{ մ} / 100 \text{ վ}^2 = 8 \text{ մ/վ}^2: \text{ Հետևապես, մարմնի շարժման} \\
 a = ?, v = ? & \text{ման վերջնական արագությունը՝ } v = at = 8 \text{ մ/վ}^2 \cdot 10 \text{ վ} = 80 \text{ մ/վ:}
 \end{array}$$

Պատասխան՝ $a = 8 \text{ մ/վ}^2$, $v = 80 \text{ մ/վ}$:

3. Ավտոմեքենան, շարժվելով 8 մ/վ հաստատուն արագությամբ, արգելակեց և մինչև կանգ առնելն անցավ 8 մ ճանապարհ: Որքա՞ն է ավտոմեքենայի հավասարաչափ դանդաղող շարժման արագացումը: Ի՞նչ միջին արագությամբ էր շարժվում ավտոմեքենան արգելակելիս:

$$\begin{array}{l} v_0 = 8 \text{ մ/վ} \\ v = 0 \\ s = 8 \text{ մ} \\ a = ?, v_{\text{միջ}} = ? \end{array}$$

Լուծում: Հավասարաչափ դանդաղող շարժում կատարող ավտոմեքենայի շարժման միջին արագությունն արգելակումը սկսելու պահից մինչև կանգ առնելը հավասար է սկզբնական v_0 արագության կեսին՝ $v_{\text{միջ}} = v_0/2 = (8 \text{ մ/վ})/2 = 4 \text{ մ/վ}$: $s = v_{\text{միջ}} \cdot t$ բանաձևից կարող ենք որոշել արգելակման t ժամանակամիջոցը՝ $t = s/v_{\text{միջ}}$, $t = 8 \text{ մ}/4 \text{ մ/վ} = 2 \text{ վ}$: Հետևաբար, $v_0 = at$ բանաձևը մեզ կտա արգելակմանը շարժման a արագացումը՝ $a = v_0/t$, $a = 8 \text{ մ/վ}/2 \text{ վ} = 4 \text{ մ/վ}^2$:

Պատասխան՝ $a = 4 \text{ մ/վ}^2$, $v_{\text{միջ}} = 4 \text{ մ/վ}$:

4. Ավտոմեքենան, շարժվելով կանգառից, 1ր անց ձեռք բերեց 54 կմ/ժ արագություն: Ավտոմեքենայի շարժումը համարելով հավասարաչափ արագացող՝ որոշել այդ շարժման արագացումը, ինչպես նաև ավտոմեքենայի անցած ճանապարհը և միջին արագությունը այդ ճանապարհին:

$$\begin{array}{l} v_0 = 0 \\ t = 1 \text{ ր} \\ v = 54 \text{ կմ/ժ} \\ a = ?, s = ? \\ v_{\text{միջ}} = ? \end{array}$$

Լուծում: Ավտոմեքենան շարժվում է դադարի վիճակից, ուստի նրա արագությունը շարժման սկզբից t ժամանակ անց կարող ենք որոշել $v = at$ բանաձևով: Այստեղից ավտոմեքենայի արագացումը՝ $a = v/t$: Տեղադրելով $v = 54 \text{ կմ/ժ} = (54 \cdot 1000/3600) \text{ մ/վ} = 15 \text{ մ/վ}$, $t = 1 \text{ ր} = 60 \text{ վ}$, կստանանք՝ $a = 0,25 \text{ մ/վ}^2$: Գիտենալով արագացումը՝ $s = at^2/2$ բանաձևով կարող ենք գտնել ավտոմեքենայի անցած ճանապարհը՝ $s = 0,25 \text{ մ/վ}^2 \cdot (60 \text{ վ}^2)/2 = 450 \text{ մ}$:

Շարժման միջին արագությունը որոշվում է $v_{\text{միջ}} = v/2$ բանաձևով՝ $v_{\text{միջ}} = 7,5 \text{ մ/վ}$:

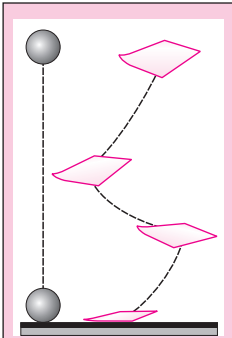
Պատասխան՝ $a = 0,25 \text{ մ/վ}^2$, $s = 450 \text{ մ}$; $v_{\text{միջ}} = 7,5 \text{ մ/վ}$:

ԱՋՏ ԱՆԿՈՒՄ



Ավելի քան 2350 տարի առաջ Հին Հունաստանի մեծագույն գիտնական Արիստոտելը (մ.թ.ա 384-322) «ապացույուն» էր, որ ծանր մարմիններն ընկնում են ավելի արագ, քան թեթևները:

Առօրյա դիտումները, կարծես, վկայում էին Արիստոտելի արտահայտած տեսակետի օգտին: Իրոք, սովորական պայմաններում տարբեր մարմիններ ընկնում են տարբեր կերպ: Ծանր գունդը, օրինակ, ընկնում է արագ, իսկ թղթի թերթիկը՝ դանդաղ և, բացի այդ, բարդ հետագծով (նկ. 7):



Նկ. 7.

Ծանր գունդն ընկնում է արագ, իսկ թղթի թերթիկը՝ դանդաղ և բարդ հետագծով

1591 թվականին իտալացի հռչակավոր գիտնական Գալիլեո Գալիլեյը (1564-1642), որն այդ ժամանակ Պիզայի համալսարանի դասախոս էր, արտահայտեց բոլորովին այլ տեսակետ: Ըստ Գալիլեյի՝ բոլոր մարմինները միևնույն բարձրությունից գետնին են ընկնում միաժամանակ: Ապացույցելու համար իր ասածը, Գալիլեյը Պիզայի թեք աշտարակից, որի բարձրությունը 56 մետր է, միաժամանակ բաց թողեց ծանր հրետագունդը և մուշկետի (հին հրացան) թեթև գնդակը, որոնք գետնին ընկան միաժամանակ: Այս պատմական գիտափորձով ժխտվեց Արիստոտելի՝ ավելի քան երկու հազար տարի իշխող սխալ տեսակետը:

Այս և այլ փորձերի ու դիտումների հիման վրա Գալիլեյը եզրակացրեց, որ **բոլոր մարմինները, Երկրի ձգողության ազդեցությամբ, վայր են ընկնում նույն արագացմամբ:**

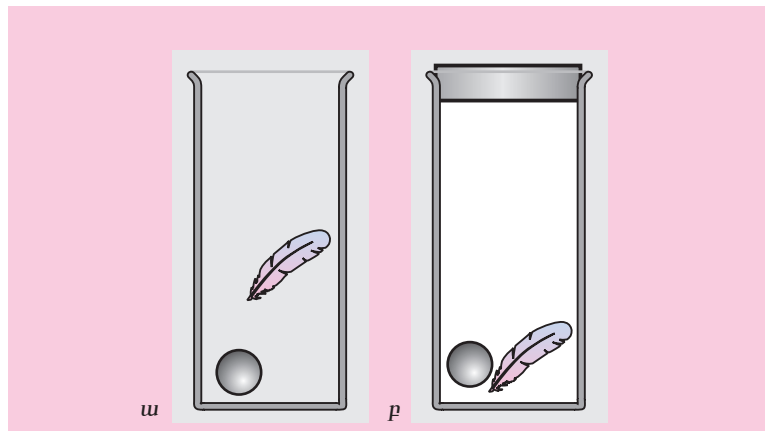
Այս եզրակացությունը մեխանիկայի կարևորագույն օրենքներից մեկն է և կոչվում է **Գալիլեյի օրենք:**

Գալիլեյի օրենքի ճշմարտացիության մեջ կարելի է համոզվել նաև հետևյալ պարզ փորձի միջոցով:

Վերցնենք մոտ 1 մետր երկարությամբ խողովակ, որի մի ծայրը գողված է, իսկ մյուս ծայրը ծորակով է: Խողովակի մեջ տեղավորենք կապարե գնդիկ և փետուր: Խողովակը նախ պահենք գլխիվայր (նկ. 8, ա) և ապա արագորեն այն շրջենք 180° -ով: Երկու առարկաներն էլ կընկնեն հատակին, բայց ոչ միաժամանակ: Հատակին կընկնի նախ գնդիկը, հետո՝ փետուրը (նկ. 8, բ): Այնուհետև պոմպի միջոցով օդը հանենք խողովակից և փորձը կրկնենք: Այս անգամ երկու մարմիններն էլ հատակին են ընկնում միաժամանակ (նկ. 8, գ):

Նկ. 8.

Երբ խողովակում օդ կա, հատակին ընկնում է նախ գնդիկը, հետո՝ փետուրը (ա): Վակուումում կապարե գնդիկը և փետուրը հատակին են հասնում միաժամանակ (բ)



Մարմինների անկումը վակուումում, միայն Երկրի ձգողության ազդեցությամբ, կոչվում է ազատ անկում:

Գալիլեյի օրենքից հետևում է, որ Երկրի մակերևույթի մոտ բոլոր մարմինները, միայն Երկրի ազդեցությամբ, կատարում են հավասարաչափ արագացող շարժում:

Իրոք, ծանր գնդիկը թողնենք որոշ բարձրությունից և հավասար ժամանակամիջոցներից հետո լուսանկարենք այն: Հաշվելով գնդիկի դիրքերի հեռավորությունները՝ կարող ենք համոզվել, որ այն, իրոք, ընկնում է հաստատուն՝ ազատ անկման արագացմամբ: Ազատ անկման արագացումն ընդունված է նշանակել g տառով (լատիներեն «գրավիտաս»՝ ծանրություն բառի սկզբնատառը): Այս և ուրիշ բազմաթիվ փորձերից ստացել են, որ Երկրի միջին լայնություններում ազատ անկման արագացումը՝ $g = 9,8$ մ/վ²:

Դիցուք՝ մարմինն ազատ ընկնում է դադարի վիճակից: Այդ դեպքում նրա շարժման համար կիրառելի են (6) և (11) բանաձևերը: Միայն հարկավոր է a -ն փոխարինել g -ով: Հետևապես, համաձայն նշված բանաձևերի՝

$$v = gt, \tag{15}$$

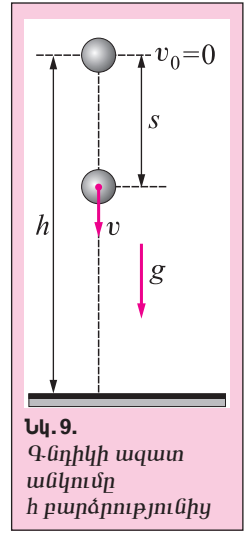
$$s = \frac{gt^2}{2}: \tag{16}$$

Խնդիրներ լուծելիս հարկավոր է հաշվի առնել, որ ազատ անկման արագացումը նույնպես օժտված է ուղղությամբ՝ այն միշտ ուղղված է դեպի ներքև:

Այժմ պարզենք, թե h բարձրությունից առանց սկզբնական արագության ազատ անկում կատարող գնդիկը որքա՞ն ժամանակից հետո կընկնի գետնին, և ի՞նչ արագություն կունենա գետնին հարվածելու պահին (նկ. 9):

Համաձայն (15) և (16) բանաձևերի՝ $v = gt$, $s = gt^2/2$: Գետնին ընկնելու պահին $t = t_0$, $s = h$, հետևաբար, գնդիկի ազատ անկման բանաձևերը կունենան հետևյալ տեսքը՝ $v = gt_0$, $h = gt_0^2/2$, որտեղ t_0 -ն գնդիկի անկման տևողությունն է: Երկրորդ հավասարումից որոշենք t_0 -ն՝ $t_0 = \sqrt{2h/g}$, և տեղադրենք առաջին հավասարման մեջ: Կստանանք անկման վերջին պահին գնդիկի արագությունը՝ $v = \sqrt{2gh}$: Վերջին բանաձևը համընկնում է (14) արտահայտության հետ, երբ $s = h$, $a = g$:

Այժմ որոշենք, թե ի՞նչ առավելագույն բարձրության կհասնի ուղղաձիգ դեպի վեր նետված մարմինը վակուումում և որքա՞ն կտևի նրա վերելքը:



Նկ. 9.
Գնդիկի ազատ անկումը h բարձրությունից

Մարմնի շարժումը դեպի վեր հավասարաչափ արագացող է՝ նվազող արագությամբ, ընդ որում՝ սկզբնական արագությունը v_0 է: Վերելքի ամենաբարձր կետում մարմնի արագությունը հավասար է զրոյի՝ $v = 0$: Հետևաբար, կարող ենք օգտվել (7) բանաձևից, համարելով $a = g$, այսինքն՝ $v_0 = gt_0$ որտեղ t_0 -ն վերելքի որոնելի ժամանակն է: Այսպիսով՝

$$t_0 = \frac{v_0}{g}: \quad (17)$$

Վերելքի h_0 բարձրությունը կարող ենք հաշվել՝ օգտվելով (5.4) բանաձևից՝ s -ը փոխարինելով h_0 -ով, t -ն՝ t_0 -ով՝

$$h_0 = \frac{gt_0^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g}: \quad (18)$$

Ստացված բանաձևերից հետևում է, որ եթե մարմնի վեր նետման արագությունը մեծացնենք, օրինակ՝ 2 անգամ, ապա վերելքի ժամանակը կմեծանա 2 անգամ, իսկ առավելագույն բարձրությունը՝ 4 անգամ:

Շարքեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր շարժումն են անվանում ազատ անկում:
2. Ինչպե՞ս կարող եք համոզվել, որ ազատ անկումը հավասարաչափ արագացող շարժում է:
3. Ձևակերպեք Գալիլեյի օրենքը:
4. Նկարագրեք այն փորձերը, որոնք հաստատում են Գալիլեյի օրենքի ճշմարտացի լինելը:
5. Գրեք ազատ անկման բանաձևերը:
6. Վերցրեք նույն չափի թղթի երկու թերթ: Դրանցից մեկը, ձմռթելով, դարձրեք կծիկ և մյուս թղթի հետ միևնույն բարձրությունից միաժամանակ բաց թողեք: Բացատրեք փորձի արդյունքը: Ի՞նչ է այն ապացուցում:
7. Թղթի մի փոքր կտոր դրեք մետաղադրամի վրա և, մետաղադրամը պահելով հորիզոնական հարթության մեջ, ձեռքից բաց թողեք այնպես, որ այն չըջվի: Բացատրեք փորձի արդյունքը:
8. Մարմինը նետվել է դեպի վեր՝ v_0 սկզբնական արագությամբ: v_0 -ի տարբեր արժեքների համար հաշվեք վերելքի h բարձրությունները և լրացրեք աղյուսակը:

	v_0 , մ/վ	h , մ
1	5	
2	10	
3	15	
4	20	
5	25	
6	30	

ԽՆՆԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾԱՆ ՕՐԻՆԱԿՆԵՐ

- 1. Սարմին ընկավ 156,8 մ բարձրությունից: Որքա՞ն է մարմնի արագությունն անկման վերջին պահին: Որքա՞ն ժամանակ էր ընկնում մարմինը: Օդի դիմադրությունն անտեսել:**

$$\frac{h = 156,8 \text{ մ}}{v = ?, t_0 = ?} \quad \left| \begin{array}{l} \text{Լուծում: } s = gt^2/2 \text{ բանաձևում տեղադրելով } t = t_0, s = h, \text{ կունենանք} \\ h = gt_0^2/2, \text{ որտեղից կարող ենք որոշել անկման } t_0 \text{ տևողությունը} \end{array} \right.$$

$$t_0 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 156,8 \text{ մ}}{9,8 \text{ մ/վ}^2}} = 4\sqrt{2} \text{ վ} = 5,6 \text{ վ:}$$

Անկման վերջին պահին մարմնի արագությունը՝ $v = gt_0, v = 55,3 \text{ մ/վ:}$

Ի դեպ, v -ն կարող ենք հաշվարկել նաև $v = \sqrt{2gh}$ բանաձևով:

Պատասխան՝ $v = 55,3 \text{ մ/վ}, t_0 = 5,6 \text{ վ:}$

- 2. Սարմին առանց սկզբնական արագության ընկնում է որոշակի բարձրությունից: 2 վ անց նույն բարձրությունից ընկնում է երկրորդ մարմինը: Քանի՞ վայրկյան անց մարմինների հեռավորությունը կառնա երկու անգամ ավելի մեծ այն հեռավորությունից, որ ունեին մարմինները երկրորդ մարմնի անկման պահին: Օդի դիմադրությունն անտեսել:**

$$\frac{t_0 = 2 \text{ վ}}{s = 2s_0}{t = ?} \quad \left| \begin{array}{l} \text{Լուծում: Դիցուք՝ } 2\text{-րդ մարմինն ընկնելու պահին } 1\text{-ին մարմինը գտնվում էր } 1 \text{ դիրքում: Այդ պահին երկու մարմինների } 1 \text{ և } 2 \text{ դիրքերի } s_0 \text{ հեռավորությունը կարող ենք որոշել } s_0 = gt_0^2/2 \text{ բանաձևով: Առաջին մարմնի անկման պահից հաշված } t \text{ վ անց առաջին և երկրորդ մարմինների և դիրքերի հեռավորությունը } 2s_0 \text{ է: Նկարից երևում է, որ } 2s_0 = s_1 - s_2 \text{ որտեղ } s_1\text{-ը և } s_2\text{-ը համապատասխանաբար առաջին և երկրորդ մարմինների անցած ճանապարհներն են } t \text{ ժամանակի ընթացքում: Քանի որ երկրորդ մարմինն ընկնում է առաջինից } t_0 = 2 \text{ վ ուշ, ապա} \end{array} \right.$$

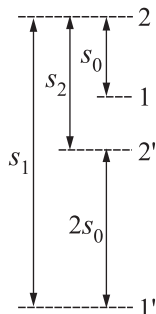
Նկարից երևում է, որ $2s_0 = s_1 - s_2$ որտեղ s_1 -ը և s_2 -ը համապատասխանաբար առաջին և երկրորդ մարմինների անցած ճանապարհներն են t ժամանակի ընթացքում: Քանի որ երկրորդ մարմինն ընկնում է առաջինից $t_0 = 2$ վ ուշ, ապա՝

$$s_1 = \frac{gt^2}{2}, \quad s_2 = \frac{g(t - t_0)^2}{2}:$$

Համաձայն խնդրի պայմանի՝ $s_1 - s_2 = 2s_0$, այսինքն՝

$$\frac{gt^2}{2} - \frac{g(t - t_0)^2}{2} = 2 \frac{gt_0^2}{2}$$

Լուծելով այս հավասարումը, ստանում ենք՝ $t = 3$ վ:



Պատասխան՝ 3 վ:

- 3. Աղեղից ուղղաձիգ դեպի վեր արձակված նետը գետին ընկավ 8 վ անց: Որքա՞ն է նետի թռիչքի վերելքի բարձրությունը: Ի՞նչ արագությամբ էր նետն արձակվել:**

$$\frac{t_p = 8 \text{ վ}}{h_0 = ?, v_0 = ?} \quad \left| \begin{array}{l} \text{Լուծում: Յույս տանք, որ նետի թռիչքի } t_0 \text{ վերելքի տևողությունը հավասար է թռիչքի } t_p \text{ տևողության կեսին՝ } t_0 = t_p/2: \text{ Իսկապես, համաձայն (18) բանաձևի՝ նետի թռիչքի վերելքի առավելագույն } h_0 \text{ բարձրությունը} \end{array} \right.$$

$h_0 = v_0^2/2g$: Այդ բարձրությունից, որտեղ նետի արագությունը զրո է, նետի անկման t_1 ժամանակամիջոցը կարելի է որոշել $h_0 = gt_1^2/2$ բանաձևով: Հետևապես՝ $gt_1^2/2 = v_0^2/2g$,

որտեղից ստանում ենք՝ $t_1 = v_0/g$: Համաձայն (17) առնչության՝ $t_0 = v_0/g$, ուստի $t_1 = t_0$: Այսպիսով, նետի վերելքի տևողությունը հավասար է առավելագույն բարձրությունից նրա անկման ժամանակին, այդ պատճառով՝ $t_p = t_0 + t_1 = 2t_0$, որտեղից՝ $t_0 = t_1 = t_p/2$: Վերելքի առավելագույն բարձրությունը՝ $h_0 = gt_0^2/2 = gt_p^2/2 = 78,4$ մ: $t_0 = v_0/g$ բանաձևից կարող ենք որոշել նետի սկզբնական արագությունը՝ $v_0 = gt_0 = gt_p/2$, $v_0 = 39,2$ մ/վ:

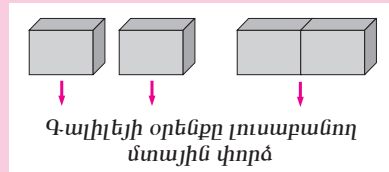
Պատասխան՝ $h_0 = 78,4$ մ, $v_0 = 39,2$ մ/վ:

Շեռաքրքիր է իմանալ

1. Գալիլեյի դատողությունները

Այն պնդումը, որ բոլոր մարմինները, անկախ զանգվածից, ընկնում են միևնույն արագացմամբ, Գալիլեյն ապացույցում էր հետևյալ դատողությունների միջոցով:

Ակներև է, որ եթե հավասար զանգվածներով երկու մարմիններ բայ թողնենք միևնույն բարձրությունից, ապա նրանք գետնին կընկնեն միաժամանակ: Եթե այդ մարմինները միացնենք իրար և թելով կապենք, ապա կստացվի մեկ ամբողջական համակցված մարմին, որի զանգվածը, սակայն, երկու անգամ մեծ է առանձին մարմինների զանգվածից: Եթե իրավայի է Արիստոտելը, ապա համակցված մարմինը պետք է գետնին ընկնի ավելի արագ, իսկ համակցված մարմնի մասերը կազմող առանձին մարմինները՝ ավելի դանդաղ: Ստացվեց հակասություն: Հետևաբար՝ համակցված մարմինը նույնպես պետք է գետնին ընկնի նույն ժամանակում, ինչ առանձին մարմինները:



2. Գալիլեյի գիտափորձի մասին

Համարում են, որ փորձարարական ֆիզիկական ծնունդ է առել այն պահից, երբ Պիզայի համալսարանի մաթեմատիկայի երիտասարդ դասախոս Գալիլեյը Պիզայի թեք աշտարակից միաժամանակ բայ թողեց հրետագունդը և մուշկետի գնդակը: 1591 թվականն էր: Գիտափորձի օրը ուսանողների և հետաքրքրասերների բազմությունը շրջապատել էր Պիզայի նշանավոր աշտարակը: Իրենց հարգող պրոֆեսորները նման հավաքություններին, բնականաբար, չէին մասնակցում: Նրանց կարծիքով Գալիլեյի այդ արտառոտ արարքներն անարգում էին համալսարանը: Անբան շրջմուլիկներին հրապարակում հավաքելը սագական է ձեռնածուներին և լարախաղայններին, բայց ոչ գիտնականին: Միայն մի քանի դասախոս էր ներկա: Եվ քչերը գիտեին, որ Գալիլեյն աշտարակից վայր է նետելու զանազան առարկաներ՝ ապացույցելու համար, որ տարբեր զանգվածներով մարմինները նույն բարձրությունից ընկնում են նույն ժամանակում: Հավաքվածների մի մասը նույնիսկ հավատացել էր այն լուրին, թե մաթեմատիկայի դասախոս սինյոր Գալիլեյը ցատկելու է աշտարակից: Նույնիսկ երբ ծանր գունդը և թեթև գնդակը, միասին ընկնելով, միասին էլ հարվածեցին գետնին, հիպսոմոնքի որևէ արտահայտություն չլսվեց: Ընդհակառակը, Գալիլեյի ձեռնարկն արհամարհական

արտահայտությունների և տարակուսանքի տեղիք է տալիս: Մի՞թե նա իսկապես կարծում է, թե աշտարակից ինչ-որ գնդեր նետելով կարելի է հերքել Արիստոտելին: Մի դրա՞ն տեսեք, գիտական աստիճանից զուրկ այդ նորելուկ դասախոսին...:

Գալիլեյը շրջապատված էր լուռ թշնամանքով, և հաջորդ տարի նրա պայմանագիրը Պիզայի համալսարանի ղեկավարության հետ չշարունակվեց: Բայց ոչ որ չգիտեր, որ Գալիլեյին սպասում էին Պադուայում. նրան նշանակել էին Պադուայի համալսարանի մաթեմատիկայի պրոֆեսորի պաշտոնում:

ՉՐՋԱՆԱԳԵԱՅԻՆ ԸՎԱՍԱՐԱՉԱՓ ՉԱՐԺՈՒՄ

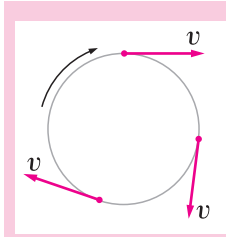
§ 7

Մինչև այժմ մենք ուսումնասիրում էինք միայն ուղղագիծ շարժումներ: Բայց առավել հաճախադեպ են մարմինների շարժումները կոր հետագծերով: Այդպիսի շարժումներն անվանում են **կորագիծ**:

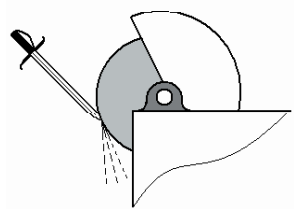
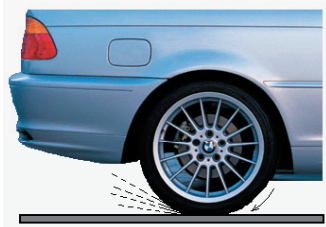
Կորագիծ շարժումներից մենք կդիտարկենք միայն շրջանագծային շարժումները՝ սահմանափակվելով **շրջանագծային հավասարաչափ շարժմանը**: Այդպիսի շարժման ժամանակ ակնթարթային արագության թվային արժեքը (մոդուլը) չի փոփոխվում, սակայն ուղղությունը շարժման ընթացքում անընդհատ փոփոխվում է:

Շրջանագծի յուրաքանչյուր կետում մարմնի շարժման ակնթարթային արագության ուղղությունը համընկնում է այդ կետում շրջանագծին տարված շոշափողին (նկ. 10): Դրանում կարող ենք համոզվել, դիտելով, օրինակ, թե ինչպես են ցեխի մասնիկները թռչում ավտոմեքենայի տեղապտույտ տվող անիվից (նկ. 11):

Եթե պտտվող սրոցաքարին սեղմենք դանակի շեղքը, ապա կտեսնենք, թե ինչպես են սրոցաքարից պոկվում շիկացած մասնիկները: Այդ մասնիկները թռչում են դանակի և սրոցաքարի հպման կետով տարված շոշափողի երկայնքով (նկ. 12):



Նկ. 10. Ակնթարթային արագության ուղղությունը շրջանագծի յուրաքանչյուր կետում համընկնում է այդ կետում տարված շոշափողի հետ



Նկ. 11. Յեխաջրի ցայտերը պտտվող անիվից շարժվում են շոշափողի երկայնքով

Նկ. 12. Պտտվող սրոցաքարից կայծերը թռչում են շոշափողի երկայնքով

Շրջանագծային հավասարաչափ շարժումը բնութագրում են պտտման պարբերությամբ և պտտման հաճախությամբ:

Պտտման պարբերություն է կոչվում այն ժամանակը, որի ընթացքում շրջանագծով հավասարաչափ շարժվող մարմինը կատարում է մեկ լրիվ պտույտ:

Պտտման պարբերությունը սովորաբար նշանակում են T տառով:

Եթե t ժամանակում պտույտների թիվը նշանակենք N -ով, ապա պտտման պարբերությունը՝

$$T = \frac{t}{N}: \quad (19)$$

Պտտման պարբերության միավորը վայրկյանն է (1 վ):

Պտտման հաճախություն են անվանում այն ֆիզիկական մեծությունը, որը հավասար է միավոր ժամանակամիջոցում մարմնի կատարած պտույտների թվին:

Պտտման հաճախությունը նշանակելով տառով, կարող ենք գրել՝

$$n = \frac{N}{T}: \quad (20)$$

Որպես պտտման հաճախության միավոր ընդունված է այն պտտման հաճախությունը, որի դեպքում 1 վ-ում շրջանագծով հավասարաչափ շարժվող մարմինը կատարում է 1 պտույտ: Այդ միավորը նշանակվում է այսպես՝ 1 վ⁻¹:

Համեմատելով (19) և (20) բանաձևերը՝ կարելի է տեսնել, որ պտտման պարբերությունը և պտտման հաճախությունը փոխադարձաբար հակադարձ մեծություններ են՝

$$n = \frac{1}{T}, \quad T = \frac{1}{n}: \quad (21)$$

Սահմանումից հետևում է, որ շրջանագծային հավասարաչափ շարժումը հաստատուն արագությամբ շարժում է: Հետևապես, արագությունը կարող ենք որոշել $v = s/t$ բանաձևով, որտեղ s -ը շրջանագծի այն աղեղի երկարությունն է, որի երկայնքով մարմինն անցել է t ժամանակում: Մեկ պտույտի տևողությունը՝ $t = T$, իսկ $s = 2\pi R$, որտեղ $r = 3, 14$, ուստի

$$v = \frac{2\pi R}{T}, \quad (22)$$

կամ, հաշվի առնելով, որ $T = 1/n$ կատանանք՝

$$v = 2\pi Rn: \quad (23)$$

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր շարժումն են անվանում շրջանագծային հավասարաչափ շարժում:
2. Ի՞նչ ուղղություն ունի արագությունը շրջանագծային հավասարաչափ շարժման դեպքում: Բերել օրինակներ:
3. Ի՞նչ է պտտման պարբերությունը:
4. Ի՞նչ է պտտման հաճախությունը, և ո՞րն է նրա միավորը:
5. Ինչպե՞ս կարելի է գտնել պտտման պարբերությունը և հաճախությունը, եթե հայտնի են ժամանակը և այդ ժամանակի ընթացքում կատարված պտույտների թիվը:
6. Գրել պտտման պարբերության և պտտման հաճախության կապն արտահայտող բանաձևերը:
7. Ինչպե՞ս կարելի է գտնել շրջանագծով հավասարաչափ շարժվող մարմնի արագությունը, եթե հայտնի են շրջանագծի շառավիղը և պտտման պարբերությունը կամ պտտման հաճախությունը:
8. Ինչպե՞ս է կախված շրջանագծով հավասարաչափ շարժվող մարմնի արագությունը շրջանագծի շառավիղից, պտտման պարպերությունից և հաճախությունից:

Խնդիրների լուծման օրինակներ

1. Որոշել ժամացույցի բոպեացույց սլաքի ծայրի շարժման արագությունը, եթե սլաքի երկարությունը 5 սմ է:

$$R = 5 \text{ սմ}$$

$$v = ?$$

Լուծում: Բոպեացույց սլաքի ծայրի շարժման արագությունը որոշվում է $v = 2\pi R/T$ բանաձևով, որտեղ R -ը սլաքի երկարությունն է՝ $R = 5 \text{ սմ} = 0,05 \text{ մ}$, T -ն՝ պտտման պարբերությունը՝ $T = 1 \text{ ր} = 60 \text{ վ}$:

Հետևաբար՝

$$v = \frac{2\pi R}{T} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,05}{60} \text{ մ/վ} = 0,0052 \text{ մ/վ}:$$

Պատասխան՝ $v = 0,0052 \text{ մ/վ}$:

2. Շրջանագծով հավասարաչափ պտտվող մարմինը 5վ-ում կատարում է 20 պտույտ: Որքա՞ն է այն շրջանագծի շառավիղը, որով պտտվում է մարմինը, եթե նրա շարժման արագությունը 3,8մ/վ է:

$$t = 5 \text{ վ}$$

$$N = 20$$

$$v = 3,8 \text{ մ/վ}$$

$$R = ?$$

Լուծում: Մարմնի շարժման արագությունը որոշվում է $v = 2\pi Rn$ բանաձևով, որտեղ n -ը 1վ-ում պտույտների թիվն է: Նկատի ունենալով, որ $n = N/t$, շրջանագծի R շառավիղի համար կստանանք՝

$$R = \frac{v}{2\pi n} = \frac{vt}{2\pi N} = \frac{3,8 \cdot 5}{2 \cdot 3,14 \cdot 20} \text{ մ} = 0,15 \text{ մ}$$

Պատասխան՝ 0,15մ:

3. Հավասարաչափ պտտվող թափանցիվը 30վ-ում կատարում է 1200 պտույտ: Որոշել թափանցիվի պտտման պարբերությունը:

$$\begin{aligned} t &= 30 \text{ վ} \\ N &= 1200 \\ T &= ? \end{aligned}$$

Լուծում: Սահմանման համաձայն, պտտման պարբերությունը մեկ պտույտի տևողությունն է, ուստի

$$T = \frac{t}{N} = \frac{30}{1200} \text{ վ} = 0,025 \text{ վ:}$$

Պատասխան՝ 0,025վ

§8

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 1

Հավասարաչափ արագացող շարժման արագացման որոշումը

Փորձի նպատակը՝ չափել այն արագացումը, որով շարժվում է գնդիկը թեք ճոռով:

Անհրաժեշտ պարագաներ՝ մետաղե ճոռ, պողպատե գնդիկ, վայրկենաչափ, պողպատե գլան, չափերիզ, ամրակալան:

Փորձի կատարման ընթացքը

1. Հավաքեք նկ.12-ում պատկերված փորձասարքը:
2. Գնդիկը բաց թողեք և վայրկենաչափով նշեք ժամանակի այն t պահը, երբ գնդիկը կհարվածի գլանին:
3. Չափերիզով չափելով գնդիկի անցած s ճանապարհը՝ որոշեք գնդիկի շարժման արագացումը՝

$$a = 2s/t^2:$$

4. Փորձը կրկնեք 5՝ 6 անգամ: Չափման արդյունքները գրանցեք աղյուսակում:

	$t, \text{վ}$	$s, \text{մ}$	$a, \text{մ/վ}^2$	$a_{\text{միջ}}, \text{մ/վ}^2$
1				
2				
3				
4				
5				

5. Որոշեք արագացման արժեքների $a_{\text{միջ}}$ միջինը:

ՆԵՐԱԵՈՒԹՅՈՒՆ

Մինչ այժմ դուք ուսումնասիրել եք մեխանիկական շարժման տարբեր տեսակները և արդեն գիտեք, որ ըստ հետագծի շարժումները լինում են ուղղագիծ կամ կորագիծ, իսկ ըստ շարժման բնույթի՝ հավասարաչափ կամ փոփոխական: Որպես ուղղագիծ շարժման օրինակներ դուք ուսումնասիրել եք ուղղագիծ հավասարաչափ շարժումը, որի դեպքում մարմնի արագությունը ժամանակի ընթացքում չի փոխվում և ուղղագիծ հավասարաչափ արագացող շարժումը, որի դեպքում մարմնի արագությունը ցանկացած հավասար ժամանակամիջոցներում փոխվում է միևնույն չափով: Որպես կորագիծ շարժման օրինակ դիտարկել եք շրջանագծային հավասարաչափ շարժումը:

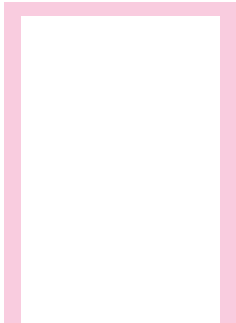
Նշված բոլոր դեպքերում մեզ չէր հետաքրքրում շարժման առաջացման պատճառները: Սակայն ֆիզիկայի կարևորագույն խնդիրը ոչ միայն բնության երևույթների նկարագրությունն է, այլ նաև դրանց պատճառների պարզաբանումը: Ուսումնասիրելով պատճառները՝ մենք կարող ենք կանխատեսել այս կամ այն երևույթի հնարավորությունը:

Այս գլխում դուք կսովորեք բացատրել տարաբնույթ շարժումների պատճառները, կիմանաք, թե ե՞րբ է մարմինը գտնվում դադարի վիճակում կամ շարժվում ուղղագիծ հավասարաչափ, ե՞րբ է մարմինը ձեռք բերում արագացում, ի՞նչից է կախված այդ արագացումը և այլն: Այլ խոսքով, ուսումնասիրելով այս բաժինը, դուք կկարողանաք ոչ միայն նկարագրել, թե ինչպես է շարժվում մարմինը, այլև բացատրել, թե ինչու է հենց այդպես շարժվում:

Մեխանիկայի այն բաժինը, որն ուսումնասիրում է տարաբնույթ շարժումների առաջացման պատճառները, կոչվում է դինամիկա (հունարեն «դինամիս»՝ ուժ բառից):

Դինամիկայի հիմքում ընկած են Նյուտոնի երեք օրենք-

§ 9



Իսակակ Նյուտոն (1643-1727), անգլիացի ֆիզիկոս և մաթեմատիկոս, դասական ֆիզիկայի հիմնադիրը:

ները, որոնց հայտնաբերման գործում, բացի Նյուտոնից, մեծ ներդրում ունեն նաև այլ գիտնականներ, հատկապես Գալիլեյը: Նյուտոնը, մանրակրկիտ վերլուծելով և ընդհանրացնելով իր նախորդների ուսումնասիրությունները, այդ օրենքները ձևակերպել է 1687 թվականին լույս տեսած իր «Բնափիլիսոփայության մաթեմատիկական հիմունքները» նշանավոր աշխատության մեջ:

§10

ՆՅՈՒՏՈՆԻ ԱՌԱՋԻՆ ՕՐԵՆՔԸ

Եթե դիտեք ձեր շրջապատը, կտեսնեք բազմաթիվ մարմիններ, որոնք Երկրի նկատմամբ գտնվում են դադարի վիճակում: Քննարկելով այդ մարմինների վրա ազդող ուժերը՝ դուք կարող եք համոզվել, որ դրանք միմյանց համակշռում են, այսինքն՝ դրանց համագործը հավասար է զրոյի:

Դիցուք՝ ուժաչափից կախված հայտնի զանգվածով մարմինը գտնվում է դադարի վիճակում (նկ. 13): Եթե հաշվենք մարմնի վրա ազդող ծանրության mg և ուժաչափի զսպանակի $F_{\text{տն}}$ առաձգականության ուժերը, կհամոզվենք, որ այդ ուժերի մոդուլները հավասար են և քանի որ այդ ուժերը հակառակ են ուղղված, ապա դրանց համագործը հավասար է զրոյի: Նմանապես, ջրում գնդակը (նկ. 14) գտնվում է դադարի վիճակում, եթե նրա վրա ազդող ծանրության և արքիմեդյան ուժերի համագործը հավասար է զրոյի:

Այս և բազմաթիվ այլ օրինակները ցույց են տալիս, որ մարմինը գտնվում է դադարի վիճակում, եթե նրա վրա ազդող ուժերը միմյանց համակշռում են: Այդ վիճակում մարմինը շարունակում է մնալ այնքան ժամանակ, քանի դեռ նրա վրա այլ մարմիններ չեն ազդել և դուրս չեն բերել նրան հավասարակշռության վիճակից:

Այժմ պարզենք, թե ինչպես է իրեն պահում շարժվող մարմինը. պահպանվում է նրա արագությունը, թե՞ փոխվում է ժամանակի ընթացքում: Այս հարցին մենք արդեն անդրադաձել ենք 7-րդ դասարանի դասագրքում, երբ քննարկում էինք իներցիայի երևույթը: Փորձերը ցույց են տալիս, որ շարժվող մարմինն իր արագությունը չի փոխում այնքան ժամանակ, քանի դեռ նրա վրա այլ մարմիններ չեն ազդել: Սովորաբար սահող կամ գլորվող մարմինները շփման ուժի ազդեցությամբ վաղ թե ուշ կանգ են առնում: Եթե մեզ հաջողվի լրիվ վերացնել շփումը, ապա գնդիկը հորիզոնական սեղանի վրա կշարժվի

Նկ. 13.
Դադարի վիճակում ուժաչափից կախված մարմնի վրա ազդող ծանրության և զսպանակի առաձգականության ուժերի համագործը հավասար է զրոյի

Նկ. 14.
Դադարի վիճակում գնդակի վրա ազդող ծանրության և արքիմեդյան ուժերի համագործը զրո է

անփոփոխ արագությամբ: Եթե չլիներ Երկրի ձգողությունը և օդի դիմադրությունը, ապա հրացանից արձակված գնդակը միշտ կշարժվեր ուղիղ հետագծով և հավասարաչափ:

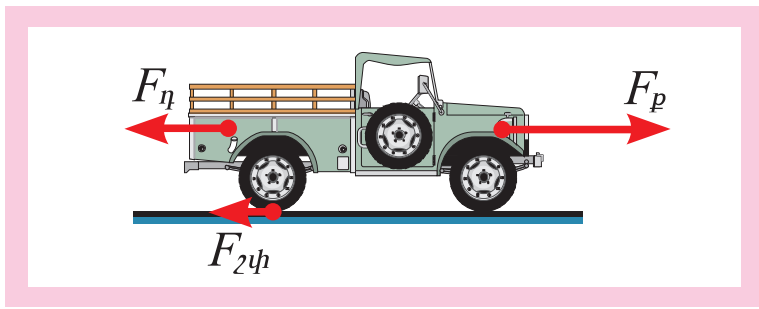
Գործնականում մենք ավելի հաճախ հանդիպում ենք այնպիսի իրավիճակների, երբ ոչ թե մարմնի վրա այլ մարմիններ չեն ազդում, այլ դրանց ազդեցությունները միմյանց համակշռում են: Այդ դեպքում նույնպես մարմինը պահպանում է իր ուղղագիծ հավասարաչափ շարժման վիճակը: Օրինակ, երբ ավտոմեքենայի շարժիչի քարշի ուժը համակշռում է շփման և օդի դիմադրության ուժերը, ավտոմեքենան շարժվում է ուղղագիծ հավասարաչափ (նկ. 15): Նմանապես, մածուցիկ հեղուկում բաց թողնված գնդիկը շարժվում է հաստատուն արագությամբ այնքան ժամանակ, քանի դեռ գնդիկի վրա ազդող արբիմեդյան և հեղուկի դիմադրության ուժերը համակշռում են ծանրության ուժին:

Ընդհանրացնելով վերը նշվածը՝ հանգում ենք հետևյալ եզրակացության.

Մարմինը պահպանում է իր դադարի կամ ուղղագիծ հավասարաչափ շարժման վիճակը, եթե նրա վրա այլ մարմիններ չեն ազդում կամ դրանց ազդեցությունները համակշռված են:

Այս եզրակացությունը, որը հայտնի է «*իներցիայի օրենք*» անվամբ, առաջին անգամ ձևակերպել է Գալիլեյը ավելի քան 400 տարի առաջ: Հաշվի առնելով այս օրենքի կարևորությունը՝ Նյուտոնն այն ընդգրկեց մեխանիկայի հիմքում ընկած երեք օրենքների ցանկում, ինչի պատճառով այն ներկայումս կոչվում է **Նյուտոնի առաջին օրենք**:

Քանի որ և՛ դադարը, և՛ շարժումը հարաբերական են, ապա խոսելով դրանց մասին, պետք է անպայման նշել, թե հաշվարկման n° ր մարմնի (հաշվարկման համակարգի)



Նկ. 15.
Երբ շարժիչի քարշի ուժը համակշռում է շփման և օդի դիմադրության ուժերը, ավտոմեքենան շարժվում է ուղղագիծ հավասարաչափ

նկատմամբ ենք դիտարկում շարժումը կամ դադարը: Փորձը ցույց է տալիս, որ հաշվարկման ոչ բոլոր մարմինների նկատմամբ է ճիշտ Նյուտոնի առաջին օրենքը:

Ենթադրենք՝ դուք գտնվում եք վագոնում, որը կտրուկ արգելակում է: Այդ պահին դուք վագոնի շարժման ուղղությամբ առաջ եք մղվում և վագոնի նկատմամբ ձեր արագությունը փոխվում է, մինչդեռ ձեր վրա այդ ուղղությամբ ոչ մի ուժ չի ազդում: Դա նշանակում է, որ արգելակող վագոնի հետ կապված հաշվարկման համակարգում Նյուտոնի առաջին օրենքը չի գործում:

Սովորաբար մարմինների շարժումը մենք դիտարկում ենք Երկրի հետ կապված հաշվարկման համակարգում: Դիտումները և փորձերը ցույց են տալիս, որ Երկրի հետ կապված հաշվարկման համակարգում, այսինքն՝ այն դեպքերում, երբ որպես հաշվարկման մարմին ընտրվում է Երկիրը, Նյուտոնի առաջին օրենքը գործում է մեծ ճշտությամբ:

Շարժեր և առաջադրանքներ

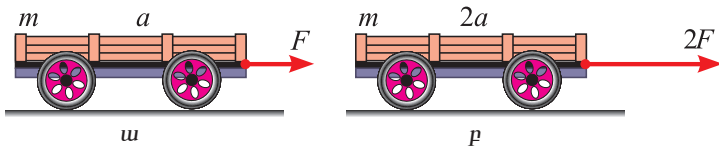
1. Ձևակերպեք Նյուտոնի առաջին օրենքը:
2. Բերեք Նյուտոնի առաջին օրենքը հաստատող օրինակներ:
3. Ի՞նչ պայմաններում է մարմինը կատարում ուղղագիծ և հավասարաչափ շարժում:
4. Մարմնի վրա ազդող ուժերի համագործը հավասար է զրոյի: Շարժվո՞ւմ է, արդյոք, մարմինը, թե՞ գտնվում է դադարի վիճակում:
5. Բերեք օրինակ, որն ապացուցում է, որ հաշվարկման ոչ բոլոր համակարգերում է ճիշտ Նյուտոնի առաջին օրենքը:

§11

ՆՅՈՒՏՈՆԻ ԵՐԿՐՈՐԴ ՕՐԵՆԵԸ

Ինչպես տեսանք, երբ մարմնի վրա ուժ չի ազդում, կամ ազդող ուժերը համակշռված են, նրա արագությունը չի փոխվում. դադարի վիճակում գտնվող մարմինը շարունակում է մնալ դադարի վիճակում, իսկ շարժվող մարմինը շարունակում է շարժվել ուղիղ գծով՝ անփոփոխ պահելով իր արագության մոդուլը և ուղղությունը:

Իսկ ի՞նչ է տեղի ունենում, երբ մարմնի վրա ազդող ուժերը միմյանց չեն համակշռում: Այդ դեպքում մարմնի արագությունը փոխվում է, այսինքն՝ այն ձեռք է բերում արագացում:



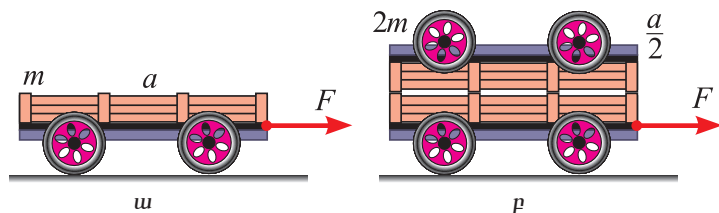
Նկ.16.
Մարմնի արագացումն ուղիղ համեմատական է արագացում հաղորդող ուժին

Ելնելով մեր առօրյա պատկերացումներից՝ կարող ենք ենթադրել, որ մարմնի ձեռք բերած արագացումը կախված է մարմնի վրա ազդող ուժից և մարմնի զանգվածից: Արված ենթադրությունը ստուգելու, ինչպես նաև մարմնի արագացման կախումն ազդող ուժից և մարմնի զանգվածից պարզելու համար դիմենք փորձի օգնությանը:

Հարթ, հորիզոնական սեղանին դրված m զանգվածով սայլակը ձգենք F ուժով (նկ. 16, ա) և չափենք նրա a արագացումը: Եթե այժմ սայլակը ձգենք $2F$ ուժով (նկ. 16, բ), ապա կհամոզվենք, որ այն շարժվում է $2a$ արագացմամբ: Եթե սայլակի վրա ազդող ուժը մեծացնենք 3 անգամ, ապա սայլակի արագացումը ևս կմեծանա 3 անգամ և այսպես շարունակ:

Այսպիսով, փորձի արդյունքներից բխում է, որ քանի անգամ մեծացնում ենք սայլակի վրա ազդող ուժը, նույնքան անգամ մեծանում է նրա արագացումը, այսինքն՝ սայլակի արագացումն ուղիղ համեմատական է նրան արագացում հաղորդող ուժին:

Այժմ տեսնենք, թե ինչպես է կախված սայլակի արագացումը նրա զանգվածից: Դրա համար, հաստատուն պահելով ազդող ուժը, փոփոխենք մարմնի զանգվածը: Եթե առաջին սայլակի վրա դնենք ճիշտ նույնպիսի մեկ այլ սայլակ (նկ. 17, բ) և ազդենք նույն F ուժով, ապա կհամոզվենք, որ սայլակը շարժվում է $a/2$ արագացմամբ: Եթե փորձը կրկնենք 3, 4 և



Նկ.17.
Մարմնի արագացումը հակադարձ համեմատական է զանգվածին

այլ սայլակներով, ապա արագացումները համապատասխանաբար կլինեն $a/3$, $a/4$ և այլն: Նշանակում է քանի անգամ մեծացնում ենք մարմնի զանգվածը, նույնքան անգամ փոքրանում է նրա արագացումը, այսինքն՝ մարմնի արագացումը հակադարձ համեմատական է նրա զանգվածին:

Ընդհանրացնելով փորձի արդյունքները՝ հանգում ենք հետևյալ օրենքին.

Մարմնի արագացումն ուղիղ համեմատական է մարմնի վրա ազդող ուժին և հակադարձ համեմատական մարմնի զանգվածին:

Այս օրենքն առաջին անգամ ձևակերպել է Նյուտոնը և կոչվում է **Նյուտոնի երկրորդ օրենք**: Մաթեմատիկորեն այն ներկայացվում է հետևյալ կերպ.

$$a = \frac{F}{m}, \quad (2.1)$$

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

Նյուտոնի երկրորդ օրենքը բնության հիմնարար օրենքներից մեկն է: Այն նկարագրում է մարմնի բնութագրի՝ զանգվածի, շարժման բնութագրի՝ արագացման և փոխազդեցության բնութագրի՝ ուժի միջև կապը:

Նյուտոնի երկրորդ օրենքն արտահայտում է մեխանիկական երևույթների պատճառահետևանքային կապերը. օրենքից հետևում է, որ արագացման պատճառն ուժն է:

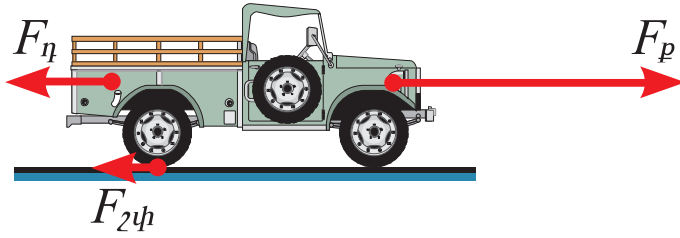
Հաշվի առնելով այս օրենքի կարևորությունը, հաճախ այն անվանում են **մեխանիկայի հիմնական օրենք**:

Նյուտոնի երկրորդ օրենքը ներկայացվում է նաև հետևյալ տեսքով՝

$$F = ma, \quad (2.2)$$

որի միջոցով կարելի է հաշվել ուժը, եթե հայտնի են մարմնի զանգվածն ու արագացումը: (2.2) բանաձևից հետևում է, որ մարմնի վրա հաստատուն ուժ ազդելիս նրա արագացումը ժամանակ ընթացքում մնում է հաստատուն, իսկ արագությունը փոխվում է:

Փորձը ցույց է տալիս, որ մարմնի արագացումն ունի այն հաղորդող ուժի ուղղությունը, հետևաբար՝ Նյուտոնի երկրորդ օրենքը վեկտորական տեսքով կարելի է գրել հետևյալ կերպ՝ $\vec{F} = m\vec{a}$:



Նկ. 18.

Եթե մարմնի վրա միաժամանակ ազդում է մի քանի ուժ, ապա Նյուտոնի երկրորդ օրենքի բանաձևում պետք է վերցնել այդ ուժերի համագործը: Իսկ վերջինս գտնելու համար պետք է հաշվի առնել ազդող ուժերի ուղղությունները: Օրինակ՝ դադարի վիճակից ուղիղ գծով արագացմամբ շարժվող ավտոմեքենայի համար Նյուտոնի երկրորդ օրենքն արտահայտող բանաձևը կունենա հետևյալ տեսքը՝

$$F_p - F_2 - F_\eta = ma, \quad (2.3)$$

որտեղ F_p -ը քարշի ուժն է, F_2 -ը՝ շփման, իսկ F_η -ը՝ օդի դիմադրության ուժերը:

7-րդ դասարանի դասընթացից հայտնի է, որ միավորների ՄՀ-ում ուժի չափման միավորը 1Ն է: Քանի որ զանգվածի միավորը 1 կգ-ն է, իսկ արագացման միավորը՝ 1 մ/վ²-ն, ապա (2.2) բանաձևից հետևում է, որ ուժի միավորը՝ 1Ն = 1 կգ · մ/վ²:

Հարցեր և առաջադրանքներ

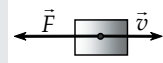
1. Ի՞նչն է մարմնի արագության փոփոխության պատճառը:
2. Ձևակերպեք Նյուտոնի երկրորդ օրենքը:
3. Ո՞ր դեպքում է մարմինը շարժվում արագացմամբ:
4. Հետևյալ պնդումներից ո՞րն է ճիշտ.
 - մարմնի արագացումը կախված է նրա վրա ազդող ուժից,
 - մարմնի վրա ազդող ուժը կախված է նրա արագացումից:
5. Լրացրեք աղյուսակը:

Մարմնի վրա ազդող ուժը	10 Ն	?	20 Ն
Մարմնի զանգվածը	2 կգ	40 կգ	?
Մարմնի արագացումը	?	0,5 մ/վ ²	2 մ/վ ²

6. Ինչպե՞ս է ուղղված նկարում պատկերված մարմնի արագացումը:

7. Ինչպե՞ս կփոխվի մարմնի արագացումը, եթե ա) նրա վրա ազդող ուժը մեծացնենք երեք անգամ, զանգվածը պահենք հաստատուն, բ) զանգվածը մեծացնենք երեք անգամ, ուժը պահենք հաստատուն:

8. Օգտվելով (2.2) բանաձևից՝ ստացեք ուժի չափման միավորը ՄՆ-ում:



Խնդիրների լուծման օրինակներ

1. Ինչ որ ուժի ազդեցությամբ 10կգ զանգվածով մարմինը ձեռք բերեց 2 մ/վ^2 արագացում: Ի՞նչ արագացում ձեռք կբերի 5կգ զանգվածով մարմինն այդ նույն ուժի ազդեցությամբ:

$$\begin{array}{l} m_1 = 10 \text{ կգ} \\ a_1 = 2 \text{ մ/վ}^2 \\ m_2 = 5 \text{ կգ} \\ a_2 = ? \end{array}$$

Լուծում: Քանի որ երկու մարմինների վրա էլ ազդում է միևնույն F ուժը, ապա, համաձայն Նյուտոնի երկրորդ օրենքի $F = m_1 a_1$, $F = m_2 a_2$: Հավասարեցնելով այս երկու հավասարումների աջ մասերը՝ կստանանք՝

$$m_1 a_1 = m_2 a_2, \text{ որտեղից՝}$$

$$a_2 = \frac{m_1 a_1}{m_2} = \frac{10 \text{ կգ} \cdot 2 \text{ մ/վ}^2}{5 \text{ կգ}} = 4 \text{ մ/վ}^2:$$

Պատասխան՝ 4 մ/վ^2

2. 10տ զանգվածով ավտոբուսը շարժվում է 15կՆ քարշի ուժի ազդեցությամբ: Ինչի՞ է հավասար ավտոբուսի արագացումը, եթե նրա վրա ազդող դիմադրության ուժը 5կՆ է:

$$\begin{array}{l} m = 10 \text{ տ} \\ F_1 = 15 \text{ կՆ} \\ F_2 = 5 \text{ կՆ} \\ a = ? \end{array}$$

Լուծում: Գտնենք մարմնին արագացում հաղորդող համազոր ուժը: Քանի որ քարշի և դիմադրության ուժերն ուղղված են իրար հակառակ, ապա դրանց համազորը՝

$$F = F_1 - F_2 = 15000 \text{ Ն} - 5000 \text{ Ն} = 10000 \text{ Ն}:$$

Համաձայն Նյուտոնի երկրորդ օրենքի՝

$$a = \frac{F}{m} = \frac{10000 \text{ Ն}}{10000 \text{ կգ}} = 1 \frac{\text{մ}}{\text{վ}^2}:$$

Պատասխան՝ 1 մ/վ^2 :

3. Ինչ-որ ուժի ազդեցությամբ 6տ զանգվածով մարմնի արագությունը 15վ-ում 0-ից աճեց մինչև 7 մ/վ -ը: Ինչի՞ է հավասար այդ ուժը:

$$\begin{array}{l} v_0 = 0 \\ m = 6 \text{ տ} \\ t = 15 \text{ վ} \\ v = 7 \text{ մ/վ} \\ F = ? \end{array}$$

Լուծում: Մարմնի սկզբնական արագությունը՝ $v_0 = 0$, ուստի նրա ձեռք բերած արագացումը կորոշվի $a = v/t$ բանաձևով: Համաձայն Նյուտոնի երկրորդ օրենքի՝ $F = ma = mv/t$: մարմնի վրա ազդող ուժը՝ : Տեղադրելով թվային արժեքները, կստանանք՝

$$F = \frac{6000 \text{ կգ} \cdot 7 \text{ մ/վ}}{15 \text{ վ}} = 2800 \text{ Ն}:$$

Պատասխան՝ 2800 Ն

ՆՅՈՒՏՈՆԻ ԵՐՐՈՐԴ ՕՐԵՆՔԸ

7-րդ դասարանի դասընթացից դուք արդեն գիտեք, որ բնության մեջ ազդեցությունը միակողմանի չի լինում, այլ խոսքով՝ ամեն մի ազդեցություն ուղեկցվում է հակազդեցությամբ: Սահնակը հրելիս մենք ենք ազդում նրա վրա, սակայն միաժամանակ զգում ենք նրա ազդեցությունը մեր ձեռքին: Ձսպանակին ամրացված բեռը վեր բարձրացնելիս, ոչ միայն զսպանակն է ազդում բեռի վրա, այլև բեռն իր հերթին ազդում է զսպանակի վրա՝ դեֆորմացնելով այն:

Այսպիսով, երկու մարմինների փոխազդեցության ժամանակ առաջանում է երկու ուժ՝ \vec{F}_1 ազդեցության ուժը և հակազդեցության \vec{F}_2 ուժը, որոնք կիրառված են փոխազդող մարմինների վրա և ունեն հակառակ ուղղություններ:

Իսկ ինչպիսի՞ հարաբերակցության մեջ են այդ ուժերը: Այս հարցին պատասխան է տալիս Նյուտոնի երրորդ օրենքը: Վերջինիս էությունը հասկանալու համար նորից դիմենք փորձին:

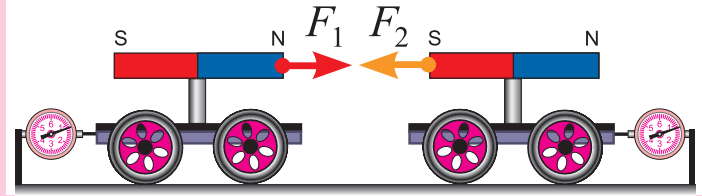
Հենարանին ամրացված ուժաչափից կախենք ևս մեկ ուժաչափ և այն ձգենք դեպի ներքև (նկ. 19): Կտեսնենք, որ ինչպիսին էլ որ լինի ներքև ձգող ուժի մոդուլը, երկու ուժաչափներն էլ ցույց են տալիս միևնույն ցույցմունքը: Այսինքն՝ ինչ ուժով ստորին ուժաչափն ազդում է վերինի վրա, նույնպիսի (մոդուլով հավասար) ուժով էլ վերինն ազդում է ստորինի վրա:

Գիտարկենք մեկ այլ փորձ: Չափելով նկ. 20-ում պատկերված մագնիսի և երկաթի փոխազդեցության ուժերը՝ կհամոզվենք, որ այդ ուժերը մոդուլով հավասար են, իսկ ուղղությամբ՝ հակառակ:

Ընդհանրացնելով այս փորձերի արդյունքները՝ հանգում ենք հետևյալ եզրակացության: Նախ, մարմինների փոխազդեցության ուժերը միշտ մոդուլով հավասար են՝ $F_1 = F_2$ և

Նկ. 19.
Երկու ուժաչափերը միմյանց վրա ազդում են մոդուլով հավասար և հակառակ ուղղված ուժերով:

Նկ. 20.
Երկաթի և մագնիսի փոխազդեցության ուժերը մոդուլով հավասար են, ուղղությամբ՝ հակառակ



ուղղված են միմյանց հակառակ: Եվ երկրորդ՝ փոխազդեցության ուժերը կիրառված են տարբեր մարմինների վրա (առաջին փորձում \vec{F}_1 ուժը կիրառված է վերին ուժաչափի վրա, \vec{F}_2 -ը՝ ստորինի, երկրորդ փորձում \vec{F}_1 ուժը կիրառված է երկաթի վրա, \vec{F}_2 -ը՝ մագնիսի):

Երկու մարմիններ միմյանց հետ փոխազդում են մոդուլով հավասար և հակառակ ուղղված ուժերով:

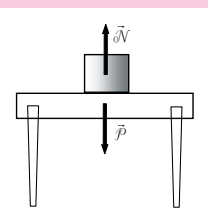
Այս պնդումը Նյուտոնի երրորդ օրենքն է: Մաթեմատիկորեն այն արտահայտվում է հետևյալ կերպ.

$$\vec{F}_1 = - \vec{F}_2, \quad (3.1)$$

որտեղ \vec{F}_1 -ը առաջին մարմնի ազդեցության ուժն է երկրորդի վրա, իսկ \vec{F}_2 -ը՝ երկրորդի ազդեցության ուժն առաջինի վրա: «Մինուս» նշանը ցույց է տալիս, որ այդ ուժերն ունեն հակառակ ուղղություններ:

Նյուտոնի երրորդ օրենքը կիրառելիս պետք է հաշվի առնել այն հանգամանքը, որ չնայած մարմինների փոխազդեցության ժամանակ առաջացած ուժերը մոդուլով հավասար են և ուղղությամբ հակառակ ուղղված, սակայն դրանք չեն կարող իրար համակշռել, քանի որ այդ ուժերը կիրառված են տարբեր մարմինների վրա:

Դիտարկենք Նյուտոնի երրորդ օրենքի դրսևորման մի կարևոր օրինակ (նկ. 21): Հորիզոնական հենարանի վրա մարմինն ազդում է որոշակի ուժով, որն անվանում են մարմնի կշիռ: Համաձայն Նյուտոնի երրորդ օրենքի՝ հենարանը մարմնի վրա ազդում է մի ուժով, որը հակառակ է ուղղված և մոդուլով հավասար է մարմնի կշռին: Այդ ուժն անվանում են հենարանի **հակազդեցության (ռեակցիայի)** ուժ և սովորաբար նշանակում են N տառով: Այսպիսով, ստանում ենք, որ



Նկ. 21.
Մարմնի կշիռը մոդուլով հավասար է հենարանի հակազդեցության ուժին

մարմնի P կշիռը մոդուլով հավասար է հենարանի հակազդեցության N ուժին՝

$$P = N \quad (3.2)$$

Որոշ դեպքերում կարող է թվալ, թե Նյուտոնի երրորդ օրենքը խախտվում է: Օրինակ՝ մարդատար և բեռնատար ավտոմեքենաների բախման ժամանակ գրեթե միշտ ավելի շատ վնասվում է մարդատարը: Խախտվում է արդյոք այդ դեպքում ավտոմեքենաների փոխազդեցության ուժերի մոդուլների հավասարության պայմանը: Այս օրինակը չի հակասում Նյուտոնի երրորդ օրենքին: Ավտոմեքենաների փոխազդեցության ուժերը մոդուլով հավասար են: Սակայն զանգվածների տարբերության պատճառով մարդատար ավտոմեքենան և նրա կառուցվածքային մասերը ձեռք են բերում ավելի մեծ արագացում, ինչի շնորհիվ այն ավելի շատ է դեֆորմացվում: Էական դեր է խաղում նաև մեքենաների ամրության տարբերությունը:

Շեղանկի է հմանալ

Հաճախ Նյուտոնի երրորդ օրենքի հետ կապում են թվայյալ հակասություններ: Քննարկենք դրանցից մեկը: Դիպուք՝ ձին քաշում է սայլը: Համաձայն Նյուտոնի երրորդ օրենքի, ինչ ուժով ձին ազդում է սայլի վրա, մոդուլով դրան հավասար ուժով սայլն է ազդում ձիու վրա: Այդ դեպքում ինչու՞ է հենց սայլը շարժվում ձիու հետևից, այլ ոչ թե ձին՝ սայլի հետևից:

Բանն այն է, որ ձին և սայլը, բացի միմյանց հետ փոխազդելուց, փոխազդում են նաև գետնի հետ: Երբ ձին սմբակներով հրվում է գետնից, վերջինս ձիու վրա ազդում է մի ուժով, որն ավելի մեծ է, քան սայլի կողմից ձիու վրա ազդող ուժը: Իսկ սայլի վրա գետնի կողմից ազդող շփման ուժն ավելի փոքր է, քան ձիու քարշի ուժը: Ահա թե ինչու ձին է քաշում սայլը և ոչ թե հակառակը:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Բերեք մարմինների փոխազդեցության օրինակներ:
2. Ձևակերպեք Նյուտոնի երրորդ օրենքը:
3. Ի՞նչ փորձերի օգնությամբ կարելի է հիմնավորել Նյուտոնի երրորդ օրենքը:
4. Ի՞նչ գիտեք ազդող և հակազդող ուժերի մոդուլների, ուղղությունների և կիրառման կետերի մասին:

5. Կարո՞ղ են արդյոք երկու մարմինների փոխազդեցության ուժերը միմյանց համակշռել:
6. Հանրահայտ Մյունխհաուզենը պնդում էր, որ մի անգամ, բռնելով իր մագերից, իրեն դուրս քաշեց ճահճից: Հնարավոր է, արդյոք, նրա պատմածը:
7. Նկարեք թելից կախված գնդիկ և նշեք ազդեցության և հակազդեցության ուժերը:
8. Երկաթե սայլակին երկար ձողի օգնությամբ ամրացված է մագնիս: Կշարժվի՞, արդյոք, սայլակը:

§13

ՄԱՐՄՆԻ ԻՄՊՈՒԼՍ

Ամենօրյա փորձից դուք գիտեք, որ շարժվող մարմնի կատարած գործողությունը կախված է ոչ միայն նրա արագությունից, այլ նաև զանգվածից: Այսպես, օրինակ, եթե մեծ արագությամբ շարժվող գնդակը ֆուտբոլիստը կարող է կանգնեցնել ոտքով կամ գլխով, ապա մարդը չի կարող կանգնեցնել նույնիսկ շատ փոքր արագությանը շարժվող գնացքը: Թենիսի գնդակը հարվածելով մարդուն՝ վնաս չի տալիս, սակայն ատրճանակի ավելի փոքր զանգվածով, սակայն մեծ արագությամբ շարժվող գնդակը կարող է սպանել մարդուն: Այս օրինակները ցույց են տալիս, որ մարմնի շարժումը և փոխազդեցությունը բնութագրելիս որոշ դեպքերում պետք է հաշվի առնել և՛ մարմնի շարժման արագությունը, և՛ զանգվածը: Դա արվում է մարմնի իմպուլս կոչվող ֆիզիկական մեծության միջոցով:

Մարմնի իմպուլս կոչվում է այն ֆիզիկական մեծությունը, որը հավասար է նրա զանգվածի և արագության արտադրյալին:

Մարմնի իմպուլսը սովորաբար նշանակում են p տառով.

$$p = mv \quad (4.1)$$

Քանի որ արագությունը վեկտորական մեծություն է, իսկ զանգվածը՝ սկալյար, ապա իմպուլսին վերագրվում է արագության ուղղությունը և նրա բանաձևը ներկայացվում է $\vec{p} = m\vec{v}$ տեսքով:

(4.1) բանաձևից կարելի է ստանալ իմպուլսի չափման միավորը: Քանի որ միավորների ՄՀ-ում զանգվածի միավորը 1 կգ-ն է, իսկ արագության միավորը՝ 1 մ/վ-ը, ապա իմ-

պուլսի միավորը կլինի 1 կգ·մ/վ-ը: 1 կգ·մ/վ-ը հավասար է 1 կգ գանգվածով մարմնի իմպուլսին, երբ այն շարժվում է 1 մ/վ արագությամբ:

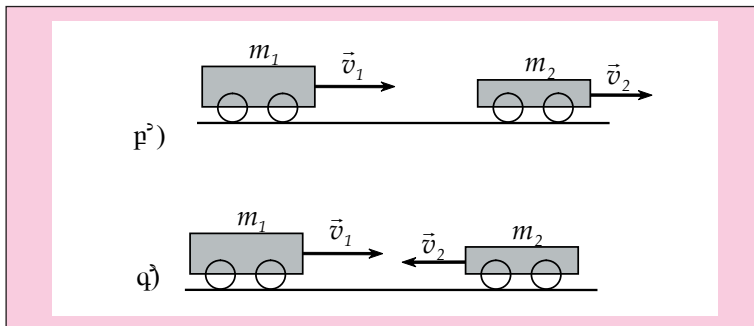
Ակնհայտ է, որ դադարի վիճակում գտնվող մարմնին mv իմպուլս հաղորդելու համար նրա արագությունը պետք է գրոյից աճի մինչև v արժեքը, իսկ դրա համար պետք է մարմնի վրա ուժ ազդի: Նյուտոնի երկրորդ օրենքի $F = ma$ բանաձևում տեղադրելով $a = v/t$ արտահայտությունը՝ կստանանք

$$mv = Ft: \quad (4.2)$$

Այսպիսով, մարմնի ձեռք բերած իմպուլսը հավասար է նրա վրա ազդող ուժի և ազդման ժամանակամիջոցի արտադրյալին: Բանաձևից հետևում է, որ մարմնին միևնույն իմպուլսը կարելի է հաղորդել՝ մեծ ուժով ազդելով կարճ ժամանակ, կամ փոքր ուժով ազդելով երկար ժամանակ: Նմանապես, երբ սկզբնական արագությամբ շարժվող մարմինը F ուժի ազդեցությամբ ժամանակամիջոցում կանգ է առնում, ապա $mv_0 = Ft$:

Թեև մարմնի շարժման արագությունն ու իմպուլսը կապված են $p = mv$ առնչությամբ, սակայն դրանք շարժման միանգամայն տարբեր բնութագրեր են: Միայն արագությունն իմանալով՝ կարող ենք ասել, թե ինչքա՞ն արագ (կամ դանդաղ) և ի՞նչ ուղղությամբ է շարժվում մարմինը, սակայն չենք կարող իմանալ, թե ի՞նչ ճիգ պետք է գործադրել, որպեսզի մարմինը տեղից շարժվի կամ կանգ առնի: Եվ հակառակը, իմանալով իմպուլսը՝ մենք դեռևս չենք կարող ասել, թե մարմինն ի՞նչ արագությամբ է շարժվում:

Իմպուլսի գաղափարը ներմուծվում է ոչ միայն առանձին մարմնի, այլ մարմինների համակարգի համար: Դիտարկենք նկ. 22-ում պատկերված երկու սայլակներից կազմված



Նկ. 22.
Երկու սայլակներից կազմված համակարգ. ա) սայլակները շարժվում են նույն ուղղությամբ, բ) սայլակները շարժվում են հակառակ ուղղություններով

համակարգը: Ենթադրենք՝ $m_1 = 3$ կգ կգ զանգվածով սայլակը շարժվում է $v_1 = 1$ մ/վ արագությամբ, իսկ $m_2 = 2$ կգ զանգվածով սայլակը՝ $v_2 = 0,5$ մ/վ արագությամբ: Այդ դեպքում համակարգի լրիվ իմպուլսը հավասար է համակարգը կազմող առանձին մարմինների իմպուլսների գումարին: Ընդ որում, իմպուլսները գումարելիս պետք է հաշվի առնել դրանց ուղղությունները: Նկ.22, ա -ում սայլակների իմպուլսներն ունեն նույն ուղղությունը, հետևաբար՝ համակարգի լրիվ իմպուլսը՝ $p = 3$ կգ $\$1$ մ/վ + 2 կգ $\$0,5$ մ/վ = 4 կգմ/վ և ուղղված է սայլակների շարժման ուղղությամբ: Նկ.21, բ-ում սայլակների իմպուլսներն ունեն հակառակ ուղղություններ, հետևաբար՝ համակարգի լրիվ իմպուլսը՝ $p = 3$ կգ $\$1$ մ/վ - 2 կգ $\$0,5$ մ/վ = 2 կգմ/վ և ուղղված է մոդուլով ավելի մեծ իմպուլս ունեցող (առաջին) սայլակի շարժման ուղղությամբ:

Շարժեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր մեծությունն է կոչվում մարմնի իմպուլս:
2. Ի՞նչ բանաձևով է որոշվում մարմնի իմպուլսը:
3. Ի՞նչ միավորով է չափվում իմպուլսը միավորների ՄԿ-ում:
4. Իմպուլսը վեկտորական, թե՞ սկալյար մեծություն է:
5. Ինչպե՞ս է որոշվում համակարգի լրիվ իմպուլսը:
6. Ինչի՞նչ է հավասար նույն զանգվածներով երկու գնդերի համակարգի իմպուլսը, եթե դրանք շարժվում են իրար ընդառաջ, մոդուլով հավասար արագություններով:

Շետաքթիր է իմանալ

Ձեռքի ասիը պահելով լրիվ բացված ծորակից հոսող ջրի տակ՝ դուք կզգաք ձեռքի վրա ջրի կողմից ազդող բավականաչափ մեծ ճնշման ուժ: Իսկ եթե փորձեք ձեռքը պահել հրշեջ մեքենայի խողովակից դուրս հոսող ջրի շիթի առջև, ապա շիթը պարզապես կշարտի ձեր ձեռքը և կարող է նույնիսկ վնասել այն:



Ինչպե՞ս է առաջանում այդ ուժը և ինչպե՞ս կարելի է այն հաշվել: Ենթադրենք՝ ջրի շիթի լայնական կտրվածքի մակերեսը S է, ջրի արագությունը՝ v , ջրի խտությունը՝ ρ : 'Դիցուք՝ ջրի շիթն ուղղահայաց հարվածում է հարթ պատին: Ե՛մ ժամանակում պատին կհարվածեն ջրի այն մասնիկները, որոնք պատից գտնվում են n չավել, քան v ժամանակահատվածի վրա: Հետևաբար՝ վայրկյանում պատի հետ կփոխազդի Svt ծավալով ջուր, որի զանգվածը՝ $m = \rho Svt$

: Այդ զանգվածով ջրի իմպուլսը կլինի $m v = t S v = t S v^2$: Եթե ենթադրենք, որ հարվածից հետո ջրի մասնիկները հավասարաչափ թռչում են բոլոր ուղղություններով, ապա դրանց ընդհանուր իմպուլսը հավասար կլինի զրոյի: Իմպուլսի այդ փոփոխությունը տեղի է ունենում պատի կողմից շիթի վրա ազդող F ուժի ազդեցությամբ, որը, համաձայն Նյուտոնի երրորդ օրենքի, մոդուլով հավասար է ջրի կողմից պատի վրա ազդող ուժին: Օգտվելով $m v = F t$ բանաձևից՝ կստանանք

$$F = t S v^2:$$

Ստացված բանաձևից հետևում է, որ ջրի կողմից արգելքի վրա ազդող ուժն աճում է արագության քառակուսու համեմատական: Այսպես, 1 մ/վ արագությամբ ջրի շիթը պատի յուրաքանչյուր քառակուսի մետրի վրա ազդում է 1000 Ն ուժով, իսկ արագությունը մինչև 20 մ/վ-ը մեծացնելիս, այդ ուժը դառնում է 4000000 Ն, այսինքն՝ արագությունը 20 անգամ աճելիս, ուժը մեծանում է 400 անգամ:

Ջրի հոսքի այս ուժով է պայմանավորված գետերի ափերի ողողումը, հունի փոփոխությունները, դրա շնորհիվ է պատվում էլեկտրակայանի հիդրոտուրբինը և այլն:

ԻՄՊՈՒԼՍԻ ՊԱՇՊԱՆՄԱՆ ՕՐԵՆՔԸ

§14

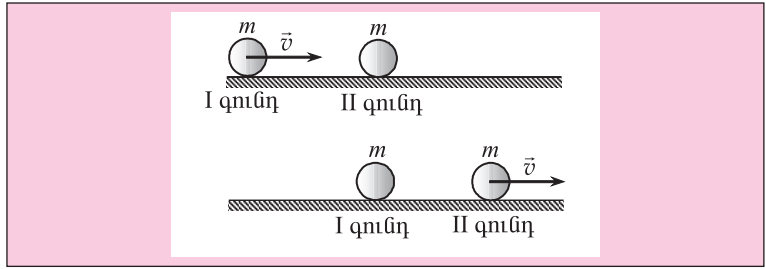
Այժմ ծանոթանանք բնության առավել հիմնարար օրենքներից մեկին՝ իմպուլսի պահպանման օրենքին:

Մարմինները փոխազդելով միմյանց հետ՝ կարող են փոխել իրենց արագությունները: Փոխազդեցության արդյունքում մի մարմնի արագությունը, հետևաբար՝ և իմպուլսը, կարող է մեծանալ, մյուսինը՝ փոքրանալ:

Իսկ ինչպե՞ս է փոխվում այդ մարմինների ընդհանուր իմպուլսը. մեծանո՞ւմ է, փոքրանո՞ւմ է, թե՞ մնում է նույնը: Այս հարցին պատասխանելու համար նախ սահմանենք «մարմինների փակ համակարգ» հասկացությունը: Մարմինների խումբը, կամ, ինչպես ընդունված է անվանել, մարմինների համակարգը կոչվում է փակ, եթե այն կազմող մարմինները չեն փոխազդում արտաքին մարմինների հետ, կամ այդ փոխազդեցությունն այնքան փոքր է, որ կարելի է անտեսել: Համակարգը կարելի է համարել փակ նաև այն դեպքում, երբ նրա վրա ազդող արտաքին ուժերը միմյանց համակշռում են:

Գիչուք՝ հարթ հորիզոնական հարթության վրա արագությամբ շարժվող զանգվածով գունդը հարվածում է անշարժ վիճակում գտնվող նույն զանգվածով երկրորդ գնդին (նկ. 23): Գնդերի համակարգը կարելի է համարել փակ, քանի որ

Նկ. 23.
Բախման
արդյունքում գնդերի
ընդհանուր իմպուլսը
չի փոխվում



նրանց վրա Երկրի կողմից ազդող ծանրության և սեղանի հակազդեցության արտաքին ուժերը միմյանց համակշռում են: Մինչև բախումը առաջին գնդի իմպուլսը հավասար է mv -ի, իսկ երկրորդ գնդինը՝ զրոյի, հետևաբար՝ համակարգի լրիվ իմպուլսը հավասար է mv -ի: Փորձը ցույց է տալիս, որ բախումից հետո առաջին գունդը կանգ է առնում, իսկ երկրորդը շարժվում է նույն v արագությամբ: Ստացվում է, որ որքանով փոքրանում է առաջին գնդի իմպուլսը, նույնքանով մեծանում է երկրորդ գնդի իմպուլսը, այսինքն՝ բախման արդյունքում համակարգի լրիվ իմպուլսը մնում է անփոփոխ:

Նմանօրինակ փորձերն ու տեսական դատողությունները մեզ հանգեցնում են իմպուլսի պահպանման օրենքին, որն առաջին անգամ հայտնագործել է ֆրանսիացի գիտնական Գեկարտը:

Փակ համակարգ կազմող մարմինների իմպուլսների գումարը, անկախ այդ մարմինների փոխազդեցությունից, չի փոխվում:

Այսինքն՝ ինչպիսին էլ որ լինի փակ համակարգ կազմող մարմինների իմպուլսները մինչ փոխազդեցությունը և ինչպես էլ որ դրանք փոխվեն փոխազդեցության արդյունքում, դրանց գումարը միշտ հաստատուն է մնում: Մասնավորապես, փակ համակարգ կազմող m_1 և m_2 զանգվածներով երկու մարմինների համար իմպուլսի պահպանման օրենքն ունի հետևյալ տեսքը.

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2', \quad (1)$$

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՝ արագություններն են փոխազդեցությունից հետո: Մեկ անգամ ևս նշենք, որ իմպուլսները վեկտորներ են, ուստի գումարելիս պետք է հաշվի առնել դրանց ուղղությունները:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Մարմինների n° ր համակարգն է կոչվում փակ:
2. Չակերպեք իմպուլսի պահպանման օրենքը:
3. Նկարագրեք իմպուլսի պահպանման օրենքը լուսաբանող փորձ:
4. Վերցրեք նույն չափի երկու պողպատե գունդ և կախեք հավասար երկարությամբ թելերից այնպես, որ դրանք շոշափեն միմյանց: Դրանցից մեկը շեղեք հավասարակշռության դիրքից և բաց թողեք: Դիտեք գնդերի բախման երևույթը և փորձեք բացատրել այն՝ ելնելով իմպուլսի պահպանման օրենքից:

Խնդիրների լուծման օրինակներ

1. Երկու մարմին շարժվում են իրար ընդառաջ: Առաջին մարմնի զանգվածը 2կգ է, իսկ արագությունը՝ 3մ/վ: Երկրորդ մարմնի զանգվածը 4կգ է, իսկ արագությունը՝ 2մ/վ: Ինչի՞նչ է հավասար այդ մարմինների համակարգի լրիվ իմպուլսը և ինչպե՞ս է այն ուղղված:

$m_1 = 2 \text{ կգ}$ $v_1 = 3 \text{ մ/վ}$ $m_2 = 4 \text{ կգ}$ $v_2 = 2 \text{ մ/վ}$ $\rho = ?$	<p>Լուծում: Առաջին մարմնի իմպուլսը՝ $p_1 = m_1 v_1 = 2 \text{ կգ} \cdot 3 \text{ մ/վ} = 6 \text{ կգմ/վ}$: Երկրորդ մարմնի իմպուլսը՝ $p_2 = m_2 v_2 = 4 \text{ կգ} \cdot 2 \text{ մ/վ} = 8 \text{ կգմ/վ}$: Համակարգի լրիվ իմպուլսը հավասար է այդ իմպուլսների գումարին: Քանի որ երկրորդ մարմնի իմպուլսը մոդուլով ավելի մեծ է, ապա լրիվ իմպուլսի մոդուլը՝ $\rho = p_2 - p_1 = 2 \text{ կգմ/վ}$: Այն ունի երկրորդ մարմնի շարժման ուղղությունը:</p>
--	---

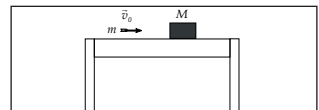
Պատասխան՝ 2 կգմ/վ :

2. 1400կգ զանգվածով ավտոմեքենայի վրա ազդում է 4200Ն բարձի ուժ: Ի՞նչ արագություն ձեռք կբերի դադարի վիճակում գտնվող ավտոմեքենան այդ ուժի ազդեցությամբ 10վ-ի ընթացքում:

$m = 1400 \text{ կգ}$ $F = 4200 \text{ Ն}$ $t = 10 \text{ վ}$ $v = ?$	<p>Լուծում: Հաշվի առնելով, որ մարմնի ձեռք բերած իմպուլսը հավասար է ազդող ուժի և ազդման ժամանակամիջոցի արտադրյալին՝ $mv = Ft$, կստանանք՝</p> $v = \frac{Ft}{m} = \frac{4200 \text{ Ն} \cdot 10 \text{ վ}}{1400 \text{ կգ}} = 30 \text{ մ/վ}:$
--	--

Պատասխան՝ 30 մ/վ :

3. 9գ զանգվածով և 500մ/վ արագությամբ թռչող գնդակը հարվածում է հարթ սեղանին դրված 600գ զանգվածով չորսուկին և մնում նրա մեջ: Ի՞նչ արագություն ձեռք կբերի չորսուկը: Չփունը սեղանի և չորսուկի միջև անտեսել:



$m = 9 \text{ գ}$ $v_0 = 500 \text{ մ/վ}$ $M = 600 \text{ գ}$ $v = ?$	<p>Լուծում: Անտեսելով շփումը՝ գնդակից և չորսուկից կազմված համակարգի համար կիրառենք իմպուլսի պահպանման օրենքը: Մինչև բախումը գնդակի իմպուլսը հավասար է mv_0-ի, իսկ չորսուկինը՝ զրոյի, քանի որ այն գտնվում է դադարի վիճակում: Մինչև բախումը համակարգի ընդհանուր իմպուլսը կլինի mv_0: Եթե բախումից հետո դրանց համատեղ շարժման</p>
--	---

արագությունը նշանակենք v -ով, ապա համակարգի իմպուլսը կլինի $(m + M)v$: Համաձայն իմպուլսի պահպանման օրենքի՝ $mv_0 = (m + M)v$, որտեղից՝ $v = mv_0 / (m + M)$: Տեղադրելով թվային արժեքները՝ կստանանք՝

$$v = \frac{0,009 \text{ կգ } \$ 500 \text{ մ/վ}}{0,009 \text{ կգ} + 0,6 \text{ կգ}} = 7,4 \text{ մ/վ}$$

Պատասխան՝ 7,4 մ/վ

4. **Կրակելիս 3,4 գ զանգվածով գնդակն ինքնաձիգի փողից դուրս է բռնում 900 մ/վ արագությամբ: Կրակոցից անմիջապես հետո ի՞նչ արագություն ձեռք կբերի ինքնաձիգը, եթե զինվորը նրա խզակոթն ամուր չսեղմի ուսին: Ինքնաձիգի զանգվածը 3,6 կգ է:**

$$\begin{aligned} m &= 3,4 \text{ գ} \\ v_1 &= 900 \text{ մ/վ} \\ M &= 3,6 \text{ կգ} \\ v_2 &= ? \end{aligned}$$

Լուծում: Կրակոցից առաջ ինքնաձիգի և գնդակի կազմված համակարգի ընդհանուր իմպուլսը հավասար է զրոյի: Համաձայն իմպուլսի պահպանման օրենքի՝ այն պետք է հավասար լինի զրոյի նաև կրակոցից հետո: Որպեսզի դա տեղի ունենա, անհրաժեշտ է, որ ինքնաձիգի իմպուլսը հակառակ ուղղված լինի գնդակի իմպուլսին և մոդուլով հավասար լինի նրան՝ $mv_1 = Mv_2$: Այստեղից՝ $v_2 = mv_1 / M$: Տեղադրելով թվային արժեքները, կստանանք՝

$$v_2 = \frac{0,0034 \text{ կգ } \$ 900 \text{ մ/վ}}{3,6 \text{ կգ}} = 0,85 \text{ մ/վ}$$

Պատասխան՝ 0,85 մ/վ

§15

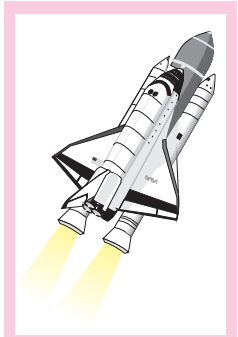
ՌԵԱԿՏԻՎ ԶԱՐԺՈՒՄ: ՇՐՔԻՆԿԱՅԻՆ ՏԵԽՆԻԿԱՅԻ ԶԱՐԳԱՑՈՒՄ

Իմպուլսի պահպանման օրենքը թույլ է տալիս բացատրել բնության մեջ և տեխնիկայում հանդիպող մի երևույթ, որը կոչվում է **ռեակտիվ շարժում**: Ռեակտիվ անվանում են այն շարժումը, որն առաջանում է, երբ որոշակի արագությամբ մարմնից անջատվում է նրա մի մասը, իսկ մնացած մասը ձեռք է բերում հակառակ ուղղված արագություն:

Ձեր ձեռքը վերցրեք որևէ առարկա, օրինակ՝ փայտի կտոր և կանգնեք հարթ սառույցին: Եթե փայտի կտորը նետեք, ապա կշարժվեք նետման ուղղությանը հակառակ ուղղությամբ:

Հաճախ կարելի է տեսնել, թե ինչպիսի անկանոն շարժումներ է կատարում ռետինե խողովակը, երբ նրանից մեծ արագությամբ ջուր է հոսում: Այդ դեպքում խողովակի յուրաքանչյուր տեղամաս շարժվում է նրա մեջ հոսող ջրի շարժմանը հակառակ ուղղությամբ: Այս սկզբունքով են շարժվում

նան որոշ ջրային կենդանիներ, օրինակ՝ կաղամարը, ութտանին, մեղուզան և այլն: Կաղամարն իր մարմնի ամբողջ մակերևութով ջուր է ներծծում օրգանիզմ, որի ավելյուկը իմպուլսային շիթերով դուրս է մղում մեծ արագությամբ, ինչի շնորհիվ նա շարժվում է ջրի շիթի շարժման ուղղությանը հակառակ ուղղությամբ: Փոփոխելով շիթի ուղղությունը՝ նա կարողանում է լողալ առաջ, ետ կամ ցանկացած այլ ուղղությամբ:



Նկ. 24.
Հրթիռի տեսքը

Ռեակտիվ շարժման գլխավոր առանձնահատկությունն այն է, որ տեղի է ունենում առանց շրջապատի մարմինների հետ որևէ փոխազդեցության: Դրա առաջապան ավատճառը համակարգի առանձին մասերի փոխազդեցությունն է: Դիտարկված օրինակներում փայտը փոխազդում է մարդու հետ, ջուրը՝ ռետինե խողովակի հետ և այլն:

Ռեակտիվ շարժման սկզբունքով են աշխատում ռեակտիվ շարժիչները, որոնք տեղադրում են ինքնաթիռներում և հրթիռներում (նկ. 24): Ռեակտիվ շարժիչը մեքենա է, որից մեծ արագությամբ դուրս են նետվում վառելանյութի այրման ժամանակ առաջացած գազերը: Այդ դեպքում հրթիռը կամ ինքնաթիռը, որի վրա տեղակայված է ռեակտիվ շարժիչը, շարժվում է գազային հոսքի ուղղությանը հակառակ ուղղությամբ:

Ցանկացած հրթիռ կազմված է երկու հիմնական մասերից. պատյանից և վառելանյութից: Պինդ վառելանյութով աշխատող հրթիռներում օգտագործում են հատուկ տեսակի վառող, իսկ հեղուկ վառելանյութով աշխատող հրթիռներում՝ կերոսին, հեղուկ ջրածին և այլն: Հրթիռի պատյանն ունի ելքի փողակ, որն իրենից ներկայացնում է հատուկ տեսքի մեկ կամ մի քանի անցքեր: Այդ անցքերից շատ մեծ արագությամբ (մինչև 4 կմ/վ) դուրս են նետվում այրման արդյունքում առաջացած բարձր ճնշման և ջերմաստիճանի գազերը:

Դիցուք՝ այրման արդյունքում առաջացած գազը ձեռք է բերել $\rho_q = m_q v_q$ իմպուլս, որտեղ m_q -ն գազի զանգվածն է, v_q -ը՝ արագությունը, իսկ հրթիռը՝ $\rho_h = m_h v_h$ իմպուլս, որտեղ m_h -ը հրթիռի պատյանի և մնացած մասերի զանգվածն է, v_h -ն՝ արագությունը: Հրթիռի պատյանը և գազերը գործնականում կազմում են փակ համակարգ, հետևաբար՝ դրանց համար կարելի է կիրառել իմպուլսի պահպանման օրենքը: Քանի որ մինչև այրումը համակարգի իմպուլսը հավասար էր զրոյի, ապա այն զրոյի պես է հավասար լինի նաև այրու-

միջ հետո, այսինքն՝ $m_h \vec{v}_h + m_q \vec{v}_q = 0$, որտեղից՝

$$\vec{v}_h = \frac{m_q \vec{v}_q}{m_h} \quad (6.1)$$

Այս հավասարման մեջ «միևնու» նշանը ցույց է տալիս, որ հրթիռը շարժվում է գազերի շարժմանը հակառակ ուղղությամբ, իսկ նրա արագության մոդուլը որոշվում $v_h = m_q v_q / m_h$ է բանաձևով, որի համաձայն հրթիռի արագությունը կարելի է մեծացնել երկու ճանապարհով՝ մեծացնելով նրանից դուրս նետվող գազերի արագությունը և այրվող վառելանյութի զանգվածը:

Տիեզերական թռիչքների համար հրթիռների օգտագործման գաղափարն առաջարկել է ռուս գիտնական Ա. Է. Յիդկովսկին 20-րդ դարի սկզբին: Սակայն միայն կես դար անց հնարավոր եղավ իրականացնել մարդու՝ տիեզերական տարածություն դուրս գալու երազանքը: Երկրի առաջին արհեստական արբանյակն արձակվել է 1957 թ. հոկտեմբերի 4-ին Խորհրդային Միությունում, իսկ 1958 թվականին՝ ԱՄՆ-ում: Դրանից հետո Երկրի արհեստական արբանյակներ արձակվեցին Իտալիայում, Ֆրանսիայում, Կանադայում, Գերմանիայում, Ճապոնիայում, Չինաստանում, Մեծ Բրիտանիայում:

Ներկայումս ամեն տարի արձակվում են հարյուրավոր արբանյակներ, որոնք օգտագործվում են ռոդիոկապի, հեռուստատեսության, մթնոլորտի ուսումնասիրության, Երկրի մակերևույթի նկարահանման, օգտակար հանածոների պաշարների տեղորոշման, ռազմական և այլ նպատակներով:

Մարդկության պատմության մեջ առաջին անգամ 1961թ. ապրիլի 12-ին «Վոստոկ» տիեզերանավով Երկրի շուրջ պտույտ գործեց Յուրի Գագարինը, իսկ 1969թ. հուլիսի 16-ին ամերիկացի տիեզերագնացներ Արմսթրոնգը և Օլդրինը «Ապոլոն-11» տիեզերանավով վայրէջք կատարեցին Լուսնի մակերևույթին:

Ներկայումս տիեզերանավերի օգնությամբ հաջողությամբ ուսումնասիրվում են Արեգակնային համակարգի մոլորակները: Ռուսական «Վեներա», «Մարս», «Վեգա» և ամերիկյան «Վոյաջեր» և «Պիոներ» միջմոլորակային կայանները հնարավորություն տվեցին ուսումնասիրել Արուսյակ և Հրատ մոլորակների մթնոլորտը և մակերևույթը, համեմատաբար փոքր հեռավորություններից ստանալ դրանց մանրակրկիտ լուսանկարները:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր շարժումն է կոչվում ռեակտիվ շարժում:
2. Բերե՛ք ռեակտիվ շարժման օրինակներ:
3. Ի՞նչ կառուցվածք ունի հրթիռը:
4. Բացատրե՛ք, թե ինչպես է շարժվում հրթիռը:
5. Կարո՞ղ է արդյոք հրթիռը շարժվել անօդ տարածությունում:
6. Տիեզերագնացության ինչպիսի՞ հաջողությունների եք դուք ծանոթ:
7. Ընարավորինս մեծ չափերի փուչիկը փչե՛ք, մատներով սեղմե՛ք անցքը և այն պահե՛ք այնպես, որ անցքն ուղղված լինի դեպի ներքև: Մատները կտրուկ բաց թողե՛ք և հետևե՛ք փուչիկի շարժմանը: Պատասխանե՛ք հետևյալ հարցերին.
ա) Ի՞նչ ուղղությամբ է շարժվում փուչիկը, բ) ինչպե՞ս է ուղղված օդային հոսքը, գ) ինչի՞ էր հավասար փուչիկի իմպուլսը սկզբում, դ) ինչի՞ է հավասար փուչիկի և նրանից դուրս եկած օդի ընդհանուր իմպուլսը:

ԷՆԵՐԳԻԱ: ՄԵՆԱՆՆԻԿԱԿԱՆ ԷՆԵՐԳԻԱ

§16

«Էներգիա» ֆիզիկական մեծությանը դուք արդեն ծանոթ եք բնագիտության դասընթացից: Այս և հաջորդ մի քանի պարագրաֆներում բերված նյութը կխորացնի ձեր պատկերացումներն էներգիայի մասին:

Տարբեր մարմինների հատկությունները, բնության երևույթների օրինաչափությունները նկարագրելու համար մենք օգտագործում ենք տարբեր ֆիզիկական մեծություններ ու հասկացություններ, օրինակ՝ մարմնի կշիռը, ջերմաստիճանը, գույնը, արագությունը և այլն: Սակայն դրանցից ոչ բոլորն ենք մենք միաժամանակ օգտագործում: Օրինակ՝ ջերմաստիճանն օգտագործում ենք ջերմային երևույթները նկարագրելիս, իսկ մարմնի գույն հասկացությունը՝ լուսային երևույթները նկարագրելիս և այլն: Այդուհանդերձ, ֆիզիկայում ներմուծվում է մի մեծություն, որն օգտագործվում է միշտ և ամենուր: Դա «էներգիա» կոչվող մեծությունն է: Այն հիմնարար մեծություն է, որն օգտագործվում է տարաբնույթ երևույթներ բացատրելու համար:

Իսկ ի՞նչ է էներգիան: Որքան հեշտ է այս հարցը տալը, այնքան էլ դժվար է դրան պատասխանելը:

Էներգիան սերտորեն առնչվում է ձեզ արդեն ծանոթ մեկ այլ ֆիզիկական մեծության՝ մեխանիկական աշխատանքի հետ: Տարբեր հաստոցները, մեքենաները, կենցաղային սարքերն աշխատեցնում են էլեկտրաշարժիչները, որոնք էլեկտ-

րաէներգիա են ծախսում: Ավտոմեքենաները, ջերմանավերը, ինքնաթիռները, հրթիռներն օգտագործում են վառելանյութի այրումից ստացվող ջերմային էներգիան:

Եթե մարմինը կարող է աշխատանք կատարել, ասում են, որ այն օժտված է էներգիայով: Նկ. 25-ում պատկերված սեղմված գապանակն ընդարձակվելով՝ տեղափոխում է չորսուն՝ կատարելով որոշակի աշխատանք: Հետևաբար՝ սեղմված գապանակն օժտված է էներգիայով: Աշխատանք կարող է կատարել նաև շարժվող մարմինը, հետևաբար՝ այն ևս օժտված է էներգիայով: Օրինակ՝ ջրի հոսանքը (նկ. 26) կարող է պտտել էլեկտրակայանի տուրբինը, օդային հոսանքները կարող են տեղաշարժել մարմինները (նկ. 27) և այլն:

Էներգիան ֆիզիկական մեծություն է, որը բնութագրում է մարմնի աշխատանք կատարելու ունակությունը: Որքան մեծ աշխատանք կարող է կատարել մարմինը, այնքան մեծ էներգիայով է այն օժտված:

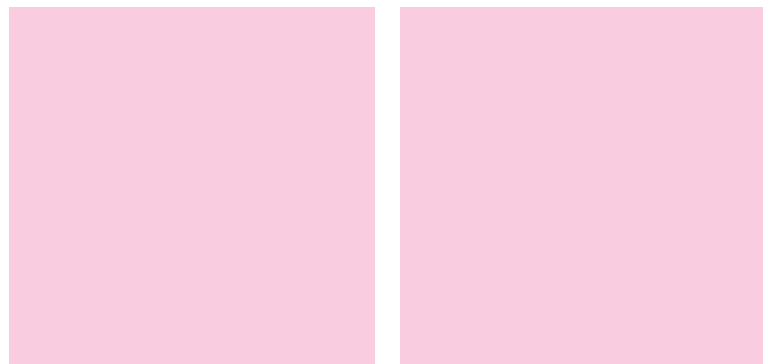
Ընդունված է էներգիան նշանակել լատինական այբուբենի *E* (կարդացվում է «ե») տառով (հունարեն «էներգիա»՝ գործողություն, գործունեություն բառերից): Էներգիան չափվում է նույն միավորով, ինչ աշխատանքը: Միավորների ՄՀ-ում էներգիայի միավորը մեկ ջոուլն (1 Ջ) է:

Մեխանիկայում ուսումնասիրվող էներգիան կոչվում է **մեխանիկական էներգիա**: Քանի որ մեխանիկայում ուսումնասիրվում են մարմինների շարժումն ու փոխազդեցությունը, ապա դիտարկում են մեխանիկական էներգիայի երկու տեսակ՝ մարմինների շարժմամբ պայմանավորված էներգիա, որն անվանում են **կինետիկ էներգիա** և մարմինների փոխազդեցությամբ պայմանավորված էներգիա, որն անվանում են **պոտենցիալ էներգիա**: Ավելի մանրամասն ծանոթանանք էներգիայի այդ երկու տեսակներին:

Նկ. 25.
Սեղմված
գապանակն
օժտված է
էներգիայով

Նկ. 26
Շարժվող ջուրն
օժտված է
էներգիայով

Նկ. 27.
Քամին օժտված է
էներգիայով



Շեղանկային և շրջանային շարժումներ

Գիտնականների, աստղաֆիզիկոսների մեծ մասը կարծում է, որ Տիեզերքն առաջացել է 20 միլիարդ տարի առաջ: Այդ ժամանակ Տիեզերքի ամբողջ էներգիան և զանգվածը խտացված է եղել շատ փոքր ծավալում, կարելի է ասել՝ մի կետում: Տեղի է ունեցել, այսպես կոչված «Մեծ պայթյուն», ինչի հետևանքով Տիեզերքը սկսել է ընդարձակվել, որը շարունակվում է մինչ օրս: Ձեզ համար այժմ անհրաժեշտություն չկա մանրամասն ուսումնասիրել այդ տեսությունը, սակայն կարևոր է իմանալ, որ էներգիան գոյություն է ունեցել ի սկզբանե և գոյություն կունենա հավերժ:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Բերեք օրինակներ, որոնք ցույց ենն տալիս էներգիայի և աշխատանքի կապը:
2. Ո՞ր մեծությունն է կոչվում էներգիա:
3. Ի՞նչ միավորով է չափվում էներգիան միավորների ՄԿ-ում:
4. էներգիայի ի՞նչ տեսակներ գիտեք:

§17

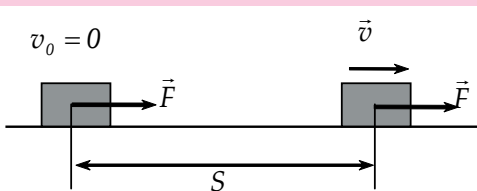
Կինեմատիկա

Ցանկացած շարժվող մարմին կարող է աշխատանք կատարել, հետևաբար՝ այն օժտված է էներգիայով:

Մարմնի շարժմամբ պայմանավորված էներգիան կոչվում է կինետիկ էներգիա:

Սահմանումից հետևում է, որ երբ մարմնի արագությունը հավասար է զրոյի (այն գտնվում է դադարի վիճակում), նրա կինետիկ էներգիան հավասար է զրոյի: Որպեսզի մարմինն օժտված լինի կինետիկ էներգիայով, անհրաժեշտ է նրան որոշակի արագություն հաղորդել:

Հաշվենք դադարի վիճակում գտնվող մարմնին արագություն հաղորդելու համար պահանջվող աշխատանքը: Ենթադրենք՝ հորիզոնական ողորկ մակերևույթով սեղանին դրված չորսուն տեղափոխվում է ուժի ազդեցությամբ (նկ. 28): Համաձայն մեխանիկական աշխատանքի բանաձևի՝ $A = FS$:



Նկ. 28. Մարմնի կինետիկ էներգիան հավասար է նրան արագություն հաղորդելու համար կատարված աշխատանքին

Համաձայն Նյուտոնի երկրորդ օրենքի՝ $F = ma$: Հաշվի առնելով նաև, որ դադարի վիճակից հավասարաչափ արագացող շարժում կատարող մարմնի արագացումը և անցած ճանապարհը որոշվում են $a = v/t$ և $s = vt/2$ բանաձևերով, կատանանք՝

$$A = m \frac{v}{t} \frac{vt}{2} = \frac{mv^2}{2}, \quad (8.1)$$

կամ

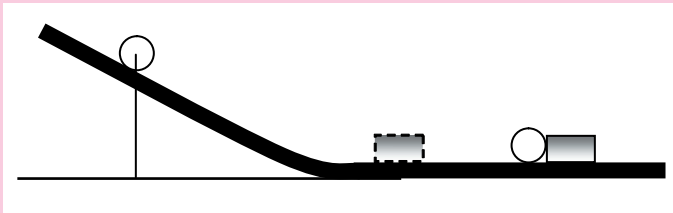
$$F_s = \frac{mv^2}{2}: \quad (8.2)$$

Այդպիսի աշխատանք է կատարում F ուժը դադարի վիճակում գտնվող մարմնին v արագություն հաղորդելու համար: Այժմ եթե այդ մարմնի արագությունը v արժեքից նվազի մինչև զրո արժեքը, ապա այդ ընթացքում նա կարող է ճիշտ նույնքան աշխատանք կատարել, այսինքն՝ v արագությամբ շարժվող m զանգվածով մարմնի կինետիկ էներգիան կարող ենք որոշել հետևյալ բանաձևով՝

$$E_u = \frac{mv^2}{2}: \quad (8.3)$$

(8.2) առնչության ձախ մասում մարմնի վրա ազդող ուժի կատարած աշխատանքն է, իսկ աջ մասում՝ դրա շնորհիվ մարմնի ձեռք բերած կինետիկ էներգիան: Աշխատանքը կախված է ուժից և ուժի ուղղությամբ մարմնի անցած ճանապարհից: Այս առնչությունից հետևում է, որ միևնույն աշխատանքը հանգեցնում է մարմնի միևնույն կինետիկ էներգիայի ձեռք բերմանը, անկախ այն բանից՝ մարմինը փոքր ուժի ազդեցությամբ երկա՞ր ճանապարհ է անցել, թե՞ մեծ ուժի ազդեցությամբ՝ կարճ ճանապարհ: Այսպիսով, կինետիկ էներգիան կախված չէ այն հանգամանքից, թե ինչ ճանապարհով է մարմինը բերվել տվյալ վիճակին: Այն կախված է միայն մարմնի զանգվածից և տվյալ պահին ունեցած արագությունից: Որքան մեծ է մարմնի զանգվածը և շարժման արագությունը, այնքան մեծ է նրա կինետիկ էներգիան, այսինքն՝ այնքան ավելի մեծ աշխատանք կարող է կատարել այն:

Այս արդյունքը կարելի է ստուգել հետևյալ փորձով (նկ.29): Թեք հարթությունից գլորվող գունդը հարվածելով չորսուի՞ն՝ տեղափոխում է այն և կատարում որոշակի աշխատանք: Եթե գունդը բաց թողնենք ավելի մեծ բարձրությունից, ապա հարվածի պահին գունդը կունենա ավելի մեծ արագություն: Փորձը ցույց է տալիս, որ այս դեպքում չորսուն ավելի մեծ ճանապարհ է անցնում, այսինքն՝ ավելի մեծ



Նկ. 29.
Որքան մեծ է գնդիկի արագությունը և զանգվածը, այնքան մեծ աշխատանք է այն կատարում, հետևաբար այնքան մեծ է նրա կինետիկ էներգիան:

աշխատանք է կատարվում: Եթե նույն բարձրությունից բաց թողնենք ավելի մեծ զանգվածով մարմին, կհամոզվենք, որ այդ դեպքում չորսուն ավելի մեծ ճանապարհ է անցնում: Դա նշանակում է, որ կինետիկ էներգիան մեծանում է նաև մարմնի զանգվածը մեծացնելիս:

Մարմնի կինետիկ էներգիան կարելի է արտահայտել նաև նրա իմպուլսի միջոցով: $p = mv$ բանաձևից ստացվող $v = p/m$ արտահայտությունը տեղադրելով կինետիկ էներգիայի բանաձևի մեջ՝ կստանանք

$$E_k = \frac{p^2}{2m}: \quad (8.4)$$

Այս բանաձևից հետևում է, որ հավասար իմպուլսներ ունեցող երկու մարմիններից ավելի մեծ կինետիկ էներգիա ունի այն մարմինը, որի զանգվածն ավելի փոքր է: Սրանով է բացատրվում այն փաստը, որ միևնույն իմպուլսներով երկու մարմիններից ավելի շատ ավերածություններ կարող է պատճառել ավելի փոքր զանգվածով մարմինը, քանի որ վերջինիս կինետիկ էներգիան ավելի մեծ է: Ահա թե ինչու հակատանկային թնդանոթից արձակած 10կգ զանգվածով արկը, որի արագությունը 1 կմ/վ է, ավելի շատ վնաս կարող է հասցնել, քան 10 տոննա զանգվածով վագոնը, որը շարժվում է 1 մ/վ արագությամբ, թեև արկի և վագոնի իմպուլսները հավասար են՝ $p_{վճի} = p_{վագոն} = 10^4$ կգմ/վ:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր էներգիան են անվանում կինետիկ:
2. Ի՞նչ մեծություններից է կախված մարմնի կինետիկ էներգիան:
3. Ի՞նչ բանաձևով է որոշվում մարմնի կինետիկ էներգիան:
4. Ե՞րբ է մարմնի կինետիկ էներգիան հավասար զրոյի:
5. Ինչպե՞ս է փոխվում մարմնի կինետիկ էներգիան. ա) հավասարաչափ շարժման դեպքում, բ) հավասարաչափ արագացող շարժման դեպքում, գ) հավասարաչափ դանդաղող շարժման դեպքում:

Շետաբրքիր է իմանալ

Անտիկ շրջանում արդեն ձևավորվել էր այն համոզմունքը, որ ոչ մի բան անհետ չի կորչում և ոչ մի բան չի ծագում ոչնչից: XVII դարում Գալիլեյը, ձևակերպելով իներցիայի օրենքը, դրանով բացահայտեց նաև մեխանիկական շարժման անոչնչանալիությունը: Բայց Գալիլեյը դեռևս չէր պատկերացնում, թե որն է շարժման այն քանակական չափը, որը պետք է պահպանվեր շարժման ժամանակ:

Առաջինը «շարժման քանակական չափ» հասկացությունը ֆիզիկա ներմուծեց ֆրանսիացի գիտնական Ռընե Դեկարտը (1596-1650): Ըստ Դեկարտի՝ շարժման քանակական չափը m մեծությունն է: Ինչպես գիտեք, ներկայումս այդ մեծությունն ընդունված է անվանել մարմնի իմպուլս:

1686 թվականին լույս տեսավ գերմանացի մաթեմատիկոս և փիլիսոփա Գոտֆրիդ Լայբնիցի (1646-1716) աշխատանքը, որտեղ նա, ի թիվս այլ հարցերի, քննարկում է նաև շարժման քանակական չափի հարցը: Լայբնիցը, ժխտելով Դեկարտին, պնդում էր, որ շարժման չափը ոչ թե m -ն է, այլ mv^2 մեծությունը՝ անվանելով վերջինիս «կենդանի ուժ», ի տարբերություն m -ի, որին նա անվանում էրտալիս է «մեռյալ ուժ»: Ֆիզիկայի հետագա զարգացումը ցույց տվեց, որ եթե mv^2 -ի փոխարեն օգտագործենք $mv^2/2$ մեծությունը, ապա կարող ենք պնդել, որ և՛ Դեկարտը, և՛ Լայբնիցը ճիշտ էին, միայն թե նրանք խոսում էին մարմինների շարժման երկու տարբեր բնութագրերի՝ մարմնի իմպուլսի և կինետիկ էներգիայի մասին:

Ինդիքների լուծման օրինակներ

1. Ի՞նչ արագությամբ պետք է շարժվի 7,2տ զանգվածով ավտոմեքենան, որպեսզի նրա կինետիկ էներգիան հավասար լինի 8,1կՋ-ի:

$m = 7,2$ տ	Լուծում: Կինետիկ էներգիայի $E_k = mv^2/2$ բանաձևից ստանում ենք
$E_k = 8,1$ կՋ	
$v = ?$	

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 8100 \text{ Ջ}}{7200 \text{ կգ}}} = 1,5 \text{ մ/վ:}$$

Պատասխան՝ 1,5 մ/վ:

2. Ի՞նչի՞ է հավասար 50 կգ զանգվածով մարմնի կինետիկ էներգիան, եթե նրա իմպուլսը 500 կգմ/վ է:

$m = 50$ կգ	Լուծում: Իմպուլսի $p = mv$ բանաձևից $v = p/m$ արտահայտությունը տեղադրելով կինետիկ էներգիայի $E_k = mv^2/2$ արտահայտության մեջ, կստանանք՝
$p = 500$ կգմ/վ	
$E_k = ?$	

$$E_u = \frac{p^2}{2m} = \frac{(500 \text{ կգմ/վ})^2}{2 \cdot 50 \text{ կգ}} = 2500 \text{ Ջ:}$$

Պատասխան՝ 2500 Ջ:

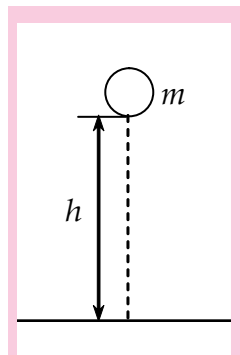
ՊՈՏԵՆՑԻԱԼ ԷՆԵՐԳԻԱ

Շատ դեպքերում, դադարի վիճակում գտնվող մարմինը ևս ունակ է աշխատանք կատարելու: Այդպիսի հատկությամբ է օժտված, օրինակ, ամբարտակի հետևում ամբարված ջուրը, նետի ձգված աղեղը, սեղմված օդը և այլն: Չգտնվելով շարժման մեջ, այնուամենայնիվ, թվարկված մարմինները թաքնված (ինչպես ասում են՝ պոտենցիալ) հնարավորություն ունեն աշխատանք կատարելու: Այդ հնարավորությունն ի հայտ է գալիս այն ժամանակ, երբ մարմնին շարժվելու հնարավորություն է տրվում: Նման դեպքերում ասում են, որ մարմինն օժտված է պոտենցիալ էներգիայով: Մարմնի պոտենցիալ էներգիան պայմանավորված է այլ մարմնինների հետ նրա փոխազդեցությամբ կամ մարմնի առանձին մասերի փոխազդեցությամբ: Այսպես, օրինակ, Երկրից որոշակի բարձրության վրա գտնվող մարմնի պոտենցիալ էներգիան պայմանավորված է գրավիտացիոն փոխազդեցության ուժերով, սեղմված գազանակի պոտենցիալ էներգիան՝ գազանակի առածգականության ուժով:

Այժմ որոշենք գետնից բարձրության վրա գտնվող զանգվածով մարմնի (նկ. 30) պոտենցիալ էներգիան: Նախ՝ հաշվենք այն աշխատանքը, որն անհրաժեշտ է կատարել մարմինը բարձրությամբ բարձրացնելու համար: Դրա համար անհրաժեշտ է նրա վրա կիրառել ծանրության ուժին հակառակ ուղղված և մոդուլով նրան հավասար $F = mg$ ուժ: Այդ դեպքում կատարված աշխատանքը կլինի՝ $A = FS = mgh$: Այժմ եթե մարմինն այդ նույն բարձրությունից ընկնի, կկատարի նույնքան աշխատանք, հետևաբար՝ նրա պոտենցիալ էներգիան կորոշվի հետևյալ բանաձևով.

$$E_{պ} = mgh: \quad (9.1)$$

Ստացված բանաձևից հետևում է, որ որքան մեծ է h բարձրությունը, այնքան մեծ է մարմնի պոտենցիալ էներգիան: Օրինակ՝ էլեկտրակայանների հզորությունը մեծացնելու համար կառույում են բարձր ամբարտակներ և գետի ջրի մակարդակը բարձրացնում հնարավորինս շատ: Գետնի մեջ սյուներ խփող ցցահար մեքենայի հարվածող մարմինը (թակը) բարձրացնում են հնարավոր առավելագույն բարձրության վրա:



Նկ. 30.
Գնդիկի պոտենցիալ էներգիան հավասար է այն աշխատանքին, որն անհրաժեշտ է կատարել այն բարձրացնելու համար

Շարքեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր էներգիան են անվանում պոտենցիալ:
2. Բերեք մարմինների օրինակներ, որոնք օժտված են պոտենցիալ էներգիայով:
3. Ի՞նչ բանաձևով է որոշվում Երկրից որոշակի բարձրության վրա գտնվող մարմնի պոտենցիալ էներգիան:
4. Փոխվո՞ւմ է արդյոք Երկրի մակերևույթին զուգահեռ թռչող մարմնի պոտենցիալ էներգիան:
5. Մարմինն ընկնում է որոշ բարձրությունից: Ինչպե՞ս է փոխվում նրա պոտենցիալ էներգիան անկման ընթացքում:
6. Ինչպե՞ս կարելի է համոզվել, որ սեղմված զսպանակն օժտված է պոտենցիալ էներգիայով:
7. Կատարելով անհրաժեշտ չափումներ՝ հաշվեք սեղանին դրված որևէ առարկայի պոտենցիալ էներգիան հատակի նկատմամբ:

Պոտենցիալ էներգիայի (9.1) բանաձևը կիրառելիս շատ կարևոր է նշել, թե ինչ մակարդակից ենք հաշվում մարմնի h բարձրությունը: Դիցուք՝ դպրոցի երկրորդ հարկի դասասենյակում սեղանի մոտ կանգնած աշակերտը ձեռքին պահում է մետաղե գնդիկը: Ինչպե՞ս որոշել գնդիկի պոտենցիալ էներգիան: Գնդիկի բարձրությունը կարելի է չափել սեղանի մակերևույթից, դասասենյակի հատակից, Երկրի մակերևույթից կամ մեկ այլ մակարդակից, որն ընդունվում է որպես զրոյական մակարդակ: Ամեն անգամ մենք կստանանք պոտենցիալ էներգիայի տարբեր արժեքներ: Ասվածից հետևում է, որ պոտենցիալ էներգիան հարաբերական մեծություն է և նրա արժեքը կախված է զրոյական մակարդակի ընտրությունից:

Խնդիրների լուծման օրինակներ

1. Որքանո՞վ է փոխվում 10 կգ զանգվածով մարմնի պոտենցիալ էներգիան, երբ այն 100 մ բարձրությունից իջնում է մինչև 80 մ բարձրություն:

$m = 10$ կգ		Լուծում: Մարմնի պոտենցիալ էներգիան h_1 բարձրության վրա՝ $E_{պ1} = mgh_1$, իսկ h_2 բարձրության վրա՝ $E_{պ2} = mgh_2$: Պոտենցիալ էներգիան նվազում է $E_{պ1} - E_{պ2} = mg(h_1 - h_2)$ չափով: Տեղադրելով թվային արժեքները, կստանանք՝
$h_1 = 100$ մ		
$h_2 = 80$ մ		
$E_{պ1} - E_{պ2} = ?$		

$$E_{պ1} - E_{պ2} = 1960 \text{ Ջ:}$$

Պատասխան՝ 1960 Ջ:

2. Առաջին մարմնի բարձրությունը գետնից հինգ անգամ մեծ է երկրորդ մարմնի բարձրությունից, իսկ զանգվածը 2 անգամ փոքր է: Քանի՞ անգամ է առաջին մարմնի պոտենցիալ էներգիան մեծ երկրորդ մարմնի պոտենցիալ էներգիայից:

$h_1 = 5h_2$ $m_1 = m_2/2$ $E_{պ1}/E_{պ2} = ?$	<p>Լուծում: Առաջին մարմնի պոտենցիալ էներգիան՝ $E_{պ1} = m_1gh_1$, իսկ երկրորդինը՝ $E_{պ2} = m_2gh_2$: Հաշվի առնելով, որ $h_1 = 5h_2$ և $m_1 = m_2/2$, կստանանք՝</p> $\frac{E_{պ1}}{E_{պ2}} = \frac{m_1gh_1}{m_2gh_2} = \frac{(m_2/2)g \cdot 5h_2}{m_2gh_2} = 2,5:$
--	---

Պատասխան՝ 2,5 անգամ:

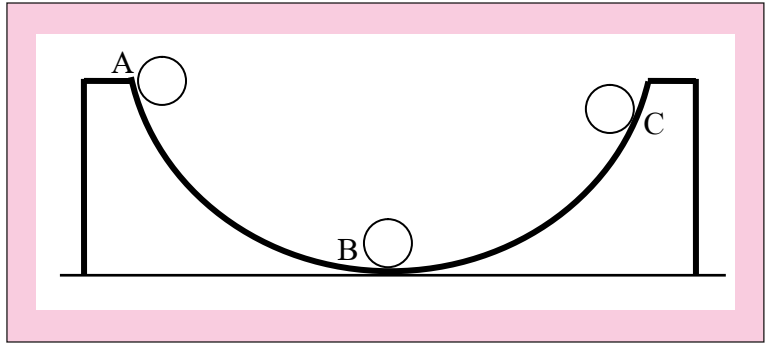
ՄԵՒԱՆԻԿԱԿԱՆ ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՓՈԽԱԿԵՐՊՈՒՄՆԵՐԸ: ՄԵՒԱՆԻԿԱԿԱՆ ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՊԱՇՏՊԱՆՄԱՆ ՕՐԵՆԵՐ

§19

Բնության մեջ, կենցաղում և տեխնիկայում հաճախ կարելի է հանդիպել մարմնի էներգիայի մի տեսակից մեկ այլ տեսակի փոխարկվելու երևույթների: Դրա հետ մեկտեղ, մարմինն իր էներգիան կարող է հաղորդել այլ մարմիններին: Ասվածը լուսաբանենք հետևյալ օրինակով: Գետի առջև ամբարտակ կառուցելիս, առաջացած ջրամբարում ջրի մակարդակը բարձրանում է և այն ձեռք է բերում որոշակի պոտենցիալ էներգիա: Այդ բարձրությունից թափվելով՝ ջուրը կորչում է իր պոտենցիալ էներգիան, սակայն ձեռք է բերում կինետիկ էներգիա, այսինքն՝ ջրի պոտենցիալ էներգիան փոխարկվում է կինետիկ էներգիայի: Այնուհետև, հարվածելով էլեկտրական գեներատորի ջրատուրբինի թիակներին, ջուրն իր կինետիկ էներգիան հաղորդում է ջրատուրբինին, իսկ վերջինիս մեխանիկական էներգիան փոխարկերավում է էլեկտրական էներգիայի:

Մեխանիկական էներգիայի փոխակերպումներն ավելի մանրամասն քննարկենք հետևյալ օրինակով: Դիպուք՝ գունդը բայ են թողնում գոգավոր մակերևույթի վերին A կետից (նկ. 31): Այդ դիրքում, որտեղ գնդի արագությունը զրո է, այն օժտված է միայն պոտենցիալ էներգիայով: Ներքև գլորվելիս գնդի արագությունն աստիճանաբար մեծանում է, իսկ բարձրությունը՝ փոքրանում: Դա նշանակում է, որ գնդի պոտենցիալ էներգիան աստիճանաբար փոխակերպվում է կինետիկ էներգիայի: Ամենաստորին B կետում գնդի պոտենցիալ էներ-

Նկ. 31.
Գնդիկի
մեխանիկական
էներգիայի
փոխակերպումները



գիան նվազագույնն է, իսկ կինետիկ էներգիան ընդունում է իր առավելագույն արժեքը: Այդ կետում գունդը կանգ չի առնում, այլ շարունակում է բարձրանալ գոգավոր մակերևույթով այնքան, մինչև նրա արագությունը նվազելով, նորից հավասարվում է զրոյի: Վերելքի ընթացքում տեղի է ունենում հակառակ պրոցեսը՝ գնդի կինետիկ էներգիան փոխակերպվում է պոտենցիալ էներգիայի: Փորձը ցույց է տալիս, որ երբ գոգավոր մակերևույթը բավականաչափ հարթ է, այսինքն՝ շփման ուժերն էական դեր չեն կատարում, ապա գունդը գործնականում հասնում է նույն բարձրությանը: Դա նշանակում է, որ գնդի պոտենցիալ էներգիան ամբողջովին փոխակերպվում է կինետիկ էներգիայի և հակառակը:

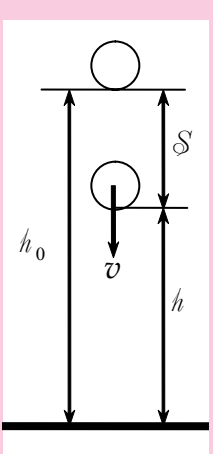
Սովորաբար մարմինները միաժամանակ օժտված են և՛ կինետիկ, և՛ պոտենցիալ էներգիայով: Օրինակ՝ երկնքում թռչող ինքնաթիռն օժտված է կինետիկ էներգիայով, քանի որ այն շարժվում է որոշակի արագությամբ, և միաժամանակ պոտենցիալ էներգիայով, քանի որ գտնվում է որոշակի բարձրության վրա և ձգվում է Երկրի կողմից:

Նկ. 32-ում պատկերված սարքում վերին A և C դիրքերի և ստորին B դիրքի միջև կամայական դիրքում գունդն օժտված է և՛ կինետիկ, և՛ պոտենցիալ էներգիայով:

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

$$E_{\text{լր}} = E_k + E_{\text{պ}}: \quad (10.1)$$

Մենք տեսանք, որ մեխանիկական էներգիան մի տեսակից կարող է փոխակերպվել մեկ այլ տեսակի. կինետիկը կարող է փոխարկվել պոտենցիալի և հակառակը: Իսկ ի՞նչ է կատարվում մարմնի լրիվ էներգիայի հետ: Այս հարցին պատասխանելու համար դիտարկենք h_0 բարձրությունից



Նկ. 32.
Գնդիկի լրիվ
մեխանիկական
էներգիան
պահպանվում է

առանց սկզբնական արագության ընկնող գնդիկի շարժումը (նկ. 19): Անտեսելով օդի դիմադրության ուժը՝ կարող ենք համարել, որ այն կատարում է ազատ անկում: Այդ դեպքում մարմնի պոտենցիալ էներգիան աստիճանաբար կփոքրանա, իսկ կինետիկ էներգիան կմեծանա: Ամենավերին կետում գնդիկի պոտենցիալ էներգիան հավասար է mgh_0 -ի, իսկ կինետիկ էներգիան՝ զրոյի, հետևաբար՝ լրիվ մեխանիկական էներգիան՝ $E_{\text{ը1}} = mgh_0 + 0 = mgh_0 + 0$: Անկումը սկսելույ t ժամանակ անց գնդիկը կանցնի $s = gt^2/2$ ճանապարհ և ձեռք կբերի $v = gt$ արագություն: Այդ պահին գնդիկի բարձրությունը գետնից $h_0 - s$ է, հետևաբար՝ նրա պոտենցիալ էներգիան կլինի հավասար $mg(h_0 - s)$ -ի, իսկ լրիվ մեխանիկական էներգիան՝ $E_{\text{ը2}} = mg(h_0 - s) + mv^2/2$: Այս հավասարման մեջ տեղադրելով s -ի և v -ի արտահայտությունները, կստանանք՝

$$E_{\text{ը2}} = mgh_0 - mg\frac{gt^2}{2} + \frac{mg^2 t^2}{2} = mgh_0 = E_{\text{ը1}}: \quad (10.2)$$

Այսպիսով, մենք ապացույցեցինք, որ չնայած շարժման ընթացքում մարմնի կինետիկ և պոտենցիալ էներգիաները փոփոխվում են, սակայն դրանց գումարը, այսինքն՝ լրիվ մեխանիկական էներգիան, մնում է հաստատուն, պահպանվում է՝

$$E_{\text{ը1}} = E_{\text{ը2}}: \quad (10.3)$$

Այս արդյունքը ստանալիս մենք անտեսեցինք մարմնի վրա ազդող օդի դիմադրության ուժը: Փորձը ցույց է տալիս, որ դիմադրության և շփման ուժերի առկայությամբ մարմնի լրիվ մեխանիկական էներգիան չի պահպանվում՝ այն շարժման ընթացքում աստիճանաբար նվազում է: Օրինակ՝ նկ. 31-ում պատկերված փորձում, գունդը, կատարելով մի քանի տատանում, շփման ուժի ազդեցությամբ, ի վերջո, կանգ է առնում B կետում՝ կորցնելով իր լրիվ մեխանիկական էներգիան:

Ընդհանրացնելով ասվածը՝ կարող ենք ձևակերպել մեխանիկական էներգիայի պահպանման օրենքը.

Դիմադրության և շփման ուժերի բացակայության դեպքում մարմնի լրիվ մեխանիկական էներգիան շարժման ընթացքում մնում է հաստատուն:

Երբ շփման կամ դիմադրության ուժերի ազդեցությամբ մարմինը կորցնում է իր մեխանիկական էներգիան, դա չի նշանակում, որ էներգիան ընդհանրապես կորչում է: Այն փոխակերպվում է էներգիայի մեկ այլ տեսակի՝ ներքին էներգիայի, որին դուք կծանոթանաք հաջորդ գլխում: Նման դեպքերում պահպանվում է մեխանիկական և ներքին էներգիաների գումարը:

Շտաբքի և իմանալ

Սկսած դեռ վաղ ժամանակներից մինչ օրս որոշ մարդիկ ջանում են ստեղծել սարքեր, որոնք, առանց էներգիա ծախսելու, կարող են անընդհատ օգտակար աշխատանք կատարել: Այդ սարքերը կոչվում են «հավերժական շարժիչներ»:

Ա նկարում պատկերված է հավերժական շարժիչի ամենահին նախագծերից մեկը: Ըստ հեղինակի՝ այն հավերժ պետք է պտտվի ժամսլաքի պտտման ուղղությամբ, քանի որ աջ կողմի գնդերի ծանրության ուժերի բազուկներն ավելի մեծ են, հետևաբար՝ մեծ են նաև դրանց ուժի մոմենտները: Իրականում այն չի պտտվում: Չնայած անիվը ժամսլաքի պտտման ուղղությամբ պտտող ծանրության ուժերի բազուկներն ավելի մեծ են, սակայն այդ ուղղությամբ պտտող մոմենտ են առաջացնում հինգ գնդերի ծանրության ուժերը, իսկ հակառակ ուղղությամբ՝ վեց գնդերինը:

Հավերժական շարժիչի մեկ այլ նախագիծ պատկերված է Բ նկարում: Ըստ հեղինակի՝ քանի որ աջ կողմում գտնվող մարմինների վրա, բացի ծանրության ուժից, ազդում է նաև դեպի վեր ուղղված արքիմեդյան ուժը, ապա սարքը միշտ պետք է պտտվի ժամսլաքի պտտման հակառակ ուղղությամբ: Սակայն այն չի աշխատի, քանի որ մարմինները ներքևից ջրավազանի մեջ մտցնելու համար անհրաժեշտ է հաղթահարել ջրի սյան հիդրոստատիկ ճնշումը:

Պետք չէ նման սարքերի ստեղծման ուղղությամբ ավելորդ ջանքեր գործադրել: Որքան էլ որ հնարամիտ լինեն դրանց նախագծերը, միևնույն է չեն աշխատի: Էներգիայի պահպանման օրենքը բացառում է նման սարքերի աշխատանքը: Իսկ եթե, այնուամենայնիվ, նման սարքն աշխատում է, ապա անսպայման ինչ-որ տեղ էներգիայի աղբյուր է քաքնված:

Հավերժական
շարժիչի մոդելներ

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր մեծությունն է կոչվում մարմնի լրիվ մեխանիկական էներգիա:
2. Ինչպե՞ս է փոխվում ազատ անկում կատարող մարմնի ա) կինետիկ էներգիան, բ) պոտենցիալ էներգիան, գ) լրիվ էներգիան:
3. Ձևակերպեք մեխանիկական էներգիայի պահպանման օրենքը:
4. Ի՞նչ պայմանների դեպքում է պահպանվում մարմնի լրիվ մեխանիկական էներգիան:
5. Ի՞նչ է տեղի ունենում լրիվ մեխանիկական էներգիայի հետ, երբ համակարգում գործում են շփման ուժեր:
6. Ինչո՞ւ հնարավոր չէ ստեղծել հավերժական շարժիչ:

Խնդիրների լուծման օրինակներ

1. 2 կգ զանգվածով մարմինը 25 մ բարձրությունից ընկնում է Երկրի վրա: Ինչի՞ են հավասար նրա արագությունը և կինետիկ էներգիան գետնին հարվածելու պահին: Օղի դիմադրությունն անտեսել:

$m = 2$ կգ
 $h = 25$ մ
 $v = ?$, $E_k = ?$

Լուծում: Ամենավերին կետում մարմինն օժտված է $E_{պ} = mgh$ պոտենցիալ էներգիայով: Գետնին հարվածելու պահին այն ունի միայն $E_k = mv^2/2$ կինետիկ էներգիա: Եթե օղի դիմադրությունն անտեսվում է, ապա կարող ենք կիրառել մեխանիկական էներգիայի պահպանման օրենքը՝ $mgh = mv^2/2$, որտեղից՝ $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ մ/վ}^2 \cdot 25 \text{ մ}} = 22,13 \text{ մ/վ}$:
 Գետնին հարվածելու պահին

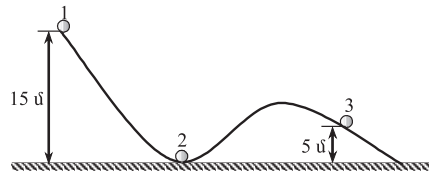
$$E_k = \frac{mv^2}{2} = mgh = 490 \text{ Ջ}:$$

Պատասխան՝ $v = 22,13 \text{ մ/վ}$, $E_k = 490 \text{ Ջ}$:

2. 0,05 կգ զանգվածով գնդիկը 15 մ բարձրությունից գլորվում է նկարում պատկերված մակերևույթով: Ինչի՞ է հավասար գնդիկի կինետիկ էներգիան 2 և 3 կետերում: Շփումն անտեսել:

$m = 0,05$ կգ
 $h = 15$ մ
 $h_1 = 5$ մ
 $E_{կ2} = ?$,
 $E_{կ3} = ?$

Լուծում: Շփումն անտեսելիս կարող ենք կիրառել մեխանիկական էներգիայի պահպանման օրենքը: 1 կետում մարմնի լրիվ էներգիան՝ $E_{լր1} = mgh$: 2 կետում գնդիկի պոտենցիալ էներգիան հավասար է զրոյի, ուստի $E_{կ2} = E_{լր1} = mgh$, որտեղից՝ $E_{կ2} = 0,05 \text{ կգ} \cdot 9,8 \text{ մ/վ}^2 \cdot 15 \text{ մ} = 7,35 \text{ Ջ}$:
 3 կետում մարմինն ունի mgh_1 պոտենցիալ էներգիա և $E_{կ3}$ կինետիկ էներգիա, հետևաբար՝ $E_{լր1} = E_{կ3} + mgh_1$, որտեղից՝



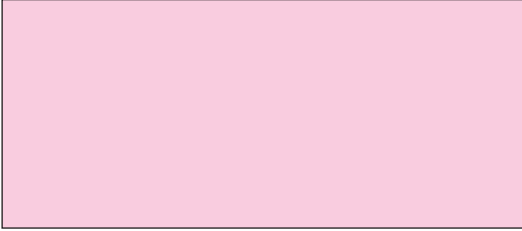
$$E_{կ3} = mg(h - h_1) = 0,05 \text{ կգ} \cdot 9,8 \text{ մ/վ}^2 \cdot 10 \text{ մ} = 4,9 \text{ Ջ}:$$

Պատասխան՝ $E_{կ2} = 7,35 \text{ Ջ}$, $E_{կ3} = 4,9 \text{ Ջ}$:

§20

ԼԱՐՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆԵ 2

Մեխանիկական էներգիայի պահպանման օրենքի ուսումնասիրումը



Աշխատանքի նպատակը. փորձով ստուգել մեխանիկական էներգիայի պահպանման օրենքը

Գործիքներ և նյութեր. գնդիկ, լաբորատոր ճոռ, մետաղե գլան, ամրակալան, վայրկենաչափ, մետաղե չափերիզ, լծակավոր կշեռք, կշռաքարեր:

Աշխատանքի ընթացքը.

1. Հավաքեք նկարում պատկերված սարքը:
2. Լծակավոր կշեռքով որոշեք գնդիկի m զանգվածը: Ստացված արդյունքը գրանցեք աղյուսակում:
3. Չափեք գնդիկի սկզբնական h բարձրությունը սեղանի մակերևույթից, արդյունքը գրանցեք աղյուսակում:
4. Քանի որ գնդիկն առանց սկզբնական արագության հավասարաչափ արագացող շարժում է կատարում, ապա գլանին հարվածելու պահին նրա արագությունը և անցած ճանապարհը կորոշվեն $v = at$ և $s = at^2/2$ բանաձևերով: Այս հավասարումներից՝ $v = 2s/t$:
5. Չափեք մարմնի անցած s ճանապարհը և շարժման t ժամանակը, բերված բանաձևով հաշվեք v արագությունը և արդյունքները գրանցեք աղյուսակում:
6. $E_{\text{ա}} = mgh$ և $E_{\text{կ}} = mv^2/2$ բանաձևերով հաշվեք գնդիկի պոտենցիալ և կինետիկ էներգիաները և համեմատեք ստացված արդյունքները:

Փորձը	m , կգ	h , մ	s , մ	t , վ	$E_{\text{ա}}$, Ջ	$E_{\text{կ}}$, Ջ
1.						
2.						

§21

ՅԱՐԺՎՈՂ ՋՐԻ ԵՎ ՔԱՍՈՒ ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄԸ

Ինչպես ցանկացած մարմին, ջուրը նույնպես կարող է օժտված լինել որոշակի կինետիկ և պոտենցիալ էներգիայով: Դրա համար պետք այն հոսի և թափվի որոշ բարձրությունից: Հոսող ջրի էներգիան մարդն օգտագործել է շատ

հազարամյակներ: Ջրի էներգիան առավել արդյունավետ օգտագործելու նպատակով գետի հունը փակում են ամբարտակնով և բարձրացնում ջրի մակարդակը: Թափվելով մեծ բարձրությունից՝ ջրի պոտենցիալ էներգիան փոխարկվում է կինետիկ էներգիայի, որի շնորհիվ ջուրն աշխատանք է կատարում:

Ջրի էներգիայի շնորհիվ աշխատող պարզագույն սարքը ջրանիվն է, որը մարդիկ օգտագործել են սկսած դեռ վաղ ժամանակներից: Ջրի ազդեցությամբ պտտվող ջրանիվը աշխատեցնում էր ջրաղացը:

Ներկայումս ջրի էներգիան առավելապես օգտագործում է էլեկտրաէներգիա ստանալու համար: Մեծ բարձրությունից թափվող ջուրը հիդրոէլեկտրակայանում (ՀԷԿ) պտտում է տուրբինը, որին կցված էլեկտրական գեներատորում արտադրվում է էլեկտրաէներգիա:

Հիդրոէլեկտրակայանի հզորությունը կախված է ծախսվող ջրի քանակից և ջրի անկման բարձրությունից: Դանշանակում է, որ անգամ սակավաջուր գետերը կարող են արտադրել մեծ քանակությամբ էներգիա, եթե ջրի անկման բարձրությունը բավականաչափ մեծ լինի:

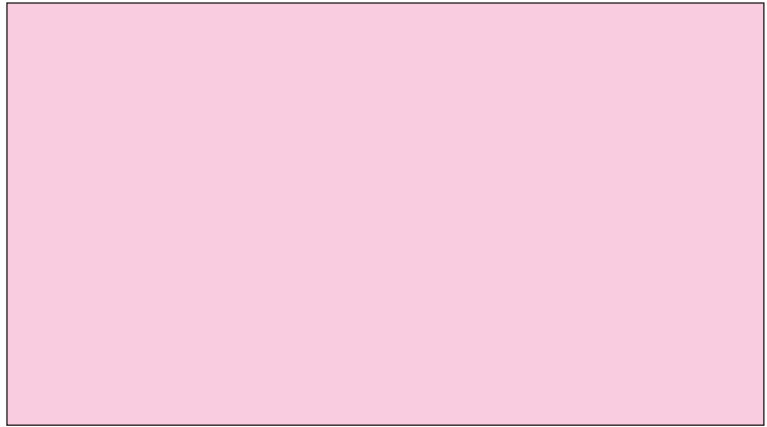
Երկրագնդի վրա գետերի հոսող ջուրն օժտված է ահռելի էներգիայով, որը կարելի է օգտագործել տարբեր հանածոների այրման հետևանքով անջատվող ջերմային էներգիայի փոխարեն: Այդ էներգիան էկոլոգիապես ավելի մաքուր է, օգտագործելիս այն չի աղտոտում շրջակա միջավայրը:

Ներկայումս Հայաստանում էլեկտրաէներգիայի մոտ 20 % -ն արտադրվում է հիդրոէլեկտրակայաններում: Ջրային էներգիայի լրիվ օգտագործման դեպքում այն կբավարարի ներկա պահանջարկի մոտ 40% -ը:

Չնայած հիդրոէլեկտրակայանները չեն աղտոտում շրջակա միջավայրը, այնուամենայնիվ որոշ դեպքերում դրանք կարող են ոչ ցանկալի ազդեցություն ունենալ բնական միջավայրի վրա: Օրինակ՝ կառուցված ամբարտակներն ու ջրամբարները կարող են ջրածածկ անել մեծ մակերեսով բերրի դաշտեր և անտառներ, խոչընդոտել ձվադրման համար դեպի գետի ակունք ձկների վտառների տեղաշարժին և այլն:

Ներկայումս մարդկությունը սկսել է օգտագործել ջրի էներգիայի ևս մեկ աղբյուր, որը պայմանավորված է ծովերի և օվկիանոսների մակընթացություններով և տեղատվություններով: Մակընթացային էլեկտրակայաններում այդ

Նկ. 33.
Փորձական
հողմնային
էլեկտրակայան
Բազումի լեռներում



էներգիան փոխարկվում է էլեկտրաէներգիայի: Ճիշտ է, այն դեռևս քիչ է օգտագործվում, սակայն ունի որոշակի հեռանկարներ:

Հսկայական էներգիայով են օժտված նաև մթնոլորտում շարժվող օդային զանգվածները՝ քամիները, սակայն ներկայումս օգտագործվում է միայն դրա չնչին մասը: Մարդկությանը քամու էներգիան սովորել է օգտագործել իր զարգացման վաղ շրջանից սկսած: Դեռևս 3000 տարի առաջ մարդն առագաստանավերով հեռավոր նավարկությունների էր գնում՝ օգտագործելով քամու էներգիան: Քամու էներգիայով են գործում նաև հողմնաղայները:

Ներկայումս մի շարք երկրներում տարածում են գտնում հողմնային էլեկտրակայանները (նկ. 33), որոնք կազմված են բարձր աշտարակից, հողմնատուրբինից և էլեկտրական գեներատորից: Քամին, պտտելով հողմնատուրբինի փետրը՝ աշխատեցնում է գեներատորը, որի օգնությամբ ստացվում է էլեկտրաէներգիա:

Քամու էներգիան լայնորեն օգտագործվում է այն երկրներում, որտեղ առկա է բարենպաստ կլիմա, ինչպես նաև այն երկրներում, որոնք բնական էներգիական պաշարների՝ նավթի, գազի, քարածխի լուրջ կարիքներ ունեն: Քամու էներգիայի օգտագործման առաջատար երկրներից են Գերմանիան, Դանիան, Իսպանիան ԱՄՆ և այլն: Հայաստանում ևս կան քամու էներգիայի օգտագործման լուրջ հնարավորություններ և ներկայումս մեծ ուշադրություն է դարձվում մեր երկրում հողմնաէներգետիկայի զարգացմանը:

Հողմնաէլեկտրակայաններն ունեն մի շարք առավելություններ. դրանք չեն աղտոտում շրջակա միջավայրը, տեխ-

նիկական առումով բարդ չեն և համեմատաբար էժան են: Դրա հետ մեկտեղ դրանք ունեն մի շարք թերություններ: Քամին շատ անկայուն է՝ իր անսպասելի պոռթկումներով և բացակայություններով, այն հաճախ փոխում է իր ուղղությունը, ինչը դժվարացնում է դրա օգտագործումը:

Շտաբըջիր է իմանալ

Աշխարհում հայտնի Նիագարայի ջրվեժի բարձրությունը 50մ է և այդ բարձրությունից յուրաքանչյուր վայրկյանում ներքև է գահավիժում շուրջ 5900մ³ ջուր: Հաշվենք, թե ինչ պոտենցիալ էներգիայով է օժտված այդ բարձրությունից մեկ վայրկյանում թափվող ջուրը: Դրա զանգվածը կորոշվի $m = \rho V$ բանաձևով, որտեղ ρ -ն ջրի խտությունն է, իսկ V -ն՝ ծավալը, իսկ պոտենցիալ էներգիան՝ $E_{պ} = mgh = \rho Vgh$: Տեղադրելով թվային արժեքները՝ կստանանք $E_{պ} = 2,9 \cdot 10^9$ Ջ: Դա նշանակում է, Նիագարայի ջրվեժը 1վ-ում կարող է կատարել այդքան աշխատանք, այսինքն՝ նրա պոտենցիալ հզորությունը 2,9 միլիարդ Վտ է: Եթե հաջողվի այդ էներգիան փոխակերպել էլեկտրականի, ապա այն կբավարարի 100 տ հզորությամբ 29 միլիոն էլեկտրական լամպերի լուսաձևակնան համար:

Շարժեր և առաջադրանքներ

1. Բացատրեք «էներգիայի էկոլոգիապես մաքուր աղբյուր» արտահայտության իմաստը:
2. Ի՞նչ նպատակով է օգտագործվում ջրի էներգիան: Բերեք օրինակներ:
3. Ի՞նչ նպատակով է օգտագործվում քամու էներգիան: Բերեք օրինակներ:
4. Որո՞նք են հիդրոէլեկտրակայանների և հողմնաէլեկտրակայանների առավելություններն ու թերությունները:

ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐ ԵՎ ԱԼԻՔՆԵՐ

ԳԱՂԱՓԱՐ ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

§ 22

Բնության մեջ մեխանիկական շարժումները խիստ բազմազան են: Դրանցում իրենց յուրահատկությամբ առանձնանում են *տատանողական շարժումները* կամ *մեխանիկական տատանումները*: Սրտի ռիթմիկ բաբախումները, ձայնալարերի թրթռումները, քիթեռնիկի թևերի թափահարումները, ավտոմեքենայի շարժիչի գլանում մխոցի առաջընթաց-հետընթաց շարժումները, կարի մեքենայի ասեղի վեր ու վար շարժումները, ծառերի ճյուղերի օրորվելը և, վերջապես, ատոմների տեղաշարժերն իրենց հավասարակշռության դիրքից մերթ այս, մերթ այն կողմ՝ այս ամենը մեխանիկական տատանումների օրինակներ են:

Ի՞նչն է բնորոշ բոլոր տատանումներին:

Թվարկված օրինակներից կարելի է նկատել, որ տատանումները շարժումներ են, որոնք կատարվում են հերթականորեն՝ հակադիր ուղղություններով: Երբ ջրամբարում ջրի մակարդակը մերթ բարձրանում է, մերթ՝ իջնում, ապա կարող ենք ասել, որ ջրի մակարդակը տատանվում է: Օվկիանոսում մակընթացությունների և տեղատվությունների հերթագայությունը տատանում է այն պատճառով, որ այդ ժամանակ ջուրը, հաջորդաբար, մերթ ներխուժում է ցամաք, մերթ՝ նահանջում ցամաքից:

Հետևելով տատանումներին՝ կարող ենք պարզել բնորոշ մեկ հատկություն և՛ *կրկնելիությունը*: Շատ տատանումներ, ինչպես, օրինակ, զարկերակի կանոնավոր խփոցները, ավտոմեքենայի շարժիչի մխոցի ռիթմիկ շարժումները, որոշակի՝ հավասար ժամանակներից հետո նույնությամբ կրկնվում են: Այդպիսի տատանումներն անվանում են պարբերական: **Այն ամենափոքր ժամանակամիջոցը, որից հետո տատանումները կրկնվում են, կոչվում է տատանում-**

Ներքին պարբերություն: Տատանումների պարբերությունը, փաստորեն, մեկ լրիվ տատանման տևողությունն է, ուստի արտահայտվում է ժամանակի միավորներով՝ վայրկյանով (վ), րոպեով (ր) և այլն:

Տատանվող մարմնի առավելագույն շեղումը հավասարակշռության դիրքից կոչվում է տատանումների լայնույթ: Տատանումների լայնույթն արտահայտվում է երկարության միավորներով՝ մետրով (մ), սանտիմետրով (սմ) և այլն:

Տատանողական շարժումը բնութագրում են նաև *տատանումների հաճախությամբ*: Տատանումների հաճախություն է կոչվում 1 վ-ում կատարվող տատանումների թիվը: Հաճախությունն արտահայտվում է հերցով (Հց)՝ ի պատիվ գերմանացի ֆիզիկոս Հայնրիխ Հերցի (1857-1894): Եթե տատանումների հաճախությունը հավասար է 1 Հց-ի, ապա ամեն մի վայրկյանում տատանվող մարմինը կատարում է մեկ տատանում՝ $1 \text{ Հց } 1 \text{ վ}^{-1}$: Օրինակ, եթե 1 րոպեում զարկերակի խփոցների թիվը 75 է, նշանակում է, որ 1 վայրկյանում այն հավասար է՝ $75:60=1.25$: Հետևաբար, սրտի զարկերի հաճախությունը 1,25 Հց է, իսկ պարբերությունը՝ $60 \text{ վ}:75=0,8 \text{ վ}$:

Գործնականում օգտագործվում են նաև կիլոհերց (կՀց), մեգահերց (ՄՀց) և գիգահերց (ԳՀց) միավորները՝ $1 \text{ կՀց}=10^3 \text{ Հց}$, $1 \text{ ՄՀց}=10^6 \text{ Հց}$, $1 \text{ ԳՀց}=10^9 \text{ Հց}$:

Տատանումների պարբերությունը որոշելու համար (այն ընդունված է նշանակել T տառով) չափում են t ժամանակը, որի ընթացքում կատարվել է մի քանի տատանում, և այն բաժանում կատարված տատանումների N թվի վրա՝

$$T = \frac{t}{N} \quad (1.1)$$

Տատանումների հաճախությունը որոշելու համար (այն ընդունված է նշանակել ω (նյու) տառով), հակառակը՝ ժամանակում կատարված տատանումների N թիվը բաժանում են t -ի վրա՝

$$\omega = \frac{N}{t} \quad (1.2)$$

Համեմատելով (1.1) և (1.2) բանաձևերը՝ կարելի է տեսնել, որ տատանումների պարբերությունը և հաճախությունը հակադարձ մեծություններ են՝

$$T = \frac{1}{\omega}, \quad \omega = \frac{1}{T}: \quad (1.3)$$

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Մեխանիկական տատանումների h° օրինակներ գիտեք:
2. h° նշն է բնորոշը բոլոր տատանողական շարժումների համար:
3. Ո՞ր տատանումներն են անվանում պարբերական:
4. Ո՞ր ֆիզիկական մեծությունն է կոչվում տատանումների պարբերություն:
5. h° նշ միավորներով է արտահայտվում տատանումների պարբերությունը:
6. h° նշ է տատանումների լայնույթը: h° նշ միավորներով է այն արտահայտվում:
7. h° նշն է կոչվում տատանումների հաճախություն: Որո՞նք են հաճախության միավորները:
8. Ո՞ր հաճախությունն է կոչվում 1Շց:
9. Զանի՞ Շց է 1կՇց-ը, 1ՄՇց-ը, 1ԳՇց-ը:
10. Ինչպե՞ս են գործնականում որոշում տատանումների պարբերությունը և հաճախությունը:

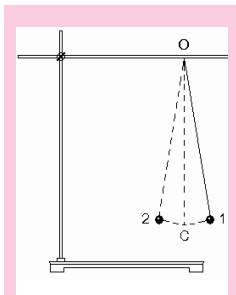
ՄԱՐՈՂ ԵՎ ՉՄԱՐՈՂ ՏՍՏԱՆՈՒՄՆԵՐ: ԱՉԱՏ ԵՎ ՀԱՐԿԱԴՐԱԿԱՆ ՏՍՏԱՆՈՒՄՆԵՐ

§23

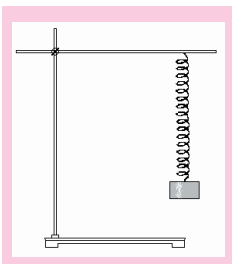
Դիտարկենք նկ.34-ում պատկերված թելավոր ճոճանակի տատանումները: Այն բարակ թելի ծայրից կախված ծանր, օրինակ՝ կապարե գնդիկ է: Թելի մյուս՝ Օ ծայրն ամրացված է ամրակալանին: Եթե գնդիկը շեղենք հավասարակշռության C դիրքից, ասենք, դեպի աջ (1 դիրքը) և բաց թողնենք, ապա այն կսկսի տատանվել՝ այդ դիրքից գալով 2 դիրքը և հակառակը:

Հետևելով գնդիկի տատանողական շարժմանը՝ կարող ենք նկատել, որ տատանումների լայնույթը հետզհետե փոքրանում է և, վերջ ի վերջո, ճոճանակը կանգ է առնում: Պատճառն օդի առկայությունն է: Տատանումների ժամանակ օդն ազդում է գնդիկի վրա: Օդի ազդեցությամբ պայմանավորված ուժը կոչվում է *դիմադրության ուժ*: Այն միշտ ուղղված է գնդիկի շարժման արագությանը հակառակ, հետևաբար՝ խոչընդոտում է վերջինիս շարժումը: Կախման Օ կետում թելի և ամրակալանի շփման ուժը նույնպես խոչընդոտում է ճոճանակի տատանողական շարժումը:

Այսպիսով, ճոճանակի տատանումների մարման պատճառն օդի ազդեցությունն է տատանվող գնդիկի վրա և շփման առկայությունը: Եթե փոքրացնենք օդի ազդեցությունը, փորձը կրկնելով օրինակ՝ օդահան պոմպի զանգի տակ, ապա կտեսնենք, որ ճոճանակն ավելի երկար ժամանակ է



Նկ. 34.
Թելավոր ճոճանակ



Նկ. 35.
*Չսպանակավոր
ճոճանակ*

տատանվում: Բնական է ենթադրել, որ օդի և շփման բացակայության դեպքում ճոճանակը կտատանվեր որքան ասես երկար ժամանակ, այսինքն՝ ճոճանակի տատանումները կլինեին *չմարող*:

Երբ խոսում ենք ճոճանակի մասին, հաճախ մոռանում ենք, որ այն չի կարող տատանվել, եթե չլինի երկրագունդը: Նշանակում է, ճոճանակ ասելով պետք է հասկանալ ոչ միայն թելը և նրանից կախված գնդիկը, այլ նաև՝ Երկիրը: Այլ կերպ ասած ճոճանակը *տատանողական համակարգ է*: Եթե թելը շատ թեթև է գնդիկից և, բացի այդ, շատ ավելի երկար է, քան գնդիկի տրամագիծն է, ապա այդպիսի ճոճանակն անվանում են *մաթեմատիկական*:

Տատանողական համակարգի օրինակ է նաև *զսպանակավոր ճոճանակը* (նկ. 35): Այն իրենից ներկայացնում է զսպանակ, որի մի ծայրն ամրացված է անշարժ (օրինակ՝ ամրակալանին), իսկ մյուս՝ ազատ ծայրից կախված է բեռ: Եթե հավասարակշռության մեջ գտնվող բեռը շեղենք, օրինակ, ներքև, ապա զսպանակը կծզվի: Երբ բեռը բաց թողնենք, այն կսկսի տատանվել ուղղահիգ ուղղությամբ՝ ամենաստորին դիրքից բարձրանալով ամենավերին դիրքը և հակառակը: Բեռի տատանումները նույնպես որոշ ժամանակ անց կդադարեն նրա վրա օդի կողմից ազդող դիմադրության ուժի շնորհիվ:

Այսպիսով, հավասարակշռության վիճակից դուրս բերված գնդիկը, ինչպես և բեռը, տատանվում են «ինքնուրույն», այն է՝ շեղման հետևանքով առաջացող ներքին ուժերի ազդեցությամբ, երբ արտաքին ուժերը բացակայում են: Այդպիսի տատանումներն անվանում են ազատ:

Ազատ տատանումները միշտ մարող են: Երկարատև ազատ տատանումներ առաջ բերելու համար անհրաժեշտ է դիմադրության և շփման ուժերի ազդեցությունը հնարավորինս փոքրացնել: Իսկ որպեսզի համակարգը կատարի չմարող տատանումներ, անհրաժեշտ է, որ նրա վրա չազդեն դիմադրության ուժերը: Դիմադրության ուժերի բացակայությունն էլ հենց այն պայմանն է, որի դեպքում համակարգի տատանումները դառնում են չմարող:

Տատանողական համակարգում ներքին ուժերի ազդեցությամբ ծագող չմարող տատանումները, երբ արտաքին ուժերը բացակայում են, կոչվում են *սեփական տատանումներ*, իսկ այդ տատանումների հաճախությունը՝ *սեփա-*

կան հաճախություն:

Չմարող տատանումներ կարող են ծագել նաև այլ պայմանների առկայությամբ:

Դրա համար անհրաժեշտ է, որ տատանողական համակարգի վրա ազդեն արտաքին ուժեր, որոնք, ժամանակից կախված, պարբերաբար փոփոխվում են: Այդպիսի ուժերի ազդեցությամբ տատանումներն անվանում են *հարկադրական*:

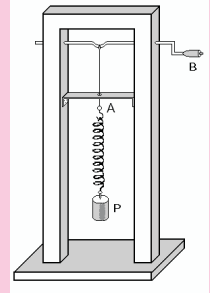
Կարի մեքենայի ասեղի վեր ու վար շարժումները, անհարթ ճանապարհով շարժվող ավտոմեքենայի ցնցումները, ճլորթու ճոճվելը, երբ պարբերաբար այն հրում են՝ հարկադրական տատանումների օրինակներ են:

Հարկադրական տատանումների ուսումնասիրման համար կարելի է օգտվել նկ.36-ում պատկերված սարքից: Շուռովիկին ամրացված թելի ազատ A ծայրից կախված է զսպանակավոր ճոճանակը: Երբ B բռնակը հավասարաչափ պտտում են, ձգված թելի A ծայրը պարբերաբար վեր ու վար է անում՝ ստիպելով զսպանակին պարբերաբար ձգվել-սեղմվել: Դրա հետևանքով բեռի վրա ազդող զսպանակի առաձգականության ուժը պարբերաբար փոփոխվում է: Առաձգականության ուժի փոփոխման հաճախությունը հավասար է բռնակի պտտման հաճախությունը: Առաձգականության ուժի ազդեցությամբ էլ բեռը կատարում է հարկադրական տատանումներ այդ նույն հաճախությամբ:

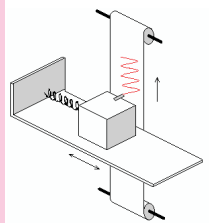
Տատանվելիս մարմնի դիրքն անընդհատ փոփոխվում է: Հավասարակշռության դիրքից տատանվող մարմնի շեղման կախումը ժամանակից պատկերող գրաֆիկը կոչվում է *տատանագիր*: Չսպանակավոր ճոճանակի տատանագիրը, օրինակ, կարելի է կառուցել նկ.37-ում ցույց տրված սարքի օգնությամբ:

Մարմնին ամրացվում է մատիտ, որի ծայրը հպվում է թղթին: Թուղթը շարժվում է հավասարաչափ՝ ուղղահայաց այն ուղղին, որի երկայնքով կատարվում են մարմնի տատանումները: Եթե զսպանակին ամրացված մարմնի շեղումը հավասարակշռության դիրքից նշանակենք x -ով, ապա $x(t)$ կախման գրաֆիկը, երբ ժամանակի սկզբնապահին շեղումը հավասար է գրոյի, կունենա նկ.38-ում պատկերված կորի տեսքը:

Տատանագրի միջոցով կարելի է չափել տատանումների լայնույթը: Բացի այդ, տատանագիրը հնարավորություն



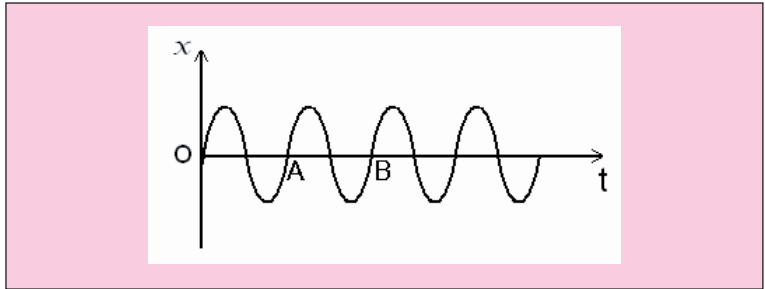
Նկ. 36.
Հարկադրական տատանումների ուսումնասիրման սարք



Նկ. 37.
Չսպանակավոր ճոճանակի տատանումները գրանցող սարք

Նկ. 38.

Չսպանակավոր ճոճանակի շեղման կախումը ժամանակից պատկերող գրաֆիկը՝ տատանագիրը



Է տալիս որոշելու տատանումների պարբերությունը: Իրոք, նկ.40-ից երևում է, որ որոշ հատվածներից (օրինակ՝ AO և AB այլև) հետո տատանագրի տեսքը նույնությամբ կրկնվում է: Եվ եթե թուղթը շարժվում է հավասարաչափ, ապա այդ հարվածներն իրար հավասար են: Չափելով դրանց երկարությունը և այն բաժանելով թղթի շարժման արագության վրա՝ կստանանք տատանումների պարբերությունը: Տատանագրի վրա A, B և այլն կետերի փոխարեն, սովորաբար, գրում են պարբերությունները՝ $T, 2T$ և այլն:

Հարցեր և առաջադրանքներ

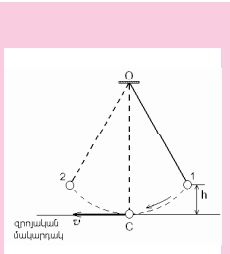
1. Որո՞նք են տատանումների մարման պատճառները:
2. Ի՞նչ պայմաններում ճոճանակի տատանումները կլինեն չմարող:
3. Ինչո՞ւ են ճոճանակն անվանում տատանողական համակարգ:
4. Ի՞նչ է մաթեմատիկական ճոճանակը:
5. Ի՞նչ է զսպանակավոր ճոճանակը:
6. Ո՞ր տատանումներն են անվանում ազատ: Բերե՛ք օրինակներ:
7. Ո՞ր տատանումներն են կոչվում սեփական:
8. Ո՞ր տատանումներն են կոչվում հարկադրական: Բերե՛լ օրինակներ:
9. Նկարագրե՛ք այն փորձասարքի աշխատանքը, որի միջոցով կարելի է ստանալ հարկադրական տատանումներ:
10. Նկարագրե՛ք պարզագույն տատանագրիչի կառուցվածքը:

§24

**ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՓՈԽԱԿԵՐՊՈՒՄՆԵՐԸ
ՏԱՏԱՆՈՂԱԿԱՆ ՇԱՐՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ**

Քննարկենք նկ.36-ում պատկերված թելավոր ճոճանակի տատանումները, ենթադրելով, որ դիմադրության և շփման ուժերը բացակայում են: Այդ դեպքում, ինչպես գիտենք, ճոճանակի ազատ տատանումները կլինեն չմարող: Բացի այդ, ճոճանակի ցանկապատ դիրքում գնդիկի լրիվ մեխանի-

կական էներգիան՝ նրա պոտենցիալ և կինետիկ էներգիաների գումարը, պետք է պահպանվի: Հայտնի է, որ գնդիկի պոտենցիալ էներգիան ուղիղ համեմատական է նրա բարձրությանը: Վերջինս կհաշվենք հավասարակշռության C դիրքով անցնող երևակայական հորիզոնական հարթությունից (նկ. 39): Այն կանվանենք *գրոյական մակարդակ* (գնդիկի պոտենցիալ էներգիան այդ մակարդակում հավասար է գրոյի): Գնդիկի կինետիկ էներգիան էլ ուղիղ համեմատական է նրա արագության քառակուսուն:



Նկ. 39. Ճոճանակի լրիվ մեխանիկական էներգիան պահպանվում է, քանի որ 1 2 դիրքերի բարձրությունները միևնույնն են

Դիպուք՝ գնդիկը բերել ենք 1 սկզբնական դիրք, և բայ ենք թողել: Դեպի C դիրք շարժվելիս նրա բարձրությունը փոքրանում է, իսկ շարժման արագությունը՝ մեծանում: Համապատասխանաբար, գնդիկի պոտենցիալ էներգիան նվազում է, իսկ կինետիկը՝ աճում: C դիրքում պոտենցիալ էներգիան հավասարվում է գրոյի, իսկ կինետիկը՝ հասնում իր առավելագույն արժեքին. χ° որ C դիրքում գնդիկի v արագությունն ամենամեծն է: Մեխանիկական էներգիայի պահպանման օրենքից հետևում է, որ կինետիկ էներգիայի այդ առավելագույն արժեքը հավասար է 1 դիրքում պոտենցիալ էներգիային (1 դիրքում էլ գնդիկի h բարձրությունն է ամենամեծը):

Այն պահից հետո, երբ գնդիկն իներյիայով անցնում է C դիրքով, նրա պոտենցիալ էներգիան սկսում է աճել, իսկ կինետիկը՝ նվազել: 2 դիրքում գնդիկի պոտենցիալ էներգիան հավասարվում է իր առավելագույն արժեքին, իսկ կինետիկը՝ գրոյի: Այնուհետև, 2 դիրքից 1 դիրք շարժվելիս, ամեն ինչ նույնությամբ կրկնվում է:

Այսպիսով, ճոճանակի տատանումների ընթացքում գնդիկի պոտենցիալ էներգիան պարբերաբար փոխակերպվում է կինետիկ էներգիայի, իսկ կինետիկը՝ պոտենցիալի: Թեև այդ էներգիաներից յուրաքանչյուրն առանձին վերցրած փոփոխվում է, բայց դրանց գումարը, որը գնդիկի լրիվ մեխանիկական էներգիան է, մնում է անփոփոխ:

Այս ամենն այժմ արտահայտենք մաթեմատիկորեն :

Գնդիկի պոտենցիալ և կինետիկ էներգիաները, տրվում են

$$E_{պ} = mgh \text{ և } E_{կ} = \frac{mv^2}{2} \quad (3.1)$$

բանաձևերով, որտեղ m -ը գնդիկի զանգվածն է, h -ը՝ նրա բարձրությունը գրոյական մակարդակից, v -ն՝ արագությունը, g -ն՝ ազատ անկման արագացումը: Շարժման ընթաց-

քում, ժամանակի յուրաքանչյուր պահի գնդիկի լրիվ մեխանիկական էներգիան մնում է հաստատուն և հավասար՝

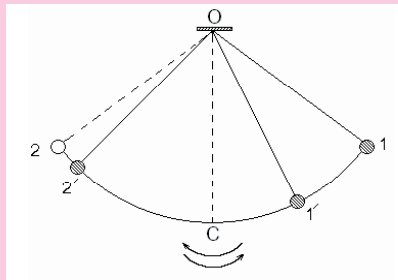
$$E = E_{\text{պ}} + E_{\text{կ}} = mgh + \frac{mv^2}{2} \quad (3.2)$$

մեծությունը, այսինքն՝ ճոճանակի լրիվ մեխանիկական էներգիան պահպանվում է, եթե ճոճանակի վրա ազդող դիմադրության և շփման ուժերը բացակայում են :

Իրականում համակարգի վրա դիմադրության ուժեր այնուամենայնիվ միշտ ազդում են, ուստի (3.2) հավասարությանը արտահայտվող լրիվ մեխանիկական էներգիայի պահպանման օրենքը խախտվում է: Սկզբնական 1 դիրքում գնդիկի պոտենցիալ էներգիան, օրինակ, մասամբ կփոխակերպվի կինետիկի: Պոտենցիալ էներգիայի մնացած մասը, պայմանավորված դիմադրության ուժերի առկայությամբ, փոխակերպվում է ոչ մեխանիկական էներգիայի: Հետևաբար, հավասարակշռության դիրքով անցնելու պահին գնդիկի կինետիկ էներգիան արդեն փոքր կլինի 1 դիրքում նրա պոտենցիալ էներգիայի: Այդ պատճառով C դիրքով անցնելուց հետո գնդիկը չի հասնի 2 դիրքին, որի բարձրությունը հավասար է 1 դիրքի բարձրությանը: Գնդիկը հաջորդ «կանգառը» կանի 2' դիրքում, որտեղ նրա պոտենցիալ էներգիան փոքր է C դիրքում կինետիկ էներգիայի, քանի որ C-ից 2' շարժվելու ընթացքում կինետիկ էներգիան ևս մասամբ փոխակերպվել է ոչ մեխանիկական էներգիայի: 2' դիրքից 1' դիրքը վերադառնալիս տեղի են ունենում նույնպիսի փոխակերպումներ (նկ.40): 1-ից C և ապա C-ից 2' դիրքն անցնելիս էներգիայի փոխակերպումները մաթեմատիկորեն կարտահայտվեն հետևյալ կերպ՝

$$E_{\text{պ}1} = E_{\text{կ}C} + Q_1 = E_{\text{պ}2} + Q_2 + Q_1: \quad (3.3)$$

Նկ. 40.
Ճոճանակի տատանումները դիմադրության և շփման առկայությամբ



(3.3) բանաձևում՝ $E_{\text{պ1}}$ -ը և $E_{\text{պ2}}$ -ը համապատասխանաբար 1 և 2՝ դիրքերում գնդիկի պոտենցիալ էներգիաներն են, $E_{\text{կC}}$ -ն C դիրքում գնդիկի կինետիկ էներգիան է, Q_1 -ը՝ գնդիկի կորցրած մեխանիկական էներգիան, երբ գնդիկը 1 «կանգառից» գալիս է C դիրքը, Q_2 -ը՝ կորցրած կինետիկ էներգիան է, երբ գնդիկը C դիրքից շարժվում է 2՝ «կանգառը»: Մեխանիկական էներգիայի կորուստների հետևանքով գնդիկն, ի վերջո, կանգ է առնում հավասարակշռության C դիրքում:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ինչի՞ է հավասար սեփական տատանումներ կատարող ձոճանակի լրիվ մեխանիկական էներգիան:
2. Էներգիայի ի՞նչ փոխակերպումներ են տեղի ունենում ձոճանակի սեփական տատանումների ժամանակ:
3. Սեփական տատանումներ կատարող ձոճանակի ա) n -ր դիրքերում է պոտենցիալ էներգիան ամենամեծը, և n -ր դիրքերում՝ ամենափոքրը, բ) n -ր դիրքերում է կինետիկ էներգիան ամենամեծը, և n -ր դիրքերում՝ ամենափոքրը:
4. Նկարագրել էներգիայի փոխակերպումները, երբ ձոճանակի տատանումները մարող են:
5. Ի՞նչ տվյալներ են անհրաժեշտ մաթեմատիկական ձոճանակի առավելագույն արագությունը հաշվարկելու համար: Ստաժեք, թե ինչ եղանակով կարելի է հաշվարկել այդ արագությունը:

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ԵՎ ԶՄՊԱՆԱԿԱՎՈՐ ԶՈՃԱՆԱԿՆԵՐԻ: ՍԵՓԱԿԱՆ ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐԻ ՊԱՐԲԵՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

§ 25

Ուսումնասիրելով թելավոր և զսպանակավոր ձոճանակների տատանումները, մենք տեսանք, որ ձոճանակին կամ զսպանակին տրված մեխանիկական էներգիան տատանումների ընթացքում հետզհետե նվազում է և, ի վերջո, լրիվ սպառվում՝ տատանումները մարում են:

Զմարող տատանումներ հնարավոր են այնպիսի պայմաններում, երբ բացակայում է ինչպես շփումը, այնպես էլ՝ օդի դիմադրությունը: Այդ դեպքում համակարգը (թելավոր, մասնավորապես՝ մաթեմատիկական ձոճանակը, զսպանակավոր ձոճանակը և այլն) կատարում է անփոփոխ լայնույթով տատանումներ:

Պարզենք, թե ինչից և ինչպես է կախված, օրինակ՝ մաթեմատիկական ձոճանակի սեփական տատանումների պար-

Քրիստիան Հյույգենս
(1629-1685)

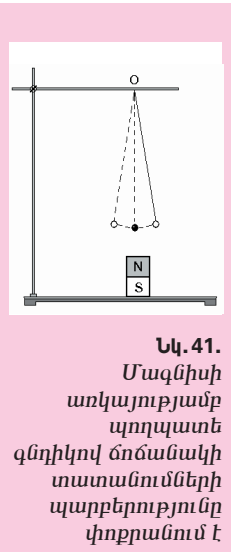
բերությունը: Դրա համար կապարե կամ պողպատե ծանր գնդիկը կախենք երկար, թեթև թելից: Կունենանք ճոճանակ, որն իր հատկություններով շատ մոտ է մաթեմատիկականին: Այնուհետև այդ ճոճանակը հավասարակշռության դիրքից շեղելով փոքր հեռավորությամբ՝ բաց թողնենք և չափենք տատանումների պարբերությունը: Որոշ ժամանակ անց, երբ ճոճանակի տատանումների լայնույթը նկատելիորեն փոքրանում է, կրկին չափենք տատանումների պարբերությունը: Կտեսնենք, որ այն չի փոխվել: Այստեղից կարող ենք եզրակացնել, որ փոքր լայնույթով տատանումների դեպքում մաթեմատիկական ճոճանակի տատանումների պարբերությունը կախված չէ լայնությանից:

Չփոխելով ճոճանակի երկարությունը՝ կապարե գնդիկը փոխարինենք նույն տրամագծով պլաստմասսայե գնդիկով, որի զանգվածը զգալիորեն փոքր է կապարե գնդիկի զանգվածից, սակայն շատ մեծ է թելի զանգվածից: Փորձը կրկնելով, տեսնում ենք, որ տատանումների պարբերությունը մնացել է այնպիսին, ինչպիսին կապարե գնդիկի դեպքում էր: Հետևաբար, կարող ենք ասել, որ մաթեմատիկական ճոճանակի տատանումների պարբերությունը կախված չէ ճոճանակի գնդիկի զանգվածից:

Փոփոխելով ճոճանակի թելի երկարությունը հեշտ է նկատել, որ ինչքան կարճ է թելը, այնքան փոքր է տատանումների պարբերությունը, և հակառակը, ինչքան երկար է ճոճանակի թելը, այնքան մեծ է տատանումների պարբերությունը: Այսինքն՝ մաթեմատիկական ճոճանակի տատանումների պարբերությունը կախված է ճոճանակի թելի երկարությունից:

Պողպատե գնդիկով ճոճանակի տակ դնելով մագնիս (նկ.41)՝ տեսնում ենք, որ տատանումների պարբերությունը փոքրանում է: Բայց մագնիսի ազդեցությունը ճոճանակի վրա հավասարազոր է այն բանին, որ ուժեղացել է, կարծես, Երկրի ձգողությունը: Իսկ դա նշանակում է, որ մեծացել է ազատ անկման g արագացումը: Չէ՞ որ g -ն միևնույն ժամանակ թվապես հավասար է այն ձգողության ուժին, որով Երկիրն ազդում է միավոր զանգվածով մարմնի վրա: Ուստի կարելի է ենթադրել, որ ճոճանակի տատանումների պարբերությունը կախված է ազատ անկման արագացումից:

Մաթեմատիկական ճոճանակի տատանումների պարբերության հաշվարկով առաջին անգամ զբաղվել է Գալիլեո



Նկ. 41.
Մագնիսի առկայությամբ պողպատե գնդիկով ճոճանակի տատանումների պարբերությունը փոքրանում է:

Գալիլեյը, սակայն պարբերության բանաձևը ճշգրիտ ձևով արտածել է հոլանդացի նշանավոր գիտնական Քրիստիան Հյույգենսը:

Մաթեմատիկական ճոճանակի տատանումների պարբերությունը որոշվում է Հյույգենսի բանաձևով՝

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}, \quad (4.1)$$

որտեղ l , g -ը ճոճանակի երկարությունն է, g -ն՝ ազատ անկման արագացումը:

Չսպանակավոր ճոճանակը բնութագրվում է բեռի m զանգվածով և զսպանակի k կոշտությամբ: Հենց այդ ֆիզիկական մեծություններով էլ որոշվում է զսպանակավոր ճոճանակի տատանումների պարբերությունը՝

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}: \quad (4.2)$$

Այսպիսով, ճոճանակի (թելավոր թե զսպանակավոր) սեփական տատանումների պարբերությունը կախված է միայն այդ ճոճանակի հատկություններից: Իսկ փոքր շեղումների դեպքում այդ պարբերությունը կախված չէ տատանումների լայնությունից:

Մաթեմատիկական ճոճանակի միջոցով, օգտվելով (4.1) բանաձևից, մեծ ճշտությամբ կարող ենք որոշել ազատ անկման g արագացումը: Այդպիսի հաշվարկներից պարզվում է, որ երկրագնդի տարբեր աշխարհագրական լայնություններում g -ի արժեքները տարբեր են: Հասարակածում $g = 9,78$ մ/վ², Երևանի աշխարհագրական լայնության վրա, որը 40° է, $g = 9,80$ մ/վ², իսկ բևեռներում՝ $g = 9,83$ մ/վ²: Մեծ ճշտությամբ չպահանջող հաշվարկներ կատարելիս, սովորաբար, օգտվում են ազատ անկման արագացման $g = 9,80$ մ/վ² մոտավոր արժեքից:

Մաթեմատիկական ճոճանակի միջոցով g -ի որոշման մեթոդն այնքան ճշգրիտ է, որ հնարավորություն է տալիս հայտնաբերելու g -ի արժեքների նույնիսկ աննշան տարբերությունները: Այդ տարբերությունները կապված են երկրագնդի արտաքին թաղանթում՝ կեղևում, նյութի անհավասարաչափ բաշխման հետ: Երկրակեղևի նյութի միջին խտությունը հավասար է 2800 մ/վ²-ի: Բայց երկրակեղևի որոշ մասերում ծանր մետաղների (երկաթ, պղինձ, կապար և այլն) առկայության շնորհիվ նյութի խտությունը գերազանցում է միջին արժեքը:

Հետևաբար, ազատ անկման արագացման g արժեքը կլինի ավելի մեծ, քան տվյալ լայնությանը համապատասխանող $g_{\text{միջ}}$ միջին արժեքն է: Որոշելով $Dg = g - g_{\text{միջ}}$ տարբերությունը, որը կոչվում է գրավիտացիոն շեղում, երկրաբանների հաջողվում է հայտնաբերել ինչպես ծանր մետաղների հանքաշերտեր, այնպես էլ թեթև օգտակար հանածոների (նավթ, գազ և այլն) պաշարներ:

Շարժեր և առաջադրանքներ

1. Ինչպե՞ս կարելի է ստանալ չմարող տատանումներ:
2. Ի՞նչ մեծություններից է կախված մաթեմատիկական ճոճանակի տատանումների պարբերությունը, և ի՞նչ մեծություններից այն կախված չէ:
3. Ի՞նչ մեծություններից է կախված զսպանակավոր ճոճանակի տատանումների պարբերությունը:
4. Գրել մաթեմատիկական ճոճանակի սեփական տատանումների պարբերության բանաձևը:
5. Գրել զսպանակավոր ճոճանակի սեփական տատանումների պարբերության բանաձևը:
6. Ինչպե՞ս է որոշվում ազատ անկման արագացումը ճոճանակի միջոցով:
7. Ինչի՞ է հավասար ազատ անկման արագացումը՝ ա) հասարակածում, բ) բևեռներում, գ) Երևանում:
8. Ի՞նչ է գրավիտացիոն շեղումը: Ինչպե՞ս են գրավիտացիոն շեղման միջոցով հայտնաբերում օգտակար հանածոներ:

Շետաբրեիր է իմանալ

1. Գալիլեյի հայտնագործությունը

Տատանումների պարբերականությունն առաջին անգամ հայտնաբերել է իտալացի մեծանուն գիտնական, փորձարարական ֆիզիկայի հիմնադիր Գալիլեո Գալիլեյը 1584 թվականին, երբ Պիզայի համալսարանի ուսանող էր և, պարտադիր դասընթացներին զուգահեռ, ուսումնասիրում էր նաև ֆիզիկա և մաթեմատիկա: Թեև երիտասարդ էր, բայց օժտված էր բնության երևույթները զննողաբար դիտելու բացառիկ հատկությամբ: Պատմում են, որ հայրենի քաղաքի եկեղեցում, պատարագի ժամանակ, ուշադիր հետևելով առաստաղի կախված ջահերի ճոճքին, Գալիլեյը նկատել է, որ ջահերը, չնայած տարբերվում էին իրենց ձևով և չափերով, այդուհանդերձ ճոճվում էին միևնույն ռիթմով (այն շրթաները, որոնցից կախված էին ջահերը, ունեին միևնույն երկարությունը): Մոտավորապես որոշելով մեկ տատանման ժամանակը՝ Գալիլեյը հայտնաբերեց, որ այն, լինելով միևնույնը բոլոր ջահերի համար, կախված չէր նաև այն բանից, թե տատանման ընթացքում որքան էր ջահը շեղվում ուղղաձիգ դիրքից:

Եկեղեցում կատարած դիտարկումներից Գալիլեյը եզրակացրեց, որ ջահի տատանումների պարբերությունը կախված է միայն շրթայի երկարությունից:

Հենց այդ ժամանակ Գալիլեյի գլխում ծնունդ առավ նաև մի հրաշալի միտք. ճոճանակն օգտագործել որպես ժամանակը չափելու միջոց: Սակայն առաջին ճոճանակավոր ժամացույցը պատրաստվեց միայն երեք քառորդ դար անց, 1656 թվականին, հոլանդացի նշանավոր գիտնական Քրիստիան Հյույգենսի (1629-1695) կողմից:

Հետաքրքիրն այն է, որ Գալիլեյի ժամանակներում ճշգրիտ ժամացույցներ դեռևս չկային, և նա տարակուսած էր՝ որտեղի՞ց վերցնել կարճ ժամանակամիջոցներ ցույց տվող սարք՝ չափելու համար ճոճանակի տատանումների պարբերությունը: Եվ Գալիլեյը հնարամտորեն գտավ այդ խնդրի լուծման ելքը, որը, թերևս, գիտնականների շատ սերունդների համար ֆիզիկական մտքի սրության և փայլատակման օրինակ կարող է ծառայել: Նա ճոճանակի տատանումների պարբերությունը կարողացավ չափել՝ որպես ժամանակի չափանմուշ օգտագործելով սեփական սրտի բարախումների տևողությունը:

Հետագայում, սակայն, Հյույգենսը ցույց տվեց, որ Գալիլեյի վերջին եզրակացությունը ճիշտ է, եթե միայն տատանումների լայնույթը շատ փոքր է թելի երկարությունից: Նա նկատեց նաև, որ միևնույն ճոճանակի տատանումների պարբերությունը տարբեր աշխարհագրական վայրերում տարբեր է: Այն կախված է ազատ անկման արագացումից:

2. Գալիլեյի խնդիրը

Հետաքրքիրն այն է, որ թեև (4.1) բանաձևի տեսքը Գալիլեյին հայտնի չէր, այդուհանդերձ նա առաջարկել է (և, ինչպես կարծում են նրա կենսագիրները, նաև լուծել է) հետևյալ խնդիրը. «Բարձր և մութ աշտարակի ներսում կախված լարի վերին ծայրը չի երևում, իսկ ստորին ծայրը հասանելի է: Ինչպե՞ս կարելի է որոշել այդպիսի լարի երկարությունը»: Պարզ է, որ լարի / երկարությունը կարող ենք որոշել, եթե լարի հասանելի ծայրին ամրացնենք որևէ բեռ և ստիպենք, որ այն տատանվի փոքր լայնությամբ: Չափելով տատանումների T պարբերությունը, (4.1) բանաձևի միջոցով կգտնենք լարի որոնելի երկարությունը:

3. Չապանակավոր ճոճանակ

Չապանակավոր ճոճանակի տատանումների պարբերության (4.2) բանաձևն արտածելիս ենթադրվում է, որ զսպանակին ամրացված M բեռի զանգվածը շատ մեծ է զսպանակի m զանգվածից, ուստի վերջինս անտեսվում է: Առանց հաշվարկներ կատարելու հնարավոր է արդյոք բացատրել, թե ինչպես կփոխվի տատանումների պարբերությունը, եթե m -ը հաշվի առնվի:

Պարզվում է, որ այդ: Իրոք, քանի որ (4.2) բանաձևում զսպանակի m զանգվածը շատ փոքր է բեռի M զանգվածից, ապա m -ը կարող ենք համարել որպես «զսպանակ-բեռ» համակարգի զանգված, որը կենտրոնացված է բեռում: Եթե հաշվի առնենք զսպանակի m զանգվածը (այն բաշխված է նրա երկայնքով), ապա խնդիրը, անշուշտ, շատ կբարդանա: Տատանումների T պարբերության որոշման համար (4.2) բանաձևն այլևս պիտանի չի լինի, քանի որ «զսպանակ-բեռ» համակարգի ընդհանուր զանգվածն այլևս կենտրոնացված չէ բեռում: Այդուհանդերձ, հաշվի առնելով, որ համակարգի ընդհանուր զանգվածն ավելի մեծ է, քան բեռի M զանգվածը, (4.2) բանաձևից օգտվելու դեպքում m -ը հարկավոր է փոխարինել ավելի մեծ արժեքով: Նշանակում է՝ տատանումների պարբերությունը պետք է մեծանա:

Խնդիրների լուծման օրինակներ

1. Նույն ժամանակամիջոցում ձոճանակներից մեկը կատարում է 10 տատանում, իսկ մյուսը՝ 20: Ո՞ր ձոճանակն է ավելի երկար և քանի՞ անգամ:

$t_1 = t_2 = t$ | **Լուծում:** Առաջին ճոճանակի տատանումների պարբերությունը հավասար է՝
 $N_1 = 10$ | $T_1 = t/N_1$, իսկ երկրորդինը՝ $T_2 = t/N_2$ Մյուս կողմից, համաձայն մաթեմատիկական ճոճանակի տատանումների պարբերության բանաձևի՝ $T_1 = 2\pi\sqrt{l_1/g}$
 $N_2 = 20$ | , $T_2 = 2\pi\sqrt{l_2/g}$: Հետևաբար, կարող ենք գրել՝ $2\pi\sqrt{l_1/g} = t/N_1$,
 $l_1/l_2 = ?$ | $2\pi\sqrt{l_2/g} = t/N_2$, որտեղից կստանանք՝

$$4\pi^2 \frac{l_1}{g} = \frac{t^2}{N_1^2}, \quad 4\pi^2 \frac{l_2}{g} = \frac{t^2}{N_2^2}:$$

Այս հավասարումներն անդամ առ անդամ իրար վրա բաժանելով՝ կունենանք՝

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{N_2^2}{N_1^2} = \frac{400}{100} = 4:$$

Պատասխան՝ առաջին ճոճանակը երկրորդից երկար է 4 անգամ:

2. Բացատրեք, թե ինչպե՞ս կարելի է զսպանակավոր ձոճանակի միջոցով որոշել երկու մարմիններից մեկի զանգվածը՝ մյուս մարմինը դիտելով որպես չափանմուշ:

Լուծում: Միևնույն զսպանակին հերթով ամրացրեք չափանմուշը և անհայտ զանգվածով մարմինը: Չափեք այդ զսպանակավոր ճոճանակների պարբերությունները՝ օգտվելով (4.2) բանաձևից՝ $T_{\text{չափ}} = 2\pi\sqrt{m_{\text{չափ}}/k}$, $T = 2\pi\sqrt{m/k}$, որտեղ $m_{\text{չափ}}$ -ը չափանմուշի զանգվածն է, իսկ m -ը՝ որոնելի զանգվածը: Գրված առնչություններից ստացվում է՝

$$\frac{m_{\text{չափ}}}{m} = \frac{T^2}{T_{\text{չափ}}^2}, \quad \text{կամ} \quad m = m_{\text{չափ}} \frac{T^2}{T_{\text{չափ}}^2}:$$

3. Մաթեմատիկական ձոճանակի տատանումների պարբերությունը հասարակածում հավասար է 2 վ-ի: Ինչպիսի՞ն կլինի այդ ձոճանակի տատանումների պարբերությունը Շյուսիսային բևեռում:

$T_h = 2$ վ | **Լուծում:** Համաձայն (4.1)-ի՝ մաթեմատիկական ճոճանակի տատանումների պարբերությունները հասարակածում և Հյուսիսային բևեռում կարող ենք որոշել $T_h = 2\pi\sqrt{l/g_h}$ և $T_p = 2\pi\sqrt{l/g_p}$ բանաձևերով, որտեղ g_h -ը և g_p -ը համապատասխանաբար հասարակածում և բևեռներում ազատ անկման արագացումներն են: Այդ բանաձևերից կստանանք՝

$$T_p = T_h \sqrt{\frac{g_h}{g_p}}:$$

Տեղադրելով՝ $T_h = 2$ վ, $g_h = 9,78$ մ/վ², $g_p = 9,83$ մ/վ², կգտնենք՝ $T_p = 1,995$ վ:

Պատասխան՝ 1,995 վ:

4. Սաթեմատիկական ճոճանակը փոքր անկյունով թեքելիս ճոճանակի բեռը բարձրացավ 4,9մ-ով: Ի՞նչ արագությամբ բեռը կանցնի հավասարակշռության դիրքով: Օդի դիմադրությունը հաշվի չառնել:

$h = 4,9$ մ | **Լուծում:** Համաձայն մեխանիկական էներգիայի պահպանման օրենքի՝
 $v = ?$ | ճոճանակի առավելագույն շեղման դիրքում բեռի պոտենցիալ էներգիան հավասար է հավասարակշռության դիրքով անցնելու պահին նրա կինետիկ էներգիային՝ $E_կ = E_պ$: Քանի որ $E_պ = mgh$, $E_կ = mv^2/2$, ապա կունենանք՝ $mgh = mv^2/2$, որտեղից՝ $v = \sqrt{2gh}$, $v = \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ մ/վ}^2 \cdot 0,049 \text{ մ}} = 0,98 \text{ մ/վ}$:

Պատասխան՝ $v = 0,98 \text{ մ/վ}$:

ՌԵԶՈՆԱՆՍԻ ԵՐԵՎՈՒՅԹԸ

§26

Ցանկացած իրական տատանողական համակարգում առկա են դիմադրության ուժեր, ուստի նրանցում կարող են ծագել միայն մարող տատանումներ: Այդ պատճառով գործնականում օգտագործում են ոչ թե ազատ, այլ հարկադրական տատանումները: Դիմադրության ուժերի առկայությամբ հարկադրական տատանումները չմարող են այնքան ժամանակ, քանի դեռ համակարգի վրա ազդում է պարբերաբար փոփոխվող արտաքին ուժ: Այդ ուժն անվանում են *հարկադրող ուժ*: §2-ում, հարկադրական տատանումների ուսումնասիրության համար օգտագործվող սարքի (նկ.36) աշխատանքը քննարկելիս, տեսանք, որ հարկադրական տատանումներ ծագում են այն բանի հետևանքով, որ B բռնակը պտտելիս զսպանակը ենթարկվում է լրացուցիչ ձգման սեղմման դեֆորմացիայի: Այդ դեֆորմացիայի հետևանքով առաջ է գալիս բեռի վրա զսպանակի կողմից ազդող լրացուցիչ ուժ, որը ժամանակից կախված պարբերաբար փոփոխվում է: Այդ ուժն էլ հենց հարկադրող ուժն է, որի տատանումների հաճախությամբ էլ տատանվում է բեռը: Այսպիսով, *բեռի հարկադրական տատանումների հաճախությունը կախված չէ տատանողական համակարգի հատկություններից*:

Հարկադրական տատանումների մյուս առանձնահատկությունն այն է, որ տատանումների լայնույթը կախված է հարկադրող ուժի փոփոխման հաճախությունից: Դրանում կարելի է համոզվել նկ.36-ում պատկերված սարքի օգնությամբ:

Սկզբում B բռնակը պտտենք դանդաղ: Կնկատենք, որ բեռը զսպանակի հետ միասին վերև-ներքև է տեղաշարժվում

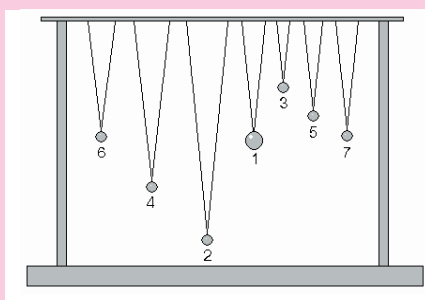
այնպես, ինչպես A կետը: Իսկ դա նշանակում է, որ բեռի և A կետի տատանումների լայնույթները նույնն են: Բռնակի պտտման հաճախության մեծացմանը զուգընթաց P բեռի տատանումների լայնույթը մեծանում է: Երբ բռնակի պտտման n հաճախությունը հավասարվում է զսպանակավոր ճոճանակի սեփական տատանումների O_0 հաճախությանը $n = O_0$, բեռի տատանումների լայնույթը հասնում է իր առավելագույն արժեքին: Բռնակի պտտման հաճախության հետագա մեծացման հետ հարկադրական տատանումների լայնույթը նորից փոքրանում է: Իսկ բռնակը շատ արագ պտտելիս բեռը մնում է գրեթե անշարժ:

Հարկադրական տատանումների լայնույթի շեշտակի աճը, երբ հարկադրող ուժի տատանումների հաճախությունը համընկնում է տատանողական համակարգի սեփական հաճախությանը, կոչվում է ռեզոնանս:

Ռեզոնանսի երևույթը կարելի է ցուցադրել նկ.42-ում պատկերված հարմարանքի միջոցով:

Հորիզոնական բարակ, ճկուն ձողից կախված են ծանր գնդիկով 1 ճոճանակը և մի քանի թեթև ճոճանակներ, որոնք ունեն տարբեր երկարություններ: 1 գնդիկը շեղենք հավասարակշռության դիրքից՝ ձողին ուղղահայաց ուղղությամբ, և բաց թողնենք: Այն կսկսի ճոճվել՝ առաջ քերելով ձողի պարբերական ճկումներ: Դրա հետևանքով թեթև ճոճանակներից ամեն մեկի վրա կսկսի ազդել պարբերաբար փոփոխվող առաձգականության ուժ, որի փոփոխման հաճախությունը հավասար է 1 ճոճանակի տատանումների հաճախությանը: Այդ ուժի ազդեցությամբ թեթև ճոճանակները կկատարեն հարկադրական տատանումներ: Մենք կտեսնենք, որ 2 և 3 ճոճանակները տատանվում են փոքր լայնույթներով՝ թրթռում են: 4 և 5 ճոճանակները, որոնց երկարությունները քիչ

Նկ. 42.
Ռեզոնանսի
երևույթը ցուցադրող
հարմարանք

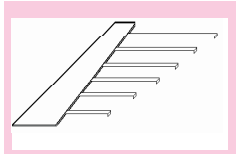


են տարբերվում 1 ճոճանակի երկարությունից, տատանվում են ավելի մեծ լայնությամբ: Վերջապես, 6 և 7 ճոճանակները, որոնք ունեն նույն երկարությունը, ինչ 1 ճոճանակը, տատանվում են շատ ավելի մեծ լայնությով: Սա էլ հենց ռեզոնանսի երևույթն է:

Գարձյալ օգտվենք նկ.36-ում պատկերված հարմարանքից: Ռեզոնանսի ժամանակ թե՛ *A* կեռիկը, թե՛ *P* բեռը տատանվում են նույն հաճախությամբ և ունեն նույն կողմն ուղղված արագություններ: Նշանակում է, հարկադրող ուժի և բեռի տեղաշարժման ուղղությունները համընկնում են: Ուստի ռեզոնանսի ժամանակ հարկադրող ուժի աշխատանքը դրական է, և այն մեծացնում է տատանվող բեռի էներգիան: Հետևաբար՝ հարկադրական տատանումների լայնություն աճում է: Այդ աճը շարունակվում է այնքան ժամանակ, մինչև շփման և դիմադրության ուժերի աշխատանքը բացարձակ արժեքով դառնա հավասար հարկադրող ուժի աշխատանքին: Այլ կերպ ասած, հարկադրող ուժի աշխատանքի հաշվին լրացվում են էներգիայի այն կորուստները, որոնք ծախսվել են շփումը և դիմադրությունը հաղթահարելու վրա: Դրա հետևանքով ռեզոնանսի ժամանակ տատանվող համակարգի լրիվ մեխանիկական էներգիան մնում է հաստատուն:

Ռեզոնանսի երևույթը լայնորեն կիրառվում է տեխնիկայում: Այսպես, հաճախ անհրաժեշտ է իմանալ տարբեր օբյեկտների (մեքենաներ, զանազան կառույատարրեր, մանրակերտներ և այլն) սեփական հաճախությունները: Այդ նպատակով կիրառվող թրթռիչի ազդեցությամբ հետազոտվող օբյեկտը կատարում է հարկադրական տատանումներ: Այնուհետև աստիճանաբար փոփոխում են թրթռիչի տատանումների հաճախությունը: Երբ վերջինս հավասարվում է օբյեկտի սեփական հաճախությանը, նրա տատանումների լայնությամբ կտրուկ աճում է: Այս ձևով որոշում են հետազոտվող օբյեկտի սեփական հաճախությունը :

Ռեզոնանսի երևույթի վրա է հիմնված *լեզվակային հաճախաչափի* (նկ.43) գործողության սկզբունքը: Այն տարբեր երկարության առաձգական թիթեղիկների հավաքածու է, որոնց սեփական տատանումների հաճախությունները հայտնի են: Հետազոտվող տատանողական համակարգը հպում են հաճախաչափին: Այն թիթեղիկը, որի սեփական հաճախությունը համընկնում է հետազոտվող տատանողական համակարգի սեփական հաճախության հետ, ռեզոնան-



Նկ. 43.
Լեզվակային հաճախաչափ

սի հետևանքով կսկսի տատանվել առավել մեծ լայնությամբ: Իմանալով, թե դա որ թիթեղիկն է, մենք կարող ենք, այսպիսով, որոշել համակարգի տատանումների հաճախությունը:

Բնակելի շենքերը և արդյունաբերական շինությունները, երկաթուղիները, ավտոմեքենաները, օդային և ծովային փոխադրամիջոցները, թունելները և կամուրջները տատանողական համակարգերի օրինակներ են: Որոշակի պայմաններում տատանումների լայնությամբ այդ համակարգերում կարող է մեծանալ այնքան, որ շինությունը փլուզվի, իսկ սարքավորումները՝ դուրս գան շարքից:

Ռեզոնանսային երևույթների ակնաստես ենք լինում մասն աճն քայլափոխի: Օրինակ՝ փողոցով բեռնատար մեքենա անցնելիս երբեմն զնգզնգում են մոտակա տների պատուհանների ապակիները: Նշանակում է՝ մեքենայի ցնցումների և ապակիների սեփական տատանումների հաճախությունները, պարզապես, համընկել են:

Շարժեր և առաջադրանքներ

1. Ինչու՞ են հարկադրական տատանումները չմարող:
2. Ինչի՞ց է կախված հարկադրական տատանումների լայնությամբ:
3. Ի՞նչ է ռեզոնանսը:
4. Նկարագրել փորձ, որում կարելի է դիտել ռեզոնանսի երևույթը:
5. Ինչու՞ է առաջանում ռեզոնանս:
6. Բերել ռեզոնանսի կիրառության օրինակներ:
7. Բերել օրինակներ, որոնցում ռեզոնանսը խաղում է վնասակար դեր:

Խնդիրների լուծման օրինակներ

Չսպանակավոր ճոճանակի բեռի զանգվածը 1 կգ է: Չսպանակի ծայրին ազդում է 16Նց հաճախությամբ փոփոխվող ուժ: Կդիտվի՞ արդյոք ռեզոնանս, թե՞ ոչ: Չսպանակի կոշտությունը 400 Ն/մ է:

$$m = 1 \text{ կգ}$$

$$\omega = 16 \text{ Հց}$$

$$k = 400 \text{ Ն/մ}$$

$$\text{Ռեզոնանս} = ?$$

Լուծում: Որպեսզի ռեզոնանս դիտվի անհրաժեշտ է, որ հարկադրող ուժի ω հաճախությունը համընկնի ճոճանակի սեփական հաճախությանը: Համաձայն (4.2) բանաձևի, զսպանակավոր ճոճանակի սեփական հաճախությունը՝

$$\omega_0 = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \sqrt{\frac{400 \text{ Ն/մ}}{1 \text{ կգ}}} \approx 3 \text{ Հց:}$$

Քանի որ հարկադրող ուժի հաճախությունը զգալիորեն մեծ է ճոճանակի սեփական հաճախությունից, ապա ռեզոնանս չի դիտվի:

Պատասխան՝ Ռեզոնանս չի դիտվի:

Շեռաքրքիր է իմանալ

1750 թվականին Ֆրանսիայի Անժեր քաղաքի մոտ գտնվող 102 մ երկարությամբ կամրջով անցնելիս ջոկատի զինվորների քայլերի հաճախությունը համընկել է կամրջի սեփական հաճախության հետ: Դրանից կամրջի հարկադրական տատանումների լայնությունն այնքան է մեծացել, որ կամուրջը պահող շոթաները չեն դիմացել և կտրվել են: Կամուրջը փլուզվել և ընկել է գետը:

Համանման դեպք տեղի է ունեցել 1905 թվականին Պետերբուրգում, երբ Ֆոնտանկա գետի վրա կառուցված Եգիպտական կամրջով անցնում էր գվար-դիական հեծելավաշտը: Այդօրինակ կործանարար պատահարներից խուսափելու համար ներկայումս բոլոր գորախմբերը, համաձայն հրահանգի, կամուրջների վրայով անցնում են ոչ թե համաքայլ, այլ ազատ քայլքով:

Հաճախ ռելսերի կցատեղերին գնացքի անիվների հարվածների հաճախությունը համընկնում է զսպանների վրա վազոնի սեփական տատանումների հաճախությանը, ինչի հետևանքով վազոնը սկսում է ուժեղ ճոճվել:

Նավերը նույնպես ունեն իրենց սեփական հաճախությունը: Եթե ալեկոծության ժամանակ ծովային ալիքների հաճախությունը պատահաբար հավասարվում է ռեզոնանսայինին, ապա նավի ճոճքը սաստիկ ուժեղանում է: Այդ դեպքում նավապետը փոխում է նավի արագությունը կամ շարժման ուղղությունը:

ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ԱԼԻՔՆԵՐ

§ 27

Ո՞վ չի տեսել գետում, լճում կամ ծովում ծփացող ալիքները, կամ ծանոթ չէ բանաստեղծների գողտրիկ տողերին, որոնք ալիքներին, նրանց շարժմանը, տարածմանն են վերաբերում:

Ալիքների մասին պատկերացում կարելի է կազմել ջրի մակերևույթին առաջացող շրջանաձև «օղակների» տարածումը դիտելով: Այդպիսի «օղակներ» ծագում են, երբ հանդարտ ջրի մեջ, օրինակ, քար ենք գցում կամ ջրի մակերևույթին ընկնում են անձրևի կաթիլները: Քարի կամ կաթիլի անկման տեղից «օղակները» տարածվում են ջրի մակերևույթով բոլոր ուղղություններով (նկ. 44): Այդ տարածվող «օղակներն» էլ հենց ջրի մակերևութային ալիքներն են: Նման տիպի ալիքներ են նաև ծովերի և օվկիանոսների մակերևույթին առաջացող ծովային ալիքները:

Ուշադիր նայելով ջրի մակերևութային ալիքներին՝ կհանդգնվեք, որ չնայած ջուրն ալեկոծվում է, բայց և այնպես ալի-

Նկ. 44.

Ջրի մակերևութային ալիքները, օղակների տեսքով կաթիլի անկման տեղից տարածվում են բոլոր ուղղություններով



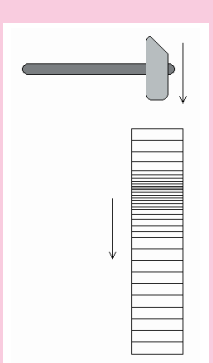
քի հետ մեկտեղ չի տեղափոխվում: Դա պարզորոշ կարող ենք տեսնել, եթե ջրի երեսին դնենք փայտի փոքրիկ կտոր և, ալիք առաջացնելով, դիտենք, թե ինչպես է այն ջրում տարածվելով՝ հասնում փայտին, և շարունակվում տարածվել, իսկ փայտը կատարում է միայն վեր ու վար շարժումներ: Բայց տատանվող մարմինը, ինչպես գիտենք, օժտված է էներգիայով: Նշանակում է, այդ էներգիան կտորին է փոխանցվել ջրի մակերևութային ալիքների միջոցով: Ուրեմն, ալիքը, տարածվելիս, իր հետ «տեղափոխում է» էներգիա, այլ կերպ ասած, ալիքն օժտված է էներգիայով: Ալիքը կարող է «տեղափոխվել» մեծ հեռավորությունների վրա, մինչդեռ փայտի կտորի կամայական դիրքում նրան հարող տեղամասում ջուրը չի տեղափոխվում ալիքի հետ:

Որոշ ալիքներ դրսևորում են պարբերականություն, այսինքն՝ միջավայրի մասնիկների շարժումը, երբ այդ միջավայրով ալիք է տարածվում, կրկնվում է բազմաթիվ անգամ: Սակայն ոչ ամեն ալիք է օժտված նման հատկությամբ: Օրինակ, եթե սենյակի դուռը կտրուկ շարժումով բացենք, ապա դռանը հարող օդի շերտը կսեղմվի: Քանի որ օդն օժտված է առաձգականությամբ, ապա սեղմված օդն այնուհետև կընդարձակվի՝ սեղմելով հարևան օդի շերտը, և այսպես շարունակ: Օդի սեղմում-ընդարձակումները, հաջորդելով շերտից շերտ և, այսպիսով, տարածվելով սենյակով մեկ, կհասնեն նաև վարագույրին՝ առաջ բերելով վերջինիս տատանումներ: Նկարագրված պրոցեսն անվանում են օդի սեղմման դեֆորմացիայի ալիք:

Սեղմման դեֆորմացիայի ալիք կարող է ծագել և տարածվել ոչ միայն օդում: Այսպես, օրինակ, պողպատե ձողի մի ծայրին (դիպուք՝ ձախ) մուրճով հարվածենք (նկ. 45): Ձողի երկայնքով դեպի աջ ուղղված հարվածի ուժն առաջ կբերի ձողի ձախ ծայրին մոտ գտնվող մասնիկների շարժում:

Նկ. 45.

Սեղմման դեֆորմացիայի ալիքի գոյացումը պողպատե ձողում

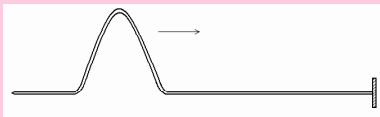


Դրա հետևանքով այդ ծայրին հարող շերտը կսեղմվի: Սեղմման դեֆորմացիայի ժամանակ կծագի առաձգականության ուժ, որը կդանդաղեցնի այդ շերտի մասնիկների՝ դեպի աջ ուղղված շարժումը՝ ստիպելով, ի վերջո, որ այդ մասնիկները կանգ առնեն: Այդ ուժը, սակայն, դիտարկվող շերտից աջ ընկած մասնիկներին կդնի շարժման մեջ՝ նրանց հաղորդելով դեպի աջ ուղղված արագություն: Դրա հետևանքով ձողի ձախ ծայրին հարող շերտում դեֆորմացիան կանհետանա, բայց կսեղմվի նրա հարևան շերտը: Այսպես սեղմման դեֆորմացիան կհաղորդվի շերտից շերտ: Ձողի երկայնքով կտարածվի սեղմման դեֆորմացիայի ալիք:

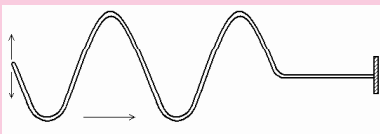
Վերջին երկու օրինակներում որևէ տեղամասով սեղմման դեֆորմացիայի ալիքն անցնելուց հետո այդ տեղամասի մասնիկների շարժումը դադարում է: Այդպիսի ալիքն անվանում են *մենավոր ալիք*:

Սեյսմակայաններն ամեն օր գրանցում են գետնի բազմաթիվ տատանումներ, որոնց պատճառը երկրաշարժն է, որի օջախը կարող է գտնվել տվյալ վայրից մույնիսկ հազարավոր կիլոմետրեր հեռու: Դա հնարավոր է այն պատճառով, որ օջախից, բոլոր ուղղություններով, տարածվում են *սեյսմական (երկրաշարժային) ալիքներ*, որոնք երկրակեղևի դեֆորմացիայի տարածման պրոցեսի դրսևորումն են:

Ալիքի տարածմանը կարող ենք հետևել նաև երկար և համեմատաբար ծանր (օրինակ՝ ռետինե) պարանի օգնությամբ: Պարանի մի ծայրն ամրացնենք որևէ անշարժ առարկայի (օրինակ՝ պատին, ծառին) և մյուս ծայրից պինդ ձգենք: Այնուհետև ձեռքով պարանի այդ ծայրը կտրուկ մի կողմի վրա տանենք և ետ բերենք (նկ. 46-ում այդ շարժումը կատարվում է ուղղահիգ հարթության մեջ): Կտեսնենք, թե ինչպես են աստիճանաբար այդ նույն կողմի վրա սկսում տեղաշարժվել



Նկ. 46.
Պարանի երկայնքով «վազում է» մենավոր ալիքը



Նկ. 47.
Պարանի երկայնքով «վազում է» պարբերական ալիքը

պարանի մնացած մասերը ևս: Պարանի երկայնքով «վազում է» դեֆորմացիայի մենավոր ալիքը: Այժմ պարանի ծայրը տատանման մեջ դնենք: Այլ կերպ ասած, այդ ծայրին հարող տեղամասը պարբերաբար դեֆորմացիայի ենթարկենք: Կտեսնենք, թե ինչպես են այդ դեֆորմացիաները, հաջորդելով իրար, տարածվում պարանի երկայնքով: Այս անգամ «վազող» ալիքները պարբերականություն են դրսևորում:

Պարանի որևէ տեղամասում, դեֆորմացիայի ալիքն անցնելուց հետո, մասնիկների շարժումը կրկնվում է (նկ. 47): Բայց, ինչպես և ջրի մակերևութային ալիքների դեպքում, պարանի ոչ մի տեղամաս չի տեղափոխվում պարանի երկայնքով:

Ի՞նչ ընդհանուր բան կարելի է նկատել բերված բոլոր օրինակներում: Նախ՝ երբ որոշակի միջավայրով (օդով, պողպատե ձողով, երկրակեղևով կամ պարանով) տարածվում է դեֆորմացիայի ալիք, միջավայրի «հանդարտ» վիճակը «խանգարվում է»: Այդ «խանգարումը» (դեֆորմացիան, տեղաշարժը հավասարակշռված դիրքից և այլն) հաղորդվում է միջավայրի մի տեղամասից մյուսը: Այնուհետև, միջավայրում ալիք տարածվելիս նյութ չի տեղափոխվում, բայց ալիքի տարածման ընթացքում տեղի է ունենում էներգիայի «տեղափոխում»:

Բայց դեֆորմացիայի տեղափոխում հնարավոր է, եթե միջավայրն առաձգական է: Այդ է պատճառը, որ առաձգական միջավայրում տարածվող մեխանիկական ալիքներն անվանում են *առաձգական ալիքներ*:

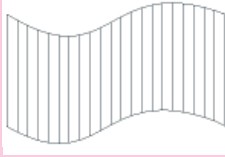
Սակայն մի տեղից մյուսը «տեղափոխվող» դեֆորմացիան (խտացում-նոսրացումները, ձևի փոփոխությունը և այլն), ինքնին որևէ նյութական «օբյեկտ» չէ: Ուրեմն, *ալիքային շարժումը կարող ենք դիտել որպես շարժման մի նոր տեսակ*:

Եթե միջավայրի մասնիկների սահմանափակ տեղաշարժը (օրինակ՝ տատանումները) տեղի է ունենում այնպիսի ուղղություններով, որոնք ուղղահայաց են դեֆորմացիայի տարածման ուղղությանը, ապա ալիքը կոչվում է լայնական: Այդպիսին էր, օրինակ, պարանի երկայնքով «վազող» ալիքը (նկ. 46 և 47):

Եթե միջավայրի մասնիկների սահմանափակ տեղաշարժերը կատարվում են այնպիսի ուղիղների երկայնքով, որոնք հանընկնում են դեֆորմացիայի տարածման ուղղությանը,



ա. Հավասարակշիռ վիճակ



բ. Լայնական ալիք վիճակ



գ. Երկայնական ալիք վիճակ

Նկ. 48. Միջավայրի դեֆորմացիան, երբ նրանում տարածվում են լայնական և երկայնական ալիքներ

ապա ալիքը կոչվում է երկայնական: Մեր դիտարկված ալիքներից երկայնական են, օրինակ, օդով կամ պողպատե ձողով տարածվող սեղմման դեֆորմացիայի ալիքները: Սեյսմական ալիքները կարող են լինել ինչպես երկայնական, այնպես էլ լայնական:

Ինչպես արդեն տեսանք, առաձգական մեխանիկական ալիքներ (երկայնական և լայնական) կարող են ծագել և տարածվել միայն առաձգական հոծ միջավայրում¹): Պատկերացնելու համար ալիքային շարժումն այդպիսի միջավայրում, վերջինս մտովի բաժանենք շերտերի, որոնք ուղղահայաց լինեն այդ միջավայրով անցնող ալիքի տարածման ուղղությամբ (նկ. 48,ա):

Նկ. 48,բ-ից տեսնում ենք, որ միջավայրով լայնական ալիք անցնելիս այդ շերտերը ոչ սեղմվում, ոչ էլ նոսրանում են, այլ, պարզապես, տեղաշարժվում են իրար գուգահեռ հարթությունների երկայնքով: Հետևաբար, լայնական ալիք կարող է տարածվել միայն այնպիսի միջավայրում, որի ձևը, առանց ճիգ գործադրելու, փոփոխել հնարավոր չէ: Այդպիսի միջավայր է միայն պինդ միջավայրը: Հեղուկների և գազերի ձևը փոփոխելիս նրանցում առաձգականության ուժեր չեն ծագում, ուստի հեղուկ և գազային միջավայրերում լայնական ալիքներ չեն կարող տարածվել:

Նկ. 48,գ-ն մեզ օգնում է հասկանալու, որ երկայնական ալիք անցնելիս միջավայրի տեղամասերը սեղմվում և ընդարձակվում են: Այդ դեպքում ինչպես պինդ մարմիններում, այնպես էլ հեղուկներում և գազերում, երևան են գալիս առաձգականության ուժեր: Հետևապես, երկայնական ալիքներ կարող են գոյանալ և տարածվել բոլոր մարմիններում՝ պինդ, հեղուկ և գազային:

1 Ջրի մակերևույթին գոյացող ալիքները ոչ երկայնական են և ոչ էլ լայնական: Ջրի մասնիկներն այդ ալիքներում կատարում են ավելի բարդ շարժում:

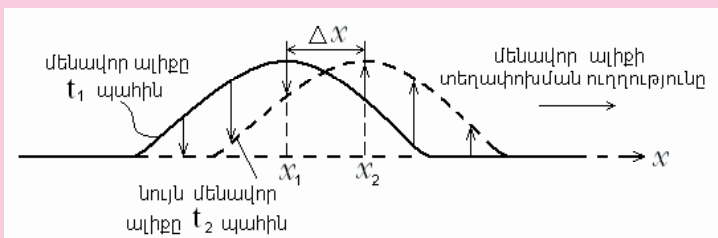
Շարքեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր ալիքներն են կոչվում պարբերական:
2. Բացատրե՛ք, ինչպե՞ս է առաջ գալիս և տարածվում սեղմման դեֆորմացիայի ալիքը:
3. Ո՞ր ալիքն են անվանում մենավոր:
4. Ի՞նչ են սեյսմական ալիքները:
5. Նկարագրե՛ք, թե ինչպես կարելի է ցուցադրել երկար պարանի երկայնքով «վազող» մենավոր ալիքը: Իսկ պարբերական ալի՞քը:
6. Ի՞նչ օրինակներով կարող ենք համոզվել, որ ալիքի տարածման ժամանակ նյութ չի տեղափոխվում:
7. Ի՞նչն է բնորոշ բոլոր մեխանիկական ալիքներին:
8. Ո՞ր ալիքներն են անվանում առաձգական:
9. Ինչո՞վ են տարբերվում մեխանիկական և ալիքային շարժումները:
10. Բացատրե՛ք, թե ինչպես է գոյանում առաձգական ալիքը:
11. Ո՞ր ալիքներն են կոչվում լայնական: Բերե՛ք լայնական ալիքների օրինակներ:
12. Ո՞ր ալիքներն են կոչվում երկայնական: Բերե՛ք երկայնական ալիքների օրինակներ:
13. Ո՞րն է լայնական ալիքների ծագման անհրաժեշտ պայմանը: Իսկ երկայնական ալիքների՞նը:
14. Ինչպիսի՞ միջավայրերում կարող են տարածվել լայնական ալիքները: Իսկ երկայնականա՞ն:

§28

ԱԼԻՔԻ ԵՐԿԱՐՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ԱԼԻՔԻ ՏԱՐԱԾՄԱՆ ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆ: ԱԼԻՔԻ ՈՒԺԳՆՈՒԹՅՈՒՆ

Դարձյալ դիտարկենք պարանի (կամ զսպանակի) երկայնքով տարածվող ալիքը: Միայն ենթադրենք, որ պարանը շատ է երկար, և ալիքն առաջ ենք բերում՝ պարբերաբար տատանելով նրա ազատ ծայրը: Պարանի երկայնքով «կվազի» պարբերական ալիք, ինչպես պատկերված է նկ. 49-ում: Պարանի ամեն մի կետ կատարում է այնպիսի տատանումներ, ինչպիսին որ մենք ստիպում ենք կատարելու պարանի ծայրին: Բայց պարանի կետերն իրենց տեղաշարժը հավասարակշռության դիրքերից սկսում են որոշ ուշացումով: Ընդ որում, որքան հեռու է կետը պարանի ծայրից (ալիքի աղբյուրից), այնքան ավելի ուշ է սկսում տեղաշարժվել: Այլ կերպ կարող ենք ասել, որ պարանի յուրաքանչյուր կետ, որոշ ուշացումով, կատարում է *հարկադրական տատանումներ*: Իսկ դա նշանակում է, որ տատանումները, սկսելով պարանի ծայրից, պարանի երկայնքով մի կետից մյուս կետը «տեղափոխվում են» ոչ թե ակնթարթորեն, այլ որոշակի արագությամբ:



Նկ. 49.
Ղեկի աջ «վազող»
մենավոր ալիք

Ցանկացած մեխանիկական ալիք տարածվում է վերջավոր արագությամբ:

Դրանում մեզ համոզում է հետևյալ օրինակը:

Ջրի հանդարտ մակերևույթին քար գցելով՝ ձեզնից յուրաքանչյուրը կարող է տեսնել, թե ինչպես են հավասարաչափ լայնանում առաջ եկած օղակները: Ջրի մի տեղամասից մյուսը այդ մակերևութային ալիքներն անցնում են որոշակի ժամանակամիջոցի ընթացքում:

Կրկին վերադառնանք պարանի երկայնքով «վազող» մենավոր ալիքին (նկ. 46): Հետևենք, թե ինչպես է այն տարածվում: Դրա համար լուսանկարենք մենավոր ալիքը ժամանակի երկու՝ t_1 և t_2 պահերին (նկ. 49): Կորորդինատային X առանցքն ուղղենք ալիքի տարածման ուղղությամբ:

Լուսանկարի վրա նշենք պարանի՝ առավելագույն չափով տեղաշարժված մասի կորորդինատները՝ x_1 և x_2 , և որոշեք մենավոր ալիքի DX «տեղափոխությունը»՝ $DX = x_2 - x_1$: Ալիքի տարածման արագությունը, կամ, ինչպես կարճ անվանում ենք՝ ալիքի արագությունը հավասար կլինի $x_2 - x_1$ տեղափոխության և դրա $t_2 - t_1$ ժամանակի հարաբերությանը՝

$$v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}: \quad (7.1)$$

Այժմ պարանի ծայրն անընդհատ թափահարենք՝ t վայրկյանում կատարելով, օրինակ, N տատանում: Պարանի երկայնքով «կվազի» պարբերական ալիք: Պարանի (միջավայրի) ամեն մի մասնիկի տատանումների պարբերությունը, որը կոչվում է նաև **ալիքի պարբերություն**, կարող ենք գտնել $T = t/N$ բանաձևով: Եթե բանաձևում $t_2 - t_1 = T$, ապա այդ դեպքում $x_2 - x_1 = DX$ -ն իրենից կներկայացնի ալիքի «տեղափոխությունը» T պարբերության ընթացքում:

Այդ «տեղափոխությունը» կոչվում է **ալիքի երկարություն** և նշանակվում է հունական m (լամբդա) տառով՝ $\Delta x = m$, երբ $t_2 - t_1 = T$: Այսպիսով, **ալիքի երկարություն է կոչվում մեկ պարբերության ընթացքում ալիքի «տեղափոխությունը»**:

Համաձայն (7.1) բանաձևի, ալիքի տարածման արագությունը կարող ենք որոշել հետևյալ առնչությամբ՝

$$v = \frac{m}{T}: \quad (7.2)$$

Այսինքն՝ **ալիքի տարածման արագությունը որոշելու համար հարկավոր է ալիքի երկարությունը բաժանել նրա պարբերության վրա**: Պարբերությունն արտահայտելով տատանումների O հաճախության (ալիքի հաճախության) միջոցով՝ $T = 1/O$, ալիքի տարածման v արագությունը կարող ենք գրառել նաև

$$v = mO \quad (7.3)$$

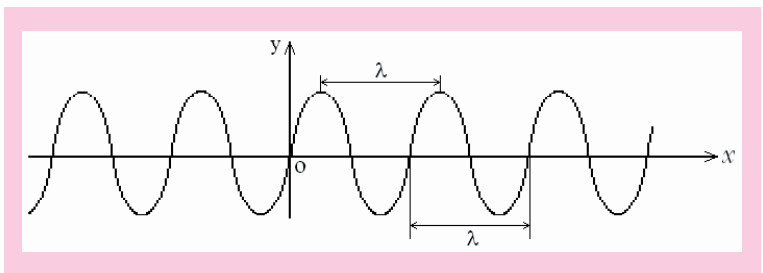
տեսքով:

Ալիքի տարածման ընթացքում պարանի մասնիկների շեղումները (տեղաշարժերը) հավասարակշռության դիրքերից նշանակելով y -ով, կարելի է կառուցել ինչպես $y(t)$, այնպես էլ $y(x)$ կախումները պատկերող գրաֆիկները: Ժամանակի ինչ-որ պահի t լուսանկարելով տատանման մեջ գտնվող պարանը՝ կստանանք $y(x)$ կախման գրաֆիկը: Այն ունի նկ. 50-ում պատկերված տեսքը: Այդ գրաֆիկը կոչվում է **ալիքի գրաֆիկ**:

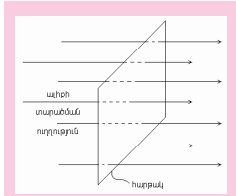
Ալիքի երկարությունը և ալիքի տարածման արագությունը ալիքային շարժման կարևորագույն բնութագրերն են:

Ալիքի տարածման արագությունը որոշվում է այն միջավայրի հատկություններով, որում ալիքը տարածվում է: Դրանում համոզվելու համար դիտենք մենավոր ալիքի տարածումը երկու՝ իրար ամրացված տարբեր հաստությամբ

Նկ. 50.
Ալիքի գրաֆիկը



պարանցների երկայնքով : Պատին ամրացնենք ավելի հաստ պարանը: Բարակ պարանի ազատ ծայրը թափահարելով առաջացնենք մենավոր ալիք: Հասնելով պարանցների ամրացված տեղին՝ մենավոր ալիքը տրոհվում է երկու մասի՝ անդրադարձող և անցնող: Փորձում հստակ երևում է, որ անցնող մենավոր ալիքի արագությունն ավելի փոքր է, քան բարակ պարանում տարածվող ալիքի արագությունը:



Նկ. 51.
Ալիքի հետ մեկտեղ հարթակով անցնում է ալիքի էներգիան

Պարանը կարող ենք փոխարինել երկար զսպանակով: Ունենալով մի քանի զսպանակներ, որոնց կոշտությունները տարբեր են, կարող ենք դրանցում առաջացնել մենավոր ալիքներ և համոզվել, որ ալիքի տարածման արագությունը կախված է նաև զսպանակի առաձգական հատկություններից:

Ալիքի հաճախությունը սովորաբար, բայց ոչ միշտ, հավասար է ալիքի աղբյուրի տատանումների հաճախությանը, և ալիքի տարածման պրոցեսում, անգամ մի միջավայրից մյուսն անցնելիս, այն չի փոխվում: Հետևաբար, (7.3) բանաձևից կարող ենք եզրակացնել, որ մի միջավայրից մյուսն անցնելիս ալիքի արագության փոփոխման հետևանքով փոխվում է նաև ալիքի երկարությունը:

Ինչպես գիտենք, միջավայրով ալիքի տարածման հետ մեկտեղ տեղի է ունենում նաև էներգիայի «տեղափոխում»:

Մտովի պատկերացնենք մակերևույթի հարթ տեղամաս (հարթակ), որն ուղղահայաց է ալիքի տարածման ուղղությանը (նկ. 51): Ենթադրենք հարթակի մակերեսը S է, և t ժամանակում հարթակով անցնում է E էներգիա: E/t հարաբերությունը միավոր ժամանակում հարթակով անցնող էներգիան է, իսկ $E/(S \cdot t)$ հարաբերությունը՝ հարթակի միավոր մակերեսով միավոր ժամանակում անցած էներգիան, որը կոչվում է **ալիքի ուժգնություն**: Ալիքի ուժգնությունը նշանակելով I (h) տառով՝ կարող ենք վերոնշյալ սահմանումը գրառել մաթեմատիկորեն՝

$$I = \frac{E}{St}: \quad (7.5)$$

E -ն արտահայտվում է ջոուլով (Ω), S -ը՝ քառակուսի մետրով ($մ^2$), t -ն՝ վայրկյանով ($վ$), ուստի ուժգնությունը կարտահայտվի $1 \Omega / (մ^2 \cdot վ) = 1 Վտ / մ^2$ միավորով: $1 Վտ / մ^2$ -ն այն ալիքի ուժգնությունն է, որը $1 վ$ -ում, իր տարածման ուղղությանն ուղղահայաց՝ $1 մ^2$ մակերեսով երևակայական հարթակով տանում է 1Ω էներգիա:

Ալիքի երկարությունը, ալիքի տարածման արագությունը և ալիքի ուժգնությունը ալիքային շարժման կարևորագույն բնութագրերն են:

Շարժեր և առաջադրանքներ

1. Ինչպիսի՞ տատանումներ են կատարում միջավայրի մասնիկները, երբ այդ միջավայրով առաձգական ալիք է տարածվում:
2. Ո՞ր երևույթներն են հաստատում, որ ալիքը տարածվում է վերջավոր արագությամբ:
3. Սաթեմատիկորեն ինչպե՞ս է սահմանվում ալիքի տարածման արագությունը:
4. Ի՞նչ է պարբերական ալիքի երկարությունը:
5. Ինչպե՞ս է ալիքի տարածման արագությունը կապված ալիքի երկարության և տատանումների պարբերության և հաճախության հետ:
6. Ինչո՞վ են պայմանավորված ալիքի երկարությունը և ալիքում տատանումների հաճախությունը:
7. Պարբերական ալիքը մի միջավայրից անցնում է մի ուրիշ միջավայր: Ստորև նշված բնութագրերից որո՞նք են այդ դեպքում փոփոխվում և որո՞նք՝ մնում անփոփոխ՝ ա) հաճախություն, բ) պարբերություն, գ) արագություն, դ) ալիքի երկարություն:
8. Ի՞նչ է ալիքի ուժգնությունը և ի՞նչ միավորներով է այն արտահայտվում:
9. Ինչպե՞ս է սահմանվում 1 Վտ/մ^2 -ն:

§ 29

ՍԵՅՍՍԱԿԱՆ ԱԼԻՔՆԵՐ

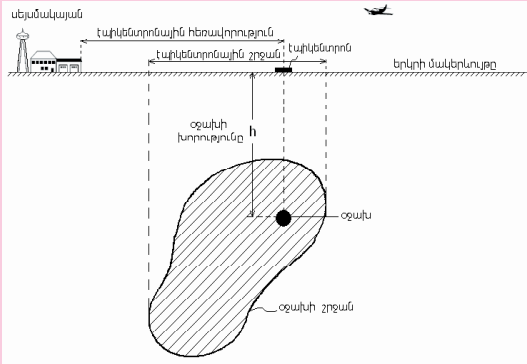
Լրացուցիչ ընթերցման համար

Ինչպե՞ս են ծագում սեյսմական ալիքները:

Երկրակեղևում՝ նրա մակերևույթից տասնյակ, երբեմն էլ՝ հարյուրավոր կիլոմետր խորության տակ, ապարները, տարբեր գործոնների ազդեցությամբ, դանդաղորեն ենթարկվում են դեֆորմացիայի: Բայց առաձգականորեն դեֆորմացված մարմինն օժտված է պոտենցիալ էներգիայով: Հետևաբար՝ ապարները, դեֆորմացիայի հետևանքով, ձեռք են բերում պոտենցիալ էներգիա:

Երկրաշարժի օջախում (նկ. 52), որտեղ առաջ են գալիս զգալի առաձգականության ուժեր (նկ. 53, ա), գոյանում է ապարների խզվածք (նկ. 53, բ): Վերջինիս երկայնքով տեղի է ունենում այդ ապարների կտրուկ տեղաշարժ, որն առաջացնում է բնահողի դեֆորմացիաներ: Օջախի շրջանից բնահողի դեֆորմացիաների տարածումն էլ հենց սեյսմական ալիքն է: Սեյսմական ալիքը, տարածվելով, «տեղափոխում է» նաև երկրաշարժի օջախում կուտակված էներգիան:

Երկրաշարժերն ամենից հաճախ տեղի են ունենում լեռնային շրջաններում: Առանձնապես հաճախակի տեղի ունե-



Նկ. 52.
Երկրաշարժի
օջախի շրջանը
և էպիկենտրոնը

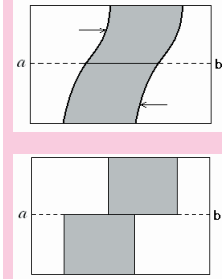
յող երկրաշարժերի գոտին անցնում է Խաղաղ օվկիանոսի ափերի երկայնքով:

Մեկ տարում Երկրի վրա տեղի է ունենում ավելի քան 100 հազար երկրաշարժ: Թույլ ցնցումները գրանցում են միայն չափազանց զգայուն սարքերը՝ սեյսմագրիչները: Մեյսմագրիչների հիմնական մասը ճոճանակն է, որը սկսում է տատանվել, երբ տվյալ վայրով անցնում է սեյսմական ալիքը: Պարզագույն սեյսմագրիչներում ճոճանակը միացված է գրասարքին, որը հատուկ ժապավենի վրա գծում է տատանումների գրաֆիկը (սեյսմագիրը):

Քանի որ երկրակեղևը պինդ մարմին է, ապա երկրաշարժի ժամանակ նրանում կարող են տարածվել և՛ երկայնական, և՛ լայնական սեյսմական ալիքներ: Այդ ալիքները, ինչպես արդեն գիտենք, ունեն տարբեր արագություններ: Մեծ խորություններում երկայնական սեյսմական ալիքների արագությունը հասնում է մինչև 10՝ 14 կմ/վ, իսկ լայնական ալիքներինը՝ շուրջ 5՝ 7 կմ/վ:

Բայցի արագությունից, երկայնական և լայնական սեյսմական ալիքները տարբերվում են նաև վտանգավորության աստիճանով: Առավել վտանգավոր են լայնական սեյսմական ալիքները, որոնք ավելի շատ ավերածություններ են պատճառում, քան երկայնականները:

Երկրաշարժերի ուժգնությունը Երկրի մակերևույթի վրա գնահատում են *բալերով*, օգտվելով 12 բալանոց սանդղակներից: Երկրաշարժի ուժգնությունը՝ արտահայտված բալերով, տվյալ վայրում արդեն տեղի ունեցած երկրաշարժի հետևանքների գնահատման չափանիշն է: Օրինակ, եթե երկրաշարժերից մեկի ժամանակ ավելի շատ շենքեր են վնասվում, քան՝ մյուսի, ապա համարում են, որ առաջին երկրաշարժն



Նկ. 53.
ա) Ստորգետնյա
ապարներում
ծագած
դեֆորմացիան
(ալքներով
ցույց են տրված
դեֆորմացիա առաջ
բերող ճիգերը),
բ) ab գծի երկայն-
քով առաջ է եկել
ապարների խզվածք
և տեղաշարժ

ՉԱՅՆԱՅԻՆ ԱԼԻՔՆԵՐ

Եթե որևէ առաձգական միջավայրում, օրինակ՝ օդում, մեխանիկական ալիքի աղբյուրը տատանվում է այնպիսի հաճախությամբ, որն ընկած է 16 հերցից մինչև ??? նույն են *ձայնային ալիք*, իսկ մեխանիկական ալիքի աղբյուրը՝ *ձայնի աղբյուր*: Չայնային ալիքը, հասնելով մեր ականջին, տատանման մեջ է դնում նրա թմբկաթաղանթը: Վերջինիս տատանումներն էլ մեր ուղեղն ընկալում է որպես ձայն:

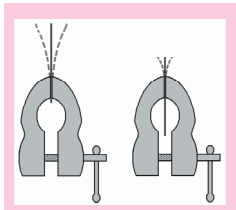
Օդով տարածվող ձայնային ալիքն է, որ ձայնի աղբյուրի տատանումները բերում-հասցնում է մեր լսողության օրգանին: Իսկ այդ տատանումները կարող են պարունակել մարդկանց համար անհրաժեշտ բազմաթիվ տեղեկություններ:

Այսպիսով, ձայնը բարդ ֆիզիկական երևույթ է, որը ներառում է՝ ձայնի աղբյուրի տատանումները, այդ տակույթ է, որը ներառում է՝ ձայնի աղբյուրի տատանումները, այդ տատանումների հետևանքով առաջացած՝ միջավայրի սեղմման դեֆորմացիայի տարածումը (ձայնային ալիքը) և, վերջապես, ձայնի ընդունումն ականջի կողմից: Մխեմատիկորեն «ձայն» ֆիզիկական երևույթը կարող ենք ներկայացնել հետևյալ կերպ.



Առաձգական ալիքի աղբյուր կարող է լինել ցանկացած տատանվող մարմին: Սակայն ոչ ամեն հաճախությամբ տատանումներն են, որ մեր ականջը «գրանցում է» որպես ձայն: Դրանում համոզվելու համար դիմենք փորձի օգնությանը: Մամլակով սեղմենք երկար պողպատե քանոնը: Սկզբում այնպես անենք, որ քանոնի մեծ մասը լինի դուրս ցցված (նկ. 54, ա): Եթե քանոնը դնենք տատանումների մեջ, ապա ոչ մի ձայն չենք լսի: Բայց երբ քանոնի՝ օդում «ցցված» մասը կարճացնենք, ապա քանոնի տատանումներն արդեն «լսելի» կդառնան (նկ. 54, բ): Կարճացնելով քանոնի՝ օդում եղած մասը, մենք դրանով իսկ մեծացրինք նրա տատանումների հաճախությունը:

Առօրյա կյանքում մարդն ընկալում է հիմնականում օդային միջավայրով տարածվող ձայնային ալիքները: Բայց



Նկ. 54.
Երկար քանոնի տատանումները «լսելի» չեն (ա), իսկ կարճ քանոնինը՝ «լսելի» են (բ)

օդում կարող են տարածվել միայն երկայնական ալիքներ: Հետևաբար, ձայնային ալիքը երկայնական է:

Չայնի արագությունը տարբեր միջավայրերում տարբեր է: Պինդ մարմիններում, որպես կանոն, այն ավելի մեծ է, քան հեղուկներում և գազերում: Դրանում կարող եք համոզվել հետևյալ փորձի միջոցով: Հպեք ձեր ականջը ռելսի մի ծայրին և խնդրեք ձեր ընկերոջը, որ ռելսի մյուս ծայրին հարվածի, օրինակ, մուրճով: Դուք կլսեք երկու ձայն: Մեկը ձեր ականջին է հասնում ռելսով, իսկ մյուսը՝ օդով: Չափումները ցույց են տալիս, որ պողպատում, օրինակ, ձայնի տարածման արագությունը մոտավորապես 5000 մ/վ է: Ազակում ձայնը տարածվում է էլ ավելի մեծ արագությամբ՝ մոտ 5200 մ/վ: Աղյուսակ 9.1-ում բերված են ձայնի արագությունները մի քանի միջավայրերում :

Աղյուսակ 9.1.

Չայնի արագությունը տարբեր միջավայրերում ($T = 20^{\circ}\text{C}$)

Նյութը	v , մ/վ	Նյութը	v , մ/վ
Ջուր	1483	Ապակի	5200
Պղինձ	4700	Գրանիտ	5400
Պողպատ	5000	Բազալտ	6300
Փայտ	5000	Ալմաստ	18350

Չայնի լավ հաղորդիչ է նաև գետինը: Հայտնի է, օրինակ, որ բույմենները, որոնք բնակվում են Աֆրիկայի Կալահարի անապատում, քնում են՝ ականջը գետնին հպելով: Այդ կերպ նրանք ավելի շուտ են հայտնաբերում իրենց մոտեցող վտանգը: Չէ՞ որ պինդ միջավայրում, մասնավորապես՝ գետնում, ձայնը տարածվում է շուրջ 10 անգամ ավելի արագ, քան օդում:

Ամպրոպի ժամանակ մենք սկզբում տեսնում ենք կայծակի բռնկումը, հետո, որոշ ուշացումով, լսում ենք որոտի ձայնը: Չափելով այդ ուշացման ժամանակը և իմանալով, թե մեզնից ինչ հեռավորության վրա է բռնկել կայծակը, կարող ենք որոշել ձայնի արագությունն օդում:

Օդում ձայնի տարածման արագությունն առաջին անգամ 1636 թվականին չափել է ֆրանսիացի գիտնական Մարեն Մերսենը (1588-1648): 20°C -ում այն հավասար է 343 մ/վ-ի:

Տարբեր գազերում ձայնի տարածման արագությունը տարբեր է: Որքան մեծ է գազի մոլեկուլի զանգվածը, այնքան ավելի փոքր արագությամբ է ձայնը տարածվում այդ

գազում: Այսպես, օրինակ, 0°C ջերմաստիճանում ձայնի արագությունը ջրածնում 1284մ/վ է, հելիումում՝ 965մ/վ , թթվածնում՝ 316մ/վ :

Ձայնի տարածման արագությունը կախված է նաև միջավայրի ջերմաստիճանից՝ ջերմաստիճանի բարձրացման հետ այն մեծանում է: Օրինակ՝ 0°C -ում օդում ձայնի տարածման արագությունը 320մ/վ է, իսկ 20°C -ում՝ 343մ/վ :

Վարցեր և առաջադրանքներ

1. $h^{\circ}\text{նչ}$ է ձայնը: Ո՞ր հաճախություններով տատանումներն են կոչվում ձայնային:
2. $h^{\circ}\text{նչ}$ փորձով կարող ենք համոզվել, որ ոչ ամեն հաճախությամբ տատանումներն են առաջ բերում ձայնի զգայություն:
3. $h^{\circ}\text{նչպե}^{\circ}$ ս կարող ենք համոզվել, որ պինդ միջավայրում ձայնն ավելի արագ է տարածվում, քան օդում: $h^{\circ}\text{նչ}$ օգտակար դեր է խաղում այս փաստը Աֆրիկայի բնիկների կյանքում:
4. $h^{\circ}\text{նչու}^{\circ}$ ենք մենք ամպրոպի ժամանակ սկզբում տեսնում կայծակը և միայն հետո, որոշ ուշացումով՝ որոտը: Վաշվելով ուշացման ժամանակը՝ ինչպե՞ս կարող ենք որոշել ձայնի արագությունն օդում:
5. $h^{\circ}\text{նչպե}^{\circ}$ ս է կախված ձայնի արագությունը գազի տեսակից:

Խնդիրների լուծման օրինակներ

Վաշվել ձայնային տատանումների սահմանային հաճախություններին համապատասխանող ալիքի երկարությունները:

$\begin{aligned} \nu_{\min} &= 16 \text{ Հy} \\ \nu_{\max} &= 20 \text{ կՀy} \\ \nu_{\min} &= ?, \nu_{\max} = ? \end{aligned}$	<p>Լուծում: 20°C ջերմաստիճանում ձայնային ալիքի երկարությունները հավասար են՝</p> $\nu_{\max} = \frac{v}{\lambda_{\min}} = \frac{343 \text{ մ/վ}}{16 \text{ վ}^{-1}} \cdot 21 \text{ մ},$ $\nu_{\min} = \frac{v}{\lambda_{\max}} = \frac{343 \text{ մ/վ}}{20000 \text{ վ}^{-1}} \cdot 0,017 \text{ մ} = 1,7 \text{ սմ}:$
--	--

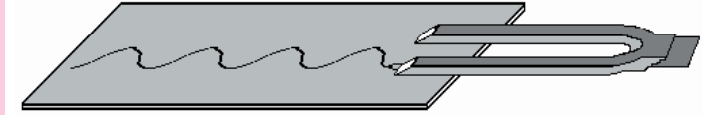
Պատասխան՝ 21 մ, 1,7 սմ:

ՁԱՅՆԻ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԸ՝ ՁԱՅՆԻ ՈՒԺՂՆՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՍԱՍՏԿՈՒԹՅՈՒՆ, ՏՈՆԻ ԲԱՐՁՐՈՒԹՅՈՒՆ

§ 31

Ինչպես գիտենք, ձայնը բարդ ֆիզիկական պրոցես է, որն իր մեջ ներառում է ձայնի աղբյուրի տատանումները, այդ տատանումների հետևանքով միջավայրում ծագած ձայնային ալիքը և այդ ալիքի ազդեցությամբ ականջի թմբկաթանցի տատանումները, որոնք էլ, վերջին հաշվով, ուղեղում

Նկ. 55.
Կամերտոնի
տատանումների
գրանցումը



առաջ են բերում ձայնի զգայություն: Չայնային ալիքը ձայնի աղբյուրի տատանումների էներգիան «բերում-հասցնում է» ականջին: Այդ էներգիան անվանում են նաև ձայնային ալիքի էներգիա: § 7-ում ալիքի էներգիան մենք բնութագրեցինք ալիքի ուժգնությամբ, որը կարող ենք չափել չափիչ սարքի միջոցով: Նշանակում է, ձայնային ալիքի ուժգնությունը, որն արտահայտվում է Վտ/մ^2 միավորով, ձայնի օբյեկտիվ էներգիական բնութագիր է, քանի որ կախված չէ այն բանից, ձայնը լսու՞մ ենք մենք, թե՞ ոչ:

Կամերտոնի ոտիկին ամրացնենք փոքրիկ ասեղ և, ռետինե մուրճիկով թեթևակի հարվածելով կամերտոնին, ասեղի միջոցով նրա տատանումները գրի առնենք մրոտած թիթեղի վրա (նկ. 55): Այնուհետև մուրճիկով ավելի ուժեղ հարվածենք կամերտոնին և դարձյալ գրի առնենք նրա տատանումները: Համեմատելով տատանագրերը՝ կարող ենք եզրակացնել, որ երկրորդ դեպքում կամերտոնը տատանվում է ավելի մեծ լայնությամբ: Բայց երկրորդ դեպքում կամերտոնի արձակած ձայնի ուժգնությունն ավելի մեծ է: Այս փորձը մեզ ստիպում է ենթադրելու, որ ձայնի ուժգնությունը կախված է ձայնի աղբյուրի տատանումների լայնությունից:

Առանձին մարդիկ, և նույնիսկ միևնույն մարդը տարբեր պայմաններում, տարբեր կերպ են ընկալում միևնույն ուժգնության ձայնը: Չայնային ալիքի այն ուժգնությունը, որը գնահատվում է մարդու լսողության օրգանների կողմից, կոչվում է ձայնի սաստկություն: Չայնի սաստկությունը, փաստորեն, մարդու կողմից սուբյեկտիվորեն ընկալվող ձայնային ուժգնությունն է: Այն կախված է նաև մարդու լսողության ունակությունից, ուստի ավելի շատ բնախոսական (ֆիզիոլոգիական) բնութագիր է:

Մի քանի ձայների ուժգնության արժեքները բերված են աղյուսակ 10.1-ում:

Աղյուսակ 10.1
Չայնի ուժգնությունների գնահատումը

Չայնի բնույթը	Ուժգնություն, Վտ/մ ²
Լսելիության շեմ (հազիվ լսվող ձայն)	10 ⁻¹²
Հանգիստ շնչառություն, տերևների շրշյուն	10 ⁻¹¹
Շշուկ	10 ⁻¹⁰
Ցածրաձայն խոսակցություն	10 ⁻⁹
Ոտնաձայն, տան սովորական աղմուկ	10 ⁻⁸
Փոշեկուլի աղմուկ	10 ⁻⁷
Սովորական խոսակցություն	10 ⁻⁶
Ռադիոյի ձայն	10 ⁻⁵
Աշխույժ փողոցի աղմուկ	10 ⁻⁴
Գնացքի աղմուկ	10 ⁻³
Մոտոցիկլի աղմուկ	10 ⁻²
Որոտ, ինքնաթիռի շարժիչի աղմուկը 3 մ հեռավորության վրա	10 ⁻¹
Ցավի զգայության շեմ (օրինակ՝ ոռք- երաժշտություն՝ ծածկած շինության ներսում)	1

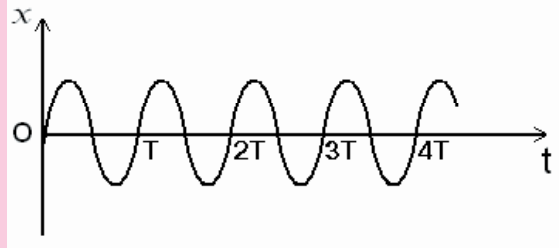
Ո՞ր ձայնն են անվանում երաժշտական: Ո՞րն է երաժշտական հնչյունների և աղմուկի տարբերությունը: Նվագարանների, կամերտոնի, երգելիս մարդու ձայնալարերի արձակած հնչյունները, անշուշտ, երաժշտական են: Ավտոմեքենայի շարժիչի արձակած ձայնը, մարդկայ սովորական խոսակցությունը, թռիչքի պատրաստվող ինքնաթիռի շարժիչի հռնդյունը, բնական է, աղմուկ են: Կան որոշ բնութագրեր, որոնք թույլ են տալիս այս կամ այն ձայնն անվանելու երաժշտական կամ ոչ երաժշտական:

Որո՞նք են այդ բնութագրերը:

Գա պարզելու համար համեմատենք որոշ աղբյուրների արձակած ձայնային տատանումների գրաֆիկները: Մենք արդեն գիտենք, թե ինչպես կարելի է գրանցել կամերտոնի տատանումները: Այդ տատանումներին համապատասխանող կորը պատկերված է նկ. 56-ում:

Համեմատելով կամերտոնի և զսպանակավոր ճոճանակի (նկ. 38) տատանագրերը՝ չենք կարող չտեսնել դրանց նմանությունը: Հետևաբար, կարող ենք ասել, որ կամերտոնը կատարում է նույնպիսի տատանումներ, ինչպիսին՝ ճոճանակը: Այդ նմանությունն այն է, որ թե՛ կամերտոնը, թե՛ ճոճա-

Նկ. 56.
 Կամերտոնի
 տատանումների
 գրաֆիկը
 (X -ը կամերտոնի
 ոտիկի շեղումն է
 հավասարակշռու-
 թյան դիրքից)

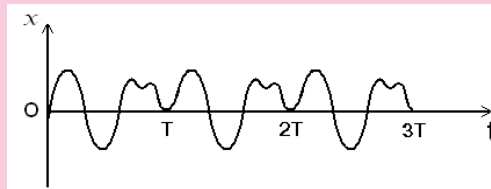


նակը կատարում են մեկ որոշակի հաճախությամբ տատանումներ: Ընդհանրապես, եթե ձայնի աղբյուրը կատարում է մեկ հաճախությամբ բնութագրվող տատանումներ, ապա նրա արձակած ձայնը կոչվում է *պարզ ձայն* կամ, ինչպես ընդունված է ասել, *երաժշտական տոն*: Բնության մեջ, սակայն, պարզ ձայներ սակավ են պատահում: Ուշադրություն դարձրեք հնչող լարի տատանագրին (նկ. 57): Հնարավոր չէ չնկատել, որ լարի տատանագիրը տեսքով տարբեր է կամերտոնի տատանագրից: Լարն արձակում է ոչ պարզ ձայն: Այնուամենայնիվ, լարի տատանումները նույնպես պարբերական են: Աղմուկի գրաֆիկական պատկերում (նկ. 58), հակառակը, պարբերականությունը բացակայում է:

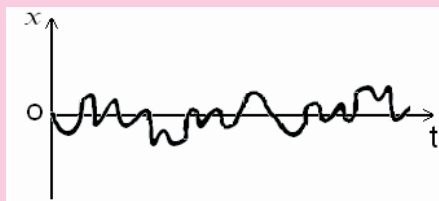
Երաժշտական ձայները, ի տարբերություն աղմուկի, պարբերական տատանումներ են:

Տարբեր հաճախության երաժշտական տոներ տարբեր ձայնային ազդեցություններ են ունենում մեր լսողության օրգանների վրա: Որքան մեծ է տոնի հաճախությունը, այն-

Նկ. 57.
 Հնչող լարի
 արձակած ձայնի
 տատանագիրը



Նկ. 58.
 Աղմուկի
 տատանագիրը



քան բարձր ենք այդ տոնն անվանում: Ընդհակառակը, փոքր հաճախության տոներն առաջ են բերում *ցածր* ձայնի զգայություն: Տոնի և, առհասարակ, ձայնի *բարձրության* կախված լինելը հաճախությունից առաջին անգամ նկատել է Գ. Գալիլեյը:

Ցանկացած ձայն, լինի մարդու ձայնը, թե՛ նվագարանինը, սովորաբար որոշակի հաճախություններով պարզ ձայների կամ տոների յուրօրինակ խառնուրդ է: Այդ տոներից ամենացածրը կոչվում է *հիմնական տոն*, մնացածները՝ *օբերտոններ* (զերմաներեն *օբերտոն*՝ «վերին հնչյուններ» բառից): Օբերտոնները յուրատեսակ «երանգավորում» են տալիս ձայնին: Տոների նմանօրինակ հավաքածուն անվանում են ձայնի *հնչերանգ* (*տեմբր*): Մի հնչերանգը մյուսից տարբերվում է ոչ միայն տոների քանակով, այլև օբերտոնների ուժգնությամբ: Այդ տարբերությունների շնորհիվ է, որ մենք դյուրությամբ ջութակի հնչյունները զանազանում ենք դաշնամուրի ձայնից, կիթառի ձայնը՝ դուդուկի ձայնից, ճանաչում ենք ծանոթ մարդկանց ձայները:

Նվագարանների հնչյունները, մարդու ձայնը, այսպիսով, բաղկացած են հիմնական տոնից և մի շարք օբերտոններից, որոնք ստեղծում են ձայնի հնչերանգը: Օբերտոններով առանձնապես հարուստ է մարդու ձայնը, և գրեթե անհնար է գտնել երկու մարդ, որոնք ունենան ձայնի միևնույն հնչերանգը:

Շարցեր և առաջադրանքներ

1. Ինչպե՞ս կարող եք հիմնավորել, որ ձայնային ալիքն օժտված է էներգիայով:
2. Ի՞նչ է ձայնի ուժգնությունը: Ի՞նչ միավորով է այն արտահայտվում:
3. Ինչպե՞ս կփոխվի ձայնի ուժգնությունը, եթե ձայնի աղբյուրի տատանումների լայնույթը մեծանա:
4. Ենթադրենք, լսելով երկու տարբեր աղբյուրներից արձակված ձայները, դուք փորձում եք գնահատել դրանց ուժգնություններն ըստ ձեր ականջի վրա ունեցած ազդեցության:
 - ա) Ի՞նչ եք կարծում, որքանո՞վ են ձգգրիտ ձեր գնահատականները: Ինչու՞:
 - բ) Հնարավո՞ր է արդյոք, որ այդ ձայները ձեզ թվան միատեսակ ուժգին, երբ իրականում դրանց ուժգնությունները տարբեր են: Ձեր ենթադրությունը հիմնավորե՞ք դատողությունների միջոցով:
5. Ի՞նչ է պարզ ձայնը կամ երաժշտական տոնը:
6. Ինչի՞ց է կախված տոնի բարձրությունը:
7. Ո՞րն է երաժշտական ձայնի և աղմուկի տարբերությունը:
8. Ի՞նչ է ձայնի հնչերանգը:

Չայնային ալիքը, հանդիպելով արգելքի (օրինակ՝ շենքի, բլրի, անտառի և այլն), կարող է անդրադառնալ, եթե արգելքի չափերը զգալիորեն գերազանցում են ձայնային ալիքի երկարությունը: Մեզ համար հետաքրքիր է այն դեպքը, երբ անդրադարձած ձայնը, հասնելով մեր ականջին, ընկալվում է որպես առանձին ձայն: Այդ ձայնը կոչվում է արձագանք:

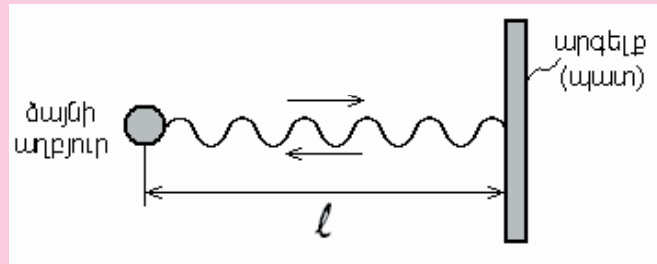
Բայց մի՞շտ է արդյոք անդրադարձած ձայնը լսվում որպես արձագանք:

Հայտնի է, որ մարդու ականջն ընդունակ է պահպանելու ձայնի զգայությունը թմբկաթաղանթի վրա ձայնի ազդեցությունը դադարելուց հետո մոտավորապես 0,06 վ-ի ընթացքում: Ուստի, որպեսզի մենք կարողանանք լսել մեր ձայնի արձագանքը, անհրաժեշտ է, որ այն ժամանակը, որը ծախսում է ձայնային ալիքը մինչև արգելքը գնալու և վերադառնալու համար, գերազանցի 0,06 վայրկյանը: Իսկ դա հնարավոր է, եթե արգելքը մեզնից բավական հեռու է:

Եթե շրջապատում անդրադարձնող մակերևույթը մեկն է և, բացի այդ, այն ուղղահայաց է ձայնի տարածման ուղղությանը, ապա ձայնային ալիքը մեկ անդրադարձումից կհասնի մեզ: Մի քանի անդրադարձնող մակերևույթների առկայությամբ (օրինակ՝ լեռներում) հնարավոր է ձայնի բազմակի անդրադարձում, հետևաբար՝ նաև բազմակի արձագանք:

Արձագանքի երևույթն օգտագործում են ձայնի աղբյուրի և արգելքի / հեռավորությունը որոշելու համար: Այսպես, ենթադրենք՝ արձագանքը աղբյուրին է հասնում մեկ անդրադարձումից հետո (նկ.59):

Նկ. 59.
Աղբյուրից արձակված ձայնը անդրադառնում է պատից, և արձագանքը գրանցվում է նույն աղբյուրի կողմից



Ակներն է, որ ձայնի արձակման պահից մինչև արձագանքը գրանցելու պահն ընկած t ժամանակամիջոցում ձայնային ալիքի անցած ճանապարհը $2l$ է, ուստի՝

$$t = \frac{2l}{v}, \quad (11.1)$$

որտեղ v -ն ձայնի արագությունն է օդում: Իմանալով ձայնի արագությունն օդում և չափելով t ժամանակը, (11.1) բանաձևից կարող ենք հաշվել արգելքի / հեռավորությունը:

Մարդու զարգացման պրոցեսը հանգեցրել է այն բանին, որ նրա համար լսելի են դարձել 16 Հց-ից մինչև 20000 Հց հաճախությամբ տատանումները: Ըստ երևույթին դրանք հենց այն տատանումներն են, որոնք անհրաժեշտ են մարդուն նրա ամենօրյա կյանքում: Բնությունը, կարծես, հոգ է տարել մեր մասին՝ մեր լսողական ապարատն ազատելով ավելորդ ծանրաբեռնվածությունից: Ո՛չ 16 Հց-ից ցածր և ո՛չ էլ 20000 Հց-ից բարձր հաճախությամբ բնութագրվող առաձգական ալիքները մեր ականջի թմբկաթաղանթի տատանումներ չեն առաջացնում:

Այն առաձգական ալիքները, որոնց հաճախությունը 16 Հց-ից փոքր է, անվանում են **ենթաձայնային ալիքներ** կամ, պարզապես, **ենթաձայն**: Ենթաձայնային տատանումները ծագում են ամենատարբեր պայմաններում՝ քանո պոռթկման, տրանսպորտի երթևեկի ժամանակ, մարդու և կենդանիների շարժման ընթացքում, դուռը բացելիս և ծածկելիս և այլն: Մեծ ուժգնության ենթաձայն է ծագում ծովային նավերի շարժիչների աշխատանքի ժամանակ (13Հց), պողպատահալ վառարանների մոտակայքում (6Հց), մեծ արագությամբ շարժվող ավտոմեքենաներում: Ծովային ալիքներն առաջացնում են օդի ճնշման տատանումներ՝ շուրջ 0,5Հց հաճախությամբ: 0,1՝ 0,5Հց հաճախությամբ հզոր ենթաձայնային ալիքներն ուղեկցում են բնության արհավիրքներին՝ հրաբուխների ժայթքումներին, երկրաշարժերին, փոթորիկներին, պտտահողմերին և այլն:

Չկնոթսները, ծովափնյա շրջանների բնակիչները վաղուց ի վեր նկատել են, որ ծովային շատ կենդանիներ և թռչուններ նախօրոք իմանում են մոտալուտ փոթորկի մասին: Դ-ելֆիններն, օրինակ, լողալով անցնում են ժայռերի հետևը, կետերը հեռանում են դեպի բաց ծով: Մեղուզաները փոթորկից առաջ շտապում են հեռանալ ափերից և սուզվել մեծ խորությունների վրա: Ճապոնիայում նույնիսկ տանը՝ ակվարի-

ումներում, պահում են ձկնիկներ, որոնք ծովամրրիկի կամ երկրաշարժի առաջ սկսում են անհանգիստ շարժումներ անել:

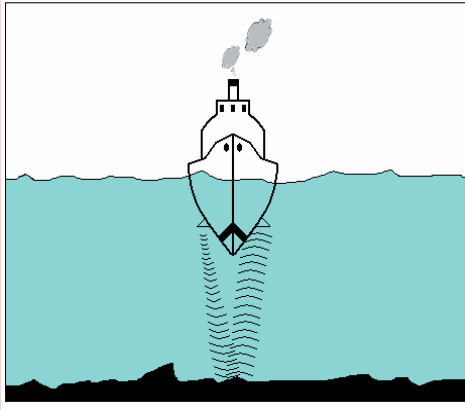
Իսկ որտեղի՞ց են կենդանիներն ու թռչունները տեղեկանում սպասվող փոթորկի կամ երկրաշարժի մասին: Պարզվում է, որ նրանք այդ մասին իմանում են ենթաձայնի միջոցով: Մեղուզան, օրինակ, ընդունակ է որսալու 8' 13 Հյ հաճախության ենթաձայնային ալիքներ: Այդ ալիքները, որոնք լավ տարածվում են ջրում, 10-15 ժամ առաջ նրանց տեղեկացնում են սպասվող արհավիրքի մասին:

Դեռևս հնուց ի վեր մարդկանց զարմացրել է կենդանիների, թռչունների, ձկների, միջատների՝ տարածության մեջ անսխալ կողմնորոշվելու բնածին ընդունակությունը: Օրինակ, չղջիկն ազատ կողմնորոշվում է լիակատար մթության մեջ. թռչելիս կարողանում է հայտնաբերել և որսալ մանր միջատներ: Եվ միայն 1938 թվականին ամերիկացի գիտնական Դ. Գրիֆինի կողմից հաստատվեց մինչ այդ առաջ քաշված այն վարկածը, համաձայն որի չղջիկի ականջները, կարծես, ալեհավաքներ են, որոնք որսում են «ճառագայթիչի»՝ կոկորդից արձակված «ձայները»: Այդ «ձայները» 20 կՀյ-ից բարձր հաճախությամբ առաձգական ալիքներ են, որոնք, ենթաձայնի նման, մարդկանց համար անլսելի են և կոչվում են **անդրաձայնային ալիքներ**, կամ, պարզապես, **անդրաձայն**: Այսպիսով, վերջնականապես բացահայտվեց «չղջիկների առեղծվածը»: Այդ թռչող կենդանիները, արձակելով անդրաձայնային ալիքներ (մինչև 100 կՀյ հաճախությամբ) և այնուհետև որսալով դրանց արձագանքը՝ պատկերացում են կազմում շրջապատի առարկաների դիրքի մասին:

Ջրում լույսի կլանման հետևանքով ծովերում, 500 մ խորությունից սկսած, գրեթե լրիվ խավար է տիրում: Այդպիսի պայմանները պատճառ են դարձել, որ էվոլյուցիայի ընթացքում շատ կենդանիների տեսողության փոխարեն զարգանա լսողությունը: Օրինակ, դելֆինները ջրում 30 մ-ից ավելի հեռուն չեն տեսնում: Բայց դրա փոխարեն ունեն գերազանց լսողություն: Բացի այդ, կարող են արձակել մեծ ուժգնության անդրաձայնային ալիքներ (20' 50 կՀյ և ավելի հաճախությամբ):

Անդրաձայնի բազմաթիվ կիրառություններից նշենք մի քանիսը:

Անդրադարձային ալիքներն օգտագործվում են ձայ-



Նկ. 60.
Չայնախորաչափով
որոշում են ծովի
խորությունը

նախորաչափ կոչվող սարքերում՝ ծովի խորությունը չափելու համար: Անդրաձայնի աղբյուրները տեղակայում են վերջրյա նավերում և սուզանավերում: Արձակելով կարճ անդրաձայնային ազդանշաններ՝ այնուհետև կարելի է որսալ դրանց «արձագանքը» ծովի հատակից (նկ. 60): Չափելով ազդանշանի արձակման պահից մինչև «արձագանքը» որսալու պահն ընկած t ժամանակը՝ (11.1) բանաձևից կստանանք՝ $l = vt/2$, որտեղ l -ը ծովի խորությունն է, v -ն՝ ձայնի արագությունը ջրում՝ $v \approx 1500$ մ/վ:

Ստորջրյա հետազոտությունների համար անդրաձայնային ալիքներն ավելի հարմար են ձայնայինից: Բանն այն է, որ ոչ այնքան մեծ ճառագայթիչների միջոցով ուղղորդված անդրաձայնային ճառագայթում ստանալն ավելի հեշտ է: Իսկ այդպիսի ճառագայթումը հնարավորություն է տալիս ոչ միայն հայտնաբերել ստորջրյա առարկան, այլև որոշել մեր և այդ առարկայի հեռավորությունը՝ միևնույն ժամանակ պարզելով, թե մեզից ի՞նչ ուղղության վրա է գտնվում այն: Անդրաձայնային ալիքները լավ անդրադառնում են ձկան վտառներից: Ուստի վերջիններիս որոնման համար լայնորեն օգտագործում են անդրաձայնը: Հետախուզական նավը, հայտնաբերելով ձկանների կուտակումներ, անմիջապես այդ մասին հայտնում և անհրաժեշտ տեղեկություններ է տալիս ձկնորսական նավերին:

Անդրաձայնային ալիքների անդրադարձման երևույթն օգտագործվում է մարդու ներքին օրգաններում հիվանդագին փոփոխություններ հայտնաբերելու համար: Հետազոտվող օրգանի, օրինակ, ստամոքսի ներսն ուղղված անդրաձայնա-

յին ազդանշաններն անդրադառնում են նրա առջևի և հետևի պատերի: Եթե ստամոքսի երկու պատերն էլ առողջ են, ապա անդրադարձած ալիքների ուժգնությունը միևնույնն է: Ստամոքսում խոց լինելու դեպքում տարբեր պատերից անդրադարձած ալիքների ուժգնությունը կլինի տարբեր:

Շարժեր և առաջադրանքներ

1. Ի՞նչ է արձագանքը: Ե՞րբ է անդրադարձած ձայնը լսվում որպես արձագանք:
2. Ինչպե՞ս են որոշում ձայնի աղբյուրի և արգելքի հեռավորությունը:
3. Ո՞ր առաձգական ալիքներն են անվանում ենթաձայն:
4. Ի՞նչ է անդրաձայնը:
5. Ինչպե՞ս են չղջիկները և դելֆինները հայթայթում իրենց սնունդը կամ կողմնորոշվում տարածության մեջ:
6. Նկարագրեք, թե ինչպես են որոշում ծովի խորությունը ձայնախորաչափի միջոցով:
7. Անդրաձայնային ալիքների ի՞նչ կիրառությունների մասին գիտեք ձկնորսության մեջ, ռազմական գործում:
8. Անդրաձայնի միջոցով ինչպե՞ս են հայտնաբերում ստամոքսի խոցը:

Շետաքթիր է իմանալ

Երբ ենթաձայնից մարդու սիրտ է խառնում

Հայտնի է, որ Բերմուդյան կղզիների շրջանում է գտնվում հյուսիսային կիսագնդի բարձր ճնշման գոտիներից մեկը: Այդ պատճառով էլ այդ շրջանը հակապիկլոնների օջախ է, որոնք մեծ ուժգնության ենթաձայնային ալիքների աղբյուր են: Գիտնականները ենթադրում են, որ դրանից էլ վատանում է այնտեղ կայանած նավերի անձնակազմերի ինքնազգայողությունը:

Ենթաձայնն առաջացնում է սրտախառնություն և գլխապտույտ... Այն կարող է նույնիսկ սպանել: Այժմ, երբ մարդու համար ենթաձայնի վտանգավոր լինելը բացահայտված է, այն ուժեղ թափով ուսումնասիրում են: Ենթաձայնը տառապիտքեն հայտնաբերվում է ամենուրեք՝ օդանավայանների շրջակայքում, մեծ արագությամբ ընթացող ավտոմեքենաներում, օվկիանոսային լողափում, ամպրոպի և պտտահողմի ժամանակ... Կենդանիներին (և որոշ, հատկապես զգայուն, մարդկանց) ենթաձայնային ազդանշանները նախագոյացնում են մոտալուտ երկրաշարժի մասին: Ինչու՞ է ենթաձայնն այդպիսի ազդեցություն գործում մարդկանց և կենդանիների վրա: Մասնավորապես, ինչպե՞ս կարելի է բացատրել այն փաստը, որ ենթաձայնն ունակ է ներքին արյունազեղում առաջ բերելու: Իսկ բացատրությունը շատ պարզ է :

Ինչպես գիտեք, ենթաձայնը կարող է տատանման մեջ դնել մարդու որոշ ներքին օրգաններ: Դրանք այն օրգաններն են, որոնց սեփական տատանումների հաճախությունն ընկած է ենթաձայնային միջակայքում: Մարդու ամբողջ մարմնի համար ռե-

գոնանսային հաճախության միջին արժեքը հավասար է 6Հy-ի: Եթե ենթաձայնային ալիքների հաճախությունը մոտավորապես այդքան է, ապա այդ ալիքները մեր օրգաններին կարող են ստիպել տատանվելու շատ մեծ լայնություներով, ինչն էլ առաջ է բերում ներքին արյունազեղումներ: Փոքր ուժգնության ենթաձայնը հաճախ առաջացնում է գլխապտույտ և սրտախառնություն: Օրինակ՝ ավտոմեքենայում սրտխառնությունը մասամբ նույնպես կարող է պայմանավորված լինել շարժման ժամանակ ծագած ենթաձայնով:

§33

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՃԽԱՏԱՆԵ 3

Թելավոր ճոճանակի տատանումների ուսումնասիրումը

Աշխատանքի նպատակը: Պարզել, թե թելավոր ճոճանակի տատանումների պարբերությունը և հաճախությունը ինչպես են կախված թելի երկարությունից:

Անհրաժեշտ պարագաներ. անցքով կամ կեռիկով գնդիկ, թել, ամրակալան՝ կցորդիչով և թաթով, վայրկեմաչափ կամ վայրկեմացույց սլաքով ժամացույց, չափերիզ:

Փորձի կատարման ընթացքը

1. Սեղանին դրեք ամրակալանը և նրա վերևի ծայրին կցորդիչով ամրացնել թաթը՝ դրանից կախելով գնդիկը, որը պետք է կախված լինի սեղանից փոքր-ինչ բարձր՝ մոտ 100սմ երկարությամբ թելից:
2. Չափերիզով չափեք ճոճանակի թելի / երկարությունը:
3. Գնդիկը շեղեք հավասարակշռության դիրքից 8° 10սմ և բաց թողեք:
4. Չափեք $N = 40$ լրիվ տատանումների ժամանակը:
5. Հաշվեք տատանումների T պարբերությունը և ω հաճախությունը:
6. Փորձը կրկնեք՝ կարճացնելով թելը 4 անգամ, իսկ տատանումների լայնույթը դարձնելով 2° 3 սմ:
7. Ստացված արդյունքները գրառեք հետևյալ աղյուսակում.

	$l, \text{մ}$	$t, \text{վ}$	N	$T, \text{վ}$	$\omega, \text{Հy}$
1					
2					

8. Ձեր եզրակացությունները՝ ճոճանակի թելի երկարությունից տատանումների պարբերության և հաճախության կախվածության վերաբերյալ, գրի առեք տետրում:

ՆԵՐՔԻՆ ԷՆԵՐԳԻԱ

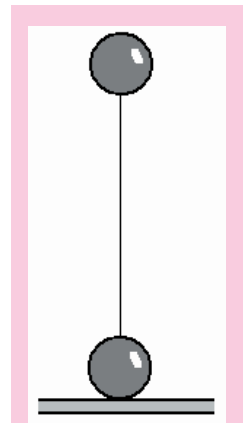
«Գինամիկա» բաժինն ուսումնասիրելիս մենք տեսանք, որ օդի բացակայության դեպքում որոշ բարձրությունից ընկնող մարմնի (օրինակ՝ քարի) կինետիկ և պոտենցիալ էներգիաների գումարը չի փոփոխվում: Անկման ընթացքում, սակայն, քարի պոտենցիալ էներգիան նվազում է, կինետիկը՝ աճում: Գետնին հարվածելու պահին քարի սկզբնական պոտենցիալ էներգիան ամբողջությամբ փոխակերպվում է կինետիկի:

Բնության երևույթների մանրակրկիտ ուսումնասիրությունը գիտնականներին բերեց այն համոզման, որ եթե մարմինների համակարգի էներգիա չի հաղորդվում շրջապատին և ոչ էլ շրջապատից՝ համակարգին, ապա այդ մարմինների բոլոր տեսակի էներգիաների գումարը ժամանակի ընթացքում մնում է անփոփոխ: Այլ կերպ ասած՝ էներգիան չի անհետանում և ոչնչից չի ստեղծվում: Այն սոսկ կարող է փոխանցվել մի մարմնից մյուսին կամ փոխակերպվել մի տեսակից մեկ այլ տեսակի:

Այս պնդումը բնության կարևորագույն օրենքներից մեկն է և հայտնի է որպես էներգիայի պահպանման և փոխակերպման օրենք: Այդ օրենքն այն ուղեցույցն է, որը հնարավորություն է տալիս կողմնորոշվելու գիտության նոր, դեռևս չուսումնասիրված ոլորտներում:

Գարձյալ վերադառնանք ընկնող մարմիններին՝ դիտարկելով հետևյալ փորձը: Ծանր կապարե գունդն ընկնում է կապարե թիթեղին (նկ. 61): Գնդի սկզբնական պոտենցիալ էներգիան գրեթե ամբողջությամբ փոխակերպվում է կինետիկի: Թիթեղին հարվածելուց հետո գունդը վեր չի բարձրանում: Նշանակում է՝ գունդը կորցրեց ձեռք բերած կինետիկ էներգիան, հետևաբար՝ նաև լրիվ մեխանիկական էներգիան:

§34



Նկ. 61. Թիթեղին հարվածելիս գնդիկի մեխանիկական էներգիան փոխակերպվում է ներքին էներգիայի

Իսկ ու՞ր անհետապակ գնդի մեխանիկական էներիան: Արդյոք չխախտվե՞ց էներգիայի պահպանման և փոխակերպման օրենքը:

Իհարկե, ոչ: Ուշադիր զննելով՝ կնկատենք, որ թիթեղը և գունդը հարվածից հետո դեֆորմացվել են: Նուրբ չափումներով կարելի է համոզվել, որ փոքր-ինչ բարձրացել է ինչպես գնդի, այնպես էլ թիթեղի ջերմաստիճանը:

Թիթեղի և գնդի տաքացումը վկայում է այն մասին, որ մեծացել է դրանց մոլեկուլների ջերմային շարժման միջին կինետիկ էներգիան: Այլ կերպ ասած, մեխանիկական էներգիան մասամբ փոխակերպվել է մոլեկուլների շարժման էներգիայի: Բայց մոլեկուլները ոչ միայն շարժվում են: Նրանք նաև փոխազդում են:

Յուրաքանչյուր մարմին, Երկրի հետ փոխազդելու հետևանքով, օժտված է պոտենցիալ էներգիայով: Այդ էներգիան, ինչպես գիտեք, որոշվում է մարմնի բարձրությամբ, այսինքն՝ մարմնի և Երկրի փոխադարձ հեռավորությամբ:

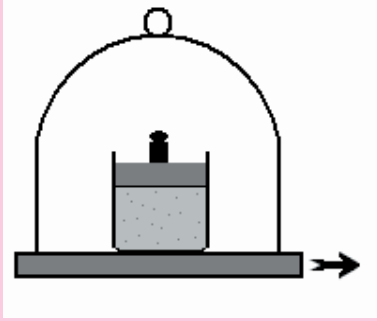
Կապարի թիթեղում մոլեկուլները նույնպես օժտված են պոտենցիալ էներգիայով, քանի որ, համաձայն մոլեկուլային-կինետիկ տեսության հիմնական դրույթների՝ մոլեկուլները նույնպես փոխազդում են: Մոլեկուլների փոխազդեցության պոտենցիալ էներգիան կախված է նրանց փոխադարձ հեռավորություններից: Թիթեղը դեֆորմացնելիս կապարի մոլեկուլների փոխադարձ հեռավորությունները փոխվեցին: Ուստի փոխվեց նաև մոլեկուլների պոտենցիալ էներգիան:

Մարմնի մասնիկների ջերմային շարժման կինետիկ էներգիաների և փոխազդեցության պոտենցիալ էներգիայի գումարն անվանում են մարմնի ներքին էներգիա:

Այսպիսով, բոլոր մարմինները, բացի մեխանիկական էներգիայից, օժտված են նաև ներքին էներգիայով:

Մարմնի ֆիզիկական վիճակը փոփոխելիս, օրինակ՝ տաքացնելիս, կամ դեֆորմացնելիս, փոփոխվում է նրա ներքին էներգիան: Վերը դիտարկված փորձում գնդի և թիթեղի ֆիզիկական վիճակները փոփոխվեցին: Ուրեմն, եթե հաշվի չառնենք օդի առկայությունը, ապա կարող ենք ասել, որ գնդի մեխանիկական էներգիան փոխակերպվեց գնդի և թիթեղի ներքին էներգիայի:

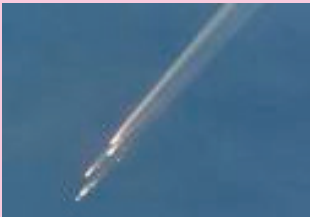
Համոզվելու համար, որ մարմիններն օժտված են ներքին էներգիայով, դիտարկենք մի քանի փորձ:



Նկ. 64.
Օդը զանգից
հանելիս
գլանում օդն
ընդարձակվում է

Օդահան պոմպի զանգի մեջ զետեղենք մխուցով գլան: Գլանում՝ մխուցի տակ կա օդ, իսկ մխուցին դրված է ծանրոց (նկ. 62): Չանգից օդը հանելիս գլանում եղած օդը սկսում է ընդարձակվել և բարձրացնում է մխուցը ծանրոցի հետ մեկտեղ՝ կատարելով մեխանիկական աշխատանք: Հետևաբար՝ *գլանում եղած օդն օժտված է ներքին էներգիայով:*

Երբ շարժվող մարմնի վրա ազդում են շփման կամ դիմադրության ուժեր, ապա դրանք հաղթահարելիս վատնված մեխանիկական էներգիան փոխակերպվում է մարմնի և շրջապատի (մասնավորապես՝ օդի) ներքին էներգիայի: Օրինակ՝ երկնաքարերը, հսկայական արագություններով (վայրկյանում մի քանի տասնյակ կիլոմետր) թափանցելով Երկրի մթնոլորտ, սաստիկ տաքանում են: Մանր երկնաքարերը՝ ասուպները, մույնիսկ ամբողջությամբ այրվում են մթնոլորտում՝ թողնելով լուսավոր հետք (նկ. 63): Երկնաքարերը, մեծ արագությամբ մխրճվելով լուսնահողի մեջ, հարվածի հետևանքով շիկանում են և ապա՝ պայթում՝ Լուսնի մակերևույթին առաջացնելով խառնարաններ (նկ. 64):

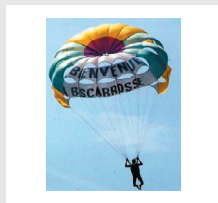
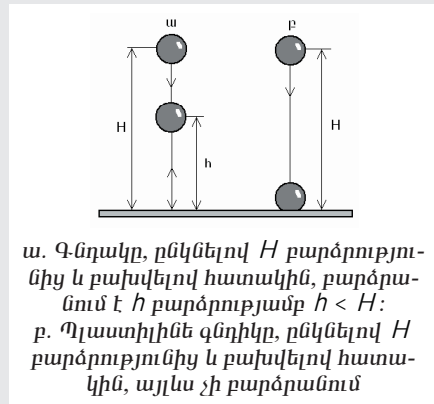


Նկ. 63.
Ասուպի հետքը
երկնակամարում

Նկ. 64.
Լուսնային
խառնարան

Շարժեր և առաջադրանքներ

1. Մեխանիկական էներգիայի ի՞նչ տեսակներ գիտեք: Բերեք օրինակներ:
2. Ի՞նչ պայմանների առկայությամբ է լրիվ մեխանիկական էներգիան մնում հաստատուն: Ձևակերպեք լրիվ մեխանիկական էներգիայի պահպանման օրենքը:
3. Ձևակերպեք էներգիայի պահպանման և փոխակերպման օրենքը:
4. Ինչպե՞ս է փոխվում որոշ բարձրությունից ցած ընկնող զնդիկի էներգիան հենարանին (օրինակ՝ գետնին) հարվածելուց հետո: Խախտվո՞ւմ է արդյոք էներգիայի պահպանման օրենքն այդ ժամանակ: Ինչո՞ւ:
5. Ինչի՞ մասին է վկայում ներքև ընկնող զնդիկի հարվածից հենարանի ջերմաստիճանի բարձրացումը: Իսկ հարվածից առաջացած դեֆորմացիա՞ն:
6. Ի՞նչ է մարմնի ներքին էներգիան: Ինչի՞ց է կախված ներքին էներգիան:
7. Նկարագրեք մի քանի փորձ, որոնք վկայում են մարմնի ներքին էներգիայի գոյության մասին:
8. Բերեք օրինակներ, որոնք համոզում են, որ շփման կամ դիմադրության ուժերի առկայությամբ շարժվելիս փոխվում է մարմնի ֆիզիկական վիճակը:
9. Վերցրեք ռետինե զնդակ և, բարձրացնելով որոշ բարձրությամբ, բաց թողեք (նկ. ա): Դիտեք զնդակի շարժումը և բացատրեք, թե էներգիայի ի՞նչ փոխակերպումներ են տեղի ունենում: Փոփոխվո՞ւմ է արդյոք զնդակի ներքին էներգիան: Ո՞ր պահերին: Ինչպե՞ս: Ինչո՞ւ:
Պլաստիլինից զնդիկ պատրաստեք և փորձը կրկնեք (նկ. բ): Շամեմատեք զնդակի և զնդիկի շարժումները: էներգիայի ի՞նչ փոխակերպումներ են տեղի ունենում այլաստիլինե զնդիկի անկման ընթացքում: Ինչպե՞ս և ինչո՞ւ է փոփոխվում զնդիկի ներքին էներգիան:
10. Բացված անկարգելով (պարաշյուտով) մարդը վայրէջք է կատարում հաստատուն արագությամբ, որը հավասար է 7-8 մ/վ: Շետևաբար՝ վայրէջքի ընթացքում անկարգելորդի կինետիկ էներգիան չի փոխվում: Բայց պոտենցիալ էներգիան նվազում է: Ինչի՞ վրա է ծախսվում վատնված մեխանիկական էներգիան:



Անկարգելորդ վայրէջք է կատարում

Խնդիրների լուծման օրինակներ

Շաշվել սենյակային ջերմաստիճանի ջրածին և թթվածին գազերի մոլեկուլների միջին կինետիկ էներգիաների հարաբերությունը:

Լուծում: 7-րդ դասարանի ֆիզիկայի դասագրքից տեղեկանում ենք, որ սենյակային ջերմաստիճանում ջրածին և թթվածին գազերի մոլեկուլների ջերմային շարժման միջին արագությունները համապատասխանաբար հավասար են՝ $v_{\text{ջրածին}} = 2000$ մ/վ և $v_{\text{թթվածին}} = 500$ մ/վ:

Տարրերի պարբերական աղյուսակից կարող ենք տեղեկանալ, որ ջրածնի հարաբերական ատոմային զանգվածը մոտավորապես 16 անգամ փոքր է թթվածնի հարաբերական ատոմային զանգվածից: Նշանակում է, ջրածնի մոլեկուլը նույնպես 16 անգամ թեթև է թթվածնի մոլեկուլից՝ $v_{\text{ջրածին}} = \frac{1}{16} v_{\text{թթվածին}}$: Հետևապես, ջրածնի և թթվածնի մոլեկուլների միջին կինետիկ էներգիաների հարաբերությունը՝

$$\frac{E_{\text{կ (ջրածին)}}}{E_{\text{կ (թթվածին)}}} = \frac{m_{\text{ջրածին}} \cdot \frac{v_{\text{ջրածին}}^2}{2}}{m_{\text{թթվածին}} \cdot \frac{v_{\text{թթվածին}}^2}{2}} = \frac{m_{\text{ջրածին}}}{m_{\text{թթվածին}}} \cdot \frac{v_{\text{ջրածին}}^2}{v_{\text{թթվածին}}^2} = \frac{1}{16} \cdot \left| \frac{2000}{500} \right|^2 = 1$$

Այս հաշվարկը մեզ հուշում է, որ նույն ջերմաստիճանում երկու տարբեր գազերի՝ ջրածնի և թթվածնի մոլեկուլների ջերմային շարժման միջին կինետիկ էներգիաները հավասար են: Ընդհանրացնելով, կարող ենք պնդել, որ մարմնի մոլեկուլների ջերմային շարժման միջին կինետիկ էներգիան պայմանավորված է ջերմաստիճանով: Նույնիսկ տարբեր մարմինների մոլեկուլներ, որոնք ունեն տարբեր զանգվածներ, միևնույն ջերմաստիճանում ունեն միատեսակ միջին կինետիկ էներգիա: Բայց տարբեր ջերմաստիճաններում, բնականաբար, այդ մարմինների մոլեկուլների միջին կինետիկ էներգիաները տարբեր են:

Պատասխան՝ 1:

ՆԵՐՔԻՆ ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՓՈՓՈՒՍԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԸ

§35

Քննարկելով մարմնի ազատ անկումը, մենք տեսանք, որ մարմնի սկզբնական պոտենցիալ էներգիան անկման վերջում ամբողջությամբ փոխակերպվում է կինետիկ էներգիայի: Բայց այդ ժամանակ ակներև է, որ Երկիրը, ձգելով մարմինը, կատարում է մեխանիկական աշխատանք: Նշանակում է, կատարված աշխատանքը ցույց է տալիս, թե որքանով է փոխվել մարմնի պոտենցիալ էներգիան:

Իսկ ինչպե՞ս է հնարավոր փոփոխել մարմնի ներքին էներգիան: Նախորդ պարագրաֆում մենք տեսանք, որ ներքին էներգիան կախված է մարմնի ֆիզիկական վիճակից: Փոխվում է մարմնի ֆիզիկական վիճակը՝ փոխվում է նաև ներքին էներգիան: Իմացանք նաև, որ **մարմնի ջերմաստիճանը բարձրացնելիս փոխվում է նրա ֆիզիկական վիճակը, հետևաբար՝ նաև ներքին էներգիան: Ըստ որում՝ ջերմաստիճանի բարձրացմանը զուգընթաց ներքին էներգիան աճում է:**

Մարմնի ֆիզիկական վիճակը կարելի է փոփոխել նաև աշխատանք կատարելով: Եթե, մասնավորապես, արտաքին ուժերի ազդեցությամբ աշխատանք է կատարվում շփման կամ դիմադրության ուժերի դեմ, ինչի հետևանքով մարմնի ջերմաստիճանը բարձրանում է, կամ մարմինը փշրվում, մանրատվում է, ապա մարմնի ներքին էներգիան մեծանում է:

Մարմնի ֆիզիկական վիճակը հնարավոր է փոխել նաև մարմնի դեֆորմացիայով: Օրինակ, ալյումինե կամ պղնձե լարը մի քանի անգամ ծալելով և ուղղելով նկատում ենք, որ այն տաքացել է, հետևաբար՝ աճել է ներքին էներգիան:

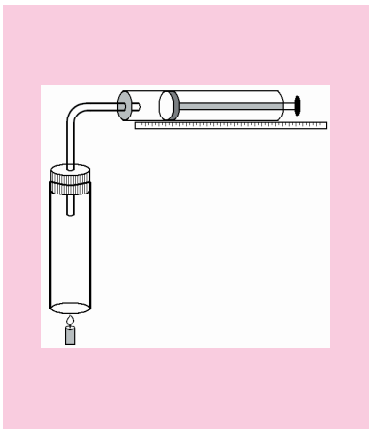
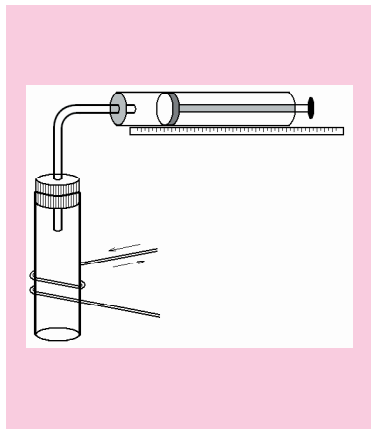
Գազի ներքին էներգիան, մասնավորապես, կարելի է փոփոխել՝ արագ փոփոխելով նրա ծավալը: Արագ սեղմամբ, օրինակ, կարելի է գազը տաքացնել: Ընդհակառակը, արագ ընդարձակման ժամանակ գազի ջերմաստիճանն իջնում է:

Քննարկենք հետևյալ փորձը:

Օդ պարունակող սրվակն ամուր փակված է խցանով, որն անցք ունի: Բարակ խողովակով սրվակը միացված է մխոց ունեցող ապակե գլանին (նկ. 65): Մխոցն ազատորեն կարող է տեղաշարժվել գլանի մեջ, իսկ մխոցի դիրքը՝ որոշվել քանոնի օգնությամբ: Նշելով մխոցի սկզբնական դիրքը՝ այնուհետև պարանով շփում ենք սրվակը: Գրանցելով մխոցի դիրքը՝ տեսնում ենք, որ այն տեղաշարժվել է աջ: Եզրակայությունը մեկն է՝ պարանի միջոցով աշխատանք կատարելով շփման ուժերի դեմ՝ մենք բարձրացրինք սրվակի, հետևաբար նաև՝ սրվակի ներսի օդի ջերմաստիճանը: Իսկ ջերմաստիճանի բարձրացումը, ինչպես արդեն գիտենք, վկայում է այդ օդի ներքին էներգիայի աճի մասին:

Նկ. 65.
Շփելով փորձասրվակը՝ մեծացնում ենք նրա մեջ պարունակվող օդի ներքին էներգիան

Նկ. 66.
Տաքացնելով փորձասրվակը՝ մեծացնում ենք նրա մեջ պարունակվող օդի ներքին էներգիան



Տաքայած օդը, ընդարձակվելով, մխոցը տեղաշարժեց աջ՝ կատարելով մեխանիկական աշխատանք: Այդ աշխատանքը օդը կատարեց արդեն իր ներքին էներգիայի հաշվին: Ուստի սրվակի օդի ներքին էներգիան, մխոցը տեղաշարժվելուց հետո, բնականաբար, որոշ չափով կնվազի:

Այսպիսով, բերված օրինակները և դիտարկված փորձը մեզ համոզում են, որ մարմնի ֆիզիկական վիճակը, հետևաբար՝ նաև ներքին էներգիան կարելի է փոփոխել՝ կատարելով աշխատանք:

Նկարագրված փորձում մխոցը կարելի է տեղաշարժել նաև առանց աշխատանք կատարելու, օրինակ՝ սպիրտայրուցի բոցով տաքացնելով սրվակի օդը (նկ. 66): Այս դեպքում ևս սրվակի օդի ջերմաստիճանը կբարձրանա, և կմեծանա այդ օդի ներքին էներգիան: Իսկ աշխատանք կատարելով օդի ներքին էներգիան որոշ չափով կնվազի:

Վառարանը պաղելիս որևիցե աշխատանք չի կատարվում, բայց վառարանի ներքին էներգիան փոքրանում է: Այդ դեպքում, սակայն, շրջապատի մարմինները՝ օդը, պատերը, սենյակի առարկաները, տաքանում են, այն է՝ մեծացնում են իրենց ներքին էներգիան (դարձյալ առանց աշխատանք կատարելու):

Առանց աշխատանք կատարելու մարմնի ներքին էներգիայի փոփոխման պրոցեսն անվանում են ջերմահաղորդում կամ ջերմափոխանակում (ջերմափոխանակություն):

Ջերմահաղորդման պրոցեսը, փաստորեն, մի մարմնի ներքին էներգիայի հաղորդումն է մեկ ուրիշ մարմնի, այսինքն՝ մի մարմնի մոլեկուլների ջերմային շարժման էներգիայի փոխանցումը մյուս մարմնի մոլեկուլներին:

Իսկ ինչպե՞ս է հաղորդվում ներքին էներգիան մի մարմնից մյուսին: Նախ՝ նշենք, որ մարմինների միջև ջերմափոխանակում հնարավոր է, եթե այդ մարմինների ջերմաստիճանները տարբեր են: Ընդ որում, **ներքին էներգիան հաղորդվում է միայն տաք մարմնից սառը մարմնին:** Հակառակ պրոցեսը՝ ներքին էներգիայի ինքնաբերական հաղորդումը սառը մարմնից տաքին երբեք տեղի չի ունենում:

Այժմ ենթադրենք, թե իրար ենք հպել տաք և սառը մարմիններ: Մենք գիտենք, որ տաք մարմնի մոլեկուլներն ավելի «արագաշարժ» են, ունեն ավելի մեծ միջին կինետիկ էներգիա: Մարմինների հպման տեղամասերում տաք մարմնի մո-

լեկուլները, փոխազդելով սառը մարմնի մոլեկուլների հետ, իրենց կինետիկ էներգիայի մի մասը հաղորդում են նրանց: Դրա հետևանքով տաք մարմնի մոլեկուլների ջերմային շարժման միջին կինետիկ էներգիան նվազում է, իսկ սառը մարմնի մոլեկուլներինը՝ մեծանում: Հետևաբար՝ տաք մարմնի ջերմաստիճանն իջնում է, իսկ սառը մարմնինը՝ բարձրանում: Որոշ ժամանակ անց այդ մարմինների ջերմաստիճանները հավասարվում են: Արդյունքում, ջերմահաղորդման հետևանքով, տաք մարմնի ներքին էներգիան նվազում է, սառը մարմնինը՝ աճում: Այդ դեպքում ասում են, որ տաք մարմնի ներքին էներգիայի որոշ քանակ փոխանցվեց սառը մարմնին:

Այսպիսով, նկարագրված փորձերը և դիտարկված օրինակները վկայում են այն մասին, որ մարմնի ներքին էներգիան կարելի է փոփոխել երկու եղանակով՝ **1. մեխանիկական աշխատանք կատարելով, 2 ջերմահաղորդմամբ:**

Առաջին դեպքում մեխանիկական էներգիան փոխակերպվում է ներքին էներգիայի կամ հակառակը: Երկրորդ դեպքում աշխատանք չի կատարվում: Իհարկե, հնարավոր է, որ միաժամանակ տեղի ունենան երկու պրոցեսներն էլ՝ կատարվի և՛ ջերմափոխանակում, և՛ աշխատանք:

Շարքեր և առաջադրանքներ

1. Ինչո՞ւ է բնութագրվում մեխանիկական էներգիայի փոփոխությունը:
2. Նկարագրեք փորձ, որը հաստատի, որ ջերմաստիճանի բարձրացմանը զուգընթաց մարմնի ներքին էներգիան աճում է:
3. Բերեք օրինակներ կամ նկարագրեք փորձ, որոնք հաստատեն, որ աշխատանք կատարելով կարելի է փոփոխել մարմնի ներքին էներգիան:
4. Ի՞նչ է ջերմահաղորդումը: Կարելի՞ է ջերմահաղորդումը համարել էներգիայի փոխակերպում: Ինչո՞ւ:
5. Մարմնի ներքին էներգիան աճել է 10Ջ-ով: Ի՞նչ եք կարծում՝ ջերմահաղորդմամբ, թե՞ աշխատանք կատարելու միջոցով է տեղի ունեցել ներքին էներգիայի այդ աճը:
6. Տաք ջուրը խառնել են սառը ջրին: Ինչո՞ւ է խառնուրդի ջերմաստիճանը բարձր սառը ջրի ջերմաստիճանից, բայց ցածր՝ տաք ջրի ջերմաստիճանից: Բացատրեք՝ հիմնվելով մոլեկուլային կինետիկ տեսության դրույթների վրա:
7. Հնարավո՞ր է արդյոք ջերմափոխանակում սառույցի և ջրի միջև, եթե երկու նյութերի ջերմաստիճանն էլ 0°C է: Բացատրեք՝ ինչո՞ւ:

Շտաքըքիր է իմանալ

Ջերմային երևույթների վերաբերյալ պատկերացումների պատմությունից

Ամենօրյա դիտումները համոզում են, որ, օրինակ, լինելով կրակին մոտ՝ մարմինները տաքանում են: Այրվող առարկայից, կարծես, ինչ-որ բան «տեղափոխվում է» դեպի սառը մարմինները: Իսկ ի՞նչ է «տեղափոխվում»:

1613 թ. Գալիլեյը ենթադրեց, որ գոյություն ունի անտեսանելի, անկշռելի հեղուկ, որը լցնում է մարմնի բոլոր ծակոտիկները՝ ինչպես ջուրն է ներծծվում սպունգի մեջ: Նա կարծում էր նաև, որ այդ հեղուկը չի կարող ստեղծվել ոչնչից և չի կարող անհետանալ. այն կարող է միայն վերաբաշխվել մարմինների միջև: Հեղուկն անվանեցին ջերմածին: Մարմնի տաքացածության աստիճանը, հետևաբար՝ նաև ջերմաստիճանը, որոշվում է նրանում ջերմածնի քանակով: Ընդամիս, որքան շատ է ջերմածնի քանակը մարմնում, այնքան մարմինն ավելի է տաք:

Ջերմածնի վարկածի հետ գրեթե միաժամանակ ջերմության բնույթի վերաբերյալ առաջ քաշվեց մեկ այլ վարկած ևս, որի հեղինակն էր անգլիացի գիտնական Ֆրենսիս Բեկոնը: Համաձայն այս երկրորդ վարկածի՝ մարմնի տաք կամ սառը լինելը կապված է այն մանրագույն մասնիկների շարժման հետ, որոնցից կազմված են մարմինները: Այլ կերպ ասած, ջերմածինը հեղուկ չէ, այլ ավելի վերացական հասկացություն է՝ մարմնի մասնիկների շարժում է, որ կարող է մի մարմնի մասնիկներից փոխանցվել մեկ ուրիշ մարմնի մասնիկներին:

Այսպիսով, Գալիլեյի և Բեկոնի վարկածների տարբերությունն այն է, որ ըստ առաջին վարկածի մարմինը կարելի է տաքացնել՝ նրա մեջ ավելացնելով անստեղծ նյութի՝ ջերմածնի քանակը, իսկ ըստ երկրորդի՝ մարմինը տաքացնել հնարավոր է միայն՝ մեծացնելով նյութի մասնիկների շարժման արագությունները: Վերջինս, բնականաբար, անվանեցին ջերմային շարժում:

Կարելի է բերել բազմաթիվ օրինակներ, որոնք, կարծես, վկայում են ջերմածնի վարկածի օգտին: Եվ պատահական չէ, որ Եվրոպայի շատ խոշորագույն գիտնականներ համառորեն շարունակում էին պաշտպանել առաջին վարկածը: Նույնիսկ, ջերմային երևույթների ժամանակակից պատկերացումների մասին ուսմունքի ստեղծողներից մեկը՝ ֆրանսիացի ֆիզիկոս և ճարտարագետ Սադի Կառնոն (1796-1832) իր գլխավոր գիտական աշխատությունը շարադրել է՝ հիմնվելով հենց ջերմածնի վարկածի վրա:

18-րդ դարավերջին, սակայն, անգլիացի ֆիզիկոս Բենջամին Ռոմֆորդն իրականացրեց մի շարք փորձեր, որոնք, ընդհակառակը, հաստատում էին երկրորդ վարկածը: Մյուսխեսնի գինագործարանում հետևելով, թե ինչպես են թնդանոթ պատրաստում, նա ուշադրություն դարձրեց այն բանին, որ հրանոթի փողը գալիկոնելիս թե՛ փողը և



Ֆրենսիս Բեկոն
(1561-1626)



Բենջամին Ռոմֆորդ
(1753-1814)



Երկու չոր փայտի կտորներ իրար շփելով՝ նախնադարյան մարդիկ կրակ էին ստանում

թե՛ գայլիկոնը սաստիկ տաքանում են: Այն, որ շփվելիս մարմինները տաքանում են, գիտեին նույնիսկ նախնադարում. մեր նախնիները կրակ էին ստանում՝ չոր փայտերն իրար շփելով: Ռուսֆորդը փորձեց այդ երևույթը բացատրել ջերմածնի վարկածի հիման վրա: Մետաղի կտորը գայլիկոնելիս ջերմածինը այդ կտորում պետք է պակասեր. չէ՞ որ ջերմածնի մի մասն անցնում է մետաղե խարտուքին: Բայց այդ դեպքում զարմանալի է, թե ինչու էր տաքանում մետաղը. որտեղի՞ց էր ջերմածինը թափանցում նրա մեջ: Գույե օդի՞ց: Այս վերջին ենթադրությունը ստուգելու համար Ռուսֆորդը գայլիկոնվող փողի մեջ ջուր լցրեց: Արդյունքը նույնն էր՝ ջուրը տաքացավ, նույնիսկ՝ եռաց: Ռուսֆորդին արդեն ամեն ինչ պարզ էր: Եթե ջերմածին կարելի է ստանալ

անասինան քանակով, ապա այն հատուկ հեղուկ չէ: Ուրեմն, թնդանոթը տաքանում է նրա փողի գայլիկոնման ժամանակ: Այս ամենից Ռուսֆորդը եզրակացրեց, որ բոլոր ջերմային երևույթների հիմքում ընկած է շարժումը:

Շատ չանցած՝ անգլիացի քիմիկոս և ֆիզիկոս Հենֆրի Դևին (1778-1829) սառույցի երկու կտորներ, շփելով, վերածեց ջրի: Նա նաև ցույց տվեց, որ նույնիսկ վակուումում մոմը կարելի է հալեցնել՝ այն հպելով շփվող մարմինների: Այս ամենը հաստատում էր Ռուսֆորդի այն պնդումը, որ մարմինների տաքացումը, իրոք, մասնիկների շարժման հետևանք է:

§36

ՋԵՐՄԱՔԱՆԱԿ: ՋԵՐՄԱՔԱՆԱԿԻ ՄԻԱՎՈՐԸ

Ջերմահաղորդումը բնութագրում են մի ֆիզիկական մեծությամբ, որն անվանում են ջերմաքանակ: *Ջերմաքանակը մարմնի ներքին էներգիայի փոփոխությունն է ջերմահաղորդման պրոցեսում:* Ջերմաքանակը, փաստորեն, ներքին էներգիայի այն քանակն է, որը ջերմափոխանակմամբ հաղորդվում է մի մարմնից մյուսին: Ընդ որում, երբ մարմինը տաքանում է, ապա ասում են, որ մարմինը շրջապատից ջերմություն է ստացել: Ընդհակառակը, սառչելիս մարմինը շրջապատին է ջերմություն տալիս:

Ջերմաքանակը, որպես ներքին էներգիայի փոփոխման չափ, բնական է արտահայտել նույն միավորով, ինչ էներգիան, այն է՝ ջոուլով (կրճատ՝ Ջ): Օգտվում են նաև կիլոջոուլ (կՋ) և մեգաջոուլ (ՄՋ) միավորներից՝

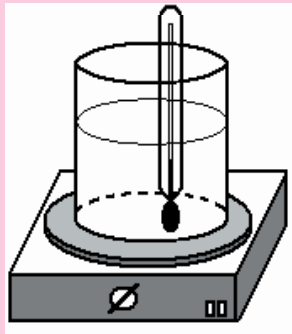
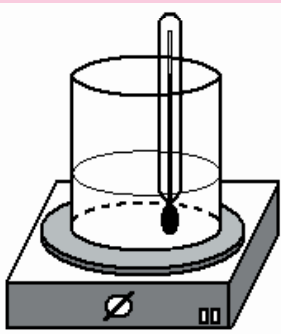
$$1 կՋ = 1000 Ջ = 10^3 Ջ, \quad 1 ՄՋ = 1000000 Ջ = 10^6 Ջ:$$

Ջերմաքանակը նշանակում են լատիներեն Q (կարդացվում է՝ քյու) տառով:

Իսկ h° նչ գործոններով է պայմանավորված այն ջերմաքանակը, որը մարմինը ստանում է տաքանալիս կամ կորցնում է սառչելիս: Դա պարզելու համար կատարենք հետևյալ փորձերը:

Ջեռույիչ սարքին (օրինակ՝ էլեկտրական սալիկին) դնենք ջրով լցված բաժակը: Չափենք ջրի սկզբնական ջերմաստիճանը: Միացնենք ջեռույիչ սարքը և հետևենք, թե ինչպես է բարձրանում ջրի ջերմաստիճանը: Փորձը կատարելիս տեսնում ենք, որ ինչքան բարձր ջերմաստիճանի ջուր ենք ցանկանում ունենալ, այնքան ավելի երկար պետք է այն տաքացնենք: Օրինակ՝ գոլ ջուր ստանալու համար ավելի քիչ ջերմաքանակ է հարկավոր ջրին հաղորդել, քան՝ եռման: Ընդ որում, տրված զանգվածով ջրի ջերմաստիճանը, օրինակ, 20°C -ով փոփոխելիս երկու անգամ ավելի քիչ ջերմաքանակ է պահանջվում հաղորդել ջրին, քան 40°C -ով փոփոխելիս:

Այժմ վերցնենք տարբեր զանգվածներով սենյակային ջերմաստիճանի ջուր պարունակող երկու բաժակ և երկու միանման ջեռույիչ սարք: Առաջին սարքին դնենք քիչ ջրով լցրած բաժակը (նկ. 67, ա), երկրորդին՝ շատ ջրով լցրածը (նկ. 67, բ): Դարձյալ հետևենք, թե ինչպես են բարձրանում տարբեր բաժակներում լցրած ջրի ջերմաստիճանները: Քիչ ջրով լցրած բաժակի ջերմաստիճանն ավելի արագ է բարձրանում, քան շատ ջրով լցրած բաժակինը (նկ. 67): Ընդ որում, եթե երկրորդ բաժակում ջուրը երկու անգամ ավելի շատ է, ապա նույնքան ջերմաստիճանով տաքացնելու համար երկրորդ բաժակը երկու անգամ ավելի երկար ժամանակ պետք



Նկ. 67.
Որքան շատ ջուր ենք ցանկանում տաքացնել, այնքան ավելի մեծ ջերմաքանակ պետք է հաղորդենք ջրին

է էլեկտրասալիկին դրված լինի: Նշանակում է, երկրորդ բաժակի ջուրը տաքացնելու համար երկու անգամ ավելի շատ ջերմաքանակ է պահանջվում:

Փորձից եզրակացնում ենք, որ ինչքան մեծ է մարմնի զանգվածը, այնքան ավելի շատ ջերմաքանակ է հարկավոր հաղորդել նրան՝ ջերմաստիճանը նույն չափով բարձրացնելու համար:

Նկ.69-ում պատկերված փորձում բաժակներից մեկում լցնենք ջուր, իսկ մյուսում՝ նույն զանգվածով, նույն ջերմաստիճանի ձեթ և փորձը կրկնենք: Կնկատենք, որ ձեթի ջերմաստիճանն ավելի արագ է բարձրանում, քան ջրինը: Եվ որպեսզի ջրի ջերմաստիճանը հավասարվի ձեթի ջերմաստիճանին, ջուրը 2,4 անգամ ավելի երկար ժամանակ պետք է տաքացնենք: Այսինքն՝ ջրին անհրաժեշտ է հաղորդել մոտ 2,4 անգամ ավելի մեծ ջերմաքանակ: Այստեղից եզրակացնում ենք, որ *նույն զանգվածով տարբեր մարմինների ջերմաստիճանները նույն չափով բարձրացնելու համար հարկավոր է այդ մարմիններին հաղորդել տարբեր ջերմաքանակներ:*

Այժմ ամփոփենք փորձերի արդյունքները: Ի՞նչ եզրակացություն կարելի է անել այս փորձերից: Եզրակացությունը հետևյալն է:

Մարմնի ջերմաստիճանը փոփոխելու համար անհրաժեշտ ջերմաքանակը կախված է մարմնի զանգվածից, ջերմաստիճանի փոփոխությունից և մարմնի նյութի տեսակից: Տաքացման համար այդ ջերմաքանակը մարմնին է հաղորդվում շրջապատից, իսկ սառչելիս մարմնին ինքն է շրջապատին ջերմաքանակ տալիս:

Նախորդ պարագրաֆում, տաք և սառը մարմինների հպման օրինակով, մենք քննարկեցինք ջերմահաղորդման երևույթը՝ ելնելով մոլեկուլային-կինետիկ տեսությունից: Այժմ միայն նշենք, որ ջերմահաղորդումը, փաստորեն, մի մարմնից մյուսին մոլեկուլների ջերմային շարժման միջին կինետիկ էներգիայի որոշ քանակի փոխանցումն է:

Շարցեր և առաջադրանքներ

1. Ինչո՞վ են իրարից տարբերվում ջերմահաղորդման պրոցեսը և աշխատանքի կատարումը:
2. Ի՞նչ է ջերմաքանակը:
3. Ի՞նչ միավորով է արտահայտվում ջերմաքանակը միավորների ՄՔ-ում:

4. Ո՞ր դեպքում է ավելի շատ ջերմաքանակ պահանջվում՝ նույն զանգվածի գո՞լ, թե՞ եռման ջուր ստանալու համար:
5. 1լ և 2լ տարողությամբ անոթները լիքը լցված են եռման ջրով: Մինչև սենյակային ջերմաստիճանը սառչելիս ո՞ր անոթի ջուրն ավելի շատ ջերմաքանակ կկորցնի:
6. Ի՞նչ փորձով կարող եք ցույց տալ, որ ջերմաքանակը կախված է մարմնի նյութի տեսակից:
7. Ինչի՞ց է կախված այն ջերմաքանակը, որ մարմինը շրջապատին տալիս է սառչելիս: Իսկ այն ջերմաքանակը, որ անհրաժեշտ է հաղորդել մարմնին տաքացմելիս:

Շեռաքրքիր է իմանալ

1. Ջերմային հարված

Կենդանի օրգանիզմը կամ նրա առանձին օրգանները (օրինակ՝ մկանները) չեն կարող աշխատանք կատարել շրջապատի մարմիններից ստացած ջերմության հաշվին: Այդ դեպքում, ինչպես ցույց է տալիս հաշվարկը, մեր օրգանիզմը կտաքանար մինչև 175°C, մինչդեռ հայտնի է, որ սպիտակուցներն արդեն 50°C ջերմաստիճանում քայքայվում են: Հետևապես, կենդանի օրգանիզմը ֆիզիկական աշխատանք կարող է կատարել միայն իր ներքին էներգիայի փոփոխման հաշվին: Բայց ներքին էներգիայի որոշ քանակ ջերմահաղորդմամբ տրվում է շրջապատին: Այլ կերպ ասած, աշխատանք կատարելիս օրգանիզմում անջատվում է ջերմաքանակ, որը ֆիզիկական մեծ ծանրաբեռնվածության դեպքում բավական զգալի է՝ մոտավորապես 6 ՄՋ (1 ժամում):

Եթե ինչ-ինչ պատճառներով օրգանիզմը չի հեռացնում այդ ջերմաքանակը, ապա մարդու մարմնի ջերմաստիճանը այդ ընթացքում կարող է բարձրանալ 15°C-ով: Վերջինս, անշուշտ, կհանգեցնի ծանր հետևանքների: Հարյ է ծագում՝ ինչպես է օրգանիզմն ազատվում ավելորդ ջերմաքանակից: Ինչու՞ է շոգը դժվար տանելի, երբ օդի խոնավությունը բարձր է:

Ավելորդ ջերմության մեծ մասն օրգանիզմը կորցնում է հետևյալ կերպ: Մաշկը սնուցող արյունատար անոթները լայնանում են, արյան հոսքն ավելանում է, և որպես հետևանք՝ մենք կարմրում ենք, ինչպես նաև ավելանում է մաշկին հաղորդվող ջերմությունը: Օրգանիզմն ավելի առատորեն է քրտինք արտադրում, որը գոլորշիացնելու համար էլ ծախսվում է այդ ջերմությունը: Օդի բարձր խոնավության պայմաններում նվազում է քրտինքի գոլորշիացման արագությունը: Ուստի շոգ, բայց խոնավ եղանակը մարդիկ, սովորաբար, դժվար են տանում: Դեպի մաշկ արյան հոսքի ավելացումը, սակայն, կարող է նվազեցնել արյան մատակարարումն ուղեղին: Իսկ սա իր հերթին կարող է հանգեցնել գիտակցության կորստի:

Առատ քրտնարտադրությունն առաջանում է օրգանիզմի աղազրկում, որն ուղեկցվում է սրտխառնոցով, ջրաձգություններով, արյան շրջանառության խախտմամբ: Եթե քրտնարտադրության միջոցով կորչում է օրգանիզմում ջրի ընդհանուր քանակի մոտ 2%-ը, ապա մարդն ուժեղ ծարավ է զգում: Ջրի 7%-ի կորուստը կարող է պատճառ դառնալ արյան շրջանառության խախտման, նույնիսկ, հնարավոր է՝ մահվան: Մարմնի գերտաքացումն ուղեկցվում է նույնպիսի ախտանիշներով և առաջ է բերում գիտակցության կորուստ:

2. «Ջերմության կղզյակներ»

Օդերևութաբանները, կազմելով քաղաքի ջերմաստիճանային քարտեզը, նկատել են, որ կենտրոնում, որպես կանոն, օդի ջերմաստիճանը միջին հաշվով 3-5°C-ով բարձր է, քան ծայրամասերում: Կենտրոնից հեռանալուն զուգընթաց ջերմաստիճանն ընկնում է: Կենտրոնը, կարծես, «ջերմության կղզյակ է»: Այդ պատճառով է, որ քաղաքի կենտրոնում գարնանը կանաչն ավելի վաղ է ծաղկում, քան ծայրամասերում և արվարձաններում:

Քաղաքներում «ջերմության կղզյակների» գոյությունը բացատրվում է մի քանի պատճառով:

Ջերմաստիճանի բարձրացմանը նպաստում են բազմահարկ շենքերը, քարածածկ և բետոնածածկ տարածքները, արագ տեղի ունեցող անձրևահոսք, ձյան մաքրումը, օդում փոշու առկայությունը, մառախուղը և այլ գործոններ:

Կենտրոնում, շենքերի առանձնահատուկ դասավորության պատճառով, քամին, սովորաբար, թույլ է լինում: Դրա հետևանքով քիչ է գոլորշիացումը (վերջինս, ինչպես գիտեք, ուղեկցվում է զգալի քանակով ջերմության կլանմամբ): Բացի այդ, սալարկած, ասֆալտապատ փողոցներն ավելի շատ ջերմություն են կլանում, քան հողածածկ գետիկը:

§37

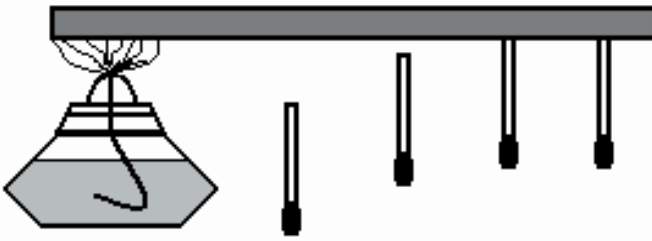
ՋԵՐՄԱՇԱՂՈՐԴԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Մենք տեսանք, որ տարբեր ջերմաստիճանի երկու մարմին իրար հպելիս, ջերմահաղորդման հետևանքով, տաք մարմնի ներքին էներգիան նվազում է, սառնինը՝ աճում: Այլ կերպ ասած՝ տաք մարմնից սառնին ներքին էներգիայի որոշ քանակ՝ ջերմություն է հաղորդվում:

Ջերմությունը կարող է հաղորդվել նաև նույն մարմնի տաք մասից սառը մասերին: Օրինակ՝ տաք թեյը խառնելիս ձեզնից յուրաքանչյուրը զգայել է, որ տաքանում է ոչ միայն գդալի այն մասը, որը թեյի մեջ է, այլ նաև բաժակից դուրս մնացած մասը: Ջերմությունը, կարծես, գդալի տաք ծայրից «ճանապարհորդում է» դեպի սառը ծայրը:

Ջերմության հաղորդումն ակնառու դարձնելու համար կատարենք հետևյալ փորձը:

Պղնձե ձողին, նրա երկայնքով, մոմով ամրացնենք մի քանի լույկի: Չողի մի ծայրը տաքացնենք (օրինակ՝ սպիրտայրուցի բոցով): Տաքանալու ընթացքում մոմը սկսում է հալվել, և լույկիները, աստիճանաբար ձողից պոկվելով, ընկնում են (նկ.68): Սկզբում պոկվում են այն լույկիները, որոնք ավելի մոտ են բոցին, իսկ այնուհետև՝ մնացածները:



Նկ. 68.
Պղնձե ձողը
տաքացնելիս
լուցկիները հերթով
ընկնում են

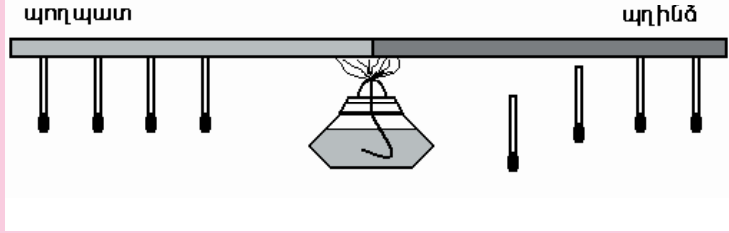
Լուցկիների հերթականորեն պոկվելը ձողից ակնառու «ցուցադրում է» ջերմության հաղորդումը ձողի երկայնքով՝ նրա տաքացած ծայրից դեպի սառը տեղամասերը: Բնական է կարծել, որ «ցուցադրված» ջերմահաղորդումն իրականացնում են ձողի մոլեկուլները: Ինչպես գիտեք, պինդ մարմնի մոլեկուլները կատարում են տատանողական շարժումներ որոշակի կետերի՝ հավասարակշռության դիրքերի շուրջը, և ուժեղ փոխազդելու հետևանքով այդ դիրքերից շատ հեռանալ չեն կարող: Չողի ծայրը տաքացնելիս այդ մասում մոլեկուլների միջին կինետիկ էներգիան մեծանում է: Փոխազդելով հարակից՝ սառը տեղամասի ավելի դանդաղ տատանվող մոլեկուլների հետ՝ նրանք վերջիններիս են փոխանցում իրենց կինետիկ էներգիայի (այսինքն՝ ձողի այդ տեղամասի ներքին էներգիայի) մի մասը: Իսկ հարակից տեղամասի մոլեկուլներն էլ իրենց ավելացած կինետիկ էներգիայի որոշ քանակ հաղորդում են տաքացած ծայրից ավելի հեռու գտնվող մոլեկուլներին, և այսպես շարունակ: Ահա այսպես ջերմությունը ձողի տաքացած ծայրից հաղորդվում է սառը ծայրին:

Ջերմության հաղորդումը մարմնի տաք տեղամասերից սառը տեղամասերին՝ մոլեկուլների ջերմային շարժման և փոխազդեցության հետևանքով, անվանում են ջերմահաղորդականության երևույթ կամ, պարզապես, ջերմահաղորդականություն:

Ամենօրյա դիտումները, փորձը ցույց են տալիս, իսկ ջերմահաղորդականության երևույթի բացատրությունն էլ համոզում է, որ ջերմահաղորդականությամբ մարմնի տաք մասից դեպի սառը տեղամասերը նյութ չի տեղափոխվում: Ջերմահաղորդականության երևույթը լույս ջերմության՝ ներքին էներգիայի որոշ քանակի հաղորդումն է մարմնի ամբողջ ծավալով մեկ, կամ էլ մի մարմնից նրան հաված մեկ ուրիշ մարմնի:

Նկ. 69.

Պղնձե և պողպատե ձողերի հաված ծայրերը միաժամանակ տաքացնելիս առաջին հերթին պոկվում-ընկնում են պղնձին ամրացված լույկիները



Ջերմահաղորդականության երևույթն ընդունված է նկարագրել միավոր ժամանակում ձողի լայնական հատույթի միավոր մակերեսով հաղորդվող ջերմաքանակով, որն անվանում են ջերմության հոսքի խտություն: Փորձում պղնձե ձողը փոխարինելով պողպատե ձողով, կնկատենք, որ պողպատե ձողից լույկիներն ընկնում են ավելի ուշ: Փորձն ավելի ակնառու դարձնելու նպատակով միատեսակ չափերով պղնձե և պողպատե ձողերը հպենք իրար: Հսկայան տեղից հավասար հեռավորությամբ յուրաքանչյուր ձողին մոտով ամրացնենք լույկիներ (նկ. 69): Հաված ծայրերը տաքացնենք սպիրտայրուցի բոցով: Կնկատենք, որ առաջին հերթին սկսում են պոկվել և ընկնել պղնձե ձողին ամրացված լույկիները:

Այս փորձերից եզրակացնում ենք, որ պղնձե ձողով հաղորդվող ջերմության հոսքի խտությունը մեծ է պողպատե ձողով հաղորդվող ջերմության հոսքի խտությունից:

Նյութի ջերմային հատկությունները բնութագրող այն ֆիզիկական մեծությունը, որը ցույց է տալիս միավոր երկարությամբ և լայնական հատույթի միավոր մակերեսով ձողի երկայնքով հաղորդվող ջերմության հոսքի խտությունը, երբ ձողի ծայրերի ջերմաստիճանների տարբերությունը 1°C է, կոչվում է այդ նյութի ջերմահաղորդականություն:

Օրինակ՝ ջրի ջերմահաղորդականությունը $0,56 \text{ Վտ}/(\text{մ}\cdot^{\circ}\text{C})$ է: Նշանակում է, ջրի 1 մ^2 մակերեսով շերտով, որի հաստությունը 1 մ է, իսկ մակերևույթների ջերմաստիճանների տարբերությունը 1°C , 1 վ -ում հաղորդվում է $0,56 \text{ Ջ}$ ջերմություն:

Եթե տարբեր նյութերից պատրաստենք միևնույն ձևի և չափերի առարկաներ (օրինակ՝ ձողեր), ջերմահաղորդման արագությունն ավելի մեծ կլինի այն ձողի երկայնքով, որի ջերմահաղորդականությունն ավելի մեծ է: Մեծ ջերմահաղորդականություն ունեցող նյութերի մասին ասում են նաև, որ դրանք լավ ջերմահաղորդիչներ են:

Աղյուսակ 4.1.

Մի քանի նյութերի ջերմահաղորդականությունները

նյութ	Ջերմահաղորդականություն, Վտ/(մ°C)	նյութ	Ջերմահաղորդականություն, Վտ/(մ°C)
Արծաթ	418,7	Ապակի	0,55
Պղինձ	389,6	Փայտանյութ	0,15-0,38
Ոսկի	312,8	Չյուն	0,10
Ալյումին	209,3	Թաղիք	0,08
Պողպատ	45,4	Խցան	0,04
Սառույց	2,21	Բամբակ	0,04
Աղյուս	0,60	Օդ	0,024
Ջուր	0,56	Բրդե գործվածք	0,021-0,022

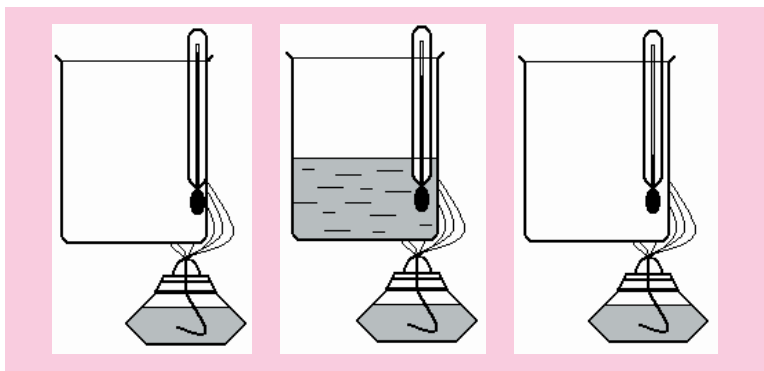
Աղյուսակ 4.1-ում բերված են մի քանի նյութերի ջերմահաղորդականության արժեքները:

Աղյուսակից երևում է, որ լավ ջերմահաղորդիչներ են մետաղները: Վատ ջերմահաղորդիչներ են հեղուկները, իսկ շատ վատ ջերմահաղորդիչներ՝ գազերը և մի շարք այնպիսի նյութեր, ինչպիսիք են բուրդը, բամբակը, խցանը և այլն:

Այդ նյութերի ջերմահաղորդականություններն իրար հետ համեմատելու համար կատարենք հետևյալ փորձը:

Մետաղե բաժակի ներսից՝ նրա պատին հպենք ջերմաչափի պահեստարանը: Դրսից բաժակը տաքացնենք սպիրտայրոցի բոցով (նկ. 70, ա): Ջերմաչափը ցույց կտա ջերմաստիճանի շատ արագ բարձրացում:

Փորձը կրկնենք, միայն թե բաժակը լցնենք ջրով, իսկ ջերմաչափը փոքր-ինչ հեռացնենք բաժակի պատից (նկ. 70, բ): Ջերմաչափի ցույցումնքն այս անգամ կփոփոխվի դանդաղորեն:



Նկ. 70. Ջերմահաղորդման արագությունը ամենամեծն է մետաղում (ա), փոքր է ջրում (բ) և շատ փոքր է օդում (գ)

Կրկնենք երկրորդ փորձը՝ բաժակի ջուրը դատարկելուց հետո: Այժմ ջերմաչափը և բաժակի պատը բաժանված են օդի շերտով (նկ. 70, գ): Կնկատենք, որ ջերմաստիճանը բարձրանում է շատ ավելի դանդաղ, քան ջրով լի բաժակի դեպքում:

Մետաղների լավ ջերմահաղորդիչ լինելու պատճառով է, որ մետաղե առարկաները շոշափելիս թվում են ավելի սառը, քան, օրինակ, փայտե առարկաները: Իրոք, քանի որ փայտը վատ ջերմահաղորդիչ է, ապա փայտե առարկային մատով դիպչելիս տաքանում է մատի հետ փայտի հպման միայն փոքր տեղամասը: Մետաղը լավ ջերմահաղորդիչ է, ուստի մատից մետաղին անցած ջերմությունը անմիջապես հաղորդվում է նրա մնացած մասերին: Դրա հետևանքով հպման տեղամասում մետաղի ջերմաստիճանը գրեթե չի բարձրանում, և ջերմության հաղորդումը մատից մետաղին անընդհատ շարունակվում է: Արդյունքը լինում է այն, որ մետաղը այն մատից «խլում է» ավելի շատ ջերմություն, որի հետևանքով էլ մեզ թվում է սառը:

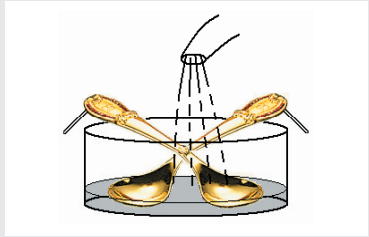
Գազերի շատ վատ ջերմահաղորդիչ լինելը բացատրվում է այն բանով, որ նրանցում մոլեկուլային հեռավորությունները շատ ավելի մեծ են, քան պինդ մարմիններում և հեղուկներում: Այդ պատճառով էլ գազի մոլեկուլների բախումները բավական հազվադեպ են, քանի որ մեծ է մի բախումից մինչև մյուսը մոլեկուլի անցած միջին հեռավորությունը: Օրինակ՝ թթվածնի մոլեկուլների միջին հեռավորությունն իրարից (0°C ջերմաստիճանում և 101325 Պա ճնշման դեպքում) $0,12$ մմ է, մինչդեռ մի բախումից մինչև մյուսը թթվածնի մոլեկուլի անցած միջին հեռավորությունը 63 մմ է, այսինքն՝ ավելի քան 500 անգամ մեծ: Ուստի էներգիան մի մոլեկուլից մյուսին է փոխանցվում չափազանց դանդաղ:

Յաճոր ջերմահաղորդականությամբ նյութերն օգտագործում են որպես ջերմամեկուսիչներ: Օրինակ՝ աղյուսե պատերը սենյակի օդը լավ են պահպանում սառչելուց: Պատուհանի կրկնակի ապակիները՝ բաժանված օդի շերտով, նույնպես լավ են ջերմամեկուսացնում սենյակը: Բրդյա մուշտակը ձմռանը մարդու մարմինը պահպանում է սառչելուց: Մառանները, սովորաբար, պատում են ջերմամեկուսիչ նյութերով (ծղոտ, թեփ և այլն), որոնք պաշտպանում են այնտեղ եղած մթերքը տաքանալուց:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Նկարագրեք ջերմահաղորդականության երևույթը «ցուցադրող» փորձը:
2. Բացատրեք, թե ինչպես է ջերմահաղորդումն իրականացվում մոլեկուլների քառասյին շարժմամբ և փոխազդեցությամբ:
3. Ինչպե՞ս կարող եք համոզվել, որ ջերմահաղորդականության երևույթը ցուցադրող
4. Ինչպե՞ս կարելի է համոզվել, որ պղնձե և պողպատե ձողերի երկայնքով ջերմահաղորդման արագությունները տարբեր են:
5. Ո՞ր ֆիզիկական մեծությունն են անվանում ջերմահաղորդականություն: Ո՞ր նյութերն ունեն ամենամեծ ջերմահաղորդականությունը, և ո՞ր նյութերը՝ ամենափոքր:
6. Ինչու՞ է օդը վատ ջերմահաղորդիչ:
7. Նկարագրեք այն փորձերը, որոնք վկայում են, որ տարբեր նյութեր օժտված են տարբեր ջերմահաղորդականություններով:
8. Ի՞նչ կիրառություններ ունեն ջերմամեկուսիչ նյութերը:
9. Ի՞նչ եք կարծում, տեղի ունի՞ արդյոք ջերմահաղորդականության երևույթը վակուումում: Ինչու՞: Որքա՞ն է, ըստ ձեզ, վակուումի ջերմահաղորդականությունը:
10. Ինչու՞ եռման ջուր լցնելիս ավելի հաճախ ձաքում են հաստ պատերով բաժակները, իսկ բարակ պատերով բաժակները՝ գրեթե երբեք:

11. Տանը կատարեք հետևյալ փորձը: Վերցրեք երկու թեյի գդալ՝ մեկն արծաթե, մյուսը՝ այլ մետաղից (գերադասելի է պողպատից կամ միկելի որևիցե համաձուլվածքից): Անհրաժեշտ է, որ գդալները լինեն միատեսակ ձևի և չափի: Մոմով կամ պլաստիլինով գդալներին ամրացրեք մեկական փոքրիկ մեխ: Գդալները դրեք բաժակի մեջ այնպես, որ նրանց վերին ծայրերին ամրացրած մեխերը ցցված լինեն դեպի դուրս (տե՛ս նկարը):



ա) Ստանձեք և, օգտվելով աղյուսակ 4.1-ից, պատասխանեք հետևյալ հարցին՝ ո՞ր մեխը կպոկվի առաջինը, եթե բաժակի մեջ եռման ջուր լցնեք: բ) Ստուգե՛ք ձեր պատասխանի ճիշտ լինելը՝ բաժակի մեջ եռման ջուր լցրեք և հետևեք, թե որ մեխը կընկնի առաջինը: Ի՞նչ կարող եք ասել գդալների նյութերի ջերմահաղորդականությունների մասին:

Շետաքրքիր է իմանալ

Մարդու օրգանիզմի ջերմահաղորդականությունը

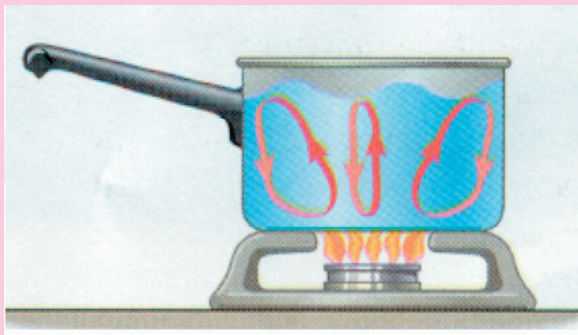
Մարդու օրգանիզմի տարբեր հյուսվածքների և օրգանների ջերմահաղորդականությունները նույնը չեն: Օրինակ՝ հյուսվածքային հեղուկի և արյան ջերմահաղորդականությունը քիչ է տարբերվում ջրի, իսկ շարակցական և ճարպային հյուսվածքներինը՝ օդի ջերմահաղորդականությունից: Մկանների ջերմահաղորդականությունը 2,8, ոսկրերինը՝ 4,5 անգամ մեծ է, քան օդինը: Շնորհիվ հյուսվածքային հեղուկի և արյան բարձր ջերմահաղորդականության՝ մարմնի բոլոր ներքին օրգանների ջերմաստիճանը պահվում է հաստատուն և միատեսակ: Մաշկը և ենթամաշկային ամբողջ թաղանթանյութը, շնորհիվ ցածր ջերմահաղորդականության, ծառայում են որպես ջերմամեկուսիչ շերտ և օրգանիզմը պահպանում են սաստիկ սառչելուց:

Թե՛ն հեղուկները և գազերն օժտված են ցածր ջերմահաղորդականությամբ, այդուհանդերձ նրանց միջոցով ջերմությունը կարող է շատ արագ փոխանցվել մի տեղից մյուսը: Ո՞վ չի տեսել, թե ինչպես է վառարանի ծխնելույզից ծուխը դուրս գալիս՝ բարձրանալով դեպի վեր: Ո՞վ չի գմայվել կուտակ ամպերով, որոնք բարձրանում են կապուտակ երկնքի հեռուները: Այս երևույթների պատճառն այսպես կոչված *կոնվեկցիան* է (լատիներեն «*կոնվեկտո*»)՝ բերել-հասցնել, մատուցել բառից)՝ պայմանավորված օդի անհավասարաչափ տաքացած լինելով: Տաքանալիս օդն ընդարձակվում է, և տաք օդի խտությունը դառնում է ավելի փոքր, քան շրջապատող սառն օդինը: Այդ դեպքում տաք օդի վրա ազդող արքիմեդյան ուժը գերազանցում է նրա կշիռը և ստիպում, որ տաք օդը բարձրանա վեր, իսկ ավելի մեծ խտությամբ սառն օդն իջնի ցած: Տեղի է ունենում օդի սառը և տաք շերտերի մեխանիկական խառնում, որը, փաստորեն, ուղեկցվում է ջերմափոխանակմամբ: Ջերմափոխանակման այս եղանակն էլ կոչվում է կոնվեկցիա: Կոնվեկցիայով ջերմափոխանակումը քնորոշ է նաև հեղուկներին:

Այսպիսով՝ կոնվեկցիա են անվանում հեղուկի կամ գազի հոսանքների միջոցով կատարվող ջերմահաղորդումը, ինչը հետևանք է հեղուկի կամ գազի շերտերի անհավասարաչափ տաքացման: Այլ կերպ ասած՝ կոնվեկցիան հեղուկներում և գազերում նյութի տեղաշարժի հետևանքով ջերմության փոխանցումն է մի տեղից մյուսը: Հիշենք, որ ջերմահաղորդականության երևույթով ջերմության հաղորդումը միջավայրի մի մասից մյուսը չի ուղեկցվում նյութի տեղափոխմամբ:

Այժմ ցուցադրենք, թե կոնվեկցիայի պրոցեսում ինչպես է ջերմությունը հաղորդվում հեղուկ և գազային միջավայրերում: Դրա համար կատարենք հետևյալ երկու փորձը:

Ուղղաձիգ դրված ապակե խողովակը լցնենք ծխուխը, սովորաբար, երկար է մնում խողովակում: Բայց եթե ներքևից խողովակին մոտեցնենք վառվող սպիրտայրոց, ապա տաքացած օդը, շնորհիվ կոնվեկցիայի, կբարձրանա վեր և շարժման մեջ կդնի խողովակի ներսի ծուխը: Վերջինս դուրս կգա խողովակի վերին ծայրից՝ բարձրանալով վեր (նկ. 71):



Նկ. 71.
Օդի տաքացած հոսանքները

Նկ. 72.
Ջրի կոնվեկցիայի ցուցադրումը առաջացնում են ծխի քուլաների շարժում դեպի վեր

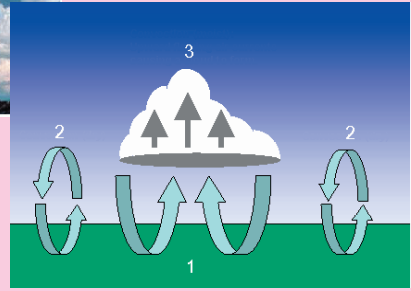
Ապակե անոթի մեջ ջուր լցնենք: Անոթի հատակին դնենք կալիումի պերմանգանատի մի քանի փշուր: Հատակի մոտ ջուրը կգունավորվի մանուշակա-գույնով: Անոթը դնենք վառվող գազօջախին կամ պահենք սպիրտայրոցի բոցի վրա: Կնկատենք, թե ինչպես են գունավորված ջրի ներքևի շերտերը, արտանդվելով սառը ջրի կողմից, բարձրանում վեր: Իսկ սառը պատերի մոտակայքի ջուրն իջնում է հատակը: Առաջանում է ջրի անընդհատ շրջապտույտ, որն ուղեկցվում է ջերմության տեղափոխմամբ (նկ. 72): Ջրի այդ շրջապտույտն էլ հենց կոնվեկցիան է, որի շնորհիվ ջուրը հավասարաչափ է տաքանում:

Կոնվեկցիայի երևույթը մեծ դեր է խաղում բնության մեջ: Նրա շնորհիվ մթնոլորտի օդը շարունակ խառնվում է, ինչի հետևանքով Երկրի բոլոր վայրերում օդն ունի գրեթե նույն բաղադրությունը:

Կոնվեկցիայով է պայմանավորված նաև ամպագոյացումը: Պարզ եղանակին Արեգակի ճառագայթմամբ տաքանում է գետինը՝ միևնույն ժամանակ տաքացնելով նաև մթնոլորտի երկրամերձ շերտը: Կոնվեկցիայի շնորհիվ տաքացած օդի այդ զանգվածը բարձրանում է վեր: Բարձրանալուն զուգընթաց տաք օդն ընդարձակվում է, ընդ որում՝ բավականաչափ արագ, քանի որ վեր է բարձրանում համեմատաբար մեծ արագությամբ: Արագ ընդարձակվելիս վեր բարձրացող օդն աշխատանք է կատարում ոչ թե շրջապատից ստացած էներգիայի, այլ իր ներքին էներգիայի հաշվին: Օդի այդ զանգվածի ջերմաստիճանն իջնում է: Վեր բարձրացող օդը սկսում է սառչել, և եթե նաև բավականաչափ խոնավ է, ապա, որոշ բարձրությունից սկսած, գոլորշու խտացման հետևանքով նրանում առաջանում են ջրի մանրիկ կաթիլներ՝ գոյանում է ամպ (նկ. 73):

Նկ. 73.

ա. Կուտակ ամպեր
բ. Ամպի գոյացումը
կոնվեկցիայով ջերմափոխանակմամբ
1-տաք մակերևույթ
(ցամաք կամ ջուր),
2-չոր օդի
կոնվեկցիա,
3- խոնավ օդի
կոնվեկցիայի
շնորհիվ վեր
բարձրացող օդի
հոսանքներն
ամպագոյացման
պատճառն են

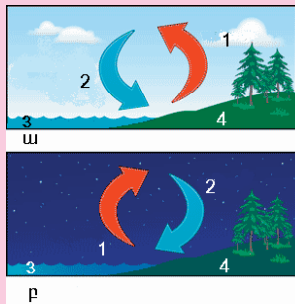


Կոնվեկցիայով ջերմափոխանակման հետևանք է, մասնավորապես, քամին: Բացատրենք, օրինակ, թե ինչպես է առաջանում մեղմաշունչ քամին՝ գեփյուռը, առափնյա վայրերում: Յերեկն Արեգակի ճառագայթներից գետինն ավելի արագ է տաքանում, քան ծովի (ջրամբարի, լճի) ջուրը: Ուստի ցամաքի ջերմաստիճանն ավելի բարձր է, քան ջրինը: Բարձր է նաև ցամաքի վրա օդային շերտի ջերմաստիճանը: Իսկ տաք օդն էլ, ընդարձակվելով, բարձրանում է վեր: Նրա տեղը զբաղեցնում է ծովից եկող սառն օդային զանգվածը: Այսպես առաջանում է քամի՝ փչելով ծովից դեպի ցամաք: Այդ քամին էլ հենց գեփյուռն է (նկ. 74, ա): Գիշերը, ընդհակառակը, գետինն արագ է պաղում, իսկ ջուրը պահպանում է համեմատաբար բարձր ջերմաստիճանը: Չեփյուռն արդեն փչում է ցամաքից դեպի ծով (նկ. 74, բ):

Կոնվեկցիայի երևույթն օգտագործվում է նաև մեր կենցաղում: Կոնվեկցիայով ջերմափոխանակմամբ է տաքանում մեր բնակարանների օդը:

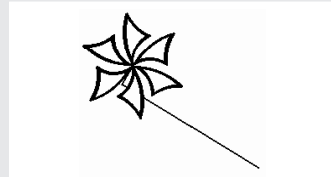
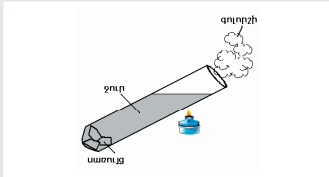
Նկ. 74.

Յերեկը ափամերձ
գեփյուռը փչում է
ծովից դեպի
ցամաք (ա),
իսկ գիշերը՝ ցամաքից
դեպի ծով (բ)
1- տաք օդ,
2-սառն օդ,
3-ծով, 4-ցամաք

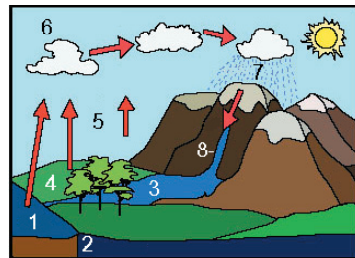
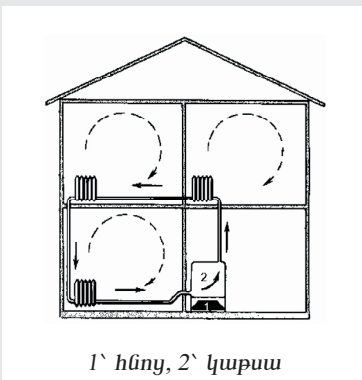


Շարքեր և առաջադրանքներ

1. Բացատրեք, թե ինչպես է տեղի ունենում ջերմափոխանակումը մթնոլորտի ստորին տաք և վերին սառը շերտերի միջև: Ձեզ հայտնի n° օրենքի վրա է հիմնված այդ ջերմափոխանակումը:
2. Ջերմահաղորդման n° եղանակն են անվանում կոնվեկցիա: Ո՞րն է կոնվեկցիայի և ջերմահաղորդականության երևույթների հիմնական տարբերությունը:
3. Նկարագրել օդում կոնվեկցիան ցուցադրող փորձը:
4. Նկարագրել ջրում կոնվեկցիան ցուցադրող փորձը:
5. Ինչպե՞ս է գոյանում ամպը:
6. Բացատրել, թե ինչպե՞ս է առաջանում քամին:
7. Ըստ նկ. 6.5-ի բացատրեք, թե ինչպես է կոնվեկցիայով ջերմափոխանակմամբ տաքանում սենյակի օդը:
8. Ինչու՞ են հեղուկներն ու գազերը տաքացնում ներքևից:
9. Դավիթը ցանկանում էր սառեցնել ջրով լի բաժակը սառույցի միջոցով: Ըստ սովորության՝ նա բաժակը դրեց սառույցի վրա: Ճի՞շտ վարվեց արդյոք Դավիթը: Ինչու՞:
10. Փորձանոթի մեջ լցված է ջուր, իսկ հատակին դրված են սառույցի կտորներ (տե՛ս նկարը): Ջուրը տաքացնում են վերևից: Կհալվե՞ն արդյոք սառույցի կտորները: Ինչու՞:



11. Ընարավո՞ր է արդյոք կոնվեկցիան պինդ մարմիններում: Ինչու՞:
12. Պոտանին (տե՛ս նկարը) ներքևից մոտեցրեք վառվող գազային շրջ: Պոտանը սկսում է պտտվել: Ուժեղացրեք գազային շրջի կրակը: Պոտանի պտույտներն արագանում են: Բացատրեք նկատված երևույթները :
13. Բացատրեք շենքի ջրային ջեռուցման գործողության սկզբունքը (տե՛ս նկարը):
14. Ուշադիր դիտեք նկարը և պատմեք, թե ինչպես է տեղի ունենում ջրի շրջապտույտը բնության մեջ:



1՝ օվկիանոս, 2՝ ստորգետնյա ջրեր, 3՝ լիճ, 4՝ ցամաք, 5՝ գոլորշիացում, 6՝ խտացում (ամպի առաջացում), 7՝ տեղումներ (անձրև, կարկուտ, ձյուն), 8՝ գետ (վտակ, հեղեղ)

Ե՛վ կոնվեկցիայով, և՛ ջերմահաղորդականության երևույթով ջերմափոխանակման համար անհրաժեշտ է, որ լինի նյութական միջավայր: Հարց է ծագում, իսկ ինչպե՞ս է ջերմությունն Արեգակից հաղորդվում Երկրին: Չէ՞ որ դրանց միջակա տարածությունը գրեթե դատարկ է:

Նշանակում է, որ գոյություն ունի ջերմահաղորդման ևս մի եղանակ:

7-րդ դասարանում, ծանոթանալով ֆիզիկային, դուք իմացաք, որ բացի նյութից կան մատերիայի այլ տեսակներ նույնպես, օրինակ՝ լույսը, ռադիոալիքները: Դրանք մատերիայի մի առանձնահատուկ տեսակի՝ էլեկտրամագնիսական դաշտի դրսևորումներից են: Էլեկտրամագնիսական դաշտը կարող է գոյություն ունենալ և՛ նյութի հետ կապված վիճակում, և՛ նյութից առանձին: Վերջին դեպքում, նյութից առանձնանալով, այն տեղափոխվում է տարածության մեջ: Այդպիսի էլեկտրամագնիսական դաշտը կոչվում է էլեկտրամագնիսական ալիք (ինչպես էլեկտրամագնիսական դաշտին, այնպես էլ էլեկտրամագնիսական ալիքներին դուք առավել հանգամանորեն կծանոթանաք 9-րդ դասարանում): «Մեխանիկական տատանումներ և ալիքներ» թեման ուսումնասիրելիս դուք իմացաք, որ մեխանիկական ալիքը, տարածվելով, էներգիա է տեղափոխում: Էլեկտրամագնիսական ալիքը նույնպես, տարածվելով, տեղափոխում է էներգիա:

Իսկ ի՞նչ էներգիա է տեղափոխվում էլեկտրամագնիսական ալիքով:

Բնական է ենթադրել, որ առանձնանալով նյութից, էլեկտրամագնիսական ալիքն «իր հետ տանում է» այդ նյութի ներքին էներգիայի որոշ քանակ:

Մեկ այլ մարմնի հանդիպելով՝ էլեկտրամագնիսական ալիքները մասամբ կլանվում են, մասամբ՝ անդրադառնում, իսկ մասամբ էլ կարող են անցնել մարմնով:

Կլանվելիս էլեկտրամագնիսական ճառագայթման էներգիան փոխակերպվում է մարմնի ներքին էներգիայի՝ մարմինը տաքանում է: Այդ պատճառով էլեկտրամագնիսական ճառագայթումն անվանում են նաև ջերմային ճառագայթում:

Այսպիսով, մի մարմինը մյուսին կարող է հաղորդել ջերմաքանակ նաև էլեկտրաճառագնիսական ճառագայթմամբ:

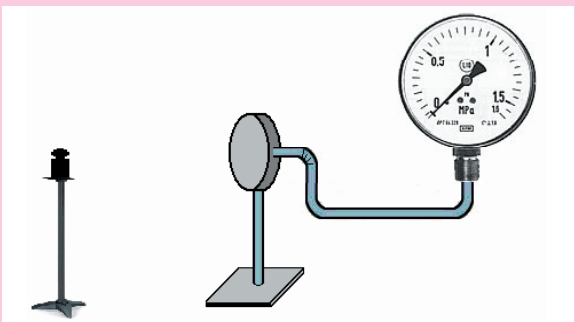
Ջերմահաղորդումը ջերմային ճառագայթման արձակմամբ և կլանմամբ անվանում են ճառագայթային ջերմափոխանակում:

Ձեռքը ներքևից մոտեցնելով հոսանքին միացած էլեկտրական արդուկին՝ մենք զգում ենք, թե ինչպես է ջերմությունն արդուկից հաղորդվում մեր ձեռքին: Արդուկի և ձեռքի միջև կա միայն օդի շերտ: Իսկ օդը վատ ջերմահաղորդիչ է, ինչը նշանակում է, որ ջերմությունը արդուկից մեր ձեռքին ջերմահաղորդականությամբ չի փոխանցվում: Կոնվեկցիայով նույնպես անհնար է ջերմության հաղորդումն արդուկից մեր ձեռքին: Չէ՞ որ կոնվեկցիայով ջերմահաղորդման ժամանակ օդային տաք հոսանքները միշտ ուղղված են դեպի վեր: Ուրեմն, ջերմությունը արդուկից մեր ձեռքին է հաղորդվում ճառագայթային ջերմափոխանակմամբ:

Պարզենք, արդյոք մարմինները միատեսա՞կ ձևով են տաքանում ջերմային ճառագայթում կլանելիս: Դրա համար կատարենք հետևյալ փորձը:

Ճնշաչափին միացնենք մի սարք, որն անվանում են ջերմաընդունիչ: Այն մետաղե կլոր տուփ է, որի մի երեսը փայլուն է, իսկ մյուսը՝ մուգ (նկ. 75):

Ջերմաընդունիչը մուգ երեսով մոտեցնենք տաքացած կշռաքարին: Ջերմաընդունիչին խողովակով միացված ճնշաչափը ցույց կտա, որ տուփի ներսում օդի ճնշումը մեծացել է, ինչի պատճառն օդի տաքացումն է: Եթե ջերմաընդունիչը շրջենք դեպի տաքացած կշռաքարը փայլուն կողմով, ապա ճնշաչափի ցուցմունքը կլինի զգալիորեն ավելի փոքր: Դա ցույց է տալիս, որ մուգ, սև մակերևույթով առարկաներն ավելի լավ են կլանում ջերմային ճառագայթումը և ավելի շատ էլ



Նկ. 75.
Ճնշաչափին
միացված
ջերմաընդունիչ

տաքանում են: Փայլուն, քայ գույնի մակերևույթով առարկաներն իրենց վրա ընկնող ջերմային ճառագայթման մեծ մասն անդրադարձնում են, հետևաբար՝ քիչ են տաքանում:

Փորձը կրկնենք, միայն թե կշռաքարն ավելի շատ տաքացնենք (օրինակ՝ շիկացնենք): Ջերմաընդունիչը շրջենք՝ դարձյալ մուգ երեսը դարձնելով դեպի կշռաքարը: Ծնշաչափի ցուցմունքը կլինի ավելի մեծ, քան նախորդ դեպքում: Այստեղից եզրակացնում ենք, որ *ինչքան բարձր է մարմնի ջերմաստիճանը, այնքան ավելի շատ ջերմություն է շրջապատին հաղորդում այդ մարմինը:*

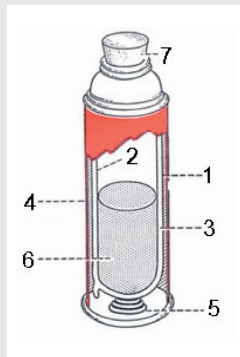
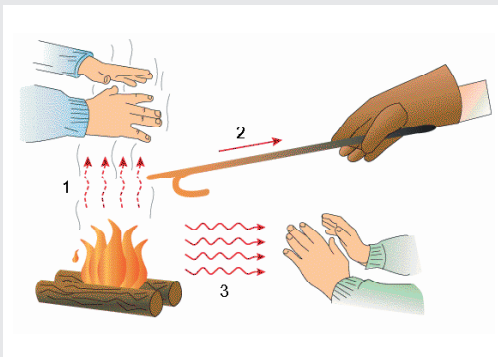
Շարունակենք փորձը: Այժմ վերցնենք երկու նույն ձևի և չափի կշռաքարեր՝ մեկը մուգ, մյուսը՝ փայլուն մակերևույթով: Երկուսն էլ տաքացնենք մինչև միևնույն ջերմաստիճանը (օրինակ՝ կշռաքարերը դնենք եռայող ջրի մեջ և մի քիչ սպասենք): Ջերմաընդունիչը հերթականորեն միևնույն հեռավորությամբ մոտեցնելով կշռաքարերին՝ կնկատենք, որ առաջին կշռաքարից ջերմաընդունիչի օդն ավելի շատ է տաքանում: Փորձը մեզ հիմք է տալիս եզրակացնելու, որ մուգ մակերևույթով կշռաքարն ավելի շատ ջերմություն է արձակում, քան փայլուն մակերևույթով կշռաքարը, թեև նրանց ջերմաստիճանները նույնն են:

Այսպիսով, ճառագայթային ջերմափոխանակում իրականացվում է ջերմային ճառագայթման միջոցով: Ծառագայթային ջերմափոխանակմամբ է ջերմությունը Արեգակից հաղորդվում Երկրին: Ջերմային ճառագայթում կարող են արձակել բոլոր մարմինները, ինչ ջերմաստիճանի էլ որ լինեն՝ Արեգակը, Երկիրը, վառարանը, էլեկտրալամպը, մարդու մարմինը: Նշենք նաև, որ ջերմային ճառագայթումը կարող է տարածվել նաև դատարկ տարածությամբ՝ *վակուումով*: Եթե մարմինը ճառագայթային ջերմափոխանակմամբ լավ է ջերմություն հաղորդում իր շրջապատին, ապա այդ մարմինը նաև լավ կլանում է նրան հաղորդված ջերմությունը:

Շարժեր և առաջադրանքներ

1. Ի՞նչ է էլեկտրամագնիսական դաշտը: Ի՞նչ վիճակներում այն կարող է գոյություն ունենալ: Ի՞նչ է էլեկտրամագնիսական ալիքը:
2. Ինչո՞վ են սման և ինչո՞վ են տարբերվում էլեկտրամագնիսական և մեխանիկական ալիքները:
3. Ո՞ր էլեկտրամագնիսական ճառագայթումն են անվանում ջերմային ճառագայթում:

4. Ջերմահաղորդման ո՞ր եղանակն են անվանում ճառագայթային ջերմափոխանակում: Բերեք մի քանի օրինակ:
5. Նկարագրեք ջերմաընդունիչի կառուցվածքը:
6. Ո՞ր մարմինն է ավելի լավ կլանում ջերմային ճառագայթումը՝ սև, թե՞ սպիտակ:
7. Ի՞նչ գործոններից է կախված 1վ-ում սև գույնի մակերևույթով առարկայի արձակած ջերմային ճառագայթման էներգիան: Ո՞ր գույնի առարկաներն են ավելի լավ արձակում ջերմային ճառագայթում՝ սև, թե՞ սպիտակ:
8. Ինչու՞ են օդապարիկները, ինքնաթիռի թևերը ներկում արծաթագույն, իսկ Երկրի արհեստական արբանյակներում տեղակայված որոշ սարքեր՝ մուգ գույնով:
9. Նայելով նկարին՝ պատմեք, թե նշված յուրաքանչյուր դեպքում ո՞ր եղանակով է տեղի ունենում ջերմահաղորդումը՝ կոնվեկցիայո՞վ, ջերմահաղորդականության երևույթո՞վ, թե՞ ճառագայթային ջերմափոխանակմամբ:



10. Նկարում պատկերված է հեղուկներ պահելու համար օգտագործվող թերմոսի կառուցվածքը: Այն կրկնակի պատերով ապակե անոթ է, ընդ որում՝ արտաքին (1) և ներքին (2) պատերի արանքից (3) օդը հանված է: Կարո՞ղ եք ասել՝ ինչու: Անոթը զետեղված է մետաղե պատյանի (4) մեջ՝ նրա հատակին ամրացված պարուրաձև զսպանի (5) վրա: Անոթը, որի մեջ լցնում են հեղուկը (6), փակում են խցանով (7): Անոթի պատերը թե՛ ներսից և թե՛ դրսից պատված են հայելային շերտով: Կարո՞ղ եք բացատրել, թե ինչու: Ի՞նչ հեղուկ՝ տա՞ք, թե՞ սառը, կարելի է պահել թերմոսում: Տվեք հիմնավորված պատասխան:

Շետաքրքիր է իմանալ

1. Արքիմեդի սխրանքը

Մեր թվականությունից առաջ 214 թվականին, երբ հռոմեացիները հարձակվել էին Սիրակուզայի վրա, Հին Հունաստանի մեծագույն գիտնական Արքիմեդը փրկում է իր հայրենի քաղաքը թշնամույց: Ավանդության համաձայն, նա այրում է հռոմեական նավատորմը հայելիներից անդրադարձած արեգակնային ճառագայթներով: Ափին շարված զինվորներն այդ ճառագայթները միաժամանակ ուղղում էին յուրաքանչյուր նավի վրա: Այդ կերպ ոչնչացվում է հակառակորդի ամբողջ նավատորմը: Սակայն մինչև վերջերս չէին կարծում, թե նման բան հնարավոր է:

Եվ ահա 1973 թվականին մի հույն ճարտարագետ փորձեց կրկնել Արքիմեդի սխրանքը: Մոտավորապես 1,5մ² մակերեսով 70 հարթ հայելիների օգնությամբ արեգակնային ճառագայթներն ուղղվեցին ափից 50 մ հեռավորությամբ լողացող առագաստանավակի վրա: Այն անմիջապես սկսեց այրվել՝ արագ պատվելով հրե բոցերով:

2. Ինչու՞ ենք մրսում

Ինչու՞ ենք մրսում ձմռանը՝ թեթև հագնված դուրս գալով փողոց: Ի՞նչ եղանակով է մարդու մարմինը ջերմություն կորցնում՝ ջերմահաղորդականությամբ, թե ուրիշ կերպ: Եվ, վերջապես, ինչու՞ ենք մրսելիս դողացնում:

Յուրաքանչյուր մարմին ամեն մի ջերմաստիճանում ջերմություն է արձակում: Ջերմահաղորդման այդ տեսակը, ինչպես գիտեք, անվանում են ճառագայթային ջերմափոխանակում: Ընդ որում, որքան բարձր է մարմնի ջերմաստիճանը, այնքան ավելի շատ է արձակված ջերմությունը: Մարմինը, բացի այդ, նաև ջերմություն է կլանում իր շրջապատից: Մարմնի կլանած ջերմությունն էլ կախված է շրջապատի ջերմաստիճանից: Քանի որ մարդու մարմնի ջերմաստիճանը գրեթե միշտ բարձր է շրջապատի ջերմաստիճանից, ապա մարդը, վերջին հաշվով, մշտապես ջերմություն է կորցնում: Ձմռանը փողոց դուրս գալիս շրջապատից ձեր կլանած ջերմությունն աննշան է (շրջապատի ջերմաստիճանը ձմռանը շատ ցածր է): Ուստի ձեր մարմնի կորցրած ջերմությունն ավելի շատ է, քան կլանածը, և դուք մրսում եք:

Այսպիսով, քամու բացակայությամբ (կամ, նույնիսկ, թույլ քամու առկայությամբ) մարդը ջերմություն է կորցնում հիմնականում ճառագայթային ջերմափոխանակման միջոցով:

Սակայն դուք ջերմություն կորցնում եք նաև ջերմահաղորդականության միջոցով (օրինակ, երբ ոտաբոբիկ կանգնած եք սառը գետնին): Մարդու մարմնից ջերմության կորուստ հնարավոր է կոնվեկցիայի միջոցով ևս (սառը օդը, հպվելով մարդու մարմնին, տաքանում և վեր է բարձրանում): Եվ, վերջապես, մեր օրգանիզմը ջերմություն կորցնում է նաև շնորհիվ գոլորշիացման: Շոգ եղանակին, օրինակ, մարդիկ քրտնում են, նրանց մաշկը պատվում է ջրային շերտով: Վերջինիս գոլորշիացման համար անհրաժեշտ էներգիան «խլվում է» մարմնից, և այդ պատճառով մարդն ունենում է ցրտի զգայություն՝ մրսում է:

Յուրտ եղանակին մարդու օրգանիզմը ջերմություն է կորցնում գլխավորապես ջերմահաղորդականությամբ և ճառագայթային ջերմափոխանակմամբ: Ուրեմն, որպեսզի ձմռանը մաշկի միջոցով տեղի ունեցող ջերմային կորուստները նվազեն, մաշկը սնուցող արյունատար մազանոթները սեղմվում են, արյան հոսքը՝ պակասում: Իսկ օրգանիզմի ջերմային ռեժիմը կարգավորելու համար անհրաժեշտ էներգիան անջատվում է շնորհիվ մկանների անկանոն կծկման-թուլացման, որն էլ հենց անվանում ենք դող: Այսպիսով, ցուրտ եղանակին մենք, սովորաբար, դողում ենք:

ՏԵՍԱԿԱՐԱՐ ԶԵՐՍՈՒՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

§36-ում մեր դիտարկած պարզագույն փորձերը թույլ էին տվել եզրակացնելու, որ մարմնի ջերմաստիճանը փոփոխելու համար անհրաժեշտ ջերմաքանակը կախված է նաև նյութի տեսակից: Եթե միևնույն զանգվածն ունեցող տարբեր մարմինների նույն պայմաններում հաղորդենք միատեսակ ջերմաքանակներ, ապա այդ մարմինները կտաքանան տարբեր չափով: Ասում են, որ այն մարմինը, որն ավելի քիչ է տաքանում, ավելի դժվար տաքացվող է մյուս մարմնի համեմատ: Նաև ասում են, որ երկրորդ մարմին ավելի հեշտ տաքացվող է, քան առաջինը:

Պարզենք, թե ո՞ր ֆիզիկական մեծությունն է բնութագրում մարմնի դժվար կամ հեշտ տաքանալու հատկությունը: Դրա համար դիտարկենք հետևյալ փորձը:

Վերցնենք երկու սպիրտայրոց և նրանցից ամեն մեկի մեջ լցնենք միևնույն զանգվածով, օրինակ՝ 6-ական գրամ սպիրտ: Սպիրտայրոցներից յուրաքանչյուրի վրա դնենք դարձյալ նույն՝ 1,6-ական կիլոգրամ զանգվածով սենյակային ջերմաստիճանի ջուր և սպիրտ պարունակող երկու անոթ: Տաքացնենք այդ հեղուկները՝ սպիրտայրոցների սպիրտը լրիվ այրելով: Չափելով ջրի և սպիրտի վերջնական ջերմաստիճանները, նկատում ենք, որ ջրի ջերմաստիճանը բարձրացել է մոտավորապես 24°C-ով, իսկ սպիրտինը՝ 40°C-ով:

Վերլուծենք փորձի արդյունքները: Ե՛վ ջրին, և՛ սպիրտին, որոնց զանգվածները նույնն էին, հաղորդվեց միևնույն ջերմաքանակը: Ջուրն ավելի քիչ տաքացավ, քան սպիրտը: Նշանակում է, ջուրն ավելի դժվար տաքացվող է, քան սպիրտը: Փորձով կարելի է համոզվել նաև, որ ջուրը և սպիրտը նույն չափով տաքացնելու համար նրանց պետք է հաղորդել տարբեր ջերմաքանակներ: Ընդ որում, ջրին՝ ավելի շատ:

§ 3-ում մենք փորձով պարզել էինք, որ նույն զանգվածով ջրի և ձեթի ջերմաստիճանը նույնքան աստիճանով բարձրացնելիս ձեթին հարկավոր է հաղորդել մոտ 2,4 անգամ պակաս ջերմաքանակ:

Ինչպես համոզվեցինք այդ պարագրաֆում, մարմինը տաքացնելու համար պահանջվող ջերմաքանակն ուղիղ համեմատական է մարմնի զանգվածին և մարմնի ջերմաս-

տիճանի փոփոխությանը: Հետևաբար, այդ ջերմաքանակի և մարմնի զանգվածի ու ջերմաստիճանի փոփոխության հարաբերությունը տվյալ պայմաններում կախված է միայն մարմնի նյութի տեսակից:

Այսպիսով, մարմիններն օժտված են այնպիսի հատկությամբ, որը դրսևորվում է դրանք տաքացնելիս: Այդ հատկության շնորհիվ տվյալ պայմաններում միևնույն զանգվածով տարբեր մարմիններ նույն չափով տաքացնելու համար պահանջվում են տարբեր ջերմաքանակներ: Մարմնի այդ հատկությունը բնութագրում են մի ֆիզիկական մեծությամբ, որն անվանում են *ջերմունակություն*:

Մարմնի ջերմային հատկությունները բնութագրող այն ֆիզիկական մեծությունը, որը հավասար է մարմնին հաղորդած ջերմաքանակի հարաբերությանը մարմնի զանգվածին և մարմնի ջերմաստիճանի փոփոխությունը, կոչվում է տեսակարար ջերմունակություն:

Եթե մարմնին հաղորդած ջերմաքանակը նշանակենք Q -ով, մարմնի զանգվածը՝ m -ով, մարմնի սկզբնական ու վերջնական ջերմաստիճանները՝ համապատասխանաբար t_1 -ով և t_2 -ով, իսկ տեսակարար ջերմունակությունը՝ c -ով, ապա, համաձայն սահմանման՝

$$c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)}: \quad (7.1)$$

Ակներև է, որ նույնքան աստիճանով սառչելիս մարմինը շրջապատին կհաղորդի նույնքան ջերմաքանակ, որքան ստացել էր տաքանալիս: Հետևաբար, տեսակարար ջերմունակությունը հաշվելիս դարձյալ կարելի է օգտվել (7.1) բանաձևից, որտեղ Q -ն, սակայն, մարմնից շրջապատին անցած ջերմաքանակն է, այսինքն՝ $Q < 0$: Մարմնի տեսակարար ջերմունակությունը ցույց է տալիս, թե ի՞նչ ջերմաքանակ է անհրաժեշտ 1 կգ զանգվածով մարմնի ջերմաստիճանը 1°C -ով բարձրացնելու համար, կամ ի՞նչ ջերմաքանակ է մարմնից անցնում շրջապատին, երբ մարմինը սառչում է 1°C -ով:

(7.1) բանաձևից հետևում է, որ մարմնի տեսակարար ջերմունակության միավորը $1 \text{ Ջ}/(\text{կգ}\cdot^\circ\text{C})$ -ն է: Օրինակ՝ պղնձի տեսակարար ջերմունակությունը $400 \text{ Ջ}/(\text{կգ}\cdot^\circ\text{C})$ է: Նշանակում է, որ 1 կգ զանգվածով պղնձի կտորի ջերմաստիճանը 1°C -ով բարձրացնելու համար դրան անհրաժեշտ է հաղորդել 400 Ջ ջերմաքանակ: Նույնքան ջերմաքանակ 1 կգ զանգ-

Աղյուսակ 7.1.

Որոշ նյութերի տեսակարար ջերմունակությունները

Նյութ	c, Ջ/(կգ·°C)	Նյութ	c, Ջ/(կգ·°C)
Գազեր (նորմալ մթնոլորտային ճնշման տակ)		Պինդ մարմիններ	
Ջրածին	14 200	Փայտ (կաղնի)	2400
Ջրային գոլորշի	2000	Սառույց	2100
Ազոտ	1000	Ալյումին	920
Օդ	1000	Աղյուս	880
Թթվածին	920	Բետոն	880
Հեղուկներ		Գրաքար (գրաֆիտ)	750
		Ապակի (սովորական)	670
Ջուր	4200	Երկաթ	460
Սպիրտ	2470	Պղինձ	400
Գլիցերին	2430	Յինկ	400
Կերոսին	2100	Ոսկի	130
Սնդիկ	138	Պողպատ	500

վածով պղնձի կտորից կանցնի շրջապատին, եթե այն սառչի 1°C-ով:

Փորձը ցույց է տալիս, որ տեսակարար ջերմունակությունը որոշ չափով կախված է մարմնի ջերմաստիճանից: Օրինակ, ջրի տեսակարար ջերմունակությունը սենյակային ջերմաստիճանում 4200Ջ/(կգ·°C) է, իսկ 90°C-ում՝ 4200Ջ/(կգ·°C):

Մի քանի նյութերի տեսակարար ջերմունակության արժեքները բերված են աղյուսակ 7.1-ում:

Ուշադիր նայելով աղյուսակին, կարելի է նկատել, որ ջրային գոլորշու, ջրի և սառույցի տեսակարար ջերմունակությունները տարբեր են: Դա վկայում է այն մասին, որ միևնույն նյութի տեսակարար ջերմունակության արժեքները տարբեր ագրեգատային վիճակներում տարբեր են: Բայցի այդ, նկատում ենք նաև, որ ջուրն ունի մեծ տեսակարար ջերմունակություն: Մասնավորապես, ջրի տեսակարար ջերմունակությունը զգալիորեն ավելի մեծ է, քան հողինը: (7.1) քանաձևից ստանում ենք, որ $t_2 - t_1 = Q/(cm)$: Այսինքն՝ նույն զանգվածով երկու տարբեր մարմիններ նույն չափով տաքացնելու համար մեծ տեսակարար ջերմունակությամբ մարմնին անհրաժեշտ է հաղորդել ավելի մեծ ջերմաքանակ:

Քանի որ թե՛ ծովը, թե՛ առափնյա ցամաքը յուրաքանչյուր վայրկյանում Արեգակից ստանում են նույն ջերմությունը, ապա պարզ է, որ ծովի տաքացման համար ավելի շատ ժամանակ է հարկավոր: Այլ կերպ ասած, ծովն ավելի դանդաղ է տաքանում, քան գետինը:

Ծովերի մերձակայքի բնակիչները լավ են գգում ջրի մեծ տեսակարար ջերմունակության ազդեցությունն իրենց վրա: Պատճառն այն է, որ ծովերը ոչ միայն դանդաղ են տաքանում զարնանը, այլև դանդաղ էլ սառչում են աշնանը՝ շրջապատին տալով մեծ ջերմաքանակ: Աշնանային տաք եղանակը պահպանվում է երկար ժամանակ, ուստի ձմեռը ծովամերձ վայրերում, որպես կանոն, մեղմ է:

Շարքեր և առաջադրանքներ

1. Ունենք մեկական կիլոգրամ զանգվածով ջուր և սպիրտ: 10°C -ով տաքացնելու համար որի՞ն պետք է ավելի մեծ ջերմաքանակ հաղորդել:
2. Մարմինների n° ր հատկությունն է բնութագրում ջերմունակությունը: Ո՞ր ֆիզիկական մեծությունն են անվանում մարմնի (նյութի) տեսակարար ջերմունակություն: h° նչ է ցույց տալիս տեսակարար ջերմունակությունը:
3. h° նչ միավորով է չափվում տեսակարար ջերմունակությունը:
4. Սառույցի տեսակարար ջերմունակությունը 2100 է: h° նչ է դա նշանակում:
5. Գրեք տեսակարար ջերմունակությունը սահմանող բանաձևը, երբ մարմինը՝ ա) տաքանում է, բ) սառչում է:
6. Ինչու՞ մեծ լճերի, ծովերի առափնյա վայրերում եղանակը մեղմ է:
7. Ստածե՛ք, թե որտե՞ղ կարելի է օգտագործել ջուրը՝ հաշվի առնելով նրա մեծ տեսակարար ջերմունակությունը:

§ 41

ՇՐՋԱՊԱՏԻՑ ՄԱՐՄՆԻ ԿԼԱՆԱԾ ԿԱՄ ՇՐՋԱՊԱՏԻՆ ՄԱՐՄՆԻ ՏԿԱԾ ՋԵՐՄՈՒԹՅԱՆ ՇԱՇՎԱՐԿԸ: ՋԵՐՄԱՅԻՆ ՇԱՇՎԵԿՅՈՒ ՇԱՎԱՍԱՐՈՒՄԸ

Մարմնի տեսակարար ջերմունակության համար ստացված (7.1) բանաձևի համաձայն, այն ջերմաքանակը, որ տաքանալիս կլանում է զանգվածով մարմինը, տրվում է հետևյալ արտահայտությամբ՝

$$Q = cm(t_2 - t_1), \quad (8.1)$$

որտեղ t_1 -ը մարմնի սկզբնական, իսկ t_2 -ը՝ վերջնական ջերմաստիճաններն են:

Մարմինը սառչելիս շրջապատին անցած ջերմաքանակը հաշվելու համար դարձյալ կարող ենք օգտվել (8.1) բանաձևից: Քանի որ այս դեպքում $t_2 < t_1$, ապա $Q < 0$:

Այսպիսով, տաքանալիս մարմնի կլանած կամ սառչելիս մարմնի կորցրած ջերմաքանակը հաշվելու համար՝ մարմնի տեսակարար ջերմունակությունը հարկավոր է բազմապատկել մարմնի զանգվածով և մարմնի վերջնական ու սկզբնական ջերմաստիճանների տարբերությամբ:

Մարմնի կլանած կամ անջատած ջերմաքանակը փորձով չափելու համար օգտագործում են հատուկ սարքեր, որոնք կոչվում են կալորաչափեր (լատիներեն «կալոր»՝ ջերմություն բառից): Կալորաչափը բաղկացած է երկու անոթից, որոնք իրարից բաժանված են օդի շերտով (հիշե՛ք, որ օդն ունի շատ փոքր ջերմահաղորդականություն): Ներքին անոթի հատակն արտաքին անոթի հատակից առանձնացված է ջերմամեկուսիչ տակդիրով: Վերևից ներքին անոթը կարող է փակվել խցանով (նկ. 76), որը նույնպես վատ ջերմահաղորդիչ է: Այսպիսով, կալորաչափը հնարավորություն է տալիս նվազեցնել ներքին անոթի պարունակության (օրինակ՝ հեղուկի) ջերմափոխանակությունը շրջապատի հետ:

Կալորաչափի մեջ լցնենք սառը ջուր, որի զանգվածը m_1 է, ջերմաստիճանը՝ t_1 և տաք ջուր՝ m_2 զանգվածով և t_2 ջերմաստիճանով ($t_2 > t_1$): Խառնուրդը խնամքով խառնենք և այնուհետև չափենք t վերջնական ջերմաստիճանը: Ակներև է, որ այն բարձր է սառը ջրի ջերմաստիճանից, բայց ցածր է տաք ջրի ջերմաստիճանից, այսինքն՝ $t_1 < t < t_2$:

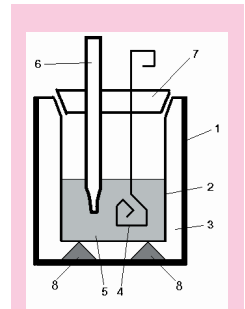
Հաշվենք այն ջերմաքանակը, որը հաղորդվում է սառը ջրին, երբ նրա ջերմաստիճանը t_1 -ից բարձրանում է մինչև t

$$Q_1 = cm_1(t - t_1): \quad (8.2)$$

Տաք ջրի կորցրած ջերմաքանակը, երբ նրա ջերմաստիճանն իջնում է t_2 -ից մինչև t , հավասար է՝

$$Q_2 = cm_2(t - t_2): \quad (8.3)$$

Կալորաչափի ներսում տաք և սառը ջրերի ջերմափոխանակությունն արտաքին միջավայրի հետ աննշան է, իսկ կալորաչափի ներքին անոթի նյութի տեսակարար ջերմունակությունը շատ փոքր է ջրի տեսակարար ջերմունակությունից: Նշանակում է, ջերմափոխանակություն կատարվում է հիմնականում սառը և տաք ջրերի միջև:



Նկ. 76.

Կալորաչափի սխեման

1. արտաքին անոթ,
2. ներքին անոթ,
3. օդի շերտ,
4. խառնիչ,
5. հեղուկ,
6. ջերմաչափ,
7. խցան,
8. տակդիր

Փորձը ցույց է տալիս, որ $Q_1 + Q_2 = 0$, այսինքն՝ տաք ջրի կորցրած և սառը ջրի ստացած ջերմաքանակների գումարը մոտավորապես հավասար է զրոյի: Այս պնդումը կարելի է ընդհանրացնել հետևյալ կերպ.

Եթե տարբեր ջերմաստիճանի մարմիններ մեկուսացնենք արտաքին միջավայրից, ապա, որոշ ժամանականց, այդ մարմինների ջերմաստիճանները կհավասարվեն: Այդ ընթացքում տաք մարմինների կորցրած Q_1 ջերմաքանակի և սառը մարմինների ստացած Q_2 ջերմաքանակի գումարը հավասար է զրոյի:

Այս միտքը, որ մենք ձևակերպեցինք՝ հիմնվելով փորձի արդյունքների վրա, անվանում են *ջերմափոխանակման օրենք*, իսկ $Q_1 + Q_2 = 0$ հավասարումը՝ *ջերմային հաշվեկշռի հավասարում*:

Ջերմափոխանակման օրենքից հետևում է, որ շրջապատից մեկուսացված տարբեր ջերմաստիճանի մարմինների միջև տեղի է ունենում ջերմափոխանակում, ընդ որում՝ տաքացող մարմինների ներքին էներգիան ավելանում է այնքանով, որքանով պակասում է սառչող մարմինների ներքին էներգիան:

Այդ օրենքը հնարավորություն է տալիս որոշելու արտաքին միջավայրից մեկուսացված մարմինների համակարգի վերջնական (ընդհանուր) ջերմաստիճանը: Իրոք, դիցուք՝ m_1 և m_2 զանգվածներով երկու մարմին, որոնց սկզբնական ջերմաստիճաններն են՝ t_1 և t_2 ($t_1 > t_2$), հաված են իրար: Ջերմափոխանակման օրենքից հետևում է, որ $c_1 m_1 (t - t_1) + c_2 m_2 (t - t_2) = 0$, որտեղ t -ն վերջնական (ընդհանուր) ջերմաստիճանն է: Այստեղից ստանում ենք՝

$$t = \frac{c_1 m_1 t_1 + c_2 m_2 t_2}{c_1 m_1 + c_2 m_2}:$$

Մասնավորապես, եթե $c_1 = c_2$, $m_1 = m_2$ ապա

$$t = \frac{t_1 + t_2}{2}$$

Նշանակում է, եթե նույն զանգվածով ջրի երկու բաժիններ խառնենք իրար, ապա խառնուրդի ջերմաստիճանը հավասար կլինի առանձին բաժինների ջերմաստիճանների թվաբանական միջինին:

Ի դեպ նշենք, որ ջերմաստիճանը լատիներեն կոչվում է «տեմպերատուրա», որը նշանակում է *պատշաճ ձևով խառնում*:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ի՞նչ բանաձևով են որոշում տաքքանակի մարմնի կլանած ջերմաքանակը: Իսկ սառչե-
լիս մարմնի կորցրած ջերմաքանակը:
2. Ինչի՞ համար են օգտագործում կալորաչափը: Նկարագրեք կալորաչափի կառուցված-
քը:
3. Կալորաչափի մեջ տաք և սառը ջրերը խառնելով՝ ի՞նչ եզրակացության եկաք: Կարո՞ղ
էի՞նք այդ եզրակացությանը հանգել՝ տաք և սառը ջրերը խառնելով սովորական անոթի
մեջ: Ինչու՞:
4. Ձևակերպեք ջերմափոխանակման օրենքը:
5. Գրեք ջերմային հաշվեկշռի հավասարումը և բացատրեք, թե ի՞նչ են նշանակում հավա-
սարման ձախ և աջ մասերը:

Խնդիրների լուծման օրինակներ

1. Ի՞նչ ջերմաքանակ է անհրաժեշտ նորմալ մթնոլորտային ճնշմամբ սենյակի օդը 5°C ջեր-
մաստիճանից մինչև 25°C ջերմաստիճանը տաքացնելու համար: Սենյակի չափերն են՝
 $4.5 \cdot 2,8 \text{ մ}^3$, իսկ օդի խտությունն այդ պայմաններում $1,25 \text{ կգ/մ}^3$ է:

$$t_1 = 5^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = 25^{\circ}\text{C}$$

$$V = 4 \cdot 5 \cdot 2,8 \text{ մ}^3$$

$$\rho = 1,25 \text{ կգ/մ}^3$$

$$Q = ?$$

Լուծում: Անհրաժեշտ Q ջերմաքանակը հաշվելու համար օգտվենք
 $Q = cm(t_2 - t_1)$ բանաձևից, որտեղ օդի տեսակարար ջերմունա-
կության արժեքը վերցնում ենք աղյուսակ 8.1-ից՝ $c = 1000 \text{ Ջ/(կգ} \cdot ^{\circ}\text{C)}$,
իսկ օդի m զանգվածը որոշում $m = \rho V$ բանաձևով, որտեղ,
 $V = 4 \cdot 5 \cdot 2,8 \text{ մ}^3 = 56 \text{ մ}^3$:

Հետևաբար, որոնելի ջերմաքանակը՝

$$Q = 1000 \frac{\text{Ջ}}{\text{կգ} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot 1,25 \frac{\text{կգ}}{\text{մ}^3} \cdot 56 \text{ մ}^3 \cdot (25 - 5)^{\circ}\text{C} = 1400000 \text{ Ջ} = 1,4 \text{ ՄՋ}$$

Պատասխան՝ $1,4 \text{ ՄՋ}$:

2. Կալորաչափի մեջ լցրած է 20°C ջերմաստիճանի 200 գ զանգվածով ջուր: Ջրի մեջ իջեց-
րին 10°C ջերմաստիճանի 300 գ զանգվածով երկաթե և 25°C ջերմաստիճանի 400 գ զանգ-
վածով պղնձե առարկաներ: Որոշ ժամանակ անց համակարգում հաստատվեց միատեսակ
ջերմաստիճան, որն էլ պահանջվում է որոշել: Կալորաչափի տեսակարար ջերմունակությու-
նը համարեք աննշան, իսկ համակարգը համարեք փակ:

$$m_1 = 0,2 \text{ կգ}, t_1 = 20^{\circ}\text{C}$$

$$m_2 = 0,3 \text{ կգ}, t_2 = 10^{\circ}\text{C}$$

$$m_3 = 0,4 \text{ կգ}, t_3 = 25^{\circ}\text{C}$$

$$t = ?$$

Լուծում: Համաձայն ջերմային հաշվեկշռի հավասարման

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0,$$

որտեղ $Q_1 = c_1 m_1 (t - t_1)$, $Q_2 = c_2 m_2 (t - t_2)$, $Q_3 = c_3 m_3 (t - t_3)$

որտեղ համաձայն աղյուսակ 8.1-ի $c_1 = 4200 \text{ Ջ/(կգ} \cdot ^{\circ}\text{C)}$,

$c_2 = 460 \text{ Ջ/(կգ} \cdot ^{\circ}\text{C)}$, $c_3 = 400 \text{ Ջ/(կգ} \cdot ^{\circ}\text{C)}$, հետևաբար՝

$$c_1 m_1 (t - t_1) + c_2 m_2 (t - t_2) + c_3 m_3 (t - t_3) = 0:$$

Մեծությունների արժեքները տեղադրելուց հետո ստանում ենք՝ $t = 19,5^{\circ}\text{C}$:

Պատասխան՝ $19,5^{\circ}\text{C}$:

- 3. Միևնույն զանգվածով ալյումինե և կապարե գնդերն ընկան նույն բարձրությունից: Գետնին ընկնելուց հետո այդ գնդերից որի՞ ջերմաստիճանը կլինի ավելի բարձր և քանի՞ անգամ: Ենթադրեք, որ ընկնելուց հետո գնդերի մեխանիկական էներգիան ամբողջությամբ փոխակերպվում է գնդերի ներքին էներգիայի:**

Լուծում: Գիշուք՝ գնդերն ընկել են h բարձրությունից: Այդ բարձրության վրա դրանք երկուսն էլ օժտված էին միևնույն mgh պոտենցիալ էներգիայով: Գետնին ընկնելուց հետո հենց այդ պոտենցիալ էներգիայի չափով էլ ավելանում է յուրաքանչյուր գնդի ներքին էներգիան: Քանի որ կարևոր չէ, թե ներքին էներգիան ի՞նչ եղանակով է փոխվում՝ մեխանիկական էներգիայի փոխակերպմամբ, թե՞ ջերմահաղորդմամբ, ապա, ներքին էներգիայի փոփոխությունը նշանակելով Q -ով, երկու գնդի համար էլ կարող ենք գրել՝ $Q = mgh$: Մյուս կողմից՝ $Q = c_1 m D t_1$, $Q = c_2 m D t_2$, որտեղ c_1 -ը և c_2 -ը համապատասխանաբար ալյումինի և կապարի տեսակարար ջերմունակություններն են ($c_1 = 920 \text{ Ջ/(կգ } ^\circ\text{C)}$), $c_2 = 140 \text{ Ջ/(կգ } ^\circ\text{C)}$), իսկ $D t_1$ -ը և $D t_2$ -ը՝ ալյումինե և կապարե գնդերի ջերմաստիճանների բարձրացումները: Հետևաբար՝ յուրաքանչյուր գնդի համար կարող ենք գրել՝

$$c_1 m D t_1 = mgh, \quad c_2 m D t_2 = mgh,$$

որտեղից՝ $c_1 m D t_1 = c_2 m D t_2$, կամ՝

$$\frac{D t_2}{D t_1} = \frac{c_1}{c_2} \cdot 6,6:$$

Պատասխան՝ Կապարե գնդի ջերմաստիճանը բարձր է մոտավորապես 6,6 անգամ:

Ընտաքըքիր է իմանալ



1. Ի՞նչ է կալորիան

Հնում ջերմաքանակի չափման համար կիրառվել է հատուկ միավոր՝ կալորիան (կրճատ՝ կալ): Այն սահմանել են որպես այնպիսի ջերմաքանակ, որն անհրաժեշտ է 1 գ զանգվածով ջուրը 1°C -ով տաքացնելու համար: Օգտագործվել է նաև ջերմաքանակի ավելի խոշոր միավոր՝ կիլոկալորիա (կրճատ՝ կկալ)՝ $1 \text{ կկալ} = 1000 \text{ կալ}$: Կալորիա և կիլոկալորիա միավորները ջոուլի հետ կապված են հետևյալ առնչությամբ՝ $1 \text{ կալ} = 4,2 \text{ Ջ}$, $1 \text{ կկալ} = 4,2 \text{ կՋ}$: Ներկայումս կալորիայի և կիլոկալորիայի գործածությունը խիստ սահմանափակ է: Գործածվում են միայն սննդամթերքի պարունակած էներգիայի քանակն արտահայտելու համար:

2. Որքա՞ն էներգիա է սպառում մարդը

Մարդն իր կենսագործունեության համար անհրաժեշտ էներգիան ստանում է սնունդից: Մարդու օրական սննդաբաժինը միջին հաշվով 3000 կկալ է կամ $12,6 \text{ ՄՋ}$: Այդ էներգիայի հաշվին աշխատանք կատարելով՝ կարելի է, օրինակ, 100 կգ զանգվածով առարկան բարձրացնել շուրջ 13 կմ : Մարդու զարգացրած միջին հզորությունը 145 Վտ է, իսկ տեսակարար հզորությունը (միավոր զանգվածին ընկնող հզորությունը)՝ 2 Վտ/կգ , որը 10000 անգամ մեծ է Արեգակի տեսակարար հզորությունից:

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՁԽԱՏԱՆԵՔ 4

Պինդ մարմնի տեսակարար ջերմունակության չափումը

Աշխատանքի նպատակն է՝ չափել պինդ նյութի տեսակարար ջերմունակությունը և համեմատել աղյուսակային արժեքի հետ:

Անհրաժեշտ սարքեր և նյութեր՝ կալորաչափ, ջերմաչափ, կշեռք՝ կշռաքարերով, թելով կապված մետաղե առարկա (որի տեսակարար ջերմունակությունն անհրաժեշտ է որոշել), սառը ջրով լցված բաժակ, տաք ջուր պարունակող անոթ:

Փորձի կատարման ընթացքը.

1. Կշռեք մետաղե առարկան:
2. Առարկան իջեցրեք տաք ջուր պարունակող անոթի մեջ:
3. Կշռեք կալորաչափի ներքին անոթը:
4. Կալորաչափի ներքին անոթի մեջ լցրեք սառը ջուր (օրինակ՝ ծորակից):
5. Կշռելով ջրով լցրած կալորաչափի ներքին անոթը՝ որոշեք սառը ջրի զանգվածը:
6. Չափեք կալորաչափի մեջ լցրած սառը ջրի և անոթում պարունակվող տաք ջրի ջերմաստիճանները (տաք ջրի ջերմաստիճանը նաև մետաղե առարկայի սկզբնական ջերմաստիճանն է):
7. Առարկան հանեք տաք ջրից և արագորեն իջեցրեք սառը ջրով լցրած կալորաչափի մեջ:
8. Խառնեք կալորաչափի ջուրը և, որոշ ժամանակ սպասելով, այնուհետև չափեք ջրի վերջնական ջերմաստիճանը: Այդ նույն ջերմաստիճանը կունենան նաև առարկան և կալորաչափի ներքին անոթը:
9. Չափման արդյունքները և անհրաժեշտ տվյալները գրանցեք աղյուսակում.

Նյութեր ⇒ Նյութերի բնութագրեր ⇓	Չուր		Ներքին անոթ		Մետաղե առարկա	
	Տառային նշանակում	Թվային արժեք	Տառային նշանակում	Թվային արժեք	Տառային նշանակում	Թվային արժեք
Տեսակարար ջերմունակություն $\mathcal{Q}/(կգ \cdot ^\circ C)$	C_1		C_2		C_x	
Չանգված, կգ	m_1		m_2		m	
Սկզբնական ջերմաստիճան, $^\circ C$	t_1		t_1		t_2	
Վերջնական ջերմաստիճան, $^\circ C$	t		t		t	

10. (8.1) բանաձևով հաշվեք ջրի, կալորաչափի ներքին անոթի ստացած և մետաղե առարկայի կորցրած ջերմաքանակները՝

$$Q_1 = c_1 m_1 (t - t_1)$$

$$Q_2 = c_2 m_2 (t - t_1)$$

$$Q_3 = c_x m (t - t_2)$$

11. Քանի որ ջերմահաղորդումը տեղի է ունենում կալորաչափում, այսինքն՝ առանց շրջապատող միջավայրի հետ ջերմափոխանակման, ուստի, համաձայն ջերմային հաշվեկշռի հավասարման՝

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

կամ

$$c_1 m_1 (t - t_1) + c_2 m_2 (t - t_1) + c_x m_3 (t_2 - t) = 0$$

Այստեղից կարող եք որոշել c_x անհայտ տեսակարար ջերմունակությունը՝

$$c_x = \frac{(c_1 m_1 + c_2 m_2) (t - t_1)}{m (t_2 - t)}$$

c_1 -ի և c_2 -ի, ինչպես նաև փորձում չափված մեծությունների արժեքները տեղադրեք ստացված արտահայտության մեջ և հաշվեք c_x -ը: c_x -ի ձեռք հաշված արժեքը համեմատեք աղյուսակային արժեքի հետ:

ՆՅՈՒԹԻ ԱԳՐԵԳԱՏԱՅԻՆ ՎԻՃԱԿՆԵՐԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆԸ

§ 43

ՆՅՈՒԹԻ ԱԳՐԵԳԱԻԱՅԻՆ ՎԻՃԱԿՆԵՐԸ

Ինչպես գիտեք, բնության մեջ նյութերը հանդիպում են պինդ, հեղուկ և գազային վիճակներում: Սակայն տարբեր վիճակներում կարող է գտնվել նաև նույն նյութը: Հեշտ է հավատալ դրան, որովհետև մի նյութ, առանց որի կյանքը Երկրի վրա անհնար կլիներ, բոլորն էլ դիտել են և՛ գազի, և՛ հեղուկի, և՛ պինդ մարմնի ձևով:

Խոսքը, իհարկե վերաբերվում է ջրին:

Երբ ասում ենք երկաթի գոլորշի կամ պինդ ջրածին, ապա առաջին հայացքից թվում է, թե դրանք բառերի տարօրինակ կապակցություններ են: Սակայն դրանք ունեն հստակ իմաստ. և՛ երկաթի գոլորշին, և՛ պինդ ջրածինը գոյություն ունեն բնության մեջ, սակայն ոչ սովորական պայմաններում:

Իսկ ի՞նչ պայմանների մասին է խոսքը: Նյութի վիճակը որոշվում է արտաքին ֆիզիկական պայմաններով, որոնցում այն գտնվում է:

Մեր կյանքը հոսում է հարաբերականորեն քիչ փոփոխվող պայմաններում: Օրինակ՝ օդի ճնշումը Երևանում տատանվում է 670 մմ սնդ. ս. շուրջը, մի քանի տոկոսի սահմաններում, իսկ ջերմաստիճանը՝ -20°C -ից մինչև $+40^{\circ}\text{C}$ -ի սահմաններում:

Միանգամայն բնական է, որ մենք ընտելացել ենք այդ սովորական պայմաններին և այդ պատճառով, ասելով, օրինակ, «երկաթը պինդ մարմին է», «ջրածինը գազ է» և այլն, մոռանում ենք ավելացնել՝ «սովորական պայմաններում»:

Եթե երկաթի կտորը տաքացնենք, ապա այն նախ՝ կհալվի, իսկ հետո՝ կգոլորշիանա: Եթե անոթում գտնվող ջրածինը սառեցնենք, ապա այն նախ կվերածվի հեղուկի, իսկ հետո՝ կպնդանա:

Այսպիսով՝ բոլոր նյութերը, կախված արտաքին պայ-

մաններից, կարող են գտնվել պինդ, հեղուկ և գազային վիճակներում, որոնք ընդունված է անվանել ագրեգատային վիճակներ: Տարբեր ագրեգատային վիճակներում գտնվող նյութերն ունեն էապես տարբեր հատկություններ:

Մենք արդեն գիտենք, որ պինդ մարմինն ունի որոշակի ձև և ծավալ:

Հեղուկը պահպանում է իր ծավալը, սակայն հեշտությամբ փոխում է ձևը՝ ընդունելով այն անոթի ձևը, որի մեջ լցված է:

Գազը չունի ոչ սեփական ծավալ, ոչ էլ ձև: Գազի ծավալ ասելով հասկանում ենք այն անոթի տարողությունը, որի մեջ լցված է գազը:

Նույն նյութը երեք ագրեգատային վիճակներում էլ կազմված է նույն մոլեկուլներից կամ ատոմներից:

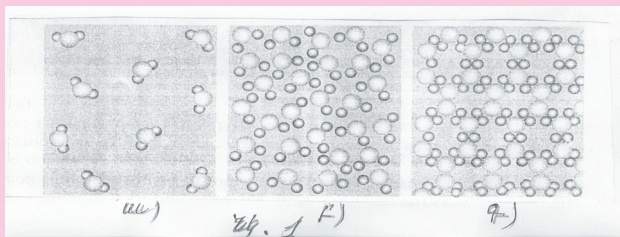
Այդ վիճակների տարբերությունը կախված է նյութի մասնիկների դիրքերից և վարքից, այսինքն՝ ինչպե՞ս են շարժվում և ինչպե՞ս են փոխազդում:

Նկ. 77-ում ցույց է տրված ջրի մոլեկուլների դիրքերը տարածության մեջ երեք տարբեր վիճակներում՝ գազային (նկ. 77, ա), հեղուկ (նկ. 77, բ) և պինդ (նկ. 77, գ):

Բնության մեջ նյութի ագրեգատային վիճակների փոփոխությունը տեղի է ունենում լայն մասշտաբներով: Օվկիանոսների, ծովերի, լճերի և գետերի մակերևութային ջուրը գոլորշիանում է, իսկ ջրային գոլորշու սառչելուց առաջանում են ամպեր, ցող, մառախուղ կամ ձյուն: Գետերն ու լճերը ձմռանը սառչում են, իսկ գարնանը ձյունն ու սառույցը հալչում են:

Արտաքին պայմանների փոփոխության հետևանքով ցանկացած նյութ կարող է անցնել տարբեր ագրեգատային վիճակների: Դա լայնորեն օգտագործվում է արտադրության տարբեր ոլորտներում: Օրինակ՝ մեքենաների մասեր պատրաստելու համար մետաղը հալում և լցնում են հատուկ

Նկ. 77



կաղապարների մեջ, որտեղ այն նորից պնդանում է: Քիմիական արդյունաբերությունում և պայթեցման աշխատանքներում հաճախ օգտագործում են հեղուկ օդ և հեղուկ թթվածին, որոնք ստանում են օդի հեղուկացման միջոցով: Մետաղական կառուցվածքների եռակցման ժամանակ օգտագործվում է մետաղի անցումը պինդ վիճակից հեղուկի և ընդհակառակը:

Ջրի, սպիրտի և ուրիշ շատ հեղուկների մաքրման համար դրանք որոշակի պայմաններում նախ՝ փոխարկում են գազի, իսկ հետո խտացնում են:

Այսպիսով, նյութի՝ մի ագրեգատային վիճակից մյուսին անցման պրոցեսների ուսումնասիրությունն ունի մեծ գործնական նշանակություն:

Հենց այդպիսի պրոցեսների օրինաչափություններն էլ քննարկվում են այս գլխում:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ի՞նչ ագրեգատային վիճակներում կարող է գտնվել նյութը:
2. Որո՞նք են ջրի ագրեգատային վիճակները:
3. Ի՞նչ գործնական նշանակություն ունի նյութի՝ մի ագրեգատային վիճակից մյուսին անցնելու երևույթը:
4. Ինչո՞վ են բնորոշվում նյութի այս կամ այն ագրեգատային վիճակները:
5. Ինչպե՞ս են դասավորված մոլեկուլները գազերում, հեղուկներում և պինդ մարմիններում:

ԲՅՈՒՐԵՂԱՅԻՆ ՍԱՐՄԻՆՆԵՐԻ ՀԱՆՈՒՄՆ ՈՒ ՊՆԴԱՅՈՒՄԸ

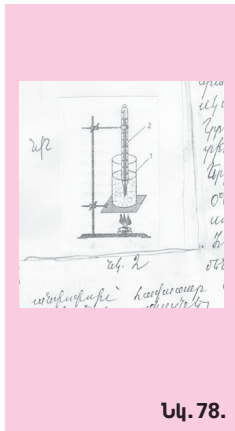
§ 44

Չկա այնպիսի պինդ բյուրեղային մարմին, որը ցանկացած չափով կարողանա դիմակայել ջերմաստիճանի բարձրացմանը: Վաղ թե ուշ պինդ մարմինը փոխարկվում է հեղուկի:

Նյութի անցումը պինդ (բյուրեղային) վիճակից հեղուկի կոչվում է հալում:

Բյուրեղային մարմնի հալումը բարդ պրոցես է: Ուսումնասիրենք այն փորձի օգնությամբ:

Փորձանոթի մեջ լցնենք -15°C ջերմաստիճանի սառույցի մանր կտորներ, դրանց մեջ մտցնենք ջերմաչափ և փոր-



Նկ. 78.

ձանոթը տաքացնենք (նկ. 78): Կտեսնենք, որ սառույցի ջերմաստիճանը բարձրանում է:

Երբ ջերմաստիճանը հասնում է 0°C արժեքին, նկատում ենք, որ անոթի հատակին ջուր է հավաքվում, այսինքն՝ սառույցը սկսել է հալվել: Շարունակելով հետևել ջերմաչափի ցույցունքին, մենք համոզվում ենք, որ այն մնում է անփոփոխ՝ հավասար 0°C -ի, չնայած ջեռույցը շարունակում է տաքացնել փորձանոթը: Ջերմաստիճանը մնում է հաստատուն, քանի դեռ սառույցն ամբողջությամբ չի հալվել:

Ինչպե՞ս բացատրել այս երևույթը: Ակնհայտ է, որ այն ամբողջ էներգիան, որ ստանում է սառույցը 0°C -ում ջեռույցից, ծախսվում է նրա քայքայման վրա:

Մասնիկների միջև գործող ձգողության ուժերն արդեն չեն կարողանում պահել նրանց նախկին դիրքերում: Մասնիկների կարգավորված դասավորությունը խախտվում է: Նյութն անցնում է հեղուկ վիճակի: Գոյություն ունի որոշակի ջերմաստիճան, որից բարձր տվյալ նյութը պինդ վիճակում գտնվել չի կարող:

Այն ջերմաստիճանը, որի դեպքում նյութը հալվում է, կոչվում է նյութի հալման ջերմաստիճան:

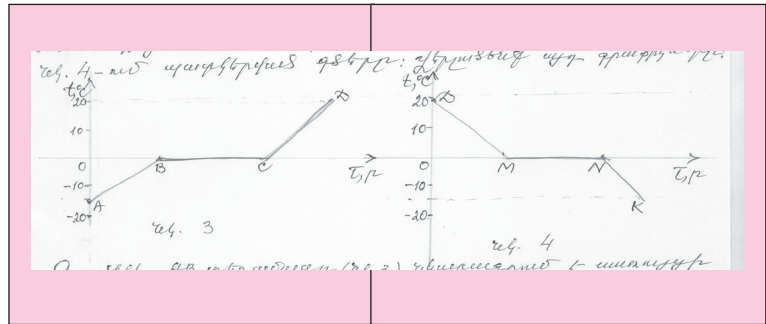
Ինչպես ցույց տվեց փորձը, սառույցի հալման ջերմաստիճանն ունի որոշակի արժեք և հալման պրոցեսում չի փոփոխվում:

Շարունակենք դիտույր: Երբ անոթում միայն ջուր է, ջերմաչափը ցույց է տալիս, որ տաքացման հետ ջրի ջերմաստիճանը բարձրանում է: Այն էներգիան, որը ստանում է ջուրը ջեռույցից, հիմա ծախսվում է ջրի մոլեկուլների միջին կինետիկ էներգիայի մեծացման վրա:

Եթե կառույց ենք փորձանոթում նյութի ջերմաստիճանի՝ ժամանակից կախումները, ապա կստացվեն նկ. 79 և նկ. 80-ում պատկերված գրաֆիկները: Ուսումնասիրենք դրանք:

Նկ. 79.

Նկ. 80.



Որոշ նյութերի հալման ջերմաստիճանները

Նյութ	$t_h, ^\circ\text{C}$	Նյութ	$t_h, ^\circ\text{C}$	Նյութ	$t_h, ^\circ\text{C}$
Ջրածին	-259	Կալիում	63	Ոսկի	1064
Թրվածին	-218	Նավթալին	80	Պղինձ	1083
Ազոտ	-210	Նատրիում	98	Թուջ	1200
Օդ	-213	Անագ	232	Երկաթ	1539
Սպիրտ	-214	Կապար	327	Պողպատ	1300-1500
Մնդիկ	-39	Սաք	360	Պլատին	1772
Սառույց	0	Ցինկ	420	Օսմիում	3045
Ցեզիում	29	Ալյումին	660	Վոլֆրամ	3387
		Արծաթ	962		

Նկ. 79-ում գրաֆիկի AB տեղամասը նկարագրում է սառույցի տաքացումը սկզբնական՝ -15°C ջերմաստիճանից մինչև հալման (0°C) ջերմաստիճանը: BC տեղամասը բնութագրում է հալման պրոցեսը՝ որոշակի ջերմաքանակ կլանվում է, բայց անոթի պարունակության (սառույցի կտորների և ջրի խառնուրդի) ջերմաստիճանը մնում է անփոփոխ: CD տեղամասը նկարագրում է ջրի տաքացումը: Երբ ջերմաստիճանը հասնում է $+20^\circ\text{C}$ (գրաֆիկի վրա D կետը), ջեռույիչն անջատում են: Ինչպես երևում է գրաֆիկից (նկ. 80), ջրի ջերմաստիճանը սկսում է իջնել՝ (DM տեղամաս): Երբ այն հասնում է 0°C , ջուրը սկսում է իջնել պնդանալ՝ (MN տեղամաս), և բյուրեղացման ընթացքում ջերմաստիճանը մնում է անփոփոխ: Բյուրեղացման ավարտից հետո միայն ջերմաստիճանը սկսում է նվազել՝ (NK տեղամաս):

Տարբեր բյուրեղային մարմիններ ունեն հալման տարբեր ջերմաստիճաններ: Որոշ նյութերի հալման ջերմաստիճանները նորմալ մթնոլորտային ճնշման դեպքում բերված են աղյուսակ 1-ում:

Փորձը ցույց է տալիս, որ նյութերը պնդանում (բյուրեղանում) են այն ջերմաստիճանում, որ ջերմաստիճանում հալվում են:

Անդրադառնանք աղյուսակին: Նրանից երևում է, որ որոշ նյութեր (օրինակ՝ ջրածին, սպիրտ) հալվում (պնդանում) են շատ ցածր ջերմաստիճաններում, ուրիշները (օրինակ՝ օսմիում, վոլֆրամ)՝ շատ բարձր:

Գծվարահալ մետաղները (1650°C-ից բարձր հալման ջերմաստիճան ունեցող) և դրանց համաձուլվածքներն օգտագործվում են որպես ջերմադիմացկուն նյութեր ինքնաթիռաշինության, հրթիռային և տիեզերական տեխնիկայում, ատոմային էներգետիկայում և այլ բնագավառներում:

Շարքեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր պրոցեսն է կոչվում հալում:
2. Ո՞ր պրոցեսն է կոչվում պնդացում:
3. Ի՞նչ է հալման ջերմաստիճանը:
4. Կհալվի՞ արդյոք կապարը, եթե այն զգեն հալված անագի մեջ: Պատասխանը հիմնավորեք:
5. Կարելի՞ է արդյոք ալյումինն ամանի մեջ ցինկ հալել: Պատասխանը հիմնավորեք:
6. Ինչո՞ւ ցուրտ շրջաններում արտաքին օդի ջերմաստիճանը չափելու համար օգտագործում են սպիրտային և ոչ թե սնդիկային ջերմաչափներ:
7. Ինչպե՞ս կարելի է դատել տաքանալիս և հովանալիս նյութի ջերմաստիճանի փոփոխության մասին գրաֆիկի միջոցով:
8. Գրաֆիկի ո՞ր տեղամասերն են վերաբերվում սառույցի հալմանը և ջրի պնդացմանը: Ինչո՞ւ այդ տեղամասերը զուգահեռ են ժամանակի առանցքին:

§ 45

ՀԱՆՄԱՆ ՏԵՍԱԿԱՐԱՐ ՋԵՐՄՈՒԹՅՈՒՆ

Փորձով ուսումնասիրելով միևնույն զանգվածով տարբեր բյուրեղային նյութերի հալումը, կարելի է նկատել, որ յուրաքանչյուր նյութ հալման ջերմաստիճանում հեղուկի փոխարկման համար պահանջվում է որոշակի ջերմաքանակ:

Այն ջերմաքանակը, որն անհրաժեշտ է տվյալ զանգվածով բյուրեղային նյութը հալման ջերմաստիճանում հեղուկի փոխարկելու համար, կոչվում է հալման ջերմություն: Որքան մեծ է տվյալ բյուրեղային նյութի զանգվածը, այնքան մեծ ջերմաքանակ է պահանջվում այն հալելու համար: Այսինքն՝ հալման տեսակարար ջերմությունն ուղիղ համեմատական է մարմնի զանգվածին:

Այն ֆիզիկական մեծությունը, որը ցույց է տալիս, թե ինչ ջերմաքանակ է անհրաժեշտ հաղորդել 1 կգ զանգվածով բյուրեղային մարմնին, որպեսզի հալման ջերմաստիճանում այն ամբողջությամբ անցնի հեղուկ վիճակի, կոչվում է հալման տեսակարար ջերմություն:

Հալման տեսակարար ջերմությունը նշանակում են հունական այբուբենի m (կարդացվում է՝ լամբդա) տառով:

Որպեսզի հաշվենք հալման ջերմաստիճանում զանգվածով բյուրեղային մարմնի հալման համար անհրաժեշտ է Q ջերմաքանակը, պետք է m հալման տեսակարար ջերմությունը բազմապատկել մարմնի զանգվածով.

$$Q = mm: \quad (3.1)$$

(3.1) բանաձևից հետևում է, որ հալման տեսակարար ջերմությունը չափվում է 1 Ջ/կգ միավորով:

Նյութերի հալման տեսակարար ջերմությունները որոշում են փորձով: Այսպես, փորձնական ճանապարհով հաստատվել է, որ, օրինակ, կապարի հալման տեսակարար ջերմությունը $2,5 \cdot 10^4$ Ջ/կգ է: Սա նշանակում է որ հալման ջերմաստիճանում ($t_h = 327^\circ\text{C}$) 1 կգ զանգվածով կապարի կտորը հալելու համար պահանջվում է $2,5 \cdot 10^4$ Ջ/կգ էներգիա: Հետաքրքիր է նշել, որ նույն՝ 1 կգ զանգված սառույցը հալման ջերմաստիճանում ($t_h = 0^\circ\text{C}$) հալելու համար պահանջվում է ավելի քան 10 անգամ մեծ ջերմաքանակ՝ $Q = 3,4 \cdot 10^5$ Ջ ($m_u = 3,4 \cdot 10^5$ Ջ/կգ):

Սառույցի մեծ հալման տեսակարար ջերմություն ունենալը որոշիչ դեր է խաղում Երկրագնդի վրա կյանքի գոյության համար: Բանն այն է, որ մեծ հալման տեսակարար ջերմություն ունենալով հետևանքով սառույցը դանդաղ է հալվում: Հակառակ դեպքում Երկրագնդի հավերժական սառույցի տիրույթները վաղուց արդեն հալված կլինեին, ինչը կբերեր էկոլոգիական աղետալի հետևանքների:

Հալման ջերմաստիճանում պինդ նյութի հալույթի ներքին էներգիան մեծ է նույն զանգվածով պինդ նյութի ներքին էներգիայից, քանի որ հալման պրոցեսում բյուրեղական մարմնին հաղորդվում է ջերմաքանակ:

Մանրագնին կատարված փորձերը ցույց են տալիս, որ բյուրեղային նյութերի հալույթների պնդացման ժամանակ անջատվում է ճիշտ նույն ջերմաքանակը, որը կլանվել է այն հալելիս:

Բյուրեղանալիս m զանգվածով մարմնից անջատված ջերմաքանակը որոշվում է՝

$$Q = - mm \quad (3.2)$$

բանաձևով, որտեղ $(-)$ նշանը ցույց է տալիս, որ բյուրեղացման պրոցեսում հալույթը շրջապատին է տալիս mm ջեր-

Աղյուսակ 2.
Որոշ նյութերի հալման տեսակարար ջերմությունը

Նյութ	m, Ջ/կգ	Նյութ	m, Ջ/կգ	Նյութ	m, Ջ/կգ
Ալյումին	$3,9 \cdot 10^5$	Յինկ	$1,2 \cdot 10^5$	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	$0,67 \cdot 10^5$	Սնդիկ	$0,12 \cdot 10^5$
Պարաֆին	$1,5 \cdot 10^5$	Ջրածին	$0,59 \cdot 10^5$		

մաքանակ, ինչի հետևանքով հալույթի ջերմաստիճանը (t_h) մնում է հաստատուն:

Բյուրեղացումը հեշտանում է, եթե հեղուկում առկա են կողմնակի մասնիկներ, օրինակ՝ փոշեհատիկներ: Դրանք դառնում են բյուրեղացման կենտրոններ: Սովորական պայմաններում հեղուկներում կան բյուրեղացման բազմաթիվ կենտրոններ, որոնց շուրջ էլ տեղի է ունենում բյուրեղիկների առաջացումը:

Մի քանի նյութերի հալման տեսակարար ջերմությունները հալման ջերմաստիճանում բերված են աղյուսակ 2-ում:

Շարքեր և առաջադրանքներ

1. Ինչի՞ վրա է ծախսվում հալման ջերմաստիճանում բյուրեղային մարմնին ջեռուցից տրված էներգիան:
2. Ի՞նչն են անվանում հալման ջերմություն:
3. Ի՞նչն են անվանում հալման տեսակարար ջերմություն:
4. Ի՞նչ միավորով է չափվում հալման տեսակարար ջերմությունը միավորների ՄՇ-ում:
5. Ի՞նչ է նշանակում «Պարաֆինի հալման տեսակարար ջերմությունը հավասար է 150 կՋ/կգ-ի» արտահայտությունը:
6. Ինչպե՞ս են հաշվում այն ջերմաքանակը, որն անհրաժեշտ է հալման ջերմաստիճանում բյուրեղային մարմինը հալելու համար:
7. Հալվող սառույցը բերեցին սենյակ, որտեղ ջերմաստիճանը 0°C է: Կշարունակի՞ արդյոք հալվել սառույցն այդ սենյակում:
8. Ո՞ր մարմինն ունի ավելի մեծ ներքին էներգիա՝ 0°C ջերմաստիճանի սառույցի կտորը, թե՞ դրանից ստացված 0°C ջերմաստիճանի ջուրը:
9. Ինչպե՞ս հաշվել այն ջերմաքանակը, որն անջատվում է հալման ջերմաստիճան ունեցող մարմինը բյուրեղանալիս:

Խնդիրների լուծման օրինակներ

1. Ի՞նչ ջերմաքանակ է պահանջվում հալման ջերմաստիճանում գտնվող 10գ զանգվածով ոսկու կտորը հալելու համար:

$$m = 10 \text{ գ} = 10^{-2} \text{ կգ}$$

$$m = 0,67 \text{ } \$ 10^5 \text{ Ջ/կգ}$$

$$Q = ?$$

Լուծում: Հալման ջերմաստիճանում գտնվող բյուրեղային նյութը հալելու համար անհրաժեշտ ջերմաքանակը հաշվում են $Q = mm$ բանաձևով: Աղյուսակ 2-ից վերցնելով ոսկու հալման տեսակարար ջերմության արժեքը՝ $m = 0,67 \text{ } \$ 10^5 \text{ Ջ/կգ}$, կստանանք՝

$$Q = mm = 0,67 \text{ } \$ 10^5 \text{ Ջ/կգ } \$ 10^{-2} \text{ կգ} = 0,67 \text{ } \$ 10^3 \text{ Ջ} = 670 \text{ Ջ:}$$

Պատասխան՝ 670Ջ:

2. Ինչքա՞ն է ներգիս է անհրաժեշտ 0,5կգ զանգվածով կապարի կտորը հալելու համար, եթե դրա սկզբնական ջերմաստիճանը 27°C է:

$$m = 0,5 \text{ կգ}$$

$$t_1 = 27^\circ\text{C}$$

$$t_h = 327^\circ\text{C}$$

$$c = 140 \text{ Ջ/կգ}^\circ\text{C}$$

$$m = 2,5 \text{ Ջ/կգ}$$

$$Q = ?$$

Լուծում: Ցանկացած բյուրեղային նյութ հալելու համար անհրաժեշտ է նախ՝ այն տաքացնել մինչև հալման ջերմաստիճան, այնուհետև անփոփոխ հալման ջերմաստիճանում նրան հաղորդել հալման համար անհրաժեշտ ջերմաքանակ: m զանգվածով կապարի կտորը մինչև հալման ջերմաստիճան (t_h) տաքացնելու համար անհրաժեշտ է $Q_1 = mc(t_h - t_1)$ ջերմաքանակ, որտեղ c -ն՝ կապարի տեսակարար ջերմունակությունն է, t_1 -ը՝ սկզբնական ջերմաստիճանը: Նկատի ունենալով նաև հալման համար անհրաժեշտ ջերմաքանակը՝ $Q_2 = mm$,

կստանանք՝

$$Q = Q_1 + Q_2 = mc(t_h - t_1) + mm =$$

$$= 0,5 \text{ կգ } \$ 140 \text{ Ջ/կգ}^\circ\text{C } \$ (327 - 27)^\circ\text{C} + 0,5 \text{ կգ } \$ 2,5 \text{ } \$ 10^4 \text{ Ջ/կգ} =$$

$$= (70 \text{ } \$ 300 + 1,25 \text{ } \$ 10^4) \text{ Ջ} = 3,35 \text{ } \$ 10^4 \text{ Ջ:}$$

Պատասխան՝ $3,35 \cdot 10^4$ Ջ:

3. Ի՞նչ ջերմաքանակ է անհրաժեշտ -10°C ջերմաստիճանի 5կգ զանգվածով սառույցը $20^\circ\text{C}^\circ\text{C}$ ջրի փոխարկելու համար:

$$m = 5 \text{ կգ}$$

$$t_1 = -10^\circ\text{C}$$

$$t_h = 0^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 20^\circ\text{C}$$

$$c_u = 2,1 \text{ } \$ 10^3 \text{ Ջ/կգ}^\circ\text{C}$$

$$m = 3,4 \text{ } \$ 10^4 \text{ Ջ/կգ}$$

$$c_v = 4,2 \text{ } \$ 10^3 \text{ Ջ/կգ}^\circ\text{C}$$

$$Q = ?$$

Լուծում: Այս տիպի խնդիրներ լուծելիս պետք է ուշադրություն դարձնել այն հանգամանքին, որ միևնույն նյութի տեսակարար ջերմունակության արժեքը տարբեր ագրեգատային վիճակներում տարբեր է: Սառույցը նախ պետք է տաքացնել մինչև $t_h = 0^\circ\text{C}$ հալման ջերմաստիճանը: Դրա համար պահանջվում է

$$Q_1 = c_u m (t_h - t_1) =$$

$$= 2,1 \text{ } \$ 10^3 \text{ Ջ/կգ}^\circ\text{C } \$ 5 \text{ կգ } (0^\circ\text{C} - (-10^\circ\text{C})) = 1,05 \text{ } \$ 10^5 \text{ Ջ}$$

ջերմաքանակ: Այնուհետև հալման ջերմաստիճանում սառույցի հալման համար պահանջվում է

$$Q_2 = mm = 5 \text{ կգ } \$ 3,4 \text{ } \$ 10^5 \text{ Ջ/կգ} = 17 \text{ } \$ 10^5 \text{ Ջ}$$

ջերմաքանակ: Սառույցի ստացված ջուրը 0°C -ից մինչև 20°C տաքացնելու համար պահանջվում է

$$Q_3 = c_2 m (t_2 - t_1) =$$

$$= 4,2 \cdot 10^3 \text{ Ջ/կգ} \cdot 5 \text{ կգ} \cdot (20^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) = 4,2 \cdot 10^5 \text{ Ջ}$$

ջերմաքանակ.

Ընդհանուր ջերմաքանակը կլիցնի

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 1,05 \cdot 10^5 \text{ Ջ} + 17 \cdot 10^5 \text{ Ջ} + 4,2 \cdot 10^5 \text{ Ջ} = 22,25 \cdot 10^5 \text{ Ջ}:$$

Պատասխան՝ $22,25 \cdot 10^5 \text{ Ջ}$:

§ 46

ԳՈԼՈՐԶԻԱՅՈՒՄ ԵՎ ԽՏԱՅՈՒՄ

Նյութի անցումը հեղուկ կամ պինդ վիճակից գազային վիճակի կոչվում է շոգեգոյացում:

Գոյություն ունի շոգեգոյացման երկու ձև՝ գոլորշիացում և եռում:

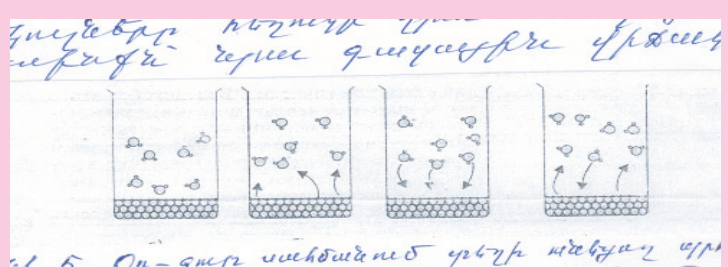
Հեղուկի ազատ մակերևութից տեղի ունեցող շոգեգոյացումը կոչվում է գոլորշիացում:

Առօրյա փորձերից հայտնի է, որ բայ անոթում հեղուկի քանակը ժամանակի ընթացքում պակասում է՝ այն գոլորշիանում է: Ինչպե՞ս բացատրել այդ երևույթը:

Մենք գիտենք, որ հեղուկում մոլեկուլները կատարում են անընդհատ և անկանոն շարժում: Հեղուկի ջերմաստիճանը կախված է մոլեկուլների շարժման միջին կինետիկ էներգիայից: Բայց հեղուկի առանձին մոլեկուլներ կարող են ունենալ միջինից մեծ կինետիկ էներգիաներ, ինչի շնորհիվ կարող են հաղթահարել միջմոլեկուլային ձգողական ուժերը և դուրս թռչել հեղուկից: Հեղուկի մակերևութից դուրս թռած մոլեկուլները հեղուկի վրա առաջացնում են գոլորշի, այսինքն՝ նրա գազային վիճակը:

Գոլորշիացման ժամանակ հեղուկից հեռանում են առավել արագ շարժվող (մեծ կինետիկ էներգիայով) մոլեկուլներ:

Նկ.81.



րը, ուստի մնացած մոլեկուլների միջին կինետիկ էներգիան փոքրանում է և արդյունքում հեղուկը հովանում է:

Գոլորշիացման ժամանակ հեղուկի հովացումը կարելի է դիտել հետևյալ փորձով: Եթե ձեռքի վրա կաթեյնենք եթեր կամ սպիրտ, ապա անմիջապես սառնություն կզգանք: Ձեռքի մակերևույթից գոլորշիանալով, հեղուկը հովանում է և ձեռքից վերցնում որոշակի ջերմաքանակ:

Կատարեք նաև հետևյալ փորձը: Երկու ջերմաչափերի պահեստարանները փաթաթենք բամբակով (նկ. 82): Գրանցենք ջերմաչափերի ցուցմունքները: Այնուհետև ջերմաչափերից մեկի բամբակի վրա կաթոցիկով կաթեյնենք սպիրտ, ջուր կամ օդեկալոն: Մի քանի րոպեից հետո նորից գրանցելով ջերմաչափերի ցուցմունքները, կհամոզվենք, որ թրջված պահեստարանով ջերմաչափի ցուցմունքը ցածր է մյուս ջերմաչափի ցուցմունքից, ինչն արդյունք է սպիրտի գոլորշիացման հետևանքով ջերմաչափի սնդիկի հովացման:

Այժմ փորձերի օգնությամբ պարզենք, թե ինչից է կախված հեղուկի գոլորշիացման արագությունը:

Եթե միատեսակ բաժակների մեջ լցնենք հավասար զանգվածներով միևնույն ջերմաստիճանի սպիրտ և ջուր, և բաժակները հավասարակշռենք լծակավոր կշեռքի վրա, ապա կարճ ժամանակից հետո կտեսնենք, որ կշեռքի հավասարակշռությունը խախտվում է՝ սպիրտով լցված բաժակի նժարը բարձրանում է: Դա նշանակում է, որ սպիրտն ավելի արագ է գոլորշիանում, քան ջուրը: Ուրեմն՝ գոլորշիացման արագությունը կախված է հեղուկի տեսակից: Ավելի արագ է գոլորշիանում այն հեղուկը, որի մոլեկուլներն իրար ավելի փոքր ուժով են ձգում: Նույն փորձը կատարենք՝ բաժակների մեջ լցնելով հավասար զանգվածներով տաք և սառ ջուր: Կարճ ժամանակից հետո կտեսնենք, որ տաք ջրով լցված բաժակի նժարը բարձրանում է: Սա հիմք է տալիս եզրակացնելու, որ գոլորշիացման արագությունը կախված է հեղուկի ջերմաստիճանից: Հեղուկի ջերմաստիճանի բարձրացման հետ մեծանում է արագ շարժվող մոլեկուլների թիվը, որոնք ընդունակ են հաղթահարել հեղուկի մոլեկուլների ձգողության ուժերը և դուրս թռչել հեղուկի մակերևույթից:

Գոլորշիացման արագությունը կախված է նաև հեղուկի ազատ մակերևույթի չափերից: Նորից կշեռքի նժարների վրա հավասարակշռենք արագ գոլորշիացող հեղուկով, օրինակ՝ եթերով լցված սրվակը և ավսեն: Կտեսնենք, թե ինչ-

Նկ. 82.

պես է աստիճանաբար բարձրանում կշեռքի այն նժարը, որի վրա դրված է հեղուկի ավելի մեծ ազատ մակերևույթ ունեցող ավսեն:

Մոլեկուլների՝ հեղուկից դեպի գոլորշի անցնելու հետ միաժամանակ ընթանում է նաև հակառակ պրոցեսը: Հեղուկի մակերևույթից վեր կուտակված հեղուկից հեռաչած մոլեկուլների մի մասն անկանոն շարժման հետևանքով նորից վերադառնում է հեղուկ:

Նյութի անցումը գազայինից հեղուկ վիճակի անվանում են խտացում:

Եթե գոլորշիացումը տեղի է ունենում բաց անոթից, ապա հեղուկի և նրա գոլորշու միջև հավասարակշռություն հաստատվել չի կարող, քանի որ գոլորշու մի մասը հեղուկի մակերևույթից հեռանում է, և միավոր ժամանակում հեղուկից դեպի գոլորշի անցնող մոլեկուլների թիվը գերազանցում է հեղուկ վերադարձող մոլեկուլների թիվը: Այդպիսի գոլորշին կոչվում է չհագեցած:

Եթե մակերևույթի վրա, որից տեղի է ունենում հեղուկի գոլորշիացում, ստեղծենք օդի շարժում, ապա այն կտանի գոլորշու մի մասը, ուստի հեղուկ վերադարձող մոլեկուլների թիվը կպակասի և գոլորշիացումն ավելի արագ կընթանա:

Գոլորշիացող հեղուկի և նրա գոլորշու միջև հավասարակշռություն կարող է հաստատվել, եթե անոթը փակ է և հեղուկի ջերմաստիճանը չի փոփոխվում:

Այդ դեպքում միավոր ժամանակում հեղուկ վերադարձող մոլեկուլների թիվը ժամանակի ընթացքում հավասարվում է հեղուկից միավոր ժամանակում հեռաչող մոլեկուլների թվին: Հավասարակշռության այդպիսի վիճակը կոչվում է շարժուն հավասարակշռություն հեղուկի և իր գոլորշու միջև: Փակ անոթում առաջաչած գոլորշին, որն իր հեղուկի հետ գտնվում է շարժուն հավասարակշռության մեջ, կոչվում է հագեցած:

Խտացում կարող է տեղի ունենալ նաև այն ժամանակ, երբ գոլորշին չի հավում հեղուկի հետ: Հենց խտացումով է, օրինակ, բացատրվում ամպերի առաջացումը: Ջրային գոլորշիների մոլեկուլները, Երկրի մակերևույթից վերև բարձրանալով, մթնոլորտի առավել սառը շերտերում խմբավորվում են ջրի մանրագույն կաթիլների տեսքով, որոնք իրար մոտ հավաքվելով՝ առաջացնում են ամպեր:

Բնական պայմաններում գոլորշիացումն է խոնավու-

թյունն օվկիանոսներից, ծովերից և գետերից մթնոլորտ փոխանցման միակ եղանակը և Երկրի վրա ջրի շրջապատույ- տի հիմնական բաղադրիչը:

Նյութի հեղուկ վիճակից գազայինի անցումը լայնորեն օգտագործվում է տեխնիկայում: Օրինակ՝ ջերմաէլեկտրա- կայաններում ջրից ստացված գոլորշին աշխատեցնում է շոգետուրքինները: Գոլորշիացումը կիրառվում է նյութերի մաքրման համար: Այն սառնարանային կայանքների աշխա- տանքի և նյութերի չորացման բոլոր պրոցեսների հիմքն է:

Տիեզերանավի իջեցվող ապարատը պատում են արագ գոլորշիացող հատուկ նյութով, որ վերացնեն շփումից նրա գերտաքացումը, երբ այն անցնում է մթնոլորտի խիտ շերտե- րով:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ի՞նչ է շոգեգոյացումը և ի՞նչ ձևով է այն ընթանում:
2. Ի՞նչն է կոչվում գոլորշիացում:
3. Ինչո՞ւ է հեղուկը գոլորշիանում ցանկացած ջերմաստիճանում:
4. Ինչի՞ց է կախված հեղուկի գոլորշիացման արագությունը:
5. Ինչպե՞ս է կախված գոլորշիացման արագությունը հեղուկի ջերմաստիճանից:
6. Ինչպե՞ս է կախված գոլորշիացման արագությունը հեղուկի ազատ մակերևույթի մակե- րեսից:
7. Ինչո՞ւ է հեղուկի գոլորշիացումն ավելի արագ կատարվում, եթե նրա մակերևույթի վրա քամի է փչում:
8. Ինչո՞ւ է գոլորշիացման ժամանակ հեղուկի ջերմաստիճանը նվազում:
9. Ի՞նչ է խտացումը:
10. Ո՞ր գոլորշին է կոչվում հագեցած:

Ետաքրքիր է իմանալ

Հավանաբար, ձեզանից շատերը դիտել են խոնավ սպիտակեղենի չորանալը սառ- նամանիքին: Սկզբում այն սառչում է, այնուհետև սառույցը գոլորշիանում է, և սպիտա- կեղենը չորանում է:

Նյութի անցումը պինդ վիճակից գազայինի, շրջանցելով հեղուկ վիճակը, կոչվում է ցնդում կամ սուբլիմում:

Սուբլիմումը բնութագրական է յոդի, բրոմի, նավթալինի, կամֆարայի և մի շարք այլ նյութերի համար: Գոլորշիացող պինդ մարմնի օրինակ է ձեզ լավ հայտնի նավթա- լինը, որը հեշտությամբ ցնդում է սենյակային ջերմաստիճանում (նրա հալման ջերմաս- տիճանը 80°C է): Նավթալինի այս հատկությանն օգտագործում են բրդից և մորթույց

պատրաստված շորերը ցեցերից պաշտպանելու համար:

Ածխաթթու գազը նորմալ մթնոլորտային ճնշման տակ չի կարող գոյություն ունենալ հեղուկ վիճակում: Նրա համար սուբլիմումը սովորական անցում է: Պինդ ածխաթթու գազին անվանում են «չոր սառույց»:

«Չոր սառույց» ստանում են ածխաթթու գազի ուժեղ սառեցման և սեղմման արդյունքում:

«Չոր սառույցի» կտորներ դուք, իհարկե, տեսել եք՝ դրանք պաղպաղակներ պահելու համար նախատեսված արկղներում սառնարանի դեր են կատարում: Պինդ ածխաթթվի («չոր սառույցի») ջերմաստիճանը հավասար է $-78,9^{\circ}\text{C}$: «Չոր սառույցին» հարող օդի շերտն արագ սառչում է, և նրա ջերմաստիճանը կարող է բարձրանալ մինչև -70°C : Պինդ ածխաթթուն սենյակային ջերմաստիճանում արագ ցնդում է՝ վերածվելով գազի:

§47

ԵՌՈՒՄ: ԵՈՍԱՆ ԶԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆ

Դիտենք ջրի տաքացումը ապակե բայ անոթում (նկ. 83), պարբերաբար չափերով նրա ջերմաստիճանը: Որոշ ժամանակից հետո մենք նկատում ենք, որ ջրում առաջացել են բազմաթիվ մանր պղպջակներ, որոնց չափերն աստիճանաբար մեծանում են, և դրանք լողում են դեպի հեղուկի բայ մակերևույթ: Մակերևույթին պղպջակները պայթում են, և նրանցում եղած գոլորշին դուրս է նետվում մթնոլորտ: Եռալույց առաջ լսվում է բնորոշ խշշոց՝ աղմուկ, երբեմն առաջանում է մառախուղ, երբ ջրային գոլորշին անոթի վերևում հովանում է և խտանում փոքրիկ կաթիլների տեսքով:

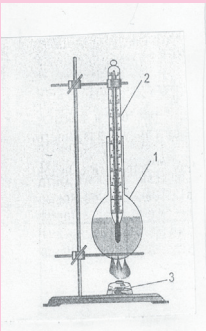
Ինչպե՞ս է բացատրվում հեղուկի եռման երևույթը:

Հավանաբար, դուք մտածել եք այն մասին, թե ինչո՞ւ են ջրում առաջանում պղպջակներ, ինչո՞ւ են դրանք չափերով մեծանում և ինչո՞ւ են բարձրանում դեպի վեր:

Ջրում միշտ կան օդի կամ ուրիշ գազերի պղպջակներ, որոնք անզեն աչքով տեսանելի չեն: Բայցի դրանից, պինդ մարմնի մակերևույթը (մեր օրինակում՝ ապակե անոթը) և հեղուկում առկա տարբեր պինդ նյութերի մասնիկներն ունեն գազի մոլեկուլներին պահելու հատկություն, որոնք կարծես կաշում են դրանց: Ջրում (հեղուկում) լուծված օդը, անոթի պատերին և հեղուկի ներսում կախված մասնիկներին կպած գազի մոլեկուլներն էլ հենց ստեղծում են պղպջակներ:

Քննարկենք առանձին պղպջակի «վարքը» հեղուկում (նկ. 84,ա):

Յուրաքանչյուր պղպջակում նրա մակերևույթից անընդ-



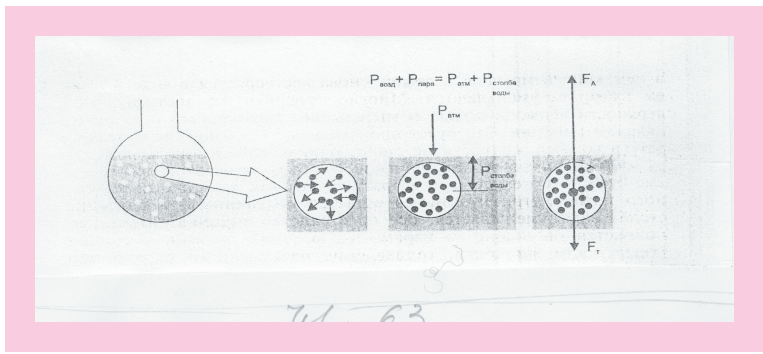
Նկ.83.

հատ տեղի է ունենում հեղուկի գոլորշիացում և միաժամանակ տեղի է ունենում գոլորշու խտացում (նկ. 84,բ): Պղպջակի պատերին ներսից ճնշում են գործադրում օդը և գոլորշին, դրսից՝ մթնոլորտը և ջրի սյունը: Եթե պղպջակի ներսում ճնշումը հավասար է դրսի ճնշմանը, ապա պղպջակի չափերը չեն փոփոխվում (նկ. 84,գ):

Ջերմաստիճանի բարձրացման հետ գոլորշու խտությունը պղպջակում աճում է, ճնշումը նրանում մեծանում է և պղպջակի չափերը մեծանում են: Պղպջակի ծավալի մեծացման հետ աճում է նրա վրա ազդող արտամղող (արքիմեդյան) ուժը (նկ. 84,դ): Այդ ուժի ազդեցությամբ պղպջակը բարձրանում է դեպի ջրի մակերևույթ:

Քանի որ հեղուկը ներքևից տաքացնելիս նրա վերին շերտերն ավելի սառն են, քան ստորինները, ապա պղպջակի բարձրացման հետ ջրային գոլորշին նրանում խտանում է, իսկ օդը նորից լուծվում է ջրի մեջ, և պղպջակի ծավալը փոքրանում է:

Շատ պղպջակներ, չհասնելով հեղուկի մակերևույթին, անհետանում են, և մենք եռումից առաջ լսում ենք բնութագրական աղմուկ՝ խշշոց: Դա տեղի կունենա մինչև այն պահը, քանի դեռ ամբողջ հեղուկի ջերմաստիճանը չի դարձել միևնույնն ամբողջ անոթում: Երբ ամբողջ հեղուկի ջերմաստիճանը դառնում է նույնը, վերև բարձրացող պղպջակի ծավալն անընդհատ աճում է, քանի որ նրանցում հազեցած գոլորշու ճնշումը մնում է հաստատուն, իսկ հեղուկի սյան ճնշումը փոքրանում է: Պղպջակի ամբողջ ծավալը լցվում է հազեցած գոլորշիով: Երբ այդպիսի պղպջակը հասնում է հեղուկի մակերևույթին, նրանում հազեցած գոլորշու ճնշումը գործնականորեն հավասար է լինում հեղուկի մակերևույթի վրա մթնոլորտային ճնշմանը: Պղպջակը պայթում է, և նրանում



Նկ. 84.

Աղյուսակ 3.
Որոշ նյութերի եռման ջերմաստիճանները
(ճնշումը՝ 760 մմ սնդ. ս.)

Նյութ	$t_{\text{եռ}}, ^\circ\text{C}$	Նյութ	$t_{\text{եռ}}, ^\circ\text{C}$	Նյութ	$t_{\text{եռ}}, ^\circ\text{C}$
Հելիում	-268,9	Ացետոն	56,5	Կապար	1740 (1750)
Ջրածին	-253	Սպիրտ	78,5	Ալյումին	2330
Ազոտ	-195,8	Կաթ	100	Պղինձ	2567 (2582)
Թթվածին	-183	Ջուր	100	Երկաթ	2750 (2800)
Եթեր	35	Սնդիկ	357	Վոլֆրամ	6000

եղած գոլորշին դուրս է գալիս շրջապատող միջավայր: Խշշոցը դադարում է և հեղուկը սկսում է բլթբլթալ՝ մենք ասում ենք, որ ջուրը (հեղուկը) եռում է:

Եռում են անվանում շոգեգոյացման այն պրոցեսը, որը տեղի է ունենում հեղուկի ամբողջ ծավալում:

Ի տարբերություն գոլորշիացման, որը տեղի է ունենում հեղուկի մակերևույթից ցանկացած ջերմաստիճանում և կամայական արտաքին ճնշման դեպքում, եռումը տեղի է ունենում յուրաքանչյուր հեղուկի համար որոշակի ջերմաստիճանում, որը կախված է արտաքին ճնշումից:

Այն ջերմաստիճանը, որի դեպքում հեղուկը եռում է, կոչվում է եռման ջերմաստիճան: Եռման պրոցեսում հեղուկի ջերմաստիճանը չի փոփոխվում:

Եթե եռացող ջրով անոթը վերցնենք ջեռույչի վրայից, ապա եռումը կդադարի: Ջերմաչափը կնշի ջերմաստիճանի նվազում:

Տաք ջրի մեջ մտցնենք սպիրտով լցված սրվակը (նկ. 85), սպիրտը կեռա:

Տարբեր հեղուկների համար եռման ջերմաստիճանը տարբեր է:

Աղյուսակից երևում է, որ այն նյութերը, որոնք սովորական պայմաններում գազ են, բավականաչափ սառեցնելիս վերածվում են հեղուկների, որոնք եռում են շատ ցածր ջերմաստիճաններում: Օրինակ՝ հեղուկ թթվածինը նորմալ մթնոլորտային ճնշման տակ եռում է -183°C -ում: Ընդհակառակը, սովորական պայմաններում պինդ վիճակում գտնվող նյութերը հալվելիս փոխարկվում են հեղուկների, որոնք եռում են

շատ բարձր ջերմաստիճաններում: Օրինակ՝ պղինձը եռում է 2567°C-ում, իսկ երկաթը՝ 2750°C-ում:

Եռման ջերմաստիճանը կախված է հեղուկի մակերևույթին առկա ճնշումից: Դնշումը մեծացնելիս եռման ջերմաստիճանն աճում է, իսկ փոքրացնելիս՝ նվազում:

Օրինակ՝ արագաեփ կաթսաներում սնունդը եփում են մոտ $2 \cdot 10^5$ Պա ճնշման տակ, երբ ջրի եռման ջերմաստիճանը հասնում է 120°C-ի: Սննդի եփման պրոցեսն այդպիսի ջերմաստիճանի ջրում տեղի է ունենում զգալիորեն արագ, քան սովորական եռաջրում:

Իսկ բարձր լեռնային տեղանքում, օրինակ՝ Արարատի գագաթին, որի բարձրությունը 5165 մ է, իսկ ճնշումը՝ 400 մմ սնդ. ս., ջրի եռման ջերմաստիճանը մոտ 83°C է:

Բարձր ճնշման տակ եռումն օգտագործվում է շոգեկաթսաներում: Հզոր շոգետուրբիններն աշխատում են 23,5 ՄՊա ճնշման տակ, երբ գոլորշու ջերմաստիճանը 600°C է, ինչը տալիս է վառելիքի զգալի խնայողություն:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ի՞նչ երևույթներ են նկատվում հեղուկում նրա տաքացման պրոցեսում:
2. Ի՞նչո՞ւ են հեղուկի ներսում առաջանում պղպջակներ:
3. Ի՞նչպիսի՞ն է պղպջակների «վարքը» հեղուկը տաքացնելիս:
4. Ի՞նչ ուժեր են ազդում գոլորշիով լցված օդի պղպջակի վրա հեղուկի ներսում:
5. Ո՞ր պրոցեսն են անվանում եռում:
6. Ի՞նչն են անվանում հեղուկի եռման ջերմաստիճան:
7. Ի՞նչի՞ց է կախված հեղուկի եռման ջերմաստիճանը:

ՇՈԳԵԳՈՅԱՑՄԱՆ ՏԵՍԱԿԱՐԱՐ ԶԵՐՍՈՒԹՅՈՒՆ

§ 48

Եթե ջեռույչին դրված անոթում ջուրը եռացնենք, իսկ հետո ջեռույչին անջատենք, ապա կտեսնենք, որ եռման պրոցեսն իսկույն դադարում է, և ջրի ջերմաստիճանը սկսում է աստիճանաբար նվազել: Որպեսզի ջրի ջերմաստիճանը եռման ընթացքում մնա անփոփոխ, պետք է ջեռույչիչը ջրին անընդհատ որոշակի ջերմաքանակ հաղորդի: Այդ ջերմաքանակը ծախսվում է հեղուկը հաստատուն (եռման) ջերմաստիճանում գոլորշու վերածելու վրա: Տեղի է ունենում գոլորշիացող հեղուկի ներքին էներգիայի մեծացում շնորհիվ

մոլեկուլների փոխազդեցության պոտենցիալ էներգիայի մեծացման, քանի որ գոլորշի վիճակում մոլեկուլների հեռավորությունները շատ ավելի մեծ են, քան հեղուկում:

Այն ջերմաքանակը, որն անհրաժեշտ է տվյալ զանգվածով հեղուկը նույն ջերմաստիճանի գոլորշու փոխարկելու համար, անվանում են շոգեգոյացման ջերմություն:

Փորձը ցույց է տալիս, որ շոգեգոյացման ջերմությունը կախված է հեղուկի տեսակից, նրա զանգվածից և ջերմաստիճանից:

Այն ջերմաքանակը, որն անհրաժեշտ է հաղորդել 1 կգ զանգվածով հեղուկին՝ այն նույն ջերմաստիճանի գոլորշու փոխարկելու համար, կոչվում է շոգեգոյացման տեսակարար ջերմություն:

Շոգեգոյացման տեսակարար ջերմությունը նշանակում են լատինական այբուբենի r (կարդացվում է «էռ») տառով:

Իմանալով r շոգեգոյացման տեսակարար ջերմությունը, կարելի է հաշվել այն Q ջերմաքանակը, որն անհրաժեշտ է եռման ջերմաստիճանում m զանգվածով հեղուկը նույն ջերմաստիճանի գոլորշու փոխարկելու համար՝

$$Q = rm: \quad (6.1)$$

(6.1) բանաձևից հետևում է, որ շոգեգոյացման տեսակարար ջերմության միավորը 1 Ջ/կգ է:

Շոգեգոյացման տեսակարար ջերմությունը որոշում են փորձնականորեն: Այսպես, ջրի շոգեգոյացման տեսակարար ջերմությունը 100°C ջերմաստիճանում և նորմալ մթնոլորտային ճնշման տակ $2,3 \cdot 10^6$ Ջ/կգ է: Սա նշանակում է, որ 100°C ջերմաստիճանում և նորմալ մթնոլորտային ճնշման տակ 1 կգ ջուրը գոլորշու փոխարկելու համար անհրաժեշտ է $2,3 \cdot 10^6$ Ջ էներգիա:

Ինչպես արդեն նշել ենք, սառույցի հալման տեսակարար ջերմությունը բավականաչափ մեծ է՝ $m_0 = 3,4 \cdot 10^5$ Ջ/կգ, սակայն այն մոտ 7 անգամ փոքր է ջրի շոգեգոյացման տեսակարար ջերմությունից: Ինչո՞վ է պայմանավորված նշված մեծությունների այսպիսի մեծ տարբերությունը: Բանն այն է, որ հեղուկը գոլորշու վերածելու համար պահանջվող էներգիան ծախսվում է մոլեկուլների ձգողությունը հաղթահարելու, դրանք իրարից զգալիորեն հեռացնելու վրա: Իսկ բյուրեղը հալելու համար պահանջվող էներգիան ծախսվում է մոլեկուլների կարգավորված դասավորությունը քանդելու

Աղյուսակ 4.

Որոշ նյութերի շոգեգոյացման տեսակարար ջերմություններ

Նյութ	$r, \text{Ջ/կգ}$	Նյութ	$r, \text{Ջ/կգ}$
Ջուր	$2,3 \cdot 10^6$	Ալյումին	$9,2 \cdot 10^6$
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	$4,8 \cdot 10^6$
Սնդիկ	$3 \cdot 10^5$	Կապար	$8,6 \cdot 10^5$

վրա, ընդ որում նրանց միջև հեռավորությունները շատ քիչ են փոխվում:

Եռման ջերմաստիճանում հեղուկից առաջացած գոլորշու ներքին էներգիան մեծ է նույն զանգվածով հեղուկի ներքին էներգիայից, քանի որ եռման պրոցեսում հեղուկին հաղորդվում է $Q = rm$ ջերմաքանակ:

Եռման ջերմաստիճանում խտանալիս m զանգվածով գոլորշին անջատում է նույն ջերմաքանակը, որը կլանել էր գոլորշու փոխարկվելիս:

Խտանալիս m զանգվածով գոլորշից անջատված ջերմաքանակը որոշվում է

$$Q = - rm \quad (6.2)$$

բանաձևով, որտեղ $(-)$ նշանը ցույց է տալիս, որ խտացման պրոցեսում գոլորշին շրջապատին է տալիս rm ջերմաքանակ:

Խտացման համար անհրաժեշտ է գոլորշում խտացման կենտրոնների առկայությունը, որոնց դերը կատարում են, օրինակ՝ փոշեհատիկները:

Աղյուսակ 4-ում բերված են որոշ նյութերի շոգեգոյացման տեսակարար ջերմությունների արժեքները եռման ջերմաստիճանում և նորմալ մթնոլորտային ճնշման տակ:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ինչի՞ վրա է ծախսվում եռացող հեղուկին տրվող էներգիան:
2. Ի՞նչն է անվանվում շոգեգոյացման ջերմություն:
3. Ի՞նչն է անվանվում շոգեգոյացման տեսակարար ջերմություն:
4. Ի՞նչ միավորով է չափվում շոգեգոյացման տեսակարար ջերմությունը միավորների ՄՇ-ում:
5. Ի՞նչ է նշանակում «Սպիրտի շոգեգոյացման տեսակարար ջերմությունը հավասար է $9 \cdot 10^5$ Ջ/կգ-ի» արտահայտությունը:
6. Ինչպե՞ս են հաշվում այն ջերմաքանակը, որն անհրաժեշտ է եռման ջերմաստիճանում հեղուկը գոլորշու փոխարկելու համար:
7. Ինչպե՞ս կարելի է փորձով ցույց տալ, որ գոլորշու խտացման ժամանակ էներգիա է անջատվում:
8. Ո՞ր մարմինն ունի ավելի մեծ ներքին էներգիա՝ 100°C ջերմաստիճանի ջուրը, թե՞ դրանից ստացված 100°C ջերմաստիճանի գոլորշին:
9. Ինչո՞ւ մթնոլորտում ջրային գոլորշու խտացումն անձրևի կաթիլների կամ ձյան տեսքով, հանգեցնում է օդի տաքացման:
10. Ինչո՞ւ սենյակում հատակը լվանալուց հետո զգացվում է սառնություն:

Խնդիրների լուծման օրինակներ

1. Ի՞նչ ջերմաքանակ է անհրաժեշտ 2կգ զանգվածով, 100°C ջերմաստիճանի ջուրը նույն ջերմաստիճանի գոլորշու վերածելու համար:

$$m = 2 \text{ կգ}$$

$$r = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Ջ/կգ}$$

$$Q = ?$$

Լուծում: Քանի որ ջրի ջերմաստիճանը 100°C է, ապա ջրին հաղորդված ամբողջ ջերմաքանակը ծախսվել է ջրի գոլորշիացման վրա: Հետևաբար՝ որոնելի ջերմաքանակը՝

$$Q = rm = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Ջ/կգ} \cdot 2 \text{ կգ} = 4,6 \cdot 10^6 \text{ Ջ:}$$

Պատասխան՝ $4,6 \cdot 10^6$ Ջ:

2. Ի՞նչ ջերմաքանակ է անհրաժեշտ 10°C ջերմաստիճանի, 3կգ զանգվածով ջուրը նորմալ մթնոլորտային ճնշման տակ գոլորշու փոխակերպելու համար:

$$m = 3 \text{ կգ}$$

$$t_1 = 10^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 100^\circ\text{C}$$

$$c = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Ջ/կգ}^\circ\text{C}$$

$$r = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Ջ/կգ}$$

$$Q = ?$$

Լուծում: Ծախսված լրիվ ջերմաքանակը՝ $Q = Q_1 + Q_2$, որտեղ Q_1 -ն այն ջերմաքանակն է, որն անհրաժեշտ է ջուրը 10°C -ից մինչև 100°C տաքացնելու համար (նորմալ մթնոլորտային ճնշման տակ ջուրը եռում է 100°C ջերմաստիճանում)՝ $Q_1 = mc(t_2 - t_1)$, իսկ Q_2 -ը՝ այն ջերմաքանակը, որն անհրաժեշտ է անփոփոխ (եռման) ջերմաստիճանում m զանգվածով ջուրը գոլորշու փոխարկելու համար՝ $Q_2 = rm$: Տեղադրելով մեծությունների թվային արժեքները, կստանանք՝

$$Q = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Ջ/կգ}^\circ\text{C} \cdot 3 \text{ կգ} (100 - 10)^\circ\text{C} + 2,3 \cdot 10^6 \text{ Ջ/կգ} \cdot 3 \text{ կգ} = 7,934 \cdot 10^6 \text{ Ջ:}$$

Պատասխան՝ $7,934 \cdot 10^6$ Ջ:

ՎԱՌՆԼԻՔԻ ԷՆԵՐԳԻԱՆ

Երկիր մոլորակի էներգիայի գլխավոր աղբյուրն Արեգակն է: Երկրի մակերևույթի յուրաքանչյուր քառակուսի մետրը մեկ վայրկյանում Արեգակից ստանում է մոտ 1,5 կՋ էներգիա: Դրա շնորհիվ Երկրի վրա ստեղծվել են կյանքի գոյության անհրաժեշտ պայմաններ:

Օգտակար հանածոների ձևով կուտակված արեգակնային էներգիան մարդն օգտագործում է իր առօրյա կյանքում՝ ամենատարբեր նպատակներով:

Այնպիսի օգտակար հանածոներ, ինչպիսիք են քարածուխը, նավթը, բնական գազը, տորֆը և այլն, օգտագործվում են որպես վառելիք: Վառելիքի այրման ժամանակ նրա մեջ պարունակվող ածխածնի ատոմները միանում են օդի թթվածնի ատոմներին, որի արդյունքում առաջանում է ածխաթթու գազ: Այդ միասնան ռեակցիան ուղեկցվում է զգալի ջերմաքանակի անջատումով:

Առօրյա փորձից մենք գիտենք, որ վառելիքի այրումից անջատված ջերմաքանակը կախված է նրա զանգվածից:

Նախապատրաստվելով ձմռանը, մարդիկ պահեստավորում են վառելիք՝ փայտ, ածուխ, նավթ և այլն: Ընդ որում, նրանք հաշվի են առնում, որ միևնույն զանգվածով տարբեր տեսակի վառելիքների այրումից անջատված ջերմաքանակները տարբեր են: Օրինակ՝ 1 կգ զանգվածով փայտի այրումից անջատված ջերմաքանակը երեք անգամ փոքր է, քան 1 կգ զանգվածով քարածխի այրումից ստացվածը և ավելի քան չորս անգամ փոքր՝ քան կգ զանգվածով նավթի գազի այրումից ստացվածը:

Վառելիքի բնութագրման համար օգտագործվում է հատուկ ֆիզիկական մեծություն՝ վառելիքի այրման տեսակարար ջերմությունը: Այդ մեծությունը նշանակում են լատինական այբուբենի *q* (կարդացվում է՝ քյու) տառով:

Այն ֆիզիկական մեծությունը, որը ցույց է տալիս, թե ինչ ջերմաքանակ է անջատվում 1 կգ զանգվածով վառելիքի լրիվ այրումից, կոչվում է վառելիքի այրման տեսակարար ջերմություն:

Որպեսզի հաշվենք զանգվածով վառելիքի լրիվ այրումից անջատված *Q* ջերմաքանակը, պետք է *q* այրման տեսակարար ջերմությունը բազմապատենք *m* վառելիքի զանգվածով:

Աղյուսակ 5.
Վառելիքի որոշ տեսակների այրման
տեսակարար ջերմությունները

Վառելիք	q, Ջ/կգ	Վառելիք	q, Ջ/կգ
Ջրածին	$1,2 \cdot 10^8$	Անտրաչիտ (բարձրորակ քարածխի տեսքով)	$3,0 \cdot 10^7$
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	$3,8 \cdot 10^6$

ասակարար ջերմությունը բազմապատկել այրված վառելիքի զանգվածով՝

$$Q = qm: \quad (7.1)$$

(7.1) բանաձևից հետևում է, որ այրման տեսակարար ջերմության միավորը 1 Ջ/կգ-ն է:

Վառելիքի այրման տեսակարար ջերմությունը որոշում են փորձով:

Աղյուսակ 5-ում բերված են վառելիքի որոշ տեսակների այրման տեսակարար ջերմությունների արժեքները:

Աղյուսակ 5-ից երևում է, որ, օրինակ, բենզինի այրման տեսակարար ջերմությունը $4,6 \cdot 10^7$ Ջ/կգ է: Դա նշանակում է, որ 1 կգ զանգվածով բենզինի լրիվ այրումից անջատվում է $4,6 \cdot 10^7$ Ջ էներգիա:

Վառելիքի մեծ չափերով օգտագործումը հանգեցնում է բնական պաշարների աղքատացման և շրջակա միջավայրի աղտոտման:

Ձերմաէլեկտրակայանները, կաթսայատները, ինչպես նաև ավտոմեքենաները շրջակա միջավայրի աղտոտման հիմնական աղբյուրներն են:

Բացի ածխաթթու գազից, վառելիքի այրման ժամանակ անջատվում են խիստ թունավոր շմուլ գազ և կյանքի համար վտանգավոր այլ գազեր, ինչպես նաև մոխիր և վառելիքային խարամ, որոնք աղտոտում են հողը և ջուրը:

Ածխաթթու գազի ավելցուկը մթնոլորտում առաջացնում է այսպես կոչված «ջերմոցային երևույթ», որի հետևանքով Երկրի ջերմաստիճանը բարձրանում է:

Այս բոլոր բացասական միտումները պահանջում են հատուկ միջոցառումների կիրառում շրջակա միջավայրի պահպանման և վառելիքի անվտանգ օգտագործման համար: Հրատապ է դառնում արեգակնային էներգիայի և քամու էներգիայի արդյունավետ օգտագործումը:

Շարքեր և առաջադրանքներ

1. Ի՞նչն է Երկրի էներգիայի գլխավոր աղբյուրը:
2. Ի՞նչ է վառելիքը և վառելիքի ինչպիսի՞ տեսակներ գիտեք:
3. Ի՞նչ է վառելիքի այրման տեսակարար ջերմությունը:
4. Ի՞նչ միավորով է չափվում վառելիքի այրման տեսակարար ջերմությունը միավորների ՄԸ-ում:
5. Ի՞նչ է նշանակում «Բնական գազի այրման տեսակարար ջերմությունը հավասար է $4,4 \cdot 10^7$ Ջ/կգ» արտահայտությունը:
6. Ինչպե՞ս են հաշվում վառելիքի այրման ժամանակ անջատված ջերմաքանակը:
7. Ինչպիսի՞ բացասական երևույթներ են առաջանում վառելիքի այրման հետևանքով:
8. Ինչպե՞ս կարելի է նվազեցնել շրջակա միջավայրի աղտոտումը:

Շեռաբլիթ է իմանալ

Վառելիքի դերը մարդկային օրգանիզմում, որը պարունակում է կուտակված և օգտագործման համար պատրաստի ձևով էներգիա, կատարում է սնունդը: Այն որպես «վառելիք» մեր օրգանիզմում օգտագործվում է տարբեր նպատակների՝ մարմնի ջերմաստիճանի պահպանման, հյուսվածքների սնման և թարմացման, ինչպես նաև ֆիզիկական աշխատանքի կատարման համար: Էներգիայի մի մասն օրգանիզմում պահեստավորվում է ճարպի տեսքով և կարող է օգտագործվել, երբ մարդը հիվանդ է: Փորձերով ապացույցված է, որ սննդի էներգիայի միայն -ն է փոխարկվում մկանային էներգիայի:

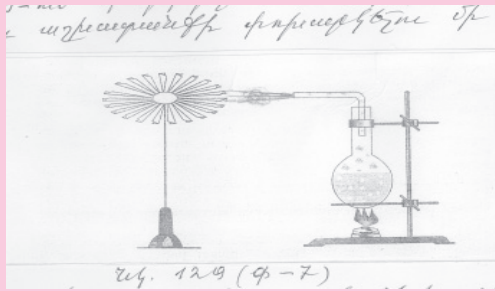
Սննդի տարբեր տեսակներ ունեն տարբեր «էներգատունականություն», և օրգանիզմի էներգիական ծախսը լրացնելու համար պետք է օգտագործել համապատասխան սնունդ:

ՋԵՐՄԱՅԱՐԺԻՉՆԵՐ

§50

Շատ դարեր մարդիկ մեխանիկական աշխատանք կատարելու համար օգտագործել են քամու, շարժվող ջրի, ինչպես նաև մկանային (մարդու, տարբեր ընտանի կենդանիների) էներգիան:

Նկ. 85.



Միայն 18-րդ դարի սկզբից այդ նպատակի համար սկսեցին օգտագործել տաքացված մարմնի ներքին էներգիան:

Նկ. 85-ում պատկերված է ներքին էներգիան մեխանիկական աշխատանքի փոխարկելու մի փորձի սխեման:

Ջրի և սպիրտայրուցի բուցի միջև ջերմափոխանակության արդյունքում ջրի ներքին էներգիան մեծանում է, և որոշ ժամանակ անց ջուրը սկսում է եռալ: Խողովակից դուրս ժայթքող ջրային գոլորշու շիթն աշխատանք է կատարում, պտտելով պտտանը: Այս դեպքում գոլորշու ներքին էներգիան փոխարկվում է պտտանի կինետիկ էներգիայի: Սա պարզագույն ջերմաշարժիչի օրինակ է:

Ջերմաշարժիչներ են անվանում այն մեքենաները, որոնցում վառելիքի ներքին էներգիան փոխարկվում է մեխանիկականի:

Ջերմադինամիկայի զարգացումը մեծապես պայմանավորված է ջերմային մեքենաների աշխատանքի վերլուծության և դրանց կատարելագործման անհրաժեշտությամբ:

Այդ վերլուծություններն առաջին անգամ իրականացրեց ֆրանսիացի ճարտարագետ Սադի Կառնոն 1824 թվականին:

Բոլոր ջերմային մեքենաներն ըստ իրենց նշանակության բաժանվում են երկու տեսակի՝ ջերմաշարժիչներ և սառնարանային կայանքներ: Մենք կուսումնասիրենք միայն ջերմաշարժիչները:

Մարդկության պատմության մեջ առաջին ջերմաշարժիչը շոգեմեքենան է: Ներկայումս արդյունաբերության մեջ, տրանսպորտում և կենցաղում օգտագործվում են ջերմաշարժիչների տարբեր տեսակներ՝ ներքին այրման շարժիչ, դիզելային շարժիչ, շոգետուրբին (գազատուրբին), տուրբոպտուտակային շարժիչ, ռեակտիվ շարժիչ և այլն:



Սադի Կառնո
1796-1832

Ի՞նչն է ընդհանուրը և ամենակարևորը բոլոր ջերմաշարժիչների համար:

1. Յանկայած ջերմաշարժիչում վառելիքի այրումից անջատված էներգիան փոխարկվում է մեխանիկական էներգիայի: Վառելիքի էներգիան սկզբում փոխարկվում է բանող մարմնի (գազի կամ գոլորշու) ներքին էներգիայի:
2. Բանող մարմնի ներքին էներգիայի հաշվին մեխանիկական աշխատանք կատարելու համար անհրաժեշտ է, որ բանող մարմինը ոչ միայն էներգիա ստանա ջեռույչից, այլև էներգիայի մի մասը տա այլ մարմնի՝ սառնարանին: Սառնարանի ջերմաստիճանը միշտ ցածր է ջեռույչի ջերմաստիճանից:

Հենց ջերմաշարժիչում որոշակի ջերմաքանակ կլանվում է բանող մարմնի կողմից, որը ջեռույչից ստացած ջերմաքանակի հաշվին նախ՝ մեծացնում է իր ներքին էներգիան և ապա՝ կատարում աշխատանք, շարժման մեջ դնելով մխոյը, տուրբինի լիսեռը և այլն: Մովորաբար շոգեմեքենաներում և շոգետուրբիններում որպես բանող մարմին ծառայում է գոլորշին, իսկ գազատուրբիններում և ներքին այրման շարժիչներում՝ վառելիքի այրումից առաջացած գազերը:

Ջերմաշարժիչի աշխատանքի պրոցեսում բանող մարմինը ջեռույչից ստանում է որոշակի Q_1 ջերմաքանակ: Դրա մի մասը բանող մարմնին ընդարձակման պրոցեսում ծախսում է աշխատանք կատարելու և մեքենայի մասերը շարժման մեջ դնելու վրա: Բանող մարմնի ընդարձակման պրոցեսն ունի սահմանափակում: Որպեսզի ջերմաշարժիչը երկար աշխատի, այդ պրոցեսը պետք է դարձնել պարբերական, այսինքն՝ ամեն անգամ, երբ բանող մարմնին աշխատանք է կատարում, նրան պետք է վերադարձնել սկզբնական վիճակ՝ սեղմելով բանող մարմինը: Սեղմումից առաջ բանող մարմինը հովացնում են՝ սառնարանի օգնությամբ նրանից վերցնելով որոշակի Q_2 ջերմաքանակ ($|Q_2| < Q_1$): Հետևաբար՝ մեխանիկական աշխատանքի է վերածվում $Q_1 - |Q_2|$ ջերմաքանակ՝ $A = Q_1 - |Q_2|$: Այսպիսի ջերմաշարժիչն անվանում են շրջանային: Ինչո՞ւմն է սառնարանի դերը:

Բանն այն է, որ սառը գազի ծավալը փոքրացնելու համար ավելի քիչ աշխատանք պետք է կատարել, քան տաք գազի ծավալը նույն չափով փոքրացնելու դեպքում: Հետևաբար՝ բանող մարմնի կատարած աշխատանքը մեկ շրջանի

ընթացքում կլինի հավասար ընդարձակման պրոցեսում ստացած Q_1 և սեղմման պրոցեսում սառնարանին տված Q_2 ջերմաքանակների տարբերությունը՝

$$A = Q_1 - |Q_2|: \quad (9.1)$$

Յուրաքանչյուր ջերմաշարժիչի կարևորագույն բնութագիրը նրա օգտակար գործողության գործակիցն է:

Ջերմաշարժիչի օգտակար գործողության գործակից է կոչվում կատարված օգտակար աշխատանքի հարաբերությունն այն ջերմաքանակին, որը ստացվել է վառելիքի այրումից:

Օգտակար գործողության գործակիցը (ՕԳԳ) նշանակվում է հունական այբուբենի h (կարդացվում է՝ էտա) տառով:

ՕԳԳ-ի հաշվման բանաձևն է՝

$$h = \frac{A_{\text{օգն}}}{Q_{\text{ը}}}, \quad (9.2)$$

որտեղ $A_{\text{օգն}}$ -ն օգտակար աշխատանքն է, $Q_{\text{ը}}$ -ը՝ վառելիքի այրումից ստացված լրիվ ջերմաքանակը:

Հաճախ ջերմաշարժիչի ՕԳԳ-ն արտահայտում են տոկոսներով: Այդ դեպքում ՕԳԳ-ի հաշվարկի բանաձևը գրվում է այսպես՝

$$h = \frac{A_{\text{օգն}}}{Q_{\text{ը}}} \cdot 100\%: \quad (9.3)$$

Քանի որ $A_{\text{օգն}} = Q_1 - |Q_2|$, իսկ $Q_{\text{ը}} = Q_1$, ապա ՕԳԳ-ի հաշվարկի բանաձևը կարելի է ներկայացնել նաև հետևյալ տեսքով՝

$$h = \frac{Q_1 - |Q_2|}{Q_1} \cdot 100\%: \quad (9.4)$$

Շոգենքենայի ՕԳԳ-ն $8 \div 12\%$ է, շոգետուրբինները կամ գազատուրբինները՝ $20 \div 40\%$, կարբյուրատորային ներքին այրման շարժիչներինը՝ $30 \div 36\%$ դիզելային շարժիչներինը՝ $20 \div 25\%$:

Ջերմաշարժիչի ՕԳԳ-ն ցույց է տալիս, թե վառելիքի այրումից ստացված էներգիայի n° մասն է օգտագործվում աշխատանքի կատարման համար:

Օրինակ՝ դիզելային շարժիչի ՕԳԳ-ն $h = 30\%$ (կամ 0,3) է: Դա նշանակում է, որ վառելիքի ամբողջ էներգիայի 0,3 մասն է օգտագործվում աշխատանքի կատարման համար:

Ինչպես երևում է ՕԳԳ-ի հաշվարկման բանաձևից, այն մեծացնելու համար պետք է մեծացնել ջեռույչից բանող մարմնին հաղորդվող ջերմաքանակը և փոքրացնել սառնարանին տրվող ջերմաքանակը:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ի՞նչ է ջերմաշարժիչը:
2. Ի՞նչ տեսակի ջերմաշարժիչներ են ձեզ հայտնի:
3. Ի՞նչն է ընդհանուրը բոլոր ջերմաշարժիչների համար:
4. Ի՞նչ սկզբունքով է աշխատում շրջանային ջերմաշարժիչը:
5. Ո՞րն է ջեռուցչի դերը:
6. Ո՞րն է բանող մարմնի դերը:
7. Ո՞րն է սառնարանի դերը:
8. Ինչի՞ է հավասար ջերմաշարժիչի կատարած աշխատանքը:
9. Ինչո՞ւ ջերմաշարժիչներում վառելիքի էներգիայի միայն մի մասն է փոխարկվում մեխանիկական էներգիայի:
10. Ի՞նչն են անվանում ջերմաշարժիչի ՕԳԳ:
11. Ի՞նչ բանաձևով կարելի է հաշվել ջերմաշարժիչի ՕԳԳ-ն: Պարզաբանել ՕԳԳ-ի բանաձևի մեջ մտնող մեծությունները:
12. Կարո՞ղ է արդյոք ջերմաշարժիչի ՕԳԳ-ն հավասար կամ մեծ լինել 100%-ից: Ինչո՞ւ:
13. Ի՞նչ է նշանակում հետևյալ պնդումը՝ «Դիզելային շարժիչի ՕԳԳ-ն 36% է»:
14. Ինչո՞ւ ջերմաշարժիչներում սովորաբար որպես բանող մարմին օգտագործվում է գազ կամ գոլորշի, այլ ոչ թե հեղուկ կամ պինդ մարմին:

ՉՈԳԵՄԵՔԵՆԱՅԻ ԵՎ ԱԿՏՈՄԵՔԵՆԱՅԻ ԸԱՅՏՆԱԳՈՐԾՈՒՄԸ

§ 51

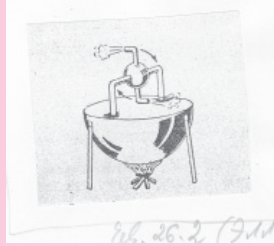
Համարում են, որ առաջին շոգեմեքենան խաղալիք է, որը հայտնագործել է հույն գիտնական Հերոն Ալեքսանդրացին (մ. թ. I դար): Սնամեջ գնդին միացված երկու ծոված խողովակներից դուրս էր գալիս գոլորշին և պտտում գունդը (նկ. 86):

Գոլորշու օգտակար կիրառությունը սկսվել է միայն 18-րդ դարում, երբ անգլիացի դարբին Թոմաս Նյուկոմենը հայտնագործեց քարածխահանքերից ջուրը դուրս քաշելու իր մեքենան (նկ. 87):

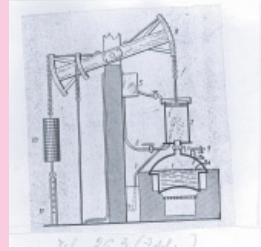
Նյուկոմենի շոգեմեքենան էապես կատարելագործեց Ջեմս Ուատը, ով էլ համարվում է ժամանակակից շոգեմեքենայի հայտնագործողը:

Ջեմս Ուատ
1736-1819

Նկ. 86.



Նկ. 87.



Վաղուց ի վեր մարդիկ երագում էին այնպիսի մի սայլ կառույցել, որը շարժվեր ինքն իրեն, առանց ձիերի: Ինչեր ասես չէին հորինում՝ և՛ լծակներ, և՛ ոտնակներ, և՛ ատամնանիվներ... Սայլին նույնիսկ առագաստ էին «հագցնում»:

1770թ. ֆրանսիացի ճարտարագետ Կյունիոն որոշեց ձիերի փոխարեն սայլին շոգեմեքենա «լծել»:

Այդպես էլ արեց, և այդ արտասովոր հորինվածքն անվանեց «ավտոմոբիլ», որ նշանակում է ինքնաշարժ:

Շարժվում է քաղաքով այդ սայլը. առջևից պղնձե կաթաս է կախված, ետևում՝ նստարանին նստած է վարորդը և դեկն է պտտում: Անցնում է մի փոքր տարածություն ու այլևս չի շարժվում:

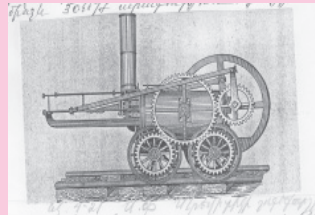
Պարզվում է՝ կաթսայի գոլորշին է վերջացել: Գոլորշի չկա՝ մեքենան չի աշխատում, անհիվները չեն պտտվում: Վարորդը ստիպված է իջնել սայլից և հնոցապան դառնալ՝ վառել կրակարանը և եռացնել կաթսայի ջուրը, որպեսզի գոլորշի առաջանար: Չուր չէ, որ վարորդին սկսեցին «շոֆյոր» անվանել, որ ֆրանսերեն նշանակում է «հնոցապան»:

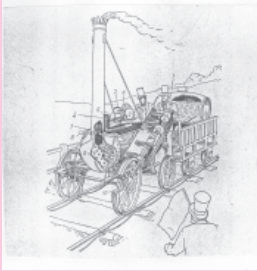
Առաջին շոգեքարշը նախագծել և պատրաստել է անգլիացի գյուտարար Ռիչարդ Տրեվիտիկը 1803թ: Այն զարգացնում էր մինչև կմ/ժ արագություն: Բայց նա իր գյուտով արդյունաբերողներին չկարողացավ հետաքրքրել:

Նկ. 88.
Ժողով Կյունիոյի
շոգեսայլը



Նկ. 89.
Ստեվիտիկի
շոգեքարշը





Նկ. 90.
Ստեֆենսոնի
«Ռակետա» շարժիչը

Նկ. 91.
Բենյի ավտոմոբիլը

Երկաթուղային շոգեքարշային տրանսպորտի զարգացման գործում վճռական դերը պատկանում է անգլիացի կառույցագետ (կոնստրուկտոր) և գյուտարար Ջորջ Ստեֆենսոնին (1781-1848): 1823 թ. նրա կողմից հիմնվեց աշխարհում առաջին շոգեքարշաշինության գործարանը: Ստեֆենսոնի ղեկավարությամբ կառույվեցին երկաթգծեր, որոնցով երթևեկում էին նրա կառույցած շոգեքարշները: Եվ երբ 1829 թ. կայացավ լավագույն լոկոմոտիվների մրցույթ, դրանց մեջ առաջին տեղը գրավեց Ստեֆենսոնի «Ռակետա» շոգեքարշը: Նրա հզորությունը մոտ 70 կՎտ էր (կամ այն ժամանակով տարածված միավորներով՝ 13 ձ.ու. (ձիաուժ)), իսկ առավելագույն արագությունը հասնում էր 47 կմ/ժ-ի: Համեմատելու համար նշենք, որ ժամանակակից ջերմաքարշների արագությունը հասում է 200 կմ/ժ-ի:

Շոգեմեքենային փոխարինելու եկավ բենզինային շարժիչը: 1886 թ. գերմանացի մեխանիկ Կառլ Բենցը շարժիչը հարմարացրեց կառքին: Այդ կառքն էլ դարձավ առաջին բենզինային ավտոմոբիլը: (նկ.94)

Առաջին ներքին այրման շարժիչը հայտնագործել է ֆրանսիացի ինժեներ Էտյեն Լենուարը 1860 թ.: 1876 թ. գերմանացի ինժեներ Նիկոլաուս Օտտոն առաջարկեց ավելի կատարելագործված շարժիչ: 1897 թ. գերմանացի ինժեներ Ռուդոլֆ Դիզելն առաջարկեց առավել կատարելագործված շարժիչ, որը հետագայում ի պատիվ հայտնագործողի կոչվեց դիզել:

Ջերմաշարժիչներում բանող մարմնի (գազի կամ գոլորշու) էներգիան ստացվում է տարբեր տեսակի վառելիքների՝ քարածխի, բենզինի կամ գազի այրումից: Եթե վառելիքի այրումը տեղի է ունենում գլանից դուրս, որտեղ կատարվում է գազի ընդարձակումը, ապա այդ շարժիչը կոչվում է արտաքին այրման շարժիչ: Որպես օրինակ կարող է ծառայել շոգեմեքենան և շոգետուրբինը:

Եթե այրումը տեղի է ունենում գազի ընդարձակման խցում, ապա շարժիչը կոչվում է ներքին այրման շարժիչ: Որպեսզի բարձրացվի ջեռույչի ջերմաստիճանը և պակասեցվեն էներգիայի կորուստները, նպատակահարմար է վառելիքն այրել հենց ջերմաշարժիչի աշխատանքային գլանում: Դրա վրա էլ հիմնված է ներքին այրման շարժիչի կառուցվածքը:

Տարբերում են ներքին այրման շարժիչների երկու հիմնական տեսակ՝

1. արտաքին խառնուրդաստեղծման (կարբյուրատորային) շարժիչներ,
2. ներքին խառնուրդաստեղծման շարժիչներ (դիզելներ):

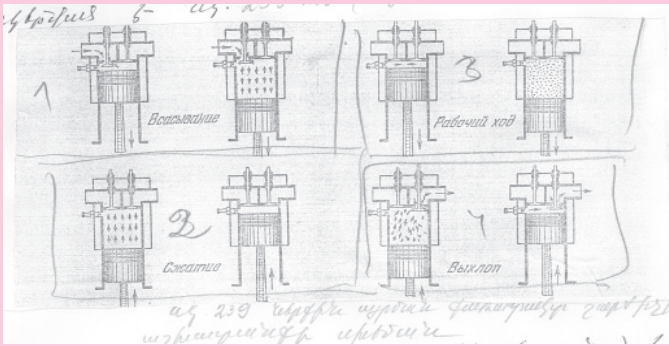
Ծանոթանանք կարբյուրատորային տիպի շարժիչի աշխատանքին, որի աշխատանքային սխեման պատկերված է նկ. 92-ում:

Շարժիչում մեկ աշխատանքային շրջանը կատարվում է մխուցի չորս քայլի ընթացքում: Ուստի այդպիսի շարժիչները կոչվում են քառաքայլ:

Առաջին քայլ (ներթողում). մխուցը շարժվում է ներքև և ներթողի կափույրով վառելախառնուրդը ներծծվում է գլանի մեջ:

Երկրորդ քայլ (սեղմում). մխուցը շարժվում է դեպի վեր ներթողի կափույրը փակվում է, և վառելախառնուրդը սեղմվում է անգամ: Քայլի վերջում ճնշումը հասնում է $6 \div 12$ մթնոլորտի, իսկ խառնուրդի ջերմաստիճանը՝ $150 \div 350$ °C-ի:

Երրորդ քայլ (աշխատանքային քայլ). Էլեկտրական կայծի օգնությամբ խառնուրդը բռնկվում է, նրա ջերմաստիճանը բարձրանում է մինչև $1600 \div 1800$ °C, իսկ ճնշումը՝ մինչև $25 \div 50$ մթնոլորտ, որի հետևանքով մխուցն արագ շարժվում է



Նկ. 92.
Ներքին այրման քառատակ շարժիչի աշխատանքային սխեման

դեպի ներքև և իր էներգիան հաղորդում շարժիչի թափանիվ ունեցող ծնկաձև լիսեռին: Ստանալով ուժեղ հրում՝ թափանիվն այնուհետև շարունակվում է պտտվել իներչիայով և տեղափոխել միացված մխույր հաջորդ քայլերի ժամանակ:

Չորրորդ քայլ (արտաթողում). մխույր շարժվում է դեպի վեր, արտաթողի կափույրը բացվում է, և աշխատած գազերը խլացուցիչի և արտաթողի խողովակով դուրս են հրվում դեպի մթնոլորտ, ունենալով 400° 600°C ջերմաստիճան:

Դիզելային շարժիչը կարբյուրատորայինից տարբերվում է նրանով, որ մխույր ներքև շարժվելիս գլանի մեջ ներծծվում է մաքուր օդ, որի ջերմաստիճանը սեղմման քայլի վերջում հասնում է 550° 650°C-ի: Այդ պահին հեղուկ վառելիքը հատուկ փոշեցրի միջոցով սրսկվում է տաք օդի մեջ: Վառելիքն անմիջապես բռնկվում է և տեղի է ունենում աշխատանքային քայլը: Մնացածը տեղի է ունենում ինչպես կարբյուրատորային շարժիչում:

Ավտոմեքենաներում լայնորեն կիրառում են քառագլան ներքին այրման շարժիչները: Գլանների աշխատանքն այնպես է համաձայնեցված, որ դրանցից յուրաքանչյուրում հերթականորեն է կատարվում աշխատանքային քայլը և ծնկաձև լիսեռը միշտ էներգիա է ստանում մխույներից որևէ մեկից:

Ներքին այրման շարժիչների կիրառությունները չափազանց բազմազան են: Դրանք շարժման մեջ են դնում ինքնաթիռները, ջերմանավերը, ջերմաքարշերը, ավտոմեքենաները, տրակտորները և այլն:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր ջերաչարժիչն է կոչվում արտաքին այրման:
2. Ո՞ր ջերմաչարժիչն է կոչվում ներքին այրման:
3. Ի՞նչ առավելություն ունի ներքին այրման շարժիչն արտաքին այրման շարժիչի նկատմամբ:
4. Ի՞նչ հիմնական մասերից է կազմված ներքին այրման շարժիչը:
5. Ի՞նչ ֆիզիկական երևույթներ են տեղի ունենում ներքին այրման շարժիչում վառելախառնուրդի այրման ժամանակ:
6. Ինչո՞ւ է շարժիչը կոչվում քառաքայլ:
7. Ի՞նչ պրոցեսներ են տեղի ունենում շարժիչում չորս քայլերից յուրաքանչյուրի ընթացքում: Ինչպե՞ս են կոչվում այդ քայլերը:
8. Ի՞նչ դեր է կատարում թափանցիվ ներքին այրման շարժիչում:
9. Ինչո՞վ է դիզելային շարժիչը տարբերվում կարբյուրատորայինից:
10. Որտե՞ղ են օգտագործվում ներքին այրման շարժիչները:

§53

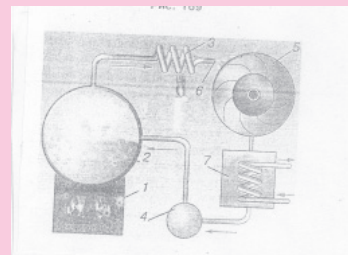
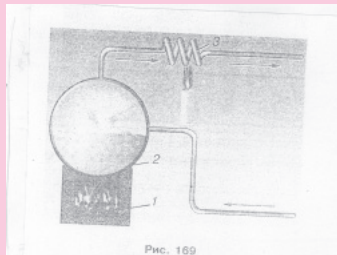
ՇՈՂԵՏՈՒՐԲԻՆ

Շոգետուրբինը ջերմաչարժիչ է, որում ջրային գոլորշու ներքին էներգիան փոխարկվում է աշխատանքի: Ջրային գոլորշի ստանալու համար ծառայում են հատուկ շոգեկաթսաները, որոնցում վառելիքի այման հաշվին ստանում են բարձր ճնշման (մինչև $3 \cdot 10^7$ Պա) և բարձր ջերմաստիճանի (մինչև 600°C) ջրային գոլորշի:

Շոգեկաթսան, որը գոլորշի է մատակարարում շոգետուրբինին, ոչ իր չափերով, և ոչ էլ իր կառուցվածքով չի հիշեցնում այն, ինչ մենք առօրյա կյանքում անվանում ենք կաթսա: Դա բազմահարկ շենքի չափեր ունեցող բարդ տեխնիկական կառուցվածք է, որը մեկ ժամում արտադրում է մի քանի հազար տոննա գոլորշի:

Նկ. 93.

Նկ. 94.



Նկ. 93-ում սխեմատիկորեն պատկերված է շոգեկաթսա, որը կազմված է հնույից (1), շոգեկաթսայից(2) և գոլորշու տաքացուցիչից(3):

Կաթսայում ստացված գոլորշին շոգետաքացուցիչով տաքացվում է մինչև 600°C:

Այդ ջերմաստիճանում ջերմադիմացկուն պողպատե խողովակները շիկանում են: Ջուրը կաթսա է մղվում հատուկ պոմպով:

Շոգետուրբինը, ինչպես և շոգեկաթսան, բացառիկ բարդ տեխնիկական կառուցվածքներ են:

Նկ.94-ում սխեմատիկորեն պատկերված է շոգետուրբինի կառուցվածքը: Գոլորշին շոգեջեռուցիչից(3) մտնում է շոգետուրբինի իրանի մեջ, որտեղ տեղադրված է թիակավոր պտտանիվը(5): Գոլորշին, դուրս ժայթքելով ծայրափողակից (6) հարվածում է թիակներին և պտտում պտտանիվը: Շոգետուրբինի առանցքի վրա դասավորված է ոչ թե մեկ, այլ մի քանի անիվ, և յուրաքանչյուր անիվի մոտ գտնվում է մի քանի ծայրափողակ: Աշխատած գոլորշին հատուկ սարքում՝ խտարարում (7) հովանում է և վերածվում ջրի, որը պոմպով (4) մղվում է կաթսայի մեջ:

Պտտանիվների չափերի, դրանց քանակի, դասավորության մասին դուք կարող եք գաղափար կազմել ուշադիր դիտելով նկ.95-ը:

Ժամանակակից ջերմաէլեկտրակայանների տուրբիններն ունեն մոտ 50մ երկարություն, 1900տ զանգված, և մեկ վայրկյանում կատարում են 50 պտույտ (3000 պտույտ րոպեում):

Ժամանակակից տուրբինների ՕԳԳ-ն մոտ 40% է:

Հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր ջերմաշարժիչն է կոչվում շոգետուրբին:
2. Ի՞նչ տարբերություն կա տուրբինի և մխոցավոր մեքենայի կառուցվածքի միջև:
3. Ի՞նչ մասերից է կազմված շոգետուրբինը և ինչպե՞ս է այն աշխատում (օգտվե՛ք նկ. 70-ից):

Նկ.95.

Շտաբըքիր է իմանալ

Ցանկացած փոխադրամիջոց էներգիայի որևէ տեսակ փոխարկում է մեխանիկականի: Օրինակ՝ ավտոմոբիլում վառելիքի այրումից ստացված էներգիան փոխարկվում է մեքենայի շարժման կինետիկ էներգիայի, և տեղի է ունենում էներգիայի անխուսափելի կորուստ շրջակա միջավայրում: Բոլոր տեսակի փոխադրամիջոցներում էներգիայի կորուստները կազմում են մոտ 60՝ 70%:

Ավտոմոբիլը պերճանք չէ, այլ փոխադրամիջոց: Դա բոլորին լավ հայտնի է: Բայց ավտոտրասպորտը մթնոլորտային օդի գլխավոր աղտոտողներից մեկն է:

Ավտոմոբիլները մեկ տարում մթնոլորտ են արտանետում մոտ 40 միլիոն տոննա վտանգավոր նյութեր: Ավտոմոբիլը մի կողմից թեթևացնում է մարդու կյանքը, իսկ մյուս կողմից, բառի իսկական իմաստով, թունավորում նրան: Միայն մեկ մարդատար ավտոմոբիլը մթնոլորտից տարեկան կլանում է միջին հաշվով 4 տոննա թթվածին, աշխատած գազերի հետ դուրս նետելով 800 կգ ածխածնի օքսիդ, մոտ 40 կգ ազոտի օքսիդ և համարյա 200 կգ տարբեր ածխաջրածիններ: Պատկերացրեք, թե ինչպիսի վտանգ են ներկայացնում կենդանի օրգանիզմների համար մեր մոլորակի բոլոր ավտոմոբիլները:

Ներքին այրման շարժիչների արտանետած գազերում հայտնաբերել են կյանքի համար վտանգավոր մոտ 200 նյութ:

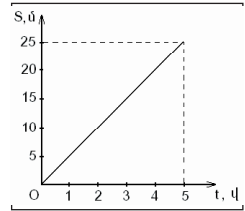
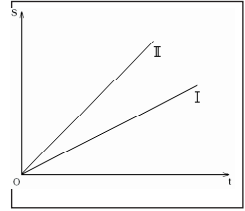
Մթնոլորտի մեջ վտանգավոր արտանետումները փոքրացնելու նպատակով մասնագետները քննարկում են տարբեր հնարավորություններ.

1. Ավտոմոբիլների անցումը դիզելային շարժիչների:
2. Բենզինի փոխարեն գազի (մասնավորապես ջրածնի) օգտագործումը, որը լրիվ է այրվում:
3. Էլեկտրամոբիլների օգտագործում, որոնք օժտված են հատուկ լիցքավորման սարքերով:
4. Ավտոմոբիլների տանիքներին արեգակնային մարտկոցների տեղադրում, օգտագործելու համար արեգակնային էներգիան:
5. Մագնիսական և օդային կախովի զնայքներում էլեկտրաշարժիչների կիրառություն:

Մարդկության խնդիրն է ստեղծել բնակության առողջ միջավայր: Դրա համար անհրաժեշտ է խելամտորեն օգտագործել էներգիայի բոլոր տեսակները:

ՉԼՈՒԽ I. ԿԻՆԵՄԱՏԻԿԱ

1. Նկարում պատկերված են միևնույն ուղղի երկայնքով շարժվող երկու մարմինների շարժման գրաֆիկները: Ո՞ր մարմինն է ավելի արագ շարժվում: Պատասխանը հիմնավորեք:
2. Նկարում պատկերված է ուղղագիծ շարժման գրաֆիկը: Գրել շարժման օրենքը: Որքա՞ն ճանապարհ կանցնի մարմինը 3 վ-ի ընթացքում:
3. Ավտոմեքենան, որը շարժվում էր 72 կմ/ժ արագությամբ, կտրուկ արգելակում է և 6 վ անց՝ կանգ առնում: Ենթադրենք, արգելակման ընթացքում շարժումը եղել է հավասարաչափ արագացող: Ի՞նչ ճանապարհ կանցնի ավտոմեքենան մինչև կանգ առնելը:
4. Հեծանվորդը շարժվում է Վերելքներից և վայրէջքներից կազմված ճանապարհով: Վերելքներում նրա արագությունը v_1 է, իսկ վայրէջքներում՝ v_2 : Վերելքների ընդհանուր երկարությունը հավասար է վայրէջքների ընդհանուր երկարությանը: Ինչպիսի՞ն է հեծանվորդի միջին արագությունը:
5. Ավտոմեքենան ճանապարհի 10 կմ-անոց տեղամասն անցավ 20 կմ/ժ արագությամբ, իսկ այնուհետև գնաց ևս 10 կմ, բայց 60 կմ/ժ արագությամբ: Որքա՞ն է ավտոմեքենայի միջին արագությունն ամբողջ ճանապարհին:
6. Ավտոմեքենան շարժումը սկսում է դադարի վիճակից: Ենթադրելով, որ այս շարժման արագացումը հաստատուն է և հավասար է 4 մ/վ^2 , որոշել ավտոմեքենայի արագությունը 10 վ անց: Ի՞նչ միջին արագությամբ է շարժվում ավտոմեքենան և ինչքա՞ն ճանապարհ է անցնում այդ ընթացքում:
7. Որքա՞ն ժամանակ կպահանջվի, որ սահնակը, շարժումը սկսելով դադարի վիճակից, անցնի 72 մ ճանապարհ: Ենթադրել, որ սահնակը շարժվում է 4 մ/վ^2 հաստատուն արագացմամբ:
8. Ավտոմեքենան, դուրս գալով կանգառից, 10 վ-ում անցնում է 400 մ ճանապարհ: Ավտոմեքենայի շարժումը համարելով հավասարաչափ արագացող՝ որոշել այդ շարժման արագացումը և վերջնական արագությունը:
9. Որոշել, թե ինչ ճանապարհ կանցնի ավտոմեքենան արգելակումը սկսելու պահից մինչև կանգ առնելը, եթե արգելակման ընթացքում շարժումը հավասարաչափ արագացող է՝ 2 մ/վ^2 արագացմամբ: Արգելակումը սկսելու պահին ավտոմեքենայի արագությունը 36 կմ/ժ է:



- 10.¹ Որքա՞ն ժամանակ կբարձրանա ուղղաձիգ վեր նետված գնդակը, եթե նետման արագությունը 29,4 մ/վ է:
11. Գնդակն ուղղաձիգ վեր են նետել 44,1 մ/վ սկզբնական արագությամբ: Որոշել, թե որքա՞ն ժամանակում գնդակը կհասնի ամենաբարձր դիրքին, և ինչքա՞ն է այդ դիրքի բարձրությունը: Որքա՞ն ժամանակ կտևի գնդակի թռիչքը: Ի՞նչ արագություն կունենա գնդակը գետնին ընկնելու պահին:
12. Առանց սկզբնական արագության ազատ ընկնող մարմինն անցավ 313,6 մ ճանապարհ: Որքա՞ն է այդ մարմնի շարժման արագությունը ճանապարհի վերջում: Որքա՞ն ժամանակ էր մարմինն ընկնում:
13. Քարը նետել են ուղղաձիգ դեպի վեր 58,8 մ/վ սկզբնական արագությամբ: Որքա՞ն ժամանակ հետո այն նորից կընկնի գետնին: Ի՞նչ ճանապարհ կանցնի քարն ամբողջ թռիչքի ընթացքում: Ինչքա՞ն կլինի քարի արագությունը գետնին ընկնելու պահին:
14. Ի՞նչ բարձրությունից պետք է ընկնի առարկան, որ գետնին ընկնելու պահին նրա արագությունը հավասար լինի 70,56 կմ/ժ:
15. Երկնաքեր շենքի այն պատուհանից, որի բարձրությունը գետնից 169 մ է, անգզուշորեն ցած է ընկնում երեխան: Այդ շենքի բնակարաններից մեկում, որի բարձրությունը 144 մ է, ապրում էր գերմարդը (սուպերմենը): Բարեբախտաբար, վերջինս դուրս է նայում պատուհանից հենց այն պահին, երբ երեխան անցնում էր իր պատուհանի մոտով: Նկատելով երեխային՝ գերմարդը շտապում է նրան փրկելու: Ի՞նչ նվազագույն արագացմամբ պետք է գերմարդն ընկնի լուսամուտից, որ հասցնի բռնել երեխային գետնին հարվածելու պահին:
16. Երկրի արհեստական արբանյակը շարժվում է շրջանագծով, որի հեռավորությունը Երկրի մակերևույթից 630 կմ է: Արբանյակի պտտման պարբերությունը 97,5 ր է: Որոշել արբանյակի արագության մոդուլը: Երկրի շառավիղը 6370 կմ է:
17. Մարմինը հավասարաչափ շարժվում է շրջանագծով, որի շառավիղը 50 մ է: Ի՞նչ ճանապարհ կանցնի այդ մարմինը 5 ր ընթացքում, եթե պտտման պարբերությունը 10 վ է: Որքա՞ն է մարմնի շարժման արագությունը:

20. Լրացրեք ստորև բերված աղյուսակի դատարկ վանդակները.

	R , մ	T , վ	n , վ-1	v , մ/վ
1	0,5	2		
2	0,1			10
3			5,3	5
4	2		0,25	
5		0,02		30

1 10-15 խնդիրներում օդի դիմադրությունն անտեսել:

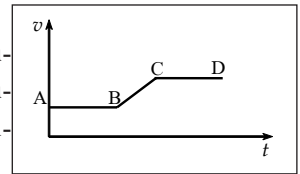
18. Որոշել հասարակածի կետերի արագությունը Երկրի օրական պտույտի ժամանակ: Երկրի շառավիղն ընդունել հավասար 6400 կմ-ի:

19. Ժամացույցի բուպեացույց սլաքի երկարությունը 10 սմ է: Որքա՞ն է այդ սլաքի պտտման հաճախությունը: Ի՞նչ արագությամբ է շարժվում սլաքի ծայրը:

ԳԼՈՒԽ II. ԴԻՆԱՄԻԿԱ

21. Թվարկված n -րդ դեպքերում մարմնի վրա ազդող ուժերն իրար համակշռում են. ա) ուղղաթիռը կտրուկ վեր է բարձրանում, բ) սուզանավը ջրի տակ գտնվում է դադարի վիճակում, գ) արհեստական արբանյակը շրջանային ուղեծրով հավասարաչափ պտտվում է Երկրի շուրջը, դ) ավտոմեքենան հավասարաչափ շարժվում է ուղիղ ճանապարհով:

22. Նկարում պատկերված է մարմնի արագության՝ ժամանակից կախումն արտահայտող գրաֆիկը: Ո՞ր տեղամասում է մարմնի վրա ազդող ուժերի համագործը հավասար գրոյի:



23. Ի՞նչ արագացում է ձեռք բերում 3 կգ զանգվածով մարմինը 6 Ն ուժի ազդեցությամբ:

24. Ի՞նչ արագացմամբ է թափ հավաքում 60 տ զանգվածով ռեակտիվ ինքնաթիռը, եթե նրա շարժիչի քարշի ուժը 90 կՆ է: Օդի դիմադրությունը հաշվի չառնել:

25. Որոշեք ավտոմեքենայի զանգվածը, եթե արգելակման ընթացքում նրա վրա ազդող 6 կՆ շփման ուժի ազդեցությամբ այն շարժվում է 2 մ/վ^2 արագացմամբ:

26. Գտեք 200 կգ զանգվածով մարմնին $0,2 \text{ մ/վ}^2$ արագացում հաղորդող ուժի մոդուլը:

27. Ինչի՞նչ է հավասար գնդիկի զանգվածը, եթե այն 2 Ն ուժի ազդեցությամբ ձեռք է բերում 8 մ/վ^2 արագացում:

28. Ուղիղ ճանապարհով շարժվող ավտոմեքենայի վրա ազդում են F_p քարշի ուժը, F_n դիմադրության և F_z շփման ուժերը: Ինչպիսի՞նչ է շարժման բնույթը հետևյալ դեպքերում. $F_p > F_n + F_z$, $F_p < F_n + F_z$, $F_p = F_n + F_z$:

29. Ինչ-որ ուժի ազդեցությամբ m զանգվածով մարմինը ձեռք բերեց a արագացում: Ինչպե՞ս կփոխվի մարմնի արագացումը, եթե մարմնի վրա ազդող ուժը մնա նույնը, իսկ մարմնի զանգվածը մեծանա 3 անգամ:

30. Որոշակի ուժի ազդեցությամբ մարմինը շարժվում է արագացմամբ: Ինչի՞նչ հավասար կլինի արագացումը, եթե մարմնի զանգվածը և ազդող ուժը մեծացնենք 4 անգամ:

31. Մարմինը 60 Ն ուժի ազդեցությամբ շարժվում է 8 մ/վ^2 արագացմամբ: Ի՞նչ ուժ է անհրաժեշտ կիրառել մարմնի վրա, որպեսզի այն շարժվի 2 մ/վ^2 արագացմամբ:

- 32.** Ինչ-որ ուժի ազդեցությամբ 10 կգ զանգվածով մարմինը ձեռք է բերում 2 մ/վ^2 արագացում: Ի՞նչ արագացում ձեռք կբերի այդ նույն ուժի ազդեցությամբ 5 կգ զանգվածով մարմինը:
- 33.** 400 գ և 600 գ զանգվածներով մարմինների վրա ազդում է միևնույն ուժը: Ինչի՞ է հավասար այդ մարմինների արագացումների հարաբերությունը:
- 34.** 40 Ն ուժը մարմնին հաղորդում է $0,8 \text{ մ/վ}^2$ արագացում: Ի՞նչ ուժ է անհրաժեշտ այդ նույն մարմնին $0,15 \text{ մ/վ}^2$ արագացում հաղորդելու համար:
- 35.** Ի՞նչ ուժ է հարկավոր 100 կգ զանգվածով սայլակին $1,2 \text{ մ/վ}^2$ արագացում հաղորդելու համար, եթե նրա վրա ազդող շփման ուժը 50 Ն է:
- 36.** 36 կմ/ժ արագությամբ շարժվող 2 տ զանգվածով ավտոմեքենան շարժիչն անջատելուց հետո շփման ուժի ազդեցությամբ 40 վ անց կանգ առավ: Ինչի՞ է հավասար ավտոմեքենան արգելակող ուժը:
- 37.** Արգելակելիս 2 տ զանգվածով ավտոմեքենայի վրա ազդում է 16 կՆ ուժ: Ինչի՞ է հավասար ավտոմեքենայի սկզբնական արագությունը, եթե արգելակման ճանապարհը 50 մ է:
- 38.** Երկիրը ծառից կախված խնձորը ձգում է 3 Ն ուժով: Ի՞նչ ուժով է խնձորը ձգում Երկիրը:
- 39.** Սառցադաշտում չմուշկների վրա կանգնած են 40 և 50 կգ զանգվածներով երկու տղա: Նրանցից մեկը մյուսին հրում է 10 Ն ուժով: Ի՞նչ արագացում ձեռք կբերի նրանցից յուրաքանչյուրը:
- 40.** Երկու աշակերտ ուժաչափը 50 Ն ուժով քաշում են հակառակ ուղղություններով: Ի՞նչ ցույց կտա ուժաչափը:
- 41.** Ինչո՞ւ նավակը չի շարժվում, երբ նրա մեջ նստած մարդը հրում է այն:
- 42.** Գտեք 3 տ զանգվածով Երկրի արհեստական արբանյակի իմպուլսը, եթե այն պտտվում է 8 կմ/վ արագությամբ:
- 43.** Ինչի՞ է հավասար 100 գ զանգվածով մարմնի իմպուլսը, եթե այն շարժվում է 80 մ/վ արագությամբ:
- 44.** Միևնույն ծավալի երկու պողպատե և կապարե գնդեր շարժվում են միևնույն արագությամբ: Համեմատեք այդ գնդերի իմպուլսները:
- 45.** Ուղղագիծ ճանապարհով վազող տղան, որի զանգվածը 30 կգ է, իր արագությունը $0,5 \text{ մ/վ}$ -ից մեծացրեց մինչև $2,5 \text{ մ/վ}$: Ինչի՞ է հավասար նրա իմպուլսի փոփոխությունը:
- 46.** Հարվածելով $0,5 \text{ կգ}$ զանգվածով գնդակին՝ նրան հաղորդում են 10 մ/վ արագություն: Որոշեք հարվածի միջին ուժը, եթե հարվածի տևողությունը $0,02 \text{ վ}$ է:

47. Հավասար զանգվածներով երկու գնդեր շարժվում են իրար ընդառաջ միևնույն արագություններով: Հարվածից հետո դրանք կանգ են առնում: Չի՞ հակասում դա արդյոք իմպուլսի պահպանման օրենքին:
48. Կարո՞ղ է արդյոք իդեալական հարթ հորիզոնական սառույցի վրա կանգնած մարդը տեղից շարժվել, առանց սրածայր մարմնով հրվելու սառույցից:
49. Կարո՞ղ է արդյոք հրթիռը թռչել անօդ տարածությունում:
50. Կարելի՞ է ադյոք առագաստանավը շարժման մեջ դնել՝ նրա մեջ տեղադրված հզոր օդամղիչով օդի հոսանքն ուղղելով առագաստի վրա:
51. 1 մ/վ արագությամբ շարժվող 60 տ զանգվածով երկաթուղային վագոնը, բախվելով 40 տ զանգվածով անշարժ վագոնին, կցվում է նրան: Ինչպիսի՞ն է վագոնների համատեղ շարժման արագությունը բախումից անմիջապես հետո:
52. Ատրճանակի կրակոցի ժամանակ m զանգվածով գնդակը փողից դուրս է թռչում v արագությամբ: Ինչի՞ է հավասար ատրճանակի ձեռք բերած իմպուլսը կրակոցից հետո:
53. Հարթ հորիզոնական սեղանին 1 մ/վ արագությամբ շարժվող 0,2 կգ զանգվածով գունդը բախվում է 0,4 կգ զանգվածով անշարժ գնդին և նրանից անդրադառնում 0,5 մ/վ արագությամբ: Ի՞նչ արագություն է ձեռք բերում անշարժ գունդը բախումից անմիջապես հետո:
54. m_1 զանգվածով գունդը, շարժվելով 3 մ/վ արագությամբ, բախվում է m_2 զանգվածով անշարժ գնդին, որից հետո նրանք շարժվում են միասին: Գտեք բախումից հետո գնդերի համատեղ շարժման արագությունը, եթե $m_2 = 0,5m_1$:
55. Ինչի՞ է հավասար սեղանի վրա 20 սմ/վ արագությամբ շարժվող 500 գ զանգվածով սայլակի կինետիկ էներգիան:
56. Ի՞նչ կինետիկ էներգիայով է օժտված ինքնաձիգ հրացանի փողից 900 մ/վ արագությամբ թռչող 20 գ զանգվածով գնդակը:
57. Ի՞նչն ավելի մեծ կինետիկ էներգիա ունի. 800 մ/վ արագության շարժվող 9 գ զանգվածով գնդակը, թե՞ 20 մ/վ արագության շարժվող 4 կգ զանգվածով գունդը:
58. Ինչի՞ է հավասար 10 մ/վ արագությամբ շարժվող մարմնի զանգվածը, եթե նրա կինետիկ էներգիան 2,5 կՋ է:
59. Կարո՞ղ են արդյոք տարբեր զանգվածներ ունեցող երկու մարմիններ ունենալ նույն կինետիկ էներգիան: Եթե այո, ապա ի՞նչ պայմանի դեպքում:
60. Մարդատար ավտոմեքենայի արագությունը երկու անգամ մեծ է բեռնատարի արագությունից, իսկ բեռնատար ավտոմեքենայի զանգվածը երկու անգամ մեծ է մարդատարի զանգվածից: Ինչի՞ է հավասար մարդատար և բեռնատար ավտոմեքենաների կինետիկ էներգիաների հարաբերությունը:

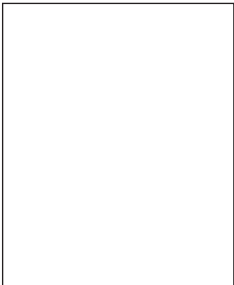
- 61.** Ինչի՞ է հավասար գետնից 5 մ բարձրության վրա գտնվող 3 կգ զանգվածով մարմնի պոտենցիալ էներգիան:
- 62.** Ի՞նչ աշխատանք է կատարվում 40Ն կշռով մարմինը 120 մ բարձրացնելիս: Ի՞նչ պոտենցիալ էներգիա է ձեռք բերում մարմինն այդ դեպքում:
- 63.** Սեղանին դրված է մարմարի և կապարի նույն ծավալի երկու չորսու: Այդ մարմիններից ո՞րն ավելի մեծ պոտենցիալ էներգիա ունի հատակի նկատմամբ:
- 64.** Ի՞նչ պայմանի դեպքում երկու մարմիններ, որոնք տարբեր բարձրությունների վրա են գտնվում, կունենան նույն պոտենցիալ էներգիան:
- 65.** Որքանո՞վ մեծացավ 48 կգ զանգված ունեցող տղայի պոտենցիալ էներգիան, երբ նա իրենց տան սանդուղքով բարձրացավ 10 մ:
- 66.** 160 սմ հասակ ունեցող դպրոցականը ֆիզիկայի 350 գ զանգվածով դասագիրքը հատակի նկատմամբ բարձրացրեց 1,9 մ: Որքա՞ն է գրքի պոտենցիալ էներգիան հատակի նկատմամբ, դպրոցականի գլխի ամենավերին կետի նկատմամբ:
- 67.** Ազատ անկում կատարող 50 գ զանգվածով մարմնի պոտենցիալ էներգիան հետագծի ինչ-որ տեղամասում փոխվեց 2 Ջ-ով: Ինչի՞ է հավասար այդ տեղամասի երկարությունը:
- 68.** Ինչի՞ է հավասար 40 կմ բարձրության վրա գտնվող և 1400 մ/վ արագությամբ շարժվող 500 կգ զանգվածով հրթիռի լրիվ մեխանիկական էներգիան:
- 69.** Մեխանիկական էներգիայի ինչպիսի՞ փոխակերպումներ են տեղի ունենում, երբ քարն ինչ-որ արագությամբ նետում են ուղղաձիգ դեպի վեր:
- 70.** Ինչի՞ է հավասար 10 մ բարձրությունից ազատ անկում կատարող մարմնի արագությունը գետնին հարվածելու պահին:
- 71.** 3 կգ զանգվածով մարմինը դադարի վիճակից ազատ անկում է կատարում 5 մ բարձրությունից: Որոշե՞ք մարմնի կինետիկ և պոտենցիալ էներգիաները 2 մ բարձրության վրա:
- 72.** 2 կգ զանգվածով գունդը 20 մ/վ արագությամբ նետված է ուղղաձիգ դեպի վեր: Ինչի՞ է հավասար նրա կինետիկ էներգիան 1 մ բարձրության վրա: Օդի դիմադրությունը հաշվի չառնել:
- 73.** 50 կգ զանգվածով մարմինը 10 մ/վ արագությամբ ընկնում է 10 մ բարձրությունից: Ինչի՞ է հավասար նրա կինետիկ էներգիան 5 մ բարձրության վրա: Օդի դիմադրությունը հաշվի չառնել:

ԳՆՈՒՄ III. ՄԵՆԱՆԿԱԿԱՆ ՏՍՏԱՆՈՒՄՆԵՐ ԵՎ ԱԼԻՔՆԵՐ

- 74.** Կամերտոնի ոտիկները տատանվում են 440 Հց հաճախությամբ: Ինչի՞ է հավասար այդ տատանումների պարբերությունը: Քանի՞ տատանում կհասցնեն կատարել կամերտոնի ոտիկները 1,5 վ-ի ընթացքում:

- 75.** Ճոճանակը 72 վ-ում կատարեց 180 տատանում: Որոշել ճոճանակի տատանումների պարբերությունը և հաճախությունը:
- 76.** Չապանակավոր ճոճանակի տատանումների լայնությամբ 5 սմ է: Ի՞նչ ճանապարհ կանցնի ճոճանակի զսպանակին ամրացված բեռը 4 լրիվ տատանման ընթացքում:
- 77.** Առա՞ջ, թե՞ հետ կընկնի թելավոր ճոճանակ ունեցող և Երևանում ճշգրիտ ժամանակ ցույց տվող ժամացույցը, եթե այն տեղափոխենք՝ ա) հասարակած, բ) Հարավային բևեռ:
- 78.** Ինչպե՞ս կփոխվի ճոճանակի տատանման պրոցեսը, եթե այն օդից տեղափոխենք օդահան պոմպի զանգի տակ:
- 79.** Կմեծանա՞, թե՞ կփոքրանա թելավոր ճոճանակի տատանումների պարբերությունը, եթե նրա երկաթե գնդիկի տակ զետեղենք մագնիս:
- 80.** Երկար թելից կախված գնդիկը շեղեցին հավասարակշռության դիրքից այնպես, որ նրա բարձրությունը Երկրի մակերևույթից մեծացավ 5 սմ-ով: Ի՞նչ արագությամբ կանցնի գնդիկը հավասարակշռության դիրքով, եթե այն բաց թողնեն: Շփման և դիմադրության ուժերը հաշվի չառնել:
- 81.** Երկար թելից կախված գնդիկը հավասարակշռության դիրքով անցնում է 0,7 մ/վ արագությամբ: Ի՞նչ առավելագույն բարձրության է հասնում գնդիկը տատանումների ընթացքում:
- 82.** Հաշվել մաթեմատիկական ճոճանակի սեփական տատանումների հաճախությունը, եթե նրա երկարությունը 20 սմ է: Որքա՞ն ժամանակում այդ ճոճանակը կկատարի 10 տատանում:
- 83.** Ազատ անկման արագացումը որոշելու համար աշակերտը հաշվեց, որ ճոճանակը 1ր-ում կատարում է 30 տատանում: Ազատ անկման արագացման ի՞նչ արժեք ստացավ աշակերտը, եթե ճոճանակի երկարությունը 1 մ է:
- 84.** Որքա՞ն պետք է լինի մաթեմատիկական ճոճանակի երկարությունը, որպեսզի նրա տատանումների պարբերությունը լինի 1 վ:
- 85.** Երկրի մակերևույթին ճոճանակի տատանումների պարբերությունը 2 վ է: Որքա՞ն կլինի այդ ճոճանակի տատանումների պարբերությունը Լուսնի մակերևույթին, որտեղ ազատ անկման արագացումը 6 անգամ փոքր է, քան Երկրի մակերևույթին:
- 86.** Նախորդ խնդիրը լուծել Հրատ մոլորակի համար, եթե ազատ անկման արագացումն այդ մոլորակի մակերևույթին 3,76 մ/վ² է:
- 87.** Չապանակին ամրացված բեռի զանգվածը 100 գ է: Որոշել բեռի սեփական տատանումների պարբերությունը, եթե զսպանակի կոշտությունը 40 Ն/մ է: Քանի՞ տատանում կկատարի այդ ճոճանակը 314 վ-ում:

88. Ինչի՞ է հավասար զսպանակավոր ճոճանակի սեփական տատանումների հաճախությունը, եթե այդ ճոճանակի բեռի զանգվածը 0,1 կգ է, իսկ զսպանակի կոշտությունը՝ 10 Ն/մ: Որքա՞ն կտևի այդ ճոճանակի 20 տատանումը:
89. 100 Ն/մ կոշտությամբ զսպանակին ամրացված բեռը 1 ր-ում կատարում է 300 տատանում: Ինչի՞ է հավասար բեռի զանգվածը:
90. Որքա՞ն է զսպանակի կոշտությունը, եթե նրան ամրացված 30գ զանգվածով մարմինը 1 ր-ում կատարում է 300 տատանում:
91. Չսպանակին ամրացված 10գ զանգվածով բեռը տատանվում է 5 Հց հաճախությամբ: Ի՞նչ ուժ է հարկավոր այդ զսպանակը հավասարակշռության դիրքից 0,1 մ-ով ձգելու համար:
92. Հաշվեք զսպանակավոր ճոճանակի տատանումների պարբերությունը, եթե ուղղահայաց դիրքում, բեռի ազդեցությամբ, զսպանակը երկարում է 1 սմ-ով:
93. Չսպանակից կախված բեռը տատանվում է 0,5վ պարբերությամբ: Որքանո՞վ կկարճանա զսպանակը, եթե բեռն անջատենք զսպանակից:
94. Չսպանակին ամրացված մարմինը կատարում է ազատ տատանումներ: Եթե մարմնի զանգվածն ավելացնենք 60գ-ով, ապա տատանման պարբերությունը կկրկնապատկվի: Որքա՞ն էր մարմնի զանգվածը սկզբում:
95. Նկարում պատկերված հարմարանքի բեռի զանգվածը 50գ է, իսկ զսպանակի կոշտությունը՝ 20 Ն/մ: Կոդիտվի՞ արդյոք ռեզոնանս, եթե շուռովիկի բռնակի պտտման պարբերությունը հավասար է՝ ա) 1 վ, բ) 0,31 վ:
96. Կարի մեքենայի բռնակի պտտման մի որոշ արագության դեպքում այն սեղանը, որի վրա դրված կարի մեքենան, սկսում է շատ ուժեղ ճոճվել: Ինչու՞:
97. Շենքի տատանումների սեփական հաճախությունը 10 Հց է: Կոդմանա՞ արդյոք այդ շենքը ոչ ուժեղ երկրաշարժի հարվածներին, եթե գետնի տատանումների պարբերությունը հավասար է՝ ա) 0,05 վ, բ) 0,1 վ, գ 0,2 վ:
98. Ինչպե՞ս կարող եք փորձնականորեն ապացույցել, որ ալիքներն օժտված են էներգիայով:
99. Ի՞նչ փորձի միջոցով կարող եք համոզվել, որ ձայնի արագությունը միևնույն է տարբեր երկարության ձայնային ալիքների համար:
100. Աղմուկներից պաշտպանվելն այսօր ամենաարդիական հիմնախնդիրներից է: Դրա լուծման ուղիներից մեկն աղմուկի աղբյուր հանդիսացող սարքերի տատանվող մակերևույթների մակերեսների փոքրացումն է: Դա կարող են անել, օրինակ՝ փոքրացնելով սարքերի և սարքավորումների չափերը (որքան հնարավոր է) կամ էլ դրանք մեկուսացնելով հատակից և պատից: Մյուս եղանակն այն է, որ



այդ սարքերի մակերևութները պատում են նյութի հաստ շերտով: Բացատրեք, թե յուրաքանչյուր դեպքում ինչու է նվազում աղմուկի մակարդակը:

- 101.** Կայծակի փայլատակումից 5 վ անց լսվեց որոտի ձայնը: Ի՞նչ հեռավորության վրա կայծակը հարվածեց:
- 102.** Կամերտոնը տատանվում է 128 Հց հաճախությամբ: Որքա՞ն է նրա արձակած ձայնի ալիքի երկարությունն օդում:
- 103.** Նավակում գտնվող ձկնորսը հրացանով կրակում է ափամերձ անտառի ուղղությամբ և 5 վ անց լսում է արձագանքը: Որքա՞ն է նավակի հեռավորությունը ափից:
- 104.** Թնդանոթաձիգը, որը ժայռից 1400մ-ով է հեռու, կրակում է թնդանոթով և 8վ անց ժայռի կողմից լսում է արձագանքը: Ինչքա՞ն է ձայնի արագությունը:
- 105.** Առաջին աղբյուրից արձակված առաձգական ալիքը տարածվում է օդում, իսկ երկրորդից արձակվածը՝ ջրում: Ալիքի երկարությունը երկու միջավայրում էլ նույնն է և հավասար է 2սմ-ի: Ո՞ր աղբյուրից արձակված առաձգական ալիքն է լսելի:
- 106.** Օդում ձայնային ալիքները չեն կարող տարածվել մեծ հեռավորությունների վրա, քանի որ ի վերջո մարում են: Ու՞ր է կորչում ձայնային ալիքների էներգիան:
- 107.** Ինչպես գիտեք, լայնական առաձգական ալիքները կարող են գոյանալ և տարածվել պինդ մարմիններում, իսկ գազերում՝ ոչ: Պինդ մարմինների և գազերի ո՞ր ֆիզիկական հատկություններով կարող եք դա բացատրել:
- 108.** Օդում տարածվող առաձգական ալիքի երկարությունը 50 մ է: Ի՞նչ ազդեցություն կունենա այդ ալիքը մարդու ականջի վրա:
- 109.** Չայնի հետևյալ բնութագրերից՝ արագություն, հաճախություն, ալիքի երկարություն, ո՞րն է փոխվում և ո՞րը՝ ոչ, երբ ձայնն անցնում է մի միջավայրից մյուսը:
- 110.** Դելֆիններն արձակում են 250000 Հց հաճախությամբ անդրաձայնային ալիքներ: Որոշել այդպիսի անդրաձայնի ալիքի երկարությունը՝ ա) ջրում, բ) օդում:
- 111.** Դելֆինները, չղջիկների նման, նույնպես ընդունակ են «նկատելու» փոքր չափերով առարկաներ: Հայտնի է, որ առարկան կարելի է «տեսնել» նրանից անդրադարձած ալիքների միջոցով, եթե միայն առարկայի չափերը մեծ են ալիքի երկարությունից: Ե՛վ չղջիկների, և՛ դելֆինների արձակած անդրաձայնի հաճախությունը, դիպուք, 100000 Հց է: Պարզեք, թե որքա՞ն է այն առարկաների նվազագույն չափը, որոնք կարող են հայտնաբերել չղջիկներն ու դելֆինները:

Ցույում: Օգտվեք (8.3) բանաձևից և հաշվի առեք, որ չղջիկների և դելֆինների կողմից հայտնաբերվող առարկաների չափը պետք է համեմատելի լինի նրանց արձակած անդրաձայնի ալիքի երկարությանը:

- 112.** Ճանապարհորդը որոշում է լճի լայնությունը՝ լսելով հանդիպակայ ավիին գտնվող ժայռից եկած արձագանքը: Նա արձագանքը լսում է բղավոյցի 1,2վ անց: Որքա՞ն է լճի լայնությունը:
- 113.** Առափնյա ժայռի կատարից Գևորգը քարը գցեց ջրի մեջ: Ջրի ճողվյունի ձայնը նա լսեց 4վ անց: Որքա՞ն է ժայռի բարձրությունը:
- 114.** Լարային նվագարանների (կիթառի, ջութակի, թառի և այլն) ձայնը կինչեր չափազանց թույլ, եթե այդ նվագարանները չունենային յուրատեսակ ուժեղացուցիչ՝ *դեկա*: (Գերմաներեն *դեկա*՝ «կափարիչ, խուփ» բառից: Մի շարք լարային նվագարանների հնչարկերի վերին մասը, որի վրայից ձգվում են լարերը:) Իրոք, միայն տատանվող լարերը չէին կաող օդի մեծ ծավալների սեղմում և նուսրացում առաջ բերել: Լարը տատանվելիս դեկան նույնպես տատանվում է: Վերջինս հավում է օդի ավելի մեծ մակերեսով շերտերի հետ, որոնք, սեղմվելով-ընդարձակվելով, արձակում են շատ անգամ ավելի մեծ ուժգնությամբ ձայնային ալիքներ, քան լարերը: Բայց այս դեպքում չի՞ խախտվում արդյոք էներգիայի պահպանման օրենքը: Չէ՞ որ երկու դեպքում էլ երաժիշտը նույն աշխատանքն է կատարում՝ տատանելով լարերը: Պատասխանը հիմնավորեք:
- 115.** Գևորգը տեսավ, թե ինչպես շենքի տանիքից ինչ-որ առարկա ընկավ բազալտով սալահատակված մայթին: Շուտով նա լսեց հարվածից առաջ եկած երկու ձայն, մեկը մյուսից 1,2վ անց: Գևորգից ի՞նչ հեռավորության վրա ընկավ առարկան:
- 116.** Կրակելուց 1 վ անց հրաձիգը լսեց գնդակի՝ թիրախին հարվածելուց ծագած ձայնը: Ի՞նչ հեռավորությամբ էր դրված թիրախը: Օդի ջերմաստիճանը 20°C է, իսկ գնդակի թռիչքի միջին արագությունը՝ 500 մ/վ :
- 117.** Երկրակեղևի՝ երկրաշարժի կամ ուժեղ պայթյունի հետևանքով ծագող տատանումները տարածվում են երկայնական և լայնական ալիքների տեսքով: Երկայնական ալիքները, մինչև մարելը, կարող են անցնել հսկայական հեռավորություն, մինչդեռ լայնական ալիքները թափանցում են Երկրի խորքերը 3000 կմ-ից ոչ ավելի: Ինչու՞: Ի՞նչ եզրակացություն կարող եք անել երկրագնդի միջուկի մասին:
- 118.** Երբեմն ոտքերի տակ ձյունը ճռճում է: Բայց դա լինում է միայն այն օրերին, երբ օդի ջերմաստիճանը զգալիորեն ցածր է գրոյից: Ի՞նչն է ձայն առաջացնում և ինչու՞: Մոտավորապես ո՞ր ջերմաստիճանում է ձյունը սկսում ճռճալ:
- 119.** Ինչու՞ է ձյուն գալը դադարելուց հետո լռություն տիրում: Իհարկե, մեքենաներ և մարդիկ փողոցում ավելի քիչ են, քան սովորաբար, բայց միայն դրանով չի կարելի բացատրել անսպասելիորեն քաղաքի վրա իջած լռությունը: Ի՞նչ է տեղի ունենում ձյան տեղալուց անմիջապես հետո:
- 120.** Ինչու՞ են հնդկացիները, սովորաբար, ծնկի իջնում և ականջը դնում գետնին, որպեսզի հայտնաբերեն հեռվում գտնվող և աչքով չնկատվող հեծյալների: Եթե

գետնի միջոցով լսելի է հեռվում ձիերի սմբակների դոփյունը, ապա ինչու՞ այդ ձայնը լսելի չէ օդում:

- 121. Եթե Երկրի մակերևույթից դիտենք գերձայնային արագությամբ թռչող ինքնաթիռը, ապա այն տպավորությունն է ստեղծվում, որ կարծես շարժիչի ձայնը գալիս է ոչ թե ինքնաթիռից, այլ նրանից զգալիորեն հեռ գտնվող տեղերից: Ինչու՞:
- 122. Օկտավա են անվանում ձայնային հաճախությունների այնպիսի միջակայքը, որի սկզբնական և վերջնական հաճախությունները տարբերվում են երկու անգամ: Մոտավորապես քանի՞ օկտավա է պարունակում լսելի ձայնային ընդգրկույթը:

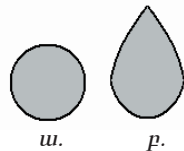
ՉԼՈՒԽ IV. ՆԵՐՔԻՆ ԷՆԵՐԳԻԱ

- 123. Արգոնի ատոմը 10 անգամ ծանր է հելիումի ատոմից: Քանի՞ անգամ է հելիումի ատոմի ջերմային շարժման միջին արագությունը մեծ արգոնի ատոմի միջին արագությունից, եթե այդ գազերն ունեն նույն ջերմաստիճանը:
Ցույցում: Նույն ջերմաստիճանում հելիումի և արգոնի ատոմների ջերմային շարժման միջին կինետիկ էներգիաները հավասար են:

- 124. Ուժեղ փոթորկից հետո ծովում ջուրը դառնում է ավելի տաք: Ինչու՞:
- 125. Ջրի մոլեկուլն ինն անգամ ծանր է ջրածնի մոլեկուլից: Համեմատել այդ նյութերի մոլեկուլների ջերմային շարժման միջին արագությունները միևնույն ջերմաստիճանում:

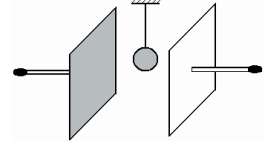
- 126. Կարելի՞ է արդյոք «ընկնող աստղեր» դիտել Լուսնի վրա:

- 127. Եթե համեմատենք վակուումում անկում կատարող ջրի կաթիլն օդում ընկնող նույն զանգվածով և նույն ջերմաստիճանի կաթիլի հետ, ապա կտեսնենք, որ նրանց ձևերը տարբեր են: Առաջին դեպքում կաթիլը գնդաձև է (ա), իսկ երկրորդ դեպքում՝ ձգված՝ ձգված (բ): Երկրորդ դեպքում կաթիլի մակերևույթի մակերեսն ավելի մեծ է: Մեծ է նաև կաթիլի ներքին էներգիան: Ինչու՞: Ո՞ր էներգիայի հաշվին է մեծացել կաթիլի ներքին էներգիան:



- 128. Ջրվեժի ո՞ր մասում է ջերմաստիճանն ավելի բարձր: Ինչու՞:
- 129. Մի անոթում կա ջուր, իսկ մյուսում՝ սառույց: Ջրի և սառույցի զանգվածները հավասար են: Ջու՞րը, թե՞ սառույցն ունի ներքին էներգիայի ավելի մեծ պաշար: Ինչու՞:
- 130. Լճում մեծ արագությամբ լողում է մոտորանավակը: Փոփոխվու՞մ է լճի ջրի ներքին էներգիան այդ դեպքում, թե՞ ոչ:
- 131. Գնացքն արգելակեց և կանգ առավ: Գնացքի կինետիկ էներգիան ո՞ր տեսակի էներգիայի փոխակերպվեց:

- 132.** Ի՞նչն է օժտված ավելի մեծ ներքին էներգիայով՝ բալոնի սեղմված օ՞ղը, թե՞ այդ նույն օղը, բայց բալոնից բաց թողնված:
- 133.** Ճի՞շտ է, որ ձյունը տաքացնում է գետինը:
- 134.** Տաքացնու՞մ է արդյոք մուշտակը, թե՞ ոչ:
- 135.** Մի անգամ ամռանը, երբ սաստիկ շոգ էր, Դավիթը որոշեց խոհանոցը հովացնել՝ բացելով սառնարանի դռնակը: Ի՞նչ եք կարծում, ճի՞շտ վարվեց նա:
- 136.** Ինչու՞ են շոգ օրերին մարդիկ սովորաբար սպիտակ վերնաշապիկ հագնում:
- 137.** Ինչու՞ անսպասելի ցուրտը վտանգավոր չէ աշնանացանի համար, երբ այն գտնվում է ձյան հաստ ծածկույթի տակ:
- 138.** Օղը վատ ջերմահաղորդիչ է: Իսկ ինչու՞ են տաք առարկաներն օդում պաղում:
- 139.** Ինչու՞ ցուրտ շենքում ամենից շատ մրսում են ոտքերը:
- 140.** Թիթեղի շերտիկների միջև, որոնցից մեկը սևացրած է, իսկ մյուսը՝ փայլուն, կախված է պողպատե շիկացած գնդիկ: Թիթեղի ո՞ր շերտիկից մոմով ամրացված լույկին ավելի շուտ կընկնի:



- 141.** Դաշտերից մեկը պատված է ձյունով, իսկ մյուսը՝ սառույցով: Ո՞ր դաշտում աշնանացանքն ավելի լավ կպահպանվի: Ինչու՞:
- 142.** Կարելի՞ է բարձրացնել մարմնի ջերմաստիճանը՝ նրան ջերմություն չհաղորդելով:
- 143.** Ո՞ր աղյուսն է ավելի լավ ջերմամեկուսիչ՝ սովորակա՞ն, թե՞ ծակոտկեն:
- 144.** Սառույցի երկու միանման կտոր բերեցին սենյակ: Մեկը դրեցին սեղանին, իսկ մյուսը ծածկեցին բրդե կտորով: Սառույցի ո՞ր կտորն ավելի շուտ կհալվի: Ինչու՞:
- 145.** Պատկերացնենք այսպիսի մտային փորձ: Օդահան պոմպի զանգի տակ դրել են շիկացած թուջե գունդ, իսկ օղը զանգից հանել են: Կտաքանա՞ արդյոք զանգն այդ դեպքում: Ինչու՞:
- 146.** Ինչու՞ պատուհանի մաքուր ապակին Արեգակի ճառագայթների ազդեցությամբ գրեթե չի տաքանում, իսկ նրոտված ապակին տաքանում է:
- 147.** Արդուկներից մեկը տաքացած է մինչև 200°C, իսկ մյուսը՝ մինչև 400°C: Ո՞ր արդուկի արձակած ճառագայթային էներգիան է ավելի մեծ:
- 148.** Կարելի՞ է սովորական, կենցաղային մոմի բոցով եռացնել մեկ դույլ ջուրը: Ինչու՞:
- 149.** Երկու միատեսակ անոթների մեջ լցրեցին հավասար քանակով ջուր և դրեցին արևի տակ՝ անոթներից մեկը նախապես ծածկելով ապակով: Ո՞ր անոթում ջուրն ավելի շուտ կտաքանա:

- 150.** Շրջապատող միջավայրի ջերմամեկուսված և սենյակային ջերմաստիճանի ջուր պարունակող անոթի մեջ իջեցրին շիկացած առարկա: Որոշ ժամանակ անց ջրի և առարկայի ջերմաստիճանները հավասարվեցին: Ջերմահաղորդման n -ը երևույթի շնորհիվ ջերմաստիճանները հավասարվեցին: Ինչպե՞ս փոխվեց ջրի ներքին էներգիան: Իսկ առարկայի՞նը: Ինչպե՞ս է դրսևորվում էներգիայի պահպանման օրենքն այս դեպքում:
- 151.** Ի՞նչ նվազագույն բարձրությունից պետք է ընկնի 20°C կշռով մուրճը, որ նրա հարվածից 10 գ զանգվածով պղնձե թիթեղը տաքանա 10°C -ով: Ենթադրել, որ տաքանում է միայն պղնձե թիթեղը:
- 152.** Ինչու՞ են փայտե տների պատերն ավելի բարակ, քան աղյուսե տներինը:
- 153.** Ե՞րբ է առագաստանավերին հարմար մտնել նավահանգիստ՝ ցերեկը, թե՞ գիշերը: Ինչու՞:
- 154.** Ճառագայթային ջերմափոխանակումն ինչու՞ է տարբերվում ջերմահաղորդման մյուս եղանակներից՝ ջերմահաղորդականությունից և կոնվեկցիայից:
- 155.** Որտե՞ղ է օդն ամենաշատը տաքանում՝ գետնի՞, թե՞ ջրի մակերևույթի վրա:
- 156.** Եթե ցերեկն անամպ է, իսկ երեկոյան երկինքը պատվել է ամպերով, ապա գիշերը սպասվու՞մ է արդյոք ցրտահարություն, թե՞ ոչ: Ինչու՞:
- 157.** Ո՞ր բույսերն են ավելի շատ տուժում գարնանային ցրտահարությունից՝ սևահողերու՞մ, թե՞ բայ գույնի հողերում աճող:
- 158.** Ո՞ր հողերն են Արեգակի ճառագայթներից ցերեկն ուժեղ տաքանում, իսկ գիշերը՝ արագ սառչում՝ սևահողե՞րը, թե՞ մոխրահողերը:
- 159.** Ի՞նչ եղանակով է էներգիան հաղորդվում անօդ տարածության մեջ:
- 160.** Ո՞ր դեպքում է գիշերը գետինն ավելի շատ սառչում ճառագայթային ջերմափոխանակմամբ՝ պա՞րզ, թե՞ ամպամած եղանակին: Ինչու՞:
- 161.** Ինչ-որ նյութից պատրաստված 4 կգ զանգվածով առարկան 50°C -ով տաքացնելիս ներքին էներգիան ավելացավ 480 կՋ -ով: Ի՞նչ նյութից էր պատրաստված առարկան:
- 162.** Գնդակի կինետիկ էներգիան 25 Ջ է: Գիպչելով տախտակին՝ գնդակը մնաց նրա մեջ: Ինչպե՞ս փոխվեց այդ դեպքում գնդակի մեխանիկական էներգիան: Իսկ ինչպե՞ս փոխվեց գնդակի և տախտակի ներքին էներգիան:
- 163.** Չափումների և հաշվարկների միջոցով պարզված է, որ անամպ եղանակին Երկրի մակերևույթի յուրաքանչյուր քառակուսի սանտիմետր մակերեսով տեղամաս, երբ արեգակնային ճառագայթներն այդ տեղամասին ընկնում են ուղղահայաց, 1 թույլում ստանում է 8 Ջ արեգակնային էներգիա: Ի՞նչ ջերմաքանակ կստանա Արեգակից պարզ եղանակին Երկրի մակերևույթի 1 մ^2 մակերեսով տեղամասը 1 վ-ում: Իսկ 10 ժամու՞մ:

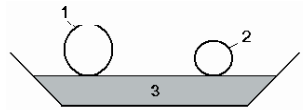
- 164.** Ի՞նչ դեր է խաղում Արեգակը մեր մոլորակի համար: Գոյություն ունի՞ արդյոք էներգիայի այնպիսի տեսակ, որ կապված չէ Արեգակի ազդեցությամբ Երկրում ընթացող երևույթներին:
- 165.** Գլանաձև անոթում գտնվող գազը, տաքանալով, բարձրացնում է մխոցը: Էներգիայի ի՞նչ փոփոխություններ և փոխակերպումներ են տեղի ունենում այդ դեպքում:
- 166.** Դուք կանգնած եք խարույկի մոտ: Ի՞նչ եղանակով է հիմնականում ջերմությունը փոխանցվում ձեզ՝ ջերմահաղորդականությամբ, կոնվեկցիայով, թե՞ ճառագայթային ջերմափոխանակմամբ:
- 167.** Հնարավո՞ր է արդյոք կոնվեկցիան անկշռության պայմաններում: Ինչու՞:
- 168.** Երկու միատեսակ մետաղե գնդիկներից մեկը դրված է պատվանդանին, իսկ մյուսը կախված է թելից: Գնդիկները տաքացնում են մինչև միևնույն ջերմաստիճանը: Ո՞ր գնդիկը տաքացնելու համար ավելի շատ ջերմություն կծախսվի: Ենթադրեք, որ պատվանդանը և թելը ջերմություն չեն կլանում: Պատասխանը հիմնավորեք:
- 169.** Կարո՞ղ է սառույցը հանդես գալ որպես ջեռուցիչ, թե՞ ոչ:
- 170.** Ինչու՞ է տաք ջուրը թերմոսի մեջ ի վերջո պաղում:
- 171.** Ամռանը բնակարանում զովանալու համար սովորաբար օգտագործում են կենցաղային օդափոխիչ: Պաղու՞մ է արդյոք սենյակի օդը, երբ օդափոխիչը միացնում ենք: Բացատրեք: Եթե ձեր պատասխանը բացասական է, այդ դեպքում ինչու՞ են օդափոխիչ օգտագործում:
- 172.** Մի կապոց փայտ, բարձրացնելով երկրորդ հարկ, այրեցին վառարանում: Ու՞ր կորավ փայտի պտտենցիալ էներգիան:
- 173.** Կարելի՞ է արդյոք տաքացնել գազը՝ այն ջերմամեկուսացնելով շրջապատից: Ինչպե՞ս:
- 174.** Պողպատե իրն ունի 2,5 կգ զանգված: Որքանո՞վ կնվազի դրա ներքին էներգիան 40°C-ից մինչև 20°C պաղելիս:
- 175.** Քանի՞ աստիճանով կտաքանա 1 կգ զանգվածով պղնձի կտորը, եթե ընկնի 500մ բարձրությունից: Համարել, որ պղնձի կտորի մեխանիկական էներգիան ամբողջովին փոխակերպվում է ներքին էներգիայի:
- 176.** Ալյումինե շինվածք դրոշմելիս կատարված է 46000Ջ աշխատանք, որի 40%-ը ծախսվել է 2 կգ ընդհանուր զանգվածով շինվածքների տաքացման վրա: Քանի՞ աստիճանով կտաքանան այդ շինվածքները:
- 177.** Տաշտակի մեջ լցրին 80°C ջերմաստիճանի 20լ և 5°C ջերմաստիճանի 10լ ջուր: Խառնելով ջուրը՝ չափեցին խառնուրդի ջերմաստիճանը: Այն հավասար էր 55°C: Ի՞նչ ջերմաքանակ կորչեց տաք ջուրը և ստացավ սառը ջուրը: Համեմատեք այդ ջերմաքանակները: Ինչու՞ այդպիսի արդյունք ստացվեց:

178. Երբ թուջե առարկան, որի զանգվածը 300 գ է, պաղեց ջրի մեջ 450°C-ից մինչև 50°C, կորցրեց 64,8 կՋ ջերմաքանակ: Այդ տվյալներով որոշեք թուջի տեսակարար ջերմունակությունը:

179. 300 գ զանգվածով մետաղե առարկան, որը գտնվում էր եռացած ջրի մեջ, հանեցին և իջեցրին գոլ ջրի մեջ, որի ջերմաստիճանը 39°C է, իսկ զանգվածը՝ 200 գ: Որոշ ժամանակ անց ջրի և առարկայի ընդհանուր ջերմաստիճանը դարձավ 44°C: Ի՞նչ մետաղի էր պատրաստված առարկան (շրջապատին տրված ջերմաքանակը հաշվի չառնել):

180. Համեմատելով ջրի և ցամաքի տեսակարար ջերմունակությունները՝ բացատրեք, թե ինչու՞ է ցերեկը ավամերձ գեփյուղը փչում լճից ցամաք, իսկ գիշերը՝ ցամաքից լիճ:

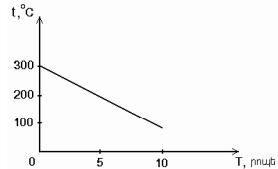
181. Նույն ջերմաստիճան և նույն զանգվածն ունեցող ցինկե և պղնձե տաքացած գնդերը դրեցին սառույցի վրա (տես նկարը): Ո՞ր գնդի տակ ավելի շատ սառույց կհալվի: Ինչու՞:



182. Ջրով լցված ալյումինե կաթսան տաքացնում են էլեկտրասալիկի վրա: Ջրի և կաթսայի զանգվածները հավասար են: Դրանցից որի՞ մերթին էներգիան ավելի շատ կաճի: Քանի՞ անգամ:

183. 50 մ³ ծավալով սենյակի օդը տաքացնելիս ծախսվեց 645 կՋ ջերմություն: Քանի՞ աստիճանով բարձրացավ սենյակի օդի ջերմաստիճանը: Համարել, որ օդի խտությունը 1,29 կգ/մ³ է:

184. Նկարում պատկերված է ժամանակի ընթացքում ինչ-որ նյութի ջերմաստիճանի նվազումը պատկերող գրաֆիկը: Օգտվելով այդ գրաֆիկից՝ պարզեք, թե ի՞նչ նյութ է դա, եթե նրա զանգվածը 1,93 կգ է, իսկ պաղելիս կորցրած ջերմաքանակը՝ 300 կՋ:



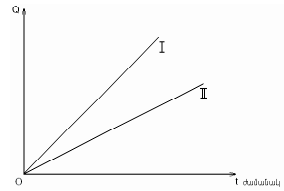
185. Միևնույն զանգվածով պողպատե և ոսկե գնդիկներ, միևնույն բարձրությունից գետնին ընկնելով, տաքանում են: Էներգիայի ի՞նչ փոխակերպումներ են տեղի ունենում այդ դեպքում: Նույնքան աստիճանով կտաքանան արդյոք գնդիկները: Պատասխանը հիմնավորեք:

186. Անոթում լցված 5 կգ զանգվածով ջրի ջերմաստիճանը 7°C է: Երբ ջրի մեջ գցեցին 1103°C ջերմաստիճան ունեցող երկաթե կշռաքարը, որոշ ժամանակ անց դրանց ընդհանուր ջերմաստիճանը դարձավ 53°C: Որքա՞ն է կշռաքարի զանգվածը: Անոթի ջերմունակությունը հաշվի չառնել:

187. 42 գ զանգվածով գալիլեոնը, 140-ից մինչև 40°C պաղելիս, կորցնում է այնքան ջերմաքանակով, որքան անհրաժեշտ է 92 գ զանգվածով ջուրը 35-ից մինչև 40°C տաքացնելու համար: Ի՞նչ մետաղի է պատրաստված գալիլեոնը:

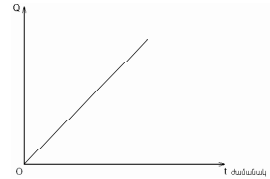
188. Երկու երկաթե չորսուներ իրար շփելու ընթացքում կատարված աշխատանքը 4400 Ջ է: Որքանո՞վ փոփոխվեց այդ չորսունների ներքին էներգիան, եթե մեխանիկական աշխատանքի միայն 40%-ը ծախսվեց չորսունների տաքացման համար:

189. Նկարում պատկերված են այն գրաֆիկները, որոնք արտահայտում են տաքացնելիս այլումինե կաթսայի և ջրի ստացած ջերմաքանակների փոփոխությունները ժամանակի ընթացքում: Կաթսայի և ջրի զանգվածները հավասար են: Նշեք, թե ո՞ր գրաֆիկն է ջրինը՝ I-ը, թե՞ II-ը: Պատասխանը հիմնավորեք:



190. Ո՞ր դեպքում ավելի շատ ջերմաքանակ կպահանջվի՝ 100գ ջուրը 1°C-ով տաքացնելի՞ս, թե՞ նույն զանգվածով սառույցը -1°C-ից մինչև 0°C տաքացնելիս: Պատասխանը հիմնավորեք:

191. Պղնձե անոթում ջուր էին տաքացնում: Ժամանակի ընթացքում ջրի և անոթի ստացած ջերմաքանակների փոփոխությունները պատկերող գրաֆիկները համընկան: Ի՞նչ կարելի է ասել ջրի և անոթի զանգվածների մասին: Պատասխանը հիմնավորեք:



192. Դուք խմեցիք մեկ բաժակ (200գ) թեյ, որի ջերմաստիճանը 60°C էր: Ի՞նչ ջերմաքանակ ստացավ ձեր օրգանիզմը:

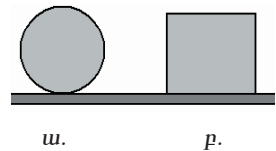
193. Միատեսակ զանգվածով այլումինե և ոսկե գդալներն իջեցրին եռման ջրի մեջ: Արդյոք միևնու՞յն ջերմաքանակն անցավ ջրից գդալներին: Պատասխանը հիմնավորեք:

194. 350կգ զանգվածով մուրճը 2մ բարձրությունից ընկավ 2կգ զանգվածով պողպատե առարկայի վրա: Կորսված մեխանիկական էներգիայի կեսը փոխակերպվեց առարկայի ներքին էներգիայի: Զանի՞ աստիճանով (ըստ Յելսիուսի սանդղակի) բարձրացավ առարկայի ջերմաստիճանը:

195. Կապարե գնդակը, թռչելով 200մ/վ արագությամբ, բախվում է արգելքին և կանգ առնում: Զանի՞ աստիճանով կբարձրանա գնդակի ջերմաստիճանը, եթե ենթադրենք, որ միայն գնդակն է տաքանում:

196. 0,4մ³ ծավալով և 20°C ջերմաստիճանի ջուրը խառնեցին 0,1մ³ ծավալ և 70°C ջերմաստիճան ունեցող ջրին: Որքա՞ն է խառնուրդի ջերմաստիճանը:

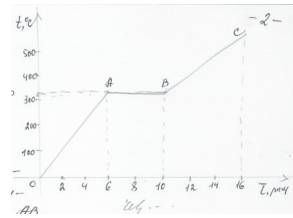
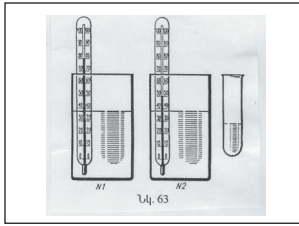
197. Պողպատե գլանը, հանելով եռման ջրից, դրեցին սեղանին: Ո՞ր դեպքում գլանի ջերմաստիճանն ավելի արագ կիջնի մինչև սենյակայինը՝ կողքի՞ վրա (նկ. ա), թե՞ ուղղահայաց (նկ. բ) դնելիս: Գլանի հիմքի տրամագիծը հավասար է նրա բարձրությանը:



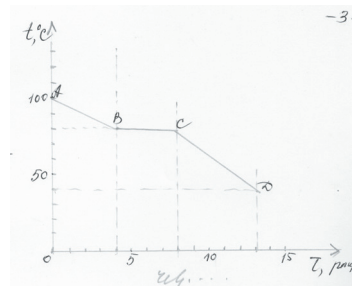
- 198.** Ջրամբարի հատակից ջրի երես է բարձրանում գազի պղպջակը: Գազն այդ դեպքում աշխատանք կատարում է, թե՞ ոչ:
- 199.** 60Վտ հզորությամբ էլեկտրական լամպը իջեցրին թափանցիկ կալորաչափի մեջ, որը պարունակում էր 600գ զանգվածով ջուր: 5 րոպեի ընթացքում ջուրը տաքացավ 4°C-ով: Լամպի սպառած էներգիայի ո՞ր տոկոսը դուրս եկավ կալորաչափից ճառագայթային էներգիայի տեսքով:
- 200.** Ի՞նչ բարձրությամբ կարելի է բարձրացնել 1 կգ զանգվածով կշռաքարն այն էներգիայի հաշվին, որը կորցնում է 196սմ³ ծավալով եռման ջուրը մինչև 0°C ջերմաստիճանը պաղելիս:
- 201.** 200մ բարձրությունից վայր ընկավ ինչ-որ առարկա: Օդի հետ շփվելիս և գետնին բախվելու հետևանքով առարկայի ջերմաստիճանը բարձրացավ 7°C-ով: Ի՞նչ նյութից էր այդ առարկան, եթե նրա ներքին էներգիայի փոխակերպվեց մեխանիկական էներգիայի միայն 50%-ը:
- 202.** Ֆիզիկական աշխատանքի հետևանքով 70 կգ զանգվածով մարդը մեկ ժամում միջին հաշվով արտադրում է 840կՋ էներգիա: Այդ էներգիայի 20%-ի հաշվին մարդը կատարում է աշխատանք, իսկ 80%-ը փոխակերպվում է ջերմության: Հաշվեք, թե որքան կբարձրանա մարդու մարմնի ջերմաստիճանը 1 ժամվա ընթացքում, եթե այդ ջերմությունը շրջապատին չի հաղորդվում: Մարդու մարմնի միջին տեսակարար ջերմունակությունը մոտավորապես հավասար է 4000Ջ/(կգ°C):
- 203.** 75Վտ հզորությամբ շարժիչը 5ր-ում պտտեցնում է կալորաչափում 5լ ծավալով ջրի մեջ ընկղմված պտուտակի թիակները: Պտտուտակի թիակների հետ շփվելու հետևանքով ջուրը տաքացավ: Ենթադրելով, որ ամբողջ էներգիան ծախսվել է ջրի տաքացման վրա, որոշեք, թե ինչպես փոխվեց ջրի ջերմաստիճանը:

ՉՈՒՅՈՒՄ V. ԱՅՈՒՅՈՒՄ ԱՐԵՎԱՏԱՅԻՆ ՎԻՃԱԿՆԵՐԻ ՓՈՓՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

- 204.** Ջուրը՞, սառույցը՞, թե՞ ջրի գոլորշին են օժտված ամենամեծ (ամենափոքր) ներքին էներգիայով, եթե նրանց զանգվածները հավասար են:
- 205.** Անագը մի ագրեգատային վիճակից անցել է մի այլ վիճակ: Այն պնդացել է, թե՞ հալվել է, եթե հայտնի է, որ նրա ներքին էներգիան փոքրացել է:
- 206.** Կարելի՞ է արդյոք որոշակիորեն ասել, որ 1539°C ջերմաստիճանում երկաթը կլի-նի հեղուկ վիճակում: Ինչո՞ւ:
- 207.** Հեղուկ թե պինդ վիճակում կլինի անագը 300°C ջերմաստիճանում, ցինկը՝ 450°C ջերմաստիճանում, ալյումինը՝ 650°C ջերմաստիճանում:
- 208.** Դասագրքի Աղյուսակ 1-ում ներկայացված նյութերից որո՞նք կանցնեն հեղուկ վիճակի սենյակային ջերմաստիճանում (20°C): Որո՞նք կմնան պինդ վիճակում:
- 209.** Ո՞ր մետաղի կտորը՝ պղնձի՞, թե՞ վոլֆրամի, կմնա պինդ վիճակում, եթե այն զյենք հալված երկաթի մեջ:



- 210.** Սրվակում գտնվում է հալված նավթալին 80°C ջերմաստիճանում: Տեղի կունենա՞րքոյոք նրա բյուրեղացումը, եթե սրվակը իջեցնենք 1 անոթի մեջ, 2 անոթի մեջ:
- 211.** Ըստ տրված գրաֆիկի որոշեք, թե ժամանակի ո՞ր պահին սկսվեց նյութի հալումը: Ե՞րբ այն ավարտվեց: Քանի՞ րոպե տևեց հալումը: Ո՞ր ջերմաստիճանում նյութը սկսեց հալվել: Ի՞նչ պրոպեաների են համապատասխանում գրաֆիկի OB, AB և BC հատվածները:
- 212.** Երկրի ընդերքում, 100 կմ խորության վրա ջերմաստիճանը մոտ 1000°C է: Յինկ, անագ և երկաթ մետաղներից ո՞րն այնտեղ կգտնվի պինդ վիճակում:
- 213.** Լուսնի մակերևույթին գիշերը ջերմաստիճանն իջնում է մինչև -170°C : Հնարավո՞ր է արդյոք այդպիսի ջերմաստիճանը չափել սնդիկային և սպիրտային ջերմաչափներով:
- 214.** Մարդիկ ավելի վաղ ժամանակներից են սովորել մշակել բրոնզը, քան երկաթը: Ինչո՞վ է դա բացատրվում:
- 215.** Թուջը հալվում է ավելի ցածր ջերմաստիճանում, քան երկաթը: Ինչո՞ւ:
- 216.** Սառցե չորսուից կախված են երկու միատեսակ բեռներ՝ մեկը պղնձե, մյուսը՝ կապրոնե, նույն տրամագծով թելերից: Ինչո՞ւ պղնձե թելը կտրում է սառույցը, իսկ կապրոնե թելը՝ ոչ:
- 217.** Ինչո՞ւ չմուշկները լավ են սահում սառույցի վրայով: Ինչո՞ւ սառնամանիքներից սահելը դժվարանում է:
- 218.** Ունենք հալված նյութով լցված անոթ և նույն նյութից մի կտոր պինդ վիճակում: Ինչպե՞ս, չսպասելով պնդացմանը, կանխատեսել, թե ի՞նչ տեղի կունենա հալույթի ծավալի հետ, երբ այն անցնի պինդ վիճակի:
- 219.** Նկարում պատկերված է բյուրեղային մարմնի հալույթի հովացման և պնդացման գրաֆիկը:
- ա) Որքա՞ն էր մարմնի ջերմաստիճանն առաջին դիտման ժամանակ:
- բ) Ի՞նչ պրոպեան է բնութագրում գրաֆիկի AB հատվածը:
- գ) Ի՞նչ պրոպեան է բնութագրում գրաֆիկի BC հատվածը:



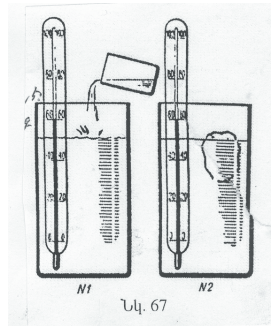
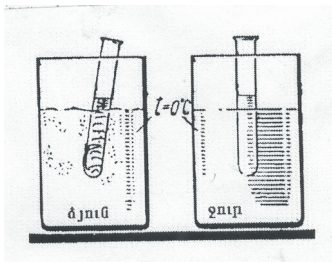
- դ) Ո՞ր ջերմաստիճանում սկսվեց նյութի պնդացման պրոցեսը:
- ե) Որքա՞ն տևեց պնդացման պրոցեսը:
- զ) Փոփոխվե՞ց արդյոք մարմնի ջերմաստիճանը պնդացման ժամանակ:
- է) Ի՞նչ պրոցես է բնութագրում գրաֆիկի CD հատվածը:
- ը) Որքա՞ն էր մարմնի ջերմաստիճանը վերջին դիտման պահին:

220. Կսառչի՞ր արդյոք սրվակներից որևէ մեկում լցված ջուրը, որոնք իջեցված են նկարում պատկերված անոթների մեջ:

221. 1 անոթի մեջ ավելացնում են 0°C ջերմաստիճանի ջուր, իսկ 2 անոթի մեջ գցում են նույն զանգվածով 0°C ջերմաստիճանի սառույց:

Ինչպե՞ս կփոփոխվեն ջերմաչափերի ցուցմունքները (տե՛ս նկարը):

Ո՞ր անոթում ջերմաչափի ցուցմունքի փոփոխությունը կլինի ավելի մեծ: Պատասխանը հիմնավորել:



222. Որքա՞ն էներգիա կպահանջվի 5 կգ զանգվածով սառույցը 0°C ջերմաստիճանում հալելու համար:

223. Սառցահոսքերի ժամանակ գետի մոտ օդի ջերմաստիճանը ցածր է, քան դրանից հեռու: Ինչպե՞ս է դա բացատրվում:

224. Որքա՞ն էներգիա կպահանջվի 327°C ջերմաստիճանի 3 կգ կապարը հալելու համար:

225. Ո՞ր դեպքում կանջատվի ավելի մեծ էներգիա՝ 2 կգ ալյումինի՞, թե 6 կգ երկաթի պնդացման ժամանակ, եթե նրանք գտնվում են հեղուկ վիճակում՝ իրենց հալման ջերմաստիճաններում:

226. Որքա՞ն էներգիա է պետք -20°C ջերմաստիճանի սառույցից 0°C ջերմաստիճանի 5 կգ ջուր ստանալու համար:

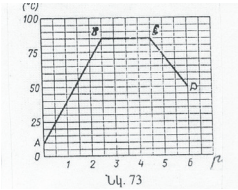
227. Դույլի մեջ լցրեցին 50°C ջերմաստիճանի 10 լ ջուր: Որքա՞ն 0°C ջերմաստիճանի սառույց կարելի է հալել այդ ջրում (դույլը շրջապատող առարկաների հետ ջերմափոխանակությունն անտեսել):

228. Ի՞նչ ջերմաքանակ կանջատվի 20°C ջերմաստիճանի 3 կգ ջրի պնդացման պրոցեսում: Այդ պրոցեսը պատկերեք գրաֆիկի վրա:

- 229.** 0,5 կգ զանգվածով ցինկի կտորն ունի 20°C ջերմաստիճան: Ի՞նչ ջերմաքանակ է պետք ցինկը հալելու համար: Այդ պրոցեսը պատկերեք գրաֆիկի վրա:
- 230.** Կհալվի՞ արդյոք 0°C ջերմաստիճանի սառույցը, եթե այն գտնվի 0°C ջերմաստիճանի ջրի մեջ և այն դնենք 0°C ջերմաստիճան ունեցող շենքում:
- 231.** Ինչո՞ւ թնդանոթի պողպատե փողը կրակոցի ժամանակ չի հալվում, չնայած ջերմաստիճանը հասնում է 3600°C (պողպատի հալման ջերմաստիճանը 1400°C է):
- 232.** Գարնանն օդում արդեն տաք է, ջերմաստիճանը բարձր է 0°C-ից, իսկ գետերում, լճերում սառույցը դեռևս մնում է: Ինչո՞վ է դա բացատրվում:
- 233.** Ասում են, որ սառույցն օժտված է «սառնության պաշարով»: Ինչպե՞ս կարելի է բացատրել այս արտահայտությունը:
- 234.** Ի՞նչ ջերմաքանակ կպահանջվի 10 կգ զանգվածով պղնձի կտորը հալելու համար, եթե նրա սկզբնական ջերմաստիճանը 83°C է:
- 235.** Հալման ջերմաստիճանի 500 գ հալած կապարը հովանում է մինչև 27°C: Ի՞նչ ջերմաքանակ է անջատվում:
- 236.** Կգոլորշիանա՞ արդյոք շշում լցված ջուրը, եթե այն կիս փակված է խցանով:
- 237.** Վերհիշե՛ք Տորիչելլիի փորձը: Ինչո՞վ է լցված այն տարածությունը, որը կոչվում է «տորիչելլյան դատարկություն»:
- 238.** Ծանրաչավիր, որի մեջ սնդիկի փոխարեն լցված է ջուր տալիս է ոչ ճիշտ ցույցմունքներ, որոնք պահանջում են ճշգրտում: Ինչպիսի՞ Բացատրել:
- 239.** Ինչո՞ւ շոգ եղանակին քրտնելիս մարդու մարմինը հովանում է:
- 240.** Ինչո՞ւ մենք սառնություն ենք զգում, երբ մեր հագուստը թրջվում է:
- 241.** Ինչո՞ւ մեր ձեռքին արտաշնչելիս ունենում ենք տաքության, իսկ փչելիս՝ սառնության զգացողություն:
- 242.** Ո՞ր ջուրը հավասար պայմաններում ավելի շուտ կեռա՝ ծորակից վերցրած ջուրը, թե եռայրածը:
- 243.** Ինչո՞ւ խոնավ փայտերը վառարանի մեջ «թշշում» են և քիչ են տաքացնում:
- 244.** Եռացող ջուրը հնարավոր չէ մխոցավոր պոմպով բարձրացնել վեր: Ինչո՞ւ:
- 245.** Կգոլորշիանա՞ արդյոք բաժակի մեջ լցված ջուրը, եթե այն տաք սենյակից տեղափոխվի սառը շենք, որտեղ ջերմաստիճանը 0°C է:
- 246.** Եթե երկու միատեսակ մետաղե թիթեղներ, որոնցից մեկը տաքացված է, ջրով թրջենք, ապա դրանցից ո՞րն ավելի արագ կչորանա: Ինչո՞ւ:
- 247.** Ինչո՞ւ թարմ թխած հացն ավելի ծանր է, քան հովացածը:
- 248.** Ջրի կաթիլը, ընկնելով շիկացած սալիկի վրա, սկսում է թռչկոտել: Ինչո՞ւ:
- 249.** Ինչո՞ւ շատ առարկաներ չորանալիս ծմծմվում են:

- 250. Ինչո՞ւ ռետիցեն հագուստում շոգը դժվար է տանել:
- 251. Կեռա՞ արդյոք բաժակի ջուրը, որը լողում է եռացող ջրով ամանում:
- 252. Նո՞ւյնն են արդյոք նույն ջերմաստիճանն ունեցող ջրային գոլորշու և ջրի մոլեկուլների միջին կինետիկ էներգիաները: Նո՞ւյնն են արդյոք այդ պայմաններում ջրի և գոլորշու ներքին էներգիաները:

253. Արդյոք նո՞ւյն էներգիան կծախսվի 1 կգ ջուրը եռման պրոցեսում գոլորշու փոխարկելիս, կամ սենյակային ջերմաստիճանում գոլորշիացնելիս: Պատասխանը հիմնավորեք:



254. Նկարում պատկերված է հեղուկի տաքացման, եռման և հովացման գրաֆիկը: Դիտման սկզբից որքա՞ն ժամանակ հետո հեղուկը սկսեց եռալ և որքան տևեց եռման պրոցեսը:

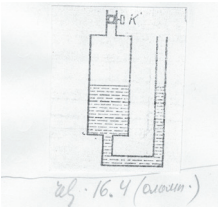
255. 50°C ջերմաստիճանի 500 գ ջուրը տաքացրեցին մինչև 100°C և շոգիացրին: Որքա՞ն էներգիա ծախսվեց այդ ամբողջ պրոցեսում:

256. Ի՞նչ ջերմաքանակ կպահանջվի 0°C ջերմաստիճանի 4 կգ սառույցը հալելու, ստացված ջուրը մինչև եռալը տաքացնելու և նրա 200 գ-ը գոլորշիացնելու համար:

257. Կաթսայում ջուրը բուռն թափով եռում է, և նրա մեջ եփվում են մակարոնները: Կեռա՞ արդյոք ջուրը մակարոնների խողովակներում:

258. Ինչպե՞ս որոշել սարի բարձրությունը ջեռույցի, ջրով լցված կաթսայի և ճշգրիտ ջերմաչափի օգնությամբ:

259. Հաղորդակից անոթները մասամբ լրբեցին ջրով և K ծորակը փակեցին (տե՛ս նկարը): Որոշ ժամանակից հետո նկատեցին, որ շրջապատող օդի և ջրի անփոփոխ ջերմաստիճանի դեպքում տեղի ունեցավ ջրի մակարդակի փոփոխություն: Ինչպիսի՞ն և ինչո՞ւ տեղի ունեցավ ջրի մակարդակների փոփոխությունը հաղորդակից անոթների ծնկերում:



260. Տիեզերագնացը, գտնվելով Լուսնի մակերևույթին, բացեց ջրով լցված սրվակը: Նկարագրեք ջրի վարքը:

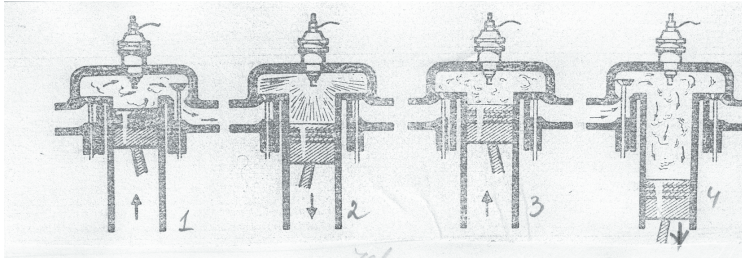
261. Ինչո՞ւ ջրային գոլորշին ավելի ուժեղ այրվածք է առաջացնում, քան նույն ջերմաստիճանի ջուրը:

262. Ի՞նչ ջերմաքանակ կանջատվի 100 կգ քարածխի լրիվ այրումից:

263. 5 լ տարողությամբ բաքը լիքը լցված է բենզինով: Բավարա՞ր է արդյոք այդ քանակությամբ բենզինը, որպեսզի այն այրելիս անջատվի $23 \cdot 10^7$ Ջ էներգիա:

264. Ի՞նչ զանգվածով ջուր կարելի է տաքացնել 100°C-ով այն էներգիայով, որն անջատվում է 200 գ կերոսինն այրելիս: Էներգիայի կորուստներն անտեսել:

- 265.** Ինչո՞ւ երբեմն թեյնիկի կափարիչը վեր-վեր է թռնում, երբ նրա մեջ ջուրը եռում է:
- 266.** Նկարում սխեմատիկորեն պատկերված է ներքին այրման շարժիչի չորս քայլերը: Անվանեք յուրաքանչյուր քայլը: Ինչպե՞ս պետք է փոխել նկարների հերթականությունը, որպեսզի նրանցում պատկերված քայլերի հերթականությունը համապատասխանի շարժիչի նորմալ աշխատանքին:



- 267.** Ե՞րբ գազն ունի ավելի մեծ ներքին էներգիա՝ ներքին այրման շարժիչի գլանում՝ սեղմման քայլի վերջո՞ւմ, թե՞ աշխատանքային քայլի վերջում:
- 268.** Գազի (գոլորշու) էներգիայի ո՞ր տեսակն է օգտագործվում ներքին այրման շարժիչում, շոգետուրքինում:
- 269.** Արդյոք նո՞ւյնն են կաթսայի դեպի շոգետուրքինի թիակներին գնացող գոլորշու և աշխատած գոլորշու ջերմաստիճանները: Պատասխանը հիմնավորեք:
- 270.** Ներքին այրման շարժիչում ծախսվել է 0,5 կգ գանգվածով վառելիք, որի այրման տեսակարար ջերմությունը $46 \cdot 10^6$ Ջ/կգ է: Շարժիչը կատարել է $7 \cdot 10^6$ օգտակար աշխատանք: Ինչպիսի՞ն է շարժիչի ՕԳԳ-ն:
- 271.** Որոշել շոգետուրքինի ՕԳԳ-ն, եթե հայտնի է, որ այն աշխատանք կատարելիս օգտագործում է ածուխի այրումից անջատված էներգիայի 0,75 մասը:
- 272.** 36 կՎտ հզորությամբ ներքին այրման շարժիչը 1 ժ աշխատելու ընթացքում ծախսեց 14 կգ կերոսին: Որոշեք շարժիչի ՕԳԳ-ն:
- 273.** Ինչո՞ւ բոլոր բարձր զարգացած երկրների գիտնականները և ճարտարագետները ներկայումս աշխատում են տրանսպորտում ջերմաշարժիչներն էլեկտրաշարժիչներով փոխարինելու խնդրի վրա:

ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ՊԱՏԱՍԽԱՆՆԵՐ

ԳԼՈՒԽ I

1. Երկրորդ:
2. $s = 15$ մ:
3. 60 մ:
4. $\frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2}$
5. 30 կմ/ժ:
6. 40 մ/վ, 20 մ/վ, 200 մ:
7. 6 վ:
8. 8 մ/վ², 80 մ/վ:
9. 25 մ:
10. 3 վ:
11. 4,5 վ, 90,225 մ, 9 վ, 44,1 մ/վ:
12. 78,4 մ/վ, 8 վ:
13. 12 վ, 352,8 մ, 58,8 մ/վ:
14. 19,6 մ:
15. 22,05 մ/վ²:
16. 7514 մ/վ:
17. 9420 մ, 31,4 մ/վ:
18. 465 մ/վ:
19. 0,00028 վ⁻¹, 0,00017 մ/վ:
20. 1) $n = 0,5$ վ⁻¹, $v = 1,57$ մ/վ,
2) $T = 0,0628$ վ, $n = 15,9$ վ⁻¹,
3) $R = 0,15$ մ, $T = 0,19$ վ,
4) $T = 4$ վ, $v = 3,14$ մ/վ,
5) $R = 0,1$ մ, $n = 50$ վ⁻¹:

ԳԼՈՒԽ II

21. ք) և դ) դեպքերում:
22. AB և CD տեղամա-

- սերում:
23. 2 մ/վ²:
 24. 1,5 մ/վ²:
 25. 3 տ:
 26. 40 Ն:
 27. 0,25 կգ:
 28. Հավասարաչափ արագացող՝ աճող արագությամբ, հավասարաչափ արագացող՝ նվազող արագությամբ, հավասարաչափ:
 29. Կփոքրանա 3 անգամ:
 30. a , կմ/նա ցույցը:
 31. 15 Ն:
 32. 4 մ/վ²:
 33. 1,5:
 34. 7,5 Ն:
 35. 170 Ն:
 36. 500 Ն:
 37. 28,3 մ/վ:
 38. 3 Ն:
 39. 0,25 մ/վ², 0,2 մ/վ²:
 40. 50 Ն:
 41. «Նավակ-մարդ» համակարգի վրա ազդող համագոր ուժը գրո է:
 42. $2.4 \cdot 10^7$ կգմ/վ:
 43. 8 կգմ/վ:
 44. $\rho_2 / \rho_1 = 1,45$:
 45. 60 կգմ/վ:
 46. 250 Ն:
 47. Ոչ:
 48. Այո, նետելով իր

- մոտ եղած որևէ իր, միայն ոչ ուղղաձիգ ուղղությամբ:
49. Այո: Ռեակտիվ շարժում:
 50. Ոչ: Կարելի է, եթե օդի հոսանքը չուղղվի առագաստի վրա:
 51. 0,6 մ/վ:
 52. m չ, ուղղված է գնդակի արագությանը հակառակ:
 53. 0,75 մ/վ:
 54. 2 մ/վ:
 55. 0,01 Ջ:
 56. 8100 Ջ:
 57. Գնդակը. գնդից 3,6 անգամ ավելի:
 58. 50 կգ:
 59. Այո, եթե $m_1/m_2 = (v_2/v_1)^2$:
 60. 2:
 61. 147 Ջ:
 62. 47040 Ջ, 47040 Ջ:
 63. Կապարե չորսուն, մարմարե չորսուից մոտ 4,2 անգամ ավելի:
 64. Եթե $m_1/m_2 = h_2/h_1$:
 65. 4704 Ջ-ով:
 66. 6,517 Ջ, 1,029 Ջ:
 67. 4,08 մ:
 68. $6,86 \cdot 10^8$ Ջ:
 69. Կինետիկը՝ պոտենցիալի և ընդհակառակը:
 70. 14 մ/վ:

- 71. 88,2Ձ, 58,8Ձ:
- 72. 380,4Ձ:
- 73. 4950Ձ:

ԳԼՈՒԽ III

- 74. 2,3 մ/վ, 660:
- 75. 0,4վ, 2,5 Հյ:
- 76. 0,8մ:
- 77. Հասարակածում ազատ անկման արագացումն ավելի փոքր է, իսկ բևեռներում՝ ավելի մեծ, քան Երևանում: Հետևաբար՝ ճոճանակի տատանումների պարբերությունը հասարակածում ավելի մեծ է, իսկ բևեռներում՝ ավելի փոքր, քան Երևանում: Նշանակում է, ա) Հասարակածում ժամացույցը հետ կընկնի, բ) Հարավային բևեռում ժամացույցն առաջ կընկնի:

78. Օդում, պայմանավորված դիմադրությամբ, ճոճանակի տատանումների լայնույթն աստիճանաբար փոքրանում է, և տատանումներն ի վերջո մարում են: Օդահան զանգի տակ տատանումները տեղի են ունենում անփոփոխ լայնությով (եթե անտեսենք կախման կետում

ճոճանակի թելի վրա ազդող շփման ուժը):

- 79. Կփոքրանա:
- 80. 0,99մ/վ:
- 81. 2,5սմ:
- 82. 1,1Հյ, 8,97վ:
- 83. 9,86մ/վ²:
- 84. 24,8սմ:
- 85. 4,9վ:
- 86. 3,23վ:
- 87. 0,314վ, 1000:
- 88. 1,6Հյ, 12,56վ:
- 89. 0,1կգ:
- 90. 29,6Ն/մ:
- 91. 1Ն:
- 92. 0,2վ:
- 93. 6,2սմ:
- 94. 20գ:
- 95. Ռեզոնանս կոլիտվի, եթե շուռտվիկի բռնակի պտտման հաճախությունը համընկնի գսպանակի սեփական տականումների հաճախության հետ: Այդ պայմանը տեղի ունի միայն բ) դեպքում: Հետևաբար՝ ա) ոչ, բ) այո:
- 96. Բռնակի պտտման հաճախությունը համընկնում է սեղանի սեփական կատանումների հաճախության հետ:
- 97. Ոչ ուժեղ երկրաշարժի ժամանակ սեյսմակայուն շենքը կարող է փլվել միայն ռեզոնանսի

ժամանակ, այն է՝ երբ գետնի տատանումների հաճախությունը հավասար է շենքի սեփական տատանումների հաճախությանը: Այդ պայմանը տեղի ունի միայն բ) դեպքում: Հետևաբար՝ ա) այո, բ) ոչ, գ) այո:

- 98. Հարկավոր է թողնել, որ ալիքը, որևէ խոչընդոտի (արգելքի) հանդիպելիս, կատարի աշխատանք: Կարելի է նույնիսկ ջրի հանդարտ մակերևույթին առաջացնել ծփանք և դիտել, թե ինչպես է առաջ եկած ալիքը, ջրում տարածվելով, հասնում, օրինակ, մակերևույթին լողացող անշարժ խցանին և ստիպում նրան կատարել վեր ու վար շարժումներ:
- 99. Եթե տարբեր ալիքի երկարությամբ ձայնային ալիքները միևնույն միջավայրում ունենային տարբեր արագություններ, ապա մարդկային խոսքը մեզ համար կլիներ անհասկանալի: Մենք չէինք կարող մտնել ստեղծագործություն: Տարբեր

բարձրության միա-
ժամանակ հնչեց-
րած երաժշտական
ձայներն ունկնդ-
րին կհասնեին ոչ
միաժամանակ,
և երաժշտական
ստեղծագործու-
թյան ընկալումը
կդառնար անհնար,
ինչն իրականում,
բարեբախտաբար,
այդպես չէ:

- 100.** Առաջին դեպքում
օդի փոքր մակե-
րեսով շերտեր են
հավում տատանվող
մակերևույթին, ինչի
հետևանքով օդում
տարածվող աղմու-
կի էներգիան փոքր
է: Երկրորդ դեպքում
տատանվող մակե-
րևույթի հաճախու-
թյունը փոքրանում է
և կարող է դառնալ
լսելիության ներքին
սահմանից ավելի
փոքր:
- 101.** 1715 մ:
- 102.** 2,7 մ:
- 103.** 858 մ:
- 104.** 350 մ/վ:
- 105.** Առաջին:
- 106.** Վերածվում է
միջավայրի ներքին
էներգիայի:
- 107.** Պինդ մարմինների
ձևի փոփոխությու-
նից առաջանում են
առաձգական ուժեր,
իսկ գազերինը՝ ոչ:
- 108.** Չի ունենա,
 $0 < 167 \text{ Հ} \text{ Կ}:$

- 109.** Արագությունը և
ալիքի երկարությու-
նը փոխվում են, իսկ
հաճախությունը՝ ոչ:
- 110.** ա) 6 մմ, բ) 1,3 մմ:
- 111.** 1,5 սմ:
- 112.** 199 մ:
- 113.** 662 մ:
- 114.** Էներգիայի պահ-
պանման օրենքը չի
խախտվում: Պար-
զապես, դեկայով
նվազարանների
դեպքում լարի հնչ-
ման տևողությունն
ավելի կարճ է:
(Էլեկտրակիթա-
ռը դեկայի կարիք
չունի, քանի որ նրա
լարերի տատանու-
մներն ուժեղացվում
են էլեկտրական
սարքերի միջոցով:)
- 115.** 434 մ:
- 116.** 203,4 մ:
- 117.** Երկրագնդի միջուկը
գտնվում է հեղուկ
վիճակում:
- 118.** Եթե գետինը շատ
է սառը (ջերմաս-
տիճանը -20°C -ից
ցածր է), ապա
քայլելիս սառույցն
այլևս չի հալչում
նոսրերի տակ, այդ
պատճառով էլ
ճռճում է (ինչպես
բոլոր կոտրատվող
կարծր մարմին-
ները): (Տե՛ս նաև
V գլխի 217 խնդրի
պատասխանը)
- 119.** Նոր եկած ձյան խա-
վիկների միջև առկա

են փոքրիկ խոռոչ-
ներ, որոնց շնորհիվ
այդպիսի ձյունը
ձայնը կլանում է
այնպես, ինչպես
ձայնակլանիչ ծած-
կույթները ժամա-
նակակից ծառայո-
ղական շենքերում:
Ձյան խտացման
հետ մեկտեղ ձայնի
կլանումը գնալով
թուլանում է:

- 120.** Այն հանգամանքը,
որ ձայնը գետնում
տարածվում է
ավելի արագ,
քան օդում, տվյալ
դեպքում նշանակու-
թյուն չունի, քանի
որ ձիու արագու-
թյունը, միևնույն է,
շատ անգամ ավելի
փոքր է օդում ձայնի
արագությունից:
Գետինը ձայնի լավ
«հաղորդիչ» է այն
պատճառով, որ ձայ-
նը գետնում ավելի
քիչ է ցրվում և ավե-
լի քիչ է կլանվում,
քան օդում:
- 121.** Այն ժամանակի
ընթացքում, մինչև
ինքնաթիռի շարժի-
չի ձայնը հասնում է
մարդու ականջին,
ինքնաթիռը զգալի
տեղափոխություն
է կատարում դեպի
առաջ:
- 122.** 10:

ՉԼՈՒԽ IV

- 123.** 3,16 անգամ:
- 124.** Ջրի տաքացումը տեղի է ունենում ծովային ալիքների էներգիայի հաշվին:
- 125.** Ջրածնի մոլեկուլը երեք անգամ ավելի «արագաշարժ» է ջրի մոլեկուլից:
- 126.** Ոչ, քանի որ Լուսինը մթնոլորտ չունի:
- 127.** Կաթիլի ներքին էներգիան մեծացել է կաթիլի մեխանիկական էներգիայի հաշվին: Իրոք, քանի որ կաթիլի ծավալը չի փոխվում, իսկ կաթիլի մակերևույթի մակերեսը երկրորդ դեպքում ավելի մեծ է, ապա ձգված կաթիլի մակերևույթին ավելի շատ մոլեկուլ կա: Բայց այդ մոլեկուլները մակերևույթ են «եկել» կաթիլի ներսից, որի համար կատարվել է աշխատանք կաթիլի մեխանիկական էներգիայի հաշվին:
- 128.** Ջերմաստիճանը բարձր է ջրվեժի հիմքի մոտ, քանի որ գահավիժող ջուրը տաքանում է գետնին հարվածելու հետևանքով:
- 129.** Ջուրը: Ջրի մոլեկուլների միջին հեռավորությունը, հետևաբար նաև՝ նրանց

փոխազդեցության պոտենցիալ էներգիան ավելի մեծ է, քան սառույցի մոլեկուլներինը:

- 130.** Այո:
- 131.** Ներքին էներգիայի:
- 132.** Բալոնի սեղմված օդը:
- 133.** Ձյունը չի կարող տաքացնել գետինը, քանի որ ջերմության աղբյուր չէ: Սակայն, ունենալով շատ փոքր ջերմահաղորդականություն, ձյունը ծառայում է միայն որպես ջերմամեկուսիչ շերտ՝ խանգարելով, որ հողից ջերմությունը հաղորդվի սառն օդին:
- 134.** Մուշտակը ջերմության աղբյուր չէ, ուստի չի կարող տաքացնել մեր մարմինը: Այն, պարզապես, շատ վատ ջերմահաղորդիչ է, և միայն խոչընդոտում է, որ մեր մարմնից ջերմությունը հաղորդվի շրջապատին: Այլ կերպ ասած, մուշտակը միայն օգնում է, որ մենք մեզ տաքացնենք: Ճիշտ կլիներ ասել, որ մենք ենք տաքացնում մուշտակը, այլ ոչ թե մուշակը՝ մեզ:
- 135.** Բացելով սառնարանի դռնակը՝

Գավիթն իրոք կարող է իջեցնել խոհանոցի ջերմաստիճանը, սակայն շատ կարճ ժամանակով միայն: Հենց որ նորից միանում է սառեցնող հարմարանքը, որ տեղակայված է սառնարանի հետևի պատին մոտ, այդ պատը սկսում է տաքանալ՝ անջատելով, ընդ որում, ավելի շատ ջերմություն, քան այն, որ կլանում է սառնարանից դուրս եկող սառն օդը: Արդյունքում խոհանոցը, բնականաբար, տաքանում է:

- 136.** Շոգ եղանակին հագուստը մարդուն պաշտպանում է Արեգակի ճառագայթներից: Մուգ գույնի հագուստն ավելի շատ է կլանում այդ ճառագայթները, քան սպիտակը, ուստի շոգ եղանակին խորհուրդ են տալիս հագնել սպիտակ գույնի հագուստ:
- 137.** Ձյան ծածկույթը վատ ջերմահաղորդիչ է և լավ է պահպանում գետնի (նաև՝ բույսերի) տաքությունը՝ մեկուսացնելով դրանք օդի սառը շերտերից:

- 138.** Օղում տաք առարկաները պահում են հիմնականում կոնվեկցիայի և ճառագայթային ջերմափոխանակման հետևանքով:
- 139.** Կոնվեկցիայի հետևանքով օդի տաք շերտերը բարձրանում են վերև՝ դեպի առաստաղ, իսկ նրա տեղը զբաղեցնում են դեպի հատակ իջնող օդի ավելի սառը շերտերը: Այդ պատճառով ամենից շատ մրսում են ոտքերը:
- 140.** Սևացրած :
- 141.** Այն դաշտում, որը պատված է ձյունով, քանի որ ձյան ջերմահաղորդականությունն ավելի քան քսան անգամ փոքր է սառույցի ջերմահաղորդականությունից:
- 142.** Այո: Օրինակ՝ դեֆորմացնելով մարմինը, մուրճով հարվածելով և այլն:
- 143.** Ծակոտկեն:
- 144.** Բրդով չծածկված սառույցի կտորը:
- 145.** Այո: Շնորհիվ ճառագայթային ջերմափոխանակման:
- 146.** Մրտոված ապակին ավելի շատ ճառագայթային էներգիա է կլանում, ինչի հետևանքով էլ մեծանում է նրա էներգիան:
- 147.** Երկրորդ:
- 148.** Ոչ: Մեկ դույլ ջուրը եռացնելու համար պահանջվում է ավելի շատ ջերմաքանակ, քան այն ջերմաքանակն է, որն անջատվում է մոմի լրիվ այրումից (անգամ, եթե անտեսենք անխուսափելի կորուստները):
- 149.** Այն անոթում, որը ծածկված չէ ապակով:
- 150.** Հիմնականում՝ կոնվեկցիայի: Ջրի ներքին էներգիան մեծացավ, իսկ առարկայինը՝ փոքրացավ: Ջրի ստացած էներգիան հավասար է առարկայի տված էներգիային:
- 151.** 200 մ:
- 152.** Փայտն ավելի վատ ջերմահաղորդիչ է, քան աղյուսը:
- 153.** Ցերեկը, քանի որ այդ ժամանակ ամպերն զբաղեցրած փչում է ծովից դեպի ցամաք:
- 154.** Ճառագայթային ջերմափոխանակում հնարավոր է նաև վակուումում:
- 155.** Գետնի վրա:
- 156.** Ոչ: Ամպերը, կլանելով Երկրի ճառագայթած էներգիան, մասամբ հետ՝ Երկիր են վերադարձնում այն:
- 157.** Սևահողերում:
- 158.** Սևահողերը:
- 159.** Ճառագայթային ջերմափոխանակմամբ:
- 160.** Պարզ: Ամպերը պահպանում են Երկրի կլանած ջերմաքանակը (տե՛ս, օրինակ, խնդիր 156):
- 161.** Կաղնու փայտ:
- 162.** Գնդակի մեխանիկական էներգիան նվազեց 25 Ջ-ով: Գնդակ-տախտակ համակարգի ներքին էներգիան աճեց 25 Ջ-ով:
- 163.** 1333 Ջ, 48 ՄՋ:
- 164.** Արեգակը, մեր մոլորակի համար էներգիայի գրեթե միակ աղբյուրն է: Ոչ:
- 165.** Տաքանալու շնորհիվ մեծանում է գազի ներքին էներգիան, որը մասամբ փոխակերպվում է մխուցի մեխանիկական էներգիայի:
- 166.** Ճառագայթային ջերմափոխանակմամբ:
- 167.** Ոչ: Կոնվեկցիա տեղի է ունենում շնորհիվ տաքացած օդային զանգվածի վրա՝ շրջապատի սառը օդի կողմից

- ազդող արքիմեդյան ուժի. անկշռության պայմաններում արքիմեդյան ուժը հավասար է գրոյի:
- 168.** Պատվանդանին դրված գնդիկը տաքացնելու համար ավելի շատ ջերմություն է ծախսվում, քանի որ, բացի ներքին էներգիայից, մեծանում է այդ գնդիկի պոտենցիալ էներգիան:
- 169.** Այո, եթե սառույցին հավող մարմինն ունենա ավելի ցածր ջերմաստիճան:
- 170.** Ճառագայթային ջերմափոխանակման հետևանքով թերմոսի պատերից տեղի է ունենում էներգիայի առաքում: Էներգիան, ջերմահաղորդականությամբ, դուրս է «հոսում» նաև խցանի միջով:
- 171.** Ոչ: Հովհարիչն առաջացնում է օդի շարժում, իսկ շարժվող օդը, հանդիպելով մեր մարմնին, առաջացնում է մաշկից տեղի ունեցող գոլորշիացումը: Մաշկի խոնավության գոլորշիացման շնորհիվ մեր մաշկի ջերմաստիճանն իջնում է, մենք գովանում ենք:
- 172.** Անցավ այրման արգասիքներին:
- 173.** Այո: Արագ սեղմելով:
- 174.** 25կՋ-ով:
- 175.** 12,25°C:
- 176.** 10°C:
- 177.** Տաք ջուրը կորցրեց 2,1 ՄՋ ջերմաքանակ, սառը ջուրը ստացավ 2,1 ՄՋ ջերմաքանակ: Համաձայն ջերմափոխանակման օրենքի:
- 178.** 540 Ջ/(կգ°C):
- 179.** Արծաթ
- 180.** Ցամաքի տեսակարար ջերմունակությունը զգալիորեն փոքր է ջրի տեսակարար ջերմունակությունից: Ուստի արևի ճառագայթներից գետինն ավելի արագ է տաքանում, քան ջուրը: Ուստի ցերեկը ցամաքի ջերմաստիճանն ավելի բարձր է, քան ջրինը: Բարձր է նաև գետնին հավող օդի շերտերի ջերմաստիճանը: Իսկ տաք օդը, ընդարձակվելով, բարձրանում է վեր: Նրա տեղը զբաղեցնում է ծովից եկող սառն օդը՝ առաջացնելով մեղմ քամի՝ գեփյուռ, որը փչում է ծովից դեպի ցամաք: Գիշերը, ընդհակառակը, գետինն արագ է սառչում, իսկ ջուրը պահպանում է համեմատաբար բարձր ջերմաստիճանը: Ջեփյուռը փչում է ցամաքից դեպի ծով:
- 181.** Երկու գնդի տակ էլ կհավի միևնույն զանգվածով սառույց, քանի որ և՛ ցինկը, և՛ պղինձն ունեն միևնույն տեսակարար ջերմունակությունը:
- 182.** Ջրի ներքին էներգիան ավելի շատ կաճի, քան կաթսայինը, մոտավորապես 4,6 անգամ:
- 183.** 10°C-ով:
- 184.** Պողպատ:
- 185.** Գնդիկների մեխանիկական էներգիան փոխակերպվում է նրանց և շրջապատող մարմինների ներքին էներգիայի: Ոսկին ավելի շատ կտաքանա, քանի որ նրա ջերմունակությունը փոքր է պողպատի ջերմունակությունից:
- 186.** 2կգ:
- 187.** Պողպատ:
- 188.** 1760 Ջ-ով:
- 189.** Ջրի տաքացման գրաֆիկը I-ն է: Իրոք ժամանակի կամայական պահի ջրի և կաթսայի ջերմաստիճանները նույնն են: Հետևաբար, քանի որ

- զրի տեսակարար ջերմունակությունն ավելի մեծ է, քան ջուրն ավելի շատ ջերմաքանակ կկլանի:
- 190.** Ջուրը տաքացնելու համար անհրաժեշտ է ջերմաքանակը երկու անգամ ավելի շատ է:
- 191.** Գրաֆիկների համընկնումից հետոնում է, որ անոթի զանգվածը մեծ է ջրի զանգվածից:
- 192.** Ձեր օրգանիզմի ստացած ջերմաքանակը հավասար է 60°C -ից մինչև 37°C ջերմաստիճանը պաղելիս ջրի կորուցած ջերմաքանակին, որը 19320 Ջ է:
- 193.** Ոչ: Գդալների վերջնական ջերմաստիճանները հավասար են, ուստի ավելի շատ ջերմաքանակ ջրից կանցնի այն գդալին, որի տեսակարար ջերմունակությունն ավելի մեծ է, այն է՝ ալյումինե գդալին:
- 194.** $3,4^{\circ}\text{C}$ -ով:
- 195.** 143°C -ով:
- 196.** 30°C :
- 197.** Կոդքի վրա դնելիս, քանի որ այդ դեպքում գլանի՝ օդի հետ հավող մակերևույթի մակերեսն ավելի մեծ է:

- 198.** Այո, կատարում է: Իրոք, ջրամբարի հատակից վեր բարձրանալուն գուզընթաց ջրի հիդրոստատիկ ճնշումն ընկնում է: Պղպջակի ծավալը դրա հետևանքով մեծանում է: Գազը, հետևաբար, ընդարձակվում է՝ կատարելով աշխատանք արտաքին ուժերի նկատմամբ:

- 199.** 44% : Յուրում. t ժամանակում լամպի սպառած E էներգիան հավասար է՝ $E = Nt$ (N -ը լամպի հզորությունն է), իսկ ջրի կլանած ջերմաքանակը՝ $Q = cmDt$: Էներգիայի մնացած մասը, ճառագայթման տեսքով, հաղորդվում է շրջապատին: Այդ մասն է՝

$$\frac{E - Q}{E} = \frac{Nt - cmDt}{Nt}$$

Տեղադրելով
 $N = 60$ Վտ,
 $t = 5$ ր = 300 վ,
 $c = 4200$ Ջ/(կգ $^{\circ}\text{C}$),
 $m = 0,6$ կգ,
 $Dt = 4^{\circ}\text{C}$,
 կստանանք՝

$$\frac{E - Q}{E} = 0,44:$$

- 200.** $8,4$ կմ:
- 201.** Կասկար:
- 202.** $2,4^{\circ}\text{C}$:
- 203.** Ջուրը տաքացավ 1°C -ով:

ՉԼՈՒՄ V

- 204.** Ամենամեծը՝ գոլորշին, ամենափոքրը՝ սառույցը:
- 205.** Պնդացել է:
- 206.** Ոչ:
- 207.** Անագը՝ հեղուկ, ցինկը՝ հեղուկ, ալյումինը՝ պինդ:
- 208.** Հեղուկ վիճակի կանցնեն ջրածինը, թթվածինը, ազոտը, օդը, սպիրտը, սնդիկը, սառույցը:
- 209.** Վոլֆրամի:
- 210.** 1-ում՝ ոչ, 2-ում՝ այո:
- 211.** Սկսվեց 6-րդ բուլետին, ավարտվեց 10-րդ բուլետին, տևեց 4 բուլետ: Հալումը սկսեց 327°C ջերմաստիճանում: OA-ն՝ պինդ նյութի տաքացում, AB-ն՝ հալում, BC-ն՝ հեղուկի տաքացում:
- 212.** Երկաթը:
- 213.** Ոչ:
- 214.** Բրոնզը հալվում է ավելի ցածր ջերմաստիճանում:
- 215.** Թուջը երկաթի ածխածնի խառնուրդ է, և մոլեկուլային ձգողական ուժերն ավելի փոքր են:
- 216.** Պղինձը ջերմության լավ հաղորդիչ է, շրջապատից վերցնում է անհրաժեշտ ջերմաքանակ և հաղորդում սառույցին,

- որը թելի հպման տեղամասերում հավում է, և սառույցի կտրման պրոցեսն արագանում է: Կապրոնի ջերմահաղորդականությունը շատ փոքր է, և կտրման պրոցեսը շատ դանդաղ է ընթանում:
- 217.** Սահելիս չմուշկների և սառույցի միջև գոյանում է ջրի բարակ շերտ, որը և փոքրացնում է շփումը: Սառնամանիքներից ջրի շերտ չի գոյանում:
- 218.** Պինդ կտորը գյենք հալույթի մեջ: Եթե այն սուզվի, կնշանակի, որ պնդանալիս նրա խտությունը մեծացել է և ծավալը՝ փոքրացել: Իսկ չսուզվելիս՝ հակառակն է:
- 219.** ա) 100°C ,
բ) հեղուկի հովացում,
գ) պնդացում,
դ) 80°C -ում,
ե) 4 բուլբ, զ) ոչ,
է) պինդ նյութի հովացումը,
ը) 40°C :
- 220.** Ոչ:
- 221.** Յուսմունքները կփոքրանան: 2 անոթում, որովհետև սառույցի հալման համար լրացուցիչ ջերմաքանակ է անհրաժեշտ:

- 222.** $1,7 \cdot 10^6 \text{Ջ}$:
- 223.** Սառույցի հալման համար անհրաժեշտ ջերմաքանակը վերցվում է շրջապատի օդից:
- 224.** $7,5 \cdot 10^4 \text{Ջ}$:
- 225.** 6 կգ երկաթի:
- 226.** $19,1 \cdot 10^5 \text{Ջ}$:
- 227.** 6,176 կգ:
- 228.** $10,72 \cdot 10^5 \text{Ջ}$:
- 229.** $1,36 \cdot 10^5 \text{Ջ}$:
- 230.** Ոչ:
- 231.** Անգամ մինչև շատ բարձր ջերմաստիճանով տաքացված գազերի կողմից տրված ջերմաքանակի հաշվին (նրանց զանգվածի փոքրության պատճառով) հնարավոր չէ մեծ զանգվածով թնդանոթի փողը տաքացնել մինչև հալման ջերմաստիճան և դեռ հաղորդել հալման համար լրացուցիչ ջերմաքանակ:
- 232.** Սառույցի հալման տեսակարար ջերմության մեծ լինելն է, որը կարևոր նշանակության ունի բնության մեջ:
- 233.** «Սառույցը հալման պրոցեսում շրջապատող մարմիններից վերցնում է մեծ ջերմաքանակ»:
- 234.** $59 \cdot 10^5 \text{Ջ}$:
- 235.** $3,35 \cdot 10^4 \text{Ջ}$:
- 236.** Շշում, խցանի տակ

- կստեղծվի շարժուն հավասարակշռություն ջրի և գոլորշու միջև: Այդ տարածությունում կլինի հագեցած գոլորշի և ջրի մակարդակը փոփոխության չի ենթարկվի:
- 237.** Սնդիկի հագեցած գոլորշիներով:
- 238.** Ճշգրտումը պայմանավորված է ջրի մակերևույթին ջրային գոլորշիների ստեղծած ճնշման հաշվառմամբ:
- 239.** Քրոնքի գոլորշիացումն էներգիա է վերցնում մարդու մարմնից, և այն հովանում է:
- 240.** Թաց հագուստի ջուրը գոլորշիանում է մարդու մարմնի ներքին էներգիայի հաշվին:
- 241.** Ձեռքին արտաշնչելիս բերանից դուրս եկած գոլորշին խտանալով էներգիա է տալիս ձեռքին, իսկ փչելիս շարժվող օդը ձեռքից հեռացնում է տաք օդի շերտը և առաջացնում է սառնության զգացողություն:
- 242.** Ծորակի թարմ ջուրը, որովհետև նրանում առկա են շատ եռման կենտրոններ:

233. Նրա մեջ եղած ջուրը գոլորշիանում է և առաջացնում է ձայն: Փայտի այրումից առաջացած էներգիայի մի մասը ծախսվում է նրա մեջ եղած ջրի գոլորշիացման համար:

234. Մխոցի տակ առաջանում է հագեցած գոլորշի, որի ճնշումը հավասար է լինում մթնոլորտային ճնշմանը:

235. Այո, ջուրը կգոլորշիանա ցանկացած ջերմաստիճանում:

236. Տաքացվածը, որովհետև գոլորշիացումն արագ տեղի կունենա:

237. Հովապածից հեռանում է նրա խոնավության մի մասը:

238. Շիկացած սալիկը, տաքացնելով կաթիլի մակերևույթը, նրա շուրջը ստեղծում է գոլորշու թաղանթ: Այդ գոլորշին էլ կաթիլին վեր է թռցնում:

239. Մարմնի մի մակերևույթն ավելի արագ է չորանում, քան մյուսը, որի հետևանքով այն սեղմվում է:

250. Մարդու մարմինն արագ գերտաքանում է, քանի որ քրտնքի գոլորշիացում տեղի չի ունենում:

251. Եռման համար

անհրաժեշտ է էներգիայի հոսք, իսկ այստեղ երկու անոթներում էլ ջերմաստիճանը 100°C է: Արտաքին անոթից ներքինին էներգիա չի հաղորդվի, ուստի բաժակում ջուրը չի եռա:

252. Կիներտիկ էներգիաները նույնն են: Ներքին էներգիաները՝ տարբեր գոլորշունը մեծ է:

253. Սենյակային ջերմաստիճանում գոլորշիացնելիս ավելի շատ էներգիա կպահանջվի:

254. 2,5ր-ից հետո սկսեց եռալ և տևեց 2ր:

255. $1,255 \cdot 10^6 \text{Ջ}$:

256. $3,5 \cdot 10^6 \text{Ջ}$:

257. Ոչ (տես խնդիր 251):

258. Հայտնի, որ ծովի մակարդակից բարձրության աճման հետ մասին մթնոլորտային ճնշումը նվազում է: Մյուս կողմից, ճնշման փոքրացման հետ մեկտեղ, նվազում է ջրի եռման ջերմաստիճանը: Այս հանգամանքը երբեմն օգտագործում են լեռնագնացները վերելքի բարձրությունը որոշելու համար: Ճշգրիտ արդյունքներ ստացվում են, եթե օգտագործ-

վում են հատուկ աղյուսակներ, իսկ կոպիտ հաշվումների համար պետք է հիշել, որ յուրաքանչյուր 100մ բարձրանալիս ջրի եռման ջերմաստիճանը նվազում է $0,3^{\circ}\text{C}$ -ով:

259. Նեղ ծնկում ջրի մակարդակը կլինի ավելի բարձր, քան լայն ծնկում, որովհետև ժամանակի ընթացքում լայն ծնկում ջրի վրա կառաջանա գոլորշի, և ճնշումը կմեծանա:

260. Ջուրը միաժամանակ կեռա և կսառչի:

261. Նույն ջերմաստիճանի գոլորշին ունի ավելի մեծ ներքին էներգիա, քան ջուրը:

262. $2,7 \cdot 10^9 \text{Ջ}$:

263. Ոչ: Կանջատվի $16,33 \cdot 10^7 \text{Ջ}$:

264. 21,9կգ:

265. Թեյնիկի մեջ ջրի եռման ժամանակ ջրի և կափարիչի միջև կուտակված գոլորշու ճնշման տակ կափարիչը վերև է բարձրանում և, բաց թողնելով գոլորշու որոշակի բաժին՝ նորից ընկնում է ներքև, և այդ պրոցեսը կրկնվում է:

266. 4-3-2-1:

267. Սեղմման քայլի վերջում:

268. Ներքին այրման շարժիչում պոտենցիալ, իսկ շոգետուրքինում՝ կինետիկ էներգիան:

269. Ոչ: Աշխատած գոլորշունն ավելի ցածր է:

270. 30,4%:

271. 25%:

272. 20,12%:

273. Բնակության առողջ միջավայր ստեղծելու համար:

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ



ԳԼՈՒԽ I. ԿԻՆԵՄԱՏԻԿԱ

§1. Ներածություն	3
§2. Անհավասարաչափ շարժում: Միջին արագություն: Ակնթարթային արագություն	5
§3. Հավասարաչափ արագացող շարժում: Արագացում	10
§4. Հավասարաչափ արագացող շարժման արագություն: Արագության գրաֆիկը	12
§5. Ծանապարհը հավասարաչափ արագացող շարժման դեպքում	14
§6. Ազատ անկում	17
§7. Շրջանագծային հավասարաչափ շարժում	23
§8. Լաբորատոր աշխատանք 1. Հավասարաչափ արագացող շարժման արագացման որոշումը	25

ԳԼՈՒԽ II. ԴԻՆԱՄԻԿԱ

§9. Ներածություն	27
§10. Նյութոսնի առաջին օրենքը	28
§11. Նյութոսնի երկրորդ օրենքը	30
§12. Նյութոսնի երրորդ օրենքը	35
§13. Մարմնի իմպուլս	38
§14. Իմպուլսի պահպանման օրենքը	41
§15. Ռեակտիվ շարժում: Հրթիռային տեխնիկայի զարգացումը	44
§16. Էներգիա: Մեխանիկական էներգիա	47
§17. Կինետիկ էներգիա	49
§18. Պոտենցիալ էներգիա	53
§19. Մեխանիկական էներգիայի փոխակերպումները: Մեխանիկական էներգիայի պահպանման օրենքը	55
§20. Լաբորատոր աշխատանք 2. Մեխանիկական էներգիայի պահպանման օրենքի ուսումնասիրումը	60
§21. Շարժվող ջրի և քամու էներգիայի օգտագործումը	60

ԳԼՈՒԽ III. ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ՏՍՏԱՆՈՒՄՆԵՐ ԵՎ ԱԼԻՔՆԵՐ

§22. Գաղափար մեխանիկական տատանումների մասին	65
§23. Մարող և չմարող տատանումներ: Ազատ և հարկադրական տատանումներ	67
§24. Էներգիայի փոխակերպումները տատանողական շարժման ժամանակ	70
§25. Մաթեմատիկական և զսպանակավոր ճոճանակների սեփական տատանումների պարբերությունը	73
§26. Ռեզոնանսի երևույթը	79

§27. Մեխանիկական ալիքներ	83
§28. Ալիքի երկարություն և ալիքի տարածման արագություն: Ալիքի ուժգնություն	88
§29. Մեյսմական ալիքներ	92
§30. Չայնային ալիքներ	95
§31. Չայնի բնութագրերը՝ ձայնի ուժգնություն և սաստկություն, տոնի բարձրություն	97
§32. Արձագանք: Ենթաձայն և անդրաձայն	102
§33. Լաբորատոր աշխատանք 3. Թեկավոր ճոճանակի տատանումների ուսումնասիրումը	107

ՉԼՈՒԽ IV. ՆԵՐՔԻՆ ԷՆԵՐԳԻԱ

§34. Ներքին էներգիա	109
§35. Ներքին էներգիայի փոփոխման եղանակները	113
§36. Ջերմաքանակ: Ջերմաքանակի միավորը	118
§37. Ջերմահաղորդականություն	122
§38. Կոնվեկցիա	128
§39. Դառազայթային ջերմափոխանակում	132
§40. Տեսակարար ջերմունակություն	137
§41. Շրջապատից մարմնի կլանած կամ շրջապատին մարմնի տված ջերմության հաշվարկը: Ջերմային հաշվեկշռի հավասարումը	140
§42. Լաբորատոր աշխատանք 4. Պինդ մարմնի տեսակարար ջերմունակության չափումը	145

ՉԼՈՒԽ V. ՆՅՈՒԹԻ ԱԳՐԵԳԱՏԱՅԻՆ ՎԻՃԱԿՆԵՐԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆԸ

§43. Նյութի ագրեգատային վիճակները	147
§44. Բյուրեղային մարմինների հալումն ու պնդացումը	149
§45. Հալման տեսակարար ջերմություն	152
§46. Գոլորշիացում և խտացում	156
§47. Եռում: Եռման ջերմաստիճան	160
§48. Շոգեգոյացման տեսակարար ջերմություն	163
§49. Վառելիքի էներգիան	167
§50. Ջերմաշարժիչներ	169
§51. Շոգեմեքենայի և ավտոմեքենայի հայտնագործումը	173
§52. Ներքին այրման շարժիչներ	176
§53. Շոգետուրբին	178
ԽՆԴԻՐՆԵՐ	181
ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ՊԱՏԱՍԽԱՆՆԵՐ	203