ԹԵՄԱ 3. ՈՒՂՂԱԳԻԾ ԱՆՀԱՎԱՍԱՐԱՉԱՓ ՇԱՐԺՈՒՄ (12 ժամ)

ԴԱՍ 22. ԱՆՀԱՎԱՍԱՐԱՉԱՓ ՇԱՐԺՈՒՄ: ԱՆՀԱՎԱՍԱՐԱՉԱՓ ՇԱՐԺՄԱՆ ՄԻՋԻՆ ԵՎ ԱԿՆԹԱՐԹԱՅԻՆ ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

22.1. Դասագրքային նյութ

Ղազարյան Է., Կիրակոսյան Ա., Մելիքյան Գ., Մամյան Ա., Մաիլյան Ս., Ֆիզիկա. ավագ դպրոցի 10-րդ դասարանի դասագիրք ընդհանուր և բնագիտամաթեմատիկական հոսքերի համար: Երևան, «Էդիթ Պրինտ», 2019, § 14 (էջ 44-46):

22.2. Էլեկտրոնային աղբյուրներ

http://esource.armedu.am/app/?subject=6&grade=4#72,24643

ԴԱՍ 23. ՀԱՎԱՍԱՐԱՉԱՓ ՓՈՓՈԽԱԿԱՆ ՇԱՐԺՈՒՄ: ԱՐԱԳԱՑՈՒՄ

23.1. Երաշխավորություններ դասագրքային նյութի օգտագործման վերաբերյալ

Ղազարյան Է., Կիրակոսյան Ա., Մելիքյան Գ., Մամյան Ա., Մաիլյան Ս., Ֆիզիկա. ավագ դպրոցի 10-րդ դասարանի դասագիրք ընդհանուր և բնագիտամաթեմատիկական հոսքերի համար: Երևան, «Էդիթ Պրինտ», 2019, § 15 (էջ 50-53):

23.2. Էլեկտրոնային աղբյուրներ

http://physics.bu.edu/~duffy/sims.html
http://physics.bu.edu/~duffy/sims.html

ԴԱՍ 24. ՈՒՂՂԱԳԻԾ ՀԱՎԱՍԱՐԱՉԱՓ ՓՈՓՈԽԱԿԱՆ ՇԱՐԺՄԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՀԱՎԱՍԱՐՈՒՄՆԵՐԸ

24.1. Դասագրքային նյութ

Ղազարյան Է., Կիրակոսյան Ա., Մելիքյան Գ., Մամյան Ա., Մաիլյան Ս., Ֆիզիկա. ավագ դպրոցի 10-րդ դասարանի դասագիրք ընդհանուր և բնագիտամաթեմատիկական հոսքերի համար: Երևան, «Էդիթ Պրինտ», 2019, § 16 (էջ 53-56):

ԴԱՍ 25. ՁԵՎԱՎՈՐՈՂ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄ

ԴԱՍ 26. ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄ

26. 1. Էլեկտրոնային նյութեր

https://sovorir.am/site/lesson/id/2082

26.2. Դասագրքային նյութ

Ղազարյան Է., Կիրակոսյան Ա., Մելիքյան Գ., Մամյան Ա., Մաիլյան Ս., Ֆիզիկա. ավագ դպրոցի 10-րդ դասարանի դասագիրք ընդհանուր և բնագիտամաթեմատիկական հոսքերի համար, Երևան, «Էդիթ Պրինտ», 2019, էջ 47-49:

26.3. Դասագրքային նյութը լրացնող օժանդակ աղբյուրներ

Ալավերդյան Ռ., Ղազարյան Է., Մելիքյան Գ., Նինոյան Ժ., Պետրոսյան Ա., Ֆիզիկա. պետական ավարտական և միասնական քննությունների առաջադրանքների շտեմարան, մաս 1, մաս 2: Երևան, «Էդիթ Պրինտ», 2019:

26.4. Հիմնական մեծություններն ու բանաձևերը

Մեծությունը		Միավորը	Բանաձևեր
Ժամանակ	t	1 վ	$t=\frac{v_x-v_{0x}}{a_x}$
Սկզբնական արագություն	v_{0x}	1 մ/վ	$v_{0x}=v_x-a_xt$
Վերջնական արագություն	v_x	1 մ/վ	$v_x=v_{0x}+a_xt$
Արագացում	a_x	1 մ/վ^2	$a_x=\frac{v_x-v_{0x}}{t}$
Տեղափոխություն	s_x	1 մ	$s_x=v_{0x}t+\frac{a_xt^2}{2}$ $s_x=\frac{v_x^2-v_{0x}^2}{2a_x}$ $s_x=\frac{v_{0x}+v_x}{2}\cdot t$
Կոորդինատ	x	1 մ	$x=x_0+v_{0x}t+\frac{a_xt^2}{2}$

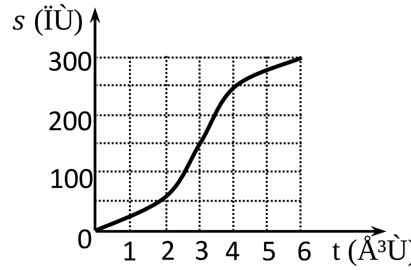
26.5. Խնդիրների լուծման օրինակներ

1. *Ապացուցել, որ առանց սկզբնական արագության ուղղագիծ հավասարաչափ արագացող շարժում կատարող մարմնի անցած ճանապարհները հարաբերում են ինչպես կենտ թվերը:*

Մարմինն առաջին t_0 ժամանակամիջոցում կանցնի $s_1=\frac{at_0^2}{2}$ ճանապարհ: Երկրորդ t_0 ժամանակամիջոցում անցած ճանապարհը՝ $s_2=\frac{a(2t_0)^2}{2}-\frac{at_0^2}{2}=\frac{3at_0^2}{2}$: Նմանապես, կամայական n-րդ t_0

ժամանակամիջոցում անցած ճանապարհը՝ $s_n = \frac{a(nt_0)^2}{2} - \frac{a[(n-1)t_0]^2}{2} = (2n-1)\frac{at_0^2}{2}$: *Այս հավասարումներն* անդամ առ անդամ բաժանելով իրար վրա՝ կստանանք՝ $s_1 : s_2 : s_3 : \ldots = 1:3:5: \ldots$:

2. *Նկ. 27-ում պատկերված է ավտոմեքենայի անցած ճանապարհի՝ ժամանակից կախումն արտահայտող գրաֆիկը: Որքա՞ն է ավտոմեքենայի ճանապարհային միջին արագությունը 6 ժամում:*



Նկ. 27

Գրաֆիկից հետևում է, որ 6 ժամում մարմինն անցել է 300 մ ճանապարհ, հետևաբար նրա միջին ճանապարհային արագությունը՝ $v_{▯▯▯} = 50$ կմ/ժ:

3. *Մարմինը, շարժվելով ուղղագիծ հավասարաչափ, 5 վ-ում անցնում է 25 մ ճանապարհ, որից հետո սկսում է կատարել ուղղագիծ հավասարաչափ արագացող շարժում և հաջորդ 5 վ-ում անցնում 125 մ ճանապարհ: Որքա՞ն է մարմնի վերջնական արագությունը: Որքա՞ն է մարմնի միջին արագությունն ամբողջ ճանապարհին:*

$t_1 = 5$ վ
$s_1 = 25$ մ
$t_2 = 5$ վ
$s_2 = 125$ ▯

v−?
$v_{▯▯▯}$−?

Մարմնի վերջնական արագությունը որոշենք $s_2 = \frac{v+v_0}{2} \cdot t$ բանաձևից, որտեղ

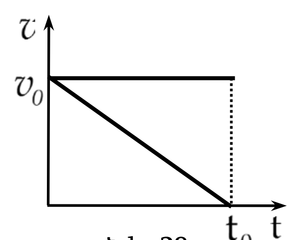
$$v_0 = s_1/t_1: \; v = \frac{2s_2}{t_2} - \frac{s_1}{t_1} = 45 \text{ մ/վ:}$$

Ամբողջ ճանապարհին մարմնի միջին արագությունը որոշվում է այդ ճանապարհի և այն անցնելու ժամանակի հարաբերությամբ՝

$$v_{▯▯▯} = \frac{s_1+s_2}{t_1+t_2} = 15 \text{ մ/վ:}$$

4. *Հավասարաչափ շարժվող գնացքից անջատվում է վերջին վագոնը և կատարում է հավասարաչափ դանդաղող շարժում, իսկ գնացքը շարունակում է շարժվել նույն արագությամբ: Ինչպե՞ս են հարաբերում գնացքի և վագոնի անցած ճանապարհները մինչև վագոնի կանգ առնելը:*

Եթե գնացքի արագությունը $\boldsymbol{v_0}$ է, իսկ անջատված վագոնի շարժման ժամանակը՝ t_0, ապա $s_1 = v_0 t_0$, $s_2 = v_0 t_0/2$, հետևաբար $s_1 : s_2 = 2:1$: Այս արդյունքն առավել ակնառու է շարժման գրաֆիկական պատկերից: Գնացքի անցած ճանապարհը հավասար է նկ. 28-ում պատկերված ուղղանկյան մակերեսին, իսկ վագոնի անցած ճանապարհը՝ եռանկյան մակերեսին:



Նկ. 28

5. *Կրակելիս հրանոթի փողում արկի շարժումը կարելի է համարել հավասարաչափ արագացող: Փողի ո՞ր տեղամասում արկի արագության փոփոխությունը կլինի ավելի մեծ. ա. փողի երկարության առաջին կեսում, բ. փողի երկարության երկրորդ կեսում:*

Հավասարաչափ արագացող շարժում կատարող մարմնի արագության փոփոխությունը որևէ Δt ժամանակամիջոցում կլինի $\Delta v = a\Delta t$: Փողի երկրորդ կեսը արկն անցնում է ավելի կարճ ժամանակամիջոցում, քանի որ դրա յուրաքանչյուր կետում արագությունն ավելի մեծ է, քան առաջին կեսում, ուստի առաջին կեսում արագության փոփոխությունը կլինի ավելի մեծ:

Դրանում կարելի է համոզվել նաև անմիջական հաշվարկների միջոցով: Քանի որ արկի սկզբնական արագությունը հավասար է զրոյի, ապա փողից դուրս գալիս նրա արագությունը կլինի $v_2 = \sqrt{2al}$, իսկ փողի միջնակետում՝ $v_1 = \sqrt{al}$, որտեղ a-ն արկի արագացումն է, l-ը՝ փողի երկարությունը: Փողի առաջին կեսում արկի արագության փոփոխությունը՝ $(\Delta v)_1 = \sqrt{al}$, իսկ երկրորդ կեսում՝ $(\Delta v)_2 = \sqrt{2al} - \sqrt{al} = \sqrt{al}(\sqrt{2} - 1)$: Քանի որ $(\sqrt{2} - 1)$-ը մեկից փոքր թիվ է, ապա $(\Delta v)_2 > (\Delta v)_1$:

Խնդիրը կարելի է լուծել նաև գրաֆիկական եղանակով՝ հաշվի առնելով, որ մարմնի անցած ճանապարհը թվապես հավասար է արագության գրաֆիկով սահմանափակված պատկերի մակերեսին:

6. *Կայարանից շարժվող գնացքի առաջին վագոնը դիտողի մոտով անցնում է 10 վ-ում: Մինչ գնացքի մեկնումը դիտողն այդ վագոնի սկզբի մոտ էր: Վագոնների միջև հեռավորությունն անտեսել, իսկ գնացքի շարժումը համարել հավասարաչափ արագացող: Դիտողի մոտով որքա՞ն ժամանակում կանցնի 4 միատեսակ վագոնից բաղկացած գնացքը: Դիտողի մոտով որքա՞ն ժամանակում կանցնի 4-րդ վագոնը:*

$t_1 = 10$ վ	Եթե մեկ վագոնի երկարությունը նշանակենք l-ով, իսկ դիտողի մոտով 4 վագոնի անցման ժամանակը՝ t_4-ով, ապա կունենանք՝
$t_4 - ?$ $\Delta t_4 - ?$	

$$\begin{cases} l = at_1^2/2 \\ 4l = at_4^2/2 \end{cases}:$$

Այս հավասարումները բաժանելով իրար վրա՝ կստանանք՝ $t_4 = 2t_1 = 20$ վ: Դիտողի մոտով 4-րդ վագոնի անցման ժամանակը կլինի՝ $\Delta t_4 = t_4 - t_3$, որտեղ t_3-ը դիտողի մոտով 3 վագոնի անցման ժամանակն է: Վերջինս որոշվում է նույն եղանակով, ինչ t_4-ը՝ $t_3 = \sqrt{3}t_1$: Այսպիսով՝

$$\Delta t_4 = \left(2 - \sqrt{3}\right)t_1 = 3 \text{ վ}:$$

ԴԱՍ 27. ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄ

27.1. Դասագրքային նյութ

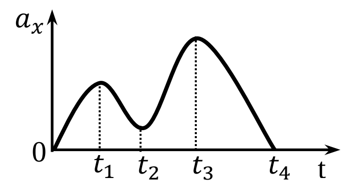
Ղազարյան Է., Կիրակոսյան Ա., Մելիքյան Գ., Մամյան Ա., Մաիլյան Ս., Ֆիզիկա. ավագ դպրոցի 10-րդ դասարանի դասագիրք ընդհանուր և բնագիտամաթեմատիկական հոսքերի համար: Երևան, «Էդիթ Պրինտ», 2019, էջ 60-62:

27.2. Դասագրքային նյութը լրացնող օժանդակ աղբյուրներ

Ալավերդյան Ռ., Ղազարյան Է., Մելքյան Գ., Նինոյան Ժ., Պետրոսյան Ա., Ֆիզիկա. պետական ավարտական և միասնական քննությունների առաջադրանքների շտեմարան, մաս 1, մաս 2, մաս 3: Երևան, «Էդիթ Պրինտ», 2019:

27.3. Խնդիրների լուծման օրինակներ

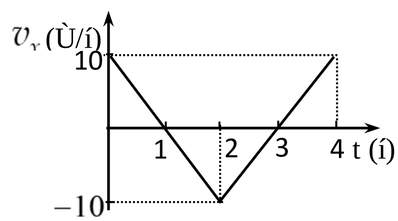
1. *Նկ. 29-ում պատկերված է դադարի վիճակից ուղղագիծ շարժում կատարող մարմնի արագացման a_x պրոյեկցիայի կախումը t ժամանակից: Նշված ժամանակի ո՞ր պահին արագությունն ունի ավելի մեծ արժեք:*



Նկ. 29

Քանի որ մարմնի սկզբնական արագությունը զրո է, իսկ արագացման պրոյեկցիան միշտ դրական է, ապա մարմնի արագությունը ժամանակի ընթացքում միշտ աճում է, հետևաբար այն ամենամեծ արժեքը կընդունի t_4 պահին:

2. *Նկ. 30-ում պատկերված է X առանցքով շարժվող նյութական կետի արագության պրոյեկցիայի՝ ժամանակից կախումն արտահայտող գրաֆիկը: Որքա՞ն է տեղափոխության մոդուլը առաջին 3 վ-ում:*



Նկ. 30

Մարմնի կատարած տեղափոխության պրոյեկցիան թվապես հավասար է արագության գրաֆիկով և կոորդինատային առանցքներով սահմանափակված պատկերի մակերեսին: Պետք է հաշվի առնել նաև, որ բացասական v_x-երի դեպքում հաշվարկված մակերեսը պետք է վերցնել բացասական նշանով: Դիտարկվող դեպքում հաշվի առնելով առաջին 3 վ-ում արագության գրաֆիկի համապատասխան տեղամասը, կստանանք՝

$s_x = \frac{1\cdot10}{2} - \frac{2\cdot10}{2}$ =-10 մ: Տեղափոխության մոդուլը՝ $s = |s_x| = 10$ մ:

3. *Մարմինը 20 մ/վ սկզբնական արագությամբ սկսում է վեր սահել թեք հարթությամբ: Մարմնի արագացման մոդուլը բարձրանալիս և իջնելիս 1 մ/վ² է:*
   1) *Որքա՞ն կլինի մարմնի անցած ճանապարհը մինչ այն պահը, երբ նրա արագությունը հավասարվում է զրոյի:*
   2) *Որքա՞ն է մարմնի կատարած տեղափոխության մոդուլը շարժման սկզբից 30 վ անց:*
   3) *Որքա՞ն է մարմնի անցած ճանապարհը շարժման սկզբից 30 վ անց:*

$v_0 = 20$ մ/վ
$a = 1$ մ/վ²
$t = 30$ վ

$s_1 - ?$
$s = ?$

$l-?$

Ամենաբարձր կետում մարմնի արագությունը հավասարվում է զրոյի: Մինչ այդ պահը մարմնի անցած ճանապարհը կլինի՝ $s_1 = \frac{v_0^2}{2a} = 200$ մ: Վերելքի ժամանակը՝ $t_1 = \frac{v_0}{a} = 20$ վ: Ստանում ենք, որ մարմինը շարժման 30 վ-ից 20 վ-ում բարձրանում և 10 վ իջնում է: Իջնելիս մարմնի անցած ճանապարհը՝ $s_2 = \frac{a(t-t_1)^2}{2} = 50$ մ: Արդյունքում մարմնի կատարած տեղափոխության մոդուլը՝ $s = s_1 - s_2 = 150$ �, իսկ անցած ճանապարհը՝ $s = s_1 + s_2 = 250$ մ:

4. *X առանցքով շարժվող նյութական կետի շարժման հավասարումը $x = 2 - 3t + 0{,}1t^2$, որտեղ մեծություններն արտահայտված են ՄՀ-ի համապատասխան միավորներով:*
   1) *Որքա՞ն է նյութական կետի արագության պրոյեկցիայի մոդուլը շարժման սկզբից 5 վ անց:*
   2) *Ժամանակի ո՞ր պահին նյութական կետի արագությունը հավասար կլինի զրոյի:*
   3) *Որքա՞ն է նյութական կետի տեղափոխության մոդուլը ժամանակի 0-30 վ միջակայքում:*
   4) *Որքա՞ն է նյութական կետի անցած ճանապարհը ժամանակի 0-30 վ միջակայքում:*

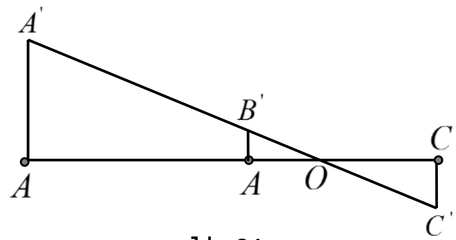
$\mathrm{x} = 2 - 3\mathrm{t} + 0{,}1\mathrm{t}^2$ հավասարումը համեմատելով մարմնի հավասարաչափ արագացող շարժումը նկարագրող $\mathrm{x} = x_0 + v_{0x}\mathrm{t} + \frac{a_x t^2}{2}$ հետ՝ կստանանք, որ նրա սկզբնական կոորդինատը՝ $x_0 = 2$ �, սկզբնական արագության պրոյեկցիան՝ $v_{0x} = -3$ մ/վ, իսկ արագացման պրոյեկցիան՝ $a_x = 0{,}2$ մ/վ²:

Արագության պրոյեկցիան որոշվում է $v_x = v_{0x} + a_x t$ բանաձևով: Շարժման սկզբից 5 վ անց այն հավասար կլինի -2 մ/վ, իսկ նրա մոդուլը՝ $v = 2$ մ/վ: Նշված բանաձևում ընդունելով $v_x = 0$, կստանաք՝ $v_{0x} + a_x t = 0$, որտեղից $t = -\frac{v_{0x}}{a_x} = 15$ վ:

Տեղափոխության պրոյեկցիան որոշվում է $s_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ բանաձևով: Տեղադրելով թվային արժեքները, կստանանք՝ $s = |s_x| = 0$:

Ամբողջ շարժման ընթացքում մարմինը, առաջին 15 վ-ում, շարժվելով առանցքին հակառակ ուղղությամբ, կատարում է հավասարաչափ դանդաղող շարժում և, անցնելով է $l = \frac{v_0^2}{2a} = 22{,}5$ մ ճանապարհ, կանգ է առնում և հաջորդ 15 վ-ում՝ կատարելով հավասարաչափ արագացող շարժում, հակառակ ուղղությամբ անցնում է նույնքան ճանապարհ: Ուստի նրա անցած ընդհանուր ճանապարհը կլինի 45 մ:

5. *Իրարից հավասար հեռավորությունների վրա դասավորված երեք կետեր ժամանակի սկզբնական պահին գտնվում են միևնույն հորիզոնականի վրա: A կետը հաստատուն v արագությամբ շարժվում է ուղղաձիգ դեպի վեր, իսկ C կետը՝ առանց սկզբնական արագությամբ ուղղաձիգ դեպի ներքև a արագացմամբ: Ինչպե՞ս պետք է շարժվի B կետը, որպեսզի բոլոր երեք կետերը ժամանակի ցանկացած պահին գտնվեն մեկ ուղղի վրա:*



Նկ. 31

Ըստ խնդրի պայմանի (նկ. 31)՝ $AA' = vt$, $CC' = at^2/2$: $A'AO$ և $B'BO$ եռանկյունների նմանությունից՝

$$\frac{AA'}{BB'} = \frac{AB+BO}{BO} = \frac{AB}{BO} + 1, \qquad \frac{CC'}{BB'} = \frac{AB-BO}{BO} = \frac{AB}{BO} - 1:$$

Այս երկու հավասարումներից՝ $BB' = \frac{AA'-CC'}{2} = \frac{vt}{2} - \frac{at^2}{4}$: Հետևաբար B կետը պետք է կատարի ուղղաձիգ դեպի վեր ուղղված $v/2$ սկզբնական արագությամբ և $a/2$ արագացմամբ հավասարաչափ դանդաղող շարժում: Հասնելով $v^2/4a$ բարձրության՝ այն կանգ է առնում և շարժվում հակառակ ուղղությամբ:

6. *Ուղղագիծ հավասարաչափ փոփոխական շարժում կատարող մարմինն առաջին 12 մ-ն անցավ 1 վայրկյանում, իսկ հաջորդ 12 մ-ը՝ 2 վայրկյանում:*
   1) *Որքա՞ն է մարմնի սկզբնական արագությունը:*
   2) *Որքա՞ն է մարմնի արագացման մոդուլը:*
   3) *Որքա՞ն է մարմնի արագությունը երկրորդ տեղամասի վերջում:*
   4) *Որքա՞ն ժամանակ անց մարմինը կանգ կառնի:*

$\mathrm{s_1 = s_2 = s = 12}$ մ
$\mathrm{t_1 = 1}$ ▯
$\mathrm{t_2 = 2}$ ▯
$\mathrm{v_0 - ?}$
$\mathrm{a = ?}$
$\mathrm{v_2 - ?}$
$\mathrm{t_0 - ?}$

Խնդրի պայմանից հետևում է, որ մարմնի շարժումը հավասարաչափ դանդաղող է: Գրենք t_1 և $t_1 + t_2$ ժամանակամիջոցներում մարմնի անցած ճանապարհների բանաձևերը՝

$$\begin{cases} \mathrm{s = v_0 t_1 - \frac{at_1^2}{2}} \\ \mathrm{2s = v_0(t_1 + t_2) - \frac{a(t_1+t_2)^2}{2}} \end{cases} \quad \text{կամ} \quad \begin{cases} \mathrm{12 = v_0 - a/2} \\ \mathrm{24 = 3v_0 - 9a/2} \end{cases}:$$

Լուծելով հավասարումների համակարգը, կստանանք, որ մարմնի սկզբնական արագությունը $\mathrm{v_0 = 14}$ մ/վ, իսկ արագացման մոդուլը՝ $\mathrm{a = 4}$ ▯/▯²:

Երկրորդ տեղամասի վերջում մարմնի արագությունը՝ $\mathrm{v_2 = v_0 - a(t_1 + t_2) = 2}$ մ/վ: Մարմինը կանգ առնելիս $\mathrm{v = v_0} - at_0 = 0$, որտեղից՝ $\mathrm{t_0 = 3{,}5}$ վ:

ԴԱՍ 28. ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԻ ԿԱՏԱՐՄԱՆ ԸՆԹԱՑՔՈՒՄ ՉԱՓՄԱՆ ՍԽԱԼԱՆՔԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ

Ֆիզիկայի լաբորատոր աշխատանքների կատարումը ենթադրում է տարբեր ֆիզիկական մեծությունների չափում և ստացված արդյունքների հետագա մշակում: Բնականաբար չեն կարող լինել չափման բացարձակ ճշգրիտ արդյունքներ հիմնականում երկու պատճառով:

- գոյություն չունեն բացարձակ ճշգրիտ չափիչ սարքեր և գործիքներ,
- չափման իրականացումն անխուսափելիորեն հանգեցնում է չափվող մեծության որոշակի փոփոխության (օրինակ՝ ջերմաչափով չափում ենք ոչ թե մարմնի ջերմաստիճանը, այլ մարմնի և ջերմաչափի ջերմային հավասարակշռության ջերմաստիճանը):

Իրականացված չափումների և հաշվարկների սխալանքի ճիշտ գնահատումը հնարավորություն է տալիս պարզելու ստացված արդյունքների հավաստիությունն ու հուսալիությունը:

ՉԱՓՄԱՆ ԲԱՑԱՐՁԱԿ ՍԽԱԼԱՆՔ

Ենթադրենք՝ կշեռքով չափելիս մարմնի զագվածի համար ստացվել է 1 կգ արժեքը: Կարելի՞ է արդյոք վստահ լինել, որ մարմնի զանգվածը ճշգրիտ համընկնում է 1 կգ-ի չափանմուշի զանգվածի հետ: Տեսականորեն թերևս այո, սակայն իրականում մարմնի զանգվածը որոշվել է իրական չափիչ սարքով (կշեռքով), հետևաբար առկա է որոշակի սխալանք: Ուստի 1կգ-ն մարմնի զանգվածի մոտավոր արժեքն է՝ $\overline{m}$: Զանգվածի իրական արժեքը որոշել հնարավոր չէ, կարելի է նշել միայն ստացված մոտավոր արժեքի հավաստիության որոշակի տիրույթ, որում ընկած է մարմնի զանգվածի իրական արժեքը: Այդ տիրույթի սահմանը նշանակվում է Δm և կոչվում է բացարձակ սխալանքի սահման (կամ պարզապես՝ բացարձակ սխալանք): Հետևաբար մեր մարմինը կարող է ինչպես մեծ, այնպես էլ փոքր լինել չափանմուշի զանգվածից, կախված նրանից, թե $[\overline{m} - \Delta m,\ \overline{m} + \Delta m]$ տիրույթի որ մասում է գտնվում չափանմուշի զանգվածը: Այսպիսով, բացարձակ սխալանքը ցույց է տալիս, թե չափվող մեծության՝ փորձարարին անհայտ իրական արժեքը որքանով կարող է տարբերվել չափման արդյունքում ստացված մեծությունից: Հաշվի առնելով բացարձակ սխալանքը՝ չափման արդյունքը գրանցվում է հետևյալ կերպ.

$$m = \overline{m} \pm \Delta m :$$

ՉԱՓՄԱՆ ՀԱՐԱԲԵՐԱԿԱՆ ՍԽԱԼԱՆՔ

Չափման բացարձակ սխալանքի մեծությունն այնուամենայնիվ լիարժեք չի բնութագրում մեր չափումների որակը: Եթե, օրինակ, նույն 1սմ բացարձակ սխալանքով չափել ենք երեխայի հասակը՝ ստանալով (160 ± 1) սմ արդյունք, և նրա ցուցամատի հաստությունը՝ ստանալով (2 ± 1) սմ արդյունք, ապա ակնհայտորեն չափման որակը առաջին դեպքում զգալիորեն բարձր է:

Իրականացված չափումը որակապես գնահատում է ε հարաբերական սխալանքը, որը ցույց է տալիս, թե չափման $\bar{x}$ մոտավոր արժեքի որ մասն է կազմում Δx բացարձակ սխալանքը.

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{\bar{x}} :$$

Լաբորատոր աշխատանքներ կատարելիս առանձնացվում են սխալանքի հետևյալ տեսակները.

- Ուղղակի (անմիջական) չափման սխալանք,

- Անուղղակի (միջնորդավորված) չափման սխալանք,
- Պատահական սխալանք,
- Օրինաչափ (սիստեմատիկ) սխալանք:

ՈՒՂՂԱԿԻ ՉԱՓՄԱՆ ՍԽԱԼԱՆՔ

Ուղղակի չափման ժամանակ արդյունքն անմիջականորեն վերցվում (կարդացվում) է չափիչ սարքի սանդղակից: Որպես կանոն, համարվում է, որ ուղղակի չափման սխալանքը հավասար է չափասարքի սխալանքին, որը որոշվում է արտադրող գործարանում (իրականում պետք է գումարել նաև գրանցման սխալը, որը հիմնականում հավասար է սանդղակի բաժանմունքի կեսին): Ֆիզիկայի լաբորատորիայում հաճախակի օգտագործվող չափասարքերի բացարձակ սխալանքը ներկայացված է աղյուսակում:

Չափասարք	Չափման սահման	Բաժանմունքի արժեք	Սարքի սխալանք
Աշակերտական քանոն	Մինչև 30 սմ	1 մմ	± 1 մմ
Գծագրական քանոն	Մինչև 50 սմ	1 մմ	± 0,2 մմ
Գործիքաքանոն (պողպատյա)	Մինչև 30 սմ	1 մմ	± 0,1 մմ
Ցուցադրական քանոն	100 սմ	1 սմ	± 0,5 սմ
Չափերիզ	150 սմ	0,5 սմ	± 0,25 սմ
Չափագլան	Մինչև 250 մլ	1 մլ	± 1 մլ
Ձողակարկին	150 մմ	0,1 մմ	± 0,05 մմ
Միկրոմետր	25 մմ	0,01 մմ	± 0,005 մմ
Ուժաչափ աշակերտական	4 Ն	0,1 Ն	± 0,05 Ն
Էլեկտրոնային վայրկենաչափ	100 վ	0,01 վ	± 0,01 վ
Բարոմետր-անէրոիդ	720-780 մմ.սնդ.սյ.	1 մմ.սնդ.սյ.	± 3 մմ.սնդ.սյ.
Ջերմաչափ սպիրտային	0-100°C	1°C	± 1°C
Ջերմաչափ սնդիկային	Մինչև 250°C	1°C	± 0,5°C
Ամպերաչափ դպրոցական	2 Ա	0,1 Ա	± 0,05 Ա
Վոլտաչափ դպրոցական	6 Ա	0,2 Ա	± 0,15 Ա

ԱՆՈՒՂՂԱԿԻ ՉԱՓՄԱՆ ՍԽԱԼԱՆՔ

Եթե փորձի արդյունքը որոշվում է հաշվարկների հիման վրա, չափումն անվանում են անուղղակի (օրինակ մարմնի իմպուլսի որոշումը $p = mv$ բանաձևով՝ չափելով զանգվածն ու արագությունը, կամ խտության որոշումը $\rho = m/v$ բանաձևով՝ չափելով զանգվածն ու ծավալը):

Անուղղակի չափման սխալանքը որոշելիս պետք է հաշվի առնել, թե ինչ տեսք ունի կիրառվող բանաձևը: Ընդհանրապես դա բավականին բարդ է, ուստի առավել հաճախակի հանդիպող դեպքերի համար առաջարկվում է օգտվել ստորև ներկայացված աղյուսակից:

Ֆունկցիայի տեսքը	Հարաբերական սխալանք
$x = A \pm B$	$\varepsilon_x = \frac{\Delta A + \Delta B}{A \pm B}$
$x = AB$	$\varepsilon_x = \varepsilon_A + \varepsilon_B = \frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B}$
$x = \frac{A}{B}$	$\varepsilon_x = \varepsilon_A + \varepsilon_B = \frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B}$
$x = A^n$	$\varepsilon_x = n\varepsilon_A = \frac{n\Delta A}{A}$
$x = \sqrt[n]{A}$	$\varepsilon_x = \frac{1}{n}\varepsilon_A = \frac{\Delta A}{nA}$
$x = \frac{1}{A} \pm \frac{1}{B}$	$\varepsilon_x = \frac{\frac{\Delta A}{A^2} + \frac{\Delta B}{B^2}}{1/A \pm 1/B}$
$x = \sin A$	$\varepsilon_x = ctgA\, \Delta A$
$x = \cos A$	$\varepsilon_x = tgA\, \Delta A$
$x = \mathrm{tg}\, A$	$\boldsymbol{\varepsilon_x = \frac{2\Delta A}{sin2A}}$

Աղյուսակի կիրառումը ներկայացնենք օրինակի վրա: Դիցուք X ֆիզիկական մեծությունը որոշվում է

$$x = \frac{k + m}{p}$$

բանաձևով, ընդ որում k, m և p մեծությունները որոշվել են ուղղակի չափումներով, իսկ նրանց բացարձակ շեղումներն են համապատասխանաբար $\Delta k, \Delta m, \Delta p$: Տեղադրելով չափման արդյունքները՝ ստանում ենք *X* ֆիզիկական մեծության մոտավոր արժեքը՝ $\bar{x}$:

Այնուհետև աղյուսակի օգնությամբ անհրաժեշտ է հաշվարկել անուղղակի չափման ε_x հարաբերական սխալանքը, չնայած առաջին հայացքից այնտեղ համապատասխան բանաձևը բացակայում է: Սակայն նկատենք, որ որոնելի արժեքը կարելի է ստանալ որպես A = k + m և B = p մեծությունների հարաբերություն և օգտվել աղյուսակի 3-րդ տողից.

$\varepsilon_x = \varepsilon_A + \varepsilon_B$ կամ՝ $\varepsilon_x = \varepsilon_{k+m} + \varepsilon_p$:

Աղյուսակի 1-ին տողից՝ $\varepsilon_{k+m} \frac{\Delta k + \Delta m}{k+m}$:

Հետևաբար՝ $\varepsilon_x = \frac{\Delta k + \Delta m}{k+m} + \frac{\Delta p}{p}$: .

Բացարձակ սխալանքը գտնելու համար կօգտվենք $\varepsilon = \frac{\Delta x}{\bar{x}}$ բանաձևից, որտեղից՝

$$\Delta x = \varepsilon \bar{x}:$$

Վերջնական արդյունքը գրառվում է հետևյալ տեսքով.

$$\Delta x = \bar{x} \pm \Delta x:$$

Հարկ է նշել, որ վերջնական արդյունքի տասնորդական գրառման մեջ ստորակետից հետո շատ թվանշաններ չի կարելի թողնել: Օրինակ, արագության որոշման դեպքում գրառելով V = 0,56032 ± 0,028 մ/վ արդյունք, մենք ակամայից ցույց ենք տալիս, որ կարողացել ենք չափումը կատարել հազար անգամ ավելի ճշգրիտ, քան թույլ են տալիս չափասարքերը: Խորհուրդ է տրվում բացարձակ սխալանքի ստացվող արժեքը կլորացնել մինչև առաջին իմաստալից թվանշանը (տվյալ դեպքում՝ ΔV = 0,03 մ/վ), իսկ մոտավոր արժեքի գրառման մեջ այնքան իմաստալից թվանշան, որքան կա բացարձակ շեղման մեջ (տվյալ դեպքում՝ V = 0,56 ± 0,03 մ/վ):

ՕՐԻՆԱՉԱՓ (ՍԻՍՏԵՄԱՏԻԿ) ՍԽԱԼԱՆՔ

Օրինաչափ սխալանքները պայմանավորված են զանազան գործոններով. չափասարքն ազդում է փորձարարական սխեմայում ընթացող պրոցեսների վրա; չափումների մեթոդաբանությունը չունի բավարար կոռեկտություն; չափասարքերի ցուցմունքների անճշտություն և այլն: Դպրոցական փորձերի ժամանակ օրինաչափ սխալանքները բացառելը բարդ է չափասարքերի սահմանափակ ընտրության և դրանց ոչ բավարար որակի պատճառով: Դրանք նվազագույնի հասցնելու հիմնական միջոցը ուսուցչի արհեստավարժությունն է փորձերի նախագծման և իրականացման ընթացքում:

ՊԱՏԱՀԱԿԱՆ ՍԽԱԼԱՆՔ

Հաճախ պատահական գործոնների ազդեցության պատճառով կրկնվող չափումների արդյունքում ստացվում են արժեքներ, որոնց տարբերությունները նկատելիորեն գերազանցում է բացարձակ սխալանքի մեծությունը: Այդպիսի դեպքերում որպես չափվող մեծության մոտավոր արժեք հարկ է վերցնել ստացված արժեքների միջին թվաբանականը.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{n}:$$

Պատահական սխալանքների նվազեցման հուսալի ճանապարհը չափումների թվի ավելացումն է:

ԴԱՍ 29. ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 1

29.1. Դասագրքային նյութ

Ղազարյան Է., Կիրակոսյան Ա., Մելիքյան Գ., Մամյան Ա., Մաիլյան Ս., Ֆիզիկա. ավագ դպրոցի 10-րդ դասարանի դասագիրք ընդհանուր և բնագիտամաթեմատիկական հոսքերի համար: Երևան, «Էդիթ Պրինտ», 2019, § 18 (էջ 60):

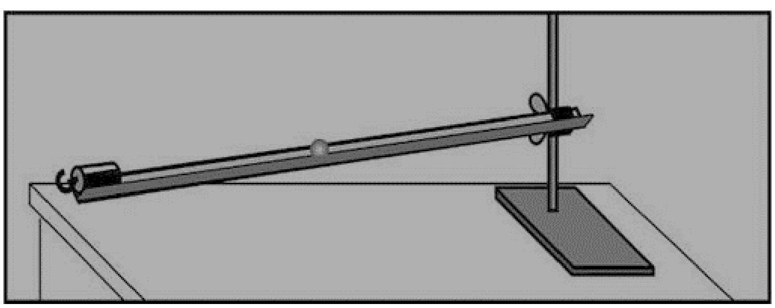
29.2. ՈՒՂՂԱԳԻԾ ՀԱՎԱՍԱՐԱՉԱՓ ԱՐԱԳԱՑՈՂ ՇԱՐԺՄԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Աշխատանքի նպատակը: Որոշել ճոռով դեպի ներքև շարժվող գնդիկի արագացումը:
Անհրաժեշտ սարքավորումներ: Մետաղական ճոռ, ամրակալան՝ կցորդիչով և թաթով, մետաղե գնդիկ, մետաղե գլան, չափերիզ, վայրկենաչափ:
Համառոտ տեսական տեղեկություններ: Օդի դիմադրության անտեսման դեպքում թեք հարթությամբ մարմնը կատարում է հավասարաչափ արագացող շարժում, որը բնութագրող հիմնական ֆիզիկական մեծությունը արագացումն է: Եթե ժամանակի սկզբնական պահին գնդիկը գտնվում է դադարի վիճակում, ապա t ժամանակում նա կանցնի $S = \frac{at^2}{2}$ ճանապարհ, որտեղ a-ն նրա արագացումն է: Չափելով որևէ t ժամանակում գնդիկի անցած S ճանապարհը՝ նրա արագացումը կարող ենք որոշել հետևյալ բանաձևով՝

$$a = \frac{2S}{t^2}: \qquad (1)$$

Փորձի ընթացքը:

1. Հավաքե՛ք փորձնական սարքը: Ամրակալանին ամրացրե՛ք ճոռը թեք վիճակում: Ճոռի ներքևի մասում տեղադրե՛ք մետաղե գլանը: Երբ վերևից գլորվող գնդիկը հարվածի գլանին, նրա ձայնը հնարավորություն կտա առավել ճիշտ չափել գնդիկի շարժման ժամանակը:
2. Նշե՛ք ճոռի վերևում տեղադրելիս գնդիկի դիրքը և չափե՛ք նրա հեռավորությունը մետաղե գլանի վերին կողից: Դա կլինի գնդիկի անցած ճանապարհը:
3. Ճոռի գագաթից բաց թողե՛ք գնդիկը՝ միաժամանակ միացնելով վայրկենաչափը: Գնդիկը գլանին հարվածելիս անջատե՛ք վայրկենաչափը, ցուցմունքը գրանցե՛ք աղյուսակում:



4. Չփոխելով ճոռի թեքության անկյունը և մետաղե գլանի դիրքը՝ փորձը կրկնե՛ք ևս չորս անգամ և ամեն անգամ ստացված արդյունքները գրանցե՛ք աղյուսակում:
5. Յուրաքանչյուր դեպքի համար (1) բանաձևի օգնությամբ հաշվե՛ք գնդիկի արագացումը և գրանցե՛ք աղյուսակում:
6. Ոչ մի չափում բացարձակ ճշգրիտ չէ: Այն միշտ կատարվում է որոշակի սխալներով՝ կապված սարքերի անճշտություններից և այլ գործոններից: Չափումը համարվում է ավարտված, եթե ստացվել է ոչ միայն չափվող մեծության արժեքը, այլև չափման սխալը: Դրա համար հաշվե՛ք արագացման միջին արժեքը հետևյալ բանաձևով՝
$$\bar{a} = \frac{a_1+a_2+a_3+a_4+a_5}{5}:$$
7. Յուրաքանչյուր դեպքի համար հաշվե՛ք բացարձակ սխալը $\Delta a_i = |a_i - \bar{a}|$ բանաձևով:
8. Հաշվե՛ք բացարձակ սխալի միջին արժեքը հետևյալ բանաձևով՝

$$\overline{\Delta a} = \frac{\Delta a_1+\Delta a_2+\Delta a_3+\Delta a_4+\Delta a_5}{5}:$$

9. Չափվող մեծության արժեքը կլինի՝ $a = \bar{a} \pm \overline{\Delta a}$:
10. Հաշվե՛ք չափման հարաբերական սխալը հետևյալ բանաձևով՝
$\varepsilon = \frac{\overline{\Delta a}}{a} \cdot 100\%$:

Փորձի համարը	S_i, մ	t_i, վ	a_i, մ/վ²	$\bar{a}$	Δa_i	$\overline{\Delta a}$
1						
2						
3						
4						
5						

Լրացուցիչ հանձնարարություն:

I. Օգտվելով չափման արդյունքում ստացված արագացման արժեքից կառուցե՛ք գնդիկի արագության և անցած ճանապարհի՝ ժամանակից կախումն արտահայտող գրաֆիկները:

29.3. Դասագրքային նյութը լրացնող օժանդակ նյութ

ՉԱՓՈՒՄ

Գիտափորձի անբաժան մասն է չափումը, որի օգնությամբ ուսումնասիրվող օբյեկտի մասին ստացվում է քանակական բնույթի տեղեկություն: Չափել որևէ մեծություն, նշանակում է այն համեմատել դրա համար հատուկ ընտրված միավորի՝ չափանմուշի (էտալոնի) հետ: Օրինակ, եթե չափման արդյունքում ստացվել է, որ ֆուտբոլային մարզադաշտի երկարությունը 100 մ է, դա նշանակում է, որ մեկ մետրանոց քանոնը այդ երկարության վրա տեղավորվում է 100 անգամ: Կամ, եթե կշռման արդյունքում պարզվել է, որ ձեր զանգվածը 50 կգ է, նշանակում է, որ այն 50 անգամ մեծ է չափման միավոր կիլոգրամից:

Չափման համար օգտագործում ենք հատուկ սարքեր: Օրինակ՝ ջերմաստիճանը չափում ենք ջերմաչափով, հոսանքը՝ ամպերաչափով, լարումը՝ վոլտաչափով և այլն: Այդ սարքերը կարող են աշխատել ինչպես մարդու անմիջական մասնակցությամբ, այնպես էլ ավտոմատ կերպով: Ժամանակակից համակարգիչները հնարավորություն են տալիս ոչ միայն իրականացնելու չափման գործընթացը, այլև մշակելու ստացված տվյալները:

Ստացվող արդյունքների հավաստիության աստիճանը բարձրացնելու համար անհրաժեշտ է չափումների բազմակի կրկնություն, տեխնիկական սարքերի կատարելագործում, հետազոտվող օբյեկտի վրա ազդող գործոնների խիստ հաշվառում:

Չափումները լինում են *ուղղակի* և *անուղղակի*: Ուղղակի չափման ժամանակ չափվող մեծության արժեքը ստացվում է էտալոնի հետ անմիջական համեմատման միջոցով: Ուղղակի չափման միջոցով կարող ենք որոշել մեր հասակը, մարմնի զանգվածը, ջերմաստիճանը, դասասենյակի երկարությունն ու լայնությունը, հաղորդալարով անցնող հոսանքի ուժը և այլն: Իսկ ինչպե՞ս են որոշում շատ փոքր (ատոմ, մոլեկուլ) կամ շատ մեծ (Երկիր, Արեգակ) մարմինների չափերը: Նման դեպքերում օգտվում են անուղղակի չափումներից, որոնց ժամանակ չափվող մեծության արժեքը ստացվում է այդ մեծության և ուղղակի չափված այլ մեծությունների միջև առկա մաթեմատիկական կախման միջոցով կատարված հաշվարկների օգնությամբ:

Չափման միավորներ: Չափման արդյունքը ստացվում է չափման միավորով արտահայտված որոշակի թվով: Միևնույն մեծությունը կարելի է արտահայտել տարբեր միավորներով: Օրինակ, եթե չափել եք մեկ օրվա բոլոր տնային աշխատանքների կատարման համար ծախսած ժամանակը և ստացել 2 ժամ, նշանակում է, որ դուք որպես չափման միավոր ընտրել եք 1 ժամը, իսկ այդ մեծության թվային արժեքը 2 է: Եթե որպես չափման միավոր ընտրեք 1 րոպեն, այդ մեծությունը կլինի 120 ր, իսկ վայրկյաններով արտահայտված՝ 7200 վ:

Տարբեր երկրներում, տարբեր ժամանակաշրջաններում մարդիկ օգտագործել են երկարության, զանգվածի, ժամանակի չափման բազմաթիվ միավորներ: Սկզբնական շրջանում, երբ մարդկանց առավելապես հետաքրքրում էին տարբեր մարմինների չափերը, նրանց միջև հեռավորությունները, որպես երկարության չափ օգտագործում էին մարդու մարմնի տարբեր մասերը, օրինակ՝ *թիզը*, *կանգունը* (մարդու արմունկից մինչև ձեռքի միջնամատի ծայրը հեռավորությանը), *ֆուտը* (ոտնաթաթի երկարությանը), *սաժենը* (բացված երկու ձեռքերի ծայրերի հեռավորությունը): Այժմ էլ խողովակների տրամագիծը նշելու համար օգտագործվում է *դյույմ*՝ (մատնաչափ) միավորը, որը հավասար է 2,54 սմ: Ավելի մեծ հեռավորություններ չափելու համար մինչ օրս օգտագործում են նաև անգլիական *մղոնը* (1,61 կմ), ծովային մղոնը (1,85 կմ) և այլն:

Քանի որ տարբեր մարդկանց մարմնի մասերի երկարությունները կարող են տարբեր լինել, առավել ճշգրիտ չափանմուշների ներմուծման պահանջ առաջացավ: Նման իրավիճակ էր նաև զանգվածի և ժամանակի չափման միավորների պարագայում:

Գիտության, տեխնիկայի, առևտրի հետագա զարգացումը միասնական և հեշտ վերարտադրվող չափման միավորներ ստեղծելու պահանջ առաջացրեց: 1875 թ. մի շարք երկրների մասնակցությամբ Փարիզում ստեղծվեց Չափերի և կշիռների միջազգային կոմիտեն: 1799 թ. Փարիզում պատրաստվեցին երկարության միավորի՝ մետրի և կշռի միավորի՝ կիլոգրամի էտալոնները (չափանմուշները), որոնք մինչ օրս պահվում են Փարիզի մոտ գտնվող Սևր քաղաքում՝ Չափերի և կշիռների պալատում:

1960 թ. ընդունվեց ֆիզիկական մեծությունների չափման միավորների միջազգային համակարգը (ՄՀ համակարգ), որը ներկայումս օգտագործվում է աշխարհի գրեթե բոլոր երկրներում: ՄՀ համակարգը կառուցված է յոթ հիմնական միավորների հիման վրա: Դրանք են՝ երկարության միավորը՝ մետր (1 մ), զանգվածի միավորը՝ կիլոգրամ (1 կգ), ժամանակի միավորը՝ վայրկյան (1 վ), հոսանքի ուժի միավորը՝ ամպեր (1 Ա), ջերմաստիճանի միավորը՝ կելվին (1 Կ), նյութի քանակի միավորը՝ մոլ (1 մոլ), լույսի ուժի միավորը՝ կանդելա (1 կդ):

Մնացած մեծությունների չափման միավորներն արտահայտվում են հիմնական միավորներով: Օրինակ՝ օգտվելով $v = S/t$ բանաձևից, կարող ենք ստանալ արագության 1 մ/վ միավորը, կամ Նյուտոնի երկրորդ օրենքն արտահայտող $F = ma$ բանաձևից՝ ուժի չափման միավորը՝ 1 կգ·մ/վ^2, որն անվանում են նյուտոն (1 Ն) և այլն:

Ելնելով ուսումնասիրվող օբյեկտի առանձնահատկություններից՝ օգտագործվում են ինչպես մասնային (10, 100, 1000 և ավելի անգամ փոքր), այնպես էլ բազմապատիկ (10, 100, 1000 և ավելի անգամ մեծ) միավորներ: Օրինակ, երկարությունը բացի մետրից, արտահայտվում է նաև դեցիմետրով՝ 10^{-1} մ, սանտիմետրով՝ 10^{-2} մ, միլիմետրով՝ 10^{-3} մ, միկրոմետրով՝ 10^{-6} մ, նանոմետրով՝ 10^{-9} մ, պիկոմետրով՝ 10^{-12} մ կամ կիլոմետրով՝ 10^{3} մ, մեգամետրով՝ 10^{6} մ և այլն:

Հայտնի են մի շարք հետաքրքիր պատմություններ երկարության չափման միավորների մասին: Համաձայն ավանդության՝ անգլիական չափման միավորը՝ յարդը, որը հավասար է 0,91 մ-ի, Անգլիայի Էդգար Խաղաղասեր թագավորի քթի ծայրից մինչև բացված ձեռքի միջնամատի ծայրը հեռավորությունն էր:

Սմութը, որը հավասար է 1,7 մ-ի, հայտնվել է 1958 թ. Մասսաչուսեթսի տեխնոլոգիական համալսարանում: Հարբած ուսանողները որոշել են չափել Բոստոնը Քեմբրիջին միացնող կամրջի երկարությունը: Որպես միավոր ընտրել են ուսանողներից մեկի՝ Օլիվեր Սմութի հասակը: Սմութը պառկել է գետնին, և ամեն անգամ նրան տեղափոխելիս կուրսեցիները նշում են արել գետնին: 300 սմութը նշելուց հետո ոստիկանները նկատել են, սակայն չեն խանգարել երիտասարդներին: Չափման արդյունքում կամրջի երկարությունը կազմել է 364,4 սմութ: Ամեն տարի կամրջի գծանմուշները թարմացնում են ինստիտուտի առաջին կուրսեցիները: 1988 թ. կամրջի վերանորոգումից հետո գծանմուշները վերականգնվեցին: Հետագայում Օլիվեր Սմութը դարձավ Ամերիկայի ստանդարտների ազգային ինստիտուտի նախագահը, իսկ ավելի ուշ գլխավորեց Ստանդարտների միջազգային կազմակերպությունը (ISO):

Չափման արդյունքների ներկայացումը: Չափումների արդյունքները վերլուծելու, համակարգելու, որոշակի օրինաչափություններ հայտնաբերելու նպատակով դրանք ներկայացվում են աղյուսակների, գրաֆիկների կամ դիագրամների տեսքով:

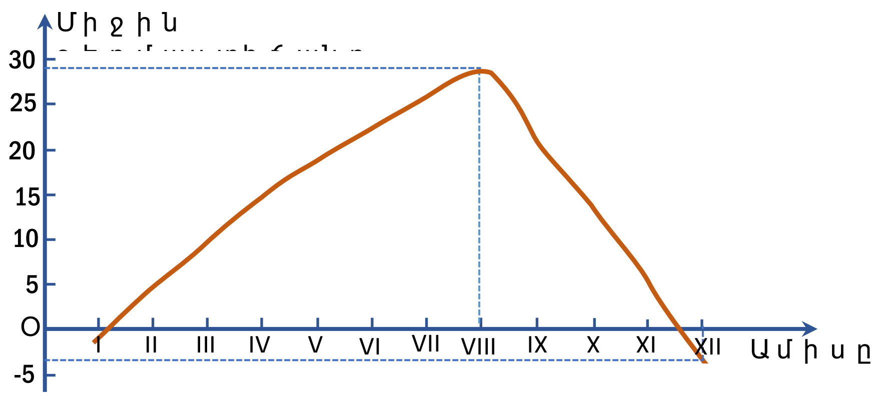
Նշվածը լուսաբանենք հետևյալ օրինակով: Սովորաբար օդերևութաբանական կայաններում ամեն օր, որոշակի ժամերի, չափում են օդի ջերմաստիճանը և որոշում տվյալ վայրում օրվա միջին ջերմաստիճանը: Ստացված արդյունքներով որոշվում է նաև ամսական միջին ջերմաստիճանը: Աղյուսակում բերված են Երևան քաղաքում 2016 թ. այդպիսի չափումների արդյունքում ստացված օդի ամսական միջին ջերմաստիճանի արժեքները:

Ամիսը	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII

Միջին ջերմաս-տիճանը, ⁰C	-1,1	4,5	8,6	14,0	17,9	22,1	25,3	27,4	19,2	13,2	4,9	-3,4

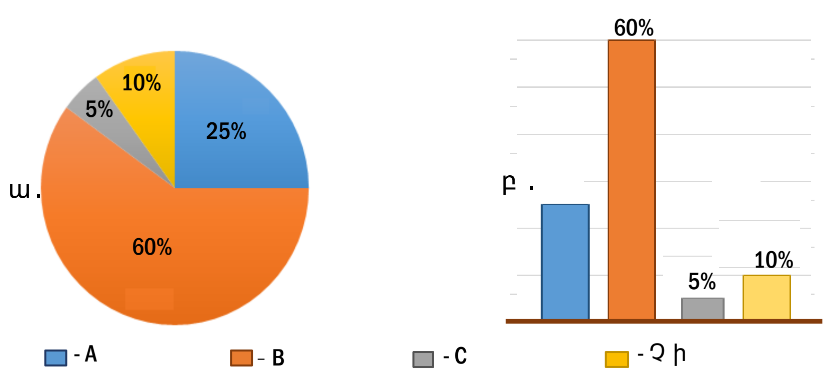
Երևան քաղաքում 2016 թվականին օդի ամսական միջին ջերմաստիճանները

Բերված արդյունքներն առավել պատկերավոր կարելի է ներկայացնել գրաֆիկով (նկ. 32): Տվյալների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ ամենաբարձր ամսական միջին ջերմաստիճանը դիտվել է օգոստոս ամսին 27,4 ^{0}C, իսկ ամենացածրը՝ դեկտեմբերին՝ - 3,4 ^{0}C: Հունվարից մինչև օգոստոս ամսական միջին ջերմաստիճանը աճել է, հետո՝ նվազել: Գումարելով բոլոր ամիսների միջին ջերմաստիճանները և արդյունքը բաժանելով ամիսների թվին՝ կստանանք տարեկան միջին ջերմաստիճանը՝ 12,8 ^{0}C:



Նկ. 32. Միջին ջերմաստիճանը ըստ ամիսների

Ցուրատեսակ չափումներ են կատարվում նաև սոցիալական գիտություններում: Դիցուք, որևէ երկրում նախագահական ընտրություններից առաջ 1000 քաղաքացիների շրջանում կատարված հարցման արդյունքում պարզվել է, որ նրանցից 250-ը քվեարկելու է A թեկնածուի օգտին, 600-ը՝ B թեկնածուի, 50-ը՝ C թեկնածուի, իսկ 100-ը դեռևս չի կողմնորոշվել: Այս դեպքում ստացված արդյունքները հարմար է ներկայացնել սյունակաձև կամ շրջանային դիագրամների տեսքով (նկ. 33):



Նկ. 33. Միջին ջերմաստիճանը ըստ ամիսների

29.4. Էլեկտրոնային աղբյուրներ

- https://sites.google.com/site/metodikafizikib2503/home/laboratornye-raboty-po-mehanike/izmerenie-uskorenia-tela-pri-ravnouskorennom-dvizenie
- https://www.youtube.com/watch?v=9rT-NPA_q8g

ԴԱՍ 30. ՈՒՂՂԱԳԻԾ ՀԱՎԱՍԱՐԱՉԱՓ ՓՈՓՈԽԱԿԱՆ ՇԱՐԺՄԱՆ ԳՐԱՖԻԿԱԿԱՆ ՊԱՏԿԵՐՈՒՄԸ

30.1. Դասագրքային նյութ

Ղազարյան Է., Կիրակոսյան Ա., Մելիքյան Գ., Մամյան Ա., Մաիլյան Ս., Ֆիզիկա. ավագ դպրոցի 10-րդ դասարանի դասագիրք ընդհանուր և բնագիտամաթեմատիկական հոսքերի համար: Երևան, «Էդիթ Պրինտ», 2019, § 16 (էջ 55-57):

30.2. Էլեկտրոնային աղբյուրներ

http://physics.bu.edu/~duffy/sims.html
http://physics.bu.edu/~duffy/sims.html

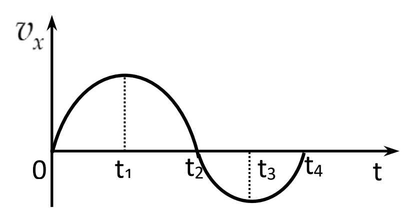
ԴԱՍ 31. ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄ

31.1. Դասագրքային նյութը լրացնող օժանդակ աղբյուրներ

Ալավերդյան Ռ., Ղազարյան Է., Մելքյան Գ., Նինոյան Ժ., Պետրոսյան Ա., Ֆիզիկա. պետական ավարտական և միասնական քննությունների առաջադրանքների շտեմարան, մաս 1, մաս 2, մաս 3: Երևան, «Էդիթ Պրինտ», 2019:

31.2. Խնդիրների լուծման օրինակներ

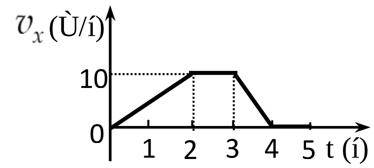
1. *Նկարում պատկերված է X առանցքի երկայնքով շարժվող նյութական կետի արագության v_x պրոյեկցիայի ՝ժամանակից կախումն արտահայտող գրաֆիկը* (նկ. 34)*: Ժամանակի ո՞ր պահին մարմնի x կոորդինատն ունի առավելագույն արժեք:*



Նկ. 34

Ժամանակի 0-ից մինչև t_2 պահը նյութական կետի արագությունը միշտ ուղղված է X առանցքի դրական ուղղությամբ, հետևաբար նրա x կոորդինատը աճում է: t_2 պահին նյութական կետի արագությունը հավասարվում է զրոյի և դրանից հետո այն շարժվում է հակառակ ուղղությամբ, և նրա x կոորդինատը սկսում է նվազել: Այսպիսով, նյութական կետի կոորդինատն իր առավելագույն արժեքն ընդունում է ժամանակի t_2 պահին:

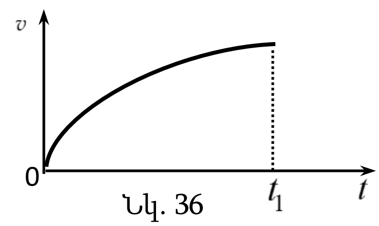
2. *Նկարում պատկերված է X առանցքով շարժվող ավտոմեքենայի արագության պրոյեկցիայի՝ ժամանակից կախումն արտահայտող գրաֆիկը* (նկ. 35)*: Գտնել 5 վ-ում նրա անցած ճանապարհը:*



Նկ. 35

Ավտոմեքենայի անցած ճանապարհը թվապես հավասար է նրա գրաֆիկով սահմանափակված պատկերի մակերեսին, հետևաբար՝ անցած ճանապարհը կլինի 25 մ:

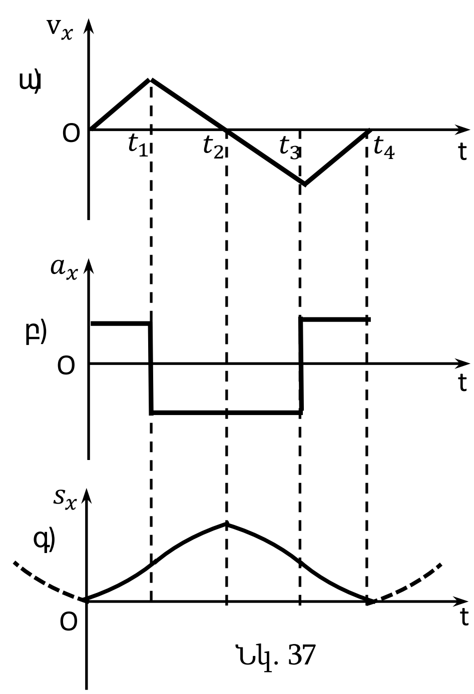
3. *Նկարում պատկերված է ուղղագիծ շարժվող մարմնի արագության մոդուլի՝ ժամանակից կախումն արտահայտող գրաֆիկը* (նկ. 36)*: Ինչպե՞ս է փոփոխվում նրա արագացման մոդուլը 0-ից t_1 ժամանակամիջոցում:*



Նկ. 36

Մարմնի ակնթարթային արագացումը հավասար է անվերջ փոքր ժամանակամիջոցում արագության կրած փոփոխության և այդ ժամանակամիջոցի հարաբերությանը: Ժամանակի տվյալ պահին այն թվապես հավասար է արագության գրաֆիկի համապատասխան կետում նրան տարված շոշափողի՝ ժամանակի առանցքի հետ կազմած անկյան տանգենսին: Գրաֆիկի տարբեր կետերում տանելով շոշափող ուղիղներ՝ կարող ենք համոզվել, որ ժամանակի առանցքի հետ նրանց կազմած անկյունը փոքրանում է, հետևաբար փոքրանում է նաև մարմնի արագացումը:

4. *Նկ. 37, ա-ում տրված է OX առանցքով շարժվող մարմնի արագության պրոյեկցիայի՝ ժամանակից կախումն արտահայտող գրաֆիկը: Կառուցել մարմնի արագացման և տեղափոխության պրոյեկցիաների՝ ժամանակից կախման գրաֆիկները, եթե եռանկյունները միմյանց հավասար են:*



Նկ. 37

Արագացման և տեղափոխության պրոյեկցիաների՝ ժամանակից կախման գրաֆիկները պատկերված են նկ. 37, բ-ում և գ-ում: $[0;t_1]$ և $[t_3;t_4]$ միջակայքերում արագության պրոյեկցիան աճում է գծային օրենքով, հետևաբար մարմինը շարժվում է հաստատուն $a_x > 0$ արագացմամբ, իսկ $[t_1;t_3]$ միջակայքում արագության պրոյեկցիան նվազում է, հետևաբար $a_x < 0$: Տեղափոխության պրոյեկցիայի՝ ժամանակից կախումն ընդհանուր դեպքում արտահայ տվում է $s_x = v_{0x}t + a_xt^2/2$ բանաձևով։ s_x-ի գրաֆիկը $[0; t_1]$ և $[t_3; t_4]$ միջակայքերում ճյուղերը դեպի վեր ուղղված ($a_x > 0$), իսկ $[t_1; t_3]$ միջակայքում՝ դեպի վար ուղղված ($a_x < 0$)պարաբոլի տեղամասեր են։

5. *Երկու կայարանների միջև ընկած հեռավորությունը մետրոյի գնացքն անցնում է 54 կմ/ժ միջին արագությամբ։ Դադարի վիճակից թափավազքի համար գնացքը ծախսում է 20 վ, այնուհետև շարժվում է հավասարաչափ՝ t_2 վ-ի ընթացքում և մինչև կանգ առնելը դանդաղեցման համար ծախսում է 10 վ։ Կառուցել գնացքի շարժման արագության կախումը ժամանակից արտահայտող գրաֆիկը և որոշել գնացքի ամենամեծ արագությունը։ Թափավազքն ու դանդաղեցումը համարել հավասարաչափ փոփոխական շարժումներ։*

$s = 3$ □□ $= 3000$ մ
$v_{□□□} = 54$□□/□ $= 15$□/□
$t_1 = 20$ վ
$t_2 = 10$ □
$v_{max} - ?$

Գնացքի շարժման արագության մոդուլի՝ ժամանակից կախումն արտահայտող գրաֆիկը պատկերված է նկ. 38-ում։ Նրա կատարած տեղափոխության մոդուլը թվապես հավասար է այդ գրաֆիկով և ժամանակի առանցքով սահմանափակված պատկերի (սղանի) մակերեսին՝

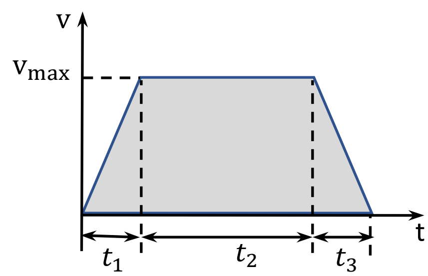
$$s = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_2}{2} v_{max}:$$

Միջին ճանապարհային արագության սահմանումից՝

$$s = v_{□□□}(t_1 + t_2 + t_3):$$

Այս երկու հավասարումներից արտաքսելով t_2-ը՝ կստանանք

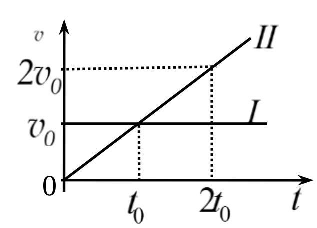
$$v_{max} = \frac{2sv_{□□□}}{2s - v_{□□□}(t_1 + t_3)} \approx 16{,}2 \text{ մ/վ}:$$



Նկ. 38

6. *Նկ. 39-ում պատկերված են միևնույն կետից նույն ուղղությամբ շարժվող երկու մարմինների արագության՝ ժամանակից կախումն արտահայտող գրաֆիկները։ Հաստատե՛ք կամ ժխտե՛ք հետևյալ պնդումները։*

1) *Առաջին մարմինը կատարում է ուղղագիծ հավասարաչափ շարժում։*
2) *Երկրորդ մարմինը կատարում է ուղղագիծ հավասարաչափ արագացող շարժում։*
3) *Ժամանակի t_0 պահին մարմինների արագությունները հավասար են։*



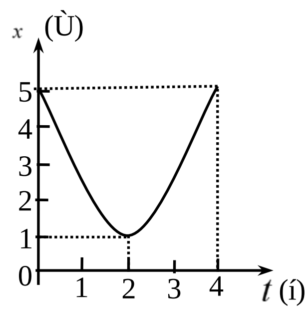
Նկ. 39

4) *Ժամանակի t_0 պահին առաջին մարմինը 2 անգամ ավելի փոքր ճանապարհ է անցել, քան երկրորդ մարմինը։*
5) *Մարմինները կհանդիպեն շարժումն սկսելուց $2t_0$ ժամանակ անց։*
6) *Մինչև հանդիպելը մարմինները կանցնեն v_0t_0 ճանապարհ։*

1) Այո:
2) Այո:
3) Այո:
4) Ոչ: Քանի որ մարմնի անցած ճանապարհը թվապես հավասար է նրա արագության գրաֆիկով սահմանափակված պատկերի մակերեսին, ապա t_0 պահին առաջին մարմինն անցել է v_0t_0, իսկ երկրորդը՝ $v_0t_0/2$ ճանապարհ:
5) Այո, քանի որ այդ պահին նրանց արագության գրաֆիկներով սահմանափակված պատկերների մակերեսները հավասար են: Նույն արդյունքը կստանանք՝ հավասարեցնելով նրանց անցած ճանապարհների արտահայտությունները: $s_1 = v_0t$: Քանի որ $a = v_0/t_0$, ապա $s_2 = \frac{at^2}{2} = \frac{v_0t^2}{2t_0}$, $\frac{v_0t^2}{2t_0} = v_0t$, հետևաբար $t = 2t_0$:
6) Ոչ, մինչև հանդիպումը մարմինները կանցնեն է $2v_0t_0$ ճանապարհ:

7. X առանցքով նյութական կետի շարժումը բնութագրվում է նկ. 40-ում պատկերված պարաբոլով: Հաստատե՛ք կամ ժխտե՛ք հետևյալ պնդումները:

1) Նյութական կետը մինչև ժամանակի $t = 2$ վ պահը մոտենում է $x = 1$ մ կոորդինատով կետին, որից հետո հեռանում է նրանից:
2) Նյութական կետի շարժումը բնութագրվում է $x = t^2 - 4t + 5$ հավասարումով:
3) Նյութական կետի արագացումը 1 մ/վ² է:
4) Նյութական կետի սկզբնական արագության մոդուլը 5 մ/վ է:
5) Ժամանակի (0-4 վ) միջակայքում նյութական կետի անցած ճանապարհը 8 մ է:
6) Ժամանակի (0-4 վ) միջակայքում նյութական կետի տեղափոխությունը զրո է:



Նկ. 40

1) Այո:
2) Այո: Դրանում կարելի է համոզվել՝ կառուցելով տրված ֆունկցիայի գրաֆիկը:
3) Ոչ, քանի որ $x = t^2 - 4t + 5$ հավասարումը համեմատելով շարժման $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_xt^2}{2}$ հավասարման հետ, կստանանք, որ արագացումը 2 մ/վ² է:
4) Ոչ, քանի որ նույն համեմատությունից հետևում է, որ սկզբնական արագության մոդուլը 4 մ/վ է:
5) Այո, (0-2 վ) միջակայքում նյութական կետը 4 մ-ով մոտենում է սկզբնակետին և (2-4 վ) միջակայքում նույնքանով հեռանում:
6) Այո, քանի որ ողջ շարժման արդյունքում նյութական կետը վերադառնում է իր սկզբնական դիրքին:

ԴԱՍ 32. ԹԵՄԱՅԻ ԱՄՓՈՓՈՒՄ

32.2. Լրացրե՛ք աղյուսակը:

Խաչվող հասկացություն	Համապատասխանող նյութը տվյալ թեմայում	Համապատասխան օրինակներ այլ առարկաներից
Օրինաչափություններ		
Կայունություն և փոփոխություն		

ԴԱՍ 33. ԹԵՄԱՏԻԿ ԳՐԱՎՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 2

ԴԱՍ 34. ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ