

ԹԵՄԱ 12. ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐ (14 ԺԱՄ)

ԱԿՆԿԱԼՎՈՂ ՎԵՐՋՆԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐ

Թեմայի նպատակին հասնելու համար սովորողը պետք է կարողանա.

1. Մեկնաբանել պարբերականության գաղափարը և պարբերական երևույթների բնութագրերը (պարբերություն, հաճախություն):
2. Ներկայացնել և թվարկել տատանումների տեսակները:
3. Ներկայացնել քվադրիկոշտության գաղափարը:
4. Կիրառել ներդաշնակ տատանումների հավասարումը քվադրատաձգական ուժի ազդեցությամբ կատարվող շարժումները նկարագրելու համար:
5. Բացատրել մարող և հարկադրական տատանումների բնույթը, ռեզոնանսի երևույթը:
6. Ներկայացնել էներգիայի փոխակերպումները տատանողական պրոցեսների ժամանակ:

ԽԱԶՎՈՂ ՀԱՄԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

- Պատճառ և հետևանք:
- Համակարգեր և համակարգերի մոդելներ

ԴԱՍ 141. ԱԶՍ ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐ: ՆԵՐԴԱՇՆԱԿ ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐ

141.1. Երաշխավորություններ դասագրքային նյութի օգտագործման վերաբերյալ

Ղազարյան Է., Կիրակոսյան Ա., Մելիքյան Գ., Մամյան Ա., Մախիյան Ս., Ֆիզիկա. ավագ դպրոցի 10-րդ դասարանի դասագիրք ընդհանուր և բնագիտամաթեմատիկական հոսքերի համար: Երևան, «Էդիթ Պրինտ», 2019, § 66 (էջ 202-204):

ԴԱՍ 142. ՆԵՐԴԱՇՆԱԿՈՐԵՆ ՏԱՏԱՆՎՈՂ ՄԱՐՄՆԻ ԿՈՈՐԴԻՆԱՏԻ ԱՐԱԳՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԱՐԱԳԱՑՄԱՆ` ԺԱՄԱՆԱԿԻՑ ԿԱԽՈՒՄԸ ԱՐՏԱՀԱՅՏՈՂ ՀԱՎԱՍԱՐՈՒՄՆԵՐԸ ԵՎ ԳՐԱՖԻԿՆԵՐԸ

142.1. Երաշխավորություններ դասագրքային նյութի օգտագործման վերաբերյալ

Ղազարյան Է., Կիրակոսյան Ա., Մելիքյան Գ., Մամյան Ա., Մախիյան Ս., Ֆիզիկա. ավագ դպրոցի 10-րդ դասարանի դասագիրք ընդհանուր և բնագիտամաթեմատիկական հոսքերի համար: Երևան, «Էդիթ Պրինտ», 2019, § 67 (էջ 204-206):

142. 2. Միջառարկայական կապեր

Տատանումներ թեմայի ուսումնասիրությունը սովորողների համար լայն հնարավորություններ է ընձեռում Հանրահաշիվ և մաթեմատիկական անալիզի տարրերը առարկայից ձեռք բերած գիտելիքները կիրառել կոնկրետ իրավիճակներում: Թեմայի տեսական նյութի ուսումնասիրության, խնդիրների լուծման ժամանակ անհրաժեշտություն է առաջանում օգտվել սովորողներին մաթեմատիկայից հայտնի եռանկյունաչափական հիմնական նույնություններից, բերման բանաձևերից, երկու անկյունների գումարի և տարբերության, կրկնակի անկյան, կես անկյան, սինուսի և կոսինուսի արտադրյալի և գումարի բանաձևերից, լուծել պարզագույն եռանկյունաչափական հավասարումներ, կառուցել գրաֆիկներ և այլն: Ցանկալի է որ, անհրաժեշտության դեպքում ուսուցիչն օգնի սովորողներին վերհիշելու պահանջվող մաթեմատիկական նյութը:

ԴԱՍ 143. ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄ

143.1. Մեխանիկական տատանումներ թեմայի խնդիրների լուծման մեթոդական ցուցումներ

Քանի որ դասընթացում քանակապես ուսումնասիրվում են միայն ներդաշնակ տատանումները, Մեխանիկական տատանումներ թեմայի խնդիրները հիմնականումն վերաբերում են ներդաշնակ տատանումներին: Հարկադրական տատանումները ներկայացվում են միայն որակական մակարդակով:

Ներդաշնակ մեխանիկական տատանումներին վերաբերող հաշվարկային խնդիրները կարելի է պայմանականորեն բաժանել երկու խմբի՝

ա) խնդիրներ, որոնց լուծումը հիմնված է ներդաշնակ տատանումները նկարագրող կոորդինատի, արագության, արագացման հավասարումների վրա,

բ) խնդիրներ, որոնցում պահանջվում է հաշվել ներդաշնակ տատանումներ կատարող մաթեմատիկական, զսպանակավոր կամ ավելի բարդ համակարգերի տատանումների հաճախությունները կամ պարբերությունը:

Առաջին խմբի խնդիրները լուծելիս անհրաժեշտ է գրել ներդաշնակ տատանումները նկարագրող $x = x_0 \sin(\omega t + \varphi_0)$ հավասարումը և, ելնելով խնդրի պայմաններից, որոշել տատանումների սկզբնական φ_0 փուլը: Մասնավորապես, երբ ժամանակի $t = 0$ պահին մարմինը գտնվում է հավասարակշռության դիրքում, ապա տատանումները նկարագրվում են $x = x_0 \sin \omega t$ հավասարումով, իսկ երբ գտնվում է առավելագույն շեղման դիրքում՝ $x = x_0 \cos \omega t$ հավասարումով: Անհրաժեշտության դեպքում արագության և արագացման պրոյեկցիաները որոշվում են $v_x = x_0 \omega \cos(\omega t + \varphi_0)$ և $a_x = -x_0 \omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0)$ բանաձևերով: Նյուտոնի երկրորդ օրենքը թույլ է տալիս որոշել նաև համակարգի վրա ազդող քվադրատաձևականության ուժը՝ $F_x = m a_x = -m \omega^2 x_0 \sin(\omega t + \varphi_0) = -m \omega^2 x$:

Երկրորդ խմբի խնդիրները համեմատաբար ավելի բարդ են և տարատեսակ: Դրանց մի մասը վերաբերում է սովորողներին ծանոթ զսպանակավոր և մաթեմատիկական ճոճանակներին, որոնք, սակայն, գտնվում են փոքր-ինչ փոփոխված իրավիճակներում: Օրինակ՝ բեռը միացած է ոչ թե մեկ, այլ երկու զսպանակների, զսպանակին ամրացված է ոչ թե մեկ, այլ երկու բեռ, մաթեմատիկական ճոճանակը գտնվում է արագացումով շարժվող համակարգում և այլն:

143.3. Ուսումնասովանողական ձեռնարկ

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

ԴԱՍ 144. ԶՍՊԱՆԱԿԱՎՈՐ ՃՈՃԱՆԱԿ

144.1. Երաշխավորություններ դասագրքային նյութի օգտագործման վերաբերյալ

Ղազարյան Է., Կիրակոսյան Ա., Մելիքյան Գ., Մամյան Ա., Մախլյան Ս., Ֆիզիկա. ավագ դպրոցի 10-րդ դասարանի դասագիրք ընդհանուր և բնագիտամաթեմատիկական հոսքերի համար: Երևան, «Էդիթ Պրինտ», 2019, § 68 (էջ 207-209):

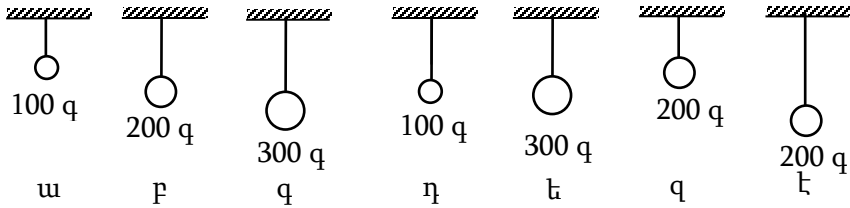
ԴԱՍ 145. ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 15

ԶՍՊԱՆԱԿԱՎՈՐ ՃՈՃԱՆԱԿԻ ՊԱՐԲԵՐՈՒԹՅԱՆ ԿԱԽՈՒՄԸ ԲԵՌԻ ԶԱՆԳՎԱԾԻՑ

145. 1. Մեթոդական երաշխավորություններ

Սովորողները պետք փորձնական ճանապարհով հայտնաբերեն, որ զսպանակավոր ճոճանակի տատանումների պարբերությունն ուղիղ համեմատական է բեռի զանգվածի քառակուսի արմատին՝ $T \sim \sqrt{m}$, հակադարձ համեմատական է զսպանակի կոշտության քառակուսի արմատին՝ $T \sim 1/\sqrt{k}$ և հանգեն $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ բանաձևին: Սովորողներին պետք է բացատրել, որ նշված որևէ պարամետրից պարբերության կախման բնույթը պարզելու համար անհրաժեշտ է փոփոխել այն՝ մյուսը պահելով հաստատուն: Նշվածը կարելի է լուսաբանել հետևյալ օրինակով:

Աշակերտը որոշեց փորձով պարզել, թե ինչպես է կախված ճոճանակի տատանումների պարբերությունը բեռի զանգվածից: Նա նկարում պատկերված n ճոճանակների պարբերությունները պետք է չափի:



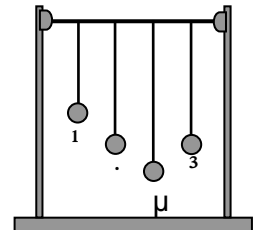
Դրա համար նա պետք է ընտրի միևնույն երկարությամբ, սակայն տարբեր զանգվածներով ճոճանակներ, այսինքն՝ պետք է ընտրի բ, դ, ե ճոճանակները:

Դիտարկվող փորձում բեռի զանգվածից՝ զսպանակավոր ճոճանակի պարբերության կախման բնույթը պարզելու համար սովորողները տատանումների պարբերությունը պետք է չափեն միևնույն զսպանակից կախված տարբեր զանգվածներով բեռների դեպքում և ստացված արդյունքների հիման վրա համոզվեն, որ $T \sim \sqrt{m}$: Իսկ միևնույն բեռը կախելով տարբեր կոշտություններով զսպանակներից և ամեն անգամ չափելով տատանումների պարբերությունը՝ կարող են համոզվել, որ $T \sim 1/\sqrt{k}$: Ցանկալի է, որ ստացված արդյունքները ներկայացվեն համապատասխան գրաֆիկների տեսքով:

Թեմայի արդյունավետ յուրացմանը կարող են նպաստել նաև տարբեր ութ գործնական աշխատանքները, որոնք կարելի է հանձնարարել տնային աշխատանքների տեսքով:

Օրինակներ.

1. Պատրաստել զսպանակավոր կամ թելավոր ճոճանակներ և որոշել դրանց տատանումների պարբերությունները:
2. Պատրաստել ռեզոնանսի երևույթը ցուցադրող նկարում պատկերված սարքը: Երբ ա գունդը նկարի հարթությանն ուղղահայաց ուղղությամբ շեղում են հավասարակշռության դիրքից և բաց թողնում բ, գ և դ գնդերից ո՞րը կկատարի ավելի մեծ լայնությունով տատանումներ: Ինչո՞ւ:



Գործնական աշխատանքները կարող են հանձնարարվել անհատապես կամ խմբերով կատարելու համար: Առավել հաջող պատրաստված նմուշօրինակները կարող են հարստացնել դպրոցի լաբորատորիան:

ԴԱՍ 146. ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՃՈՃԱՆԱԿ

146.1. Երաշխավորություններ դասագրքային նյութի օգտագործման վերաբերյալ

Ղազարյան Է., Կիրակոսյան Ա., Մելիքյան Գ., Մամյան Ա., Մախլյան Ս., Ֆիզիկա. ավագ դպրոցի 10-րդ դասարանի դասագիրք ընդհանուր և բնագիտամաթեմատիկական հոսքերի համար: Երևան, «Էդիթ Պրինտ», 2019, § 69 (էջ 210-211):

ԴԱՍ 147. ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 16

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՃՈՃԱՆԱԿԻ ՊԱՐԲԵՐՈՒԹՅԱՆ ԿԱԽՈՒՄԸ ՃՈՃԱՆԱԿԻ ԵՐԿԱՐՈՒԹՅՈՒՆԻՑ

147.1. Երաշխավորություններ դասագրքային նյութի օգտագործման վերաբերյալ

Ղազարյան Է., Կիրակոսյան Ա., Մելիքյան Գ., Մամյան Ա., Մախլյան Ս., Ֆիզիկա. ավագ դպրոցի 10-րդ դասարանի դասագիրք ընդհանուր և բնագիտամաթեմատիկական հոսքերի համար: Երևան, «Էդիթ Պրինտ», 2019, § 70 (էջ 212):

147.2. Մեխանիկական տատանումներ

Ուսուցիչը ցուցադրական սեղանի վրա 5 հայտնի երկարությամբ մաթեմատիկական ճոճանակներ (երկարությունները կարելի է գրել գրատախտակին) տատանման մեջ է դնում և հանձնարարում է աշակերտներին գրանցել իրենց ընտրած (10-30 միջակայքում) տատանումների ժամանակը: Այնուհետև տատանման մեջ է դրվում անհայտ երկարությամբ ճոճանակը, և աշակերտները գրանցում են տատանումների ժամանակը: Արդյունքները յուրաքանչյուր աշակերտ լրացնում է ստորև բերված ձևաթղթում: Գրաֆիկը ճիշտ կառուցելու դեպքում աշակերտները համոզվում են, որ կախվածությունը գծային է, հետևաբար ազատ անկան գործակիցը կարելի է որոշել՝ ստացված ուղղի անկյունային գործակցից:

1. Փորձի նպատակը.

2. Անհրաժեշտ սարքեր, պարագաներ.

3. Համառոտ նկարագրեք փորձի կատարման ընթացքը և ստացված տվյալները լրացրեք աղյուսակում.

Փորձի համարը	Թելի երկարությունը /մ/	Տատանումների թիվը	Տատանումների ժամանակը /վ/	Տատանման պարբերությունը /վ/	Տատանման պարբերության քառակուսին /վ ² /

4. Կառուցեք ճոճանակի երկարությունից տատանման պարբերության քառակուսու կախվածության գրաֆիկը:

ԴԱՍ 149. ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄ

149.1. Ուսումնասովանողակ ձեռնարկ

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

149.2. Խնդիրներ

- Մարմնի տատանումների լայնությունը 15 սմ է, պարբերությունը՝ 0,6 վ: Ժամանակի $t = 0$ պահին մարմինը գտնվում է 7,5 սմ կոորդինատով կետում և շարժվում է x առանցքի դրական ուղղությամբ:
 - Որոշել տատանումների շրջանային հաճախությունը:
 - Որոշել մարմնի առավելագույն արագացումը:
 - Գրել տատանումների հավասարումը (կոորդինատի կախումը ժամանակից):
- Զսպանակից կախված բեռի շարժումը նկարագրվում է $X = 0,5\sin\left(\frac{\pi}{30}t\right)$ օրենքով:
 - Որոշել տատանումների հաճախությունը:
 - Որքա՞ն ճանապարհ կանցնի բեռը 2 րոպեի ընթացքում:
 - Տատանումները սկսելուց նվազագույնը որքա՞ն ժամանակ անց մարմնի շեղումը հավասարակշռության դիրքից կլինի $-25\sqrt{3}$ սմ:
 - Որոշել մարմնի շեղումը հավասարակշռության դիրքից ժամանակի $t = 15$ վ պահին:
- Որոշել 2 կգ զանգվածով և $x = 0,5 \sin(4t)$ օրենքով ներդաշնակ տատանումներ կատարող մարմնի լրիվ էներգիան:
- 900 Ն/մ կոշտությամբ զսպանակին ամրացված է 360 գ զանգվածով բեռ: Ինչքանո՞վ պետք է բեռը հեռացվի հավասարակշռության դիրքից, որպեսզի հետագա տատանումների ժամանակ այն հավասարակշռության դիրքով անցնի 2 մ/վ արագությամբ:
- Մաթեմատիկական ճոճանակներից մեկը կատարում է 50 տատանում, մյուսը՝ միևնույն ժամանակամիջոցում, կատարում է 30 տատանում: Որոշել առաջին ճոճանակի երկարության հարաբերությունը երկրորդ ճոճանակի երկարությանը:

6. 2 կգ զանգվածով մարմինը կախված է զսպանակից և կատարում է տատանումներ: Ի՞նչ զանգվածով մարմին պետք է կախել տրված մարմնից, որպեսզի տատանումների պարբերությունը մեծանա 2 անգամ:

ԴԱՍ 150. ՁԵՎԱՎՈՐՈՂ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄ

150.1. Ձևավորող գնահատման թեստ

1. Ձսպանակից կախված գնդիկն ազատ տատանումներ է կատարում հավասարակշռության դիրքի շուրջը: Հաստատե՛ք կամ ժխտե՛ք հետևյալ պնդումները:

N	Պնդումը	Այո	Ոչ
1.	Ազատ տատանումների գոյության համար անհրաժեշտ է շփման ուժերի առկայություն:		
2.	Հավասարակշռության դիրքից գնդիկի առավելագույն շեղումն անվանում են տատանումների լայնույթ:		
3.	Գնդիկի արագությունն առավելագույն շեղման դիրքում զրո է:		
4.	Հավասարակշռության դիրքում գնդիկի արագացումը զրո է:		
5.	Տատանումների պարբերությունը կախված չէ գնդիկի զանգվածից:		
6.	Գնդիկի տեղափոխությունը մեկ պարբերության ընթացքում հավասար է չորս լայնույթի:		

2. Ինչպե՞ս կփոխվի մետաղե ձողից պատրաստված ճոճանակավոր ժամացույցի տատանման պարբերությունը, եթե

- ա) միջավայրի ջերմաստիճանը բարձրանա,
- բ) ժամացույցը բարձրացնենք լեռան գագաթ,
- գ) ժամացույցը բևեռից բերենք հասարակած:

3. Ճոճանակավոր ժամացույցը առաջ է ընկնում: Ի՞նչ է անհրաժեշտ կատարել, որպեսզի ժամացույցը ճիշտ աշխատի:

- 1) Մեծացնել ճոճանակի բեռի զանգվածը:
- 2) Փոքրացնել ճոճանակի բեռի զանգվածը:
- 3) Մեծացնել ճոճանակի երկարությունը:
- 4) Փոքրացնել ճոճանակի երկարությունը:

4. Ինչպե՞ս կփոխվի մաթեմատիկական ճոճանակի տատանումների պարբերությունը, եթե այն Երկրից տեղափոխվի Լուսին:

- 1) Կմեծանա:

- 2) Կփոքրանա:
- 3) Կմնա նույնը:
- 4) Լուսնի վրա ճոճանակը չի տատանվի:

5. Թվում է, թե մեծ լայնույթով տատանվող ճոճանակին ամրացված լամպիկը ավելի պայծառ է լուսարձակում իր հետագծի ծայրակետերում: Ինչո՞ւ:

ԴԱՍ 151. ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄ

151.1. Ուսումնասովանողակ ձեռնարկ

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

ԴԱՍ 152. ՄԱՐՈՂ ԵՎ ՀԱՐԿԱԴՐԱԿԱՆ ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐ: ՌԵԶՈՆԱՆՍԻ ԵՐԵՎՈՒՅԹԸ

152.1. Երաշխավորություններ դասագրքային նյութի օգտագործման վերաբերյալ

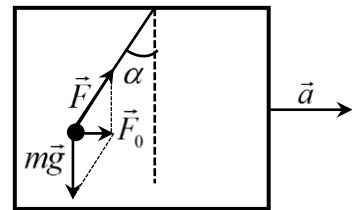
Ղազարյան Է., Կիրակոսյան Ա., Մելիքյան Գ., Մամյան Ա., Մախլյան Ս., Ֆիզիկա. ավագ դպրոցի 10-րդ դասարանի դասագիրք ընդհանուր և բնագիտամաթեմատիկական հոսքերի համար: Երևան, «Էդիթ Պրինտ», 2019, § 71 (էջ 212-216):

ԴԱՍ 153. ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄ

153.1. Խնդիրների լուծման օրինակներ:

Խնդիր 1: Ինքնաթիռը շարժվում է հորիզոնական ուղղությամբ 3 մ/վ² արագացմամբ: Որքա՞ն է ինքնաթիռում տեղադրված 1 մ երկարությամբ ճոճանակի տատանումների պարբերությունը:

Լուծում: Նախ պարզենք, թե որ դիրքում ճոճանակը ինքնաթիռի նկատմամբ կգտնվի հավասարակշռության վիճակում: Դա հնարավոր է, երբ այն ուղղաձիգի նկատմամբ շեղված է այնպիսի α անկյունով, որի դեպքում թելի լարման \vec{F} և բեռի ծանրության $m\vec{g}$ ուժերի \vec{F}_0 համագործ ճոճանակին Երկրի նկատմամբ հաղորդում է \vec{a} արագացում (նկ.1):



Երկրորդ օրենքի՝ $F_0 = \sqrt{F^2 - (mg)^2} = ma$, որտեղից՝

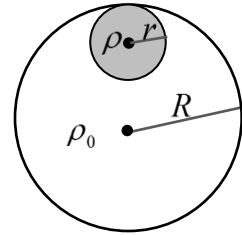
$F = m\sqrt{g^2 + a^2}$: Այսպիսով՝ $F = mg'$, որտեղ $g' = \sqrt{g^2 + a^2}$: Ստացված արդյունքը կարելի է

մեկնաբանել հետևյալ կերպ. ինքնաթիռի հետ կապված հաշվարկման համակարգում ճոճանակը գտնվում է այնպիսի ուժային դաշտում, որում ազատ անկման արագացումը $g' = \sqrt{g^2 + a^2}$ է և ուղղված է ուղղաձիգի նկատմամբ α անկյան տակ: Հավասարակշռության այս դիրքից փոքր անկյունով շեղելիս ճոճանակը կկատարի ներդաշնակ տատանումներ, որոնց պարբերությունը՝

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2 + a^2}}} = 1,96 \text{ վ:}$$

Խնդիր 2: Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ հանքավայրի մոտ ճոճանակի տատանումների պարբերությունը փոխվում է 0,1 %-ով: Հանքաքարի խտությունը $\rho = 8 \cdot 10^3 \text{ կգ/մ}^3$ է: Գնահատե՛ք հանքի չափերը, ընդունելով, որ Երկրի միջին խտությունը՝ $\rho_0 = 5,6 \cdot 10^3 \text{ կգ/մ}^3$ է, իսկ շառավիղը՝ $R = 6400 \text{ կմ}$:

Լուծում: Պարզության համար ենթադրենք, որ հանքն իրենից ներկայացնում է Երկրի մակերևույթի մոտ գտնվող r շառավղով գունդ: Քանի որ հանքանյութի խտությունը մեծ է Երկրի միջին խտությունից, ապա հանքավայրի մոտ ազատ անկման արագացումը մեծանում է, ուստի ճոճանակի տատանումների պարբերությունը փոքրանում է: Հանքավայրից հեռու ճոճանակի տատանումների պարբերությունը՝



$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_0}}$, իսկ ազատ անկման արագացումը՝

$$g_0 = G \frac{M}{R^2} = \frac{G}{R^2} \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 \rho_0 = \frac{4}{3} \pi G \rho_0 R:$$

Հանքավայրինմոտ տատանումների պարբերությունը՝ $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ է, իսկ ազատ անկման արագացումը՝

$$g = \frac{4}{3} \pi G \rho_0 R + \frac{4}{3} \pi G (\rho - \rho_0) r:$$

Ըստ խնդրի պայմանի՝ $\frac{T_0 - T}{T_0} \cdot 100 = 0,1$, որտեղից՝ $\frac{T}{T_0} = 0,999$: Պարբերությունների հարաբե-

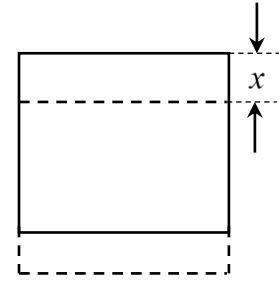
րությունը՝ $\frac{T}{T_0} = \sqrt{\frac{g_0}{g}} = \sqrt{\frac{\rho_0 R}{\rho_0 R + (\rho - \rho_0) r}} = 0,999$, որտեղից՝

$$r = \frac{\rho_0 R}{499(\rho - \rho_0)} \approx 30 \text{ կմ:}$$

Խնդիր 3: a կողմով ρ խտությամբ խորանարդը լողում է ρ_0 խտությամբ հեղուկի մակերևույթին: Մատով այն փոքր-ինչ հրում են հեղուկի մեջ և բաց թողնում: Որոշել խորանարդի տատանումների պարբերությունը:

Լուծում: Հավասարակշռության վիճակում մարմինը դուրս մղող արքիմեդյան ուժը հավասար է ծանրության ուժին: Խորանարդը լրացուցիչ x չափով ընկղմելու դեպքում արքիմեդյան ուժն աճում է $F = \rho_0 g a^2 x$ չափով, որն ուղղված է շեղման ուղղությանը հակառակ: Դա էլ հենց տատանումների առաջացնող ուժն է՝ $F_x = -kx$, որտեղ $k = \rho_0 g a^2$: Այդ ուժի շնորհիվ խորանարդը կատարում է ներդաշնակ տատանումներ, որոնց պարբերությունը՝

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{\rho a^3}{\rho_0 g a^2}} = 2\pi \sqrt{\frac{\rho a}{\rho_0 g}} :$$



Խնդիր 4: Հաղորդակից անոթներում լցված ρ խտությամբ հեղուկի սյան ընդհանուր երկարությունը l է: Հեղուկը դուրս են բերում հավասարակշռության վիճակից և թողնում ազատ: Որոշել հեղուկի տատանումների պարբերությունը: Խողովակի լայնական հատույթի մակերեսը S է:

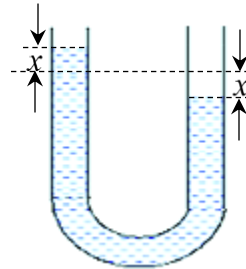
Լուծում: Ենթադրենք ձախ անոթում հեղուկի մակարդակը հավասարակշռության վիճակի համեմատությամբ իջել է x մեծությամբ: Այդ դեպքում աջ անոթում հեղուկի մակարդակը կբարձրանա նույն x չափով: Ուստի՝ հավասարակշռությունը կխախտվի՝ առաջացնելով լրացուցիչ ուժ՝ պայմանավորված $2x$ բարձրությամբ հեղուկի սյան կշռով՝

$$F_x = -2xS\rho g = -kx:$$

Վերջինս էլ տատանումներ առաջացնող ուժն է, որտեղ $k = 2S\rho g$: Հեղուկի տատանումների պարբերությունը՝

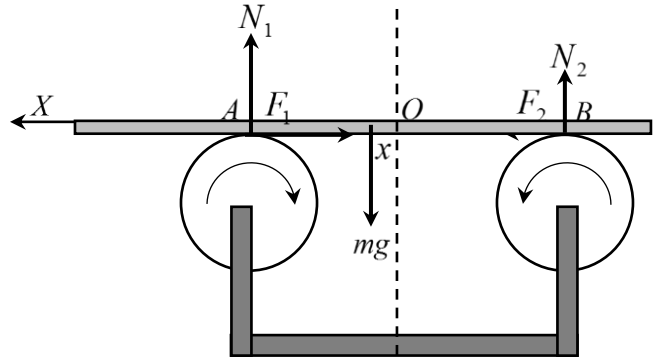
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} :$$

Քանի որ $m = Sl\rho$, ուստի $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{2g}}$:



Խնդիր 5: Համասեռ տախտակը դրված է արագ պտտվող երկու անիվների վրա: Անիվների առանցքների հեռավորությունը $L = 0,2$ մ է, տախտակի և անիվների միջև շփման գործակիցը՝ $\mu = 0,18$: Ապացուցել, որ տախտակը կկատարի ներդաշնակ տատանումներ, և որոշել այդ տատանումների պարբերությունը:

Լուծում: Ենթադրենք տախտակի ծանրության կենտրոնը ժամանակի որևէ պահին անիվների առանցքներից հավասարահեռ O կետից շեղվել է x չափով (նկ. 4): Այդ պահին անիվների կողմից տախտակի վրա ազդող հակազդեցության N_1 և N_2 ուժերը կարելի է որոշել տախտակի հենման A և B կետերով անցնող առանցքների նկատմամբ կիրառելով մոմենտների կանոնը՝



$$\begin{cases} mg\left(\frac{L}{2} - x\right) = N_2 L \\ mg\left(\frac{L}{2} + x\right) = N_1 L \end{cases},$$

որտեղից՝

$$N_1 = \frac{mg}{L}\left(\frac{L}{2} + x\right), \quad N_2 = \frac{mg}{L}\left(\frac{L}{2} - x\right):$$

Անիվների կողմից տախտակի վրա ազդող շփման ուժերը՝ $F_1 = \mu N_1$, $F_2 = \mu N_2$, իսկ դրանք համազորի պրոյեկցիան X առանցքի վրա՝

$$F_x = \mu(N_2 - N_1) = -\frac{2\mu mg}{L}x, \text{ կամ } F_x = -kx, \text{ որտեղ } k = \frac{2\mu mg}{L}: \text{ Ստացանք, որ տախտակի}$$

վրա հորիզոնական ուղղությամբ ազդող համազոր ուժն ուղիղ համեմատական է շեղմանը և ուղղված է դրան հակառակ: Այդպիսի քվադրատաձևական ուժի ազդեցությամբ տախտակը կկատարի ներդաշնակ տատանումներ, որոնց պարբերությունը՝

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{2\mu g}} = 1,5 \text{ վ:}$$

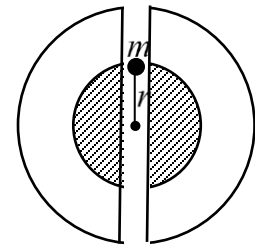
Խնդիր 6: Որքան է Երկրի մի բևեռից մյուսը նրա կենտրոնով փոքրված ուղիղ թունելով քարի թռիչքի ժամանակը: Երկրի խտությունը համարել հաստատուն, շառավիղը 6400 կմ:

Լուծում: Երկրի կենտրոնում քարի վրա ազդող գրավիտացիոն ուժը գրո է:

Կենտրոնից r հեռավորության վրա այդ ուժը որոշվում է

$$F = G \frac{mM_r}{r^2} \quad (1)$$

բանաձևով, որտեղ m -ը քարի զանգվածն է, M_r -ը՝ r շառավիղով գնդի զանգվածը: Դրանից դուրս գտնվող գնդային օղակի ազդեցությունը քարի վրա հավասար է զրոյի: Հաշվի առնելով, որ Երկրի ամբողջ զանգվածը՝



$M = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho$, իսկ $M_r = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho$, կստանանք $M_r = M \left(\frac{r}{R}\right)^3$: Այս արտահայտությունը տեղադրելով (1) հավասարման մեջ՝ կստանանք՝

$$F = \frac{mg_0}{R} r, \quad (2)$$

որտեղ $g_0 = G \frac{M}{R^2}$ -ն ազատ անկման արագացումն է Երկրի մակերևույթին: Այսպիսով, Երկրի կենտրոնից հեռանալիս քարի վրա ազդում է r տեղափոխմանը համեմատական ուժ, որը հակառակ է ուղղված հավասարակշռության դիրքից շեղմանը՝

$$F_r = -kr, \quad (3)$$

որտեղ համեմատականության գործակիցը՝ $k = \frac{mg_0}{R}$:

Դիմադրության ուժերի բացակայության դեպքում այդպիսի ուժի ազդեցությամբ քարը կկատարի ներդաշնակ տատանումներ, որոնց պարբերությունը՝

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g_0}} \approx 84,6 \text{ րոպե:} \quad (4)$$

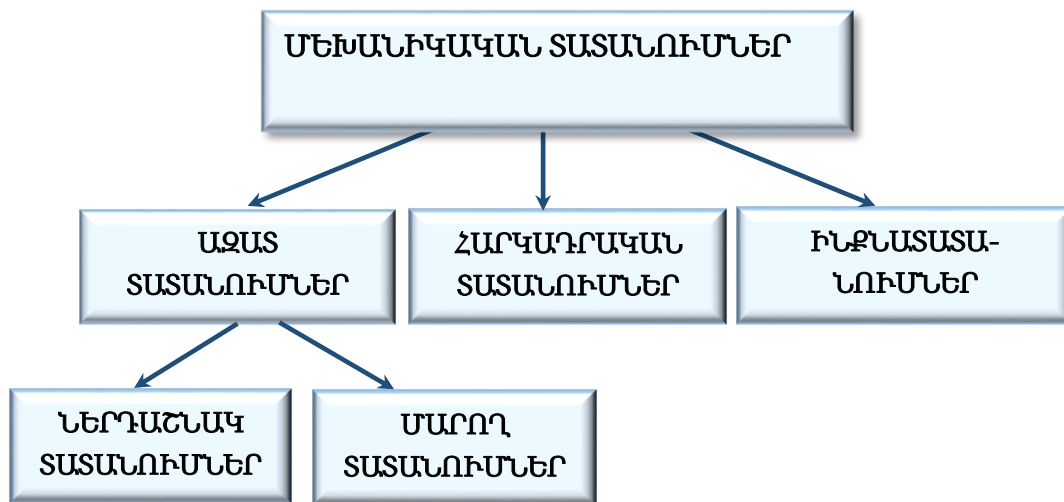
Մի բևեռից մյուսը հասնելու ժամանակը հավասար կլինի պարբերության կեսին՝

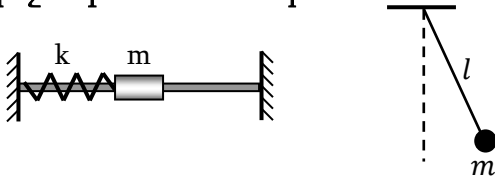
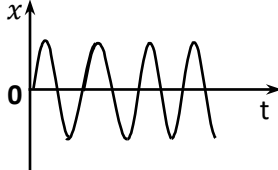
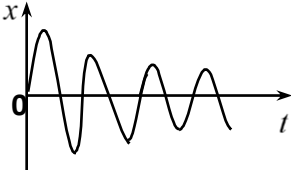
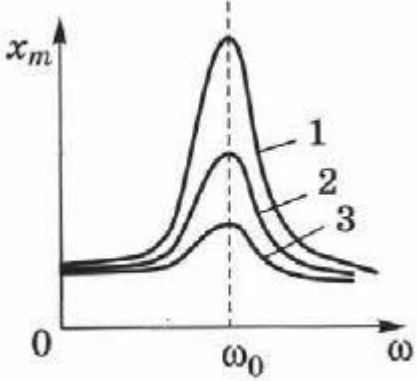
$$t = \frac{T}{2} = 42,3 \text{ րոպե:}$$

Սովորողների մեջ մեծ հետաքրքրություն կարող է առաջացնել այն փաստը, որ նույն (4) բանաձևով է որոշվում նաև Երկրի արհեստական արբանյակի երկրամերձ ուղեծրով պտտման պարբերությունը: Կարելի է հանձնարարել սովորողներին դրանում համոզվել ինքնուրույն: Որպես խնդրի շարունակություն՝ կարելի է սովորողներին հանձնարարել նաև դիտարկել այն դեպքը, երբ թունելը փորված է ոչ թե Երկրի տրամագծով, այլ կամայական լարով: Պարզվում է, որ շարժման ժամանակը նույնն է:

ԴԱՍ 154. ԹԵՄԱՅԻ ԱՍՓՈՓՈՒՄ

154.1. Տատանումների դասակարգումը



ԱՉՍՏ ՏՍԱՆՈՒՄՆԵՐ	ՀԱՐԿԱԴՐԱԿԱՆ ՏՍԱՆՈՒՄՆԵՐ
<p>Ներդաշնակ տատանումներ</p>  <p> $m \frac{\Delta v}{\Delta t} = -kx$ $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ $x = x_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$ </p>  <ul style="list-style-type: none"> • Մարումն անտեսվում է: • Տատանումների լայնույթը՝ $x_0 = const$: • Տատանումների լայնույթը և սկզբնական փուլը (φ_0) որոշվում են սկզբնական պայմաններով: • Շրջանային ω_0 հաճախությունը որոշվում է համակարգը բնութագրող պրամետրերով՝ $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}, \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$ <p>Մարող տատանումներ:</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Տատանումների ω հաճախությունը շեղվում է ω_0 սեփական տատանումների հաճախությունից, սակայն փոքր մարումների դեպքում $\omega \approx \omega_0$: • Տատանումների լայնույթը ժամանակից կախված փոքրանում է: 	<p>Համակարգի վրա ազդում է ժամանակի ընթացքում պարբերաբար փոփոխվող ուժ՝ $F = F_0 \cos \omega t$:</p> <p>Շփման ուժերն անտեսելիս՝</p> $m \frac{\Delta v}{\Delta t} = -kx + F_0 \cos \omega t$ $x = x_0 \cos \omega t$ $x_0 \sim \left \frac{F_0}{(\omega_0^2 - \omega^2)} \right $ <ul style="list-style-type: none"> • Տատանումները տեղի են ունենում արտաքին ուժի փոփոխման ω հաճախությամբ: • Կայունացված տատանումների լայնույթը կախված է արտաքին ուժի հաճախությունից և կախված չէ ժամանակից: • $\omega \rightarrow \omega_0$ դեպքում տատանումների լայնույթը կտրուկ աճում է (ռեզոնանս): 

154.2. Թեմայի յուրացումը ստուգող ամփոփիչ հարցեր և առաջադրանքներ

1. Ո՞ր շարժումն է կոչվում տատանողական:
2. Որ տատանումներն են կոչվում ա) ազատ, բ) հարկադրական:
3. Ո՞ր տատանումներն են կոչվում ներդաշնակ:
4. Գրե՛ք ներդաշնակ տատանումների հավասարումը և պարզաբանե՛ք նրանում մտնող ֆիզիկական մեծությունների ֆիզիկական իմաստը:

5. Ի՞նչ ուժի ազդեցությամբ են տեղի ունենում ներդաշնակ տատանումները:
6. Գրե՛ք ներդաշնակ տատանումների արագության և արագացման բանաձևերը:
7. Ո՞ր դեպքում է հավասար զրոյի ներդաշնակ տատանումների ա) արագությունը, բ) արագացումը:
8. Ինչի՞ է հավասար ներդաշնակ տատանումներ կատարող մարմնի տեղափոխությունը մեկ պարբերության ընթացքում:
9. Ի՞նչ մեծություններից է կախված զսպանակին ամրացված մարմնի ներդաշնակ տատանումների պարբերությունը:
10. Զսպանակին ամրացված տատանվող մարմնը որ կետում է օժտված ա) առավելագույն կինետիկ էներգիայով, բ) առավելագույն պոտենցիալ էներգիայով:
11. Տվե՛ք մաթեմատիկական ճոճանակի սահմանումը:
12. Կախվա՞ծ է արդյոք մաթեմատիկական ճոճանակի տատանումների պարբերությունը ա) տատանումների լայնությունից, բ) ճոճանակի զանգվածից:
13. Գրե՛ք մաթեմատիկական ճոճանակի տատանումների պարբերության բանաձևը:
14. Նկարագրե՛ք էներգիայի փոխակերպումները զսպանակավոր և մաթեմատիկական ճոճանակների տատանումների ընթացքում: