ԹԵՄԱ 12. ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐ (14 ԺԱՄ)

ԴԱՍ 141. ԱԶԱՏ ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐ: ՆԵՐԴԱՇՆԱԿ ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐ

141.1. 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, § 66 (էջ 202-204):

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

142.1. 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, § 67 (էջ 204-206):

ԴԱՍ 143. ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄ

143.1. Մեխանիկական տատանումներ թեմայի խնդիրների լուծման մեթոդական ցուցումներ

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

Ներդաշնակ մեխանիկական տատանումներին վերաբերող հաշվարկային խնդրները 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 քվազիառաձգականության ուժը՝ $F_x = ma_x = -m\omega^2 x_0 \sin(\omega t + \varphi_0) = -m\omega^2 x$:

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:

143.2. Խնդիրների լուծման օրինակներ:

Խնդիր 1: Երբ ներդաշնակ տատանումներ կատարող մարմնի շեղումը հավասարակշռության դիրքից 3 սմ է, նրա արագությունը 10 սմ/վ է, իսկ երբ շեղումը 5 սմ է, արագությունը 8 սմ/վ է: Որոշել մարմնի տատանումների պարբերությունը և լայնույթը:

Լուծում: Հավասարակշռության դիրքից մարմնի շեղումը և արագությունը ժամանակի կամայական t պահին որոշվում են $x = x_0 \sin(\omega t + \varphi_0)$ և $v = x_0 \omega \cos(\omega t + \varphi_0)$ հավասարումներով: Օգտվելով եռանկյունաչափական $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$ նույնությունից, կստանանք՝

$$\frac{x^2}{x_0^2} + \frac{v^2}{x_0^2 \omega^2} = 1:$$

Գրենք այս հավասարումը խնդրում բերված երկու դեպքերի համար՝

$$\begin{cases} x_1^2 \omega^2 + v_1^2 = x_0^2 \omega^2 \\ x_2^2 \omega^2 + v_2^2 = x_0^2 \omega^2 \end{cases}:$$

Հաշվի առնելով, որ $\omega = 2\pi / T$, կստանանք՝

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{x_2^2 - x_1^2}{v_1^2 - v_2^2}} \approx 4{,}19 \text{ վ}, \quad x_0 = \sqrt{\frac{v_1^2 x_2^2 - v_2^2 x_1^2}{v_1^2 - v_2^2}} \approx 7{,}31 \text{ սմ}:$$

Խնդիր 2: Որքա՞ն է սինուսոիդական տատանումներ կատարող նյութական կետի շեղումը հավասարակշռության դիրքից՝ տատանումները սկսելուց $t = 2$ վ անց: Տատանումների լայնույթը $x_0 = 2$ մ է, պարբերությունը՝ $T = 24$ վ, սկզբնական փուլը՝ $\varphi_0 = 0$:

Լուծում: Նյութական կետի շարժման հավասարումը ունի հետևյալ տեսքը՝

$$x = x_0 \sin\left(\frac{2\pi}{T} t + \varphi_0\right):$$

Հաշվի առնելով թվային տվյալները՝ կունենանք՝ $x = 2\sin\left(\frac{\pi}{6}\right) = 1$ մ:

Խնդիր 3: Նյութական կետը կատարում է 2 մ լայնույթով և 6 վ պարբերությամբ ներդաշնակ տատանումներ: Ամենամեծ շեղման դիրքից հաշված որքա՞ն ժամանակում նյութական կետը կանցնի լայնույթի կեսը: Որքա՞ն է այդ ժամանակում նյութական կետի միջին ճանապարհային արագությունը:

Լուծում: Եթե ժամանակի սկզբնական պահին նյութական կետը գտնվում է ամենամեծ շեղման դիրքում, ապա նրա շարժման հավասարումը կլինի՝ $x = x_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$:

Լայնույթի կեսն անցնելու ժամանակը գտնելու համար պետք է լուծել եռանկյունաչափական հետևյալ հավասարումը՝ $\frac{x_0}{2} = x_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$, կամ $\cos\left(\frac{\pi}{3}t\right) = \frac{1}{2}$, որտեղից՝ $t = 1$ վ: Այդ ժամանակում նյութական կետի միջին ճանապարհային արագությունը կլինի՝ $v = \frac{x_0}{2t} = 1$ մ/վ:

Խնդիր 4: Տրված է բեռի տատանումների հավասարումը՝ $x = 2\sin\frac{\pi}{2}(t-1)$, որտեղ մեծությունները արտահայտված են ՄՀ-ի համապատասխան միավորներով: Որքա՞ն է տատանումների պարբերությունը: Ժամանակի հաշվարկման սկզբից ի՞նչ ամենափոքր ժամանակամիջոց հետո բեռը կանցնի հավասարակշռության դիրքով: Որքա՞ն է բեռի առավելագույն արագացումը: Ընդունել՝ $\pi^2 = 10$:

Լուծում: Տրված $x = 2\sin\frac{\pi}{2}(t-1)$ հավասարումը համեմատելով ներդաշնակ տատանումները նկարագրող $x = x_0 \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right)$ հավասարման հետ՝ կգտնենք, որ տատանումների լայնույթը՝ $x_0 = 2$ մ, սկզբնական փուլը՝ $\varphi_0 = -\pi/2$, իսկ պարբերությունը՝ $T = 4$ վ: Հավասարակշռության դիրքով անցնելիս $x = 2\sin\frac{\pi}{2}(t-1) = 0$, որտեղից՝ $\frac{\pi}{2}(t-1) = \pi n$ կամ $t = 2n+1$ (n-ը ամբողջ թիվ է): Ժամանակի ամենափոքր արժեքը կլինի $t = 1$ վ: Բեռի առավելագույն արագացումը՝ $a_{max} = \omega^2 x_0 = \frac{4\pi^2}{T^2} x_0 = 5$ մ/վ²:

143.3. Ուսումնաօժանդակ 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. 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, § 68 (էջ 207-209):

ԴԱՍ 145. ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 15
ԶՍՊԱՆԱԿԱՎՈՐ ՃՈՃԱՆԱԿԻ ՊԱՐԲԵՐՈՒԹՅԱՆ ԿԱԽՈՒՄԸ ԲԵՌԻ ԶԱՆԳՎԱԾԻՑ

ԴԱՍ 146. ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՃՈՃԱՆԱԿ

146.1. 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, § 69 (էջ 210-211):

146.2. Գործնական աշխատանք

Ինչպե՞ս կարելի է որոշել սենյակի ծավալը՝ ունենալով միայն բավականաչափ երկար թել, վայրկենաչափ և կշռաքար:

Նկ. 83

Թելի ծայրին կապելով կշռաքարը՝ պատրաստենք մաթեմատիկական ճոճանակ, որի երկարությունը հավասար է սենյակի բարձրությանը: Ճոճանակի երկարությունը կարելի է փոքրացնել՝ այն երկտակ ծալելով: Ճոճանակի փոքր տատանումների պարբերությունը որոշվում է $T = 2\pi\sqrt{l/g}$ բանաձևով: Վայրկենաչափի օգնությամբ որոշենք ճոճանակի տատանումների պարբերությունը: Դրա համար կարելի է չափել որոշ թվով տատանումների ժամանակը և այն բաժանել տատանումների թվին: Սենյակի բարձրությունը կորոշվի հետևյալ բանաձևով՝ $l = \frac{T^2 g}{4\pi^2}$: Նմանապես որոշվում են սենյակի լայնությունն ու երկարությունը և հաշվարկվում սենյակի ծավալը:

ԴԱՍ 147. ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 16

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՃՈՃԱՆԱԿԻ ՊԱՐԲԵՐՈՒԹՅԱՆ ԿԱԽՈՒՄԸ ՃՈՃԱՆԱԿԻ ԵՐԿԱՐՈՒԹՅՈՒՆԻՑ

147.1. 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, § 70 (էջ 212):

ԴԱՍ 148. ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՓՈԽԱԿԵՐՊՈՒՄՆԵՐԸ ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐԻ ԺԱՄԱՆԱԿ

148.1. 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, էջ 208-209:

ԴԱՍ 149. ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄ

149.1. Ուսումնաօժանդակ 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 150. ՁԵՎԱՎՈՐՈՂ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄ

ԴԱՍ 151. ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄ

151.1. Ուսումնաօժանդակ 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

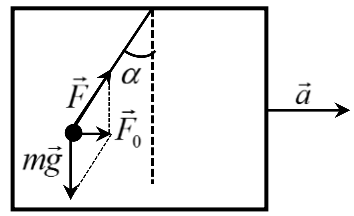
152.1. Դասագրքային նյութ

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, § 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:

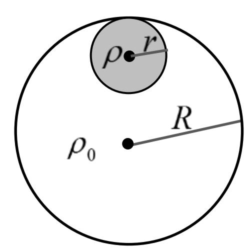


Նկ. 84

Լուծում: Նախ պարզենք, թե ո՞ր դիրքում ճոճանակն 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 $\vec{F}_0$ համազորը ճոճանակին Երկրի նկատմամբ հաղորդում է $\vec{a}$ արագացում (նկ.1): Համաձայն Նյուտոնի 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 $\rho = 8\cdot 10^3$ կգ/մ³ է: Գնահատե՛ք հանքի չափերը՝ ընդունելով, որ Երկրի միջին խտությունը՝ $\rho_0 = 5{,}6\cdot 10^3$ կգ/մ³ է, իսկ շառավիղը՝ $R = 6400$ կմ:



Նկ. 85

Լուծում: Պարզության համար ենթադրենք, որ հանքն իրենից ներկայացնում է Երկրի մակերևույթի մոտ գտնվող r շառավղով գունդ (նկ. 2): 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՝ $T_0 = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g_0}}$, 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՝

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

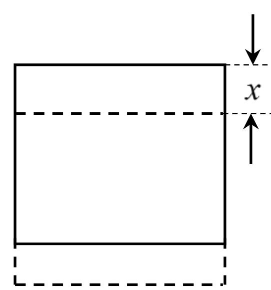
Ըստ խնդրի պայմանի՝ $\frac{T_0 - T}{T_0}\cdot 100 = 0{,}1$, որտեցից՝ $\frac{T}{T_0} = 0{,}999$: Պարբերությունների հարաբերությունը՝ $\frac{T}{T_0} = \sqrt{\frac{g_0}{g}} = \sqrt{\frac{\rho_0 R}{\rho_0 R + (\rho - \rho_0)r}} = 0{,}999$, որտեղից՝

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

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 (նկ. 2): Դա էլ հենց տատանումներ առաջացնող ուժն է՝ $F_x = -kx$, որտեղ $k = \rho_0 g a^2$: Այդ ուժի շնորհիվ խորանարդը կատարում է ներդաշնակ տատանումներ, որոնց պարբերությունը՝

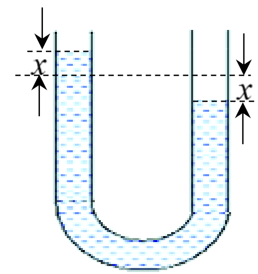
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{\rho a^3}{\rho_0 g a^2}} = 2\pi\sqrt{\frac{\rho a}{\rho_0 g}}:$$



Նկ. 86

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 (նկ. 3): Այդ դեպքում աջ անոթում հեղուկի մակարդակը կբարձրանա նույն x չափով: Ուստի՝ հավասարակշռությունը կխախտվի՝ առաջացնելով լրացուցիչ ուժ՝ պայմանավորված $2x$ բարձրությամբ հեղուկի սյան կշռով՝



Նկ. 87

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

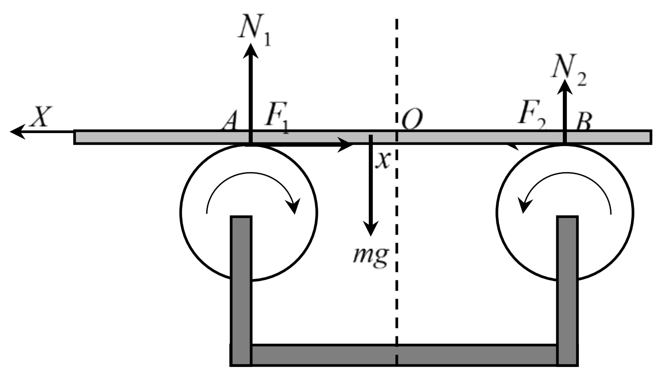
Վերջինս էլ տատանումներ առաջացնող ուժն է, որտեղ $k = 2S\rho g$: Հեղուկի տատանումների պարբերությունը՝

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

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

Խնդիր 5: Համասեռ տախտակը դրված է արագ պտտվող երկու անիվների վրա (նկ. 4): 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. 88): 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՝



Նկ. 88

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

որտեղից՝

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

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

$F_x = \mu(N_2 - N_1) = -\frac{2\mu mg}{L}x$, կամ $F_x = -kx$, որտեղ $k = \frac{2\mu mg}{L}$: Ստացանք, որ տախտակի վրա հորիզոնական ուղղությամբ ազդող համազոր ուժն ուղիղ համեմատական է շեղմանը և ուղղված է դրան հակառակ: Այդպիսի քվազիառաձգական ուժի ազդեցությամբ տախտակը կկատարի ներդաշնակ տատանումներ որոնց պարբերությունը՝

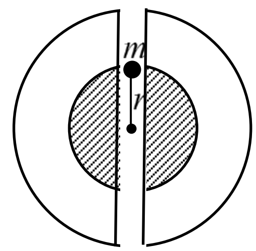
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{2\mu g}} = 1{,}5 \text{ վ:}$$

Խնդիր 6: Որքա՞ն է Երկրի մի բևեռից մյուսը նրա կենտրոնով փորված ուղիղ թունելով քարի թռիչքի ժամանակը: Երկրի խտությունը համարել հաստատուն, շառավիղը 6400 կմ:

Լուծում: Երկրի կենտրոնում քարի վրա ազդող գրավիտացիոն ուժը զրո է: Կենտրոնից r հեռավորության վրա այդ ուժը որոշվում է

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

բանաձևով, որտեղ m-ը քարի զանգվածն է, M_r-ը՝ r շառավղով գնդի զանգվածը (նկ. 89): 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՝



Նկ. 89

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

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՝

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

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

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

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

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 ԱՄՓՈՓՈՒՄ