

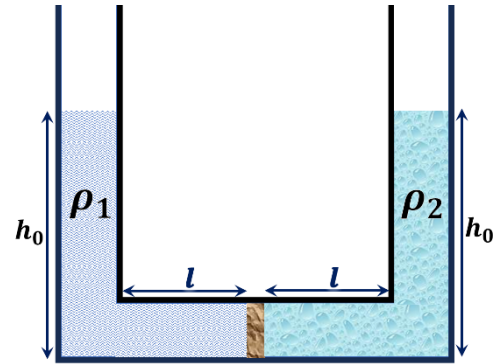
ՖԻԶԻԿԱ 11-րդ ԴԱՍԱՐԱՆ

ՀԱՆՐԱՊԵՏԱԿԱՆ ՓՈԽԼ 2025-2026 ուս. տարի

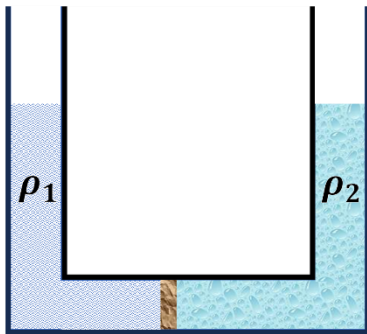
Տևողությունը – 240 րոպե: Մաղթում ենք հաջողություն:

Խնդիր 1: Հաղորդակից անոթներ (7 միավոր)

S լայնական հատույթի մակերեսով Ս-ձև բարակ խողովակը (տե՛ս նկարը) լցված է ρ_1 և ρ_2 խտություններով հեղուկներով: Խողովակի մեջ դրված է m զանգվածով մխոց, որը պահվում է մագնիսով այնպես, որ հեղուկների մակարդակները երկու ծնկներում նույնն են և հավասար են h_0 : Հորիզոնական տեղամասերում հեղուկների սյուների երկարությունները l են: Մխոցը բաց են թողնում: Շփումը բոլոր տեղերում անտեսել: Ինչքա՞ն է մխոցի առավելագույն արագությունը բաց թողնելուց հետո: Անկյունային մասերում հեղուկի զանգվածը անտեսել: Մխոցի աջ և ձախ մակերևույթներին ճնշումը համարել համարել հավասար համապատասխան կողմից հատակին ճնշմանը: Մխոցը միշտ մնում է հորիզոնական տեղամասում: [7 միավոր]



Ինչքա՞ն է մխոցի առավելագույն արագությունը բաց թողնելուց հետո:



Արագությունը կլինի առավելագույնը հավասարակշռության դիրքում: [0.5 միավոր]
Հավասարակշռության դիրքում՝

$$\begin{cases} \rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2 \\ h_1 + h_2 = 2h_0 \end{cases} \quad [1 \text{ միավոր}] \Rightarrow \begin{cases} h_1 = \frac{2h_0 \rho_2}{\rho_1 + \rho_2} \\ h_2 = \frac{2h_0 \rho_1}{\rho_1 + \rho_2} \end{cases} \begin{matrix} [0.5 \text{ միավոր}] \\ [0.5 \text{ միավոր}] \end{matrix}$$

Սկզբում պոտենցիալ էներգիան հավասար է՝

$$E_0 = \frac{\rho_1 h_0^2 g S}{2} + \frac{\rho_2 h_0^2 g S}{2} = \frac{(\rho_1 + \rho_2) h_0^2 g S}{2} \quad [1 \text{ միավոր}]$$

Հավասարակշռության դիրքում կլինի՝

$$E_{\text{պոտ}} = \frac{\rho_1 h_1^2 g S}{2} + \frac{\rho_2 h_2^2 g S}{2} = \frac{g S}{2} \left\{ \rho_1 \left(\frac{2h_0 \rho_2}{\rho_1 + \rho_2} \right)^2 + \rho_2 \left(\frac{2h_0 \rho_1}{\rho_1 + \rho_2} \right)^2 \right\} \quad [1 \text{ միավոր}]$$

$$E_{\text{պոտ}} = \frac{g S (2h_0)^2 \rho_1 \rho_2}{2(\rho_1 + \rho_2)}$$

Առավելագույն կինետիկ էներգիան (մխոց+հեղուկ) կլինի՝

$$E_{\text{կին}} = E_0 - E_{\text{պոտ}} \quad [0.5 \text{ միավոր}]$$

$$E_{\text{կին}} = E_0 - E_{\text{պոտ}} = \frac{(\rho_1 + \rho_2) h_0^2 g S}{2} - \frac{g S (2h_0)^2 \rho_1 \rho_2}{2(\rho_1 + \rho_2)} = \frac{h_0^2 g S}{2} \left\{ (\rho_1 + \rho_2) - \frac{4\rho_1 \rho_2}{(\rho_1 + \rho_2)} \right\}$$

$$E_{\text{կին}} = E_0 - E_{\text{պոտ}} = \frac{h_0^2 g S (\rho_1 - \rho_2)^2}{2(\rho_1 + \rho_2)} \quad [1 \text{ միավոր}]$$

$$E_{\text{կին}} = \frac{m v^2}{2} + \frac{\rho_1 v^2}{2} S (h_0 + l) + \frac{\rho_2 v^2}{2} S (h_0 + l) = \frac{v^2}{2} \{ m + (\rho_1 + \rho_2) S (h_0 + l) \}$$

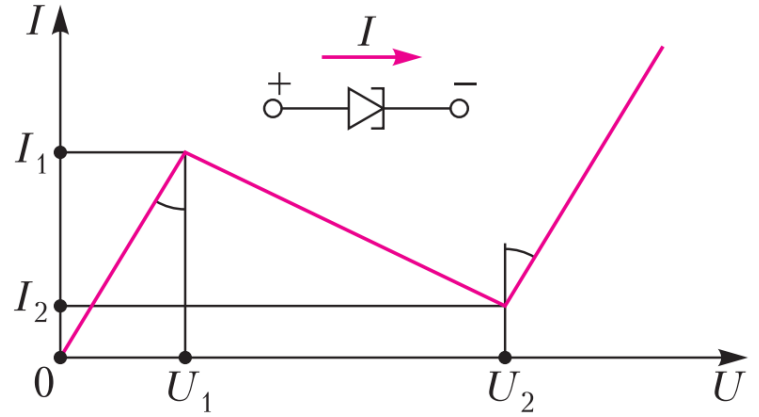
Այստեղից առավելագույն արագությունը կլինի՝

$$v^2 \{ m + (\rho_1 + \rho_2) S (h_0 + l) \} = h_0^2 g S \frac{(\rho_1 - \rho_2)^2}{(\rho_1 + \rho_2)}$$

$$v = \sqrt{\frac{h_0^2 g S}{\{ m + (\rho_1 + \rho_2) S (h_0 + l) \}} \frac{(\rho_1 - \rho_2)^2}{(\rho_1 + \rho_2)}} \quad [1 \text{ միավոր}]$$

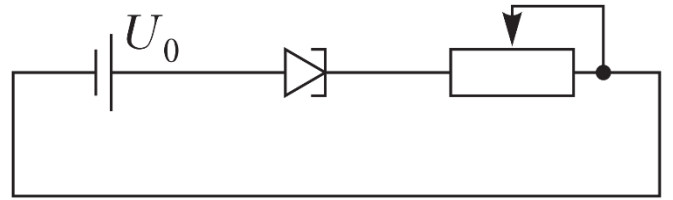
Խնդիր 2: Թունելային դիոդ (8 միավոր)

Էլեկտրական շղթաներում ոչ բոլոր տարրերն են ենթարկվում Օհմի օրենքին: Թունելային դիոդի վոլտ-ամպերային բնութագիրը՝ ՎԱԲ-ը (տարրով անցնող հոսանքի ուժի կախումը կիրառված լարումից) բերված է նկարում: Թունելային դիոդի պայմանական նշանը բերված է նկարի վերին մասում: Այդ նույն նկարում նշված է հոսանքի դրական ուղղությունը: Գրաֆիկի վրա բերված I_1 , I_2 և U_1 , U_2 արժեքները կանվանենք դիոդի պարամետրեր: Գրաֆիկի վրա նշված անկյունները հավասար են:



Մաս Ա: Հաջորդական միացում (4.5 միավոր)

Դիտարկենք թունելային դիոդ, որի պարամետրերն են $I_1 = 4I_2 = 4i$, $U_2 = 4U_1 = 4u$, ընդ որում i -ի և u -ի արժեքները համարվում են տրված: Այս դիոդը միացնում են կարգավորվող դիմադրությանը (ռեոստատ) և $U_0 = 6u$ լարում պահովող իդեալական լարման աղբյուրին հաջորդաբար: Կարգավորվող դիմադրության արժեքները կարող են փոփոխվել շատ լայն տիրույթում:



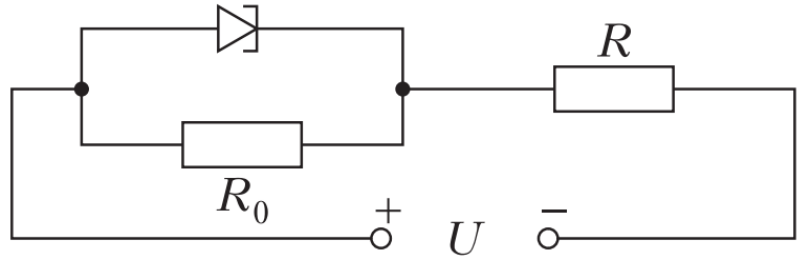
ա) Վերլուծել շղթայում հնարավոր հոսանքի արժեքների

քանակը՝ կախված կարգավորվող դիմադրության արժեքից: [2.5 միավոր]

բ) Կարգավորվող դիմադրատարրի դիմադրությունը $R = \frac{3u}{i}$ է: Որքան է հոսանքի ուժը շղթայում: [2 միավոր]

Մաս Բ: Չուգահեռ միացում (3.5 միավոր)

Մեկ այլ թունելային դիոդի պարամետրերն են $I_1 = 10$ մԱ, $I_2 = 1$ մԱ, $U_1 = 0.2$ Վ, $U_2 = 0.8$ Վ: Այս դիոդով և R_0 դիմադրատարրով հավաքեցին նկարում պատկերված սխեման: Հայտնի է, որ շղթայի հոսանքը ունի միևնույն արժեքը լարումների արժեքի որոշակի տիրույթում:



բ) Ինչքա՞ն է R_0 դիմադրությունը: [2.5 միավոր]

գ) Ինչքա՞ն է այդ ընթացքում հաստատուն հոսանքի ուժի արժեքը: [1 միավոր]

ա) Կարգավորվող դիմադրատարրի դիմադրությունը $R = \frac{3u}{i}$ է: Որքա՞ն է հոսանքի ուժը շղթայում:

Նշանակենք դիոդի վրա կիրառված լարումը $V(I)$: Հաջորդական միացման դեպքում՝

$$V(I) = U_0 - IR$$

Այս հավասարումը ամենահեշտը գրաֆիկորեն լուծելն է: [0.5 միավոր]:

$I = \frac{U_0}{R} - \frac{V(I)}{R}$ [0.5 միավոր] հավասարման թեքությունը $tg(\alpha) = -\frac{1}{R}$: Գրաֆիկից երևում է, որ

եթե $R < R_1 = \frac{6u-u}{4i} = \frac{5u}{4i}$, ապա ունենք մեկ հատման կետ: [0.5 միավոր]

եթե $R > R_2 = \frac{6u-4u}{i} = \frac{2u}{i}$, ապա ունենք մեկ հատման կետ: [0.5 միավոր]

եթե $R_2 < R < R_1$, ապա ունենք 3 հատման կետ: [0.5 միավոր]

Քանի որ մեր խնդրում $R = \frac{3u}{i}$, ապա հատվելու է ՎԱԲ-ի առաջին հատվածի հետ, որի հավասարումն է՝

$$I_{\text{առաջին}}(V) = \frac{4i}{u}V$$

Հետևաբար, պետք է գտնել այդ գծի և $I = \frac{U_0 - V(I)}{R}$ հավասարումով նկարագրվող գրաֆիկի հատման կետը՝

$$\frac{4i}{u} V = I = \frac{U_0 - V}{R} = \frac{U_0 - V}{\frac{3u}{i}} \quad [1 \text{ միավոր}]$$

$$\frac{4i}{u} \frac{3u}{i} V = U_0 - V = 12V$$

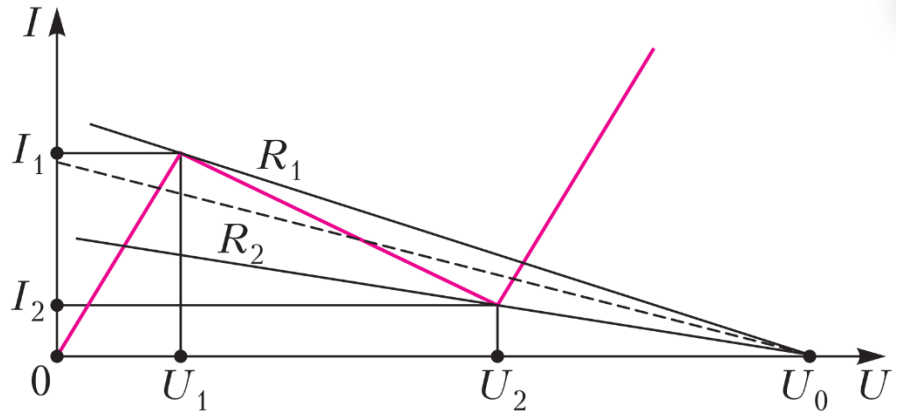
$$V = \frac{6u}{13} \Rightarrow I = \frac{4i}{u} V = \frac{4i}{u} \frac{6u}{13} = \frac{24i}{13}$$

Կամ՝

$$U_0 = 6u = \frac{u}{4i} I + \frac{3u}{i} I = \frac{13u}{4i} I \Rightarrow I = \frac{24i}{13}$$

[1 միավոր]

Այլընտրանքային լուծման դեպքում, եթե հիմնավորված չի լուծման միակությունը՝ առավելագույնը 1 միավոր:



Մաս Բ: Չուզանիե միացում

բ) Ինչքա՞ն է R_0 դիմադրությունը:

Ըստ խնդրի պայմանի՝

$$\begin{cases} I_D + I_R = \text{const} \\ I_R R = U_D(I_D) \end{cases} \quad [1 \text{ միավոր}] \Rightarrow I_D + \frac{U_D}{R} = \text{const} \Rightarrow R = -\frac{\Delta U_D}{\Delta I_D} \quad [0.5 \text{ միավոր}]$$

Այսպիսով, հոսանքը կարող է լինել հաստատուն միայն դիողի բացասական թեքությամբ (միջին հատվածի) տեղամասում [0.5 միավոր]: Այդ դեպքում՝

$$R = \frac{U_2 - U_1}{I_1 - I_2} = \frac{600}{9} \Omega = 66,7 \text{ Օհմ} \quad [0.5 \text{ միավոր}]$$

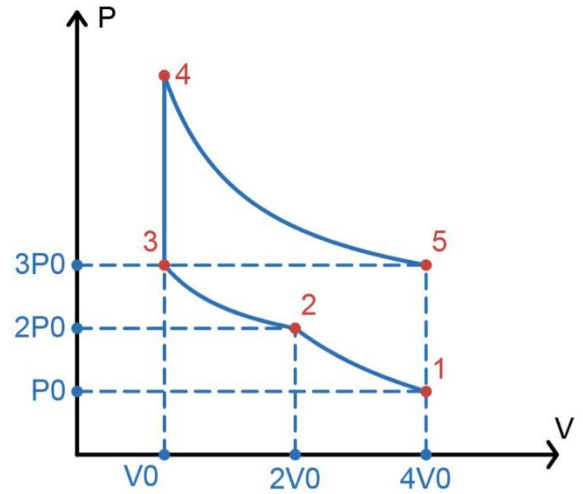
գ) Ինչքա՞ն է այդ ընթացքում հաստատուն հոսանքի ուժի արժեքը:

Հաշվենք այդ արժեքը բացասական թեքությամբ տեղամասի որևէ կետի համար [0.5 միավոր]

$$I_{\text{const}} = I_R + I_D = \frac{U_1}{R} + I_D(U_1) = \frac{9 \cdot 0.2}{600} \text{ Ա} + 10 \text{ մԱ} = 13 \text{ մԱ} \quad [0.5 \text{ միավոր}]$$

Խնդիր 3: Փորձարար Գառնիկը (7 միավոր)

Փորձարար Գառնիկը լաբորատորիայում փորձ իրականացնելիս թափանցիկ անոթը լցնում է հելիումով և ջրային գոլորշիով, որոնց ընդհանուր ճնշումը լցնելու պահին հավասար էր P_0 -ին: Գառնիկը այդ անոթի ծավալը սկսում է շատ դանդաղ փոքրացնել այնպես, որ անոթի ջերմաստիճանը այդ ընթացքում մնում է հաստատուն և հավասար շրջապատող միջավայրի T_0 -ին (1-ից 3 ընթացքում): Նա նկատում է, որ 1-3 պրոցեսի ինչ-որ կետից սկսած անոթում սկսում է ցող առաջանալ, որի ծավալը ամբողջ ընթացքում կարելի է անտեսել: Անոթի ծավալը փոքրացնելուց հետո (3 կետից սկսած) Գառնիկը սկսում է անոթն տաքացնել՝ պահպանելով անոթի ծավալը հաստատուն, մինչև անոթում ջուրը ամբողջությամբ գոլորշիանա: Գոլորշիացումից հետո անոթում հաստատված ջերմաստիճանը հաստատուն պահելով՝ նա սկսում է անոթի ծավալը մեծացնել մինչև 1 կետում ծավալի արժեքը: Անոթում $P(V)$ կախվածության գրաֆիկը պատկերված է նկարում:



1) Ստացեք $P(V)$ կախվածության հավասարումը 2-3 տեղամասի համար՝ համարելով P_0 -ն և V_0 -ն հայտնի: [3 միավոր]

2) Որոշեք անոթում գտնվող հելիումի և անոթում գտնվող ամբողջ ջրի (ջուր + գոլորշի համակարգի) մոլերի քանակների հարաբերությունը: [1.5 միավոր]

3) Գտեք 3 և 4 վիճակներում հագեցած գոլորշու ճնշումների հարաբերությունը: [2.5 միավոր]

Փորձարար Գառնիկը, լուծում: Խնդրի լուծման ընթացքում օգտվելու ենք հետևյալ նշանակումներից: Հելիումի ճնշումը՝ P_{He} , ջրային գոլորշու ճնշումը՝ P_w , հագեցած գոլորշու ճնշումը՝ P_s : Նկատենք, որ 1, 2, 3 կետերում հագեցած գոլորշիների ճնշումները իրար հավասար են ($P_{s1} = P_{s2} = P_{s3}$), նաև նկատենք, որ իրար հավասար են 4 և 5 կետերի ճնշումները ($P_{s4} = P_{s5}$):

1) Ստացեք $P(V)$ կախվածության հավասարումը 2-3 տեղամասի համար, արտահայտելով այն P_0 և V_0 պարամետրերի միջոցով: 1-3 տեղամասում պրոցեսը իզոթերմ է, սակայն գոլորշու կոնդենսացման պատճառով գրաֆիկում առկա է կտրման կետ, դա կետ 2-ն է [0.5 միավոր]: Ցանկացած տեղամասում՝

$$P = P_{He} + P_w \quad [0.5 \text{ միավոր}]$$

$$2-3 \text{ տեղամասի համար } P_w = P_{s2} = \text{const}, \quad P = P_{s2} + \frac{2V_0 P_{He}}{V} \quad [0.5 \text{ միավոր}],$$

Հաշվի առնելով եզրային 2 և 3 կետերի արժեքներից՝

$$\begin{cases} 2P_0 = P_{s2} + P_{He2} & [0.5 \text{ միավոր}] \\ 3P_0 = P_{s2} + 2P_{He2} & [0.5 \text{ միավոր}] \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} P_{s2} = P_0 \\ P_{He2} = P_0 \end{cases}$$

$$P = P_0 \left(1 + 2 \cdot \frac{V_0}{V} \right) \quad [0.5 \text{ միավոր}]$$

2) Որոշեք անոթում գտնվող հելիումի և անոթում գտնվող ամբողջ ջրի (ջուր + գոլորշի համակարգի) մոլերի քանակների հարաբերությունը: Գրելով Բոյլ Մարիոտտի օրենքը (ջուր-հելիում) համակարգի համար 1 կետում և 2 կետում միայն ջրային գոլորշու համար՝

$$\begin{cases} (\vartheta_{He} + \vartheta_w)RT_0 = 4P_0V_0 & [0.5 \text{ միավոր}] \\ \vartheta_{He}RT_0 = 2P_0V_0 & [0.5 \text{ միավոր}] \end{cases}$$

Այստեղ օգտվել ենք նախորդ կետի արդյունքներից: Հարաբերելով այդ արտահայտությունները կստանանք՝

$$\vartheta_{He}/\vartheta_w = 1 \quad [0.5 \text{ միավոր}]$$

3) Գտեք 3 և 4 վիճակներում հագեցած գոլորշու ճնշումների հարաբերությունը:

Քանի որ Գառնիկը 3-4 տեղամասում անոթն տաքացնում է մինչև կոնդենսացված ջրի ամբողջությամբ գոլորշիացումը (ոչ ավել), ապա 4 կետում գոլորշին հագեցած է: [0.5 միավոր]

4 կետից հետո ծավալի մեծացման շնորհիվ ջրային գոլորշու կոնցենտրացիան ավելի փոքր կլինի և հագեցում այլևս չի լինի [0.5 միավոր]: Քանի որ 4-5 տեղամասում հագեցած գազ չկա, ապա ճնշումը 4 կետում պետք է լինի՝

$$P_4 = \frac{3P_0 \cdot 4V_0}{V_0} = 12P_0 \quad [0.5 \text{ միավոր}]$$

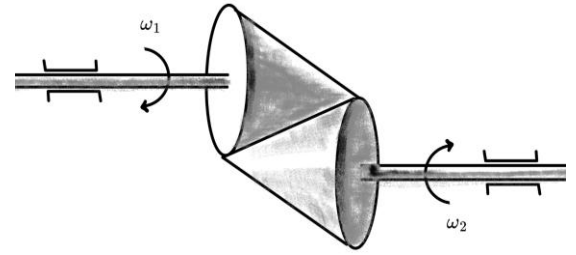
Հաշվի առնելով, որ մոլերի քանակները հավասար են՝ $P_{w4} = P_{He4} = 6P_0$ [0.5 միավոր]

$$\text{Այսպիսով } \frac{P_{s4}}{P_{s1}} = \frac{6P_0}{P_0} = 6 \quad [0.5 \text{ միավոր}]:$$

Խնդիր 4: Ֆրիկցիոն փոխանցման տուփը (8 միավոր)

Շարժիչները կիրառում են ուժի մոմենտ լիսեռի վրա, որը պտտվում է դրա ազդեցության տակ: Շատ դեպքերում անհրաժեշտ է այդ ուժի մոմենտը փոխանցել այլ համակարգերին, օրինակ, մեքենայի շարժիչը իր լիսեռի վրա կիրառված ուժի մոմենտը փոխանցման տուփի մեջ հավաքված աստղիկներով և այլ մեխանիզմներով փոխանցում է ուժի մոմենտը անիվներին: Այստեղ կդիտարկենք ավելի պարզ դեպք:

Նկարում պատկերված կոն 1-ը միացված է շարժիչին և հանդես է գալիս, որպես այդ շարժիչի լիսեռ: Կոն 2-ը հպվում է կոն 1-ին այնպես, որ դրա գագաթը գտնվում է կոն 1-ի հիմքի հարթության մեջ, իսկ կոների առանցքները զուգահեռ են: Կոները նույնական են և իրենց հպման ողջ գծի երկայնքով հավասարաչափ սեղմված են միմյանց: Այսպես, կոն 1-ի վրա կիրառված ուժի մոմենտը փոխանցվում է կոն 2-ին շփման ուժերի շնորհիվ: Այս մեթոդը անվանում են ֆրիկցիոն փոխանցում:



Ենթադրենք կոների բարձրությունը L է, շառավիղը՝ R : Կոները պտտվում են ω_1 և ω_2 անկյունային արագություններով իրար հակառակ ուղղություններով: Դիտարկենք կոների հպման տիրույթի այն մասը, որը ընկած է առաջին կոնի հիմքից x և $x + \Delta x$ հեռավորությամբ հարթությունների արանքում: Δx -ը այնքան փոքր է, որ դիտարկվող տեղամասի բոլոր կետերում կոների վրա ազդող շփման ուժերի բազուկները կոների առանցքի նկատմամբ նույնն են: Նշանակենք 1 կոնի՝ x և $x + \Delta x$ հեռավորությամբ հարթությունների արանքում անկած մակերևույթի արագությունը $v_1(x)$, իսկ երկրորդ կոնի նույն տիրույթում ընկած արագությունը՝ $v_2(x)$: Այս նշանակումներով, կոների հպման գծի երկայնքով կոների մակերևույթի կետերի հարաբերական արագությունը կլինի՝ $v(x) = v_1(x) - v_2(x)$

1) Արտածեք $v(x)$ -ը արտահայտված $R, L, \omega_1, \omega_2, x$ մեծություններով:

[1.5 միավոր]

2) Գծել $v(x)$ -ի գրաֆիկը: [1 միավոր]

Կոների միջև գործող հակազդեցության ուժը F է:

2-րդ լիսեռի վրա 1-ի կողմից քննարկված տեղամասում ազդող ուժի

մոմենտը կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ՝ $\Delta M = A \Delta x$

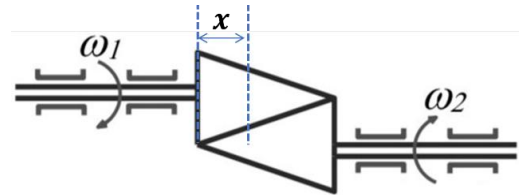
որտեղ A -ն կախված է x -ից և A -ի նշանը կարող է փոխվել:

3) Արտահայտեք A -ն՝ F, L, R, x մեծություններով: [2 միավոր]

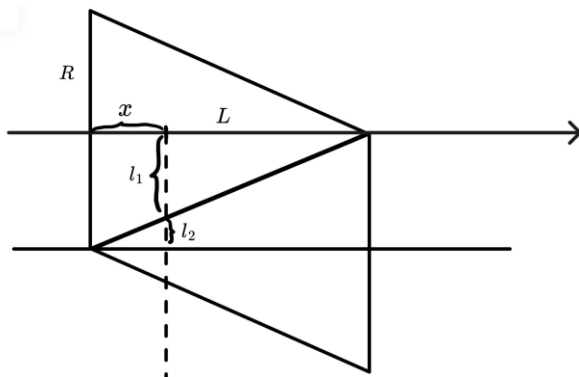
4) Կառուցեք $A(x)$ -ի գրաֆիկը: Գրաֆիկի վրա պետք է նշված լինեն բոլոր կարևոր կետերը: [1 միավոր]

Հայտնի է, որ կոն 2-ը շարժվում է միայն կոն 1-ի կողմից ազդող շփման ուժի շնորհիվ:

5) Գտեք ω_2 -ը արտահայտված ω_1 -ով: [2.5 միավոր]



Լուծում



1. Օգտվելով եռանկյունների նմանությունից գտնենք l_1 և l_2 -ը՝

$$\frac{R}{L} = \frac{l_1}{L-x}, \Rightarrow l_1 = R \frac{L-x}{L}$$

[0.5 միավոր] գաղափարի համար

$$l_2 = R - l_1 = x \frac{R}{L} \quad [0.5 \text{ միավոր}]$$

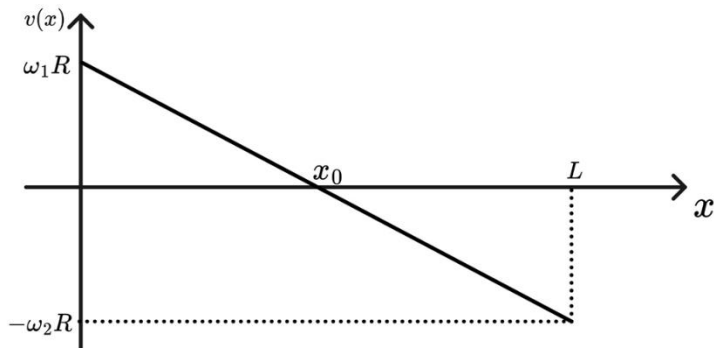
Ապա հարաբերական արագությունը կստացվի՝

$$v(x) = \omega_1 \frac{L-x}{L} R - \omega_2 x \frac{R}{L} = \omega_1 R - \frac{R}{L} x (\omega_1 + \omega_2)$$

[0.5 միավոր]

2) Գրաֆիկը $x_0 = L \frac{\omega_1}{\omega_1 + \omega_2}$ կետում փոխում է նշանը:

[0.5 միավոր]



[0.5 միավոր, եթե երկու ծայրակետերն էլ նշված են ճիշտ]

3) Եթե կոները իրար վրա ազդում են F ուժով, ապա կամայական փոքր տեղամասի վրա ազդում է՝ $\Delta F = \frac{F}{L} \Delta x$ [0.5 միավոր, անկախ նրանից բաժանել է ներքնաձիգին թե բարձրությանը], որը 2-րդ լիսեռի վրա կառաջացնի $\Delta M = l_2 \Delta F$ [0.5 միավոր] ուժի մոմենտ, իսկ նշանը կորոշվի $v(x)$ -ի գրաֆիկից:

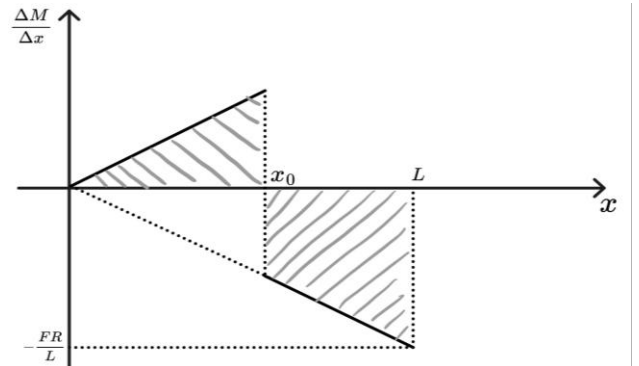
$$\Delta M = \begin{cases} \frac{F}{L^2} R x \Delta x, & \text{եթե } x < x_0 \\ -\frac{F}{L^2} R x \Delta x, & \text{եթե } x > x_0 \end{cases}$$

[0.5 միավոր, եթե մոդուլն է ճիշտ;
0.5 միավոր, եթե նշանը փոխվել է]

4) Պարզ է որ մինչև x_0 կետը այն դրական է, դրանից հետո բացասական: Այս ամենի հիման վրա կստանանք:

[0.5 միավոր, եթե բնութագրիչ կետերը ճիշտ են]

[0.5 միավոր, եթե գրաֆիկը կիսված է]



5) $A(x)$ -ի x -ից կախվածության գրաֆիկի տակի մակերեսը հավասար է կոների փոխազդեցության լրիվ մոմենտին՝ $M_{\text{լր}}$

[0.5 միավոր]: Երկրորդ լիսեռը կպտտվի հավասարաչափ, եթե կիրառված գումարային ուժի մոմենտը $M_{\text{լր}} = 0$

[0.5 միավոր]: Հետևաբար x_0 -ի արժեքը պետք է լինի այնպիսին, որ գրաֆիկի դրական մասի մակերեսը հավասար լինի բացասական մասի մակերեսին: Դժվար է չնկատել, որ փոքր և մեծ եռանկյունների մակերեսների համեմատականության գործակիցը $\left(\frac{L}{x_0}\right)^2$ է, որը պետք է լինի հավասար 2-ի:

$$\left(\frac{L}{x_0}\right)^2 = 2$$

$$x_0 = \frac{L}{\sqrt{2}} \quad [1 \text{ միավոր, գնահատվում է, եթե որևէ ձևով լրիվ ճիշտ լուծմամբ ստացվել է արժեքը}]$$

$$\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{\omega_1}\right)^2 = 2$$

Այստեղից՝

$$\omega_2 = \omega_1(\sqrt{2} - 1) \quad [0,5 \text{ միավոր}]$$