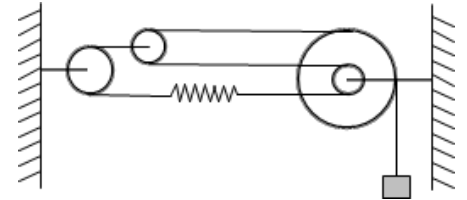


ՖԻԶԻԿԱՅԻ ՕԼԻՄՊԻԱԴԱ
ՀԱՆՐԱՊԵՏԱԿԱՆ ՓՈՒԼ 2021-2022

12-րդ դասարան
Տևողությունը 4 ժամ

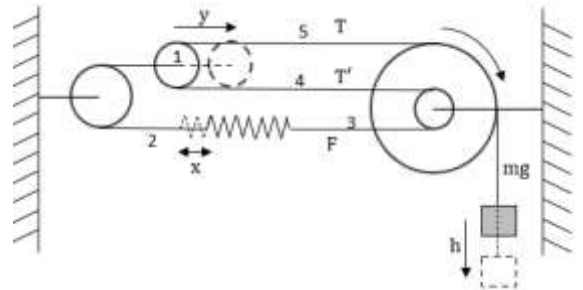
1. Ինչքան կիջնի նկարում պատկերված համակարգի m զանգվածով բեռը այն կախելուց հետո, եթե համառանցք ճախարակները ամրացված են միմյանց, մեծի շառավիղը n անգամ մեծ է փոքրինից, զսպանակի կոշտությունը k է, սահք չկա:



Լուծում

Հավասարակշռության պայմաններից ակնհայտ է, որ

$$\begin{cases} T = T' \\ F = T + T' \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F + nmg = T' + nT \\ \Rightarrow F = \frac{2n}{n-1}mg \Rightarrow \\ \Rightarrow x = \frac{2n}{n-1} \frac{mg}{k} \end{cases}$$

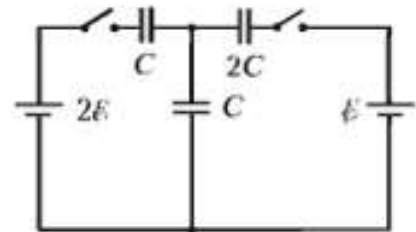


Դիտարկենք նկարի միջի կետերի հորիզոնական շարժը (դրական ուղղությունը՝ աջ).

$$\Delta_1 = y, \quad \Delta_2 = -y, \quad \Delta_3 = -y + x, \quad \Delta_4 = y - x, \quad \Delta_5 = 2\Delta_1 - \Delta_4 = y + x$$

$$n \cdot \Delta_4 = \Delta_5 \Rightarrow y = \frac{n+1}{n-1}x \Rightarrow h = \frac{2n}{n-1}x = \left(\frac{2n}{n-1}\right) \frac{mg}{k}$$

2. Նկարում ցուցադրված շղթայում անջատիչները հերթով փակում են (մինչև դրանցից մեկը փակելը բացում են մյուսը): Գտեք միջին կոնդենսատորի լարումը մեծ թվով անջատումներից հետո: Շղթայի տարրերը համարեք իդեալական: Կոնդենսատորները սկզբում լիցքավորված չեն:



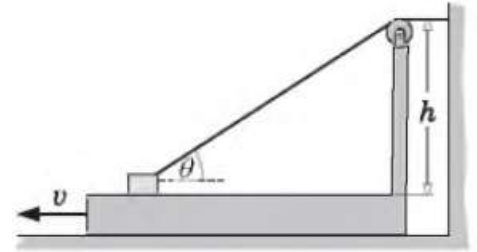
Լուծում: Եթե նախ փակենք ձախ բանալին մարտկոց՝ $2\mathcal{E}$ լարմամբ, C ունակություններով կոնդենսատորներից յուրաքանչյուրը լիցքավորվելու է մինչև E լարում, և հետագա միացնելը և անջատելը ոչինչ չի փոխի: $2C$ հզորությամբ կոնդենսատորը չի լիցքավորվի Եթե նախ փակենք աջ բանալին միացված է E լարման մարտկոցին, ապա գործընթացը ավելի կբարդանա: Աջ բանալի առաջին փակումից հետո $2C$ ունակությամբ կոնդենսատորը լիցքավորվելու է $E/3$ լարման, իսկ C -ունակությամբ «միջին» կոնդենսատորը՝ $2E/3$ լարման: հիմա փակենք աջ և բացենք ձախը: Պարզ հաշվարկը ցույց է տալիս, որ այժմ «միջին» կոնդենսատորը լիցքավորվելու է մինչև $4E/3$, կոնդենսատորը՝ մինչև $2E/3$ լարում իսկ ձախի լարումը չի փոխվի: Նորից գործողությունը կրկնելուց հետո «միջին» կոնդենսատորի առաջին լարումը կդառնա հավասար $8E/9$, իսկ «ձախ» կոնդենսատորը լիցքավորվելու է մինչև լարման $E/9$. Հնարավոր է հետագա վերլուծություն իրականացնել, բայց պարզ է, որ «միջին» կոնդենսատորի լարումը մոտենում է E -ին, իսկ «ձախի» լարումը մոտենում է զրոյի: Հեշտ է ստանալ բանաձևը. Յուրաքանչյուր զույգ անջատումից հետո «ձախ» կոնդենսատորի լարումը նվազում է երեք անգամ: Այսպիսով, մեծ քանակությամբ անջատումներից և միացումներից հետո հլարումը «միջին» կոնդենսատորը շատ մոտ կդառնա E

3. Ճնշման կաթսայի մեջ լցրել են փոքր քանակությամբ $t_0 = 20^\circ C$ ջերմաստիճանի ջուր (ջրի զբաղեցրած ծավալը շատ փոքր է կաթսայի ծավալից): Դրանից հետո այն հերմետիկորեն փակեցին կափարիչով և դանդաղ տաքացրեցին: Երբ ջերմաստիճանը դարձավ $t_1 = 115^\circ C$, և ճնշումը երեք մթնոլորտ, ամբողջ ջուրը գոլորշիացավ: Գնահատեք այս տվյալներով, կաթսայի ծավալի որ մասն էր զբաղեցնում ջուրը տաքացնելուց առաջ:

Ջրի գուրրշու ճնշումը կաթսայում $20^{\circ}C$ –ում կարելի է անտեսել: Ունիվերսալ գազի հաստատուն $R = 8,31 \text{ Ջ/(մոլ} \cdot \text{K)}$, ջրի մոլային զանգված $\mu = 18 \text{ գ / մոլ}$, խտությունը $\rho = 1 \text{ գ/սմ}^3$:

Լուծում: Սկզբնական վիճակում կաթսայում օդի ճնշումը p_0 էր, երբ կաթսան փակեցին և տաքացրեցին մինչև $T_1 = 273 + t_1$ ջերմասիճան դրա ճնշումը հավասարվեց $p_0 \frac{T_1}{T_0}$, իսկ գուրրշու ճնշումը հավասար է $p_q = 3p_0 - p_0 \frac{T_1}{T_0}$: Դա նշանակում է որ ջրի զանգվածը կաթսայում հավասար է $m_q = \frac{\mu p_q V}{RT_1}$: Այստեղից ստանում ենք, տաքացնելուց առաջ ջուրը զբաղեցնում էր կաթսայի ծավալի $\beta = \frac{m_q}{\rho V} = \frac{\mu p_0}{RT_1} \left(3 - \frac{T_1}{T_0} \right) = 9.3 \cdot 10^{-4}$ մասը:

4. Ուղղանկյուն ելուստ ունեցող հարթակի վրա դրված է m զանգվածով փոքր չորսու: Չորսուն միացված է թեթև չձգվող լարի մի ծայրին, որն անցնում է ուղղանկյուն ելուստի անկյունում ամրացված ճախարակի վրայով և ամրացված է պատին: Լարի հատվածը ճախարակի և պատի միջև հորիզոնական է և գտնվում է հարթակի վերին երեսից h բարձրության վրա, ինչպես ցույց է տրված նկարում: Սարքը գտնվում է հորիզոնական ողորկ հատակի վրա: Չորսուի և հարթակի վերին նիստի միջև շփման գործակիցը μ է: Սարքը քաշում են դեպի ձախ այնպես, որ այն շարժվի հաստատուն v արագությամբ: Գտնեք F ուժը, որը ձգում է հարթակը, երբ լարի չորսուի և ճախարակի միջև ընկած հատվածը հորիզոնականի հետ կազմում է α անկյուն: Ազատ անկման արագացումը g է, ենթադրեք, որ չորսուն չի պոկվում հարթակից:



Լուծում: Նշանակենք x -ով չորսուի հեռավորությունը ելուստից

$$dx \cdot \cos(\theta) = -v \cdot dt$$

Պյութագորասի թեորեմից

$$x = \sqrt{l^2 - h^2} \Rightarrow \frac{dx}{dt} = -\frac{lv}{\sqrt{l^2 - h^2}} = -\frac{v}{\cos(\theta)},$$

այստեղ հաշվի է առած, որ $l = l_0 - vt$

Փաստորեն ելուստի զագաթի համակարգում չորսուի արագությունը կլինի

$$v_x = -\frac{v}{\cos(\theta)} \quad (1)$$

իսկ արագացումը կլինի

$$a_x = -\frac{v \cdot \sin(\theta)}{\cos^2(\theta)} \cdot \frac{d\theta}{dt} = -\frac{v \cdot \sin(\theta)}{\cos^2(\theta)} \cdot \omega \quad (2)$$

Մյուս կողմից

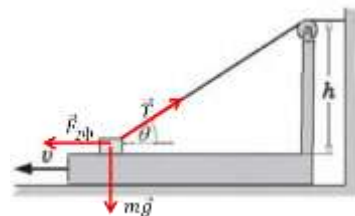
$$x = h \cdot ctg(\theta) \Rightarrow v_x = \frac{dx}{dt} = -\frac{h}{\sin^2(\theta)} \cdot \omega \quad (3)$$

(1) և (3) բանաձևերից ստացվում է,

$$-\frac{v}{\cos(\theta)} = -\frac{h}{\sin^2(\theta)} \cdot \omega \Rightarrow \omega = \frac{v \cdot \sin^2(\theta)}{h \cdot \cos(\theta)} \quad (4)$$

(4)-ից և (2)-ից ստացվում է

$$a_x = -\frac{v \cdot \sin(\theta)}{\cos^2(\theta)} \cdot \frac{v \cdot \sin^2(\theta)}{h \cdot \cos(\theta)} = -\frac{v^2}{h} tg^3(\theta)$$



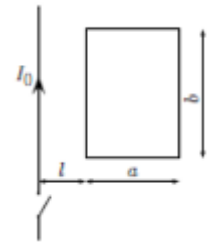
$$Nյոստոնի երկրորդ օրենքից T \cos(\theta) - \mu(mg - T \sin(\theta)) = ma_x$$

$$T(\cos(\theta) + \mu \cdot \sin(\theta)) = m(\mu g + a_x) \Rightarrow T = \frac{m(\mu g + a_x)}{\cos(\theta) + \mu \cdot \sin(\theta)}$$

Ելուստի վրա ազդող ուժը կլինի

$$\begin{aligned} F &= T - T \cos(\theta) + F_{2\text{փ}} = T(1 - \cos(\theta)) + \mu(mg - T \sin(\theta)) = \\ &= T(1 - \cos(\theta) - \mu \sin(\theta)) + \mu mg = \frac{m(\mu g + a_x)}{\cos(\theta) + \mu \cdot \sin(\theta)} (1 - \cos(\theta) - \mu \sin(\theta)) - \mu mg = \\ &= \frac{m \left(\mu g + \frac{v^2}{h} tg^3(\theta) \right)}{\cos(\theta) + \mu \cdot \sin(\theta)} - \frac{mv^2}{h} tg^3(\theta): \end{aligned}$$

5. Դիտարկենք $a = 0,03$ մ և $b = 1,0$ մ չափսերով՝ $R=5$ Օմ մետաղալարերի ուղղանկյուն շրջանակ, որի մի կողմը գուգահեռ է երկար ուղիղ մետաղալարին և գտնվում է նրանից $l = 0,01$ մ հեռավորության վրա (երկար մետաղալարով հոսում է $I_0 = 10$ Ա) (տես նկ.): Նման հոսանքի մագնիսական դաշտի ինդուկցիան լարից r հեռավորության վրա տրվում է $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ բանաձևով, որտեղ $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Հն $Ա^{-1}$:



- 1) Հաշվե՛ք մագնիսական հոսքը օղակի միջով
- 2) Ժամանակի որոշակի պահի երկար մետաղալարի հոսանքը անջատում են: Որքա՞ն է շրջանակի հատույթով անցած Q լիցքը:
- 3) Ի՞նչ իմպուլս է ստանում շրջանակը հոսանքն անջատելու հետևանքով (արտահայտեք այն Q լիցքով և տրված մեծություններով):

Լուծում: Հոսքը հավասար է $\Phi = \int_l^{l+a} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} dr = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln\left(\frac{l+a}{l}\right)$

Լուծում: Տեղադրելով թվային արժեքները ստանում ենք $l = 0.01$ մ, $l + a = 0.04$ մ, $\Phi = 280$ մԿՎբ: Հոսանքը անջատելուց հետո $R \frac{dq}{dt} = \frac{d\Phi}{dt}$, ուստի $Rdq = d\Phi \rightarrow Q = \Delta\Phi = \Phi$:

Վերջնական ստանում $Q = \Phi/R = 56$ մԿԿ:

Շրջանակի վրա ազդող ուժը հավասար է հոսանքին գուգահեռ կողմերի վրա ազդող ուժերի գումարին՝ $F_1 = bIB_1, F_2 = bIB_2, I = R^{-1} \frac{d\Phi}{dt}: dp = (F_1 - F_2)dt = bR^{-1}(B_1 - B_2)d\Phi$:

Տեղադրելով $B_1 = \mu_0 I/2\pi, B_2 = \mu_0 I/2\pi(l + a)$: Ունենք $dp = \frac{\mu_0 b}{2\pi R} \frac{a}{l(1+a)} d\Phi$:

Քանի որ $d\Phi = \frac{\mu_0 b}{2\pi R} \ln\left(\frac{l+a}{l}\right) dl$, ստանում ենք $dp = \left(\frac{\mu_0 b}{2\pi R}\right)^2 \frac{a}{l(1+a)} \ln\left(\frac{l+a}{l}\right) l dl$, որտեղից էլ ստանում

ենք $p = \left(\frac{\mu_0 b}{2\pi R}\right)^2 \frac{a}{l(1+a)} \ln\left(\frac{l+a}{l}\right) l^2 / 2 = 4 \cdot 10^{-7}$ կգմ/վ²