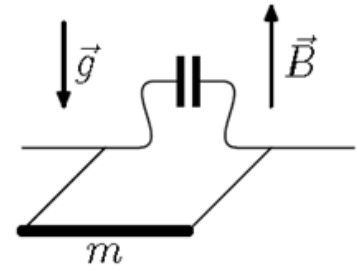


2015-2016 ու.ս.տ. Ֆիզիկայի հանրապետական օլիմպիադա
 Մարզային փուլ
 Տևողությունը 3 ժամ
 12 դասարան

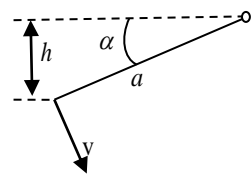
1. Քառակուսի շրջանակն առանց շփման կարող է պտտվել հորիզոնական առանցքի շուրջ (տե՛ս նկ.):

Հորիզոնական տեղամասի կտրվածքում միացված է C ունակությամբ կոնդենսատոր: Մյուս հորիզոնական մասի զանգվածը m է: Շրջանակը գտնվում է B ինդուկցիայով ուղղաձիգ համասեռ մագնիսական դաշտում: Շրջանակը հորիզոնական դիրքից բաց են թողնում: Ինչքա՞ն կլինի m զանգվածով փողի արագությունը երբ նա իջնի h -ով: Ազատ անկման արագացումը g է: Շրջանակի դիմադրությունը և մյուս կողմերի զանգվածներն անտեսեք:



Լուծում: a կողմով քառակուսային շրջանակում մագնիսական հոսքի փոփոխության հետևանքով դրանում առաջանում է ԷլՇՈւ.

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = Ba v \sin \alpha = \frac{q}{C},$$



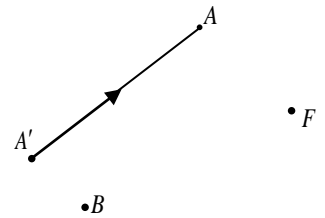
որտեղ α -ն հորիզոնի հետ կազմած անկյունն է, q -ն կոնդենսատորի լիցքը: Նկարից ունենք $\sin \alpha = \frac{h}{a}$: Էներգիայի պահպանման օրենքից ունենք

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{q^2}{2C} = mgh:$$

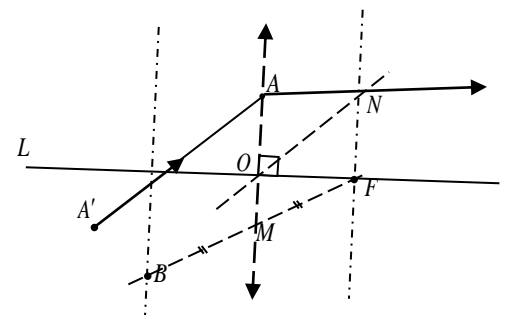
Ստացված հավասարումներից գտնում ենք

$$v = \sqrt{\frac{2mgh}{m + CB^2h^2}}:$$

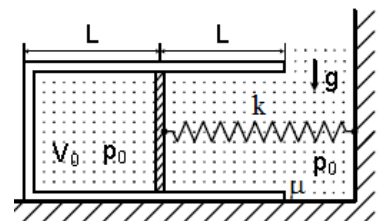
2. Ուսպնյակի վրա ընկնող $A'A$ ճառագայթն ընկնում է հավաքող ուսպնյակի վրա A կետում: Հայտնի է նաև, որ B կետը գտնվում է ձախ կիզակետային հարթության վրա, իսկ F -ը աջ կիզակետն է: Այս տվյալներով կառուցեք ուսպնյակի հարթությունը, գլխավոր օպտիկական առանցքը և կառուցեք ճառագայթի ընթացքը ուսպնյակից հետո:



Լուծում: Քանի որ B և F կետերը գտնվում են տարբեր կիզակետային հարթությունների վրա, դրանց միացնող BF հատվածի M միջնակետը գտնվում է ուսպնյակի հարթության վրա: Այժմ մենք ունենք ուսպնյակի հարթության վրա գտնվող երկու A ու M կետ, որը թույլ է տալիս կառուցել ուսպնյակի հարթությունը, այնուհետև իջեցնելով F կետից ուղղահայաց այդ հարթությանը, ստանալ ուսպնյակի գլխավոր օպտիկական առանցքը: Ճառագայթի ընթացքը կառուցելու համար նախ կառուցում ենք ուսպնյակի կիզակետային հարթությունը, հետո սովորական եղանակով՝ ճառագայթի ընթացքը (տե՛ս նկ.):



3. $2L$ երկարությամբ ուղիղ գուգահեռանիստաձև անոթում կա ուղղանկյունաձև միտոց, որի մակերեսը S է: Անոթը կարող է շարժվել հորիզոնական հարթության վրայով: Հարթության հետ շփման գործակցը μ է (տե՛ս նկ.): Միտոցը բաժանում է անոթը երկու հավասար մասի և դրանից դեպի ձախ գտնվում է միատոմ իդեալական գազ, որի ջերմաստիճանը T_0 է, ճնշումը p_0 : Միտոցի և անշարժ պատի միջև տեղադրված է k կոշտությամբ զսպանակ: Քանի՞



անգամ պետք է մեծացնել մխոցից դեպի ձախ գտնվող գազի ջերմաստիճանը որպեսզի այդ գազի ծավալը կրկնապատկվի: Մխոցի և անոթի գումարային զանգվածը m է, արտաքին օդի ճնշումը՝ p_0 : Ինչքան ջերմաքանակ է հաղորդվում գազին այդ պրոցեսում:

Լուծում: Պետք է դիտարկել երկու դեպք. ա) Առավելագույն դադարի շփման ուժը մեծ է առավելագույն առաձգականության ուժից՝ $\mu mg \geq kL$, որի դեպքում անոթը գազի ընդարձակման դեպքում, չի շարժվում: բ) Առավելագույն դադարի շփման ուժը փոքր է առավելագույն առաձգականության ուժից՝ $\mu mg < kL$, որի դեպքում անոթը գազի ընդարձակման դեպքում տեղաշարժվում է:

ա) $\mu mg \geq kL$: Ունենք $(p - p_0)S = kL$, $V_2 = S \cdot 2L = 2V_0$: Գազի վիճակի հավասարումից ունենք

$$\frac{p \cdot V_2}{T_2} = \frac{p_0 V_0}{T_0} \Rightarrow T_2 = 2T_0 \left(1 + \frac{kL}{p_0 S} \right):$$

$$Q = 1,5\Delta(pV) + p_0 LS + \frac{kL^2}{2} = 2,5p_0 LS + 3,5kL^2$$

բ) Անոթը գտնվում է դադարի վիճակում քանի դեռ $kx \leq \mu mg$: Այդ պահին ունենք $x_1 = \frac{\mu mg}{k}$,

$$(p - p_0)S = kx_1 \Rightarrow p = p_0 + \frac{kx_1}{S}, \quad \frac{pS(L+x)}{T'} = \frac{p_0 SL}{T_0},$$

որտեղից ստանում ենք

$$T' = T_0 \left(1 + \frac{\mu mg}{p_0 S} \right) \left(1 + \frac{\mu mg}{kL} \right):$$

Այդ պահից հետո գազը ընդարձակվում է հաստատուն ճնշման տակ, ուստի ունենք՝

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T'} \Rightarrow T_2' = T' \frac{V_2}{V_1} = 2T_0 \left(1 + \frac{\mu mg}{p_0 S} \right):$$

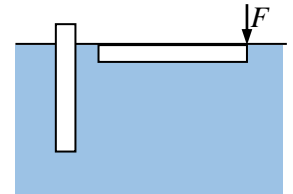
$$Q = 1,5\Delta(pV) + p_0 LS + \frac{kx_1^2}{2} = 2,5p_0 LS + 3kx_1 L^2 + \frac{kx_1^2}{2}:$$

4. 1դմ² մակերեսով քառակուսի հիմքով ու 4մ երկարությամբ փայտե տախտակը լողում է ջրավազանում ուղղահայաց դիրքով: Տախտակը լրիվ ընկղմվում է ջրի մեջ հորիզոնական դիրքում երբ նրա աջ ծայրին ազդում են $F = 80$ Ն ուժով (տե՛ս նկ.):

Ինչքան է սկզբնական դիրքում ջրից դուրս եկող մասի երկարությունը:

Ձախ ծայրից ի՞նչ հեռավորության վրա է գտնվում փայտի զանգվածների կենտրոնը:

Ի՞նչ աշխատանք է կատարվել փայտը սկզբնական դիրքից վերջնականը տեղափոխելու համար:



Լուծում: Փայտը ջրի մեջ լրիվ ընկղմելու համար պահանջվում է F ուժ, ինչ նշանակում է, որ դուրս եկող ծավալի վրա ջրի մեջ ազդող արքիմեդյան ուժը հավասար է այդ ուժին՝

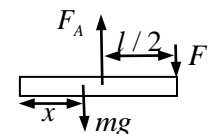
$$\rho ghS = F \Rightarrow h = \frac{80}{10^3 \cdot 10^{-2} \cdot 10} = 0,8 \text{ մ:}$$

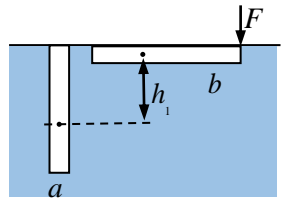
Զանգվածների կենտրոնի հեռավորությունը ձախ ծայրից որոշելու համար դիտարկենք տախտակի վրա ազդող ուժերը (տե՛ս նկ.), որտեղ հաշվի է առնված, որ արքիմեդյան ուժի կիրառման կետը գտնվում է ընկղմված ծավալի զանգվածների կենտրոնում: Այդ կետի նկատմամբ մոմենտների հավասարակշռումից ստանում ենք՝

$$mg \cdot (l/2 - x) = F \cdot l/2 \Rightarrow x = l/2 \left(1 - \frac{F}{mg} \right):$$

Հաշվի առնելով, որ $mg + F = \rho g l S$, ունենք՝

$$x = l/2 \left(1 - \frac{F}{\rho g l S - F} \right) = 2 \left(1 - \frac{80}{10^3 \cdot 10 \cdot 4 \cdot 10^{-2} - 80} \right) = 2 \cdot 0,75 = 1,5 \text{ մ:}$$





Աշխատանքը հաշվելու համար դիտարկենք նախ այն աշխատանքը, որ անհրաժեշտ է տախտակը սկզբնական դիրքից a դիրք բերելու համար, ապա այդ դիրքից b : Տախտակը ուղղաձիգ դիրքով ընկղմելու համար պահանջվում է կատարել $A_1 = \frac{Fh}{2} = \frac{80 \cdot 0,8}{2} = 32 \text{ Ջ}$ աշխատանք: Դրանից հետո զանգվածների

կենտրոնը պետք է բարձրացնել $h_1 = l - x - \frac{a}{2} = 2,45$ մ-ով, որտեղ $a = 10$ սմ՝

քառակուսու կողմն է: Միաժամանակ տախտակի վերջնական b դիրքը զբաղեցնող ջուրը իջնում է a դիրք, իչնի դեպքում այդ ջրի զանգվածների կենտրոնը իջնում է $h_2 = \frac{l}{2} - \frac{a}{2} = 1,95$ մ-ով: Հաշվի առնելով, որ $mg = \rho g l S - F = 320 \text{ Ն}$ ու $\rho g l S = 400 \text{ Ն}$, կստանանք $A_2 = mg \cdot h_1 = 320 \cdot 2,45 = 784 \text{ Ջ}$, $A_3 = -\rho g S h_2 = -400 \cdot 1,95 = -780 \text{ Ջ}$: Ուստի տախտակը սկզբնական դիրքից վերջնականը տեղափոխելու համար անհրաժեշտ է կատարվել $A = A_1 + A_2 + A_3 = 32 + 784 - 780 = 36 \text{ Ջ}$ աշխատանք:

5. Հաստատուն արագությամբ շարժվող M զանգվածով գնացքից պոկվում է m զանգվածով վերջին վագոնը, որը, անցնելով S ճանապարհ, կանգ է առնում: Ի՞նչ L հեռավորության վրա կգտնվի գնացքը վագոնից նրա կանգ առնելու պահին, եթե ջերմաքարշի քարշի ուժը հաստատուն է, իսկ գնացքի ամեն մի մասի դիմադրության ուժը կախված չէ արագությունից և համեմատական է ծանրության ուժին:

Լուծում: *Առաջին եղանակ:* Մինչև գնացքից վերջին վագոնի պոկվելը քարշի ուժը հավասար է դիմադրության ուժին՝ $F_p = F_n = kMg$, որտեղ k -ն դիմադրության գործակիցն է: Վերջին վագոնը պոկվելուց հետո գնացքի վրա հորիզոնական ուղղությամբ ազդող ուժերի համագործը՝ $F_1 = F_p - k(M - m)g = kmg$: Վագոնի վրա հորիզոնական ուղղությամբ ազդող ուժը՝ $F_2 = -kmg$: Արդյունքում գնացքը շարժվում է $a_1 = kmg / (M - m)$, իսկ վագոնը՝ $a_2 = -kg$ արագացմամբ: Պոկվելու պահից հաշված մինչև վագոնի կանգ առնելը գնացքն անցնում է $S_1 = v_0 t + a_1 t^2 / 2$ ճանապարհ, իսկ վագոնը՝ $S_2 = v_0 t + a_2 t^2 / 2$, որտեղ t -ն վագոնի շարժման ժամանակն է պոկվելուց հետո: Հետևաբար՝ $L = S_1 - S_2 = \frac{kMgt^2}{2(M - m)}$: Վագոնը, մինչև կանգ առնելը, անցնում է

$S = |a_2| t^2 / 2 = kgt^2 / 2$ ճանապարհ, հետևաբար՝ $L = \frac{MS}{M - m}$:

Երկրորդ եղանակ: Գնացք-վագոն համակարգի վրա հորիզոնական ուղղությամբ ազդող ուժերի գումարը մինչև վագոնի կանգ առնելը զրո է: Հետևաբար՝ համակարգի իմպուլսն այդ ուղղությամբ մինչև վագոնի կանգ առնելը պահպանվում է: Վագոնի կանգ առնելու պահին գնացքի արագությունը (v -ն) որոշվում է իմպուլսի պահպանման օրենքից՝ $Mv_0 = (M - m)v$: Վագոնի պոկվելուց հետո գնացքի և վագոնի շարժումները հավասարաչափ արագացող են: Հետևաբար՝ $S_1 = (v + v_0)t / 2$, $S_2 = v_0 t / 2 = S$: Ուստի՝

$$L = S_1 - S = vt / 2 = MS / (M - m):$$