



**ԵՐԵՎԱՆԻ ԱՎԱԳ ԴՊՐՈՑ**

**Պոլիտեխնիկական Միջվարժարանային ՕԼԻՄՊԻԱԴԱ**  
Նվիրված ակադեմիկոս Վ. Ս. Զաքարյանի 80-ամյա հոբելյանին  
**Ֆիզիկա X դասարան լուծումներ**

1. Ենթադրենք հարևան էլեկտրական ժամանակ չափող սարքերի հեռավորությունը  $l$  է, առաջին ժամանակ չափող սարքի ցուցմունքը  $t_1$  է, նախավերջինինը՝  $t_2$ , իսկ առաջին սարքից մինչև վերջին  $N + 1$  սարքի տեղափոխման ժամանակը՝  $t$ : Այդ դեպքում կինեմատիկական հավասարումները առաջին  $l$  հեռավորությունը անցնելուց,  $Nl$  հեռավորությունը անցնելուց և  $(N - 1)l$  հեռավորությունը անցնելուց կլինեն.

$$l = \frac{at_1^2}{2}, \quad Nl = \frac{at^2}{2}, \quad (N - 1)l = \frac{a(t - t_2)^2}{2} :$$

Առաջին և երկրորդ հավասարումներից  $N$  և  $Nl$  արտահայտությունները տեղադրելուց հետո կստանանք.

$$t = \frac{t_1^2 + t_2^2}{2t_2} :$$

Տեղադրելով այս արտահայտությունը և  $l = \frac{at_1^2}{2}$  արտահայտությունը

$$Nl = \frac{at^2}{2}$$

հավասարման մեջ, կստանանք

$$N = \left(\frac{t}{t_1}\right)^2 = \frac{t_1^2 + t_2^2}{(2t_1t_2)^2} :$$

Հաշվի առնելով, որ  $\frac{t_1}{t_2} = n$ , կստանանք.

$$N = \frac{(1 + n^2)^2}{(2n)^2}$$

$$N + 1 = \frac{(1 + n^2)^2}{(2n)^2} + 1 :$$

2. Պետք է քննարկենք խորանարդիկների սայլակով սահելու հնարավոր բոլոր տարբերակները: Եթե երկու խորանարդիկներ սահեն, ապա սայլակի արգացումը կլինի  $6g\mu = 0,6g = 6 \text{ մ/վ}^2$ : Որպեսզի երկու խորանարդիկներ չսահեն դադարի շփման դեպքում, պետք է դիտարկել ուժեր, այնպես որ շփման գործակիցը  $0,5$ -ից փոքր չլինի: Դիտարկենք այն դեպքը, երբ փոքր զանգվածով խորանարդը պետք է սահի, իսկ մեծ զանգվածով խորանարդը սայլակի հետ միասին շարժվի: Ենթադրենք շարժական ճախարակի վրա ազդող ուժը  $F$  է: Այդ դեպքում յուրաքանչյուր թելի լարման ուժը կլինի  $F/2$ : Ենթադրենք մեծ զանգվածով խորանարդի և սայլակի շարժման արագացումը  $a$  է, իսկ փոքր զանգվածով խորանարդինը՝  $a_1$ : Այդ դեպքում, շարժման հավասարումները կունենան հետևյալ տեսքը.

$$\frac{F}{2} - \mu Mg = Ma_1$$

$$\frac{F}{2} + \mu Mg = 6Ma$$

Այս հավասարումների համակարգը լուծելուց հետո կստանանք.

$$a_1 = 10 \text{ մ/վ}^2,$$



ԵՐԵՎԱՆԻ ԱՎԱԳ ԴՊՐՈՑ

Իսկ

$$F = 2,3Mg :$$

Ճախարակի արագացումը հավասար կլինի հետևյալին

$$a_6 = \frac{a_1 + a}{2} = 6 \text{ մ/վ}^2 :$$

3. Ենթադրենք տափողակի զանգվածը  $m_1$  է, սկզբնական արագությունը  $v_0$  է, իսկ սեպի զանգվածը՝  $m_2$ , վերջնական արագությունը՝  $u$ : Ըստ իմպուլսի պահպանման օրենքի՝

$$m_1 v_0 = m_2 u :$$

Ըստ էներգիայի պահպանման օրենքի՝

$$\frac{m_1 v_0^2}{2} = \frac{m_2 u^2}{2} :$$

Այս երկու հավասարումներից կստանանք, որ  $u = v_0$ ,  $m_1 = m_2$ : Մյուս կողմից, երբ տափողակը հասնում է  $h$  բարձրության վրա իմպուլսի և էներգիայի պահպանման օրենքները կունենան հետևյալ տեսքը.

$$m_1 v_0 = (m_1 + m_2) u_1$$

և

$$\frac{m_1 v_0^2}{2} = \frac{(m_1 + m_2) u_1^2}{2} + m_1 g h ,$$

որտեղ  $u_1$ -ը սեպի և տափողակի միասին շարժման արագությունն է, երբ տափողակը հասնում է  $h$  բարձրության: Այս հավասարումներից ստանում ենք, որ  $u = 2\sqrt{gh}$  :

4. Ենթադրենք սկզբնական դեֆորմացիայի մեծությունը  $x_0$  է: Առաջին անգամ հավասարակշռության վիճակով անցնելուց հետո զսպանակի դեֆորմացիայի մեծության մեծագույն արժեքը նշանակենք  $x_1$ -ով: Ելնելով լրիվ մեխանիկական էներգիայի թեորեմից.

$$\frac{kx_0^2}{2} = \mu mg(x_0 + x_1) + \frac{kx_1^2}{2} :$$

Այս հավասարումից ստանում ենք

$$x_1 = x_0 - \frac{2\mu mg}{k} :$$

Այսպիսով յուրաքանչյուր անգամ հավասարակշռության վիճակով անցնելուց հետո դեֆորմացիայի մեծությունը փոքրանում է  $\frac{2\mu mg}{k}$  -ով: Մեր դեպքում  $\frac{2\mu mg}{k} = 1$  սմ-ով: Հետևաբար մարմինը հավասարակշռության վրճակով կանցնի 10 անգամ և կգտնվի դադարի վիճակում հավասարակշռության վիճակից 0,3 սմ-ով դեֆորմացված վիճակում:

5. Ենթադրենք մխոցը իջել է  $x$  չափով, իսկ խողովակում ջրի մակարդակը նշանակենք  $h$ -ով: Մխոցը կգտնվի հավասարակշռության մեջ, եթե  $mg = \rho gh(S - S_0)$ , իսկ հեղուկի ծավալի պահպանման օրենքից  $hS_0 = x(S - S_0)$ :

Առաջին հավասարումից կստանանք.

$$h = \frac{m}{\rho(S - S_0)} :$$

Երկրորդ հավասարումից.



## ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ՊՈԼԻՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ (ՀԻՄՆԱԴՐԱՄ)

### ԵՐԵՎԱՆԻ ԱՎԱԳ ԴՊՐՈՑ

$$x = \frac{m S_0}{\rho(S - S_0)^2} :$$

Էներգիայի պահպանման օրենքից կստանանք.

$$Q = mgx - \rho g S_0 \frac{h^2}{2},$$

Տեղադրելով  $x$ -ի և  $h$ -ի արտահայտությունները, կստանանք.

$$Q = \frac{m^2 g S_0}{2\rho(S - S_0)^2} :$$



**ԵՐԵՎԱՆԻ ԱՎԱԳ ԴՊՐՈՑ**

**Պոլիտեխնիկական Միջվարժարանային ՕԼԻՄՊԻԱԴԱ**  
Նվիրված ակադեմիկոս Վ. Ս. Չաքարյանի 80-ամյա հոբելյանին  
**Ֆիզիկա XI դասարան լուծումներ**

1. Պետք է քննարկենք խորանարդիկների սայլակով սահելու հնարավոր բոլոր տարբերակները: Եթե երկու խորանարդիկներ սահեն, ապա սայլակի արագացումը կլինի  $6g\mu = 0,6g = 6 \text{ մ/վ}^2$ : Որպեսզի երկու խորանարդիկներ չսահեն դադարիչփման դեպքում, պետք է դիտարկել ուժեր, այնպես որ շփման գործակիցը  $0,5$ -ից փոքր չլինի: Դիտարկենք այն դեպքը, երբ փոքր զանգվածով խորանարդը պետք է սահի, իսկ մեծ զանգվածով խորանարդը ըսայլակի հետ միասին շարժվի: Ենթադրենք շարժական ճախարակի վրա ազդող ուժը  $F$  է: Այդ դեպքում յուրաքանչյուր թելի լարման ուժը կլինի  $F/2$ : Ենթադրենք մեծ զանգվածով խորանարդի  $\mu$  սայլակի շարժման արագացումը  $a$  է, իսկ փոքր զանգվածով խորանարդինը՝  $a_1$ : Այդ դեպքում, շարժման հավասարումները կունենան հետևյալ տեսքը.

$$\begin{aligned} \frac{F}{2} - \mu Mg &= Ma_1 \\ \frac{F}{2} + \mu Mg &= 6Ma \end{aligned}$$

Այս հավասարումների համակարգը լուծելուց հետո կստանանք.

$$a_1 = 10 \text{ մ/վ}^2,$$

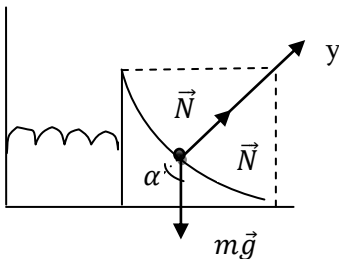
իսկ

$$F = 2,3Mg :$$

Ճախարակի արագացումը հավասար կլինի հետևյալին

$$a_0 = \frac{a_1 + a}{2} = 6 \text{ մ/վ}^2 :$$

2. Որոշենք մարմնի վրա սֆերիկ մակերևույթի կողմից ազդող ուժի կախումը մարմինը սֆերիկ մակերևույթի կենտրոնին միացնող շառավղի ուղղագծերի հետ կազմած  $\alpha$  անկյունից:



$$N = 3mg \cos \alpha :$$

Դիտարկելով սեպի վրա ազդող ուժերը, կատարելով հորիզոնական հարթության վրա պրոյեկցիան, կստանանք.

$$F_{un} = N \sin \alpha = \frac{3}{2} mg \sin^2 \alpha :$$

Այս արժեքը կլինի մեծագույն, եթե  $\sin^2 \alpha = 1$ , որտեղից

$$F_{un}^{max} = \frac{3}{2} mg :$$



**ԵՐԵՎԱՆԻ ԱՎԱԳ ԴՊՐՈՑ**

3. Որպեսզի խողովակից դանդաղորեն ջուրը հոսի, անհրաժեշտ է գազը տաքացնել դանդաղորեն, այնպես որ խողովակի ջուրը ձեռք չբերի կինետիկ էներգիա: Այդ դեպքում գազին հաղորդած ջերմաքանակը ծախսվում է գազի ներքին էներգիայի աճի և ընդարձակման ընթացքում կատարված աշխատանքի վրա: Այսպիսով  $\frac{v_0}{S}$  բարձրությամբ հեղուկ հոսելուց հետո գազի ծավալը կհավասարվի  $2v_0$ -ի, իսկ ճնշումը՝

$$P_1 = P_0 + \rho g \frac{V_0}{S} :$$

Ենթադենք գազի սկզբնական ջերմաստիճանը  $T_0$ , վերջնականը՝  $T$ : Գազի համար գրելով Կլապերյոնի հավասարումը.

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{\left(P_0 + \frac{\rho g V_0}{S}\right) 2V_0}{T}$$

և հաշվի առնելով  $P_0 V_0 = \vartheta R T_0$  հավասարումը, կստանանք.

$$T - T_0 = \frac{T_0}{P_0 V_0} \left( 2P_0 V_0 + \frac{\rho g V_0^2}{S} - P_0 V_0 \right) = \frac{1}{\vartheta R} \left( P_0 V_0 + \frac{\rho g V_0^2}{S} \right) :$$

Պրոցեսի վերջում ներքին էներգիայի աճը հավասար կլինի հետևյալին.

$$\Delta U = \frac{3}{2} \vartheta R (T - T_0) = P_0 V_0 + \frac{3}{2} \frac{\rho g V_0^2}{S} :$$

Որոշենք գազի կատարած աշխատանքը ընդարձակման ժամանակ: Այդ աշխատանքը ծախսվում է հեղուկի պոտենցիալ էներգիայի մեծացման և մթնոլորտային ճնշման դեմ կատարած աշխատանքի վրա: Համարելով որ խողովակի հատակը պոտենցիալ էներգիայի զրոյական մակարդակն է, այդ դեպքում սկզբում հեղուկի պետոնցիալ էներգիան կլինի

$$E_1 = \rho 2V_0 g \frac{V_0}{2S} = \rho g \frac{V_0^2}{S} :$$

Այն բանից հետո, երբ հեղուկի կեսը հոսում է խողովակից, համարելով որ այն հասնում է  $\frac{V_0}{S}$  բարձրության վրա, կունենանք.

$$E_2 = \rho_0 V_0 g \frac{V_0}{2S} + \rho_0 V_0 g \frac{V_0}{S} = \frac{3}{2} \frac{\rho g V_0^2}{S} :$$

Մթնոլորտային ճնշումը հաստատուն է, հետևաբար մթնոլորտային ճնշման դեպքում կատարած աշխատանքը հավասար կլինի հետևյալին.

$$A_{մթ.} = P_0 V_0 :$$

Այսպիսով գազի ընդարձակման աշխատանքը հավասար է

$$A_l = E_2 - E_1 + A_{մթ.} = \frac{\rho g V_0^2}{2S} + \frac{P_0 V_0}{2} = \frac{1}{2} \left( P_0 V_0 + \frac{\rho g V_0^2}{S} \right) :$$

Ըստ ջերմադինամիկայի առաջին օրենքի՝

$$Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} P_0 V_0 + 2 \frac{\rho g V_0^2}{S} :$$



**ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ՊՈԼԻՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ**  
(ՀԻՄՆԱԴՐԱՄ)

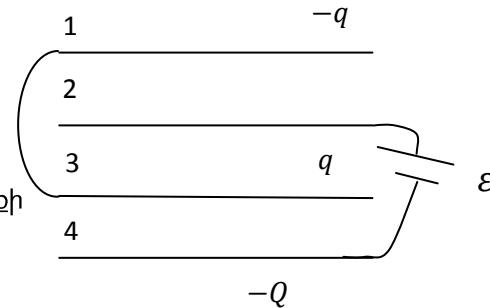
**ԵՐԵՎԱՆԻ ԱՎԱԳ ԴՊՐՈՑ**

4.  $Q$ -ով նշանակենք հոսանքի աղբյուրին միացված թիթեղների լիցքը, իսկ 1 և 3-ինը՝  $q$ -ով: Որոշենք թիթեղների միջև եղած լիցքերը արտահայտված այդ լիցքերով:

$$E_{12} = -\frac{q}{\epsilon_0 S}, \quad E_{23} = \frac{Q - q}{\epsilon_0 S}, \quad E_3 = \frac{Q}{\epsilon_0 S} :$$

Հաշվի առնելով, որ 1 և 3 թիթեղների պոտենցիալները իրար հավասար են, իսկ 2 և 4 թիթեղների պոտենցիալների տարբերությունը հավասար է հոսաքի Աղբյուրի է.լ.շ.ու-ին: Պարզ է, որ  $E_{12} = -E_{23}$ , կստանանք

$$q = \frac{Q}{2} :$$



Մյուս կողմից

$$E_{23}d + E_{34}d = \epsilon :$$

Որտեղից կստանանք՝

$$Q = \frac{2\epsilon\epsilon_0 S}{3d},$$

$$q = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{3d} :$$

Երրորդ թիթեղի վրա ազդող ուժը ահավասար կլինի հետևյալին.

$$F_3 = q \left( \frac{Q}{\epsilon_0 S} - \frac{q}{2\epsilon_0 S} \right) = \frac{\epsilon^2 \epsilon_0 S}{6d^2} :$$

5. Վերևի ամպերմետրը և դիմադրատարը միացված են իրար հաջորդաբար, որոնց զուգահեռ մահցված է մեջտեղի ամպերմետրը: ըստ խնդրի պայմանի մեջտեղի ամպերմետրի ցուցմունքը 4 անգամ մեծ է վերևի ամպերմետրով անցնող հոսանքի ուժից: Լարումների հավասարությունից կստանանք, որ ամպերմետրի դիմադրությունը 3 անգամ փոքր է  $R$  դիմադրությունից.

$$r = \frac{R}{3} :$$

Ներքևի 3-րդ ամպերմետրով հոսանքի ուժը որոշվում է հետևյալ հավասարումից.

$$I_3 r = I_2 r + (I_1 + I_2) R,$$

որտեղից

$$I = 3I_1 + 4I_2 = 19 \cdot 10^{-3} \text{ A} :$$

Օգտվելով Օհմի օրենքից կստանանք.

$$I_3 r + (I_1 + I_2 + I_3) R = U$$

$$R = \frac{U_0}{\frac{4}{3} I_3 + I_2 + I_1} = 148,3 \text{ (ohm)} :$$



ԵՐԵՎԱՆԻ ԱՎԱԳ ԴՊՐՈՑ

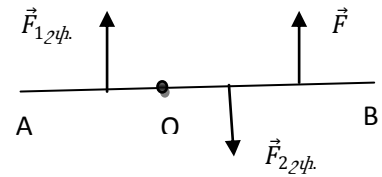
Պոլիտեխնիկական Միջվարժարանային ՕԼԻՄՊԻԱԴԱ  
Նվիրված ակադեմիկոս Վ. Ս. Զաքարյանի 80-ամյա հոբելյանին  
Ֆիզիկա XII դասարան լուծումներ

1. Ենթադրենք ձողը պտտվում է ազատ ծայրակետից  $x$  հեռավորության վրա գտնվող  $O$  կետի շուրջ:  $AO$ -ն կշարժվի դեպի  $F$  ուժի ազդմանը հակառակ ուղղությամբ: Նրա վրա շփման ուժը ուղղված կլինի  $AO$  միջնակետում ( զուգահեռ մոդուլով իրար հավասար ուժերի գումարի համաձայն)  $O$  կետի նկատմամբ գրելով մոմենտների կանոնը և

$$\vec{F} + \vec{F}_{12\psi} + \vec{F}_{22\psi} = 0$$

$$\vec{F}_{12\psi} = \mu \frac{mg}{l} x$$

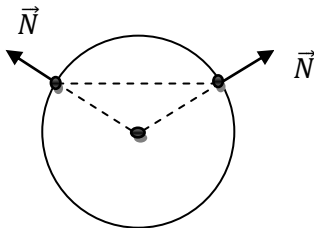
$$\vec{F}_{22\psi} = \mu \frac{mg}{l} (l - x)$$



պայմանից կստանանք  $x$  որոշելու հավասարումը.

$$x = l - \frac{l}{\sqrt{2}}$$

2. Ուլունքները օղակի վրայով շարժվելով, օղակի կողմից ուլունքների վրա ազդող ուժի կախումը հորիզոնական հարթությունից ուլունքների ունեցած բարձրությունից կախված որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ.



$$N = mg - \frac{3h - 5R}{R}$$

ուժը հավասար է զրոյի հետևյալն է.

$$h_0 = \frac{5}{3} R :$$

Այդ բարձրությունից հետո ուլունքների վրա ազդող ուժը ուղղությունը փոխում է, ուլունքների կողմից ազդող ճնշման ուժը ուղղվում է շառավղով դեպի դուրս:

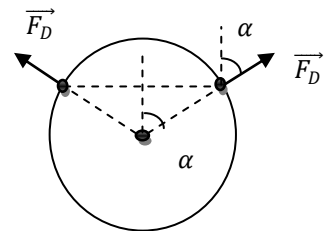
$$F_D = mg \frac{5R - 3h}{R} :$$

Այն բարձրության վրա, որտեղ  $F_D \cos \alpha > mg$ , օղակը կպտտվի.

$$F_D \frac{h - R}{R} > Mg,$$

կամ

$$2m \frac{5R - 3h}{R} \cdot \frac{(h - R)}{R} > M :$$



Այս անհավասարությունը լուծելուց հետո կստանանք.

$$h \in \left[ \frac{R}{3} \left( 4 - \sqrt{1 - 1,5 \frac{M}{m}} : 4 + \sqrt{1 - 1,5 \frac{M}{m}} \right) \right] :$$



**ԵՐԵՎԱՆԻ ԱՎԱԳ ԴՊՐՈՑ**

Այս բարձրությունների համար օդակը կպոկվի հորիզոնական հատակից, եթե

$$\frac{M}{m} \leq \frac{2}{3} :$$

3. Որպեսզի խողովակից դանդաղորեն ջուրը հոսի, անհրաժեշտ է գազը տաքացնել դանդաղորեն, այնպես որ խողովակի ջուրը ձեռք չբերի կինետիկ էներգիա: Այդ դեպքում գազին հաղորդած ջերմաքանակը ծախսվում է գազի ներքին էներգիայի աճի և ընդարձակման ընթացքում կատարված աշխատանքի վրա:

Այսպիսով  $\frac{v_0}{S}$  բարձրությամբ հեղուկ հոսելուց հետո գազի ծավալը կհավասարվի  $2v_0$ -ի, իսկ ճնշումը՝

$$P_1 = P_0 + \rho g \frac{V_0}{S} :$$

Ենթադենք գազի սկզբնական ջերմաստիճանը  $T_0$ , վերջնականը՝  $T$ : Գազի համար գրելով Կլապերյոնի հավասարումը.

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{\left(P_0 + \frac{\rho g V_0}{S}\right) 2V_0}{T}$$

և հաշվհանելով  $P_0 V_0 = \vartheta R T_0$  հավասարումը, կստանանք.

$$T - T_0 = \frac{T_0}{P_0 V_0} \left( 2P_0 V_0 + \frac{\rho g V_0^2}{S} - P_0 V_0 \right) = \frac{1}{\vartheta R} \left( P_0 V_0 + \frac{\rho g V_0^2}{S} \right) :$$

Պրոցեսի վերջում ներքին էներգիայի աճը հավասար կլինի հետևյալին.

$$\Delta U = \frac{3}{2} \vartheta R (T - T_0) = P_0 V_0 + \frac{3}{2} \frac{\rho g V_0^2}{S} :$$

Որոշենք գազի կատարած աշխատանքը ընդարձակման ժամանակ: Այդ աշխատանքը ծախսվում է հեղուկի պոտենցիալ էներգիայի մեծացման և մթնոլորտային ճնշման դեմ կատարած աշխատանքի վրա: Համարելով որ խողովակի հատակը պոտենցիալ էներգիայի զրոյական մակարդակն է, այդ դեպքում սկզբում հեղուկի պետոնցիալ էներգիան կլինի

$$E_1 = \rho 2V_0 g \frac{V_0}{2S} = \rho g \frac{V_0^2}{S} :$$

Այն բանից հետո, երբ հեղուկի կեսը հոսում է խողովակից, համարելով որ այն հասնում է  $\frac{V_0}{S}$  բարձրության վրա, կունենանք.

$$E_2 = \rho_0 V_0 g \frac{V_0}{2S} + \rho_0 V_0 g \frac{V_0}{S} = \frac{3}{2} \frac{\rho g V_0^2}{S} :$$

Մթնոլորտային ճնշումը հաստատուն է, հետևաբար մթնոլորտային ճնշման դեպքում կատարած աշխատանքը հավասար կլինի հետևյալին.

$$A_{\text{մթ.}} = P_0 V_0 :$$

Այսպիսով գազի ընդարձակման աշխատանքը հավասար է

$$A_l = E_2 - E_1 + A_{\text{մթ.}} = \frac{\rho g V_0^2}{2S} + \frac{P_0 V_0}{2} = \frac{1}{2} \left( P_0 V_0 + \frac{\rho g V_0^2}{S} \right) :$$

Ըստ ջերմադինամիկայի առաջին օրենքի՝

$$Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} P_0 V_0 + 2 \frac{\rho g V_0^2}{S} :$$





ԵՐԵՎԱՆԻ ԱՎԱԳ ԴՊՐՈՑ

4. Կոնդենսատորի շրջադիրների նշված տարբերակով լիցքավորված լինելու դեպքում, ձողի վրա ազդող ամպերի ուժը ուղղված է դեպի աջ: Հոսանք անցնելու ընթացքում կոնդենսատորի լիցքի և լարման նվազման հետևանքով հոսանքի ուժը և ամպերի ուժը փոքրանում են:

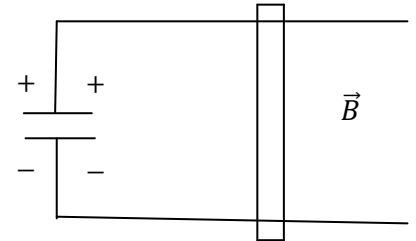
Հավասարաչափ շարժման դեպքում հոսանքի ուժը հավասար է զրոյի:

Հավասարաչափ շարժման դեպքում մակաձված է.լ.շ.ու-ն մոդուլով հավասարվում է կոնդենսատորի շրջադիրների լարմանը:

Դիտարկենք  $\Delta t$  փոքր ժամանակամիջոց, որն ընտրված է

այն ժամանակամիջոցից, որում դեռ արագություն չի հաստատվել:

Այդ ժամանակի ընթացքում, արագության փոփոխությունը հավասար է հետևյալին՝



$$\Delta v = a\Delta t = \frac{IBl}{m} \Delta t$$

$I\Delta t = q$  – հաղորդալարով անցնող լիցքի մեծությունն է  $\Delta t$  ժամանակի ընթացքում, մյուս կողմից

$$q = -\Delta q_{\text{կոնդ}} :$$

Այսպիսով՝

$$\Delta v = -\frac{Bl}{M} \Delta q_{\text{կոնդ}} ;$$

Գումարելով նշված տիպի հավասարումները կստանանք.

$$v_M = -\frac{Bl}{M} (C(U - Bvl))$$

որտեղից

$$v = \frac{BICU}{m + CB^2l^2}$$

5. Ոսպնկակից բեկված լույսերը հայելում կստանան իրական պատկեր, եթե նրա վրա ընկնող ճառագայթները զուգահեռ են : Պատկերի հեռավորությունը գլխավոր օպտիկական առանցքից կլինի հետևյալը.

$$h = H \frac{f}{d} :$$

Հետևաբար

$$h = 2S$$

$$2S = H \frac{f}{d}$$

$$S = \frac{Hf}{2d} :$$