



მაგიდა №

9

07.05.2014/ ფიზ/IV/

PH 412

ამოცანა №

J

გვერდი №

1

მოც.: $P_0, V_0, T_0, C_V = \frac{3R}{2}, C_P = \frac{5R}{2}, T_3 = \frac{9T_0}{4}$

J.3. ა) $P_1, V_1, T_1, P_2, V_2, T_2, P_3, V_3, T_3$ ბ) A_{A1} გ) Q_{A1}

$P_0 V_0$	$P_0 V_0$	$P_0 V_0$
T_0	T_0	T_0

$P_1 V_1$	$P_2 V_2$	$P_3 V_3$
T_1	T_2	T_3

სადაც წყნობა არ ვკარგავთ, რეკორდს წინსწინამდებარე
ტურებში (7) მიხედვით, რომ წინააღმდეგობა რეკორდს მიხედვით
შეხვედრის ანალოგიური - ა.ი. $P_1 = P_2 = P_3$

სადაც S_1 რეკორდს ამოკლებს ანუ A_2, A_3 სიხშირე
ქვედა სიხშირე არ მიუხედავად, მათი უბრალო, რომ
სადაც S_2 - ამოკლებს $T_2 = T_3$, შესაბამისად, სადაც
 $P_2 = P_3 \Rightarrow V_2 = V_3$



მაგიდა № 9

07.05.2014/ ფიზ/IV/PH412

ამოცანა №

1

გვერდი №

2

P_1, T_1	P_1, T_3	P_1, T_3
V_1	V_2	V_2

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_1 V_2}{T_3} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$$

$$V_1 + 2V_2 = 3V_0$$

V_2 -ის ზოგადი იხი გზა:

I. სეზონი S_1 რეჟიმში აღმოუქმდებლად, ~~და~~ $Q_{A_2, A_3} = 0$

სეზონი $Q_{A_2, A_3} = 0$ ხელს A_2, A_3 სისხრეში გარეგანი ~~ბოლო~~ ბოლო.

$$dQ_{A_2, A_3} = dU_{A_2, A_3} + dA_{A_2, A_3} = 0$$

$$dU = 2 \cdot C_v dT \quad dA = 2 \cdot P dV$$

$$\frac{PV}{T} = R \quad P = \frac{RT}{V}$$

$$2 \cdot C_v dT = -2 \cdot \frac{RT}{V} dV$$

$$\frac{3}{2} R dT = -R T \frac{dV}{V}$$

$$\frac{3}{2} \int_{T_0}^{T_3} \frac{dT}{T} = - \int_{V_0}^{V_2} \frac{dV}{V}$$

$$\left(\frac{T_3}{T_0}\right)^{3/2} = \frac{V_0}{V_2}$$

$$V_2 = V_0 \left(\frac{T_0}{T_3}\right)^{3/2}$$

$$T_3 = \frac{9}{4} T_0$$



მაგიდა № 9

07.05.2014/ ფიზ/IV/PH 412

ამოცანა №

1

გვერდი №

3

$$V_2 = V_0 \cdot \left(\frac{4}{9}\right)^{3/2} = V_0 \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^3 = \frac{8}{27} V_0 = V_3$$

$$V_1 = 3V_0 - 2V_2 = V_0 \cdot \frac{3 \cdot 27 - 16}{27} = \frac{65}{27} V_0$$

$$\frac{P_1 V_2}{T_3} = \frac{P_0 V_0}{T_0}$$

$$P_1 = P_0 \cdot \frac{T_3}{T_0} \cdot \frac{V_0}{V_2} = P_0 \cdot \frac{9}{4} \cdot \frac{27}{8} = \frac{243}{32} P_0 = P_2 = P_3$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_0 V_0}{T_0}$$

$$T_1 = T_0 \cdot \frac{P_1}{P_0} \cdot \frac{V_1}{V_0} = T_0 \cdot \frac{243}{32} \cdot \frac{65}{27} = T_0 \cdot \frac{9 \cdot 65}{32} = \frac{585}{32} T_0$$

$P_1 = \frac{243}{32} P_0$	$P_2 = \frac{243}{32} P_0$	$P_3 = \frac{243}{32} P_0$
$V_1 = \frac{65}{27} V_0$	$V_2 = \frac{8}{27} V_0$	$V_3 = \frac{8}{27} V_0$
$T_1 = \frac{585}{32} T_0$	$T_2 = \frac{9}{4} T_0$	$T_3 = \frac{9}{4} T_0$



მაგიდა № 9

07.05.2014/ ფიზ/IV/PH412

ამოცანა №

1

გვერდი №

4

ბ) ენეჯივლ მუდმივობიდან გამოვიღებთ, სადა A_1, A_3
სისხეში სიბრძნის მუდმივობა, შიბი შინაგანი ენეჯივლ
სკოლევა მოხდა შინაგანი სხედი, სხე A_1 -ისილ მხილად
შესხეობილი მუდმივობა ხახსი.

$$A_{A1} = \Delta U_{A1, A3}$$

$$\Delta U_{A1, A3} = 2 \cdot C_V \Delta T = 2 \cdot C_V (T_3 - T_0) =$$

$$= 2 \cdot \frac{3}{2} R \cdot T_0 \left(\frac{9}{4} - 1 \right)$$

$$A_{A1} = 3 \cdot R T_0 \cdot \frac{5}{4} = \frac{15}{4} R T_0 = \frac{15}{4} P_0 V_0$$

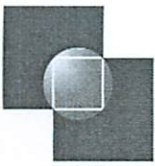
ბ) მუდმივობიდან მუდმივობა

$$Q_{A1} = \Delta U_{A1} + A_{A1} = C_V \cdot (T_1 - T_0) + A_{A1} =$$

$$= \frac{3}{2} R \cdot T_0 \left(\frac{585}{32} - 1 \right) + \frac{15}{4} R T_0 = R T_0 \left(\frac{3 \cdot (585 - 32)}{64} + \frac{15 \cdot 16}{64} \right) =$$

$$= R T_0 \left(\frac{3 \cdot 553 + 240}{64} \right) = R T_0 \cdot \frac{1899}{64}$$

$$Q_{A1} = \frac{1899}{64} R T_0 = \frac{1899}{64} P_0 V_0$$



მაგიდა №

9

07.05.2014/ ფიზ/IV/

PH 412

ამოცანა №

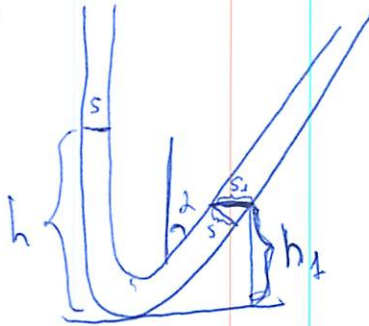
2

გვერდი №

1

მოც: $H, \alpha = 60^\circ,$
ი.ვ. ტ

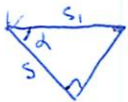
ქსევის დაბნეულ პარაბოლურ ხსევბი, სეცნ ახ ვკაქს ნეხეოლ
ნახევან.



გნივანეოლ ვახანბ ალგნიბნობა S -იან, ნეოლ
სიძოვ ვახლოვდნ ნაწიერ h -ან, სეოლ რახივბი h_1 -იან.

$$V - V_{\text{ვანბ}} = V_{\text{ლხ}} \quad V_{\text{ვანბ}} = S \cdot h \quad V_{\text{ლხ}} = S_1 \cdot h_1 \quad V = SH$$

$$S_1 = \frac{S}{\cos \alpha}$$



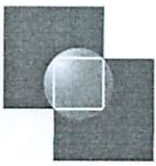
$$SH - Sh = \frac{S}{\cos \alpha} h_1$$

$$h_1 = (H - h) \cos \alpha$$

$$P_{\text{ვანბ}} = \rho g h$$

$$P_{\text{ლხ}} = \rho g h_1$$

$$F = ma = (P_{\text{ლხ}} - P_{\text{ვანბ}}) S = \\ = (\rho g (H - h) \cos \alpha - \rho g h) S$$



მაგიდა № 9

07.05.2014/ ფიზ/IV/PH 412

ამოცანა № 2

გვერდი №

2

$$F = ma = \rho g H \cos \alpha - \rho g h (1 + \cos \alpha) \quad a = \ddot{h}$$

$$m \ddot{h} = \rho g H \cos \alpha - \rho g h (1 + \cos \alpha)$$

$$m = \rho S H$$

$$\ddot{h} = g \cos \alpha - \frac{g}{H} (1 + \cos \alpha) h$$

შეძრვის წიგნი კეილის ფრეკუსიის სიხშირის

$$\omega^2 = \frac{g}{H} (1 + \cos \alpha)$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{H}{g(1 + \cos \alpha)}}$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{2}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{H}{g \frac{3}{2}}} = 2\pi \sqrt{\frac{2H}{3g}}$$



მაგიდა № 9

07.05.2014/ ფიზ/IV/PH412

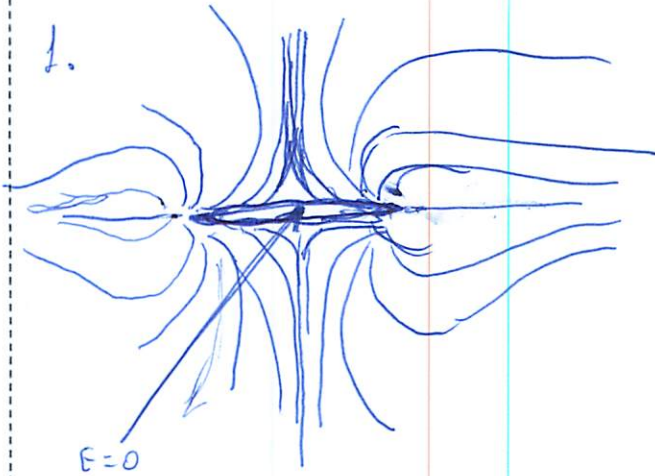
ამოცანა № 3

გვერდი № 1

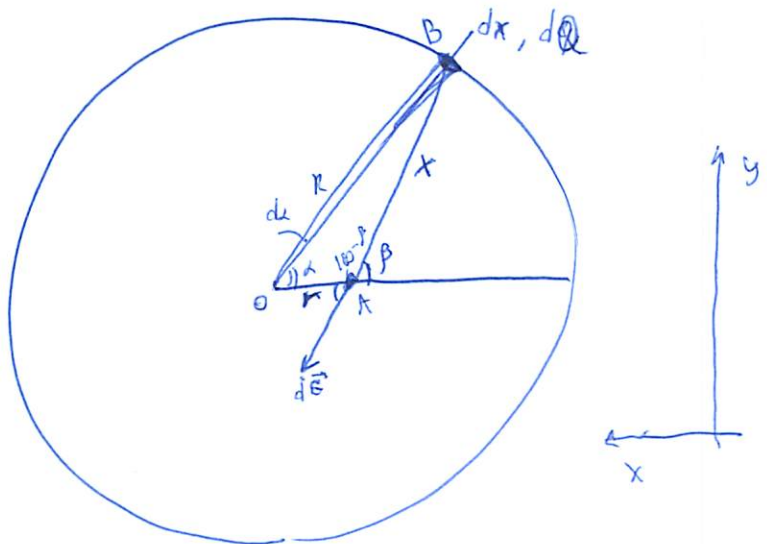
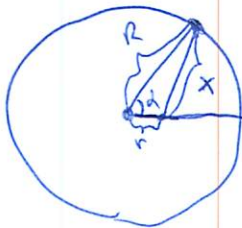
შეცვ.: m, ℓ, R, q, Q

პ.პ. 1) $\vec{E}(y)$ 2) $\vec{E}(\vec{r})$ 3) T 4) η 5) $\vec{B}(y)$ 6) a_x, a_y . 7) ω, ν

1.



2.





მაგიდა № 9

07.05.2014/ ფიზ/IV/ PH 412

ამოცანა № 3

გვერდი № 2

$$dE = \frac{k dQ}{x^2}$$

$$dQ = Q \cdot \frac{d\alpha}{2\pi}$$

$$x = \sqrt{R^2 + r^2 - 2Rr \cos \alpha} \quad (\text{cos აგეზა } \triangle OAB\text{-ში})$$

ქვემოთ ხეყიჯოქი ერბეცებიქ dEy - ექი გქბოქეუქქ ქხბქგქს

ქქქ გქბიქბეყიქქქ dE_x = dE · cos β

$$dE_x = \frac{kQ}{2\pi} \frac{\cos \beta d\alpha}{x^2}$$

$$\cos \beta = - \frac{r^2 + x^2 - R^2}{2rx} \quad (\text{cos აგეზა } \triangle OAB\text{-ში})$$

$$dE_x = - \frac{kQ}{4\pi r} \frac{r^2 + x^2 - R^2}{x^3} d\alpha = - \frac{kQ}{4\pi r} \left(r^2 \frac{d\alpha}{x^3} + \frac{d\alpha}{x} - R^2 \frac{d\alpha}{x^3} \right)$$



მაგიდა № 9

07.05.2014/ ფიზ/IV/PH412

ამოცანა № 3

გვერდი № 3

იპყნ $r \ll R$

$$\frac{1}{x^3} = \frac{1}{(R^2 + r^2 - 2Rr \cos \alpha)^{3/2}} = \frac{1}{R^3 (1 - \frac{2r}{R} \cos \alpha)^{3/2}}$$

$$= \frac{1}{R^3} \left(1 + \frac{3r}{R} \cos \alpha \right)$$

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{(R^2 + r^2 - 2Rr \cos \alpha)^{1/2}} = \frac{1}{R} \left(1 + \frac{r}{R} \cos \alpha \right)$$

$$dE_x = -\frac{kQ}{4\pi r} \left(r^2 \cdot \frac{1}{R^3} \left(1 + \frac{3r}{R} \cos \alpha \right) d\alpha + \frac{1}{R} \left(1 + \frac{r}{R} \cos \alpha \right) d\alpha - \right.$$

$$\left. - \frac{1}{R} \left(1 + \frac{3r}{R} \cos \alpha \right) d\alpha \right)$$

იყნაპილ α - იტვირთვ 0-ელ 2π -მდე სხვ

$$\int_0^{2\pi} \cos \alpha d\alpha = -\sin \alpha \Big|_0^{2\pi} = 0$$

$$E_x = -\frac{kQ}{4\pi r} \left(\frac{r^2}{R^3} \int_0^{2\pi} d\alpha + \frac{1}{R} \int_0^{2\pi} d\alpha - \frac{1}{R} \int_0^{2\pi} d\alpha \right)$$



მაგიდა №

9

07.05.2014/ ფიზ/IV/PH 412

ამოცანა №

3

გვერდი №

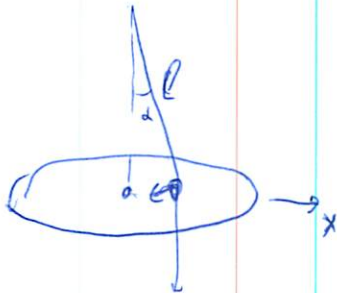
9

$$E_x = -\frac{kQ}{4\pi r} \cdot \frac{r^2}{R^3} \cdot 2\pi = -\frac{kQr}{2R^3} = -\frac{Qq}{8\pi\epsilon_0 R^3} r$$

$$\vec{E} = -\vec{r} \frac{Q}{8\pi\epsilon_0 R^3}$$

ხ.ლ.გ. =

3.



$$m \frac{dv}{dt} = +(mg)_x + (qE)_x \quad (qE)_x = -qE$$

$$(mg)_x = -mg \cdot \sin \alpha \quad \alpha \ll 1$$

$$mg \sin \alpha = mg \alpha$$

კვლევს უკვანძოა $r = l \sin \alpha$, აქედან $\alpha = \frac{r}{l}$

$$m \frac{dv}{dt} = -mg \frac{r}{l} - \frac{Qq}{8\pi\epsilon_0 l^3} r$$

$$\frac{dv}{dt} = \ddot{r}$$

$$\ddot{r} = -\frac{g}{l} r - \frac{kQq}{2mR^3} r$$

$$\omega^2 = \frac{g}{l} + \frac{kQq}{2mR^3}$$



მაგიდა № 9

07.05.2014/ ფიზ/IV/ PH 412

ამოცანა №

3

გვერდი №

5

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{2m\ell R^3}{2mgR^3 + kQq\ell}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{2m\ell R^3}{2mgR^3 + kQq\ell}}$$

4. მოც.: $\ell = 20\text{ სმ}$, $R = 15\text{ სმ}$, $d = 1\text{ სმ}$, $k = 7553$, $\rho = 7 \cdot 10^3 \text{ სმ/სმ}^3$
 $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ ვ/მ}$

შვებ. ზ

შე ვუღივებ უსაზღვროს სფეროებს შიგნით, ამგვარად
 ჰაერად, ხოლო ის სფეროებს შიგნით $\epsilon = 1 = 7553$ მოწყობის

$$q = \frac{R\varphi}{k} = 4\pi\epsilon_0 \frac{d}{2} U = 4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 0,5 \cdot 10^{-2} \cdot 25 \cdot 10^3 = 1,39 \cdot 10^{-8} \text{ ს}$$

$$Q = q \text{ (პოზიტივის)}$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{30 \cdot 10^{-2}}{9,8}} = 1,1 \text{ ს}$$

$$m = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 = 3,7 \cdot 10^{-3} \text{ სმ}$$



მაგიდა № 9

07.05.2014/ ფიზ/IV/PH412

ამოცანა № 3

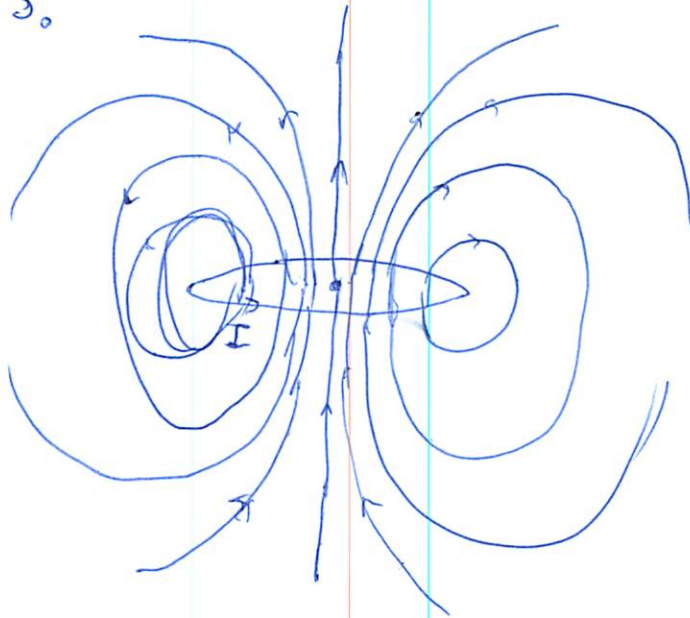
გვერდი № 6

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{2m\ell R^3}{2mgR^3 + \frac{Qq\ell}{4\pi\epsilon_0}}} = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{9 \cdot 3,7 \cdot 10^{-3} \cdot 0,3 \cdot 0,175 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 3,7 \cdot 10^{-3} \cdot 9,8 \cdot 0,175 \cdot 10^{-6} + \frac{1,96 \cdot 10^{-16} \cdot 9,3}{4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}}}}$$

$$= 6,28 \sqrt{\frac{0,28 \cdot 10^{-9}}{9 \cdot 10^{-9} + 5 \cdot 10^{-7}}} = 6,28 \sqrt{5,6 \cdot 10^{-4}} = 14,8 \cdot 10^{-2} = 0,148 \text{ ს} \approx 0,15 \text{ ს}$$

$$\eta = \frac{T_0 - T_1}{T_0} = 86,4 \%$$

5.





მაგიდა № 9

07.05.2014/ ფიზ/IV/PH 412

ამოცანა № 3

გვერდი №

7

$$6.) \quad m \frac{d\vec{v}}{dt} = (mg)_r + q \vec{v} \times \vec{B}$$

$$m \frac{dV_x}{dt} = (mg)_x \Rightarrow q (\vec{v} \times \vec{B})_x$$

$$(mg)_x = -(mg) \sin \alpha = -mg \sin \alpha \cdot \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{l}$$

$$(mg)_x = -mg \frac{x}{l}$$



$$(\vec{v} \times \vec{B})_x = v_y B_z - v_z B_y \quad v_z = 0 \quad B_z = B$$

$$(\vec{v} \times \vec{B})_x = B v_y$$

$$m \frac{dV_x}{dt} = -mg \frac{x}{l} \Rightarrow q B v_y$$

$$m \frac{dV_y}{dt} = (mg)_y \Rightarrow q (\vec{v} \times \vec{B})_y \quad (mg)_y = -mg \frac{y}{l}$$

$$(\vec{v} \times \vec{B})_y = v_z B_x - v_x B_z \quad B_x = 0 \quad B_z = B \quad (\vec{v} \times \vec{B})_y = -B v_x$$



მაგიდა № 9

07.05.2014/ ფიზ/IV/PH412

ამოცანა №

3

გვერდი №

8

$$m \frac{dV_y}{dt} = -mg \frac{y}{l} + qB V_x$$

$$a_x = -\frac{g}{l} x = \frac{qB}{m} V_y$$

$$a_y = -\frac{g}{l} y + \frac{qB}{m} V_x$$

7). ~~ვინაიდან~~ ვივარაუდოთ, რომ პოტენციური განხილვისას

$$\text{ძველესობისთვის } x = A \sin \omega t \cos \Omega t \quad y = A \sin \omega t \sin \Omega t$$

და ვივარაუდოთ $\omega \ll \Omega$.

$$x = A \sin \omega t \cos \Omega t$$

$$V_x = A \omega \cos \omega t \cos \Omega t - A \Omega \sin \omega t \sin \Omega t$$

$$a_x = A \omega (-\omega \sin \omega t \cos \Omega t - \Omega \cos \omega t \sin \Omega t) - A \Omega (\omega \cos \omega t \sin \Omega t + \Omega \sin \omega t \cos \Omega t)$$

$$y = A \sin \omega t \sin \Omega t$$

$$V_y = A \omega \cos \omega t \sin \Omega t + A \Omega \sin \omega t \cos \Omega t$$



მაგიდა № 9

07.05.2014/ ფიზ/IV/PH 412

ამოცანა № 3

გვერდი № 9

$$a_y = A\omega \left(-\omega \sin \omega t \sin \Omega t + \Omega \cos \omega t \cos \Omega t \right) + A\Omega \left(\omega \cos \omega t \cos \Omega t - \Omega \sin \omega t \sin \Omega t \right)$$

$$a_x = -A\omega^2 \sin \omega t \cos \Omega t - A\omega \Omega \cos \omega t \sin \Omega t - A\omega \Omega \cos \omega t \sin \Omega t - A\Omega^2 \sin \omega t \cos \Omega t =$$

$$= -A\omega^2 \sin \omega t \cos \Omega t + A\Omega^2 \sin \omega t \cos \Omega t - 2A\omega \Omega \sin \omega t \cos \Omega t - 2A\omega \Omega \cos \omega t \sin \Omega t =$$

$$= -A(\omega^2 - \Omega^2) \sin \omega t \cos \Omega t - 2\Omega (\Omega A \sin \omega t \cos \Omega t + \omega A \cos \omega t \sin \Omega t)$$

$$A \sin \omega t \cos \Omega t = x$$

$$\Omega A \sin \omega t \cos \Omega t + \omega A \cos \omega t \sin \Omega t = V_y$$

$$a_x = -(\omega^2 - \Omega^2)x - 2\Omega V_y$$

სხვაობები - ვიძახებო

$$a_y = -(\omega^2 - \Omega^2)y + 2\Omega V_x$$



მაგიდა № 9

07.05.2014/ ფიზ/IV/PH 412

ამოცანა №

3

გვერდი №

10

შეკლავი პირობა

$$a_x = -\frac{g}{l}x - \frac{qB}{m}v_y$$

$$a_x = -(\omega^2 - \Omega^2)x - 2\Omega v_y$$

$$\omega^2 - \Omega^2 = \frac{g}{l}$$

$$2\Omega = \frac{qB}{m}$$

$$\Omega = \frac{qB}{2m}$$

$$\omega^2 = \frac{g}{l} + \Omega^2$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l} + \frac{q^2 B^2}{4m^2}}$$