



შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი  
შესარჩევი ტურები ფიზიკის 45-ე საერთაშორისო  
ოლიმპიადისათვის

მაგიდა № 4

07.05.2014/ ფიზ/IV/PH 409

ამოცანა № 1

გვერდი № 1

$P_0$	$V_0$	$P_0$	$V_0$	$P_0$	$V_0$
1		2		3	

სქან 3 ციუში ყხვი აბოგაძისა, ამოცან 2 რ 3-ს  
ე/ნება ეხანისი დამხეცეხა. (ამ ისე განაჩინებეს ხმ  
1 ხანის ნანერა ჟღასებენ ლადლ ხს იძევს იმ  
საუაქელ, ხმ მამხეცეხეცე ნანახლამ დამხეცელ 2 რ 3  
ხანისა

$T_2 = T_3$        $P_1 = P_2 = P_3 \Rightarrow V_2 = V_3 \equiv V$   
 $P_1 = P_2 = P_3 \equiv P$

$V_1$	$V_2$	$V_3$

2 რ 3 ხანისა ჟღასებენ ლადლ ხს ჟღასებენ,  
ამოცან შავვიძია სრისებელ ჟღასებენ დამხეცენა.

$P V^\gamma = \text{const}$        $\gamma = \frac{5}{3}$



მაგიდა № 4.

07.05.2014/ ფიზ/IV/PH 409

ამოცანა №

1

გვერდი №

2

$$P_0(2V_0)^\delta = P(2V)^\delta$$

$$PV = RT_3 = \frac{9RT_0}{4}$$

$$P_0V_0^\delta = PV^\delta = pV \cdot V^{\delta-1} = \frac{9RT_0}{4} V^{\delta-1}$$

$$P_0V_0 = RT_0$$

$$P_0V_0 \cdot V_0^{\delta-1} = RT_0 \cdot V_0^{\delta-1} = \frac{9RT_0}{4} \cdot V^{\delta-1}$$

$$V = V_0 \cdot \sqrt[\delta]{\frac{4}{9}} = \left(\frac{2}{3}\right)^\delta \cdot V_0 = \frac{8}{27} V_0$$

$$V_1 = 3V_0 - 2V = 3V_0 - \frac{16}{27}V_0 \approx 2,407 \approx 2,4$$

$$V_1 \approx 2,4V_0$$

$$V_1 = \frac{65}{27}V_0$$

$$V_2 = V_3 = \frac{8}{27}V_0$$



მაგიდა № 4

07.05.2014/ ფიზ/IV/PH 409

ამოცანა № 1

გვერდი № 3

$$P_3 V_3 = R T_3$$

$$P_3 \cdot \frac{8}{27} V_0 = \frac{9}{4} R T_0 = \frac{9}{4} P_0 V_0$$

$$P_3 = \frac{27}{8} \cdot \frac{9}{4} P_0 = \frac{243}{32} P_0 \approx 7,6 P_0$$

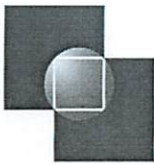
$$P_3 = \left(\frac{3}{2}\right)^5 P_0$$

$$P_1 V_1 = R T_1$$

$$\left(\frac{3}{2}\right)^5 P_0 \cdot \frac{65}{27} V_0 = R T_1$$

$$\frac{3^5}{2^5} \cdot \frac{65}{3^3} R T_0 = R T_1 \quad T_1 = \sqrt[9]{\frac{9 \cdot 65}{2^5}} = 9$$

$$T_1 = \frac{9 \cdot 65}{32} T_0 \approx 18,3 \approx 18 T_0$$



შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

შესარჩევი ტურები ფიზიკის 45-ე საერთაშორისო  
ოლიმპიადისათვის

მაგიდა №

4

07.05.2014/ ფიზ/IV/

PH409

ამოცანა №

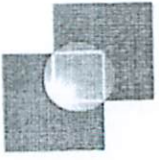
1

გვერდი №

4

$P_1 = 7,6 P_0$	$V_1 = \frac{65}{27} V_0$	$T_1 = 18 T_0$
$P_2 = 7,6 P_0$	$V_2 = \frac{8}{27} V_0$	$T_2 = \frac{9}{4} T_0$
$P_3 = 7,6 P_0$	$V_3 = \frac{8}{27} V_0$	$T_3 = \frac{9}{4} T_0$





მაგნიტა № 4

07.05.2014/ ფიზ/IV/PH109

ამოცანა № 1

გვერდი № 5

II რ III ხაზი(ები) სახსარ იყენებ

$$Q = \Delta U_2 + A_2$$

$$Q = \Delta U_3 + A_3$$

$$A_2 + C_V \Delta T = 0$$

$$A_3 + C_V \Delta T = 0$$

$$A_1 = - (A_2 + A_3) \quad (I-ის იმეჯა II რ III-ის)$$

$$\Delta T = (T_3 - T_0)$$

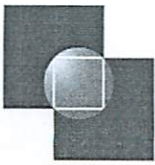
$$A_1 = 2 C_V \Delta T = 2 C_V (T_3 - T_0) = 3 R T_0 \cdot \frac{5}{4} = \frac{15}{4} P_0 V_0$$

$$Q = \Delta U_1 + A_1 = C_V \Delta T_1 + 2 C_V \Delta T =$$

$$= C_V (T_1 - T_0) + 2 C_V (T_3 - T_0) = \frac{3}{2} R T_0 \cdot 18 + \frac{15}{4} P_0 V_0 =$$

$$= 27 P_0 V_0 + \frac{15}{4} P_0 V_0 = 30,75 P_0 V_0$$

~~Q = 3 R T\_0 + \frac{15}{4} P\_0 V\_0~~



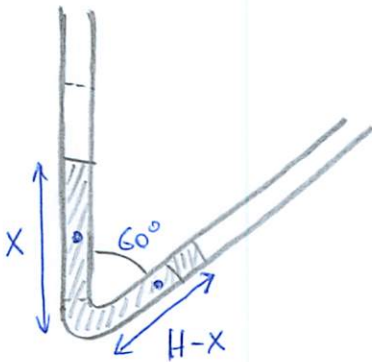
მაგიდა № 4

07.05.2014/ ფიზ/IV/ PH409

ამოცანა № 2

გვერდი №

1



$$E_3 = \frac{mx}{H} \cdot g \cdot \frac{x}{2} + \frac{m(H-x)}{H} \cdot g \cdot \frac{H-x}{2} \cdot \cos 60^\circ$$

$$E_5 = \frac{mU^2}{2}$$

$$E_3 + E_5 = \text{const.}$$

$$\frac{mg}{2H} \cdot x^2 + \frac{mg}{4H} (H-x)^2 + \frac{mU^2}{2} = \text{const.}$$

$$\frac{mg}{2H} \cdot 2x \cdot x' + \frac{mg}{4H} \cdot 2(H-x)(-x)' + \frac{m}{2} \cdot 2U \cdot U' = 0.$$

$$-\frac{dx}{dt} = U$$

$$U' = -x''$$

$$-\frac{mgx}{H} \cdot U + \frac{mg(H-x)U}{2H} + mUU' = 0$$

$$-\frac{gx}{H} - \frac{gx}{2H} + \frac{g}{2} - x'' = 0.$$

მივიღოთ ხევილ  
კანონები.



მაგიდა № 4

07.05.2014/ ფიზ/IV/PH409

ამოცანა № 2

გვერდი № 2

$$\left. \begin{aligned} x'' + \frac{3g}{2H}x &= \frac{g}{2} \\ (x - \frac{H}{3}) &\equiv y. \end{aligned} \right\} \Rightarrow y'' + \frac{3g}{2H}y = 0.$$

$$\omega^2 = \frac{3g}{2H}.$$

$$y = y_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

$$y' = \omega y_0 \cos(\omega t + \varphi) \quad t=0-\text{მ.} \quad v=0.$$

$$y' = x' = -v(t) = -v(0) = 0.$$

$$\cos \varphi = 0 \quad \varphi = \frac{\pi}{2}.$$

$$y = y_0 \cos \omega t$$

$$x - \frac{H}{3} = y_0 \cos \omega t$$

$$t=0-\text{მ.} \quad x = H.$$

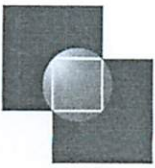
$$\therefore y_0 = \frac{2H}{3}.$$

შედეგად მივიღებთ.

$$X = \frac{H}{3} + \frac{2H}{3} \cos \omega t.$$







მაგიდა № 4

07.05.2014/ ფიზ/IV/PH409

ამოცანა № 2

გვერდი № 4

$$\cos \omega t_1 = -\frac{1}{2}$$

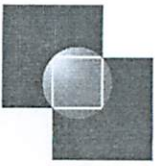
$$\omega t_1 = \frac{2\pi}{3}$$

$$v_0 = \frac{g}{2} t_2$$

$$t_1 = \frac{2\pi}{3\omega} = \frac{2\pi}{3} \cdot \sqrt{\frac{2H}{3g}}$$

$$t_2 = \frac{2v_0}{g} = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$T = 2 \left( \sqrt{\frac{2H}{g}} + \frac{2\pi}{3} \sqrt{\frac{2H}{3g}} \right)$$



მაგიდა № 4

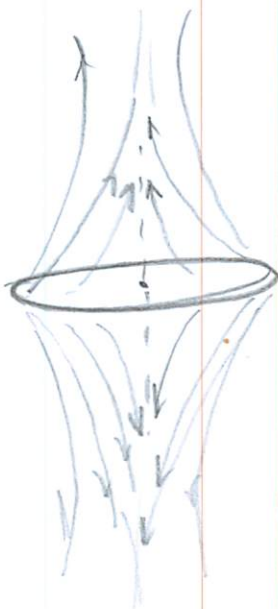
07.05.2014/ ფიზ/IV/PH409

ამოცანა № 3

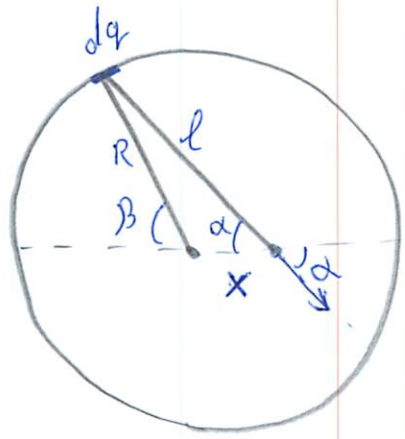
გვერდი № 1

1.

1.1.



1.2.



ვთავსოთ  $dE_x$

$$dq = \frac{Q}{2\pi R} \cdot R d\beta = \frac{Q}{2\pi} d\beta$$

$$dE_x = \frac{k dq}{l^2} \cdot \cos \alpha$$

დავუშვათ  $\beta$  და  $\alpha$  უცვლელია.

$$\alpha \Rightarrow \beta \quad l \cos \alpha = x + R \cos \beta$$

$$\cos \alpha = \frac{x + R \cos \beta}{l}$$



მაგიდა № 4

07.05.2014/ ფიზ/IV/ PH409

ამოცანა № 3

გვერდი № 2

$$dE_x = \frac{kQ d\beta}{2\pi \ell^2} \cdot \frac{(x + R \cos \beta)}{\ell}$$

$$dE_x = \frac{kQ}{2\pi} \frac{(x + R \cos \beta) d\beta}{\ell^3}$$

$\ell$  ვიპოვოთ უმსხვილესი აგებით.

$$\ell^2 = R^2 + x^2 + 2Rx \cos \beta \quad x^2 \ll R^2$$

$$dE_x = \frac{Q}{8\pi^2 \epsilon_0} \frac{(x + R \cos \beta) d\beta}{(R^2 + 2Rx \cos \beta)^{3/2}} = \frac{Q}{8\pi^2 \epsilon_0 R^3} \cdot \frac{(x + R \cos \beta) d\beta}{\left(1 + \frac{2x \cos \beta}{R}\right)^{3/2}}$$

$$dE_x = \frac{Q}{8\pi^2 \epsilon_0 R^3} \cdot (x + R \cos \beta) \left(1 - \frac{3x \cos \beta}{R}\right) d\beta$$

$$dE_x = \frac{Q}{8\pi^2 \epsilon_0 R^3} \left(x - \frac{3x^2 \cos \beta}{R} + R \cos \beta - 3x \cos^2 \beta\right) d\beta$$

$$dE_x = \frac{Q}{8\pi^2 \epsilon_0 R^3} \left(x - \left(\frac{3x^2}{R} - R\right) \cos \beta - 3x \cos^2 \beta\right) d\beta$$



მაგიდა № 4

07.05.2014/ ფიზ/IV/ PH409

ამოცანა № 3

გვერდი № 3

$$\cos 2\beta = 2 \cos^2 \beta - 1$$

$$\cos^2 \beta = \frac{1 + \cos 2\beta}{2}$$

$$dE_x = \frac{Q}{8\pi^2 \epsilon_0 R^3} \left( x - \left( \frac{3x^2}{R} - R \right) \cos \beta - \frac{3x}{2} - \frac{3x \cos 2\beta}{2} \right) d\beta$$

$$dE_x = \frac{Q}{8\pi^2 \epsilon_0 R^3} \cdot \left( -\frac{x}{2} d\beta - \left( \left( \frac{3x^2}{R} - R \right) \cos \beta + \frac{3x \cos 2\beta}{2} \right) d\beta \right)$$

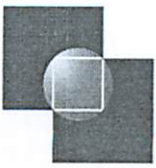
ეს ნაწილი ინტეგრირებაში  
სუფილს უბედავს და R-მძიერ  
ქვამ.

$$-\int_{0}^{2\pi} \left( \frac{3x^2}{R} - R \right) \cos \beta = \int_{0}^{2\pi} \left( \frac{3x^2}{R} - R \right) \sin \beta = 0$$

$$-\int_{0}^{2\pi} \frac{3x}{2} \cos 2\beta d\beta = 0$$

$$\int dE_x = \frac{-Q}{8\pi^2 \epsilon_0 R^3} \frac{x}{2} \int_{0}^{2\pi} d\beta = E_x$$





მაგიდა №

4.

07.05.2014/ ფიზ/IV/PH409

ამოცანა №

3

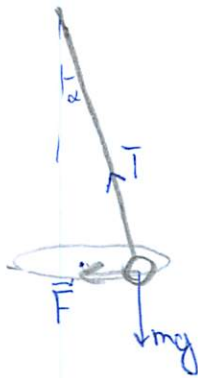
გვერდი №

4

$$E_x = -x \frac{Q}{8\pi\epsilon_0 R^3}$$

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

1.3.



$$T \sin \alpha = mg \tan \alpha = \frac{mgx}{l}$$

$$-\frac{mgx}{l} - \frac{xQq}{8\pi\epsilon_0 R^3} = m x''$$

$$x'' + \left( \frac{g}{l} + \frac{Qq}{8\pi\epsilon_0 R^3} \right) x = 0$$

ხევახევი ხმდ მუდმივად  $q > 0$  პირდაპირ  
შეიძლება.



მაგიდა № 4.

07.05.2014/ ფიზ/IV/PH409

ამოცანა № 3

გვერდი №

5

$$\omega^2 = \frac{g}{l} + \frac{Qq}{8\pi\epsilon_0 R^3}$$

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{g}{l} + \frac{Qq}{8\pi\epsilon_0 R^3}}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{1}{\frac{g}{l} + \frac{Qq}{8\pi\epsilon_0 R^3}}} = 2\pi \sqrt{\frac{8\pi\epsilon_0 l R^3}{8\pi\epsilon_0 g R^3 + Qq}}$$

შეიძლება უკანა მხარე შეიქცეს ამ ხოლმე  
ხუთჯერად ფორმულაში ექნება.

$$\frac{Q+q}{2} \text{ - სივრცე.}$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{8\pi\epsilon_0 l R^3}{8\pi\epsilon_0 g R^3 + Qq}}$$

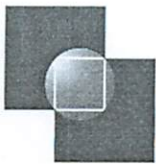
$$T_{\min} = 2\pi \sqrt{\frac{8\pi\epsilon_0 l R^3}{8\pi\epsilon_0 g R^3 + \frac{(Q+q)^2 l}{4}}}$$

$$8\pi\epsilon_0 R^3 = 750 \cdot 10^{-18}$$

K% - სივრცე =

$$\frac{\frac{1}{\sqrt{8\pi\epsilon_0 g R^3 + Qq}} - \frac{1}{\sqrt{8\pi\epsilon_0 g R^3 + \frac{(Q+q)^2 l}{4}}}}{1} \cdot 100$$

$$\frac{1}{\sqrt{8\pi\epsilon_0 g R^3 + Qq}}$$



შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

შესარჩევი ტურები ფიზიკის 45-ე საერთაშორისო  
ოლიმპიადისათვის

მაგიდა № 4

07.05.2014/ ფიზ/IV/PH 409

ამოცანა №

3

გვერდი №

6

$$\kappa = \left( 1 - \sqrt{\frac{8\pi\epsilon_0 g R^3 + Qq\ell}{8\pi\epsilon_0 g R^3 + \frac{(Q+q)^2\ell}{4}}} \right) - 100$$

$$\approx 4\%$$



მაგია №

4

07.05.2014/ ფიზ/IV/

PH 409

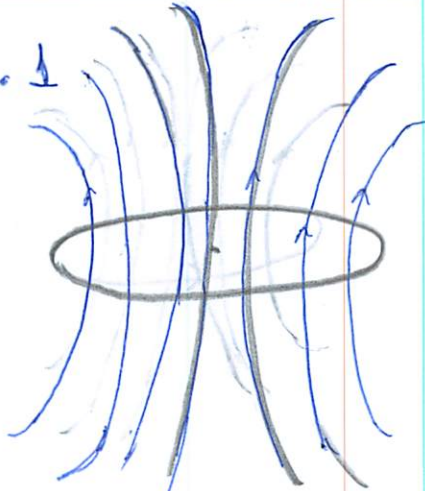
ამოცანა №

3

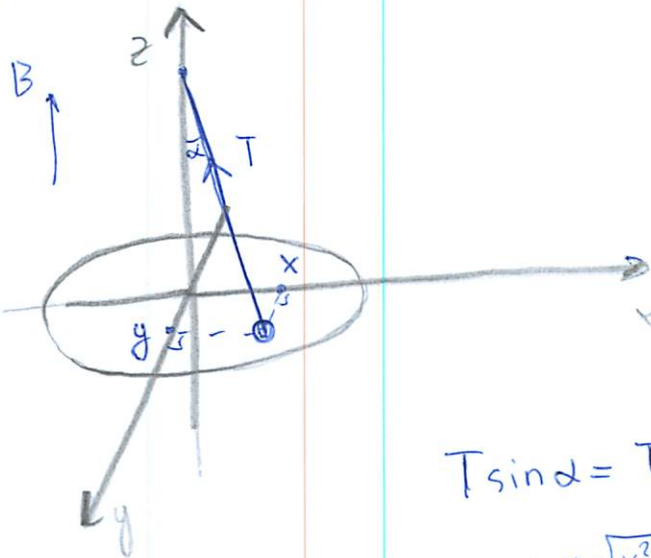
გვერდი №

7

2.1



2.2.



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

$$T_x = \frac{mg \sqrt{x^2 + y^2}}{l} \cdot \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}} = \frac{mgx}{l}$$

$$T_y = \frac{mgy}{l}$$





მაგიდა №

4

07.05.2014/ ფიზ/IV/

PH 409

ამოცანა №

3

გვერდი №

8

$$T_x = \frac{mgx}{l} \quad T_y = \frac{mgy}{l}$$

$$\vec{F}_{\text{ზო}} + \vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a}$$

$$\vec{F}_{\text{ზო}} = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

$$q(\vec{v} \times \vec{B}) + \vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a}$$

გვაკავშირებს მიწისა  $x$ -ზე,  $\Rightarrow y$ -ზე.

$$q(\vec{v} \times \vec{B})_x + T_x + mg_x = ma_x$$

$$q(v_y B_z - B_y v_z) + T_x + 0 = mx''$$

$$qB v_y + \frac{mgx}{l} = mx''$$

$$(1) \quad qB y' + \frac{mgx}{l} = mx''$$



მაგიდა № 4.

07.05.2014/ ფიზ/IV/ PH409

ამოცანა № 3

გვერდი № 9

$$q(\vec{v} \times \vec{B})_y + T_y + mgy = ma_y$$

$$q(v_z B_x - v_x B_z) + T_y + 0 = my''$$

$$-qB v_x + \frac{mgy}{l} = my''$$

$$(2) -qB x' + \frac{mgy}{l} = my''$$

$$(*) \begin{cases} qB \cdot y' + \frac{mg}{l} \cdot x = m \cdot x'' \\ -qB \cdot x' + \frac{mg}{l} \cdot y = m y'' \end{cases}$$



$$qB v_y + \frac{mg}{l} x = ma_x$$

$$-qB v_x + \frac{mg}{l} y = ma_y$$

sl:



მაგიდა №

4

07.05.2014/ ფიზ/IV/

PH 409

ამოცანა №

3

გვერდი №

10

შავ თხაველში შევსებული გამოცემა:

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

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

$$x' = A \omega \cos \omega t \cos \Omega t - A \Omega \sin \omega t \sin \Omega t$$

$$x'' = -A(\Omega^2 + \omega^2) \sin \omega t \cos \Omega t - 2A\omega\Omega \cos \omega t \sin \Omega t$$

$$y' = A \omega \cos \omega t \sin \Omega t + A \Omega \sin \omega t \cos \Omega t$$

$$y'' = -A(\Omega^2 + \omega^2) \sin \omega t \sin \Omega t + 2A\omega\Omega \cos \omega t \cos \Omega t$$

ეს მონაცემები გამოვიყენოთ მთხმობის ეხა-ეხა  
განტოლებაში (შეღებოთ იგივე რიგები)

შევიყვანოთ ამაში →

$$9\beta y' + \frac{mg}{l} x = m x''$$



მაგიდა № 4

07.05.2014/ ფიზ/IV/ PH 409

ამოცანა №

3

გვერდი №

11

შეცდობა.

$$q_B A \omega \cos \omega t \sin \Omega t + q_B A \Omega \sin \omega t \cos \Omega t + \frac{mg}{l} \cdot A \sin \omega t \cos \Omega t =$$

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

↓ (დაჯერებულია მოცემული).

$\alpha_1$

|||

$$(q_B \omega + 2m \omega \Omega) \cos \omega t \sin \Omega t =$$

$$= - \left( q_B \Omega + \frac{mg}{l} + m(\Omega^2 + \omega^2) \right) \sin \omega t \cos \Omega t$$

|||

$\alpha_2$

$$\alpha_1 \cos \omega t \sin \Omega t = \alpha_2 \sin \omega t \cos \Omega t$$

ჩვენ  $t = \frac{\sqrt{l}}{2\Omega}$ , ~~დავუშვათ~~ 2-ზე

$$\alpha_1 \cdot \cos \frac{\sqrt{l}\omega}{2\Omega} \cdot 1 = \alpha_2 \cdot \sin \frac{\sqrt{l}\omega}{2\Omega} \cdot 0 \Rightarrow \alpha_1 = 0.$$





მაგიდა №

4

07.05.2014/ ფიზ/IV/

PH 409

ამოცანა №

3

გვერდი №

12

$$\text{ჩვენ } t = \frac{\pi}{2\omega}, \text{ მაშინ}$$

$$\alpha_1 \cdot \cos \frac{\pi}{2} \cdot \sin \frac{\pi \omega t}{2\omega} = \alpha_2 \cdot \sin \frac{\pi}{2} \cdot \cos \frac{\pi \omega t}{2\omega}$$

$$\alpha_1 \cdot 0 \cdot \sin \frac{\pi \omega t}{2\omega} = \alpha_2 \cdot \cos \frac{\pi \omega t}{2\omega}$$

$$\alpha_2 = 0.$$

ე.ი.  $\alpha_1 = 0$

$$\alpha_2 = 0.$$

$$qB\omega + 2m\omega^2 = 0.$$

$$\omega = -\frac{qB}{2m}.$$