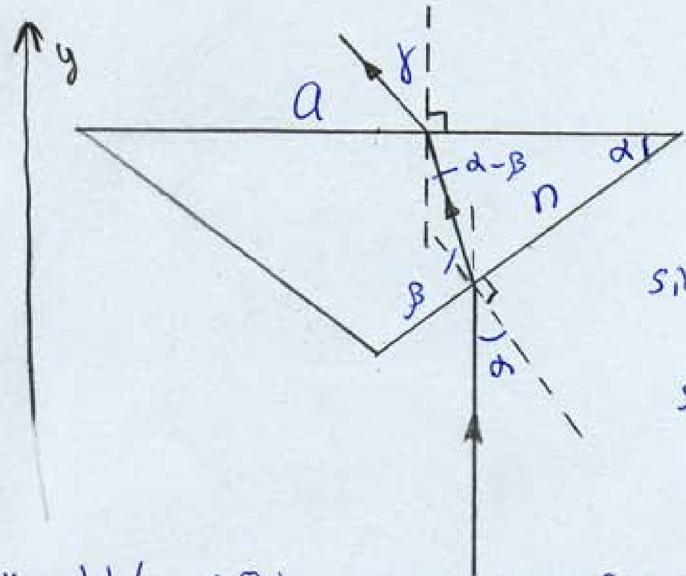
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

შესარჩევი ტურები ფიზიკის 43-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა №	29.04.2012/ ფიზ/ IV/ 701

ამოცანა № 1 — გვერდი № 1.



შესვლისას $\sin\alpha = n\sin\beta$ (1)

გამოსვლისას $n\cdot\sin(\alpha-\beta) = \sin\gamma$ (2)

პირველიდან $\sin\beta = \frac{\sin\alpha}{n}$ $\cos\beta = \frac{\sqrt{n^2-\sin^2\alpha}}{n}$

$$\sin\gamma = \cancel{n}\left(\sin\alpha\frac{\sqrt{n^2-\sin^2\alpha}}{\cancel{n}} - \cos\alpha\frac{\sin\alpha}{\cancel{n}}\right)$$

$$\sin\gamma = \sin\alpha\left(\sqrt{n^2-\sin^2\alpha} - \cos\alpha\right)$$

y ღერძის გასწვრივ ფოტონს ჰქონდა იმპულსი $P_{0y} = \frac{h\nu}{c}$ იმპულსი გამოსვლის შემდეგ ექნება $P_y = \frac{h\nu}{c}\cdot\cos\gamma$. $\Delta P_y = P_y - P_{0y} = \frac{h\nu}{c}(\cos\gamma - 1)$

$$\frac{\Delta P_y}{\Delta t} = F \qquad F = -mg = -\frac{1}{2}\rho g l a \frac{a}{2}\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{4}\rho g l a^2 \operatorname{tg}\alpha.$$

$$-\Delta P_y = \frac{h\nu}{c}(1-\cos\gamma) = \frac{1}{4}\rho g l a^2\operatorname{tg}\alpha\,\Delta t \Rightarrow \frac{h\nu}{l\cdot a\cdot\Delta t} = \frac{\rho g a \operatorname{tg}\alpha\, c}{4(1-\cos\gamma)}$$

$h\nu$ არის ენერგია რომელიც $S = l\cdot a$ -ზედაპირზე ხვდება Δt -დროში (l არის პრიზმის სიგრძე)

$$J = \frac{h\nu}{l a \Delta t} = \frac{\rho g a \operatorname{tg}\alpha\, c}{4(1-\cos\gamma)}$$

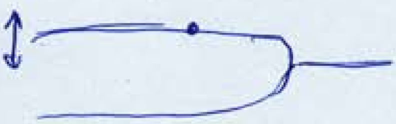
შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

შესარჩევი ტურები ფიზიკის 43-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა №	29.04.2012/ ფიზ/ IV/ 701

ამოცანა № 2 | გვერდი № 1.



$(x(t) = A\sin\omega t.)$ ვთქვათ მოძრაობს ასე

რომ არ ავარდეს ქვიშის [illegible] ვიბრატორის ნებისმიერ

ადგილას ის იმყოფება ისე უნდა იხრებოდეს რომ

მისი მაქსიმალური აჩქარება არ უნდა აღემატებოდეს

g-ს.

ა)

$x(t) = A_1\sin\omega t$ ეს განვიხილოთ [illegible]

$v(t) = A_1\omega\cos\omega t$ $\quad a(t) = -A_1\omega^2\sin\omega t.$ $\quad a(t)$-ს მაქსიმალურია $\sin\omega t = 1.$

$$g = A_1\omega^2 \Rightarrow A_1 = \frac{g}{\omega^2}.$$

ბ) $h_0 = 2$მმ-ზე რომ ავიდეს A_2 ამპლიტუდის სიხშირის.

ის მოძრაობს მაგიდასთან ერთად სანამ $a(t_1) = g.$

$$g = A_2\omega^2\sin\omega t_1 \Rightarrow \sin\omega t_1 = \frac{g}{A_2\omega^2} \quad \cos\omega t_1 = \frac{\sqrt{A_2^2\omega^4 - g^2}}{A_2\omega^2}$$

ამ დროს მისი სიმაღლე იქნება $x(t) = \cancel{A_2}\cdot\frac{g}{\cancel{A_2}\omega^2} = \frac{g}{\omega^2}.$ ხოლო სიჩქარე

$$V(t_1) = A_2\omega\cos\omega t_1 = \cancel{A_2}\cancel{\omega}\frac{\sqrt{A_2^2\omega^4 - g^2}}{\cancel{A_2}\omega^{\cancel{2}}} = \frac{\sqrt{A_2^2\omega^4 - g^2}}{\omega}.$$

დავწეროთ ამ მომენტის ~~[illegible]~~ h_0 სიმაღლეზე აწევის ფორმულა

$$h_0 = x(t_1) + \frac{V(t_1)^2}{2g} = \frac{g}{\omega^2} + \frac{A_2^2\omega^4 - g^2}{2g\omega^2} = \frac{g}{\omega^2} + \frac{A_2^2\omega^2}{2g} - \frac{g}{2\omega^2} = \frac{g}{2\omega^2} + \frac{A_2^2\omega^2}{2g}.$$

$$h_0 - \frac{g}{2\omega^2} = \frac{A_2^2\omega^2}{2g}. \quad \cancel{\omega^2 = \frac{2}{2\omega^2 A_2^2}} \quad A_2^2 = \frac{h_0 g\omega^2 - g^2}{\omega^4} \Rightarrow A_2 = \frac{\sqrt{h_0 g\omega^2 - g^2}}{\omega^2}.$$

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

შესარჩევი ტურები ფიზიკის 43-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა №	

29.04.2012/ ფიზ/ IV/ 701

ამოცანა № 2

გვერდი № 2

ა) და ბ) ვერტიკალ რხევების [illegible] $\omega = 2\pi\nu$
გამოსახულია და რიცხვით მნიშვნელობებს

ა) $A_1 = \frac{g}{\omega^2} = \frac{g}{4\pi^2\nu^2} = 9{,}94 \cdot 10^{-5}$ მ. $= 9{,}94 \cdot 10^{-2}$ მმ.

ბ) $A_2 = \frac{\sqrt{h_0 g 4\pi^2\nu^2 - g^2}}{4\pi^2\nu^2} = 4{,}35 \cdot 10^{-4}$ მ $= 0{,}435$ მმ.

[illegible]

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

შესარჩევი ტურები ფიზიკის 43-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა №

29.04.2012/ ფიზ/ IV/ 701

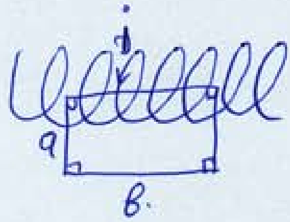
ამოცანა № 3

გვერდი № 1

1. კოჭში დენის ზრდისას წარმოიქმნება $\mathcal{E}_0 = -\dfrac{L\,di(t)}{dt}$

ჩავწეროთ კირხჰოფის მეორე წესი წრედისთვის

$$\mathcal{E} + \mathcal{E}_0 - i(t)R = 0 \Rightarrow \mathcal{E} = \frac{L\,di(t)}{dt} + i(t)R$$

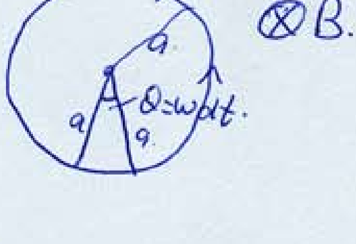
2. 

კოჭის შიგნით ღერძზე ავიღოთ მართკუთხა მართკუთხედი გვერდებით a, b. ამ კონტურს გადაკვეთს $n = \frac{N}{l}b$ ხვიაზე i დენი

ამ კონტურზე $\sum B_e\,dl = b \cdot B.$

$$B \cdot \cancel{b} = \mu_0 \frac{N}{l}\cancel{b}\,i; \quad B = \frac{\mu_0 i N}{l}.$$

3. დავუშვათ ერთის ზედაპირი



$$\mathcal{E} = \frac{d\varphi}{dt} \qquad d\varphi = d(B \cdot S) = B \cdot \frac{a^2\theta}{2}, \quad \theta = \omega dt$$

$$\mathcal{E} = \frac{Ba^2\omega\,dt}{2\,dt} = \frac{Ba^2\omega}{2} = \frac{\mu_0 i N a^2 \omega}{2l}.$$

4. $\mathcal{E} = \frac{L\, di(t)}{dt} + i(t) R$ $\qquad \mathcal{E} = \frac{\mu_0 i N a^2 \omega}{2\ell} = \frac{\mu_0 N a^2 \omega}{2\ell} \cdot i$

$$\frac{\mu_0 N a^2 \omega}{2\ell} \equiv A$$

$$A \cdot i = \frac{L\, di}{dt} + iR$$

$$\frac{L\, di}{dt} = (A - R) i \qquad \frac{di}{i} = \frac{A-R}{L} dt.$$

$$\int_{i(0)}^{i(t)} \frac{di}{i} = \frac{A-R}{L} \int_0^t dt \Rightarrow \ln \frac{i(t)}{i(0)} = \frac{A-R}{L} t$$

$$i(t) = i(0) \cdot e^{\frac{A-R}{L} t} = i(0)\, e^{\frac{\mu_0 N a^2 \omega - 2\ell R}{2L\ell} t}.$$

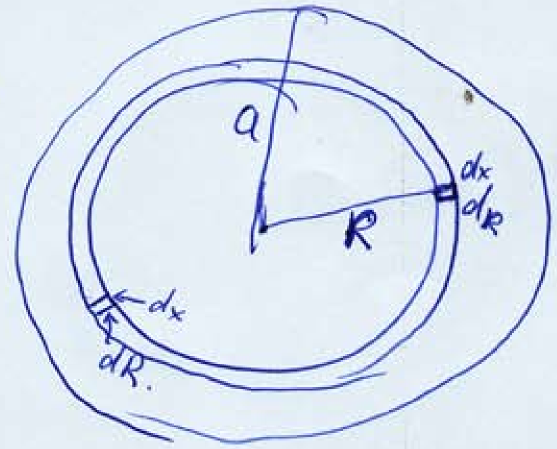
$i(t)$ რომ მუდმივად იზრდებოდეს e-ს ხარისხი უნდა იყოს დადებითი

$$\frac{\mu_0 N a^2 \omega - 2\ell R}{2L\ell} > 0. \qquad \mu_0 N a^2 \omega > 2\ell R.$$

$$\omega > \frac{2\ell R}{\mu_0 N a^2}$$

დავხედოთ ისევ ერთის ზედაპირს და დავითვალოთ ამის მომენტი
მაგნიტური ძალის (ამპერის ძალის) მომენტი

ჯერ დავითვალოთ ლენტის R რადიუსის და
dR სისქის რგოლზე მომენტი M_i მომენტი



$$dM_i = B\,dJ\,dR \cdot R \qquad dJ = \frac{J}{2\pi R} \cdot dx.$$

$$\int_0^{M_i} dM_i = \int_0^{2\pi R} \frac{BJ}{2\pi R} R\,dR\,dx$$

$$M_i = \frac{BJR\,dR}{\cancel{2\pi R}} \cdot \cancel{2\pi R} = BJR\,dR$$

ეს M_i არის მთელი მომენტის მცირე ნაწილი $M_i = dM$.

$$dM = BJR\,dR \qquad \int_0^M dM = BJ\int_0^a R\,dR.$$

$$M = \frac{BJa^2}{2}.$$

$$M_{ტ} = \frac{\mu_0 i(t) N}{2\ell} \cdot i(t) \cdot a^2 = \frac{\mu_0 a^2 N}{2\ell} \cdot i^2(t)$$

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

შესარჩევი ტურები ფიზიკის 43-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა №

29.04.2012/ ფიზ/ IV/ 701

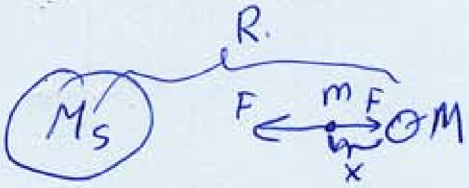
ამოცანა № 4

გვერდი № 1.

1. იუპიტერის მზის გარშემო მოძრაობის [illegible]

$\cancel{\frac{mV^2}{R}=\frac{GMm}{}}$ $\qquad \frac{\cancel{M}V^2}{\cancel{R}} = \frac{GM_s\cancel{M}}{R^{\cancel{2}}} \qquad V=\sqrt{\frac{GM_s}{R}}$

2.



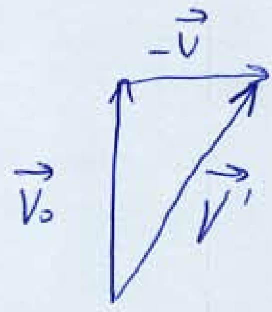
$F=\frac{GMm}{x^2}=\frac{GM_sm}{(R-x)^2} \qquad \left(\frac{R-x}{x}\right)^2=\frac{M_s}{M}$

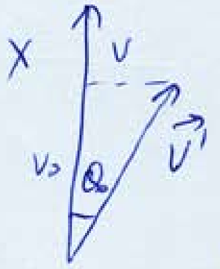
$\frac{R-x}{x}=\frac{\sqrt{M_s}}{\sqrt{M}} \qquad \frac{R}{x}=\frac{\sqrt{M_s}+\sqrt{M}}{\sqrt{M}} \qquad x=\frac{\sqrt{M}}{\sqrt{M_s}+\sqrt{M}}R$

3.

იუპიტერის მიმართ ზონდის სიჩქარე იქნება

$\vec V' = \vec V_0 - \vec V$





$tg\,Q_0=\frac{V}{V_0}$

$V' = \sqrt{V_0^2+V^2}$

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

შესარჩევი ტურები ფიზიკის 43-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა №

29.04.2012/ ფიზ/ IV/ 701

ამოცანა № 4

გვერდი № 2

4. ზონდის სრული მექანიკური ენერგია იქნება მხოლოდ კინეტიკური რადგან დაშორდა [illegible] რომ პოტენციალური ქრება [illegible]

$$E = \frac{mV'^2}{2} = \frac{m(V_0^2+V^2)}{2}.$$

5) $$\frac{1}{r} = \frac{GM}{V'^2b^2}\left(1+\sqrt{1+\frac{2EV'^2b^2}{G^2M^2m}}\cos Q\right)$$ r

როდესაც ზონდი ΔQ-ით შემობრუნდება მან უკვე ძალიან დიდი მანძილი დაფარა ამიტომ ამ დროს $\frac{1}{r}$ იქნება 0-

$\frac{1}{r}=0.$ $\Delta Q = 180 - Q \Rightarrow \cos Q = -\cos\Delta Q.$

$$\frac{1}{r}=0 \Rightarrow 1+\sqrt{1+\frac{2EV'^2b^2}{G^2M^2m}}\cos Q = 0. \Rightarrow \cos\Delta Q = \frac{1}{\sqrt{1+\frac{2EV'^2b^2}{G^2M^2m}}}$$

$2E = mV'^2.$

$$\cos\Delta Q = \frac{1}{\sqrt{1+\frac{\cancel{m}V_s'^4b^2}{G^2M^2\cancel{m}}}} = \frac{GM}{\sqrt{G^2M^2+V_s'^4b^2}}$$

$$\Delta Q = \arccos\frac{GM}{\sqrt{G^2M^2+V'^4b^2}}$$

6. [illegible]

R_1-ზე [illegible] მისი ენერგია იქნება $\frac{mV_1^2}{2} - \frac{GMm}{R_1}$

[illegible] $E = \frac{mV_0^2}{2}$-ს

$$\frac{\cancel{m}V_0^2}{2} = \frac{\cancel{m}V_1^2}{2} - \frac{GM\cancel{m}}{R_1} \qquad V_1 = \sqrt{V_0^2 + 2\frac{GM}{R_1}}$$

ასევე ვიყენებთ იმპულსის მომენტის [illegible]

$$\cancel{m}V_0 \cdot b = \cancel{m}V_1 \cdot R_1 \qquad b = \frac{V_1}{V_0} R_1 = \sqrt{1 + \frac{2GM}{R_1 V_0^2}}\, R_1$$

$\Delta\Theta$-ს [illegible] b,

[illegible] $\cos\Delta\Theta$-ს [illegible] $\Delta\Theta$-ს [illegible]

$$\cos\Delta\Theta = \frac{GM}{\sqrt{G^2M^2 + V^4 \cdot \left(R_1^2 + \frac{2GMR_1}{V_0^2}\right)}} \qquad \Delta\Theta = \arccos\frac{GM}{\sqrt{G^2M^2 + V^4\left(R_1^2 + \frac{2GMR_1}{V_0^2}\right)}}$$

მოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

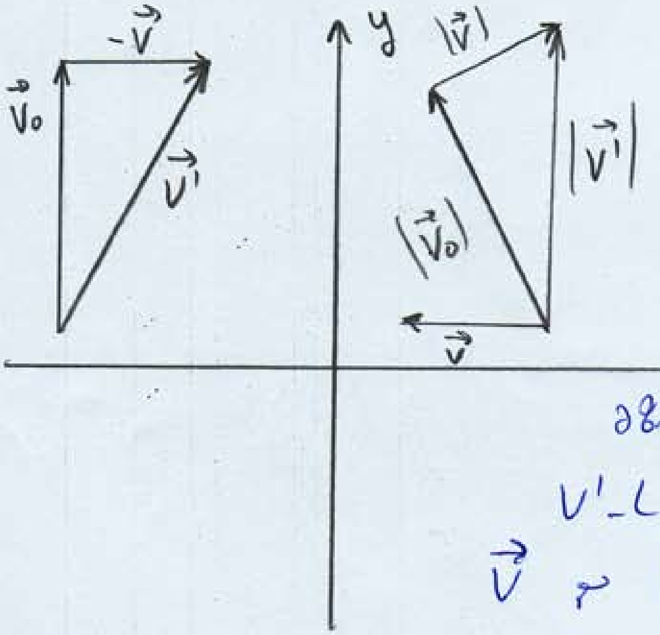
შესარჩევი ტურები ფიზიკის 43-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა №

29.04.2012/ ფიზ/ IV/ 701

ამოცანა № 4

გვერდი № 4



მარჯვენა ნახაზზე გამოსახული $\vec V' = \vec V_0 + \vec V$ ვექტორების ჯამი. [illegible] ეს მდგომარეობა შემობრუნებული ΔQ კუთხით და დამატებით მიეცემა $\vec V$ სიჩქარე მის სიჩქარეზე გადასვლისას ახლა V'-ს ვექტორულად უნდა მივუმატოთ $\vec V$ და მივიღებ $\vec V''$-ს.

$$-V''_x = V_0 \sin\Delta Q + V - V\cos\Delta Q$$

$$V''_y = V_0 \cos\Delta Q + V\sin\Delta Q.$$

$$V''^2 = V_x''^2 + V_y''^2$$

$$V''^2 = V_0^2\sin^2\Delta Q + V^2 + V^2\cos^2\Delta Q + 2V_0V\sin\Delta Q - 2V^2\cos\Delta Q - \cancel{2V_0V\sin\Delta Q\cos\Delta Q} +$$

$$+ V_0^2\cos^2\Delta Q + V^2\sin^2\Delta Q + \cancel{2V_0V\sin\Delta Q\cos\Delta Q} = V_0^2(\sin^2\Delta Q + \cos^2\Delta Q) +$$

$$+ V^2 + V^2(\sin^2\Delta Q + \cos^2\Delta Q) + 2V_0V\sin\Delta Q - 2V^2\cos\Delta Q =$$

$$= V_0^2 + 2V^2 + 2V_0V\sin\Delta Q - 2V^2\cos\Delta Q$$

$$V'' = \sqrt{V_0^2 + 2V^2 + 2V_0V\sin\Delta Q - 2V^2\cos\Delta Q}$$

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

შესარჩევი ტურები ფიზიკის 43-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა №

29.04.2012/ ფიზ/ IV/ 701

ამოცანა № 4

გვერდი № 5

$$V'' = \sqrt{V_0^2 + 2V^2 + 2V_0 V \sin\Delta\theta - 2V^2\cos\Delta\theta}$$

$$\cos\Delta\theta = \frac{GM}{\sqrt{G^2M^2 + V^4\left(R_1^2 + \frac{2GMR_1}{V_0^2}\right)}}$$

რიცხვების ჩასმის შემდეგ მივიღებ $\cos\Delta\theta \approx 0,75$.

ანუ $\sin\Delta\theta \approx 0,66$.

ჩავსვათ მიღებული $\sin\Delta\theta$, $\cos\Delta\theta$ და ცნობილი მნიშვნელობები V''-ის გამოსათვლელად

$$V'' = \sqrt{1 + 2\cdot 1,31^2 + 2\cdot 1\cdot 1,31\cdot 0,66 - 2\cdot 1,31^2\cdot 0,75}\cdot 10^4 =$$

$$= 1.89 \times 10^4 \text{ მ/წმ.}$$