

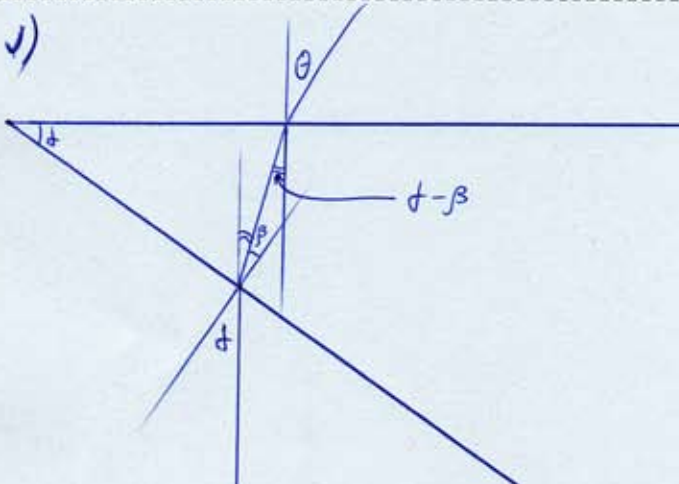


მაგიდა №

29.04.2012/ ფიზ/ IV/ 710

ამოცანა № 1

გვერდი № 1

1) 

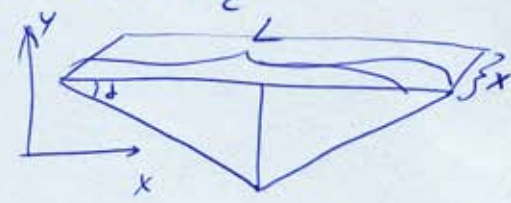
$$\frac{\sin \phi}{\sin \theta} = n \Rightarrow \phi > \theta$$

$$\frac{\sin \theta}{\sin(\phi - \theta)} = n$$

$$\left\{ \begin{aligned} \sin(\phi - \theta) &= \sin \theta \cos \phi - \cos \theta \sin \phi \\ \sin \phi &= \frac{\sin \theta}{n} \end{aligned} \right.$$

$$\sin \theta = n \cdot \sin(\phi - \theta) = n \left(\sin \theta \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \phi}{n^2}} - \cos \theta \cdot \frac{\sin \phi}{n} \right)$$

$$\sin \theta = n \left(\sin \theta \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \phi}{n^2}} - \cos \theta \cdot \frac{\sin \theta}{n} \right)$$

2) - სენსიტივობა — I $I = N \cdot h\nu$ სიჩქარე N ფოტონი უტანა, $mc^2 = h\nu \Rightarrow mc = \frac{h\nu}{c}$
 ფოტონი ელემენტი ვიწრო ვიწრობა ჰიჯონა. x, L ზომები შიგნით
 ავიღოთ ~~ფოტონი ვიწრობა~~ L შიგნით: 

2.1. ღირს: $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{L}{2} \cdot \frac{L}{2} \sin \theta \cdot x \cdot \rho$
 სიმძიმე ღირს: $\frac{L^2}{4} \cdot x \sin \theta \rho g$

ამ ელემენტი სიწარვი უტანს იმპულსი γ მიმართ, რომელიც $\frac{\Delta p}{\Delta t}$ სიჩქარე
 ღირს უტანს სიმძიმე. (x მიმართ სიწარვი იმპულსი ღირს $\frac{\Delta p}{\Delta t}$ სიწარვი $\frac{\Delta p}{\Delta t}$ სიწარვი $\frac{\Delta p}{\Delta t}$ სიწარვი)
 ამ ელემენტი ფოტონი ღირს იმპულსი: $(Lx \cdot \sin \theta) \cdot \frac{h\nu}{c} \cdot N = Lx \sin \theta \cdot \frac{I}{c}$
 ამ ელემენტი იმპულსი γ მიმართ უტანს: $\frac{h\nu}{c} \cdot \cos \theta$ ამ ელემენტი: $\frac{h\nu}{c} \cdot \cos \theta \cdot N \cdot Lx \cdot \Delta t =$
 ~~$Lx \cdot \frac{I}{c} \cdot \cos \theta \cdot Lx \cdot \Delta t$~~
 $\Delta p = Lx \sin \theta \cdot \frac{I}{c} (1 - \cos \theta)$
 $Lx \cdot \frac{I}{c} (1 - \cos \theta) = \frac{L^2}{4} \cdot x \sin \theta \rho g$ L=a



მაგიდა №

29.04.2012/ ფიზ/ IV/ 710

ამოცანა №

1

გვერდი №

2

$$\sin \theta = n \left(\sin d \frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 d}}{n} - \cos d \frac{\sin d}{n} \right) = \sin d (\sqrt{n^2 - \sin^2 d} - \cos d)$$

$$\cos \theta = \sqrt{1 - (\sin d \sqrt{n^2 - \sin^2 d} - \cos d \sin d)^2} = \sqrt{1 - \sin^2 d [n^2 - \sin^2 d + \cos^2 d - 2 \cos d \sqrt{n^2 - \sin^2 d}]} =$$

$$= \sqrt{1 - \sin^2 d [n^2 + \cos^2 d - 2 \cos d \sqrt{n^2 - \sin^2 d}]}$$

$$I = \frac{cL \sin d \rho g}{4(1 - \sqrt{1 - \sin^2 d [n^2 + \cos^2 d - 2 \cos d \sqrt{n^2 - \sin^2 d}]})}$$



მაგიდა №

29.04.2012/ ფიზ/ IV/ 710

ამოცანა № 2

გვერდი № 1

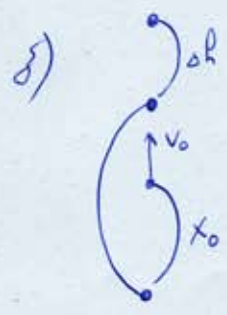
ა) იმ პირობებში ამპლიტუდისთვის, ხოლო ქვემოთ წარმოებულ ნივთიერებში ხელახალი დერა 0-ითა და ახლანდელ g -ით. ახლანდელ ძრავის ვარიაციებისთვის ძრავის ამპლიტუდისთვის, ხოლო ამ ამპლიტუდისთვის.

$g = \sigma A_1$ ხოლო $\sigma = \omega^2$

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{\frac{2\pi}{\omega}} = \frac{\omega}{2\pi} \Rightarrow \omega = 2\pi f \Rightarrow \sigma = 4\pi^2 f^2$

$g = 4\pi^2 f^2 \cdot A_1 \Rightarrow A_1 = \frac{g}{4\pi^2 f^2} \approx \frac{10}{4 \cdot 9.87 \cdot 5000^2} = 5.07 \cdot 10^{-6}$

$A \approx A_1$ ამპლიტუდისთვის f -ის და ახლანდელ. $A_1 \approx 5 \cdot 10^{-6} \text{ მ}$.



x_0 სიმაღლე მანძილი. (ანალიტიკურად აქვს x_0 მანძილი, აქვს g -ით)

$h = 2 \delta$
 $m \frac{v_0^2}{2} = mg(h + A - x_0)$

ანალიტიკურად მანძილი ძრავის, v ვიწრობის და მანძილის ნივთიერებისთვის. $dm \frac{u^2}{2} = k \frac{A^2}{2}$ ხოლო u სიხშირის ნივთიერებისთვის.

სიხშირისთვის. $\frac{1}{f} = 2\pi \sqrt{\frac{dm}{k}} \Rightarrow dm = \frac{k}{4\pi^2 f^2}$

$\frac{k}{4\pi^2 f^2} \cdot u^2 = k A^2 \Rightarrow u = A \cdot 2\pi f$

$v_0 = u \cdot \cos \omega t_0 = A \cdot 2\pi f \cdot \cos \omega t_0$

$4\pi^2 f^2 A^2 \cdot \cos^2 \omega t_0 = 2g(h + A - A \sin \omega t_0)$

ანალიტიკურად, $g = \sigma \cdot x_0 = 4\pi^2 f^2 \cdot \sin \omega t_0 \cdot A \Rightarrow \sin \omega t_0 = \frac{g}{4\pi^2 f^2 A}$

მაგიდა №

29.04.2012/ ფიზ/ IV/ 710

ამოცანა №

2

გვერდი №

2

$$4\pi^2 f^2 A^2 \cdot \left(1 - \frac{g^2}{16\pi^2 f^2 A^2}\right) = 2g \left(\Delta h + A \left(1 - \frac{g}{4\pi^2 f^2 A}\right)\right)$$

$$4\pi^2 f^2 A^2 - \frac{g^2}{4\pi^2 f^2} = 2g \left(\Delta h + A - \frac{g}{4\pi^2 f^2}\right)$$

$$4\pi^2 f^2 = b$$

$$bA^2 - \frac{g^2}{b} = 2g\Delta h + 2gA - \frac{2g^2}{b}$$

$$bA^2 - 2gA + \frac{3g^2}{b} - 2g\Delta h = 0$$

$$A = \frac{2g \pm \sqrt{4g^2 - 4b\left(\frac{3g^2}{b} - 2g\Delta h\right)}}{b}$$

$$A = \frac{2g \pm \sqrt{4g^2 - 12g^2 + 8bg\Delta h}}{b}$$

$A < 0$ არის ამოშორებული.

$$A = \frac{2g \pm \sqrt{8bg\Delta h - 8g^2}}{b} = \frac{2g \pm \sqrt{316 - 800}}{b}$$

19739

საბჭოთა კავშირი



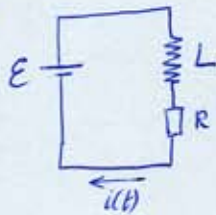
მაგიდა №

29.04.2012/ ფიზ/ IV/ 710

ამოცანა № 3

გვერდი № 1

1) ნიჭი იწინებს ძეგლი სხივს:



ვვარჯიშობთ იმისთვის რომ დავიწინოთ: $i(t) \cdot R$

ეს ემ.ძ. $\varepsilon - I \frac{di(t)}{dt}$ ('-' სივრცითი სიხშირის იმის გამო, რომ

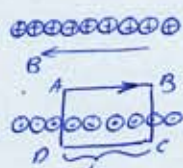
ინდუქციის ძალა იწინებს ძეგლი)

ნიჭი ნიჭისთვის ემ.ძ. იწინებს დავიწინოთ.

$$\varepsilon - L \cdot \dot{i}(t) = i(t) \cdot R$$

2) სივრცითი სიხშირის ვეგლი დავიწინოთ და ვივარჯიშოთ ეს მისი სიხშირისთვის.

ავივარჯიშოთ ვივარჯიშოთ:



დავინახოთ ხელს წინა იმისთვის
B სიხშირის იმისთვის ვივარჯიშოთ.

ავივარჯიშოთ სიხშირის ვივარჯიშოთ ვივარჯიშოთ ვივარჯიშოთ
დავინახოთ სიხშირის ვივარჯიშოთ (სიხშირის ვივარჯიშოთ ვივარჯიშოთ)

დავინახოთ სიხშირის ვივარჯიშოთ $-B \cdot L$
დავინახოთ სიხშირის ვივარჯიშოთ ვივარჯიშოთ ვივარჯიშოთ
დავინახოთ სიხშირის ვივარჯიშოთ $-j_0 \cdot i(t) \cdot L \cdot \left(\frac{N}{e}\right) \rightarrow \frac{N}{e}$ და ვივარჯიშოთ სიხშირის
დავინახოთ სიხშირის ვივარჯიშოთ $L \cdot \frac{N}{e}$ და ვივარჯიშოთ სიხშირის

$$-B L = -j_0 i(t) \cdot L \cdot \frac{N}{e} \Rightarrow B = j_0 \frac{N}{e} \cdot i(t)$$

სიხშირის
ABCD-2.



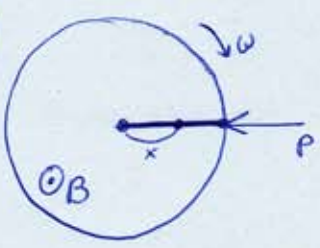
მაგიდა №

29.04.2012/ ფიზ/ IV/ 710

ამოცანა № 3

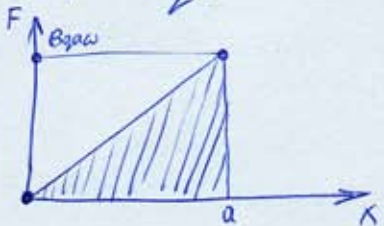
გვერდი № 2

3)



სიძველე $Bq\omega x$ და სიგრძე dx ზედა მხარეზე
დაქვემდებარებული ძეგლი $dA = Bq\omega x \cdot dx$ მოქმედებს.
 $A = \int_0^a dx \cdot Bq\omega x = \frac{1}{2} a^2 Bq\omega$
სიგრძე მოქმედებს იქნება
რამდენიმე უმარტივად

სიძველე
და სიგრძე



$$A = \frac{1}{2} \cdot a \cdot Bq\omega a = \frac{1}{2} Bq\omega a^2 = \frac{1}{2} \mu_0 \frac{N}{e} i(t) q \omega a^2$$

$$\mathcal{E} = \frac{A}{q} = \frac{1}{2} \mu_0 \frac{N}{e} i(t) \omega a^2$$

$$4) \frac{1}{2} \mu_0 \frac{N}{e} i(t) \omega a^2 - L i(t) = i(t) R \quad \begin{matrix} i(t) = I \\ i(0) = I_0 \end{matrix}$$

$$\frac{1}{2} \mu_0 \frac{N}{e} I \omega a^2 - L \frac{dI}{dt} = IR \quad L \frac{dI}{dt} = I \left(\frac{1}{2} \mu_0 \frac{N}{e} \omega a^2 - R \right)$$

$$L \int_{I_0}^I \frac{dI}{I} = \int_0^t dt \left(\frac{1}{2} \mu_0 \frac{N}{e} \omega a^2 - R \right) \quad L (\ln I - \ln I_0) = t \left(\frac{1}{2} \mu_0 \frac{N}{e} \omega a^2 - R \right)$$

$$L \cdot \ln \frac{I}{I_0} = \ln e \cdot t \left(\frac{1}{2} \mu_0 \frac{N}{e} \omega a^2 - R \right)$$

$$\ln \frac{I}{I_0} = \ln e^{\frac{t}{L} \left(\frac{1}{2} \mu_0 \frac{N}{e} \omega a^2 - R \right)} \Rightarrow I = I_0 \cdot e^{\frac{t}{L} \left(\frac{1}{2} \mu_0 \frac{N}{e} \omega a^2 - R \right)}$$



მაგიდა №

29.04.2012/ ფიზ/ IV/ 710

ამოცანა № 3

გვერდი № 3

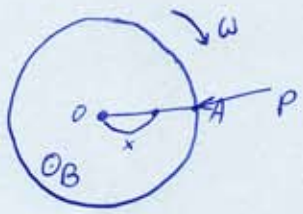
5) $I = I_0 \cdot e^{\frac{1}{2}(\frac{1}{2}\mu_0 \frac{N}{e} \omega a^2 - R)}$

e^{Ax} იმსოვს (x მდებარეობს) თუ A უდრის ნულის ტოლს.

~~...~~ $\frac{1}{2}(\frac{1}{2}\mu_0 \frac{N}{e} \omega a^2 - R) > 0$

$\frac{1}{2}\mu_0 \frac{N}{e} \omega a^2 > R \Rightarrow \omega > \frac{2R}{\mu_0 N a^2}$

6)



OA მონაკვეთი უდრის I ტენი.
x მდებარეობს, dx სიგრძის მონაკვეთზე მოქმედებს

$B \cdot dx \cdot I = \int_0^x \frac{N}{e} I dx \cdot I$ ღერ.

მაქვს განტოლებას, უნდა მოვძებნო მოძვლების სიჩქარე.

მოძვლების სიჩქარე: $\int_0^x \frac{N}{e} I^2 dx \cdot x = dM$

მოძვლების სიჩქარე უდრის:



$F(x) \cdot x = M(x) \Rightarrow M$ იქნება ცენტრის
სიბრუნვის მომენტი.

$M = \frac{1}{2} a^2 \cdot \mu_0 \frac{N}{e} I^2 = \frac{1}{2} a^2 \mu_0 \frac{N}{e} \cdot I_0^2 \cdot e^{\frac{1}{2}(\frac{1}{2}\mu_0 \frac{N}{e} \omega a^2 - R)}$



მაგიდა №

29.04.2012/ ფიზ/ IV/ 710

ამოცანა №

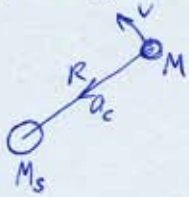
4

გვერდი №

1

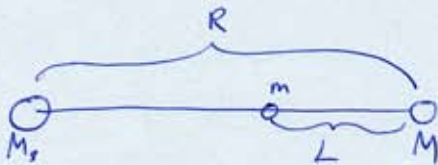
1) ნიუტონის მუხის წინააღმდეგობა + ცენტრალური ატყევა.

ატყევა ცენტრალური იმისთვის, როდესაც



$$G \frac{M_s M}{R^2} = M \frac{v^2}{R} \Rightarrow v = \sqrt{G \frac{M_s}{R}} \quad M_s \gg M \quad v = \frac{2\pi R}{T_i}$$

2)



დავუშვათ სიჩქარე m-ზე 0-ის.

$$G \frac{M_s m}{(R-L)^2} = G \frac{M m}{L^2}$$

$$\begin{cases} M_s L^2 = M R^2 + M L^2 - 2 M R L \\ 0 < L < R \end{cases}$$

$$L = \frac{-2MR \pm \sqrt{4M^2 R^2 + 4MR^2(M_s - M)}}{2(M_s - M)}$$

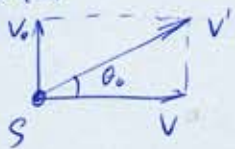
$$(M_s - M)L^2 + 2MRL - MR^2 = 0$$

გვახსენია ჰყენით 'L' ნიშნით, როდესაც $0 < L < R$

$$L = \frac{-MR + R \sqrt{M^2 + M(M_s - M)}}{M_s - M} = R$$

$$L = \frac{R}{M_s - M} (\sqrt{M_s M} - M)$$

3) ვახსენებთ უწყვეტად, ანუ ვუძღვებთ ყველა სიჩქარეს x-ის მიმართ დაშლად, მოძრაობა v-ის.



$$v' = \sqrt{v_0^2 + v^2}; \quad \tan \theta_0 = \frac{v_0}{v}$$

4) ~~სიჩქარე~~ სიჩქარე ვინაიდან მოძრაობა უწყვეტად ვახსენებთ სიჩქარე სიჩქარე დაშლად ვახსენებთ.

$$E_0 = m \frac{v'^2}{2} = m \frac{v_0^2 + v^2}{2}$$



მაგიდა №

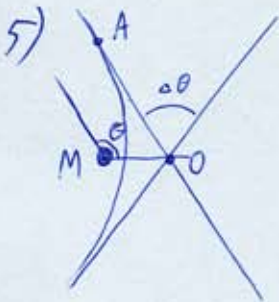
29.04.2012/ ფიზ/ IV/ 710

ამოცანა №

4

გვერდი №

2



სადა $\delta\theta$ - სხვადასხვა მანძილზე r -ს მიმართული
OA-ის პოლივექტორების კუთხე. $\Rightarrow \theta = \delta\theta + 90^\circ - \frac{\delta\theta}{2}$
 $\theta = \frac{\delta\theta}{2} + \frac{\pi}{2}$

$$r = +\infty \Rightarrow \frac{1}{r} = 0$$

$$\frac{GM}{v^2 b^2} \text{ უნდა იქნეს } 0 \Rightarrow 1 + \sqrt{1 + \frac{2Ev^2 b^2}{G^2 M^2 m}} \cos\left(\frac{\delta\theta}{2} + \frac{\pi}{2}\right) = 0$$

$$\cos\left(\frac{\delta\theta}{2} + \frac{\pi}{2}\right) = -\sin \frac{\delta\theta}{2}$$

$$1 = \sqrt{1 + \frac{2Ev^2 b^2}{G^2 M^2 m}} \cdot \sin \frac{\delta\theta}{2}$$

$$2 = \left(1 + \frac{2Ev^2 b^2}{G^2 M^2 m}\right) \left(\frac{1 - \cos \delta\theta}{2}\right) \Rightarrow 1 - \cos \delta\theta = \frac{2}{1 + \frac{2Ev^2 b^2}{G^2 M^2 m}}$$

$$\cos \delta\theta = 1 - \frac{2G^2 M^2 m}{G^2 M^2 m + 2Ev^2 b^2} = \frac{2Ev^2 b^2 - G^2 M^2 m}{2Ev^2 b^2 + G^2 M^2 m} = \frac{mv^4 b^2 - G^2 M^2 m}{mv^4 b^2 + G^2 M^2 m} =$$

სადა $\delta\theta$ - სხვადასხვა მანძილზე v უნდა იქნეს სხვადასხვა

$$= \sqrt{m^2 v^4 b^4 - G^4 M^4 m^2} = \cos \delta\theta$$

სხვადასხვა მანძილზე:

$$\begin{cases} \cos 2\theta = \cos^2 \theta - \sin^2 \theta \\ \cos^2 \theta = 1 - \sin^2 \theta \end{cases}$$

$$\cos 2\theta = 1 - 2\sin^2 \theta$$

$$\sin^2 \theta = \frac{1 - \cos 2\theta}{2}$$

2



მაგიდა №

29.04.2012/ ფიზ/ IV/ 710

ამოცანა №

4

გვერდი №

3

6) ან b მნიშვნელობა, M მასა ბურთის ზედაპირიდან უნდა ზოგადობდეს, სხვა
შემთხვევაში აღვნიშნავთ \rightarrow ამაღლდა ზედაპირიდან ხომ ბურთი უნდა შეჩერდეს ხაზოვან
მსახიობში სხვაზე. $M \gg m$ ამაღლდა შენედა წინადაცხად და ვიკავდებით,
სხვა ვიკავდებით და სხვა ვიკავდებით.



ენიჭება და იმპულსის ბრუნვა

$$\begin{cases} m \frac{v'^2}{2} = m \frac{u^2}{2} + \frac{M m v}{R_i} \\ \theta \cdot v' = R_i \cdot u \end{cases} \quad u = v' \frac{b}{R_i}$$

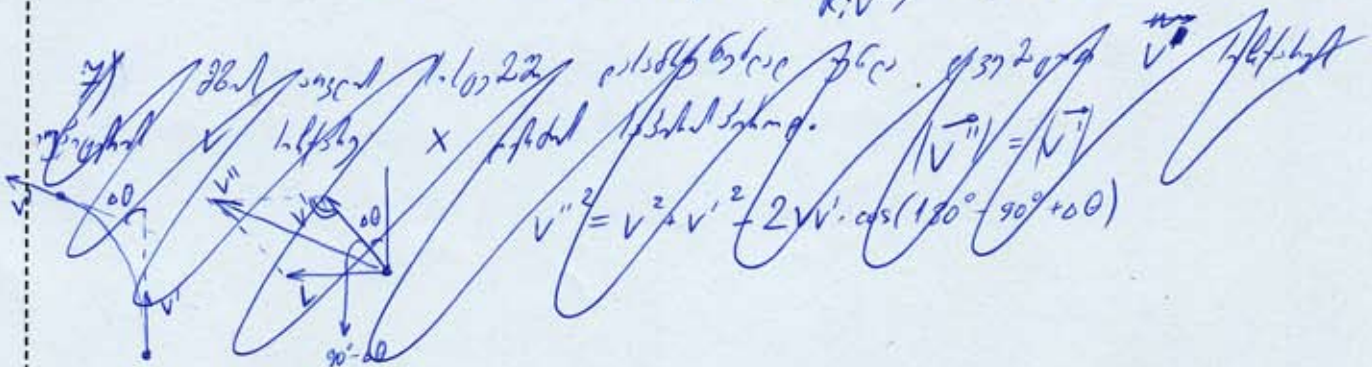
$$v'^2 = v'^2 \left(\frac{b}{R_i}\right)^2 - 2G \frac{M}{R_i}$$

$$v'^2 \left(1 - \left(\frac{b}{R_i}\right)^2\right) = -2G \frac{M}{R_i} \Rightarrow \left(\frac{b}{R_i}\right)^2 - 1 = 2G \frac{M}{R_i v'^2}$$

$$\left(\frac{b}{R_i}\right)^2 = 2G \frac{M}{R_i v'^2} + 1 \quad \bullet \quad b^2 = R_i^2 \left(1 + 2G \frac{M}{R_i v'^2}\right)$$

სხვაზე და ბურთი, სხვა ვიკავდებით ნახევარი. ამაღლდა ბურთი
აქედან 2-ლი. $\cos \theta = m^2 v'^2 b^2 - G^2 M^2 m^2$

$$\cos \theta = m^2 v'^2 \cdot R_i^4 \left(1 + 2G \frac{M}{R_i v'^2}\right)^2 - G^2 M^2 m^2$$





მაგიდა №

29.04.2012/ ფიზ/ IV/ 710

ამოცანა №

4

გვერდი №

4

7)



შეაჩვენოთ V'' და V' ველების კოორდინატები x მიმართ. V და V' ველების კოორდინატები x მიმართ.

$$V''^2 = V^2 + V'^2 - 2VV' \cos(90^\circ + \frac{\delta\theta}{2})$$

$$\cos(90^\circ + \frac{\delta\theta}{2}) = -\sin \frac{\delta\theta}{2}$$

$$V''^2 = V^2 + V'^2 + 2VV' \sin \frac{\delta\theta}{2} =$$

$$= V^2 + V_0^2 + V^2 + 2V \sqrt{V_0^2 + V^2} \sin \frac{\delta\theta}{2} = 2V^2 + V_0^2 + 2V \sqrt{V_0^2 + V^2} \sin \frac{\delta\theta}{2}$$

8)

$$\cos \delta\theta = m^2 (V_0^2 + V^2) \cdot R_i^4 \left(1 + 2G \frac{M}{R_i (V_0^2 + V^2)} \right)^2 - G^4 M^4 m^2$$

$$\cos \delta\theta = 1 - 2 \sin \frac{\delta\theta}{2} \Rightarrow \sin \frac{\delta\theta}{2} = \frac{1 - \cos \delta\theta}{2}$$

$$V'' = 2V^2 + V_0^2 + 2V \sqrt{V_0^2 + V^2} \sin \frac{\delta\theta}{2}$$

$$V_0^2 + V^2 = 270668096 \frac{m^2}{s^2}$$

$$V = \frac{2\pi \cdot 7.783 \cdot 10^{14} s}{374.32 \cdot 10^4} = \frac{2\pi \cdot 778300}{374.32} \approx 13064 \frac{m}{s}$$