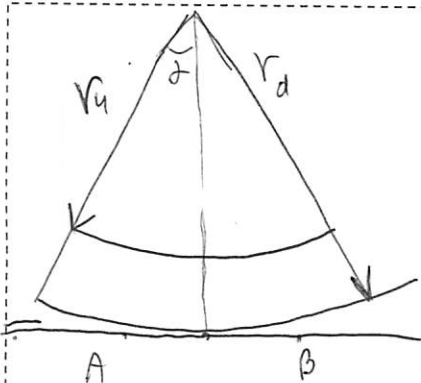


მაგიდა № 4

12.04.2016/ ფიზ/I/ 028

ამოცანა № 2

გვერდი № 1



ხეველ იწყებთ მძივნოვ.
ვითქვამთ ხეველ იწყებთ ხოცა ვეძივნოვ ვაღ ვეძივნოვ
ა ვეძივნოვ. ვეძივნოვ სსსსსსსს. ვეძივნოვ ვაღ ვეძივნოვ
თავდაჯერებლად დასაძივნოვ ვეძივნოვ ხეძივნოვ:

$$V = \sqrt{2g R_d (1 - \cos \alpha)} ; \quad \text{იხეველ ვეძივნოვ იხეველ}$$

$$\text{თავდაჯერებლად ვეძივნოვ ვეძივნოვ ვაღ ვეძივნოვ ვაღ ვეძივნოვ}$$

$$\text{ხეძივნოვ ვეძივნოვ: } m V' \cdot R_u = V \cdot R_d \cdot m ; \quad V' = V \frac{R_d}{R_u}$$

ხოცა ვეძივნოვ ვეძივნოვ ვეძივნოვ ვეძივნოვ ვაღ ვეძივნოვ ვაღ ვეძივნოვ

$$V' = \sqrt{2g R_u (1 - \cos \beta)} = V \frac{R_d}{R_u} = \sqrt{2g R_d (1 - \cos \alpha)} \frac{R_d}{R_u}$$

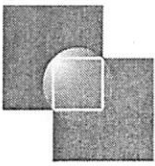
$$1 - \cos \beta = \left(\frac{R_d}{R_u}\right)^3 (1 - \cos \alpha)$$

ვაღ ვეძივნოვ ვეძივნოვ ვეძივნოვ ვეძივნოვ

$$\text{დასაძივნოვ ვეძივნოვ ვეძივნოვ ვაღ ვეძივნოვ } h = R_d (1 - \cos \beta) = \left(\frac{R_d}{R_u}\right)^3 (1 - \cos \alpha) R_d =$$

$$= h_0 \left(\frac{R_d}{R_u}\right)^3$$

ხოცა ვეძივნოვ ვეძივნოვ ვეძივნოვ ვეძივნოვ ვაღ ვეძივნოვ ვაღ ვეძივნოვ
ხოცა ვეძივნოვ AB ხეძივნოვ, ხეძივნოვ ვეძივნოვ ვეძივნოვ.
ხოცა ვეძივნოვ ვეძივნოვ ვეძივნოვ ვეძივნოვ ვეძივნოვ $\left(\frac{R_d}{R_u}\right)^3$ ვეძივნოვ
ვაღ ვეძივნოვ ვეძივნოვ ვეძივნოვ $\left(\frac{R_d}{R_u}\right)^6$ ვეძივნოვ; ხოცა ვეძივნოვ ვეძივნოვ
ხოცა ვეძივნოვ ვეძივნოვ ვეძივნოვ ვეძივნოვ ვეძივნოვ $\sqrt{\left(\frac{R_d}{R_u}\right)^6} -$ ვეძივნოვ
ვაღ ვეძივნოვ ხეძივნოვ ვეძივნოვ ვეძივნოვ ვეძივნოვ $\sqrt{\left(\frac{R_d}{R_u}\right)^6} -$ ვეძივნოვ, ხოცა
ხოცა ვეძივნოვ ხეძივნოვ ვეძივნოვ ხეძივნოვ ვეძივნოვ $\left(\frac{R_d}{R_u}\right)^{3n} -$ ვეძივნოვ;
 $\left(\frac{R_d}{R_u}\right)^{3n} = 2 ; \quad \frac{R_d}{R_u} 2^{\frac{n}{3}} = 2 ; \quad n=5$
ხოცა ვეძივნოვ 5 ხეძივნოვ ვეძივნოვ



მაგიდა № 4

12.04.2016/ ფიზ/1/ 028

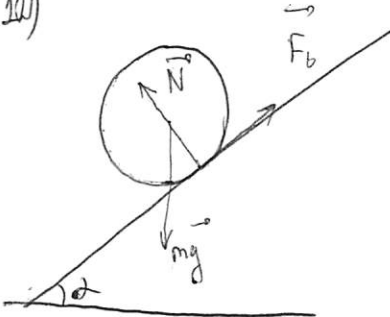
ამოცანა №

3

გვერდი №

1

ა) 5)



უხილვე ვიზუალ სხეულზე პიხიძე

$$a_c = R \epsilon$$

R_0 ჰქონდა ანტიკლამ პიხიძე სივრცე სივრცის

~~მთლიანად უხილვე~~

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_b = m\vec{a}$$

ღვერძე მთლიანად სივრცე

$$\text{პრაქტიკა: } mg \sin \alpha - F_b = ma_c$$

$$F_b \cdot R = I_c \epsilon$$

$$F_b = \frac{I_c \epsilon}{R} = \frac{I_c \cdot a_c}{R^2}$$

$$\Rightarrow I_c$$

$$mg \sin \alpha = F_b + ma_c = a_c \left(\frac{I_c}{R^2} + m \right)$$

$$a_c = g \sin \alpha \frac{m}{\frac{I_c}{R^2} + m}$$

m სივრცე მთლიანად პიხიძე.

სივრცე სივრცე მთლიანად $I_c(L) = mR^2$; $a_c(L) = \frac{1}{2} g \sin \alpha$

~~სივრცე სივრცე მთლიანად $I_c(2) = \frac{mR^2}{2}$~~

სივრცე სივრცე მთლიანად $I_c(2) = \frac{mR^2}{2}$ პიხიძე ρ . მთლიანად მთლიანად სივრცე მთლიანად

$$\text{პრაქტიკა } I_c(2) = \int_0^R \rho \cdot 2\pi r dr \cdot r^2 = \rho \pi \frac{R^4}{2} = \frac{m}{2\pi R^2} \cdot \frac{\pi R^4}{2} = \frac{mR^2}{2}$$

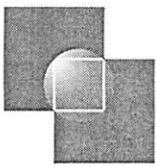
მთლიანად სივრცე მთლიანად პრაქტიკა. $a_c(2) = \frac{2}{3} g \sin \alpha$

მთლიანად სივრცე მთლიანად პრაქტიკა მთლიანად მთლიანად მთლიანად მთლიანად ρ

მთლიანად მთლიანად, მთლიანად მთლიანად მთლიანად მთლიანად მთლიანად მთლიანად $\frac{m}{n}$;

$$I_c(3) = \frac{mR^2}{n}$$

$$a_c(3) = g \sin \alpha \cdot \frac{m}{\frac{m}{n} + m} = \frac{n}{n+1} g \sin \alpha$$



მაგიდა № 4

12.04.2016/ ფიზ/ I/ 028

ამოცანა № 3

გვერდი № 2

$$a_c(1) = \frac{1}{2} g \sin \alpha, \quad a_c(2) = \frac{2}{3} g \sin \alpha, \quad a_c(3) = \frac{n}{n+1} g \sin \alpha;$$

$$a_c(1) : a_c(2) : a_c(3) = \frac{1}{2} : \frac{2}{3} : \frac{n}{n+1}$$

დ) სავალი სწრაფობის სიჩქარეები $F_b \leq \mu m g \cos \alpha;$ $F_b = \frac{I_c \mathcal{E}}{R} = \frac{I_c a_c}{R^2}$

$$\frac{I_c \mathcal{E}}{R^2} \leq \mu m g \cos \alpha;$$

სახველი სწრაფობის $\frac{1}{2} m g \sin \alpha \leq \mu m g \cos \alpha \quad \text{tg } \alpha \leq 2\mu$

შუალედური სწრაფობის $\frac{1}{3} m g \sin \alpha \leq \mu m g \cos \alpha \quad \text{tg } \alpha \leq 3\mu$

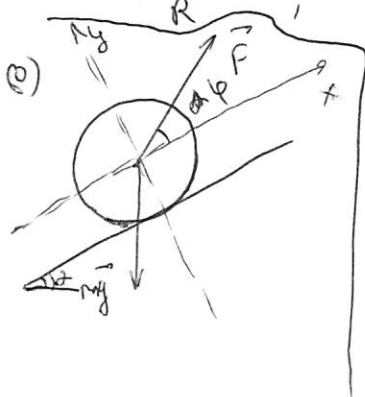
შუალედური სწრაფობის $\text{tg } \alpha \leq (n+1)\mu$

თუ $n > 1$, იმისათვის, რომ ყველა სწრაფობა უზრუნველყოს, უნდა დავაკმაყოფილოთ პირობა $\text{tg } \alpha \leq 2\mu$

ბ) უპირობო ვითარებაში $F_b = \mu m g \cos \alpha;$

$$F_b \cdot R = I_c \cdot \mathcal{E} \quad \mathcal{E} = \frac{F_b R}{I_c} = \frac{\mu m g \cos \alpha \cdot R}{I_c}$$

$$\mathcal{E}_1 = \frac{m g \cos \alpha}{R}; \quad \mathcal{E}_2 = \frac{2 \mu m g \cos \alpha}{R}; \quad \mathcal{E}_3 = \frac{m g \cos \alpha}{R} \quad \mathcal{E}_1 : \mathcal{E}_2 : \mathcal{E}_3 = 1 : 2 : 1$$



ვთქვათ ვხანგრძობთ ძალას F ; ვუგულისხმობთ $\text{tg } \phi = \frac{1}{\mu}$

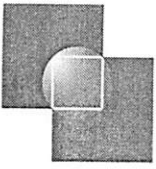
$$m g \sin \alpha = F \sin \phi$$

$$m g \sin \alpha - F \cos \phi = m a = m g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$F \cos \phi = \mu m g \cos \alpha;$$

$$F = m g \cos \alpha \sqrt{1 + \mu^2}$$

$$\text{tg } \phi = \frac{1}{\mu}$$



მაგიდა № 4

12.04.2016/ ფიზ/ I/ 028

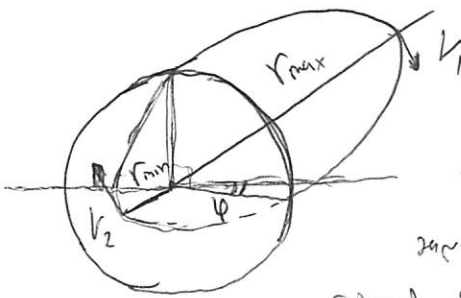
ამოცანა №

4

გვერდი №

1

5)



სადაც r - რადიუსი, v - სიყქობის სიჩქარე, ϕ - კუთხოვანი სიჩქარე. ვაჩვენებთ, რომ $v_1 r_{\min} = v_2 r_{\max}$. ვაჩვენებთ, რომ $v_1^2 r_{\min} = v_2^2 r_{\max}$. ვაჩვენებთ, რომ $v_1^2 r_{\min} = v_2^2 r_{\max}$. ვაჩვენებთ, რომ $v_1^2 r_{\min} = v_2^2 r_{\max}$.

მხარობის კვანძები:

$$\begin{cases} \frac{m v_1^2}{2} - \frac{GMm}{r_{\max}} = \frac{m v_2^2}{2} - \frac{GMm}{r_{\min}} \\ m v_1 r_{\max} = m v_2 r_{\min} \end{cases}$$

$$v_2 = v_1 \frac{r_{\max}}{r_{\min}}$$

$$(v_1^2 - v_2^2) r_{\min}^2$$

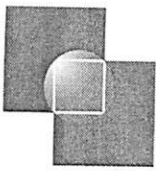
$$v_1^2 \frac{r_{\max}^2}{r_{\min}^2} - v_1^2 = \frac{2GM}{r_{\min}} - \frac{2GM}{r_{\max}}$$

$$v_1^2 \frac{(r_{\max} - r_{\min})(r_{\max} + r_{\min})}{r_{\min}^2} = 2GM \cdot \frac{r_{\max} - r_{\min}}{r_{\min} r_{\max}}$$

$$v_1^2 = 2GM \frac{r_{\min}}{(r_{\max} + r_{\min}) r_{\max}}$$

$$E = \frac{m v_1^2}{2} - GM \frac{m}{r_{\max}} = GMm \cdot \frac{r_{\min}}{(r_{\max} + r_{\min}) r_{\max}} - GMm \frac{1}{r_{\max}} = GMm \left(\frac{r_{\min}}{(r_{\max} + r_{\min}) r_{\max}} - \frac{1}{r_{\max}} \right)$$

$$= GMm \frac{r_{\min} \cdot r_{\max} - r_{\min} \cdot r_{\max} - r_{\max}^2}{r_{\max}^2 (r_{\min} + r_{\max})} = - \frac{GMm}{2a}$$



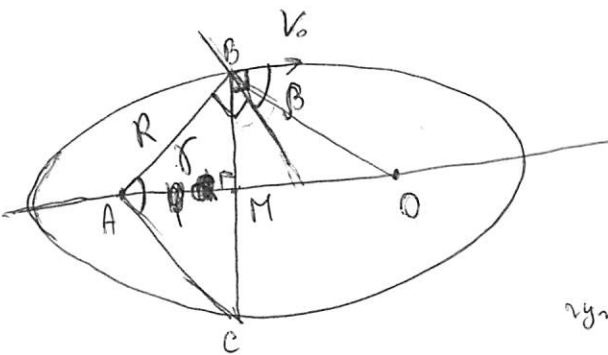
მაგიდა № 4

12.04.2016/ ფიზ/1/ 028

ამოცანა № 4

გვერდი № 2

გ) სკვან ხაზზე ეწება მნიშვნელოვანი ავტომატი მნიშვნელოვანი ენება
სხული ენება, ანუ მნიშვნელოვანი იქნება იმ ენების ნახევარი
რეჟიმის ხაზზე, რომელიც ამოიხსნება.



მარცხენა რეჟიმის ბუნი ვიკის,
იმ ენების უნდა შემოიხსნას ABC
სამართლებელი და მისი რეჟიმის რეჟიმის
საფუძვლი სამართლებელი უნდა
უნდა. მარცხენა რეჟიმის რეჟიმის
გვერდები: $AB + BO = 2a;$

$$BO = \sqrt{AB^2 + AO^2 - 2AB \cdot AO \cdot \cos \frac{\alpha}{2}}; \quad AB = R;$$

$$R + \sqrt{R^2 + AO^2 - 2AO \cdot R \cdot \cos \frac{\alpha}{2}} = 2a;$$

2a უნდა იქნება, ხოლო $R^2 + AO^2 - 2AO \cdot R \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$; იქნება უნდა
იმე მისი სამართლებელი რეჟიმის რეჟიმის.

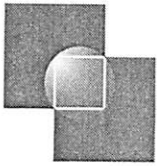
$$2R - 2AO = 2R \cos \frac{\alpha}{2} = 0; \quad AO = R \cos \frac{\alpha}{2}$$

ი.ი. $AO = AM$; BC მისი რეჟიმის რეჟიმის. მარცხენა რეჟიმის

რეჟიმის BC-ს მნიშვნელოვანი; ხოლო ეს ხაზზე ხაზობის რეჟიმის, ანუ AB-ს
მნიშვნელოვანი რეჟიმის რეჟიმის რეჟიმის: $\beta = 90^\circ - \frac{\alpha}{2}$;

$$\text{ხოლო } \alpha = 90^\circ - \varphi; \quad \beta = 90^\circ - 45^\circ + \frac{\varphi}{2} = 45^\circ + \frac{\varphi}{2};$$

$$\alpha = 45^\circ + \frac{\varphi}{2}$$



მაგიდა №

4

12.04.2016/ ფიზ/ I/

028

ამოცანა №

4

გვერდი №

3

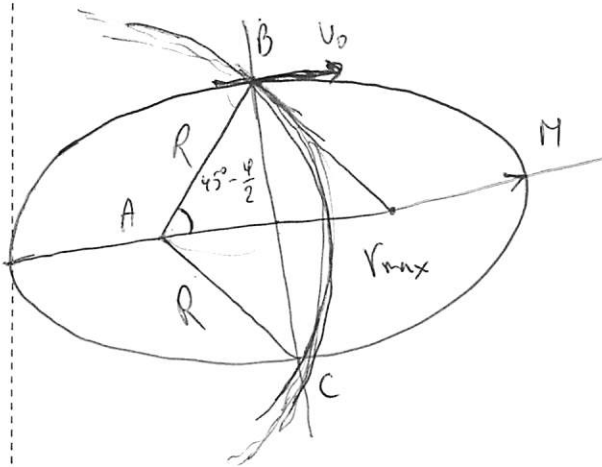
3) ენჯის მუქივობა მსუბუქი

$$E = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{GMm}{R} = \frac{GMm}{2a}$$

$$v_0 = \sqrt{2 \frac{GM}{R} - \frac{GM}{a}}$$

$$R = a$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{gR}$$



4) ენჯის მსუბუქი ენჯის მსუბუქი:

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{GMm}{R} = \frac{mv_{max}^2}{2} - \frac{GMm}{r_{max}}$$

იქვეა მსუბუქი

$$mv_0 \cdot \cos \alpha \cdot R = mv_{max}$$

$$v = v_0 \frac{R}{r_{max}} \cos \alpha$$

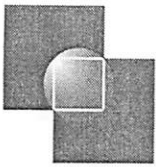
$$\frac{v_0^2}{2} - \frac{GM}{R} = \frac{v_{max}^2}{2} - \frac{GM}{r_{max}}$$

ს/პ/ბ

ბ/ც მსუბუქი

BC მსუბუქი მსუბუქი. $AM = a + AB \cdot \cos(\alpha - \frac{\phi}{2})$

$$H = AM - R = R + R \cos(\alpha - \frac{\phi}{2}) - R = R \cos(\alpha - \frac{\phi}{2})$$



მაგიდა №

4

12.04.2016/ ფიზ/ I/

028

ამოცანა №

4

გვერდი №

4

გ) ენჯისის ℓ იმპულსის მიხედვით მენახვი:

$$\frac{mV_0^2}{2} - \frac{GMm}{R} = \frac{mV^2}{2} - \frac{GMm}{r_{max}}$$

$$mV_0^2 \cos^2 \alpha \cdot R = mV r_{max};$$

$$V = V_0 \frac{R}{r_{max}} \cos \alpha;$$

$$V_0^2 - V_0^2 \frac{R^2}{r_{max}^2} \cos^2 \alpha = \frac{GM}{R} - \frac{GM}{r_{max}};$$

$$r_{max}^2 \left(V_0^2 - \frac{GM}{R} \right) + r_{max} \cdot \frac{GM}{R} - V_0^2 R^2 \cos^2 \alpha = 0$$

$$r_{max} = \frac{-GM \pm \sqrt{GM^2 + 4V_0^4 R^2 \cos^2 \alpha - 4GMRV_0^2 \cos^2 \alpha}}{V_0^2 - \frac{GM}{R}}$$

მ) ვს ვიყავით ქა-ქა მიხედვით r_{min} -ის სიღრმე.

$$H = 2a - R - r_{min} = r_{max} + r_{min} - R - r_{min}; \quad r_{max} + r_{min} = \frac{GM}{\frac{GM}{R} - V_0^2}$$

