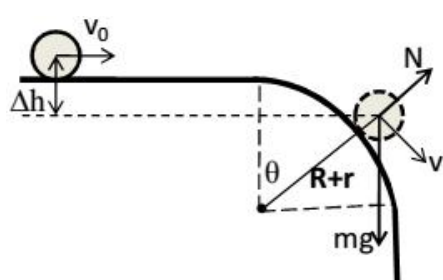


Prirodno-matematički fakultet
Društvo matematičara i fizičara Crne Gore
OLIMPIJADA ZNANJA 2015

Rješenja zadataka iz fizike
 za IV razred srednje škole

1. Pošto nema klizanja, važi zakon održanja energije. Sa slike se vidi da je:



$$mg\Delta h + \frac{mv_0^2}{2} + \frac{I\omega_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2},$$

$$I = \frac{2}{5}mr^2, v_0 = \omega_0 r, v = \omega r, \Delta h = (R+r)(1 - \cos\theta);$$

$$v^2 = v_0^2 + \frac{10}{7}g\Delta h = v_0^2 + \frac{10}{7}g(R+r)(1 - \cos\theta) \quad (*);$$

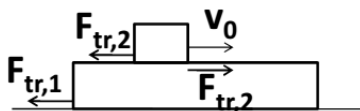
Centar kuglice se kreće po kružnoj putanji

poluprečnika $R+r$, pa iz II Njutnovog zakona slijedi da je: $\frac{mv^2}{R+r} = mg \cos\theta - N$.

U trenutku odvajanja od podloge $N=0$, pa slijedi da je: $\cos\theta = v^2 / (R+r)g$.

Uvrštavanjem prethodnog kosinusa u (*) dobija se da je: $v = \sqrt{\frac{7v_0^2 + 10g(R+r)}{17}}$.

2. Da bi se daska sa tijelom kretala po podlozi na nju treba da djeluje sila koja je veća od maksimalne sile statičkog trenja sa podlogom, $F_{tr,1} = (m+m)g\mu = 2mg\mu$.

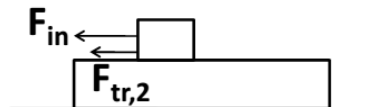


Sila koja može pokrenuti dasku je sila trenja koja postoji usljed kretanja tijela po njoj: $F_{tr,2} = m \cdot 3\mu$ (slika lijevo).

Pošto je $F_{tr,2} > F_{tr,1}$, daska se kreće ubrzano u smjeru sile $F_{tr,2}$:

$ma_1 = F_{tr,2} - F_{tr,1} = \mu mg$, gdje je a_1 ubrzanje daske u odnosu na pod i $a_1 = \mu g$.

U sistemu vezanom za dasku, na tijelo, osim sile trenja, djeluje i inercijalna sila. Sa sljedeće slike se vidi da tijelo usporava u odnosu na dasku, i njegovo ubrzanje, a_2' , u odnosu na dasku, je:



$$ma_2' = F_{in} + F_{tr,2} = ma_1 + mg3\mu = 4\mu mg \rightarrow a_2' = 4\mu g.$$

Vrijeme zaustavljanja tijela u odnosu na dasku je: $t_1 = \frac{v_0}{a_2'} = \frac{v_0}{4\mu g}$.

Nakon ovog trenutka, daska i tijelo se kreću zajedno i na sistem daska+tijelo djeluje sila $F_{tr,1}$ u smjeru suprotnom od smjera njihovog kretanja, pa sistem usporava usporanjem a ,

$$2ma = F_{tr,1} = 2mg\mu \rightarrow a = \mu g.$$

Ovaj sistem usporava od brzine v koju je imao u trenutku t_1 , do zaustavljanja.

$$v = a_1 t_1 = \mu g \frac{v_0}{4\mu g} = \frac{1}{4} v_0. \text{ Vrijeme zaustavljanja sistema je, } t_2 = \frac{v}{a} = \frac{v}{\mu g} = \frac{v_0}{4\mu g}, \text{ pa je,}$$

$$t = t_1 + t_2 = v_0/2\mu g.$$

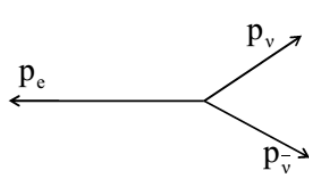
3. Proticanjem kiseline nastaje električna struja intenziteta $I = \Delta Q/\Delta t = Ne/\Delta t$, gdje je N broj H^+ jona koji prođe kroz poprečni presjek cijevi za vrijeme Δt . Zapremina koju ispune joni koji za vrijeme Δt prođu kroz cijev je $\Delta V = S\Delta h = Sv\Delta t$ pa je $N = c\Delta V = cSv\Delta t$.
 $I = cSv\Delta t e/\Delta t = cSve = cR^2\pi ve = 61.04 \text{ A}$.

Traženi intenzitet magnetne indukcije na rastojanju $r_s = R + \Delta d = 0.035 \text{ m}$ je,
 $B = \mu_0 I/2\pi r_s = 0.35 \text{ mT}$.

4. Iz zakona održanja energije,

$$E_{\mu,0} = E_{e,0} + T_e + T_v + T_{\bar{v}} = E_{e,0} + T_e + p_v c + p_{\bar{v}} c \rightarrow T_e = E_{\mu,0} - E_{e,0} - (p_v + p_{\bar{v}})c \quad (*)$$

Da bi kinetička energija elektrona, T_e , bila što veća, to prije svega, intenzitet njegovog impulsa, p_e , treba biti što veći, a, kao što se vidi iz prethodnog izraza, intenziteti impulsa neutrina i antineutrina treba da budu što manji. Iz zakona održanja impulsa,



$$\vec{0} = \vec{p}_e + \vec{p}_v + \vec{p}_{\bar{v}} \rightarrow \vec{p}_e = -(\vec{p}_v + \vec{p}_{\bar{v}})$$

Da bi impuls p_e bio što veći, tj. da bi ukupni impuls neutrina i antineutrina, koji je suprotnog smjera od smjera impulsa p_e , bio što veći, a impulsi neutrina i antineutrino što manji, oni se emituju u istom pravcu i smjeru, koji je suprotan od smjera elektrona tj. $p_e = p_v + p_{\bar{v}}$.

$$\text{Iz (*) slijedi: } T_e = E_{\mu,0} - E_{e,0} - (p_v + p_{\bar{v}})c = E_{\mu,0} - E_{e,0} - p_e c = E_{\mu,0} - E_{e,0} - \sqrt{E_e^2 - E_{e,0}^2}$$

$$\rightarrow \sqrt{E_e^2 - E_{e,0}^2} = E_{\mu,0} - E_{e,0} - T_e.$$

Kvadriranjem lijeve i desne strane prethodnog izraza i korišćenjem da je $E_e = E_{e,0} + T_e$,

$$T_e = \frac{(E_{\mu,0} - E_{e,0})^2}{2E_{\mu,0}} = 52.5 \text{ MeV}.$$