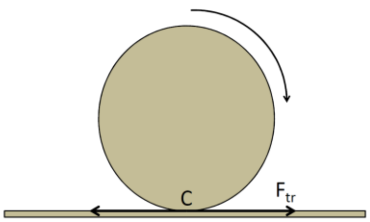
Prirodno-matematički fakultet
Društvo matematičara i fizičara Crne Gore

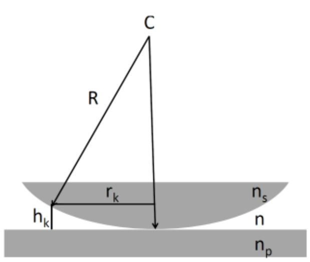
OLIMPIJADA ZNANJA 2018

Rješenja zadataka iz fizike
za IV razred srednje škole

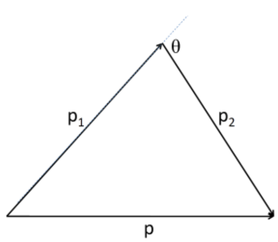


1. Početna brzina tačke C je usmjerena ulijevo, tako da sila trenja djeluje udesno. Za translatorno i rotaciono kretanje važi: $ma = F_{tr} = \mu mg$ i $I\alpha = mR^2/2\cdot\alpha = F_{tr}R = \mu mgR$. Odavde je $a = \mu g$ i $\alpha = 2\mu g/R$. Ako klizanje prestaje u nekom trenutku t (kad je $v_C = 0$) i ako je u tom trenutku brzina translatornog kretanja valjka v i ugaona brzina ω onda je $a = v/t = \mu g$ i $\alpha = (\omega_0 - \omega)/t = 2\mu g/R$. Dijeljenjem prethodnih jednačina i korišćenjem veze $v = \omega R$, dobija se da je $2\omega = \omega_0 - \omega$ tj. $\omega = \omega_0/3$. Brzina kotrljanja valjka je $v = R\omega = R\omega_0/3$. Pošto je sila trenja jedina sila koja djeluje onda je njen rad jednak razlici kinetičkih energija u konačnom trenutku kad prestaje klizanje (E_{k2}) i u početnom trenutku (E_{k1}), $A_{tr} = E_{k2} - E_{k1}$. $E_{k1} = I\omega_0^2/2 = mR^2\omega_0^2/4$, $E_{k2} = mv^2/2 + I\omega^2/2 = mR^2\omega_0^2/18 + mR^2\omega_0^2/36 = mR^2\omega_0^2/12$. $A = -mR^2\omega_0^2/6$.

2. Usljed promjene intenziteta magnetne indukcije sa visinom, u ramu se indukuje elektromotorna sila, $\varepsilon = \Delta\Phi/\Delta t = \Delta(BS)/\Delta t = d^2\Delta B/\Delta t$, ΔB je promjena intenziteta vektora magnetne indukcije za vrijeme Δt, $\varepsilon = d^2B_0b\Delta h/\Delta t$. Od trenutka kada ram počne da se kreće ravnomjerno, brzinom $v = \Delta h/\Delta t$, $\varepsilon = d^2B_0bv$ pa je struja kroz ram $I = \varepsilon/R = d^2B_0bv/R$. Promjena potencijalne energije $\Delta E_p = mg\Delta h$ biće jednaka Džulovoj toploti $\Delta Q = I^2R\Delta t$, $mg\Delta h = I^2R\Delta t = d^4B_0^2b^2v^2\Delta t/R$. Odavde je $v = mgR/d^4B_0^2b^2$.



3. Prolazeći kroz sočivo dio svjetlosti se reflektuje od donje površine dok drugi dio nastavlja do ploče prolazeći vazdušni sloj debljine h_k. Pošto je ploča optički gušća sredina od vazduha, dolazi do faznog pomjeranja za π što vodi promjeni optičke dužine puta za $\lambda/2$ tako da razlika puteva koje su prešli talasi iznosi $\delta = 2h_k + \lambda/2$. Uslov za nastanak k-tog tamnog prstena je $\delta = 2h_k + \lambda/2 = (2k+1)\lambda/2$ pa je $h_k = k\lambda/2$. Pošto je $h_k << R$, $h_k = r_k^2/2R$. Za 5. tamni prsten tj. k = 5, $r_k = (2Rh_k)^{1/2} = (k\lambda R)^{1/2}$. Kad je umjesto vazduha tečnost indeksa prelamanja n i $n_s < n < n_p$ onda svjetlost propuštena kroz sočivo pri refleksiji od ploče (koja je optički gušća sredina od tečnosti) opet mijenja fazu za π, ali za razliku od prethodnog slučaja i svjetlost koja se reflektuje od sočiva (koji je optički ređa sredina od tečnosti), takođe mijenja fazu za π tako da se promjene faza poništavaju i uslov za nastanak k-tog tamnog prstena je $\delta' = 2nh_k' = (2k+1)\lambda/2$, $h_k' = (2k+1)\lambda/4n$ i $r_k'^2 = 2Rh_k' = (2k+1)\lambda R/2n$. Pošto je $r_k' = r_k - \Delta r$ slijedi da je $n = (2k+1)\lambda R/[2((k\lambda R)^{1/2} - \Delta r)^2] = 1.4$.



4. Neka su p i E impuls i energija čestice koja se raspala.

$$p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2 - 2p_1p_2\cos(\pi - \theta)} = \sqrt{p_1^2 + p_2^2 + 2p_1p_2\cos\theta}$$

$$E = E_1 + E_2 = \sqrt{m_1^2c^4 + p_1^2c^2} + \sqrt{m_2^2c^4 + p_2^2c^2}$$

Masa čestice koja se raspala je:

$$mc^2 = \sqrt{E^2 - p^2c^2}$$

$$mc^2 = \sqrt{m_1^2c^4 + p_1^2c^2 + m_2^2c^4 + p_2^2c^2 + 2\sqrt{m_1^2c^4 + p_1^2c^2}\sqrt{m_2^2c^4 + p_2^2c^2} - p_1^2c^2 - p_2^2c^2 - 2p_1p_2c^2\cos\theta}$$

$$m = \frac{1}{c}\sqrt{m_1^2c^2 + m_2^2c^2 + 2\sqrt{m_1^2c^2 + p_1^2}\sqrt{m_2^2c^2 + p_2^2} - 2p_1p_2\cos\theta}$$