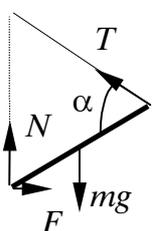


**VIII Lietuvos jaunųjų fizikų čempionatas
1996 m. gruodžio 7 d.**

1. Prie vieno pieštuko galo pririštas siūlas, kurio ilgis yra lygus pieštuko ilgiui. Kitas siūlo galas įtvirtintas vienoje vertikaloje su tašku, kuriame pieštukas remiasi į stalą. Siūlas su pieštuku sudaro 60° kampą. Kokiam mažiausiam trinties koeficientui tarp stalo ir pieštuko esant tokia padėtis stabili?

Sprendimas



Pieštuką veikia tokios jėgos: sunkio jėga mg , stalo reakcijos jėga N , trinties jėga F , siūlo įtempimo jėga T . Visų jėgų suma ir visų jėgų momentų suma turi būti 0. Imdami vertikaliąsias ir horizontaliąsias jėgų dedamąsias gauname

$$T \sin \alpha/2 + N = mg,$$

$$T \cos \alpha/2 = F.$$

Jėgų momentai atramos taško atžvilgiu duoda

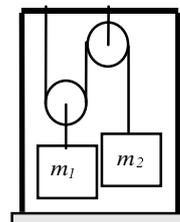
$$mg \cos \alpha/2 = 2T \sin \alpha.$$

Be to, $F = \mu N$. Iš pateiktų lygčių išreiškiame μ :

$$\mu = \cos \alpha / 3 \sin \alpha.$$

Kadangi $\alpha = 60^\circ$, gauname $\mu = 1/\sqrt{3}$.

2. Prie stovo pritvirtinti du kūnai, kurių masės $m_1 = 6$ kg ir $m_2 = 9$ kg, bei nesvarūs skridiniai ir siūlas, kaip parodyta paveiksle. Kokia yra stovo reakcijos jėga kūnus paleidus?



Sprendimas

Stovo reakcijos jėga $F = 3T$, kur T - siūlo įtempimo jėga. Akivaizdu, kad paleidus pirmasis kūnas kils į viršų, o antrasis leis žemyn, jų pagreičiai a_1 ir a_2 , $a_2 = 2a_1$. Pagal antrąjį Niutono dėsnį

$$2T - m_1g = m_1 a_1,$$

$$m_2g - T = m_2 a_2.$$

Iš pateiktų lygčių gauname

$$F = \frac{9m_1 m_2 g}{m_1 + 4m_2}, F = 114 \text{ N}.$$

3. Lėkštu pakilimu automobilis kyla aukštyn 50 km/h greičiu, o leidžiasi 75 km/h greičiu. Kokiu greičiu šis automobilis važiuos tokiu pat, bet horizontaliu keliu, jei variklio galia pastovi ir oro pasipriešinimas menkas?

Sprendimas

Važiuojantį pakilimu automobilį judėjimo kryptimi veikia trinties jėga $F_1 = \mu m g \cos \alpha$ ir sunkio jėgos dedamoji, lygiagrečiai kelio paviršiui $F_2 = m g \sin \alpha$. Tada galia P gali būti išreikšta taip:

$$P = (\mu m g \cos \alpha + m g \sin \alpha) v_1,$$

$$P = (\mu m g \cos \alpha - m g \sin \alpha) v_2,$$

$$P = \mu m g v.$$

Iš pirmųjų dviejų lygčių gauname

$$P / v_1 + P / v_2 = 2\mu m g \cos \alpha.$$

Kadangi pakilimas lėkštas, $\cos \alpha \cong 1$, todėl

$$P / v_1 + P / v_2 = 2P / v, v = 2 v_1 v_2 / (v_1 + v_2), v = 60 \text{ km / h}.$$

4. Kokio ilgio kaspinu per pusiaują pavyktų apjuosti rutulio formos asteroidą, kurio masė 1 Mt, apsisukimo apie ašį periodas 4 h, o kaspinas pusiaujyje 2% lengvesnis, negu ašigalyje? $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.

Sprendimas

Kaspino ilgis $l = 2\pi r$, kur r - asteroido spindulys. Ašigalyje kaspino svoris $P = GMm / r^2$, kur M - asteroido masė, m - kaspino masė. Pusiaujyje dėl asteroido sukimosi kaspinas palengvėja dydžiu m

$(2\pi / T)^2 r$, kur T - asteroido apsisukimo apie ašį periodas. Panaudoję sąlygą, kad kaspinas palengvėja dydžiu $k = 2\%$, gauname

$$m (2\pi / T)^2 r = k GMm / r^2,$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{kGMT^2}{4\pi^2}}, r = 19 \text{ m.}$$

5. Kambaryje esant 15°C temperatūrai buvo įjungtas šildytuvas, ir oro temperatūra pakilo iki 20°C , o slėgis nepakito. Kaip pakito kambaryje esančio oro vidinė energija?

Sprendimas

Ora sudaro dviatomės dujos - azotas ir deguonis (kitų dujų mažai), todėl vidinė energija

$$U = \frac{5}{2} \frac{m}{\mu} RT,$$

kur m - oro masė kambaryje, μ - oro molio masė. Iš dujų buvimo lygties turime $pV = \frac{m}{\mu} RT$, todėl

$U = \frac{5}{2} pV$. Kadangi nei kambario tūris, nei slėgis nekinta, nekinta ir kambaryje esančio oro vidinė energija.

6. Dujų molekulės vidutinis laisvojo kelio ilgis (nueitas kelias tarp dviejų dūžių) išreiškiamas taip: $l = 1 / n\sigma\sqrt{2}$, kur n - molekulių koncentracija, σ - sklaidos skerspjūvio plotas. Nustatykite deguonies molekulės vidutinį laisvojo kelio ilgį normaliomis sąlygomis, imdami $\sigma = 2,8 \cdot 10^{-19} \text{ m}^2$. Bolcmano konstanta $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J / K}$.

Sprendimas

Iš molekulinės kinetinės dujų teorijos lygties $p = nkT$, kur p - dujų slėgis, k - Bolcmano konstanta, T - absoliutinė temperatūra, išreiškiame n ir gauname

$$l = kT / p \sigma \sqrt{2}, l = 9,5 \cdot 10^{-8} \text{ m.}$$

7. Prie aliumininio laido, kurio skerspjūvio spindulys 1 mm, prijungti du kontaktai, kurių vienas nejuda, o kitas šliaužia pastoviu greičiu 2 cm/s. Tarp kontaktų yra pastovi 0,1 V įtampa. Nubrėškite laide išskiriamos galios priklausomybės nuo laiko grafiką atstumui tarp kontaktų kintant nuo 10 cm iki 50 cm. Aliuminio savitoji varža $2,8 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$.

Sprendimas

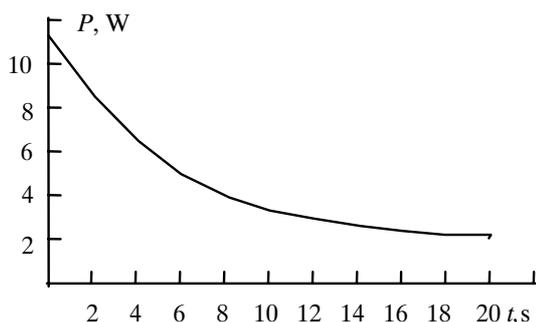
Laido ilgio priklausomybė nuo laiko išreiškiama taip: $l = l_0 + vt$,

kur $l_0 = 0,1 \text{ m}$, $v = 0,02 \text{ m/s}$. Tokio ilgio laido varža $R = \rho l / S$. Kadangi galia $P = U^2 / R$, gauname

$$P = \frac{U^2 \pi r^2}{\rho(l_0 + vt)}, P = \frac{1}{0,089 + 0,018t}.$$

Kadangi t kinta nuo 0 iki 20 s (per tiek laiko kontaktas nuslenka nuo 10 cm iki 50 cm), sudarome P verčių lentelę skirtingoms t vertėms ir brėžiame grafiką.

$t, \text{ s}$	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
$P, \text{ W}$	11,2	8,0	6,2	5,1	4,3	3,7	3,3	3,0	2,7	2,4	2,2



8. Elektromagnetinei bangai galioja sąryšis $E = cB$, kur E - elektrinio lauko stipris, c - šviesos greitis vakuume, B - magnetinė indukcija. Plokščios elektromagnetinės bangos magnetinė indukcija stačiakampėje koordinatų sistemoje xyz išreiškiama taip: $B_y = 2 \cdot 10^{-7} \sin[2\pi(0,5 \cdot 10^3 x + 1,5 \cdot 10^{11} t)]$ (T). Koks bangos ilgis (m) ir dažnis (Hz)? Parašykite tos bangos elektrinio lauko išraišką.

Sprendimas

Iš B_y išraiškos matome, kad banga sklinda x ašies kryptimi. Lygindami su bendra bangos formule $B_y = B_0 \sin[2\pi(\frac{x}{\lambda} + vt)]$, gauname $\lambda = 2 \cdot 10^{-3}$ m, $\nu = 1,5 \cdot 10^{11}$ Hz. Kadangi elektromagnetinės bangos vektoriai E ir B statmeni tarpusavyje ir statmeni bangos sklidimo kryptčiai, nelygi 0 tik E_z , ir

$$E_z = E_0 \sin[2\pi(\frac{x}{\lambda} + vt)],$$

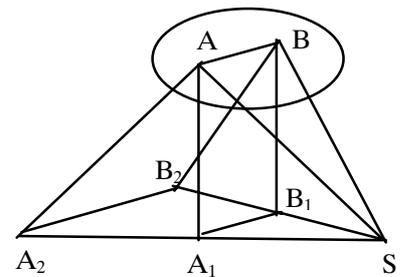
kur $E_0 = c B_0$, $E_0 = 3 \cdot 10^8 \cdot 2 \cdot 10^{-7} = 60$ V/m. Tada ieškomoji formulė

$$E_z = 60 \sin[2\pi(0,5 \cdot 10^3 x + 1,5 \cdot 10^{11} t)]$$

9. Plokščio ekrano paviršiuje yra taškinis šviesos šaltinis. Lygiagrečiai ekranui pastatomas plokščias 5 cm spindulio apskritas veidrodėlis. Koks bus šviesos "zuikučio" plotas ekrane?

Sprendimas

Pažymėkime šviesos šaltinį S. Iš veidrodėlio taško A iškeliame statmenį iki susikirtimo su ekrano plokštuma (taškas A_1). Spindulys SA atsispindėjęs patenka į ekrano tašką A_2 . Panašiai imame taškus B, B_1 , B_2 . Panaudodami atspindžio dėsnius pastebime, kad atkarpa A_2B_2 yra 2 kartus ilgesnė už AB. Taigi, "zuikutis" bus skritulys, kurio spindulys 2 kartus didesnis už veidrodėlio spindulį. jo plotas $S = \pi (2r)^2$, $S = 314$ cm².



10. Į stiklinę plokštelę, kurios storis 3 cm, o stiklo lūžio rodiklis 1,5, krinta šviesos spindulys. Spindulio kritimo kampas yra lygus stiklo ir oro ribos visiškojo vidaus atspindžio ribiniam kampui. Kokių atstumu nuo pradinės krypties pasislinks pro plokštelę praėjęs spindulys?

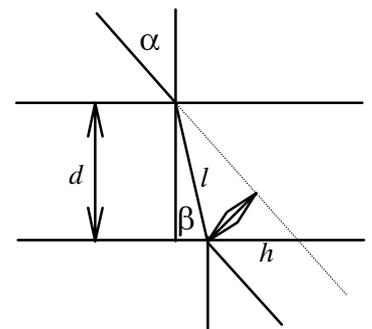
Sprendimas

Iš brėžinio matyti, kad

$$h = l \sin(\alpha - \beta) = \frac{d \sin(\alpha - \beta)}{\cos \beta} = d \left(\sin \alpha - \frac{\cos \alpha \sin \beta}{\cos \beta} \right).$$

Kadangi $\sin \alpha = 1/n$, $\sin \beta = \sin \alpha / n = 1/n^2$, gauname

$$h = d \left(\frac{1}{n} - \frac{\sqrt{1 - \frac{1}{n^2}}}{n^2 \sqrt{1 - \frac{1}{n^4}}} \right) = \frac{d}{n} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{n^2 + 1}} \right), h = 0,89 \text{ cm.}$$



Pastaba: ši informacija interneto svetainėje www.olimpas.lt skelbiama nuo 2005 04 27.