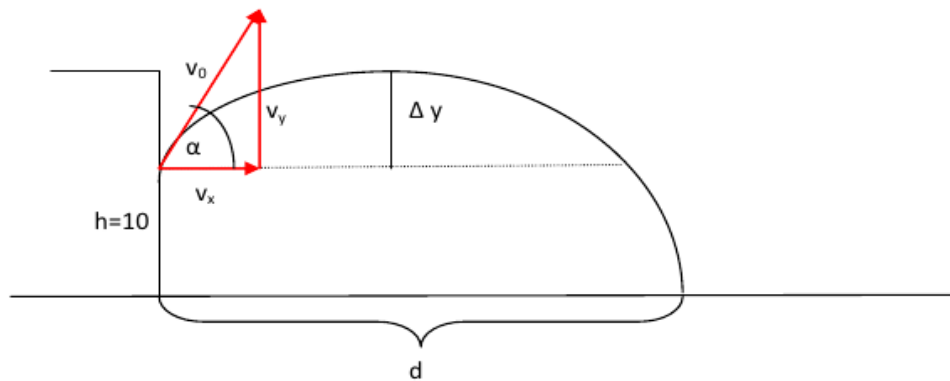


Jesenski ispitni rok iz Fizike 1
četvrtak, 06. 09. 2012.

Zadaci

1. Tijelo je izbačeno početnom brzinom $v_0=20$ m/s pod kutom $\alpha=60^\circ$ s balkona zgrade koji se nalazi na visini 10 m iznad tla. Koliko daleko od podnožja zgrade će tijelo udariti o tlo? Kolika je maksimalna visina na kojoj će se naći tijelo s obzirom na tlo? ?
(6 bodova)

Rješenje:



$$v_x = v_0 \cos \alpha$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha$$

$$v_y = gt_1^2 \Rightarrow t_1 = \frac{v_y}{g} = 1,72s$$

$$\Delta y = v_y t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = 14,8m$$

$$H_{\max} = h + \Delta y = 24,8m$$

$$H_{\max} = \frac{gt_2^2}{2} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2H_{\max}}{g}} = 2,23s$$

$$t_{uk} = t_1 + t_2 = 3,95s$$

$$d = v_x \cdot t_{uk} = 10 \frac{m}{s} \cdot 3,95s = 39,5m$$

Dakle, maksimalna visina tijela s obzirom na tlo je 24,8 m.

Tijelo će udariti o tlo na udaljenosti 39,5 m od podnožja zgrade.

2. Tramvaj mase m krene s postaje. Njegova se brzina mijenja kao funkcija prijeđenog puta s po zakonu $v = k\sqrt{s}$, gdje je k konstanta. Odredite: a) ubrzanje tramvaja, b) rad svih sila koje djeluju na tramvaj tijekom vremena t od početka gibanja.

(8 bodova)

Rješenje:

Primjer 2.3 iz *Zbirke riješenih zadataka iz Fizike 1*, D. Horvat i sur., 2011.

3. Dvije male lopte, svaka mase 0,50 kg, pričvršćene su na krajeve tankog štapa zanemarive mase, duljine 40 cm. Štap može rotirati (bez trenja) oko horizontalne osi koja prolazi kroz centar štapa i okomita je na štap. U početnom trenutku štap je u horizontalnom položaju i miruje kada komadić gline mase 13,0 g padne na jednu loptu pričvršćenu na kraj štapa brzinom $2,40 \text{ ms}^{-1}$ i zalijepi se za nju. Za koji kut će štap biti otklonjen od horizontalnog smjera u trenutku kad se štap zaustavi nakon sudara?

(8 bodova)

Rješenje:

Sačuvanje kutne količine gibanja u sudaru:

$$mv \frac{l}{2} = \left[2M \left(\frac{l}{2} \right)^2 + m \left(\frac{l}{2} \right)^2 \right] \omega$$

$$\omega = \frac{m}{2M+m} \frac{2v}{l}$$

Sačuvanje mehaničke energije kod rotacije štapa:

$$\frac{1}{2} \left[2M \left(\frac{l}{2} \right)^2 + m \left(\frac{l}{2} \right)^2 \right] \omega^2 = mg \frac{l}{2} \sin \theta$$

$$(2M+m) \left(\frac{l}{2} \right)^2 \frac{m^2}{(2M+m)^2} \left(\frac{2}{l} \right)^2 v^2 = mgl \sin \theta$$

$$\sin \theta = \frac{m}{2M+m} \frac{v^2}{gl}$$

$$\sin \theta = 0,01884$$

$$\theta = 1,079^\circ$$

4. Svemirski brod putuje iz dubina svemira prema Zemlji brzinom $0.625c$. U trenutku kada brod prođe pored Marsa, on odašilje radio signal prema Zemlji. Signal do Zemlje putuje 1250 s . Kako dugo će za posadu broda trajati put od Marsa do Zemlje (zanemarite gibanje Zemlje) ? **(6 bodova)**

Rješenje:

-Udaljenost od Marsa do Zemlje i vrijeme puta radio signala od opisano je formulom

$$d = c t$$

d = udaljenost Mars-Zemlja

c = brzina svjetlosti

t = vrijeme u sustavu koji miruje (promatrač na Zemlji)

Svemirski brod će za istog promatrača putovati

$$t = d/v = (c t)/v = (c \cdot 1250)/(0.625c) = 2000\text{ s}$$

-Za posadu broda će vrijediti relativistički izraz koji povezuje vremena u sustavu broda (t') koji se giba i promatrača (t) na Zemlji koji miruje.

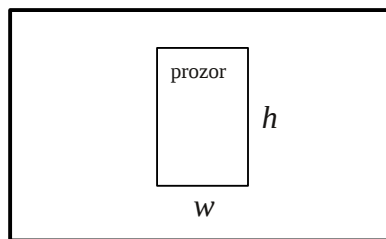
$$t' = t (1 - v^2/c^2)^{1/2}$$

$$t' = 2000 (1 - 0.625^2)^{1/2}$$

Iz čega se dobije vrijeme potrebno posadi broda da prijeđe udaljenost od Marsa do Zemlje.

$$t' = 1561\text{ s}$$

5. Pronađite silu zbog tlaka vode na prozor akvarija ne uzimajući u obzir tlak atmosfere. Širina prozora $w=1\text{m}$, visina prozora $h=3\text{m}$, a njegov gornji rub se nalazi na 1 m dubine. **(6 bodova)**



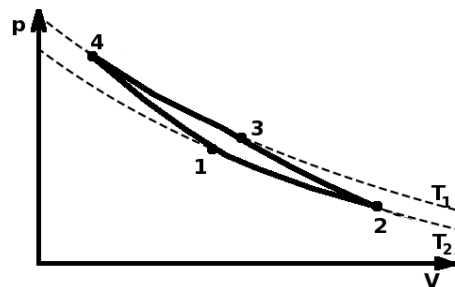
Rješenje:

Tlak je sila na površinu, odnosno, diferencijal sile je $dF = p dS$,

gdje je $p = p(h) = \rho g h$ i $dS = dS(h) = w dh$ diferencijal površine. Slijedi: $dF = \rho g w h dh$, odnosno ($h_1=1\text{m}$, $h_2=4\text{m}$):

$$F = \rho g w \int_{h_1}^{h_2} h dh = \frac{1}{2} \rho g w (h_2^2 - h_1^2) = 73575\text{ N}$$

6. Hladnjak je uređaj koji radi u kružnom procesu i kojime izvlačimo toplinu iz spremnika S_2 temperature T_2 ($< T_1$). Neka se kružni proces odvija između dvije izoterme ($T_1 = 25^\circ \text{C}$, $T_2 = 3^\circ \text{C}$) i dvije adijabate kao na slici. Izračunajte koeficijent efikasnosti σ_H ovog hladnjaka, koji je definiran kao omjer topline odvedene iz hladnijeg spremnika (S_2) i uloženog rada u kružnom procesu. (6 bodova)



Rješenje:

Proces koji je prikazan na slici i opisan u zadatku je inverzni Carnotov proces.

Koeficijent efikasnosti σ_H ovog hladnjaka je definiran kao omjer topline odvedene iz hladnijeg spremnika (S_2) i uloženog rada u kružnom procesu W . Toplina odvedena iz hladnijeg spremnika jednaka je toplini $Q_{1,2}$ koja ulazi u kružni proces između točaka označenih na slici sa '1' i '2':

$$\sigma_H = \frac{Q_{1,2}}{W}.$$

Rad uložen u inverznom Carnotovom procesu prikazanom na grafu je:

$$W = Q_{1,2} + Q_{3,4},$$

gdje su $Q_{1,2}$ i $Q_{3,4}$ dani s:

$$Q_{1,2} = nRT_2 \ln \frac{V_2}{V_1},$$

$$Q_{3,4} = nRT_1 \ln \frac{V_4}{V_3}.$$

Lako se pokaže veza između omjera volumena u ovom procesu (isto kao u Carnotovom procesu): $V_4/V_3 = V_1/V_2$, pa je:

$$Q_{3,4} = -nRT_1 \ln \frac{V_2}{V_1}.$$

Slijedi da je traženi koeficijent efikasnosti:

$$\begin{aligned}
 \sigma_{\text{H}} &= \frac{Q_{1,2}}{W} \\
 &= \frac{Q_{1,2}}{Q_{1,2} + Q_{3,4}} \\
 &= \frac{T_2}{T_2 - T_1}
 \end{aligned}$$

Za brojeve zadane u zadatku:

$$\sigma_{\text{H}} = \frac{(273.15 + 3)\text{K}}{22\text{K}} = 12.5 \text{ .}$$