

Rješenja zadataka jesenskog ispitnog roka iz Fizike 1
četvrtak, 10. 09. 2014.

1. Gibajući se stalnom brzinom 65 km/h vozač automobila počinje kočiti. Nakon 5 s kočenja prijeđe upravo trostruki put od onog što ga je prošao u prvih 1,5 s kočenja. Kolika je akceleracija kočenja? **(6 bodova)**

Rješenje:

Put kočenja je opisan Newtononow formulom za jednoliko ubrznje:

$$s(t)=v_0 t + a/2 t^2$$

Iz uvjeta zadatka:

$$3(v_0 t_1 + a/2 t_1^2) = v_0 t_2 + a/2 t_2^2$$

$$v_0 = 18.05 \text{ m/s}$$

$$t_1 = 1.5 \text{ s}$$

$$t_2 = 5 \text{ s}$$

dobije se:

$$\mathbf{a = -1 \text{ m/s}^2}$$

2. Na česticu mase $m = 1 \text{ kg}$ djeluje sila

$$F = F_0 \left[5 - \left(\frac{t-T}{T} \right)^2 \right]$$

u vremenskom intervalu $0 \leq t \leq T$. F_0 je 2N i $T = 1 \text{ s}$. Potrebno je odrediti brzinu čestice na svršetku vremenskog intervala ako čestica u početku miruje. **(6 bodova)**

Rješenje:

Iz Newtonove jednadžbe $F = m \, dv/dt$ dobije se:

$$dv/dt = F_0 \{ 5 - [(t-T)/T]^2 \} / m$$

Odnosno:

$$dv = F_0 \{ 5 - [(t-T)/T]^2 \} / m \, dt$$

Integracijom u granicama $[0, T]$ dobije se:

$$\mathbf{v = 14 F_0 T / (3m)}$$

$$\mathbf{v = 9.3 \text{ m/s}}$$

3. Na gornjem kraju vertikalne opruge položena je lopta mase 0,8 kg. Lopu se pritisne prema dolje tako da se opruga stisne za $Y=32$ cm, a zatim se otpusti. Nakon otpuštanja lopta odleti u vis za $3Y$ u odnosu na ravnotežni položaj. Kolika je konstanta elastičnosti opruge? (7 bodova)

Rješenje:

$$\frac{1}{2} k \left(\frac{Mg}{k} + Y \right)^2 = 4 Mg Y$$

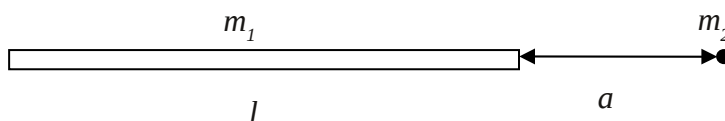
$$\frac{1}{2} k \left[\left(\frac{Mg}{k} \right)^2 + 2 \frac{Mg}{k} Y + Y^2 \right] = 4 Mg Y$$

$$k^2 - \frac{6Mg}{Y} k + \left(\frac{Mg}{Y} \right)^2 = 0$$

$$k_{1,2} = \frac{Mg}{Y} (3 \pm 2\sqrt{2})$$

$$k_1 = \frac{0,8 \cdot 9,81}{0,32} (3 + 2\sqrt{2}) \frac{\text{N}}{\text{m}} = 142,9 \frac{\text{N}}{\text{m}} \quad k_2 = \frac{0,8 \cdot 9,81}{0,32} (3 - 2\sqrt{2}) \frac{\text{N}}{\text{m}} = 4,208 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

4. Tanki homogeni ravni štap duljine $l=2\text{m}$ i mase $m_1=4\text{kg}$ nalazi se na udaljenosti $a=20\text{cm}$ od kuglice mase $m_2=0,3\text{kg}$ (vidi sliku). Izračunajte gravitacijsku silu kojom međusobno djeluju ova dva tijela. (7 bodova)



Rješenje:

Mali djelić štapa na udaljenosti x od kuglice djeluje silom

$$dF = G \frac{m_2 dm_1}{x^2}$$

Kako je štap homogen vrijedi

$$\frac{dm_1}{dx} = \frac{m_1}{l}$$

te silu možemo zapisati na sljedeći način

$$dF = G \frac{m_2 m_1}{l} \frac{dx}{x^2}$$

Ukupna je sila

$$F = \int dF = G \frac{m_1 m_2}{l} \int_a^{a+l} \frac{dx}{x^2}$$

što daje

$$F = -G \frac{m_1 m_2}{l} \frac{1}{x} \Big|_a^{a+l} = -G \frac{m_1 m_2}{l} \left(\frac{1}{a+l} - \frac{1}{a} \right)$$

te je konačno

$$F = G \frac{m_1 m_2}{a(a+l)} \approx 1,8 \times 10^{-10} \text{ N}$$

5. Iz komada materijala mase 1kg treba napraviti šuplju kuglu čija je stijenka debljine 2cm, tako da lebdi u vodi. Kolika je gustoća materijala? (7 bodova)

Rješenje:

Iz uvjeta zadatka da kugla lebdi u vodi slijedi

$$mg = U$$

pri čemu je uzgon

$$U = \rho_{\text{voda}} V_{\text{kugla}} g$$

odnosno

$$U = \rho_{\text{voda}} \frac{4R^3\pi}{3} g$$

Slijedi da je vanjski polumjer kugle

$$R = \sqrt[3]{\frac{3m_{\text{kugle}}}{4\pi\rho_{\text{vode}}}} = 6.2 \text{ cm}$$

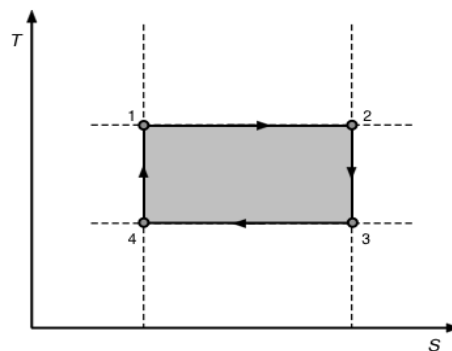
a s obzirom da je stijenka debljine 2cm

$$r_{\text{šupljine}} = R - \Delta R = 6.2 \text{ cm} - 2 \text{ cm} = 4.2 \text{ cm}$$

Tada je gustoća

$$\rho = \frac{3m}{4\pi(R^3 - r_s^3)} = 1453,6 \text{ kg m}^{-3}$$

6. Toplinski stroj radi u kružnom procesu prikazanom na slici ($T-S$ dijagram). Proces se odvija između temperatura $T_{\text{toplo}} = 450 \text{ K}$ i $T_{\text{hladno}} = 300 \text{ K}$. Promjena entropije između točaka 1 i 2 (ili 3 i 4) iznosi $|\Delta S| = 3 \text{ J K}^{-1}$. Koliko je ukupno toplinske energije predano ovom sustavu tijekom jednog ciklusa? (7 bodova)



Rješenje:

Ukupna toplinska energija koja je predana radnom plinu ili fluidu jednaka je površini ispod krivulje u $S-T$ dijagramu. Za zadane brojeve iznosi $Q_{\text{ukupno}} = \Delta T \cdot \Delta S = 450 \text{ J}$.