

Rješenja zadataka ljetnog ispitnog roka iz Fizike 1
četvrtak, 4. 7. 2013.

Zadaci

1. Osobni automobil miruje na semaforu čekajući zeleno svjetlo. U trenutku kada na semaforu zasvijetli zeleno kraj automobila projuri motocikl gibajući se stalnom brzinom od 16 m/s, a automobil se tada počne gibati akceleracijom po zakonu $a(t) = t^2$. Odredite koliko treba vremena automobilu da sustigne motocikl, koliku će tada brzinu imati, te koliki je put što ga je automobil prevalio prije nego je sustigao motociklista? **(7 bodova)**

Rješenje:

Za osobni automobil će vrijediti sljedeće jednadžbe gibanja (integracijom):

$$a(t) = t^2$$

$$v(t) = t^3 / 3$$

$$s(t) = t^4 / 12$$

Za motocikl će vrijediti sljedeća jednaždba gibanja:

$$v(t) = 16$$

$$s(t) = 16 t$$

Auto će sustići motocikl za:

$$16 t = t^4 / 12$$

$$t = \underline{5.7 \text{ s}}$$

Brzina automobila će tada biti:

$$v(5.7) = 5.7^3 / 3 = \underline{61 \text{ m/s}}$$

I prijeći će put:

$$s(5.7) = 5.7^4 / 12 = \underline{88 \text{ m}}$$

2. Drveni blok mase 2 kg miruje na podlozi. Koeficijent trenja je $\mu = 0,3$. Na blok nalijeće metak mase 20 g koji se pri sudaru zabije u drveni blok. Pronađite ulaznu brzinu metka ako znate da se drveni blok nakon pogotka odskliže $d = 1 \text{ m}$. **(7 bodova)**

Rješenje:

Iz zakona očuvanja momenta:

$$m v = (m+M) V$$

$$V = mv/(m+M)$$

Gdje je v brzina metka, a V je brzina drvenog bloka i metka u njemu. Nakon sudara kinetička energija bloka i metka potrošiti će se na savladavanje rada zbog sile trenja.

$$W_{\text{TRENJE}} = E_{\text{KIN}}$$

$$\mu(m + M)g d = 1/2 (m^2 v^2)/(M+m)$$

Iz čega

$$v = (2\mu g d)^{1/2} (M+m)/m = \underline{245 \text{ m/s}}$$

3. Homogeni štap mase m i duljine l je postavljen u horizontalan položaj s jednim krajem oslonjenim na rub stola, a drugi se kraj drži rukom. U jednom trenutku ruka otpusti kraj štapa koji je držala i štap počne rotirati oko kraja oslonjenog na stol. Kolika je akceleracija centra mase štapa te kolikom silom stol djeluje na kraj štapa koji se oslanja na stol u početnom trenutku? (7 bodova)

Rješenje:

S obzirom na kraj štapa koji se oslanja na stol:

$$M = \frac{l}{2} m g$$

$$I = \frac{m l^2}{3}$$

Jednadžba gibanja za rotaciju štapa

$$M = I \alpha$$

daje:

$$\alpha = \frac{M}{I} = \frac{\frac{l}{2} m g}{\frac{m l^2}{3}} = \frac{3 g}{2 l}$$

Linearna akceleracija centra mase:

$$a_{CM} = \frac{l}{2} \alpha = \frac{l}{2} \frac{3 g}{2 l} = \frac{3}{4} g$$

Jednadžba translacijskog gibanja štapa u trenutku nakon otpuštanja:

$$m g - N = m a_{CM}$$

$$N = m g - m a_{CM}$$

$$N = m g - m \cdot \frac{3}{4} g = \frac{m g}{4}$$

4. Raketa dužine $l=70$ m kreće se u odnosu na mirnog promatrača brzinom $v=c/2$. U nekom trenutku sa stražnjeg kraja rakete prema prednjem dijelu emitiraju se foton i masivna čestica. Brzina masivne čestice je $v_M=3c/4$ u odnosu na mirnog promatrača. Foton se na prednjem kraju rakete reflektira natrag. Na kojoj se udaljenosti od stražnjeg dijela rakete (u sustavu rakete) foton susretne s masivnom česticom? (7 bodova)

Rješenje:

$$\begin{aligned} v_f' &= c \\ v_f &= c \\ v_M &= \frac{3c}{4} = u_x \end{aligned}$$

Brzina masivne čestice u sustavu rakete

$$u_x' = \frac{u_x - v}{1 - \frac{v}{c^2} u_x} = \frac{2}{5} c$$

Do susreta s fonom masivna čestica prijeđe udaljenost x_s' , a foton $2l - x_s'$.

Dakle,

$$\frac{2l - x_s'}{c} = \frac{x_s'}{\frac{2}{5} c}$$

$$x_s' = 40m$$

5. U otvorenoj posudi nalazi se voda. Kroz malu rupu (u odnosu na površinu presjeka posude) voda istječe brzinom od $v_1 = 6,25 \text{ m/s}$. Kolika je razina vode u posudi iznad rupe? Kolika mora biti razina ulja kojeg dolijemo na vodu ($\rho_{ulja} = 850 \text{ kg/m}^3$) da bi brzina istjecanja iznosila $v_2 = 7,5 \text{ m/s}$? **(6 bodova)**

Rješenje:

$$p_{atm} + \rho_{vode} g h_{vode} = p_{atm} + \frac{\rho_{vode} v^2}{2}$$

$$h_{vode} = \frac{v_1^2}{2g} \approx 2 \text{ m}$$

$$p_{atm} + \rho_{ulja} g h_{ulja} + \rho_{vode} g h_{vode} = p_{atm} + \frac{\rho_{vode} v_2^2}{2}$$

$$h_{ulja} \approx 1 \text{ m}$$

6. Tri mola nekog troatomnog plina nalaze se u mjehuriću koji je zatočen na određenoj dubini vode. Nakon zagrijavanja, temperatura vode i mjehurića poraste za 15° C te dolazi do izobarne ekspanzije plina u mjehuriću. Pretpostavite da se radi o idealnom plinu te pronađite:
- Koliko je energije u obliku topline predano mjehuriću plina?
 - Koliko iznosi promjena unutrašnje energije plina?
 - Koliko iznosi mehanički rad mjehurića plina?
- (U danim uvjetima broj stupnjeva slobode troatomnog plina je 6.) **(6 bodova)**

Rješenje:

Troatomni plin ima 6 stupnjeva slobode (3 translacijska i 3 rotacijska) tako da je $C_V = 3R$ i $C_p = 4R$.

$$Q = nC_p \Delta T = 180R = 1496,5 \text{ J.}$$

$$\Delta U = nC_V \Delta T = 135R = 1122,4 \text{ J.}$$

$$W = Q - \Delta U = 374,11 \text{ J.}$$