

ISPIT IZ FIZIKE 1

Julski ispitni rok

(Ispit traje 3 sata)

ETF, Beograd, 26.06.2020.

1. [100] Dva automobila se kreću jednakim brzinama $v = 72 \text{ km/h}$ u istom smeru jedan iza drugog na međusobnom rastojanju L (posmatra se rastojanje zadnjeg kraja prvog automobila i prednjeg kraja drugog automobila). Prvi automobil pri „punom“ kočenju ima maksimalno usporenje $a_1 = 10 \text{ m/s}^2$, dok je maksimalno usporenje automobila iza njega (drugog automobila) dva puta manje ($a_2 = a_1/2$). Na semaforu se pali crveno svetlo i oba automobila istovremeno počinju da koče tako da im je usporenje maksimalno. Koliko treba da bude minimalno rastojanje L_{\min} između automobila da se oni ne bi sudarili?

2. Malo telo (koje se može smatrati materijalnom tačkom) izbacilo se početnom brzinom sa ravne horizontalne površi na Zemlji početnom brzinom v_0 , pod elevacionim uglom α ($0 < \alpha < 90^\circ$). Na telo pri kretanju deluje sila Zemljine teže $\vec{F}_g = m\vec{g}$, gde je m masa tela, a \vec{g} ubrzanje Zemljine teže. Pored sile teže na telo deluje i sila $\vec{F}_{ot} = -mk\vec{v}$, gde je $k = \text{const} > 0$, a \vec{v} vektor brzine tela. Odrediti:

- (a) [60] parametarske jednačine kretanja tela u Dekartovom koordinatnom sistemu;
(b) [40] za $k = g/(v_0 \sin \alpha)$ odrediti maksimalnu visinu iznad Zemlje do koje se popne telo.
-

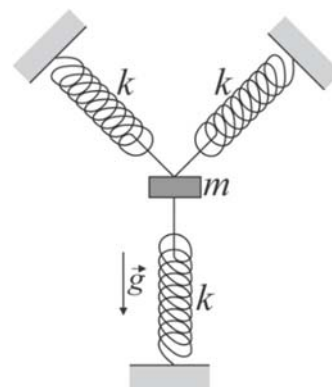
3. Dva čoveka iste mase m stoje na horizontalnoj platformi mase M . Platforma je u stanju mirovanja, a može da se kreće po horizontalnoj ravnoj podlozi bez trenja. Naći apsolutnu brzinu platforme ako oba čoveka skoče sa platforme sa istom horizontalnom relativnom (u odnosu na platformu) brzinom \vec{u} :

- (a) [30] istovremeno,
(b) [70] jedan za drugim.

4. (a) [50] Izvesti izraz za ubrzanje centra mase a_c homogenog ($\rho = \text{const}$) aksijalno simetričnog apsolutno krutog tela (npr. homogeni valjak, homogena lopta...), spoljašnjeg poluprečnika R_{sp} , mase m i momenta inercije u odnosu na osu koja prolazi kroz centar mase I_c koje se kotrlja niz strmu ravan nagibnog ugla β bez proklizavanja.

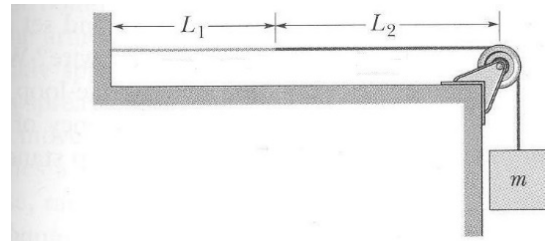
(b) [50] Ukoliko se tanak cilindar i homogeni valjak istih masa istovremeno puste sa vrha strme ravni dužine L , koje će telo za kraće vreme stići do podnožja strme ravni? Koliko puta je kraće vreme spuštanja tog tela? (Napomena: Smatrati da se za zadati ugao strme ravni β tela kotrljaju bez proklizavanja).

5. [100]. Mehanički sistem čine tri lake elastične opruge iste krutosti k i malo telo mase m . Dve opruge su vezane za kose nepokretne tavanice, dok je treća opruga vezana za pod. Drugi krajevi sve tri opruge vezani su za telo (vidite sliku uz zadatak). U ravnotežnom stanju dve opruge su nenapregnute i zaklapaju ugao od 45° sa vertikalom. Treća opruga je vertikalno postavljena i sabijena. Sistem se izvede iz ravnotežnog položaja povlačenjem vertikalno postavljene opruge nadole. Ako se opruge ne savijaju i ako koso postavljene opruge mogu da rotiraju bez trenja oko tačaka u kojima su povezane sa tavanicama, odrediti period malih oscilacija (promena dužine sve tri opruge je mnogo manja od njihove dužine u nenapregnutom stanju) ovog sistema oko ravnotežnog položaja.



Slika uz zadatak 5.

6. Žica od aluminijuma dužine $L_1 = 0.6 \text{ m}$ i gustine $\rho_1 = 2.6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, i žica od čelika dužine $L_2 = \sqrt{3}/2 \text{ m}$ i gustine $\rho_2 = 7.8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ su spojene i zategnute silom težine tega mase $m = 10 \text{ kg}$, kao na slici. Obe žice imaju istu površinu poprečnih preseka $S = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$. Ukoliko se u sistemu spojenih žica formira stojeći talas sa čvorovima na krajevima i spoju dve žice odrediti ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$):



Slika uz zadatak 6.

- (a) [50] koliki je minimalni broj čvorova koji će se pojaviti u žici od aluminijuma i žici od čelika u tom slučaju?
 (b) [50] najmanju frekvenciju pri kojoj će se formirati ovi stojeći talasi.

Opšte napomene:

1) Na vrhu naslovne strane vežbanke napisati **oznaku grupe i ime predmetnog nastavnika** kod koga ste zvanično raspoređeni da slušate predavanja:

J. Cvetić (P1), V. Arsoski (P2) i M. Tadić (P3).

2) **Studenti koji su zadovoljni poenima ostvarenim na kolokvijumu u tekućoj školskoj godini rade ZADATKE 3-6 za vreme 3 h. Na naslovnoj strani vežbanke, u polju rednih brojeva 1 i 2, treba da upišu oznaku K1 da bi poeni ostvareni na kolokvijumu bili priznati.**

3) **Studenti koji nisu radili kolokvijum ili koji nisu zadovoljni poenima ostvarenim na kolokvijumu u tekućoj školskoj godini rade SVE ZADATKE (1-6) za vreme 3 h.**

4) **Zadatak koji nije rađen ili čije rešenje ne treba bodovati jasno označiti na koricama sveske (u odgovarajućoj rubrici) oznakom X.**

5) Na koricama vežbanke (u gornjem desnom uglu) treba napisati broj poena sa prijemnog ispita iz fizike (ako je rađen 2019. godine), u formi PR-ISP = ... poena. Ako nije rađen, napisati PR-ISP = NE. Ako znate da ste imali poene iz fizike na prijemnom, ali niste sigurni tačno koliko, napisati PR-ISP = ?

6) **Dozvoljena je upotreba neprogramibilnih kalkulatora i grafitne olovke.**

7) **List sa tekstom zadatka poneti sa sobom, ne ostavljati list u vežbanci.**

8) Ispit se može napustiti po isteku **najmanje jednog sata** od početka ispita.

**Rešenja zadataka, Fizika 1, ETF, Beograd
Julski ispitni rok 2020.**

1. U trenutku zaustavljanja $0 = v^2 - 2a_i s_i$, gde je $i = \{1, 2\}$ indeks automobila. Ukoliko prvi automobil do zaustavljanja pređe put s_1 , automobil iza njega ga neće udariti ako je do zaustavljanja prešao put $s_2 = s_1 + L_{\min}$, gde je L_{\min} minimalno rastojanje koje mora postojati između automobila pre kočenja da ne bi došlo do sudara. Odavde je:

$$v^2 = 2a_1 s_1 = 2a_2 (s_1 + L_{\min}),$$

pa je

$$L_{\min} = \frac{v^2}{2a_2} - s_1 = \frac{v^2}{2a_2} - \frac{v^2}{2a_1} = 20 \text{ m.}$$

2. (a) Videti skripta, poglavlje 6.4.

(b) Maksimalna visina H se dobija na osnovu uslova:

$$v_y(t_1) = 0,$$

gde je t_1 vremenski trenutak kada je telo na maksimalnoj visini iznad Zemlje. Na osnovu rezultata poglavlja 6.4 u skripti lako se dobije:

$$t_1 = \frac{1}{k} \ln \left(1 + \frac{kv_0 \sin \alpha}{g} \right).$$

Zamenom u parametarsku jednačinu kretanja $y(t)$, za vremenski trenutak t_1 , kada je $y(t_1) = H$, dobija se:

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} (1 - \ln 2).$$

3. Neka je relativna brzina usmerena u pozitivnom smeru x -ose tj. $\vec{u} = u \vec{e}_x$. Ostale brzine su date prema referentnom smeru x -ose. Iz zakona o održanju impulsa sledi:

$$(a) \quad 2m(u - v_1) - M v_1 = 0, \quad (1)$$

jer je platforma pre skoka oba čoveka mirovala a posle skoka je njena apsolutna brzina v_1 (u suprotnom smeru x -ose). Iz (1) sledi

$$v_1 = 2mu / (2m + M).$$

(b) Iz zakona o održanju impulsa, posle skoka prvog čoveka sledi

$$m(u - v_2) - (m + M)v_2 = 0, \quad (2)$$

jer je platforma pre skoka prvog čoveka mirovala, a posle skoka je njena apsolutna brzina v_2 (u suprotnom smeru x -ose). Iz (2) sledi

$$v_2 = mu / (2m + M). \quad (3)$$

Posle skoka drugog čoveka sledi

$$-M v_3 + m(u - v_3) = -(m + M)v_2. \quad (4)$$

Iz (4) sledi

$$v_3 = v_2 + mu / (m + M) = \frac{mu(3m + 2M)}{(m + M)(2m + M)}.$$

4. (a) Videti predavanja i skripta:

$$a_c = \frac{g \sin \beta}{1 + \frac{I_c}{mR_{sp}^2}},$$

gde je R_{sp} radijus oboda aksijalno simetričnog tela.

(b) Vreme koje je potrebno telu da se skotrlja niz strmu ravan dužine L je:

$$t = \sqrt{\frac{2L}{a}}.$$

Momenti inercije cilindra radijusa R_c i valjka radijusa R_v u odnosu na osu koja prolazi kroz centar mase su $I_c^c = mR_c^2$ i $I_c^v = mR_v^2/2$, redom. Ubrzanje centra mase cilindra je $a_c^c = \frac{1}{2}g \sin \beta$, dok je za valjak $a_c^v = \frac{2}{3}g \sin \beta$. Odnos vremena spuštanja cilindra i valjka niz strmu ravan je:

$$\frac{t^c}{t^v} = \sqrt{\frac{a_v}{a_c}} = \sqrt{\frac{2/3}{1/2}} = \frac{2}{\sqrt{3}}.$$

Valjak se spusti za $2/\sqrt{3}$ puta kraće vreme niz strmu ravan od cilindra.

5. U ravnotežnom stanju vertikalno postavljena opruga je sabijena za (za x -osu orijentisanu nadole):

$$x_0 = mg/k.$$

Ako se telo povuče nadole iz ravnotežnog položaja, vertikalna opruga se dodatno sabije za x , a dve kose opruge približno istegnu za $\xi_k = x/\sqrt{2}$. Za malo istežanje algebarska vrednost intenziteta ukupne elastične sile dve kose opruge na telo je:

$$F_{elk} = -2k\xi_k \cos(45^\circ) = -kx.$$

Elastična sila vertikalno postavljene opruge je:

$$F_{elv} = -k(x + x_0).$$

Jednačina kretanja je:

$$m\ddot{x} = -2kx - kx_0 + mg.$$

Period malih oscilacija je:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{2k}}.$$

6. (a) Talasne dužine stojećih talasa u obe žice su $\lambda_1 = v_1 T$ i $\lambda_2 = v_2 T$, gde su $v_1 = \sqrt{mg/(S\rho_1)}$ i $v_2 = \sqrt{mg/(S\rho_2)}$ brzine talasa u žici od aluminijuma i čelika, respektivno. Uslov za formiranje stojećih talasa je $L_1 = N_1\lambda_1/2$ i $L_2 = N_2\lambda_2/2$, gde su N_1 i N_2 celi brojevi. Zamenom podataka iz zadatka sledi $N_1/N_2 = 0.4$. Prvi celi brojevi koji zadovoljavaju prethodnu jednačinu su $N_1 = 2$ i $N_2 = 5$. Minimalni broj čvorova u žici od aluminijuma je 3, a u žici od čelika 6, pri čemu postoji zajednički čvor u tački spoja.

(b) Minimalna frekvencija je $f = N_2 v_2 / (2L_2) \cong 324 \text{ Hz}$.

Predmetni nastavnici

J. Cvetić, M. Tadić i V. Arsoski