ISPIT IZ FIZIKE 1

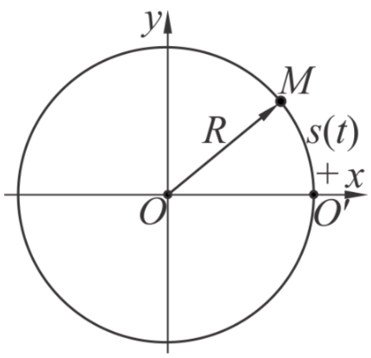
Septembarski ispitni rok ETF, Beograd, 23.9.2021.

1. (a) (***Teorijsko pitanje***) [50] Izvesti izraz za vektor ubrzanja u prirodnom koordinatnom sistemu.

(***Zadatak***) Tačka se kreće po kružnici poluprečnika R, tako da je zavisnost lučne koordinate od vremena $s(t) = ct^2$, $c = const > 0$ (videti sliku uz zadatak; O' je referentna tačka, a trajektorija je orijentisana kako je prikazano na slici).

(b) [20] Odrediti tangencijalno i normalno ubrzanje u funkciji vremena, $a_\tau(t)$ i $a_n(t)$, respektivno.

(c) [30] Odrediti projekcije brzine na prikazane Dekartove koordinatne ose u funkciji vremena, $v_x(t)$ i $v_y(t)$, respektivno.



Slika uz zadatak 1.

2. Metak mase $m = 0{,}01$ kg se ispali sa površine Zemlje vertikalno naviše, početnom brzinom intenziteta $v_0 = 400$ m/s. Duž istog pravca, ali u suprotnom smeru u odnosu na vektor brzine na metak, deluje otporna sila srazmerna proizvodu mase metka i kvadratu njegove brzine, gde je koeficijent srazmernosti $q' = 0{,}002\ \mathrm{m}^{-1}$. Odrediti:

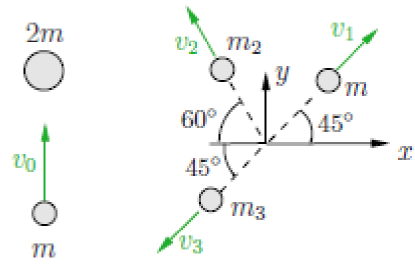
(a) [60] najveću visinu H na koju će se metak popeti;

(b) [40] brzinu kojom će metak udariti o tlo.

---

3. (a) (***Teorijsko pitanje***) [40] Formulisati i izvesti teoremu o promeni količine kretanja mehaničkog sistema.

(b) (***Zadatak***) [60] U jednom eksperimentu, čestica mase m i brzine v_0, usmerena duž y ose, sudara se sa česticom mase $2m$ koja miruje (videti deo a) slike uz zadatak). Sistem ove dve čestice je izolovan, a prilikom njihovog sudara desi se eksplozija čestice mase $2m$ na dva fragmenta masa m_2 i m_3, koji se kreću kako je prikazano na delu b) slike uz zadatak. Čestica mase m promeni smer kretanja, a intenzitet njene brzine posle sudara je v_1. Ako je poznato m, v_0, $v_1 = 2v_0$, $v_2 = v_0/2$, odrediti m_2, m_3 i v_3.



a) pre b) posle

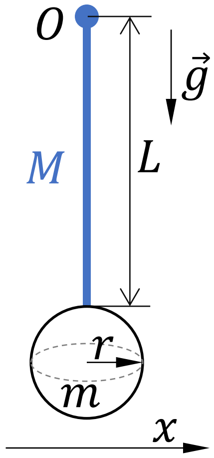
Slika uz zadatak 3.

4. (a) (***Teorijsko pitanje***) [60] Formulisati i izvesti teoremu o promeni momenta količine kretanja mehaničkog sistema za momentnu tačku u inercijalnom sistemu reference.

(b) (***Zadatak***) [40] Tanak homogeni disk mase $m = 200$ g i poluprečnika $R = 10$ cm može da rotira oko idealno tanke osovine koja prolazi kroz njegov centar mase i normalna je na povšinu diska. Na obod diska, koji je u početnom trenutku u stanju mirovanja, počne da deluje vremenski zavisna tangencijalna sila $F = at + bt^2$, gde je $a = 0{,}5$ N/s i $b = 0{,}3$ N/s^2. Odrediti ugaonu brzinu diska u trenutku $t' = 1$ s. Smatrati da između osovine i diska ne postoji trenje.

5. (a) (***Zadatak***) [80] Na slici je prikazano fizičko klatno koje se sastoji od krutog štapa dužine $L = 0{,}9$ m i mase $M = 2$ kg na čijem je donjem kraju pričvršćena homogena lopta poluprečnika $r = 0{,}1$ m i mase $m = 0{,}5$ kg. Klatno se u ravnotežnom stanju nalazi u vertikalnoj ravni i može u toj ravni bez trenja da osciluje sa malim oscilacijama oko oslonca O. Izračunati period malih oscilacija kada se klatno izvede iz ravnotežnog položaja ($g = 10\ \mathrm{m/s^2}$).

(b) (***Teorijsko pitanje***) [20] Izvesti izraz za amplitudu i početnu fazu linearnih harmonijskih oscilacija materijalne tačke duž $x-$ose, ako su zadati početni uslovi: elongacija materijalne tačke u početnom trenutku $x(t=0) = x_1$ i njena početna brzina $v(t=0) = v_1$.



Slika uz zadatak 5.

6. Transverzalni prostoperiodični talas se kreće po zategnutoj žici u negativnom smeru x-ose. Talasna dužina je $\lambda = 2$ m, a frekvencija $f = 40$ Hz. Ako je poznato da delić žice u trenutku $t = 0$ na mestu $x = 0$ ima elongaciju $y(t=0, x=0) = 0{,}15$ m i brzinu $v_y(t=0, x=0) = -60$ m/s, odrediti
(a) [40] amplitudu talasa,
(b) [40] početnu fazu talasa,
(c) [20] napisati jednačinu ovog talasa sa podacima dobijenim pod (a) i (b).

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 trebaju da u gornjem levom uglu vežbanke zabeleže da li rade drugi deo (K2) ili integralni ispit (INT).**

3) **Studenti koji rade samo drugi kolokvijum u gornjem levom uglu na koricama vežbanke treba da napišu K2 i rade ZADATKE 3-6 za vreme 3 h. U kućice ispod brojeva zadataka 1 i 2 da upiše K1 (kako bi im se računali poeni sa prvog kolokvijuma).**

4) **Studenti koji polažu integralni ispit rade SVE ZADATKE (1-6) za vreme 3 h. Studentima koji nisu ništa napisali u gornjem levom uglu na koricama vežbanke ispit se pregleda kao integralni. Ukoliko je student radio integralni ispit, ne priznaje mu se parcijalno prvi ili drugi deo!**

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

6) Na koricama vežbanke (u gornjem desnom uglu) treba napisati broj poena sa prijemnog ispita iz fizike (ako je rađen 2020. 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 = ? Ukoliko student ne stavi nikakvu oznaku za prijemni ispit, poeni sa prijemnog ispita mu se neće uzeti u obzir.

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

8) **List sa tekstom zadataka poneti sa sobom, ne ostavljati list u vežbanci.**

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

Rešenja zadataka, Fizika 1, ETF, Beograd
Septembarski ispitni rok 2021.

1. (a) Videti predavanja i skripta.
(b) Algebarska vrednost intenziteta brzine je

$$v(t) = 2ct.$$

Tangencijalno ubrzanje je:

$$a_\tau(t) = \frac{dv}{dt} = 2c = const.$$

Normalno ubrzanje je:

$$a_n(t) = \frac{v^2}{R} = \frac{4c^2t^2}{R}.$$

(c) Telo se kreće po kružnici pa je ugao rotacije

$$\varphi(t) = \frac{s(t)}{R} = \frac{ct^2}{R}.$$

Lako se ustanovi da su projekcije na Dekartove koordinate ose:

$$v_x(t) = -v\sin\varphi = -2ct\sin\frac{ct^2}{R},$$
$$v_y(t) = v\cos\varphi = 2ct\cos\frac{ct^2}{R}.$$

2. Videti rešenje 100. zadatka iz K. Nikolić, P. Marinković, J. Cvetić, Fizika: zbirka rešenih zadataka.

3. Važi zakon o održanju količine kretanja:

$$m\vec{v}_0 = m\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + m_3\vec{v}_3.$$

U skalarnoj formi:

$$0 = mv_1\frac{\sqrt{2}}{2} - m_2v_2\frac{1}{2} - m_3v_3\frac{\sqrt{2}}{2}, \qquad (1)$$
$$mv_0 = mv_1\frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{m_2v_2\sqrt{3}}{2} - \frac{m_3v_3\sqrt{2}}{2}. \quad (2)$$

Pored toga:

$$2m = m_2 + m_3. \qquad (3)$$

Oduzimanje jednačine (1) od jednačine (2):

$$mv_0 = m_2\frac{v_0}{2}\ \frac{1+\sqrt{3}}{2}.$$

Odavde:

$$m_2 = \frac{4}{1+\sqrt{3}}m = 1{,}464m.$$

Na osnovu jednačine (3):

$$m_3 = 2m - m_2 = \frac{2\sqrt{3}-2}{1+\sqrt{3}}m = 0{,}536m.$$

Zamenom m_2 i m_3 u jednačinu (1):

$$v_3 = \frac{\sqrt{6}+\sqrt{2}-1}{\sqrt{6}-\sqrt{2}}v_0 = 2{,}766v_0.$$

4. (a) Videti predavanja i skripta.
(b) Prema momentnoj jednačini:

$$M = I\frac{d\omega}{dt} = RF, \qquad (1)$$

gde je $I = mR^2/2 = 10^{-3}$ kg $\cdot$ m^2, odakle je

$$d\omega = R\frac{at+bt^2}{I}dt. \qquad (2)$$

Integracijom (2), uz korišćenje početnih uslova, sledi

$$\int_0^{\omega(t')} d\omega = \frac{Ra}{I}\int_0^{t'} t dt + \frac{Rb}{I}\int_0^{t'} t^2 dt. \quad (3)$$

Iz (3) sledi

$$\omega(t') = \frac{at'^2 + 2bt'^3/3}{mR} = 35 \text{ rad/s}. \quad (4)$$

5. Period oscilacija fizičkog klatna je

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I_o}{m_{uk} g\, y_{CM}}}, \quad (1)$$

gde je I_o moment inercije klatna oko tačke vešanja O, m_{uk} je ukupna masa i y_{CM} centar mase klatna meren od tačke vešanja. Primenjujući Steinerovu teoremu sledi

$$I_o = ML^2/3 + 2mr^2/5 + m(L+r)^2 = 1.04\,kg\cdot m^2. \quad (2)$$

Ostale veličine iz izraza (1) imaju vrednosti

$$m_{uk} = M + m = 2.5\,kg, \quad (3)$$

$$y_{CM} = [ML/2 + m(L+r)]/(m+M) = 0.56\,m. \quad (4)$$

Zamenom vrednosti veličina iz (2), (3) i (4) u (1) dobija se

$$T = 1.7\,s.$$

6. Jednačina prostoperiodičnog transverzalnog talasa koji se kreće u suprotnom smeru *x*-ose je oblika

$$y(x,t) = A\cos(\omega t + kx + \varphi), \quad (1)$$

gde je A amplituda, $\omega = 2\pi f$ kružna frekvencija, $k = 2\pi/\lambda$ talasni broj i φ početna faza talasa. Ona zavisi od uslova u zadatku kao i slobodnog izbora prostoperiodične funkcije (sinus ili cosinus, razlika je za ugao $\pi/2$) koja predstavlja talas. Prema početnim uslovima u zadatku sledi

$$y(x=0, t=0) = y_0 = A\cos\varphi, \quad (2)$$

$$v_y = dy/dt = -A\omega\sin(\omega t + kx + \varphi),$$
$$v_y(x=0, t=0) = v_{y0} = -A\omega\sin\varphi. \quad (3)$$

(a) Iz (2) i (3) sledi

$$A = \left[y_0^2 + (v_{y0}/\omega)^2\right]^{1/2} = 0.28\,m. \quad (4)$$

(b) Početna faza se može dobiti iz (2)

$$\cos\varphi = y_0/A = 0.53 \rightarrow \varphi = \arccos 0.53 = 57.6° \approx 1 rad.$$

(c) Jednačina talasa (sa koeficijentima u SI jedinicama) je prema (1)

$$y(x,t) = 0.28\cos(80\pi t + \pi x + 1).$$

Napomena: Može se pretpostaviti $y(x,t) = A\sin(\omega t + kx + \varphi_1)$. Tada se dobije $\varphi_1 = \frac{\pi}{2} + \arccos 0.53$, dok je vrednost *A* kako je dato jednačinom (4).

Predmetni nastavnici

J. Cvetić, V. Arsoski, M. Tadić