

ISPIT IZ FIZIKE 1

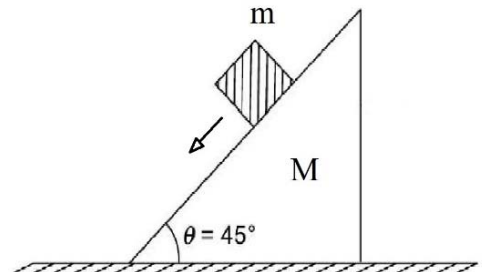
Julski ispitni rok

(Ispit traje 3 sata)

ETF, Beograd, 05.07.2022.

1. Trajektorija materijalne tačke u xOy ravni opisana je izrazom. $\vec{r}(t) = ut\vec{e}_x + g\frac{t^2}{2}\vec{e}_y$, gde su \vec{e}_x i \vec{e}_y jedinični vektori izabranog Dekartovog koordinatnog sistema, a u i g konstante. Odrediti:

- (a) [20] vektor brzine u funkciji vremena $\vec{v}(t)$;
- (b) [20] vektora ubrzanja u funkciji vremena $\vec{a}(t)$;
- (c) [30] tangencijalno ubrzanje u funkciji vremena $a_\tau(t)$;
- (d) [20] normalno ubrzanje u funkciji vremena $a_n(t)$;
- (e) [10] poluprečnik krivine trajektorije u funkciji vremena $R(t)$.



2. [100] Kocka mase $m = 1\text{ kg}$ je postavljena na kosoj ravni mase $M = 2\text{ kg}$ kao na slici uz zadatak. Nagibni ugao kose ravni je $\theta = 45^\circ$ a između nje i kocke nema trenja. Kocka seпусти da se slobodno kreće niz strmu ravan. Naći minimalni koeficijent trenja između kose ravni i podloge tako da se pri spuštanju kocke strma ravan ne pomera.

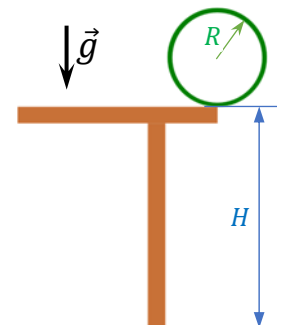
Slika uz zadatak 2.

3. (Teorijsko pitanje.) Za (materijalnu) tačku:

- (a) [40] izvesti teoremu o promeni kinetičke energije,
- (b) [40] definisati i objasniti konzervativne sile i potencijalnu energiju,
- (c) [20] izvestu zakon održanja ukupne mehaničke energije.

4. Centar prstena poluprečnika R se nalazi vertikalno iznad ivice stola visine $H = 5R$. Prsten počne da pada sa ivice stola iz mirovanja (bez početne brzine) bez proklizavanja (dok je u kontaktu sa stolom). Zanimariti otpor vazduha.

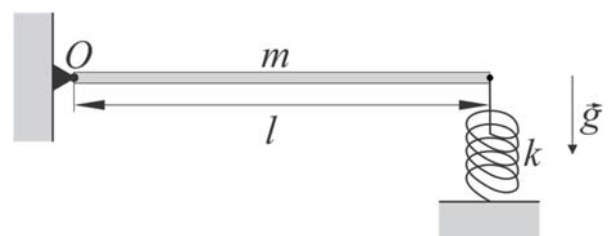
- (a) [30] Naći vrednost ugla za koju će zarotirati prsten (u odnosu na početni položaj) do trenutka odvajanja od stola;
 - (b) [30] Naći brzinu centra mase prstena u trenutku definisanom pod (a);
 - (c) [40] Na kom horizontalnom rastojanju od ivice stola će prsten udariti u zemlju?
- Poznato je gravitaciono ubrzanje g .



Slika uz zadatak 4.

5. Krut tanak homogen štap mase m i dužine l može da rotira oko tanke horizontalne osovine koja prolazi kroz levi kraj štapa (tačka O na slici uz zadatak) i normalna je na štap. Za desni kraj štapa zakačena je opruga krutosti k . U statičkoj ravnoteži ovog sistema štap je u horizontalnom položaju, a opruga je sabijena. Za poznato m , k i ubrzanje Zemljine teže g , odrediti:

- (a) [20] vrednost sabijanja donje opruge Δx u položaju statičke ravnoteže;
- (b) [20] intenzitet sile reakcije osovine na štap N u položaju statičke ravnoteže;
- (c) [60] period malih oscilacija ovog sistema T oko položaja statičke ravnoteže.



Slika uz zadatak 5.

6. (a) [60] Izvesti izraz za grupnu brzinu talasa istih amplituda. Poznata je fazna brzina talasa u funkciji talasnog broja $\omega = \omega(k)$. Kakve su sredine kod kojih je fazna brzina različita od grupne?

(b) Kretanje transversalnog impulsa duž x -ose je dato izrazom $y(x,t) = \frac{0.8}{(4x + 5t)^2 + 5}$ [m], gde su sve

promenljive izražene u osnovnim jedinicama SI sistema. Odrediti:

(b1) [10] Kolika je brzina talasa?

(b2) [10] U kom smeru x -ose se kreće talas?

(b3) [20] Kolika je maksimalna amplituda ovog talasa?

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 šta rade. Ukoliko rade samo drugi kolokvijum u gornjem levom uglu na koricama vežbanke treba da napišu K2.**

3) **Studenti koji polažu integralno 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 može mu se parcijalno priznati jedan deo!**

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 2021. 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 pri formiranju ocene.

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.

Fizika 1, ETF, Beograd
Julski ispitni rok 2022.
Rešenja zadataka

1. Lako se dobija:

(a) $\vec{v}(t) = u\vec{e}_x + gt\vec{e}_y.$

(b) $\vec{a}(t) = g\vec{e}_y.$

(c) $a_\tau = \frac{\vec{v} \cdot \vec{a}}{|\vec{v}|} = \frac{g^2 t}{\sqrt{u^2 + g^2 t^2}}.$

(d) $a_n = \sqrt{a^2 - a_\tau^2} = \frac{|gu|}{\sqrt{u^2 + g^2 t^2}}.$

(e) $R = \frac{v^2}{a_n} = \frac{(u^2 + g^2 t^2)^{\frac{3}{2}}}{|gu|}.$

2. Kocka deluje na strmu ravan silom $mg \cos \theta$ koja je normalna na njenu površ. Projekcije ove sile na x i y osu su

$$F_x = (mg \cos \theta) \sin \theta \quad (1)$$

$$F_y = (mg \cos \theta) \cos \theta \quad (2)$$

Sila kojom strma ravan deluje na podlogu (sila reakcije podloge) je uvećana za težinu strme ravnii

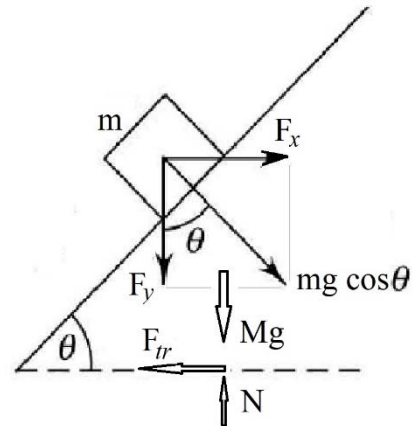
$$N = F_y + Mg = mg \cos^2 \theta + Mg \quad (3)$$

Prema uslovu u zadatku sila trenja mora biti veća ili jednaka komponenti sile F_x , odnosno

$$F_{tr} = \mu_{\min} N = F_x. \quad (4)$$

Iz (4) sledi da je minimalni koeficijent trenja

$$\mu_{\min} = \frac{F_x}{N} = \frac{mg \cos \theta \sin \theta}{mg \cos^2 \theta + Mg} = 0.2$$



3. Videti predavanja školske 2021/22.

4. (a) Dok je prsten u kontaktu sa ivicom stola važi:

$$m\omega^2 R = mg \cos \theta - N, \quad (1)$$

$$\frac{I\omega^2}{2} = mgR(1 - \cos \theta), \quad (2)$$

gde je ω ugaona brzina prstena, θ ugao rotacije prstena u odnosu na horizontalu, I moment inercije u odnosu na osu duž ivice stola, a N intenzitet normalne sile reakcije podloge (ivice stola). U trenutku odvajanja od stola $N=0$, pa iz (1) i (2) sledi izraz za ugao θ_0 :

$$\cos \theta_0 = \frac{1}{1 + \frac{I}{2mR^2}},$$

gde je $I = I_{CM} + mR^2 = mR^2 + mR^2 = 2mR^2$, pa je $\cos \theta_0 = 1/2$, odnosno ugao za koji se prsten zarotirao do trenutka odvajanja od stola $\theta_0 = 60^\circ$.

(b) U trenutku odvajanja iz (1) sledi $\omega_0 = \sqrt{g \cos \theta_0 / R} = \sqrt{g / (2R)}$, pa je brzina centra mase prstena u tom trenutku:

$$v_0 = \omega_0 R = \sqrt{\frac{gR}{2}}.$$

(c) Za usvojeni koordinatni sistem vezan za pod, gde su koordinate ivice stola $(0, H)$, početni položaj centra mase je $(x_0, y_0) = (R \sin \theta_0, H + R \cos \theta_0) = (R \sqrt{3}/2, 11R/2)$, ugao koji zaklapa brzina centra mase u odnosu na horizontalu $\alpha_0 = -\theta_0$ i početna brzina centra mase je v_0 . Jednačine kretanja centra prstena su:

$$x(t) = x_0 + v_0 t \cos \alpha_0, \quad (3)$$

$$y(t) = y_0 + v_0 t \sin \alpha_0 - gt^2/2, \quad (4)$$

gde je u trenutku udara prstena o pod $y(\tau) = R$, pa se iz (3) i (4) dobija:

$$\tau = \sqrt{\frac{6R}{g}},$$

$$D = x(\tau) = \sqrt{3}R.$$

5. Videti rešenje zadatka 209. iz Fizika 1: Zbirka ispitnih zadataka sa rešenjima.

(a) $\Delta x = \frac{mg}{2k}.$

(b) $N = \frac{mg}{2}.$

(c) $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{3k}}.$

6. (a) Videti predavanja školske 2021/22.

(b) Kako je ovaj impuls moguće napisati u obliku progresivnog talasa $y(x, t) = f(x \pm vt)$ gde znak “-” označava kretanje u pozitivnom, a znak “+” u negativnom smeru x -ose. Sledi

(b1) $y(x, t) = \frac{0.8}{k^2(x + vt)^2 + 5}$ [m] gde je $v = \omega / k = 1.25$ m/s .

(b2) Brzina talasa je usmerena u negativnom smeru x -ose.

(b3) Maksimalna amplituda talasa se dobija za $x + vt = 0$ i iznosi $y_{\max} = 0.8 / 5 = 0.16$ m

Beograd, 05.07.2022.

Predmetni nastavnici

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