

Rješenja ljetnog ispitnog roka iz Fizike 1
četrvtak, 6. 7. 2017.

Teorijska pitanja

1.1 Tijelo je bačeno koso uvis tako da izvodi kosi hitac. Tada vrijedi (zaokružite točnu tvrdnju):

(1 bod)

- a) ukupna akceleracija tijela jednaka je vektorskom zbroju tangencijalne akceleracije, radijalne (centripetalne) akceleracije i akceleracije slobodnog pada;
- b) tangencijalna akceleracija uvijek je u smjeru akceleracije sile teže, a na njih je okomita radijalna akceleracija;
- c) tangencijalna akceleracija je uvijek jednaka nuli jer vektor akceleracije sile teže pokazuje nadolje;
- d) akceleracija sile teže jednaka je vektorskom zbroju radijalne i tangencijalne akceleracije;
- e) na pojedinom dijelu putanje radijalna akceleracija jednaka je nuli.

(d) je točno

1.2 Sitno tijelo vezano je niti (konusno njihalo) i vrti se oko vertikalne osi stalnom brzinom. Tada vrijedi (zaokružite točnu tvrdnju):

(1 bod)

- a) napetost niti sama proizvodi centrifugalnu silu i tako omogućuje vrtnju tijela;
- b) centripetalna i centrifugalna sila zajedno s težinom proizvode jednoliku vrtnju;
- c) težina tijela i napetost niti rezultiraju centripetalnom silom koja vrti tijelo;
- d) težina tijela je jedina odgovorna za vrtnju tijela;
- e) centrifugalna sila proizvodi napetost niti te proizvodi vrtnju.

(c) je točno

1.3 Dječji pištolj s oprugom izbacuje kuglicu brzinom 8 m/s. Kolika će biti brzina kuglice ako oprugu dva puta više sabijemo? (Zaokružite točnu tvrdnju.)

(1 bod)

- a) 2 m/s
- b) 4 m/s
- c) 8 m/s
- d) 16 m/s
- e) 32 m/s

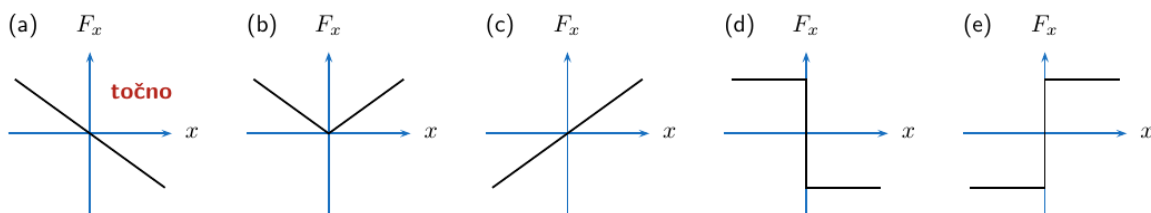
(d) je točno

1.4 Ako je potencijalna energija čestice koja se giba duž x -osi dana izrazom

$$U[x] = \alpha x^2,$$

gdje je $\alpha > 0$, koji od navedenih grafova najbolje prikazuje x -komponentu sile koja djeluje na česticu? (Zaokružite točnu tvrdnju.)

(1 bod)



(a) je točno

1.5 Čestice A i B imaju jednake mase. Čestica A miruje, a čestica se B od nje udaljava pravocrtno brzinom v . Što vrijedi za centar mase tog sustava čestica? (Zaokružite točnu tvrdnju.)

(1 bod)

- a) Ne giba se.
- b) Giba se prema čestici A brzinom v .
- c) Giba se prema čestici A brzinom $v/2$.
- d) Giba se od čestice A brzinom v .
- e) Giba se od čestice A brzinom $v/2$.

(e) je točno

1.6 Sitna čelična kuglica tone u velikoj bačvi napunjenoj medom. Pretpostavimo li da je sila otpora koja djeluje na kuglicu opisana Stokesovim zakonom, iznos brzine kuglice asimptotski teži u (konačnu) vrijednost koja je (zaokružite točnu tvrdnju) :

- a) razmjerna koeficijentu viskoznosti meda.
- b) neovisna o promjeru kuglice.
- c) razmjerna promjeru kuglice.
- d) razmjerna kvadratu promjera kuglice.
- e) razmjerna trećoj potenciji promjera kuglice.

(d) je točno.

1.7 Neka je I_0 moment tromosti homogene kugle polumjera R u odnosu na os koja prolazi njenim središtem. Na kojoj udaljenosti od središta te kugle prolazi os u odnosu na koju kugla ima dvostruko veći moment tromosti, $I = 2I_0$. (Zaokružite točnu tvrdnju.)

(1 bod)

- a) $R/2$
- b) $R/\sqrt{2}$
- c) $R\sqrt{2/5}$
- d) $R\sqrt{2/3}$
- e) R

(c) je točno.

1.8 Ukupni stalni moment sile djeluje na kruto tijelo koje rotira. Koja od navedenih veličina sigurno **nije** konstanta pri tom djelovanju?

(1 bod)

- a) kutna akceleracija
- b) kutna brzina
- c) moment tromosti
- d) centar mase tijela
- e) ništa od navedenog

(b) je točno.

1.9 Gibajući se po površini Zemlje od Zagreba prema sjevernom polu, osjećali bi Coriolisovu silu usmjerenu prema (zaokružite točnu tvrdnju):

(1 bod)

- a) gore,
- b) istoku,
- c) zapadu,
- d) jugu,
- e) sjeveru.

(b) je točno.

1.10 Na kruto tijelo u dvjema različitim točkama djeluju sile čiji je zbroj jednak nuli. Zbroj momenata tih sila (zaokružite točnu tvrdnju):

(1 bod)

- a) je jednak nuli.
- b) je jednak nuli ako su sile međusobno okomite.
- c) je jednak nuli kad momente sila računamo u odnosu na središte mase tijela.
- d) je jednak nuli ako sile leže na istom pravcu.
- e) ne može biti jednak nuli.

(d) je točno.

1.11 Satelit se nalazi u cirkularnoj orbiti radijusa r . Period kruženja satelita ovisiti će o:
(zaokružite točnu tvrdnju):

(1 bod)

- a) $r^{1/2}$
- b) r
- c) $r^{3/2}$
- d) r^2
- e) r^3

(c) je točno.

1.12 Kolika je brzina čestice koja ima moment $5 \text{ MeV}/c$, te ukupnu relativističku energiju 10 MeV ?
(zaokružite točnu tvrdnju):

(1 bod)

- a) c
- b) $0.75 c$
- c) $c / \sqrt{3}$
- d) $c / 2$
- e) $c / 4$

(d) je točno.

1.13 Jezero u kojem je voda na 0°C će se brže zagrijati do 5°C nego zaleđeno jezero na 0°C do iste temperature jer (zaokružite točnu tvrdnju):

(1 bod)

- a) voda je tekućina
- b) led je krutina
- c) led apsorbira toplinu kad se tali
- d) led daje toplinu kad se tali
- e) ništa od navedenog

(c) je točno.

1.14 Plin se nalazi u spremniku s pomičnim klipom. Zašto se kod adijabatske ekspanzije smanji temperatura plina? (Zaokružite točnu tvrdnju.)

(1 bod)

- a) Toplina se dovodi sustavu kad se klip pomiče.
- b) Tlak plina ostaje isti.
- c) Toplina se odvodi iz sustava.
- d) Tlak plina se povećava.
- e) Plin vrši rad na račun unutarnje energije.

(e) je točno.

1.15 Temperatura idealnog plina jednoznačno je određena (zaokružite točnu tvrdnju):

(1 bod)

- a) srednjom brzinom gibanja molekula, neovisno o masi molekule plina,
- b) srednjom kvadratnom brzinom gibanja molekula, neovisno o masi molekule plina,
- c) masom molekule plina, neovisno o brzini gibanja,
- d) srednjom kinetičkom energijom molekula plina, neovisno o tlaku plina,
- e) srednjom potencijalnom energijom međumolekulskih interakcija, neovisno o tlaku plina.

(d) je točno.

Zadaci

1. Drveni blok mase 3 kg miruje na podlozi. Koeficijent trenja bloka s podlogom je $\mu=0.25$. Na blok naližeće metak mase 18 g koji se pri sudaru zabije u drveni blok. Pronađite ulaznu brzinu metka ako znate da se drveni blok nakon pogotka odskliže $d = 1.5$ m.
(7 bodova)

Rješenje:

$m_1 = 3$ kg	- masa drvenog bloka
$m_2 = 18$ g = 0.018 kg	- masa metka
$\mu = 0.25$	- koeficijent trenja s podlogom
$d = 1.5$ m	- put klizanja bloka nakon sudara
v_1	- brzina bloka i metka nakon sudara
$v_1' = 0$	- blok u mirovanju
$v_0 = ?$	- početna brzina metka

Iz zakona očuvanja impulsa:

$$m_1 v_1' + m_2 v_0 = (m_1 + m_2) v_1 \quad 0 + m_2 v_0 = (m_1 + m_2) v_1 \quad v_1 = \frac{m_2 v_0}{(m_1 + m_2)}$$

Nakon sudara kinetička energija bloka i metka potrošit će se na savladavanje rada zbog sile trenja.

Iz zakona očuvanja energije, vrijedi:

$$E_{kin} = W_{tr}$$

$$W_{tr} = F_{tr} d = F_N \mu d = (m_1 + m_2) g \mu d$$

$$\frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_1^2 = (m_1 + m_2) g \mu d$$

$$v_1^2 = 2 g \mu d$$

Iz izraza za v_1 slijedi v_0 :

$$v_0 = \sqrt{2 g \mu d} \frac{(m_1 + m_2)}{m_2}$$

$$v_0 = 454.8 \text{ m/s}$$

2. Sportski automobil miruje na semaforu čekajući zeleno svjetlo. U trenutku kada na semaforu zasvijetli zeleno, pokraj automobila projuri motocikl brzinom od $v'_m = 8$ m/s i ubrzavajući konstantnim ubrzanjem od $a_m(t) = 6 \text{ m/s}^2$, a automobil se tada počne gibati ubrzanjem po zakonu $a_a(t) = kt$, gdje je $k = 2 \text{ m/s}^3$.
Odredite koliko je vremena potrebno automobilu da sustigne motocikl i koliku će tada brzinu imati.
(7 bodova)

Rješenje:

Za automobil vrijede sljedeće jednačbe gibanja:

$$a_a(t) = kt$$

Integracijom pronalazimo jednačbe za brzinu i prijeđeni put:

Za motocikl vrijede sljedeće jednačbe gibanja:

$$\frac{dv_m}{dt} = a_m$$

$$\int_{v'_m}^{v_m} dv_m = a_m \int_0^t dt$$

$$v_m(t) = a_m t + v'_m$$

$$s_m(t) = \frac{a_m t^2}{2} + v'_m t$$

U trenutku susreta, automobil i motocikl prešli su isti put. Vrijedi:

$$s_a(t) = s_m(t)$$

Izjednačavanjem i sređivanjem izraza dobivamo kvadratnu jednačbu:

$$t^2 - \frac{3a_m}{k}t - \frac{6v'_m}{k} = 0$$

Rješavanjem kvadratne jednačbe dobivamo jedno rješenje koje ima fizikalnog smisla:

$$t = 11.15 \text{ s}$$

Dakle, automobil i motocikl se susreću nakon 11.15 sekundi.

Pri tome, automobil ima brzinu: $v_a(t) = \frac{kt^2}{2} = 124.4 \text{ m/s}$

3. Homogena kugla mase $M = 6 \text{ kg}$ kotrlja se bez proklizavanja iz stanja mirovanja niz kosinu nagiba 30° . Izračunajte silu trenja koja djeluje na kuglu dok se kotrlja niz kosinu.
(7 bodova)

Rješenje:

Iz

$$F_{tr} - Mg \sin\theta = Ma, \text{ i}$$

$$R F_{tr} = I \alpha, \text{ uz } \alpha = -a/R$$

Dobijemo

$$F_{tr} = -I (a/R^2)$$

Uvrštavanjem umjesto F_{tr} izračunamo akceleraciju

$$a = -g \sin\theta / (1 + I/MR^2), \text{ I} = (2/5) MR^2$$

$$a = -3.5 \text{ m/s}^2.$$

Sada možemo izračunati silu trenja iz

$$F_{tr} = -I (a/R^2) = -(2/5) Ma$$

$$F_{tr} = 8.4 \text{ N}.$$

4. Gusarski svemirski brod prolazi pored Zemlje brzinom $0.5c$, a sat vremena nakon prolaska gusarskog broda (prema Zemaljskom vremenu), policajci sa Zemlje prema gusarima odašilju svjetlosni signal i kreću u potjeru za gusarima brodom čija je brzina u odnosu na Zemlju $0.75c$. Uzmimo da se brodovi gibaju stalnim brzinama te da potjera traje sve dok policajci ne dostignu gusare.

(a) Koliko će prema vlastitom vremenu policajaca u brodu trajati njihova potjera za gusarima?

(b) Koliko će prema vlastitom vremenu gusara trajati interval od trenutka u kojem oni prime svjetlosni signal do trenutka u kojem ih policajci dostignu?

(7 bodova)

Rješenje:

- Uzmemo li da se brodovi gibaju duž x -osi pri čemu se Zemlja nalazi u ishodištu te da gusari prolaze pored Zemlje u trenutku $t = 0$, x -koordinate položaja gusarskog broda, svjetlosnog signala i policijskog broda možemo izraziti s

$$x_G[t] = v_G t, \quad x_S[t] = c(t - t_1), \quad x_P[t] = v_P(t - t_1),$$

gdje su $v_G = 0.5c$ i $v_P = 0.75c$ iznosi brzina brodova, a $t_1 = 1\text{ h}$ je trenutak u kojem je počela potjera.

- Trenutak t_2 u kojem gusari primaju svjetlosni signal:

$$x_G[t_2] = x_S[t_2] \quad \Rightarrow \quad t_2 = \frac{t_1}{1 - v_G/c} = 2\text{ h}.$$

- Trenutak t_3 u kojem policajci sustižu gusare:

$$x_G[t_3] = x_P[t_3] \quad \Rightarrow \quad t_3 = \frac{t_1}{1 - v_G/v_P} = 3\text{ h}.$$

(a) Prema vlastitom vremenu policajaca koji se gibaju brzinom v_P , trajanje potjere je

$$\tau_P = (t_3 - t_1)\sqrt{1 - (v_P/c)^2} = 1.323\text{ h}.$$

(Uzeli smo u obzir relativističku dilataciju vremena.)

(b) Trajanje intervala u kojem su gusari svjesni potjere:

$$\tau_G = (t_3 - t_2)\sqrt{1 - (v_G/c)^2} = 0.866\text{ h}.$$

(Uzeta je u obzir relativistička dilatacija vremena.)

5. Zalijevate cvijeće crijevom za vodu promjera 13 mm sa suženjem na kraju, promjera 7 mm. Kad ga držite horizontalno na visini 1m, domet vode je 8m. Koliki je tlak u širem dijelu crijeva na istoj visini (1m od tla) ? Gustoća vode je $\rho = 1000\text{ kg/m}^3$, atmosferski tlak $p_a = 101325\text{ Pa}$.

(7 bodova)

Rješenje:

$$d_1 = 13\text{ mm}$$

$$d_2 = 7\text{ mm}$$

$$h=1\text{m}$$

$$D=8\text{m}$$

$$\text{Domet:} \quad D = v_2 \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$v_2^2 = \frac{g D^2}{2h}$$

$$\text{Bernoulli:} \quad p_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = p_2 + \frac{\rho v_2^2}{2}$$

$$\text{Očuvanje toka:} \quad v_1 A_1 = v_2 A_2$$

$$p_1 = p_2 + \frac{\rho}{2} v_2^2 \left(1 - \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 \right)$$

$$p_1 = p_a + \frac{\rho}{2} \frac{g D^2}{2h} \left(1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 \right)$$

$$p_1 = 245090 \text{ Pa}$$

6. Plin u posudi zatvoren je klipom koji ga komprimira. Tlak se ne mijenja tijekom procesa te iznosi $1,5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$. Volumen se smanji s 5 m^3 na 4 m^3 , a unutarnja energija plina se u međuvremenu poveća za 1 kJ . Koliko je topline plin izgubio?

(7 bodova)

Rješenje:

$$p = 1,5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

$$V_1 = 5 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 4 \text{ m}^3$$

$$\Delta U = 1 \text{ kJ}$$

$$Q = ?$$

$$W = p \Delta V = p(V_2 - V_1)$$

$$W = -1,5 \text{ kJ}$$

$$\Delta U = Q - W$$

$$Q = \Delta U + W$$

$$Q = -0,5 \text{ kJ}$$