**ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE**
**Srednješkole – 1.skupina**

1. **(10 bodova)** Kuglica se pusti s visine h=81cm na podlogu od koje odskakuje. Nakon svakog odskoka kuglica se vrati na devetinu početne visine. Pretpostavite da je kuglica napravila samo 2 odskoka, a ostale zanemarite (tj. pretpostavite da je stala prije trećeg odskoka). Odredite prosječnu brzinu (omjer ukupnog puta koji prođe i vremena koje joj za to treba) kuglice tijekom gibanja.

2. **(11 bodova)** Top se nalazi na horizontalnoj uzvisini visine h=20m u odnosu na tlo I ispali topovsku kuglu. Kugla je 10 puta lakša od topa. Nakon ispaljivanja, top se giba bez trenja unatrag stalnom brzinom 3m/s. Nakon koliko vremena kugla sleti? Na kojoj udaljenosti od podnožja uzvisine? Podloga na koju kuglas lijeće je horizontalna.

3. **(11 bodova)** Tijelo vezano za bezmasenu, nerastezljivu nit rotira u vertikalnoj ravnini tako da ima konstantnu ukupnu energiju. Dokažite da je iznos napetosti niti, u trenutku kad je ona najveća, barem 6 puta veća od težine tijela.

4. **(9 bodova)** Tijelo se nalazi navrhu kosine visine h=5m iduljine s=10m. Ako se tijelo pusti u slobodno gibanje, na dno kosine dođe za 4s. Koliki je koeficijent trenja između tijela I kosine?

5. **(9 bodova)** Dvije loptice, masa $m_1$ I $m_2$, nalaze se na nekoj udaljenosti I miruju. Prvoj loptici dana je brzina $v_1$ = 3m/s u smjeru druge loptice. Ta se loptica elastično i centralno sudari s drugom lopticom. Koliku brzinu nakon sudara ima druga loptica ako je masa prve loptice dva puta veća od mase druge loptice?

# Rješenja

1. Najprije kuglica pada prema podlozi s visine 81cm. Nakon prvog I drugog odskoka vrati se na visinu jednaku:

$h_1$ = 81cm/9 = 9cm **(1 bod)**
$h_2$ = 9cm/9 = 1cm **(1 bod)**

Ukupni put koji kuglica prođe jednak je

s = 81cm + 18cm + 2cm = 1.01m **(2 boda)**

Da bi pronašli prosječnu brzinu kuglice na cijelom putu, potrebno je pronaći I vrijeme cjelokupnog gibanja. **(1 bod)**
U prvom koraku kuglica vrši slobodni pad, tj. jednoliko se ubrzano giba prema dolje, pa je vrijeme gibanja jednako:

$t_0 = \sqrt{\frac{2h_0}{g}}$ = 0.402 s (za g=10 m/s$^2$)ili 0.406 s (za g=9.81 m/s$^2$) **(1 bod)**

Nakon svakog odskoka, vrijeme gibanja jedanko je dvostrukom vremenu gibanja za slobodne padove s 9cm i 1cm (jer je vrijeme gibanja prema gore I prema dolje identično). **(1 bod)**

Ukupna vremena gibanja su tad jednaka:

$t_1 = 2\sqrt{\frac{2h_1}{g}}$ = 0.268 s (za g=10 m/s$^2$)ili 0.271 s (za g=9.81 m/s$^2$) **(1 bod)**
$t_2 = 2\sqrt{\frac{2h_2}{g}}$ = 0.089 s (za g=10 m/s$^2$)ili 0.090 s (za g=9.81 m/s$^2$) **(1 bod)**

Prosječna brzina na cijelom putu jednaka je:

$\bar{v} = \frac{s}{t_{uk}}$ = 1.33 m/s (za g=10 m/s$^2$)ili 1.32 m/s (za g=9.81 m/s$^2$) **(1 bod)**

2. U sustavu top+kugla vrijedi zakono čuvanja količine gibanja u horizontalnom smjeru. Iz brzine topa nakon ispaljivanja možemo naći brzinu kugle. **(1 bod)**

Vrijedi da je:

$0 = -m_{top}v_{top} + m_{kugla}v_{kugla}$ **(1 bod)**

Akouzmemo u obzir da je $v_{top}$ = 3m/s, te da je $m_{top}/m_{kugla}$ = 10, slijedi:

$v_{kugla} = \frac{m_{top}}{m_{kugla}} v_{top}$ = 30m/s **(2boda)**

Kugla vrši horizontalni hitac.Vrijeme leta kugle isto je kao I vrijeme slobodnog pada kugle, jer nema početnu vertikalnu brzinu **(2boda)**

Stoga, vrijeme leta iznosi:

$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ =2 s (za g=10 m/s$^2$)ili 2.02 s (za g=9.81 m/s$^2$) **(1 bod)**

Domet hitca jednak je umnošku horizontalne brzine hica I vremena leta. **(2boda)**

Taj domet jednak je:

$D = v_{kugla}t$ = 60 m (za g=10 m/s$^2$)ili 60.6 m (za g=9.81 m/s$^2$) **(2boda)**

I jednak je udaljenosti na kojoj je kugla sletjela.

3. Napetost niti tijekom gibanja dolazi od djelovanja gravitacijske I centrifugalne sile na kuglu. **(1 bod)**

U trenutku kad je kugla u najvišoj točki putanje napetost je minimalna, jer je gravitacijska sila usmjerena točno prema centru rotacije. **(skica ili tvrdnja 1 bod)**

U trenutku kad je kugla u najnižoj točki putanje napetost je maksimalna, jer je gravitacijska sila usmjerena točno od centra rotacije. **(skica ili tvrdnja 1 bod)**

Da bi se dobio uvjet postavljen u zadatku, postavi se da je napetost initi u najvišoj točki, kad je minimalna, jednaka nuli. **(1 bod)**

Tad vrijedi:

$mg = \frac{mv^2}{R}$ **(1 bod)**

$v^2_{gore} = gR$ **(1 bod)**

Iz brzine u najvišoj točki putanje može se odrediti brzina u najnižoj točki putanje pomoću zakona o čuvanja energije. Neka je potencijalna energija u najnižoj točki jednaka nuli. Tad je u najvišoj točki jednaka mgh = mg(2R), jer je visina kruga jednaka njegovu promjeru. **(1 bod)**

Slijedi:

$\frac{mv^2_{dolje}}{2} = \frac{mv^2_{gore}}{2} + 2mgR$ **(1 bod)**

Kraćenjem slijedi da je $v^2_{dolje} = 5gR$ **(1 bod)**

Sila napetosti na dnu jednaka je $T = mg + F_{cf} = mg + mv^2_{dolje}/R$ **(1 bod)**
što uvrštavanjem daje T = 6mg, tj. tvrdnju traženu u zadatku. **(1 bod)**

4. Tijelo se giba jednoliko ubrzano niz kosinu. Sila koja ga ubrzava jest horizontalna komponenta gravitacijske sile, a sila koja ga usporava jest sila trenja. **(1 bod)**

Iz sličnosti trokuta slijedi:

$F_{g,\ nizkosinu} = mg/2$ **(2boda)**

$F_{tr} = kN = k mg \frac{\sqrt{3}}{2}$ **(2boda)**

Iz drugog Newtonovog zakona može se dobiti ubrzanje niz kosinu, koje se poveže s vremenom silaska niz kosinu:

$a = \frac{g}{2}(1 - k\sqrt{3})$ **(1 bod)**

$a = \frac{2s}{t^2}$ **(1 bod)**

Izjednačavanjem se dobije jednadžba s jednom nepoznanicom, te slijedi:

$k = \frac{1-\frac{4s}{gt^2}}{\sqrt{3}} = \frac{3}{4\sqrt{3}} = 0.43$ (za $g=10\ m/s^2$ iliza $g=9.81\ m/s^2$) **(2 boda)**

5. Promotrimo elastični sudar dvije kuglice u jednoj dimenziji, od kojih jedna miruje, a druga na nju nalijeće nekom brzinom v. U takvom sudaru vrijede zakoni očuvanja energije I količine gibanja. **(1bod)**

Vrijedi da je:

$m_1v_1 + 0 = m_1v'_1 + m_2v_2$ **(1 bod)**

$m_1\frac{v_1^2}{2} + 0 = m_1\frac{v'^2_1}{2} + m_2\frac{v_2^2}{2}$ **(1 bod)**

Nas zanima brzina $v_2$ u ovisnosti o $v_1$, pa ćemo iz prve jednadžbe izlučiti $v'_1$ i uvrstiti u drugu.Također, uzimamo u obzir da je $m_2/m_1 = 1/2$, prema uvjetu zadatka. Tad slijedi:

$v'_1 = v_1 - \frac{m_2}{m_1}v_2 = v_1 - \frac{v_2}{2}$ **(2 boda)**

Uvrštavanjem u drugujednadžbuslijedi:

$m_1\frac{v_1^2}{2} = m_1\frac{(v_1-\frac{v_2}{2})^2}{2} + m_2\frac{v_2^2}{2}$ **(1 bod)**

Dijeljenjem s $m_1$ i ponovno uzimanjem u obzir da je $m_2/m_1 = 1/2$ **(1 bod)**
te sređivanjem slijedi da je:

$v_2 = \frac{4v_1}{3} = 4m/s$ **(2boda)**