

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 2004/05.
Srednje škole - 1. grupa

Zadatak 1 (9 bodova)

U drveni blok mase 1 kg, obješen za nit zanemarive mase, vodoravno ispalimo tane mase 5 g. Tane ostane u meti koja se pomakne u položaj koji je za 3 cm viši od početnog. Odredite brzinu kojom je tane ispaljeno.

Zadatak 2 (10 bodova)

Vrijeme potrebno čovjeku da se (jednolikom brzinom) uspne pokretnim stepenicama kada one miruju, iznosi 10 s. Ako se stepenice gibaju (jednolikom brzinom), a čovjek miruje, onda to vrijeme iznosi 8 s. Za koje vrijeme bi čovjek došao do vrha stepenica kada bi on hodao i stepenice se gibale?

Zadatak 3 (12 bodova)

Jedan kraj ravne podloge polako podižemo dok se predmet na njoj ne počne klizati. Kut pri kojem se to dogodi iznosi 30° u odnosu na početni vodoravni položaj podloge. Odredite ubrzanje kojim će se taj predmet gibati kad podlogu nagnemo za daljnjih 15° .

Zadatak 4 (10 bodova)

U svemiru, daleko od drugih tijela, nalaze se tri kuglice. S jedne strane kuglice mase 100 g na udaljenosti 1 m nalazi se kuglica mase 200 g, a sa suprotne strane, na udaljenosti 1.2 m kuglica mase 250 g. Na koju kuglicu je gravitacijska sila najmanja, a na koju najveća? Odredite iznose tih sila. ($G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$)

Zadatak 5 (9 bodova)

Na glatkoj podlozi bez trenja leže dva utega međusobno povezana tankom nerastezljivom niti zanemarive mase. Mase utega iznose 100 g i 200 g, a najveća sila napetosti koju nit može podnijeti prije pucanja iznosi 1.4 N. Odredite maksimalnu silu kojom možemo djelovati na lakši uteg, a da nit ne pukne. Koliki je iznos te maksimalne sile ako ona djeluje na teži uteg?

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2004./05.
Srednje škole - 1. grupa - rješenja

Zadatak 1. (9 bodova)

Sudar taneta i drvenog bloka je savršeno neelastičan sudar, dakle vrijedi samo zakon očuvanja količine gibanja:

$$mv_0 = (m + M)v \quad \Rightarrow \quad v_0 = \frac{m + M}{m}v \quad (2)$$

Nakon sudara, kinetička energija, koju imaju zajedno drveni blok i tane, se pretvara u potencijalnu energiju:

$$\frac{1}{2}(m + M)v^2 = (m + M)g\Delta h \quad (3)$$

Odavde slijedi:

$$v^2 = 2g\Delta h \quad (2)$$

Korjenovanjem i uvrštavanjem u gornje izraze dobivamo vezu između pomaka Δh i početne brzine:

$$v_0 = \frac{m + M}{m} \sqrt{2g\Delta h} \quad (1)$$

Uvrštavanjem vrijednosti:

$$v_0 = 155.7 \text{ m/s} \quad (g = 10 \text{ m/s}^2) \quad \text{ili} \quad v_0 = 154.2 \text{ m/s} \quad (g = 9.81 \text{ m/s}^2) \quad (1)$$

Zadatak 2 (10 bodova)

Vrijeme da se čovjek uspe po mirnim stepenicama iznosi:

$$t_c = \frac{l}{v_c} \quad (1)$$

Slično, kada čovjek miruje, a stepenice se kreću:

$$t_s = \frac{l}{v_s} \quad (1)$$

Slijedi da je potrebno vrijeme kada se gibaju i stepenice i čovjek hoda:

$$t = \frac{l}{v_c + v_s} \quad (3)$$

Uvrštavanjem brzina v_c i v_s iz gornjih izraza:

$$t = \frac{l}{\frac{l}{t_c} + \frac{l}{t_s}} = \frac{1}{\frac{1}{t_c} + \frac{1}{t_s}} \quad (4)$$

Slijedi:

$$t = \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{1}{8}} = \frac{40}{9} = 4.44 \text{ s} \quad (1)$$

Zadatak 3 (12 bodova)

Kad je podloga nagnuta za 30° sila trenja i komponenta sile teže uzduž kosine se poništavaju. Iz dijagrama sila dobivamo:

$$\mu mg \frac{\sqrt{3}}{2} = mg \frac{1}{2} \quad (2)$$

Odavde dobivamo iznos koeficijenta trenja između tijela i podloge:

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{3}} \quad (3)$$

Naginjanjem podloge za dodatnih 15° ukupni nagib je 45° . Iz dijagrama sila nalazimo da uzduž kosine vrijedi sljedeći oblik II Newtonovog zakona:

$$ma = mg \frac{1}{\sqrt{2}} - \mu mg \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{mg}{\sqrt{2}}(1 - \mu) \quad (4)$$

Odavde slijedi ubrzanje tijela:

$$a = \frac{g}{\sqrt{2}}(1 - \mu) = \frac{g}{\sqrt{2}} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right) \quad (2)$$

Uvrštavanjem vrijednosti:

$$a = 2.99 \text{ m/s}^2 \quad (g = 10 \text{ m/s}^2) \quad \text{ili} \quad a = 2.93 \text{ m/s}^2 \quad (g = 9.81 \text{ m/s}^2) \quad (1)$$

Zadatak 4 (10 bodova)

Očito ukupna sila je najmanja na kuglicu mase 100 g koja je u sredini ($m_1 = 200 \text{ g}$, $m_2 = 100 \text{ g}$, $m_3 = 300 \text{ g}$). Njen iznos je:

$$F_2 = F_{\min} = G \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2} - G \frac{m_3 m_2}{r_{23}^2} = 1.76 \times 10^{-13} \text{ N} \quad (4)$$

Sile na kuglice m_1 i m_3 jednake su:

$$F_1 = G \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2} + G \frac{m_1 m_3}{(r_{12} + r_{23})^2}, \quad F_3 = G \frac{m_3 m_2}{r_{23}^2} + G \frac{m_3 m_1}{(r_{12} + r_{23})^2} \quad (2)$$

U oba izraza drugi član je isti, a prvi je veći u F_1 (što se vidi iz F_{\min}). Dakle:

$$F_{\max} = F_1 > F_3 > F_2 = F_{\min} \quad (3)$$

Uvrštavanjem dobivamo traženi iznos:

$$F_{\max} = 2.02 \times 10^{-12} \text{ N} \quad (1)$$

Zadatak 5 (9 bodova)

Kada na sustav djelujemo silom na lakši uteg, napetost niti potječe od težeg utega. Ako je pripadna granična sila 1.4 N, onda je maksimalna akceleracija koju sustav može imati jednaka:

$$a = \frac{F_N}{M} = \frac{1.4}{0.2} = 7 \text{ m/s}^2 \quad (2)$$

Ako se sustav ubrzava tom akceleracijom, tada znači da na njega djeluje sila:

$$F = (m + M)a \quad (2)$$

Uvrštavanjem:

$$F = 0.3 \times 7 = 2.1 \text{ N} \quad (1)$$

Ako vanjska sila djeluje na teži uteg, onda napetost niti potječe od lakšeg utega. Slično kao i gore slijedi:

$$a' = \frac{F_N}{m} = \frac{1.4}{0.1} = 14 \text{ m/s}^2 \quad (2)$$

Za ovu akceleraciju, vanjska sila iznosi:

$$F' = (m + M)a' \quad (1)$$

Uvrštavanjem:

$$F' = 0.3 \times 14 = 4.2 \text{ N} \quad (1)$$