

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2007/2008 – 18. ožujka 2008.
Srednje škole – 1. grupa

1. zadatak (10 bodova)

Malo tijelo slobodno pada bez početne brzine s visine h . Posljednjih 30 m puta prijeđe za 1.5 s. Otpor zraka je zanemariv.

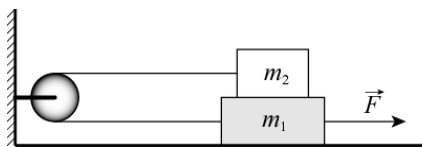
- a) S koje je visine tijelo palo?
- b) Kolika je brzina tijela u trenutku pada na zemlju?

2. zadatak (10 bodova)

Saonice mase 350 kg spuštaju se niz brijeg nagiba 30° u odnosu na horizontalu stalnom brzinom 18 km/h bez uključivanja motora. Kolika je najmanja potrebna snaga motora kako bi se saonice gibale istom brzinom uz brijeg?

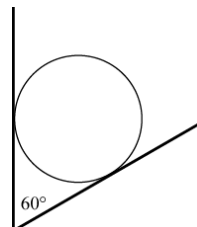
3. zadatak (10 bodova)

Na glatkoj horizontalnoj podlozi nalaze se dva tijela masa $m_1 = 2$ kg i $m_2 = 1$ kg. Tijela su povezana nerastezljivim užetom zanemarive mase preko koloture zanemarive mase. Odredite silu F kojom je potrebno vući donje tijelo kako bi se ono gibalo stalnim ubrzanjem 5 m/s^2 . Koeficijent trenja između dva tijela iznosi 0.5, a trenje između donjeg tijela i horizontalne podloge je zanemarivo.



4. zadatak (9 bodova)

Kugla mase 3 kg nalazi se između dvije ravne glatke ploče koje međusobno zatvaraju kut 60° . Izračunajte sile kojima kugla djeluje na ploče.

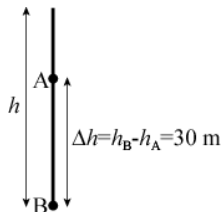


5. zadatak (11 bodova)

Drveni klin mase 20 kg zabija se okomito u tlo uzastopnim udarcima malja mase 50 kg. S koje visine malj slobodno pada na gornju površinu klina, ako klin prilikom svakog udara malja ulazi u tlo za 10 cm, a srednja sila koja se protivi prodiranju klina u tlo je stalna i iznosi 2 500 N? Pretpostavite da je sudar između malja i klina potpuno neelastičan tj. da se nakon sudara malj i klin nastavljaju zajedno gibati.

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2007/2008 – 18. ožujka 2008.
Srednje škole – 1. grupa
Rješenja i smjernice za bodovanje

1. zadatak (10 bodova)



Uvedimo oznake kao na slici. Vrijede sljedeće jednadžbe:

$$\Delta h = h_B - h_A = \frac{v_B^2}{2g} - \frac{v_A^2}{2g} \quad (1)$$

$$\Delta t = t_B - t_A = \frac{v_B}{g} - \frac{v_A}{g} \quad (1)$$

Iz druge jednadžbe slijedi:

$$v_B - v_A = g \Delta t$$

Uvrštavanjem u prvu jednadžbu dobije se:

$$v_B^2 - v_A^2 = 2g \Delta h$$

$$(v_B - v_A)(v_B + v_A) = 2g \Delta h$$

$$g \Delta t (v_B + v_A) = 2g \Delta h \quad (5)$$

$$v_B + v_A = \frac{2\Delta h}{\Delta t}$$

Rješavanjem sustava jednadžbi dobije se da je brzina u trenutku pada na tlo jednaka:

$$v_B = \frac{g \Delta t}{2} + \frac{\Delta h}{\Delta t} \quad (1)$$

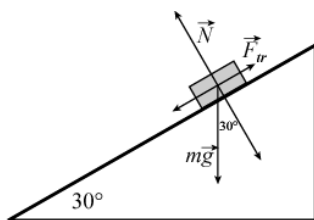
$$v_B = 27.36 \text{ m/s} \quad (g = 9.81 \text{ m/s}^2); \quad v_B = 27.5 \text{ m/s} \quad (g = 10 \text{ m/s}^2) \quad (1)$$

Visina s koje je tijelo palo iznosi:

$$h = \frac{v_B^2}{2g}$$

$$h = 38.15 \text{ m} \quad (g = 9.81 \text{ m/s}^2); \quad h = 38.81 \text{ m/s} \quad (g = 10 \text{ m/s}^2) \quad (1)$$

2. zadatak (10 bodova)



(1)

Prilikom spuštanja saonica niz brijeg vrijede sljedeće jednadžbe:

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

$$ma = \frac{1}{2}mg - F_{ir} \quad (1)$$

Uvrštavanjem $F_{ir} = \mu N$ u drugu jednadžbu dobije se da je ubrzanje saonica prilikom spuštanja niz brijeg jednako:

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

Iz uvjeta zadatka da se saonice spuštaju stalnom brzinom slijedi da je ubrzanje saonica $a = 0$ te da je koeficijent trenja jednak:

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

Kada se saonice gibaju uz brijeg, ukupna sila koja na njih djeluje jednaka je:

$$F = \frac{1}{2}mg + F_{ir}$$

$$F = \frac{1}{2}mg + \mu \frac{\sqrt{3}}{2}mg$$

$$F = mg \quad (2)$$

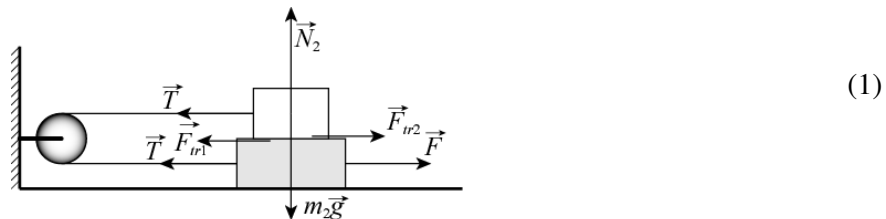
Snaga motora troši se na svladavanje ukupne sile te je jednaka:

$$P = Fv \quad (1)$$

$$P = mgv = 17.2 \text{ kW} \quad (g = 9.81 \text{ m/s}^2); \quad P = 17.5 \text{ kW} \quad (g = 10 \text{ m/s}^2) \quad (1)$$

3. zadatak (10 bodova)

Sile koje djeluju na tijela prikazane su na slici:



Primjenom drugog Newtonovog zakona dobivamo sljedeće jednadžbe:

$$m_1 a = F - T - F_{ir1} \quad (2)$$

$$-m_2 a = -T + F_{ir2} \quad (2)$$

Sile trenja su jednakog iznosa $F_{ir1} = F_{ir2}$ te vrijedi:

$$F_{ir1} = F_{ir2} = \mu m_2 g \quad (1)$$

Uvrštavanjem prethodnog izraza u gornji sustav jednadžbi te njegovim rješavanjem dobije se:

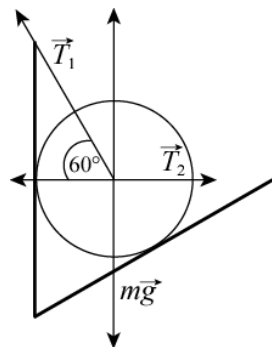
$$T = m_2(a + \mu g)$$

$$F = m_1 a + m_2(a + 2\mu g) \quad (3)$$

$$F = 24.81 \text{ N} \quad (g = 9.81 \text{ m/s}^2); \quad F = 25 \text{ N} \quad (g = 10 \text{ m/s}^2) \quad (1)$$

4. zadatak (9 bodova)

Na slici su prikazane sve sile koje djeluju na kuglu (sila reakcije podloge \vec{T}_1 rastavljena je na komponente):



(3)

U ravnoteži zbroj svih sila jednak je nuli. Prema tome, vrijedi:

$$mg = \frac{\sqrt{3}}{2} T_1$$

$$T_2 = \frac{1}{2} T_1 \quad (3)$$

Prema trećem Newtonovom zakonu sila kojom ploča djeluje na kuglu jednakog je iznosa i suprotnog smjera sili kojom kugla djeluje na ploču. Tražene sile kugle na ploče iznose:

$$T_1 = \frac{2}{\sqrt{3}} mg = 34 \text{ N}$$

$$T_2 = \frac{1}{\sqrt{3}} mg = 17 \text{ N} \quad (3)$$

5. zadatak (11 bodova)

Brzina malja u trenutku udara na gornju površinu klina:

$$H = \frac{v^2}{2g} \Rightarrow v = \sqrt{2gH} \quad (2)$$

Sudar je potpuno neelastičan tj. nakon sudara malj i klin se gibaju zajedno. Zakon očuvanja količine gibanja glasi:

$$m_1 v = (m_1 + m_2) V \quad (2)$$

Brzina malja i klina na početku njihovog zajedničkog gibanja je:

$$V = \frac{m_1}{m_1 + m_2} v = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \sqrt{2gH} \quad (1)$$

Ukupna energija sustava malj+klin troši se na svladavanje sile koja se protivi zabijanju klina u tlo. Zakon očuvanja energije glasi:

$$\frac{1}{2} (m_1 + m_2) V^2 + (m_1 + m_2) gh = Fh \quad (2)$$

Uvrštavanjem izraza za brzinu V te nakon sređivanja dobije se izraz za visinu H :

$$\frac{m_1^2 g H}{(m_1 + m_2)} + (m_1 + m_2) gh = Fh$$

$$H = \frac{(m_1 + m_2) h}{m_1^2 g} (F - (m_1 + m_2) g)$$

$$H = 0.518 \text{ m} \quad (g = 9.81 \text{ m/s}^2); \quad H = 0.504 \text{ m} \quad (g = 10 \text{ m/s}^2) \quad (4)$$