ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2002. - 1. grupa

Zadatak 1 (10 bodova)

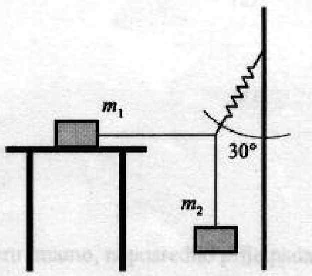
Na ravnu podlogu stavljena je svijeća visine 20 cm, na udaljenost *d* od okomitog zida. Na udaljenosti *d* od te svijeće (i na udaljenost 2*d* od zida) nalazi se druga svijeća visine 15 cm. Obje svijeće počinju goriti istovremeno, te ona bliža zidu izgori za 10 minuta, a druga izgori za 30 min. Odredite u kojem trenutku sjena svijeće padne točno na mjesto spoja podloge i okomitog zida. (Pretpostavite da je veličina plamena puno manja od ostalih dimenzija, te da plamen odgovara vrhu svijeće.)

Zadatak 2 (10 bodova)

Sa vrha kockastog sanduka tijelo je bačeno početnom brzinom u vodoravnom smjeru. Nakon pada na vodoravnu podlogu, tijelo se bez odskakanja i kotrljanja nastavi gibati, te se zaustavi nakon što prevali put od 2 m. Odredite visinu sanduka, ako je koeficijent trenja između podloge i tijela jednak 0.23, te ako je u trenutku pada tijela smjer njegove brzine bio otklonjen za 45° u odnosu na podlogu. (Zanemarite trenje sa zrakom.)

Zadatak 3 (10 bodova)

Sustav koji se sastoji od dva tijela (jedno slobodno visi, a drugo je na postolju), te užeta i opruge zanemarivih masa (vidi sliku) nalazi se u Zemljinom gravitacionom polju. Kolika mora biti najmanja vrijednost koeficijenta trenja između tijela i postolja da bi sistem bio u ravnoteži?
$m_1 = 1.5$ kg, $m_2 = 1.1$ kg.



Zadatak 4 (10 bodova)

Četiri utega, međusobno razmaknuta 40 cm, obješena su na vodoravno postavljenu (nesavitljivu) šipku duljine 1.2 m i zanemarive mase. Najlakši uteg mase 1 kg nalazi se na rubu, a dalje, redom, slijede utezi od 3 kg, 5 kg, te najteži mase 7 kg. Na kojem mjestu treba postaviti oslonac s točkastim vrhom tako da sustav bude u ravnoteži?

Zadatak 5 (10 bodova)

Konstrukcija specijalnog uređaja (*mini-topa*) koji može izbacivati male kuglice ima masu 9 kg. Masa kuglica (*municije*) koje uređaj ispaljuje je 18 mg, a brzina kojom ih ispaljuje jednaka je 2100 kuglica u minuti. Odredite početnu akceleraciju uređaja, ako kuglice ispaljuje u vodoravnom smjeru početnom brzinom od 8 m/s. Uređaj u početku miruje na vodoravnoj podlozi sa zanemarivim trenjem. (Pretpostavite da se masa svih kuglica kojima je uređaj napunjen može zanemariti u odnosu na masu samog uređaja.)

ŽN – **Rezultati zadataka 1. grupe (2002) i smjernice za bodovanje**

Zadatak 1 (10 bodova)

Da bi sjena svijeće pala u spoj podloge i zida, visina udaljenije (od zida) svijeće mora biti dva puta veća od visine bliže svijeće:

$$h_2 = 2 \times h_1 \qquad (1)$$

Označimo s t_0 trenutak u kojem je zadovoljen taj uvjet. Ovisnost visine svijeće o vremenu se može lako dobiti, s obzirom da je brzina izgaranja jednolika, kao:

$$h_1(t) = H_1 - v_1 t$$
$$h_2(t) = H_2 - v_2 t \qquad (4)$$

gdje je H_1 (H_2) početna visina, i v_1 (v_2) brzina izgaranja bliže (udaljenije) svijeće.
Brzine izgaranja svijeća iznose:

$$v_1 = 2\,\mathrm{cm/min}$$
$$v_2 = 0.5\,\mathrm{cm/min}$$

Slijedi uvjet za t_0:

$$h_2(t_0) = 2h_1(t_0) \quad \Rightarrow \quad H_2 - 2H_1 = (v_2 - 2v_1)t_0 \qquad (2)$$

Odatle dobivamo traženo vrijeme:

$$t_0 = \frac{H_2 - 2H_1}{v_2 - 2v_1} \qquad (2)$$

Uvrštavanjem:

$$t_0 = \frac{15 - 2\times 20}{0.5 - 2\times 2} = \frac{25}{3.5} = \frac{50}{7} = 7.143\,\mathrm{min} \qquad (1)$$

Zadatak 2 (10 bodova)

Iz zakona očuvanja energije i zbog neovisnost gibanja u x i y smjeru imamo, neposredno prije pada na podlogu (ili: iz izraza koji vrijede za horizontalni hitac):

$$v_x = v_0$$
$$v_y = \sqrt{2gh} \qquad (1)$$

S obzirom da smjer brzine u tom trenutku s vodoravnom podlogom zatvara kut 45°:

$$v_x = v_y = \sqrt{2gh} \qquad (2)$$

U trenutku pada na podlogu, brzina u y smjeru se 'poništi', a u x smjeru se ne promijeni. Zato za gibanje po podlozi s trenjem možemo pisati:

$$\frac{1}{2} m v_x^2 = \mu \times mg \times L \quad \Rightarrow \quad v_x = \sqrt{2\mu g L} \qquad (4)$$

Iz gornjih izraza se može dobiti:

$$\sqrt{2gh} = v_y = v_x = \sqrt{2\mu g L} \quad \Rightarrow \quad h = \mu L \qquad (2)$$

Uvrštavanjem:

$$h = 0.46\,\mathrm{m}. \qquad (1)$$

Zadatak 3 (10 bodova)

Rezultantna sila u spojištu užeta mora biti otklonjena pod kutem od 30° od okomice. Iz vektorskog dijagrama sila:

$$m_2 g : N = \frac{\sqrt{3}}{2} : \frac{1}{2} = \sqrt{3} \qquad (4)$$

gdje je N napetost koju prenosi nit. Osim toga mora vrijediti:

$$N \leq \mu \times m_1 g \qquad (3)$$

Kombiniranjem tih dviju relacija slijedi:

$$\mu m_1 g \geq N = \frac{m_2 g}{\sqrt{3}} \quad \Rightarrow \quad \mu \geq \frac{m_2}{m_1\sqrt{3}} \qquad (2)$$

Uvrštavanjem:

$$\mu \geq 0.4234 \qquad (1)$$

Zadatak 4 (10 bodova)

Očito će traženi položaj biti na dijelu šipke na kojoj se nalaze utezi od 5 kg i 7 kg. Označimo s x taj položaj npr. u odnosu na položaj utega mase 5 kg, na djelu šipke između njega i utega od 7 kg. Tada iz 'zakona poluge' možemo dobiti uvjet na ravnotežu:

$$1\text{kg} \times (2d + x) + 3\text{kg} \times (d + x) + 5\text{kg} \times x = 7\text{kg} \times (d - x) \qquad (6)$$

(s d smo označili međusobnu udaljenost utega, $d = 40$ cm).
Rješavanjem gornje jednadžbe, dobivamo:

$$2d + x + 3d + 3x + 5x = 7d - 7x \quad \Rightarrow \quad x = \frac{2}{16} d \qquad (3)$$

Uvrštavanjem:

$$x = \frac{40}{8} = 5\,\text{cm} \qquad (1)$$

Zadatak 5 (10 bodova)

Na čitav uređaj u kratkom djeliću vremena Δt djeluje impuls sile:

$$F\Delta t = M\Delta v \qquad (2)$$

gdje je M masa uređaja, a Δv iznos za koji se promijeni brzina u kratkom vremenu Δt. To možemo naći iz zakona očuvanja impulsa:

$$M\Delta v = mv \times v_n \Delta t \qquad (3)$$

(v_n – brzina ispaljivanja kuglica mase m brzinom v). Kombiniranjem dobivamo silu:

$$F\Delta t = M\Delta v = mv \times v_n \Delta t \quad \Rightarrow \quad F = mv \times v_n \qquad (3)$$

Odatle slijedi da je akceleracija jednaka:

$$a = \frac{F}{M} = \frac{m}{M} v \times v_n \qquad (1)$$

Uvrštavanjem:

$$a = 5.6 \cdot 10^{-4}\ \text{m/s}^2 \qquad (1)$$