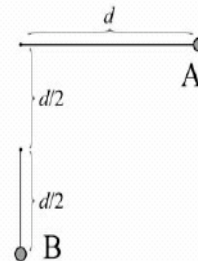


ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE
Srednje škole – 1. grupa

Zadatak 1 (10 bodova)

Dvije kuglice A i B obješene su na dvije nerastezljive niti zanemarive mase, jedna ispod druge, kao na slici. Kuglicu A izvedemo iz položaja ravnoteže pod kutem od 90° u odnosu na okomicu (tako da nit bude vodoravna) i pustimo da se slobodno giba. U najnižoj točki gibanja ona se zalijepi za kuglicu B, te se nakon toga one zajedno otklone pod kutem od 90° tako da kraća nit bude vodoravna. Odredite kako se odnose mase kuglica. (Zanemarite trenje.)

**Zadatak 2** (10 bodova)

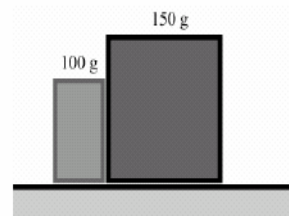
Pri polijetanju aviona s piste, rezultantna sila (tj. sila nastala kombinacijom motora i prikladnim oblikom/nagibom krila) koja djeluje na avion iznosi 150 kN, u smjeru 30° u odnosu na pistu. Odredite masu aviona i njegovu pripadnu vodoravnu komponentu akceleracije, ako je poznato da se u okomitom smjeru avion giba jednolikom brzinom. (Pretpostavite da je usporenje zbog trenja sa zrakom zanemarivo.)

Zadatak 3 (10 bodova)

Metalna kuglica mase 10 g rotira bez trenja, frekvencijom 30 okretaja u minuti, po vodoravnoj podlozi opisujući kružnicu polumjera 50 cm. Nit kojom je kuglica vezana za središte vrtnje je nerastezljiva i zanemarive mase. Na jednom dijelu kružnice, uz sam rub putanje, nalazi se mali sklop s elektromagnetom; kada je uključen, on pri svakom prolazu kuglice na nju djeluje silom od 1 N u kratkom vremenskom intervalu od 1 ms (neovisno o brzini kuglice). Koliko će puta kuglica proći pokraj elektromagneta (nakon njegova uključivanja) prije nego što nit pukne, ako maksimalna sila napetosti koju ona može podnijeti iznosi 2 N?

Zadatak 4 (10 bodova)

Dva bloka – jedan metalni mase 100 g, a drugi drveni mase 150 g – nalaze se na ravnoj podlozi, jedan do drugog (vidi sliku). Kojom silom treba djelovati na metalni blok (s lijeve strane) ako želimo da ona uzrokuje gibanje akceleracijom od 1.2 m/s^2 ?



Koeficijenti trenja između pojedinih materijala i podloge iznose $\mu_{\text{metal}} = 0.2$ i $\mu_{\text{drvo}} = 0.3$.

Zadatak 5 (10 bodova)

Pokraj policijske patrola koja kontrolira brzinu vozila na cesti projuri automobil (jednolikom) brzinom od 72 km/h. Kako je to brže od maksimalne dozvoljene brzine, patrola je odlučila krenuti za nesavjesnim vozačem. Međutim, zbog međusobnog dogovaranja tko će voziti policijski auto krenuli su tek nakon jedne minute. Kolikom najmanjom (jednolikom) akceleracijom mora voziti policijska patrola ako želi uhvatiti 'prebrzog' vozača prije velikog križanja koje je od mjesta polaska patrola udaljeno 3.6 km? Koju će brzinu imati policijski automobil u trenutku sustizanja 'odbjeglog' vozača?

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE
Srednje škole – 1. grupa - rješenja i bodovanje

Zadatak 1. (10 bodova)

Potencijalna energija kuglice A u početnom položaju pretvara se u najnižoj točki u kinetičku:

$$m_A g d = \frac{1}{2} m_A v_A^2 \quad \Rightarrow \quad v_A = \sqrt{2gd} \quad (2)$$

U najnižoj točki kuglice se spoje, pa možemo upotrijebiti zakon očuvanja impulsa:

$$m_A v_A = (m_A + m_B) v \quad (2)$$

Kinetička energija spojenih kuglica će se pretvoriti u potencijalnu energiju:

$$\frac{1}{2} (m_A + m_B) v^2 = (m_A + m_B) g \frac{d}{2} \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{gd} \quad (2)$$

Uvrštavanjem brzina v i v_A u gore napisani zakon očuvanja impulsa daje:

$$m_A \sqrt{2gd} = (m_A + m_B) \sqrt{gd} \quad (3)$$

Odatle se dobiva traženi omjer:

$$\frac{m_B}{m_A} = \sqrt{2} - 1 = 0.4142 \quad \text{ili} \quad \frac{m_A}{m_B} = \sqrt{2} + 1 = 2.4142 \quad (1)$$

Zadatak 2. (10 bodova)

Promatramo posebno gibanje aviona u vodoravnom i okomitom smjeru. Iz činjenice da se u okomitom smjeru avion giba konstantnom brzinom zaključujemo da je okomita komponenta ukupne sile potiska upravo dostatna da poništi težinu aviona:

$$v_{\perp} = \text{const.} \quad \Rightarrow \quad a_{\perp} = 0 \quad \Rightarrow \quad F_{\perp} = mg \quad (3)$$

Iz trokuta (sila) nalazimo okomitu komponentu potisne sile, te iz nje masu aviona:

$$F_{\perp} = \frac{1}{2} F = 75000 \text{ N} \quad (2)$$

$$m = \frac{F_{\perp}}{g} = 7500 \text{ kg} \quad (1)$$

U vodoravnom smjeru avion ubrzava vodoravna komponenta ukupne potisne sile, pa je njena akceleracija (vodoravna komponenta) jednaka:

$$F_{\parallel} = \frac{\sqrt{3}}{2} F \quad (2)$$

$$a_{\parallel} = \frac{F_{\parallel}}{m} = \frac{\sqrt{3}F}{2m} = \sqrt{3}g \text{ m/s}^2 = 17.32 \text{ m/s}^2 \quad (2)$$

Zadatak 3. (10 bodova)

Svakim prolaskom pokraj elektromagneta, na kuglicu djeluje impuls sile koji se dodaje na njenu ukupnu količinu gibanja:

$$m(v + \Delta v) = mv + F \Delta t \quad (2)$$

Nakon N prolazaka, ukupna količina gibanja jednaka je (v_0 – početna brzina prije uključivanja elektromagneta):

$$mv = mv_0 + N \times F \Delta t \quad \Rightarrow \quad v = v_0 + \frac{1}{m} N F \Delta t \quad (3)$$

Maksimalna brzina kojom se kuglica može gibati prije pucanja niti iznosi:

$$\frac{mv^2}{R} = T \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{RT}{m}} \quad (2)$$

Uvrštavanjem i sređivanjem dobivamo uvjet na broj prolazaka:

$$\sqrt{\frac{RT}{m}} = v_0 + \frac{1}{m} NF\Delta t \quad \Rightarrow \quad N = \frac{m}{F\Delta t} \left(\sqrt{\frac{RT}{m}} - v_0 \right) = \frac{m}{F\Delta t} \left(\sqrt{\frac{RT}{m}} - 2R\pi f \right) \quad (2)$$

gdje je f početna frekvencija kojom se kuglica vrti. Uvrštavanjem:

$$N = 84,3 \text{ krugova} \quad (1)$$

Dakle, nit će puknuti odmah nakon 85-tog prolaska. [Napomena: učeniku valja priznati sve bodove zadatka, neovisno o tome je li napisao zadnju rečenicu i/ili ako je točno rješenje izrečeno na neki drugi – analogan – način.]

Zadatak 4. (10 bodova)

Drugi Newtonov zakon za metalni blok glasi:

$$m_{\text{metal}} a = F - \mu_{\text{metal}} m_{\text{metal}} g - T \quad (3)$$

gdje je T sila kojom drveni blok djeluje na metalni. Slično možemo napisati drugi Newtonov zakon za drveni blok:

$$m_{\text{drvo}} \tilde{a} = \tilde{T} - \mu_{\text{drvo}} m_{\text{drvo}} g \quad (3)$$

S obzirom da se tijela gibaju zajedno:

$$T = \tilde{T} \quad \text{i} \quad a = \tilde{a} \quad (1)$$

Zbrajanjem prva dva izraza dobivamo:

$$(m_{\text{metal}} + m_{\text{drvo}}) a = F - (\mu_{\text{metal}} m_{\text{metal}} + \mu_{\text{drvo}} m_{\text{drvo}}) g \quad (1)$$

Odtale slijedi tražena sila:

$$F = (m_{\text{metal}} + m_{\text{drvo}}) a + (\mu_{\text{metal}} m_{\text{metal}} + \mu_{\text{drvo}} m_{\text{drvo}}) g \quad (1)$$

Uvrštavanjem:

$$\begin{aligned} F &= 0,950 \text{ N} && (g = 10 \text{ m/s}^2) \text{ ili} \\ F &= 0,938 \text{ N} && (g = 9,81 \text{ m/s}^2) \end{aligned} \quad (1)$$

Zadatak 5. (10 bodova)

Za vozača 'odbjeglog' automobila, koji vozi jednolikom brzinom, vrijedi:

$$v_1 \times 60 \text{ s} + v_1 t = 3600 \text{ m} \quad (3)$$

Odatle možemo dobiti vrijeme t (računajući od momenta kretanja policijskog auta) za koje će on doći do križanja:

$$t = (3600 - 20 \times 60) / 20 = 120 \text{ s} \quad (2)$$

Za to vrijeme policijska treba preći taj isti put, gibajući se jednoliko ubrzano:

$$3600 = \frac{a}{2} t^2 \quad \Rightarrow \quad a = \frac{2 \times 3600}{120^2} = 0,5 \text{ m/s}^2 \quad (3)$$

U momentu sustizanja, policijski auto ima brzinu:

$$v = at = 0,5 \times 120 = 60 \text{ m/s} \quad \text{ili} \quad v = 216 \text{ km/h} \quad (2)$$