

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 2005/06.
Srednje škole - 1. grupa

1. zadatak (11 bodova)

Tijelo ispalimo u vis početnom brzinom od 0.95 m/s. Uslijed djelovanja sile teže i trenja sa zrakom, tijelo će dostići neku visinu, te će se nakon nekog vremena – opet uslijed zajedničkog djelovanja sile teže i sile trenja – vratiti nazad u početnu točku. Odredite vrijeme za koje će to tijelo pasti nazad otkud je i ispaljeno, ako je sila trenja sa zrakom konstantna (neovisna o položaju, brzini i akceleraciji tijela), te iznosi deset posto težine tijela.

2. zadatak (11 bodova)

Vlak prometuje između dva mjesta A i B na sljedeći način: nakon polaska iz mjesta A vozi jednoliko ubrzano 15 minuta, dok ne dostigne najveću dozvoljenu brzinu od 50 km/h. Zatim se tom brzinom vozi sljedećih pola sata. 15 minuta prije dolaska u mjesto B vlak počinje jednoliko usporavati. U mjestu B vlak stoji 10 minuta, nakon čega polazi nazad prema mjestu A, na isti način kao što je to radio kada je *kretao* iz mjesta A (jednoliko ubrzavanje u trajanju od 15 minuta; dostizanje i vožnja najvećom dozvoljenom brzinom pola sata; početak jednolikog usporavanja 15 min prije dolaska u mjesto A). Za čitav tijek putovanja nacrtajte:

- graf ovisnosti akceleracije o vremenu ($a-t$)
- graf ovisnosti brzine o vremenu ($v-t$)
- graf ovisnosti položaja o vremenu ($x-t$)

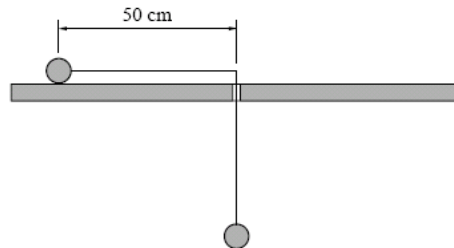
Kolika je udaljenost između mjesta A i B? (Zaobljene dijelove grafa **nije potrebno** točno crtati; dovoljno ih je samo skicirati zaobljene.)

3. zadatak (9 bodova)

Metalna kocka giba se brzinom v po horizontalnoj podlozi i sudara se s kockom od plastelina za koju se zalijepi. Zajedno nastavljajući gibanje, naiđu na kosinu duljine 80 cm, nagnutu pod kutom od 30° s obzirom na podlogu. Koliki treba biti minimalni iznos brzine v da bi zajedno spojene kocke došle do kraja kosine, ako je kocka od plastelina 1.5 puta teža od metalne kocke? Zanemarite trenje.

4. zadatak (9 bodova)

Dvije kuglice jednakih masa – od kojih jedna visi, a druga može rotirati bez trenja u vodoravnoj ravnini (vidi sliku) – povezane su nerastezljivom niti zanemarive mase. Kolika će biti početna akceleracija donje kuglice ako gornjoj damo brzinu 2 m/s, u smjeru okomitom na polumjer kružnice, koji iznosi 50 cm? U kojem će se smjeru početi gibati donja kuglica?



5. zadatak (10 bodova)

Koristeći pogonsku snagu motora, snježne saonice se gibaju po vodoravnom snjegovitom terenu velikog koeficijenta trenja, brzinom od 7 km/h. Kojom bi se brzinom saonice gibale *niz* sličnu kosinu nagiba 30° , ako se *uz* tu kosinu gibaju brzinom od 5 km/h? Pretpostavite da je u sva tri slučaja snaga koju daje motor ista.

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 2005/06.
Srednje škole - 1. grupa

Rješenja i smjernice za bodovanje

1. zadatak (11 bodova)

Kada tijelo ispalimo u vis na njega, u istom smjeru, djeluju i sila teža i trenje:

$$ma_{\uparrow} = mg + F \quad \Rightarrow \quad a_{\uparrow} = g + F/m \quad (2)$$

To je ujedno i iznos akceleracije kojom se tijelo usporava.

Iz toga možemo dobiti vrijeme potrebno da se tijelo popne u najvišu točku:

$$t_{\uparrow} = \frac{v_0}{a_{\uparrow}} = \frac{v_0}{g + F/m} \quad (1)$$

S obzirom da je

$$F/m = 0.1mg/m = 0.1g \quad (1)$$

dobivamo za vrijeme do najviše točke:

$$t_{\uparrow} = 0.08636 \text{ s } (g = 10 \text{ m/s}^2) \quad \text{ili} \quad 0.08804 \text{ s } (g = 9.81 \text{ m/s}^2) \quad (1)$$

Pripadna visina do koje je tijelo došlo:

$$v_0^2 = 2a_{\uparrow}h \quad \Rightarrow \quad h = \frac{v_0^2}{2a_{\uparrow}} = \frac{v_0^2}{2(g + F/m)} \quad (1)$$

Nakon što dosegne tu maksimalnu visinu, tijelo počne padati. Ovaj puta je ubrzanje:

$$ma_{\downarrow} = mg - F \quad \Rightarrow \quad a_{\downarrow} = g - F/m \quad (2)$$

Vrijeme da sa visine h tijelo padne nazad dolje iznosi:

$$h = \frac{1}{2}a_{\downarrow}t_{\downarrow}^2 = \frac{1}{2}(g - F/m)t_{\downarrow}^2 \quad \Rightarrow \quad t_{\downarrow} = \sqrt{\frac{2h}{g - F/m}} \quad (1)$$

Uvrštavanjem gornjeg izraza za h , dobivamo vrijeme:

$$t_{\downarrow} = v_0 \sqrt{\frac{1}{g^2 - F^2/m^2}} = 0.09548 \text{ s } (g = 10 \text{ m/s}^2) \quad \text{ili} \quad 0.09733 \text{ s } (g = 9.81 \text{ m/s}^2) \quad (1)$$

Ukupno vrijeme jednako je zbroju ovih dvaju vremena:

$$t = t_{\uparrow} + t_{\downarrow} = 0.1818 \text{ s } (g = 10 \text{ m/s}^2) \quad \text{ili} \quad 0.1854 \text{ s } (g = 9.81 \text{ m/s}^2) \quad (1)$$

2. zadatak (11 bodova)

Grafovi i pripadni bodovi dani su na zadnjem listu rješenja. (Napomena: grafovi ne trebaju biti na *mm*-papiru. Bitno je, međutim, da su pravilno definirani, te su sve bitne točke na pojedinim grafovima *jasno i nedvosmisleno* označene.)

Tijekom računanja x - t dijagrama dobiva se i udaljenost između mjesta A i B:

$$D = 37.5 \text{ km} \quad (2)$$

3. zadatak (9 bodova)

Za sudar kocaka vrijedi zakon očuvanja količine gibanja:

$$mv = (m + M)v' \quad \Rightarrow \quad v' = \frac{m}{m + M}v = \frac{1}{1 + M/m}v \quad (2)$$

Tako spojena tijela imaju kinetičku energiju koja se mora pretvoriti u potencijalnu energiju na vrhu kosine:

$$\frac{1}{2}(m+M)v'^2 = (m+M)gh \Rightarrow v'^2 = 2gh \quad (2)$$

Uvrštavanjem brzine nakon sudara dobivamo:

$$\frac{1}{1+M/m}v = \sqrt{2gh} \Rightarrow v = (1+M/m)\sqrt{2gh} \quad (2)$$

Visinu možemo dobiti iz duljine kosine i kuta od 30° :

$$h = l/2 = 40 \text{ cm} \quad (2)$$

Konačno dobivamo za početnu brzinu v :

$$v = 7.071 \text{ m/s } (g = 10 \text{ m/s}^2) \text{ ili } v = 7.004 \text{ m/s } (g = 9.81 \text{ m/s}^2) \quad (1)$$

4. zadatak (9 bodova)

Na sistem dviju kuglica djeluju dvije sile:

- sila teža prema dolje od donje kuglice (1)

- inercijalna (centripetalna) sila prema gore od gornje kuglice (1)

Drugi Newtonov zakon za sistem tih dviju kuglica glasi:

$$(m+m)a = mg - \frac{mv^2}{R} \quad (4)$$

Odavde za akceleraciju a izlazi:

$$a = \frac{1}{2} \left(g - \frac{v^2}{R} \right) \quad (1)$$

Uvrštavanjem:

$$a = 2 \text{ m/s}^2 (g = 10 \text{ m/s}^2) \text{ ili } a = 1.81 \text{ m/s}^2 (g = 9.81 \text{ m/s}^2) \quad (1)$$

Kuglica će se gibati prema dolje. (1)

5. zadatak (10 bodova)

Gibajući se po vodoravnoj podlozi, snaga motora se troši na savladavanje trenja, brzinom v_0 :

$$P = F_T v_0 \quad (1)$$

Pri penjanju, snaga motora se troši na savladavanje 'trenja+gravitacije', brzinom v_1 :

$$P = \left(F_T \frac{\sqrt{3}}{2} + mg \frac{1}{2} \right) v_1 \Rightarrow \frac{P}{v_1} = F_T \frac{\sqrt{3}}{2} + mg \frac{1}{2} \quad (2)$$

Ista snaga P , se pri spuštanju troši na savladavanje 'trenje-gravitacija', brzinom v_2 :

$$P = \left(F_T \frac{\sqrt{3}}{2} - mg \frac{1}{2} \right) v_2 \Rightarrow \frac{P}{v_2} = F_T \frac{\sqrt{3}}{2} - mg \frac{1}{2} \quad (2)$$

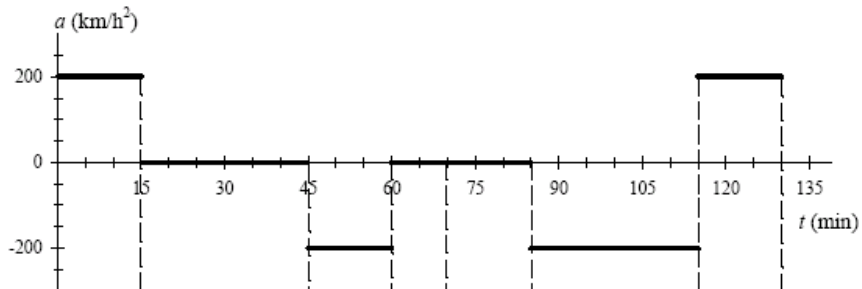
Zbrajanjem zadnje dvije jednačbe, te eliminiranjem F_T pomoću prve, dobiva se:

$$\frac{P}{v_1} + \frac{P}{v_2} = \sqrt{3}F_T = \sqrt{3} \frac{P}{v_0} \Rightarrow v_2 = \frac{1}{\sqrt{3}/v_0 - 1/v_1} \quad (4)$$

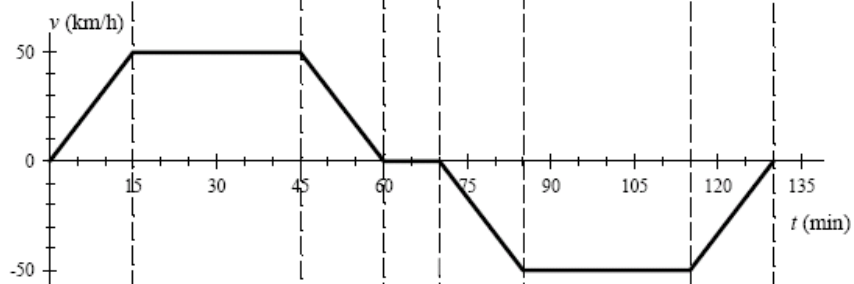
Uvrštavanjem:

$$v_2 = 21.08 \text{ km/h} \quad (1)$$

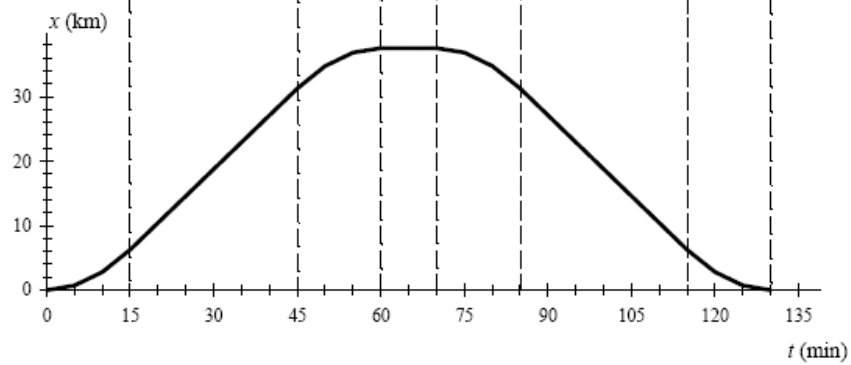
Grafovi za rješenje zadatka 2:



(2)



(3)



(4)

Poslije je od Državnog povjerenstva e- mailom došao slijedeći ispravak :

Zadatak 2 (11 bodova)

Grafovi i pripadni bodovi dani su na zadnjem listu rješenja. (Napomena: grafovi ne trebaju biti na *mm*-papiru. Bitno je, međutim, da su pravilno definirani, te su sve bitne točke na pojedinim grafovima *jasno i nedvosmisleno* označene.)

Tijekom računanja $x-t$ dijagrama dobiva se i udaljenost između mjesta A i B:

$$D = 37.5 \text{ km}$$

(2)

Grafovi za rješenje zadatka 2:

