

Obavijesti o kolegiju:

Fizika 1 - prvi semestar

Fizika 2 - drugi semestar

Prof. Dalibor Paar, www.phy.pmf.unizg.hr/fizbiokem

Asistent Milivoj Uroić, lrr.irb.hr/milivoj/fizb.htm

- 2 kolokvija (+2 ispravka), oko 1.12 i krajem semestra

5 zadataka, $5 \times 4 = 20$ bodova, minimalni prolaz je 8 bodova

- Domaće zadatke, obično uoči kolokvija

Gradivo:

1) Jednoliko ubrzano gibanje

2) Newtonov zakon gravitacije

3) Jednoliko gibanje po kružnici

4) Trenje i kosina

5) Složeno gibanje - kosi hitac

6) Energija, rad i snaga

7) Harmonijski oscilator

8) Vrtinja krutog tijela

9) Očuvanje p i E, sudari

10) Uzgon, statički tlak

① Automobil ubrzava od 0 do 100 km/h za 11.2 sekunde.
Izrazite prosječno ubrzanje u m/s^2 .

$$\Delta v = 100 \text{ km/h} = 27.7 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = 11.2 \text{ s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{100 \text{ km/h}}{11.2 \text{ s}} = \frac{100 \cdot 1000 \text{ m}}{11.2 \cdot 3600 \text{ s}} = 2.48016 \text{ m/s}^2$$

② Odredite brzinu kruženja Zemlje oko Sunca

$$v = \frac{s}{t} = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi \frac{\text{a.j.}}{\text{god}} = 2\pi \cdot \frac{149\,600\,000\,000 \text{ m}}{365.25 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}} = 29\,786 \text{ m/s}$$

perihel $r_{\min} = 147.1 \text{ mil km}$

afel $r_{\max} = 152.1 \text{ mil km}$

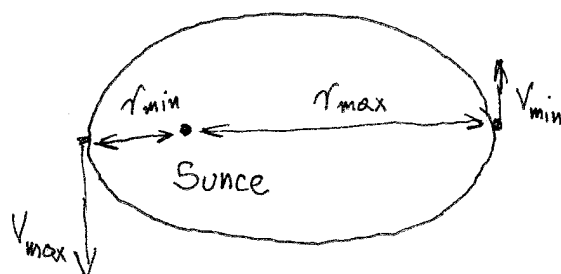
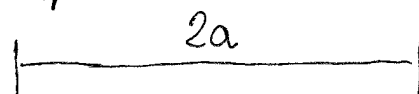
velika poluos $a = 149.6 \text{ mil km}$

$$v_{\max} = 29\,786 \cdot \sqrt{\frac{152.1}{147.1}} = 30\,288 \text{ m/s}$$

$$v_{\min} = 29\,786 \cdot \sqrt{\frac{147.1}{152.1}} = 29\,292 \text{ m/s}$$

$$e = 1 - \frac{r_{\min}}{a} = \frac{r_{\max}}{a} - 1 = 0.0167$$

$$v = \bar{v} \sqrt{\frac{2a-r}{r}}$$



- ③ Tijelo se giba početnom brzinom 12 m/s i ubrzava akceleracijom 3 m/s^2 . Odredite prevođeni put do trenutka kada brzina iznosi 21 m/s .

$$v_0 = 12 \text{ m/s}$$

$$a = 3 \text{ m/s}^2$$

$$s_0 = 0$$

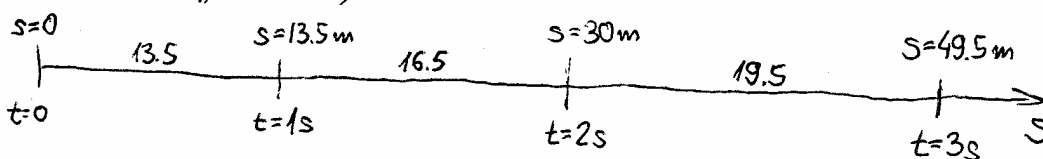
$$s(t) = \frac{3}{2} t^2 + 12t$$

$$v(t) = 3t + 12$$

$$s(t_1) = s(3) = 13.5 + 36 = 49.5 \text{ m}$$

$$21 = 3t_1 + 12$$

$$t_1 = 3 \text{ s}$$



- ④ Automobil se kreće brzinom 22 m/s i u trenutku $t=0$ počinje jednoliko usporavati. Zaustavni put iznosi 55 metara. Kolika je akceleracija i vrijeme kočenja?

$$s_0 = 0, v_0 = 22 \text{ m/s}, s = 55 \text{ m}, v(t) = 0$$

$$55 = \frac{a}{2} t^2 + 22t$$

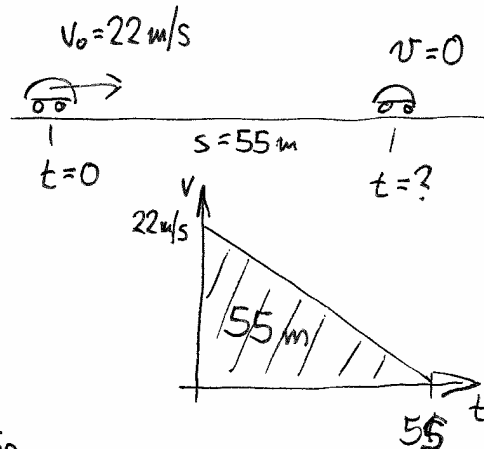
$$0 = at + 22 \Rightarrow a = -\frac{22}{t}$$

$$55 = -\frac{22t}{2} + 22t$$

$$55 = \frac{22}{2} t = 11t \Rightarrow t = 5 \text{ s}, a = -\frac{22}{5} = -4.4 \text{ m/s}^2$$

$$v^2 = v_0^2 + 2as$$

$$0 = 22^2 + 2a \cdot 55 \Rightarrow a = -4.4 \text{ m/s}^2 \quad \Delta t = \frac{\Delta v}{a} = \frac{-22}{-4.4} = 5 \text{ s}$$



Eliminacija t iz $s(t)$ i $v(t)$

a) za $s_0 = 0, v_0 = 0$

$$s = \frac{a}{2} t^2$$

$$v = at \Rightarrow t = \frac{v}{a}$$

$$s = \frac{a}{2} \cdot \frac{v^2}{a^2} = \frac{v^2}{2a}, \quad v^2 = 2as$$

b) $s - s_0 = \frac{a}{2} t^2 + v_0 t$

$$v - v_0 = at \Rightarrow t = \frac{v - v_0}{a}$$

$$s - s_0 = \frac{a}{2} \cdot \frac{(v - v_0)^2}{a^2} + v_0 \cdot \frac{v - v_0}{a} \quad / \cdot 2a$$

$$2a(s - s_0) = (v - v_0)^2 + 2v_0(v - v_0)$$

$$= v^2 - 2vv_0 + v_0^2 + 2vv_0 - 2v_0^2$$

$$2a(s - s_0) = v^2 - v_0^2$$

- ⑤ Automobil ubrzava iz stanja mirovanja 7.6 sekundi. Nakon toga jednoliko koči sljedećih 10 sekundi do zaustavljanja. Ukupan prevođeni put iznosi 220 m

a) Nacrtajte $v-t$ dijagram

b) Odredite maksimalnu postignutu brzinu i dotad prevođeni put

c) Odredite akceleraciju pri ubrzavanju i kočenju

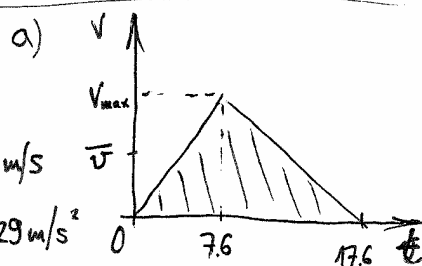
b1) $s = 220 = \frac{v_{\max} \cdot 17.6}{2}$

$$v_{\max} = \frac{440}{17.6} = 25 \text{ m/s}$$

c) $a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = \frac{25}{7.6} = 3.29 \text{ m/s}^2$

$$a_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2} = -\frac{25}{10} = -2.5 \text{ m/s}^2$$

b2) $s_1 = \frac{v_{\max}^2}{2a_1} = \frac{25^2}{2 \cdot 3.29} = 95 \text{ m} \quad (s_2 = 125 \text{ m})$



⑥ Tijelo se giba jednoliko ubrzano. Gibanje počinje iz ishodišta početnom brzinom v_0 . Odredite ubrzanje, početnu brzinu v_0 , te brzinu i udaljenost nakon 5 sekundi gibanja ako znamo:

- brzina nakon 8 s iznosi 37 m/s

- put prevađen u drugoj sekundi je 14.25 m

$$37 = 8a + v_0$$

$$14.25 = s(2) - s(1) = \frac{a}{2} \cdot 4 + 2v_0 - \frac{a}{2} - v_0 = \frac{3a}{2} + v_0$$

$$22.75 = 6.5a \Rightarrow a = 3.5 \text{ m/s}^2$$

$$v_0 = 9 \text{ m/s}$$

$$v(5) = 5 \cdot 3.5 + 9 = 26.5 \text{ m/s}$$

$$s(5) = \frac{3.5}{2} \cdot 25 + 5 \cdot 9 = 88.75 \text{ m}$$

⑦ Kojom brzinom moramo baciti kamen okomito prema dolje s mosta, ako želimo da kamen udari u površinu vode nakon 2 sekunde? Visina mosta nad vodom je 30 m. $g = 10 \text{ m/s}^2$

$$s = \frac{a}{2} t^2 + v_0 t$$

$$v = at + v_0$$

$$30 = 5 \cdot 4 + v_0 \cdot 2$$

$$10 = 2v_0$$

$$v_0 = 5 \text{ m/s (prema dolje)}$$

$$a = 10 \text{ m/s}^2$$

$$s = 30 \text{ m}$$

$$t = 2 \text{ s}$$

$$\begin{matrix} s=0 \\ t=0 \end{matrix} \downarrow v_0$$

$$\begin{matrix} s=30 \text{ m} \\ t=2 \text{ s} \end{matrix} \rightarrow (v_{\text{UDAR}} = 20 + 5 = 25 \text{ m/s})$$

⑧ Tijelo se giba jednoliko ubrzano i kreće iz ishodišta.

$$s(t) = \frac{a}{2} t^2 + v_0 t$$

$$v(t) = at + v_0$$

Napišite jednažbom uvjete:

1. nakon 1 sekunde put iznosi 12 m

2. nakon 4 sekunde brzina je 8 m/s

3. nakon 3 sekunde brzina iznosi polovinu početne brzine

4. tijelo se zaustavi nakon 6 sekundi gibanja

5. prevađeni put u trećoj sekundi iznosi 10 m

6. nakon 8 sekundi tijelo je na istom položaju kao 4 sekunde ranije

7. zaustavni put iznosi 30 m

8. u trenutku postizanja brzine 30 m/s, prevađeni put je 120 m

9. u prvih pet sekundi tijelo izgubi 60% brzine

10. u drugoj sekundi tijelo prevađi 5% veći put nego u prvoj

$$1) s(1) = 12 \text{ m} \quad \frac{a}{2} + v_0 = 12$$

$$2) v(4) = 8 \text{ m/s} \quad 8 = 4a + v_0$$

$$3) v(3) = \frac{v_0}{2} \quad 3a + v_0 = \frac{v_0}{2}$$

$$4) v(6) = 0 \quad 6a + v_0 = 0$$

$$5) s(3) - s(2) = 10 \text{ m}, \quad \frac{5}{2}a + v_0 = 10$$

$$6) s(8) = s(4), \quad 6a + v_0 = 0$$

$$7) v_0^2 = -2a \cdot 30$$

$$8) 30^2 + v_0^2 + 2a \cdot 120$$

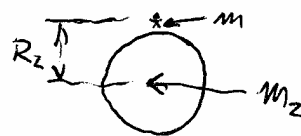
$$9) v(5) = 0.4 v_0, \quad 5a + v_0 = 0.4 v_0$$

$$10) \frac{s(2) - s(1)}{s(1) - s(0)} = 1.05, \quad 19.5a = v_0$$

Vježbe

Newtonov zakon gravitacije

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2} = G \cdot \frac{m \cdot m_z}{R_z^2} = mg$$



$$g = \frac{G \cdot m_z}{R_z^2}$$

$$\left. \begin{aligned} G &= 6.674 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2 \\ m_z &= 5.9722 \cdot 10^{24} \text{ kg} \\ R_z &= 6371 \text{ 000 m} \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow g = 9.82 \text{ m/s}^2$$

(razlike zbog vrtnje i spljoštenosti Zemlje)

- ⑨ Izračunajte ubrzanje sile teže na površini Marsa. $m_M = 6.42 \cdot 10^{23} \text{ kg}$

$$g_M = \frac{G m_M}{R_M^2} = \frac{6.674 \cdot 10^{-11} \cdot 6.42 \cdot 10^{23}}{(3390 \text{ 000})^2} = 3.728 \text{ m/s}^2$$

$$R_M = 3390 \text{ km}$$

- ⑩ Na kojoj visini iznad površine Zemlje je gravitacijsko polje 1% slabije od polja na površini? $R_z = 6371 \text{ km}$

$$g_h = \frac{G m_z}{(R_z + h)^2} = 0.99 g = 0.99 \frac{G m_z}{R_z^2} \Rightarrow R_z^2 = 0.99 (R_z + h)^2$$

$$R_z = \sqrt{0.99} (R_z + h) \rightarrow h = 32.1 \text{ km}$$

- ⑪ Odredite masu i radijus Mjeseca, ako prosječna gustoća iznosi 3346 kg/m^3 , a ubrzanje sile teže na površini 1.622 m/s^2

$$\left. \begin{aligned} g &= \frac{G m}{R^2} \\ \rho &= \frac{m}{\frac{4}{3} R^3 \pi} \end{aligned} \right\}$$

$$\frac{g}{\rho} = G \cdot \frac{4}{3} \pi R, \quad R = \frac{g}{G \cdot \frac{4}{3} \pi \rho} = 1734 \text{ 004 m} = 1734 \text{ km}$$

$$m = \frac{g R^2}{G} = 7.3074 \cdot 10^{22} \text{ kg}$$

- ⑫ (3/18.12.2013.)

Na površini planeta ubrzanje sile teže iznosi 6.26 m/s^2 , a na visini 200 km iznad površine 5.99 m/s^2 . Odredite radijus i prosječnu gustoću planeta.

$$6.26 = \frac{GM}{R^2}$$

$$5.99 = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

$$\left. \begin{aligned} 6.26 &= \frac{GM}{R^2} \\ 5.99 &= \frac{GM}{(R+h)^2} \end{aligned} \right\} \sqrt{\frac{6.26}{5.99}} = 1 + \frac{h}{R}, \quad R = 44.865 h = 8973 \text{ km}$$

$$GM = R^2 g = 5.0402 \cdot 10^{14}, \quad M = 7.552 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{M}{\frac{4}{3} R^3 \pi} = 2496 \text{ kg/m}^3$$