

РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ УЧЕНИКА VII РАЗРЕДА ОСНОВНИХ ШКОЛА  
Београд 28 и 29. мај 1994.

1) Тело почиње слободно да пада из тачке А која је на висини  $H = 45 \text{ m}$  од Земље. Истовремено се из тачке В баца друго тело вертикално у вис. Ниво са којег је бачено друго тело нижи је за  $h = 21 \text{ m}$  (тачке А и В нису на истој вертикали). Одредити почетну брзину брзину другог тела ако се зна да оба тела истовремено падну на Земљу.

2) На тело масе  $m = 500 \text{ g}$  које мирује, делујемо константном силом  $F = 3 \text{ N}$  током времена  $t$ . Под дејством ове силе тело се кретало праволинијски. По престанку дејства силе, тело се креће исто толико времена  $t$  до заустављања.

а) Приказати графички како се мења брзина тела током времена од почетка кретања до заустављања.

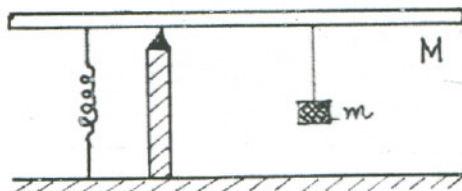
б) Одредити коефицијент трења тела о подлогу.

3) Са дна базена се вертикално нависе извлачи бетонски блок запремине  $V = 2 \text{ m}^3$ . Којом силом треба деловати на овај блок да би се он при извлачењу кретао сталним убрзањем  $a = 0,5 \text{ m/s}^2$ . Густина воде  $\rho_1 = 1000 \text{ kg/m}^3$  а густина бетона  $\rho_2 = 2200 \text{ kg/m}^3$ . (Занемарити отпор средине при кретању.)

4) Мотор снаге  $14,7 \text{ kW}$  има степен корисног дејства  $0,60$ . Једну половину губитака снаге чине термички губици кроз зидове мотора док другу половину чине губици због лошег сагоревања горива. Хладњак мотора садржи  $10$  литара воде. За које време ће температура воде порастати за  $60^\circ \text{C}$ , ако се претпостави да је термички изолована од околине? Специфична топлота воде је  $4,19 \text{ kJ/kgK}$ .

("Млади физичар" 49)

5) Полука масе  $M = 6 \text{ kg}$  има ослонац на трећини своје дужине. Полука је уравнотежена (стоји хоризонтално) на следећи начин: за средину дужег крака окачен је тег масе  $m = 1 \text{ kg}$ , а на средини краћег крака учвршћен је горњи крај еластичне опруге. Доњи крај те опруге учвршћен је за подлогу. Колика је дужина тако разапете опруге, ако се зна да је њена дужина  $l_0 = 50 \text{ cm}$  када је недеформисана (неоптећена) а када се опруга држи вертикално и оптерети тегом од  $1 \text{ kg}$ , њена дужина је  $l = 51 \text{ cm}$  ?



У свим задацима где је потребно убрзање Земљине теже сматрати да оно износи  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Сваки задатак носи 20 поена.

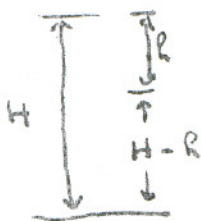
Свим такмичарима желимо успешан рад!

Задатке припремили: Срђан Ракић и др Дарко Капор  
Супервизија: мр Бојана Никић

Материјал за комисију

1) Тело почиње слободно да пада из тачке А која је на висини  $H = 45 \text{ m}$  од Земље. Истовремено се из тачке В баца друго тело вертикално у вис. Ниво са којег је бацено друго тело нижи је за  $h = 21 \text{ m}$  (тачке А и В нису на истој вертикали). Одредити почетну брзину брзину другог тела ако се зна да оба тела истовремено падну на Земљу.

$$\begin{aligned} H &= 45 \text{ m} \\ h &= 21 \text{ m} \\ g &= 10 \text{ m/s}^2 \\ \underline{v_0} \end{aligned}$$



I Тело:  $H = \frac{gt_1^2}{2} \quad t_1^2 = \frac{2H}{g} \quad t_1 = \sqrt{\frac{2H}{g}}$

$(t_1 = 3 \text{ s}!)$

II Тело: ПРВО СЕ КРЕТЕ У ВИС ПУКОМ

ВРЕМЕНА  $t_2 \Rightarrow v_0 - gt_2 = 0 \quad t_2 = v_0/g$

И ПРЕЛАЗИ ПУТ:  $h' = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g}$

Онда слободно пада са висине  $y = H - h + h' \quad y = \frac{gt_3^2}{2}$

$$t_3 = \sqrt{\frac{2y}{g}} = \sqrt{\frac{2H}{g} - \frac{2h}{g} + \frac{2h'}{g}} = \sqrt{\frac{2H}{g} - \frac{2h}{g} + \frac{v_0^2}{g^2}}$$

УСЛОВ ИСТОВРЕМЕНОГ ПАДА НА ЗЕМЉУ:  $t_1 = t_2 + t_3$

$$\sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{v_0}{g} + \sqrt{\frac{2H}{g} - \frac{2h}{g} + \frac{v_0^2}{g^2}} \Rightarrow \sqrt{\frac{2H}{g} - \frac{2h}{g} + \frac{v_0^2}{g^2}} = \sqrt{\frac{2H}{g} - \frac{v_0^2}{g}} \quad |^2$$

$$\frac{2H}{g} - \frac{2h}{g} + \frac{v_0^2}{g^2} = \frac{2H}{g} - \frac{2v_0}{g} \sqrt{\frac{2H}{g}} + \frac{v_0^2}{g^2} \Rightarrow \frac{2h}{g} = \frac{2v_0}{g} \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$h = v_0 \sqrt{\frac{2H}{g}} \Rightarrow \boxed{v_0 = h \sqrt{\frac{g}{2H}}} \quad v_0 = 21 \sqrt{\frac{10}{90}} = \frac{21}{3} = 7 \text{ m/s}$$

$$\boxed{v_0 = 7 \text{ m/s}}$$

ПРОВЕРА:  $h' = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{49}{20} = 2,45 \text{ m} \quad t_2 = \frac{7}{10} = 0,7 \text{ s}$

$$y = 45 - 21 + 2,45 = 26,45 \text{ m} \quad t_3 = \sqrt{\frac{2 \times 26,45}{10}} = \sqrt{\frac{52,90}{10}} = \sqrt{5,29} = 2,3 \text{ s}$$

$t_2 + t_3 = 0,7 + 2,3 = 3 \text{ s} = t_1$  !



2) На тело масе  $m = 500 \text{ g}$  које мирује, делујемо константном силом  $F = 3 \text{ N}$  током времена  $t$ . Под дејством ове силе тело се кретало праволинијски. По престанку дејства силе, тело се креће исто толико времена  $t$  до заустављања.

а) Приказати графички како се мења брзина тела током времена од почетка кретања до заустављања.

б) Одредити коефицијент трења тела о подлогу.

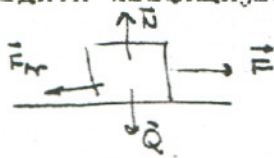
$$m = 500 \text{ g}$$

$$F = 3 \text{ N}$$

$$t_1 = t_2 = t$$

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

$$v = v(t); \mu$$



$$m a_1 = F - F_{fr} = F - \mu N = F - \mu m g$$

$$a_1 = \frac{F}{m} - \mu g$$

КАДА СИЛА ПРЕСТАЈЕ, БРЗИНА ЈЕ  $v_m = a_1 t$

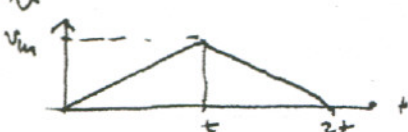
ТЕЛО СЕ КРЕКЕ ПО ИНЕРЦИЈИ, ЈЕДИНА СИЛА КОЈА ГА

УСПОРАВА ЈЕ СИЛА ТРЕЊА  $m a_2 = F_{fr} = \mu N = \mu m g$

$$a_2 = \mu g$$

$$v = v_m - a_2 t' \quad v = 0 \quad t' = t \quad v_m = a_2 t \quad a_1 t = a_2 t \Rightarrow a_1 = a_2$$

$$\frac{F}{m} - \mu g = \mu g \quad 2\mu g = \frac{F}{m} \quad \mu = \frac{F}{2mg} \quad \mu = 0,3$$



(МОЖЕ И ПРЕКО ОДРЖИВА ЕНЕРГИЈЕ  $F - F_{fr} = F_{fr} !$ )

3) Са дна базена се вертикално навише извлачи бетонски блок запремине  $V = 2 \text{ m}^3$ . Којом силом треба деловати на овај блок да би се он при извлачењу кретао сталним убрзањем  $a = 0,5 \text{ m/s}^2$ . Густина воде  $\rho_1 = 1000 \text{ kg/m}^3$  а густина бетона  $\rho_2 = 2200 \text{ kg/m}^3$ . (Занемарити отпор средине при кретању.)

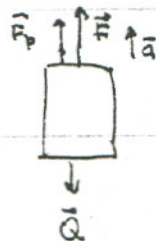
$$V = 2 \text{ m}^3$$

$$a = 0,5 \text{ m/s}^2$$

$$\rho_1 = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_2 = 2200 \text{ kg/m}^3$$

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



$$m \vec{a} = \vec{F} + \vec{F}_p + \vec{Q} \Rightarrow m a = F + F_p - Q$$

$$F = m a + Q - F_p$$

$$F = V \rho_2 a + V \rho_2 g - V \rho_1 g = V [\rho_2 (a + g) - \rho_1 g]$$

$$V = 2 \times [2200 \times (0,5 + 10) - 1000 \times 10] =$$

$$= 2 \times [2200 \times 10,5 - 10000] = 2 \times [23100 - 10000] =$$

$$= 2 \times 13100 = 26200$$

$$F = 26,2 \text{ kN}$$

4) Мотор снаге  $14,7 \text{ kW}$  има степен корисног дејства  $0,60$ . Једну половину губитака снаге чине термички губици кроз зидове мотора док другу половину чине губици због лошег сагоревања горива. Хладњак мотора садржи  $10$  литара воде. За које време ће температура воде порастати за  $60^\circ \text{C}$ , ако се претпостави да је термички изолована од околине? Специфична топлота воде је  $4,19 \text{ kJ/kgK}$ .

("Млади физичар" 49)

$$P = 14,7 \text{ kW}$$

$$\eta = 0,6$$

$$m = 10 \text{ kg}$$

$$\Delta t = 60^\circ \text{C}$$

$$c = 4,19 \times 10^3 \text{ J/kgK}$$

$$\frac{1-\eta}{2} = 0,2$$

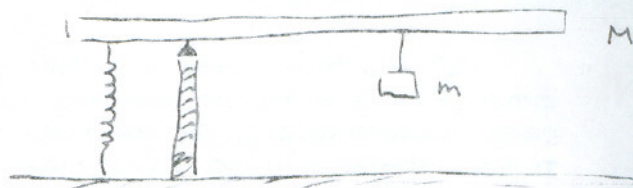
ТОЛИКИ ДЕО СНАГЕ СЕ ТРОШИ НА ГРЕЈАКЕ

$$0,2 P t = m c \Delta t$$

$$J = \frac{m \cdot c \cdot \Delta t}{0,2 P}$$

$$J = \frac{10 \times 4,19 \times 10^3 \times 60}{0,2 \times 14,7 \times 10^3} \approx 855 \text{ s}$$

5) Полука масе  $M = 6 \text{ kg}$  има ослонац на трећини своје дужине. Полука је уравнотежена (стоји хоризонтално) на следећи начин: за средину дужег крака охачен је тег масе  $m = 1 \text{ kg}$ , а на средини краћег крака учвршћен је горњи крај еластичне опруге. Доњи крај те опруге учвршћен је за подлогу. Колика је дужина тако разапете опруге, ако се зна да је њена дужина  $l_0 = 50 \text{ cm}$  када је недеформисана (неоптерећена) а када се опруга држи вертикално и оптерети тегом од  $1 \text{ kg}$ , њена дужина је  $l = 51 \text{ cm}$ ?



$$M = 6 \text{ kg}$$

ОСТАЦИ

$$m = 1 \text{ kg}$$

ПОДАЦИ

$$l_0 = 50 \text{ cm}$$

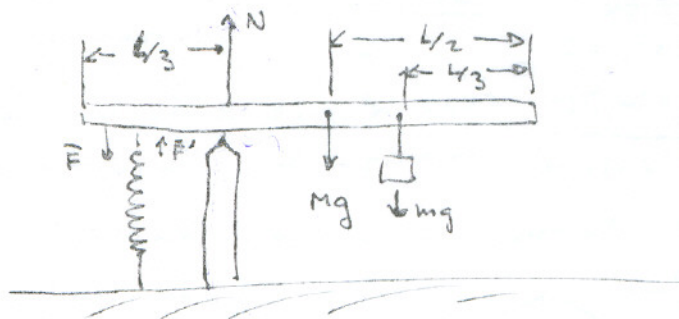
СУ НА

$$l = 51 \text{ cm}$$

СЛИЦИ:

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

$$l_2$$



ЈЕДНАЧИЦА МОМЕНАТА:

$$F \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{L}{3} = Mg \left( \frac{2}{3}L - \frac{1}{2}L \right) + mg \frac{1}{3}L \quad /: L$$

$$\frac{F}{6} = Mg \frac{4-3}{6} + \frac{1}{3}mg \quad \Rightarrow \quad \boxed{F = Mg + 2mg} \quad F = (6 + 2 \cdot 1) \cdot 10 = \boxed{F = 80 \text{ N}}$$

СИЛА  $F$  ЈЕ РЕАКЦИЈА СИЛЕ  $F'$  КОЈА ИСТЕЖЕ ОПРУГУ

$$F' : F_1 = \Delta l' : \Delta l_1$$

$$\Delta l_1 = l_1 - l_0 = 1 \text{ cm}$$

$$\Delta l' = \frac{F'}{F_1} \cdot \Delta l_1$$

$$F_1 = m \cdot g = 10 \text{ N}$$

$$\Delta l' = \frac{80}{10} \cdot 1 = 8 \text{ cm}$$

$$l_2 = l_0 + \Delta l'$$

$$l_2 = 50 + 8 = 58 \text{ cm}$$

$$\boxed{l_2 = 58 \text{ cm}}$$