

21. РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (23. април 2016)

VIII РАЗРЕД

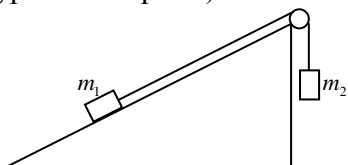
1. Чаша облика квадра масе $m_0 = 50\text{g}$ и унутрашње запремине $V_0 = 100\text{cm}^3$ напуњена је до врха течносту густине $\rho_1 = 2\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ и окачена је о опругу која се због тога истегне за неку дужину. Затим се ова чаша скине са опруге, а окачи друга иста таква, која је до $\frac{3}{4}$ своје висине напуњена течносту непознате густине ρ_2 . Истежање опруге у другом случају је 1,5 пута веће него у првом. Одредити густину непознате течности.

2. Аутомобил масе $m = 2\text{t}$ полази из стања мировања равномерно убрзано и креће се по хоризонталном путу. Прешавши 100m пута постигне брзину $v = 32,4\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Коefицијент трења је $\mu = 0,05$. Одредити средњу снагу мотора.

3. На врху стрме равни односа висине и дужине 1 : 2 налази се непомицни котур преко кога је пребачено уже на чијим крајевима су учвршћена тијела маса $m_1 = 150\text{kg}$ и $m_2 = 100\text{kg}$. Тијело m_2 пошавши из мировања спусти се за $h = 80\text{cm}$ и на крају пута има брзину $v = 0,5\frac{\text{m}}{\text{s}}$. Одредити:

а) коefицијент трења између површине тијела m_1 и стрме равни

б) Количину топлоте ослобођене трењем тијела m_1 о стрму раван у току кретања (трење котура занемарити).



4. На коју максималну висину се може попети човјек масе $m_1 = 60\text{kg}$ по љествама које су постављене уз вертикални идеално глатки зид под углом $\alpha = 30^\circ$ у односу на тај зид? Маса љестви је $m_2 = 20\text{kg}$ а дужина три метра. Коefицијент трења између љестви и пода је 0,5. (Љестве су израђене од хомогеног материјала и тежиште им се налази на средини дужине)

5. У калориметру се налази $m_v = 400\text{g}$ воде температуре $t_v = 20^\circ\text{C}$. Колика ће се температура успоставити ако се у калориметар убади $m_l = 100\text{g}$ леда температуре $t_l = -8^\circ\text{C}$? Описати равнотежно стање. ($c_v = 4200\frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$, $c_l = 2,1\frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$, $\lambda_l = 333\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$)

У свим задацима (гдје је потребно) узети да је $g = 9,81\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Напомена: Сва рјешења детаљно објаснити. Јасно дефинисати све ознаке које користите а нарочито оне које нису уобичајене. Пишите читко и уредно.

Задатке припремио: Марјан Лазаревић
Рецензент: Вера Елез, проф.

РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА VIII РАЗРЕД

1. $m_0 = 50g$, $V_0 = 100cm^3$, $\rho_1 = 2 \frac{g}{cm^3}$, $\Delta l_2 = 1,5\Delta l_1$, $h_2 = \frac{3}{4}h_0$, $\rho_2 = ?$

Сила која дјелује на опругу у првом тј. другом случају је $F_1 = k\Delta l_1$ тј. $F_2 = k\Delta l_2$. Однос истезања и сила које дјелују на опругу је $\frac{\Delta l_2}{\Delta l_1} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{(m_0 + \rho_2 V_2)g}{(m_0 + \rho_1 V_1)g}$. По услову задатка је

$$V_2 = \frac{3}{4}V_0, \text{ а } V_1 = V_0 \text{ па је } \frac{\Delta l_2}{\Delta l_1} = \frac{m_0 + \rho_2 \frac{3}{4}V_0}{m_0 + \rho_1 V_0} = \frac{3}{2} \Rightarrow \text{Сређивањем овог израза добијамо да је}$$

$$\rho_2 = \frac{2m_0 + 6\rho_1 V_0}{3V_0} \Rightarrow \rho_2 = 4,33 \frac{g}{cm^3}$$

2. $m = 2t = 2000kg$, $s = 100m$, $v = 32,4 \frac{km}{h} = 9 \frac{m}{s}$, $\mu = 0,05$, $P = ?$

Средња снага мотора је $P = \frac{E_u}{t}$ гдје је $E_u = E_k + A_{tr}$. Пошто је $E_k = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow E_k = 81kJ$ а рад силе трења је $A_{tr} = \mu mgs \Rightarrow A_{tr} = 98,1kJ$. Вријеме ћемо одредити из формуле за пут

код равномерно-убрзаног кретања без почетне брзине $s = \frac{at^2}{2}$ и $v = at \Rightarrow t = \frac{2s}{v}$

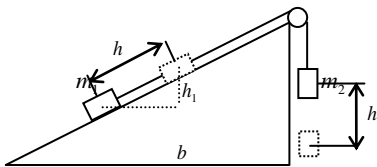
$$\Rightarrow t = \frac{200}{9}s \text{ Средња снага је } P = \frac{E_k + A_{tr}}{t} \Rightarrow P = 8059,5W$$

II начин: Одредити прво вучну силу из: $F - F_{tr} = ma \Rightarrow F = F_{tr} + ma$, $a = \frac{v^2}{2s}$

$$\Rightarrow a = 0,405 \frac{m}{s^2}, F_{tr} = \mu mg \Rightarrow F_{tr} = 981N, \text{ па је } F = 1791N. \text{ Средња брзина је } v_{sr} = \frac{v_0 + v}{2}$$

$$\Rightarrow v_{sr} = 4,5 \frac{m}{s}, \text{ Средња снага је } P = Fv_{sr} = 8059,5W$$

3. $u = 1:2$, $m_1 = 150kg$, $m_2 = 100kg$, $h = 80cm$, $v = 0,5 \frac{m}{s}$, $\mu = ?$, $Q = ?$



Тијело масе m_1 повећава своју енергију $\Delta E_1 = m_1gh + \frac{m_1v^2}{2}$, $h_1 : 0,8 = 1:2 \Rightarrow h_1 = 0,4m$ па је

$$\Delta E_1 = 607,35J. \Delta E_2 = m_2gh - \frac{m_2v^2}{2} \Rightarrow \Delta E_2 = 772,3J$$

Рад силе трења тј. количина топлоте која се ослободи при кретању тијела је $A_{tr} = Q = \Delta E_2 - \Delta E_1 \Rightarrow A_{tr} = 164,95J$

Како је $A_{tr} = F_{tr}h \Rightarrow F_{tr} = 206,19N$. Сила трења је $F_{tr} = \mu F_n$, $F_n = \frac{b}{l} m_1 g$. Из услова да је

$$u = 1:2 = h:l \Rightarrow l = 2h, b = h\sqrt{3} \Rightarrow F_n = 1274,36N. \text{ Коефицијент трења је } \mu = \frac{F_{tr}}{F_n}$$

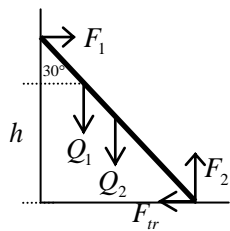
$$\Rightarrow \mu = 0,16$$

II начин: $m_1 a = F - F_a - F_{tr}$, $m_2 a = m_2 g - F$. Сабирањем једначина имамо:

$$F_{tr} = m_2 g - F_a - a(m_1 + m_2). \text{ Пошто је } F_a = m_1 g \frac{h}{l} \Rightarrow F_a = 735,75N, a = \frac{v^2}{2h} \Rightarrow a = 0,156 \frac{m}{s^2}$$

Уврштавањем се добије да је $F_{tr} = 206,19N \Rightarrow \mu = 0,16$ а рад слие трења је $A_{tr} = F_{tr}h = Q \Rightarrow Q = 164,95J$

4. $m_1 = 60kg, \alpha = 30^\circ, m_2 = 20kg, l = 3m, \mu = 0,5 h = ?$



Услов равнотеже сила је: $F_1 = F_t$ и $F_2 = Q_1 + Q_2$

гдје је $F_t = \mu F_2 \Rightarrow F_t = \mu(Q_1 + Q_2)$

Укупни момент сила у односу на тачку додира лјестви и пода је:

$$F_1 l \frac{\sqrt{3}}{2} = Q_1 \frac{h}{\sqrt{3}} + Q_2 \frac{l}{4} \Rightarrow h = \frac{3}{2} \mu l \left(1 + \frac{Q_2}{Q_1}\right) - \frac{l\sqrt{3}}{4} \frac{Q_2}{Q_1}$$

$$\Rightarrow h = \frac{l}{2} \left(3\mu \left(1 + \frac{m_2}{m_1}\right) - \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{m_2}{m_1}\right) \Rightarrow h = 2,57m$$

5. $m_v = 400g, t_v = 20^\circ C, m_l = 100g, t_l = -8^\circ C, c_v = 4200 \frac{J}{kg^\circ C}, c_l = 2,1 \frac{J}{kg^\circ C}, \lambda_l = 333 \frac{kJ}{kg}$

Кад се вода охлади од $20^\circ C$ до $0^\circ C$ ослободи се $Q_1 = m_v c_v \Delta t \Rightarrow Q_1 = 33,6kJ$

Да би се лед загријао од $-8^\circ C$ до $0^\circ C$ потребно је уложити $Q_2 = m_l c_l \Delta t \Rightarrow Q_2 = 1,68kJ$.

Да се лед отопи потребно је уложити $Q_3 = m_l \lambda_l \Rightarrow Q_3 = 33,3kJ$ Како је $Q_1 < Q_2 + Q_3$

закључујемо да се неће сав лед истопити. Маса леда који ће се истопити налази се из

једначине равнотеже $Q_1 = Q_2 + m_1 \lambda_l \Rightarrow m_1 = \frac{Q_1 - Q_2}{\lambda_l} \Rightarrow m_1 = 95,86g$. У суду ће се налазити

95,86g воде и 4,14g леда, па је температура смјеше $0^\circ C$.