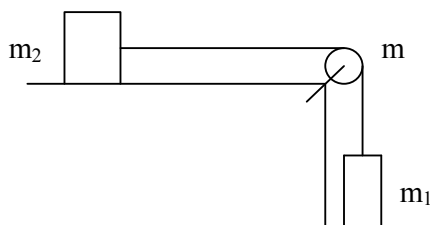


ЗАДАЦИ ЗА РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ (2008.)

2. РАЗРЕД

1. Гумени балон врло танких зидова има масу  $m_b=75\text{g}$ . Балон је напуњен молекуларним азотом (маса једног мола молекула азота је  $M=0,028\text{ kg/mol}$ ) и потопљен у језеро на дубину  $h=100\text{m}$ . На тој дубини температура воде  $t=4^0\text{C}$  и балон се налази у стању лебдења. Ако је атмосферски притисак нормалан ( $p_a=101325\text{Pa}$ ), колика је маса азота у балону? Густина воде је  $1000\text{kg/m}^3$ , а  $g=10\text{m/s}^2$ .
2. Током укупног ширења, при раду Карноове топлотне машине притисак падне на трећину а запремина се удвостручи. Колики је степен корисног дејства те топлотне машине?
3. У систему на слици је  $m_1=m_2=m=1\text{kg}$  и коефицијент трења  $\mu=0,1$ . Котур је у облику диска (ваљка). При кретању тегова  $m_1$  и  $m_2$  долази до обртања котура, а конач не проклизава на котуру. Наћи убрзање тегова и силе затезања нити. Узети да је  $g=10\text{m/s}^2$ .



4. Камен бачен са земље под углом  $60^0$  према хоризонту брзином  $30\text{m/s}$ , после  $2\text{ s}$  пао је на кров. Наћи висину зграде и њено растојање од мјеста са ког је камен бачен.  $g=9,81\text{m/s}^2$ .
5. Ако је полупречник орбите вјештачког земљиног сателита  $r=6600\text{km}$ , одредити колико пута овај сателит обиђе око Земље за један дан ( $24\text{h}$ ). Полупречник Земље је  $R=6,4\cdot 10^6\text{m}$ . Узети да је  $g=10\text{m/s}^2$ .

## РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА ДРУГИ РАЗРЕД

1.

$$m_b = 75\text{g}, M = 0,028\text{kg/mol}, h = 100\text{m}, p_a = 101325\text{Pa} \quad m = ?$$

Балон напуњен азотом, налази се на тој дубини у стању левбења. Интензитет гравитационе силе  $(m_b + m)g$ , која дјелује на балон са азотом, једнак је интензитету Архимедове силе потиска  $\rho V_b g$

$$(m_b + m)g = \rho V_b g \quad V_b = \frac{m_b + m}{\rho}$$

$m$ - маса азота у балону

$\rho$ -густина воде

$V_b$ -спољашња запремина балона, која је због врло танких зидова балона једнака запремини коју испуњава гас.

У запремини балона ( $V_b$ ) молекуларни азот се налази у стању термодинамичке равнотеже под укупним притиском

$$p = p_a + \rho g h$$

и на апсолутној температури  $T = 277\text{K}$ . Једначина овог гасног стања је

$$(p_a + \rho g h) V_b = \frac{m}{M} RT \quad \text{па када се уврст израз добијен за } V_b \text{ следи}$$

$$(p_a + \rho g h) \frac{m_b + m}{\rho} = \frac{m}{M} RT \quad \text{када се из ове једначине изрази } m, \text{ добије се}$$

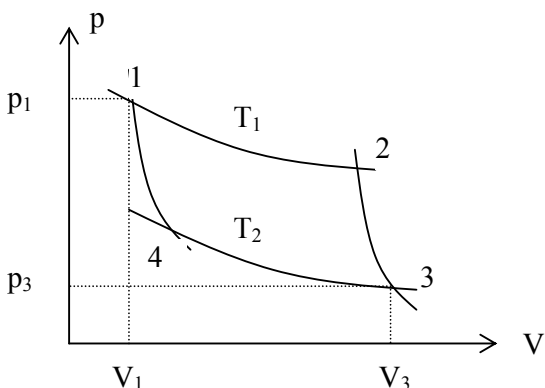
$$m = \frac{m_b}{\frac{\rho RT}{M(p_a + \rho g h)} - 1}$$

$$m = \frac{0,075\text{kg}}{\frac{1000\text{kg/m}^3 \cdot 8,314\text{J/molK} \cdot 277\text{K}}{0,028\text{kg/mol}(101325\text{Pa} + 1000\text{kg/m}^3 \cdot 10\text{m/s}^2 \cdot 100\text{m})} - 1} \approx 0,001\text{kg} = 1\text{g}$$

2.

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Степен корисног дејства Карноове топлотне машине



Укупно ширење гаса током Карноовог кружног циклуса се врши од стања 1 ( $p_1, V_1, T_1$ ) до стања

$$3 \left( p_3 = \frac{p_1}{3}, V_3 = 2V_1, T_3 = T_2 \right)$$

Једначина стања идеалног гаса може се примјенити на свако равнотежно стање. За равнотежна стања 1 и 3, једначина стања идеалног гаса даје

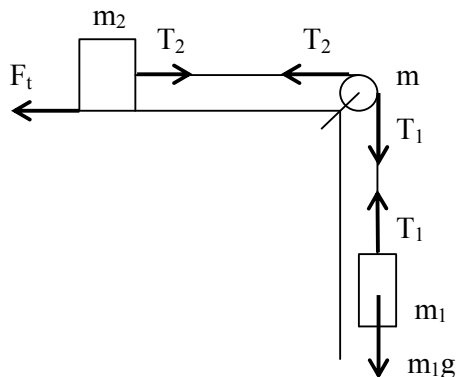
$$p_1 V_1 = nRT_1 \quad (1) \quad p_3 V_3 = \frac{p_1}{3} 2V_1 = nRT_2 \quad (2)$$

Дијелењем једначина (2) и (1) добија се однос

апсолутних температура изотермичких процеса у Карноовом кружном циклусу

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2}{3} \quad \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{2}{3} = \frac{1}{3}$$

3.



На слици су нацртане силе које утичу на кретање система.  
За ротацију катура је

$$I\alpha = M_1 - M_2 \quad I = \frac{mr^2}{2} \text{ за ваљак}$$

$r$  - полупречник ваљка,  
 $M_1 = T_1 r$  момент силе  $T_1$   
 $M_2 = T_2 r$  момент силе  $T_2$

$$\frac{1}{2}mr^2\alpha = T_1 r - T_2 r \quad \text{тј.} \quad \frac{1}{2}mr\alpha = T_1 - T_2$$

Конац не проклизава па је  $r\alpha = a$  ( $a$  - убрзање конца тј. тегова)

$$\frac{1}{2}ma = T_1 - T_2 \quad (1)$$

За кретање тегова једначине су:  $m_1 a = m_1 g - T_1$  (2) и  $m_2 a = T_2 - \mu m_2 g$ , (3) ( $F_t = \mu m_2 g$ )  
абирањем једначина (1), (2) и (3)

$$a\left(\frac{1}{2}m + m_1 + m_2\right) = m_1 g - \mu m_2 g$$

$$a = \frac{2g(m_1 - \mu m_2)}{m + 2m_1 + 2m_2} \quad \text{Како су све три масе исте, то је } a = \frac{2}{5}g(1 - \mu) = 3,6 \text{ m/s}^2$$

Силе затезања нити су  $T_1 = m_1(g - a) = 6,4 \text{ N}$  и  $T_2 = m_2(a + \mu g) = 4,6 \text{ N}$

4.

$\alpha = 60^\circ$ ,  $v = 30 \text{ m/s}$ ,  $t = 2 \text{ s}$ ,  $h = ?$   $D = ?$

$$v_x = v_0 \cos \alpha \quad v_y = v_0 \sin \alpha$$

$$\begin{aligned} x &= v_0 \cos \alpha t & x(2\text{s}) &= 30 \text{ m/s} \cdot \cos 60^\circ \cdot 2\text{s} = 30 \text{ m} & D &= 30 \text{ m} \\ y &= v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} & y &= 30 \text{ m/s} \cdot \sin 60^\circ \cdot 2\text{s} - \frac{9,81 \text{ m/s}^2 \cdot (2\text{s})^2}{2} = 32,34 \text{ m} = 32 \text{ m} & h &= 32 \text{ m} \quad \Sigma = 20 \end{aligned}$$

5.

$r = 6600 \text{ km} = 6600000 \text{ m}$ ,  $R = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$ ,  $t = 24 \text{ h} = 24 \cdot 3600 \text{ s} = 86400 \text{ s}$ ,  $N = ?$

Кружење сателита око Земље условљава гравитациона сила између Земље масе  $M$  и сателита масе  $m$ , као центрипетална сила, па се, имајући у виду Њутнов закон гравитације, може писати

$$m r \omega^2 = m r \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = \gamma \frac{mM}{r^2} \quad \text{одатле} \quad T = 2\pi r \sqrt{\frac{r}{\gamma M}}$$

Пошто гравитациона сила између тијела масе  $m_1$  на површини Земље и Земље износи:

$$\gamma \frac{m_1 M}{R^2} = m_1 g \quad \text{то је: } \gamma M = g R^2$$

па се период кружења сателита може написати у облику:  $T = 2\pi r \sqrt{\frac{r}{g R^2}} = \frac{2\pi r}{R} \sqrt{\frac{r}{g}} = 5261 \text{ s}$

За вријеме  $t = 24 \text{ h}$  сателит направи  $N = \frac{t}{T} = \frac{86400 \text{ s}}{5261 \text{ s}} = 16,4 \approx 16$  обртаја