

ЗАДАЦИ ЗА РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ (2010.)
II РАЗРЕД

1. У суду се налази $7g$ азота и $11g$ угљен-диоксида на температури $290K$ и притиску $100kPa$. Колика је густина те смјеше? Моларне масе азота и угљен-диоксида су:
 $M(N_2)=28 g/mol$, $M(CO_2)=44 g/mol$. $R=8,314 J/mol K$.

2. У вертикалном цилиндричном суду, испод покретног клипа масе $1kg$ и површине $10cm^2$, налази се $1g$ азота. Моларна маса азота $M = 28g/mol$, а моларна специфична топлота при сталној запремини $C_v = \frac{5}{2}R$.

- а) Колику количину топлоте треба предати азоту да би се загријао за 10^0C ?
б) За колико се при томе подигне клип? Притисак гаса изнад клипа је $100kPa$. Процес загријавања се одвија споро.

3. По кругу полупречника $R = 10\sqrt{3}m$ почиње, из стања мировања, да се креће материјална тачка са тангенцијалним убрзањем константног интензитета a_t . Колики пут пређе материјална тачка од почетка кретања до тренутка када интензитет укупног убрзања постане $a = 2a_t$?

4. Хоризонтална платформа масе $100kg$ обрће се око вертикалне осе, која пролази кроз центар платформе, вршећи $10obr/min$. Човјек тежине $600N$ стоји при томе на крају платформе. Коликом брзином почиње да се обрће платформа, ако човјек пређе са краја платформе на њен центар? Узети да је платформа округао хомогени диск, а човјек материјална тачка. $g = 10m/s^2$.

5. Колика је брзина вјештачког Земљиног сателита на висини $h = 250km$? За које вријеме овај сателит начини један обртај око Земље? $R = 6370km$, $g = 9,81m/s^2$.

Задатке припремио: Милко Бабић
Рецензент: проф. др Милан Пантић, ПМФ Нови Сад

РЈЕШЕЊЕ ЗАДАТАКА ЗА II РАЗРЕД

1.

Из $pV = nRT$

$pV = (n_1 + n_2)RT$

$$pV = \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2}\right)RT$$

n_1 – број молова азота

$$V = \frac{RT}{p} \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2}\right)$$

n_2 – број молова угљен-диоксида

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_1 + m_2}{V}$$

$$\rho = \frac{(m_1 + m_2)M_1M_2p}{RT(m_1M_2 + m_2M_1)}$$

$$\rho = 1,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

2. Како је клип покретан, а процес се споро одвија, онда је притисак гаса испод клипа у сваком тренутку исти: $p = p_0 + \frac{m_K g}{S}$, гдје је p_0 притисак гаса изнад клипа m_K - маса клипа.

a) $Q = nC_p \Delta T = \frac{7mR\Delta T}{2M}$ $Q = 10,4J$

б) Рад гаса је $A = Q - \Delta U = nC_p \Delta T - nC_v \Delta T = \frac{m}{M}(C_p - C_v)\Delta T$ $C_p - C_v = R$, $A = \frac{mR\Delta T}{M}$

како је $p = const$, то је $A = p\Delta V = pS\Delta h$, па је $\Delta h = \frac{A}{pS}$

$$\Delta h = \frac{mR\Delta T}{M(p_0S + m_K g)} \quad \Delta h = 2,7cm$$

3. Тренутни пут је $s = \frac{a_t t^2}{2} = \frac{R\alpha t^2}{2}$ (1)

интензитет укупног убрзања може се приказати у облику

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} \quad a = a_t \sqrt{1 + \left(\frac{a_n}{a_t}\right)^2}, \quad a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{(a_t t)^2}{R} = \frac{(R\alpha t)^2}{R} = \frac{R^2 \alpha^2 t^2}{R}$$

$$a_t = R\alpha \quad a = a_t \sqrt{1 + \left(\frac{R^2 \alpha^2 t^2}{R^2 \alpha}\right)^2} = a_t \sqrt{1 + (\alpha t^2)^2}$$

одакле слиједи $\alpha t^2 = \sqrt{\left(\frac{a}{a_t}\right)^2 - 1}$

замјеном ове вриједности за αt^2 у једначину (1) добија се

$$s = \frac{R}{2} \sqrt{\left(\frac{a}{a_t}\right)^2 - 1} \quad s = 15m$$

4.

$$I_1 \omega_1 = I_2 \omega_2 \quad (1) \text{ на основу закона одржања момента импулса}$$

I_1 - момент инерције платформе са човјеком, који стоји на њеном крају

I_2 - момент инерције платформе са човјеком, који стоји у центру платформе

ω_1 и ω_2 - угаоне брзине платформе које одговарају првом и другом положају човјека. При томе је:

$$I_1 = \frac{m_1 R^2}{2} + m_2 R^2 \quad \text{и} \quad I_2 = \frac{m_1 R^2}{2}$$

гдје је R – полупречник платформе, m_1 - маса платформе, m_2 - маса човјека. Замјењујући у једначину (1) и узимајући у обзир да је $\omega = 2\pi\nu$
 ν - број обртаја платформе у секунди добијамо

$$\left(\frac{m_1 R^2}{2} + m_2 R^2\right) 2\pi\nu_1 = 2\pi\nu_2 \frac{m_1 R^2}{2} \quad \text{одакле се добија}$$

$$\nu_2 = \nu_1 \frac{m_1 R^2 + 2m_2 R^2}{m_1 R^2} = \nu_1 \frac{m_1 + 2m_2}{m_1} \quad \nu_2 = 22 \frac{\text{obr}}{\text{min}}$$

5.

При кретању сателита по кружној путањи центрипетална сила је гравитациона сила којом Земља дјелује на сателит.

$$\frac{mv^2}{R+h} = \gamma \frac{mM}{(R+h)^2} \quad \text{одакле се налази брзина сателита}$$

$$v = \sqrt{\gamma \frac{M}{R+h}} \quad \text{добијена релација се може написати у облику}$$

$$v = \sqrt{\gamma \frac{M}{R^2} \frac{R^2}{R+h}} = \sqrt{g \frac{R^2}{R+h}} \quad v \approx 7,7 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

период ротације овог сателита је

$$T = \frac{2\pi(R+h)}{v}$$

$$T = \frac{2\pi(R+h)}{\sqrt{g \frac{R^2}{R+h}}} \quad T \approx 89,4 \text{ min}$$