

**27. РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА  
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (13. март 2021)**

**II РАЗРЕД**

1. Водоник масе  $m = 0,2 \text{ kg}$  се на сталном притиску загријава од  $0^\circ\text{C}$  до  $100^\circ\text{C}$ . Одредити која количина топлоте је за то потребна. Колика је промјена унутрашње енергије водоника и колики рад је при томе извршио? Специфични топлотни капацитет водоника при сталној запремини је  $C_v = \frac{5}{2}R$ , а моларна маса  $M = 2 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ ,  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \times \text{K}}$ .

2. У аутомобилску гуму упумпава се ваздух из околине на температури  $t_1 = -10^\circ\text{C}$  и на нормалном атмосферском притиску ( $p_1 = 101325 \text{ Pa}$ ). Током пумпања температура ваздуха у гуми расте до  $t_2 = 35^\circ\text{C}$ , док се запремина ваздуха смањи на 30% од првобитне запремине. Колики је притисак у гуми? У току вожње гума се заједно са ваздухом у њој загријава, што доводи до повећања запремине за 2,5% и притиска за 10%. Колика је температура ваздуха у гуми током вожње?

3. У хладњаку, у коме је температура  $t_1 = 0^\circ\text{C}$ , налази се  $m = 1 \text{ kg}$  воде на температури  $0^\circ\text{C}$ . Колико времена треба да ради мотор хладњака који има снагу  $P = 100 \text{ W}$ , да би се вода замрзла ( $q_t = 0,35 \text{ MJ/K}$ )? Спољашња температура је  $t_2 = 20^\circ\text{C}$ . Коефицијент корисног дејства хладњака је 10 пута мањи од Карноовог хладњака, када би радио између истих температура.

4. Сателит масе  $m = 1t$ , кружи око центра Земље по орбити радијуса (полупречника)  $r = 4R_z$ , гдје је  $R_z = 6400 \text{ km}$  полупречник Земље. За колики угао ће заокренути орбита (тј. раван у којој је орбита) без промјене радијуса, ако му се при томе промијени импулс за  $\Delta p = 2,07 \cdot 10^6 \text{ kgm/s}$ ? Узети да је гравитационо убрзање на површини Земље  $g_0 = 10 \text{ m/s}^2$ .

5. Колики је рад потребно уложити да би се потопила у воду коцка, страница  $a = 20 \text{ cm}$ , начињена од дрвета густине  $\rho = 800 \text{ kg/m}^3$ ? Узети да је густина воде  $\rho_0 = 1000 \text{ kg/m}^3$  и  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ .

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

## РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА II РАЗРЕД

1.

Доведена количина топлоте водонику:  $Q = nC_p\Delta T$ . За водоник (двоатомски гас)  $C_p = \frac{7}{2}R$ ,

$$n = \frac{m}{M} = 100 \text{ mol}, \quad Q = 291 \text{ kJ}.$$

Промена унутрашње енергије  $\Delta U = nC_v\Delta T$ ,  $\Delta U = \frac{m}{M}C_v\Delta T$ ,  $\Delta U = 207,8 \text{ kJ}$ .

Из првог закона термодинамике  $A = Q - \Delta U$ , или коначно  $A = 83,1 \text{ kJ}$ .

2.

а) Из једначине стања за ваздух прије и после упумпавања у гуму

$p_1V_1 = nRT_1$  и  $p_2V_2 = nRT_2$ , гдје је  $V_2 = 0,3V_1$ , налазимо притисак у гуми

$$p_2 = \frac{p_1V_1}{V_2} \frac{T_2}{T_1} \quad p_2 = \frac{p_1}{0,3} \frac{T_2}{T_1}, \text{ тј. } p_2 = 3,63p_1 \text{ односно } p_2 = 367810 \text{ Pa}.$$

б) Једначина стања ваздуха у гуми током вожње је  $p_3V_3 = nRT_3$ , гдје је  $V_3 = 1,025V_2$  и  $p_3 = 1,1p_2$ . Након сређивања горњег израза за температуру ваздуха добијамо

$$T_3 = 1,1 \cdot 1,025T_2, \quad T_3 = 347,3 \text{ K} \quad (t_3 = 74,3^\circ \text{C}).$$

3.

Хладњак узима топлоту  $Q_1$  хладнијем телу температуре  $T_1$  и даје топлоту топлијем телу температуре  $T_2$ . Разлика између количина топлоте коју хладњак мора да надокнади је:

$A = Q_2 - Q_1 = Q_1 \cdot (Q_2/Q_1 - 1)$ . За идеални хладњак важи:  $Q_2/T_2 = Q_1/T_1$ , па је:

$A_0 = Q_1 \cdot (T_2/T_1 - 1)$ . У нашем случају хладњак мора урадити 10 пута већи рад тако да је

$A = 10 \cdot A_0$ .  $Q_1$  је топлота коју ослобађа вода при замрзавању:  $Q_1 = mq_t$ . Како је  $A = P \cdot t$ , закључујемо да је потребно време у току кога мора да ради хладњак:  $t = 10 \cdot (mq_t/P) \cdot (T_2/T_1 - 1)$ , тј.  $t = 42,7 \text{ min}$ .

4.

За кретање сателита по кружној путањи центрипетална сила једнака је гравитационој, тј.:

$$\frac{mv_1^2}{r} = \frac{\gamma Mm}{r^2}, \text{ одакле је } v_1 = \sqrt{\frac{\gamma M}{r}} = \sqrt{\frac{\gamma M}{4R_z}} \quad (1), \text{ гдје је } M - \text{ маса Земље. Гравитационо убрзање}$$

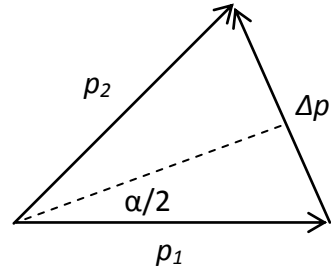
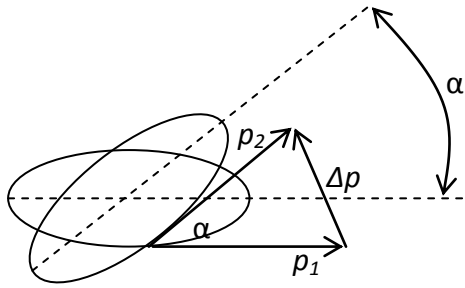
на површини Земље се може изразити као  $g_0 = \frac{\gamma M}{R_z^2}$ . Ако то замијенимо у (1) добија се брзина

$$\text{сателита } v_1 = \frac{1}{2} \sqrt{g_0 R_z} \text{ док је импулс } p_1 = mv_1 = 4 \cdot 10^6 \text{ kgm/s}.$$

С обзиром да се радијус орбите не мења слиједи да је импулс на новој орбити,  $p_2$ , по интензитету једнак импулсу  $p_1$  (ако су орбите истог радијуса, морају бити исте и брзине сателита а тиме и интензитети импулса), тј.  $p_1 = p_2$ .

Пошто су импулси исти издвојени троугао на слици је једнакоркаки па је:

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{\Delta p/2}{p_1}, \quad \sin \frac{\alpha}{2} = 0,259 \text{ односно } \alpha = 30^\circ.$$



5. Без дјеловања спољашње силе коцка је дјелимично потопљена, тако да је сила теже на коцку једнака сили потиска  $mg = \rho_0 g a^2 y$ .

Одавде је дубина потапања (слика)  $y = \frac{mg}{\rho_0 g a^2} = \frac{m}{\rho_0 a^2}$ , где је маса коцке  $m = \rho a^3$  тако да је  $y = 16 \text{ cm}$ .

Остали дио коцке, висине  $x = a - y = 4 \text{ cm}$ , мора се потопити дјеловањем спољашње вертикалне силе  $F$  чији се интензитет мора повећавати линеарно са дубином потапања  $h$  (јер са порастом дубине потапања расте и сила потиска која се супроставља потапању).

Интензитет силе при потпуном потапању коцке износи  $F_m = \rho_0 g V_2$ , гдје је  $V_2 = a^2 x$  запремина накнадно потопљеног дијела коцке па је  $F_m = \rho_0 g a^2 x$ . Пошто се спољашња сила мијења линеарно са  $x$ , средња вриједност те силе је њена аритметичка средина

$$F_{sr} = \frac{F_m}{2}. \text{ Рад који изврши та сила на потапању коцке је } A = F_{sr} \cdot x = \frac{1}{2} \rho_0 g a^2 x \cdot x = \frac{\rho_0 g a^2 x^2}{2}$$

одакле је  $A \approx 0,31 \text{ J}$ .

