

**21. РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА  
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (5. април 2014)**

**II РАЗРЕД**

1. У вертикално постављеном цилиндру глатких зидова, чија је површина попречног пресека  $S = 9,81 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$  испод клипа масе  $m_1 = 4 \text{ kg}$  налази се ваздух на температури  $T_1 = 400 \text{ K}$ . Када на клип ставимо тег масе  $m_2 = 6 \text{ kg}$ , растојање клипа од дна цилиндра смањи се  $n = 2$  пута. За колико степени се повећа температура ваздуха у цилиндру? Атмосферски притисак износи  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ . Узети да је  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ .

2. На шеми приказаној на слици наћи наелектрисање кондензатора. Специјално:

$$\varphi_A = 10V, \quad \varphi_B = 5V, \quad \varepsilon = 10V, \quad C = 0,8 \mu F.$$



3. Када прикључимо волтметру неки додатни отпор, онда се мјерни опсег волтметра повећа  $n$  пута. Ако умјесто њега прикључимо неки други додатни отпор, онда се мјерни опсег повећа  $m$  пута. Колико пута ће се повећати максимални мјерни опсег волтметра ако вежемо редно са волтметром ова два отпорника, који су везани паралелно?

4. Капиларна цјевчица чији је горњи крај затворен постављена је вертикално у суд са водом. Да би ниво воде у капилари био на истој висини као у широком суду, каполара мора да се потопи за 1,5% своје дужине. Наћи унутрашњи полупречник капиларе. Атмосферски притисак је  $100 \text{ kPa}$ . Квашење је потпуно. Температура је константна. Коefицијент површинског напона воде  $\gamma = 0,07 \text{ N/m}$ .

5. Космички брод се креће по кружној орбити око Земље у равни у којој лежи орбита Мјесеца при његовом обртању око Земље. Угаона брзина космичког брода једнака је угаоној брзини Мјесеца при обртању око Земље. За вријеме свог кретања космички брод се налази између Земље и Мјесеца на правцу који спаја њихове центре. Растојање брода од Земље је такво да је гравитациона сила којом Земља дјелује на брод једнака гравитационој сили којом Мјесец дјелује на брод. Колика је тежина космонаута који се налази на броду и који је њен смијер? Да ли раде реактивни мотори космичког брода? Маса космонаута је  $70 \text{ kg}$ , период обртања Мјесеца око Земље је 27,3 дана. Маса Земље је 81 пута већа од масе Мјесеца, а растојање од Земље до Мјесеца једнако је 60 полупречника Земље. Полупречник Земље је  $R_0 = 6400 \text{ km}$ .

## РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА II РАЗРЕД

1.

На основу једначине стања идеалног гаса  $\frac{pV}{T} = const$  и чињенице да увијек имамо исту

количину гаса, пишемо  $(p_0 + \frac{m_1 g}{S}) \frac{V}{T_1} = \left[ p_0 + (m_1 + m_2) \frac{g}{S} \right] \frac{V}{nT_2}$ , односно

$$T_2 = \frac{p_0 + (m_1 + m_2) \frac{g}{S}}{n(p_0 + m_1 \frac{g}{S})} T_1.$$

Разлика температура износи  $\Delta T = T_2 - T_1$  или, коришћењем претходне једначине,

$$\Delta T = \frac{m_2 \frac{g}{S} - (n-1) \left( p_0 + m_1 \frac{g}{S} \right)}{n \left( p_0 + m_1 \frac{g}{S} \right)} T_1.$$

Заменом датих бројних вриједности добијамо да је  $\Delta T = 40 \text{ K}$ .

2.

Можемо замислити да у недостајућом дијелу кола имамо неки отпор на коме је напон  $U_{AB}$  па се напон извора  $\varepsilon$  у тој серијској вези дијели на напоне на кондензаторима и напон  $U_{AB}$ .

$$\varepsilon = U_2 + U_2 + U_{AB}, \quad U_1 + U_2 = \varepsilon - U_{AB}, \quad U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B = 5V, \quad U_1 + U_2 = 5V. \quad (1)$$

$U_1$  - напон на кондензатору капацитета  $C$ ,  $U_2$  - напон на кондензатору капацитета  $5C$ .

Наелектрисање које прође кроз један попречни пресјек у серијској вези мора проћи и кроз остале, тако да је  $q_1 = q_2$ . Дакле, можемо писати

$$C_1 U_1 = C_2 U_2, \quad C U_1 = 5C U_2, \quad U_1 = 5U_2. \quad (2)$$

Што је капацитет кондензатора у редној вези мањи, на њему је напон већи јер је  $q$  исто на свакој плочи ( $q = CU$ ). Користећи (1) и (2) добијамо:

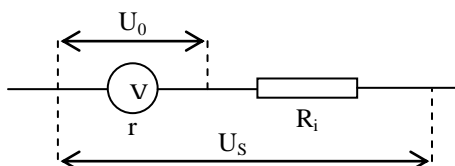
$$5U_2 + U_2 = 5V, \quad 6U_2 = 5V, \quad U_2 = \frac{5}{6}V, \quad U_1 = 5V - U_2 = 5V - \frac{5}{6}V = 4\frac{1}{6}V, \quad \text{односно}$$

$$q_2 = C_2 U_2 = 5C U_2 = 5 \cdot 0,8 \mu F \cdot \frac{5}{6}V = \frac{20}{6} \mu C = 3,3 \mu C.$$

3.

Нека је отпор волтметра  $r$ , максимални напон на волтметру  $U_0$  и струја која тече кроз волтметар  $I_0$ . Коришћењем додатног отпора  $R_i$  ( $i = 1, 2$ ) измјерени напон  $U_s$  "распоређује" се на  $r$  и  $R_i$  пропорционално њиховим вриједностима. Напон на волтметру је сада  $U$  и из претходног не може бити већи од  $U_0$ . Струја кроз волтметар и отпорник  $R_i$  не може бити већа од  $I_0$ . Из овога слиједи:  $nU_0 = U_{s1}$ ,  $I_0(r + R_1) = U_{s1}$ ,  $nU_0 = I_0(r + R_1)$ , (1)

гдје је  $R_1$  - први прикључени отпор,



$$mU_0 = U_{S_2}, \quad I_0(r + R_2) = U_{S_2}, \quad mU_0 = I_0(r + R_2), \quad (2)$$

гдје је  $R_2$  – други прикључени отпор. Коначно

$$kU_0 = U_S, \quad I_0 \left( r + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right) = U_S \Rightarrow kU_0 = I_0 \left( r + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right), \quad (3)$$

гдје је  $k$  – повећање максималног мјерог опсега при паралелној вези. Замјеном  $U_0 = I_0 r$  у једначине (1), (2) и (3), добијамо:

$$nr = r + R_1 \quad (4), \quad mr = r + R_2 \quad (5), \quad kr = r + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (6). \text{ Замјеном } R_1 \text{ и } R_2 \text{ из (4) и (5) у (6)}$$

$$\text{добија се } k = \frac{mn - 1}{m + n - 2}.$$

4.

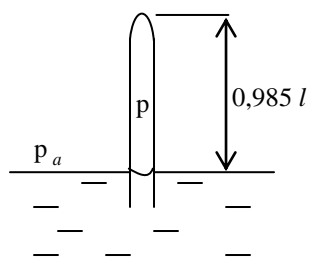
Притисак ваздуха у капилари прије потапања је био атмосферски ( $p_0$ ). Када се капилара потопи, ваздух се мало сабије, па се притисак повећава (слика). Пошто је ниво воде у капилари исти као и у ширем суду, онда је притисак са доње стране мениска једнак

атмосферском, а притисак ваздух изнад мениска је  $p = p_a + \frac{2\gamma}{r}$ . Пошто је температура

константна важи  $p_a V = p V_1$ , тј.  $p_a l S = \left( p_a + \frac{2\gamma}{r} \right) \cdot 0,985 l S$ . Овде је  $l$  дужина капиларе, а  $S$

површина попречног пресека капиларе. Одатле је  $0,015 p_a = \frac{1,97\gamma}{r}$ ,

односно:  $r = \frac{1,97\gamma}{0,015 p_a}$ . Заменом бројних вредности добијамо  $r = 0,09 \text{ mm}$ .



5.

Пошто је угаона брзина космичког брода једнака угаоној брзини Мјесеца, центрипетално

убрзање брода је:  $a = \omega^2 R = \frac{4\pi^2}{T^2} R$ , где је  $R$  - растојање космичког брода од Земље,  $T$  -

период обртања Мјесеца око Земље.

Збир свих сила које дјелују на космонаута једнак је производу масе и убрзања (слика),

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = m\vec{a}. \quad (1) \text{ Одавдје је}$$

$$F_1 = \gamma \frac{mM_Z}{R^2} - \text{сила којом Земља привлачи космонаута,}$$

$$F_2 = \gamma \frac{mM_M}{(60R_0 - R)^2} - \text{сила којом Мјесец привлачи космонаута, док је}$$

$F_3$  - сила којом космички брод дјелује на космонаута.

Ако за позитиван смјер узимамо смјер од Мјесеца према Земљи једначина (1) се може записати као:  $\gamma \frac{mM_Z}{R^2} - \gamma \frac{mM_M}{(60R_0 - R)^2} + F_3 = m \frac{4\pi^2}{T^2} R$ . Из услова да су сила привлачења

Земље и Мјесеца на космонаута једнаке  $\gamma \frac{mM_Z}{R^2} = \gamma \frac{mM_M}{(60R_0 - R)^2}$ , слиједи

$$R^2 = (60R_0 - R)^2 \frac{M_Z}{M_M} \text{ или } 80R^2 - 120 \cdot 81R_0 \cdot R + 3600 \cdot 81 \cdot R_0^2 = 0. \text{ Рјешења ове једначине су}$$

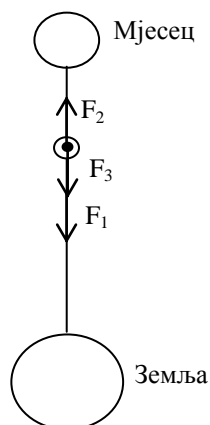
$$R_1 = 67,5R_0, \quad R_2 = 54R_0.$$

Прво рјешење не испуњава услов задатка јер је  $R_1$  веће од растојања Земља-Мјесец  $60R_0$ , па се космички брод креће на растојању  $R_2 = 54R_0$  од центра Земље а сила  $F_3$  којом брод

дјелује на космонаута  $F_3 = \frac{4\pi^2}{T^2} R_2 m$ ,  $F_3 = 0,17N$ .

Ова сила саопштава космонауту центрипетално убрзање и усмјерена је према Земљи. Због тога реактивни мотори космичког брода морају да избацују гасове у смјеру од Земље према Мјесецу.

Тежина космонаута тј. сила којом он дјелује на зид брода једнака је  $0,17N$  и налази се на правцу који спаја Земљу и Мјесец и усмјерена је према Мјесецу.



слика уз задатак 5.