



**XXXIII РЕПУБЛИЧКИ НАТПРЕВАР ПО ФИЗИКА ЗА
УЧЕНИЦИТЕ ОД ОСНОВНИТЕ УЧИЛИШТА ВО РЕПУБЛИКА
МАКЕДОНИЈА
16 мај 2009**

Задача 1: Мотоциклист кој се движи по патека паралелна со железничка пруга, претекнува воз. Должината на секој вагон од возот е $l_0 = 20$ m. Ако возот се движи со брзина $v_V = 8$ m/s, а мотоциклистот $v_M = 14$ m/s, мотоциклистот го претекнува возот за 30 s. Колку вагони има возот ако локомотивата ја сметаме за прв вагон?

Решение: Патот што ќе го помине возот за времето на претекнувањето е

$$s = v_V t .$$

Патот што ќе го помине моторциклистот претекнувајќи го возот ќе биде збир од должината на возот l , која е еднаква на $l = n \cdot l_0$ и патот s :

$$s + l = v_M t$$

$$v_V t + n l_0 = v_M t$$

Од овде бројот на вагоните на возот се пресметува како

$$n = \frac{v_M - v_V}{l_0} t = \frac{14\text{m/s} - 8\text{m/s}}{20\text{m}} \cdot 30\text{s} = 9 \text{ вагони.}$$

Решенија на задачите за основно

Задача 2. Едно тело во облик на коцка е закачено на динамометар. Ако телото закачено на динамометарот го влечеме по хоризонтална површина со константна брзина, динамометарот покажува 1,25 N. Коефициентот на триење меѓу телото и подлогата е $\mu = 0,2$. Ако потоа, телото обесено на динамометарот, целосно го потопиме во вода, динамометарот покажува 4 пати поголема сила од претходно. Колкава е густината на телото, ако за густината на водата се земе $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$, а за земјиното забрзување $g = 10 \text{ m/s}^2$?

Решение: При влечење на телото по подлогата со константна брзина, при што тоа е закачено на динамометар, всушност ја мериме силата на триење која изнесува $F_{tr} = \mu G$. Од овде за тежината на телото се добива

$$G = \frac{F_{tr}}{\mu} = \frac{1,25 \text{ N}}{0,2} = 6,25 \text{ N}.$$

Силата која ја покажува динамометрот во случај кога телото е потопено во вода е резултантна сила, т.е. разлика од тежината на телото и силата на потисок

$$F = G - F_A = G - \rho_v g V \quad \Rightarrow \quad V = \frac{G - F}{\rho_v g} = \frac{G - 4F_{tr}}{\rho_v g} = \frac{G - 4\mu G}{\rho_v g},$$
$$V = \frac{(1 - 4 \cdot 0,2) \cdot 6,25 \text{ N}}{1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2} = 0,000125 \text{ m}^3.$$

Знаејќи го сега волуменот на телото може да ја определиме и неговата густина според:

$$G = mg = \rho V g \quad \Rightarrow \quad \rho = \frac{G}{V g} = \frac{6,25 \text{ N}}{0,000125 \text{ m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2} = 5000 \text{ kg/m}^3.$$

Решенија на задачите за основно

Задача 3: За загревање на вода од собна температура ($t_0 = 20\text{ }^\circ\text{C}$) до точката на вриење $t_v = 100\text{ }^\circ\text{C}$, се користи електричен грејач. Неговата вкупна должина е $l = 100\text{ cm}$. Колкава е должината на грејачот со помош на кој за истото време ќе загрееме алкохол со два пати помала маса од водата, од собна температура до точката на вриење на алкохолот $t_a = 80\text{ }^\circ\text{C}$. Грејачите се направени од ист материјал и имаат ист дијаметар, а низ нив протекува струја со еднаква јачина. Специфичните топлински капацитети на водата и алкохолот се $c_v = 4200\text{ J/kg K}$ и $c_a = 2240\text{ J/kg K}$, соодветно.

Решение: За загревање на водата и алкохолот од собна температура до точките на вриење потребно е количество топлина еднакво на

$$Q_v = c_v m \Delta T_v = c_v m (t_v - t_0) \text{ за водата и}$$

$$Q_a = c_a \frac{m}{2} \Delta T_a = c_a \frac{m}{2} (t_a - t_0) \text{ за алкохолот.}$$

Оваа топлина ќе ја ослободи грејачот според Џуловиот закон $Q = I^2 R \tau$, т.е. добиваме

$$Q_v = I^2 R_v \tau = c_v m \Delta T_v = c_v m (t_v - t_0) \text{ и}$$

$$Q_a = I^2 R_a \tau = c_a \frac{m}{2} \Delta T_a = c_a \frac{m}{2} (t_a - t_0).$$

Од овие две равенки добиваме

$$\frac{c_v (t_v - t_0)}{R_v} = \frac{c_a (t_a - t_0)}{2R_a}.$$

Вредноста на отпорот на грејачот со должина l и дијаметар d ќе биде $R = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{l}{\left(\frac{d}{2}\right)^2 \pi}$, при што вредноста на отпорите на грејачите употребени во двата

случаи ќе се разликува само според нивната должина бидејќи и двата грејачи се со ист дијаметар и со ист специфичен отпор.

На тој начин добиваме

$$\frac{c_v (t_v - t_0)}{\rho \frac{l_v}{S}} = \frac{c_a (t_a - t_0)}{2\rho \frac{l_a}{S}}$$

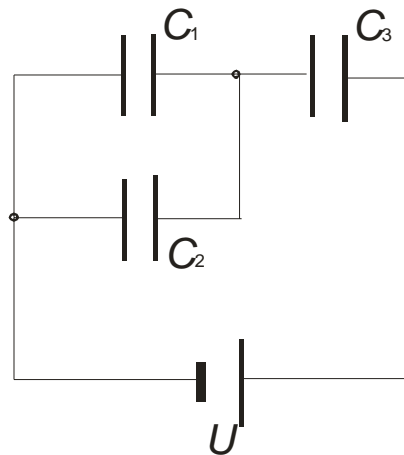
$$\frac{l_v}{l_a} = \frac{2c_v (t_v - t_0)}{c_a (t_a - t_0)} = \frac{2 \cdot 4200\text{ J/kg} \cdot \text{K} (100\text{ }^\circ\text{C} - 20\text{ }^\circ\text{C})}{2240\text{ J/kg} \cdot \text{K} (80\text{ }^\circ\text{C} - 20\text{ }^\circ\text{C})} = 5$$

Бидејќи за загревање на алкохолот до точка на вриење потребен е грејач кој е 5 пати пократок од грејачот со кој се загрева водата, конечно добиваме:

$$l_a = \frac{l_v}{5} = \frac{100\text{ cm}}{5} = 20\text{ cm}.$$

Решенија на задачите за основно

Задача 4: Електричен извор со напон $U = 110 \text{ V}$ и три кондензатори со капацитети $C_1 = 1 \text{ } \mu\text{F}$, $C_2 = 2 \text{ } \mu\text{F}$ и $C_3 = 3 \text{ } \mu\text{F}$, се поврзани како на сликата. Колкав е напонот U_3 на краевите на кондензаторот C_3 ?



Решение: Вкупниот капацитет во колото се пресметува според

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_{12}} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{C_1 + C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{C_1 + C_2 + C_3}{(C_1 + C_2)C_3}.$$

Вкупното електричество кое протекува низ колото е

$$q = CU = \frac{(C_1 + C_2)C_3}{C_1 + C_2 + C_3} U.$$

Според Кирхофовите правила ова електричество ќе мине низ кондензаторот C_3 и низ еквивалентниот кондензатор C_{12} кој ги претставува двата паралелно поврзани кондензатори C_1 и C_2 .

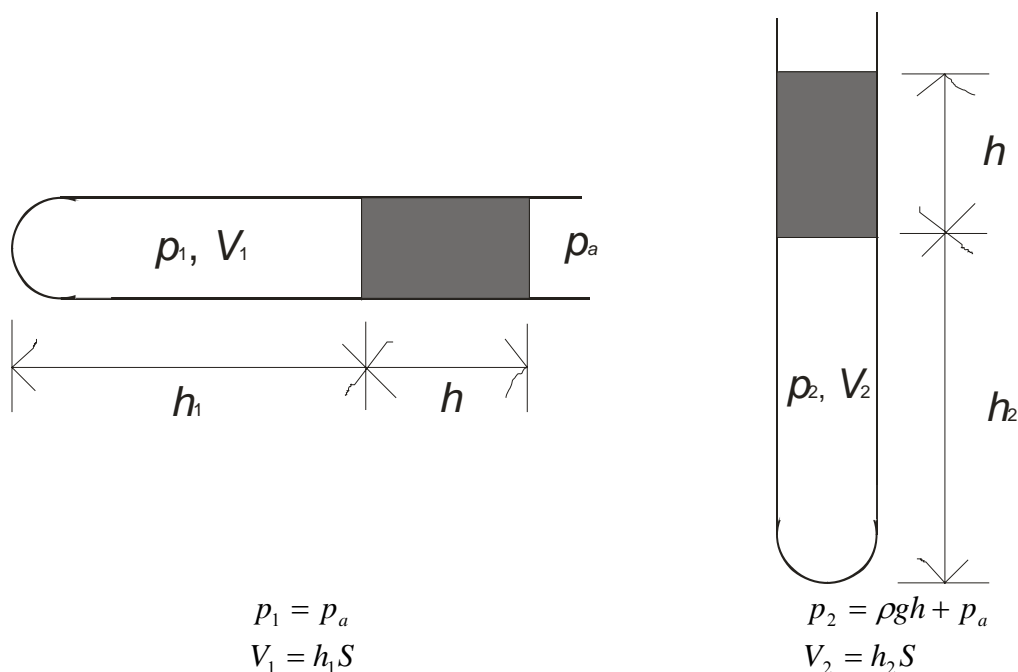
Ние го бараме напонот на краевите од кондензаторот C_3 , којшто е даден со:

$$U_3 = \frac{q}{C_3} = \frac{(C_1 + C_2)}{C_1 + C_2 + C_3} U = \frac{1 \text{ } \mu\text{F} + 2 \text{ } \mu\text{F}}{1 \text{ } \mu\text{F} + 2 \text{ } \mu\text{F} + 3 \text{ } \mu\text{F}} \cdot 110 \text{ V} = 55 \text{ V}.$$

Решенија на задачите за основно

Задача 5: Во долга тенка цевка (епрувета) поставена хоризонтално се наоѓа воздушен столб со должина 11 cm, а зад воздухот кон отворот има извесна количина жива. Ако цевката се сврти за 90° со отворот нагоре, висината на воздушниот столб ќе биде 10 cm. Колкава е висината на живиниот столб во цевката? Густината на живата е 13600 kg/m^3 , атмосферскиот притисок е $p_a = 100000 \text{ Pa}$, а за земјиното забрзување да се земе 10 m/s^2 . Температурата е константна.

Решение: Кога епруветата е поставена хоризонтално притисокот на воздухот затворен во неа е еднаков на атмосферскиот притисок, додека кога цевката е поставена вертикално со отворот нагоре, притисокот на воздухот е збир од атмосферскиот притисок и хидростатичкиот притисок на живата, т.е.



Бидејќи температурата е константна, менувањето на параметрите на воздухот е изотермно т.е. важи Бојл-Мариотовиот закон:

$$\begin{aligned}
 p_1 V_1 &= p_2 V_2 \\
 p_a h_1 S &= (\rho g h + p_a) h_2 S \\
 p_a (h_1 - h_2) &= \rho g h h_2
 \end{aligned}$$

Од каде за висината на живата добиваме

$$h = \frac{p_a (h_1 - h_2)}{\rho g h_2} = \frac{100000 \text{ Pa}}{13600 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2} \frac{(11 \text{ cm} - 10 \text{ cm})}{10 \text{ cm}} = 7,4 \text{ cm}$$