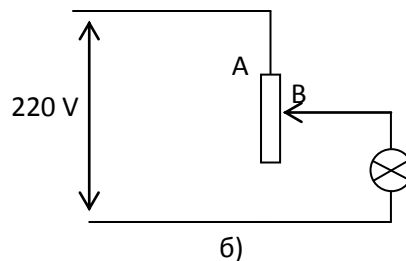
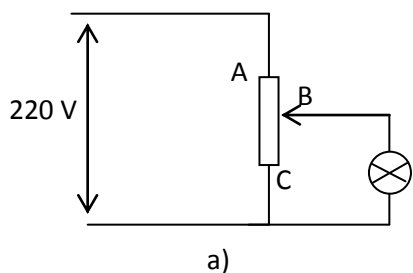


**23. РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (2. април 2016.)**

II РАЗРЕД

1. На сијалици је назначена максимална вриједност напона 110 V . Да би сијалицу могли да укључимо на напон од 220 V , користимо реостат (промјењиви отпорник) који можемо укључити на два начина - као на сликама а) и б). Колики је коефицијент корисног дејства у оба случаја? Отпор сијалице је 1000Ω , а реостата 2000Ω .

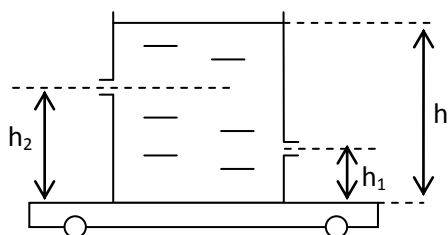


2. Приликом прављења леда у фрижидеру који се равномјерно хлади, температура воде снизи се са $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ на $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 5 минута. Послије 115 минута сва вода се претвори у лед. Колика је топлота топљења леда на основу ових података? Специфична топлота воде $c_v = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$.

3. Двије мале једнаке куглице објешене су о дугачке непроводне нити из једне заједничке тачке. Оне су исто наелектрисане услед чега су се удаљиле на међусобно растојање 5 cm . На које ново растојање ће доћи куглице ако се разелектрише једна од њих? (Како су нити дугачке узети да је $l \gg r$).

4. Куглица масе $m = 0,1\text{ kg}$ пада са неке висине на стрму равн и еластично одскаче од ње без губитка брзине. Нагибни угао стрме равни $\alpha = 30^{\circ}$. За вријеме удара стрма равн добија импулс силе $F\Delta t = 1,73\text{ N} \cdot \text{s}$. Колико времена ће проћи од тренутка удара куглице у стрму равн до момента када ће се куглица наћи у највишој тачки своје путање.

5. На колицима се налази цилиндрични суд напуњен водом до висине 100 cm . На супротним странама суда налазе се два отвора на висинама 25 cm и 50 cm . Површине отвора су једнаке и износе по 10 cm^2 . Колика сила и у ком смјеру треба да дјелује на колица да она остану у миру када вода истиче? Узети да се ниво воде у суду не мијења и да нема контракције млаза. Густина воде 1000 kg/m^3 , $g = 9,8\text{ m/s}^2$.



Задатке припремили: Саша Њежић и Милко Бабић
Рецензент: проф. др Милан Пантић, ПМФ, Нови Сад

РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА II РАЗРЕД

1. У оба случаја напон на сијалици је једнак. Значи да су једнаки напони на дијелу АВ. Интензитети струја које теку кроз сијалицу такође су једнаки у оба случаја, што значи да је интензитет струје на дијелу АВ на слици а) већи од интензитета струје на дијелу АВ на слици б). Према томе губици снаге на дијелу АВ у првом случају већи су него у другом. Додатак на слици а) бескорисно расипа снагу на дијелу реостата ВС, тако да су губици снаге на слици а) већи, а коефицијент корисног дејства мањи.

У првом случају ослобођена снага на сијалици је $P_1 = \frac{U_s^2}{R_s}$ а снага који се црпи из извора

$$P_{1U} = \frac{U^2}{R_1 + \frac{R_2 R_s}{R_2 + R_s}}, \text{ гдје је } R_1 \text{ отпор дијела реостата АВ, а } R_2 \text{ отпор дијела реостата ВС.}$$

$$\text{Степен корисног дејства је } \eta_1 = \frac{\frac{U_s^2}{R_s}}{\frac{U^2}{R_1 + \frac{R_2 R_s}{R_2 + R_s}}} = \frac{U_s^2}{U^2} \frac{R_1 + \frac{R_2 R_s}{R_2 + R_s}}{R_s}.$$

Да би одредили отпоре R_1 и R_2 искористићемо чињеницу да су при редној вези напони на појединим дијеловима кола пропорционални отпорима тих дијелова кола:

$$\frac{U - U_s}{U_s} = \frac{R_1}{\frac{R_2 R_s}{R_2 + R_s}}. \text{ Сем тога је } R_1 + R_2 = R = 2R_s \text{ (услов задатка). С обзиром да је } U = 2U_s,$$

$$\text{добивамо: } \frac{2U_s - U_s}{U_s} = \frac{R_1}{\frac{(2R_s - R_1)R_s}{2R_s - R_1 + R_s}}. \text{ Сређивањем овог израза добија се квадратна једначина}$$

по R_1 , $R_1^2 - 4R_s R_1 + 2R_s^2 = 0$, чија су рјешења: $R_1 = (2 + \sqrt{2})R_s$ и $R_1 = (2 - \sqrt{2})R_s$. Рјешење

$R_1 = (2 + \sqrt{2})1000 \Omega$ одбацујемо јер му је вриједност већа од 2000Ω . Отпор R_2 је

$R_2 = 2R_s - R_1 = 2R_s - (2 - \sqrt{2})R_s = \sqrt{2} \cdot 1000 \Omega$. Степен корисног дејства у првом случају је

$$\eta_1 = \frac{\sqrt{2}}{2(1 + \sqrt{2})} \approx 0,3.$$

У другом случају (слика б) напон на дијелу АВ: $U_{AB} = 220V - 110V = 110V$, тј. једнак је напону на сијалици. То значи да се на том дијелу ослобађа једнака снага као на сијалици. Значи да је $\eta_2 = 0,5$.

2. Количина топлоте која се одузима од воде у јединици времена је $q = \frac{mc_v(\Theta_1 - \Theta_2)}{\Delta t}$, (1)

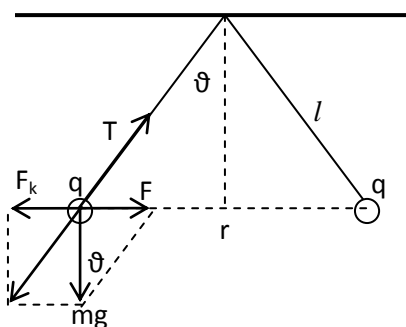
гдје је m маса воде у фрижидеру. Да би се вода претворила у лед потребно је да се прво охлади од температуре Θ_2 до температуре $\Theta_0 = 0^\circ C$, тј. треба јој одузети количину топлоте

$q \cdot \tau' = mc_v(\Theta_2 - \Theta_0)$ (2) гдје је τ' вријеме потребно за овај процес. Да би се охлађена вода замрзла мора јој се одузети количина топлоте $mL = q \cdot \tau''$, гдје је $\tau'' = \tau - \tau'$ вријеме потребно да се вода на 0°C заледи, те је $L = \frac{q}{m}(\tau - \tau')$. (3)

Комбиновањем израза (1), (2) и (3) добија се $L = c_v \left[\frac{\tau}{\Delta t} (\Theta_1 - \Theta_2) - (\Theta_2 - \Theta_0) \right]$, или након

замене бројних вредности добијамо: $L = 336 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$.

3. Кулонова сила уравнотежује компоненту тежине куглице, која тежи да врати куглицу у равнотежни положај. Компонента тежине куглице једнака је: $F = mg \tan \vartheta$. Са слике је јасно да је



$$\tan \vartheta = \frac{\frac{r}{2}}{\sqrt{\ell^2 - \frac{r^2}{4}}} = \frac{\frac{r}{2}}{\sqrt{\frac{4\ell^2 - r^2}{4}}} \quad (1), \text{ односно } \tan \vartheta = \frac{\frac{r}{2}}{\frac{1}{2}\sqrt{4\ell^2 - r^2}} = \frac{r}{\sqrt{4\ell^2 - r^2}}.$$

Компонента тежине куглице износи $F = mg \frac{r}{\sqrt{4\ell^2 - r^2}}$, док је Кулонова сила: $F_k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \frac{q^2}{r^2}$.

Како је: $F = F_k$, $mg \frac{r}{\sqrt{4\ell^2 - r^2}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \frac{q^2}{r^2}$. С обзиром да су нити дугачке, према сугестији у

задатку узети $\ell \gg r$, имамо $\frac{mgr}{\sqrt{4\ell^2}} = \frac{mgr}{2\ell} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \frac{q^2}{r^2}$, одакле је $r^3 = \frac{2\ell q^2}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r \cdot mg} = \frac{q^2 \ell}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r \cdot mg}$

(1). Из услова задатка вриједност за r је: $r = 5\text{cm}$.

Када се једна куглица разелектрише, куглице се на тренутак споје и то узрокује прелазак дијела наелектрисања са наелектрисане на ненаелектрисану куглицу. Како су куглице исте наелектрисање се подједнако расподијели на обе куглице $\frac{q}{2}$.

Аналогно претходно случају имамо, сада ново растојање r_1 . Компонента тежине куглице је

$$F_1 = mg \tan \vartheta_1 = \frac{mgr_1}{2\ell}, \text{ док Кулонова сила износи: } F_{k_1} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \frac{\left(\frac{q}{2}\right)^2}{r_1^2}. \text{ Имамо } F_1 = F_{k_1},$$

$$\frac{mgr_1}{2\ell} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \frac{q^2}{4r_1^2}, \text{ тј. } r_1^3 = \frac{2\ell q^2}{16\pi\epsilon_0\epsilon_r mg} = \frac{q^2\ell}{8\pi\epsilon_0\epsilon_r mg} \quad (2). \text{ Деобом израза (2) са (1), тј.}$$

$$\frac{r_1^3}{r^3} = \frac{\frac{q^2\ell}{8\pi\epsilon_0\epsilon_r mg}}{\frac{q^2\ell}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r mg}}, \text{ налазимо: } \frac{r_1^3}{r^3} = \frac{1}{4}, \text{ односно } r_1 = r \cdot \sqrt[3]{0,25}, \text{ тј. } r_1 \approx 3,15 \text{ cm}.$$

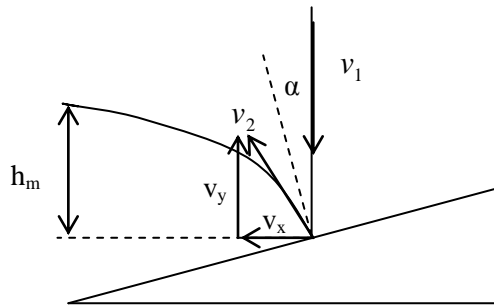
4. Према закону одржања импулса $m\Delta v = F\Delta t$, гдје је $\Delta v = v_1 \cos \alpha - (-v_2 \cos \alpha)$,

$$\Delta v = \cos \alpha \cdot (v_1 + v_2), \quad v_1 = v_2 = v, \quad \Delta v = 2v \cos \alpha.$$

Стога је $2mv \cos \alpha = F\Delta t$ (1). Са слике се види да је $v_y = v \sin\left(\frac{\pi}{2} - 2\alpha\right) - gt$,

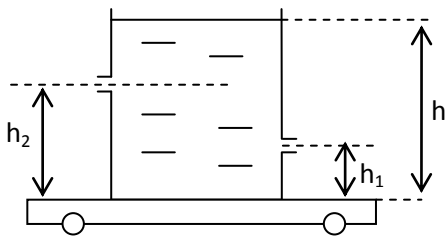
$v_y = v \cos 2\alpha - gt$. У највишој тачки путање $v_y = 0$, или $v \cos 2\alpha = gt$, одакле слиједи

$$t = \frac{v \cdot \cos 2\alpha}{g}. \text{ Из (1) } v = \frac{F\Delta t}{2m \cos \alpha} \text{ па је } t = \frac{F\Delta t \cos 2\alpha}{2mg \cos \alpha}, \text{ коначно } t = 0,51 \text{ s}.$$



5. На суд са водом дјелује сила реакције воде која истиче, тј. $F_1 = \rho S v_1^2$ и $F_2 = \rho S v_2^2$. Ове силе дјелују у хоризонталном правцу и имају супротне смјерове.

Брзина истицања течности $v_1 = \sqrt{2g(h-h_1)}$, односно $v_2 = \sqrt{2g(h-h_2)}$.



Резултујућа сила је усмјерена улијево и једнака је $F = F_1 - F_2 = 2g\rho S(h_2 - h_1)$. Заменом бројних вредности налазимо да је $F = 4,9 \text{ N}$.