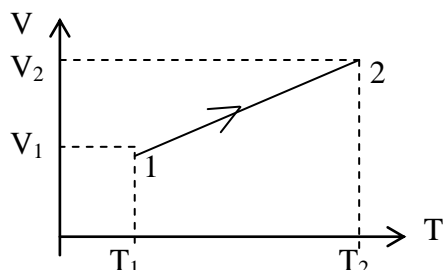


**20. РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (30. март 2013)**

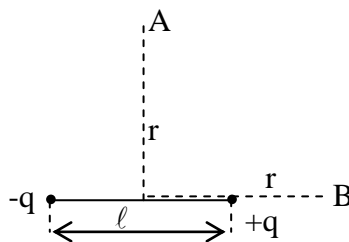
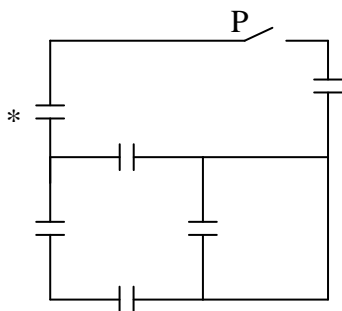
II РАЗРЕД

1. При загријевању гаса при константном притиску, услед неисправности вентила, запремина гаса се мијења према датом графику (слика). За колико се промијенила маса гаса при преласку из стања 1 у стање 2, ако је $V_2 = 2,5V_1$ и $T_2 = 3T_1$?



2. Један мол двоатомског гаса учествује у кружном процесу састављеном од двије изохоре и двије изобаре. Минимална запремина у циклусу је 10ℓ , а максимална 20ℓ , док је минимални притисак 246 kPa , а максимални 410 kPa . Колики је степен корисног дејства овог циклуса?

3. У колу приказаном на слици сви кондензатори су индентични. У почетном тренутку прекидач је отворен а кондензатор означен са (*) је једини напуњен. Потом је прекидач затворен и након што се успоставила равнотежа, наелектрисање на кондензатору означеном (*) је Q . Колико је било почетно наелектрисање Q_0 на кондензатору?



4. Електрични дипол чине два једнака наелектрисања супротног знака која се налазе на малом растојању ℓ . Одредити јачину електричног поља дипола:

- у тачки А на удаљености r на правој која је нормална на дуж која спаја наелектрисања и пролази кроз средину дужи (слика).
- у тачки В која се налази на правој која спаја наелектрисања а удаљена је од центра дужи која спаја наелектрисања за растојање r .

Узети да је $q = 20 \text{ nC}$, $\ell = 10 \text{ cm}$, $r = 2 \text{ m}$ и $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{Nm}^2$.

5. На бочном зиду суда налазе се један изнад другог, на растојању 10 cm два отвора једнаких површина. Површина једног отвора је 4 cm^2 . Колико је удаљена од суда тачка у којој се сијеку струје течности из отвора, ако у суд утиче 1ℓ течности у секунди? Вискозност течности и отпор ваздуха занемарити. Узети $g = 10^3 \text{ cm} / \text{s}^2$.

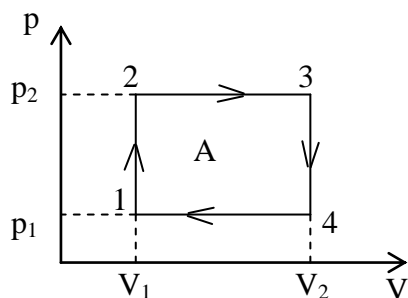
РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА II РАЗРЕД

1.

Како је притисак гаса константан, а добијена права не пролази кроз координатни почетак, јасно је да се током процеса мијењала и маса гаса. У стању 1 је $pV_1 = \frac{m_1RT_1}{M}$, а у стању 2: $pV_2 = \frac{m_2RT_2}{M}$

. Дијелењем ове двије једначине добија се $\frac{V_1}{V_2} = \frac{m_1T_1}{m_2T_2}$. Одатле је $\frac{m_2}{m_1} = \frac{V_2T_1}{V_1T_2} = \frac{2,5}{3} = \frac{5}{6}$. Дакле, маса гаса се смањила за $\frac{1}{6}$ почетне вриједности.

2.



Дати циклус приказан је на слици. Рад гаса у једном циклусу једнак је шрафираној површини, $A = (p_2 - p_1)(V_2 - V_1)$. Гас прима топлоту у процесу 1-2 (гдје се повећава унутрашња енергија) и у процесу 2-3 (гдје су позитивни и рад и промјене унутрашње енергије). У процесима 3-4 и 4-1 гас отпушта топлоту. Дакле, количина топлоте коју прими гас у једном циклусу је: $Q_1 = Q_{12} + Q_{23} = \Delta U_{12} + A_{23} + \Delta U_{23}$

$$Q_1 = \frac{5}{2} n_m R (T_2 - T_1) + p_2 (V_2 - V_1) + \frac{5}{2} n_m R (T_3 - T_2)$$

$$Q_1 = p_2 (V_2 - V_1) + \frac{5}{2} (n_m R T_3 - n_m R T_1)$$

$$Q_1 = p_2 (V_2 - V_1) + \frac{5}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{7}{2} p_2 V_2 - p_2 V_1 - \frac{5}{2} p_1 V_1$$

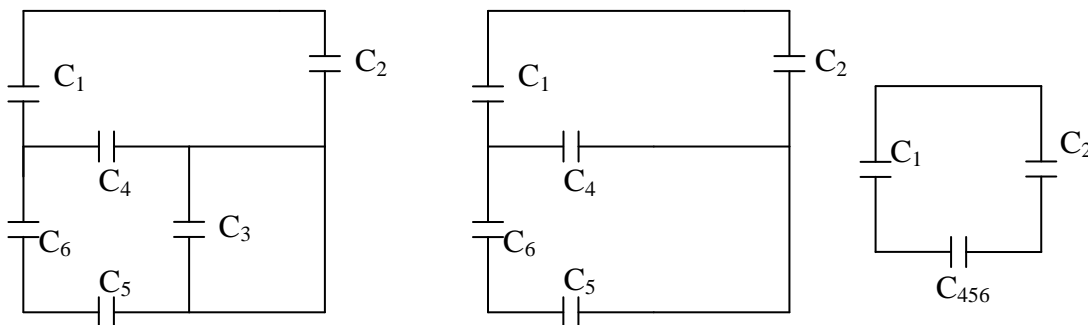
$$\text{Степен корисног дејства њиховог циклуса је: } \eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{2(p_2 - p_1)(V_2 - V_1)}{7p_2 V_2 - 2p_2 V_1 - 5p_1 V_1}, \eta = 8,9\%$$

3.

Са C_1 је означен кондензатор који је у почетном тренутку био наелектрисан непознатом количином наелектрисања Q_0 а остали кондензатори су означени као на слици.

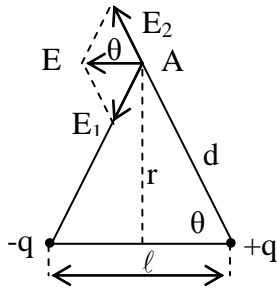
Пошто је C_3 кратко спојен, разлика потенцијала између његових плоча је 0 и такав кондензатор није наелектрисан. Зато се може изоставити из шеме. Из поједностављене шеме се види да су кондензатори C_5 и C_6 везани серијски па је њихов еквивалентни капацитет $C_{56} = C/2$. C_{56} је везан паралелно са C_4 па је $C_{456} = (3/2)C$. Пошто је C_{456} везан редно са C_2 њихов еквивалентни капацитет је $C_{2456} = (3/5)C$.

Пошто је напон на кондензатору C_1 једнак $V_1 = Q/C$ а напон на C_{2456} је $V_{2456} = 5Q_e/3C$ гдје је Q_e количина наелектрисања на C_{2456} . У стању равнотеже $V_1 = V_2$ па слиједи $Q/C = 5Q_e/3C$ а одатле $Q_e = (3/5)Q$. По закону одржања наелектрисања $Q_0 = Q + Q_e = Q + (3/5)Q$, $Q_0 = (8/5)Q$.



4. Јачина електричног поља у тачки А је векторски збир јачина поља које потичу од наелектрисања $+q$ и $-q$ (слика).

а)



Са слике се види да је резултујућа јачина електричног поља једнака

$$E_A = E_1 \cos \theta + E_2 \cos \theta = 2E_1 \cos \theta \text{ јер је } E_1 = E_2 = k \frac{q}{d^2} \text{ а вертикалне}$$

компоненте јачина поља се поништавају јер су истог интензитета а супротног смјера. Са слике је

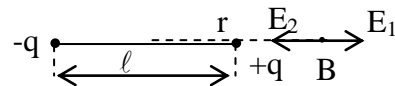
$$\cos \theta = \frac{\ell/2}{d} = \frac{\ell/2}{\sqrt{r^2 + \frac{\ell^2}{4}}}, E_A = 2 E_1 \cos \theta$$

$$E_A = 2 \cdot \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \cdot \frac{q}{d^2} \cdot \frac{\ell/2}{\sqrt{r^2 + \frac{\ell^2}{4}}} = \frac{q\ell}{4 \pi \epsilon_0 (r^2 + \frac{\ell^2}{4})^{\frac{3}{2}}}, E_A = 2,25 \frac{V}{m}$$

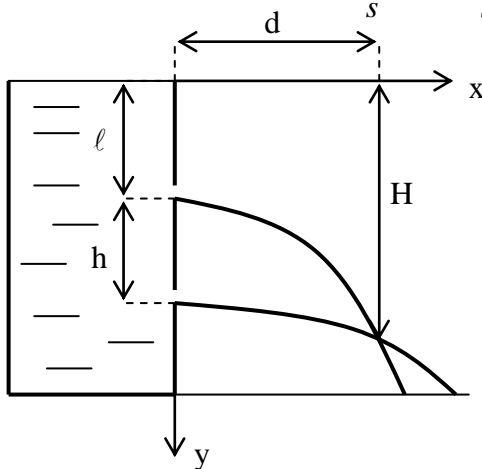
б)

$$E_2 = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \cdot \frac{q}{(r - \frac{\ell}{2})^2}, E_1 = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \cdot \frac{q}{(r + \frac{\ell}{2})^2}, E_B = \frac{q}{4 \pi \epsilon_0 (r - \frac{\ell}{2})^2} - \frac{q}{4 \pi \epsilon_0 (r + \frac{\ell}{2})^2}$$

$$E = \frac{2q\ell r}{4 \pi \epsilon_0 (r^2 - \frac{\ell^2}{4})^2}, E = 4,5 \frac{V}{m}$$



5. $h = 10 \text{ cm}$, $S = 4 \text{ cm}^2$, $q = 1 \frac{\ell}{s} = 10^3 \frac{\text{cm}^3}{s}$, $d = ?$



Када почне пуњење суда ниво течности у њему ће расти све док количина течности која у јединици времена истиче из суда не постане једнака количини течности која у јединици времена утиче у суд. Тада је $q = S(v_1 + v_2)$ (1) гдје су v_1 , v_2 брзине истицања течности на отворима. Кретање млазева течности по напуштању отвора је хоризонтални хитац, па су координате (d, H) пресјечне тачке: $d = v_1 t_1$, $d = v_2 t_2$ (2).

$$H = \ell + \frac{gt_1^2}{2}, H = \ell + h + \frac{gt_2^2}{2}, \text{ отуда је } v_1 t_1 = v_2 t_2, \frac{gt_1^2}{2} = h + \frac{gt_2^2}{2}. \text{ Из ове двије једначине добија}$$

$$\text{се: } t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g} \cdot \frac{v_2^2}{v_2^2 - v_1^2}} \text{ што замјеном у прву од једначина (2) даје } d = v_1 v_2 \sqrt{\frac{2h}{g(v_2^2 - v_1^2)}} \text{ (3).}$$

Брзине истицања v_1 и v_2 могу се наћи кориштењем једначине (1) и Торичелијеве

$$\text{теореме: } v_1 = \sqrt{2gl}, v_2 = \sqrt{2g(\ell + h)}, \text{ тако да су } v_1 = \frac{q}{2S} - \frac{Sgh}{q} \text{ и } v_2 = \frac{q}{2S} + \frac{Sgh}{q} \text{ смјеном}$$

$$\text{ових израза у релацију (3) добија се: } d = \frac{q^2}{4gS^2} - \frac{S^2gh^2}{q^2}. \text{ Замјеном бројних вриједности добија}$$

$$\text{се: } d = 14 \text{ cm}.$$