

**ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ**  
**МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ**  
**Задаци за републичко такмичење ученика средњих школа 2005**  
**II разред**

1. Две једнаке куглице свака наелектрисана наелектрисањем  $q$ , спојене су концем дужине  $l$  и леже на хоризонталној равни. Конац се прегори шибицом и наелектрисане куглице почну да клизе по равни. Наћи максималну кинетичку енергију куглица и растојање између њихових центара у том тренутку. Сила динамичког трења између куглица и хоризонталне равни је  $F_{tr}$ . (15 п)

2. Стаклена чаша, масе  $m = 0,2 \text{ kg}$  и запремине  $V = 210 \text{ cm}^3$ , окренута је отвором на доле и полако потпуно потопљена у једну већу посуду са водом. При томе је разлика нивоа воде у чаши и посуду  $50 \text{ cm}$ . Да ли је у овом положају чаша у равнотежи? Уколико није, коликим додатним притиском треба деловати на чашу да се чаша не би померила? Узети да је маса ваздуха у чаши занемарљива у односу на масу чаше. Атмосферски притисак је  $p_0 = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ , а густина воде је  $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$ . Убрзање Земљине теже је  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ . Сматрати да температура ваздуха остаје константна при овом експерименту. (18 п)

3. У топлотно изолованом суду налази се  $N$  молекула двоатомног гаса при температури  $T_1$ . При тим условима почиње дисоцијација молекула (разлагање молекула на јоне, односно атоме) која се прекида када температура у суду падне на  $T_2$ . При дисоцијацији једног молекула апсорбује се енергија  $\varepsilon$ . Израчунати колико ће молекула дисосовати ( $N_1$ ), и колики је однос притисака на почетку ( $p_1$ ) и крају дисоцијације ( $p_2$ ). (17 п)

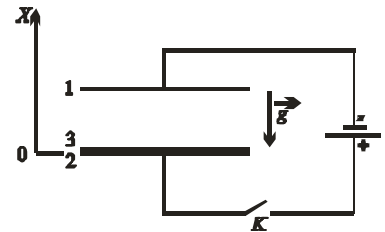
4. Плоче 1 и 2 плочастог кондензатора постављене су хоризонтално на растојању  $d$ , и прикључене на извор чији напон може да се мења (сл. 3). На плочи 2 лежи танка проводна ненаелектрисана плоча 3, масе  $M$ , која има добар електрични контакт са плочом 2. Све плоче имају исте димензије, површине су им  $S$ , при чему је  $d \ll \sqrt{S}$ . Кондензатор је у вакууму. Прекидач  $K$  се затвара.

а) Одредити минималан напон на извору при коме се плоча 3 откида од плоче 2.

Ако напон на извору сво време остаје једнак напону одређеном под а)

б) Одредити зависност резултујуће силе која делује на плочу 3 од растојања од плоче 2.

в) Одредити брзину којом плоча 3 удара у плочу 1. (25п)



5. Снага којом се загрева  $V = 1l$  дестиловане воде, почетне температуре  $0^\circ\text{C}$ , износи  $P = (140 \pm 2)\text{W}$ . У табели су дате измерене температуре воде  $T$  после одређеног времена загревања  $\tau$ . Грешка мерења температуре је  $0.2 \text{ K}$ , док је грешка мерења времена занемарљива, као и грешка одмеравања воде.

$\tau$ [min]	1.5	3	4.5	6	8
$T$ [ $^\circ\text{C}$ ]	3.0	6.2	9.0	11.8	16.0

Користећи податке из табеле, графичком методом одредити специфичну топлоту воде, као и апсолутну грешку њеног одређивања. (25п)

Задатке припремио: мр Душко Борка

Рецензент: др Драган Маркушев

Председник комисије: др Мићо Митровић

**Решења задатака са републичког такмичења из физике за ученике средњих школа  
школске 2004 – 2005. год.**

**II разред**

1. За кретање сваке куглице, након што се нит прегори важи:  $ma = q^2 / (4\pi\epsilon_0 r^2) - F_{tr}$  (3 п.). Убрзање се смањује са повећањем растојања  $r$  између куглица, а брзина је максимална у тренутку када је  $a = 0$  (2 п.). Тада је растојање између центара куглица:  $r = x = q / \sqrt{4\pi\epsilon_0 F_{tr}}$  (2 п.). Закон одржања енергије, на растојању између куглица  $x$ , даје:

$q^2 / (4\pi\epsilon_0 l) = 2 \cdot E_k + q^2 / (4\pi\epsilon_0 x) + F_{tr} \cdot (x - l)$  (5 п.), где задњи члан представља рад силе трења. Решавањем добијамо:  $E_k = F_{tr} \cdot l / 2 + q^2 / (8\pi\epsilon_0 l) - q \cdot \sqrt{F_{tr} / (4\pi\epsilon_0)}$  (3 п.).

2. Чаша ће бити у равнотежи када је:  $mg = \rho Vg$ , односно када је запремина ваздуха у чаши  $V = m / \rho$  (2 п.). Пре урањања чаше важи  $p_0 V_0 = nRT$  (2 п.), где је  $p_0$  атмосферски притисак, а  $V_0$  запремина чаше. После урањања чаше важи:  $pV = nRT$  (2 п.). Из ове три једначине следи  $p = p_0 V_0 / V = p_0 V_0 \rho / m$  (3 п.). Притисак у води на дубини  $h_0$  је:  $p_0 + \rho gh_0$  (2 п.). Чаша је у равнотежи ако за притисак ваздуха у чаши важи  $p = p_0 + \rho gh_0$  (2 п.) одакле решавањем добијамо:  $h_0 = (p_0 / g) \cdot (V_0 / m - 1 / \rho)$  (3 п.), тј.  $h_0 = 0,5m$  па видимо да је чаша у равнотежи (2 п.).

3. Температура у суду опада због апсорпције енергије при дисоцијацији. Од укупно  $N$  молекула, њих  $N_1$  дисосује, тј. растури се на атоме, па је након дисоцијације у суду укупно  $N - N_1 + 2N_1 = N + N_1$  честица. Биланс енергије непосредно пре и након дисоцијације

је  $\frac{5}{2} kT_1 \cdot N = \epsilon N_1 + \frac{5}{2} kT_2 \cdot (N - N_1) + \frac{3}{2} kT_2 \cdot 2N_1$ . Одавде налазимо број дисосованих

молекула:  $N_1 = \left( 5Nk \cdot \frac{(T_1 - T_2)}{2} \right) / \left( \epsilon + \frac{kT_2}{2} \right)$ . Однос притисака ће бити једнак

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{N + N_1}{N} \cdot \frac{T_2}{T_1} = \left( 1 + \frac{5k(T_1 - T_2)}{2\epsilon + kT_2} \right) \cdot \frac{T_2}{T_1}$$

4. а) За откидање

$$F_e = q_0 E = q_0 \sigma / 2\epsilon_0 = q_0^2 / 2\epsilon_0 S = C^2 U^2 / 2\epsilon_0 S = \epsilon_0 S U^2 / 2d^2 > Mg \Rightarrow U > d \sqrt{2Mg / \epsilon_0 S}$$

б) На раст.  $x$  плоче 2,3 и 1 су наелектрисане са  $q$ ,  $q_0$  и  $q + q_0$  а падови потенцијала су

$$\left( \frac{q}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_0}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_0 + q}{2\epsilon_0 S} \right) x + \left( \frac{q}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_0}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_0 + q}{2\epsilon_0 S} \right) (d - x) = \left( \frac{qd}{\epsilon_0 S} + \frac{q_0 d}{\epsilon_0 S} - \frac{q_0 x}{\epsilon_0 S} \right), \text{ па је}$$

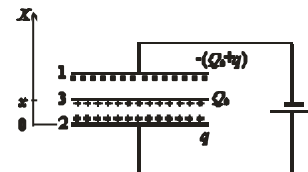
$$q = \frac{U_0 \epsilon_0 S}{d} - q_0 \left( 1 - \frac{x}{d} \right) = \frac{\epsilon_0 U_0 S}{d^2} x \text{ а ел. сила } F_e = q_0 E = q_0 \left( \frac{q}{\epsilon_0 S} + \frac{q_0}{2\epsilon_0 S} \right) = \frac{\epsilon_0 S U^2}{2d^2} \left( 1 + \frac{2x}{d} \right), \text{ па је}$$

$$F(x) = F_e - Mg = \frac{\epsilon_0 S U^2}{d^3} x = \frac{2Mg}{d} x.$$

в) Рад ове силе  $A = \int_0^d F dx = \int_0^d \frac{2Mg}{d} x dx = Mgd$  (или одговарајућа

површина испод графика) је једнак промени кин. енергије  $Mv^2 / 2$ , па

је  $v = \sqrt{2gd}$ .



5. Са графика треба одредити коефицијент правца одабирањем две неексперименталне тачке са праве од којих се једна налази између прве и друге, а друга између последње и претпоследње експерименталне тачке. Нека су нпр. одабране следеће тачке: А(2min,4 К) и В(7.5min,15 К). Коефицијент правца се израчунава на следећи начин:

$$a = \frac{T_B - T_A}{\tau_B - \tau_A} = \frac{(15 - 4)\text{K}}{(7.5 - 2)\text{min}} = 0.0333\text{ K/s}.$$

Грешка мерења температуре је  $\Delta T_A = \Delta T_B = 0.2\text{ K}$ . Грешка читавања времена одговара вредности једног подеока. Дакле,  $\Delta \tau_A = \Delta \tau_B = 0.05\text{ min}$ . Релативна грешка коефицијента правца се са графика израчунава на следећи начин:

$$\frac{\Delta a}{a} = \left( \frac{\Delta T_A + \Delta T_B}{T_B - T_A} + \frac{\Delta \tau_A + \Delta \tau_B}{\tau_B - \tau_A} \right)$$

$$\frac{\Delta a}{a} = \left( \frac{0.2 \cdot 10^{-3}\text{ K} + 0.2 \cdot 10^{-3}\text{ K}}{15 \cdot 10^{-3}\text{ K} - 4 \cdot 10^{-3}\text{ K}} + \frac{0.05\text{min} + 0.05\text{min}}{7.5\text{min} - 2\text{min}} \right) = 0.054 \approx 5.4\%.$$

$$\Rightarrow \Delta a = 0.0018\text{ K/s}$$

Према правилима за заокруживање грешке и резултата према вредности грешке, коефицијент правца износи  $a = (0.033 \pm 0.002)\text{ K/s}$ .

$$\text{Специфична топлота воде је } c = \frac{P}{am} = \frac{140\text{ W}}{0.0333\text{ K/s} \cdot 1\text{ kg}} = 4204\text{ J/kgK}.$$

Апсолутна грешка се израчунава на следећи начин:

$$\Delta c = c \cdot \left( \frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta a}{a} \right) = 4204\text{ J/kgK} \left( \frac{2}{140} + 0.054 \right) = 287\text{ J/kgK} \approx 300\text{ J/kgK}.$$

$$\Rightarrow c = (4200 \pm 300)\text{ J/kgK}$$

Задатке припремио: мр Душко Борка

Рецензент: др Драган Маркушев

Председник комисије: др Мићо Митровић