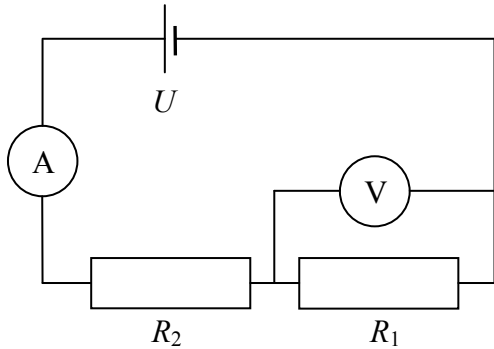


МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА
ОБЛАСТЕН КРЪГ НА ОЛИМПИАДАТА ПО ФИЗИКА – 24.02.2013 г.
КРИТЕРИИ ЗА ОЦЕНЯВАНЕ НА ТЕМАТА ЗА ВЪЗРАСТОВА ГРУПА – VII КЛАС

Задача 1. Електрична верига.

а) За правилно начертана верига и надписани елементи – максимален брой точки [3 т.]. За всеки пропуснат или неозначен елемент да се отнемат по 0,5 т.



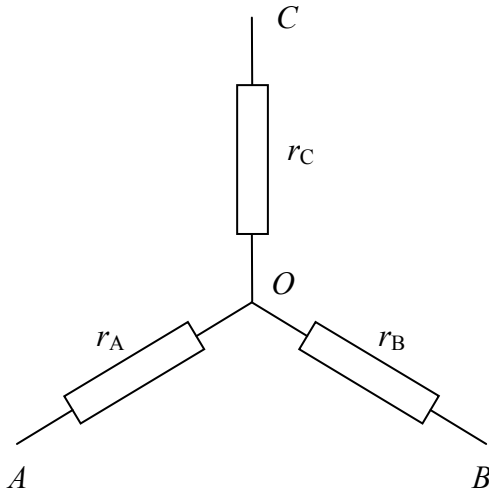
б) От закона на Ом електричното съпротивление $R_1 = U_1 / I$ [1 т.] = 5 V / 1 A = 5 Ω. [1 т.]

в) От закона на Ом електричното съпротивление $R_2 = U_2 / I$ [1 т.] = 4 V / 1 A = 4 Ω. [1 т.]

г) напрежението U на източника е сума на напреженията върху двата резистора $U = U_1 + U_2$ [2 т.] = 5 V + 4 V = 9 V. [1 т.]

Задача 2. Свързване тип “звезда”.

а) За правилно начертана верига и надписани елементи – максимален брой точки [3 т.]. За всеки пропуснат или неозначен елемент да се отнемат по 0,5 т.



б) Тъй като между всеки два върха има по два последователно свързани резистора, то

$$R_{AB} = r_A + r_B \text{ [0,5 т.]} = 1 \Omega + 2 \Omega = 3 \Omega \text{ [0,5 т.];}$$

$$R_{BC} = r_B + r_C \text{ [0,5 т.]} = 2 \Omega + 3 \Omega = 5 \Omega \text{ [0,5 т.];}$$

$$R_{CA} = r_C + r_A \text{ [0,5 т.]} = 3 \Omega + 1 \Omega = 4 \Omega \text{ [0,5 т.].}$$

в) Понеже $R_{AB} = r_A + r_B = R_{BC} = r_B + r_C$, то $r_A = r_C$. [1 т.] Съпротивлението $R_{AC} = r_A + r_C = 2r_A = 2r_C = 9 \Omega$ [1 т.], следователно $r_A = r_C = 4,5 \Omega$. [1 т.]

От друга страна, $r_B = R_{AB} - r_A = 8 \Omega - 4,5 \Omega = 3,5 \Omega$. [1 т.]

Задача 3. Стартер и акумулатор.

а) Напрежението върху стартера е $U_1 = U - I.R$ [2 т.] = 12 V – 200 A · 0,01 Ω = 10 V. [2 т.]

б) Електричната мощност P , която консумира стартерът по време на запалването на двигателя, е $P = IU_1$. [2 т.] = 10 V · 200 A = 2000 W = 2 kW. [1 т.]

в) При всеки опит за запалване акумулаторът ще се разрежда с електричен заряд $Q_1 = I.t = 200 \text{ A} \cdot 10 \text{ s} = 2000 \text{ A.s}$. [1 т.] Общо акумулаторът може да даде заряд $Q = 50 \text{ A.h} = 50 \text{ A} \cdot 3600 \text{ s} = 180\,000 \text{ A.s}$. [1 т.] Броят опити N , които можем да направим преди акумулаторът да се разрежда напълно, са $N = Q / Q_1 = 180\,000 \text{ A.s} / 2\,000 \text{ A.s} = 90$ [1 т.]

При оценяването на **всяка една задача** се спазва следното:

При разлика в оценяването до една точка (включително) между двамата проверители крайната оценка е средно-аритметично от точките на двамата проверители.

При разлика между двамата проверители повече от една точка, задачата се преразглежда от двамата проверители заедно.

За Националния кръг на олимпиадата се предлагат участниците, получили 20 и повече точки от решените задачи на Областния кръг.

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА

ОБЛАСТЕН КРЪГ НА ОЛИМПИАДАТА ПО ФИЗИКА – 24.02.2013 г.

КРИТЕРИИ ЗА ОЦЕНЯВАНЕ НА ТЕМАТА ЗА ВЪЗРАСТОВА ГРУПА – VIII КЛАС

Задача 1. а) Равноускорителното движение се характеризира с начална скорост v_0 и ускорение a . Като използваме законите за скоростта $v = v_0 + at$ (1 т.) и изминатия път

$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ (1 т.) при равноускорително движение, съставяме системата уравнения

$$\begin{aligned}v_0 + at_2 &= v_2 \\v_0 + \frac{at_1}{2} &= \frac{s_1}{t_1}\end{aligned}\quad (2 \text{ т.})$$

с неизвестни величините v_0 и a . След изваждане от първото уравнение на второто за ускорението a намираме

$$a = \frac{2(v_2 t_1 - s_1)}{t_1(2t_2 - t_1)} = 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}. \quad (2 \text{ т.})$$

б) Разстоянието s_2 се дава с израза

$$s_2 = v_0 t_2 + \frac{at_2^2}{2}. \quad (1 \text{ т.})$$

Тъй като $v_0 = v_2 - at_2 = 6 \text{ m/s}$ (2 т.), след заместване намираме $s_2 = 63 \text{ m}$ (1 т.).

Задача 2. а) Тялото с маса m се движи вертикално надолу под действие на две постоянни сили: силата на тежестта mg , насочена вертикално надолу (0,5 т.), и силата T , с която го дърпа нишката, насочена вертикално нагоре (0,5 т.). Движението на тялото е равноускорително без начална скорост и се извършва с ускорение

$$a = \frac{2s}{t^2}. \quad (0,5 \text{ т.})$$

Другото тяло се движи по хоризонталната равнина равноускорително със същото ускорение a , тъй като нишката е неразтеглива (0,5 т.). То изминава същото разстояние за същото време под действие на две постоянни сили – силата T , с която нишката дърпа тялото (0,5 т.), и силата на триене $f = kMg$ (0,5 т.), насочена противоположно на движението. От прилагането на втория принцип на механиката за движението на двете тела имаме следната система уравнения:

$$ma = mg - T, \quad (0,5 \text{ т.})$$

$$Ma = T - f = T - kMg. \quad (0,5 \text{ т.})$$

б) От третия принцип на механиката следва $F = T$. (1 т.)

в) За да отговорим на въпроса с коя от двете възможни нишки или и с двете може да се проведе експериментът, ще пресметнем силата $T = F$. От първото уравнение имаме

$$T = m \left(g - \frac{2s}{t^2} \right) \approx 9,6 \text{ N}. \quad (2 \text{ т.})$$

Доколкото $F_1 < F < F_2$ (0,5 т.), експериментът може да се проведе само с нишката 2 (0,5 т.).

г) Като заместим силата T във второто уравнение получаваме

$$k = \frac{m}{M} - \left(1 + \frac{m}{M}\right) \frac{2s}{gt^2} \approx 0,3. \quad (2 \text{ т.})$$

Задача 3. а) Началната височина, от която пада топчето, е h . При движението надолу енергията му се запазва и е равна на началната потенциална енергия $E_0 = mgh$ (0,5 т.).

Топчето след отскачане достига височина $h_1 = \eta h$ (0,5 т.) и енергията му е $E_1 = mgh_1 = \eta E_0$ (0,5 т.). Тогава имаме

$$\alpha = \frac{E_0 - E_1}{E_0} = 1 - \eta = 0,2. \quad (1 \text{ т.})$$

Тъй като относителното изменение на енергията се определя само от η , получената стойност за α се отнася за всеки удар. (0,5 т.)

б) След първия удар топчето достига височина $h_1 = \eta h$, след втория удар – височина $h_2 = \eta h_1 = \eta^2 h$ (0,5 т.), а след n на брой удари – височина $h_n = \eta^n h$ (0,5 т.).

h_1	h_2	h_3	h_4
0,80h	0,64h	0,51h	0,41h

(1 т.)

Следователно имаме $n = 4$.

(1 т.)

в) От закона за запазване на енергията преди първия удар

$$\frac{mv^2}{2} = mgh, \quad (0,5 \text{ т.})$$

намираме скоростта, с която топчето достига плочата $v = \sqrt{2gh}$ (0,5 т.). То отскача от

нея със скорост $v_1 = \sqrt{2gh_1} = \sqrt{\eta 2gh} = \sqrt{\eta} v$ (0,5 т.). След втория удар скоростта

$v_2 = \sqrt{\eta} v_1 = (\sqrt{\eta})^2 v$ (0,5 т.), а след k на брой удари имаме

$$v_k = (\sqrt{\eta})^k v. \quad (0,5 \text{ т.})$$

v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7
0,90v	0,80v	0,72v	0,64v	0,57v	0,51v	0,46v

(1 т.)

Следователно имаме $k = 7$.

(0,5 т.)

При оценяването на **всяка една задача** се спазва следното:

При разлика в оценяването до една точка (включително) между двамата проверители крайната оценка е средно-аритметично от точките на двамата проверители.

При разлика между двамата проверители повече от една точка, задачата се преразглежда от двамата проверители заедно.

За Националния кръг на олимпиадата се предлагат участниците, получили 20 и повече точки от решените задачи на Областния кръг.

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА
ОБЛАСТЕН КРЪГ НА ОЛИМПИАДАТА ПО ФИЗИКА – 24.02.2013 г.
КРИТЕРИИ ЗА ОЦЕНЯВАНЕ НА ТЕМАТА ЗА ВЪЗРАСТОВА ГРУПА – IX КЛАС

Общи указания

- Численият отговор се приема за верен, ако стойността му е $\pm 5\%$ от дадената в решението и е посочена вярната му размерност.
- Числените отговори в междинните резултати са дадени за удобство и не са задължителни.
- В крайния отговор търсените величини трябва да бъдат изразени чрез данни от условието или чрез други величини, определени на по-ранен етап от решението.

Задача 1. Ускорител на протони

а) Интензитетът на електричното поле във вътрешността на какво да е метално тяло е нула. Следователно:

$$E_A = 0. \quad [1,0 \text{ т}]$$

Ако липсва обосновка, се отнемат 0,5 т.

Интензитетът вън от сферата е равен на интензитета, създаден от точков заряд Q , разположен в центъра ѝ:

$$E_B = \frac{kQ}{R^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ C}}{(1 \text{ m})^2} = 1,8 \cdot 10^6 \text{ N/C} \quad [1,5 \text{ т}]$$

За липсващ или грешен числен отговор от резултата се отнемат 0,5 т.

б) Понеже интензитетът на полето вътре в сферата е равен на нула, на протоните не действа електрична сила. Следователно те се движат равномерно и праволинейно, докато достигнат отвора, т.е.

$$v_1 = v_0 = 1000 \text{ m/s}. \quad [1,0 \text{ т}]$$

Ако липсва обосновка, се отнемат 0,5 т.

в) На протон, излязъл от отвора, действа сила:

$$F = eE_B. \quad [1,0 \text{ т}]$$

От II принцип на Нютон следва, че:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{eE_B}{m} = \frac{1,8 \cdot 10^6 \text{ N/C} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} \approx 1,7 \cdot 10^{14} \text{ m/s}^2 \quad [1,5 \text{ т}]$$

За липсващ или грешен числен отговор от резултата се отнемат 0,5 т.

г) Потенциалът на повърхността на сферата е:

$$\varphi_1 = \frac{kQ}{R} = \frac{9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ C}}{1 \text{ m}} = 1,8 \cdot 10^6 \text{ V}, \quad [1,0 \text{ т}]$$

а в точката M :

$$\varphi_2 = \frac{kQ}{d} = \frac{9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ C}}{10 \text{ m}} = 1,8 \cdot 10^5 \text{ V} \quad [1,0 \text{ т}]$$

За всеки липсващ или грешен числен отговор от резултата се отнемат по 0,5 т.

д) От закона за запазване на енергията следва:

$$\frac{mv_1^2}{2} + e\varphi_1 = \frac{mv_2^2}{2} + e\varphi_2, \quad [1,0 \text{ т}]$$

откъдето:

$$v_2 = \sqrt{v_1^2 + \frac{2e(\varphi_1 - \varphi_2)}{m}} \approx 1,7 \cdot 10^7 \text{ m/s}. \quad [1,0 \text{ т}]$$

За липсващ или грешен числен отговор от резултата се отнемат 0,5 т.

Задача 2. Късо съединение

а) Съпротивлението на жичката е:

$$R = \frac{\rho l}{S} = \frac{1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m} \cdot 0,1 \text{ m}}{1 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2} = 1,7 \cdot 10^{-2} \Omega. \quad [1,0 \text{ т}]$$

От закона на Ом за цялата верига следва, че:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = \frac{9 \text{ V}}{0,117 \Omega} \approx 77 \text{ A}. \quad [1,0 \text{ т}]$$

За липсващ или грешен числен отговор от резултата се отнемат 0,5 т.

б) От закона на Джаул-Ленц следва, че за време t в жичката се отделя количество топлина:

$$Q = I^2 R t \quad [1,0 \text{ т}]$$

Понеже цялото количество топлина води до загряване на жичката от началната температура T_1 до температурата на топене T_2 , получаваме:

$$I^2 R t = mc(T_2 - T_1), \quad [1,0 \text{ т}]$$

където

$$m = \rho_M V = \rho_M S l \quad [1,0 \text{ т}]$$

е масата на жичката. Следователно:

$$t = \frac{\rho_M S l c (T_2 - T_1)}{I^2 R} \approx 0,38 \text{ s} \quad [1,5 \text{ т}]$$

За липсващ или грешен числен отговор от резултата се отнемат 0,5 т.

в) За същото време в батерията ще се отдели топлина:

$$Q_1 = I^2 r t = \frac{\rho_M S l c (T_2 - T_1) r}{R} = \frac{\rho_M S^2 c (T_2 - T_1) r}{\rho}. \quad [1,0 \text{ т}]$$

От друга страна:

$$Q_1 = M c \Delta T, \quad [1,0 \text{ т}]$$

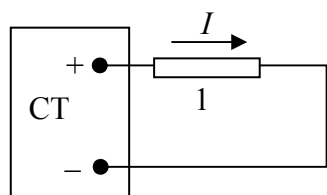
където ΔT е изменението на температурата на батерията. Така окончателно намираме:

$$\Delta T = (T_2 - T_1) \frac{\rho_M S^2 r}{\rho M} \approx 11 \text{ }^\circ\text{C}. \quad [1,5 \text{ т}]$$

За липсващ или грешен числен отговор от резултата се отнемат 0,5 т.

Задача 3. Стабилизиран токоизправител

а) В положение А на плъзгача, веригата е еквивалентна на следната:

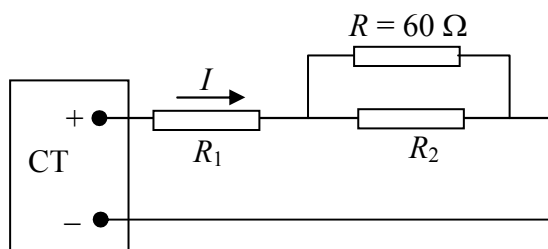


[1,0 т] Точките се присъждат и тогава, когато вместо чертеж е дадена ясна словесна обосновка.

От закона на Ом намираме: $U_A = IR_1 = 0,04 \text{ A} \cdot 150 \Omega = 6 \text{ V}$. [1,0 т]

За липсващ или грешен числен резултат се отнемат 0,5 т.

В положение B на плъзгача, веригата е еквивалентна на следната:



[1,0 т] Точките се присъждат и тогава, когато вместо чертеж е дадена ясна словесна обосновка.

Еквивалентното ѝ съпротивление е:

$$R_{\text{екв}} = R_1 + \frac{RR_2}{R + R_2} = 150 \Omega + \frac{120 \Omega \cdot 60 \Omega}{120 \Omega + 60 \Omega} = 190 \Omega. \quad [1,0 \text{ т}]$$

Напрежението на токоизправителя се получава от закона на Ом:

$$U_B = IR_{\text{екв}} = 0,04 \text{ A} \cdot 190 \Omega = 7,6 \text{ V} \quad [1,0 \text{ т}]$$

За липсващ или грешен числен отговор от резултата се отнемат 0,5 т.

б) Понеже резисторът и кондензаторът са свързани последователно, напрежението на токоизправителя е: $U = IR + U_C$, [1,0 т]

където U_C е напрежението на кондензатора. Веднага след затваряне на ключа кондензаторът е незареден, т.е. $U_C = 0$. Следователно:

$$U_0 = IR = 0,002 \text{ A} \cdot 5000 \Omega = 10 \text{ V}. \quad [1,0 \text{ т}]$$

За липсващ или грешен числен отговор от резултата се отнемат 0,5 т.

в) Когато напрежението на токоизправителя достигне U_{max} , напрежението върху кондензатора е: $U_C = U_{\text{max}} - IR = U_{\text{max}} - U_0 = 5 \text{ V}$. [1,0 т]

Зарядът на кондензатора в този момент е: $q = CU_C = 0,2 \text{ F} \cdot 5 \text{ V} = 1 \text{ C}$. [1,0 т]

От връзката $I = q/t$ намираме

$$t = \frac{q}{I} = \frac{1 \text{ C}}{0,002 \text{ A}} = 500 \text{ s}. \quad [1,0 \text{ т}]$$

За липсващ или грешен числен отговор от резултата се отнемат 0,5 т.

При оценяването на **всяка една задача** се спазва следното:

При разлика в оценяването до една точка (включително) между двамата проверители крайната оценка е средно-аритметично от точките на двамата проверители.

При разлика между двамата проверители повече от една точка, задачата се преразглежда от двамата проверители заедно.

За Националния кръг на олимпиадата се предлагат участниците, получили 20 и повече точки от решените задачи на Областния кръг.

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА
ОБЛАСТЕН КРЪГ НА ОЛИМПИАДАТА ПО ФИЗИКА – 24.02.2013 г.
КРИТЕРИИ ЗА ОЦЕНЯВАНЕ НА ТЕМАТА ЗА
ВЪЗРАСТОВА ГРУПА – X–XII КЛАС

Задача 1. Плоско-паралелни пластинки

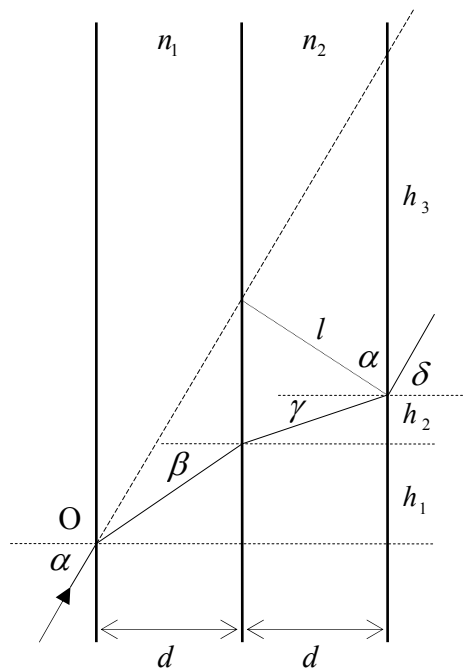
а) Ходът на преминалия през пластинките лъч е показан на фиг. 1. [1 т.] От закона на Снелиус следват уравненията

$$(1) \quad \sin \alpha = n_1 \sin \beta, \quad n_1 \sin \beta = n_2 \sin \gamma, \quad n_2 \sin \gamma = \sin \delta. \quad [1,5 \text{ т.}]$$

От уравненията следва, че $\delta = \alpha$, т.е. преминалият лъч е успореден на падащия. [0,5 т.] От един от триъгълниците на фигурата следва, че $l = h_3 \cos \alpha$. [0,5 т.] От друга страна $h_1 + h_2 + h_3 = 2d \tan \alpha$, $h_1 = d \tan \beta$ и $h_2 = d \tan \gamma$. [1,5 т.] Горните уравнения дават $l = d(2 \tan \alpha - \tan \beta - \tan \gamma) \cos \alpha$, а след прилагане на уравненията (1)

$$l = d \left(2 \sin \alpha - \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\sqrt{n_1^2 - \sin^2 \alpha}} - \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\sqrt{n_2^2 - \sin^2 \alpha}} \right). \quad [1 \text{ т.}]$$

При заместване на числените стойности се получава $l = 0,53 \text{ cm}$. [1 т.]



Фиг. 1

б) Разстоянието x между т. O и точката, в която лъчът излиза от пластинката след отразяване от дясната страна, се дава с израза

$$x = 2d \operatorname{tg} \beta. \quad [1 \text{ т.}]$$

От друга страна имаме

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\sin \beta}{\sqrt{1 - \sin^2 \beta}} \quad [0,5 \text{ т.}]$$

и след като отчетем закона на Снелиус получаваме

$$x = \frac{2d \sin \alpha}{\sqrt{n_1^2 - \sin^2 \alpha}} = 0,77 \text{ cm} . \quad [1,5 \text{ т.}]$$

Задача 2. Инфрачервена печка

а) Съпротивлението на печката в режим на работа е

$$R = \frac{U^2}{P} . \quad [1 \text{ т.}]$$

Тъй като нагревателите са свързани успоредно

$$R_1 = 2R = \frac{2U^2}{P} = 48,4 \Omega . \quad [1 \text{ т.}]$$

б) От закона на Стефан-Болцман $P = \sigma S T^4$ [1 т.], намираме

$$S_1 = \frac{P}{\sigma T^4} = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 . \quad [1 \text{ т.}]$$

в) От изразите за съпротивлението на един нагревател в режим на работа

$$R_1 = \frac{4\rho l}{\pi d^2} \quad [1 \text{ т.}]$$

и околната повърхнина на волфрамовата нишка

$$S_1 = \pi d l \quad [1 \text{ т.}]$$

намираме

$$d = \sqrt[3]{\frac{4\rho S_1}{\pi^2 R_1}} \approx 0,17 \text{ mm} , \quad [1 \text{ т.}]$$

$$l = \sqrt[3]{\frac{R_1 S_1^2}{4\pi\rho}} \approx 2,0 \text{ m} . \quad [1 \text{ т.}]$$

г) Дължината на вълната, съответстваща на максимума на спектъра на излъчване, се определя от закона на Вин. В случая получаваме

$$\lambda = \frac{b}{T} = 1,45 \mu\text{m} . \quad [2 \text{ т.}]$$

Задача 3. Трептящ цилиндър

а) Зарядът на цилиндъра е положителен и електричната сила има посоката на интензитета на електричното поле и обратна посока на силата на тежестта, т.е. цилиндърът “олеква”. Следва да се издигне. [1 т.]

б) Теглото на изместената течност от допълнителния потопен обем на тялото трябва да е равно на електричната сила (условие за плаване):

$$qE = \Delta V \rho g , \quad [1 \text{ т.}]$$

където с ΔV е означен допълнителният обем на потопяване. Тогава имаме

$$\Delta V = \frac{qE}{\rho g} . \quad [1 \text{ т.}]$$

в) След изключване на полето възниква връщаща сила към равновесното положение без поле, равна по големина на qE , т.е.

$$F = \Delta V \rho g = k \Delta l , \quad [0,5 \text{ т.}]$$

където коефициентът на еластичност е

$$k = S\rho g . \quad [0,5 \text{ т.}]$$

Тук S е лицето на основата на цилиндъра. Тъй като първоначално цилиндърът плава наполовина потопен, от равенството на силата на тежестта $G = mg$ и Архимедовата сила

$$F_A = \rho S \frac{l}{2} g \quad [1 \text{ т.}] \text{ намираме}$$

$$S = \frac{2m}{\rho l} . \quad [0,5 \text{ т.}]$$

Следователно, периодът на трептене е

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = \pi \sqrt{\frac{2l}{g}} . \quad [1 \text{ т.}]$$

г) Електростатичната сила е постоянна и има посоката на силата на тежестта. В този случай цилиндърът трепти около ново положение на равновесие, което е изместено с

$$\Delta L = \frac{qE}{S\rho g} \quad [1 \text{ т.}]$$

спрямо равновесното положение без електрично поле. Ако цилиндърът бъде потопен на разстояние x спрямо новото равновесно положение, възниква връщаща сила

$$F = F'_A - (mg + qE) = \rho Sg(l/2 + \Delta L + x) - (mg + qE) = \rho Sgx \quad [1,5 \text{ т.}]$$

със същия коефициент на еластичност, както в отсъствие на електрично поле. За периода на трептене в този случай получаваме отново

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = \pi \sqrt{\frac{2l}{g}} \quad [1 \text{ т.}]$$

При оценяването на **всяка една задача** се спазва следното:

При разлика в оценяването до една точка (включително) между двамата проверители, крайната оценка е средно-аритметично от точките на двамата проверители.

При разлика между двамата проверители повече от една точка, задачата се преразглежда от двамата проверители заедно.

За Националния кръг на олимпиадата се предлагат участниците, получили 20 и повече точки от решените задачи на Областния кръг.