МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА
ОБЛАСТЕН КРЪГ НА ОЛИМПИАДАТА ПО ФИЗИКА – 24.02.2012 г.
КРИТЕРИИ ЗА ОЦЕНЯВАНЕ НА ТЕМАТА ЗА ВЪЗРАСТОВА ГРУПА – VII КЛАС

Общи указания

- Приведените решения са примерни. При алтернативни обосновани решения се дава пълният брой точки по всяко подусловие.
- Крайните резултати по всяко подусловие са оградени в каре. За неправилна числена стойност на крайния отговор или за непосочени мерни единици се отнемат 0,5 точки.
- Числените стойности на междинните пресмятания не са задължителни и тяхната липса не води до отнемане на точки.

Задача 1.

А)

[1 т за чертеж, който ясно илюстрира решението на задачата]

Да разгледаме два автомобила, първият от които току що е навлязъл в стеснения участък. Разстоянието между автомобилите в този момент все още е d_1. Вторият автомобил ще навлезе в стеснения участък след време:

$$t = \frac{d_1}{v_1}$$ **[1 т]**

Когато вторият автомобил достигне стеснения участък, първият автомобил е изминал път:

$$s = v_2 t = \frac{d_1 v_2}{v_1},$$ **[1 т]**

Този път е равен на търсеното ново разстояние между автомобилите. **[0,5 т]**

Следователно:

$$\boxed{d_2 = \frac{12\ \text{m}.10\ \text{m/s}}{15\ \text{m/s}} = 8\ \text{m}}.$$ **[1,5 т]**

От оценката за крайния отговор се отнема 0,5 т, ако никъде в решението няма превръщане от km/h в m/s.

Б) Теглото на трупчето не зависи от начина, по който е поставено на повърхността. **[1 т]**

Налягането ще бъде максимално, когато най-дългата страна, c = 10 cm, е поставена вертикално, защото в този случай площта на основата на трупчето е най-малка. **[1 т]**

Обемът на трупчето, изразен в m^3, е:

$$V = abc = 0{,}02\ \text{m} \cdot 0{,}05\ \text{m} \cdot 0{,}1\ \text{m} = 0{,}0001\ \text{m}^3,$$ **[0,5 т]**

а масата му:

$$m = \rho V = 500\ \text{kg/m}^3 \cdot 0{,}0001\ \text{m}^3 = 0{,}05\ \text{kg}$$ **[0,5 т]**

Теглото на трупчето е:

$F = mg = 0{,}5\,\mathrm{N}$ **[0,5 т]**

Площта на основата в m^2 е:

$S = ab = 0{,}02\,\mathrm{m}\cdot 0{,}05\,\mathrm{m} = 0{,}001\,\mathrm{m}^2$, **[0,5 т]**

а налягането върху опората:

$\boxed{p = \dfrac{F}{S} = \dfrac{0{,}5\,\mathrm{N}}{0{,}001\,\mathrm{m}^2} = 500\,\mathrm{Pa}}$ **[1 т]**

Важни уточнения

1. Възможно е учениците да извършат междинните пресмятания в буквен вид, при което ще получат следната крайна формула:

$\boxed{p = \rho g c = 500\,\mathrm{Pa}}$

2. Ако учениците са посочили грешен отговор за вертикалната стена – a или b, но на базата на грешния избор са извършили верни пресмятания за налягането, им се присъжда пълния брой точки за остатъка от задачата. При избор на стената a се получава:

$p = \rho g a = 100\,\mathrm{Pa}$,

а при избор на стената b:

$p = \rho g b = 250\,\mathrm{Pa}$.

Задача 2.

А) От графиката се вижда, че до 20-тата минута, за всеки интервал между две измервания, бойлерът консумира по 0,4 kWh, а след това – по 1 kWh. Следователно бойлерът е превключен на по-висока мощност в момента t_1 = 20 min. **[1 т]**

Б) Докато работи на по-ниска мощност, бойлерът консумира енергия Q_1 = 0,8 kWh за време t_1 = 20 min = 1/3 h. **[0,5 т]**

От връзката $Q = Pt$, където енергията се измерва в kWh, мощността в kW, а времето – в h, намираме:

$P_1 = \dfrac{Q_1}{t_1}$ **[0,5 т]**

или $\boxed{P_1 = \dfrac{0{,}8\,\mathrm{kWh}}{1/3\,\mathrm{h}} = 2{,}4\,\mathrm{kW} = 2400\,\mathrm{W}}$. **[1 т]**

Когато работи на по-висока мощност, бойлерът консумира за време t_2 = 40 min = 2/3 h енергия Q_2 = 4 kWh. **[0,5 т]**

Следователно на втората степен мощността на бойлера е:

$\boxed{P_2 = \dfrac{4\,\mathrm{kWh}}{2/3\,\mathrm{h}} = 6\,\mathrm{kW} = 6000\,\mathrm{W}}$. **[1 т]**

В) На по-ниската степен мощността на бойлера може да се изрази като:

$$P_1 = \frac{U^2}{R_1}, \qquad \textbf{[1 т]}$$

откъдето намираме:

$$R_1 = \frac{U^2}{P_1} = \frac{(240\ \mathrm{V})^2}{2400\ \mathrm{W}} = 24\ \Omega. \qquad \textbf{[1 т]}$$

Г) По-долу са дадени два варианта на решение.

<u>I вариант</u>

Понеже при успоредно свързване и двата нагреватели работят при еднакви напрежения, общата мощност на бойлера е:

$$P_2 = \frac{U^2}{R_1} + \frac{U^2}{R_2}. \qquad \textbf{[1 т]}$$

Понеже $\frac{U^2}{R_1} = P_1$, **[0,5 т]**

получаваме: $P_2 - P_1 = \frac{U^2}{R_2}$. **[1 т]**

Оттук намираме:

$$\boxed{R_2 = \frac{U^2}{P_2 - P_1} = \frac{(240\ \mathrm{V})^2}{3600\ \mathrm{W}} = 16\ \Omega} \qquad \textbf{[1 т]}$$

<u>II вариант</u>

На по-високата степен мощността на бойлера е:

$$P_2 = \frac{U^2}{R_{екв}}, \qquad \textbf{[1 т]}$$

където $R_{екв}$ е еквивалентното съпротивление на двата успоредно свързани нагревателя.

Следователно:

$$R_{екв} = \frac{U^2}{P_2} = \frac{(240\ \mathrm{V})^2}{6000\ \mathrm{W}} = 9{,}6\ \Omega. \qquad \textbf{[0,5 т]}$$

Като имаме предвид, че:

$$\frac{1}{R_{екв}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}, \qquad \textbf{[1 т]}$$

намираме:

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{9{,}6} - \frac{1}{24} = \frac{24 - 9{,}6}{24.9{,}6} = \frac{1}{16} \qquad \textbf{[0,5 т]}$$

или $\boxed{R_2 = 16\ \Omega}$. **[0,5 т]**

Задача 3.

А) Двата резистора са свързани последователно към източника. Еквивалентното им съпротивление е:

$R = R_1 + R_2 = 30\,\Omega$. **[1 т]**

Амперметърът отчита пълния ток през веригата. По закона на Ом:

$\boxed{I = \dfrac{U_0}{R} = \dfrac{15\text{ V}}{30\,\Omega} = 0{,}5\text{ A}}$. **[1 т]**

Понеже амперметърът има нулево съпротивление, той е еквивалентен на съединителен проводник.

Следователно волтметърът измерва напрежението върху резистора R_2. **[1 т]**

От закона на Ом:

$\boxed{U = IR_2 = 0{,}5\text{ A}\cdot 10\,\Omega = 5\text{ V}}$ **[1 т]**

Б) Както в подточка А, волтметърът измерва напрежението върху резистора R_2. Понеже през волтметъра не тече ток, ток не тече и през R_2. От закона на Ом следва, че волтметърът показва напрежение:

$\boxed{U = 0\text{ V}}$. **[1 т]**

Токът във веригата тече изцяло през последователно свързаните резистор R_1 и амперметъра. Следователно показанието на амперметъра е:

$\boxed{I = \dfrac{U_0}{R_1} = \dfrac{15\text{ V}}{20\,\Omega} = 0{,}75\text{ A}}$. **[1 т]**

В) Когато ключът е отворен, двата резистора са свързани последователно на двата източника – също свързани последователно. Двата източника са еквивалентни на един с напрежение:

$U = U_1 + U_2 = 9$ V. **[1 т]**

Еквивалентното съпротивление на веригата е:

$R = R_1 + R_2 = 90\ \Omega$. **[1 т]**

Следователно при отворен ключ амперметърът измерва ток:

$\boxed{I_{отворен} = \dfrac{U}{R} = \dfrac{9\text{ V}}{90\,\Omega} = 0{,}1\text{ A}}$. **[1 т]**

Когато ключът е затворен, първият източник е свързан непосредствено към резистора R_1 и към амперметъра. Следователно при затворен ключ амперметърът показва:

$\boxed{I_{затворен} = \dfrac{U_1}{R_1} = \dfrac{6\text{ V}}{50\,\Omega} = 0{,}12\text{ A}}$ **[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 – 24.02.2012 г.
КРИТЕРИИ ЗА ОЦЕНЯВАНЕ НА ТЕМАТА ЗА ВЪЗРАСТОВА ГРУПА – VIII КЛАС

Задача 1. Движение на асансьор.
а) времето $t_{1\text{-}7}$, за което асансьорът се придвижва от първия до седмия етаж, е:

$$t_{1-7} = \sqrt{\frac{2h}{a}} + \frac{6.d - 2h}{v_{\max}} + \sqrt{\frac{2h}{a}} \qquad \textbf{[1 т.]} \qquad (1.1)$$

времето $t_{1\text{-}13}$, за което асансьорът се придвижва от първия до тринадесетия етаж, е:

$$t_{1-13} = \sqrt{\frac{2h}{a}} + \frac{12.d - 2h}{v_{\max}} + \sqrt{\frac{2h}{a}} \qquad \textbf{[1 т.]} \qquad (1.2)$$

Ако извадим (1.1) от (1.2), получаваме $t_{1-13} - t_{1-7} = \dfrac{6d}{v_{\max}}$, откъдето

$$v_{\max} = \frac{6d}{t_{1-13} - t_{1-7}} = \textbf{[1 т.]} = \frac{6.3\ \text{m}}{38\ \text{s} - 20\ \text{s}} = 1\ \text{m/s}\ \textbf{[1 т.]}$$

б) от законите за скоростта $v = at$ и пътя $h = \dfrac{1}{2}at^2$ при равноускорително движение, се получава (при използваните в задачата означения) $a = \dfrac{v_{\max}^{2}}{2h}$ **[1 т.]**. След заместване

$$a = \frac{(1\ m/s)^2}{2.1\ m} = 0{,}5\ \text{m/s}^2\ \textbf{[0,5 т.]}$$

в) интервалът време $t_{уск}$ може да се намери от закона за скоростта: $t_{уск} = \dfrac{v_{\max}}{a} =$ **[1 т.]** =

$$= \frac{1\ m/s}{0{,}5\ m/s^2} = 2\ \text{s}\ \textbf{[0,5 т.]}$$

г) времето $t_{1\text{-}10}$, за което асансьорът се придвижва от първия до десетия етаж се пресмята както в (1.1) и (1.2):

$$t_{1-10} = \sqrt{\frac{2h}{a}} + \frac{9.d - 2h}{v_{\max}} + \sqrt{\frac{2h}{a}} = 2t_{уск} + \frac{9.d - 2h}{v_{\max}}\ \textbf{[1,5 т.]} = 4\ \text{s} + \frac{9.3\ m - 2.1\ m}{1\ m/s} = 29\ \text{s}\ \textbf{[1,5 т.]}$$

Задача 2. Тегло в асансьор.
Нека отбележим масата на ученика с m, силата на тежестта му с G, по-малката сила на натиск с N_1, а по-голямата сила на натиск с N_2. Силата на тежестта G е винаги надолу, а реакцията на опората – винаги нагоре. Съгласно третия принцип на Нютон, силата на натиск N, действаща на везната, е равна на реакцията на опората R, действаща на ученика.
а) когато ученикът (и асансьорът) се движи с ускорение нагоре (при тръгване нагоре и при спиране надолу) $R_2 > G$, а когато ученикът (асансьорът) се движи с ускорение надолу (при тръгване надолу и при спиране нагоре) $R_1 < G$. Следователно в първите два случая везната (кантарчето) ще показва 84 kg, а във вторите два случая – 76 kg. **[2 т.]**
б) когато асансьорът се движи с постоянна скорост $v_{\max}$, везната ще показва маса, съответстваща на силата на тежестта G на ученика. При ускорение нагоре

$$R_1 - G = ma \quad \textbf{[0,5 т.]} \qquad (2.1)$$

При ускорение надолу

$$G - R_2 = ma \quad \textbf{[0,5 т.]} \qquad (2.2)$$

Изваждайки двете уравнения, $R_1 + R_2 - 2G = 0$, откъдето $G = \frac{R_1 + R_2}{2}$ **[1 т.]**. Съответно везната ще показва маса $m = \frac{m_1 + m_2}{2} =$ **[1 т.]** $= \frac{84\ \text{kg} + 76\ \text{kg}}{2} = 80$ kg. **[1 т.]**

в) събирайки (2.1) и (2.2), $R_1 - R_2 = 2ma$ **[1 т.]**, $m_1 g - m_2 g = 2ma$, откъдето

$a = g\frac{m_1 - m_2}{2m} =$ **[1 т.]** $= 10\ \text{m/s}^2\ \frac{84\ \text{kg} - 76\ \text{kg}}{2.80\ \text{kg}} = 0{,}5\ \text{m/s}^2$ **[1 т.]**

г) силата на тежестта G на ученика е $G = mg = 80\ \text{kg}.10\ \text{m/s}^2 = 800$ N. **[1 т.]**

<u>Задача 3.</u> Сила на триене.

а) от закона за промяна на механичната енергия, сравнявайки механичната енергия в точките A и B при движението на тялото нагоре, получаваме

$$E_B - E_{A0} = mgh - \frac{mv_0^2}{2} = A_{тр} \qquad \textbf{[1 т.]} \qquad (3.1)$$

При движението на тялото надолу, отново сравнявайки механичната енергия в точките A и B, получаваме

$$E_{A1} - E_B = \frac{mv_1^2}{2} - mgh = A_{тр} \qquad \textbf{[1 т.]} \qquad (3.2)$$

Работата на силата на триене при движение нагоре и надолу е една и съща, тъй като силата на триене по големина е една и съща (променя се само посоката й).

Събирайки (3.1) и (3.2) получаваме $\frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = 2A_{тр}$, откъдето

$A_{тр} = \frac{1}{4}m\left(v_1^2 - v_0^2\right)$ **[1 т.]** $= \frac{1}{4}0{,}1\,kg.\left[(0{,}1\,m/s)^2 - (0{,}3\,m/s)^2\right] = -0{,}002\ \text{J} = -2\ \text{mJ}$ **[1 т.]**

б) Сравнявайки механичната енергия в т. A и т. C

$$E_C - E_{A1} = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} - mgh = A_{тр} \quad \textbf{[1 т.]} \qquad (3.3)$$

Изваждайки (3.2) от (3.3)

$\frac{mv_2^2}{2} - 2\frac{mv_1^2}{2} = 0$, откъдето $v_2 = \sqrt{2}v_1$ **[1 т.]** $\approx$ 14 cm/s = 0,14 m/s **[1 т.]**

в) Ако наклонената равнина сключва ъгъл $\alpha = 30°$ с хоризонта, изминатият път между т. A и т. B е $s = 2h$ **[0,5 т.]**. От формулата $A_{тр} = -F_{тр}.s$ **[1 т.]**,

намираме $F_{тр} = -\frac{A_{тр}}{2h} =$ **[0,5 т.]** $= -\frac{-0{,}002\ J}{2.0{,}4\ m} = 2{,}5$ mN = 0,0025 N **[1 т.]**

Поради допусната техническа грешка в условието на задача 3, Националната комисия предлага коректното условие на задачата, както и съответното решение.

<u>Задача 3.</u> Сила на триене. – 10 точки

Тяло с маса m = 100 g се движи с триене нагоре по наклонена равнина от точка A с начална скорост v_0 = 30 cm/s. Тялото спира в точка B, с по-голяма височина h от точка A, след което тръгва надолу и преминава през точка A със скорост v_1 = 10 cm/s.

а) Изчислете работата $A_{тр}$, която извършва силата на триене от т. A до т. B.

б) С каква скорост v_2 тялото ще се движи в т. C, намираща се на h по-малка височина от т. A?

в) Ако наклонената равнина сключва ъгъл α = 30^o с хоризонта, изчислете силата на триене $F_{тр}$, действаща на тялото.

__**Задача 3.**__ **Сила на триене.**

а) от закона за промяна на механичната енергия, сравнявайки механичната енергия в точките A и B при движението на тялото нагоре, получаваме

$$E_B - E_{A0} = mgh - \frac{mv_0^2}{2} = A_{тр} \qquad \textbf{[1 т.]} \qquad (3.1)$$

При движението на тялото надолу, отново сравнявайки механичната енергия в точките A и B, получаваме

$$E_{A1} - E_B = \frac{mv_1^2}{2} - mgh = A_{тр} \qquad \textbf{[1 т.]} \qquad (3.2)$$

Работата на силата на триене при движение нагоре и надолу е една и съща, тъй като силата на триене по големина е една и съща (променя се само посоката й).

Събирайки (3.1) и (3.2) получаваме $\frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = 2A_{тр}$, откъдето

$A_{тр} = \frac{1}{4}m\left(v_1^2 - v_0^2\right)$ **[1 т.]** $= \frac{1}{4}0{,}1kg.\left[(0{,}1m/s)^2 - (0{,}3m/s)^2\right] = -0{,}002$ J = –2 mJ **[1 т.]**

б) Сравнявайки механичната енергия в т. A и т. C

$$E_C - E_{A1} = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} - mgh = A_{тр} \quad \textbf{[1 т.]} \qquad (3.3)$$

Изваждайки (3.2) от (3.3)

$\frac{mv_2^2}{2} - 2\frac{mv_1^2}{2} = 0$, откъдето $v_2 = \sqrt{2}v_1$ **[1 т.]** $\approx$ 14 cm/s = 0,14 m/s **[1 т.]**

в) Ако наклонената равнина сключва ъгъл α = 30^o с хоризонта, изминатият път между т. A и т. B е $s = 2h$ **[0,5 т.]**. Височината h може да се намери като се извадят (3.1) и (3.2): $h = \frac{v_0^2 + v_1^2}{4g} = 0{,}0025$ m. **[0,5 т.]** От формулата $A_{тр} = -F_{тр}.s$ **[0,5 т.]**, намираме

$F_{тр} = -\frac{A_{тр}}{2h}$ = **[0,5 т.]** = $-\frac{-0{,}002\ J}{2.0{,}0025\ m} = 0{,}4$ N **[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 – 24.02.2012 г.
КРИТЕРИИ ЗА ОЦЕНЯВАНЕ НА ТЕМАТА ЗА
ВЪЗРАСТОВА ГРУПА – IX КЛАС

Задача 1. В първия случай капацитетът на кондензатора с пластината C' е равен на еквивалентния капацитет на два последователно свързани кондензатора съответно с капацитети

$$C_1 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d/3} = 3\varepsilon C_0, \qquad C_2 = \frac{\varepsilon_0 S}{2d/3} = \frac{3}{2}C_0,$$ **(2 т.)**

където с $C_0 = \varepsilon_0 S/d$ е означен капацитетът на изходния кондензатор без диелектрик. Тогава намираме

$$C' = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{3\varepsilon}{2\varepsilon + 1}C_0.$$ **(2 т.)**

Във втория случай капацитетът на кондензатора с пластината C'' е равен на еквивалентния капацитет на два успоредно свързани кондензатора съответно с капацитети

$$C_3 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 x S}{d} = \varepsilon x C_0, \qquad C_4 = \frac{(1-x)\varepsilon_0 S}{d} = (1-x)C_0,$$ **(2 т.)**

където с x е означена частта от площта на пластината (обема), запълнена с диелектрик. Тогава намираме

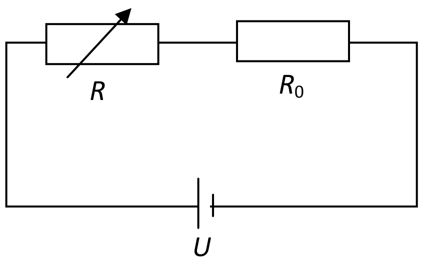
$$C'' = C_3 + C_4 = [(\varepsilon - 1)x + 1]C_0 .$$ **(2 т.)**

От приравняването на C' и C'' се получава

$$x = \frac{1}{2\varepsilon + 1} = \frac{1}{5}.$$ **(2 т.)**

Задача 2.

а) Вж. фигурата **(0,5 т.)**



б) При последователно свързване имаме

$$\frac{R_1}{R_0} = \frac{U_1}{U_0} \quad \textbf{(0,5 т.)}, \quad R_1 = \frac{U_1}{U_0}R_0 = 5\,\Omega,$$ **(1 т.)**

където е отчетено, че $U_1 = 6$ V .

в) Съпротивлението на лампата е

$$R_л = \frac{U_0^2}{P_л} = 24\,\Omega.$$ **(1 т.)**

г) Еквивалентното съпротивление е

$$R_e = \frac{R_0 R_л}{R_0 + R_л} \approx 7\,\Omega.$$ **(2 т.)**

д) Напрежението между краищата на променливия резистор е U_p, а между краищата на успоредно свързаните лампа и съпротивление R_0 е $U_л$. Тъй като

$$\frac{U_л}{U_p} = \frac{R_e}{R_1} = 1{,}4$$ **(1 т.)**

и $U_p + U_л = U$ **(0,5 т.)** намираме $U_л = 10{,}5\ \mathrm{V}$ **(1 т.)**. Тогава мощността на лампата в този режим на работа е

$$P_л{}' = \frac{U_л^2}{R_л} \approx 4{,}6\ \mathrm{W},$$ **(1 т.)**

което е по-малко от номиналната мощност. **(0,5 т.)**

е) За да свети лампата нормално трябва съпротивлението на променливия резистор да е

$$R_2 = \frac{U_1}{U_0} R_e = 3{,}5\,\Omega.$$ **(1 т.)**

Задача 3.

а) В дадения случай по-голямата стойност на съпротивлението е

$$R' = R_1 + R_2 = 14\,\Omega,$$ **(1 т.)**

когато двата резистора са свързани последователно. Напрежението на заредения кондензатор 1 е равно на напрежението между краищата на резисторите:

$$U_1 = \frac{ER'}{R' + r} = 11{,}2\ \mathrm{V}.$$ **(1 т.)**

В случай на по-малката стойност на съпротивлението

$$R'' = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \approx 3{,}2\,\Omega$$ **(1 т.)**

двата резистора са свързани успоредно. Напрежението на заредения кондензатор 2 е

$$U_2 = \frac{ER''}{R'' + r} \approx 9{,}1\ \mathrm{V}.$$ **(1 т.)**

б) При свързване на електродите два по два става преразпределение на общия заряд, след което напрежението на кондензаторите се изравнява. Началните заряди на кондензаторите са

$$q_1 = C_1 U_1, \qquad q_2 = C_2 U_2.$$ **(1 т.)**

При свързване на едноименните електроди крайните заряди на кондензаторите са

$$q_1' = C_1 U', \qquad q_2' = C_2 U',$$ **(1 т.)**

като е в сила законът за запазване на електричния заряд

$$q_1' + q_2' = q_1 + q_2,$$ **(1 т.)**

откъдето следва

$$U' = \frac{C_1 U_1 + C_2 U_2}{C_1 + C_2} \approx 9{,}8\ \mathrm{V}.$$ **(1 т.)**

Аналогично при свързване на разноименните електроди общият им заряд по големина е

$$q'' = |q_1 - q_2| = q_1'' + q_2'' = (C_1 + C_2)U'',$$ **(1 т.)**

откъдето следва

$$U'' = \frac{C_2 U_2 - C_1 U_1}{C_1 + C_2} \approx 2{,}3\ \mathrm{V}.$$ **(1 т.)**

При оценяването на **<u>всяка една задача</u>** се спазва следното:

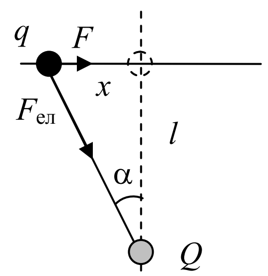
При разлика в оценяването до една точка (включително) между двамата проверители крайната оценка е средно-аритметично от точките на двамата проверители.
При разлика между двамата проверители повече от една точка, задачата се преразглежда от двамата проверители заедно.
За Националния кръг на олимпиадата 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 – 24.02.2012 г.
КРИТЕРИИ ЗА ОЦЕНЯВАНЕ НА ТЕМАТА ЗА
ВЪЗРАСТОВА ГРУПА – X–XII КЛАС

Задача 1.

а) Трептенето на топчето по хоризонталната спица се извършва под действие на връщаща хоризонтална сила F. **(0,5 т.)** Електричната сила $F_{ел}$, с която заряда Q действа на заряда q може да се представи като векторна сума на две взаимноперпендикулярни сили – хоризонтална и вертикална. **(0,5 т.)** Вертикалната сила, силата на тежестта и реакцията на опората взаимно се компенсират. **(0,5 т.)** Хоризонталната сила играе роля на връщаща, когато зарядите се привличат, т.е. $Q = -q$. **(0,5 т.)**

б) На фиг. 1 топчето с маса m и заряд q е отклонено от равновесното си положение на разстояние x.



Фиг. 1

Връщащата сила $F = F_{ел} \sin\alpha$. **(1 т.)** Като отчетем, че

$$F_{ел} = \frac{kq^2}{l^2 + x^2}, \textbf{(1 т.)} \qquad \sin\alpha = \frac{x}{\sqrt{l^2 + x^2}}, \qquad \textbf{(1 т.)}$$

намираме

$$F = kq^2 \frac{x}{\left(l^2 + x^2\right)^{3/2}} \approx \frac{kq^2}{l^3} x, \qquad \textbf{(2 т.)}$$

тъй като $x << l$. Тогава силата F се превръща в еластична (пропорционална на x) с коефициент на еластичност

$$k_{еф} = \frac{kq^2}{l^3}. \qquad \textbf{(1 т.)}$$

в) Периодът на трептене се дава с израза

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_{еф}}} = 2\pi\sqrt{\frac{ml^3}{kq^2}} \approx 0{,}63 \text{ s}. \qquad \textbf{(2 т.)}$$

Задача 2.

а) От закона на Снелиус имаме

$$\frac{\sin\alpha_1}{\sin\beta_1} = \frac{n_2}{n_1}, \qquad \textbf{(1 т.)}$$

където β_1 е ъгълът на пречупване. Тъй като сумата от ъгъла на отражение и ъгъла на пречупване е $\alpha_1 + \beta_1 = 90^\circ$, **(0,5 т.)**

намираме $\sin\beta_1 = \cos\alpha_1$ **(0,5 т.)**, откъдето следва

$$\mathrm{tg}\alpha_1 = \frac{n_2}{n_1} \approx 0{,}90 \quad \alpha_1 \approx 42^\circ. \qquad \textbf{(1 т.)}$$

Аналогично намираме

$$\mathrm{tg}\alpha_2 = \frac{n_1}{n_2} \approx 1{,}11 \quad \alpha_2 \approx 48^\circ. \qquad \textbf{(1 т.)}$$

Окончателно получаваме $\alpha_2 - \alpha_1 \approx 6^\circ$. **(1 т.)**

б) За да се наблюдава пълно вътрешно отражение на граничната равнина между двете стъклени пластинки светлинният лъч трябва да пада от страна на пластинката с показател на пречупване n_1 под ъгъл $\beta > \beta_{\text{кр}}$ **(0,5 т.)**, като

$$\sin\beta_{\text{кр}} = \frac{n_2}{n_1}. \qquad \textbf{(0,5 т.)}$$

Нека приемем, че светлинният лъч пада върху пластинката с показател на пречупване n_1 под ъгъл α, който води до ъгъл на пречупване $\beta_{\text{кр}}$, при което

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta_{\text{kp}}} = n_1. \qquad \textbf{(1 т.)}$$

Пречупеният лъч пада под ъгъл $\beta_{\text{кр}}$ върху разделителната равнина между двете пластинки. Тогава имаме

$$\sin\alpha = n_2 > 1, \qquad \textbf{(1 т.)}$$

което означава,че няма ъгъл на падане α върху пластинката с показател на пречупване n_1, който да доведе до ъгъл на падане върху разделителната равнина между двете стъклени пластинки равен на β_{kp}. **(1 т.)** Следователно, не е възможно да се наблюдава пълно вътрешно отражение. **(1 т.)**

Задача 3.

а) Мощността P на лампата е енергията, която тя излъчва за единица време.
Мощността може да бъде определена по закона на Стефан-Болцман

$$P = ES = \sigma T^4 S. \qquad \textbf{(1 т.)}$$

Ще разглеждаме волфрамовата жичка като цилиндър с околна повърхнина $S = \pi dl$. Тогава намираме

$$P = \sigma T^4 \pi dl \approx 60 \text{ W}. \qquad \textbf{(2 т.)}$$

б) От закона на Вин определяме дължината на вълната λ, при която излъчването на жичката има максимален интензитет

$$\lambda = \frac{b}{T} \approx 1{,}4\ \mu\text{m} = 1400 \text{ nm}. \qquad \textbf{(2 т.)}$$

в) Електрическата мощност при работно напрежение U е

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2}{\rho l / S} \sim \frac{1}{l}, \qquad P_1 \sim \frac{1}{l_1},$$ **(2 т.)**

Откъдето намираме

$$l_1 = \frac{P}{P_1} l \approx 7\ \text{cm},$$ **(1 т.)** $$T_1 = \left(\frac{P_1}{\sigma \pi d l_1} \right)^{1/4} \approx 3300\ \text{K}.$$ **(2 т.)**

При оценяването на **<u>всяка една задача</u>** 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.