

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

Национално пролетно състезание по физика

Варна, 7 март 2015 г. Решения на темата за 7. клас

Задача 1.

Част 1. Принцесата и граховото зърно – следното или еквивалентно обяснение

Принцесата няма да усети граховите зърна (само твърдението). **1 т**

Налягането, което те създават, натискайки дюшека от долната страна, се предава равномерно във всички посоки в течността на дюшека. **1,5 т**

Следователно, налягането върху горната повърхност на дюшека ще бъде еднакво навсякъде. **0,5 т**

Част 2. Скок върху влака – следното или еквивалентно обяснение

Финиъс греша (само твърдението). **1 т**

Финиъс, Изабела и влакът се движат с една и съща скорост. Когато Финиъс подскочи нагоре, той не губи тази скорост. Следователно, ще се приземи на същото място, откъдето е скочил. **2 т**

Част 3. Магдебургската полусфера

При закрепването на вакуумната закачалка за стена/таван, въздух има само от едната страна на смукалото. **1 т**

Само върху тази страна атмосферното налягане оказва натиск и закачалката остава прикрепена към стената/тавана. **1,5 т**

Натискът върху закачалката трябва да е по-голям или равен на теглото на слончето, т.е.

$$p_{\text{атм}} S = G_{\text{слон}} . \quad \mathbf{1 \text{ т}}$$

От тук намираме $S = \frac{G_{\text{слон}}}{p_{\text{атм}}} = 0,012 \text{ m}^2$ или 120 cm^2 . **0,5 т**

Задача 2.

Част 1. Да измериш маса с часовник

От графиката намираме, че за завирането на 1 kg вода е необходимо количество топлина $Q_1 = 0,3 \text{ MJ}$. **0,5 т**

$Q_1 = P t_1$, където P е мощността на печката, а $t_1 = 2 \text{ min}$. **1 т**

За завирането на цялата тенджера са необходими $t_2 = 18 \text{ min}$ и количество топлина

$$Q_2 = P t_2 . \text{ Разделяме почленно } \Rightarrow Q_2 = Q_1 \frac{t_2}{t_1} = 2,7 \text{ MJ} . \quad \mathbf{2,5 \text{ т}}$$

От графиката намираме, че на това количество топлина съответства 3,5 kg вода, т.е. тенджерата на Спаска събира 3,5 kg вода. **0,5 т**

*Забележка: за намиране на мощността $P = 2500 \text{ kW}$ се дава **1 т.**, но общият брой точки не трябва да надвишава 5 т.*

Част 2. Компот от златни ябълки

От графиката определяме, че за хубав компот мощността на котлона трябва да е между 600 W и 1000 W. **0,5 т**

Възможни са четири свързвания: само R_1 , само R_2 , двете последователно, двете успоредно. **1 т**

Необходимо е да се пресметнат мощностите при всички свързвания:

$$P_{R1} = \frac{U^2}{R_1} = \frac{220^2}{80} = 605 \text{ W} \quad \mathbf{0,5 \text{ т}}$$

$$P_{R_2} = \frac{U^2}{R_2} = \frac{220^2}{50} = 968 \text{ W} \quad \mathbf{0,5 \text{ т}}$$

$$P_{\text{посл}} = \frac{U^2}{(R_1 + R_2)} = \frac{220^2}{80 + 50} = 372 \text{ W} \quad \mathbf{1 \text{ т}}$$

$$P_{\text{усп}} = U^2 \frac{(R_1 + R_2)}{R_1 R_2} = 220^2 \frac{80 + 50}{80 \cdot 50} = 1573 \text{ W} \quad \mathbf{1 \text{ т}}$$

Единствените мощности, които попадат в интервала за хубав компот са P_{R_1} и P_{R_2} , т.е. търсените свързвания са само R_1 и R_2 . $\mathbf{0,5 \text{ т}}$

Задача 3. Съпротивление на квадрат

Част 1.

Уредите са амперметри. $\mathbf{1 \text{ т}}$

Резисторите са свързани успоредно. $\mathbf{0,5 \text{ т}}$

Нека означим напрежението на източника с U . Амперметърът Z измерва тока I_1 през

резистора R_1 , т.е. $I_1 = \frac{U}{R_1}$. $\mathbf{0,5 \text{ т}}$

Токът I_2 през резистора R_2 е $I_2 = \frac{U}{R_2}$. $\mathbf{0,5 \text{ т}}$

Амперметърът Y измерва тока на цялата верига, т.е. $I = I_1 + I_2 = U \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \right)$. $\mathbf{0,5 \text{ т}}$

По условие $I = 4I_1$, т.е. $U \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \right) = 4 \frac{U}{R_1}$, откъдето $R_1 = 6 \Omega$. $\mathbf{0,5 \text{ т}}$

Ако разменим местата на резисторите, ще се промени само показанието на амперметъра Z . $\mathbf{0,5 \text{ т}}$

Той ще показва $I_Z = \frac{U}{R_2}$. $\mathbf{0,5 \text{ т}}$

Отношението между показанията ще бъде $\frac{I}{I_Z} = \frac{R_2}{R_1 R_2} (R_1 + R_2) = \frac{4}{3}$. $\mathbf{0,5 \text{ т}}$

Част 2.

Тъй като и двата уреда имат ненулево показание и са включени правилно, то уредът X е амперметър, а уредът Z е волтметър. $\mathbf{1 \text{ т}}$

Двата резистора са свързани последователно. $\mathbf{0,5 \text{ т}}$

Токът във веригата, измерван от амперметъра, е $I = \frac{U}{R_1 + R_2} = 0,5 \text{ A}$. $\mathbf{0,5 \text{ т}}$

Напрежението на резистора със съпротивление $R = 4 \Omega$, което се измерва от волтметъра, е $U_{4\Omega} = IR_{4\Omega} = 0,5 \text{ A} \cdot 4 \Omega = 2 \text{ V}$. $\mathbf{0,5 \text{ т}}$

Тъй като $2 \text{ V} = 0,002 \text{ kV}$, то показанията на Y са в kV , а понеже $0,5 \text{ A} = 500 \text{ mA}$, то показанията на X са в mA . $\mathbf{0,5 \text{ т}}$

Ако разменим местата на измервателните уреди, токът ще протича само по резистора със съпротивление $R = 5 \Omega$ и през амперметъра. Тогава уредът Y ще има нулево показание. $\mathbf{2 \text{ т}}$

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
Национално пролетно състезание по физика
Варна, 7 март 2015 г.
Решения на темата за 7. клас

№.	Задача 1	Точки
Част 1	Принцесата няма да усети граховите зърна (само твърдението). 1 т Налягането, което те създават, натискайки дюшека от долната страна, се предава равномерно във всички посоки в течността на дюшека. 1,5 т Следователно, налягането върху горната повърхност на дюшека ще бъде еднакво навсякъде. 0,5 т	3 т
Част 2	Финиъс греши (само твърдението). 1 т Финиъс, Изабела и влакът се движат с една и съща скорост. Когато Финиъс подскочи нагоре, той не губи тази скорост. Следователно, ще се приземи на същото място, откъдето е скочил. 2 т	3 т
Част 3	При закрепването на вакуумната закачалка за стена/таван, въздух има само от едната страна на смукалото. 1 т Само върху тази страна атмосферното налягане оказва натиск и смукалото остава прикрепено към стената/тавана. 1,5 т Натискът върху смукалото трябва да е по-голям или равен на теглото на слончето, т.е. $p_{\text{атм}} S = G_{\text{слон}}$. 1 т От тук намираме $S = \frac{G_{\text{слон}}}{p_{\text{атм}}} = 0,012 \text{ m}^2$ или 120 cm^2. 0,5 т	4 т

No.	Задача 2.	Точки
Част 1	От графиката намираме, че за завирването на 1 kg вода е необходимо количество топлина $Q_1 = 0,3 \text{ MJ}$. 0,5 т $Q_1 = Pt_1$, където P е мощността на печката, а $t_1 = 2 \text{ min}$. 1 т За завирването на цялата тенджера са необходими $t_2 = 18 \text{ min}$ и количество топлина $Q_2 = Pt_2$. Разделяме почленно $\Rightarrow Q_2 = Q_1 \frac{t_2}{t_1} = 2,7 \text{ MJ}$. 2,5 т От графиката намираме, че на това количество топлина съответства 3,5 kg вода, т.е. тенджерата на Спаска събира 3,5 kg вода. 0,5 т <i>Забележка: за намиране на мощността $P = 2500 \text{ kW}$ се дава 0,5 т., но общият брой точки не трябва да надвишава 5 т.</i>	5 т
Част 2	От графиката определяме, че за да има хубав компот, мощността на котлона трябва да е между 600 W и 1000 W. 0,5 т Възможни са четири свързвания: само R_1, само R_2, двете последователно, двете успоредно. 1 т Необходимо е да се пресметнат мощностите при всички свързвания: $P_{R1} = \frac{U^2}{R_1} = \frac{220^2}{80} = 605 \text{ W}$ 0,5 т $P_{R2} = \frac{U^2}{R_2} = \frac{220^2}{50} = 968 \text{ W}$ 0,5 т $P_{\text{посл}} = \frac{U^2}{(R_1 + R_2)} = \frac{220^2}{80 + 50} \approx 372 \text{ W}$ 1 т $P_{\text{усп}} = U^2 \frac{(R_1 + R_2)}{R_1 R_2} = 220^2 \frac{80 + 50}{80 \cdot 50} = 1573 \text{ W}$ 1 т Единствените мощности, които попадат в интервала за хубав компот, са P_{R1} и P_{R2}. Тогава търсените свързвания са само R_1 и R_2. 0,5 т	5 т

No.	Задача 3.	Точки
Част 1	Уредите са амперметри. 1 т Резисторите са свързани успоредно. 0,5 т Нека означим напрежението на източника с U. Амперметърът Z измерва тока I_1 през резистора R_1, т.е. $I_1 = \frac{U}{R_1}$. 0,5 т Токът I_2 през резистора R_2 е $I_2 = \frac{U}{R_2}$. 0,5 т Амперметърът Y измерва тока на цялата верига, т.е. $I = I_1 + I_2 = U \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \right)$. 0,5 т По условие $I = 4I_1$, т.е. $U \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \right) = 4 \frac{U}{R_1}$, откъдето $R_1 = 6 \Omega$. 0,5 т Ако разменим местата на резисторите, ще се промени само показанието на амперметъра Z. 0,5 т Той ще показва $I_Z = \frac{U}{R_2}$. 0,5 т Отношението между показанията ще бъде $\frac{I}{I_Z} = R_2 \frac{(R_1 + R_2)}{R_1 R_2} = \frac{4}{3}$. 0,5 т	5 т
Част 2	Тъй като и двата уреда имат ненулево показание и са включени правилно, то уредът X е амперметър, а уредът S е волтметър. 1 т Двата резистора са свързани последователно. 0,5 т Токът във веригата, измерван от амперметъра, е $I = \frac{U}{R_1 + R_2} = 0,5 \text{ A}$. 0,5 т Напрежението на резистора със съпротивление $R = 4 \Omega$, което се измерва от волтметъра, е $U_{4\Omega} = IR_{4\Omega} = 0,5 \text{ A} \cdot 4 \Omega = 2 \text{ V}$. 0,5 т Тъй като $2 \text{ V} = 0,002 \text{ kV}$, то показанията на S са в kV. Понеже $0,5 \text{ A} = 500 \text{ mA}$, то показанията на X са в mA. 0,5 т Ако разменим местата на измервателните уреди, токът ще протича само по резистора със съпротивление $R = 5 \Omega$ и през амперметъра. Тогава уредът X ще показва $I_X = \frac{U}{R_{5\Omega}} = 0,9 \text{ A} = 900 \text{ mA}$. 2 т	5 т