

**МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА**  
**Национална олимпиада по физика, Казанлък, 11 – 13 април 2014 г.**  
**РЕШЕНИЯ на темата за 7. клас**

**Задача 1.**

**I част: Плаващ грейпфрут**

**А) Равновесието няма да се наруши. [0,5 т]**

Налягането, което създава грейпфрутът, се предава равномерно във всички посоки, включително и по дъното на съда. Равновесието се запазва независимо от мястото, на което сме пуснали плода, стига той да плава без да докосва дъното. [1,5 т]

**Б) Грейпфрутът се претегля на везната. Отчита се показанието  $\dot{M}_{\text{плод}}$ . [0,4 т]**

Съдът се пълни с вода до ръба и се претегля на везната. Отчита се показанието на везната  $M_1$  – сума от масата на водата и на съда. [0,6 т]

Грейпфрутът се поставя в пълния съд и се натиска, за да се потопи изцяло. [0,6 т]

При това действие, част от водата в съда се излива навън. [0,2 т]

Грейпфрутът се изважда и частично пълният съд се претегля на везната. Отчита се показанието на везната  $M_2$  – сума от масата на водата и съда. [0,6 т]

Масата на излялата се вода  $m_0$  се определя от  $m_0 = M_1 - M_2$ . [0,4 т]

Обемът на излялата се вода е равен на обема на грейпфрута. [0,4 т]

Обемът на излялата се вода е  $V_0 = \frac{m_0}{\rho_0} = \frac{M_1 - M_2}{\rho_0}$ . [0,4 т]

Плътноста на грейпфрута  $\rho_{\text{плод}}$  се определя от  $\rho_{\text{плод}} = \frac{M_{\text{плод}}}{V_0} = \rho_0 \frac{M_{\text{плод}}}{M_1 - M_2}$ . [0,4 т]

**II част: Пиафлора**

С линейката се измерва страната на кубчето пиафлора  $a$ . [0,5 т]

Обемът на пиафлората е  $V_{\text{пиаф}} = a^3$ . [0,4 т]

Сухата пиафлора се претегля на везната. Отчита се показанието на везната  $m_{\text{пиаф}}$ . [0,2 т]

Пиафлората се поставя в съда и се оставя да се напои с вода. [0,4 т]

Напоената с вода пиафлора се претегля на везната. Отчита се показанието на везната  $M$ . [0,4 т]

Масата на водата в пиафлората  $m_0$  се определя от  $m_0 = M - m_{\text{пиаф}}$ . [0,4 т]

Обемът на водата в пиафлората е равен на обема на кухините. [0,5 т]

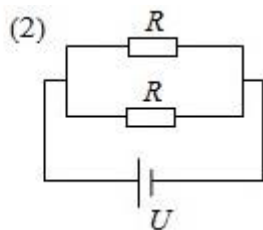
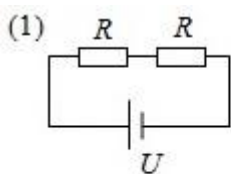
Обемът на водата в пиафлората се определя от  $V_0 = \frac{m_0}{\rho_0}$ . [0,6 т]

Частта  $\eta$  от обема на пиафлората, която е заета от кухини, се определя от:

$$\eta = \frac{V_0}{V_{\text{пиаф}}} = \frac{M - m_{\text{пиаф}}}{\rho_0 a^3}. \quad [0,6 \text{ т}]$$

## Задача 2. Топло ли е млякото?

Ако аналитичните изрази са правилни, но числените резултати не са, то се отнемат по 0,1 т за грешен числен резултат.



А) Схемите са дадени на фигурата.

За схемата с успоредно свързване: [0,2 т]

За схемата с последователно свързване: [0,2 т]

Еквивалентното съпротивление в случая на успоредно свързване е:

$$R_{\text{усп}} = \frac{RR}{R+R} = \frac{R}{2} = 10 \Omega. \text{ [0,25 т]}$$

Еквивалентното съпротивление в случая на последователно свързване е:

$$R_{\text{посл}} = R + R = 2R = 40 \Omega. \text{ [0,25 т]}$$

Мощността на котлона в случая на успоредно свързване е:

$$P_{\text{усп}} = \frac{U^2}{R_{\text{усп}}} = \frac{2U^2}{R} = 90 \text{ W}. \text{ [0,45 т]}$$

Мощността на котлона в случая на последователно свързване е:

$$P_{\text{посл}} = \frac{U^2}{R_{\text{посл}}} = \frac{U^2}{2R} = 22,5 \text{ W}. \text{ [0,45 т]}$$

Котлонът грее с по-голяма мощност при успоредно свързване на нагревателите. [0,2 т]

Положението с последователно свързване на нагревателите се означава с „1”, а това с успоредно свързване – с „2”, както е показано на фигурата.

Б) В неизправното положение „2” котлонът грее с мощност:

$$\frac{1}{5} P_{\text{усп}} = 18 \text{ W}. \text{ [0,5 т]}$$

Млякото се топли на тази мощност за време:

$$t_2 = 5 \text{ min} = 5 \cdot 60 \text{ s} = 300 \text{ s}. \text{ [0,5 т]}$$

Отделеното количество топлина за това време е:

$$Q_2 = \frac{1}{5} P_{\text{усп}} t_2 = 5400 \text{ J}. \text{ [0,6 т]}$$

Количеството топлина, което млякото трябва да получи от котлона в положение „1” е:

$$Q_1 = Q_0 - Q_2 = 29600 \text{ J}. \text{ [0,7 т]}$$

Количеството топлина  $Q_1$  се отделя от котлона в положение „1” за време:

$$t_1 = \frac{Q_1}{P_{\text{посл}}} \approx 1315 \text{ s} \text{ (алтернативно: } t_1 \approx 22 \text{ min)}. \text{ [0,7 т]}$$

В) Млякото се топли в положение „1” за допълнително време:

$$t_{\text{доп}} = 7,4 \cdot 60 \text{ s} = 444 \text{ s}. \text{ [0,5 т]}$$

За това време котлонът (в положение „1”) отдава допълнително количество топлина:

$$Q_{\text{доп}} = P_{\text{посл}} t_{\text{доп}} = 9990 \text{ J}, \text{ т.е. приблизително } 10000 \text{ J}. \text{ [0,6 т]}$$

Общо за целия си престой на котлона млякото получава количество топлина:

$$Q = Q_0 + Q_{\text{доп}} = 44990 \text{ J} \approx 45000 \text{ J}. \text{ [0,6 т]}$$

Според графиката, на това количество топлина отговаря температура от  $50^\circ \text{C}$ . [0,8 т]

Г) На температурата от  $30^{\circ}\text{C}$  отговаря получено количество топлина от  $25000\text{ J}$ . [0,8 т]  
Млякото е получило  $Q_2 = 5400\text{ J}$  от положение „2”. Следователно, от престоя си на положение „1”, млякото е получило:

$$Q_{\text{ост}} = Q_0 - Q_2 = 19600\text{ J}. \text{ [0,8 т]}$$

При съответната мощност, отделянето на това количество топлина става за време:

$$t_{\text{ост}} = \frac{Q_{\text{ост}}}{P_{\text{посл}}} = \frac{19600\text{ J}}{22,5\text{ W}} \approx 871\text{ s} \text{ (алтернативно: } t_{\text{ост}} \approx 14,5\text{ min)}. \text{ [0,9 т]}$$

### Задача 3.

#### I част: Бягащ хамстер

А) Токът през фенерчето е  $I = \frac{P}{U} = 0,4\text{ A}$ . [1 т]

Б) Означаваме изразходваната енергия с  $W$ . Търсеното време е  $t = \frac{W}{P} = 60\text{ s}$ . [3 т]

В) Изминатото от хамстера разстояние е  $s = vt = 60\text{ m}$ . [1 т]

#### II част: Мед и мляко

Нека  $F$  е теглото на сместа в чашата, а  $S$  е площта на дъното на чашата. Изпълнено е  $p = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{\rho Vg}{S}$ , където  $\rho$  е средната плътност на сместа, а  $V = Sl$  е обемът на чашата.

От тук получаваме  $p = \rho gl$  или  $\rho = \frac{p}{gl} = 1100\text{ kg/m}^3$ . [2 т]

Средната плътност на сместа се намира от  $\rho = \frac{m}{V} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V}$ , където  $\rho_2$  е плътността на млякото, а  $V_1$  и  $V_2$  са съответно обемите на млякото и меда, за които  $V_1 = \frac{3}{4}V$  и  $V_2 = \frac{1}{4}V$ .

От тук намираме  $\rho = \frac{3}{4}\rho_1 + \frac{1}{4}\rho_2$ , откъдето  $\rho_2 = 4\rho - 3\rho_1 = 1400\text{ kg/m}^3$ . [3 т]