

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 $M_{\text{плод}}$. [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]**

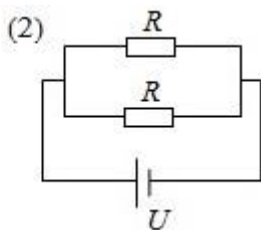
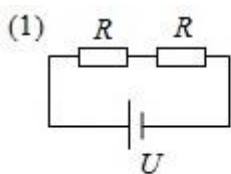
Обемът на водата в пиафлората се определя от $V_0 = \frac{m_0}{\rho_0}$. **[0,6 т]**

Частта η от обема на пиафлората, която е заета от кухини, се определя от:

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

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°C . [0,8 т]

Г) На температурата от 30°C отговаря получено количество топлина от 25000 J . [0,8 т]
 Млякото е получило $Q_2 = 5400\text{ J}$ от положение „2”. Следователно, от престоия 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 ρ 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 ρ_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]