

**Ключи к заданиям муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по физике
2017-2018 учебный год
10 класс**

Продолжительность олимпиады: 210 минут. Максимально возможное количество баллов: 40

Задание 1. Калориметр.

(10 баллов)

$$Q_1 = m_{\text{л}}L, \quad (1 \text{ балл}) \quad Q_2 = m_{\text{п}}C(100-0), \quad (1 \text{ балл})$$

$$Q_3 = m_{\text{л}}\lambda \quad (1 \text{ балл}), \quad Q_1 + Q_2 = Q_3 \quad (1 \text{ балл})$$

$$m_{\text{п}} = \frac{m_{\text{л}}\lambda}{(L + C_{\text{в}} \cdot 100)} \quad (1 \text{ балл})$$

$$m_{\text{в}} = m_{\text{л}} + m_{\text{п}} = \frac{m_{\text{л}}(L + C_{\text{в}} \cdot 100\lambda)}{(L + C_{\text{в}} \cdot 100)} = 112,46 \text{ г} \quad (2 \text{ балла})$$

Ответ: в калориметре окажется 112,46 г воды.

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
10	Полное верное решение
8-9	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение.
6-7	Решение в целом верное, однако, содержит существенные ошибки (не физические, а математические).
4-5	Найдено решение одного из двух возможных случаев.
2-3	Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение.
1	Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
0	Решение неверное, или отсутствует.

Задание 2. Цикл Карно.

(8 баллов)

$$\left. \begin{array}{l} Q_1 = 84 \text{ кДж} \\ T_1 = 3 \times T_2 \\ A = ? \end{array} \right|$$

КПД тепловой машины равен отношению производимой работы A к количеству тепла Q_1 , полученному рабочим телом от нагревателя: $\eta = \frac{A}{Q_1}$

С другой стороны $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$, где T_1 - температура нагревателя, T_2 - температура холодильника. Откуда $\frac{A}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$. Поэтому работа равна $A = Q_1 \cdot \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right)$.

Подставляем числа. $A = 84 \text{ кДж} \cdot \left(1 - \frac{1}{3}\right) = 56 \text{ кДж}$.

Критерии оценивания:

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
8	Полное верное решение
6-7	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение.
4-5	Решение в целом верное, однако, содержит существенные ошибки (не физические, а математические).

- 3 Найдено решение одного из двух возможных случаев.
- 2 Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение.
- 1 Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
- 0 Решение неверное, или отсутствует.

Задание 3. Закон Кулона.

(6 баллов)

Если шар не заряжен, то частица и шар притягиваются из-за наличия на поверхности шара индуцированного заряда. Пусть величина этой силы $F_{\text{инд}}$. Если теперь сообщить шару заряд q , $2q$, $3q$, то возникнет еще сила отталкивания. Она пропорциональна сообщенному заряду, потому что он распределится равномерно по поверхности шара. Введем для сил отталкивания обозначения F , $2F$, $3F$, соответственно. По принципу суперпозиции $F_1 = F_{\text{инд}} - F$, $F_2 = F_{\text{инд}} - 2F$, $F_3 = F_{\text{инд}} - 3F$.

Отсюда находим: $F_3 = 2F_2 - F_1$. Отметим, что сила F_3 может быть как силой притяжения, так и силой отталкивания.

Ответ: $F_3 = 2F_2 - F_1$.

Критерии оценивания:

- | | |
|-------|--|
| Баллы | Правильность (ошибочность) решения |
| 6 | Полное верное решение |
| 5 | Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение. |
| 4 | Решение в целом верное, однако, содержит существенные ошибки (не физические, а математические). |
| 3 | Найдено решение одного из двух возможных случаев. |
| 2 | Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение. |
| 1 | Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении). |
| 0 | Решение неверное, или отсутствует. |

Задание 4. Сила натяжения мыльной пленки.

(6 баллов)

Сила натяжения, действующая на проволоку длиной L , $F = 2\sigma L$, где σ - коэффициент поверхностного натяжения мыльного раствора, а коэффициент 2 учитывает то обстоятельство, что мыльная пленка имеет две поверхности раздела «мыльный раствор — воздух». Работа A , которую нужно совершить, чтобы переместить проволоку на расстояние s , равна по модулю работе силы поверхностного натяжения на этом пути: $A = FS$

Вычисления:

$$F = 2 \cdot 40 \text{ мН/м} \cdot 0,03 \text{ м} = 2,4 \text{ мН};$$

$$A = 2,4 \text{ мН} \cdot 0,02 \text{ м} = 0,048 \text{ мДж} = 48 \text{ мкДж}.$$

Ответ: $F = 2,4 \text{ мН}$; $A = 48 \text{ мкДж}$.

Критерии оценивания:

- | | |
|-------|---|
| Баллы | Правильность (ошибочность) решения |
| 6 | Полное верное решение |
| 5 | Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение. |
| 4 | Решение в целом верное, однако, содержит существенные ошибки (не физические, а математические). |

- 3 Найдено решение одного из двух возможных случаев.
- 2 Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение.
- 1 Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
- 0 Решение неверное, или отсутствует.

Задание 5. Параллельные плоскости.

(10 баллов)

$$\begin{array}{l|l} \sigma_1 = 2 \cdot \sigma & \\ \sigma_2 = \sigma & \\ \hline E = ? & \end{array}$$

Воспользуемся принципом суперпозиции в каждой области.

В области I: $E = E_1 + E_2$

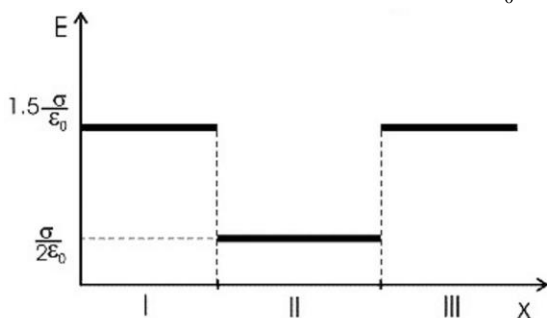
Модуль $E_1 = \frac{\sigma_1}{2 \cdot \epsilon_0}$, модуль $E_2 = \frac{\sigma_2}{2 \cdot \epsilon_0}$

поэтому $E = \frac{\sigma_1}{2 \cdot \epsilon_0} + \frac{\sigma_2}{2 \cdot \epsilon_0} = \frac{3\sigma}{2 \cdot \epsilon_0} = \frac{1,5\sigma}{\epsilon_0}$ В этой области поле отлично от нуля.

В области II: $E = E_1 - E_2$ поэтому $E = \frac{\sigma_1}{2 \cdot \epsilon_0} - \frac{\sigma_2}{2 \cdot \epsilon_0} = \frac{\sigma}{2 \cdot \epsilon_0}$

В области III: $E = \frac{\sigma_1}{2 \cdot \epsilon_0} + \frac{\sigma_2}{2 \cdot \epsilon_0} = \frac{3\sigma}{2 \cdot \epsilon_0} = \frac{1,5\sigma}{\epsilon_0}$ В этой области поле отлично от нуля.

Слева от плоскостей поле равно $E = \frac{1,5\sigma}{\epsilon_0}$ и направлено влево.



Критерии оценивания:

- | | |
|-------|--|
| Баллы | Правильность (ошибочность) решения |
| 10 | Полное верное решение |
| 8-9 | Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение. |
| 6-7 | Решение в целом верное, однако, содержит существенные ошибки (не физические, а математические). |
| 4-5 | Найдено решение одного из двух возможных случаев. |
| 2-3 | Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение. |
| 1 | Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении). |
| 0 | Решение неверное, или отсутствует. |