



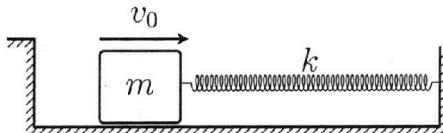
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-06



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

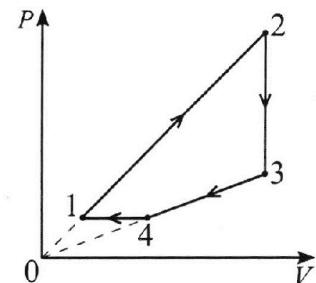
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k (см. рис.). Уступ находится на таком расстоянии от тела, что если тело прижать к уступу и отпустить без начальной скорости, то положение равновесия тела пройдет со скоростью v_0 . В момент времени $t_0 = 0$ телу в положении равновесия придают скорость $23v_0/9$, направленную к стене. После первого удара тела о уступ тело проходит положение равновесия со скоростью $7v_0/3$. Все удары о уступ считать частично упругими, при которых отношение кинетических энергий после удара и до удара можно считать постоянным. Каждая точка тела движется вдоль одной горизонтальной прямой.



- 1) Определите максимальное сжатие пружины до первого удара.
- 2) Определите скорость прохождения телом-положения равновесия после второго удара.
- 3) В какой момент времени t_1 тело пройдет положение равновесия после первого удара?

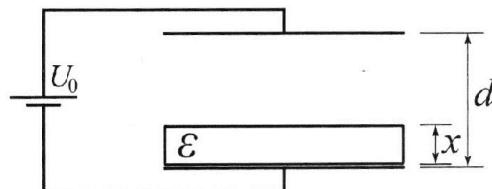
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

2. Рабочим телом тепловой машины, работающей по циклу 1-2-3-4-1, является идеальный газ (см. рис.). Участки цикла 1-2 и 3-4 лежат на прямых, проходящих через начало координат, 2-3 – изохора, 4-1 – изобара. На каждом из участков 2-3 и 4-1 от газа было отведено количество теплоты Q ($Q > 0$). Молярная теплоёмкость газа в процессе 1-2 равна $C = 7R/2$, R – универсальная газовая постоянная. Отношение температур $T_2/T_3 = 12/5$.

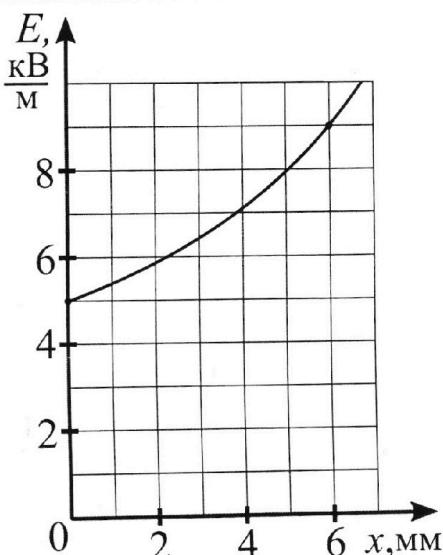


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 2-3.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

3. Плоский конденсатор подсоединен к источнику постоянного напряжения. Расстояние между обкладками $d = 9$ мм (см. рис.). В конденсатор вставляется пластина из диэлектрика толщиной x (пластина занимает часть объема конденсатора, равную x/d). Известна часть графика зависимости напряженности электрического поля в воздушном зазоре от толщины пластины x (см. рис.). Диэлектрическую проницаемость воздуха принять равной единице.



- 1) Найти напряжение U_0 источника.
- 2) Найти диэлектрическую проницаемость ϵ диэлектрика.





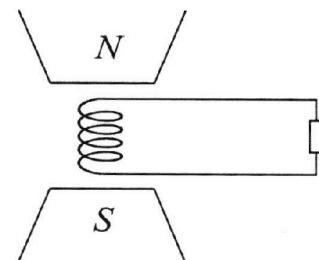
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-06



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

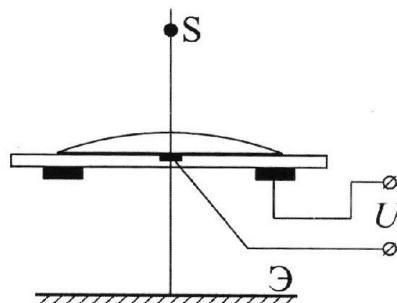
4. Катушка индуктивностью L с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле, направленном перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ . За время выключения ток в катушке возрастает линейно от нуля до I_1 .



- 1) Найти скорость возрастания тока через время $\tau/4$ от начала выключения.
- 2) Найти заряд q , протекший через катушку от момента, когда ток в катушке был I_1 , до момента, когда ток через катушку станет нулевым.
- 3) Найти начальную индукцию B_1 внешнего магнитного поля.

Сопротивлением катушки и соединительных проводов пренебречь.

5. Капля электропроводящей прозрачной жидкости с показателем преломления $n = 4/3$ покоятся на тонкой смачиваемой прозрачной горизонтальной диэлектрической подложке (см. рис.). Капля используется в качестве тонкой плосковыпуклой линзы для получения изображения маленького светящегося шарика-светодиода S на экране \mathcal{E} . Источник S можно перемещать вдоль главной оптической оси линзы. Плоскость экрана перпендикулярна оси и находится на расстоянии $b = 24$ см от линзы. Расстояние от источника до линзы значительно больше диаметра пучка света, проходящего через линзу. Если под каплей соосно расположить два электрода, так что небольшой центральный электрод непосредственно контактирует с жидкостью, а периферийный (кольцо) изолирован от неё, то можно изменять радиус R кривизны верхней поверхности линзы по линейному закону в зависимости от напряжения U , прикладываемого к электродам. При нулевом напряжении радиус кривизны $R_0 = 2$ см. При напряжении U_1 на экране получено изображение светодиода с увеличением $\Gamma_1 = 5/3$, а при напряжении U_2 получено изображение с увеличением $\Gamma_2 = 1/3$.



- 1) Выведите формулу для фокусного расстояния F плосковыпуклой тонкой линзы в зависимости от радиуса кривизны R и показателя преломления n .
- 2) Определите U_2/U_1 .
- 3) Считая, что светодиод излучает одинаковую световую мощность по всем направлениям, определите отношение средних освещённостей E_1/E_2 первого и второго изображений. Поглощением света в подложке пренебречь. Освещённость — энергия света, падающего на единицу площади в единицу времени.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи **отдельно**.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
1 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$$m; k; v_0;$$

$$v = \frac{23 v_0}{9}$$

$$v' = \frac{7 v_0}{3}$$

$$\Delta x_{\max} - ?$$

$$v'' - ?$$

$$t_1 - ?$$

Решение: № 1.

1) колеб. тела можно счит. состоящими из двух движений: 1) гармонич. ~~удар~~ груза на пружинном маятнике с част.

$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ и 2) част. упругой маятнико. удар до ступки, в ходе кот. маятник

всегда скор. макс. на промежуточн., ~~относ~~ кин. энрг. $E'_{\text{кин}} = \text{const} < 1$; $E'_{\text{кин}} = \frac{m v'^2 \cdot 1}{1 + m v'^2} = \frac{v'^2}{v'^2 + m}$

2) сжатие пруж. до удара происходит как гармонич. уч. движ. $\Rightarrow \Delta x_{\max} = \omega \cdot \Delta t = \omega \cdot \Delta x_{\max} = v \Rightarrow \Delta x_{\max} = \frac{v}{\omega} = \frac{23 v_0}{9} \sqrt{\frac{m}{k}}$ — макс. сжатие до 1-го удара

3) найдем ~~удар~~, расст. от ступки до погл. р/веса x_0 : при амплит. равн. x_0 , скор. в нач. р/веса равна

$$v_0 \Rightarrow x_0 \cdot \omega = v_0; x_0 = \frac{v_0}{\omega} = v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$$

4) теперь найдём относ. кин. энрг. в рец. удара

~~$E'_{\text{кин}} = \frac{v'^2}{v'^2 + m} = \text{const}$: Госк. движ. между ударами гармо. энрг., поэтому энргии нет, E_K к 1-му удару равна нулю~~

~~$E'_{\text{кин. р/вес}} = \frac{m v^2}{2} = \frac{m \cdot (23 v_0)^2}{2 \cdot 9^2}$; E_K после удара равна нулю энрг. при перв. прохожд. р/вес. после удара $E'_{\text{кин. р/вес}} =$~~

$$= \frac{m \cdot (v')^2}{2} = \frac{m \cdot (7 v_0)^2}{2 \cdot 9}; \text{ относ. } \frac{E'}{E_K} = \frac{E'}{E_K} = \frac{49 m v_0^2 \cdot 9 \cdot 2}{529 m v_0^2 \cdot 9 \cdot 2} = \frac{441}{529}$$



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

5) после 1-го удара

4-й вариант) поскольку движ. между ударами без потери энергии и нач. 1-го удара $E_{K_{уд}} = E_{K_{уд}'} = E_{K_{уд}''}$ - потерь кин. энергии в нач. движ. (равн.)

$$E_{\pi_{x_0}} + E_{K_{уд}} = E_{K_{уд}}$$

$$\frac{k \cdot x_0^2}{2} + E_{K_{уд}} = \frac{m \cdot v_0^2}{2}$$

$$\frac{k \cdot v_0^2 \cdot m}{2 \cdot k} + E_{K_{уд}} = \frac{m \cdot 529 \cdot v_0^2}{2 \cdot 81} \Rightarrow E_{K_{уд}} = \frac{448 \cdot v_0^2 \cdot m}{2 \cdot 81} = \frac{224 m v_0^2}{81}$$

после 1-го удара $E_{\pi_{x_0}} + E_{K_{уд}'} = E_{K_{уд}''}$ - потерь кин. энергии при прохождении р/вес. после 1-го удара

$$\frac{k \cdot x_0^2}{2} + E_{K_{уд}'} = \frac{m \cdot v_0'^2}{2}$$

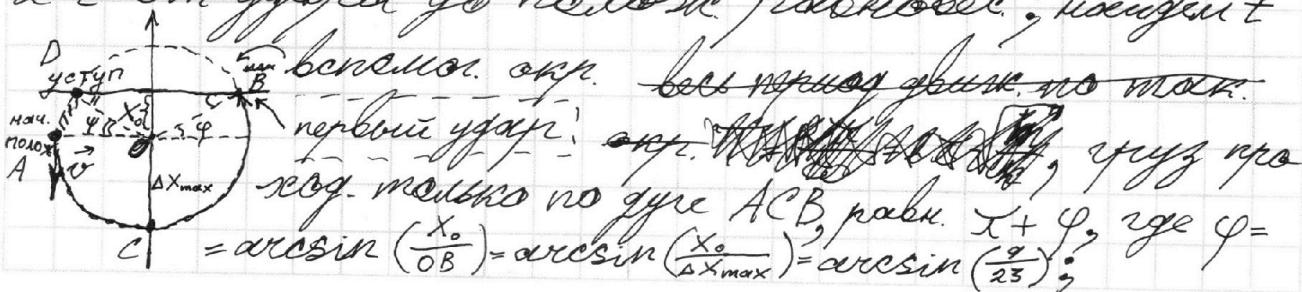
$$\frac{k \cdot v_0^2 \cdot m}{2 \cdot k} + E_{K_{уд}'} = \frac{m \cdot 44 v_0^2}{2 \cdot 9} \Rightarrow E_{K_{уд}'} = \frac{40 m v_0^2}{2 \cdot 9} = \frac{20 m v_0^2}{9}$$

$$\alpha = \frac{E_{K_{уд}''}}{E_{K_{уд}'}} = \frac{20 m v_0^2 \cdot 81}{8 \cdot 224 m v_0^2} = \frac{45}{56}, \text{ но } \alpha = \frac{E_{K_{уд}''}}{E_{K_{уд}}} - \text{ откос. кин. энергии после 2-го удара}$$

$$E_{K_{уд}''} = E_{K_{уд}'} \cdot \alpha = \frac{20 \cdot m \cdot v_0^2 \cdot 45}{8 \cdot 56} = \frac{25 m v_0^2}{14}$$

при прохождении р/вес. после 2-го удара $E_{K_{уд}''} = E_{\pi_{x_0}} + E_{K_{уд}''} = \frac{k \cdot v_0^2 \cdot m}{2 \cdot k} + \frac{25 \cdot m \cdot v_0^2}{14} = \frac{32 m v_0^2}{14} = \frac{16 m v_0^2}{7}$, но $E_{K_{уд}''} = \frac{m \cdot v_0''^2}{2} \Rightarrow v_0'' = \sqrt{\frac{32 m v_0^2}{7 m}} = 4 v_0 \sqrt{\frac{2}{7}}$ - скр. при прохождении р/вес. после 2-го удара

5) t, можно сложить двух состояния: время t до удара и t' от удара до полного равновесия; получим





На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
3 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

соств., время $t = \frac{\sqrt{ACB}}{\omega} = \sqrt{\frac{m}{k}} + \sqrt{\frac{m}{k}} \arcsin\left(\frac{q}{23}\right)$;

б) время t' соответствует движк. по дуге DA вспом.

закр. с изменением амплитуды $\Delta x'_{max}$; найдём $\Delta x'_{max}$:

$$k \cdot \Delta x'^2_{max} = \frac{m \omega'^2}{2} = \frac{m \left(\frac{4\omega_0}{3}\right)^2}{2} \Rightarrow \Delta x'_{max} = \frac{4\omega_0}{3} \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow t' = \frac{\sqrt{DA}}{\omega} =$$

$$= \frac{\arcsin\left(\frac{x_0}{\Delta x_{max}}\right)}{\omega} = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \arcsin\left(\frac{3}{4}\right), \text{ итого } t_1 = t + t' =$$

$$= \sqrt{\frac{m}{k}} \left(2 + \arcsin\left(\frac{q}{23}\right) + \arcsin\left(\frac{3}{4}\right) \right)$$

Объемлк: $\Delta x_{max} = \frac{23 \cdot \omega_0}{q} \sqrt{\frac{m}{k}}$; $\omega'' = 4 \sqrt{\frac{2}{7}} \cdot \omega_0$;

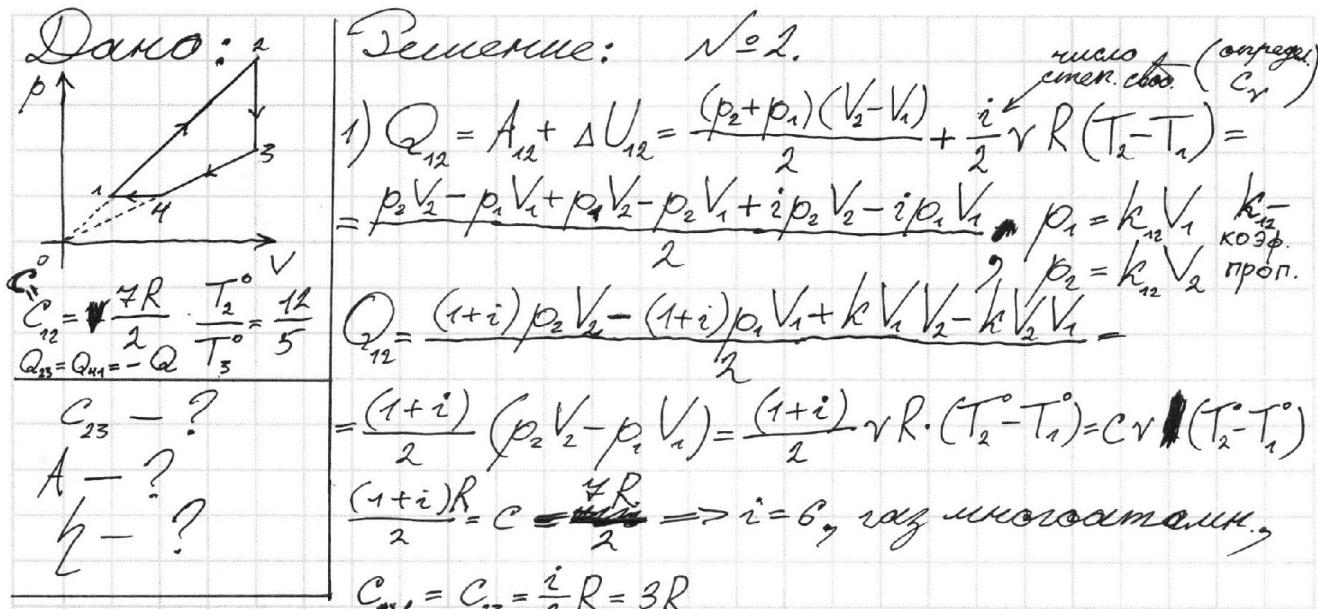
$$t_1 = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \left(2 + \arcsin\left(\frac{q}{23}\right) + \arcsin\left(\frac{3}{4}\right) \right).$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!



2) $\frac{T_2^{\circ}}{T_3^{\circ}} = \frac{12}{5}; V_2 = V_3 \Rightarrow \frac{p_2}{p_3} = \frac{12}{5} \text{ и } \frac{k_{12}}{k_{34}} = \frac{12}{5} \text{ — отнош. коэффиц.}$

посл.: $p_1 = k_{12} V_1 = p_4 = k_{34} V_4 \Rightarrow V_4 = V_1 \cdot \frac{k_{12}}{k_{34}} = \frac{12}{5} V_1; T_4^{\circ} = \frac{12}{5} T_1^{\circ}$

 $Q_{23} = \Delta U_{23} = 3 \nu R (T_3^{\circ} - T_2^{\circ}) = -\frac{7 \nu R T_2^{\circ}}{4} = -Q = Q_{41} = 4 \nu R (T_4^{\circ} - T_1^{\circ}) =$
 $= -\frac{28 \nu R T_1^{\circ}}{5} \Rightarrow T_2^{\circ} = \frac{16}{5} T_1^{\circ}; \text{ след.: } \nu R T_1^{\circ} = \frac{5Q}{28}$

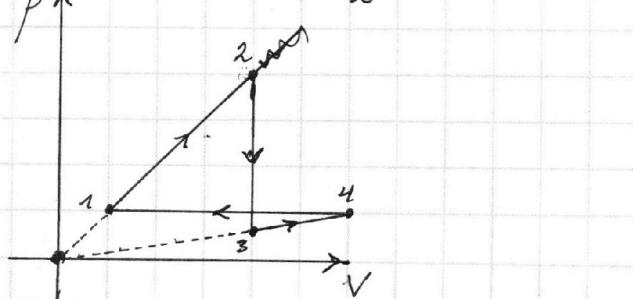
P	①	②	③	④
V	V_1	V_2	$V_3 = V_2$	$V_4 = \frac{12}{5} V_1$
T°	T_1°	$\frac{16}{5} T_1^{\circ} = T_2^{\circ}$	$T_3^{\circ} = \frac{4}{3} T_4^{\circ}$	$T_4^{\circ} = \frac{12}{5} T_1^{\circ}$

3) $A = A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41} = \frac{1}{2} \nu R T_1^{\circ} \left(\frac{16}{5} - 1 \right) + 0 + \frac{1}{2} \nu R T_1^{\circ} *$

$\times \left(\frac{12}{5} - \frac{4}{3} \right) + \nu R T_1^{\circ} \left(1 - \frac{12}{5} \right)$

граф. вычислит нек.

но - другому:





На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

$$3) \text{ тогда } A = A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41} = \frac{1}{2} \nu R T_1 \left(\frac{18}{5} - 1 \right) + 0 + \\ + \frac{1}{2} \nu R T_1 \left(\frac{12}{5} - \frac{4}{3} \right) + \nu R T_1 \left(1 - \frac{12}{5} \right) = \nu R T_1 \left(\frac{11}{10} + \frac{8}{15} - \frac{7}{5} \right) = \\ = \frac{5 Q \cdot \frac{7}{2}}{28 \cdot 30} = \frac{Q}{24}$$

$$4) h = 1 - \frac{Q_{\text{отведен.}}}{Q_{\text{подведен.}}} = \frac{A}{A + Q_{\text{отведен.}}} = \frac{Q}{24 \left(\frac{Q}{24} + 2Q \right)} = \frac{1}{49} \approx 2\%$$

Ответы: $C_{23} = 3R$; $A = \frac{Q}{24}$; $h = \frac{1}{49} \approx 2\%$.



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

Дано: $d = 9 \text{ мм}$ $E_{\text{эл}} = 5 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$ $V_0 - ?$ $\varepsilon - ?$

Задача: № 3.

1) при $x = 0$: $E_0 = 5 \frac{\text{кВ}}{\text{м}} = 5 \frac{\text{В}}{\text{мм}}$; для плоск. конд. $V_0 = E \cdot d = 5 \cdot 9 = 45 (\text{В}) = V_0$ т.к. конд. получила подзаряд и ист.

2) когда в конд. пройд. пласт., скажу мож. перенес. на эквивал.:

V_0 C_1 $\epsilon \cdot V_0$ C_2 $\epsilon \cdot V_0$

т.е. конд. с пласт. эквивал. последов. соед. конд. с ϵ

$C_1 = \frac{\epsilon_0 \cdot S}{d-x}$ и $C_2 = \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot S}{x}$ т.е. $\frac{C_2}{C_1} = \frac{\epsilon(d-x)}{x}$, заряд на двух послед. соед. конд. $q_1 = q_2 \Rightarrow$ стм. кондакт. $\frac{V_2}{V_1} = \frac{q \cdot C_1}{C_2 \cdot q} = \frac{x}{\epsilon(d-x)}$, но $V_1 + V_2 = V_0$, а $V_1 = E(x) \cdot (d-x) \Rightarrow V_2 = E(x) \cdot \frac{x}{\epsilon}$, а $V_0 = E(x) \cdot (d-x + \frac{x}{\epsilon})$; подставивш. ток. $x = 6 \text{ мм}$ и $E(x) = 9 \frac{\text{В}}{\text{мм}}$, получаем $45 = 9 \left(d - 6 + \frac{6}{\epsilon} \right) \Rightarrow \frac{6}{\epsilon} = 2$; $\epsilon = 3$.

Ответы: $V_0 = 45 \text{ В}$; $\epsilon = 3$.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Дано: Решение: №4.

$$\begin{aligned}
 & L; n; S_i; \\
 & R; T; I_1 \\
 & \dot{I}_{\frac{T}{4}} - ? \\
 & q - ? \\
 & B_1 - ? \\
 & \Rightarrow B_1 = \frac{\Phi_0}{S \cdot n} = \frac{R \cdot I_1 \cdot T}{2 \cdot S \cdot n}
 \end{aligned}$$

1) поск. ток ~~расстр.~~ неизм., $I(t) = \text{const} = \frac{I_1}{T}; \dot{I}_{\frac{T}{4}} = \frac{I_1}{T}$ эдс катуш. напряж. нарез.

2) поск. $R = \text{const}$, $E_{si}(t) = U_R(t) = R \cdot I(t)$ ~~неизм.~~; $I(t)$ неизм., $E_{si}(t)$ тоже неизм. $\Rightarrow \Phi_0 - 0 = \int E_{si}(t) dt = E_{si}(t) \cdot T \cdot \frac{1}{2} = \frac{R \cdot I_1 \cdot T}{2}$, но $\Phi_0 = B_1 \cdot S \cdot n \Rightarrow$

$$\begin{aligned}
 & 3) q = \sum_i t_i \cdot I_i, \text{ где } t_i \text{ и } I_i - \text{ время и сила тока в эти мес. врем. и } t_i > T; \\
 & \text{в мес. } T \text{ энергия кал. } W = \frac{L_1 \cdot I_1^2}{2}, \text{ вся эта энергия} \\
 & \text{идет в теплоту нарез. } Q = \sum_i R \cdot I_i^2 \cdot t_i \Rightarrow \\
 & \Rightarrow \frac{L_1 \cdot I_1^2}{2} = R \cdot \sum_i \frac{I_i^2 \cdot t_i^2}{t_i} = \frac{R \cdot q^2}{\sum_i t_i} = \frac{R \cdot q^2}{t_{\text{окт}}} \text{, где } t_{\text{окт}} - \text{ время, за которым} \\
 & \text{ток в цепи уходит в } 0; \text{ сущ. } \text{уменьш. тока неизм.} \\
 & t_{\text{окт}} = \frac{2q}{I_1} \Rightarrow \frac{L_1 \cdot I_1^2}{2} = \frac{R \cdot q^2 \cdot I_1}{2q} \Rightarrow q = I_1 \cdot \frac{L_1}{R}
 \end{aligned}$$

Ответы: $\dot{I}_{\frac{T}{4}} = \frac{I_1}{T}; q = I_1 \cdot \frac{L_1}{R}; B_1 = \frac{R \cdot I_1 \cdot T}{2 \cdot S \cdot n}$.

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$$n = \frac{4}{3}, b = 24 \text{ см}$$

$R(U)$ -линейно

$$R_0 = 2 \text{ см}, F_1 = \frac{5}{3}, F_2 = \frac{1}{3}$$

$F(R; n) - ?$

$U_2/U_1 - ?$

$E_1/E_2 - ?$

Решение: № 5.

1) по закону преломления:

$$\sin \alpha = n \sin \beta$$

$$\sin \varphi = n \sin \gamma$$

в преломлении

паралл. опт.: $\alpha \approx n\beta, \varphi \approx n\gamma$

$$\alpha \approx n\beta, \varphi \approx n\gamma, \beta + \gamma = \alpha \quad (\Delta XHK)$$

$$\varphi \approx n\gamma \approx n(\alpha - \beta) \text{ и } n\alpha - n\frac{\alpha}{n} = \alpha(n-1)$$

сумм. между тонкими, $HO = KO' = h, HO = R \cdot \sin \alpha \approx R \cdot d;$

$KO = F \cdot \tan \varphi \approx F \cdot \varphi \Rightarrow R \cdot \alpha = F \cdot \varphi = F \cdot \alpha(n-1);$

$$F = \frac{R}{n-1} \rightarrow \text{зависим. } F(R; n).$$

2) для усл. заг. $F = \frac{R(U)}{n-1} = 3R_0 + k \cdot U = 6 + k \cdot U$, где k -коэф. пропорц.

при $F_1 = \frac{5}{3} = \frac{b}{d_1}$, где d_1 -расст. до ист. 1-й сущ. \Rightarrow

$$d_1 = \frac{3b}{5}; \text{ но физ. тонк. линзы } \frac{1}{f} + \frac{1}{d_1} = \frac{1}{F_1} \Leftrightarrow$$

$$\frac{1}{f} + \frac{5}{3b} = \frac{1}{6+kU_1} \Rightarrow 6+kU_1 = \frac{3 \cdot 24}{8} = 9; U_1 = \frac{3}{k}$$

при $F_2 = \frac{1}{3} = \frac{b}{d_2}$, где d_2 -расст. до ист. 2-й сущ. \Rightarrow

$$d_2 = 3b; \text{ но физ. тонк. линзы } \frac{1}{f} + \frac{1}{d_2} = \frac{1}{F_2} \Leftrightarrow$$

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{3b} = \frac{1}{6+kU_2} \Rightarrow 6+kU_2 = \frac{3 \cdot 24}{4} = 18 \Rightarrow U_2 = \frac{12}{k}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

$$3) \frac{U_2}{U_1} = \frac{12 \cdot k}{k \cdot 3} = 4$$

равномер. на все направл.

4) пусть источник излучает мощн. P , тогда освещённ.

участка площадью S на расст. d составим

$$E = P \cdot \frac{S}{S_{\text{окр.}}} = P \cdot \frac{S}{4\pi d^2}, \text{ тогда } E_1 = \frac{P \cdot S}{4\pi d_1^2} \text{ и } E_2 = \frac{P \cdot S}{4\pi d_2^2} \quad (\text{т.к. плошадь сферы можно счит. неизменн.})$$

— освещённости сферы; мож. также замет., что в изображ. находят только те лучи, кот. прошли через между преломл. все, прошедшие

(т.к. иначе они пришли бы друг. привели в одног. р.)

через между (т.к. изображ. реальн.) $\Rightarrow E = E_{\text{между}}$ и

$$E_1 = \frac{P \cdot S}{4\pi d_1^2}; E_2 = \frac{P \cdot S}{4\pi d_2^2} \quad (\text{освещ. переди раб. освещ. между})$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{PS \cdot 4\pi d_2^2}{PS \cdot 4\pi d_1^2} = \frac{98^2 \cdot 25}{98^2} = 25$$

$$\text{Отвеми: } F(R; n) = \frac{R}{n-1} ; \frac{U_2}{U_1} = 4 ; \frac{E_1}{E_2} = 25.$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!