



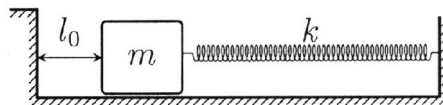
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



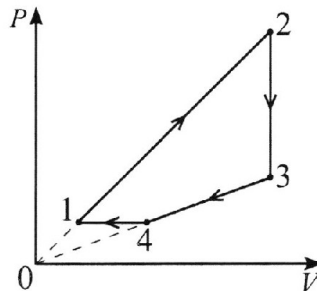
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k . На расстоянии l_0 от тела находится вертикальный уступ, как показано на рисунке. Сжимая пружину на $11l_0/4$, тело придвигают к стене и отпускают без начальной скорости. После первого удара тела о уступ максимальное сжатие пружины оказалось $5l_0/2$. 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 скорость тела при прохождении положения равновесия перед первым ударом.
- 2) Определите величину максимального сжатия пружины после второго удара.
- 3) Сколько времени прошло между моментом отпускания тела и моментом максимального сжатия пружины после первого удара?

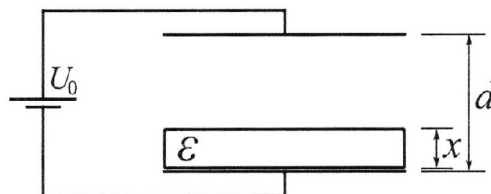
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

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 3-4 равна $C = 3R$, R – универсальная газовая постоянная. Отношение температур $T_4/T_1 = 5/2$.

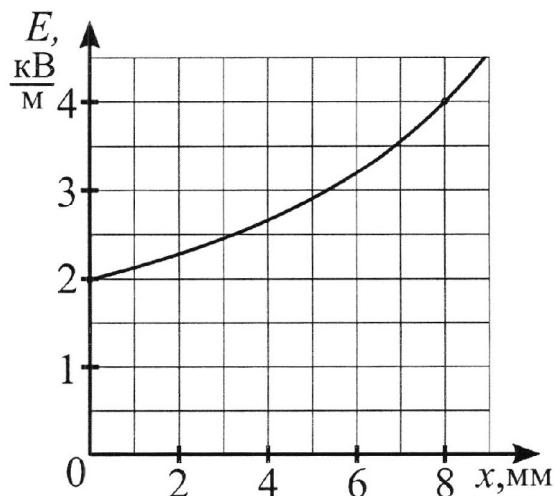


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 4-1.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

3. Плоский конденсатор подсоединен к источнику постоянного напряжения. Расстояние между обкладками $d = 12$ 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.





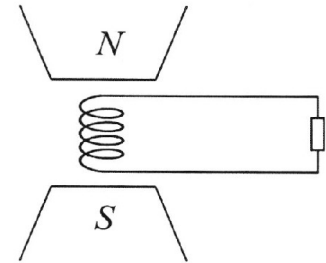
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*



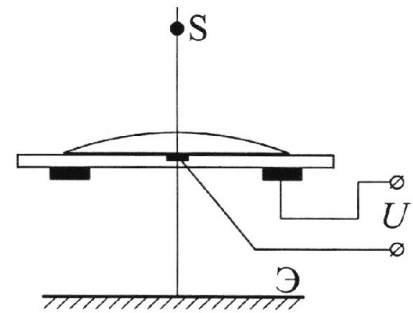
4. Катушка с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля направлены перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ . За время выключения ток в катушке возрастает линейно от нуля до I_1 .



- 1) Найти скорость возрастания тока через время $\tau/3$ от начала выключения.
- 2) Найти заряд q , протекший через резистор от момента начала выключения поля до момента, когда ток через резистор станет нулевым.
- 3) Найти индуктивность L катушки.

Сопротивлением катушки и соединительных проводов пренебречь.

5. Капля электропроводящей прозрачной жидкости с показателем преломления $n = 1,4$ покоится 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 $b = 6$ 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. Если светодиод на высоте $a_1 = 12$ см над каплей, то изображение на экране при $U_1 = 1$ В. Если светодиод на высоте $a_2 = 18$ см, то изображение на экране при напряжении $U_2 = 2$ В.



- 1) Выведите формулу для фокусного расстояния F плосковыпуклой тонкой линзы в зависимости от радиуса кривизны R и показателя преломления n .
- 2) Определите радиус кривизны R_0 капли при нулевом напряжении.
- 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.



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!

Удара $T_1 = t_1$ и тогда:

$$\cos(\omega T_1) = -\frac{4}{11}$$

$$|T_1 = \frac{1}{\omega} \arccos\left[-\frac{4}{11}\right] = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \arccos\left[-\frac{4}{11}\right] = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(\pi - \arccos\left[\frac{4}{11}\right]\right)$$

А время T_2 , прошедшее с момента первого удара до момента максимальной сжатия пружины после первого удара, такое, что

$$x(T_2) = -A_1, \text{ т.е.}$$

$$-A_1 = A_1 \cos(\omega T_2 + \varphi_0)$$

$$\cos(\omega T_2 + \varphi_0) = -1$$

$$\omega T_2 = \pi - \varphi_0$$

Тогда $x(0) = x_0$, то:

$$x_0 = A_1 \cos(\varphi_0) = \frac{5b}{2} \cos(\varphi_0)$$

$$|\varphi_0 = \arccos\left[\frac{2}{5}\right]$$

и соответственно:

$$|T_2 = \frac{1}{\omega} \left(\pi - \arccos\left[\frac{2}{5}\right]\right) = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(\pi - \arccos\left[\frac{2}{5}\right]\right)$$

Тогда время T , прошедшее с момента отбрасывания тела до момента максимальной сжатия пружины после первого удара, равно:

$$|T = T_1 + T_2 = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(2\pi - \arccos\left[\frac{2}{5}\right] - \arccos\left[\frac{4}{11}\right]\right).$$

Ответ: 1) $x_0 = \frac{5b}{4} \sqrt{\frac{k}{m}}$; 2) $A_1 = b \sqrt{\frac{2b}{5}}$; 3) $T = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(2\pi - \arccos\left[\frac{2}{5}\right] - \arccos\left[\frac{4}{11}\right]\right).$

(Все обозначения в решении).



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
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!

Ясно, что по закону сохранения энергии при колебаниях маятника ^{и второго удара,}
первого удара ^{и второго удара,} имеем:

~~$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{klb^2}{2} = \frac{klA_0^2}{2}$$

$$mv_0^2 = klb^2 \left(\frac{21}{16} - 1 \right) = klb^2 \cdot \frac{5}{16}$$~~

$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{klb^2}{2} = \frac{klA_0^2}{2}$$

$$mv_0^2 = klb^2 \left(\frac{21}{16} - 1 \right) = klb^2 \cdot \frac{5}{16}$$

$$v_1 = \frac{b}{2} \sqrt{\frac{21k}{m}}$$

Т.е. ~~после каждого удара~~ после каждого удара кинетическая энергия груза уменьшается в α раз, равное:

$$\alpha = \frac{\frac{mv_0^2}{2}}{\frac{mv_1^2}{2}} = \left(\frac{v_0}{v_1} \right)^2 = \left(\frac{\sqrt{106}}{\frac{b}{2} \cdot \sqrt{\frac{21k}{m}}} \right)^2 = \left(\frac{\sqrt{5}}{2} \right)^2 = \frac{5}{4}$$

Тогда кинетическая энергия маятника ^{E_0'} после 2-го удара равна:

~~$$\alpha = \frac{mv_1^2}{2 \cdot E_2} \Rightarrow E_2 = \frac{mv_1^2}{2\alpha} = \frac{1}{5} \cdot \frac{b^2 \cdot \frac{21k}{m}}{\frac{5}{4}} = \frac{21klb^2}{10}$$~~

Т.е. по закону сохранения энергии при колебаниях после второго удара и до 3-го удара, имеем:

$$E_2 + \frac{klb^2}{2} = \frac{klA_2^2}{2}$$

$$\frac{21klb^2}{10} + \frac{klb^2}{2} = \frac{klA_2^2}{2}$$

$$A_2 = \frac{2b}{5} \Rightarrow A_2 = b \sqrt{\frac{26}{5}}$$

где A_2 - максимальное сжатие пружины после второго удара. Ясно, что время T_1 , прошедшее с момента отклонения ^{маятника} ~~от положения равновесия~~ до первого



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
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!

Тогда мы введем 3-4 ~~гидро~~ уравнение Менделеева-Клапейрона даём свойство $\alpha V^2 = \nu R T$, то: $\alpha V_4^2 = \nu R T_4 = \frac{5}{2} \nu R T_1$, а $\alpha V_2^2 = \nu R T_3$, т.е:

$$\alpha \left(\frac{5}{2} V_1\right)^2 = \nu R \frac{5}{2} T_1$$

$$\frac{5}{2} \alpha V_1^2 = \nu R T_1$$

$$\alpha = \frac{2 \nu R T_1}{5 V_1^2}$$

И тогда $\frac{2 \nu R T_1}{5} \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 = \nu R T_3$, т.е. $\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 = \frac{5 T_3}{2 T_1}$; а также мы введем 1-2 даём уравнение $p = \beta V$, где β - некий коэффициент, то уравнение Менделеева-Клапейрона даём свойство $\beta V^2 = \nu R T$, то есть

$$\beta V_1^2 = \nu R T_1 \Rightarrow \beta = \frac{\nu R T_1}{V_1^2}$$

И тогда $\beta V_2^2 = \nu R T_2$, т.е. $\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 = \frac{T_2}{T_1}$. В итоге $\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 = \frac{T_2}{T_1} = \frac{5 T_3}{2 T_1}$, т.е:

$$\cancel{T_2} \mid T_2 = \frac{5 T_3}{2}$$

Тогда возвращаясь к ранее введенному уравнению, приложим к нему, то:

$$T_2 - T_3 = \frac{2 Q}{5 \nu R} \Rightarrow \frac{3 T_3}{2} = \frac{2 Q}{5 \nu R} \Rightarrow$$

$$T_3 = \frac{4 Q}{15 \nu R}$$

В итоге работа газа ~~будет~~ на участке 3-4 равна:

$$A_{34} = \frac{\nu R (T_4 - T_3)}{2} = \frac{\nu R}{2} \left(\frac{5}{2} T_1 - T_3 \right) = \frac{\nu R}{2} \left(\frac{5}{2} \cdot \frac{4 Q}{21 \nu R} - \frac{4 Q}{15 \nu R} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{20 Q}{21} - \frac{4 Q}{15} \right)$$

$$A_{34} = \frac{22 Q}{5 \cdot 3 \cdot 7} \cdot \frac{1}{2} = \frac{11 Q}{105} > 0$$

Может оказаться быть отрицательной, но такого у нас быть не может. (при таких условиях). (Следует: 1) $C_{41} = \frac{5}{2} R$.)



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
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!

имеет и по условию $|Q_4| = Q$, тогда:

$$Q = \frac{\pi}{2} \nu R (T_1 - T_4) = \frac{\pi}{2} \nu R \cdot \frac{3}{2} T_1 = \frac{\pi}{4} \nu R T_1$$

$$\nu R T_1 = \frac{4Q}{\pi} \Rightarrow T_1 = \frac{4Q}{\pi \nu R}$$

Тогда $A_{12} = \nu R \cdot \left(-\frac{3}{2} T_1\right) = -\frac{3}{2} \cdot \frac{4Q}{\pi} = -\frac{6Q}{\pi}$, а $A_{23} = 0$. Тогда T_2 и T_3 —

температуры газа в ~~состояниях~~ ^{соответственно} 2 и 3 соответственно,

пока м.к. в процессе 2-3 ~~изменяет~~ ^{изменяет} свою ~~внутреннюю~~ ^{внутреннюю} энергию

вот $\Delta U_{23} = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)$, по ^{по} условию

от газа в этом процессе $|Q_{23}| = Q$ и по ~~первому~~ ^{второму} закону термодинамики:

$$|Q_{23}| = |A_{23} + \Delta U_{23}| = \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_3) = Q$$

$$T_2 - T_3 = \frac{2Q}{5\nu R}$$

Пусть объем газа в состояниях 1, 4 и 2 равен V_1, V_4 и V_2 соответственно,

тогда по уравнению Менделеева-Клапейрона: $p_1 V_1 = \nu R T_1$ и

$$p_1 V_4 = \nu R T_4, \text{ где } p_1 - \text{давление в состоянии 1 и 4,}$$

$$\frac{V_1}{V_4} = \frac{T_1}{T_4} = \frac{2}{5} \Rightarrow V_4 = \frac{5V_1}{2}$$

А также по уравнению Менделеева-Клапейрона имеем $p_3 V_2 = \nu R T_3$

$$\text{и } p_2 V_2 = \nu R T_2, \text{ т.е. } V_2 = \frac{\nu R T_2}{p_2} = \frac{\nu R T_3}{p_3}, \text{ где } p_2 \text{ и } p_3 - \text{давления}$$

газа в состояниях 2 и 3 соответственно, а м.к. в процессе 3-4

$p = \text{const}$, то:

$$\frac{p_2}{p_3} = \frac{V_3}{V_2} \Rightarrow p_3 = \frac{2p_1 V_2}{5V_1}$$



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 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!

^{с2}
Усво, что давление газа в процессе 3-4 ~~зависит~~ зависит от объема газа, как $p(V) = \alpha V$, где α - некоторый коэффициент, ~~не~~ тогда работа газа на участке от V_1 до V_2 процесса:

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p(V) dV = \alpha \int_{V_1}^{V_2} V dV = \frac{\alpha V^2}{2} \Big|_{V_1}^{V_2} = \frac{\alpha (V_2^2 - V_1^2)}{2}$$

А так по уравнению Менделеева-Клапейрона $pV = \nu R T$, где ν - кол-во газа, а T - его температура, но $\alpha V^2 = \nu R T$ и соответственно если при V_1 и V_2 темп. газа в процессе 3-4 равны T_1 и T_2 , то:

$$A = \frac{\alpha V_2^2 - \alpha V_1^2}{2} = \frac{\nu R (T_2 - T_1)}{2}$$

Ит.е. если кол-во степеней свободы газа равно i , то ~~когда~~ кол-во подведенной теплоты к газу на участке от V_1 до V_2 в процессе 3-4 по первому закону термодинамики равно:

$$Q_{34} = C(T_2 - T_1) = A_{34} + \frac{i}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{\nu R (T_2 - T_1)}{2} (i+1)$$

$$6 = i+1 \Rightarrow i = 5$$

Рассмотрим процесс 4-1, работа газа в нем $A_{41} = p(V_1 - V_4) = \nu R (T_1 - T_4)$, а изменение внутренней энергии $\Delta U_{41} = \frac{i}{2} \nu R (T_1 - T_4) = \frac{5}{2} \nu R (T_1 - T_4)$, т.е. кол-во подведенной теплоты к газу в этом процессе равно по первому закону термодинамики:

$$Q_{41} = A_{41} + \Delta U_{41} = \frac{7}{2} \nu R (T_1 - T_4)$$

Ит.е. молярная теплоемкость этого процесса $C_{41} = \frac{Q_{41}}{\nu (T_1 - T_4)} = \frac{7}{2} R$.

А так $T_4 = \frac{5}{2} T_1$, но $T_1 - T_4 < 0$ и $Q_{41} < 0$, т.е. теплоту от газа отво-



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 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!

23

Зная, что ток течёт из диэлектрика, возьмём заряд объёма конденсатора, равную $\frac{1}{d}$, то её площадь также, что и площадь S пластин конденсатора. Тогда заряд на верхней пластине конденсатора равен q , а на нижней он равен $-q$, и тогда напряжение на конденсаторе, U_c которое также равно напряжению источника, равно:

$$U_c = U_0 = \frac{q}{\epsilon_0 S} \cdot (d-x) + \frac{q}{\epsilon \epsilon_0 S} \cdot x = \frac{q(\epsilon(d-x) + x)}{\epsilon \epsilon_0 S}$$

$$\left| \frac{q}{\epsilon \epsilon_0 S} = \frac{\epsilon U_0}{\epsilon(d-x) + x} \right.$$

Т.е. напряжённость эл. поля в воздушном зазоре $E = \frac{q}{\epsilon_0 S}$ зависит от x , как:

$$E(x) = \frac{\epsilon U_0}{\epsilon(d-x) + x}$$

Уз графика в условии при $x_1 = 0$ мм, $E_1 = 2 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$, а при $x_2 = 8$ мм,

$$E = E_2 = 4 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}, \text{ т.е.}$$

$$E_1 = \frac{\epsilon U_0}{\epsilon d} = \frac{U_0}{d} \Rightarrow U_0 = E_1 d = 2000 \frac{\text{В}}{\text{м}} \cdot \frac{12}{1000} \text{ м} = 24 \text{ В}$$

А также:

$$E_2 = \frac{\epsilon U_0}{\epsilon(d-x_2) + x_2} \Rightarrow E_2 \epsilon(d-x_2) + E_2 x_2 = \epsilon U_0$$

$$\epsilon U_0 - E_2 \epsilon(d-x_2) = E_2 x_2$$

$$\left| \epsilon = \frac{4000 \frac{\text{В}}{\text{м}} \cdot 8 \cdot 10^{-3} \text{ м}}{24 \text{ В} - 4000 \frac{\text{В}}{\text{м}} \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}} = \frac{32}{8} = 4. \text{ Ответ: } U_0 = 24 \text{ В}; 2) \epsilon = 4.$$



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!

Дано, что так как за время выключения ток в катушке линейно возрастает от 0 до I , то скорость возрастания тока ~~также~~ постоянна и равна ~~то~~ $\dot{I}_0 = \frac{I}{T}$, где скорость возрастания тока ~~в~~ через время $\frac{T}{2}$ от начала выключения тока также равна $\dot{I}_0$. Так как во время выключения тока ~~ток~~ ток в катушке I зависит от времени t с начала выключения, до конца выключения, как $I(t) = \frac{I}{T}t$, то заряд q_1 , протекающий через резистор за промежуток времени от ~~начала~~ ^{начала} выключения до его конца, равен:

$$q_1 = \int_0^T I(t) dt = \frac{I}{T} \int_0^T t dt = \frac{I}{T} \cdot \frac{T^2}{2} = \frac{IT}{2}$$

Далее, после выключения поля, ~~заряд~~ ^{протекший} от некоторой точки цепи до неё же, складывая по пути напряжения на элементах цепи, а так ^{разность} потенциалов ^{потенциал} начальной и конечной точки всегда равен нулю, то:

$$L\dot{I} + RI = 0 \quad \left| \begin{array}{l} \text{где } I - \text{ток в катушке, а } \dot{I} - \text{скорость изменения тока в} \\ \text{катушке в этот момент, когда ток в катушке равен } I \end{array} \right.$$

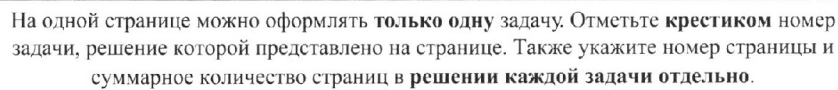
$$L \frac{dI}{dt} + RI = 0$$

$$\sum_{\text{нач}}^{\text{кон}} (L dI + R dq = 0) \quad \left| \begin{array}{l} \text{проинтегрируем от начала, когда ток в катушке } I, \text{ до} \\ \text{конца, когда ток в катушке } 0 \end{array} \right.$$

$$L(0 - I_1) + R(q_2 - 0) = 0$$

$$q_2 = \frac{LI_1}{R}$$

где q_2 - заряд, прошедший через резистор за время, пока ток в катушке падает от I_1 до 0 при выключении поля. Тогда заряд q_1 , протекающий через резистор от момента начала выключения поля до момента, когда ток через резистор станет нулевым, равен:



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!

Даю, то при включении под ~~то~~ макетировать поток через кон-
 такты ~~и при этом, чтобы в режиме ожидания,~~
~~и режим отработки Аварии~~ ~~и~~
 останется постоянно в течение всего времени включения,
 т.е. т.к. поток ~~при~~ перед ~~в~~ ~~концами~~ включенной конвейера

$\varphi_0 = \text{Bon } S_{\mu}$ а теперь после переноса в начало $\varphi_1 \in L\mathbb{I}_1$, то

$\varphi_0 \in \mathcal{P}_1$ u kombinujeme $L = \frac{\text{Bon } S_1}{\mathcal{P}_1} u:$

$$q = \pm_1 \left(\frac{I}{2} + \frac{B_0 n S_1}{R I_1} \right) = \frac{B_0 n S_1}{R} + \frac{\pm_1 I}{2}$$

(Aufgaben: 1) $\vec{f}_0 = \frac{\vec{f}_1}{T}$; 2) $q = \frac{B_{\text{ons}_1}}{R} + \frac{f_1 T}{2}$; 3) $L = \frac{B_{\text{ons}_1}}{f_1}$.



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
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!

$$\left| \frac{E_1}{E_2} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_0}{4\pi a_1^2 \cdot \frac{\epsilon_0 \epsilon_0}{4\pi a_2^2}} = \left(\frac{a_2}{a_1} \right)^2 = \left(\frac{18}{12} \right)^2 = \left(\frac{3}{2} \right)^2 = \frac{9}{4} = 2,25.$$

Ответ: 1) $F = \frac{R}{n-1}$; 2) $R_0 = 1,4 \text{ см}$; 3) $\frac{E_1}{E_2} = 2,25.$



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.

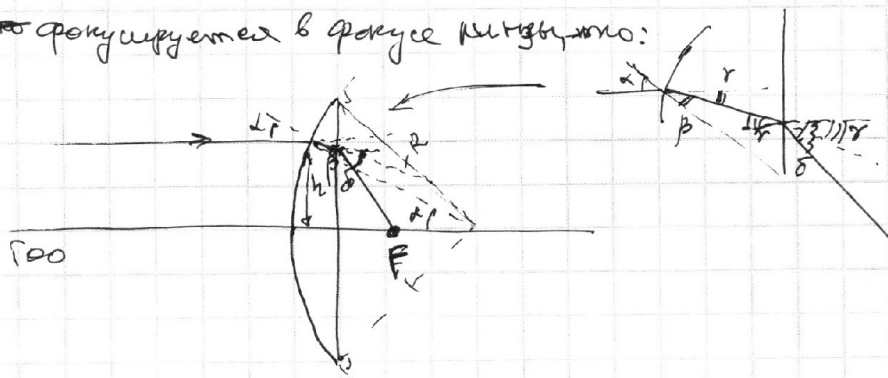
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

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!

Рассмотрим плоскопараллельную тонкую линзу с радиусом кривизны R и показателем преломления n . Тогда луч, падающий на линзу параллельно главной оптической оси, он ~~фокусируется~~ фокусируется в фокусе линзы, то:



Пусть луч, параллельный $ГОО$, падает на нее под углом α к ее главной оптической оси, тогда $\sin \alpha \approx \alpha = \frac{h}{R}$ и по закону Снеллиуса:

$$\sin \alpha = n \sin \beta \Rightarrow \beta = \frac{\alpha}{n}$$

Т.е. $\gamma = \alpha - \beta = \alpha \frac{(n-1)}{n}$ и соответственно по закону Снеллиуса:

$$n \sin \gamma = \sin \delta \Rightarrow \delta = n\gamma = \alpha(n-1)$$

А так как линза тонкая, то все лучи ~~идут~~ параллельны ее главной оптической оси и соответственно:

$$\delta = \frac{h}{f} \Rightarrow f = \frac{h}{\alpha(n-1)} = \frac{R}{n-1}$$

А так, что так как радиус кривизны R зависит от направления

и минимально, то $R(u) = R_0 + \kappa u$, где κ — некоторый коэффициент,

а R_0 — радиус кривизны при $u=0$. Заменим формулу тонкой линзы для случая $u \neq 0$, тогда:



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
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!

$$\frac{n-1}{R_1} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{b} = \frac{b+a_1}{ba_1}$$

$$R_1 = \frac{ba_1(n-1)}{b+a_1} \quad - \text{ радиус кривизны при } U=U_1.$$

Теперь заменим уравнение точки минимума для $U=U_2$, тогда:

$$\frac{n-1}{R_2} = \frac{1}{a_2} + \frac{1}{b} = \frac{b+a_2}{ba_2}$$

$$R_2 = \frac{ba_2(n-1)}{b+a_2} \quad - \text{ радиус кривизны при } U=U_2.$$

Зная, что м.к. $R_1 = \frac{6 \cdot 12 \cdot 0,4}{1,3} = 4,0,4 \approx 1,6$ см, а $R_2 = \frac{6 \cdot 18 \cdot 0,4}{2,4} = 1,8$ см, то:

$$R_0 + kU_1 = R_1 \Rightarrow R_0 = R_1 - kU_1; \text{ и:}$$

$$R_0 + kU_2 = R_2 \Rightarrow R_0 = R_2 - kU_2; \text{ т.е.}$$

$$R_2 - kU_2 = R_1 - kU_1$$

$$R_2 - R_1 = k(U_2 - U_1)$$

$$k = \frac{R_2 - R_1}{U_2 - U_1} = \frac{0,2 \text{ см}}{1 \text{ В}} = 0,2 \frac{\text{см}}{\text{В}}$$

То есть $R_0 = 1,6 \text{ см} - 0,2 \frac{\text{см}}{\text{В}} \cdot 1 \text{ В} = 1,4$ см. Зная, что м.к. находится на

каждую падает свет одинаково во всех случаях (при a_1 и a_2), ^{в ед. времени} ~~коп. фотонов~~ ^{коп. фотонов} равна площади лампы S_0 , то коп. фотонов, ^{падающих} ~~падающих~~ ^{падающих} на каждую точку в углов a , равна $E_1 = E_0 \cdot \frac{S_0}{4\pi a^2}$

а в углов $E_2 = E_0 \cdot \frac{S_0}{4\pi a^2}$, где E_0 — полная энергия, которую ^{исходит} ~~исходит~~ ^{исходит} за единицу времени

свет испускает во все пространство за ~~время~~ ^{время} t , т.е.:



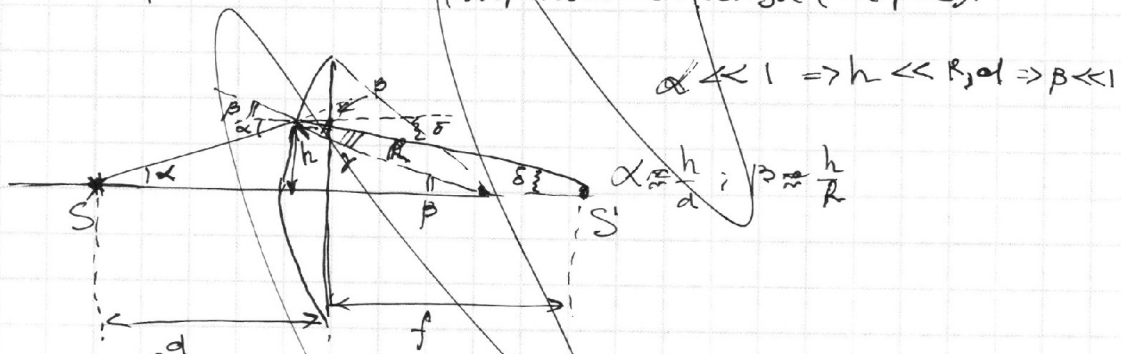
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Рассмотрим плоскопараллельную линзу с показателем преломления n и радиусом кривизмы R , а именно рассмотрим то, как ~~какая~~ ~~линза~~ линза падает свет под малым углом от источника S , находящегося на расстоянии d от поверхности линзы (см. рис.):



Поскольку по закону ~~Снеллиуса~~ ~~($\sin \alpha = n \sin \beta$)~~ $\sin(\alpha + \beta) = \sin \gamma \cdot n$;
 $\alpha + \beta \approx \gamma n \Rightarrow r = \frac{\alpha + \beta}{n} = \frac{\frac{h}{d} + \frac{h}{R}}{n} = \frac{h(R+d)}{Rdn}$

А также известно, что $\delta + \gamma = \beta$, т.е.:

$$\delta = \beta - \gamma = \frac{h}{R} - \frac{h(R+d)}{Rdn} = \frac{h(d(n-1) + R)}{Rdn}$$

Тогда изображение S' формируется на расстоянии f , равном:

$$\delta \approx \frac{h}{f} \Rightarrow f \approx \frac{h}{\delta} = \frac{Rdn}{d(n-1) + R}$$

Т.е. ~~формула~~ по формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{d(n-1) - R}{Rdn} = \frac{1}{d} + \frac{n-1}{Rn} - \frac{1}{dn} = \frac{n-1}{d} + \frac{n-1}{Rn}$$

Термина



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!

А так же так в процессе 1-2 заданных тогда $p = \beta V$, где β - температурный коэффициент, то:

$$\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 V_2}{V_1}$$

Поэтому:

$$V_2 = \frac{p_1 V_1}{p_2} = \frac{p_1 V_1}{p_1} = V_1$$

$$\frac{T_3 \cdot 5V_1}{2p_1 V_1} = \frac{T_2 \cdot V_1}{p_1 V_1} \Rightarrow T_2 = \frac{5}{2} T_3$$

и тогда:

$$T_2 - T_3 = \frac{3}{2} T_3 = \frac{2Q}{5VR}$$

$$T_3 = \frac{4Q}{15VR}$$

и тогда:

$$A_{34} = \frac{VR(T_4 - T_3)}{2} = \frac{VR}{2} \left(\frac{5}{2} T_3 - T_3 \right) = \frac{VR}{2} \left(\frac{3}{2} T_3 \right)$$

$$A_{34} = \frac{2R}{2} \left(-\frac{4Q}{15VR} + \frac{5}{2} \cdot \frac{4Q}{21VR} \right) = \frac{1}{2} \left(-\frac{4Q}{15} + \frac{10Q}{21} \right) = \frac{22Q}{2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7} = \frac{11Q}{105}$$

А так же процесс 1-2 изохорный процесс 3-4, то:

$$A_{12} = \frac{VR(T_2 - T_1)}{2} = \frac{VR}{2} \left(\frac{5}{2} T_3 - T_1 \right) = \frac{VR}{2} \left(\frac{5}{2} \cdot \frac{4Q}{21VR} - \frac{4Q}{21VR} \right)$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} \left(\frac{2Q}{21} - \frac{4Q}{21} \right) = \frac{10Q}{2 \cdot 21} = \frac{5Q}{21}$$

Тогда суммарная работа газа за цикл ~~равна~~ равна:

$$A = A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41} = \frac{5Q}{21} + 0 + \frac{11Q}{105} - \frac{2Q}{7} = \frac{5Q}{21 \cdot 5} - \frac{2Q}{7}$$

$$A = \frac{2Q}{15} - \frac{2Q}{7}$$

Черновик

$$\frac{3}{2} T_1 = \frac{5}{2} T_3$$

$$21 T_1 = 10 T_3$$

$$T_3 = \frac{21 T_1}{15}$$

$$T_3 = \frac{21 T_1}{15} < 2 T_1$$

$$\frac{25 T_1}{2}$$