



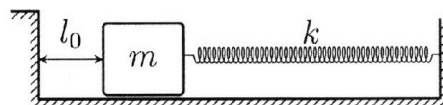
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



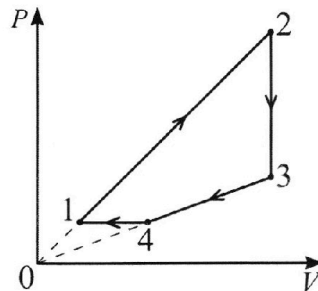
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k . На расстоянии l_0 от тела находится вертикальный уступ, как показано на рисунке. Сжимая пружину на $11l_0/4$, тело придвигают к стене и отпускают без начальной скорости. 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?

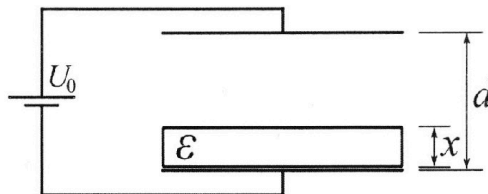
В от вете допустимы обратные тригонометрические функции.

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 $T_4/T_1 = 5/2$.

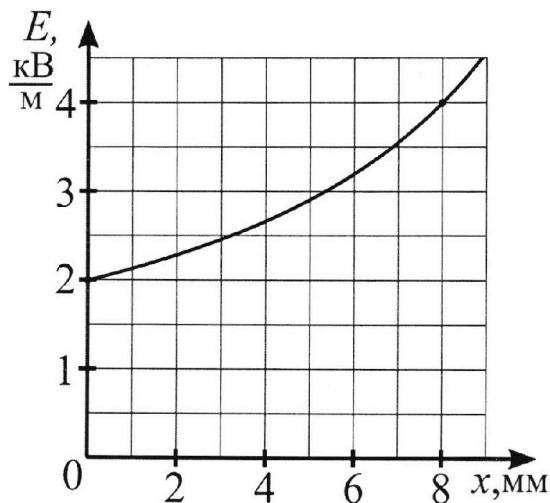


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 4-1.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

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.





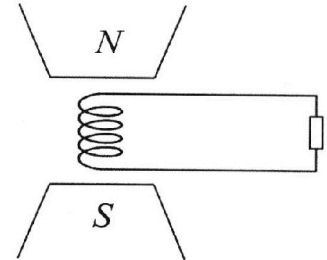
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



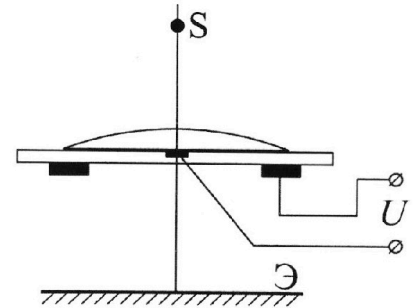
4. Катушка с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля направлены перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ . 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.

Со 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.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 5

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!

Задача №1

1) Т.к. до первого столкновения с уступом потерь энергии не было, то можно применить закон сохранения энергии:

$$\frac{k\left(\frac{11}{4}l_0\right)^2}{2} = \frac{k l_0^2}{2} + \frac{m v_1^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_1^2 = \frac{k}{m} l_0^2 \left(\left(\frac{11}{4} \right)^2 - 1 \right) = \frac{k}{m} l_0^2 \frac{105}{16} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_1 = \frac{\sqrt{105}}{4} \sqrt{\frac{k}{m}} l_0$$

2) Пусть сразу после 1-ого удара у тела была скорость v_2 , тогда закон сохранения энергии после 1-ого удара, но до 2-ого:

$$\frac{m v_2^2}{2} + \frac{k l_0^2}{2} = \frac{k \left(\frac{5}{2} l_0 \right)^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_2^2 = \frac{k}{m} l_0^2 \left(\left(\frac{5}{2} \right)^2 - 1 \right) = \frac{21}{4} \cdot \frac{k}{m} l_0^2$$



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.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 5

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!

Введём коэффициент η — ~~отпсывающий~~ ^{показывающий} долю кинетической энергии сохраняющийся в ходе соударения.

$$\eta = \frac{V_2^2}{V_1^2} = \frac{\frac{105}{16} \cdot \frac{25}{4}}{25 \cdot \frac{105}{16}} = \frac{4}{5} = 0,8$$

Т.е. после второго соударения энергия системы будет равна:

$$\frac{mV_3^2}{2} + \frac{kL_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} \cdot \eta^2 + \frac{kL_0^2}{2} = \frac{kL_{\max}^2}{2},$$

где $L_{\max}$ — максимальное сжатие пружины после 2-ого удара:

$$\begin{aligned} L_{\max}^2 &= L_0^2 + \frac{m}{k} V_1^2 \cdot \eta^2 = L_0^2 \left(1 + \frac{105}{16} \eta^2 \right) = \\ &= L_0^2 \left(1 + \frac{105}{16} \cdot \frac{16}{25} \right) = L_0^2 \cdot \frac{26}{5} \Rightarrow \\ &\Rightarrow L_{\max} = \sqrt{\frac{26}{5}} \cdot L_0 \end{aligned}$$

3) Период колебаний пружинного маятника (без уступа) равен:



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 5

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!

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m'}{k}} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m'}}$$

Закон движения до первого удара равен:

$x(t) = \frac{11}{4} l_0 \cdot \cos\left(\omega \sqrt{\frac{k}{m'}} t\right)$, где x — координата тела вдоль оси Ox (направлена вправо).

Время прошедшее между моментом отпущения равно: можно найти:

$$t_1 = \frac{-l_0}{\frac{11}{4} l_0}$$

$$x(t_1) = \frac{11}{4} l_0 \cdot \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m'}} t_1\right) = -l_0, \text{ где } t_1 -$$

— момент удара, момент отпущения —

— момент $t_0 - t = 0. \Rightarrow$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{k}{m'}} t_1 = \arccos\left(-\frac{4}{11}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{m'}{k}} \cdot \arccos\left(-\frac{4}{11}\right)$$

Закон движения после первого удара:

$$x(t) = \frac{5}{2} l_0 \cdot \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m'}} t + \varphi\right), \text{ где } \varphi - \text{фаза}$$



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

4 из 5

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!

такая, что $x(t_1) = -l_0 = \frac{5}{2}l_0 \cdot \cos(\sqrt{\frac{k'}{m}}t_1 + \varphi) \Rightarrow$
 $\Rightarrow \sqrt{\frac{k'}{m}}t_1 + \varphi = \cos^{-1}\left(-\frac{2}{5}\right) \Rightarrow$
 $\Rightarrow \varphi = \cos^{-1}\left(-\frac{2}{5}\right) - \cos^{-1}\left(-\frac{4}{11}\right)$

В момент t_2 наступает момент
максимального сжатия пружины:

$$x(t_2) = \frac{5}{2}l_0 = \frac{5}{2}l_0 \cdot \cos(\sqrt{\frac{k'}{m}}t_2 + \varphi) \Rightarrow$$

$\Rightarrow 2\pi$

Т.к. $\cos^{-1}(x)$ — монотонно убывающая
функция, то при $x_2 > x_1$,
 $\cos^{-1}(x_2) < \cos^{-1}(x_1)$

Т.к. $-\frac{2}{5} < -\frac{4}{11}$, то $\varphi > 0$, но $\varphi < 2\pi \Rightarrow$

$$\Rightarrow 2\pi = \varphi + \sqrt{\frac{k'}{m}}t_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(2\pi + \cos^{-1}\left(-\frac{4}{11}\right) - \cos^{-1}\left(-\frac{2}{5}\right) \right)$$



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**.



СТРАНИЦА
5 из 5

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!

Ответ: 1) $V_1 = \frac{\sqrt{105}}{4} \sqrt{\frac{k'}{m}} L_0$,

2) $L_{\max} = \sqrt{\frac{26}{5}} L_0$, 3

3) $t_2 = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(2\pi + \arccos\left(-\frac{4}{11}\right) - \arccos\left(-\frac{2}{5}\right) \right)$



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 6

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!

Задача №2

1) Т.к. процесс 3-4 лежит на прямой, проходящей через начало координат, то $\frac{p}{V} = \text{const}$ в этом процессе.

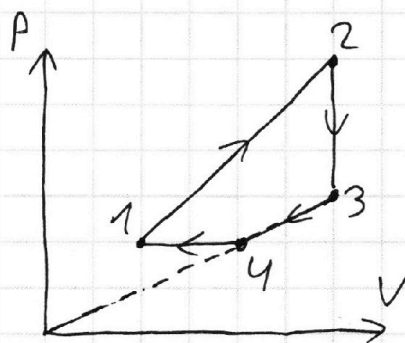


Рисунок №1,
График цикла

$\frac{p}{V} = \text{const}$ - уравнения процесса.

Рассмотрим два близких состояния в этом процессе, (V, p) и $(V+dV, p+dp)$, запишем для них уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT$$

$(p+dp)(V+dV) = \nu R(T+dT)$, где p - давление в начальном состоянии, T - температура в этом состоянии, V - объём газа в этом состоянии, dp, dV, dT - малые приращения давления, объёма и температуры соответственно,

$$\frac{dp}{p}, \frac{dV}{V}, \frac{dT}{T} \ll 1, \nu - \text{число молей газа.}$$



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
2 из 6

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!

Вычитая из ~~перв~~ второго уравнения первое, получим:

$$dp \cdot V + p \cdot dV + dp \cdot dV = \gamma R \cdot dT, \text{ т.к.}$$

$\frac{dp}{p}$ и $\frac{dV}{V} \ll 1$, то слагаемым $dp \cdot dV$ можно пренебречь, по сравнению с первыми двумя $\Rightarrow$

$$\Rightarrow dp \cdot V + p \cdot dV = \gamma R dT$$

Из 1-ого подставим $\gamma R = \frac{pV}{T} \Rightarrow$

$$\Rightarrow dp \cdot V + p \cdot dV = pV \cdot \frac{dT}{T} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{dp}{p} + \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T} \quad (1)$$

Мы получили уравнение Менделеева-Клапейрона в дифференциальной форме.

Также найдём связь между этими состояниями по уравнению процесса:

$$\frac{p}{V} = \frac{p+dp}{V+dV} \Rightarrow pV + p \cdot dV = pV + dp \cdot V \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{dV}{V} = \frac{dp}{p} - \text{связь малых приращений}$$



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 6

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!

давления и объёма.

Подставим $\frac{dV}{V}$ в (1):

$$2 \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T} \Rightarrow dV = \frac{V}{2T} \cdot dT$$

Молярную теплоёмкость процесса можно найти по формуле:

$$(2) C = \frac{\delta Q}{\nu \cdot dT}, \text{ где } \delta Q - \text{малое кол-во теплоты, переданная системе.}$$

δQ можно найти из 1-ого начала термодинамики:

$\delta Q = \nu C_V \cdot dT + p \cdot dV$, где первое слагаемое отвечает за приращение внутренней энергии, второе — за работу газа.

Подставляя сюда dV , и заменяя $\frac{pV}{T}$ на νR (из уравнения Менделеева-Клапейрона), получим:

$$\delta Q = \nu C_V dT + \nu \frac{R}{2} \cdot dT = \nu dT \left(C_V + \frac{R}{2} \right),$$



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
4 из 6

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!

где C_v - молярная теплоёмкость газа при постоянном объёме.

Подставляя δQ в (2) получим:

$$C = C_v + \frac{R}{2} \Rightarrow C_v = C - \frac{R}{2} = \frac{5}{2} R$$

Данная теплоёмкость соответствует двух-
атомному газу $\Rightarrow i=5$ - число степеней
свободы $\Rightarrow C_p = C_v + R = \frac{7}{2} R$ - теплоёмкость
газа при постоянном давлении.

Т.к. процесс 4-1 - изобара, то давление
постоянно, т.е. молярная теплоёмкость в
этом процессе равна C_p , т.е.

$$C_{4-1} = C_p = C_v + R = C + \frac{R}{2} = \frac{7}{2} R$$

2) Из условия известно, что $T_4 = \frac{5}{2} T_1$,

Тепло отведенное от газа в процессе 4-1
можно найти по формуле:

$$Q = \nu C_{4-1} (T_4 - T_1) = \nu \cdot \frac{7}{2} R \cdot \frac{3}{2} T_1 \Rightarrow$$



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
5 из 6

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!

$$\gamma = \frac{\gamma}{21} \cdot \frac{Q}{RT_1}$$

Обозначим давления в точках 1, 2 и 3 соответственно p_1, p_2, p_3 , в точке 4 давление равно p_1 .

Обозначим объёмы в точках 1, 2 и 4 соответственно V_1, V_2, V_4 , в точке 3 объём равен V_2 .

Если обозначить $a \equiv \frac{p_2}{p_1}$ и $b \equiv \frac{p_3}{p_1}$, то

$$V_2 = aV_1, \quad V_3 = bV_4 = V_2 \Rightarrow V_4 = \frac{a}{b}V_1$$

Т.к. в 4-1 $p = \text{const}$, то уравнение процесса $\frac{V}{T} = \text{const} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_4}{T_4} \Rightarrow T_4 = \frac{V_4}{V_1} T_1 = \frac{a}{b} T_1$$

$$\text{т.е. } \frac{a}{b} = \frac{5}{2} \Rightarrow a = \frac{5}{2}b$$

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для точек 1, 2, 3, 4:

$$1: p_1 V_1 = \gamma RT_1$$



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
6 из 6

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!

$$2: a \cdot p_1 \cdot \Delta V_1 = \nu R T_2 = \frac{25}{4} b^2 p_1 V_1$$

$$3: b \cdot p_1 \cdot \Delta V_1 = \nu R T_3 = \frac{5}{2} b^2 p_1 V_1$$

$$4: p_1 \cdot \frac{5}{2} V_1 = \nu R \cdot \frac{5}{2} T_1$$

$$\Rightarrow T_2 = \frac{25}{4} b^2 \cdot T_1; T_3 = \frac{5}{2} b^2 \cdot T_1$$

Кол-во теплоты отданное газом процессе 2-3 можно найти по формуле:

$$Q = \nu C_V (T_2 - T_3) = \frac{5}{2} R \cdot \frac{4}{21} \cdot \frac{Q}{R T_1} \cdot \left(\frac{25}{4} b^2 - \frac{5}{2} b^2 \right) T_1 =$$

$$= \frac{125}{42} Q b^2 - \frac{25}{21} Q b^2 \Rightarrow Q b^2 \left(\frac{125}{42} - \frac{50}{42} \right) =$$

$$= \frac{75}{42} Q b^2 = \frac{25}{14} Q b^2 \Rightarrow b^2 = \frac{14}{25} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow b^2 = \frac{14}{25} \Rightarrow b = \frac{\sqrt{14}}{5} \Rightarrow a = \frac{\sqrt{14}}{2}$$

Работу газа за цикл можно найти по формуле:

$$A = Q_{12} + Q_{23} + Q_{34} + Q_{41}$$



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!

Задача №3

1) Чтобы определить напряжения источника нужно найти разность потенциал между обкладками:

$$U_0 = \varphi_1 - \varphi_2 = E(x) \cdot (d - x) + x \cdot \frac{E(x)}{\epsilon} \quad (1)$$

$E(x)$ — ^{напряжённость} поле в воздушном зазоре при данной толщине пластины x , ϵ — диэлектрическая проницаемость диэлектрика,

$\frac{E(x)}{\epsilon}$ — поле в диэлектрике, при

Подставим $x=0$, $E(0) = 2 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}} \Rightarrow$

$$\Rightarrow U_0 = E(0) \cdot d = 2 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}} \cdot 12 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 24 \text{ В}$$

2) Выразим из (1) напряжение: ϵ

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

$\Rightarrow$



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 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!

$$\Rightarrow \varepsilon = \frac{E(x) \cdot x}{U_0 - E(x) \cdot (d - x)} \quad (2)$$

Из графика видно, что при $x = 8 \text{ мм} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, $E(x) = 4 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}}$

Подставляя $E(x)$, x , U_0 и d в (2)

получим:

$$\varepsilon = \frac{4 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}} \cdot 8 \cdot 10^{-3} \text{ м}}{24 \text{ В} - 4 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}} \cdot (12 \cdot 10^{-3} \text{ м} - 8 \cdot 10^{-3} \text{ м})} = 4$$

Ответ: 1) $U_0 = 24 \text{ В}$, 2) $\varepsilon = 4$



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.

☐☐☐☒☐☐☐

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!

Задача № 4

1) т.к. ток в катушке возрастает линейно, то скорость возрастания тока во все моменты от 0 до τ одинакова и равна $I' = \frac{I_1}{\tau}$.

2) В моменты от 0 до τ ток можно было найти как $I(t) = \frac{I_1}{\tau} t$.

Будем считать за это время через резистор протёк заряд $q_1 = \frac{I_1}{2} \cdot \tau$

В последующие моменты времени будет выполняться 2-ое правило Кирхгофа:

$$LI' = RI, \text{ где } I' = \frac{dI}{dt} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L \frac{dI}{dt} = RI \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{dI}{dt} = I \frac{R}{L}$$

из математики

Известно, что решение этого дифференциального уравнения имеет вид:



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!

$I = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{T}}$, где $T = \frac{L}{R}$, I_0 — константа
которая подбирается из начального
значения.

При $t = \tau$ $I = I_1 \Rightarrow I_0 = e^{\frac{\tau}{T}} \cdot I_1$

$$I(t) = \begin{cases} \frac{I_1}{\tau} \cdot t & t \in [0, \tau] \\ I_1 \cdot e^{-\frac{t-\tau}{T}} & t \geq \tau, T = \frac{L}{R} \end{cases}$$

Заряд протекший во следующем режиме
равен:

$$q_2 = \int_{\tau}^{\infty} I_1 e^{-\frac{t-\tau}{T}} dt = -I_1 T \cdot e^{-\frac{t-\tau}{T}} \Big|_{\tau}^{\infty}, \text{ где}$$

$$t' \rightarrow \infty, -I_1 T \cdot e^{-\frac{t-\tau}{T}} \rightarrow 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q_2 = -I_1 T \cdot e^{-\frac{\tau-\tau}{T}} = -I_1 \frac{L}{R}$$

Воспользуемся законом Фарадея:

$$\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} = L \frac{I_1}{\tau} \Rightarrow$$



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!

$$\Rightarrow d\varphi = -\frac{LI_1}{\tau} dt \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi = -\frac{LI_1}{\tau} t + \varphi_0, \text{ где } \varphi_0 - \text{поток}$$

через катушки в момент времени $t=0$,
 φ - поток в момент t .

Подставим $t=\tau$, тогда $\varphi(\tau)=0=$

$$= -LI_1 + \varphi_0.$$

$$\varphi_0 = B_0 S_1 \Rightarrow LI_1 = B_0 S_1 \Rightarrow L = \frac{B_0 S_1}{I_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q_2 = -\frac{B_0 S_1}{R}$$

$$q = |q_1 + q_2| = \left| \frac{I_1 \tau}{2} - \frac{B_0 S_1}{R} \right|$$

Ответ: 1) $I' = \frac{I_1}{\tau}$, 2) $q = \left| \frac{I_1 \tau}{2} - \frac{B_0 S_1}{R} \right|$

3) $L = \frac{B_0 S_1}{I_1}$



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 5

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!

Задача № 5

Рассмотрим два луча падающих на линзу, один проходящий через оптический центр линзы, другой R на малом расстоянии M от него.

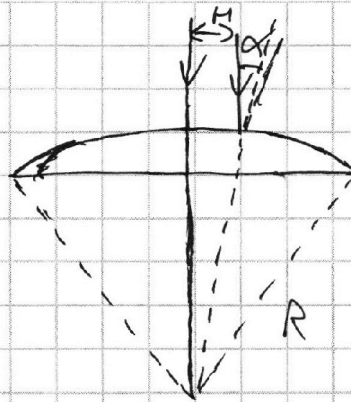


Рисунок № 1

Он падает на Первый луч не преломившись пройдет через неё.

Второй попадёт на поверхность линзы с углом α к нормали:

$\tan \alpha = \frac{M}{R}$, где R — радиус кривизны выпуклой части линзы.

Реш. Рассматривая лучи под малым углом (параксальное приближение), получим:

$$\alpha \approx \sin \alpha \approx \tan \alpha = \frac{M}{R}$$



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 5

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!

По закону преломления:

$\sin \alpha \cdot n_{\text{возд}} = \sin \beta \cdot n_{\text{л}},$ где $n_{\text{возд}}$ - показатель преломления воздуха $n_{\text{возд}} \approx 1,$
 $n_{\text{л}}$ - показатель преломления линзы.

Т.к. $\alpha, \beta \ll 1$, то $\beta = \frac{\alpha}{n}.$

Из геометрии понятно,

что луч падает на

плоскую часть линзы

под углом $\alpha - \beta = \frac{n-1}{n} \alpha$

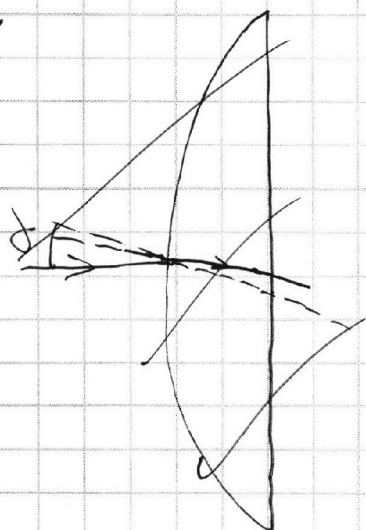
По закону преломления:

$\sin(\alpha - \beta) \cdot n = \sin(\gamma),$ где γ - угол,

под которым выходит луч из линзы. $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \gamma = n(\alpha - \beta) = (n-1)\alpha$$

Считая^{ем} линзу тонкой (т.е. луч не сильно смещается в линзе относительно точки падения). найдем





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 5

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!

Тангенс угла χ можно найти как
 $\operatorname{tg} \chi = \frac{H}{F}$, где F - фокусное расстояние
линзы $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \chi = \frac{H}{F} \Rightarrow \frac{H}{F} = (n-1) \cdot \frac{H}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F = \frac{R}{n-1}, \text{ где } R - \text{радиус кривизны} \\ \text{выпуклой части.}$$

$$F(R) = \frac{R}{n-1}$$

2) Т.к. зависимость радиуса кривизны от напряжения линейная, то

$R(U) = k \cdot U + R_0$, где k - коэффициент пропорциональности, U - напряжение, R_0 - искомый радиус кривизны при нулевом напряжении.

Запишем формулу тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \Rightarrow$$



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
4 из 5

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!

$$\frac{n}{R(u)} (n-1) = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{a+b}{ab} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R(u) = \frac{ab}{a+b} (n-1) = ku + R_0$$

Т.к. при a_1 $u = u_1$, и при a_2 $u = u_2$,

то:

$$ku_1 + R_0 = \frac{a_1 b}{a_1 + b} (n-1)$$

$$ku_2 + R_0 = \frac{a_2 b}{a_2 + b} (n-1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow k(u_2 - u_1) = b(n-1) \left(\frac{a_2}{a_2 + b} - \frac{a_1}{a_1 + b} \right) \Rightarrow$$

$$= \frac{b(n-1)}{a} \Rightarrow k = \frac{b(n-1)}{u_2 - u_1} \left(\frac{a_2}{a_2 + b} - \frac{a_1}{a_1 + b} \right)$$

Подставляя в k значения $b, n, u_1,$

~~u_2, b_1, b_2~~ a_1, a_2 получим:

$$k = 0,2 \frac{\text{см}}{\text{В}}$$

Подставляя k в первое уравнение



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
5 из 5

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!

Получим:

$$R_0 = \frac{a_1 b}{a_1 + b} (n-1) - \frac{u_1}{u_2 - u_1} b (n-1) \left(\frac{a_2}{a_2 + b} - \frac{a_1}{a_1 + b} \right) =$$

$$= b (n-1) \left(\frac{a_1}{a_1 + b} \frac{u_2}{u_1} - \frac{u_1}{u_2 - u_1} \frac{a_2}{a_2 + b} \right) =$$

$$= 1,4 \text{ см}$$



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
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

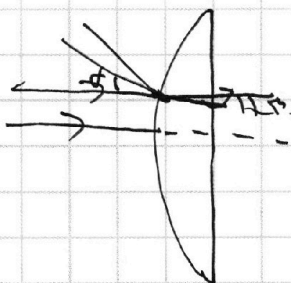
СТРАНИЦА
 __ ИЗ __

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!

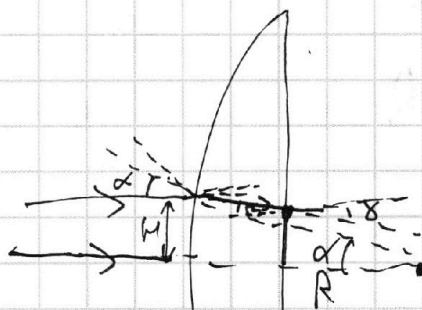
$$\frac{1}{F_1} - \frac{1}{a_1} = \frac{1}{F_2} - \frac{1}{a_2} = \frac{1}{b}$$

$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} \Rightarrow F_1 = \frac{a_1 b_1}{a_1 + b_1} = \frac{12 \cdot 6}{12 + 6} = \frac{12 \cdot 6}{18} = 4 \text{ cm}$$

$$F_2 = \frac{18 \cdot 6}{18 + 6} = \frac{18 \cdot 6}{24} = \frac{9}{2} \text{ cm}$$



$$\sin(\alpha_1) = n \cdot \sin(\beta)$$



$$\sin(\alpha - \beta) \cdot n = \sin(\gamma)$$

$$R \cdot \frac{H}{R} = \sin \alpha \approx \alpha \approx \sin \alpha$$

$$R_1(u_1) = \frac{k}{u_1} + R_0$$

$$R_1 = 0,4 F_1 = 0,4 \cdot 12 \text{ cm}$$

$$R_2 = 0,4 \cdot F_2 = 0,4 \cdot \frac{9}{2} \text{ cm}$$

$$\frac{3}{4} \cdot \frac{9}{2} = \frac{27}{8}$$

$$k \cdot 1 B = 0,2 \text{ cm}$$

$$k = 0,2 \frac{\text{cm}}{B}$$

$$R_0 = 1,4 \text{ cm}$$

$$\beta = \frac{\alpha}{n} \quad n \left(\alpha - \frac{\alpha}{n} \right) = \alpha(n-1) \approx \gamma$$

$$\gamma = \alpha(n-1)$$

$$\tan \gamma = \frac{H}{F} \approx \gamma \quad \frac{H}{F} \approx \frac{H}{R} (n-1)$$

$$F \approx \frac{R}{n-1}$$



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
4 ИЗ 4

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!

$$\text{Ана } Q_{23} = Q_{41} = -Q, \quad Q_{12} = \gamma C \cdot (T_2 - T_1) =$$

$$= \gamma \cdot 3R \cdot \left(\frac{25}{4} \cdot \frac{14}{25} T_4 - T_1 \right) = \gamma \cdot \frac{15}{2} R T_1 =$$

$$= \frac{10}{7} Q$$

$$Q_{34} = \gamma C (T_4 - T_3) = \gamma \cdot 3R \left(\frac{5}{2} T_1 - \frac{5}{2} \cdot \frac{14}{25} T_1 \right) =$$

$$= \gamma \frac{I_1 + 0}{2} = q_1 \quad \Gamma_M = \frac{A^2}{L} = \frac{C \cdot R \cdot e^2}{\rho}$$

$$\frac{dI}{dt} = I \frac{R}{L}$$

$$q_2 =$$

$$\Gamma_M \cdot A^2 = \Delta x \quad \rho = \frac{C}{O_M}$$

$$I = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\frac{R}{L} \left[\frac{L}{R} \right] = C$$

$$\rho \cdot O_M = C$$

$$I = \frac{U}{R}$$

$$\Gamma_M = O_M \cdot C$$

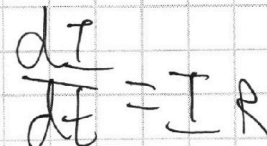
$$C = \frac{\Gamma_M}{O_M}$$

$$\frac{dI}{dt}$$

$$I^2 R$$

$$I' \cdot I R = P \quad I = \frac{U}{R} \quad q = \frac{I}{t}$$

$$I' R dt \quad \int_0^\infty I e^{-\frac{t}{\tau}} dt$$



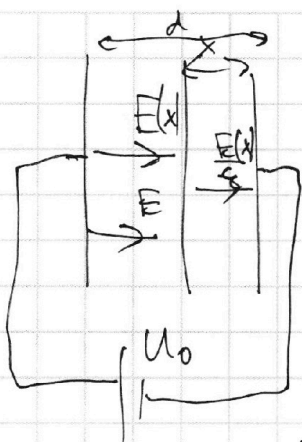


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



$$E(x) \cdot \frac{d-x}{\frac{7}{2}} + \frac{E(x)}{\frac{5}{2}} \cdot x = U_0 \cdot \frac{\frac{7}{2} \cdot \frac{5}{2}}{24} \cdot \frac{15}{8}$$

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

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

$$\frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 8 \cdot 10^{-3}}{24 - 4 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^{-3}} = \frac{32}{24 - 16} = 4$$

$$4 \cdot 4 + 1 \cdot 8 = 24$$

$$\Phi_0 = B_0 \cdot \dots$$

$$I(t) = \frac{I_1}{\tau}$$

$$I'(t) = \frac{I_1}{\tau}$$

$$\frac{L}{R} = \frac{I'(t)}{I}$$

$$\epsilon_i = -\frac{d\phi}{dt}$$

$$\epsilon_i = L \cdot I'(t)$$

$$\epsilon_i = IR$$

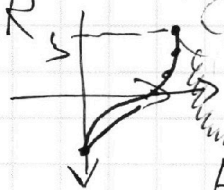
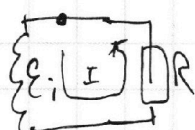
$$\frac{LI^2}{2}$$

$$L \cdot \frac{1}{\tau} \frac{I_1}{\tau} = -\frac{d\phi}{dt}$$

$$d\phi = -\epsilon_i \cdot dt$$

$$D = \left(\frac{n}{n-1} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$D_0 = (n-1) \frac{1}{R_0}$$



$$R(u) = \alpha$$

$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{b}$$

$$\frac{1}{F_1} - \frac{1}{a_1} = \frac{1}{b}$$

$$\frac{6 \cdot 15 \cdot 5}{2 \cdot 4} = \frac{78}{4}$$



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
 _ 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!

$$T_2 - T_3 = \frac{21}{10} T_1$$

$$V_2 = \beta V_1$$

$$T_2 = \alpha^2 T_1$$

$$V_2 = \alpha V_1 \quad T_3 = \beta^2 T_1 = \frac{5}{2} \beta^2 T_1$$

$$\alpha^2 - \frac{5}{2} \beta^2 = \frac{21}{10}$$

$$\alpha > \beta$$

$$A = Q_{12} + Q_{23} + Q_{34} + Q_{41}$$

$$\frac{(\alpha-1)V_1 (\alpha-1)p_1}{2} - \frac{(\beta-1)V_1 (\beta-1)p_1}{2} = A$$

$$V_1 = \frac{5}{2} V_1 \left(\frac{(\alpha-1)^2}{2} - \frac{(\beta-1)^2 \frac{5}{2}}{2} \right) \frac{RT_1}{21} = A$$

$$\alpha^2 - 2\alpha + 1 - \frac{5}{2} \beta^2 + 2\beta - \frac{5}{2} =$$

$$= \frac{21}{10} - 2\alpha + 5\beta - \frac{3}{2} = \frac{6^3}{25} - 2\alpha + 5\beta$$

$$E = \frac{U_0}{d}$$

$$U_0 = E(0) \cdot d = 2 \cdot 10^3 \frac{B}{m} \cdot 12 \cdot 10^{-3} m = 24 B$$

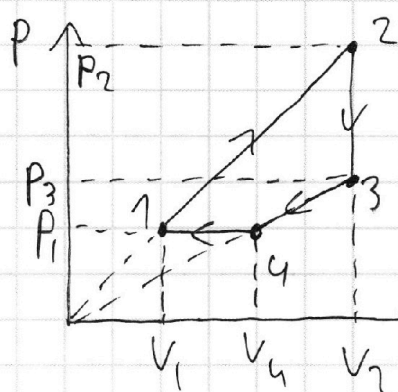


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_1 V_4 = \nu R T_4 \quad \frac{V_4}{V_1} = \frac{5}{2}$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$\left. \begin{aligned} \nu C_p (T_4 - T_1) &= Q \\ \nu C_v (T_2 - T_3) &= Q \end{aligned} \right\} \frac{3}{2} T_1$$

$$\frac{P}{V} = \text{const} \quad \frac{dP}{P} + \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T}$$

$$\delta Q = \nu C_v dT + \cancel{\nu dp} + p \cdot dV$$

$$\frac{dp}{p} \quad \frac{p+dp}{V+dV} = \frac{p}{V} \Rightarrow \cancel{pV} + dp \cdot V = \cancel{pV} + p dV$$

$$\frac{dp}{p} = \frac{dV}{V} \quad 2 \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T}$$

$$dV = \frac{dT}{2} \cdot \frac{V}{T}$$

$$p dV = \frac{pV}{T} \frac{dT}{2} = \nu R \frac{dT}{2}$$

$$\delta Q = \nu \left(C_v + \frac{R}{2} \right) dT$$

$$C = 3R = C_v + \frac{R}{2} \Rightarrow C_v = \frac{5}{2}R \Rightarrow C_p = \frac{7}{2}R$$

газ ~~двух~~ атомный

$$T_2 - T_3 = \frac{2}{5} \cdot \frac{7}{2} \cdot \frac{3}{2} T_1 = \frac{21}{10} T_1$$

$$\eta = \frac{4Q}{3T_1 \cdot 7R}$$



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!

$$\frac{K \left(\frac{11l_0}{4} \right)^2}{2} = \frac{K l_0^2}{2} + \frac{m v_1^2}{2} \quad \frac{121}{16} - \frac{1}{105}$$

$$\frac{m v_1^2}{2} = \frac{K}{2} l_0^2 \left(\frac{121}{16} - 1 \right) \quad \eta = \frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{21/4}{105/16} = 4 \cdot \frac{21}{105} = 0,8$$

$$v_1^2 = \frac{K}{m} l_0^2 \left(\frac{105}{16} \right)$$

$$\frac{m \eta^2 v_1^2}{2} + \frac{K l_0^2}{2} = \frac{K l_2^2}{2}$$

$$v_1 = l_0 \sqrt{\frac{K}{m} \cdot \frac{\sqrt{105}}{4}}$$

$$l_2^2 = l_0^2 + \frac{m}{K} \eta^2 v_1^2 =$$

$$\frac{K \left(\frac{5l_0}{2} \right)^2}{2} = \frac{m v_2^2}{2} + \frac{K l_0^2}{2}$$

$$= l_0^2 + l_0^2 \eta^2 \frac{105}{16} =$$

$$= l_0^2 \left(1 + \frac{21}{525} \right) =$$

$$= \frac{26}{5} l_0^2$$

$$l_2 = \sqrt{\frac{26}{5}} l_0$$

$$v_2^2 = \frac{K l_0^2}{m} \left(\frac{25}{4} - 1 \right) = \frac{21}{4} \frac{K}{m} l_0^2$$

$$\frac{5}{2} R = C_v$$

$$\frac{7}{2} R = C_p$$

$$C_{34} = \frac{C_v + C_p}{2} = 3R$$

$$C_{14} = C_p = \frac{7}{2} R$$

