



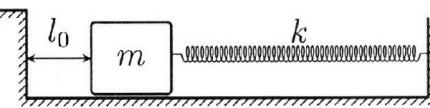
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

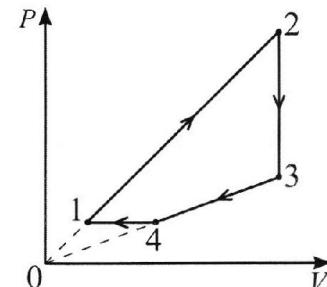
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k . На расстоянии l_0 от тела находится вертикальный уступ, как показано на рисунке. Сжимая пружину на $11l_0/4$, тело придвигают к стене и отпускают без начальной скорости.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

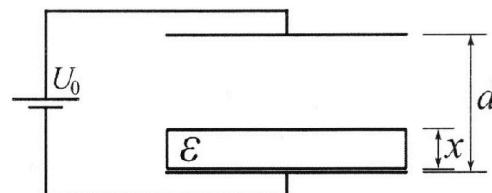
В от вете допустимы обратные тригонометрические функции.

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 $T_4/T_1 = 5/2$.

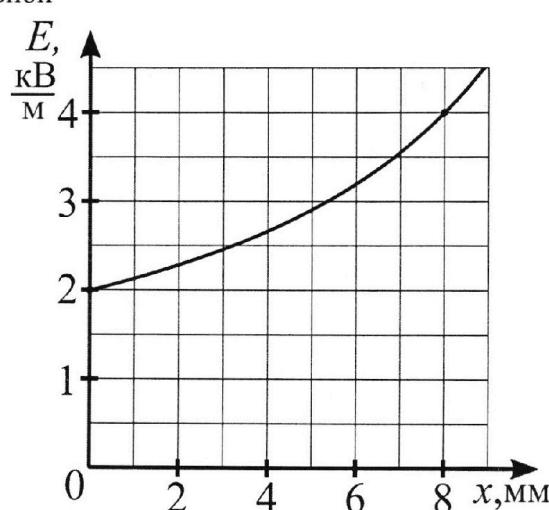


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 4-1.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

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

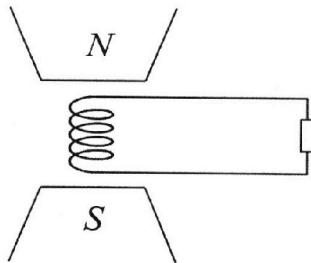
Вариант 11-05



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

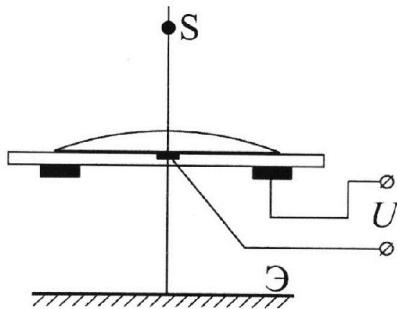
4. Катушка с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля направлены перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ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

5. Капля электропроводящей прозрачной жидкости с показателем преломления $n = 1,4$ 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 $b = 6$ 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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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 потерян⁶ энергии не было, то можно применить закон сохранения энергии:

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

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

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

2) Пусть сразу после 1-ого удара у тела была скорость v_2 , тогда закон сохранения энергии после 1-ого удара, то 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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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 - показывающий описьвающий долю кинетической энергии сохраняющейся в ходе соударения.

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

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

$$\frac{mV_2^2}{2} + \frac{Kl_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} \cdot \eta^2 + \frac{Kl_0^2}{2} = \frac{Kl_{\max}^2}{2},$$

Где l_{\max} - максимальное сжатие пружины после 2-ого удара:

$$\begin{aligned} l_{\max}^2 &= l_0^2 + \frac{m}{K} V_1^2 \cdot \eta^2 = l_0^2 \left(1 + \frac{105}{16} \eta^2 \right) = \\ &= l_0^2 \left(1 + \frac{105}{16} \cdot \frac{16}{25} \right) = l_0^2 \cdot \frac{26}{25} \Rightarrow \\ &\Rightarrow l_{\max} = \sqrt{\frac{26}{25}} \cdot l_0 \end{aligned}$$

3) Период колебаний пружинного маятника (без учета) 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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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:

$x(t) = \frac{11}{4} l_0 \cdot \cos(\omega \sqrt{\frac{k}{m}} t)$, где x -координата тела вдоль оси ox (направлена вправо).

Время прошедшее между моментом отпускания равно: можно найти:

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

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

- момент удара, момент отпускания -

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

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!

$$\text{такая, что } x(t_1) = -l_0 = \frac{\xi}{2} l_0 \cdot \cos(\sqrt{\frac{k}{m}} t_1 + \varphi) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{k}{m}} t_1 + \varphi = \pi - \arccos\left(-\frac{2}{\xi}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi = \arccos\left(-\frac{2}{\xi}\right) - \arccos\left(-\frac{4}{11}\right)$$

В момент t_2 наступает момент максимального сжатия пружины:

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

\Rightarrow ~~2π~~

Т.к. $\arccos(x)$ — монотонно убывающая функция, то при $x_2 > x_1$, $\arccos(x_2) < \arccos(x_1)$

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

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

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



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
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!

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

$$2) L_{\max} = \cancel{\frac{26}{5}} \sqrt{\frac{26}{5}} L_0, \quad ?$$

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



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**.

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

$\frac{P}{V} = \text{const}$ - уравнение процесса. График цикла

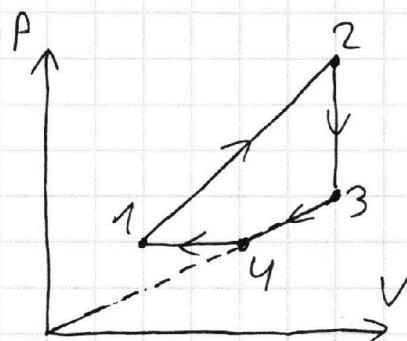


Рисунок №1,
График цикла

Рассмотрим два близких состояния в этом процессе, $\mathbb{P}^* (V, p)$ и $(V+dV, p+dp)$, запишем для них уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \sigma RT$$

$(p+dp)(V+dV) = \sigma R(T+dT)$, 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,

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

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**.



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

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 первого уравнения первое, получим:

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

$\frac{dp}{p} \text{ и } \frac{dV}{V}$ $\ll 1$, то слагаемым $dp \cdot dV$ можно преигнорировать, то сравнению с первым членом \Rightarrow

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

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

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

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

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.

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

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 обёма.

Поставим $\frac{dp}{p} = dT$ в (1) :

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

Молярную теплоёмкость процесса можно найти по формуле:

(2) $C = \frac{\delta Q}{\delta T}$, где δQ - малое кол-во теплоты, переданной системе.

δQ можно найти из 1-ого начала термодинамики:

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

Поставляя сюда dV , и заменив $\frac{pV}{T}$ на δR (из уравнения Менделесфа-Клапейрона), получим:

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

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

СТРАНИЦА
Ч 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 $\delta Q = f(2)$ получим:

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

Данная теплоёмкость соответствует двухатомному 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 Ч-1 - изобара, то давление постоянно, т.е. молярная теплоёмкость в этом процессе равна C_p , т.е.

$$C_{Ч-1} = C_p = C_V + R = C + \frac{R}{2} = \frac{7}{2} R$$

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

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

$$Q = \dot{\sigma} C_{Ч-1} (T_Ч - T_1) = \dot{\sigma} \cdot \frac{7}{2} R \cdot \frac{3}{2} T_1 \Rightarrow$$



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

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!

$$\sigma = \frac{Q}{21} \cdot \frac{R T_1}{V}.$$

Обозначим давление 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 $a = \frac{P_2}{P_1}$ и $b = \frac{P_3}{P_1}$, то

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

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

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

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

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

$$1: \quad p_1 V_1 = \sigma R T_1$$

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!

$$2: a \cdot p_1 \cdot aV_1 = \sigma R T_2 = \frac{25}{4} b^2 p_1 V_1$$

$$3: b \cdot p_1 \cdot aV_1 = \sigma R T_3 = \frac{5}{2} b^2 p_1 V_1$$

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

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

Кол-во теплоты отданное газом процессе

2-3 можно найти по формуле:

$$Q = \sigma C_V (T_2 - T_3) = \frac{5}{2} R \cdot \frac{4}{21} \cdot \frac{Q}{RT_1} \cdot \left(\frac{25}{4} b^2 - \frac{5}{2} b^2 \right) T_1 = \\ = \frac{125}{42} Q b^2 - \frac{25}{21} Q b^2 \Rightarrow Q b^2 \left(\frac{125 - 50}{42} \right) =$$

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

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

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 потенциалов между обкладками:

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

$E(x)$ — напряженность поля в воздушном зазоре при

данной толщине пластины x , ϵ — диэлектрическая проницаемость диэлектрика,

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

Подставим $x=0$, $E(0)=2 \cdot 10^3 \frac{B}{m} \Rightarrow$

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

2) Выведем из (1) напряжение на

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

\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.



- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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!

Задача № 4

1) К. ток в катушке возрастает линейно, то скорость возрастаания тока во все моменты от 0 до T одинакова и равна $I' = \frac{I_1}{T}$.

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

~~Будем считать~~ За это время через резистр протек заряд $q_1 = \frac{I_1}{2} \cdot T$

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

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

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

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

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.

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

$$\Rightarrow I_0 = e^{\frac{T}{T}} \cdot I_1$$

При $t=T$ $I=I_1$, $\Rightarrow I_0 = I_1 \Rightarrow$

$$I(t) = \begin{cases} \frac{I_1}{T} \cdot t & \text{если } 0 \leq t \leq T \\ I_1 \cdot e^{-\frac{t-T}{T}} & \text{если } t \geq T \end{cases}$$

Заряд протекший во следующем режиме работы:

$$q_2 = \int_{T}^{t'} I_1 e^{\frac{T-t}{T}} dt = -I_1 T \cdot e^{\frac{T-t}{T}} \Big|_T^{t'}, \text{ где } t' \rightarrow \infty, -I_1 T \cdot e^{\frac{T-t'}{T}} \rightarrow 0 \Rightarrow$$

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

Воспользуемся законом Фарадея:

$$E_i = -\frac{d\Phi}{dt} = L \frac{I_1}{T} \Rightarrow$$



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.

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

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

$$\Rightarrow \Phi = -\frac{LI_1 t}{\tau} + \Phi_0, \text{ где } \Phi_0 - \text{поток}$$

Через катушки в момент времени $t=0$,

Φ - поток в момент t .

Поставим $t=\tau$, тогда $\Phi(\tau)=0 =$

$$= -LI_1 + \Phi_0.$$

$$\Phi_0 = B_0 S_1 \Rightarrow LI_1 = B_0 S_1 \Rightarrow L = \frac{B_0 S_1}{I_1} \Rightarrow$$

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

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

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

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

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 падающий на малом расстоянии M от него.

От падает на первый луч не преломившись пройдёт через неё.

Второй попадёт на поверхность линзы с углом α к нормали:

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

Рассматривая лучи под малым углом (параксиальное приближение), получим:

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

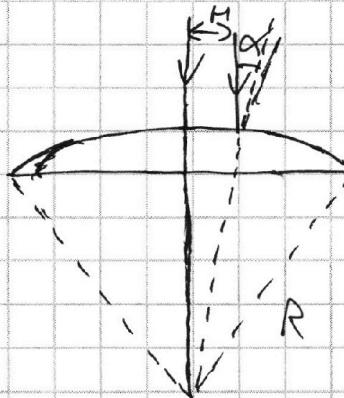


Рисунок № 1

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 |
| <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 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:

$\sin \alpha \cdot n_{\text{возд}} = \sin \beta \cdot n_{\text{лз}}$, где $n_{\text{возд}} = 1$,
 $n_{\text{лз}}$ — показатель преломления линзы.

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

Из геометрии понятно,

что луч падает на
плоскую часть линзы

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

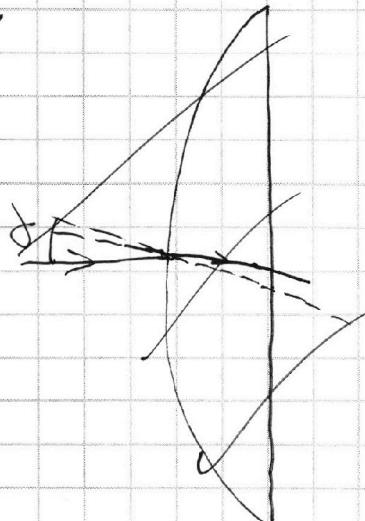
По закону преломления:

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

под которым выходит луч из линзы. \Rightarrow

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

Считая линзу тонкой (т.е. луч не сильно
смещается в линзе относительно точки
падения). ~~найд~~





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
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 γ можно найти как

$\operatorname{tg} \gamma = \frac{H}{F}$, где F - оптическое расстояние
от линзы \Rightarrow

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

$\Rightarrow F = \frac{R}{n-1}$, где R -радиус кривизны
воглой 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:

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



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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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
ЧИЗ 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!

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

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

Т.к. при a_1 $U=U_1$, и при a_2 $U=U_2$,

то:

$$kU_1 + R_0 = \frac{a_1 b}{a_1 + b}(n-1)$$

$$kU_2 + R_0 = \frac{a_2 b}{a_2 + b}(n-1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow k(U_2 - U_1) = b(n-1) \left(\frac{a_2}{a_2 + b} - \frac{a_1}{a_1 + b} \right) \Rightarrow$$

$$\cancel{\frac{b(n-1)}{a}} \Rightarrow k = \frac{b(n-1)}{U_2 - U_1} \left(\frac{a_2}{a_2 + b} - \frac{a_1}{a_1 + b} \right)$$

Подставив 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

I-



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:

$$\begin{aligned}
 R_0 &= \frac{a_1 b}{a_1 + b} (n-1) - \frac{u_1}{u_2 - u_1} b(n-1) \left(\frac{a_2}{a_2 + b} - \frac{a_1}{a_1 + b} \right) = \\
 &= b(n-1) \left(\frac{a_1}{a_1 + b} \frac{u_2}{u_1} - \frac{u_1}{u_2 - u_1} \frac{a_2}{a_2 + b} \right) = \\
 &= 1,4 \text{ см}
 \end{aligned}$$

I-

I-

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

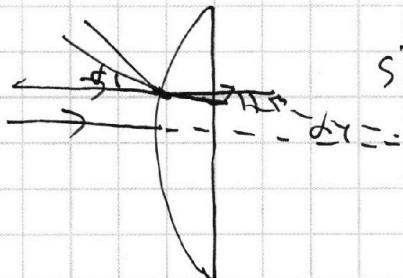
СТРАНИЦА
ИЗ

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!

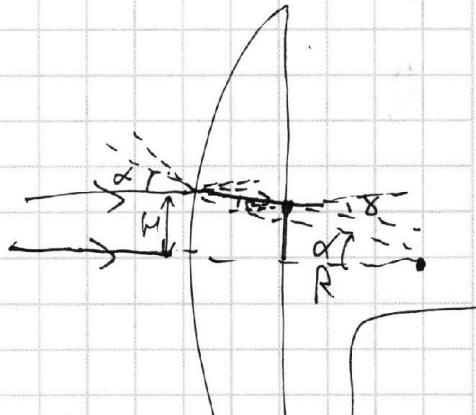
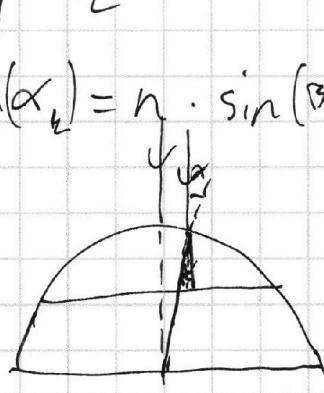
$$\frac{1}{F_1} - \frac{1}{a_1} = \frac{1}{F_2} - \frac{1}{a_2} = \frac{1}{b}$$

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

$$F_2 = \frac{18 \cdot 6}{18 + 6} = \frac{18 \cdot 6}{24} = \frac{9}{2} = 4,5 \text{ см}$$



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



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

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

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

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

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

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

$$R_2 = 0,4 \cdot F_2 = 0,4 \cdot 4,5 \text{ cm}$$

$$\frac{3}{4} \cdot \frac{9}{2} \sqrt{5}$$

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

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

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

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

СТРАНИЦА
3 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!

$$\Delta \text{в 9} \quad Q_{23} = Q_{41} = -Q, \quad Q_{12} = \sigma C \cdot (T_2 - T_1) = \\ = \sigma \cdot 3R \cdot \left(\frac{25}{4} \cdot \frac{19}{25} T_4 - T_1 \right) = \sigma \cdot \frac{15}{2} RT_1 = \\ = \frac{10}{7} Q.$$

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

$$= \sigma \frac{I_1 + 0}{2} = q_1 \quad \Gamma_1 = \frac{\sigma A^2}{R} = \frac{\sigma \cdot R^2 C^2}{R} = \sigma C^2$$

$$\frac{dI}{dt} = I \frac{R}{L} \quad q_2 = \frac{\Gamma_2 \cdot A^2}{R} = \sigma C \quad \sigma = \frac{C}{\Omega m}$$

$$I = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \frac{q_2}{\Omega m} = C \quad \Gamma_m = \Omega m \cdot C$$

$$\tau = \frac{L}{R} \quad C = \frac{\Gamma_m}{\Omega m}$$

$$\frac{q_2 t}{\tau}$$

$$I \cdot \frac{R}{L}$$

$$EI' \cdot IR = P \quad I \cdot R \times \frac{q}{\tau} = \frac{P}{\tau}$$

$$I' R dt \int_{\tau}^{\infty} I \cdot C \frac{q - t}{\tau} dt$$



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.

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

$$C_V = \frac{5}{2}R, C_P = \frac{7}{2}R, C = 3R$$

$$T_2 = \frac{5}{2}T_1$$

$$b, a > 1$$

$$Q = \frac{7}{2}R \cdot 2 \cdot \frac{3}{2}T_1$$

$$a^2 b$$

$$PqVq = C RTq$$

$$Q = \frac{5}{2}R \cdot 2 (a^2 - ab) T_1 =$$

$$\frac{b}{a} \in \left[\frac{a}{b} = \frac{5}{2} \right]$$

$$a \in \frac{5}{2}, b = \frac{2}{5}a$$

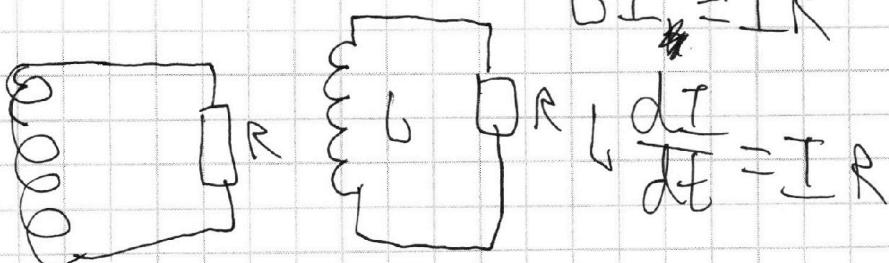
$$= \frac{5}{2}R \cdot 2 a^2 \left(1 - \frac{2}{5} \right)$$

~~$$\frac{7}{2}R \cdot 2 \frac{3}{2}T_1 = \frac{21}{4}RT_1 = \frac{5}{2} \cdot \frac{3}{5} \cdot a^2 T_1$$~~

~~$$a^2 = \frac{7}{2} \Rightarrow a = \sqrt{\frac{7}{2}}$$~~

$$b = \frac{2}{5} \cdot \sqrt{\frac{7}{2}} = \frac{\sqrt{14}}{5}$$

$$LI' = IR$$



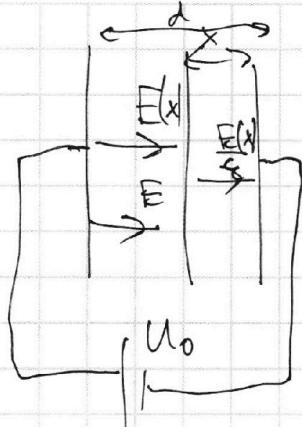


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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



$$E(x) \cdot (d-x) + E(x) \cdot x = U_0 \frac{\frac{d}{2}}{2} \cdot \frac{155}{8}$$

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

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

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

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

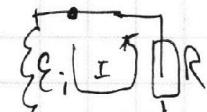
$$Q \cdot \frac{\epsilon}{2} R (T_2 - T_3) = \frac{7}{2} R \cdot \frac{3}{2} T_1$$

$$\Phi_0 = B_0 \cdot \ldots$$

$$I(t) = \frac{d\Phi}{dt} I_1 \quad I'(t) = \frac{I_1}{C} \quad \frac{L}{R} = \frac{I'(t)}{I}$$

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

$$\epsilon_i = L \cdot I(t)$$



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



$$R(u) = \alpha$$

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

$$D = \left(\frac{n-1}{n} \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)^0$$

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

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



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**.

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

$$T_2 - T_3 = \frac{21}{10} T_1 \quad \left(\begin{array}{l} p_2 = \alpha p_1 \\ p_3 = \beta p_1 \end{array} \right) \quad Q = (\alpha - \beta) p_1 \cdot \frac{5}{2} \cdot V_2$$

$$V_2 = \beta V_1 \quad T_2 = \alpha^2 T_1 \quad V_2 = \alpha V_1$$

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

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

$$\alpha > \beta \quad A = Q_{12} + Q_{23} + Q_{34} + Q_{41} \quad \begin{array}{l} \text{sin } 22^\circ 20' \\ \Rightarrow Q = Q_{12} + Q_{34} \end{array}$$

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

$$V_2 = \frac{5}{2} V_1 \quad \left(\frac{(\alpha-1)^2}{2} - \frac{(\beta-1)^2 \frac{25}{2}}{2} \right) \cdot \sigma R T_1 = A$$

$$\alpha^2 - 2\alpha + 1 - \frac{5}{2}\beta^2 + \frac{25}{2}\beta + \frac{25}{2} =$$

$$= \frac{21}{10} - 2\alpha + 5\beta - \frac{3}{2} = \frac{63}{10} - 2\alpha + 5\beta$$

$$\text{as } E(f) = \frac{U_0}{d} \quad U_0 = E(0) \cdot d = 2 \cdot 10^3 \frac{V}{m} \cdot 12 \cdot 10^{-3} m =$$

$$2400 \frac{V}{m}$$

$$2400 \frac{V}{m}$$

$$= 24 V \quad 2 \cdot \frac{12}{10} = 2.12 = 24$$

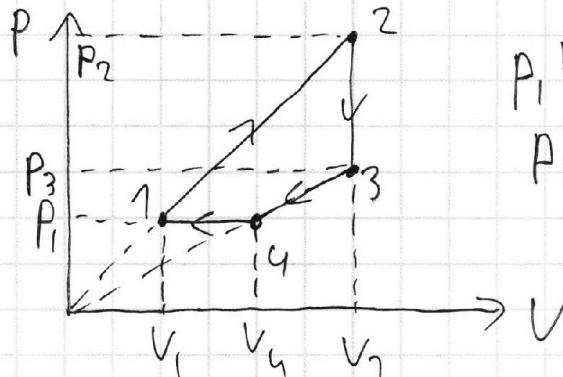


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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



$$P_1 V_1 = \sigma R T_1 \quad \frac{V_4}{V_1} = \frac{5}{2}$$

$$P_1 V_4 = \sigma R T_4 \quad P_2 V_2 = \sigma R T_2$$

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

$$\delta Q = \sigma C_V dT + \sigma \frac{dp}{p} dV p \cdot dV$$

$$\frac{dp}{p} = \frac{p+dp}{V+dV} = \frac{1}{T} \Rightarrow pV + dp \cdot V = pV + p dV$$

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

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

$$pdV = \frac{pV}{T} \frac{dT}{2} = \sigma R \frac{dT}{2}$$

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

$$C = 3R = C_V + \frac{R}{2} \Rightarrow C_V = \frac{5}{2}R \Rightarrow C_P = \frac{7}{2}R$$

газ 4 атомный

$$\begin{cases} \sigma C_P (T_4 - T_1) = Q \\ \sigma C_V (T_2 - T_3) = Q \end{cases}$$

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

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

i=5





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 7СТРАНИЦА
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!

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

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

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

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

$$v_1 = l_0 \sqrt{\frac{K}{m}} \cdot \sqrt{\frac{105}{16}}$$

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

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

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

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

$$= l_0^2 \left(1 + \frac{21}{25} \right) =$$

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

