



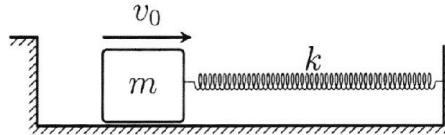
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-06



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

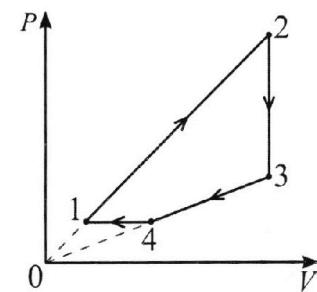
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k (см. рис.). Уступ находится на таком расстоянии от тела, что если тело прижать к уступу и отпустить без начальной скорости, то положение равновесия тела пройдёт со скоростью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



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

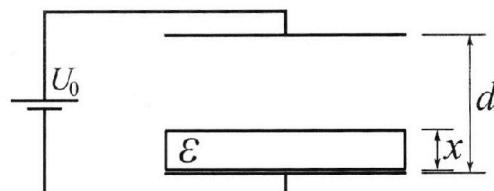
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

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

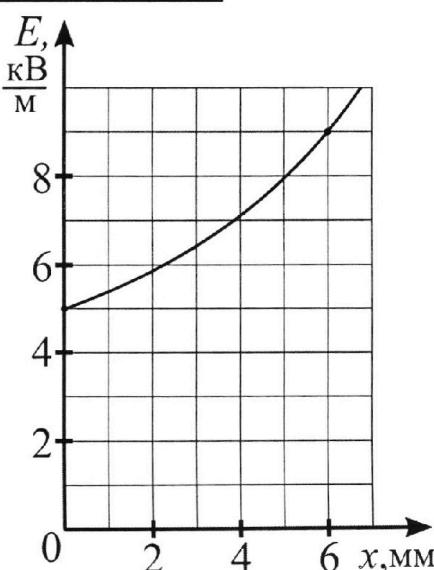


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 2-3.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

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



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





Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-06

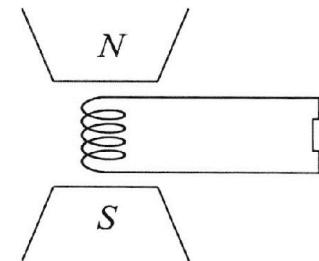


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

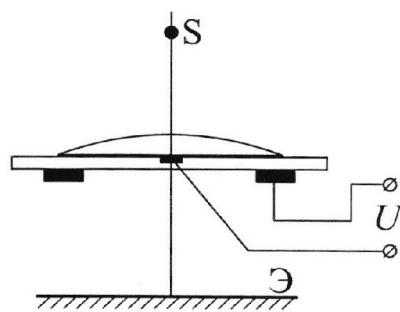
4. Катушка индуктивностью L с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле, направленном перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ . За время выключения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

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

Сопротивлением катушки и соединительных проводов пренебречь.



5. Капля электропроводящей прозрачной жидкости с показателем преломления $n = 4/3$ 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 $b = 24$ см от линзы. Расстояние от источника до линзы значительно больше диаметра пучка света, проходящего через линзу. Если под каплей соосно расположить два электрода, так что небольшой центральный электрод непосредственно контактирует с жидкостью, а периферийный (кольцо) изолирован от неё, то можно изменять радиус R кривизны верхней поверхности линзы по линейному закону в зависимости от напряжения U , прикладываемого к электродам. При нулевом напряжении радиус кривизны $R_0 = 2$ см. При напряжении U_1 на экране получено изображение светодиода с увеличением $\Gamma_1 = 5/3$, а при напряжении U_2 получено изображение с увеличением $\Gamma_2 = 1/3$.



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

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



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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

$$\text{By (3) and (4) we have: } \left(\frac{7}{3}v_0\right)^2 - v_0^2 = v_2^2 \quad \left(\frac{49v_0^2}{9} - v_0^2 = \frac{40v_0^2}{9}\right)$$

$$(u^2 - v_0^2) = v_2^2$$

$$\text{In this case: } \frac{v_2^2}{v_0^2} = \lambda = \frac{45}{56} \Rightarrow \left(\frac{7}{3}v_0\right)^2 - v_0^2 = \frac{56}{45}(u^2 - v_0^2)$$

$$\Rightarrow u^2 = \frac{45}{56} \cdot \frac{40}{9} v_0^2 + v_0^2 = \frac{32}{7} v_0^2 \Rightarrow u = \sqrt{\frac{32}{7}} v_0$$

$$3) \text{ Solution of 34. law: } m\ddot{x} = -kx \Leftrightarrow \ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$$

Уравнение гармон. колебаний. This equation has the form $x = \tilde{x}_0 \cos \omega t + \tilde{v}_0 \sin \omega t$,

where \tilde{x}_0, \tilde{v}_0 - initial values of position and velocity respectively. (initial values

are given by the conditions of motion - time period & frequency)

From the condition $t=0$: $\tilde{x}_0 = 0, \tilde{v}_0 = \frac{23}{3}v_0 \Rightarrow x = \frac{23}{9} \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t$; it means

displacement $x = l \Rightarrow t_1$, time of motion for one complete cycle ($->$ motion

$$\frac{23}{9} \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t_1 = l \quad (w^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}; l = \sqrt{\frac{m}{k}} v_0 = \frac{v_0}{\omega}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \omega t_1 = \frac{9}{23} \Rightarrow t_1 = \arcsin\left(\frac{9}{23}\right) \cdot \frac{1}{\omega} = \sqrt{\frac{m}{k}} \arcsin\left(\frac{9}{23}\right)$$

T.M. motion time from the moment of motion to the time of motion

displacement up to time $x=0$, which is the time displacement of time $x=0$ to

time $t=0$ (which is the time "beginning of motion"), or $2t_1$

time t_2 from the moment of motion until the time $x=l$ (which is the

time $t=0$), i.e. time t_2 is the time of motion for one complete cycle, so

displacement l in the second motion (not $\frac{23}{9}v_0 \cdot \frac{7}{3}v_0$) $\Rightarrow t_2 = \arcsin\left(\frac{3}{7}\right) \cdot \frac{1}{\omega} =$

$$= \sqrt{\frac{m}{k}} \arcsin\left(\frac{3}{7}\right). \text{ Total motion time is the sum}$$

$$(-> \text{ answer is } T = t_1 + t_2 = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(\arcsin\left(\frac{9}{23}\right) + \arcsin\left(\frac{3}{7}\right) \right))$$

$$\text{Options: 1) } l = \sqrt{\frac{m}{k}} v_0$$

$$2) \sqrt{\frac{32}{7}} v_0$$

$$3) T = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(\arcsin\left(\frac{9}{23}\right) + \arcsin\left(\frac{3}{7}\right) \right)$$

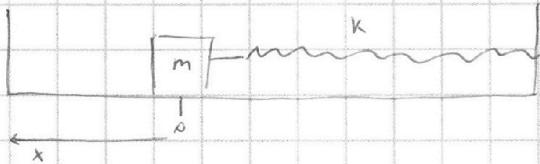


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" 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
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!



блеск ось ОХ, с шариком
в 1. революции пружине, натягивающей и сжимающей (см. рис.)

1) АCO - циркуляция. \Rightarrow если нет внешних неподрессоренных сил действует ЗСД. Если имеется тело и оно доступно, это энергия массы

$$\frac{Kl^2}{2} \quad (K - жесткость пружины, l - расстояние от пружин до оси пружин).$$

Нет же он приходит в движение под действием потенциальной энергии пружины $= 0$, а начальная $E_K = \frac{m v_0^2}{2}$, и и. под действии ЗСД, то \Rightarrow

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{Kl^2}{2} \Rightarrow l = \sqrt{\frac{m}{K}} v_0. \text{ Т.к. период в момент } t=0 \text{ максимален}$$

$\frac{2\pi}{T} v_0 > v_0$, то ТЕН океане пружине же уходит и удариется. В таком случае, т.к. тело движется в направлении к стене, максимум пружине пружине будет идти через стену, т.е. равно l .

2) Запишем ЗСД для момента времени, когда тело остановлено во моменте прохода через стену, и момент времени, когда тело уходит и движется вправо с конечной скоростью v_1 :

$$\frac{m (\frac{2\pi}{T} v_0)^2}{2} = \frac{Kl^2}{2} + \frac{m v_1^2}{2} \quad (1)$$

$$\frac{Kl^2}{2} + \frac{m v_1^2}{2} = \frac{m (\frac{2\pi}{T} v_0)^2}{2} \quad (2)$$

$$\text{и т.к. } \frac{Kl^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2}, \text{ то } (1) \Rightarrow v_1^2 = \left(\frac{2\pi}{T} v_0\right)^2 - v_0^2 = \frac{32 \cdot 14}{9} \cdot v_0^2$$

$$\text{то } (2) \Rightarrow v_1^2 = \left(\frac{7}{3} v_0\right)^2 - v_0^2 = \frac{40}{9} v_0^2$$

$$\Rightarrow \text{Если наше } \frac{m v_1^2}{2} = \frac{v_1^2}{2} = \frac{40}{9} v_0^2 = \frac{40}{32 \cdot 14} v_0^2 = \frac{45}{56} = \text{const} \quad (\text{но условие}) = 1$$

Запишем ЗСД для момента прохода телом пол. пружине до момента прохода через стену 2-й удар, и моменты прохода через 2-й удар и 1-й пол. пружине движущим пружине телом второго удара:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{m}{2} \left(\frac{7}{3} v_0 \right)^2 = \frac{m v_2^2}{2} + \frac{Kl^2}{2} \\ \frac{m v_2^2}{2} + \frac{Kl^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} \end{array} \right. \quad (3) \quad (v_2 - скорость для момента 2-го удара)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} v_2^2 = \text{скорость для 2-го удара} \\ \text{и} - скорость идущим пол. пружине} \end{array} \right. \quad (4)$$

$v_2^2 = \text{скорость для 2-го удара}$

$v_2^2 = \text{скорость для 2-го удара}$

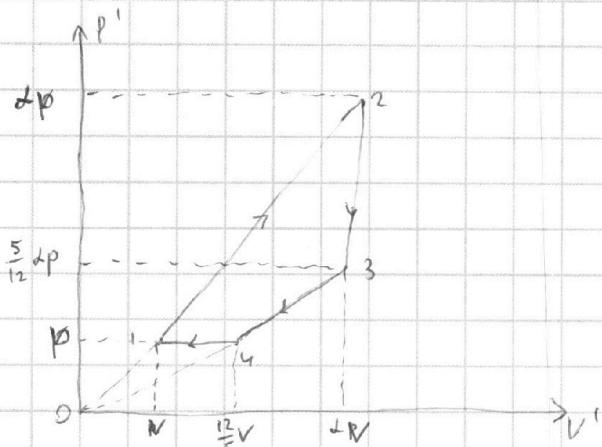
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.



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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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



Рассмотрим 1-2-3-4-1 циклический процесс в P,V -диаграмме. $\Delta V > 0$ — изотермический процесс (1-2). $\Delta T > 0$ — изобарический процесс (2-3). $\Delta V < 0$ — изотермический процесс (3-4). $\Delta T < 0$ — изобарический процесс (4-1).

Запишем уравнения Менделеева — Клеберса для цикла 2 и 3:

$$\Delta p \cdot \Delta V = \text{ORT}_2 \quad (\text{так. } V_2 = V_3)$$

$$P_3 \cdot \Delta V = \text{ORT}_3$$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_3} = \frac{\Delta p}{P_3} = \frac{12}{5} \Rightarrow P_3 = \frac{5}{12} \Delta p; \Delta V = \Delta V. \quad P_4 = P \quad (\text{так. } 1-4 \text{ — горизонтальный})$$

$$\text{Изотермия: } \frac{V_4}{P_4} = \frac{V_3}{P_3} \quad (\text{так. } 3-4 \text{ — изотермия, проходящая через } 0) \Rightarrow V_4 = P_4 \frac{V}{\frac{5}{12} p} =$$

$$= \frac{12}{5} V. \quad В \text{ процессе } 1-2 \text{ } p \propto V; \quad p = kV \quad (k = \text{const}) \quad (\text{так. } \text{при } V = 0; p = 0)$$

Тогда уравнение Менделеева — Клеберса имеет вид: $kV^2 = \text{ORT}$
($\Delta T < 0$ — изотермия). Видим, что изотерма получена: $\Delta(kV^2) = 2kV \Delta V = \text{ORT}$

$$= 2p \Delta V \Rightarrow p \Delta V = \frac{\text{ORT}}{2}. \quad \text{Тогда молярная теплота может быть:}$$

$$C_{12} = \frac{\Delta Q_{12}}{\text{ORT}} = \frac{\frac{1}{2} \text{ORT}}{\text{ORT}} = \frac{i}{2} R + \frac{p \Delta V}{\text{ORT}} = \frac{i}{2} R + \frac{R}{2} = \frac{1}{2} R \quad (\text{все процессы изотермии})$$

$\Rightarrow i = 6$ (это значение i фиксировано). В процессе 2-3 разогрев не сопровождается нагревом \Rightarrow все тепло, выданное в изотермии было превращено в энергию. Тогда:

$$C_{23} = \frac{\Delta Q_{23}}{\text{ORT}} = \frac{\frac{1}{2} \text{ORT}}{\text{ORT}} = \frac{i}{2} R = 3R.$$

$$\text{Т.к. в процессе 2-3 не сопровождается нагревом, то } Q = \frac{i}{2} |\text{ORT}_{23}| =$$

$$= \frac{i}{2} \Delta p (T_2 - T_3) = \frac{i}{2} (\text{ORT}_2 - \text{ORT}_3) = \frac{i}{2} (P_2 V_2 - P_3 V_3) = \frac{i}{2} \left(L^2 p V - \frac{5}{12} \Delta p^2 p V \right) = 3 \cdot \frac{7}{12} \Delta p^2 p V$$

$$\Rightarrow Q = \frac{7}{4} \Delta p^2 p V \quad (P_2 V_2 = \text{ORT}_2; \quad P_3 V_3 = \text{ORT}_3)$$

$$\text{Для процесса } 1-4 \quad Q = |A_f + \Delta U_f| = |p(V - \frac{12}{5} V) + \frac{i}{2} \text{ORT}(T_1 - T_4)|$$

$$= \left| -\frac{7}{5} p V + 3 \left(\underbrace{p V}_{{P_4} V_4} - \underbrace{\frac{12}{5} p V}_{{P_4} V_4} \right) \right| = \frac{28}{5} p V = Q$$

$$\text{т.е. } \frac{7}{4} \Delta p^2 p V = Q = \frac{28}{5} p V \Rightarrow \Delta = \frac{4}{\sqrt{55}}$$

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 type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

Решение разо ви по V диаграмме си ищутся траектории 1-2-3-4.

Её можно искать так $S_{1234} = S_{023} - S_{014}$ (S_{023} - ищется в 023; S_{014} - ищется траектории 014)

$$S_{023} = \frac{1}{2} \left(\underbrace{\Delta p}_{\text{изменение}} - \frac{1}{n} \underbrace{\Delta p}_{\text{равн}} \right) \cdot \Delta V = \frac{7}{24} \Delta^2 pV = \frac{Q}{6}$$

$$S_{014} = \frac{1}{2} \left(\underbrace{\frac{12}{5}V - V}_{\Delta V} \right) \cdot p = \frac{7}{10} \Delta pV = \frac{Q}{8}$$

$$\Rightarrow A = \frac{Q}{6} - \frac{Q}{8} = \frac{Q}{24}$$

Из цикла 1-2; p -пост., V -пост. $\Rightarrow \Delta V > 0$, $A_{r12} > 0 \Rightarrow \Delta Q_{12} > 0$

(приросте температуры); 2-3 $V = \text{const}$; p -уменьшается $\Rightarrow A_{12} < 0$, $\Delta V < 0 \Rightarrow \Delta Q_{23} < 0$;

3-4 p -уменьшается, V -увеличивается $\Rightarrow A_{12} < 0$, $\Delta V < 0 \Rightarrow \Delta Q_{34} < 0$;

и цикл 1-4; $p = \text{const}$, V -уменьшается $\Rightarrow A_{12} < 0$, $\Delta V < 0 \Rightarrow \Delta Q_{11} < 0$.

$$\Rightarrow Q_H = \Delta Q_{12} (\text{в цикле } 1_2)$$

$$\Delta Q_{12} = \Delta V_{12} + A_{r12} = \frac{i}{2} \Delta R (\bar{T}_2 - \bar{T}_1) + A_{r12} = \frac{i}{2} (\underbrace{\Delta^2 pV}_{p_2 V_2} - \underbrace{pV}_{p_1 V_1}) + A_{r12}$$

A_{r12} = ищется отрывом в основании, направлением оп!

$$\Rightarrow A_{r12} = \underbrace{\frac{\Delta p + p}{2}}_{\text{изменение}} \cdot \underbrace{(\Delta V - V)}_{\text{равн}} = \frac{\Delta + 1}{\Delta - 1} \cdot \frac{pV}{2} = \frac{\Delta + 1}{\Delta - 1} \cdot \frac{5}{56} Q$$

$$\Rightarrow \Delta Q_{12} = \frac{\Delta + 1}{\Delta - 1} \cdot \frac{5}{56} Q + 3 \cdot \left(\frac{4}{7} Q - \frac{5}{28} Q \right)$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{A}{Q_H} = \frac{\frac{Q}{24}}{\frac{1}{2} \left(\frac{\Delta + 1}{\Delta - 1} \cdot \frac{5}{56} + \frac{3 \cdot 11}{28} \right)} = \frac{1}{\frac{15 \Delta + 1}{7 \Delta - 1} + \frac{6}{7} \cdot 33}$$

Ответ:

$$1) 3/2$$

$$2) \frac{Q}{24}$$

$$3) \eta = \frac{1}{\frac{15}{7} \cdot \frac{\frac{4}{7} + 1}{\frac{4}{7} - 1} + \frac{6}{7} \cdot 33} = \frac{7}{3} \cdot \frac{4 - \sqrt{5}}{284 - 61\sqrt{5}}$$



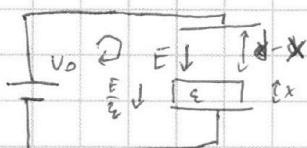
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

Решение задачи Электрического поля на границах конургации:



Поток поля в воздушном промежутке E , т.к.
в диэлектрике он будет $\frac{E}{\epsilon}$)

$$\text{Тогда имеем: } E(\cancel{d-x}) + \frac{\epsilon}{\epsilon} \cdot x - U_0 = 0$$

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

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

$$\text{расставим } U_0 \text{ в числеле, т.к. } x=0 \Rightarrow \frac{5 \frac{kB}{m}}{m} = \frac{U_0}{9 \cdot 10^{-3} m} \Rightarrow$$

$$U_0 = 5 \cdot 10^3 \frac{B}{m} \cdot 9 \cdot 10^{-3} m = 45 B \text{ и т.к. } x=6 \text{ м} \Rightarrow$$

$$9 \frac{kB}{m} = \frac{45 B}{(9-6 + \frac{6}{\epsilon}) \cdot 10^{-3} m} \Rightarrow 9 \cdot 10^3 \frac{B}{m} \cdot (+3 + \frac{6}{\epsilon}) \cdot 10^{-3} m = 45 B$$

$$\Rightarrow +3 + \frac{6}{\epsilon} = 5 \Rightarrow \epsilon = 3$$

$$\text{Ответ: } U_0 = 45 B; \epsilon = 3.$$

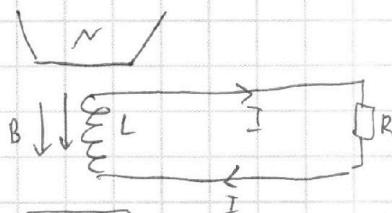


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

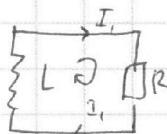


1) По условию ток **возрастает линейно**,
причем в начале ≈ 0 , в конце T ,
 $\Rightarrow I = \frac{I_1}{T} \cdot t$ ($t \in [0, T]$)

\Rightarrow через $\frac{T}{4}$ $I = \frac{I_1}{4}$; **стартовый** **воздушник**

тогда, т.е. $\frac{dI}{dt} = \frac{I_1}{T} = \text{const}$ (т.н. линейно) — **скорость** **воздушника**.

2) когда ток B **поступатель** $= I_1$, **стартовый** B **нет**, т.е.
может быть **равнотягивающий** с **изменением** **текущим** I_1



Тогда $L \frac{dI}{dt} = IR$ (по принципу Ньютона)

$\Rightarrow L \frac{dI}{dt} = IR \cdot dt = R dq$ ($I = \frac{dq}{dt}$)

$\Rightarrow \int_{I_1}^0 L \frac{dI}{dt} = \int_0^q R dq \Rightarrow -LI_1 = Rq$ т.к. $q = \int_0^t I dt$ (т.н. q **запас магнитного поля**)

\Rightarrow **стартовый** **коэффициент** **напряжения** $q = -\frac{LI_1}{R}$ ($\frac{LI_1}{R}$ **но** **нужен**)

3) По з. Родзей $-\frac{d\Phi}{dt} = \varepsilon$, где ε — ЭДС в контуре, Φ — магнитный поток контура, вынужденного магнитного поля (от машины). Эти ЭДС **нагадают** в **режиме** и **получатся** т.е. $\Rightarrow -\frac{d\Phi}{dt} = \varepsilon = L \frac{dI}{dt} + RI$ (**направление** **тока** **задано** **правило**, т.к. $\frac{dI}{dt} > 0$)

$\Rightarrow -d\Phi = L dI + R \cdot \frac{I_1}{T} \cdot t dt \Rightarrow \int -d\Phi = \int L dI + \int \frac{RI_1}{T} t dt$

$\Rightarrow -nS_1 (0 - B_1) = L (I_1 - 0) + \frac{RI_1}{T} \cdot \left(\frac{T^2}{2} - 0\right)$ (т.н. $P = nS_1 B$)

$$\Rightarrow B_1 = \frac{L I_1 + \frac{R I_1 T}{2}}{n S_1}$$

Ответ: 1) стартовый **воздушник** $\frac{I_1}{T}$, **сумма** **сил** **тока** $I(\frac{T}{4}) = \frac{I_1}{4}$

$$2) |q| = \left| \frac{LI_1}{R} \right|$$

$$3) B_1 = \frac{L I_1 + \frac{R I_1 T}{2}}{n S_1}$$

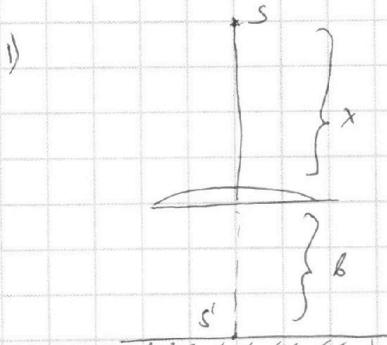
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!



1) $\frac{1}{F} = \frac{1}{x} + \frac{1}{l}$

или $\frac{1}{F} = \frac{1}{x} + \frac{1}{l}$

$$\frac{1}{F} = (n-1) \cdot \frac{1}{R} \quad (\text{т.к. } R = \infty)$$

(2-я задача имеет одинаковую формулу)

$$R = R_0 + KU \quad (\text{из условия})$$

$$F = \frac{b}{x} \quad (\text{из условия})$$

$$\text{Тогда: } 1) \quad F_1 = \frac{b}{x} = \frac{b}{\frac{3}{5}l} \Rightarrow x = \frac{3}{5}l \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{B} + \frac{5}{3} \cdot \frac{1}{l} = \frac{8}{3l}$$

$$\Rightarrow F = \frac{3}{8}l = 9 \text{ см} \quad (l = 24 \text{ см}) \Rightarrow R_0 + K \cdot U_1 = F(n-1)$$

$$\Rightarrow KU_1 = 9 \cdot \frac{1}{3} - 2 = 1 \text{ см}$$

$$2) \quad F_2 = \frac{b}{x'} = \frac{b}{3l} \Rightarrow x' = 3l \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{B} + \frac{1}{3l} = \frac{4}{3l}$$

$$\Rightarrow F_2 = \frac{3}{4}l = 18 \text{ см} \Rightarrow R_0 + KU_2 = F(n-1) \Rightarrow KU_2 = 18 - \frac{1}{3} - 2 = 4 \text{ см}$$

$$\Rightarrow \frac{KU_2}{KU_1} = \frac{U_2}{U_1} = 4$$

(Причина задачи имеет формулу $\frac{1}{F} = (n-1) \left(\frac{1}{R_0} + \frac{1}{R_2} \right)$; и если из

R_2 для задачи, т.к. она имеет формулу $F = \frac{R}{n-1}$, то

то есть R меняется от задачи к задаче $\Rightarrow F = \frac{R}{n-1}$)

$$\text{Ответ: } 1) \quad F = \frac{R}{n-1}$$

$$2) \quad \frac{U_2}{U_1} = 4$$

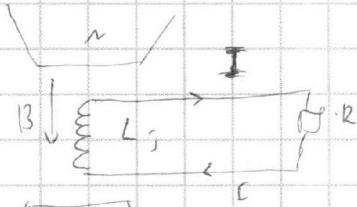


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!



$$B \rightarrow 0$$

$$IR = \frac{L \frac{dI}{dt}}{dt}$$

$$IR \cdot R = \frac{L \frac{dI}{dt}}{dt} = L \frac{I}{t} \cdot t$$

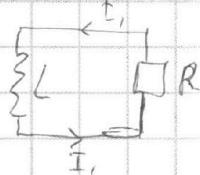
$$\frac{d\Phi}{dt} = \epsilon$$

$$\Rightarrow I(t) = \frac{L}{R} \frac{1}{t}$$

$$\theta =$$

$$\frac{I_1 t}{t}$$

$$\left(\frac{1}{t}\right)$$



$$L \frac{dI_1}{dt} = RI_1 \Rightarrow L \frac{dI_1}{dt} = R \Delta \varphi_1$$

$$\frac{d\Phi}{dt} + L \frac{dI_1}{dt} = RI_1$$

$$L(0 - I_1) = R(y_n - 0) \quad \omega = \frac{L I_1}{R}$$

$$\frac{d\Phi}{dt} + L \frac{dI_1}{dt} = R \cdot \frac{I_1 t}{t} \cdot \frac{dt}{dt} - RI_1 \cdot \frac{Z^2}{Z^2} = \frac{I_1}{2}$$

$$\theta_{1,2}(n) = \frac{R I_1}{2} - L I_1$$

$$\epsilon = - \frac{d\Phi}{dt} = RI_1 + \frac{L dI_1}{dt}$$

$$\frac{7}{15 \frac{(4+\sqrt{5})}{4\sqrt{5}} + 608} = \frac{7}{3} \cdot \frac{1}{5(4+\sqrt{5}) + 66(4-\sqrt{5})} = \frac{7}{3} \cdot \frac{4-\sqrt{5}}{284-61\sqrt{5}}$$

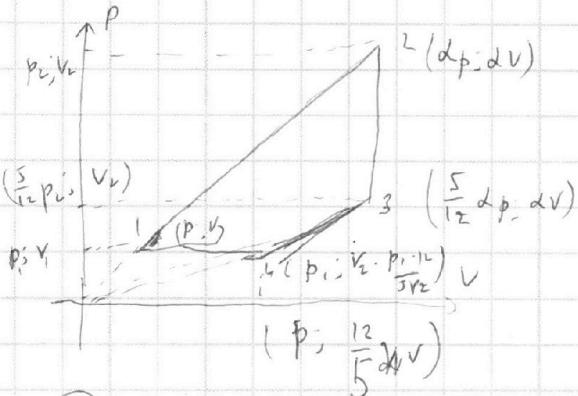
u_0 + u_1



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**.

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!



$$p = k_{12} V$$

$$k_n \cdot V \cdot V = 2\pi T$$

$$2 k_{1,2} \cdot V_{SV} = 2 R \Delta T$$

$$C = \frac{\partial Q}{\partial T} = \frac{\text{COP}AT + PAV}{AT} = \text{R2R2}$$

$$JRST + \frac{KV \cdot \Delta V}{JST}$$

$$\cancel{p\Delta V + V \cdot K_{12} \Delta V}$$

$$2pAV = 22.05$$

$$\frac{i_2}{i_3} = \frac{P_2 V}{P_3 V} = \frac{i_2}{i_3}$$

$$\Delta Q = \frac{2V + V}{2} \cdot (dp - p)$$

$$3. \text{ OR AT } 13.9 \cdot R \left(\frac{P_1}{P_{12}} P_2 V_2 \right) = Q$$

$$\frac{JQ}{A} = p_1 \left(\frac{p_1 V_2 - p_2}{SP_2} - V_1 \right) + \frac{3}{8 \rho R} f \left(\frac{p_1 \cdot \frac{V_2 p_1 m}{SP_2} - p_1 V_1}{SP_2} \right)$$

$$3. (\alpha^2_{\mu\nu} - \beta_{\mu\nu})$$

$$\underline{A} \quad C = \frac{\frac{L}{2}QR\pi^2}{2R\pi} = \underline{QR}$$

$$\frac{d}{dt} \int_{t_0}^t \rho(t') V\left(\frac{\vec{r}}{l_0}, t'\right) dt' = Q$$

134

$$P \cdot \frac{7}{5}V + 3 \cdot \left(\frac{12}{5}PV - PV \right) = \frac{28}{5}PV = Q$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{7}{12} dP + dV = \frac{7}{3} V \cdot p \cdot \frac{1}{2}$$

$$\frac{E}{a} \cdot x + E(1-x) = V_0$$

$$E\left(\frac{1}{\zeta}x + \delta - x\right) = u_0$$

$$9 \cdot 10^{-3} \text{ t} \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 54 \cdot 10^{-6}$$

$$E = \frac{V_0}{t + \frac{1}{2}x - x}$$

$$\frac{U_0}{J} = 5 \cdot 10^3 \quad U_0 = 2 \cdot 10^{-3} \cdot J \cdot 10^3$$

$$3 = 9 + \frac{6}{\varepsilon} - 6 \Rightarrow 6 - \frac{6}{\varepsilon} = 4$$

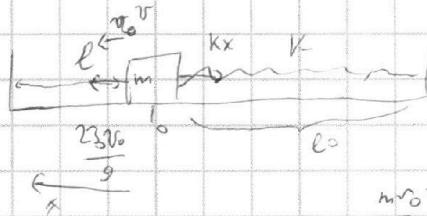
$\varepsilon = 3$

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

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

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!



$$\frac{m}{2} \left(\frac{23v_0}{9} \right)^2 + 0 = \frac{k l^2}{2} + \frac{m v_1^2}{2} \Rightarrow v_1^2 = \left(\frac{23}{9} v_0 \right)^2 - v_0^2 = \frac{23^2 - 9^2}{52} v_0^2$$

$$\frac{k l^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow l = \sqrt{\frac{m}{k}} v_0$$

$$2^6 \cdot 7 \quad \begin{matrix} 14 \\ \text{--} \\ 23+9 \end{matrix}, 32$$

$$(23+9)(23+9)$$

$$v_1 = \frac{8}{3} \sqrt{7} v_0$$

$$v_1^2 = \left(\frac{8}{3} \right)^2 v_0^2 - v_0^2$$

$$\frac{m v_1^2}{2} + \frac{4 l^2}{2} = \left(\frac{8}{3} v_0 \right)^2 \frac{m}{2}$$

$$v_1^2 = \left(\frac{23}{9} v_0 \right)^2 - v_0^2$$

$$\Rightarrow \frac{E_{\text{кин}} \text{ нач}}{E_{\text{кин}} \text{ ф}} = \frac{7^2 - 3^2}{3^2} = \frac{40 \cdot 9}{23^2 - 9^2} = \frac{23 \cdot 5 \cdot 9}{7 \cdot 26} = \frac{45}{48}$$

$$\left(\frac{8}{3} v_0 \right)^2 - v_0^2 = \frac{40}{9} v_0^2$$

$$\frac{40}{9} \cdot \frac{45}{48} = \frac{8 \cdot 5}{9} \cdot \frac{9 \cdot 5}{6 \cdot 8} = \frac{25}{6}$$

$$\frac{25}{6} v_0^2 - v_0^2 = \frac{19}{6} v_0^2 \Rightarrow \sqrt{\frac{19}{6}} v_0$$

Acos(wt) + Bsin(wt)
Ansatz = $\frac{1}{2} \sqrt{\frac{19}{6}} v_0 \cos(\omega t)$
Acos(wt + φ)

$$m x = -kx \Rightarrow x + \frac{k}{m} x = 0 \quad x = A \cos(wt) + B \sin(wt)$$

$$x = \frac{23}{9} \frac{v_0}{w} \sin(wt) = l$$

$$w = \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$x = B w = \frac{23}{9} v_0$$

$$\frac{5 \cdot 5 \cdot 25}{7} + 1 = 34$$

$$t = \frac{\arcsin\left(\frac{9}{23} \frac{lw}{v_0}\right)}{w} = \frac{\arcsin\left(\frac{9}{23}\right)}{w}$$

$$l = \sqrt{\frac{m}{k}} v_0 = \frac{v_0}{w}$$

$$A \sin(wt + \varphi) = \frac{7}{3} v_0$$

$$x = \frac{7}{3} \frac{v_0}{w} \sin(wt + \varphi)$$

$$t = \frac{\arcsin\left(\frac{7}{3}\right)}{w}$$

$$A = \frac{7}{3} \frac{v_0}{w}$$