



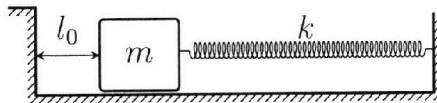
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

Вариант 11-05



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

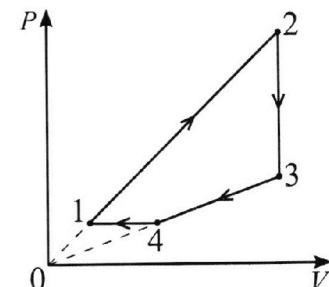
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k . На расстоянии l_0 от тела находится вертикальный уступ, как показано на рисунке. Сжимая пружину на $11l_0/4$, тело придвигают к стене и отпускают без начальной скорости. После первого удара тела о уступ максимальное сжатие пружины оказалось $5l_0/2$. Все удары о уступ считать частично упругими, при которых отношение кинетических энергий после удара и до удара можно считать постоянным. Каждая точка тела движется вдоль одной горизонтальной прямой.



- 1) Определите скорость тела при прохождении положения равновесия перед первым ударом.
- 2) Определите величину максимального сжатия пружины после второго удара.
- 3) Сколько времени прошло между моментом отпускания тела и моментом максимального сжатия пружины после первого удара?

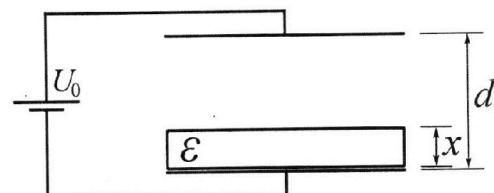
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

2. Рабочим телом тепловой машины, работающей по циклу 1-2-3-4-1, является идеальный газ (см. рис.). Участки цикла 1-2 и 3-4 лежат на прямых, проходящих через начало координат, 2-3 – изохора, 4-1 – изобара. На каждом из участков 2-3 и 4-1 от газа было отведено количество теплоты Q ($Q > 0$). Молярная теплоёмкость газа в процессе 3-4 равна $C = 3R$, R – универсальная газовая постоянная. Отношение температур $T_4/T_1 = 5/2$.

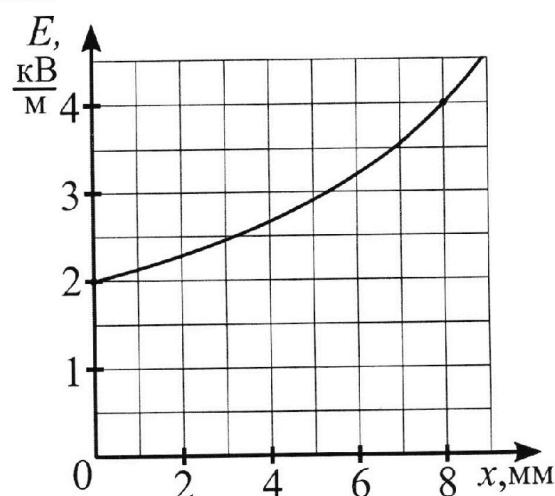


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 4-1.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

3. Плоский конденсатор подсоединен к источнику постоянного напряжения. Расстояние между обкладками $d = 12 \text{ мм}$ (см. рис.). В конденсатор вставляется пластина из диэлектрика толщиной x (пластина занимает часть объема конденсатора, равную x/d). Известна часть графика зависимости напряженности электрического поля в воздушном зазоре от толщины пластины x (см. рис.). Диэлектрическую проницаемость воздуха принять равной единице.



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





**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



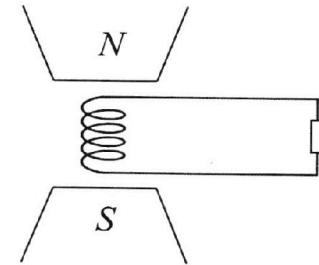
Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

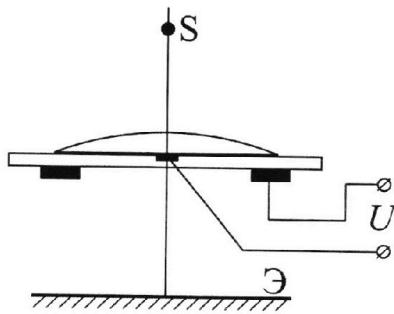
- 4.** Катушка с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля направлены перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени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

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

Сопротивлением катушки и соединительных проводов пренебречь.



- 5.** Капля электропроводящей прозрачной жидкости с показателем преломления $n = 1,4$ покоится на тонкой смачиваемой прозрачной горизонтальной диэлектрической подложке (см. рис.). Капля используется в качестве тонкой плосковыпуклой линзы для получения изображения маленького светящегося шарика-светодиода S на экране \mathcal{E} . Источник S можно перемещать вдоль главной оптической оси линзы. Плоскость экрана перпендикулярна оси и находится на расстоянии $b = 6$ см от линзы. Расстояние от источника до линзы значительно больше диаметра пучка света, проходящего через линзу. Если под каплей соосно расположить два электрода, так что небольшой центральный электрод непосредственно контактирует с жидкостью, а периферийный (кольцо) изолирован от неё, то можно изменять радиус R кривизны верхней поверхности линзы по линейному закону в зависимости от напряжения U , прикладываемого к электродам. Если светодиод на высоте $a_1 = 12$ см над каплей, то изображение на экране при $U_1 = 1$ В. Если светодиод на высоте $a_2 = 18$ см, то изображение на экране при напряжении $U_2 = 2$ В.



- 1) Выведите формулу для фокусного расстояния F плосковыпуклой тонкой линзы в зависимости от радиуса кривизны R и показателя преломления n .
- 2) Определите радиус кривизны R_0 капли при нулевом напряжении.
- 3) Считая, что светодиод излучает одинаковую световую мощность по всем направлениям, определите отношение средних освещённостей E_1/E_2 первого и второго изображений. Поглощением света в подложке пренебречь. Освещённость — энергия света, падающего на единицу площади в единицу времени.

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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
1 из 3

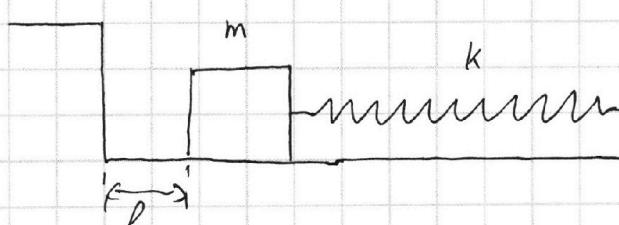
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

m, k, l_0

1. $V_0 - ?$

2. $\Delta_2 - ?$

3. $T - ?$



$$V_0^2 = \frac{k}{m} \frac{121}{16} l_0^2$$

$$V_0 = \frac{11}{4} l_0 \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$$

1. Так как поверхность шадкая, то выполняется ЗСЭ.

2. После первого удара выполняются некоторые

коэффициенты первого Q_1 , тогда ЗСЭ имеет вид:

$$\frac{k(\frac{11}{4}l_0)^2}{2} = \frac{kl_0^2}{2} + \frac{mV_1^2}{2} = \frac{kl_0^2}{2} + \frac{mU_1^2}{2} + Q_1 = \frac{k(\frac{5}{2}l_0)^2}{2} + Q_1$$

Здесь V_1 - скорость перед 1-ым ударом, U_1 - скорость после 1-го удара.

$$Q_1 = \frac{k}{2}l_0^2 \left(\frac{121}{16} - \frac{25}{4} \right) = \frac{21}{32} kl_0^2$$

$$U_1^2 = \frac{k(\frac{11}{4}l_0)^2}{m} - \frac{kl_0^2}{m} - 2\frac{Q_1}{m} = \frac{k}{m}l_0^2 \left(\frac{121}{16} - 1 - \frac{21}{16} \right) = \frac{k}{m}l_0^2 \frac{84}{16}$$

~~$E_{k\text{посл}} = E_{k\text{до}}$~~ \rightarrow По условию $\frac{E_{k\text{посл}}}{E_{k\text{до}}} = \text{const}$

$$V_1^2 = kl_0^2/m \left(\frac{121}{16} - 1 \right) = \frac{kl_0^2}{m} \frac{105}{16}$$

$$\frac{E_{k\text{посл}}}{E_{k\text{до}}} = \frac{\frac{m}{2}V_1^2}{\frac{m}{2}U_1^2} = \frac{105}{84}$$

Очевидно, что скорость после второго удара

$U_1 = V_2$, U_2 - скорость после 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.



1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
2 из 3

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

$$\frac{E_{k20}}{E_{k\text{исход}}^2} = \frac{V_2^2}{U_2^2} = \frac{105}{84} \quad U_2^2 = V_2^2 \cdot \frac{84}{105} \quad \cancel{\frac{Kl_0^2}{m} \cdot \frac{105}{16} \cdot \frac{84}{105}} = \frac{Kl_0^2}{m} \cdot \frac{84}{16}$$

$$U_2^2 = \frac{Kl_0^2}{m} \cdot \frac{84}{16} \cdot \frac{105}{84} = \frac{Kl_0^2}{m} \cdot \frac{84^2}{16 \cdot 105}$$

$$\exists C \ni: \frac{mU_2^2}{2} + \frac{Kl_0^2}{2} = \frac{Ka_2^2}{2} \quad \Delta_2^2 = \frac{m}{k} U_2^2 + l_0^2 = \frac{84^2}{16 \cdot 105} l_0^2 + l_0^2$$

$$\Delta_2 = \sqrt{\frac{26}{5}} \cdot l_0$$

Рассмотрим момент 1-го удара: движение
чурка описывается уравнением гармонич. колебаний:
 $x_1(t) = A_1 (\sin \omega t + \varphi_1)$ $A_1 = \frac{11}{4} l_0$ $x_1(0) = A_1 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \sin \varphi_1 = 1 \quad \varphi_1 = \frac{\pi}{2} + 2\pi n, n \in \mathbb{Z} \quad x_1(t) = \frac{11}{4} l_0 \cos \omega t$$

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m}}$$

^{движение}
После удара можно описать движение чурка с другими коэффициентами:

$$x_2(t) = A_2 (\sin \omega t + \varphi_2) \quad A_2 = \frac{5}{2} l_0, \quad x_2(0) = l_0 \quad l_0 = \frac{5}{2} l_0 \sin(\varphi_2 + \varphi_1)$$

$$\sin(\varphi_2 + \varphi_1) \quad \sin \varphi_2 = \frac{2}{5} \quad \varphi_2 = \arcsin \frac{2}{5}$$

τ_1 - момент перед 1-ым ударом $x_1(\tau_1) = l_0 = \frac{11}{4} l_0 \cos \omega \tau_1$

$$\cos \omega \tau_1 = \frac{4}{11} \quad \omega \tau_1 = \arccos \frac{4}{11} \quad \tau_1 = \frac{\arccos \frac{4}{11}}{\sqrt{\frac{K}{m}}}, \quad \tau_1 > 0.$$

τ_2 - момент макс. откл. после 1-го удара.

$$x_2(\tau_2) = \frac{5}{2} l_0 = \frac{5}{2} l_0 \cdot \sin(\omega \tau_2 + \varphi_2) \quad \sin(\omega \tau_2 + \varphi_2) = 1$$

$$\omega \tau_2 + \varphi_2 = \frac{\pi}{2} \quad \tau_2 = \frac{1}{\omega} \left(\frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{2}{5} \right) = \sqrt{\frac{m}{K}} \left(\frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{2}{5} \right).$$

$$\text{Общ. } \tau = \tau_1 + \tau_2 = \sqrt{\frac{m}{K}} \left(\frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{2}{5} + \arccos \frac{4}{11} \right)$$



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
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!

$$\text{Решение: 1. } V_0 = \frac{\pi}{4} l_0 \sqrt{\frac{k}{m}}; \quad 2. S_2 = \sqrt{\frac{26}{5}} \cdot l_0;$$

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

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
1 из 2

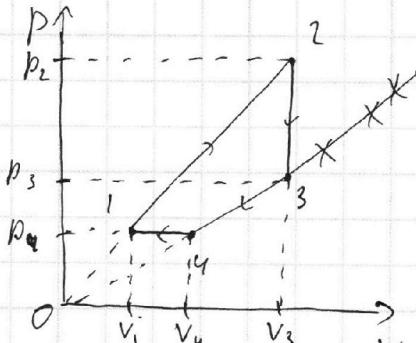
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{aligned} C_{3-4} &= 3R \\ \frac{T_4}{T_1} &= \frac{5}{2}, Q \end{aligned}$$

1. ~~если~~ C_b ?

2. A_{3-4} ?

3. η ?



Известно, что в изобарии
процесс с η может
иметь место

$$C_b = \frac{i+2}{2} R$$

~~$$3-4: p \sim V \quad \Delta U = \frac{i}{2} VR \Rightarrow \eta = \frac{i}{2} (p_4 V_4 - p_3 V_3)$$~~

~~$$A_{3-4} = \frac{1}{2} (p_3 V_3 - p_4 V_4) - \text{из изобарии под изобарии}$$~~

~~$$Q_{3-4} = -\frac{i}{2} (p_3 V_3 - p_4 V_4) + \frac{1}{2} (p_3 V_3 - p_4 V_4) = (p_3 V_3 - p_4 V_4) \cdot \frac{1-i}{2}$$~~

~~$$Q_{3-4} = \frac{1}{2} Q$$~~

~~$$\text{Действительно } \eta = \frac{C_b}{C_b + Q} = \frac{C_b}{2} \text{ изобарии под изобарии}$$~~

~~$$\eta = \frac{C_b}{C_b + Q}$$~~

$$3-4: p \sim V \quad \Delta U = \frac{i}{2} VR \Delta T_{3-4} = \frac{i}{2} (p_4 V_4 - p_3 V_3)$$

$$A_{3-4} = -\frac{1}{2} (p_3 V_3 - p_4 V_4) \quad Q_{3-4} = \Delta U_{3-4} + A_{3-4} = \frac{1}{2} (p_4 V_4 - p_3 V_3) - \frac{i+1}{2}$$

$$C_{3-4} = \frac{Q_{3-4}}{\Delta T_{3-4}}, \quad \Delta T_{3-4} = \frac{p_4 V_4 - p_3 V_3}{VR} \quad C_{3-4} = \frac{i-1}{2} \frac{p_4 V_4 - p_3 V_3}{p_4 V_4 - p_3 V_3} \frac{VR}{i}$$

$$C_{3-4} = \frac{i+1}{2} R, \quad i \neq 1 \quad i+1 = \frac{2C_{3-4}}{R} \quad i = \frac{2C_{3-4}}{R} + 1 = 5$$

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

~~$$\frac{T_4}{T_1} = \frac{5}{2} \quad \text{или:} \quad \frac{V_4}{V_1} = \frac{p_4}{p_1} = \frac{5}{2}; \quad A_{3-4} = \frac{p_3 + p_4}{2} (V_3 - V_4) - p_3 (V_4 - V_1)$$~~

~~$$A_{3-4} = \frac{p_3 + p_4}{2} (V_3 - V_4) - \frac{p_3 + p_4}{2} (V_3 - V_4) - p_3 (V_4 - V_1)$$~~



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"/> 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
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!

~~Процес V₁ → V₄~~ $V_4 = \frac{5}{2}V$ ~~Процесс 4-1: Q = \frac{5}{2}(p_4V - p_4\frac{5}{2}V)~~

~~$\rightarrow p_4(\frac{5}{2}V - V) \quad Q = -\frac{35}{2 \cdot 2} p_4 V \rightarrow \frac{3}{2} p_4 V = -\frac{3}{2} p_4 V (1 + \frac{5}{2}) = -\frac{21}{4} p_4 V$~~

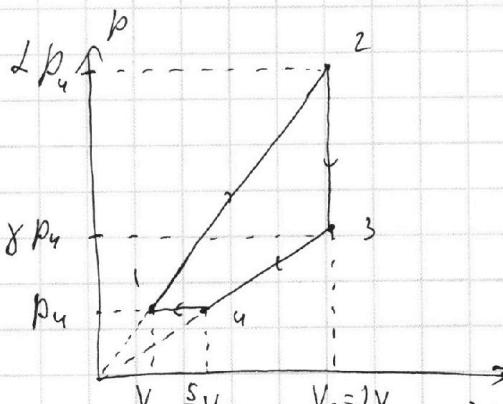
~~Процесс 2-3: $Q = \frac{5}{2}(p_3V_3 - p_2V_3) = \frac{5}{2}V_3(p_3 - p_2) = \frac{5}{2}p_3V_3 - \frac{5}{2}p_2V_3$~~

~~Процесс 1-2: $\frac{p}{V} = \text{const}$, $\frac{p_4}{V} = \frac{p_2}{V_3}$, $p_2 = p_4 \frac{V_3}{V}$~~

~~Процесс 3-4: $\frac{p}{V} = \text{const}$, $\frac{p_3}{V_3} = \frac{p_4}{\frac{5}{2}V}$, $V_3 = \frac{5}{2}V \frac{p_3}{p_4} \frac{5}{2}$~~

~~$A_{43} = \frac{1}{2}p_2V_3 - \frac{1}{2}p_2V + \frac{1}{2}p_4V_3 - \frac{1}{2}p_4V - \frac{1}{2}p_3V_3 + \frac{5}{4}p_3V - \frac{1}{2}p_4V_3 +$
 $+ \frac{5}{4}p_4V - \frac{5}{2}p_4V - p_4V$~~

~~$p_3 = \frac{2}{5}p_4 \frac{V_3}{V}$~~



Процес 1-2: $p \sim V \Rightarrow p_2 = 2p_4$,

$V_3 = 2V$

3-4: $p \sim V \Rightarrow p_3 = 8p_4$, $V_3 = 8p_4 \frac{5}{2}V$

$2 = \frac{5}{2}\gamma$

2+3+4-1: $C_p = \frac{Q}{V \Delta T_{1-4}}$

$\Delta T_{1-4} = \frac{Q}{C_p \cdot V} = \frac{2}{7} \frac{Q}{VR} = (p_4V - \frac{5}{2}p_4V)/VR$

$\frac{2}{7}Q = \frac{3}{2}p_4V \quad p_4V = \frac{4}{21}RQ$

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

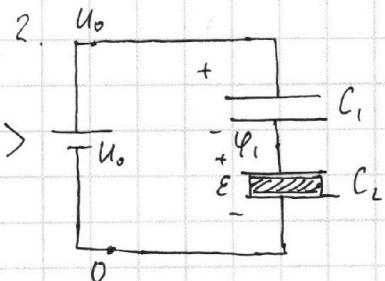
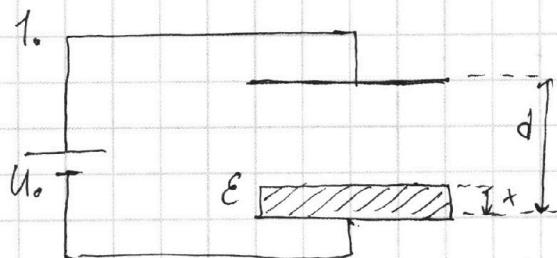
СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

$$d = 12 \text{ см}$$

$$1. U_0 - ?$$

$$2. E - ?$$



Напряжение на конденсаторе U_0 , если диэлектрика нет, то $U_0 = E_i \cdot d$, $E_i = 2 \cdot 10^3 \frac{B}{\mu}$, из графика.

$$U_0 = 2 \cdot 10^3 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 24 \text{ В.}$$

Рисунок 2: фактическая схема замещения на 2 конденсатора.

$$C_1 = \epsilon_0 \frac{S}{d-x} \quad C_2 = \epsilon \epsilon_0 \frac{S}{d-x} \quad \text{Поскольку } x = 8 \text{ см (из графика).}$$

$$\text{Закон сохр. заряда: } 0 = -C_1(U_0 - \varphi_1) + C_2(\varphi_1 - 0)$$

$$0 = \varphi_1 C_1 - U_0 C_1 + C_2 \varphi_1. \quad \text{Конденсатор в конденсаторе } C_1:$$

$$E_2 = (U_0 - \varphi_1) = E_2 \cdot (d - x), \quad E_2 = 4 \cdot 10^3 \frac{B}{\mu} \text{ (из графика).}$$

$$\text{т.к. } U_0 - \varphi_1 = 16 \text{ В.} \quad \varphi_1 = 8 \text{ В.}$$

$$C_1(U_0 - \varphi_1) = C_2 \varphi_1, \quad \epsilon_0 \frac{S}{d-x} (U_0 - \varphi_1) = \epsilon \epsilon_0 \frac{S}{d-x} \cdot \varphi_1,$$

$$\epsilon = \frac{U_0 - \varphi_1}{\varphi_1} = 2$$

$$\text{Ответ: 1. } U_0 = 24 \text{ В; 2. } \epsilon = 2.$$

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



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

СТРАНИЦА
1 из 2

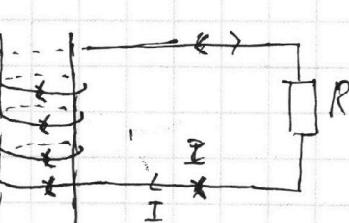
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$n; S_1; B_0$
 $R, \tau; I_1$

1. γ -?

2. q -?

3. L -?



В катушке возникает ЭДС индукции.

$$\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -S_1 n \frac{dB}{dt}$$

Также появится ЭДС самоиндукции.

$$\mathcal{E}_m = -L \frac{dI}{dt} \approx, T.R. Ток возрастает линейно,$$

то скорость изменения тока $\frac{dI}{dt} = \gamma = \text{const.}$

~~Выберем обход контура & соотнесём с векторами нормали \vec{N} :~~

$$\mathcal{E}_i + \mathcal{E}_m = IR \quad S_1 n \frac{dB}{dt} + L \frac{dI}{dt} = IR$$

$I(t) = \gamma t$ - зависимость или ток в катушке от времени (в начале ток 0), $I(\tau) = I_1 = \gamma \tau \quad \gamma = \frac{I_1}{\tau}$

Выберем обход контура согласовано с вектором нормали \vec{N} :

$$\mathcal{E}_i + \mathcal{E}_m = IR - S_1 n \frac{dB}{dt} - L \frac{dI}{dt} = IR | \times dt.$$

$$-S_1 n dB - L dI = I dt R \quad \text{суммируем: } -S_1 n dB - L dI = sq R$$

$q_1, R = S_1 n B_0 - LI_1$, q_1 - заряд протекший через резистор, пока ток не вырос.

Новую форму тока имеет вид: $\mathcal{E}_m = IR$

$$-L \frac{dI}{dt} = IR \quad -L dI = I dt R, \text{ суммируем: } \boxed{LI = C}$$

$-LI = sq R \quad LI_1 = q_2 R$, q_2 - заряд протекший через резистор новой формы. Имея и уравнение тока во втором



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 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 зависимость тока от времени, пока неизвестен:

$$I(t) = \gamma t \quad \frac{dq}{dt} |t| = \gamma t \quad dq = \gamma t dt$$

$$\text{Интеграл } \int dq = \int \gamma t dt = \gamma \frac{t^2}{2} \Big|_0^\tau$$

$$q_1 = \frac{1}{2} \gamma \tau^2 = \frac{1}{2} I_1 \tau$$

~~$$q_1 = \frac{S_1 n B_0}{R} \tau I = \frac{L I}{R} \tau I = \frac{1}{2} L I \tau \quad q_1 R = S_1 n B_0 - L I,$$~~

$$L = \frac{1}{I_1} (S_1 n B_0 - q_1 R) \Leftrightarrow \frac{S_1 n B_0}{I_1} - \frac{1}{2} \tau R$$

$$q_2 = \frac{L I_1}{R} = \frac{S_1 n B_0}{R} - \frac{1}{2} I_1 \tau \quad q = q_1 + q_2 = \frac{S_1 n B_0}{R} - \frac{1}{2} I_1 \tau + \frac{1}{2} I_1 \tau$$

$$q = \frac{S_1 n B_0}{R} \quad \text{Ответ: 1. } \gamma = \frac{I_1}{\tau}; 2. q = \frac{S_1 n B_0}{R}; 3. L = \frac{S_1 n B_0}{I_1} - \frac{1}{2} \tau R$$

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.

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

СТРАНИЦА
1 из 2

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

$$n = 1,4$$

$$b = 6 \text{ см}$$

$$a_1 = 12 \text{ см}$$

$$U_1 = 113$$

$$a_2 = 18 \text{ см}$$

$$U_2 = 213$$

$$1. F(R, h)$$

$$2. R_0?$$

3.

T.K. Капля - "Тонкая линза выпуклая шайба",
то можно воспользоваться формулой

тонкой линзы. Здесь ~~здесь~~ ~~написано~~ ~~написано~~ ~~написано~~ ~~написано~~
~~написано~~ ~~написано~~ ~~написано~~ ~~написано~~

Представим, что под каплей есть огнь

горячий слой воздуха, тогда из

одинаковой формулы тонкой линзы

находим оптическую силу линзы:

$D = \frac{n_{air} - n_{water}}{n_{air}} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$, n_{air} - показатель преломления воздуха, считаем, что $n_{air} = 1$. R_1 - радиус кривизны выпуклой поверхности, R_2 - радиус кривизны плоской поверхности $R_2 \rightarrow \infty \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{1}{R_2} \rightarrow 0 \Rightarrow D = -1 + h \frac{1}{R_1} = \frac{1}{F} \quad F = R_1 \frac{R_1}{h-1}$$

$$F(R, h) = \frac{R}{h-1} \quad \underline{\text{Ответ}}$$

Формула тонкой линзы при натяжении U_1 ,

$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{d} + \frac{1}{a_1}, \quad F_1 = \frac{a_1 \cdot d}{a_1 + d} = \frac{72}{18} = \frac{12}{3} \text{ см. Чис.}$$

$$\text{Натяжение } U_2: \quad \frac{1}{F_2} = \frac{1}{d} + \frac{1}{a_2} \quad F_2 = \frac{a_2 \cdot d}{d + a_2} = \frac{108}{24} = 6 \text{ см.}$$



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

СТРАНИЦА
2 из 2

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

Радиус кривизны при U_1 : $R_1 = F_1 \cdot (n-1) = 4 \cdot 0,4 = 1,6 \text{ см}$.

Радиус кривизна при U_2 : $R_2 = F_2 \cdot (n-1) = 6 \cdot 0,4 = 2,4 \text{ см}$.

Так как $R(U)$ -линейная зависимость, то

$R_0 = 0,8 \text{ см}$. (за $\Delta U = 1 \text{ В}$, радиус изменяется на

$$(R_2 - R_1 = 0,8 \text{ см})$$

ответ.



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!



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!

$$\begin{array}{r} \cancel{\frac{11}{11}} \\ \cancel{\frac{11}{11}} \\ \cancel{\frac{11}{11}} \\ \cancel{\frac{11}{11}} \\ \cancel{\frac{11}{11}} \end{array} \quad \begin{array}{r} 84 \\ 92 \\ 21 \\ 26 \\ 13 \end{array} \left| \begin{array}{r} 2 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \end{array} \right. \quad \begin{array}{r} 121 \\ \cancel{16} \\ \cancel{105} \\ 21 \\ 5 \end{array}$$

$$\frac{84^2 + 16 \cdot 105}{16 \cdot 105} = \frac{(4 \cdot 21)^2 + 4^2 \cdot 21 \cdot 5}{16 \cdot 105},$$

$$\frac{4^2 \cdot 21(21+5)}{16 \cdot 105} = \frac{26}{5} = \frac{1}{5}$$

$$U = L \frac{dI}{dt}, \quad B = L \cdot \frac{A}{c} = L \cdot \frac{B}{am \cdot c}, \quad I = \frac{U}{R}, \quad A = \frac{B}{am}, \quad L = am \cdot c.$$

$$P_3 = \frac{2}{5} P_4 \frac{V_3}{V}, \quad T_4 = \frac{5}{2} T_1, \quad 108$$

$$Q = C = \frac{Q}{J \Delta T}, \quad \Delta T = \frac{Q}{J \cdot C}$$

$$\begin{cases} \Delta T_{2-3} = \frac{Q}{J \frac{5}{2} R} = \frac{2}{5} \frac{Q}{JR} = T_3 - T_2, \\ \Delta T_{3-4} = \frac{7}{2} \frac{Q}{JR} = T_1 - T_4 = -\frac{3}{2} T_1, \end{cases}$$

$$T_2 = L^2 T_1, \quad T_3 = \gamma^2 T_4.$$

$$Q = p_2 V - p_4 V, \quad p_2 = 2 p_4, \quad p_3 = \gamma p_4$$

$$V_3 = 2 V, \quad V_3 = \gamma \cdot \frac{5}{2} V, \quad L = \frac{5}{2} \gamma.$$

$$T_3 - T_2 = \gamma^2 T_4 - L^2 T_1 = \gamma^2 (T_4 - \frac{25}{4} T_1)$$

ЧЕРНОВИК