



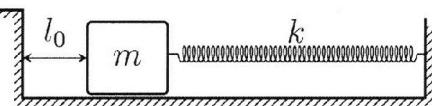
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

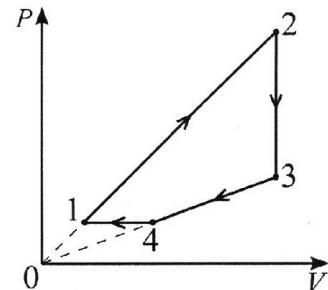
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k . На расстоянии l_0 от тела находится вертикальный уступ, как показано на рисунке. Сжимая пружину на $11l_0/4$, тело придвигают к стене и отпускают без начальной скорости.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



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

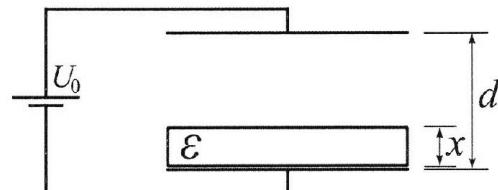
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

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

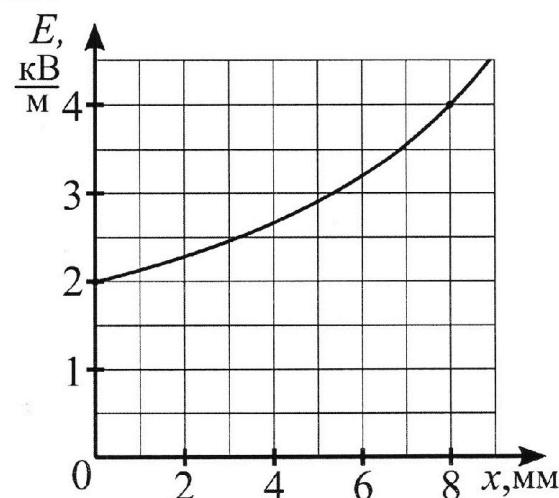


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 4-1.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

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



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





Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05

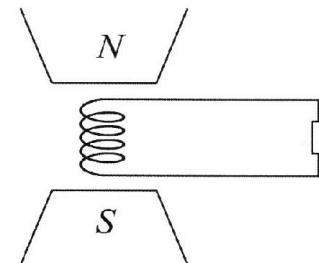


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

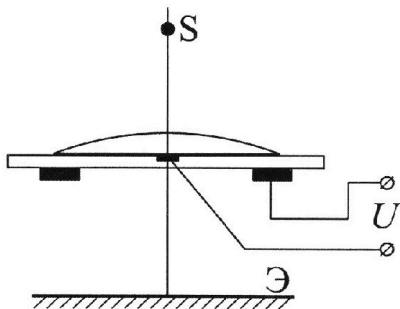
4. Катушка с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля направлены перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ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

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

Сопротивлением катушки и соединительных проводов пренебречь.



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



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

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



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

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!

1) ~~Объясните~~ Обозначу отношение начальной энергии после удара к ее удара, как $\gamma = \frac{E_k \text{ после}}{E_k \text{ до}}$. Грустная пак статы, когда $v=0$

При ударе о стенку изменяется только начальная энергия, потенциальная не может изменяться из-за удара (длина пружины не меняется при ударе).

2) На тело во время движения действует только одна сила - сила упругости от пружины; \Rightarrow Тяготение равновесна, когда пружина не растянута-стянута.

3) Во время движения на тело не действует только ~~не~~ тела, только потенциальные силы совершают работу \Rightarrow 3-му соч. энергии привнесли для тела, кроме момента удара. Так 3-му соч. энергии! (Рис. 1)

$$\frac{K \cdot \left(\frac{11}{4}l_0\right)^2}{2} = \frac{K \cdot (l_0)^2}{2} + \frac{m v_{1x}^2}{2} v_1^2 \quad \leftarrow \text{изменение}$$

равновесия до удара $\Rightarrow v_1 = \frac{11}{4} l_0 \cdot \sqrt{\frac{K}{m}}$

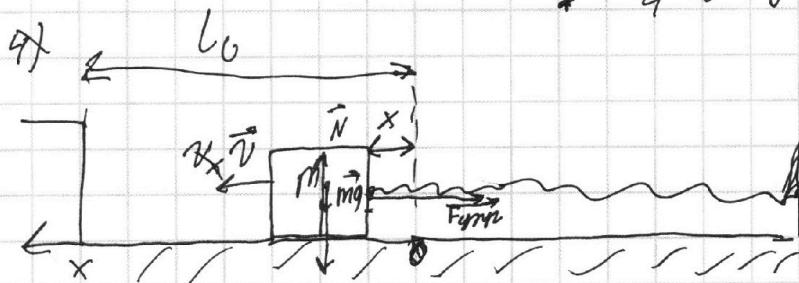


Рис. 1. Рис. 1.

4) Две скорости v_{1x} - скорость до удара; $v_{1y} = v_{1x}$ - скорость после удара по 3-му соч. энергии:

$$\frac{K \cdot \left(\frac{11}{4}l_0\right)^2}{2} = \frac{K l_0^2}{2} + \frac{m v_{1x}^2}{2}, \quad \frac{K \cdot \left(\frac{5}{2}l_0\right)^2}{2} = \frac{K l_0^2}{2} + \frac{m v_{1y}^2}{2}$$

$$\gamma = \frac{\frac{m v_{1y}^2}{2}}{\frac{m v_{1x}^2}{2}} = \frac{\frac{121}{16} \cdot \frac{K l_0^2}{2} \left(\frac{121}{16} - 1\right) \frac{K l_0^2}{2}}{\left(\frac{25}{4} - 1\right) \frac{K l_0^2}{2}} = \frac{121 - 16}{100 - 16} - \frac{105}{84} = \frac{5}{7}$$



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!

$$\gamma = \frac{m v_{1n}^2 / 2}{m v_{1g}^2 / 2} = \frac{\left(\frac{25}{4} - 1\right) \frac{k l_0^2}{2}}{\left(\frac{121}{16} - 1\right) \frac{k l_0^2}{2}} = \frac{2 \cdot \frac{100 - 16}{121 - 16}}{\frac{84}{105}} = \frac{4}{5}$$

5) *Последний удар* Перед 2-м ударом скорость тела будет γv_{1g} . ✓

$$\frac{m v_{2g}^2}{2} + \frac{k l_0^2}{2} = \frac{m v_{1n}^2}{2} + \frac{k l_0^2}{2} = \frac{25}{4}, \frac{k l_0^2}{2}$$

$$\frac{m v_{2g}^2}{2} = \frac{25}{4} \frac{k l_0^2}{2}$$

$$\frac{m v_{2n}^2}{2} = \gamma \cdot \frac{m v_{2g}^2}{2} \Rightarrow \frac{k l_2^2}{2} = \frac{k l_0^2}{2} + \frac{m v_{2g}^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{k l_2^2}{2} = \frac{k l_0^2}{2} + m \frac{25 k l_0^2}{4 \cdot 2} \cdot \gamma \Rightarrow l_2^2 = l_0^2 \left(1 + \frac{25}{4} \cdot \gamma\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow l_2 = l_0 \sqrt{1 + \frac{25}{4} \gamma} = l_0 \sqrt{\frac{9}{4}} = l_0 \cdot \frac{3}{2}, l_2 - \text{величина}$$

наибольшего пружинения после 2-го удара

6) Чт. по 2-му закону Ньютона для тела:

$$\vec{F}_{\text{упр}} + \hat{N} + \vec{m g} = \vec{m a}$$

$$0X! \quad -k \cdot x = m a_x \Rightarrow m \ddot{x} + kx = 0 \Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{m} x = 0 \Rightarrow$$

\Rightarrow тело будет гармонически колебаться по упр.-направ.

$$x = A \cdot \cos \omega t + B \cdot \sin \omega t, \text{ где } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Для этого движущегося тела:

$$x(0) = -\frac{11}{4} l_0 = A \cdot 1 + B \cdot 0 \Rightarrow A = -\frac{11}{4} l_0$$

$$v_x(0) = 0 = \omega \cdot A \cdot 0 + \omega B, \Rightarrow B = 0$$

$$x(t_1) = l_0 = -\frac{11}{4} l_0 \cdot \cos \omega t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{\arccos(-\frac{4}{11})}{\omega}$$

t_1 - время от начала до удара первого



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

1	2	3	4	5	6	7
+						

СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

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

Две геометрические точки узора будут другие когда-то и эти узоры не смогут находить другим временем от момента появления узора.

$$x(t) = A_1 \cdot \cos \omega t + B_1 \cdot \sin \omega t \quad (K, m \text{ are real numbers})$$

$$x(0) = 60 = A_1 \cdot 1 + B_1 \cdot 0 \Rightarrow A_1 = 60$$

$$X \cdot V_X(0) = -V_{1g} = A_1 \cdot w \cdot 0 + B_1 \cdot w \cdot 1 \Rightarrow B_1 = -\frac{V_{1g}}{w}$$

$$\frac{m v_{1g}^2}{2} = \frac{25}{4} \frac{K l_0^2}{2} - \frac{K l_0^2}{2} \Rightarrow v_{1g} = \sqrt{\frac{25-4}{4} K l_0^2 / m} = \frac{l_0}{2} \sqrt{\frac{21K}{m}}$$

$$x(t) = C_0 \cdot \cos \omega t - \frac{C_0}{2} \cdot \sqrt{\frac{2k}{m}} \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \sin \omega t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x(t) = (0.005 \cos \omega t - \sqrt{\frac{21}{4}} \sin \omega t)$$

$$x(t) = \frac{\xi}{2} \cdot l_0 \cdot (\cos \omega t \cdot \cos \varphi - \sin \varphi \cdot \sin \omega t) = \frac{\xi}{2} l_0 (\cos(\omega t + \varphi))$$

$$\text{zgl } \varphi = \arctg\left(\frac{\sqrt{27}}{q}\right)$$

$$-\frac{5}{2}l_0 = x(t_2) = \frac{5}{2}l_0 \cdot \cos(\omega t_2 + \varphi) = w t_2 + \varphi = j_l \Rightarrow$$

$\Rightarrow t_2 = \frac{R - q}{W}$, t_2 - Specified memory test.��間と a max となる

$$t = t_1 + t_2 = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \left(\arccos\left(-\frac{4}{7}\right) + \pi - \arctan\left(\frac{\sqrt{21}}{4}\right) \right) - 0.8 \text{ secante}$$

om kalko, go max emdane

Ответ: Скорость света при прохождении воздуха неизменна

$V_1 = \frac{11}{4} \ln \sqrt{\frac{K}{m}}$; максимальная величина сдвигов равна 2

Угара $l_2 = l_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$; времето от кога отпускането до максимално състояние наше перво угла $t = \sqrt{\frac{m}{k}} (\arccos(-\frac{q}{m}) + \pi - \arctg(\sqrt{\frac{2m}{q}}))$.



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 4

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

1) Для газа V , 1-й процесс изобара $\Rightarrow P = \text{const}$

$$\text{По опр-нию } C = \frac{dQ}{dT} \Rightarrow \frac{dQ}{dT} = \cancel{dVR} + \frac{1}{2} VR dT + dA \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C = \frac{1}{2} \cdot R + \frac{dA}{dT}, i - \text{степень свободы газа} \quad \begin{matrix} k = \text{const} \\ n = \text{const} \end{matrix}$$

2) В процессе $3 \rightarrow 4$ $P = K \cdot V^n$ (записано из табл.) \Rightarrow

$\Rightarrow dA = P dV; 3)$ По ур-нию Менделеева-Клапейрона:

$$PV = VR \Rightarrow kV^n = VR \quad (\text{для } 3 \rightarrow 4) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow dT \cdot VR = 2kV \cdot dV \quad (\text{для } 3 \rightarrow 4), 3.2) \quad dA = P \cdot dV$$

$$C_{34} = \frac{1}{2} R + \frac{P K \cdot V \cdot dV \cdot R}{dT \cdot VR} = \frac{1}{2} R + \frac{R}{2}; C_{34} = 3R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} i = 6 - 1 = 5$$

4) Для $1 \rightarrow 4$: $dT \cdot VR = P \cdot dV \quad (P = \text{const})$

$$C_{14} = \frac{5}{2} R + \frac{P \cdot dV}{P \cdot dV / R} \Rightarrow \frac{7}{2} R = C_{14}$$

5) из ур-ния Менделеева-Клапейрона для $1 \rightarrow 4$

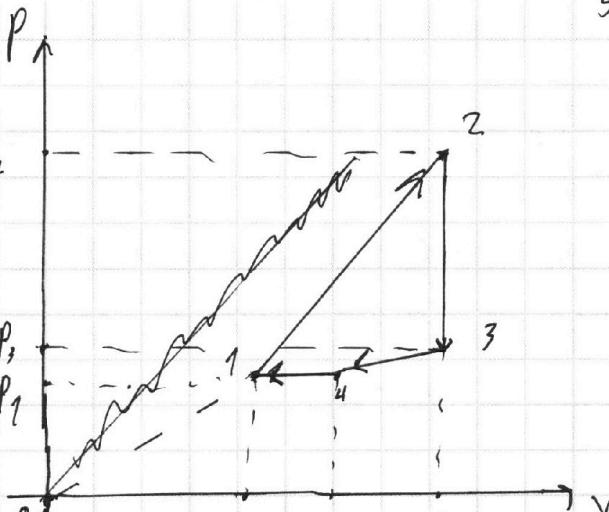
$$\frac{P V_1}{P V_4} = \frac{T_1 VR}{T_4 VR} \Rightarrow \frac{V_1}{V_4} = \frac{T_1}{T_4}$$

Для $1 \rightarrow 2$

$$\frac{K_2 V_2^2}{K_1 V_1^2} = \frac{T_2^2 VR}{T_1 VR} \Rightarrow \frac{V_2^2}{V_1^2} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$

Для $3 \rightarrow 4$:

$$\frac{K_4 V_4^2}{K_3 V_3^2} = \frac{T_4 VR}{T_3 VR} \Rightarrow \frac{V_4}{V_3} = \sqrt{\frac{T_4}{T_3}}$$



$$\Rightarrow \frac{V_1}{V_4} = \frac{V_1}{V_3} \cdot \frac{V_3}{V_4}, \frac{V_4}{V_3} = \frac{T_1}{T_4} \cdot \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \cdot \sqrt{\frac{T_4}{T_3}} \Rightarrow 1 = \sqrt{\frac{T_2}{T_3} \cdot \frac{T_1}{T_4}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_3} = \frac{T_4}{T_1}$$

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**.



- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 4

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

$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{T_4}{T_1} = \frac{5}{2}; \quad Q = \frac{5}{2} VR(T_2 - T_3) \rightarrow \text{(для упрощения)} \\ \xrightarrow[2 \rightarrow 3]$$

$$\Rightarrow Q \cdot \frac{2}{5 VR} = \frac{5}{2} T_3 - T_3 \Rightarrow \frac{Q \cdot \frac{2}{5}}{VR} = \frac{3}{2} T_3 \rightarrow$$

$$\Rightarrow T_3 = \frac{4}{15} \frac{Q}{VR} \rightarrow T_2 = \frac{2}{3} \frac{Q}{VR}$$

~~$$Q = 3 VR(T_3 - T_4) \Rightarrow T_4 = \frac{-Q}{3 VR} + T_3 \rightarrow$$~~

~~$$\Rightarrow T_4 = \frac{Q}{15 VR} \Rightarrow T_1 = \frac{Q \cdot 2}{75 VR}$$~~

~~$$7) dA_{12} = k_2 \cdot V \cdot dV = \frac{VR dT}{2} \rightarrow A_{12} = \frac{VR}{2} \cdot (T_2 - T_1)$$~~

~~$$A_{12} = \left(\frac{2}{3} - \frac{2}{75} \right) \frac{Q}{VR} \cdot VR = \frac{Q \cdot 2}{75} (25 - 1) = Q \cdot \frac{24}{75} = Q \cdot \frac{8}{25}$$~~

~~$$dA_{34} = k_1 \cdot V \cdot dV = \frac{VR dT}{2} \rightarrow A_{34} = \frac{VR}{2} (T_3 - T_4) \rightarrow$$~~

~~$$\Rightarrow A_{34} = \frac{VR}{2} \left(-\frac{4}{15} \frac{Q}{VR} + \frac{Q}{15 VR} \right) = -\frac{Q \cdot 3}{15 \cdot 2} = -\frac{Q}{10}$$~~

~~$$dA_{14} = p \cdot dV = VR dT \rightarrow A_{14} = VR (T_1 - T_4) \rightarrow$$~~

~~$$\Rightarrow A_{14} = VR \cdot \left(\frac{Q \cdot 2}{75 VR} - \frac{Q}{15 VR} \right) = Q \left(\frac{2}{75} - \frac{1}{10} \right) = -\frac{Q}{25}$$~~

~~$$dA_{23} = p \cdot dV \rightarrow A_{23} = 0$$~~

A - полная работа задувки. $A = A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41}$

~~$$A = Q \cdot \frac{8}{25} + 0 - \frac{Q}{10} - \frac{Q}{25} = Q \left(\frac{47}{25} - \frac{1}{10} \right) = Q \cdot \frac{39}{50}$$~~

~~$$8) n = \frac{A}{Q_{\text{нагр}}} = \frac{A}{Q_{\text{нагр}} + A} = \frac{1}{1 + \frac{Q_{\text{нагр}}}{A}}$$~~

~~$$Q_{\text{нагр}} = |Q_{23}| + |Q_{34}| + |Q_{14}| = 2Q + |A_{14}|(T_1 - T_4)|$$~~



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

СТРАНИЦА
4 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!

$$Q_{\text{хол}} = 2Q_2 + \frac{\gamma}{2}VR \cdot \left(\frac{Q}{1R \cdot 15} + \frac{Q \cdot 2}{45VR} \right) = 2Q + \frac{\gamma}{2} \cdot Q \cdot \frac{1}{25}$$

$$Q_{\text{хол}} = 2Q + \frac{\gamma}{50}Q \Rightarrow Q_{\text{хол}} = \frac{107}{50}Q$$

$$\eta = \frac{1}{Q_{\text{хол}} + 1} = \frac{1}{\frac{107}{50}Q + 1} = \frac{1}{\frac{107}{50}Q + 1} = \frac{-1 \cdot 3}{107 + 3} = \frac{3}{110}$$



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 4

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

$$6) Q = \frac{\gamma}{2} (T_4 - T_1) VR \Rightarrow \frac{2Q}{\gamma VR} = \frac{3}{2} T_1 \Rightarrow T_1 = \frac{4Q}{21VR} -$$

$$\Rightarrow T_4 = \frac{10Q}{21VR}$$

$$7) Q_{12} = 3 \cdot (T_2 - T_1) VR = 3 \cdot \left(\frac{Q_2}{3} - \frac{Q_1}{21} \right) = \\ = \frac{10Q}{21VR}$$

$$Q_{34} = 3 (T_3 - T_4) VR = 3 \left(- \frac{10Q}{21VR} \right)$$



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 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!

1) ~~JIL.R.~~



Рис.1

$$\varphi_A - \varphi_B = U_0$$

$$\varphi_A - \varphi_B = U_{\text{вн}} + U_C, U_C - \text{напряжение на короне}$$

2) ~~Диэлектрик~~ Рассмотрим конденсатор

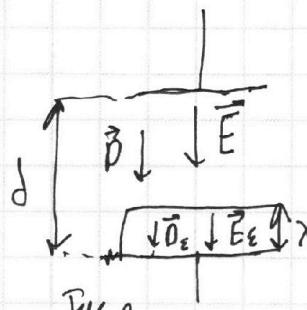


Рис.2

$$U_C = E \cdot (d-x) + E_{\epsilon} \cdot x \quad (\text{Рис. 1})$$

3) ~~JIL.R.~~ диэлектрик одноподложный:

$$\vec{D}_{\epsilon} = \epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot \vec{E}_{\epsilon}$$

4) Из условия на границу след:

$$D = D_{\epsilon}$$

$$1 \cdot E \cdot \epsilon_0 = \epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot E_{\epsilon} \Rightarrow E_{\epsilon} = \frac{1}{\epsilon} E$$

5) Когда $x=0$: $E = 2 \frac{KB}{\mu}, U_0 = U_C = E(d-0) + E_{\epsilon} \cdot 0 \cdot 0 \cdot \frac{1}{\epsilon} = E \cdot d$

$$U_0 = E \cdot d = 2 \frac{KB}{\mu} \cdot 12 \text{мм} = 2 \cdot \frac{KB}{\mu} \cdot 0,012 \text{м} = 24 \text{В}$$

6) Когда $x=8 \text{мм}$: $E = 2 \frac{KB}{\mu}, U_0 = E(d-x) + E \cdot \frac{1}{\epsilon} \cdot x \Rightarrow$

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

$$\Rightarrow \epsilon = \frac{8 \text{мм} \cdot 2 \frac{KB}{\mu}}{24 \text{В} - 2 \frac{KB}{\mu} (12 \text{мм} - 8 \text{мм})} = \frac{32 \text{В}}{(24 - 4 \cdot \frac{KB}{\mu})} = \frac{32}{8 - 4 \frac{KB}{\mu}}$$

Ответ: напряжение источника $U_0 = 24 \text{ В}$; диэлектрическая проницаемость диэлектрика $\epsilon = 4$



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

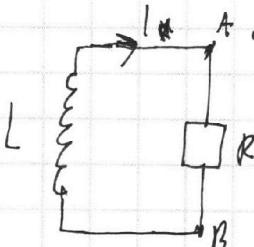
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

СТРАНИЦА
1 из 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!

1) Так ток изменяется ^{за время τ} возвращением от нуля до I_1 до I_1 ,
 то $I(t) = I_1 \cdot \frac{t}{\tau}$, $0 \leq t \leq \tau$ во время
 возвращения (~~производных по времени постоянны~~ ^{так возвращаем})
 $\Rightarrow I = k \cdot t + b$; $I(0) = 0 \Rightarrow b = 0$ $I(\tau) = I_1 \Rightarrow k = \frac{I_1}{\tau}$)

2) $\frac{dI}{dt} = \frac{I_1}{\tau}$ (меньшает от времени) $\Rightarrow \frac{dI}{dt}(\frac{\tau}{3}) = \frac{I_1}{\tau}$

3) 
 (такие включенные)

$$\begin{aligned} \varphi_A - \varphi_B &= IR \\ \varphi_A - \varphi_B &= -\frac{dI}{dt} L \end{aligned} \Rightarrow IR = -\frac{dI}{dt} L \Rightarrow I \cdot dt \Rightarrow$$

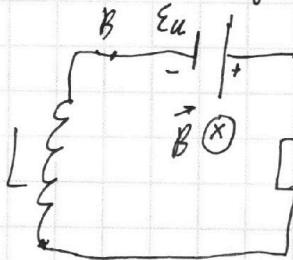
$$\Rightarrow R \cdot dI = -dI \cdot L \Rightarrow R \cdot I_2 = (0 - I_1) \cdot (-1) L \Rightarrow$$

$I_2 = \frac{I_1 \cdot L}{R}$, I_2 - заряд который протекает ^{через резистор} когда ток включенных падает и ток I_1 до минимума, когда ток равен 0.

I_1 - заряд; который протекает через резистор

$$I_1 = \int_0^\tau I(t) \cdot dt = \int_0^\tau I_1 \cdot \frac{t}{\tau} \cdot dt = I_1 \cdot \frac{\tau^2}{2\tau}$$

4) Тока поле включенных, ^{направление поля создает} ЭДС индуцированной в цепи равной $\mathcal{E}_u = -\frac{\partial \varphi}{\partial t} = -\frac{\partial B}{\partial t} \cdot n \cdot S_1$, где n, S_1 - число витков проводов магнита



$$\varphi_A - \varphi_B = \mathcal{E}_u$$

$$\varphi_A - \varphi_B = IR + \frac{dI}{dt} \cdot L \Rightarrow \mathcal{E}_u = IR + \frac{dI}{dt} \cdot L / dt$$

$$-\frac{\partial B}{\partial t} \cdot n \cdot S_1 = dI \cdot R + dI \cdot L \Rightarrow$$

(принцип - 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 checked="" type="checkbox"/> | <input 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!

$$B_0 - (0 - B_0) \cdot n \cdot S_1 = q_1 \cdot R + I_1 \cdot L \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L = \frac{B_0 n \cdot S_1 - q_1 R}{I_1} = \frac{B_0 n S_1 - I_1 \cdot \frac{\tau^2}{2\pi} R}{I_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L = \frac{B_0 n \cdot S_1}{I_1} - \frac{\tau R}{2} \Rightarrow q_2 = \frac{B_0 n \cdot S_1}{R} - \frac{\tau \cdot I_1}{2}$$

\Rightarrow 5) ~~q~~ \rightarrow ~~q~~ — заряд, который протекает от момента времени ~~начала~~

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

Ответ: скорость тока через время $\tau/3$ от начала выполнения $\frac{dI}{dt}(\tau/3) = \frac{I_1}{\tau}$; заряд q протекший через резистор от начала до нулевого тока через него $q = \frac{B_0 n \cdot S_1}{R}$, индуктивность катушки $L = \frac{B_0 n \cdot S_1}{I_1} - \frac{\tau R}{2} \frac{\tau R}{2}$

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.



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

$$R = K \cdot U + C, \quad K, C - \text{коэффициенты}$$

6) Для 90-го вида токовой цепи:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}, \quad \text{в нашем случае } \frac{1}{d} + \frac{1}{6} = \frac{n-1}{R}$$

$$R = \frac{d \cdot b}{(d+b)(n-1)}$$

$$R(U_1) = \frac{12 \text{ см} \cdot 6 \text{ см} \cdot 5}{18 \text{ см} \cdot 2} = 10 \text{ см}$$

$$R(U_2) = \frac{18 \text{ см} \cdot 6 \text{ см} \cdot 5}{24 \text{ см} \cdot 2} = \frac{45}{4} \text{ см}$$

$$R(U_1) = K \cdot U_1 + C$$

$$R(U_2) = K \cdot U_2 + C \Rightarrow \frac{R(U_1)}{U_1} - \frac{C}{U_1} = \frac{R(U_2)}{U_2} - \frac{C}{U_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R(U_1) - C = R(U_2) \frac{U_1}{U_2} - C \cdot \frac{U_1}{U_2} \Rightarrow (R(U_1) - R(U_2)) \frac{U_1}{U_2} = C \cdot \frac{U_2 - U_1}{U_2}$$

~~$$\Rightarrow C = R(U_1) - R(U_2) \frac{U_1}{U_2}$$~~

$$\Rightarrow R(U_1) \cdot U_2 - C \cdot U_2 = R(U_2) \cdot U_1 - C \cdot U_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C = \frac{R(U_1) \cdot U_2 - R(U_2) \cdot U_1}{U_2 - U_1} = \frac{10 \text{ см} \cdot 28 - \frac{45}{4} \text{ см} \cdot 18}{18} = (20 - \frac{45}{4}) \text{ см} =$$

$$= \frac{55}{4} \text{ см}$$

$$\text{При } U=0 \quad R(0)=C \Rightarrow R_0 = \frac{35}{4} \text{ см} = 8,75 \text{ см}$$

$$R(U_1) = U_1 \cdot K + C \Rightarrow K = \frac{R(U_1) - C}{U_1} = \frac{10 \text{ см} - 8,75 \text{ см}}{18} = \frac{1,25 \text{ см}}{18}$$

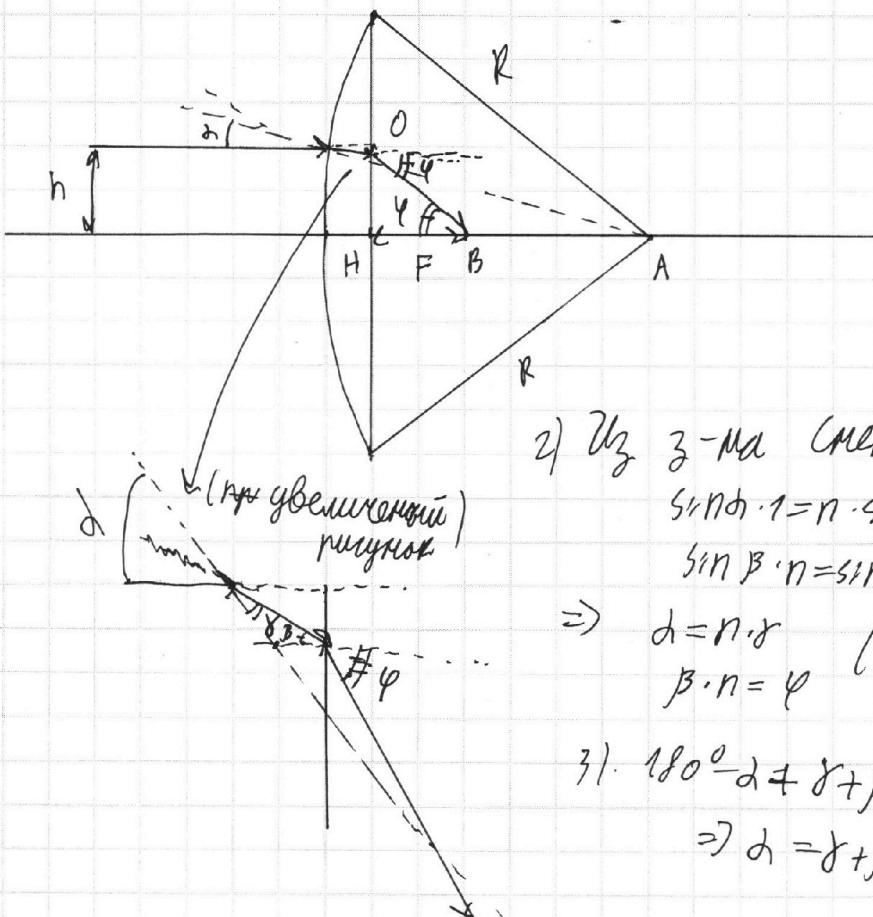
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

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

1) Выведу формулу ^{половиной} тонкой линзы в ^{предположении} пренебрежения (при малых фокусах) (при малых фокусах)



2) Из 3-го следствия:

$$\sin \phi \cdot 1 = n \cdot \sin \beta$$

$$\sin \beta \cdot n = \sin \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha = n \cdot \beta \quad (\text{угол в градусах})$$

$$3). 180^\circ - \alpha + \beta + \gamma = 180^\circ \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha = \beta + \gamma \Rightarrow \alpha - \frac{\alpha}{n} = \beta$$

$$\text{Но} \rightarrow \frac{\alpha(n-1)}{n} = \frac{\beta}{n}$$

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

4) Из треуг-ков $\triangle BHO$ и $\triangle AHO$ (& для тонкой линзы)

$$\psi \approx \tan \psi \approx \frac{h}{F}; \alpha \approx \tan \alpha \approx \frac{h}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{h}{F} \neq \frac{h}{R}(n-1) \Rightarrow F = R \frac{n-1}{n-1} \text{ в нашем случае}$$

$$5) Так $R(U)$ имеет вид \Rightarrow F = \frac{R}{0,4} = R \cdot \frac{5}{2}$$



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.

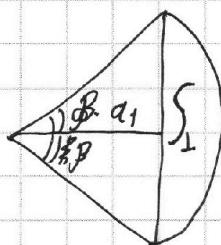
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

Учебник: $I = \frac{dW}{dt}$, после прохождения шлизы свет содержит в точку с потоком мощадью S_0 . $\Rightarrow E_i = \frac{I_i}{S_0}$; ~~часто излучение~~ $= \frac{I_0}{S_0} \cdot f_i$, f_i - часть света прошедшего через шлизу. Где источник излучает свет по всем направлениям однинаково, то

$$I = \frac{S}{4\pi} ; I_0 - поток W от источника; W - энергия излучения$$

$$\Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{\frac{I_0}{S_0} \cdot f_1}{\frac{I_0}{S_0} \cdot f_2} = \frac{f_1}{f_2} = \frac{S_1}{S_2}$$


S_1 - площадь края первого линзы

$\frac{S_1}{S_2} = \frac{d_2}{d_1}$; $f_1 = \frac{S_1}{d_1}$ (из-за этого получается, что f_1 не сильно отличается, т.к. ширина линзы)

$$\Rightarrow \frac{S_1}{S_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{3}{2}$$

Ответ: $F = \frac{R}{n-1}$, $n=1,4$; $F = \frac{R_0}{2}$; $R_0 = 8,75 \text{ см}$,

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{3}{2}$$



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
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!

$$1 + \frac{21}{4} = \frac{25}{4}$$

$$dT = K \cdot 3C \cdot \frac{2}{3} - \frac{1}{25} = \\ 6 \cdot \frac{25+1}{25} =$$

$$A_{12} = R \frac{k_2}{V_2^2} - R k_2 V_1^2$$

$$\frac{3}{110} \cdot \frac{3}{50}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{5}{2}$$

$$\frac{3}{\frac{50}{3}} = \frac{110}{50} Q$$

$$Q_2 = (\rho_2 - \rho_3) \cdot V_2 \cdot \frac{5}{2}$$

$$3 \cdot Q_2 \left(\frac{24.2}{45.50} \right) = \frac{48}{25}$$

$$Q = 3R K \cdot (V_2^2 - V_4^2) + K(V_2^2 - V_4^2) \cdot \frac{5}{2}$$

$$Q = 3R \left(T_3 - T_4 \right), 3R \left(\frac{2}{3} - \frac{2}{25} \right), 3 = \left(2 - \frac{2}{25} \right) = \frac{23}{25} + 1$$

$$\frac{T_3}{T_4} = \frac{V_2^2}{V_4^2}$$

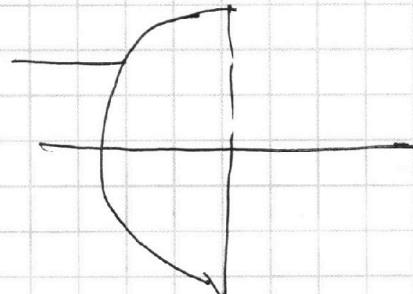
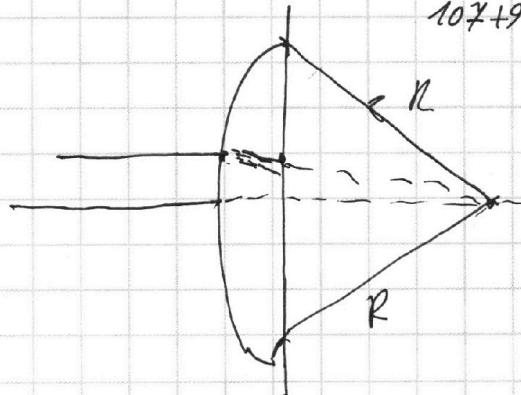
$$\frac{48}{25} = \frac{96}{50}$$

$$\frac{3}{96} = \frac{1}{8 \cdot 16 \cdot 32}$$

$$\frac{V_3}{V_4} \cdot \frac{V_2}{V_4} \cdot \frac{V_4}{V_2} = \frac{T_3}{T_4} \cdot \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \cdot \sqrt{\frac{T_4}{T_3}}$$

$$\frac{9}{96} = \frac{3}{32}$$

$$1 = \frac{9}{107+9}$$



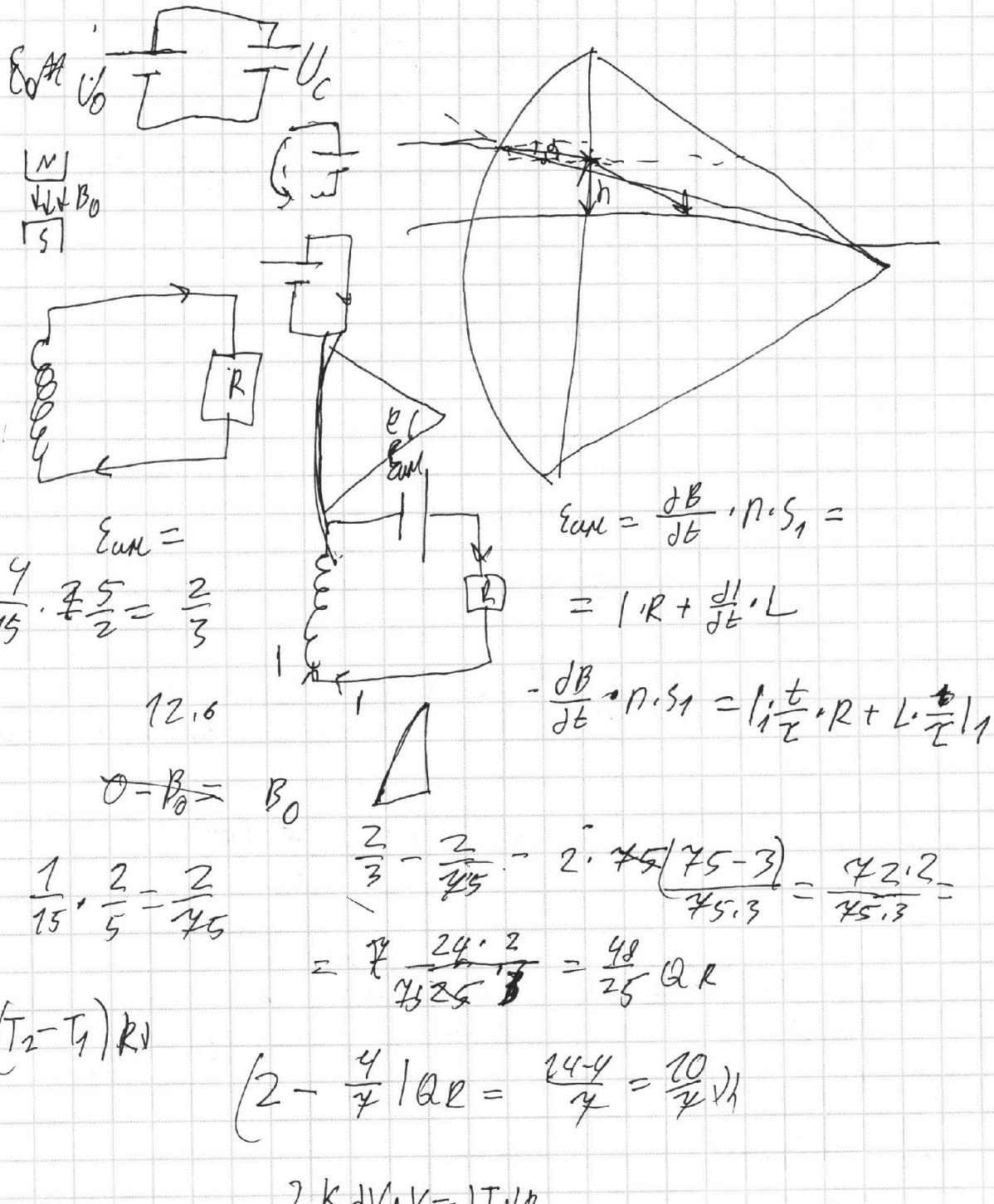


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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





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
— 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!