



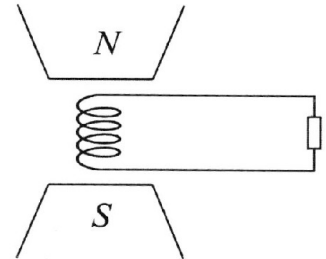
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 11-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



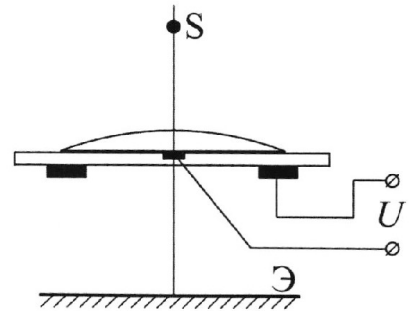
4. Катушка индуктивностью L с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле, направленном перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ . За время выключения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



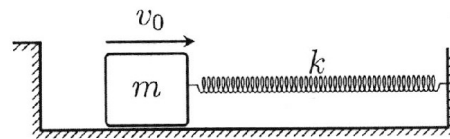
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



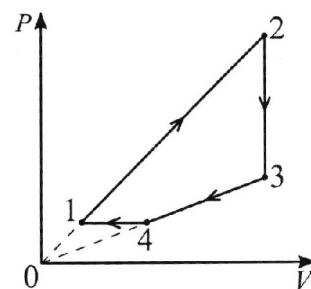
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k (см. рис.). Уступ находится на таком расстоянии от тела, что если тело прижать к уступу и отпустить без начальной скорости, то положение равновесия тело пройдет со скоростью 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?

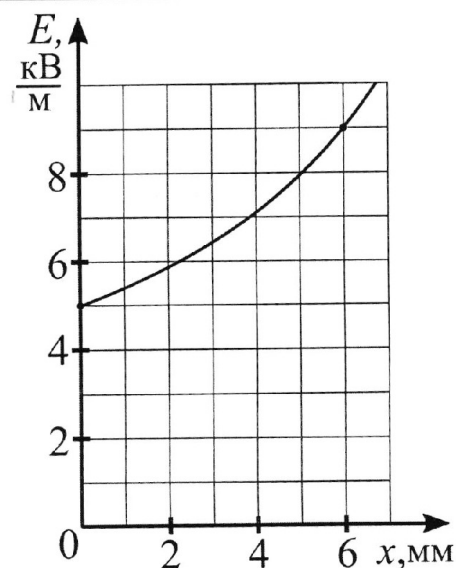
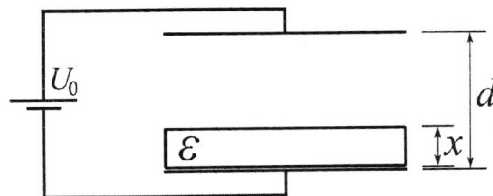
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

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.



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

1
☒2
☐3
☐4
☐5
☐6
☐7
☐СТРАНИЦА
2 из 2

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

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

$$m v_0^2 \left(\left(\frac{23}{9} \right)^2 - 1 \right) = m v_1^2 \Rightarrow v_1 = v_0 \sqrt{\frac{23^2 - 9^2}{9^2}} = v_0 \frac{(23-9)(23+9)}{9} =$$

$$= \frac{\sqrt{14 \cdot 32}}{9} v_0 = \frac{8\sqrt{7}}{9} v_0$$

$$\frac{K x_0^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} \quad \text{Далее будем сразу так обозначать пог. в уравнении, когда речь у нас}$$

$$\left(\frac{7v_0}{3}\right)^2 \frac{m}{2} - \text{полная энергия тела после первого удара}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} = \left(\frac{7v_0}{3}\right)^2 \frac{m}{2} \quad v_2 - \text{скорость второго тела после первого удара}$$

$$v_2^2 = \left(\frac{7v_0}{3}\right)^2 - v_0^2 = v_0^2 \left(\frac{49}{9} - 1 \right)$$

$$v_2 = \frac{v_0 \sqrt{49-9}}{3} = \frac{v_0 \sqrt{40}}{3} = \frac{v_0 \sqrt{40}}{3}$$

$$E_{\text{го туг.}} = \frac{m v_1^2}{2}$$

$$E_{\text{масс. туг.}} = \frac{m v_2^2}{2}$$

$$\frac{E_{\text{масс. туг.}}}{E_{\text{го туг.}}} = \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^2 = \left(\frac{v_0 \sqrt{40} \cdot 9}{v_0 \cdot 8\sqrt{7} \cdot 3} \right)^2 = \left(\frac{\sqrt{40} \cdot 3}{\sqrt{7} \cdot 8} \right)^2 =$$

$$= \frac{40}{7} \cdot \frac{9}{64} = \frac{225}{7 \cdot 64} = \frac{10 \cdot 3}{7 \cdot 16} = \frac{5 \cdot 3}{7 \cdot 8} = \frac{45}{56}$$

v_3 - скорость тела после второго удара

$$\left(\frac{v_3}{v_2} \right)^2 = \frac{E_{\text{масс. туг.}}}{E_{\text{го туг.}}} \quad (\text{учи}) \Rightarrow \left(\frac{v_3}{v_2} \right)^2 = \frac{45}{56} \Rightarrow \frac{v_3}{v_2} = \sqrt{\frac{45}{56}} \Rightarrow v_3 = v_2 \sqrt{\frac{45}{56}}$$

v_4 - скорость второго тела после третьего удара

$$\frac{m v_3^2}{2} + \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_4^2}{2} \Rightarrow v_4 = \sqrt{v_3^2 + v_0^2} = \sqrt{\frac{v_2^2 \cdot 45 + 56 v_0^2}{56}}$$

$$= \sqrt{\frac{v_0^2 \cdot 40 \cdot 45}{9 \cdot 56} + v_0^2} = v_0 \sqrt{\frac{5 \cdot 10}{14} + 1} = v_0 \sqrt{\frac{25 + 14}{14}} = v_0 \sqrt{\frac{39}{14}}$$



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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

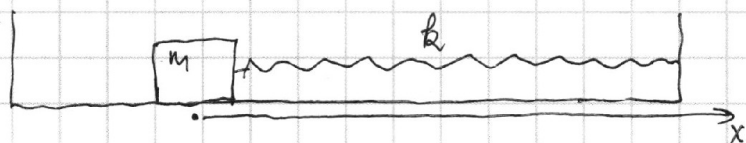
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1. В момент времени $t=0$ у тела есть кинетическая энергия $\left(\frac{23v_0}{9}\right)^2 \frac{m}{2}$.

Т.к. эту скорость имеем в положении равновесия, нет потенциальной энергии сжатия пружины. Т.к. шарики горизонтально, не меняется потенциальная энергия в поле тяжести. Т.к. шарик не совершает работы, уменьшающую энергию $\Rightarrow E = \frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \text{const}$ (закон до первого удара, где x - удлинение (сжатие) пружины).

1) До первого удара $E = \text{const} \Rightarrow E_1 = E_2$ $E_1 = \left(\frac{23v_0}{9}\right)^2 \frac{m}{2}$

$$\left(\frac{23v_0}{9}\right)^2 \frac{m}{2} = \frac{kx_1^2}{2} \Rightarrow x_1 = \frac{23v_0}{9} \sqrt{\frac{m}{k}} - \text{максимальное сжатие пружины}$$



Введем ось x с нулем в положении равновесия и направим ее к стене (рис.).

$x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$, т.к. груз на пружине - гармонический осциллятор.

$$x = A \cos \omega t \cos \varphi_0 - A \sin \varphi_0 \sin \omega t = B \cos \omega t + C \sin \omega t$$

$$A \cos \varphi_0 = B$$

$$-A \sin \varphi_0 = C$$

$$\text{При } t=0 \quad x=0 \Rightarrow B=0$$

$$\dot{x} = -B\omega \sin \omega t + C\omega \cos \omega t$$

$$\frac{kx_0^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow x_0 = \sqrt{\frac{m}{k}} v_0 - \text{расстояние от груза до положения равновесия}$$

Един. до первого удара $\left(\frac{23v_0}{9}\right)^2 \frac{m}{2}$. Пусть скорость за малое время до первого удара v_1 .

$$\text{Потен. } \left(\frac{23v_0}{9}\right)^2 \frac{m}{2} = \frac{kx_0^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2}$$

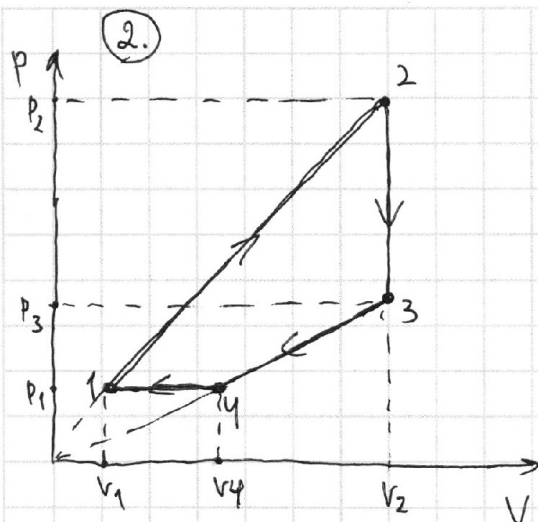


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!



$$A_{23} = 0 \Rightarrow \Delta U_{32} = Q$$

$$P_1(V_4 - V_1) + \Delta U_{14} = Q$$

$$\Delta U_{32} = \frac{i}{2} V_2 (P_2 - P_3)$$

$$\Delta U_{14} = \frac{i}{2} P_1 (V_4 - V_1)$$

$$\frac{i}{2} V_2 (P_2 - P_3) = P_1 (V_4 - V_1) \left(1 + \frac{i}{2}\right)$$

$$\frac{V_2 (P_2 - P_3)}{P_1 (V_4 - V_1)} = \frac{2+i}{i} = \frac{8}{6} = \frac{4}{3}$$

$$\frac{V_2 P_3 \left(\frac{T_2}{T_3} - 1\right)}{P_1 \frac{P_2}{P_3} \left(\frac{P_2}{P_3} - 1\right)} = \frac{V_2 P_3}{P_1 V_1} = \frac{V_2}{V_1} \cdot \frac{V_2}{V_4} = \frac{V_2}{P_1 V_1} \cdot \frac{T_3}{T_2} \cdot \frac{P_1 V_2}{V_1} = \frac{V_2^2}{V_1^2} \cdot \frac{T_3}{T_2} = \frac{4}{3}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{4}{\sqrt{5}}$$

$$\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 = \frac{4}{3} \cdot \frac{T_3}{T_2}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{4}{3} \cdot \frac{8}{5}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4}{5}} = \frac{4}{\sqrt{5}}$$

$$p = \frac{C_1}{V^n} \Rightarrow n = -1 \text{ (gas расширяется 1-2)}$$

$$\frac{C - (C_V + R)}{C - C_V} = -1$$

$$\frac{C - C_V - R}{C - C_V} = 1 - \frac{R}{C - C_V} = -1$$

$$PV^n = \text{const} - \text{изотерма}$$

$$n = \frac{C - C_p}{C - C_V} - \text{по формуле изотермы}$$

$$1) 2-3 - \text{изохора} \Rightarrow V = \text{const}$$

$$\text{Теплотемпература газа в процессе 2-3} \text{ где } C_V = \frac{i}{2} R$$

$$1) \text{ Ответ: } C_V = 3R$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$P_3 V_3 = \nu R T_3$$

$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{P_2}{P_3}$$

$$P_2 = \frac{T_2 P_3}{T_3}$$

$$P_3 = \frac{T_3 P_2}{T_2}$$

$$= \frac{T_3}{T_2} \cdot \frac{P_1 V_2}{V_1}$$

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2} \quad \frac{P_4}{V_4} = \frac{P_3}{V_3}$$

$$V_1 P_2 = V_4 P_3$$

$$V_4 = \frac{V_1 P_2}{P_3}$$

$$\frac{V_2}{V_4} = \frac{P_3}{P_1}$$

$$P_2 = \frac{P_1 V_2}{V_1}$$



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.

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!

$$A = \frac{SQ}{15 \cdot 56} \left(3(4 - \sqrt{5})^2 - 4(\sqrt{5} - 3)^2 \right) = \frac{Q}{168} \left(3(16 - 8\sqrt{5} + 5) - 4(5 - 6\sqrt{5} + 9) \right) =$$

$$= \frac{Q}{168} (48 + 15 - 24\sqrt{5} - 20 + 24\sqrt{5} - 36) = \frac{7Q}{168} = \frac{Q}{24}$$

2) Ответ:

$$\eta = \frac{A}{Q_H}$$

$$Q_H = \Delta U_{12} + A_{12}$$

Наибольшая теплота передана процессом 1-2.
В остальных процессах газ совершил на более
маленькие работы $\Rightarrow$ тепло отводится.

$$\Delta U_{12} = \frac{1}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = 3 \left(\frac{16}{5} - 1 \right) P_1 V_1 = \frac{3 \cdot 11}{5} \cdot \frac{8Q}{28} = \frac{33Q}{28}$$

$$A_{12} = \frac{(P_1 + P_2)(V_2 - V_1)}{2} = \frac{P_1 V_1}{2} \left(1 + \frac{4}{\sqrt{5}} \right) \left(\frac{4}{\sqrt{5}} - 1 \right) = \frac{P_1 V_1}{2} \left(\frac{16}{5} - 5 \right) = \frac{P_1 V_1 \cdot 11}{10} =$$

$$= \frac{3Q}{28} \cdot \frac{11}{10} = \frac{11Q}{56}$$

3) Ответ:

$$\eta = \frac{\frac{Q}{24}}{\frac{33Q}{28} + \frac{11Q}{56}} = \frac{1}{\frac{24}{56} (66 + 11)} = \frac{56}{24 \cdot 77} = \frac{14}{6 \cdot 77} = \frac{7}{3 \cdot 77} = \frac{1}{33}$$



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!

$$1 + \frac{R}{C_v - C} = -1$$

$$1 + \frac{R}{\frac{i}{2}R - \frac{7R}{2}} = -1$$

$$2 = \frac{R}{\frac{7R}{2} - \frac{iR}{2}} = \frac{2R}{7R - iR} = 2 \quad \text{или} \quad \frac{1}{7-i} = 1 \Rightarrow 7-i = 1 \quad \boxed{i=6}$$

$$\frac{(V_2 - V_1)(P_2 - P_1)}{2} - \frac{(V_2 - V_4)(P_3 - P_1)}{2} = A$$

$$A = \frac{(V_2 - V_1)(P_2 - P_1) - (V_2 - V_4)(P_3 - P_1)}{2} = \frac{P_1 V_1 \left(\frac{4}{\sqrt{5}} - 1\right) \left(\frac{4}{\sqrt{5}} - 1\right) - P_1 V_1 \left(\frac{4}{\sqrt{5}} - \frac{12}{5}\right) \left(\frac{\sqrt{5}}{3} - 1\right)}{2}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow P_2 = \frac{4P_1}{\sqrt{5}} \quad = \frac{P_1 V_1 \frac{(4-\sqrt{5})^2}{5} - P_1 V_1 \frac{(4\sqrt{5}-12)(\sqrt{5}-3)}{5 \cdot 3}}{2} =$$

$$P_3 = \frac{T_3 P_2}{T_2} = \frac{4P_1}{\sqrt{5}} \cdot \frac{5}{12} = \frac{P_1 \cdot \sqrt{5}}{3}$$

$$V_2 = \frac{4V_1}{\sqrt{5}}$$

$$V_4 = \frac{V_2 P_1}{P_3} = \frac{V_1 P_2}{P_3} = \frac{V_1 \cdot 12}{5} = \frac{P_1 V_1}{2} \left(\frac{(4-\sqrt{5})^2}{5} - \frac{4(\sqrt{5}-3)^2}{15} \right)$$

$$\frac{i}{2} V_2 (P_2 - P_3) = Q$$

$$P_1 V_1 \cdot \frac{12}{\sqrt{5}} \left(\frac{12-5}{\sqrt{5} \cdot 3} \right) = Q$$

$$\frac{3 \cdot 4V_1}{\sqrt{5}} \left(\frac{4P_1}{\sqrt{5}} - \frac{\sqrt{5}P_1}{3} \right) = Q$$

$$P_1 V_1 \cdot \frac{12}{\sqrt{5}} \cdot \frac{7}{\sqrt{5} \cdot 3} = P_1 V_1 \frac{4 \cdot 7}{5} = \frac{28}{5} P_1 V_1 = Q$$

$$P_1 V_1 \cdot \frac{12}{\sqrt{5}} \left(\frac{4}{\sqrt{5}} - \frac{\sqrt{5}}{3} \right) = Q$$

$$\Downarrow \\ P_1 V_1 = \frac{5Q}{28}$$



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 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!

3.



$$U_0 = \frac{E_{\text{взг.}}}{\epsilon} \cdot x + E_{\text{взг.}}(d-x)$$

1):

при $x=0$:

$$U_0 = E_{\text{взг.}} \cdot d$$

↑ найдем из графика (при $x=0$)

$$U_0 = 5 \frac{\text{кВ}}{\text{м}} \cdot 0,009 \text{ м} = 5000 \frac{\text{В}}{\text{м}} \cdot 0,009 \text{ м} = \boxed{45 \text{ В}}$$

$$2) U_0 = \frac{E_{\text{взг.1}}}{\epsilon} \cdot x_1 + E_{\text{взг.1}}(d-x_1)$$

За x_1 возьмем точку, отмеченную на графике при $x=6 \text{ мм}$.

$E_{\text{взг.1}}$ найдем из графика (на ее точке)

$$\frac{E_{\text{взг.1}} x_1}{\epsilon} = U_0 - E_{\text{взг.1}}(d-x_1)$$

$$\epsilon = \frac{E_{\text{взг.1}} x_1}{U_0 - E_{\text{взг.1}}(d-x_1)} = \frac{9000 \frac{\text{В}}{\text{м}} \cdot 0,006 \text{ м}}{45 \text{ В} - 9000 \frac{\text{В}}{\text{м}} (0,009 - 0,006) \text{ м}} = \frac{54 \text{ В}}{45 \text{ В} - 27 \text{ В}} = \frac{54}{18} = \frac{3}{1}$$

2) ответ: $\boxed{3}$

Радиусы обкладок меду обкладками источника, т.к. к-р сосредоточен к источнику напряжения.

Работа по перемещению заряда q всегда отрицательна.

П.к. для дан. к-м. по уся, что раст. между обкл. много меньше радиусов обкладок, считаем поле внутри конденсатора однородным и преобразуем краевые эффекты.

тогда $E_{\text{вн}} = \frac{E_{\text{взг.}}}{\epsilon}$



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
☐

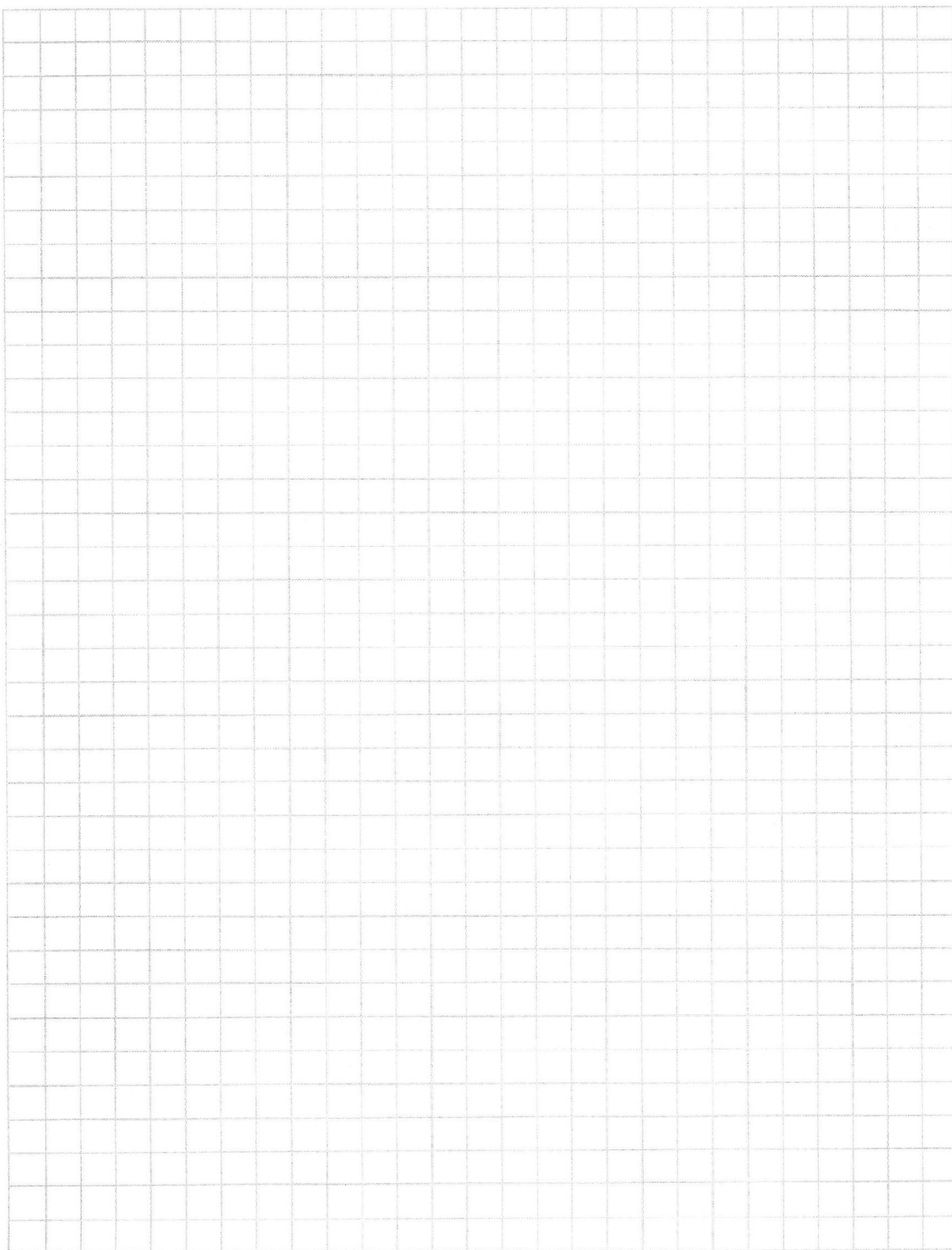
5
☐

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.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

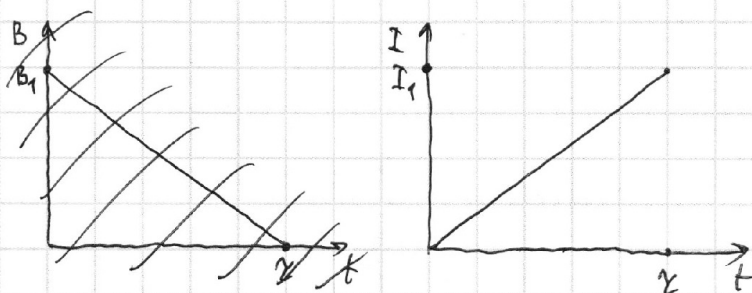
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

4.

П.к. ток в катушке возрастает линейно, $\frac{dI}{dt} = \text{const}$

$$|E| = \frac{d\Phi}{dt} = nS_1 \frac{dB}{dt}$$

~~$\mathcal{E} = L \frac{dI}{dt}$ — напряжение на концах катушки. П.к. $\frac{dI}{dt} = \text{const}$, $\mathcal{E} = \text{const} \Rightarrow \frac{dB}{dt} = \text{const}$~~



$$nS_1 \frac{dB}{dt} = L \frac{dI}{dt} + IR$$

$$\int_{B_1}^0 nS_1 dB = \int_0^{I_1} L dI + \int_0^{\tau} IR dt \Rightarrow$$

~~$$nS_1 \Delta B = L \Delta I + IR\tau$$~~

$$\Delta B = B_1$$

$$\Delta I = I_1$$

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

Ответ:

1) Скорость возрастания тока через $\frac{\tau}{4}$ от начала выключения — $\frac{I_1}{\tau}$

$$nS_1 \int dB = L \int dI + \frac{IR}{\tau} \int t dt$$

$$nS_1 \Delta B = L \Delta I + \frac{I_1 R}{\tau} \frac{t^2}{2} \Big|_0^{\tau}$$

$$nS_1 \Delta B = L \Delta I + \frac{I_1 R \tau}{2}$$

~~$$nS_1 B_1 = L I_1 + \frac{I_1 R \tau}{2}$$~~

или

3) Ответ: $B_1 = \frac{I_1}{nS_1} \left(L + \frac{R\tau}{2} \right)$

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

$$I = \frac{dq}{dt}$$

$$q = \int I dt$$

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

$$I_2 = I_1 e^{-\frac{R}{L} t}$$

2) Ответ:

$$-L \ln \frac{I_2}{I_1} = R t$$

$$q = I_1 \int_0^{\infty} e^{-\frac{R}{L} t} dt = I_1 \left[-\frac{L}{R} e^{-\frac{R}{L} t} \right]_0^{\infty} = \frac{I_1 L}{R}$$

$$-\ln \frac{I_2}{I_1} = \frac{R}{L} t$$

$$e^{-\frac{R}{L} t} = \frac{I_2}{I_1}$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

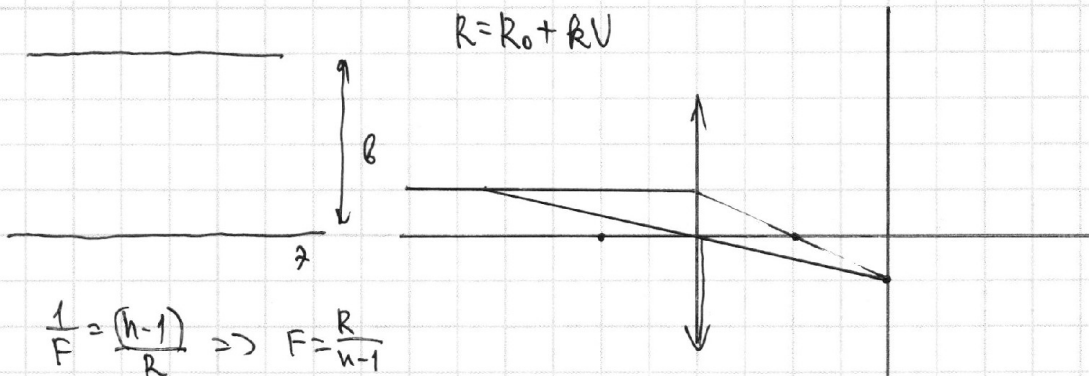
СТРАНИЦА
1 из 2

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!

2) ⑤ Формула Шмидта

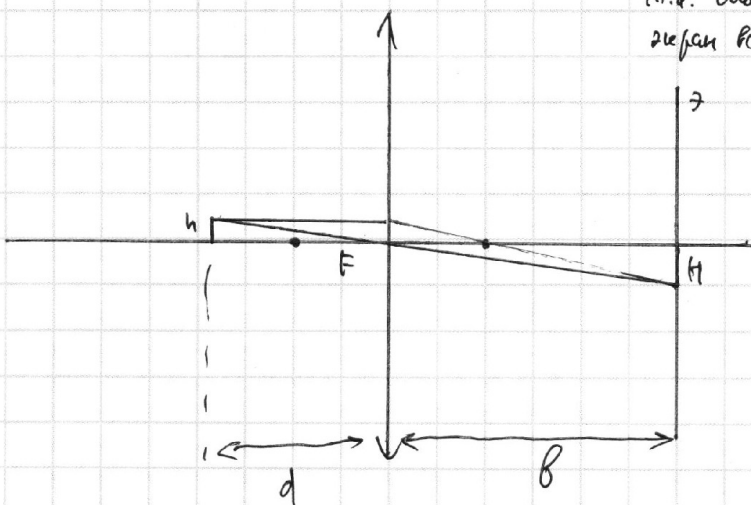
$$D = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{1}{F}$$

т.е. расстояние от источника до линзы
значительно больше диаметра линзы, считаем линзу
параксимальной.



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

т.е. мы всегда получаем изображение,
экран всегда дальше фокуса.



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

$$\frac{h}{H} = \frac{d}{b} \text{ (по подобью)} = \frac{b-F}{bF}$$

$$\frac{h}{H} = \frac{b-F}{b^2 F}$$

$$\Gamma = \frac{b^2 F}{b-F} = \frac{b^2 R}{(n-1) \left(b - \frac{R}{n-1} \right)} =$$

$$= \frac{b^2 R}{b(n-1) - R} = \frac{b^2 (R_0 + R_U)}{b(n-1) - R_0 - R_U}$$

$$\frac{5}{3} = \frac{576(2 + R_U)}{(24R_0 - 2 - R_U)} = \frac{576(2 + R_U)}{6 - R_U}$$

$$10 - \frac{5R_U}{3} = 152 + 576R_U$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

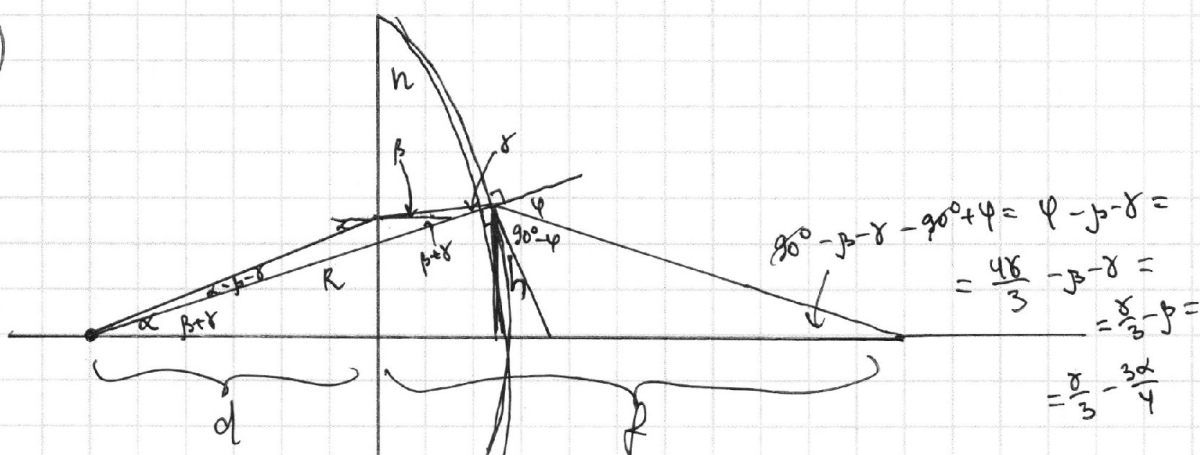
$$-1142 = \frac{1733 R V_1}{3} \Rightarrow V_1 = \frac{-1142 \cdot 3}{1733 R}$$

$$\frac{1}{3} = \frac{576(2 + R V_2)}{8 - R V_2} \Rightarrow 2 - \frac{R V_2}{3} = 1152 + 576 R V_2$$

$$-1150 = R V_2 \left(576 + \frac{1}{3} \right) = R V_2 \frac{1729}{3} \Rightarrow V_2 = \frac{-1150 \cdot 3}{1729 R}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{1150 \cdot 3}{1729} \cdot \frac{1733}{1142 \cdot 3} = \frac{1150 \cdot 1733}{1729 \cdot 1142}$$

1)



$$d \cancel{(\beta + \gamma)} = f(\varphi - \beta - \gamma) = R(\beta + \gamma)$$

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{\gamma}{3}$$

$$f\left(\frac{\gamma}{3} - \frac{3\alpha}{4}\right) = R(\beta + \gamma) = d\alpha$$

$$\frac{\varphi}{\gamma} = \frac{\gamma}{3} \Rightarrow \varphi = \frac{4\gamma}{3}$$

$$\alpha = \beta + \gamma = \frac{2\gamma}{3} + \gamma \Rightarrow \gamma = \frac{3}{5}\alpha$$

$$f\left(\frac{\gamma}{3} - \frac{3\alpha}{4}\right) = R\left(\frac{2\gamma}{3} + \gamma\right) = d\alpha$$

$$f\left(\frac{\gamma}{12} - \frac{3\alpha}{4}\right) = R\alpha = d\alpha$$

$$f\left(\frac{\alpha - 9\alpha}{12}\right) = -f\frac{2\alpha}{3}$$

$$-\frac{2}{3}f = R\alpha = d\alpha$$

$$\alpha d = \beta f$$



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!

$$\begin{array}{r} 29 \\ 9 \\ \hline 261 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ 7 \\ \hline 224 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 58 \\ 4 \\ \hline 232 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 76 \\ 3 \\ \hline 168 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 49 \\ 9 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ 7 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 49 \\ 7 \\ \hline 343 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ 9 \\ \hline 288 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 49 \\ 36 \\ \hline 12 \end{array}$$

$$L = \frac{\Phi}{I}$$

$$\begin{array}{r} 168 \\ 14 \\ \hline 2352 \end{array}$$

56

$$\begin{array}{r} 0,24 \\ 0,24 \\ \hline 96 \\ + 48 \\ \hline 144 \\ 0,0576 \\ 2 \\ \hline 1152 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 576 \\ 3 \\ \hline 1728 \\ 1728 \end{array}$$