



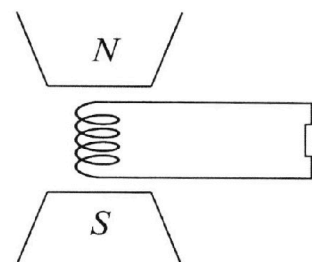
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 11-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



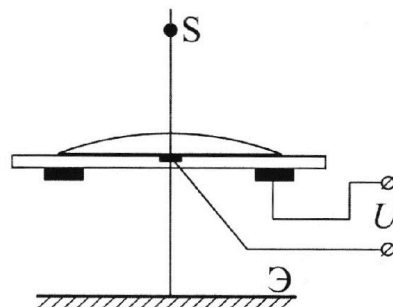
4. Катушка индуктивностью L с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле, направленном перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ . За время выключения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



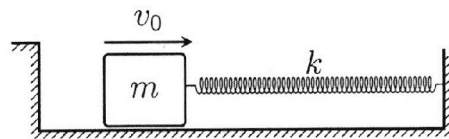
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



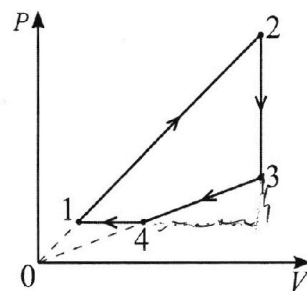
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k (см. рис.). Уступ находится на таком расстоянии от тела, что если тело прижать к уступу и отпустить без начальной скорости, то положение равновесия тело пройдет со скоростью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

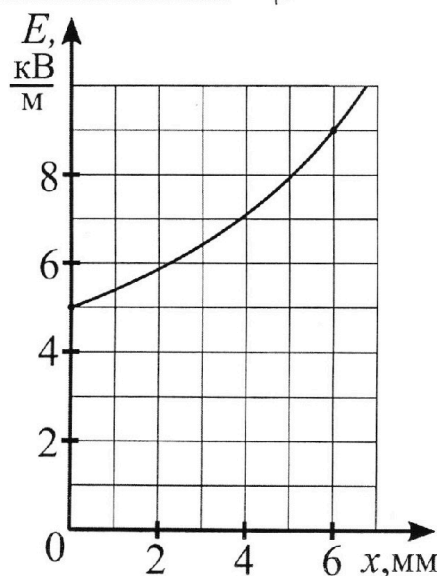
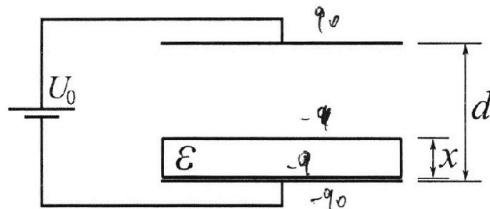
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

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 теплоемкость газа в процессе 1-2 равна $C = 7R/2$, R – универсальная газовая постоянная. Отношение температур $T_2/T_3 = 12/5$.



- 1) Найти молярную теплоемкость 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.

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot \frac{S}{d}$$
$$\epsilon = \frac{C \cdot d}{\epsilon_0 \cdot S}$$
$$C = \frac{q}{U}$$



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
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!

по 3-й сгр. энергии ~~к~~ в 6-й столбчатая

у нас будет такой же ком. энергия как и после 1-го = ?

$$\Rightarrow E_{k3} = E_{k2} - \Delta = \frac{mv_0^2}{2} \cdot \frac{20}{9} \cdot \frac{45}{56} = \frac{25}{14} mv_0^2$$

где E_{k3} - ком. энергия груза после 2-го столкн.

Затем энергия для ком. мгу 2-м шарик. и пружины равновесия:

$$\frac{25}{14} mv_0^2 + \frac{kx_0^2}{2} = \frac{mV_p^2}{2}, \text{ где } V_p - \text{ скорость при прохождении равновесия в 3-й раз.}$$

$$V_p^2 = \frac{32}{7} v_0^2$$

$$V_p^2 = \frac{32}{7} v_0^2$$

Ответ: $V_p = \sqrt{\frac{32}{7}} v_0 = 4\sqrt{\frac{2}{7}} v_0$

3) Запишем 2-й закон Ньютона для осб x , где x - горизонт. осб с нулем в и. равновесия.

$$m\ddot{x} = -kx \quad \text{гарм.}$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0 \quad \text{— уравнение колебаний}$$

собств. част. частота $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$

Период колебаний $T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

$x = A \sin(\omega_0 t)$, где A - амплитуда колебаний



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
4 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!

Т.к. перед ударом только от ~~удару~~ ~~удару~~

время убавл. груза от изн. массы равняется до

$$\text{массе из до удара } \Delta t_1 = \frac{T}{2} = \pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Решим т.к. изг. ампл. полных колебаний до

7-го столкн.

$$\frac{kA_1^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} \quad A_1 = X_m = V_0 \cdot \frac{23}{9} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$A_2 = X_0 = A_1 \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \Delta t_2\right),$$

где Δt_2 - время от Δt_1 и 7-го столкн.

$$\sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \Delta t_2\right) = \frac{X_0}{X_m} = \frac{9}{23}$$

$$\Delta t_2 = \arcsin\left(\frac{9}{23}\right) \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Изг. ампл. до 7-го столкн. полн. колебаний до время до убавл.

$$\frac{kA_2^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} \cdot \frac{49}{9} \Rightarrow A_2 = \frac{7}{3} X_0 \Rightarrow$$

$$X_0 = A_2 \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \Delta t_3\right),$$

где Δt_3 - время от Δt_2 до равновесия

$$\sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \Delta t_3\right) = \frac{3}{7} \arcsin\left(\frac{3}{7}\right)$$

$$\Delta t_3 = \arcsin\left(\frac{3}{7}\right) \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\Rightarrow t_1 = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 = \frac{T}{2} + \arcsin\left(\frac{9}{23}\right) \sqrt{\frac{m}{k}} + \arcsin\left(\frac{3}{7}\right) \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\text{Итого: } t_1 = \frac{T}{2} + \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \left(\arcsin\left(\frac{9}{23}\right) + \arcsin\left(\frac{3}{7}\right)\right)$$

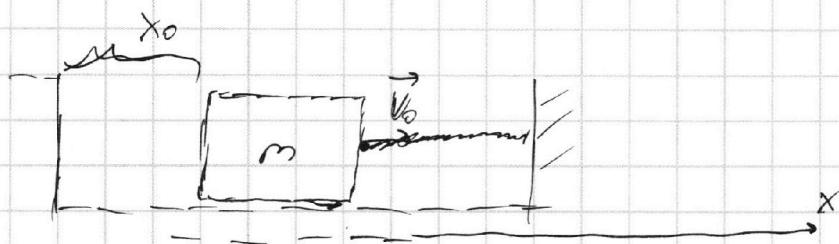


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	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!



Пусть x_0 - расст от тела в полож. равновесия
до уступа.

Тк ~~нет~~ в системе ~~механика~~ работа внеш. сил = 0, то работает

З-н Сохранения энергии (ЗСЭ).

$$\text{ЗСЭ: } \frac{k x_0^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow x_0 = v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}.$$

Тк телу придат $\frac{23 v_0}{9}$ в сторону слева, то
за всё время до первой остановки вкл.

сил нет $\Rightarrow$ тоже работает ЗСЭ.

~~ЗСЭ~~ Заменим ЗСЭ для $t = t_0$ и для
первой остановки:

$$\frac{m \cdot \left(\frac{23}{9} v_0\right)^2}{2} = \frac{k x_m^2}{2}, \text{ где } x_m - \text{ макс. увел. пружины.}$$

$$\boxed{x_m = \frac{23}{9} v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}}$$

$$\text{ОТВЕТ: } x_m = \frac{23}{9} v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$$



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 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!

Запишем энергию тела в момент ^{первого} удара об упруг:

$$E_1 = \frac{kx_0^2}{2} + E_{k1}, \quad \text{где } E_{k1} - \text{кин. энергия во время 1 удара.}$$

$$E_{k1} = E_1 - \frac{kx_0^2}{2} = \left(\frac{23}{9} V_0^2\right) \frac{m}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} \cdot \frac{32.14}{81} =$$

$$= \frac{mV_0^2 \cdot 32.7}{81}$$

После удара будет ^{кин.} энергия E_{k2} у тела ^{кин.} энергии E_{k2} .

$$E_{k2} = 2 \cdot E_{k1}, \quad \text{где } 2 - \text{отн. энергии тел после удара.}$$

Запишем ЗСЭ для системы после 1-го удара и тогда равновесия:

$$\frac{kx_0^2}{2} + 2E_{k1} = \frac{m \cdot 40}{2} V_0^2$$

$$\frac{mV_0^2}{2} + 2 \cdot \frac{mV_0^2 \cdot 32.7}{81} = m \cdot \frac{40}{2} V_0^2$$

$$\frac{32.7 \cdot 2}{81} = \frac{40}{18} - \frac{1}{2} = \frac{40}{18} = \frac{20}{9}$$

$$2 = \frac{20}{9} \cdot \frac{81}{32.7} = \frac{45}{16} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_{k2} = E_{k1} \cdot 2 = mV_0^2 \cdot \frac{32.7}{81} \cdot \frac{45}{16} = mV_0^2 \cdot \frac{20}{9}$$

Р



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

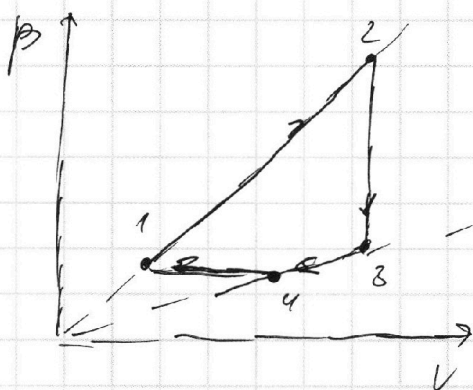
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\rightarrow \text{по процессу } 1 \rightarrow 2 \text{ и } 3 \rightarrow 4 \quad U = \frac{3}{2} p U = \frac{3}{2} \frac{p U}{\rho} = \frac{3}{2} \frac{p}{\rho} V^2 \text{ и } \frac{3}{2} p V^2$$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_3} = \frac{1}{V} = \frac{12}{5}$$

Тогда $A = \int p dV$

$$A_{12} = \int_{V_1}^{V_2} p dV = 2 \frac{V_2^2 - V_1^2}{2} = 2 \frac{(p_2 V_2 - p_1 V_1)}{2} = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{2}$$



пусть $6 \rightarrow 2$: $p = dV$

$6 \rightarrow 4$: $p = pV$

пусть V_i - ~~значение~~ ^{объем} в т. i

P_i - давление газа в т. i

рассмотрим процесс $1 \rightarrow 2$:

$$A_{12} = \int_{V_1}^{V_2} p dV = \int_{V_1}^{V_2} dV^2 = \frac{dV_2^2}{2} - \frac{dV_1^2}{2} = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{2} = \Delta \left(\frac{pV}{2} \right)$$

пусть C - теплоемкость процесса, тогда

$$C = \frac{\delta Q}{\delta T} = \frac{A + \int p dV}{\delta T} = \frac{i}{2} R + R \cdot \frac{A}{\delta T} =$$

$$= \frac{i}{2} R + R \cdot \frac{p dV}{\delta p V}$$

тогда $C = \frac{i}{2} R + \frac{1}{2} R \Rightarrow \boxed{i = 6}$

так $C_V = \frac{i}{2} R$, тогда $C_{23} = 3R$

или $\boxed{C_{23} = 3R}$



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!

2) работа газа - площадь графика

$$A_{\text{газа}} = \frac{P_2 \cdot V_2}{2} - \frac{P_3 \cdot V_3}{2} - \left(\frac{P_4 \cdot V_4}{2} - \frac{P_1 \cdot V_1}{2} \right) = \frac{P_1 P_2 + P_2 V_2 - P_1 V_1 - P_4 V_4}{2}$$

Решение: Так как газ - азот, то $C_{\text{газа}} = C_p = C_v + R = 4R$, $\rightarrow$

$$\Rightarrow Q_{\text{газа}} = \frac{3}{2} Q = \frac{3}{2} P_1 V_1$$

$$\Rightarrow P_4 V_4 - P_1 V_1 = \frac{Q}{4}$$

Азот - газ, то $Q = \frac{1}{2} \Delta P V = \frac{1}{2} (P_2 V_2 - P_3 V_3)$
так как 3-й - азот

$$\Rightarrow P_2 V_2 - P_3 V_3 = \frac{Q}{3} \rightarrow$$

$$\Rightarrow A = \frac{\frac{Q}{3} - \frac{Q}{4}}{2} = \frac{Q}{24}$$

ответ: $A = \frac{Q}{24}$

3) $Q_{12} = \frac{A_{12}}{Q_{12}}$

$Q_{12} = Q_{12}$ так как $Q_{12} = Q_{21}$ и $Q_{12} = Q_{21}$

По 1-му закону термодинамики:

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} \quad \text{так как } C = \frac{5}{2} R, \text{ а } \Delta U_{12} = \frac{5}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) \rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_{12} = 7 A_{12} \quad A_{12} = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{2}$$



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
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!

$$P_2 = \rho v_2^2 \quad P_3 = \rho v_3^2 \quad \left. \vphantom{\begin{matrix} P_2 \\ P_3 \end{matrix}} \right\} \quad \frac{P_2 v_2}{P_3 v_3} = \frac{\rho v_2^2}{\rho v_3^2} = \frac{1}{3} =$$

по 3-й Менделеев-Классовой (МК);

$$pV = \nu RT \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{T_2}{T_3} = \frac{12}{5}$$

$$Q_{2-3}: Q = 3\nu R(T_2 - T_3)$$

$$T_3 = \frac{5}{12} T_2$$

$$T_2 - T_3 = \frac{Q}{3\nu R}$$

$$\frac{1}{12} T_2 = \frac{Q}{3\nu R} \Rightarrow T_2 = \frac{4}{7} \frac{Q}{\nu R}$$

$$T_3 = \frac{5}{21} \frac{Q}{\nu R}$$

рассмотрим 4-1: $-Q = \frac{4}{7} \nu R (T_4 - T_1)$

$$T_4 - T_1 = \frac{7Q}{4\nu R}$$

так $P_1 = P_4$ то $\frac{P_1 v_1}{P_4 v_4} = \frac{1}{3} = \frac{T_4}{T_1}$

$$T_4 - T_1 = \frac{7Q}{4\nu R}$$

$$T_1 = \frac{5}{7} T_4$$

$$\frac{1}{7} T_4 = \frac{Q}{4\nu R}$$

$$T_4 = \frac{3}{7} \frac{Q}{\nu R}$$

$$T_1 = \frac{5}{28} \frac{Q}{\nu R}$$

$$A_{12} = \frac{P_2 v_2 - P_1 v_1}{2} = \left(\frac{4}{7} - \frac{5}{28} \right) Q = \frac{11}{28} Q \Rightarrow Q_{12} = \frac{11}{4} Q \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{A_{12}}{Q_{12}} = \frac{\frac{11}{28} Q \cdot 4}{11 \cdot 28} = \frac{1}{66}$$

$$\text{или: } \eta = \frac{1}{66}$$

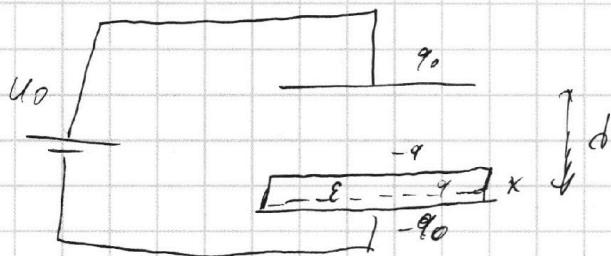


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



1) Согласно условию при $x=0$ $E = \frac{5 \text{ кВ/м}}{\mu} = ?$

$$U_0 = E(0) \cdot d = \frac{5 \text{ кВ/м}}{\mu} \cdot 9 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 45 \text{ В}$$

ответ: 45 В

2) На краях диэлектрика поляризация заряды q на диэлектрике q_0 на обкладках q_0 . $E = \frac{q_0}{\epsilon_0 \epsilon}$, $q_0 \in S$ - площадь поверхности.

$$\frac{q_0}{\epsilon_0 \epsilon} - \frac{q}{\epsilon_0 \epsilon} = \frac{q_0}{\epsilon_0 \epsilon} \Rightarrow$$

$$q = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} q_0$$

$$q = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} q_0$$

поляризация

Так как диэлектрик разрезан на две части, то потенциал $U_0 = ?$

$$U_0 = E_1 d + E_2 x = \frac{q_0}{\epsilon_0 \epsilon} d + \frac{q}{\epsilon_0 \epsilon} x = U_0$$

$$U_0 = \frac{q_0}{\epsilon_0 \epsilon} (d - x) + \frac{q}{\epsilon_0 \epsilon} x = U_0$$

$$x = \frac{\epsilon x}{U_0 - E(d-x)} = \frac{7 \cdot 10^3 \text{ В/м} \cdot 6 \cdot 10^{-3} \text{ м}}{45 \text{ В} - 3 \cdot 10^3 \text{ В/м} \cdot 7 \cdot 10^{-3} \text{ м}} = \frac{42 \text{ В}}{45 \text{ В} - 21 \text{ В}} = \frac{42}{24} = \frac{7}{4}$$

ответ: $\frac{7}{4}$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
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!

1к. По условию $\frac{d\phi}{dt} = \text{const}$, а $i \propto t \Rightarrow$

по условию $\frac{d\phi}{dt} \sim t$

$$\text{пусть } \frac{d\phi}{dt} = Lt \Rightarrow \Delta\phi = \frac{L t^2}{2}$$

$$\phi_1 = Lt \phi_2 = 2\phi_1 = \frac{L t^2}{2}$$

$$L = \frac{2\phi_1}{t^2}$$

При $t = \frac{T}{4}$: $i = \frac{I_1}{4}$

$$L \frac{di}{dt} = \frac{L I_1}{4}$$

$$- \frac{d\phi_{\text{с.н.}}}{dt} = - \frac{L I_1}{4} \text{ с.н.}$$

3-й ч

по формуле ЭДС:

$$\mathcal{E} = \frac{I_1 R}{4} = \frac{\phi_1 \cdot S \cdot n}{2T} - \frac{L I_1}{4}$$

$$\phi_1 = \frac{\left(\frac{I_1 R}{4} + \frac{L I_1}{4} \right) \cdot 2T}{S \cdot n} = \frac{I_1 R T + 2 L I_1}{S \cdot n}$$

$$\text{ответ } \phi_1 = \frac{\frac{I_1 R T}{2} + S L I_1}{S \cdot n} = \frac{I_1 (R T + 2 S L)}{2 S \cdot n}$$

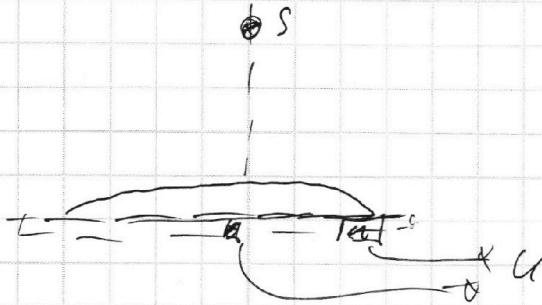
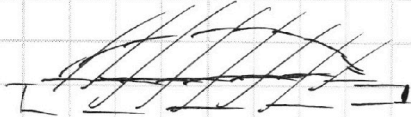


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

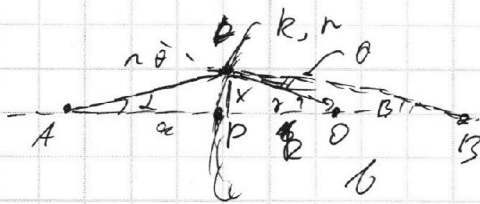
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

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) Выводим формулу Шлирвоотблеска:



Пусть α - угол (или угол) между лучем и нормалью к т. падения.

так как α и β и γ мал. то $\delta = \alpha + \beta = \sin \alpha$
 $n \sin \alpha = \sin \beta$
 $\delta = \alpha + \beta = \sin \alpha$

$\triangle LOB$: $\gamma = \alpha + \beta \rightarrow \alpha = \gamma - \beta$

$\triangle AOB$: $n\alpha = \delta + \beta$

$\delta + \beta = n\gamma - n\beta$

$\delta + n\beta = (n-1)\gamma$

$\frac{x}{a} + \frac{n x}{b} = \frac{(n-1)x}{k}$

$\frac{1}{a} + \frac{n}{b} = \frac{n-1}{k}$ ← формула Шлирвоотблеска



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
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!

из Формула тангенса кривой:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} = \frac{1}{b}$$

$$F = \frac{1}{\frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c}} = \frac{abc}{b+c+a} = \frac{R_0 + 2U}{(n-1)}$$

$$2U = \frac{(n-1)(F+1)}{b} - R_0 \quad 2U = \frac{b(n-1)}{(F+1)} - R_0$$

$$2U_1 = \frac{(n-1)(F_1+1)}{b} - R_0 \quad \frac{b(n-1)}{F_1+1} - R_0$$

$$2U_2 = \frac{(n-1)(F_2+1)}{b} - R_0 \quad \frac{b(n-1)}{(F_2+1)} - R_0$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{b(n-1)}{(F_2+1)} - R_0}{\frac{b(n-1)}{(F_1+1)} - R_0} = \frac{\frac{0,24 \cdot \frac{1}{3}}{\frac{4}{3}} - 0,2}{\frac{0,24 \cdot \frac{1}{3}}{\frac{4}{3}} - 0,2}$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{b(n-1)}{(F_2+1)} - R_0}{\frac{b(n-1)}{(F_1+1)} - R_0} = \frac{\frac{0,24 \cdot \frac{1}{3}}{\frac{4}{3}} - 0,2}{\frac{0,24 \cdot \frac{1}{3}}{\frac{4}{3}} - 0,2} =$$

$$= \frac{(0,06 - 0,2) \text{ м}}{(0,03 - 0,2)} = \frac{14}{14}$$

ответ: $\frac{14}{14}$

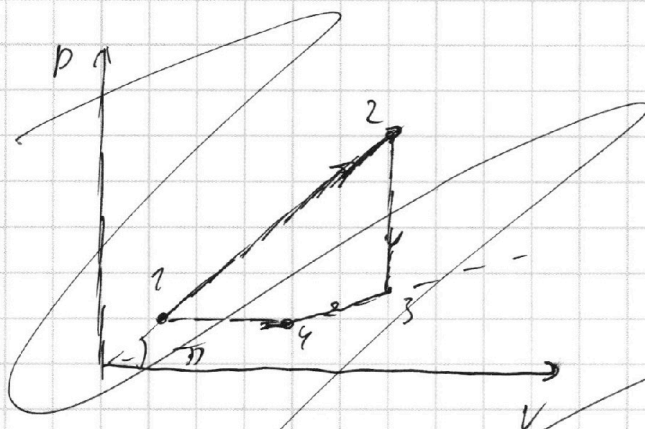


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
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!



1) Пусть C — мол. теплоёмкость в процессе $1 \rightarrow 2$ и $3 \rightarrow 4$

$$C = \frac{dQ}{dT \cdot \nu} = \frac{A^{123} + dU}{dT \cdot \nu} = \frac{p dV + d(pV) \cdot \frac{3}{2}}{\nu dT} = \frac{3}{2} R + \frac{p dV}{\nu dT} \cdot R$$

тк $2 \rightarrow 3$ — изохор $\rightarrow A^{123} = 0$

$$C_{22} = \frac{dU}{dT \cdot \nu} = \frac{\frac{3}{2} d(pV)}{\nu dT} = \frac{\frac{3}{2} R \nu dT}{\nu dT} = \frac{3}{2} R$$

$$\text{или: } C_{22} = \frac{3}{2} R$$

2) Пусть в процессе $1 \rightarrow 2$ $p = \alpha V$

в процессе $3 \rightarrow 4$; $p = \beta V$

Важно! $Q_{23} = Q$ и $Q_{43} = Q$, то

т.к. $Q_{23} = Q$ и $Q_{43} = Q$, то
 $C_p = C_v + R \Rightarrow C_{23} =$

сложно объяснить, почему так в т.ч. и так.

$$C = \frac{p dV + d(pV) \cdot \frac{3}{2}}{\nu dT} = \frac{3}{2} R + \frac{p dV}{\nu dT} \cdot R$$

$$C = \frac{3}{2} R + \frac{p dV}{\nu dT} \cdot R = \frac{3}{2} R + \frac{2 \nu dV}{\nu dT} \cdot R = \frac{3}{2} R + 2R = \frac{7}{2} R$$

Важно! $1 \rightarrow 2$ и $3 \rightarrow 4$: $U = \frac{3}{2} pV$, но $p = \alpha V$, тогда $U = \frac{3}{2} \alpha V^2$

$$U = \frac{3}{2} pV = \frac{3}{2} \alpha V^2 \quad \text{и} \quad U = \frac{3}{2} \beta V^2$$



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
__ 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!

$$=2 \cdot \frac{1}{3} \text{ тк } \frac{T_2}{T_3} = \frac{12}{5}, \text{ то } \frac{1}{T_3} = \frac{12}{5}$$

А 3е учк - площадь поверхности бруска.

$$Q_{\text{чума}} = Q_{12} = \frac{1}{2} R \cdot \Delta T_{12}$$

равенства 2-3: $Q =$

$$\text{тк } P_1 = P_4, \text{ то } 2V_1 = 3V_4 \rightarrow \frac{V_4}{V_1} = \frac{1}{3} = \frac{12}{5}$$

$$\text{аналог: } \frac{P_2}{P_3} = \frac{821}{5}$$

$$2-3: Q = \frac{1}{2} R (2V_1^2 - 3V_3^2) = (1-12) V_3^2$$

$Q = \frac{1}{2} R \Delta T_{12}$

$$\text{тк } C_p = C_v \text{ то } C_{p41} = \frac{5}{2} R =$$

$$\rightarrow Q_{41} = \frac{5}{2} R \Delta T_{41} = \frac{5}{2} (2V_1^2 - 3V_4^2)$$

$$Q_{41} = \frac{5}{2} R (2V_1^2 - 3V_4^2) = P_1 (V_4 - V_1) = P_1 \left(\frac{1}{3} V_1 - V_1 \right) = \frac{2}{3} P_1 V_1$$

$$\frac{3}{2} R (T_2 - T_3) = Q \rightarrow \text{тк } T_2 - T_3 = \frac{2Q}{3R}$$

$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{12}{5}$$

$$T_3 = \frac{5}{12} T_2$$

$$\frac{7}{12} T_2 = \frac{2}{3} \frac{Q}{R}$$

$$T_2 = \frac{8}{7} \frac{Q}{R}$$

$$T_3 = \frac{10}{21} \frac{Q}{R}$$

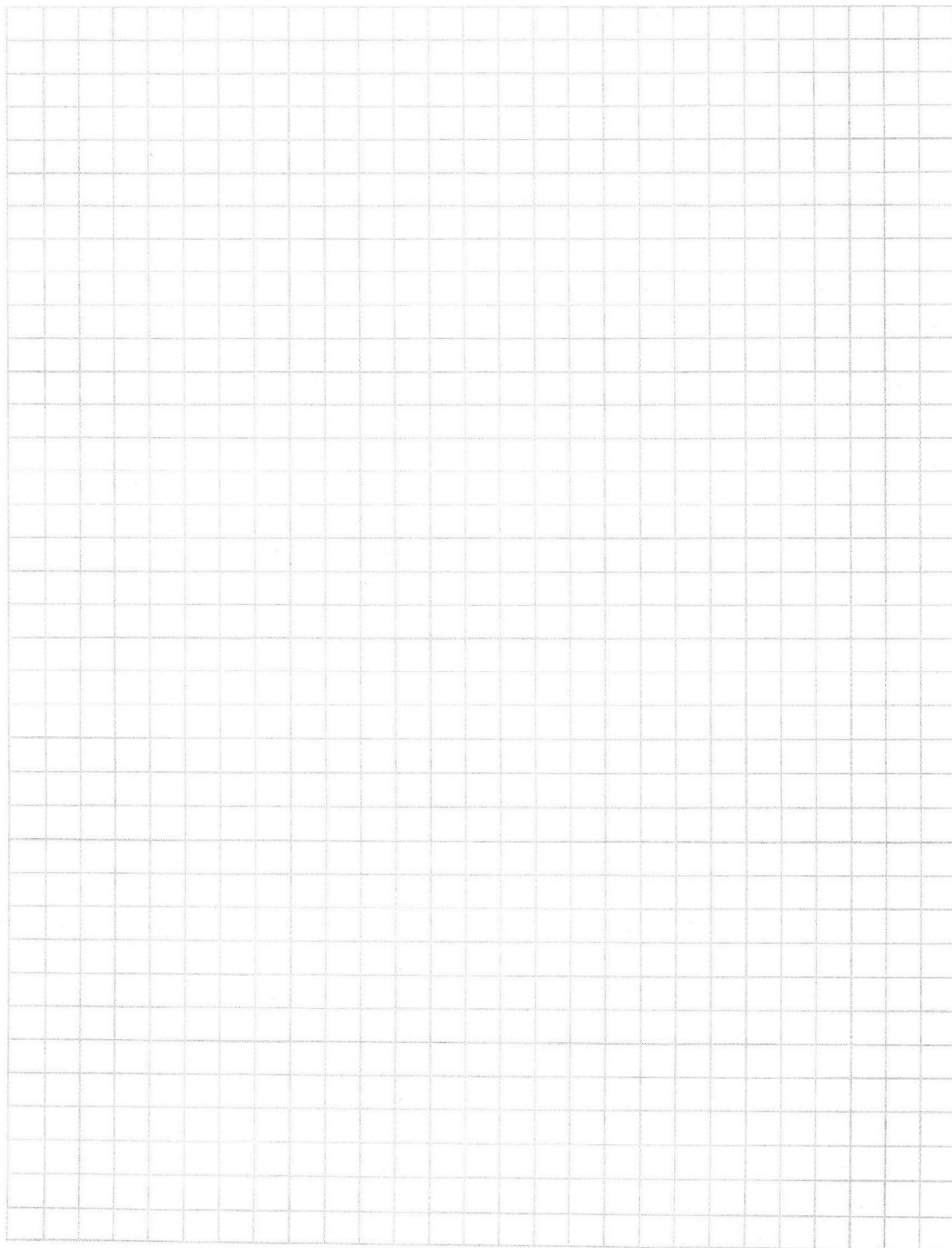


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!





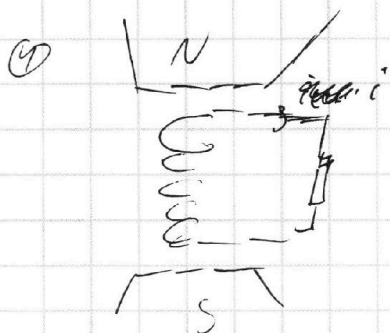
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
☐2
☐3
☐4
☒5
☐6
☐7
☐

СТРАНИЦА

1 из 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!



$$\Phi = \Phi_{\text{внеш}} + \Phi_{\text{с.в.}}, \text{ т.е.}$$

$\Phi_{\text{с.в.}}$ - поток самоиндукции

$$\Phi_{\text{внеш}} = B \cdot S_{\text{поп}} \cdot N, \text{ где } B - \text{индукция магн. поля, } S_{\text{поп}} - \text{площадь поперечного сечения}$$

3-й закон Фарадея: $-\frac{d\Phi}{dt} = \mathcal{E}_{\text{св}} = -\frac{dB}{dt} S_{\text{поп}} \cdot N - L \frac{di}{dt} = iR$

2) по 3-му закону: $|\mathcal{E}_{\text{св}}| = L \left| \frac{di}{dt} \right| = iR$

$$L \left| \frac{di}{dt} \right| = iR \Rightarrow$$

$$i = \frac{L}{R} \frac{di}{dt}$$

при $di/dt = 1$: $i = \frac{L}{R}$

при $di/dt = 1$: $i = \frac{L}{R}$

1) по формуле:

ТК ток растёт линейно, $\frac{di}{dt} = \text{const} = \frac{1}{T}$

Куда-то в формулу $\frac{di}{dt} = \frac{1}{T}$ подставляем $i = \frac{L}{R}$ и получаем $\frac{1}{T} = \frac{L}{R} \cdot \frac{1}{T}$ ТК из формулы получено то же самое

$$\Rightarrow \Phi = \text{const} \Rightarrow \frac{d\Phi}{dt} = 0 \Rightarrow$$

$$\frac{di}{dt} = \frac{1}{T} ; \text{ Ответ: } \frac{di}{dt} = \frac{1}{T}$$