



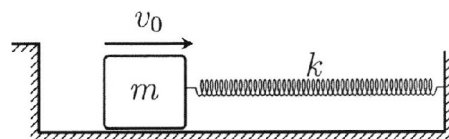
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



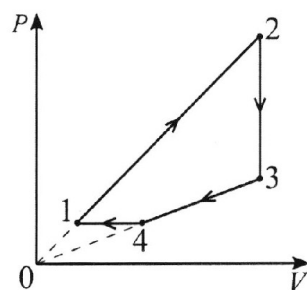
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k (см. рис.). Уступ находится на таком расстоянии от тела, что если тело прижать к уступу и отпустить без начальной скорости, то положение равновесия тело пройдет со скоростью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

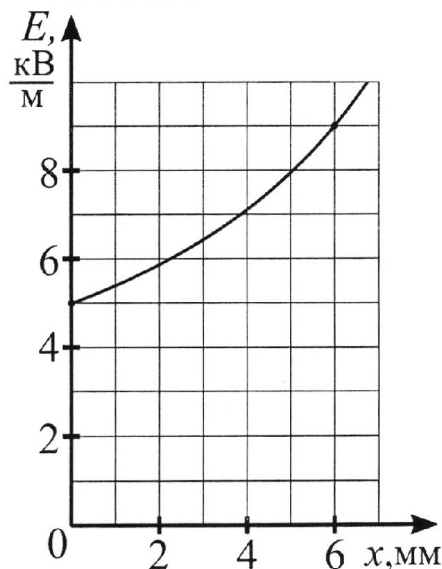
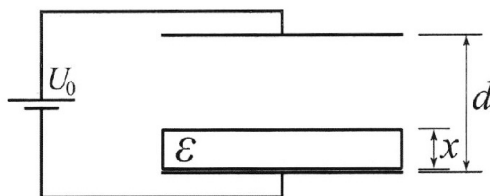
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

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.



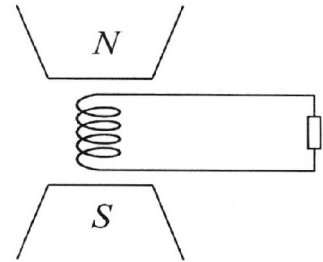
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 11-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



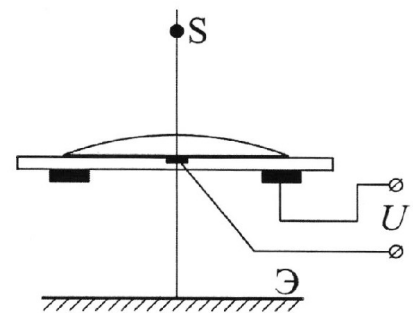
4. Катушка индуктивностью L с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле, направленном перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ . За время выключения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

Сопrotивлением катушки и соединительных проводов пренебречь.

5. Капля электропроводящей прозрачной жидкости с показателем преломления $n = 4/3$ покоится на тонкой смачиваемой прозрачной горизонтальной диэлектрической подложке (см. рис.). Капля используется в качестве тонкой плосковыпуклой линзы для получения изображения маленького светящегося шарика-светодиода S на экране $\mathcal{E}$. Источник S можно перемещать вдоль главной оптической оси линзы. Плоскость экрана перпендикулярна оси и находится на расстоянии $b = 24$ см от линзы. Расстояние от источника до линзы значительно больше диаметра пучка света, проходящего через линзу. Если под каплей соосно расположить два электрода, так что небольшой центральный электрод непосредственно контактирует с жидкостью, а периферийный (кольцо) изолирован от неё, то можно изменять радиус R кривизны верхней поверхности линзы по линейному закону в зависимости от напряжения U , прикладываемого к электродам. При нулевом напряжении радиус кривизны $R_0 = 2$ см. При напряжении U_1 на экране получено изображение светодиода с увеличением $\Gamma_1 = 5/3$, а при напряжении U_2 получено изображение с увеличением $\Gamma_2 = 1/3$.



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



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

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!

Дано: $m, k, v_0, v_1 = \frac{23v_0}{9}, v_2 = \frac{7v_0}{3}, \frac{E_{\text{до уд.}}}{E_{\text{после уд.}}} = 4 = \text{const}$

Найти: 1) $x_{\text{max}} = ?$ 2) $v_3 = ?$ 3) $t_1 = ?$

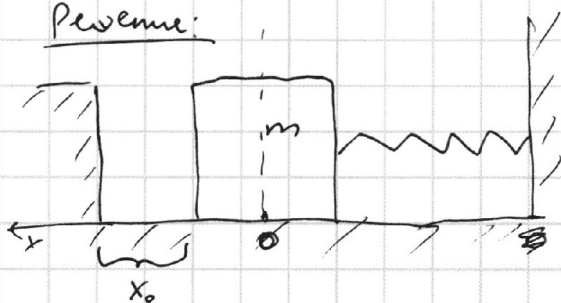
v_3 - скорость тела в состоянии равновесия после 2-го удара

v_{01} - скорость б. уступа до первого удара

v_{02} - скорость б. уступа после первого удара

v_{03} - скорость б. уступа после 2-го удара.

Решение:



Найдем расстояние x_0 до уступа из состояния равновесия.

Из ЗСЭ:

$$\frac{kx_0^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow x_0 = v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Тело будет совершать колебания на пружине с периодом, который

по известной формуле находите как: $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}. \quad 1) \text{ Из ЗСЭ до удара } \frac{mv_1^2}{2} = \frac{kx_{\text{max}}^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x_{\text{max}} = v_1 \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{23v_0}{9} \sqrt{\frac{m}{k}}. \quad 2) \text{ Движение тела гармоническое}$$

тогда можно записать закон его движения: $x(t) = A \sin \omega t$, где

A - амплитуда мая, $A = x_{\text{max}} \Rightarrow x(t) = \frac{23v_0}{9} \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \sin \omega t$.

$$v(t) = x'(t) = \frac{23v_0}{9} \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \omega \cdot \cos(\omega t) = \frac{23v_0}{9} \cos(\omega t).$$

из ЗСЭ:

$$\frac{mv_2^2}{2} = \frac{kx_0^2}{2} + \frac{mv_{01}^2}{2} \Rightarrow v_{01} = \sqrt{\frac{mv_2^2 - kx_0^2}{m}}$$



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!

$$v_{01} = \sqrt{\frac{m \cdot \left(\frac{23}{9} v_0\right)^2 - m v_0^2}{m}} = \sqrt{\frac{23^2 - 9^2}{9^2} \cdot v_0^2} = \frac{8 v_0 \sqrt{7}}{9}$$

ИЗ ЗСЭ после 1-го удара:

$$\frac{m v_{02}^2}{2} + \frac{k x_0^2}{2} = \frac{m v_2^2}{2} \Rightarrow \cancel{m v_0^2} v_0^2 = \frac{m v_2^2 - k x_0^2}{m}$$

$$= \frac{49 v_0^2}{9} - v_0^2 = \frac{40}{9} v_0^2$$

$$\frac{E_{\text{гоус}}}{E_{\text{моллус}}} = \frac{2 m v_{01}^2}{2 m v_{02}^2} = \frac{v_{01}^2}{v_{02}^2} = 4 \Rightarrow 4 = \frac{448 v_0^2}{\frac{40 v_0^2}{9}}$$

$= \frac{56}{45}$. ИЗ ЗСЭ, см после 1-го удара по условию

скорости v_{02} , а пришло и улетело оно с той же скоростью

$$v_{02} \Rightarrow 4 = \frac{v_{02}^2}{v_{03}^2} \Rightarrow v_{03}^2 = \frac{v_{02}^2}{4} = \frac{\frac{40}{9} v_0^2}{\frac{56}{45}} = \frac{25}{7} v_0^2$$

ИЗ ЗСЭ после второго удара:

$$\frac{m v_{03}^2}{2} + \frac{k x_0^2}{2} = \frac{m v_3^2}{2} \Rightarrow v_3 = \sqrt{\frac{m v_{03}^2 + k x_0^2}{m}} = \sqrt{v_{03}^2 + v_0^2} = \sqrt{\frac{25}{7} v_0^2 + v_0^2} = 4 v_0 \sqrt{\frac{2}{7}}$$

3) го 1-го удара: $r(t) = \frac{23 v_0}{9} \cos(\omega t)$

после 1-го удара $r(t) = \frac{7 v_0}{9} \cos(\omega t)$

Время от начала го ^{второе} вынужденного колебания: $\frac{T}{2} + t_{01}$ (го 1-го удара)

Время от начала го ^{первое} вынужденного колебания: t_{02} (после 1-го удара)



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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

$$v_{01} = \frac{23v_0}{9} \cos(\omega t_{01}), \text{ где } t_{01} < \frac{T}{4}$$

$$\frac{8\sqrt{2}v_0}{9} = \frac{23v_0}{9} \cos(\omega t_{01}) \Rightarrow t_{01} = \frac{\arccos\left(\frac{8\sqrt{2}}{23}\right)}{\omega} = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \arccos\left(\frac{8\sqrt{2}}{23}\right)$$

$$v_{02} = \frac{7v_0}{3} \cos(\omega t_{02}), \text{ где } t_{02} < \frac{T}{4}$$

$$v_0 \cdot \frac{40}{9} = v_0 \cdot \frac{25v_0}{9} = \frac{7v_0}{3} \cos(\omega t_{02}) \Rightarrow t_{02} = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \arccos\left(\frac{2\sqrt{10}}{7}\right)$$

$$t_1 = \frac{T}{2} + t_{01} + t_{02} = \pi \sqrt{\frac{m}{k}} + \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \arccos\left(\frac{8\sqrt{2}}{23}\right) + \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \arccos\left(\frac{2\sqrt{10}}{7}\right)$$

$$\text{Ответы: 1) } x_{\max} = \frac{23v_0}{9} \sqrt{\frac{m}{k}}, \quad 2) v_3 = 4v_0 \sqrt{\frac{2}{7}}$$

$$3) t_1 = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(\pi + \arccos\left(\frac{8\sqrt{2}}{23}\right) + \arccos\left(\frac{2\sqrt{10}}{7}\right) \right)$$



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
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!

Дано: $Q_{41} = Q_{23} = Q$, $C = \frac{7R}{2}$, $\frac{T_2}{T_3} = \frac{12}{5}$. Найти 1) $C_{23} = ?$

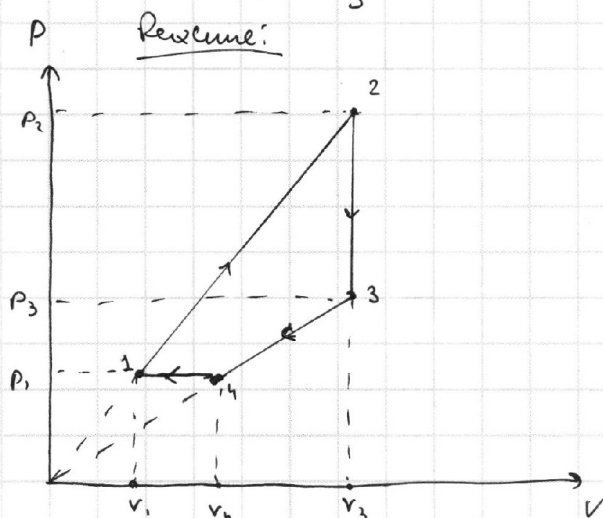
C_{23} - мол. теплоемкость процесса 23.

2) $A_2 = ?$

3) $\eta = ?$

P_1 - давление в 1 и 4, P_2 - давление в 2, P_3 - давление в 3.

V_1 - объем в 1, V_3 - объем в 2 и 3, V_4 - объем в 4.



Помогает на процесс 1-2:

$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$, первый закон термодинамики

$$A_{12} = \frac{P_1 + P_2}{2} (V_3 - V_1), \quad \Delta U_{12} = \frac{i}{2} (P_2 V_3 - P_1 V_1)$$

$$Q_{12} = \frac{P_1 V_3 - P_1 V_1 + P_2 V_3 - P_2 V_1}{2} + \frac{i(P_2 V_3 - P_1 V_1)}{2} =$$

$$= \frac{P_1 V_3 - P_2 V_1 + (i+1)P_2 V_3 - (i+1)P_1 V_1}{2}; \quad \text{т.к. 1-2 - лн зависимость}$$

$P(V)$, $P = kV$, где k - некоторый коэффициент.

$$P_1 = kV_1, \quad P_2 = kV_3 \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1}{V_3} \Rightarrow P_2 = \frac{V_3}{V_1} P_1;$$

$$Q_{12} = \frac{P_1 V_3 - P_1 \frac{V_3}{V_1} V_1 + (i+1)P_2 V_3 - (i+1)P_1 V_1}{2} = \frac{i+1}{2} \cdot \frac{2}{i} \Delta U_{12} =$$

$$= \frac{i+1}{i} \cdot \frac{i}{2} \nu R (T_2 - T_1); \quad C = \frac{Q_{12}}{\nu(T_2 - T_1)} = \frac{i+1}{2} R = \frac{7}{2} R =)$$

$\Rightarrow i = 6$, газ триатомный. T_2 - температура газа в точке 2,

T_1 - температура в точке 1. (Здесь i - число степеней свободы молекулы газа)



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!

$$Q_{23} = A_{23} + \alpha U_{23} = \alpha U_{23}, \text{ т.к. } 2-3 \text{ изобразна, то } A_{23} = 0.$$

$$Q_{23} = \frac{i}{2} 2R(T_3 - T_2) \Rightarrow C_{23} = \frac{Q_{23}}{2(T_3 - T_2)} = \frac{i}{2} R \Rightarrow \underline{C_{23} = \frac{6}{2} R = 3R}$$

Далее найдем работу газа:

$$\begin{aligned} A &= A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41} = \frac{(P_1 + P_2)(V_3 - V_1)}{2} + 0 + \frac{(P_1 + P_3)(V_3 - V_4)}{2} - \\ &= P_1(V_4 - V_1) = \left(\frac{P_1 V_3}{2} - \frac{P_1 V_1}{2} + \frac{P_2 V_3}{2} - \frac{P_2 V_1}{2} \right) - \left(\frac{P_1 V_3}{2} - \frac{P_1 V_4}{2} + \frac{P_3 V_3}{2} - \right. \\ &\left. - \frac{P_3 V_4}{2} \right) = (P_1 V_4 - P_1 V_1). \end{aligned}$$

Угаски 1-2 и 3-4 - линейные зависимости $p(V)$: 1-2: $p(V) = kV$

3-4: $p(V) = mV$,

где k и m - некоторые константы,

$$P_1 = kV_1, \quad P_2 = kV_3$$

$$P_1 = mV_4, \quad P_3 = mV_3$$

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

$$\Rightarrow \frac{P_1 V_3}{2} = \frac{P_2 V_1}{2}, \quad \frac{P_1 V_3}{2} = \frac{P_3 V_4}{2}, \text{ тогда:}$$

$$A = -\frac{P_1 V_1}{2} + \frac{P_2 V_3}{2} + \frac{P_1 V_4}{2} - \frac{P_3 V_3}{2} = P_1 V_4 - P_1 V_1 =$$

$$= \frac{P_1 V_1}{2} + \frac{P_2 V_3}{2} - \frac{P_1 V_4}{2} - \frac{P_3 V_3}{2} = \frac{P_1 V_1 - P_1 V_4}{2} = \frac{P_3 V_3 - P_2 V_3}{2}$$

$$Q_{23} = -Q = \alpha U_{23} = \frac{i}{2} (P_3 V_3 - P_2 V_3) \Rightarrow P_3 V_3 - P_2 V_3 = -\frac{2Q}{i}$$

$$Q_{41} = -Q = A_{41} + \alpha U_{41} = P_1(V_1 - V_4) + \frac{i}{2} P_1(V_1 - V_4) = \frac{i+2}{2} (P_1 V_1 - P_1 V_4) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_1 V_1 - P_1 V_4 = -\frac{2Q}{i+2}; \quad A = -\frac{Q}{i+2} + \frac{Q}{i} = \frac{2Q}{i(i+2)} = \frac{2Q}{6(i+2)} = \underline{\underline{\frac{Q}{3(i+2)}}}$$



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!

Ответ: 1) $C_{20} = 3R$, 2) $A = \frac{Q}{24}$



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!

Дано: $d = 9 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, толщина диэлектрика $- x$; Найти: 1) $U_0 = ?$
2) $E = ?$

Решение:

Из графика $U(x)$ находим $U_0 = 5 \cdot 10^3 \text{ В}$
 $x = 6 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, $E = 5 \cdot 10^3 \text{ В/м}$

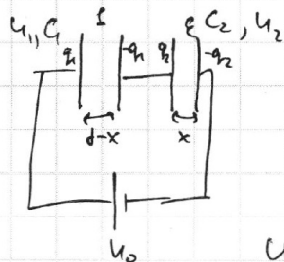
1) при $x = 0$: $E = \frac{q}{\epsilon_0 S}$; $q = C \cdot U_0$

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d} \Rightarrow q = \frac{\epsilon_0 S U_0}{d} \Rightarrow E = \frac{\epsilon_0 S U_0}{d \cdot \epsilon_0 S} = \frac{U_0}{d}$$

$$U_0 = E \cdot d = 5 \cdot 10^3 \cdot 9 \cdot 10^{-3} = 45 \text{ В}$$

2) Каким образом зависит напряженность в воздушной части от x :

Конденсатор можно разбить на два:



На первом напряженность U_1 , его емкость C_1

на втором напряженность U_2 , его емкость C_2

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 S}{d-x}, \quad C_2 = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{x}$$

Из закона сохранения заряда $q_1 = q_2$, где

q_1 - заряд на левой пластине 1-го конденсатора, q_2 - заряд на левой пластине 2-го конденсатора. $q_1 = C_1 U_1$, $q_2 = C_2 U_2$;

$$C_1 U_1 = C_2 U_2 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_1}{C_2} \Rightarrow U_2 = U_1 \cdot \frac{C_1}{C_2} = \frac{\epsilon_0 S}{\frac{\epsilon_0 \epsilon S}{x}} \cdot U_1 =$$

$$= \frac{x}{\epsilon(d-x)} \cdot U_1 \quad U_1 + U_2 = U_0; \quad U_1 + \frac{x}{\epsilon(d-x)} U_1 = U_0$$



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!

$$U_1 \cdot (\varepsilon(d-x) + x) = U_0 \Rightarrow U_1 = \frac{U_0 \cdot \varepsilon(d-x)}{\varepsilon(d-x) + x}$$

$$E = U_1(d-x) = \frac{U_0 \cdot \varepsilon(d-x)^2}{\varepsilon(d-x) + x}$$

~~Используем~~ $x = 6 \cdot 10^{-3}$ $E_x + E - E \cdot (d-x) = U_0 \varepsilon$

$$\varepsilon = \frac{E x}{U_0 - E(d-x)}$$

Используем $x = 6 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, $E = 9 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}}$, $d = 5 \cdot 10^{-3}$,

$U_0 = 45 \text{ В}$
(найдено в пункте 1))

$$\varepsilon = \frac{9 \cdot 10^3 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{45 - 9 \cdot 10^3 (9 \cdot 10^{-3} + 6 \cdot 10^{-3})} = \frac{54}{18} = \frac{9 \cdot 6}{8 \cdot 2} = \underline{\underline{3}}$$

Ответ: 1) $U_0 = 45 \text{ В}$, 2) $\varepsilon = 3$



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

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!

Дано: L, m, S, R, τ , возрастает линейно от 0 до I_1 .

Найти: 1) $\frac{dI}{dt} = ?$ при $t = \frac{\tau}{4}$

2) $q = ?$

3) $B_1 = ?$

Решение:

1) $I = kt$, где $k = \text{const}$, т.к. ток увеличивается линейно.

$$I_1 = k \cdot \tau \Rightarrow k = \frac{I_1}{\tau}; \quad \frac{dI}{dt} = I' = k = \frac{I_1}{\tau} - \text{скорость нарастания}$$

в любой момент времени от 0 до $I_1 \tau$.

2) После полного выключения магнитного поля в катушке останется ток I_1 . По 2-й теореме Кирхгофа:

$$IR + \frac{L dI}{dt} = 0 \Rightarrow -IR dt = L dI, \quad I dt = dq$$

$$-R dq = L dI; \quad \text{проинтегрируем:} \quad -R \int_0^q dq = L \int_{I_1}^0 dI$$

$$\Rightarrow -Rq = -LI_1 \Rightarrow \underline{q = \frac{LI_1}{R}}$$

3) В процессе выключения поля в цепи есть ЭДС индукции от внешнего поля: $\mathcal{E}_i = -\frac{dB \cdot S \cdot n}{dt}$, а также ЭДС самоиндукции катушки.

По 2-й теореме Кирхгофа:

$$\mathcal{E}_i = \frac{L dI}{dt} = IR \Rightarrow -\frac{dB S n}{dt} - \frac{L dI}{dt} = IR; \quad \frac{dI}{dt} = k = \frac{I_1}{\tau}$$

$$-dB S n - L \cdot \frac{I_1}{\tau} \cdot dt = \frac{I_1}{\tau} t R \cdot dt.$$



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!

$$-d\Phi_{S,n} = L \frac{I_1}{\tau} dt = \frac{I_1}{\tau} t R \cdot dt \quad \text{Суммируя, получаем:}$$

$$-\int_{\Phi_1}^0 d\Phi_{S,n} = \int_0^{\tau} L \frac{I_1}{\tau} dt = \int_0^{\tau} \frac{I_1}{\tau} R \cdot dt$$

$$+\Phi_{S,n} - L I_1 = \frac{I_1 R \cdot \tau}{2} \Rightarrow \Phi_{1,2} = \frac{I_1 R \tau + L I_1}{S_{1,n}}$$

$$= \frac{I_1 (R\tau + 2L)}{2S_{1,n}}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{d\Phi}{dt} = \frac{I_1}{\tau}, \quad 2) \quad q = \frac{L I_1}{R}, \quad 3) \quad \Phi_{1,2} = \frac{I_1 (R\tau + 2L)}{2S_{1,n}}$$



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

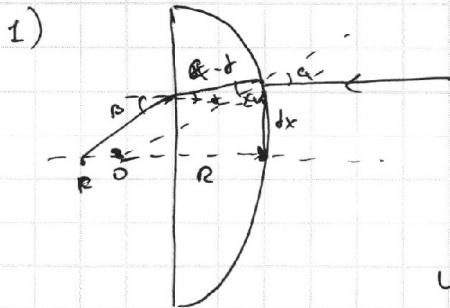
1 из 2

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!

Дано: $n = \frac{4}{3}$, $b = 24 \text{ см}$, $R_0 = 2 \text{ см}$, $\Gamma_1 = \frac{5}{3}$, $\Gamma_2 = \frac{1}{3}$

Найти 1) $F(n, \epsilon) = ?$ 3) $\frac{E_1}{E_2} = ?$
2) $\frac{U_2}{U_1} = ?$

Решение:



Рассмотрим точную плоскую волну криволинейно линзы с радиусом R и показателем преломления n . Лучи, падающие параллельно главной оптической оси линзы, должны собираться в фокусе линзы.

Углы малы, тогда $\tan \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha$, $\tan \gamma \approx \sin \gamma \approx \gamma$, $\tan \beta \approx \sin \beta \approx \beta$,

где α - угол падения на линзу, β - угол выхода луча из линзы,

$\sin \alpha = n \sin \gamma$, $n \sin(\alpha - \gamma) = \sin \beta$ $\Rightarrow \alpha \approx n\gamma$, $\beta \approx n(\alpha - \gamma)$
 $\Rightarrow \frac{\alpha}{n} \approx \beta \Rightarrow \beta \approx n(\alpha - \frac{\alpha}{n}) = \alpha(n-1)$.

Пренебрегая смещением луча в линзе по вертикали:

$\tan \beta \approx \tan \alpha(n-1) \Rightarrow \frac{dx}{F} \approx \frac{dx}{R} \cdot (n-1) \Rightarrow$

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

2) По условию $R = kU$, где k - некоторая константа.

$R_1 = kU_1$, $R_2 = kU_2 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{kU_1 + b_0}{kU_2 + b_0}$

$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{b} + \frac{1}{f_1}$ $\cdot b \Rightarrow \frac{b}{F_1} = 1 + \Gamma_1$, где f_1 - расстояние до S от R_1

$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{b} + \frac{1}{f_2}$ $\cdot b \Rightarrow \frac{b}{F_2} = 1 + \Gamma_2$, где f_2 - расстояние до S от 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**.

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!

По цепочке в н.д. : $F_1 = \frac{R_1}{n-1}$, $F_2 = \frac{R_2}{n-1}$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{1+F_1}{1+F_2} = \frac{u_2}{u_1} = \frac{u_2}{u_1} = \frac{1+\frac{5}{3}}{1+\frac{1}{3}} = \frac{8}{4} = 2$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{1+F_1}{1+F_2} \quad \frac{R_2}{R_1} = \frac{ku_2 + R_0}{ku_1 + R_0} = \frac{1+F_1}{1+F_2} = \frac{1+\frac{5}{3}}{1+\frac{1}{3}} = 2$$

$$ku_2 + R_0 = 2ku_1 + 2R_0 \Rightarrow ku_2 - 2ku_1 = R_0$$

$$k(u_2 - 2u_1) = R_0$$

Ответ: 1) $F(R, n) = \frac{R}{n-1}$



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.

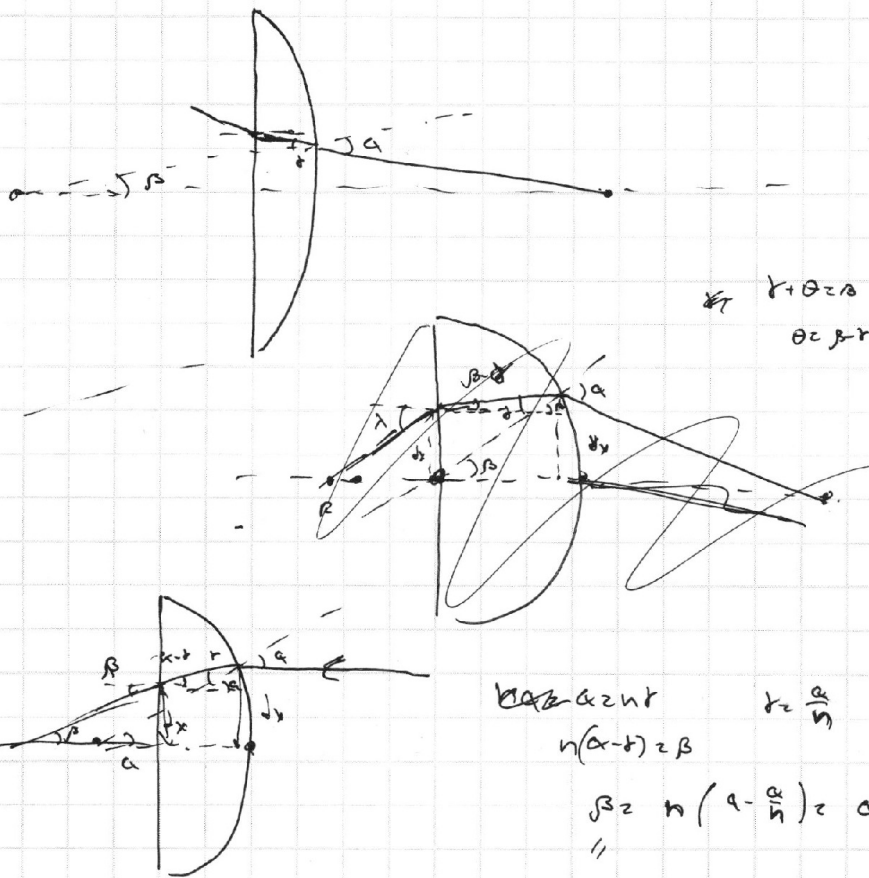
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ 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!

NS) $n = \frac{4}{3}$, $b = 24 \text{ см}$, $R = 2 \text{ см}$, $\Gamma_1 = \frac{5}{3}$, $\Gamma_2 = \frac{1}{3}$

1) $F(R, n) = ?$



~~$b = a + r$~~ $r = \frac{a}{n}$
 $n(a - r) = b$

$b = n(a - \frac{a}{n}) = a(n - 1)$
"

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



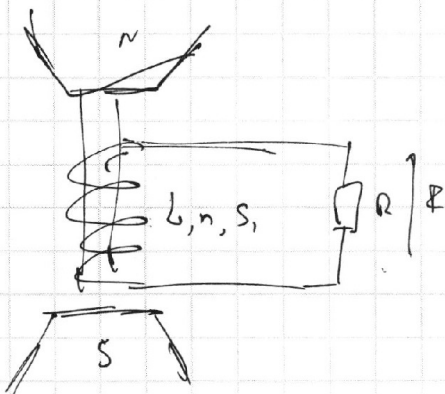
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ 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!

м) $L, n, S, R, \tau, 0 \rightarrow I_1$; 1) $I_z?$ $t = \frac{\tau}{4}$



2) $q_z?$

3) $B_z?$

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

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

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

$$\ln\left(\frac{I}{I_1}\right) = \frac{R}{L} \cdot t$$

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

3 момент τ $I_z I_1$

$$I(t) = k \cdot t$$

$$I_1 = k \cdot \tau \Rightarrow \frac{I}{\tau} = k$$

$$I'(t) = k = \frac{I_1}{\tau}$$

$$\mathcal{E}_i = \frac{dB \cdot S \cdot n}{dt}$$

$$-\frac{L dI}{dt} + \mathcal{E}_i = IR$$

$$-L \cdot k + \frac{dB S n}{dt} = k t \cdot R$$

$$-L k \cdot dt + dB S n = k t R \cdot dt$$

$$-L k \tau + B_1 S n = k R \frac{\tau^2}{2} = \frac{I_1 R \tau}{2}$$

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

$$L dI = I dt R$$

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

$$L I = q R \Rightarrow q = \frac{L I_1}{R}$$

$$\frac{L dI}{dt} + IR = 0$$

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

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



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!

$$P_1 V_1 = 2RT_1$$

$$P_2 V_3 = 2RT_2$$

$$(P_2 V_3 - P_1 V_1) = 2R$$

$$A = A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41} =$$

$$= \frac{(P_1 + P_2)(V_3 - V_1)}{2} + 0 + \frac{(P_1 + P_3)(V_3 - V_4)}{2} +$$

$$- P_1 (V_4 - V_1) =$$

$$= \left(\frac{P_1 V_3}{2} - \frac{P_1 V_1}{2} + \frac{P_2 V_3}{2} - \frac{P_2 V_1}{2} \right) - \left(\frac{P_1 V_3}{2} - \frac{P_1 V_4}{2} + \frac{P_3 V_3}{2} - \frac{P_3 V_4}{2} \right) -$$

$$- (P_1 V_4 - P_1 V_1) = - \frac{P_1 V_1}{2} + \frac{P_2 V_3}{2} + \frac{P_1 V_4}{2} - \frac{P_3 V_3}{2} - P_1 V_4 + P_1 V_1 =$$

$$P_1 = k V_1$$

$$P_2 = k V_3 \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1}{V_3} \rightarrow P_2 = \frac{V_3}{V_1} P_1$$

$$P_1 = m V_4$$

$$P_3 = m V_3 \Rightarrow \frac{P_1}{P_3} = \frac{V_4}{V_3} \rightarrow P_3 = \frac{V_3}{V_4} P_1$$

$$A = \frac{P_1 V_1 - P_1 V_4}{2} - \frac{P_3 V_3 - P_2 V_3}{2}$$

$$A = \frac{P_1 V_1}{2} + \frac{P_2 V_3}{2} - \frac{P_3 V_3}{2} - \frac{P_1 V_4}{2}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{12}} \quad | \quad Q_{12} = Q_{23}$$

$$Q_{12} = \frac{(i+1)}{2} 2R(T_2 - T_1)$$

$$Q_{34} =$$

$$Q_{12} = \frac{i}{2} (P_3 V_3 - P_2 V_3) = Q_{23} = Q \Rightarrow P_3 V_3 - P_2 V_3 = \frac{2Q}{i}$$

$$-Q = Q_{41} = P_1 (V_4 - V_1) + \frac{i}{2} P_1 (V_1 - V_4) = \frac{i+2}{2} P_1 (V_1 - V_4) \Rightarrow P_1 (V_1 - V_4) = -\frac{2Q}{i+2}$$

$$A = -\frac{Q}{i+2} + \frac{Q}{i} = \frac{Qi - Qi + Q \cdot 2}{i(i+2)} = \frac{2Q}{i(i+2)} = \left(\frac{Q}{24} \right) = A$$

$$Q_{12} = Q_{34} \quad A_{34} + Q_{34} = \frac{(P_1 + P_3)(V_3 - V_4)}{2} + \frac{i}{2} (P_1 V_4 - P_3 V_3) = \frac{(i+1)}{2} 2R(T_4 - T_3)$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

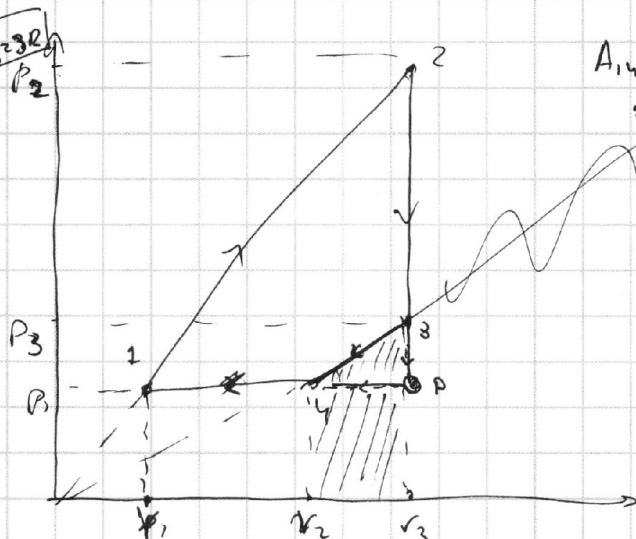
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N2) 2-3 → изохора
1 → 2 → изобара

1) $C_{23} = ?$

2) $A = ?$

3) $\eta = ?$



$$Q_{23} = \frac{i+1}{2} \cdot p(V_2 - V_1)$$

$$A_{12} = p_1(V_2 - V_1)$$

$$Q_{12} = \frac{i}{2} (p_1 V_1 - p_1 V_2) = -\frac{i}{2} A$$

$$P_1 =$$

$$\left(\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1}{V_3} \right)$$

$$P_1 = k V_1$$

$$P_2 = k V_3$$

$$P_2 = \frac{V_3}{V_1} P_1$$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_2 V_3 = \nu R T_2$$

$$P_3 V_3 = \nu R T_3$$

$$P_1 V_2 = \nu R T_4$$

$$\left(\frac{P_2}{P_3} = \frac{T_2}{T_3} \right)$$

$$P_1 = k V_1; P_2 = k V_3$$

$$P_1 = m V_1; P_2 = m V_3$$

$$\left(\frac{P_2}{P_3} = \frac{k}{m} = \frac{T_2}{T_3} \right)$$

$$Q_{23} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T \Rightarrow C_{23} = \frac{i}{2} R \Rightarrow \frac{C_{23}}{R} = \frac{i}{2} = 3 \Rightarrow i = 6$$

$$Q_{12} = A_{12} + Q_{12} = \frac{(P_1 + P_2)}{2} (V_3 - V_1) + \frac{i}{2} (P_2 V_3 - P_1 V_1)$$

$$= \frac{P_1 V_3 + P_1 V_1 + P_2 V_3 - P_2 V_1}{2} + \frac{i (P_2 V_3 - P_1 V_1)}{2} = \frac{P_1 V_3 - P_2 V_1 + (i+1) P_2 V_3 - (i+1) P_1 V_1}{2}$$

$$= \frac{(i+1) (P_2 V_3 - P_1 V_1)}{2} = \frac{i+1}{2} \cdot \nu R (T_2 - T_1)$$

$$C = \frac{Q_{12}}{\nu (T_2 - T_1)} = \frac{i+1}{2} R = \frac{7}{2} R \Rightarrow \boxed{i = 6}$$



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!

$$P_2 V_3 = \nu R T_2$$

P

$$-Q = \frac{i}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

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

$$\frac{12}{5}$$

$$-Q = \frac{i}{2} \nu R \left(T_3 - \frac{12}{5} T_3 \right) = -\frac{i}{2} \nu R \cdot \frac{7}{5} T_3$$

$$\Delta U_{32} = \frac{i}{2} \nu R (T_4 - T_3)$$

$$T_3 = \frac{10Q}{7i\nu R}$$

$$T_2 = \frac{24Q}{7i\nu R}$$

$$P_3 V_3 = \nu R T_3$$

$$P_1 V_4 = \nu R T_4$$

$$\frac{i+2}{2} P_1 (V_1 - V_4) = \frac{i+2}{2} \nu R (T_1 - T_4) = -Q$$

$$T_1 = -\frac{2Q}{\nu R(i+2)} + T_4$$

$$P_3 = m V_3$$

$$P_1 = m V_4$$

$\Rightarrow$

$$\frac{P_3}{P_1} = \frac{V_3}{V_4}$$

$$P_3 V_4 = P_1 V_3$$

$$\frac{V_3^2}{V_4^2} = \frac{T_3}{T_4} = \frac{P_3^2}{P_1^2}$$

$$\frac{P_1 P_3}{V_3 V_4} = \frac{m^2 V_3 V_4}{V_3 V_4} = m^2$$

$$P_3 V_4 \cdot P_1 V_3 = \nu^2 R^2 T_3 T_4 = m^2 V_3^2 V_4^2$$

$$\frac{P_3}{m V_4} = \frac{P_1}{m V_3}$$

$$\frac{P_3}{V_4} = \frac{P_1}{V_3}$$

$$\frac{P_3}{V_4} = \frac{P_1}{V_3}$$

$$V_3^2 = \frac{T_3}{T_4} V_4^2$$

$$P_3 V_4 = m V_3 V_4$$

$$T_4 = \frac{V_4^2}{V_3^2} T_3$$

$$P_3 = m V_3$$

$$\frac{P_3}{m V_4} = \frac{m V_3}{P_1}$$

$$Q_{12} = Q_{23} + Q_{34} + Q_{41}$$

$$A = Q_{12} + Q_{23} + Q_{34} + Q_{41} =$$

$$\Rightarrow A = Q_{12} + Q_{34} + 2Q =$$

$$A + 2Q = \frac{i+1}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{i+1}{2} \nu R (T_4 - T_3) = \frac{i+1}{2} \nu R (T_2 - T_1 + T_4 - T_3)$$



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

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!

3) $d = 9 \text{ м}$

$$\frac{V_{\text{нн}}}{V_{\text{ннн}}} = \frac{x}{d}$$

1) $U_0 = ?$ 2) $\epsilon = ?$

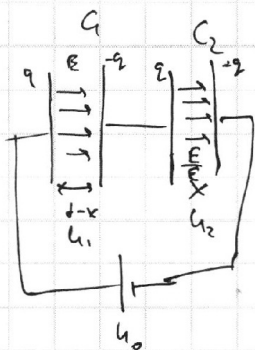
$$\text{ннн } x = 0: E = 5 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{q}{\epsilon_0 S}$$

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$\frac{9}{27}$$

$$\frac{45}{18}$$



$$= \frac{\epsilon_0 \cdot C_0}{\epsilon_0 S} = \frac{U_0 \cdot \epsilon_0 S}{d \cdot \epsilon_0 S} = \frac{U_0}{d} = 1$$

$$U_0 = E \cdot d$$

$$U_0 = 5 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^{-3}$$

$$C(x) = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)^{-1} = \left(\frac{d-x}{\epsilon_0 S} + \frac{x}{\epsilon \epsilon_0 S} \right)^{-1} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{\epsilon d - \epsilon x + x}$$

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 S}{d-x}$$

$$C_2 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x}$$

$$= \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{\epsilon d - \epsilon x + x} = C(x)$$

$$\frac{E}{\epsilon} = \frac{U_2 \cdot C_2}{\epsilon \epsilon_0 S}$$

$$E = \frac{U_1 C_1}{\epsilon_0 S} \Rightarrow \frac{U_1 C_1}{\epsilon_0 S} = \frac{U_2 C_2}{\epsilon \epsilon_0 S} \Rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{C_2}{C_1}$$

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{\frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x}}{\frac{\epsilon_0 S}{d-x}} = \frac{\epsilon(d-x)}{x}$$

$$\Rightarrow U_2 = \frac{x}{\epsilon(d-x)} \cdot U_1$$

$$U_1 + U_2 = U_1 + \frac{x}{\epsilon(d-x)} U_1 = U_0 \Rightarrow U_1 = \frac{\epsilon(d-x) U_0}{\epsilon(d-x) + x}$$

$$E = \frac{\frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x} \cdot \frac{\epsilon(d-x) U_0}{\epsilon(d-x) + x}}{\epsilon \epsilon_0 S} = \frac{\epsilon^2 (d-x) U_0}{\epsilon(d-x) + x}$$

$$\frac{\epsilon^2 U_0}{6\epsilon + 12} = 9$$

$$9 \cdot 10^3 =$$

$$\frac{\epsilon^2 (9-6) \cdot U_0 \cdot 10^{-5}}{(\epsilon (9-6) + 6) \cdot 10^{-2}} = 9$$

$$\frac{3\epsilon^2 U_0}{18\epsilon + 36} = 9$$



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**.

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!

$$\frac{v_{01}^2}{v_{02}^2} = \frac{\frac{448}{81} \cdot 28^2}{\frac{40 \cdot 28^2}{9}} = \frac{\frac{4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 7}{448 \cdot 8}}{\frac{40 \cdot 5 \cdot 8}{112}} = \frac{112}{80} = \sqrt{q} = \frac{56}{45}$$

$$\frac{25}{3^2} = 4.8$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 7 \\ \hline 112 \\ 10 \\ \hline 112 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2 \\ \hline 56 \end{array}$$

$$\frac{v_{02}^2}{v_{03}^2} = \frac{\frac{40 \cdot v_{02}^2}{9}}{v_{03}^2} = \frac{56}{45} = \frac{7 \cdot 8}{5 \cdot 9}$$

$$\frac{5 \cdot 8 \cdot v_{02}^2}{8 \cdot v_{03}^2} = \frac{7 \cdot 8}{5 \cdot 8} \Rightarrow \left(v_{03}^2 = \frac{25}{7} v_{02}^2 \right)$$

$$\frac{m v_{03}^2}{2} + \frac{k x_0^2}{2} = \frac{m v_2^2}{2} \Rightarrow v_2 =$$

$$\frac{m v_{03}^2 + k x_0^2}{m} = \frac{v_2^2}{1} = \frac{v_{02}^2 \cdot \frac{25}{7} + v_{02}^2}{1}$$

$$x_0 = v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\frac{40 \cdot 45}{56 \cdot 9} = \frac{5 \cdot 7 \cdot 5 \cdot 8}{7 \cdot 8 \cdot 8} = \sqrt{\frac{32 v_{02}^2}{7}} = 4 v_{02} \sqrt{\frac{2}{7}}$$

go 1-nd: $x(t) = \frac{23 v_0}{9} \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \sin(\omega t)$

$v(t) = \frac{23 v_0}{9} \cos(\omega t)$

now 2-nd: $v(t) = v_2 \cos(\omega t) = \frac{7 v_0}{3} \cos(\omega t)$

$t_{01} = \frac{8 v_0 \sqrt{2}}{9} = \frac{23 v_0}{9} \cdot \cos(\omega t) = \cos(\omega t) = \frac{8 \sqrt{2}}{23}$

$$t_{01} = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \arccos\left(\frac{8 \sqrt{2}}{23}\right)$$



$t_{02}: v_0 \cdot \frac{2}{3} \sqrt{10} = \frac{7 v_0}{3} \cos(\omega t_{02})$

$$t_{02} = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \arccos\left(\frac{2 \sqrt{10}}{7}\right)$$

$$t_1 = \frac{T}{2} + t_{01} + t_{02} =$$



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!

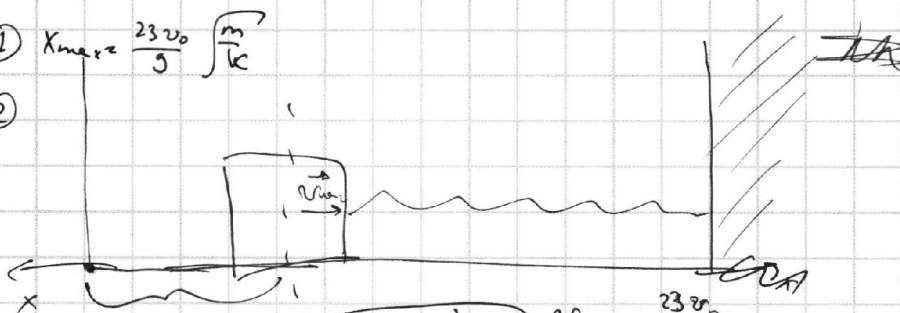
1) $x_{max} = ?$

① $x_{max} = \frac{23v_0}{g} \sqrt{\frac{m}{k}}$

2) $v_2 = ?$

②

3) $t_2 = ?$



$$\frac{kx_0^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow x_0 = v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\frac{E_{go}}{E_{max}} = \text{const} = 4$$

$$x(t) = A \sin(\omega t), \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$v(t) = A\omega \cos(\omega t), \quad A\omega = \frac{23v_0}{g}$$

$$A = \frac{23v_0}{g\omega} = \frac{23v_0}{g} \sqrt{\frac{m}{k}}; \quad x_0 = v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$v_0 \sqrt{\frac{m}{k}} \leq \frac{23v_0}{g} \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \sin(\omega t_0)$$

$$\sin(\omega t_0) = \frac{g}{23}$$

$$\cos(\omega t_0) = \sqrt{1 - \frac{g^2}{23^2}} = \frac{8\sqrt{57}}{23}$$

$$v_{10} = \frac{23v_0}{g} \cdot \frac{8\sqrt{57}}{23} = \frac{v_0 \cdot 8\sqrt{57}}{g}$$

$$\frac{v_{01}^2}{v_{02}^2} = \frac{\frac{mv_{01}^2}{2}}{\frac{mv_{02}^2}{2}} = 4;$$

$$\frac{mv_{02}^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} = \frac{m\left(\frac{7v_0}{2}\right)^2}{2}$$

$$v_{10}^2 = \frac{49v_0^2}{81} \cdot \frac{m}{m} = \frac{49v_0^2}{81}$$

$$= \frac{49 \cdot v_0^2}{81} \cdot \frac{m}{m} = \frac{49v_0^2}{81}$$

$$\frac{23}{23} = 1$$

$$\frac{248}{24} = 10.33$$

$$448 = 4 \cdot 112$$

$$\frac{112}{32} = 3.5$$

$$448 = 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 7$$

$$\frac{24}{24} = 1$$

$$v_{10}^2 = \frac{49v_0^2}{81} \cdot \frac{m}{m} = \frac{49v_0^2}{81}$$