

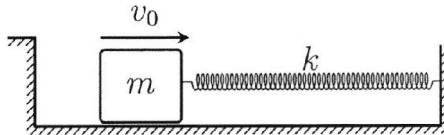


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**
Вариант 11-06



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

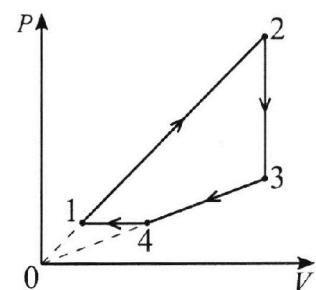
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k (см. рис.). Уступ находится на таком расстоянии от тела, что если тело прижать к уступу и отпустить без начальной скорости, то положение равновесия тело пройдет со скоростью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

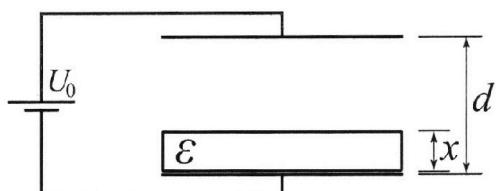
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

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 $T_2/T_3 = 12/5$.

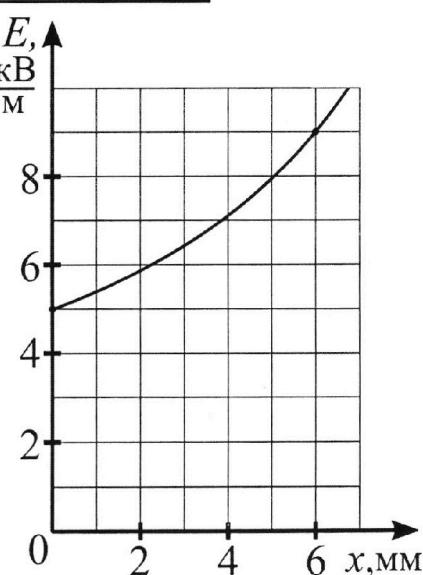


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 2-3.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

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,

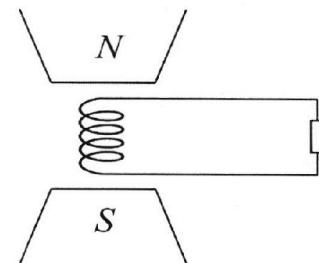
февраль 2025

Вариант 11-06



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

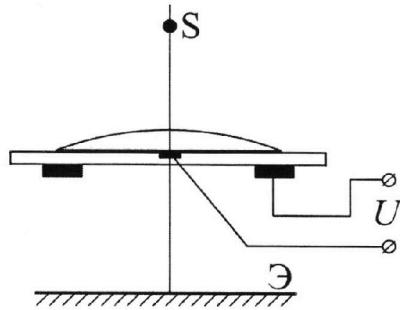
4. Катушка индуктивностью L с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле, направленном перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ . За время выключения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

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

СТРАНИЦА
1 из 3

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

Дано: $m, k, v_0, v_1 = \frac{23v_0}{3}, v_2 = \frac{7v_0}{3}$, $\frac{E_{\text{кин}}}{E_{\text{посл.}}} = \alpha = \text{const}$.

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

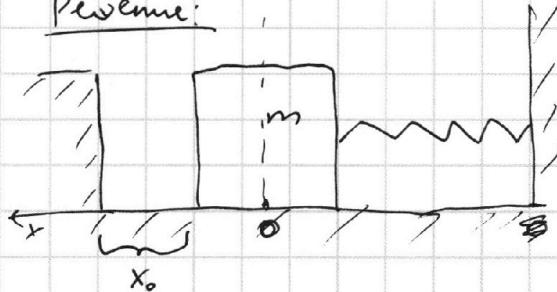
v_3 - скорость тела в момент равновесия после 2-го удара.

v_{01} - скорость тела после первого удара.

v_{02} - скорость тела после второго удара.

v_{03} - скорость тела после 3-го удара.

Решение:



Максимальное расстояние x_0 до которого тело движется в момент равновесия.

Из ЗСЗ:

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

Тело будет совершать колебания на пружине с периодом, который

по известной формуле не зависит от m . $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}. \quad \text{1) Из ЗСЗ} \quad \text{2) Удары} \quad \frac{m v_1^2}{2} = \frac{k x_{\max}^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x_{\max} = \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{23v_0}{3}\sqrt{\frac{m}{k}}. \quad \text{2) Движение тела гармоническое}$$

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

$$A - амплитуда, A = x_{\max} \Rightarrow x(t) = \frac{23v_0}{3} \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \sin(\omega t).$$

$$v(t) = x'(t) = \frac{23v_0}{3} \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \cos(\omega t) = \frac{23v_0}{3} \cos(\omega t).$$

Из ЗСЗ:

$$\frac{m v_1^2}{2} = \frac{k x_0^2}{2} + \frac{m v_{01}^2}{2} \Rightarrow v_{01} = \sqrt{\frac{m v_1^2 - k x_0^2}{m}}$$

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**.

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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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

$$v_{01} = \sqrt{\frac{m \cdot \left(\frac{25}{9} v_0\right)^2 - m v_0^2}{m}} = \sqrt{\frac{25^2 - 9^2}{81} \cdot v_0^2} = \frac{8 v_0 \sqrt{7}}{9}$$

Из Задачи 1-го года:

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

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

$$\frac{E_{\text{кинет}}}{E_{\text{势能}}} = \frac{\frac{1}{2} m v_{01}^2}{\frac{1}{2} m v_{02}^2} = \frac{v_{01}^2}{v_{02}^2} \approx 4 \Rightarrow \frac{\frac{448 v_0^2}{9}}{\frac{40 v_0^2}{9}} =$$

$\approx \frac{56}{45}$. Из Задачи 1-го года это явно со

скоростью v_{02} , то при этом и условия одно с той же целью

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

Из Задачи 2-го года:

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

$$= \sqrt{\frac{25}{7} v_0^2 + v_0^2} = \underline{4 v_0 \sqrt{\frac{2}{7}}}$$

$$3) \text{ по 1-му году: } r(t) = \frac{23 v_0}{g} \cos(\omega t)$$

$$\text{ибо 1-го года: } r(t) = \frac{23 v_0}{g} \cos(\omega t)$$

Время от начала до вспышки $\text{по } \cancel{\text{старт}}$: $\frac{T+t_0}{2}$ (по 1-го года)

Время от вспышки до конца решения: t_{02} (но не 1-го года)



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

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

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!

$$v_{01} = \frac{23v_0}{9} \cos(\omega t_0), \text{ где } t_0 < \frac{T}{2}$$

$$\frac{3\sqrt{6}\sqrt{2}}{3} = \frac{23v_0}{9} \cos(\omega t_0) \Rightarrow t_{01} = \frac{\arccos\left(\frac{3\sqrt{7}}{23}\right)}{\omega} = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \arccos\left(\frac{3\sqrt{7}}{23}\right)$$

$$v_{02} = \frac{23v_0}{3} \cos(\omega t_0), \text{ где } t_0 < \frac{T}{4}$$

$$v_0 \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} = v_0 \cdot \frac{2\sqrt{10}}{3} = \frac{7v_0}{3} \cos(\omega t_0) \Rightarrow t_{02} = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \arccos\left(\frac{2\sqrt{10}}{7}\right)$$

$$t_1 = \frac{T}{2} + t_{01} + t_{02} = \sqrt{\frac{m}{k}} + \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \arccos\left(\frac{3\sqrt{7}}{23}\right) + \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \arccos\left(\frac{2\sqrt{10}}{7}\right)$$

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

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



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**.

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

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

C_{23} - мол. теплоемкость процесса 23.

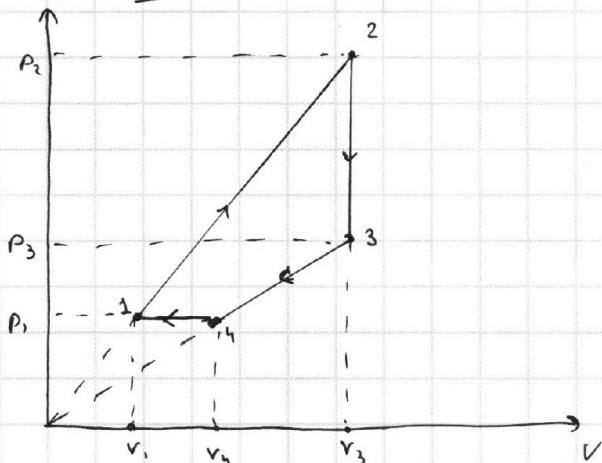
2) $A \approx ?$

3) $\eta \approx ?$

P_1 - давление 6 1 и 4, P_2 - давление 6 2, P_3 - давление 6 3.

V_1 - объем 6 1, V_3 - объем 6 2 и 3, V_4 - объем 6 4.

Решение:



Процесс 1-2:

$Q_{12} \approx A_{12} + \Delta U_{12}$, первым законом термодинамики,

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

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

$$\approx \frac{P_2 V_3 + P_2 V_1 + (i+1) P_2 V_3 - (i+1) P_1 V_1}{2}; \text{ т.к. } 1-2 \text{ мк замкнутый}$$

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

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

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

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

$\Rightarrow i = 6$, т.к. трехатомный. T_2 - температура газа в конце 2,

T_1 - температура в конце 1. (Здесь i - это степень свободы молекул 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**.

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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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

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

$$Q_{23} = \frac{i}{2} 2R(F_3 - F_2) \Rightarrow C_{23} = \frac{Q_{23}}{2(F_3 - F_2)} = \frac{i}{2} R \Rightarrow C_{23} = \frac{6}{2} R = 3R$$

Далее найдём работу упруги:

$$\begin{aligned} A_2 &= A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41} = \frac{(P_1 + P_2)(V_3 - V_1)}{2} + 0 + \frac{(P_1 + P_3)(V_3 - V_4)}{2} - \\ &= P_1(V_4 - V_1) = \left(\frac{P_1 V_3}{2} - \frac{P_1 V_1}{2} + \frac{P_2 V_3}{2} - \frac{P_2 V_1}{2} \right) - \left(\frac{P_1 V_3}{2} - \frac{P_1 V_4}{2} + \frac{P_3 V_3}{2} - \right. \\ &\quad \left. \frac{P_3 V_4}{2} \right) = (P_1 V_4 - P_1 V_1). \end{aligned}$$

Частицы 1-2 и 3-4 - материальные зависимости $p(v)$: 1-2: $p(v) = kV$

и 3-4: $p(v) = mV$,
где k и m - некоторые константы,

$$\begin{aligned} \frac{P_1}{P_2} &= \frac{V_1}{V_3}, \quad \frac{P_2}{P_3} = \frac{V_4}{V_3} \quad \Rightarrow \quad P_1 = kV_1, \quad P_2 = kV_3 \\ P_1 &= mV_4, \quad P_3 = mV_3 \quad \Rightarrow \quad \frac{P_1 V_3}{2} = \frac{P_2 V_1}{2}, \quad \frac{P_1 V_3}{2} = \frac{P_3 V_4}{2}, \quad \text{тогда:} \end{aligned}$$

$$A_2 = \frac{P_1 V_1}{2} + \frac{P_2 V_3}{2} + \frac{P_1 V_4}{2} - \frac{P_3 V_3}{2} = P_1 V_4 + P_1 V_1 =$$

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

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

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

$$\Rightarrow P_1 V_1 - P_1 V_4 = \frac{-2Q}{i+2}; \quad A_2 = -\frac{Q}{i+2} + \frac{Q}{2} = \frac{\frac{2Q}{i(i+2)}}{6(i+2)} = \frac{2Q}{6(i+2)} = \frac{Q}{2i}$$



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

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

СТРАНИЦА
3 ИЗ 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) $C_{23} = 3R$, 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.

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: $d = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, $\text{одинаковые диэлектрики } - x$; $U_0 = ?$
 $E = ?$

Решение:

Из графика на чертеже 2 тома ($x=0, E=5 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}}$)

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

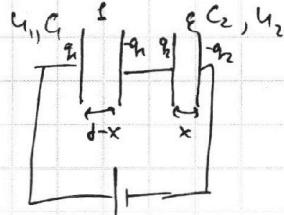
1) при $x=0$: $E = \frac{C_0 S}{d} \frac{U_0}{S} = \frac{C_0 S U_0}{d}$; $q = C_0 U_0$

$$C_0 = \frac{C_0 S}{d} \Rightarrow q = \frac{C_0 S U_0}{d} \Rightarrow E = \frac{C_0 S U_0}{d \cdot C_0 S} = \frac{U_0}{d}$$

$$U_0 = E \cdot d = 5 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^{-3} = 15 \text{ В}$$

2) Напряжение между конденсаторами в воздушной зоне от x :

Конденсатор можно разделять на две:



На первом напряжение U_1 , это ёмкость C_1

на втором напряжение U_2 , это ёмкость C_2 .

$$C_1 = \frac{C_0 S}{d-x}, \quad C_2 = \frac{C_0 S}{x}$$

U_0 Запомните соотношение зарядов $q_1 = q_2$, т.к.

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

$$C_1 U_1 = C_2 U_2 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_1}{C_2} \Rightarrow U_2 = U_1 \cdot \frac{C_2}{C_1} = \frac{\frac{C_0 S}{x}}{\frac{C_0 S}{d-x}} \cdot U_1 = \frac{x}{d-x} \cdot U_1$$

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

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.

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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

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

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

~~$$X = 6 \cdot 10^3 \text{ м}$$~~
$$E_x + E \cdot E / (d-x) = U_0 E$$

$$E = \frac{E_x}{U_0 - E(d-x)} \quad \text{Параметры } x = 6 \cdot 10^3 \text{ м}, \quad E = 3 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}}, \quad d = 5 \cdot 10^3 \text{ м},$$

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

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

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

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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

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

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

2) $q = ?$

3) $B_z = ?$

Решение:

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

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

в каждый момент времени ток $I = \frac{I_1}{\tau}t$.

2) После полного выполнения магнитного поля в катушке остается ток I_1 . Но 2-му правилу Кирхгофа:

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

$$-R dq = L dI; \quad \text{преследуем: } -R \int_0^q dq = L \int_{I_1}^0 dI$$
 ~~$-Rq = -LI_1 \Rightarrow q = \frac{LI_1}{R}$~~

3) В процессе выполнения поля в нем есть еще эдс индуцированная внешними полями: $E_i = -\frac{dB \cdot S \cdot n}{dt}$, а также эдс самоиндукции катушки.

~~Поэтому правило Кирхгофа:~~

$$E_i = \frac{LdI}{dt} = IR \Rightarrow -\frac{dB \cdot S \cdot n}{dt} - \frac{LI}{dt} = IR; \quad \frac{dI}{dt} = k = \frac{I_1}{\tau}$$

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

L



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!

$$-\delta B S_1 n - L \frac{I_1}{\tau} dt = \frac{I_1}{\tau} t R \cdot dt \quad \text{(Суммируя, получаем)}$$

$$-\int_{B_1}^0 \delta B S_1 n - \int_0^\tau L \frac{I_1}{\tau} dt = \int_0^\tau \frac{I_1}{\tau} R t \cdot dt$$

$$+ B_1 S_1 n - L I_1 = \frac{I_1 R \tau}{2} \Rightarrow B_1 = \frac{\frac{I_1 R \tau}{2} + L I_1}{S_1 n}$$

$$= \frac{I_1 (R \tau + 2L)}{2 S_1 n}$$

Ответ: 1) $\frac{\partial B}{\partial t} = \frac{I_1}{\tau}$, 2) $q = \frac{L I_1}{R}$, 3) $B_1 = \frac{I_1 (R \tau + 2L)}{2 S_1 n}$

L

L

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



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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

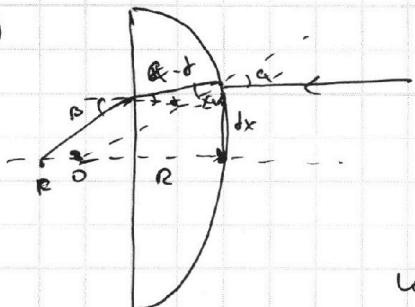
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

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

Решение:

1)



Рассмотрим точную модель Волны какую мысль с падением α и преломлением β . Тогда, падающие на левый край оптики мысль должны собираться в правое зеркало.

Углы малые, тогда $\sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \alpha$, $\sin \beta \approx \tan \beta = \beta$, $\sin \beta \approx \tan \beta \approx \beta$;

так α - угол падение на мысль, β - угол преломления из мысль,

$$\# \sin \alpha = n \sin \beta, n \sin(\alpha - \gamma) = \sin \beta \Rightarrow \alpha = n\gamma, \beta = n(\alpha - \gamma)$$

$$\Rightarrow \beta = \frac{\alpha}{n} \Rightarrow \beta = n \left(\alpha - \frac{\alpha}{n} \right) = \alpha(n-1).$$

Приобретенное значение мысль введено в бертильки!

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

$$2) \quad F = \frac{R}{n-1} \quad 2) \quad \text{No умножения } \# R = k \cdot l_1, \text{ где } k - \text{коэф-}$$

тотал константа. $R_1 = k \cdot l_1, R_2 = k \cdot l_2 \Rightarrow \frac{l_2}{R_2} = \frac{k \cdot l_2 + R_0}{k \cdot l_1 + R_0}$

$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{b} + \frac{1}{f_1} \quad | \cdot b \Rightarrow \frac{b}{F_1} = 1 + \Gamma_1, \text{ где } f_1 - \text{расстояние до } S_{nm} R_1$$

$$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{b} + \frac{1}{f_2} \quad | \cdot b \Rightarrow \frac{b}{F_2} = 1 + \Gamma_2, \text{ где } f_2 - \text{расстояние до } S_{nm} R_2.$$

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 аналогичному л. н. 1: $F_1 = \frac{R_1}{n-1}$, $F_2 = \frac{R_2}{n-1}$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{1 + r_1}{1 + r_2} = \frac{U_2}{U_1}, \quad M_2 = \frac{U_2}{U_1} = \frac{1 + \frac{5}{3}}{1 + \frac{1}{3}} = \frac{8}{4} = 2$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{1 + r_1}{1 + r_2}. \quad \frac{R_2}{R_1} = \frac{k U_2 + R_0}{k U_1 + R_0} = \frac{1 + r_1}{1 + r_2} = \frac{1 + \frac{8}{3}}{1 + \frac{1}{3}} = 2$$

$$k U_2 + R_0 = 2 k U_1 + 2 R_0 \Rightarrow k U_2 - 2 k U_1 = R_0$$

$$k(U_2 - 2U_1) = R_0$$

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.

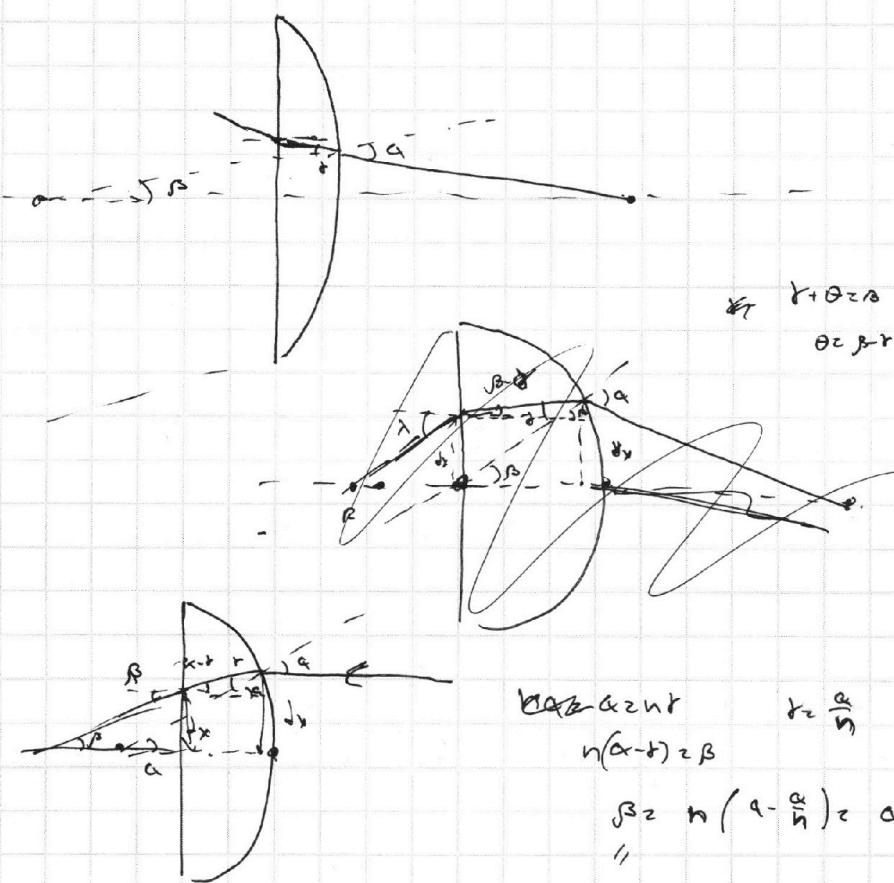
- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

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!

$$nS) \quad n = \frac{4}{3}, \quad b = 24 \text{ см}, \quad R_0 = ? \text{ см}, \quad r_1 = \frac{5}{3}, \quad r_2 = \frac{1}{3}$$

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



$$\alpha + \beta = \pi \\ \theta = \beta - \alpha$$

$$\beta = n(\alpha - \frac{\theta}{n}) = \alpha(n-1)$$

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

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.



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

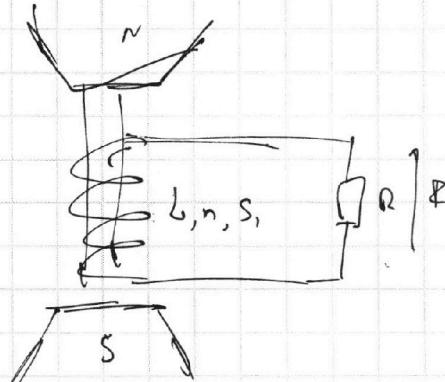
СТРАНИЦА
ИЗ

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

$$m) L, n, S_1, R, \gamma, o \rightarrow I_1; 1) I' = ? \quad t = \frac{\pi}{4}$$

$$2) q = ?$$

$$3) B_1 = ?$$



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

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

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

$$L \ln \left(\frac{I}{I_0} \right) = \frac{R}{L} \cdot t$$

$$I = I_0 e^{\frac{R}{L} t}$$

$$3 \text{ момент } \gamma \approx I_0 = I_1$$

$$\ln I + C = \frac{R}{L} \cdot t + C_1$$

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

$$\boxed{I_1 = k \cdot t} \Rightarrow \frac{I_1}{t} = k$$

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

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

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

$$\int L \frac{dI}{dt} dt + \int dq R = 0$$

$$LI_1 = qR \Rightarrow q = \frac{LI_1}{R}$$

$$\frac{q}{dt} = \dot{q}$$

$$E_i = \frac{dB \cdot S_1 n}{dt} =$$

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

$$-L \cdot k + \frac{dBS_1n}{dt} = kt \cdot R$$

$$-Lk \cdot dt + dB S_1 n = kt \cdot R \cdot dt$$

$$-Lk \tau + B_1 S_1 n = KR \frac{\tau^2}{2} = \frac{I_1 R E}{2}$$

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

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

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

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



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

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!

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_2 V_3 = \nu R T_2$$

$$(P_2 V_3 - P_1 V_1) = \nu R$$

$$A_2 = A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{14}$$

($i=6$)

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

$$\Rightarrow P_1(V_3 - V_1) =$$

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

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

$$P_1 = k V_1$$

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

$$P_1 = m V_1$$

$$P_3 = m V_3 \Rightarrow \frac{P_1}{P_3} = \frac{V_1}{V_3} \rightarrow P_3 = \frac{V_3}{V_1} P_1$$

$$A_2 = \frac{P_1 V_1 - P_1 V_4}{2} - \frac{P_3 V_3 - P_2 V_3}{2}$$

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

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

$$A_2 = -\frac{Q}{i+2} + \frac{Q}{i} = \frac{Qi - Qi + Q \cdot 2}{i(i+2)} = \frac{2Q}{i(i+2)} = \left(\frac{Q}{2i} \right) = A$$

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

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**.



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

СТРАНИЦА
ИЗ

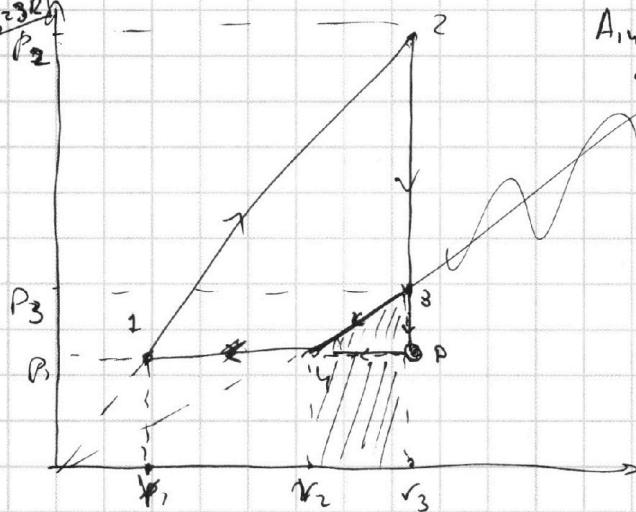
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

$$N2) 2-3 \rightarrow 430 \text{ ккал} \\ h_{23} \rightarrow \text{изобард}$$

$$1) C_{23} = ? \quad (1) C_{23} = \frac{3R}{2}$$

$$2) A = ?$$

$$3) \eta = ?$$



$$P_1 V_1 = vRT_1$$

$$P_2 V_3 = vRT_2$$

$$P_3 V_3 = vRT_3$$

$$P_1 V_2 = vRT_4$$

$$Q_{23} = \frac{1}{2} v R_0 T \Rightarrow C_{23} = \frac{1}{2} R \Rightarrow \frac{G}{2} R = 3R$$

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

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

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

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

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

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.



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

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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

$$P_2 V_3 = 2 \nu R T_2$$

P

$$-Q = \frac{1}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

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

$\frac{12}{5}$

$$\Delta U_{32} = \frac{1}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$-Q = \frac{1}{2} \nu R \left(T_3 - \frac{12}{5} T_3 \right) = -\frac{1}{2} \nu R \cdot \frac{7}{5} T_3$$

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

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

$$P_3 V_3 = 2 \nu R T_3$$

$$P_1 V_4 = 2 \nu R T_4$$

$$P_3 = m V_3$$

$$P_1 = m V_4$$

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

$$P_3 V_4 = P_1 V_3$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$P_3 V_4 = m V_3 V_4$$

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

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

$$Q_{12} = Q_{34} + 2Q$$

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

$$\frac{P_3}{m V_4} = \left(\frac{m V_3}{P_1} \right)$$

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

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

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!

$$n3) d = 3 \text{ mm}$$

$$\frac{V_{nn}}{V_{\text{наг}}^2} = \frac{x}{d}$$

$$1) U_0 = ?$$

$$\frac{x}{d}$$

$$\text{при } x=0: E = 5 \cdot 10^3 \frac{N}{m^2}$$

$$E_0 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{\sigma q}{\epsilon_0 S} =$$

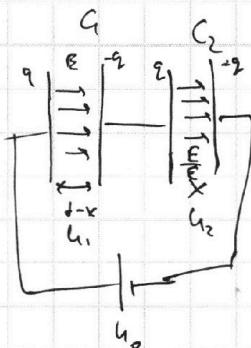
$$C_0 = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$\frac{4\pi}{2\pi} \frac{1}{18}$$

$$= \frac{U_0 \cdot C_0}{\epsilon_0 S} \quad \text{и} \quad \frac{U_0 \cdot \epsilon_0 S}{d \cdot 8\%} = \frac{U_0}{d} = 1$$

$$U_0 = E_0 \cdot d$$

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



$$C(x) = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)^{-1} = \left(\frac{d-x}{\epsilon_0 S} + \frac{x}{\epsilon_0 S} \right)^{-1} = \frac{4\pi S}{\epsilon_0 (d-x)}$$

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

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

$$\frac{E}{\epsilon} = \frac{U_0 \cdot C_2}{\epsilon \epsilon_0 S}$$

$$E = \frac{U_0 C_1}{\epsilon_0 S} \Rightarrow \frac{U_1 C_1}{\epsilon_0 S} = \frac{U_2 C_2}{\epsilon_0 S} \Rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{C_2}{C_1} =$$

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{\frac{\epsilon_0 S}{x}}{\frac{\epsilon_0 S}{d-x}} = \frac{\epsilon(d-x)}{x} \Rightarrow U_2 = \frac{x}{\epsilon(d-x)} U_1$$

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

$$E = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x} \cdot \frac{\epsilon(d-x) U_0}{\epsilon(d-x) + x} = \frac{\epsilon^2 (d-x) U_0}{\epsilon(d-x) + x} \quad , \quad x = 6, E = 9$$

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

$$9 \cdot 10^3 = \frac{\epsilon^2 (9-6) \cdot U_0 \cdot 10^{-3}}{\epsilon (9-6) \cdot 6 + 6^2 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow \frac{3 \epsilon^2 U_0}{18 \epsilon + 36} = 9$$



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**.

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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

$$\frac{v_{01}^2}{v_{02}^2} = \frac{\frac{48}{81} \cdot 38^2}{\frac{40 v_0^2}{9}} = \frac{48 \cdot 38}{10 \cdot 5 \cdot 8} = \frac{112}{90} \Rightarrow \alpha = \frac{56}{45}$$

$$\frac{1}{7} + \frac{25}{3^2} = 4 \cdot 8$$

$$16 \cdot 2$$

$$\frac{16}{112} \mid \frac{2}{10} \mid \frac{56}{12}$$

$$\frac{v_{02}^2}{v_{03}^2} = \frac{\frac{40 v_0^2}{9}}{v_{03}^2} = \frac{56}{45} = \frac{7 \cdot 8}{5 \cdot 9}$$

$$\frac{\frac{7 \cdot 8 \cdot v_0^2}{8 \cdot v_{03}^2}}{5 \cdot 9} = \frac{7 \cdot 8}{5 \cdot 9} \Rightarrow \left(\frac{v_{03}^2}{v_0^2} = \frac{25}{7} v_0^2 \right)$$

$$\frac{m v_{03}^2}{J} + \frac{k x_0^2}{J} = \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{m v_{03}^2 + k x_0^2}{m J}} = \sqrt{\frac{25 \cdot \frac{25}{7} v_0^2}{2} + x_0^2} =$$

$$\frac{40 \cdot 45}{56 \cdot 9} = \frac{5 \cdot 8 \cdot 5 \cdot 8}{7 \cdot 9 \cdot 8} = \sqrt{\frac{32 v_0^2}{7}} = 4 \sqrt{\frac{v_0^2}{7}}$$

$$x(t) = \frac{23 v_0}{9} \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

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

$$\text{но с } t=0: v(t) = v_2 \cos(\omega t) = \frac{7 v_0}{3} \cos(\omega t)$$

$$t_{01}: \frac{8 v_0 \sqrt{2}}{7} = \frac{23 v_0}{9} \cdot \cos(\omega t_0) = \cos(\omega t_0) = \frac{8 \sqrt{7}}{23}$$

$$t_{01} = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \arccos\left(\frac{8 \sqrt{7}}{23}\right)$$

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

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

$$t_0 = \frac{T}{2} + t_{01} + t_{02} =$$



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!

N1) 1) $x_{\max} = ?$ ① $x_{\max} = \frac{23v_0}{5} \sqrt{\frac{m}{k}}$

2) $v_2 = ?$ ②

3) $t_1 = ?$

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

$\frac{23}{14} \quad \frac{23}{32}$
 $2-7 \quad 4-8$
 $4-4-2$

$v_{\max} = \frac{23v_0}{5}$

$\frac{kx_{\max}^2}{2} = \frac{m v_{\max}^2}{2} \Rightarrow x_{\max} = v_{\max} \sqrt{\frac{m}{k}}$

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

$w(t) = Aw \cos(\omega t)$; $Aw = \frac{23v_0}{5}$

$A = \frac{23v_0}{5} \omega = \frac{23v_0}{5} \sqrt{\frac{m}{k}}$; $x_0 = v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$

$v_0 \sqrt{\frac{m}{k}} \Leftarrow \frac{23v_0}{5} \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \sin(\omega t_0)$

$\sin(\omega t_0) = \frac{9}{23}$

$\cos(\omega t_0) = \sqrt{1 - \frac{9^2}{23^2}} = \frac{8}{23} \sqrt{7}$

$448 = 4 \cdot 112$

$\frac{112}{32} \quad \frac{4}{28} = 4 \cdot 7$

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

$v_{10} = \frac{23v_0}{5} \cdot \frac{112}{35} \cdot \frac{8\sqrt{7}}{23} = \frac{2v_0 \cdot 8\sqrt{7}}{9}$

$\frac{v_{01}^2}{v_{02}^2} = \frac{\frac{m v_{01}^2}{2}}{\frac{m v_{02}^2}{2}} = 4$; $\frac{m v_{02}^2}{2} + \frac{k x_0^2}{2} = \frac{m (\frac{7v_0}{3})^2}{2}$

$v_{02}^2 = \frac{\frac{49v_0^2}{9} \cdot m - k x_0^2}{m} =$

$= \frac{\frac{49 \cdot 28^2}{9} \cdot m - m v_{02}^2}{m} = \frac{110v_0^2}{9}$