



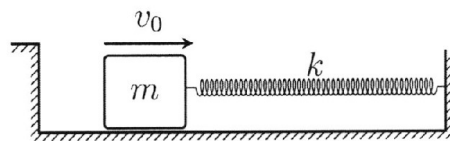
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



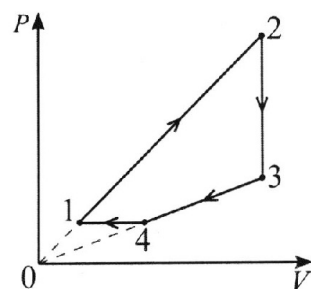
- ✓1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k (см. рис.). Уступ находится на таком расстоянии от тела, что если тело прижать к уступу и отпустить без начальной скорости, то положение равновесия тело пройдет со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

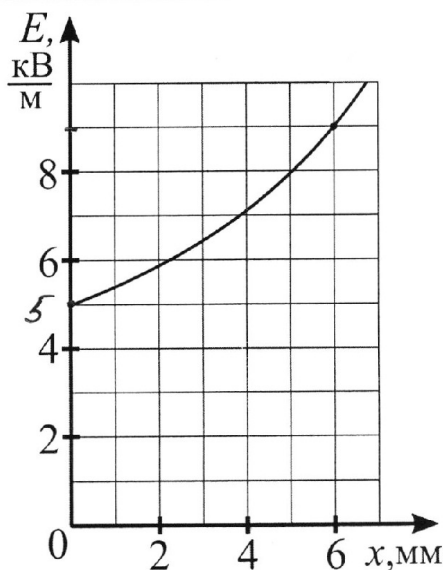
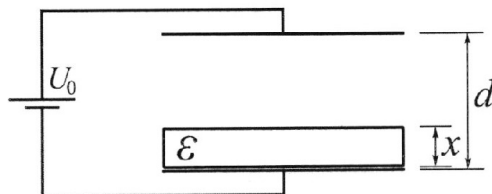
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

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.



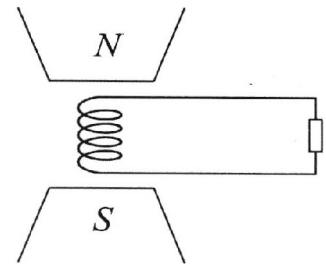
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 11-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



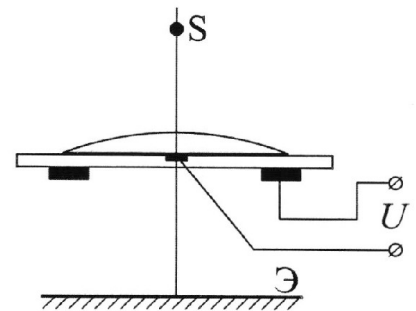
4. Катушка индуктивностью L с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле, направленном перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ . За время выключения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



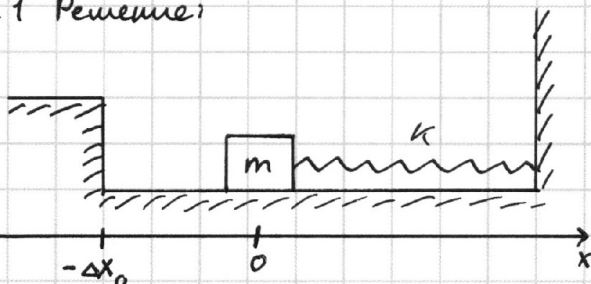
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 4

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

~1 Решение:



1. Пусть координатой тела x , соответствующая положению равновесия, равен 0, а Δx_0 — расстояние до уступа.

2. Рассмотрим случай с отводом тела и уступу:

в нач. момент: $\sum \vec{F}_x = 0$, пов-то наличие тогда нач. деформации пружины, равна 0.

На тело действуют только потенциальные силы, $F_T = mg$ и $F_{упр} = -k\Delta x$ (Δx — деформация пружины)

По 3.С.Э.: $\frac{k\Delta x_0^2}{2} + 0 = 0 + \frac{mv_0^2}{2}$

$$\frac{k\Delta x_0^2}{2} + 0 = 0 + \frac{mv_0^2}{2} \Leftrightarrow k\Delta x_0^2 = mv_0^2 \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \Delta x_0$$

~~Заметим, что v_0 — наименьшее в данной ситуации скорость, т.е. $E_k = \min$ в $x=0$, а тогда пружина — осциллятор $\Rightarrow \Delta x_0$ — амплитуда колебания, а значит макс. значение $\Delta x_{\max} = \Delta x_0 = v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$. (1)~~

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

3. Заметим, что тело на пружине — гармонический осциллятор с частотой $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ и периодом $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

4. Рассмотрим ситуацию с нач. скоростью $v_1 = \frac{23}{9} v_0$:

т.е. тело — гарм. осциллятор, а $v_1 = v_{1\max}$ (т.е. скорость в положении равновесия, то $v_{1\max} = \omega \Delta x_{\max}$)



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!

н1 (продолжение)

$$\Delta x_{\max} = \frac{v_{\max}}{\omega} = \frac{\frac{23}{9} v_0}{\sqrt{\frac{k}{m}}} = \frac{23}{9} v_0 \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (1)$$

5. По условию, $\frac{E_{\text{попале}}}{E_{\text{го}}} = \alpha = \text{const}$

Найдём $E_{\text{го}}$ го 1 удара: По 3.С.Э.: $E_{\text{кр.}} + E_{\text{н.р.}} = E_{\text{го}} + E_{\text{н.2}}$

$$\frac{mv_1^2}{2} + 0 = \frac{mv_{\text{го}}^2}{2} + \frac{k\Delta x_0^2}{2} \Rightarrow E_{\text{го}} = \frac{mv_1^2}{2} - \frac{k\Delta x_0^2}{2} =$$

$$\frac{mv_0^2}{2} \cdot \left(\frac{23}{9}\right)^2 - \frac{k \cdot v_0^2 \frac{m}{k}}{2}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_{\text{го}}^2}{2} + \frac{k\Delta x_0^2}{2} \Rightarrow \frac{mv_1^2}{2} - \frac{k\Delta x_0^2}{2} = \frac{mv_{\text{го}}^2}{2}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} \cdot \left(\frac{23}{9}\right)^2 - \frac{k \cdot v_0^2 \frac{m}{k}}{2} = \frac{mv_{\text{го}}^2}{2}$$

$$= \frac{mv_0^2}{2} \left(\left(\frac{23}{9}\right)^2 - 1\right) = \frac{mv_0^2}{2} \left(\frac{23}{9} - 1\right) \left(\frac{23}{9} + 1\right) = \frac{mv_0^2}{2} \left(\frac{23-9}{9}\right) \left(\frac{23+9}{9}\right) =$$

$$= \frac{mv_0^2}{2} \cdot \frac{14}{9} \cdot \frac{32}{9}$$

Для $E_{\text{попале}}$: $\frac{k\Delta x_0^2}{2} + E_{\text{попале}} = 0 + \frac{mv_0^2}{2} \cdot \left(\frac{7}{3}\right)^2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow E_{\text{попале}} = \frac{mv_0^2}{2} \cdot \left(\frac{7}{3}\right)^2 - \frac{k\Delta x_0^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} \left(\left(\frac{7}{3}\right)^2 - 1\right) = \frac{mv_0^2}{2} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{10}{3}$$

$$\alpha = \frac{E_{\text{попале}}}{E_{\text{го}}} = \frac{\frac{mv_0^2}{2} \cdot \frac{40}{9}}{\frac{mv_0^2}{2} \cdot \frac{14 \cdot 32}{9 \cdot 9}} = \frac{40 \cdot 9}{14 \cdot 32} = \frac{5 \cdot 9}{14 \cdot 4} = \frac{45}{56}$$

6. Амплитуды колебаний попо

Заметим, что для тела в пределах от удара го удара справедливо: $E_{\text{попале } i} = E_{\text{го } i+1}$

то есть $E_{\text{попале } 1} = E_{\text{го } 2}$ т.е. между 1 и 2



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!

ударами $\Delta E_{\text{мех}} = 0$.

Тогда найдём $E_{\text{кпосл2}}$: $\alpha = \frac{E_{\text{кпосл2}}}{E_{\text{до2}}} \Rightarrow$

$$\Rightarrow E_{\text{кпосл2}} = \alpha E_{\text{до2}} = \alpha E_{\text{кпосл1}}$$

$$\text{из п. 5 } E_{\text{кпосл1}} = \frac{40}{9} \frac{m v_0^2}{2} \quad E_{\text{кпосл2}} = \frac{5}{7} \cdot \frac{40}{9} \frac{m v_0^2}{2} = \frac{25}{7} \frac{m v_0^2}{2}$$

По 3.С.Э: $E_{\text{кпосл2}} + E_{\text{м}} = 0 + E_{\text{кпосл1}}$

$$\frac{25}{7} \frac{m v_0^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} \quad | : \frac{m}{2}$$

$$\frac{25}{7} v_0^2 + v_2^2 = v_0^2 \Rightarrow v_2^2 = \frac{32}{7} v_0^2 \Rightarrow v_2 = \frac{4\sqrt{2}}{\sqrt{7}} v_0 = 4\sqrt{\frac{2}{7}} v_0 \quad (2)$$

7. До 1 удара тело пройдёт путь $S_0 = 2\Delta x_{\text{max1}} + \Delta x_0$

После 1 удара до равновесия $S_1 = \Delta x_0$; ~~Δx_{max1}~~ ^{ампл.}

$\Delta x_{\text{max1}} = \frac{v_1}{\omega}$ - амплитуда колебаний до 1 удара

Период колебаний всегда одинаков и равен $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

$$\Delta x_{\text{max1}} = v_0 \cdot \frac{23}{9} \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{23}{9} \Delta x_0 \Rightarrow S_0 = \frac{2 \cdot 23}{9} \Delta x_0 + \Delta x_0 =$$

$$= \frac{55}{9} \Delta x_0. \text{ Пусть время прохождения } S_0 - T_1$$

Время прохождения $4\Delta x_{\text{max1}} = \frac{92}{9} \Delta x_0 - T$

$$\frac{T_1}{T} = \frac{S_0}{4\Delta x_{\text{max1}}} \Rightarrow T_1 = T \cdot \frac{S_0}{4\Delta x_{\text{max1}}} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \frac{55}{92} = \frac{55}{46} \pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$



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
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!

Пусть время прохождения S_1 - T_2 .

Время прохождения $4\Delta x_{\max 2}$ - T .

$\Delta x_{\max 2}$ - амплитуда колеб. после 1 удара

$$\Delta x_{\max 2} = \frac{7}{3} v_0 \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow 4\Delta x_{\max 2} = \frac{28}{3} v_0 \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{28}{3} \Delta x_0.$$

$$\frac{T_2}{T} = \frac{S_1}{4\Delta x_{\max 2}} = \frac{\Delta x_0}{\frac{28}{3} \Delta x_0} = \frac{3}{28} \Rightarrow T_2 = \frac{3}{28} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{3}{14} \pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$T_1 = T_1 + T_2 = \left(\frac{3}{14} + \frac{55}{46} \right) \pi \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{69 + 385}{2 \cdot 7 \cdot 23} \pi \sqrt{\frac{m}{k}} =$$
$$= \frac{454}{2 \cdot 7 \cdot 23} \pi \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{227}{161} \pi \sqrt{\frac{m}{k}}. \quad (3)$$

Ответ: 1) $\frac{23}{9} v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$

2) $4\sqrt{\frac{2}{7}} v_0$

3) $\frac{227}{161} \pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

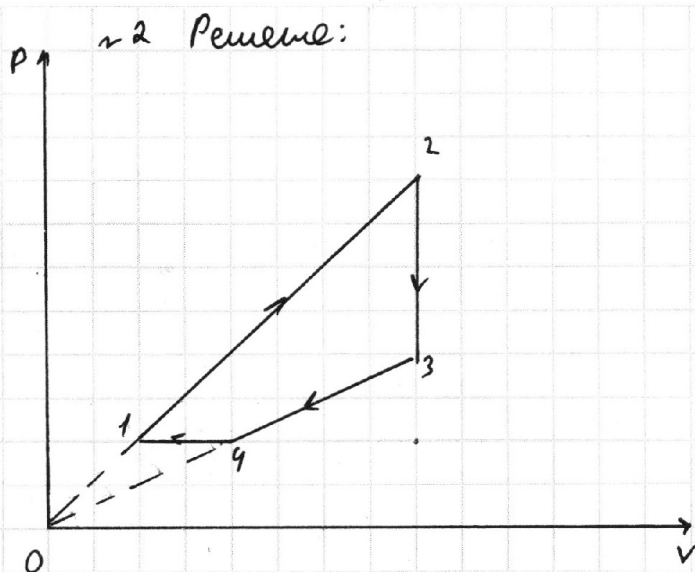


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
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. Заметим, что

в процессе $1 \rightarrow 2$

$$\frac{p}{v} = \text{const} \Leftrightarrow p v^{-1} = \text{const}$$

Сделаем уравнение
полиномиального
процесса

$$\frac{C - C_p}{C - C_v} = -1$$

$$C - C_p = -C + C_v \Rightarrow 2C = C_p + C_v$$

$$C_v = \frac{i}{2} R; C_p = \frac{i+2}{2} R \Rightarrow 2C = \frac{R}{2} (i + i + 2)$$

$$2C = R(i+1) \Rightarrow i = \frac{2C}{R} - 1 = \frac{7R}{R} - 1 = 6 \Rightarrow \text{размерности-}$$

ный.

2. Процесс $2 \rightarrow 3$ изохорический, поэтому $C_{23} = C_v = \frac{i}{2} R =$
 $= \frac{6}{2} R = 3R$ ①

Ответ: 1) $C_{23} = 3R$



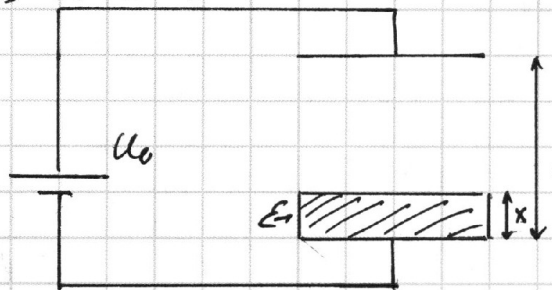
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

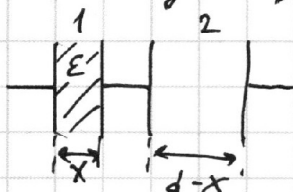
№3 Решите:



$$d = 9 \text{ мм}$$

1. Пусть между пластинами ϵ .

2. Рассмотрим слюдяной конденсатор или две последовательно включенных:



$$C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x}$$

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

$$C_{\text{общ}} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S^2 \cdot x(d-x)}{\epsilon \epsilon_0 S(d-x) + \epsilon_0 S x} = \frac{\epsilon x(d-x)}{\epsilon_0 S (\epsilon(d-x) + x)}$$

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

3. ~~Результат 3 т.к. C_1 и C_2 послед. соединены, то~~

$$\begin{cases} C_1 U_1 + C_2 U_2 = C_{\text{общ}} U_0 \\ U_1 + U_2 = U_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} C_1 U_0 - C_1 E(d-x) + C_2 E(d-x) = C_{\text{общ}} U_0 \\ E(d-x)(C_2 - C_1) = U_0(C_{\text{общ}} - C_1) \Rightarrow U_0 = E(d-x) \frac{C_2 - C_1}{C_{\text{общ}} - C_1} \quad (1) \end{cases}$$

3. Найдём U_0 при помощи графика:

$$U_0 = E(d-x) \quad U_0 = E(d-0) \text{ при } x=0; E(0) = 5 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$$

$$U_0 = 5 \frac{\text{кВ}}{\text{м}} \cdot 9 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 5 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}} \cdot 9 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 45 \text{ В} \quad (1)$$



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
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!

5. Пусть $x = 6 \text{ мм}$. $E(6) = 9 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}}$

из уравн(1): $U_0 = E(d-x) \frac{C_2 + C_1}{C_{2в} + C_1}$

т.к. C_1 и C_2 включены ~~параллельно~~ последовательно,

то $q_1 = q_2 = q_{2в} \Rightarrow C_1 U_1 = C_2 U_2 = C_{2в} U_0$

$$\begin{cases} U_1 + U_2 = U_0 \\ U_2 = E(d-x) \end{cases} \quad \left| \quad U_1 = U_0 - E(d-x) \right. \rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{U_1}{U_2} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{\frac{\epsilon_0 S}{(d-x)}}{\frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x}} = \frac{U_0 - E(d-x)}{E(d-x)} \Rightarrow \frac{x}{E(d-x)} = \frac{U_0 - E(d-x)}{E(d-x)}$$

$$E = \frac{E x}{U_0 - E(d-x)} = \frac{9 \cdot 10^3 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{45 - 9 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^{-3}} = \frac{54}{18} = 3.$$

Ответ: 1) $U_0 = 45 \text{ В}$

2) $E = 3.$



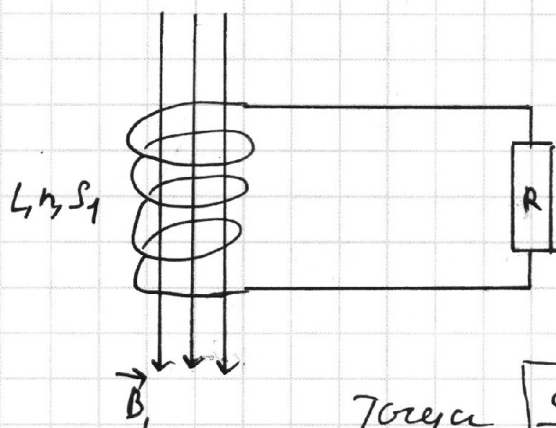
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

~4 Решено



1. Т.н. ток возрастает
линейно, то $\frac{dI}{dt} = \text{const}$,

2. В момент $T = \frac{T_1}{4}$ $I = \frac{I_1}{4}$

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

$$L \frac{dI}{dt} = \frac{I_1 R}{4} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{I_1 R}{4L} \quad (2)$$

Тогда $\frac{dI}{dt} = \frac{I_1 - 0}{T} = \frac{I_1}{T} \quad (1)$

2. $B=0 \Rightarrow$ идет процесс самоиндукции.

$$\Phi_0 = B_1 S_1 n$$

$$\Phi_n = LI_1$$

т.н. магнитный
препятствует
изм $\Phi \Rightarrow \Delta \Phi = 0$.

$$\Phi_0 = \Phi_n \Rightarrow B_1 S_1 n = LI_1 \Rightarrow B_1 = \frac{LI_1}{S_1 n} \quad (3)$$

$$L \frac{dI}{dt} = IR \Leftrightarrow -L dI = dQ R \Leftrightarrow dQ = -\frac{L}{R} dI$$

$$\int_0^Q dQ = -\int_{I_1}^0 \frac{L}{R} dI \Rightarrow -I \frac{L}{R} \Big|_{I_1}^0 = Q \Big|_0^Q$$

$$Q = I_1 \frac{L}{R} \quad (2)$$

Ответ: (1) $\frac{dI}{dt} = \frac{I_1}{T}$

(2) $Q = I_1 \frac{L}{R}$

(3) $B_1 = \frac{LI_1}{S_1 n}$



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
☐

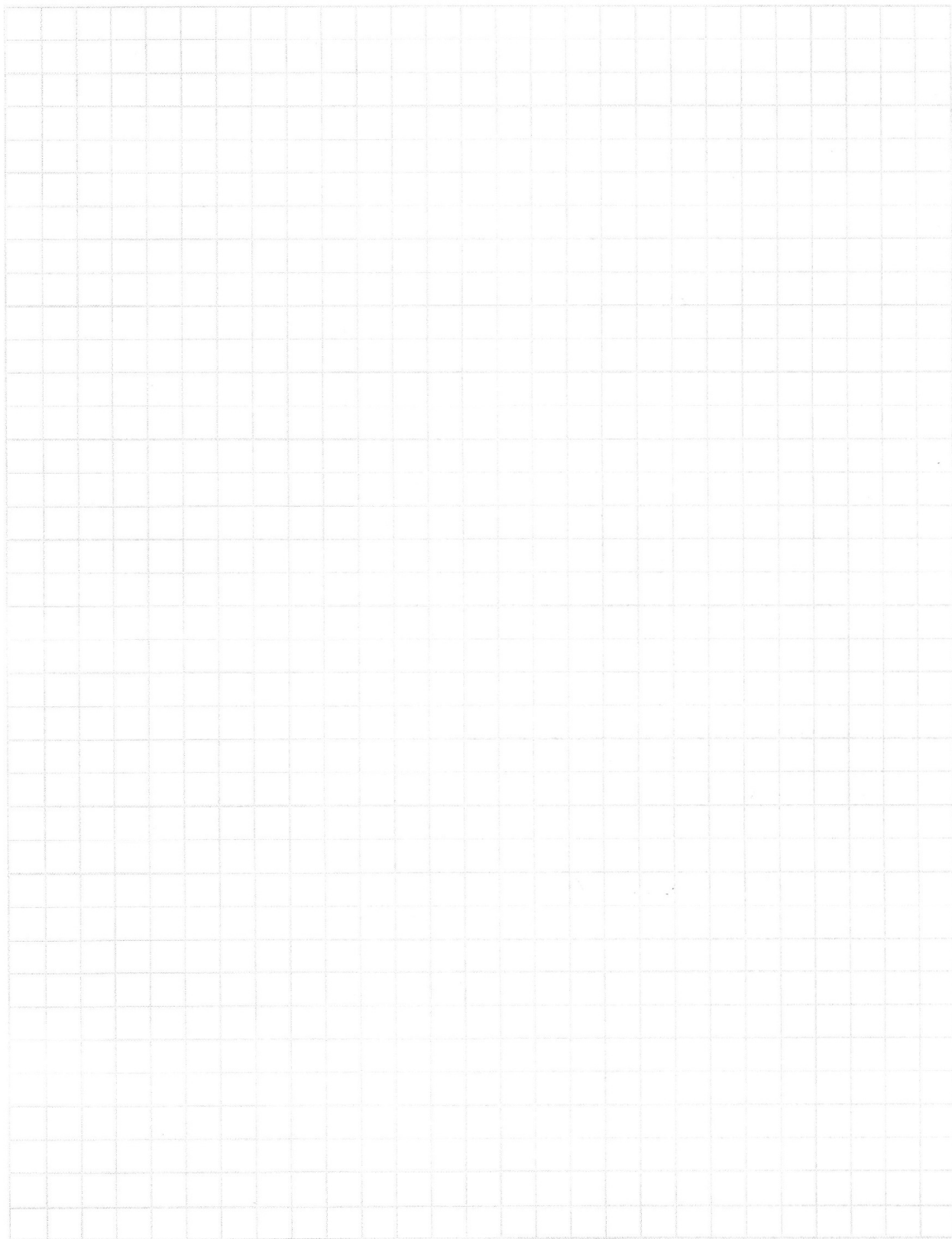
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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





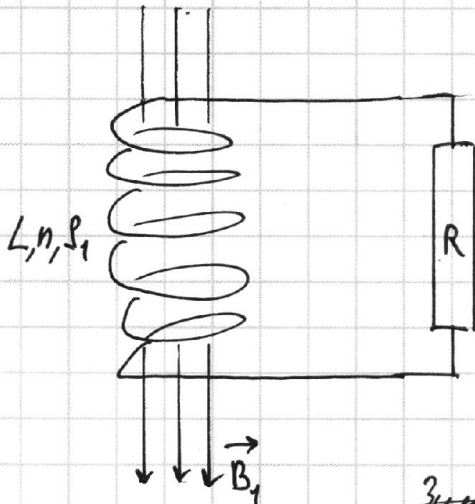
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

~4 Решение:



1. При изменении тока, возникает ЭДС индукции, и ток через резистор.

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

По условию ток возрастает линейно, а значит, $\frac{dI}{dt} = \text{const}$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{1}{R} \frac{d\mathcal{E}}{dt} \Rightarrow \frac{d\mathcal{E}}{dt} = \text{const}$$

Значит ~~$\mathcal{E} = B(t) \cdot S_1 \cdot n$~~ — квадратичная функция

2. т.к. ток растёт линейно, то в момент $T = \frac{I}{\dot{I}}$

$$I = \frac{I_1}{4}$$

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} S_1$$

$$- \frac{dB}{dt} S_1 \cdot n = \Phi_{\text{вект.}}$$

$$\mathcal{E}_{\text{си}} = -L \frac{dI}{dt}$$

$$- \frac{dB}{dt} S_1 \cdot n = L \frac{dI}{dt}$$

$$\mathcal{E}_{\text{си}} = \mathcal{E} \quad L \frac{dI}{dt} = \frac{dB}{dt} S_1$$

$$L \frac{dI}{dt} = I_1 R$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = L \frac{dI}{dt} + I_1 \frac{R}{4}$$

$$L \frac{dI}{dt} = \frac{I_1 R}{4}$$

$$\frac{d^2\Phi}{dt^2} = 0$$

$$\frac{d(\Phi_{\text{вект.}})}{dt^2} = 0 \quad \frac{d}{dt} \mathcal{E}$$

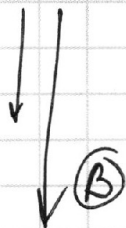
$$\frac{2i+L}{2} = 7$$

$$\frac{C - C_p}{C - C_v} = 1 \quad (i+1) \cdot 2 = 14$$

$$i = 6$$

$$C - C_p = -C + C_v$$

$$2C = C_v + C_p = 7R = \frac{iR}{2} + \frac{i+2}{2} R$$



$$\frac{d\Phi}{dt}$$



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!

$$P_2 V_2 = \cancel{2RT_2}$$

$$P_3 V_3 = \cancel{2RT_3}$$

$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{P_2}{P_3} = \frac{12}{5}$$

$\gamma \rightarrow 1$

$P \approx \text{const}$

$$\frac{C - C_p}{C - C_v} \approx 0$$

$$C = C_p = \frac{\gamma + 2}{2} R = (4R)$$

$$4 \cancel{2} R (T_1 - T_4) = -Q$$

$$Q_{23} = -Q = -3R \cdot \cancel{2} \cdot \frac{(-7)}{12} T_2$$

$$T_2 = \frac{4 \cancel{2} R Q}{\cancel{2} \cancel{2} R} = \frac{4}{2} \frac{Q}{2R}$$

$$P_1 V_1 = 2RT_1$$

$$P_2 V_2 = 2RT_2$$

$$\alpha V_2^2 = \frac{4}{7} Q$$

$$\beta V_3^2 = \beta V_2^2 = \frac{5}{12} \alpha$$

$$\beta V_3^2 =$$

$$P_1 V_1 V_2$$

$$P = \alpha V$$

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

$$PV = 2RT$$

$$Q = 3 \cancel{2} R \Delta T + (A)$$

$$3 \cancel{2} R \Delta T +$$

$$\alpha V_1 = \beta V_4$$

$$\frac{\alpha V_2}{\beta V_2} = \frac{R}{5}$$

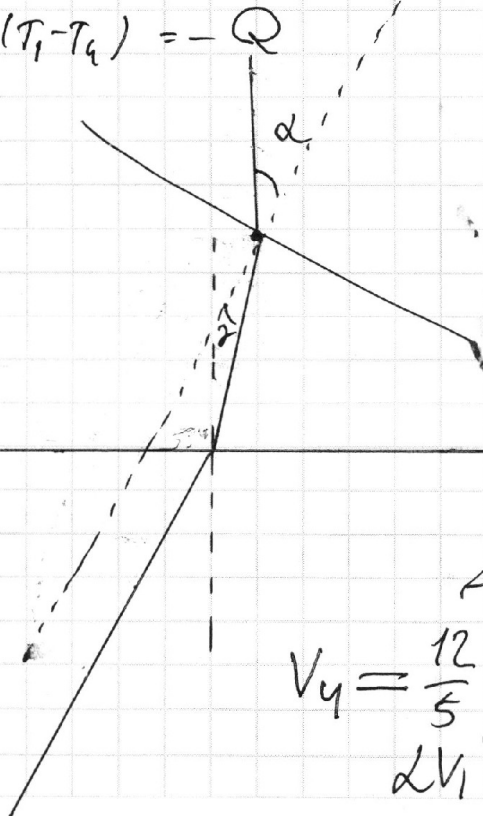
$$V_4 = \frac{12}{5} V_1$$

$$\frac{P_1 + P_2}{2}, \frac{P_1 - P_2}{2}$$

$$V_4 = \frac{12}{5} V_1$$

$$2R \Delta T = (P_1 V_1 - P_2 V_2)$$

$$\alpha V_1^2 = \alpha V_2^2 \quad \alpha (V_1 - V_2) (V_1 + V_2)$$





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!

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

$$(P_2 - P_3) dv$$

$$2v^2 - \beta v^2 dv$$

$$2 - \beta \int v^2 dv$$

$$(2 - \beta) \frac{v^3}{3} \Big|_{v_1}^{v_2}$$

$$\frac{1}{2} (v_2 - v_1) \rho$$

$$2v^2 \rho dv$$

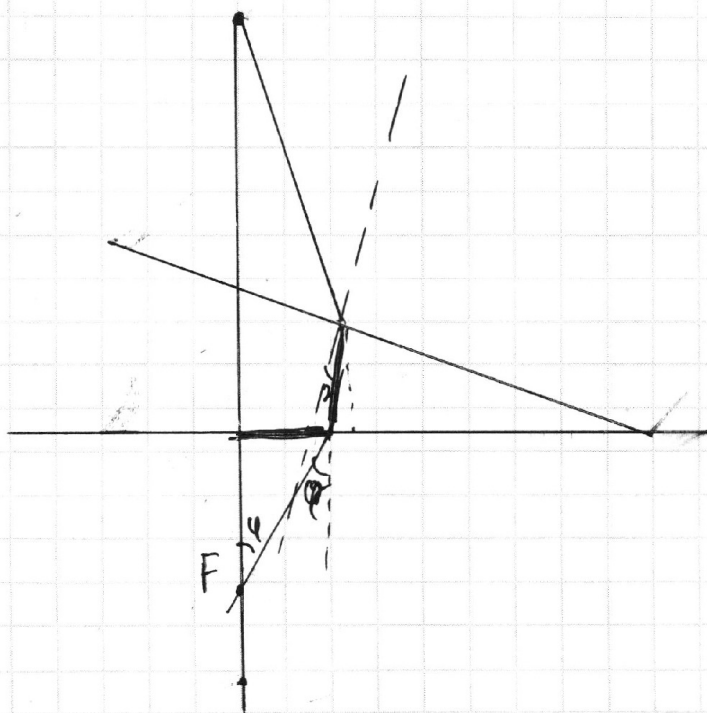
$$\int 2v dv = 2 \frac{v^2}{2}$$

$$\frac{2}{2} (v_2^2 - v_1^2)$$

$$2v_2^2 - 2v_1^2 - \beta v_1^2 + \beta v_2^2 - \beta v_1^2 \beta v_1 v_2$$

$$\frac{\beta}{2} (v_2^2 - v_1^2)$$

$$\beta v_1 (v_2 - v_1)$$





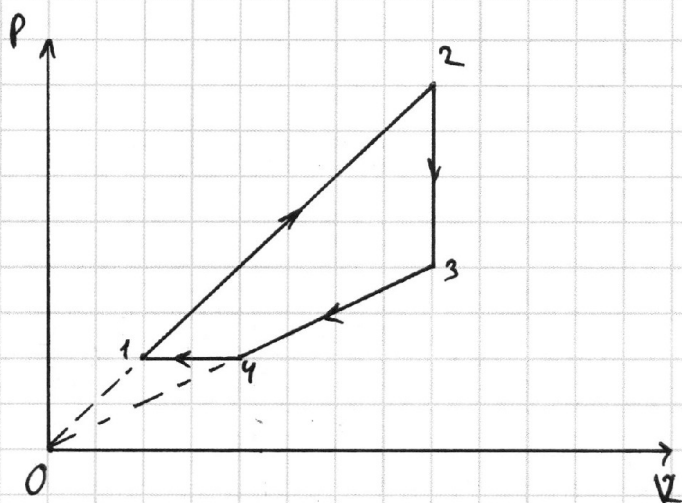
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА

1 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!



(ответы)

$$Q_{23} = Q_{41} = -Q < 0$$

$$Q > 0$$

$$C_{12} = C = \frac{7}{2}R$$

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

1. Пусть в 1-м и 3-м состоянии газа тогда $Q_{23} = C_{23} \Delta T_{23}$

$$Q_{41} = C_{41} \Delta T_{41}$$

~~Q₄₁~~

2. $1 \rightarrow 2$ $P \sim V$, пусть $P = \alpha V \Rightarrow PV = \alpha V^2 = \sqrt{RT} \Rightarrow \alpha V^2 = \sqrt{RT}$ ($1 \rightarrow 2$)
в процессе $1 \rightarrow 2$

$3 \rightarrow 4$ $P \sim V$, $P = \beta V \Rightarrow \beta V^2 = \sqrt{RT}$ ($3 \rightarrow 4$)

3. Заметим, что $V_2 = V_3$ тогда $\frac{\alpha V_2^2}{\beta V_3^2} = \frac{\sqrt{RT_2}}{\sqrt{RT_3}} \Rightarrow \frac{\alpha}{\beta} = \frac{12}{5}$

4. В процессе $1 \rightarrow 2$ $PV^{-1} = \text{const}$.

Согласно ур. Майер-Виллиса, $\frac{C - C_p}{C - C_v} = -1 \Leftrightarrow C - C_p = -C + C_v$

$$2C = C_p + C_v \text{ Известно, что } C_v = \frac{i}{2}R$$

$$2C = \frac{2(i+1)}{2}R$$

$$C_p = \frac{i+2}{2}R$$

$$i = \frac{2C}{R} - 1 = \frac{7R}{R} - 1 = 6 \Rightarrow \text{шестиатомный}$$

$$\text{Тогда } C_{23} = C_v = 3R$$



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
__ ИЗ __

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

$$Q_{23} = C_{23} \Delta T$$

$$Q = 3 \Delta R$$

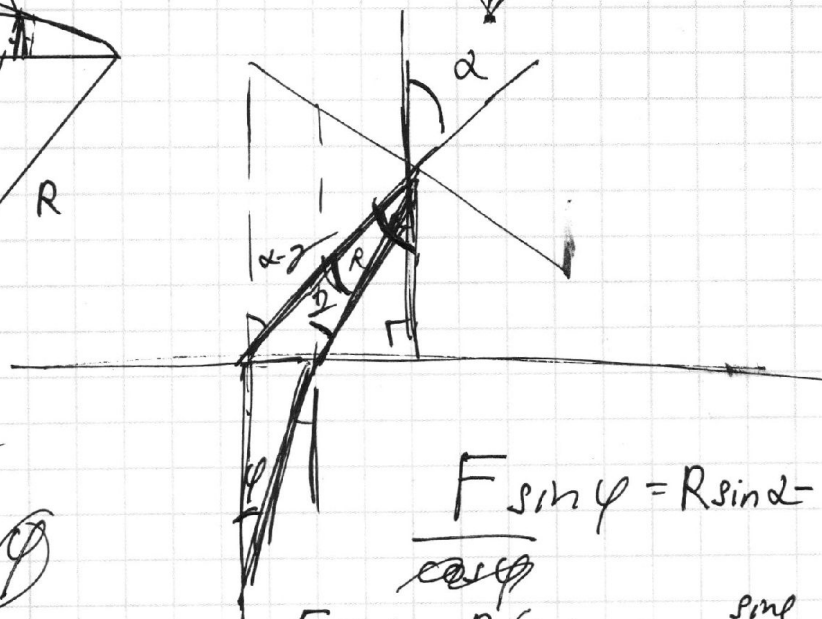
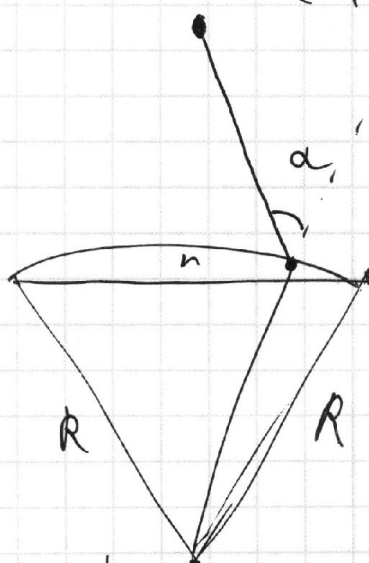
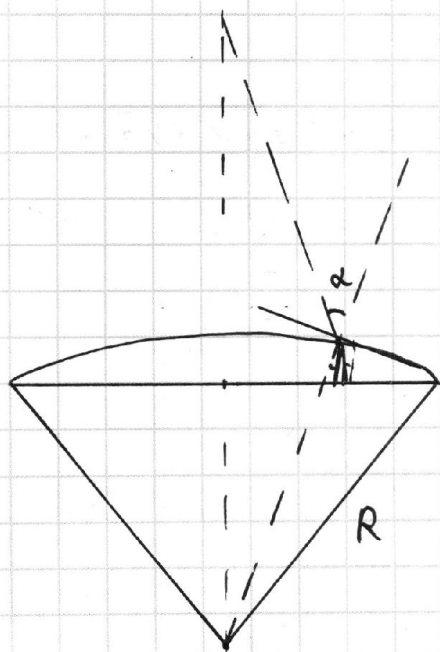
$$Q_{12} = 3 \Delta R (T_2 - T_1)$$

$$Q_{34} =$$

$$A = (P_2 - P_4) (V_2 - V_1)$$

$$P_2 V_2 - P_1 V_2 - P_2 V_1 + P_1 V_1$$

P



$$\sin \alpha = n \sin \varphi$$

$$n \sin(\alpha - \varphi) = \sin \varphi$$

$$\alpha = n \varphi$$

$$n(\alpha - \varphi) = \varphi$$

$$F \sin \varphi = R \sin \alpha - R \sin(\alpha - \varphi)$$

$$\cos \varphi$$

$$F \sin \varphi = R (n \sin \varphi - \frac{\sin \varphi}{n})$$

$$F n(\alpha - \varphi) = R (n \varphi - \alpha - \varphi)$$