



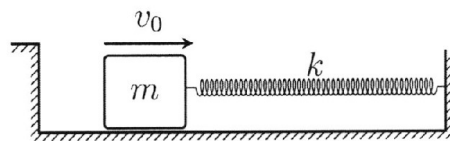
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## 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.



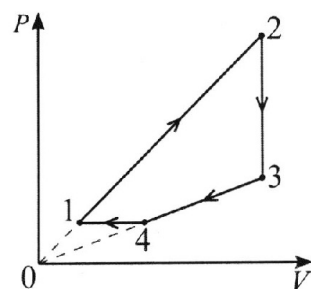
✓1) Определите максимальное сжатие пружины до первого удара.

✓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  $T_2/T_3 = 12/5$ .

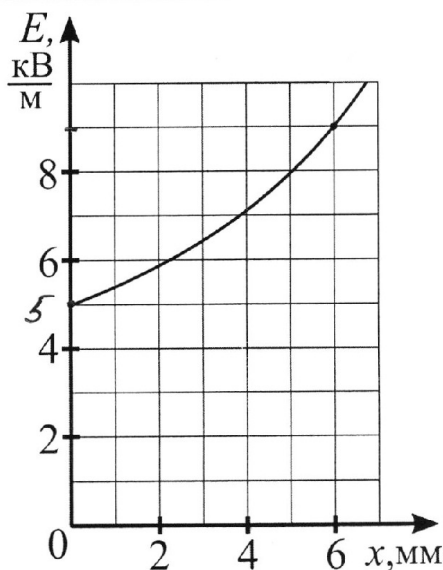
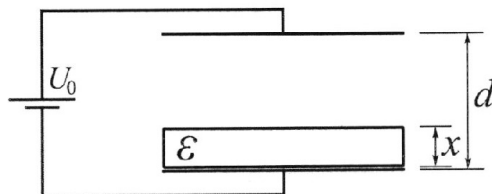


✓1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 2-3.

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  $\epsilon$  диэлектрика.



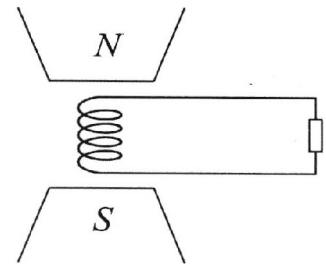
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025

Вариант 11-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



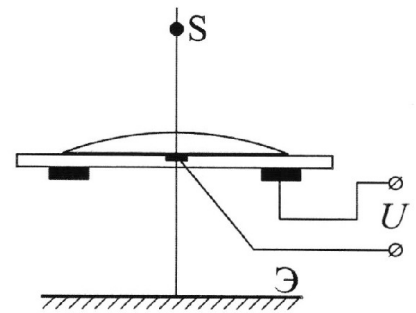
4. Катушка индуктивностью  $L$  с числом витков  $n$  и площадью каждого витка  $S_1$  находится во внешнем однородном магнитном поле, направленном перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением  $R$ . Внешнее поле выключают в течение времени  $\tau$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



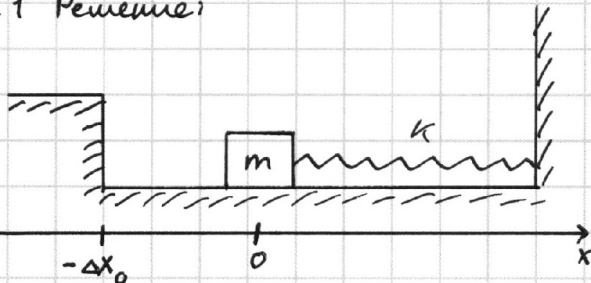
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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  $\Delta x_0$  — расстояние до уступа.

2. Рассмотрим случай с отбросом 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  $F_{упр} = -k\Delta x$  ( $\Delta x$  — деформация пружины)

По 3.С.Э.:  $\frac{R\Delta x_0^2}{2} E_{пот.0} + E_{к.0} = E_{пот.1} + E_{к.1}$

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

~~Заметим, что  $v_0$  — наименьшее в данной ситуации скорость, т.е.  $E_k = \max$  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  $v_1 = v_{1max}$  (т.е. скорость в положении равновесия, то  $v_{1max} = \omega \Delta x_{max}$ )



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,  $\frac{E_{\text{после}}}{E_{\text{до}}} = \alpha = \text{const}$

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

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

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

$$v_1^2 = v_{\text{до}}^2 + \Delta x_0^2 \cdot \frac{k}{m} = \left(\frac{23}{9} v_0\right)^2 = v_0^2 \frac{m}{k} \Rightarrow$$

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

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

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

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

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

6. Амплитуда колебаний после

Заметим, что для тела в пределах от удара до

удара справедливо:  $E_{\text{после } i} = E_{\text{до } i+1}$

то есть  $E_{\text{после } 1} = E_{\text{до } 2}$  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  $E_{\text{кпосле 2}}$ :  $\alpha = \frac{E_{\text{кпосле 2}}}{E_{\text{до 2}}} \Rightarrow$

$$\Rightarrow E_{\text{кпосле 2}} = \alpha E_{\text{до 2}} = \alpha E_{\text{кпосле 1}}.$$

$$\text{из п. 5 } E_{\text{кпосле 1}} = \frac{40}{9} \frac{m v_0^2}{2}. \quad E_{\text{кпосле 2}} = \frac{5}{7} \cdot \frac{40}{9} \frac{m v_0^2}{2} = \frac{25}{7} \frac{m v_0^2}{2}.$$

По 3.С.Э:  $E_{\text{кпосле 2}} + E_{\text{м}} = 0 + E_{\text{кпосле 1}}$ .

$$\frac{25}{7} \frac{m v_0^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} = \frac{40}{9} \frac{m v_0^2}{2} \quad | : \frac{m}{2}$$

$$\frac{25}{7} v_0^2 + v_2^2 = \frac{40}{9} v_0^2 \Rightarrow v_2^2 = \frac{32}{9} v_0^2 \Rightarrow v_2 = \frac{4\sqrt{2}}{3} v_0 = 4\sqrt{\frac{2}{9}} v_0 \quad (2)$$

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

После 1 удара до равновесия  $S_1 = \Delta x_0$ ;  ~~$\Delta x_{\text{max1}}$~~  <sup>ампл.</sup>

$\Delta x_{\text{max1}} = \frac{v_1}{\omega}$  - 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  $4\Delta x_{\text{max1}} = \frac{92}{9} \Delta x_0 - T_1$ .

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



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  $S_1$  -  $T_1$ .

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

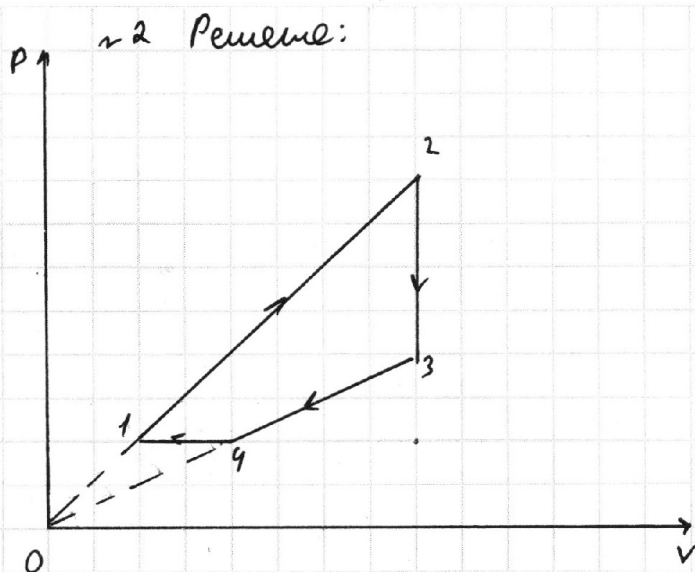


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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

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

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

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

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

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

Ответ: 1)  $C_{23} = 3R$



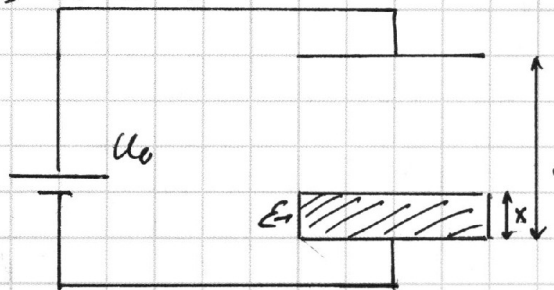
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

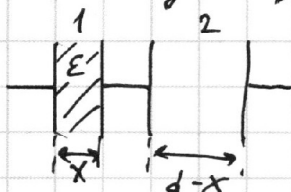
р3 Решите:



$$d = 9 \text{ мм}$$

1. Пусть между пластинами  $\epsilon$ .

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.е.  $C_1$  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~~ ~~Итого~~  $U_0$  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  $q_1 = q_2 = q_{2в} \Rightarrow C_1 U_1 = C_2 U_2 = C_{2в} U_0$

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

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

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

Ответ: 1)  $U_0 = 45 \text{ В}$

2)  $E = 3.$



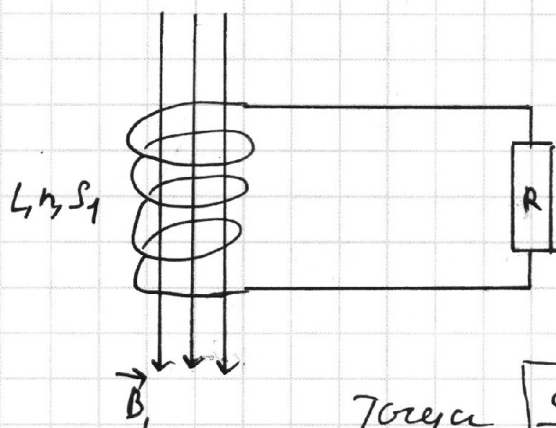
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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  
☐

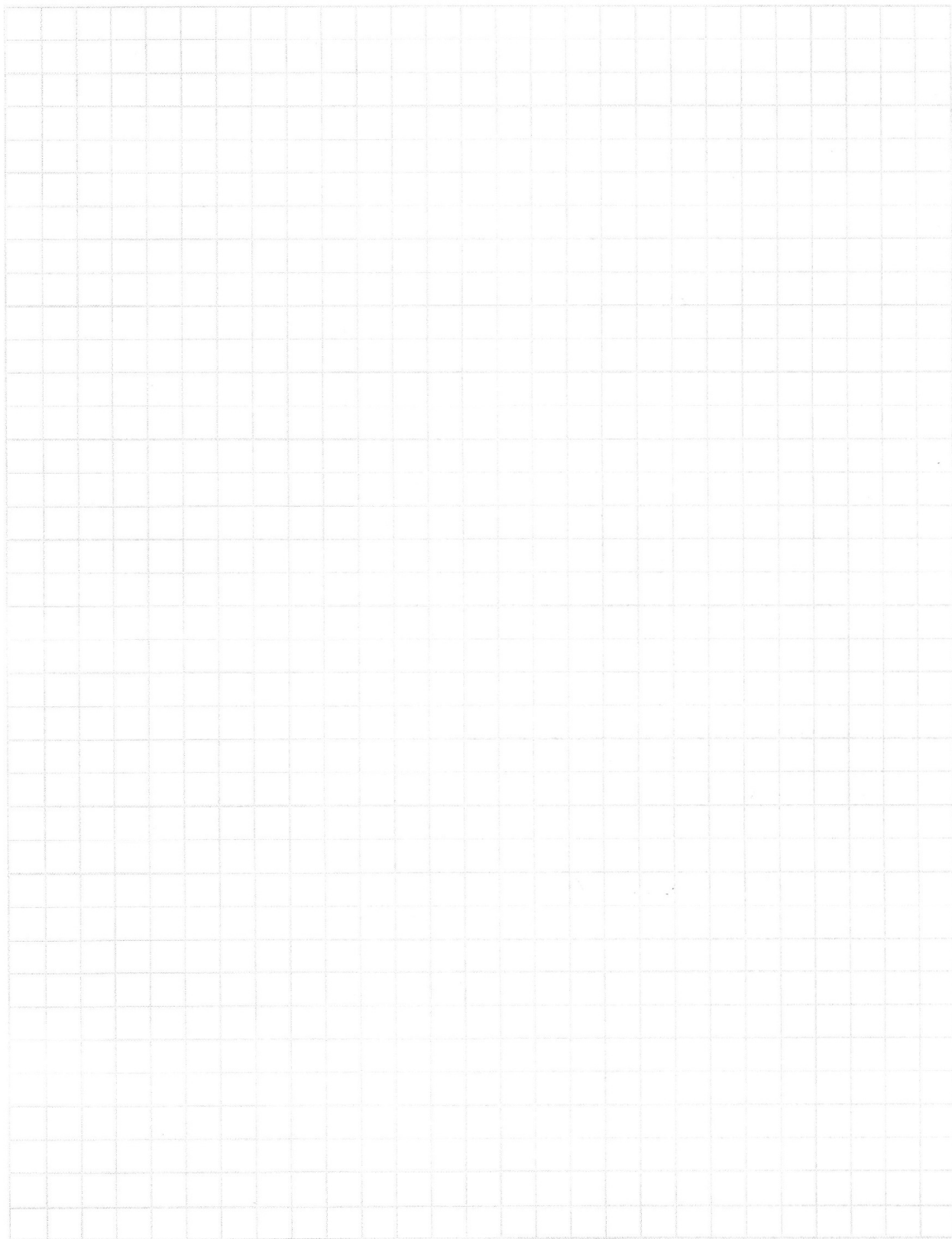
5  
☐

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!





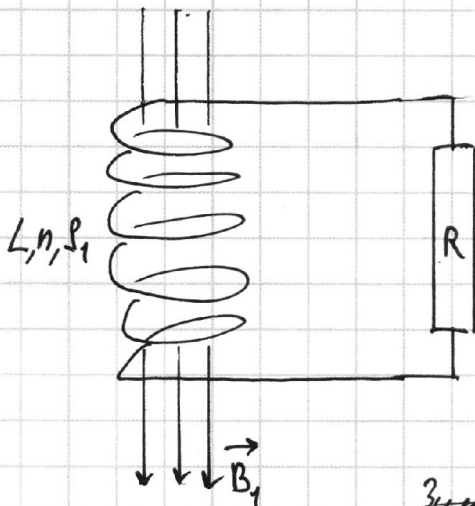
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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, возникнет 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  $T = \frac{I}{\dot{I}}$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

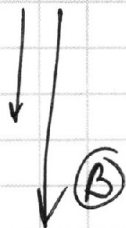
$$\frac{2i+L}{2} = 7$$

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

$$i = 6$$

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

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



$$\textcircled{I} \quad \textcircled{\frac{dI}{dt}}$$



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!

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

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

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

$\gamma \rightarrow 1$

$P \approx \text{const}$

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

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

$$4JR(T_1 - T_4) = -Q$$

$$Q_{23} = -Q = -3R \cdot \gamma \cdot \frac{(\gamma - 1)}{12} T_2$$

$$T_2 = \frac{4JRQ}{\cancel{2} \cdot 3R} = \frac{4}{2} \frac{Q}{3R}$$

$$P_1 V_1 = 2RT_1$$

$$P_2 V_2 = 2RT_2$$

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

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

$$\beta V_3^2 =$$

$$P_1 V_1 V_2$$

$$P = \alpha V$$

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

$$PV = 2RT$$

$$Q = 3 \cdot 2R \Delta T + (A)$$

$$3 \cdot 2R \Delta T +$$

$$\alpha V_1 = \beta V_4$$

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

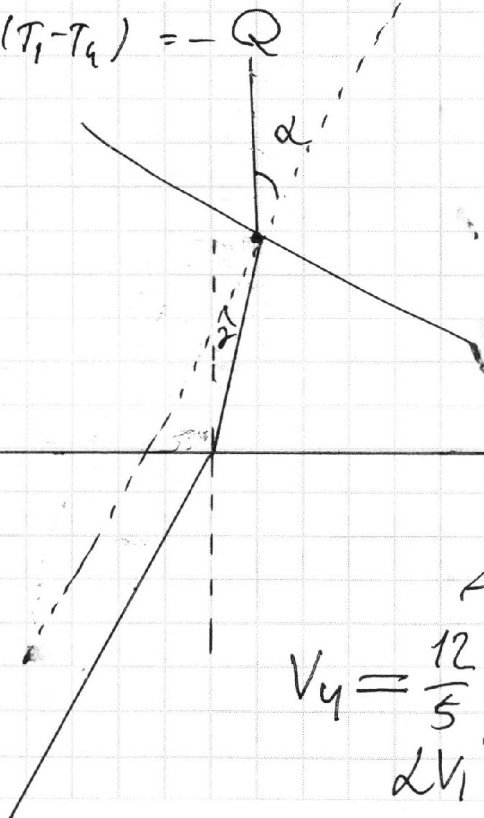
$$V_4 = \frac{12}{5} V_1$$

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

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

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

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





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!

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

$$(P_2 - P_3) dv$$

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

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

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

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

$$2v^2 P dv$$

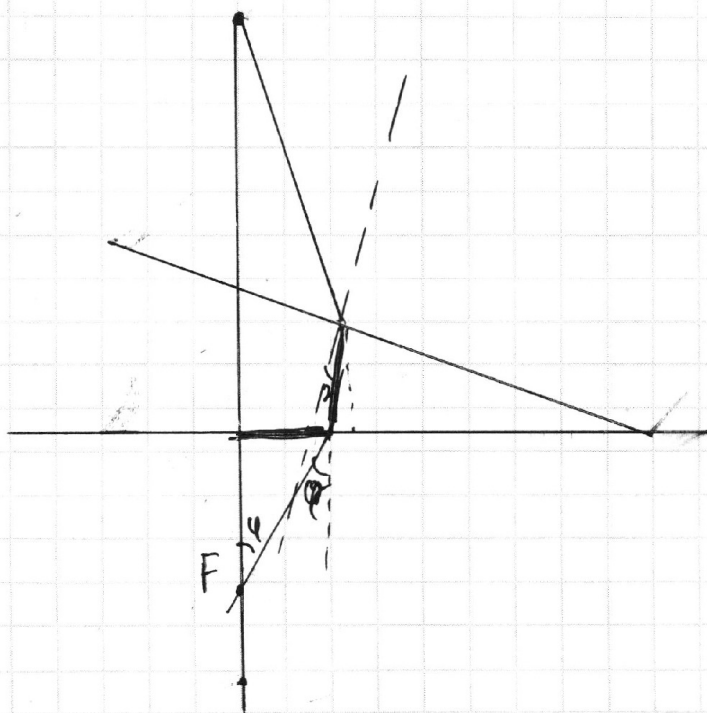
$$\int 2v dv = 2 \frac{v^2}{2}$$

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

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

$$\frac{\beta}{2} (v_4^2 - v_2^2)$$

$$\beta v_4 (v_4 - v_4)$$





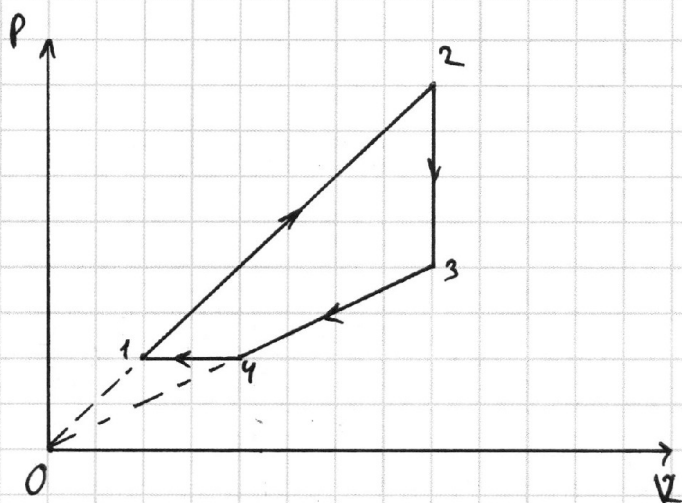
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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

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

~~Q<sub>41</sub>~~.

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-Понтронны,  $\frac{C - C_p}{C - C_v} = -1 \Leftrightarrow C - C_p = -C + C_v$

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

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

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

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

$$\text{Тогда } C_{23} = C_v = 3R$$



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!

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

$$Q = 3 \Delta R$$

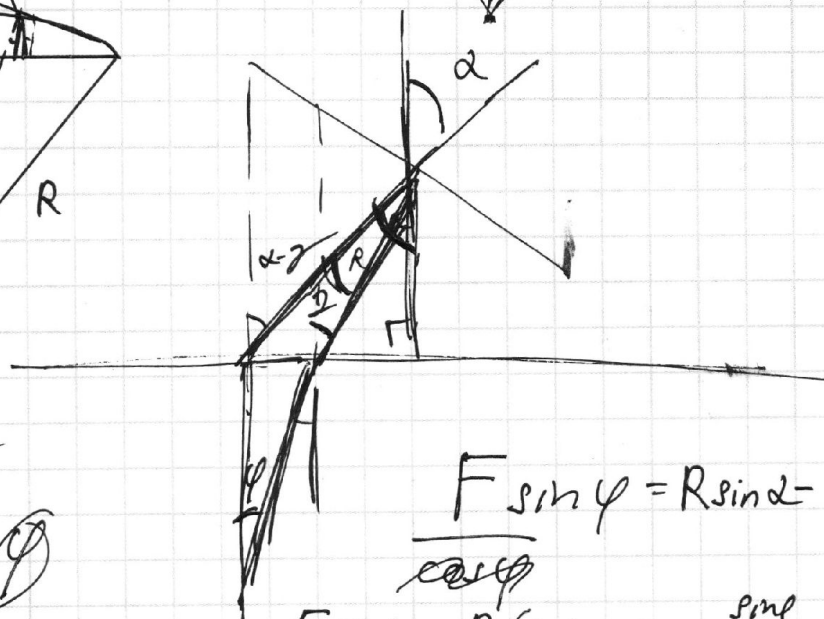
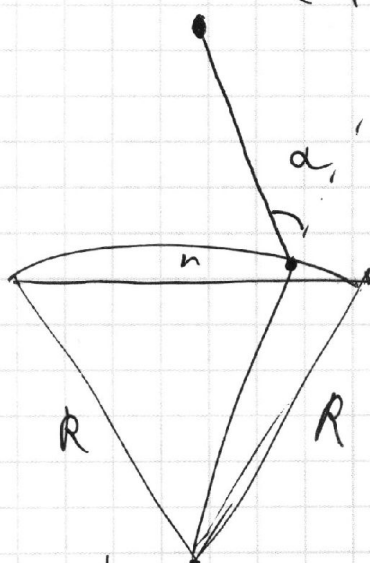
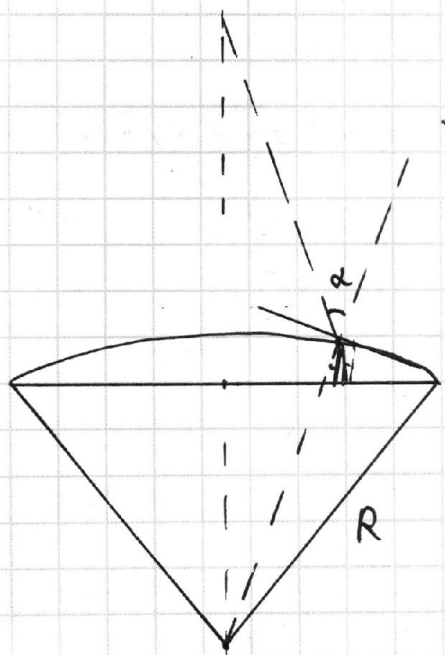
$$Q_{12} = 3 \Delta R (T_2 - T_1)$$

$$Q_{34} =$$

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

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

P



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

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

$$\alpha = n \varphi$$

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

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

$$\cos \varphi$$

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

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