



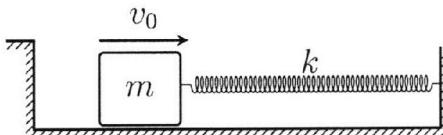
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 11-06



*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

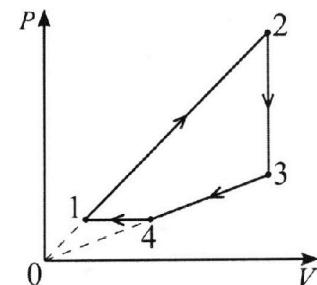
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой  $m$  прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью  $k$  (см. рис.). Уступ находится на таком расстоянии от тела, что если тело прижать к уступу и отпустить без начальной скорости, то положение равновесия тела пройдёт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

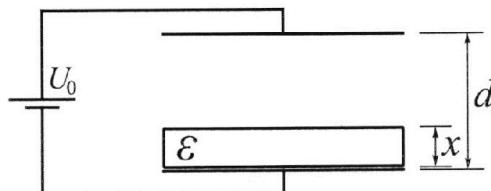
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

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  $T_2/T_3 = 12/5$ .

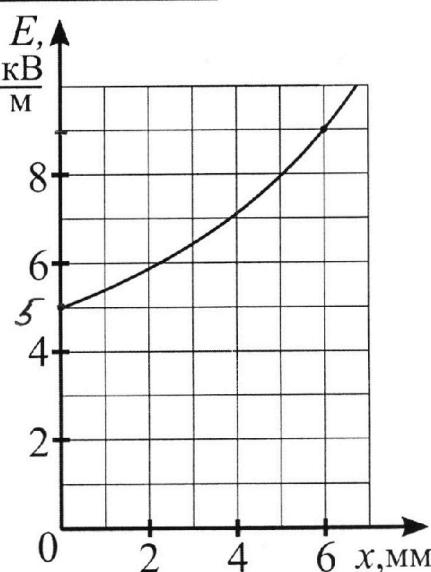


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 2-3.  
 2) Найти работу газа за цикл.  
 3) Найти КПД цикла.

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.





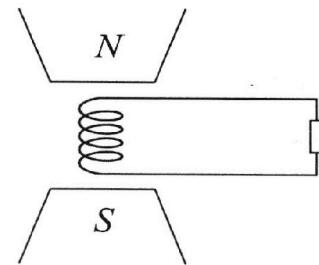
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**



**Вариант 11-06**

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

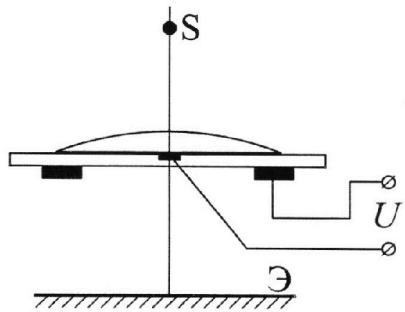
4. Катушка индуктивностью  $L$  с числом витков  $n$  и площадью каждого витка  $S_1$  находится во внешнем однородном магнитном поле, направленном перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением  $R$ . Внешнее поле выключают в течение времени  $\tau$ . 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  $n = 4/3$  покоятся 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 электродса, 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.



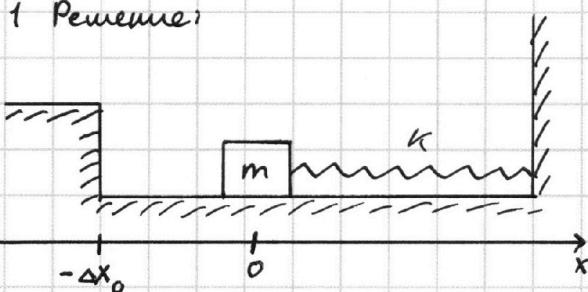
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

СТРАНИЦА  
1 из 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 поординатата тела  $x$ , соответствующая положению равновесия, равна 0, а  $\Delta x$  — расстояние до уступа.

2. Рассмотрим случай с отводом тела и уступом:

в нач. момент:  $\sum F_x = 0$ , под-тв. жадинъ тогда нач. деформация пружины равна 0.

На тело действуют такие потенциальные силы,  $F_T = mg$  и  $F_{упр} = -kx$  ( $kx$  — деформация пружины)

$$\text{по З.С.З. : } E_{\text{пот.0}} + E_{\text{кн.0}} = E_{\text{пот.1}} + E_{\text{кн.1}}$$

$$\frac{k \Delta x_0^2}{2} + 0 = 0 + \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow k \Delta x_0^2 = m v_0^2 \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \Delta x_0. \quad (1)$$

Заметим, что  $v_0$  — начальная в данной ситуации скорость, т.к.  $E_k = \text{ макс}$  в  $x=0$ , а т.к. пружина — осциллятор  $\Rightarrow \Delta x_0$  — ~~дистанция~~ начальная, а значит макс. значение  $\Delta x_{\text{max}} = \Delta x_0 = v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$ . (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  $v_1 = \frac{2}{9} v_0$ :

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



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

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,  $\frac{E_{\text{посл}}}{E_{\text{пго}}} = \alpha = \text{const}$

Найдём  $E_{\text{посл}}$  при ударе: По З.С. З.:  $E_{\text{кр}} + E_{\text{н.р.}} = E_{\text{пго}} + E_{\text{н.2}}$

$$\begin{aligned} \frac{m v_i^2}{2} + 0 &= \frac{m v_{\text{пго}}^2}{2} + \frac{K \Delta x_0^2}{2} \quad \cancel{E_{\text{кр}}} \leftarrow \Rightarrow E_{\text{пго}} = \frac{m v_i^2}{2} - \frac{K \Delta x_0^2}{2} = \\ \cancel{\frac{m v_i^2}{2}} &= \cancel{v_{\text{пго}}^2 \frac{m}{K}} + \Delta x_0^2 \quad \cancel{1: \frac{m}{K}} = \frac{m v_0^2}{2} \cdot \left(\frac{23}{9}\right)^2 - \frac{K \cdot v_0^2 \frac{m}{K}}{2}, \\ \cancel{v_{\text{пго}}^2} &\cancel{= v_i^2} \quad \cancel{\Delta x_0^2 \frac{K}{m}} = \left(\frac{23}{9} v_0\right)^2 = v_0^2 \frac{23}{9} \\ &= \frac{m v_0^2}{2} \left(\left(\frac{23}{9}\right)^2 - 1\right) = \frac{m v_0^2}{2} \left(\frac{23}{9} - 1\right) \left(\frac{23}{9} + 1\right) = \frac{m v_0^2}{2} \left(\frac{23-9}{9}\right) \left(\frac{23+9}{9}\right) = \\ &= \frac{m v_0^2}{2} \cdot \frac{14}{9} \cdot \frac{32}{9}. \end{aligned}$$

Для  $E_{\text{после}}$ :  $\frac{K \Delta x_0^2}{2} + E_{\text{после}} = 0 + \frac{m v_0^2}{2} \cdot \left(\frac{7}{3}\right)^2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow E_{\text{после}} = \frac{m v_0^2}{2} \cdot \left(\frac{7}{3}\right)^2 - \frac{K \Delta x_0^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} \left(\left(\frac{7}{3}\right)^2 - 1\right) = \frac{m v_0^2}{2} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{10}{3}.$$

$$\alpha = \frac{E_{\text{после}}}{E_{\text{пго}}} = \frac{\frac{m v_0^2}{2} \cdot \frac{40}{9}}{\frac{m v_0^2}{2} \cdot \frac{14 \cdot 32}{81}} = \frac{40 \cdot 9}{14 \cdot 32} = \frac{5 \cdot 9}{14 \cdot 4} = \frac{45}{56}.$$

6. Аналитическое исследование

Заметим, что для тела в пределах от удара  $y_0$

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

то есть  $E_{\text{после} 1} = E_{\text{пго} 2}$ . т.е. между 1 и 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                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

удара и  $E_{\text{kin}} = 0$ .

Тогда найдём  $E_{\text{kin2}}$ :  $\alpha = \frac{E_{\text{kin2}}}{E_{\text{kin02}}} \Rightarrow$

$$\Rightarrow E_{\text{kin2}} = \alpha E_{\text{kin02}} = \alpha E_{\text{kin1}}.$$

$$\text{из п. 5 } E_{\text{kin1}} = \frac{40}{g} \frac{m v_0^2}{2}. \quad E_{\text{kin2}} = \frac{\frac{5}{7}}{\frac{56}{7}} \cdot \frac{40}{g} \frac{m v_0^2}{2} = \\ = \frac{25}{7} \frac{m v_0^2}{2}.$$

По Зад:  $E_{\text{kin2}} + E_H = 0 + E_{\text{прав}}$ .

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

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

7. По 1 удару тело пройдёт путь  $S_0 = 2\Delta x_{\max 1} + \Delta x_0$

После 1 удара до равновесия  $S_1 = \Delta x_0; \Delta x_{\max 1} \xrightarrow{\text{заново}}$

$\Delta x_{\max 1} = \frac{v_i}{\omega}$  - амплитуда импульса  $g^o$  1 удара

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

$$\Delta x_{\max 1} = v_0 \cdot \frac{23}{9} \sqrt{\frac{m}{K}} = \frac{23}{9} \Delta x_0 \Rightarrow S_0 = \frac{2 \cdot 23}{9} \Delta x_0 + \Delta x_0 = \\ = \frac{55}{9} \Delta x_0. \quad \text{Пусть время прохождение } S_0 - T_1.$$

Время прохождение  $4\Delta x_{\max 1} = \frac{92}{9} \Delta x_0 - T$ .

$$\frac{T_1}{T} = \frac{S_0}{4\Delta x_{\max 1}} \Rightarrow T_1 = T \cdot \frac{S_0}{4\Delta x_{\max 1}} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}} \cdot \frac{55}{92} = \frac{55}{96} \pi \sqrt{\frac{m}{K}}$$



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

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 прохождение  $S_1 = T_2$ .

Время прохождение  $4\Delta x_{max2} = T$ .

$\Delta x_{max2}$  - amplitude импульса 1 удара

$$\Delta x_{max2} = \frac{7}{3} v_0 \sqrt{\frac{m}{n}} \Rightarrow 4\Delta x_{max2} = \frac{28}{3} v_0 \sqrt{\frac{m}{n}} = \frac{28}{3} \Delta x_0.$$

$$\frac{T_2}{T} = \frac{S_1}{4\Delta x_{max2}} = \frac{\Delta x_0}{\frac{28}{3} \Delta x_0} = \frac{3}{28} \Rightarrow T_2 = \frac{3}{28} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{m}{n}} = \frac{3}{14} \pi \sqrt{\frac{m}{n}}$$

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

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

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

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



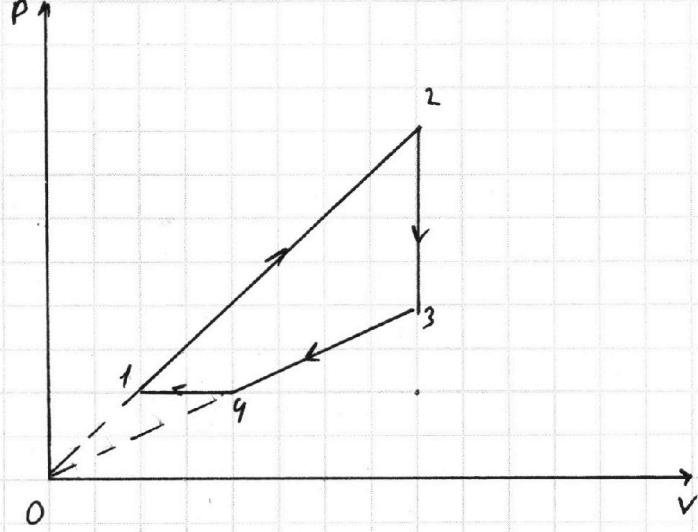
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

~2 Решение:



1. Заметим что

в проце 1→2

$\frac{P}{V} = \text{const}$   $\Leftrightarrow PV^{-1} = \text{const}$   
составим уравнение  
изотропического  
процесса

$$\frac{C - C_P}{C - C_V} = -1$$

$$C - C_P = -C + C_V \Rightarrow 2C = C_P + C_V.$$

$$C_V = \frac{i}{2} R; C_P = \frac{i+2}{2} R \Rightarrow 2C = \frac{R}{2} (i+i+2)$$

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

$$2. \text{Процес } 2 \rightarrow 3 \text{ изохорий, поэтому } C_{23} = C_V = \frac{i}{2} R = \\ = \frac{6}{2} R = 3R \quad (1)$$

$$\text{Ответ: 1) } C_{23} = 3R$$

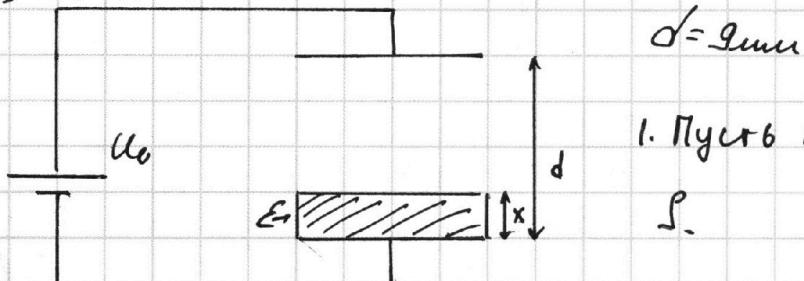
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

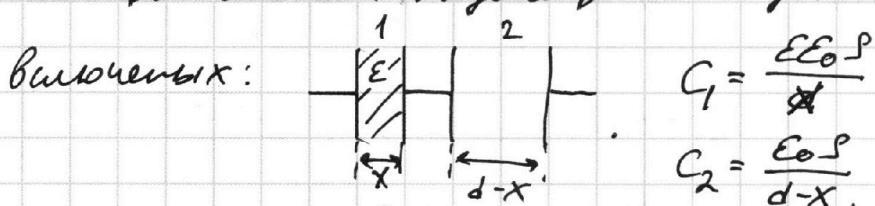
№3 Решение:



$$d = 9 \text{ mm}$$

1. Пусть между б шартии.

2. Расчитаем схематический изодиполь для последовательного включенных:



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

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

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

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

3. Доказываем т.к.  $C_1$  и  $C_2$  параллельные соединены, то

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

$$C_1 U_0 - C_1 E(d-x) + C_2 E(d-x) = C_{\text{общ}} U_0$$

$$E(d-x)(C_2 - C_1) = U_0(C_{\text{общ}} - C_1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U_0 = E(d-x) \frac{C_2 - C_1}{C_{\text{общ}} - C_1} \quad (1)$$

Получим  $U_0$  при пасущих границах:

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

$$U_0 = 5 \frac{\text{nV}}{\mu} \cdot 9 \cdot 10^{-3} \mu = 5 \cdot 10^3 \frac{\text{B}}{\mu} \cdot 9 \cdot 10^{-3} \mu = 45 \text{ В.} \quad (1)$$



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 7СТРАНИЦА  
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!

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

$$\underline{\text{из урв (1): } U_0 = E(d-x) \frac{C_1 - C_2}{G_{\text{раб}} - G}}$$

т.к.  $G$  и  $C_2$  вычлены ~~изравн~~ получившие,

$$\text{т.о. } q_1 = q_2 = q_{\text{раб}} \Rightarrow \underline{q_1 U_1 = C_2 U_2 = C_{\text{раб}} U_0}$$

$$\begin{cases} U_1 + U_2 = U_0 \\ U_2 = E(d-x) \end{cases} \quad \left| \begin{array}{l} U_1 = U_0 - E(d-x). \\ \frac{C_2}{q_1} = \frac{U_1}{U_2} \Leftrightarrow \end{array} \right.$$

$$\Leftrightarrow \frac{\frac{E_0 S}{(d-x)}}{\frac{E E_0 S}{X}} = \frac{U_0 - E(d-x)}{E(d-x)} \Rightarrow \frac{X}{E(d-x)} = \frac{U_0 - E(d-x)}{E(d-x)}$$

$$E = \frac{EX}{U_0 - E(d-x)} = \frac{9 \cdot 10^3 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{95 - 9 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^{-3}} = \frac{54}{18} = 3.$$

$$\text{Ответ: 1) } U_0 = 95 \text{ В}$$

$$2) \quad E = 3.$$



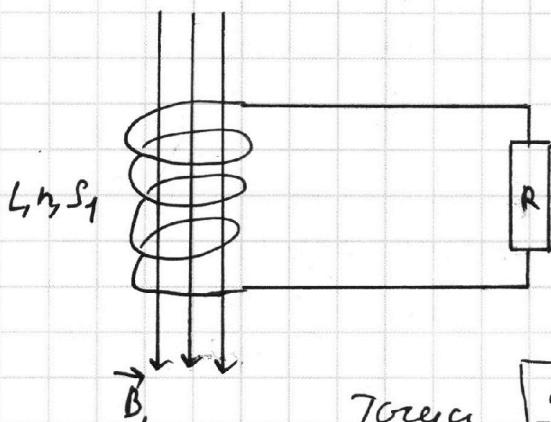
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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



2.

2.  $B=0 \Rightarrow$  идёт прямое самоиндукции.

$$\Phi_0 = B_1 S_1 n$$

$$\Phi_0 = L I_1 \quad \text{или } \Phi_0 = L I_1.$$

$$\cancel{\Phi_0 = B_1 S_1 n} \Rightarrow \cancel{B_1 S_1 n = L I_1} \Rightarrow B_1 = \frac{L I_1}{S_1 n} \quad (3)$$

т.к. ищем

противодействует  
изл  $\Phi \Rightarrow \Delta \Phi = 0$ .

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

$$\cancel{\text{а в этом } T = \frac{I}{q} \Rightarrow I = \frac{I_1}{q}}$$

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

$$\cancel{\left\langle \frac{dI}{dt} = I R \right\rangle \Rightarrow \frac{dI}{dt} = I R}$$

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

$$\cancel{-L \frac{dI}{dt} = I R \Leftrightarrow -L \frac{dI}{dt} = dQ/R \Leftrightarrow dQ = -\frac{L}{R} dI}$$

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

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

$$\text{Orbits: } (1) \frac{dt}{dt} = \frac{I_1}{T}$$

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

$$(3) B_1 = \frac{L I_1}{S_1 n}$$



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!



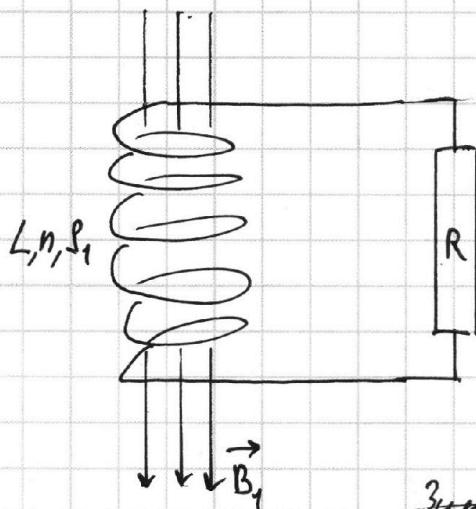
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!

№4 Решение:



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

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

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

$$\frac{dI}{dt} = \frac{1}{R} \frac{dE}{dt} \Rightarrow \frac{dE}{dt} = \text{const},$$

значит  ~~$\frac{d\Phi}{dt} = B(t)$~~  - ~~изменение магнитного поля~~  
~~изменение магнитной индукции~~

2. т.к. ток равен магниту, то в нем есть  $T = \frac{E}{q}$

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

$$E = - \left( \frac{dB}{dz} \right) l_1 \cdot n,$$

$$-\frac{dB}{dz} l_1 \cdot n = \Phi_{\text{пер}}$$

$$E_{si} = -L \left( \frac{dI}{dz} \right) L$$

$$-\frac{dB}{dz} l_1 \cdot n = L \frac{dI}{dt}$$

$$E_{si} = E \quad L \frac{dI}{dt} = \frac{dB}{dz} l_1 \cdot n$$

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

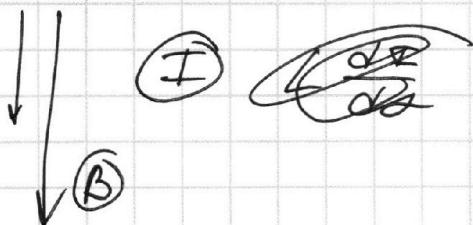
$$\frac{d\Phi}{dt} = L \frac{dI}{dt} + I_i \frac{R}{L}$$

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

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

$$\frac{d(\Phi B)}{dt^2} = 0 \quad \frac{d}{dt} E$$

$$2i + L = 1$$



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

$$i=6$$

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

$$2C = C_v + C_p = 14R = \frac{iR_1}{2} + \frac{I+2}{2} R$$

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!

$$P_2 V_2 = \cancel{J} R T_2$$

$$P_3 V_3 = \cancel{J} R T_3$$

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

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

$$T_2 = \frac{4RQ}{J \cdot \cancel{J} R} = \frac{4}{J} \frac{Q}{R}$$

$$P_1 V_1 = J R T_1 \quad \frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$$

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

$$P_1 V_1 N_2$$

$$(P = \alpha V)$$

$$(Q) N_3^2 \cdot \sqrt{\beta V_2} = \frac{12}{12} \alpha$$

$$\beta V_3^2 =$$

$$\cancel{N_3^2} \cdot \cancel{\sqrt{\beta V_2}} = \cancel{\frac{12}{12} \alpha}$$

$$C = C_p = \frac{i+2}{2} R = \cancel{4R}$$

$$PV = J R T$$

$$4JR(T_1 - T_2) = -Q$$

$$Q = 3JR \Delta T + (A)$$

$$3JR \Delta T +$$

$$\alpha V_1 = \beta V_2$$

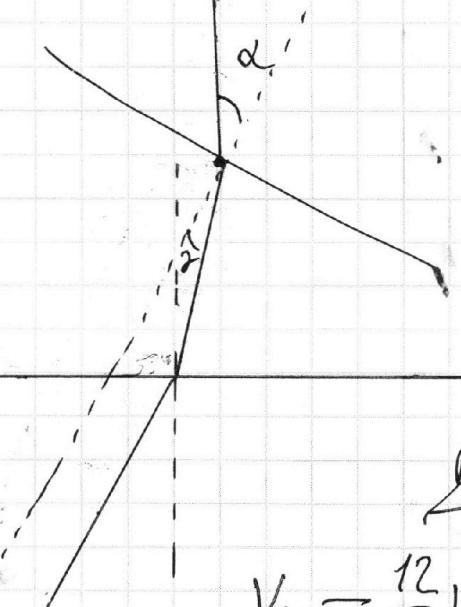
$$\frac{\alpha V_2}{\beta V_2} = \frac{12}{5}$$

$$V_2 = \frac{12}{5} V_1$$

$$\frac{P_1 + P_2}{2} \cdot \frac{P_1 - P_2}{V_1}$$

$$V_2 = \frac{12}{5} V_1 \quad JR \Delta T = (P_1 V_1 - P_2 V_2)$$

$$\alpha V_1^2 - \alpha V_2^2 = \alpha (V_1 - V_2) cm$$





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!

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

$$(P_{(A)} - P_{(B)}) dV$$

$$\alpha V^2 - \beta V^2 dV$$

$$\alpha - \beta \int V^2 dV \quad (\alpha - \beta) \frac{V^3}{3} \Big|_{V_1}^{V_3}$$

$$\frac{1}{2} (V_3 - V_1)$$

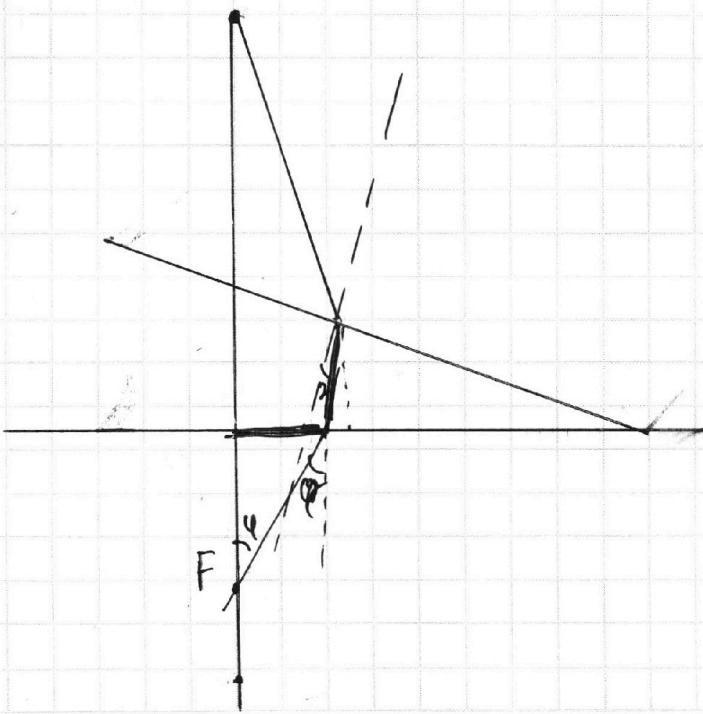
$$\alpha V^2 P dV$$

$$\int \alpha V dV = \left( \alpha \frac{V^2}{2} \right)$$

$$\frac{\alpha}{2} (V_2^2 - V_1^2) \quad \alpha V_2^2 - \alpha V_1^2 - \beta V_2^2 + \beta V_1^2 - \beta V_3^2 + \beta V_4^2$$

$$\frac{\beta}{2} (V_4^2 - V_2^2)$$

$$\beta V_4 (V_4 - V_2)$$

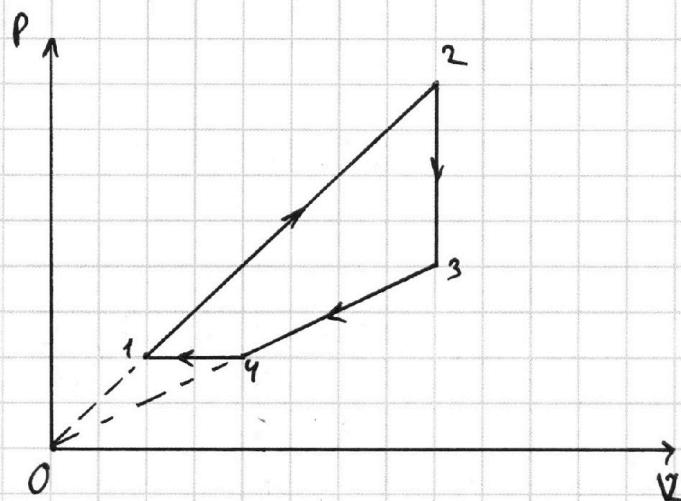


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

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!



(отбрасывая)

$$Q_{23} = Q_{41} = -Q \neq 0$$

$Q > 0$

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

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

1. Пускай имеем - идеальный газ тогда  $Q_{23} = C_{23} \Delta T_{23}$

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

2.  $1 \rightarrow 2 P \sim V$ , пускай  $P = \alpha V \Rightarrow PV = \sqrt{\alpha}RT \Leftrightarrow \alpha V^2 = \sqrt{\alpha}RT \quad (1 \rightarrow 2)$

в проце  $1 \rightarrow 2$

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

$$3. \text{ Запишем, что } V_2 = V_3 \text{ т.к. } \frac{\alpha V_2^2}{\beta V_3^2} = \frac{\sqrt{\alpha}RT_2}{\sqrt{\alpha}RT_3} \Rightarrow \frac{\alpha}{\beta} = \frac{12}{5}.$$

4. В проце  $1 \rightarrow 2 P \bar{V}^{-1} = \text{const.}$

Составим ур. теплопроводности,  $\frac{C - Cp}{C - Cv} = -1 \Leftrightarrow C - Cp = -C + Cv$

$2C = Cp + Cv$ . Известно, что  $Cv = \frac{i}{2}R$

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

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

$$\text{тогда } C_{23} = Cv = 3R$$



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 7СТРАНИЦА  
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!

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

$$A = A_{12} - |A_{14}| - |A_{34}|$$

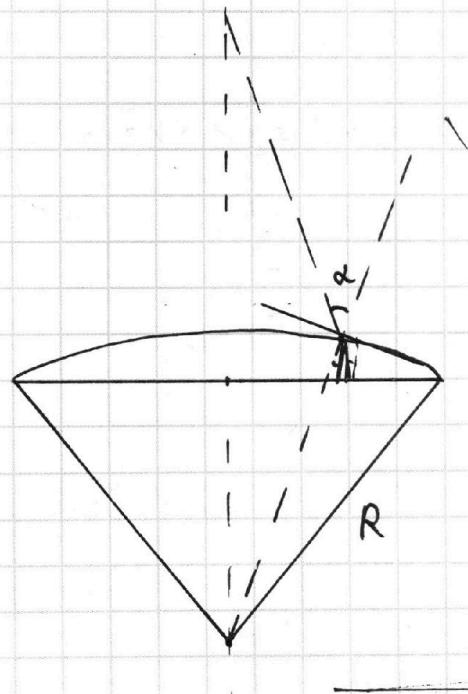
$$Q = 3V_R$$

$$Q_{12} = 3V_R(T_2 - T_1)$$

$$Q_{34} =$$

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

$$(P_2 V_2 - P_1 V_2) - P_2 V_1 + P_1 V_1$$

 $P$ 

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

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

$$\alpha = n \varphi$$

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

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

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

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

