

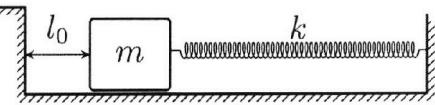


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**
Вариант 11-05



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

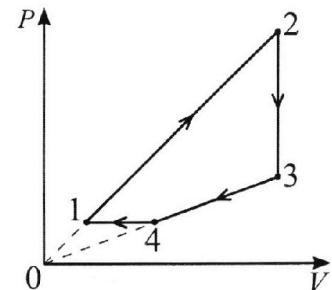
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k . На расстоянии l_0 от тела находится вертикальный уступ, как показано на рисунке. Сжимая пружину на $11l_0/4$, тело придвигают к стене и отпускают без начальной скорости. После первого удара тела о уступ максимальное сжатие пружины оказалось $5l_0/2$. 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 скорость тела при прохождении положения равновесия перед первым ударом.
- 2) Определите величину максимального сжатия пружины после второго удара.
- 3) Сколько времени прошло между моментом отпускания тела и моментом максимального сжатия пружины после первого удара?

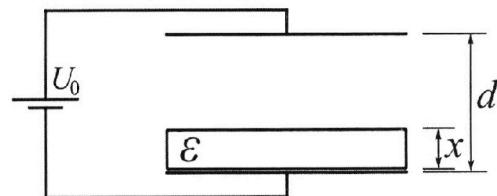
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

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 3-4 равна $C = 3R$, R – универсальная газовая постоянная. Отношение температур $T_4/T_1 = 5/2$.

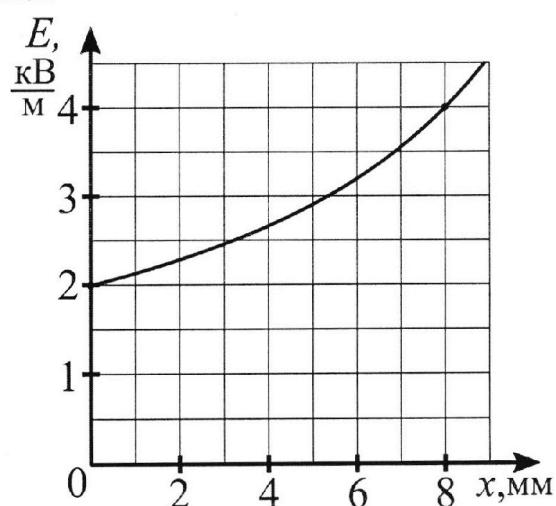


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 4-1.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

3. Плоский конденсатор подсоединен к источнику постоянного напряжения. Расстояние между обкладками $d = 12 \text{ мм}$ (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,

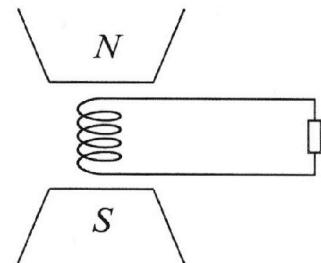
февраль 2025



Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

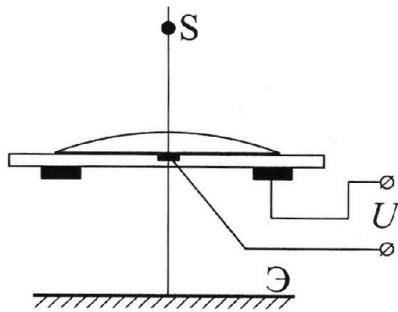
4. Катушка с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля направлены перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ . За время выключения ток в катушке возрастает линейно от нуля до I_1 .



- 1) Найти скорость возрастания тока через время $\tau/3$ от начала выключения.
- 2) Найти заряд q , протекший через резистор от момента начала выключения поля до момента, когда ток через резистор станет нулевым.
- 3) Найти индуктивность L катушки.

Сопротивлением катушки и соединительных проводов пренебречь.

5. Капля электропроводящей прозрачной жидкости с показателем преломления $n = 1,4$ поконится 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 $b = 6$ 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. Если светодиод на высоте $a_1 = 12$ см над каплей, то изображение на экране при $U_1 = 1$ В. Если светодиод на высоте $a_2 = 18$ см, то изображение на экране при напряжении $U_2 = 2$ В.



- 1) Выведите формулу для фокусного расстояния F плосковыпуклой тонкой линзы в зависимости от радиуса кривизны R и показателя преломления n .
- 2) Определите радиус кривизны R_0 капли при нулевом напряжении.
- 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.

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

СТРАНИЦА
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!

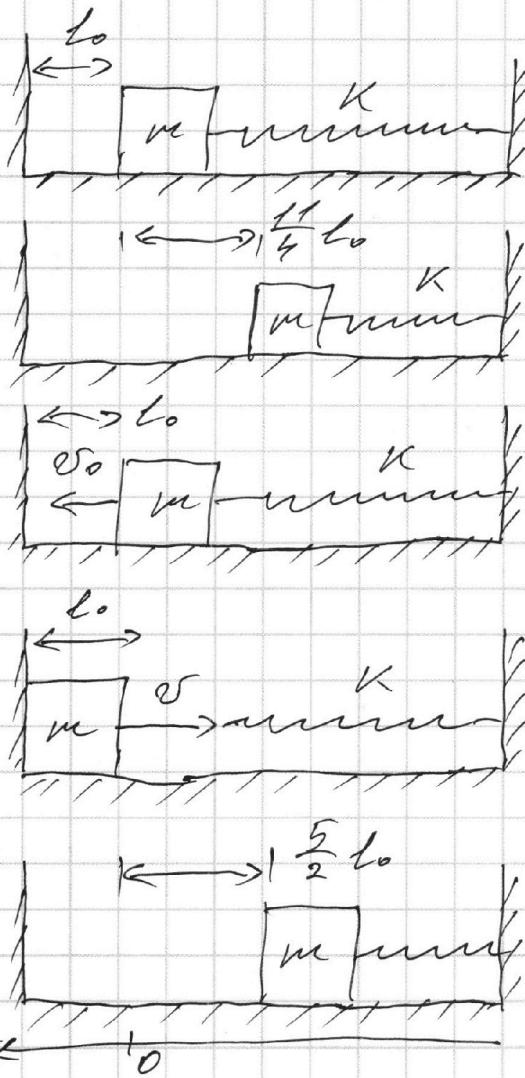
№1.

m, K

$\Delta l_0 - ?$

$\Delta l_{\max} - ?$

$E - ?$



1) Зад:

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{K}{2} \cdot \frac{11^2}{4^2} l_0^2$$

В начальном состоянии равнодействующая пружина не расстянута и не имеет энергии

$$v_0 = \frac{11 l_0}{4} \sqrt{\frac{K}{m}}$$

2) Δl_{\max}^2 - максимальное сжатие после второго удара

Сперва найдем отношение конфигурации энергии \dot{v}_0 и после удара

Зад:

$$W_{ok} + \frac{K l_0^2}{2} = \frac{11^2}{4^2} l_0^2 \cdot \frac{K}{2}; W_{ok} = \frac{K l_0^2}{2} \left(\frac{11}{4} - 1 \right) / \left(\frac{11}{4} + 1 \right) =$$

$$= \frac{K l_0^2}{2} \cdot \frac{17}{4} \cdot \frac{15}{4}$$

$$W_{ik} + \frac{K l_0^2}{2} = \frac{10^2}{4^2} l_0^2 \cdot \frac{K}{2}; W_{ik} = \frac{K l_0^2}{2} \left(\frac{10}{4} - 1 \right) / \left(\frac{10}{4} + 1 \right) =$$

$$= \frac{K l_0^2}{2} \cdot \frac{6}{4} \cdot \frac{14}{4}$$

$$\frac{W_{ok}}{W_{ik}} = \frac{\frac{17}{4} \cdot \frac{15}{4}}{\frac{6}{4} \cdot \frac{14}{4}} = \frac{5}{4} = \text{const}$$

То есть и после второго удара $\frac{W_{ok}}{W_{ik}} = \frac{5}{4}$



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**.

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!

Задача 2) Две ступени удара (время от удара до максимума сила)

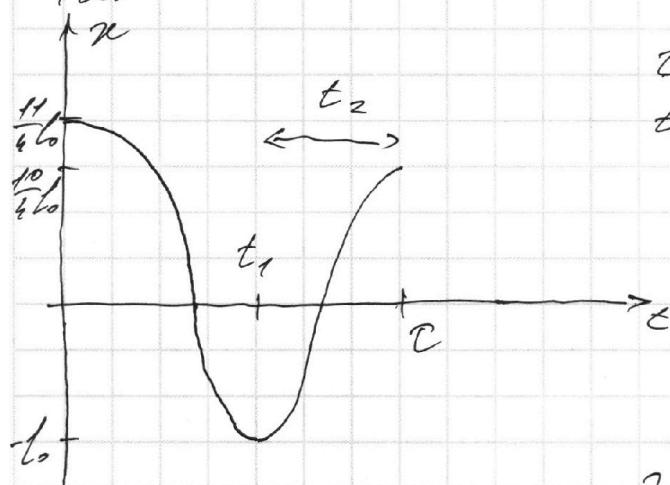
$$W_{2K} + \frac{\kappa l_0^2}{2} = \frac{\kappa (\Delta l_{\max})^2}{2}$$

$$(\Delta l_{\max})^2 = l_0^2 + \frac{2W_{2K}}{\kappa} = l_0^2 + l_0^2 \cdot \frac{8 \cdot \cancel{4}}{5 \cdot \cancel{4}} = l_0^2 \cdot \frac{26}{5}$$

$$W_{2K} = \frac{4W_{2K}}{5} = \frac{\kappa l_0^2}{2} \cdot \frac{\cancel{4}}{5} \cdot \frac{6}{\cancel{4}} \cdot \frac{14}{4}$$

$$\Delta l_{\max} = l_0 \sqrt{\frac{26}{5}}$$

3) Графически показать T - от момента отпускания тела до максимума силы



$$T = t_1 + t_2$$

t_1 - от отпускания до первого удара

t_2 - от удара до максимума силы

$$x_1 = x_{1m} \cos \omega t$$

x_{1m} - максимум первой амплитуды до второго удара

$$\omega = \sqrt{\frac{\kappa}{m}}, -x_1 = \frac{11}{5} l_0 \cos \left(\sqrt{\frac{\kappa}{m}} t_1 \right)$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{m}{\kappa}} \arccos \left(-\frac{4}{11} \right)$$

$$\frac{\kappa x^2}{2} + \frac{mx'^2}{2} = \text{const}$$

$$\kappa x \cdot \ddot{x} + m \ddot{x} \cdot \dot{x} = 0$$

$$\ddot{x} = -x \cdot \frac{\kappa}{m}; \quad \omega = \sqrt{\frac{\kappa}{m}}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{m}{\kappa}} \arccos \left(-\frac{2}{5} \right)$$

$$\text{Ответ: } \frac{11l_0}{5} \sqrt{\frac{\kappa}{m}}; l_0 \sqrt{\frac{26}{5}}; \sqrt{\frac{m}{\kappa}} \left(\arccos \left(-\frac{4}{11} \right) + \arccos \left(-\frac{2}{5} \right) \right)$$

$$x_2 = x_{2m} \cos \omega t_2$$

$$-x_2 = \frac{7}{2} l_0 \cos \left(\sqrt{\frac{\kappa}{m}} t_2 \right)$$

$$T = \sqrt{\frac{m}{\kappa}} \left(\arccos \left(-\frac{4}{11} \right) + \arccos \left(-\frac{2}{5} \right) \right)$$

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

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

СТРАНИЦА
1 из 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!

N2

$$C_{34} = 3R$$

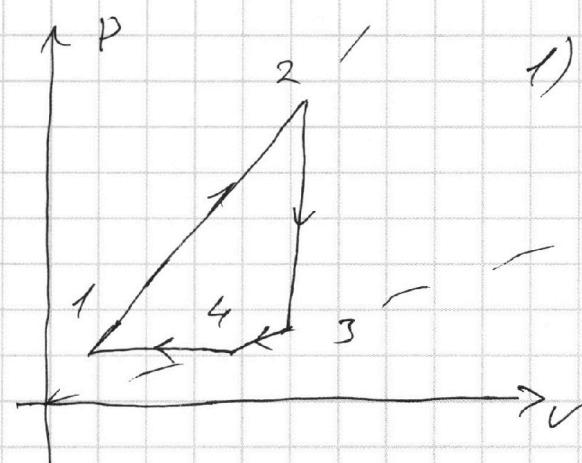
$$\frac{T_4}{T_1} = \frac{5}{2}$$

$$Q_{23} = Q_{41} = Q$$

$$C_{41} - ?$$

$$A - ?$$

$$y - ?$$



$$1) C = \frac{Q}{\Delta T} \quad \text{дл}$$

$$Q_{43} = \frac{1}{2} \Delta R \Delta T + p \Delta V = A$$

Берем маленький прямой уголок, где $P = \text{const}$

$$P = dV$$

коэффициент пропорциональности

$$P \cdot V = \Delta RT$$

$$2V^2 = \Delta RT$$

$$2(V + \Delta V)^2 = \Delta R(T + \Delta T) \rightarrow 2V^2 + 2V\Delta V =$$

$$V^2 \left(1 + \frac{\Delta V}{V} \right)^2 \approx V + 2V\Delta V \rightarrow = \Delta RT + \Delta R\Delta T$$

$$P = \frac{\Delta V \Delta U}{\Delta R \Delta T} = \frac{\Delta R \Delta T}{\Delta R \Delta T^2} = \frac{\Delta V}{\Delta T}$$

$$Q_{43} = \frac{i}{2} \Delta R \Delta T + \frac{\Delta R \Delta T}{2} =$$

$$= \frac{i+1}{2} \Delta R \Delta T ; \quad C_{43} = \frac{i+1}{2} R = 3R \rightarrow i = 5$$

если это воздух адиабатический

$$C_{41} = \frac{Q_{41}}{\Delta T}$$

$$Q_{41} = \frac{i+1}{2} \Delta R \Delta T + P \Delta V \quad | \quad P \Delta V = \Delta R \Delta T$$

$$Q_{41} = \frac{i+2}{2} \Delta R \Delta T \rightarrow C_{41} = \frac{i+2}{2} R = \frac{7}{2} R$$

$$2) Q_H = A + Q_x ; \quad A = Q_H - Q_x$$

$$Q_H = Q_{12} ; \quad Q_x = Q_{23} + Q_{34} + Q_{41} = 2Q + Q_{34}$$



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
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!

Ответ: $\frac{7}{2} R$



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

СТРАНИЦА
1 из 1

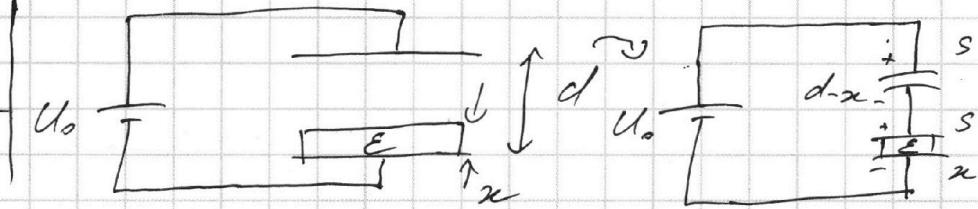
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

№3

$$d = 12 \text{ мм}$$

$$U_0 - ?$$

$$\varepsilon - ?$$



1) $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi \rightarrow U_0 = \frac{\varphi}{C_1} + \frac{\varphi}{C_2}$
 Задано в системе
 ме комплекса
 радиус
 $C = \frac{S \cdot \varepsilon_0}{d} \rightarrow C_1 = \frac{S \cdot \varepsilon_0}{d - x}$

$$C_2 = \frac{S \cdot \varepsilon_0}{x}$$

$$U_0 = \frac{\varphi}{S \cdot \varepsilon_0} \left(d - x + \frac{x}{\varepsilon} \right); \varphi = \frac{U_0 \cdot S \cdot \varepsilon_0}{d - x \left(1 - \frac{1}{\varepsilon} \right)}$$

$$U_0 = \frac{\varphi}{C_1} = \frac{U_0 \cdot S \cdot \varepsilon_0}{d - x \cdot \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}} \cdot \frac{d - x}{S \cdot \varepsilon_0} = U_0 \cdot \frac{d - x}{d - x \cdot \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}}$$

Напряжение на конденсаторе без диэлектрика

$$U = E \cdot (d - x) = U_0 \cdot \frac{d - x}{d - x \cdot \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}}$$

$$E = \frac{U_0}{d - x \cdot \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}} \quad (1)$$

Уз график при $x = 0$

$$E_0 = 2 \text{ кВ/м} \rightarrow E_0 = \frac{U_0}{d}$$

$$U_0 = E_0 \cdot d = 2 \cdot 10^3 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 24 \text{ В}$$

2) Уз (1): $E \cdot d - E x \left(1 - \frac{1}{\varepsilon} \right) = U_0$

$$U_0 - E \cdot d + E x = E \cdot \frac{x}{\varepsilon}$$

$$E = \frac{E x}{U_0 - E(d - x)} \quad \text{при } x = 8 \text{ мм; } E = 4 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$$

$$E = \frac{4 \cdot 10^3 \cdot 8 \cdot 10^{-3}}{24 - 4 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 10^{-3}} = \frac{4 \cdot 8}{8} = 4$$

Ответ: 24 В; 4

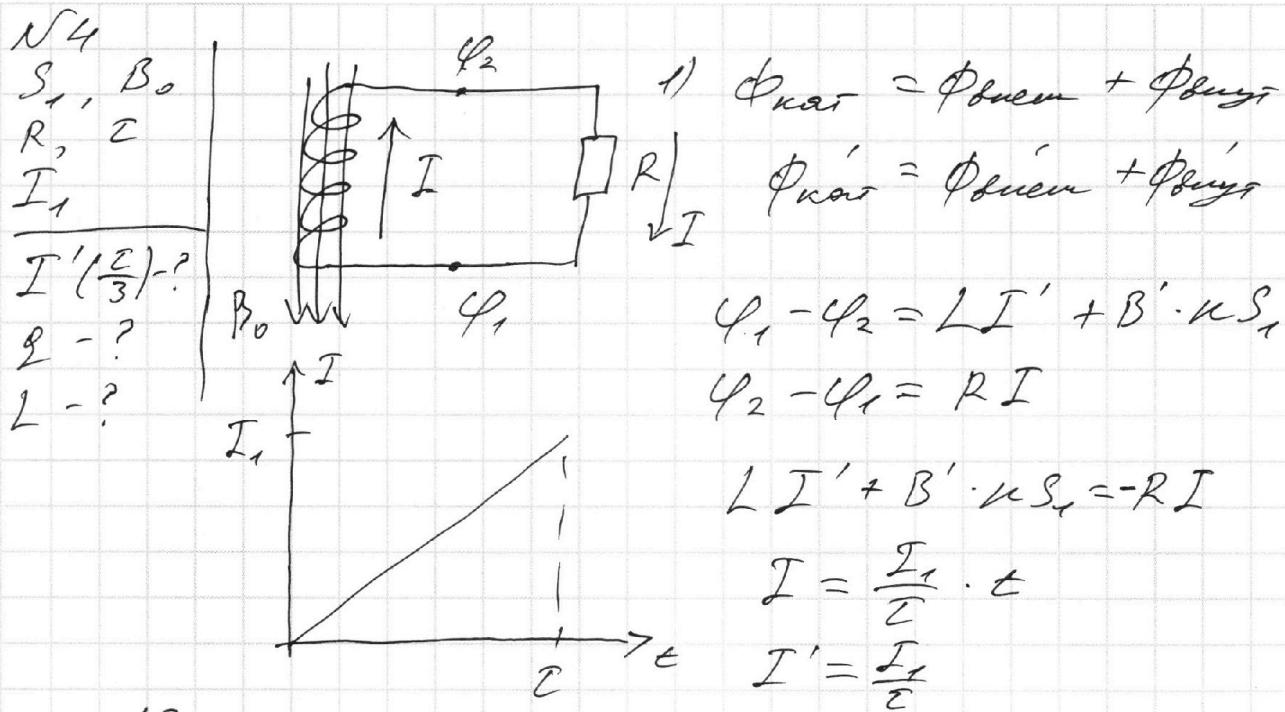


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 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!



$$-\frac{dI}{dt} \cdot \mu S_1 = R \cdot \frac{I_1}{\Sigma} \cdot t + L \frac{I_1}{\Sigma}$$

$$-\int dI \cdot \mu S_1 = \int R \frac{I_1}{\Sigma} \cdot t dt + L \frac{I_1}{\Sigma} \cdot \frac{dt}{t}$$

$$-(0 - B_0) \mu S_1 = \frac{R I_1}{2 \Sigma} \cdot \Sigma^2 + L I_1 \cdot \frac{\Sigma}{\Sigma}$$

$$B_0 \cdot \mu S_1 = \frac{R I_1 \Sigma}{2} + L I_1; L = \underbrace{\frac{B_0 \mu S_1}{I_1}}_{\Sigma} - \frac{R \Sigma}{2}$$

2) От начала восхождения до конца $I' = \text{const} \rightarrow I'(\frac{I}{\Sigma}) = \frac{I_1}{\Sigma}$

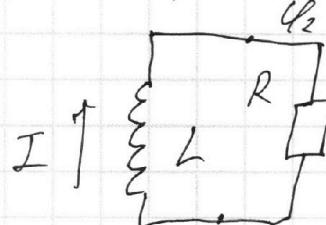
3) $\varphi = \varphi_2 + \varphi_1; t - \text{время, когда } I = 0$

$$\varphi_2 = \frac{I_1 \Sigma}{2}$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = L \frac{dI}{dt}$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = RI$$

$$-L \frac{dI}{dt} = RI; -L dI = R I dt \Rightarrow \underline{dI} = \frac{R I}{L} dt = d\varphi$$



L



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА

2 ИЗ 2

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

$$-\int L dI = \int R d\varrho$$

$$-L(I - I_1) = R\varrho_t$$

$$LI_1 = R\varrho \rightarrow Bonus_1 - \frac{R I_1 \varepsilon}{2} = R\varrho_t$$

$$\varrho_t = \frac{Bonus_1}{R} - \frac{I_1 \varepsilon}{2}$$

$$\varrho = \cancel{\frac{I_1 \varepsilon}{2}} + \frac{Bonus_1}{R} - \cancel{\frac{I_1 \varepsilon}{2}} = \frac{Bonus_1}{R}$$

$$\text{Ответ: } \frac{I_1}{\varepsilon}, \frac{Bonus_1}{R}, \frac{Bonus_1}{I_1} - \frac{R \varepsilon}{2}$$

L

L

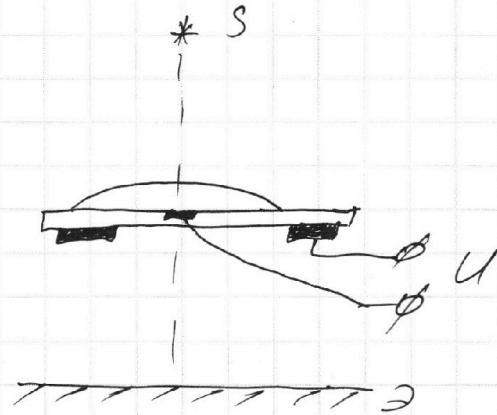
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

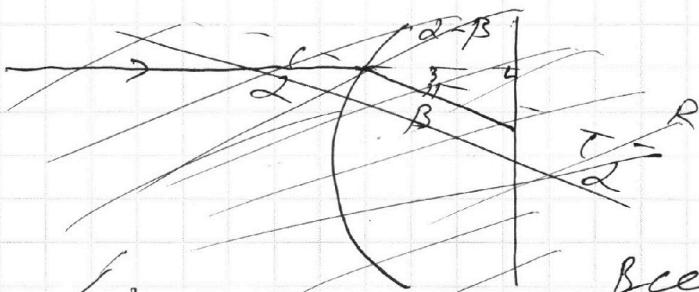
СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

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

$$\begin{aligned}
 N5 \\
 U_1 &= 1B \\
 Q_1 &= 12 \text{ ар} \\
 U_2 &= 2 B \\
 Q_2 &= 18 \text{ ар} \\
 u &= 14 \\
 b &= 6 \text{ см} \\
 \hline
 F - ? \\
 R_o - ? \\
 E_1/E_2 - ?
 \end{aligned}$$



1) Рассмотрим луч, падающий параллельно оптической оси на минз тонкую



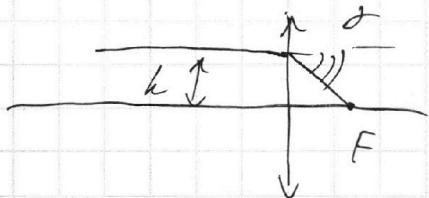
Все углы, изображающие подобные образы - малы

$$\alpha \approx \tan \alpha = \frac{h}{R}$$

$\alpha \approx \beta$
первое преломление

$$u(\alpha - \beta) \approx \delta \rightarrow \text{второе преломление}$$

$u\alpha - \alpha = \delta$. Т.к. минз тонкая, то можно предположить что преломление по формуле



$$\tan \delta = \frac{h}{F}; F = \frac{h}{\tan \delta} \approx \frac{h}{2(u-1)} = \frac{R}{u-1}$$

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

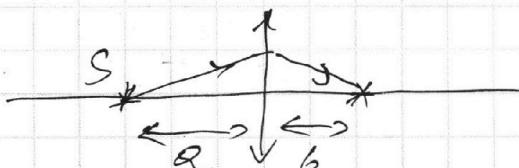
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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

$$2) R = R_0 + \alpha U$$

задача пропорциональности



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{d}$$

$$F = \frac{\alpha d}{\alpha + d} = \frac{R}{\kappa - 1}$$

$$R_1 = \frac{4 \cdot 18}{18 + 3} \cdot 0,4 = 16 \text{ см}$$

$$R = \frac{\alpha d}{\alpha + d} (\kappa - 1)$$

$$R_2 = \frac{18 \cdot 1}{18 + 4} \cdot 0,2 = 1,8 \text{ см} \rightarrow \begin{cases} R_1 = R_0 + \alpha U_1 \\ R_2 = R_0 + \alpha U_2 \end{cases}$$

$$R_1 = R_0 + \alpha U_1$$

$$R_0 = R_1 - \alpha U_1 = 1,6 - 0,2 = 1,4 \text{ см}$$

$$R_2 - R_1 = \alpha (U_2 - U_1)$$

$$0,2 = \alpha \cdot 1$$

$$\alpha = 0,2 \frac{\text{см}}{\text{В}}$$

3) Осьминогость пропорциональности телесному углу поверхности

$$E \sim \frac{S}{\alpha^2} \rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{S_1 \alpha_2^2}{S_2 \alpha_1^2}$$

$$S_1 = (R_1 \sin \alpha_1)^2 \cdot \pi$$

$$S_2 = (R_2 \sin \alpha_2)^2 \cdot \pi$$

Осьминойка не меняется:

$$V_1 = V_2$$

$$V = \frac{\Omega}{3} R^3 \cdot \Omega - \text{тес-} \\ \text{ний угол} \\ \text{изображения}$$

$$\Omega = 2 \frac{\alpha}{\pi - \alpha} \cdot 4\pi$$

$$\text{т.к. } \alpha \rightarrow 0 : \Omega = 2 \cdot 8\pi$$

$$R_1^3 \cdot \alpha_1 \cdot \frac{8\pi}{3} = R_2^3 \cdot \alpha_2 \cdot \frac{8\pi}{3}$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 \cdot \left(\frac{R_2}{R_1} \right)^3$$

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



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

СТРАНИЦА
3 из 3

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

$$S_1 \approx R_1^2 \cdot d_2^2 \cdot \frac{R_2^8}{R_1^8} \approx d_2^2 \cdot \frac{R_2^8}{R_1^8}$$

$$S_2 \approx R_2^2 \cdot d_2^2 \rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} \cdot \frac{d_2^2 \cdot \frac{R_2^8}{R_1^8} \cdot 1}{d_2^2 \cdot \frac{R_2^8}{R_1^8} \cdot 1} = \frac{d_2^2 \cdot R_2^8}{d_2^2 \cdot R_1^2 \cdot R_2^8}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} \cdot \frac{R_2^8}{R_1^8} = \left(\frac{1,8}{1,4}\right)^2 \cdot \left(\frac{1,8}{1,4}\right)^8 = \frac{3^5}{2^8}$$

$$\text{Ответ: } \frac{R}{n-1}; R_0 = 1,4 \text{ см}; \frac{3^5}{2^8}$$

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



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

СТРАНИЦА
ИЗ

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

$$P_1 V_1 = JRT$$

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}, \quad \frac{P_1}{V_3} = \frac{P_3}{V_2}$$

$$P_2 V_2 = JRT_2$$

$$P_1 V_2 = P_2 V_2$$

$$P_3 V_2 = JRT_3$$

$$P_1 V_2 = P_3 V_2 = P_2 V_2$$

$$P_1 V_4 = 2,5 JRT$$

$$\frac{P_1}{P_2} \cdot \frac{V_1}{V_2} = \frac{T}{T_2}$$

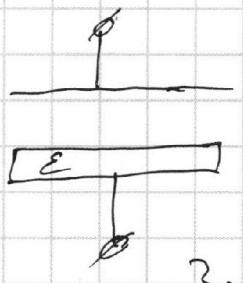
$$\frac{T}{T_2} \cdot \frac{V_2^2}{V_1^2} = 1; \quad \frac{T}{T_2} = \frac{V_2^2}{V_1^2}$$

$$T_2 - T_3 = 7 \cdot 2,1$$

$$P_2 V_2 - P_3 V_2 = 2,1 T$$

$$24 - 16 = 8$$

№3



$$E = \frac{U}{d-x}$$

$$U_0 = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} \left(\frac{d-x}{S\epsilon_0} + \frac{x}{S\epsilon\epsilon_0} \right)$$

$$J = \frac{U_0 \epsilon_0 S}{d+x + \frac{x}{\epsilon}}$$

$$U = \frac{U_0 (d-x)}{d-x(1-\frac{1}{\epsilon})}$$

$$E = \frac{U_0}{d-x \cdot \frac{\epsilon-1}{\epsilon}}$$

$$U_0 = E \cdot d = 2 \cdot 10^3 \cdot 12 \cdot 10^{-3} =$$

$$E(8) = \frac{U_0}{d-x \cdot \frac{\epsilon-1}{\epsilon}}$$

$$E(8) \cdot d - E(8) \cdot x + E(8) \cdot x \frac{\epsilon-1}{\epsilon} = U_0$$

$$E(8)d - E(8)x + E(8)x \frac{\epsilon-1}{\epsilon} = U_0$$

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

$$E(8) \cdot x \frac{1}{\epsilon}$$

$$B = \mu_0 \cdot \frac{dL \cdot I}{d^2}$$

$$L = \frac{\phi}{I}$$

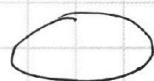


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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



$$\phi = L I$$

$$L \frac{I_1}{C} = I R$$

$$L I' = I R$$

$$I = \frac{L I_1}{C R}$$

$$B_0 \cdot \mu S_1 = L I_1$$

$$\phi' = \Phi_{\text{дн}} + \Phi_{\text{внж}} =$$

$$L = \frac{B_0 \cdot \mu S_1}{I_1}$$

$$= B' \cdot \mu S_1 + L I' = I R$$

$$-B' \cdot \mu S_1 + L \frac{I_1}{C} = DR + \frac{I_1}{C} R$$

$$\Phi_{\text{внж}} = -B \cdot \mu S_1$$

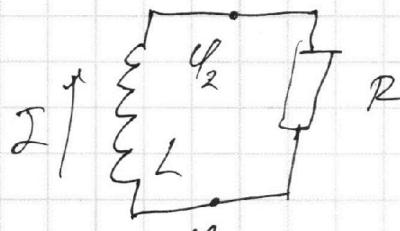
$$\frac{dB}{dt} \cdot \mu S_1 = \cancel{e \frac{I_1}{C} R} \frac{I_1}{C} (L - eR)$$

$$\frac{dB}{dt} \cdot \mu S_1 = L \frac{I_1}{C} dt - R \cdot e dt \cdot \frac{I_1}{C}$$

$$(B - B_0) \mu S_1 = L \frac{I_1}{C} (e - 0) - R \frac{I_1}{C} (e^2 - 0^2)$$

$$-B_0 \mu S_1 = L I_1 - R I_1 \cdot e$$

$$\phi =$$



$$L I' = -R I$$

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

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

$$L \ln \frac{I}{I_0} = -R t$$

$$\int L dI = -R \int dI$$

$$L (\Phi - I_1) = -R \varrho$$

$$\varrho = \frac{B_0 \mu S_1}{R} - \frac{I_1 C}{2} \quad L I_1 = R \varrho ; \quad B_0 \mu S_1 - \frac{R I_1 C}{2} =$$

$$\varrho = \frac{B_0 \mu S_1}{R}$$

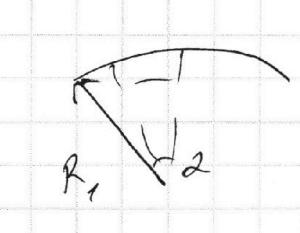
$$= R \varrho$$

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 _

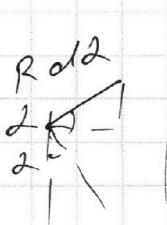
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$S_1 = (R_1 \sin \alpha)^2 \pi$$

$$S_2 = (R_2 \sin \alpha)^2 \pi$$

$$V_1 = V_2$$



$$R_1 d^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot \sin^2 \alpha \cdot R^2 \cdot \pi = \\ = R^3 \pi \cdot \sin^3 \alpha \cdot d^2$$

$$\sin^2 \alpha - \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \alpha = \\ = \sin^2 \alpha + \frac{\sin^2 2\alpha}{2}$$

$$\sin^2 \alpha \cdot \sin^2 \alpha$$

$$\sin^2 \alpha - \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \alpha$$

$$-\cos^2 \alpha + \frac{\cos^3 \alpha}{3}$$

$$\int (\cos^3 \alpha)' = -3 \int \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \alpha$$

$$\int \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \alpha = -\frac{\cos^3 \alpha}{3}$$

$$V = \pi R^3 \cdot \left(\frac{\cos^3 \alpha}{3} - \cos \alpha \right)$$

$$R_1 \cdot \alpha_1$$

$$R_1 \cdot \alpha_1 = R_2 \cdot \alpha_2$$

$$\frac{4}{3} \pi R^3$$

$$\frac{\alpha_1}{\frac{R_2}{R_1} - \alpha_1} \cdot 8\pi = \frac{\alpha_1}{\pi - \alpha_1} \cdot \frac{32\pi^2}{3} \cdot R_1^3 = \frac{\alpha_2}{\frac{R_2}{R_1} - \alpha_2} \cdot \frac{32\pi^2}{3} \cdot R_1^3 = \frac{\alpha_2}{\frac{R_2}{R_1} - \alpha_2} \cdot \frac{3k^2}{3}$$

$$\frac{3}{2}^{10} \cdot 2 \cdot \frac{3}{2^{10}} \cdot 2 \cdot \left(\frac{3}{2}\right)^{10}$$

$$\frac{P_1 V_2}{2} -$$

$$2 \cdot \left(\frac{3}{2}\right)^5 = 2 \cdot (2,25)^5$$

$$\frac{(P_2 - P_1)(V_2 - V_1)}{2} -$$

$$= 2 \cdot (2 + 0,25)^5 =$$

$$- \frac{(P_3 - P_4)(V_2 - V_4)}{2} = 2^5.$$

$$= 2 \cdot 2^5 \left(1 + \frac{1}{8}\right)^5 \approx 2^6 \cdot \left(1 + \frac{5}{8}\right) =$$

$$2,12 RT$$

$$= \frac{1}{2} (P_2 V_2 - P_2 V_1 - P_1 V_2 + P_1 V_1 - P_3 V_2 + P_3 V_4 - P_4 V_2 + P_4 V_4)$$

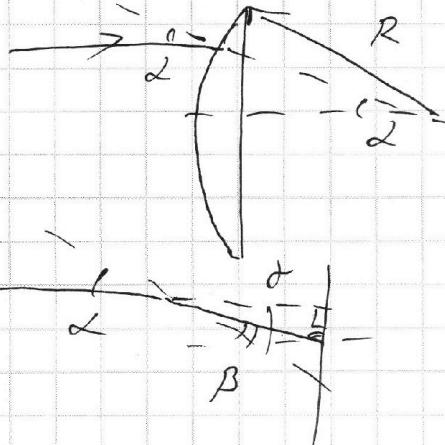
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



$$\sin \alpha = n \sin \beta \quad R_1 = R_0 + 2U_1$$

$$R_2 = R_0 + 2U_2$$

$$\gamma (R_2 - R_1) = 2/U_2 U_1$$

~~$$\sin (\alpha - \beta) = \gamma$$~~

$$n \alpha - \alpha = \gamma$$

$$\gamma = (n - 1) \alpha$$

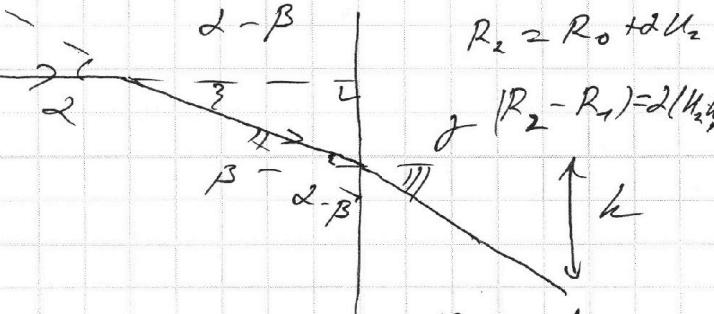
$$F \tan \alpha = h$$

$$F \cdot \alpha (n-1) = h$$

$$F \cdot \frac{R}{R} (n-1) = \gamma ; F = \frac{R}{n-1} \quad 1,6 - 0,2 = R_0$$

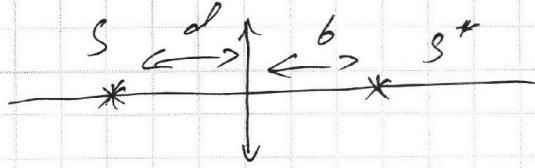
$$F = \frac{R}{n-1} \quad 1,6 - 0,2 = R_0 \quad R_0 = 1,4$$

$$R(U) = R_0 + 2U$$



$$0,2 = \alpha \cdot 1$$

$$\alpha = \tan \alpha = \frac{h}{R} \quad \alpha = 0,2$$



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{b}$$

$$F = \frac{db}{d+b} = \frac{R}{n-1}$$

$$R_1 = \frac{db}{d+b} \cdot (n-1) = \frac{18 \cdot 0,8}{18+0,8} \cdot 0,6 = 1,6 \text{ cm}$$

$$R_2 = \frac{18 \cdot 0,8}{18+0,8} \cdot 0,6 = 1,8 \text{ cm}$$

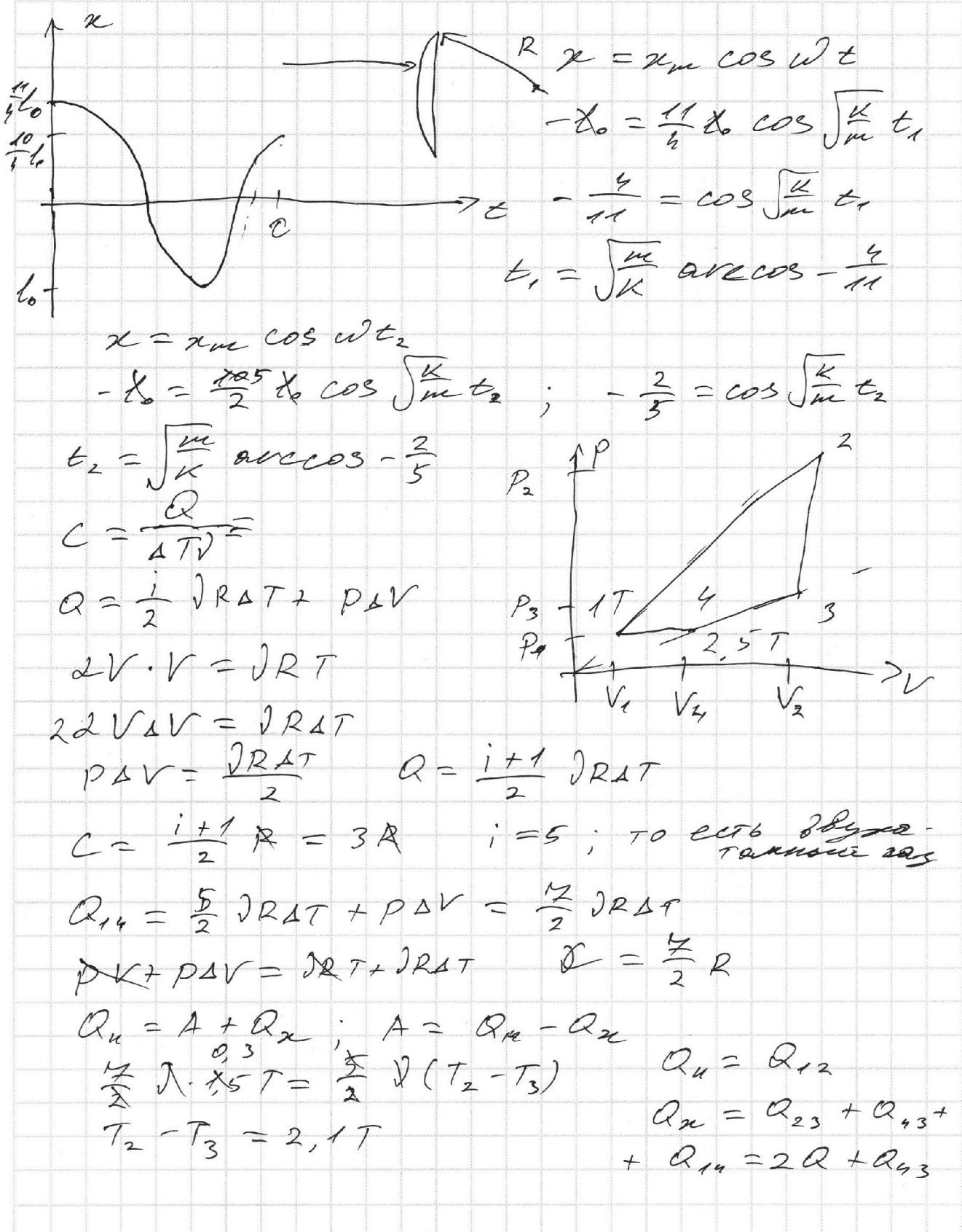


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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

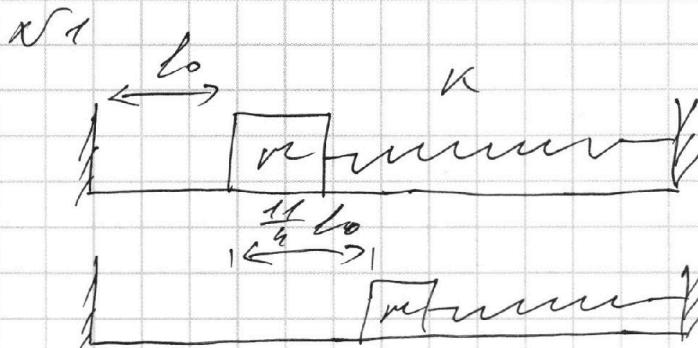


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



$$W_K = \frac{Kx^2}{2} = \frac{m\omega^2}{2}$$

$$K \cdot \frac{11^2}{4^2} l_0^2 = m \omega^2$$

$$\omega = \frac{11}{4} l_0 \sqrt{\frac{K}{m}}$$

$$x = x_m \cos \omega t$$

$$\frac{Kx^2}{2} + \frac{m\omega^2}{2} = C$$

$$Kx \cdot x' + m\omega^2 \cdot x'' = 0$$

$$x'' = -x \cdot \frac{K}{m}$$

$$\frac{21+5}{5} = \frac{26}{5}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m}}$$

$$x = x_m \cos t \sqrt{\frac{K}{m}}$$

$$\omega^2 = \frac{K}{m} \left(\frac{11}{4} l_0 - \frac{10}{4} l_0 \sqrt{\frac{11}{4^2}} \right)$$

$$+ \frac{10}{4} l_0) = \frac{K}{m} l_0^2 \cdot \frac{21}{16}; \quad \omega_0 = l_0 \cdot \frac{1}{4} \sqrt{\frac{21K}{m}}$$

$$\frac{Kx^{''2}}{2} + \frac{K\omega^2}{2} = \frac{Kx^2}{2}; \quad \omega^2 = \frac{K}{m} (15)$$

2) $\frac{W_{1K}}{W_{2K}} = \text{const}$. Тогда определим скорость. Энергия перед ударами и после

$$W_{1K} + \frac{Kl_0^2}{2} = \frac{K \cdot 11^2 l_0^2}{2 \cdot 4^2}; \quad W_{1K} = \frac{K}{2} \left(\frac{11}{4} - 1 \right) \left(\frac{11}{4} + 1 \right) = \\ = \frac{Kl_0^2}{2} \cdot \frac{4}{4} \cdot \frac{15}{4}$$

$$W_{2K} + \frac{Kl_0^2}{2} = \frac{K \cdot 10^2 \cdot l_0^2}{2 \cdot 4^2}; \quad W_{2K} = \frac{Kl_0^2}{2} \left(\frac{10}{4} - 1 \right) \left(\frac{10}{4} + 1 \right) = \\ = \frac{Kl_0^2}{2} \cdot \frac{6}{4} \cdot \frac{14}{4}$$

$$\frac{W_{1K}}{W_{2K}} = \frac{2.5}{2} = 2.5$$

$$l^2 = l_0^2 + \frac{W_{3K}}{K} \cdot 2$$