



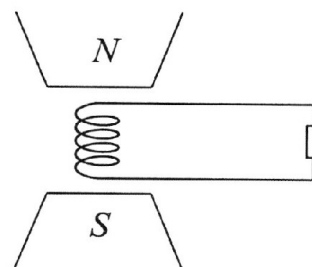
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05

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



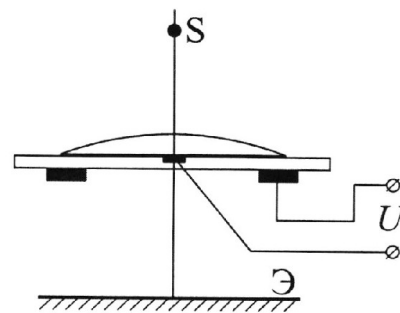
4. Катушка с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля направлены перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ . 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.

Сопр отвлечением катушки и соединительных проводов пренебречь.

5. Капля электропроводящей прозрачной жидкости с показателем преломления $n = 1,4$ 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 $b = 6$ 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.



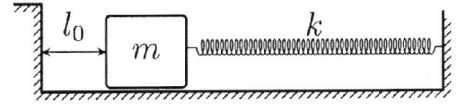
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



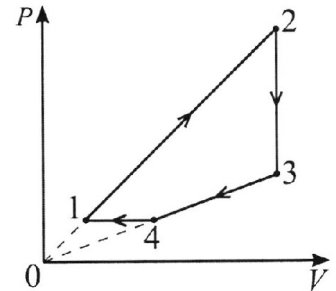
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k . На расстоянии l_0 от тела находится вертикальный уступ, как показано на рисунке. Сжимая пружину на $11l_0/4$, тело придвигают к стене и отпускают без начальной скорости. 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?

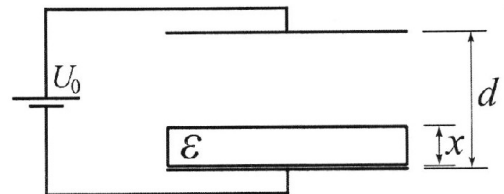
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

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 $T_4/T_1 = 5/2$.

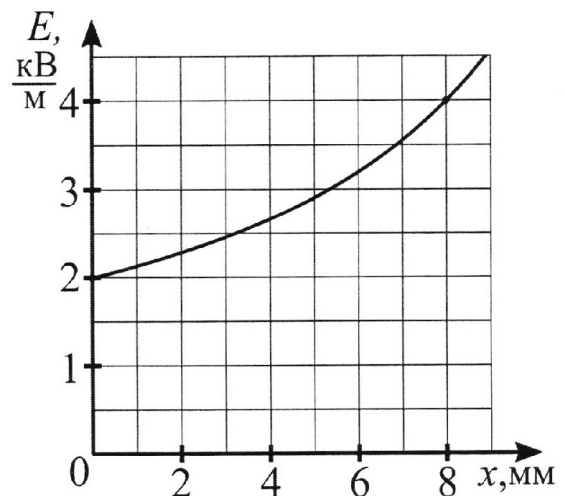


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 4-1.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

3. Плоский конденсатор подсоединен к источнику постоянного напряжения. Расстояние между обкладками $d = 12$ 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.





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.

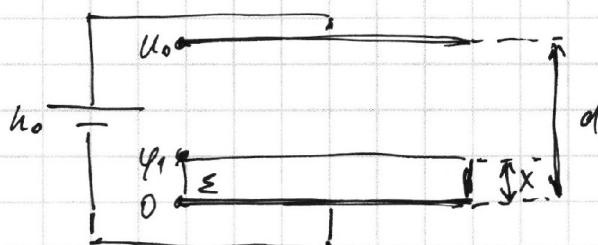
1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐

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!

[3] Задача

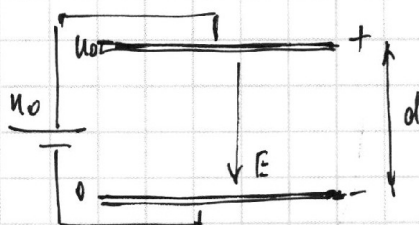


$$U_0 - \varphi_1 = E(d - x)$$

$$\varphi_1 - 0 = \frac{E}{\varepsilon} x$$

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

1) рассмотрим случай $x = 0$:



$$(U_0 - 0) = U_0 = E_1 \cdot d$$

$$U_0 = 0,012 \cdot 2 \cdot 10^3 =$$

$$= 2 \cdot 12 = \underline{24 \text{ В}}$$

E_1 - значение
напр. при $x = 0$
 $E_1 = 2 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}}$

2) U_0 - постоянная величина, не зависит от x и E

$$U_0 = E(d - x) + \frac{Ex}{\varepsilon} = Ed - Ex + \frac{Ex}{\varepsilon} \Rightarrow Ed + E\left(\frac{1}{\varepsilon} - 1\right)x$$

$$\Rightarrow \frac{Ex}{\varepsilon} = U_0 - Ed + Ex \Rightarrow \varepsilon = \frac{Ex}{U_0 - Ed + Ex} = \frac{1}{\frac{U_0}{Ex} - \frac{d}{x} + 1}$$

Выберем тогда на графике $E(x)$, где обе величины не нулевые $(4 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}}; 8 \cdot 10^{-3} \text{ м})$

$$\varepsilon = \frac{1}{\frac{24}{4 \cdot 8} - \frac{0,012}{8} + 1} = \frac{32}{24 - 48 + 32} = \frac{32}{8} = \underline{4}$$

ответ: 1) $U_0 = 24 \text{ В}$ 2) $\varepsilon = 4$



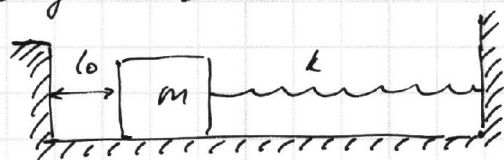
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

Задача 17



m, k, l_0

рассмотрим 2 положения системы.

1 - пружину сжали на $\frac{11l_0}{4}$ 2 - тело достигло угла и имеет скорость v_1
в положении 2 пружина растянута на l_0
ЗСЗ:

$$\frac{121}{16 \cdot 2} k l_0^2 = \frac{k l_0^2}{2} + \frac{m v_1^2}{2} \quad \frac{121}{16} k l_0^2 - k l_0^2 = m v_1^2$$

$$\frac{105}{16} k l_0^2 = m v_1^2 \Rightarrow v_1^2 = \frac{105}{16} \frac{k l_0^2}{m} \quad E_{k1} = \frac{m v_1^2}{2} = \frac{105}{32} k l_0^2$$

кинетическая энергия до того удара

$$1) \text{ ЗСЗ: } \frac{121}{16 \cdot 2} k l_0^2 = \frac{m v_0^2}{2}$$

состояние пружины начальное скорость тела = 0
положение равновесия $E_{\text{уп}} = 0$ - энергия пружины

$$\frac{121}{16} k l_0^2 = m v_0^2 \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{121}{16} \frac{k l_0^2}{m}} = \frac{11 l_0}{4} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$2) \text{ ЗСЗ: } E_{k2} + \frac{k l_0^2}{2} = \frac{25}{4 \cdot 2} k l_0^2$$

сразу после того удара

максимальное сжатие пружины после того удара $E_k = 0$

$$E_{k2} = \frac{21}{8} k l_0^2$$

$$\frac{E_{k1}}{E_{k2}} = \frac{5 \cdot 105 \cdot 8}{32 \cdot 21} = \frac{5}{4}$$

отношение кинетических энергий до и после удара. постоянная величина



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 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!

$$ЗСЗ: \frac{25}{4 \cdot 2} \cdot k l_0^2 = E_{k3} + \frac{k l_0^2}{2}$$

макс. степень
пружина после
1-го удара

перед вторым ударом

$$E_{k3} = \frac{25}{8} k l_0^2 - \frac{1}{2} k l_0^2 = \frac{21}{8} k l_0^2 = E_{k2}$$

$$\frac{E_{k3}}{E_{k4}} = \frac{5}{4} \Rightarrow E_{k4} = \frac{4}{5} E_{k3} = \frac{4 \cdot 21}{5 \cdot 8} k l_0^2 = \frac{21}{10} k l_0^2 -$$

- кинетическая энергия сразу после 2-го удара

$$ЗСЗ: E_{k4} + \frac{k l_0^2}{2} = \frac{k l_1^2}{2}$$

сразу после
2-го удара

макс. степень пружины после 2-го удара

$$\frac{k l_1^2}{2} = \frac{5}{2} k l_0^2 + \frac{21}{10} k l_0^2 = \frac{26}{10} k l_0^2$$

$$l_1^2 = \frac{26}{5} l_0^2$$

$$l_1 = l_0 \sqrt{\frac{26}{5}} - \text{макс. степень пружины после 2-го удара}$$

$$3) x = x_0 \cdot \cos \omega t \quad \text{или} \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\cos \omega t = \frac{x}{x_0}$$

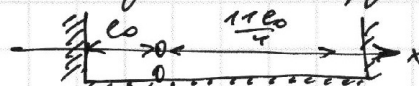
$$\omega t = \arccos \frac{x}{x_0} \Rightarrow t = \frac{\arccos \frac{x}{x_0}}{\omega}$$

x - координата тела в момент t

x_0 - амплитудное значение координаты

рассмотрим промежуток времени от момента отпущения тела до 1-го удара

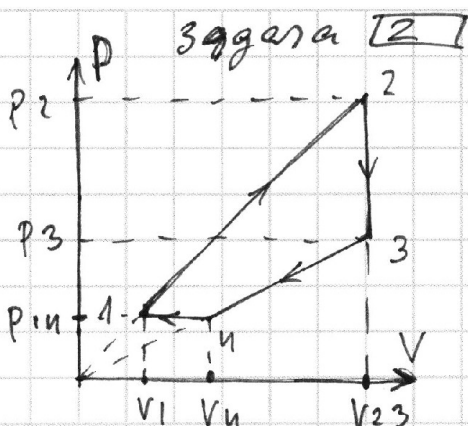
$$x_0 = \frac{11}{4} l_0 \quad x = -l_0$$



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!



$Q_{23} = -Q$ $Q_{41} = -Q$ $\frac{T_4}{T_1} = \frac{5}{2}$
 отмечено
 1-й: δ -коэффициент
 $Q_{41} = -Q = \Delta U_{41} + A_{41} =$
 $= \frac{5}{2} \Delta R \Delta T_{41} = \frac{5}{2} \Delta R (T_1 - T_4)$
 $Q = \frac{5}{2} \Delta R (T_4 - T_1) = \frac{5}{2} P_{14} (V_4 - V_1)$

(2-3): $-Q = Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$
 $-Q = \frac{3}{2} \Delta R (T_3 - T_2)$

$Q = \frac{3}{2} \Delta R (T_2 - T_3) = \frac{3}{2} (P_2 V_{23} - P_3 V_{23}) = \frac{3}{2} P_3 V_{23} \Rightarrow$
 $P_3 V_{23} = \frac{4}{3} Q$

(1-2): $P = \alpha V$ α -угловой коэффициент прямой

$P_{14} = \alpha V_4$
 $P_2 = \alpha V_{23} \Rightarrow \frac{P_{14}}{P_2} = \frac{V_4}{V_{23}} \Rightarrow P_{14} V_{23} = P_2 V_4$ (1)

(3-4): $P = \beta V$ β -угл. коэф. прямой

$P_{14} = \beta V_4$
 $P_3 = \beta V_{23} \Rightarrow \frac{P_{14}}{P_3} = \frac{V_4}{V_{23}} \Rightarrow P_{14} V_{23} = P_3 V_4$ (2)

$P_2 V_1 = P_3 V_4 \leftarrow \text{из (1) и (2)} \quad \frac{V_4}{V_1} = \frac{P_2}{P_3} = \frac{5}{2}$

$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_{14} V_4}{T_4} \quad \frac{V_4}{V_1} = \frac{T_4}{T_1} = \frac{5}{2}, \text{ т.к. } \frac{PV}{T} = \text{const}$

2) $A_{\text{ц}} = |A_{12}| - |A_{34}| - |A_{41}|$ - площадь по графикам

$|A_{34}| = \frac{P_3 + P_{14}}{2} (V_{23} - V_4) = \frac{P_3 V_{23}}{2} - \frac{P_3 V_4}{2} + \frac{P_{14} V_{23}}{2} - \frac{P_{14} V_4}{2}$
 $= \frac{P_3 V_{23}}{2} - \frac{P_{14} V_4}{2} = \frac{1}{2} \Delta R (T_3 - T_4) =$

T_3 - температура в состоянии 3 T_4 - в состоянии 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 ☐

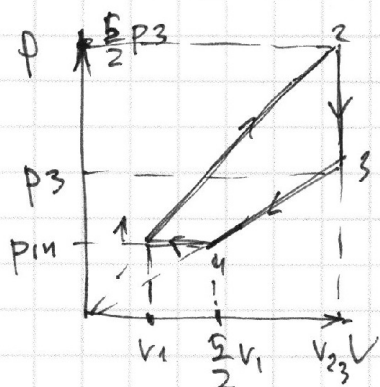
СТРАНИЦА
2 из 2

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!

$$|A_{12}| = \left(\frac{p_{14}}{2} + \frac{p_2}{2} \right) (V_{23} - V_1) = \frac{p_{14} V_{23}}{2} - \frac{p_{14} V_1}{2} + \frac{p_2 V_{23}}{2} - \frac{p_2 V_1}{2}$$

уч(1) мощность сгорания

$$|A_{12}| = \frac{1}{2} \frac{5}{2} \Delta R (T_2 - T_1) = \frac{1}{2} \left(\frac{5}{2} p_3 V_{23} - p_{14} V_1 \right)$$



$$\begin{aligned} |A_{12}| - |A_{34}| &= \frac{1}{2} \left(\frac{5}{2} p_3 V_{23} - p_{14} V_1 - p_3 V_{23} + \frac{5}{2} p_{14} V_1 \right) = \\ &= \frac{1}{2} \left(\frac{3}{2} p_3 V_{23} + \frac{3}{2} p_{14} V_1 \right) = \\ &= \frac{3}{4} (p_3 V_{23} + p_{14} V_1) = \\ &= \frac{3}{4} \left(\frac{4}{9} Q + \frac{4}{15} Q \right) = \frac{3}{4} Q \cdot \frac{328}{4515} = \frac{8}{15} Q \end{aligned}$$

$$p_{14} (V_4 - V_1) = \frac{2}{5} Q = \frac{3}{2} p_{14} V_1 \Rightarrow p_{14} V_1 = \frac{4}{15} Q$$

$$A_y = \underbrace{|A_{12}|}_{\frac{8}{15} Q} - \underbrace{|A_{34}|}_{\frac{2}{5} Q} - \underbrace{|A_{41}|}_{\frac{2}{5} Q} = \frac{8}{15} Q - \frac{3}{5} Q = \frac{2}{15} Q$$

$$3) \eta = \frac{A_y}{Q_H} \quad A_y = \frac{2}{15} Q$$

В процессах 23 и 41 тепло отводится.

В процессе 34 $A_2 < 0$ $\Delta U < 0 \Rightarrow Q_{34} < 0$

$$Q_H = Q_{12}$$

$$\begin{aligned} Q_{12} &= \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} \Delta R (T_2 - T_1) + A_{12} = \\ &= \frac{3}{2} (p_2 V_{23} - p_{14} V_1) + \frac{1}{2} (p_2 V_{23} - p_{14} V_1) = \\ &= 2 \left(\frac{5}{2} p_3 V_{23} - p_{14} V_1 \right) = 2 \left(\frac{5}{2} \cdot \frac{4}{9} Q - \frac{4}{15} Q \right) = 2Q \left(\frac{5}{18} - \frac{1}{15} \right) = \\ &= 2Q \cdot \frac{(100 - 24)}{9045} = \frac{76}{45} Q = Q_H \end{aligned}$$

$$\eta = \frac{A_y}{Q_H} = \frac{2 \cdot 345 Q}{76 \cdot 76 Q} = \frac{6}{76} = \frac{3}{38} \quad \text{Ответ: 2) } A = \frac{2}{15} Q \quad 3) \eta = \frac{3}{38}$$



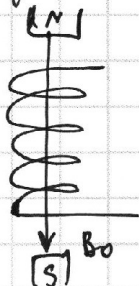
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!

Задача [4]



$$1) \mathcal{E}_{\text{вихра}} = -\dot{\Phi} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{dB \cdot S_1}{dt} \quad \frac{dB}{dt} = b_0$$

$$\mathcal{E}_{\text{вихра}} = \frac{B_0 S_1}{\tau}$$

$$\mathcal{E}_k = n \cdot \mathcal{E}_{\text{вихра}} = \frac{n B_0 S_1}{\tau}$$

$$\mathcal{E}_k = -\frac{dB}{dt} n S_1$$

- ЭДС индуцируется в катушке за время выключения

$$\mathcal{E}_k = IR$$

$$3) U = \dot{\Phi} L \Rightarrow L = \frac{U}{\dot{\Phi}} = \frac{U dt}{d\Phi}$$



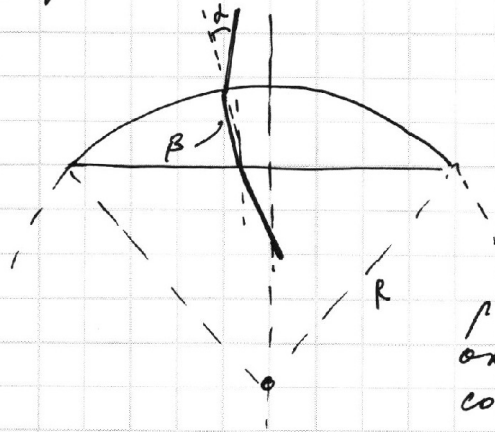
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

СТРАНИЦА
1 из 1

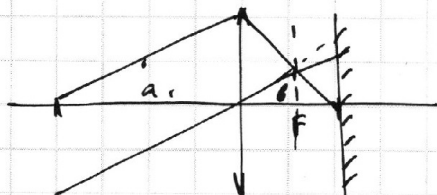
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

задача [5]



α - угол падения луча
на линзу
 β - угол преломления
 $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$

радиус кривизны - радиус
окружности, дуга которой
совпадает с дугой линзы



$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$ уравнение тонкой
линзы

$$f = \frac{ab}{a+b}$$

$b = \text{const}$ -
расстояние от
линзы до экра-
на

$R(u)$ - линейная зависимость

$R = ku + m$

$$R = ku + m$$

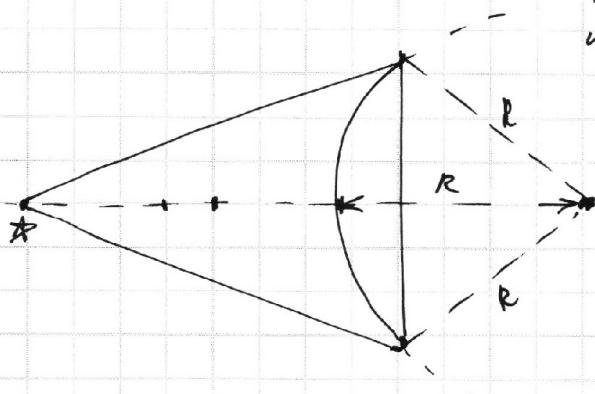
k - угловой коэф.

m - коэффициент

$$R_1 = ku_1 + m = k + m$$

$$R_2 = ku_2 + m = 2k + m = R_1 + k \quad \text{при } u_1, f_1 = \frac{a_1 b}{a_1 + b} = 4 \text{ см}$$

$$\text{при } u_2, f_2 = \frac{a_2 b}{a_2 + b} = 4,5 \text{ см}$$





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
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!

$$t_1 = \frac{\arccos \frac{-4}{11}}{\sqrt{\frac{k}{m}}} - \text{время движения с момента отпущения до того удара}$$

рассмотрим промежуток от того удара до момента прихода на $\frac{5}{2}l_0$

$$x_0 = \frac{5}{2}l_0 \quad x = -l_0 \quad \frac{x}{x_0} = \frac{-l_0}{\frac{5}{2}l_0} = -\frac{2}{5}$$

$$t_2 = \arccos \frac{x}{x_0} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$x = x_0 \cdot \cos \omega t$$

$$\omega t = \arccos \frac{x}{x_0} \quad t_2 = \frac{\arccos -\frac{2}{5}}{\sqrt{\frac{k}{m}}}$$

$$t = t_1 + t_2 = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(\arccos \frac{-4}{11} + \arccos -\frac{2}{5} \right)$$

ответ: 1) $l_0 = \frac{11}{4} l_0 \sqrt{\frac{k}{m}}$ 2) $l_1 = l_0 \sqrt{\frac{26}{5}}$

3) $t = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(\arccos \frac{-4}{11} + \arccos -\frac{2}{5} \right)$

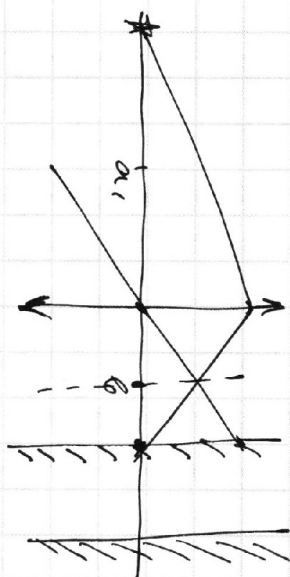


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \quad f = \frac{ab}{a+b} \quad b = \text{const}$$

$$R = dU + p \quad F_1 = \frac{a_1 b}{a_1 + b} = \frac{4 \cdot 18 \cdot 6}{18} = 4$$

$$R_1 = dU_1 + p = d + p \quad F_1 \text{ при } U_1 = 1B$$

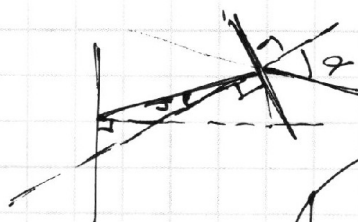
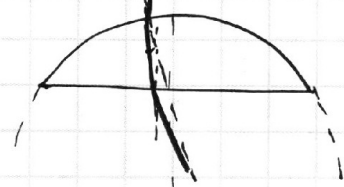
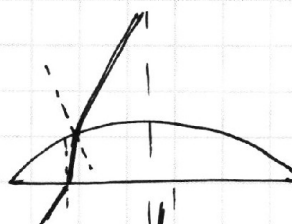
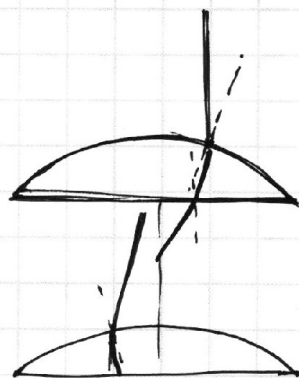
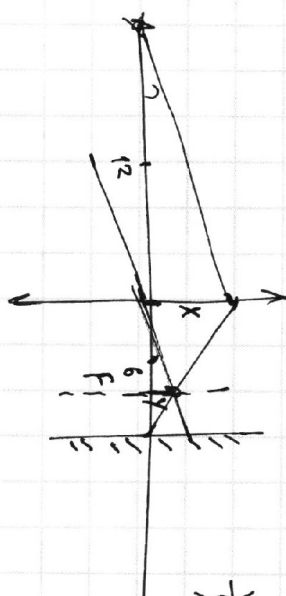
$$R_2 = dU_2 + p = 2d + p \quad F_2 = \frac{a_2 b}{a_2 + b} = \frac{18 \cdot 6}{24} = \frac{9}{2} = 4.5$$

$$F_2 \text{ при } U_2 = 2B$$

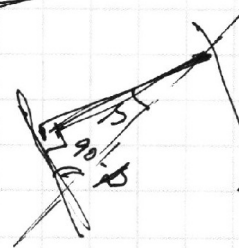
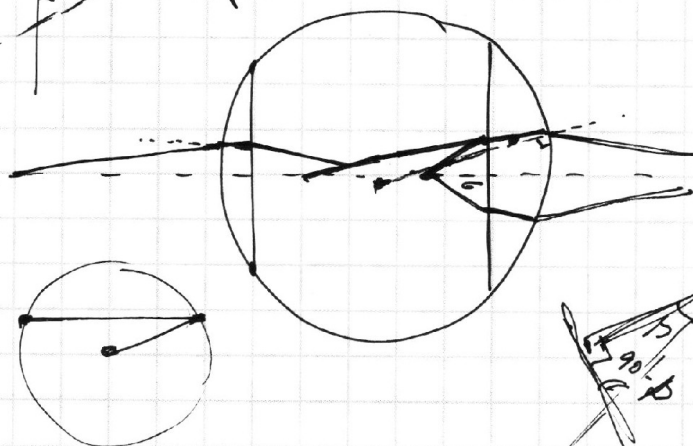
$$f = \frac{ab}{a+b}$$

$$b = \text{const}$$

a меняется от R



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$$



$$\frac{x}{a_1} = \frac{f}{b-f} = \frac{b-f}{b} = 1 - \frac{f}{b}$$

$$F\left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b}\right) = 1$$

$$F = \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b}}$$



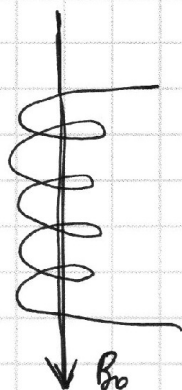
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!

4. $U = I' L = U_R = I R \quad L = \frac{I R}{I'}$ $\Phi = B S \cos \alpha'$



$$\mathcal{E}_{\text{вихра}} = \Phi' = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{B' / B_0}{dt} \cdot \frac{dB \cdot S}{dt}$$

$\mathcal{E}_{\text{вихра}}$

$$\mathcal{E}_{\text{вихра}} = \mathcal{E}_k = I R \quad I' R = \mathcal{E}_k' = \frac{d\mathcal{E}}{dt}$$

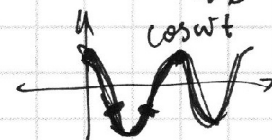
$$\frac{dI}{dt} \cdot ? \quad \mathcal{E}_k = I R \quad - \frac{dB}{dt} n S_1 = I R$$

$$\frac{dB}{dt} S_1 n = I \cdot \left(\frac{I}{3}\right) R$$

$$I = (I')' = \frac{dI}{dt}$$

$$- \frac{dB}{dt} \cdot S_1 \cdot n = I R$$

$$- \frac{dB}{dt^2} \cdot S_1 \cdot n = \left(\frac{dI}{dt}\right) R$$

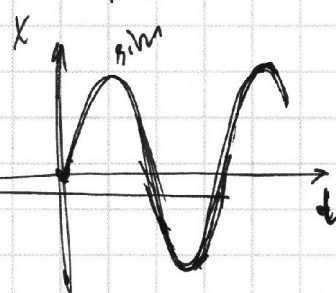


$$\frac{dI}{dt} = - \frac{S_1 \cdot n}{R} \frac{dB}{dt^2}$$

$$dt = \frac{I}{3}$$

$\mathcal{E}_k =$

$$X = x_0 \cdot \cos(\omega t) \\ -l_0 = \frac{5}{2} l_0 \cdot \cos(\omega t)$$



$$\frac{k \cdot 121 l_0^2}{16 \cdot 2} = \frac{k l_0^2}{2} + \frac{m v^2}{2}$$

$$\frac{121}{16}$$

$$\frac{121}{16} k l_0^2 = k l_0^2 + m v^2$$

$$\sin\left(x + \frac{\pi}{6}\right) \quad \varphi_0 = [e]$$

$\mathcal{E}_{k2}$ - после 2-го удара

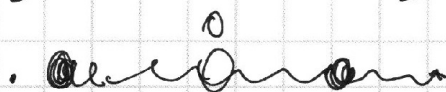
$$\mathcal{E}_{k2} + \frac{4}{2} k l_0^2 = \frac{25}{4 \cdot 2} k l_0^2$$

$$\mathcal{E}_{k2} = \frac{21}{8} k l_0^2$$

$$\frac{E_{k1}}{E_{k2}} = \frac{105 \cdot 8}{32 \cdot 21} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{25}{4 \cdot 2} \cdot k l_0^2 = E_{k3} + \frac{k l_0^2}{2}$$

$$\frac{E_{k1}}{E_{k2}} = \frac{v_1^2}{v_2^2} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2 = \frac{5}{4}$$



$$\frac{x}{x_0} = \frac{-l_0 \cdot 4}{11 l_0} = -\frac{4}{11}$$



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!

$$Q = \Delta U + A$$

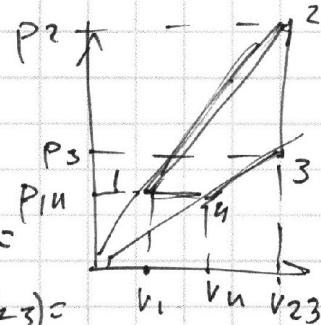
$$Q_{14} = \Delta U_{14} + A_{14}$$

$$-Q = \Delta U_{41} + A_{41}$$

$$\frac{5}{2} R (T_u - T_1) = \frac{5}{2} (p_1 V_u - p_1 V_1) = \frac{5}{2} p_{14} (V_u - V_1)$$

$$-Q = \Delta U_{23} + A_{23} \quad A = \frac{3}{2} (p_2 V_{23} - p_3 V_{23}) = \frac{3}{2} \left(\frac{5}{2} p_3 V_{23} - p_3 V_{23} \right) = \frac{3}{4} p_3 V_{23}$$

$$A_y = A_{12} - |A_{34}| - |A_{41}| = A_{12} + A_{41} + A_{34}$$



$$1-2: p = \alpha V$$

$$p_{14} = V_1 \alpha$$

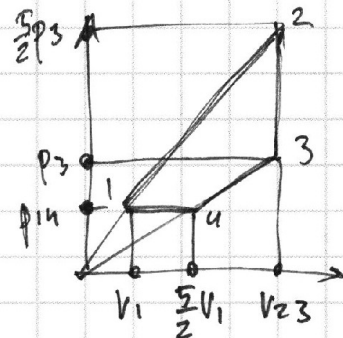
$$p_2 = \alpha V_{23}$$

$$\frac{p_{14}}{p_2} = \frac{V_1}{V_{23}}$$

$$3-4: p = \beta V$$

$$p_2 V_1 = p_3 V_u$$

$$\frac{p_2}{p_3} = \frac{V_u}{V_1}$$



$$A_{12} = p_2 V_{23} - \frac{p_{14} + p_2}{2} \cdot (V_{23} - V_1)$$

$$A_{34} = \frac{p_3 + p_{14}}{2} (V_{23} - V_u) = Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} =$$

$$= \frac{p_3 \cdot V_{23}}{2} + \frac{p_3 V_u}{2} + \frac{p_{14} \cdot V_{23}}{2} - \frac{p_{14} V_u}{2} = \frac{3}{2} R (T_2 - T_1) + A_{12}$$

$$= \frac{1}{2} (p_3 V_{23} - p_{14} V_u) = \frac{1}{2} R (T_3 - T_u)$$

$$|A_{12}| = \frac{1}{2} \left(\frac{5}{2} p_3 V_{23} - \frac{p_{14} V_1}{2} \right) \quad |A_{21}| \cdot |A_{34}| = \frac{1}{2} \left(\frac{3}{2} p_3 V_{23} + \frac{3}{2} p_{14} V_u \right)$$

$$|A_{34}| = \frac{1}{2} \left(p_3 V_{23} + \frac{5}{2} p_{14} V_u \right) = \frac{3}{4} (p_3 V_{23} + p_{14} V_u)$$



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!

$$\frac{p_{11} V_1}{T_1} = \frac{p_{14} V_4}{T_4}$$

$$\frac{3}{2} p_{11} V_1 = \frac{2}{5} R$$

$$p_{11} V_1 = \frac{4}{15} R$$

3-4:

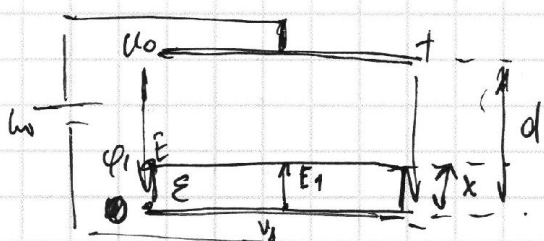
$$\left. \begin{array}{l} A < 0 \\ \Delta U < 0 \end{array} \right\} \Rightarrow Q_{34} < 0$$

$$26 \overline{) 2}$$

38

$$\frac{3}{2} R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \left(\frac{5}{2} p_3 V_{23} - p_{11} V_1 \right)$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 18 \\ \hline 72 \\ \times 5 \\ \hline 90 \end{array} \quad \begin{array}{r} 3 \\ \times 15 \\ \hline 45 \\ \times 6 \\ \hline 90 \end{array}$$



$$U_0 = (U_0 - \phi_1) + (\phi_1 - 0)$$

$$U_0 - \phi_1 = E \cdot d$$

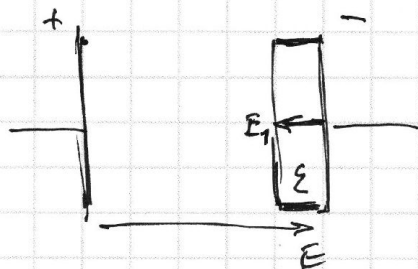
$$U_0 - \phi_1 = E \cdot (d - x)$$

$$\phi_1 - 0 = \frac{E}{\epsilon} (x)$$

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

$$= E \left(d + \frac{x}{\epsilon} - 1 \right)$$

$$E = \frac{9}{\epsilon_0 S}$$



$$E' = E - E_1 = \frac{E}{\epsilon}$$

$$E_1 = E - \frac{E}{\epsilon} = E \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right)$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ + 32 \\ \hline 56 \\ - 56 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\epsilon = \frac{1}{\frac{24}{4 \cdot 8} - \frac{4 \cdot 12}{8} + 32} = \frac{32}{24 - 48 + 32} = \frac{32}{8} = 4$$