



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

Вариант 11-06

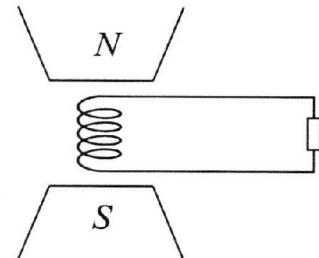


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

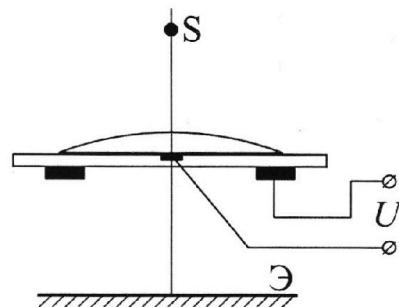
- 4.** Катушка индуктивностью L с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле, направленном перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ . За время выключения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

- 1) Найти скорость возрастания тока через время $\tau/4$ от начала выключения.
- 2) Найти заряд q , протекший через катушку от момента, когда ток в катушке был I_1 , до момента, когда ток через катушку станет нулевым.
- 3) Найти начальную индукцию B_1 внешнего магнитного поля.

Сопротивлением катушки и соединительных проводов пренебречь.



- 5.** Капля электропроводящей прозрачной жидкости с показателем преломления $n = 4/3$ покоится на тонкой смачиваемой прозрачной горизонтальной диэлектрической подложке (см. рис.). Капля используется в качестве тонкой плосковыпуклой линзы для получения изображения маленького светящегося шарика-светодиода S на экране \mathcal{E} . Источник S можно перемещать вдоль главной оптической оси линзы. Плоскость экрана перпендикулярна оси и находится на расстоянии $b = 24$ см от линзы. Расстояние от источника до линзы значительно больше диаметра пучка света, проходящего через линзу. Если под каплей соосно расположить два электрода, так что небольшой центральный электрод непосредственно контактирует с жидкостью, а периферийный (кольцо) изолирован от неё, то можно изменять радиус R кривизны верхней поверхности линзы по линейному закону в зависимости от напряжения U , прикладываемого к электродам. При нулевом напряжении радиус кривизны $R_0 = 2$ см. При напряжении U_1 на экране получено изображение светодиода с увеличением $\Gamma_1 = 5/3$, а при напряжении U_2 получено изображение с увеличением $\Gamma_2 = 1/3$.



- 1) Выведите формулу для фокусного расстояния F плосковыпуклой тонкой линзы в зависимости от радиуса кривизны R и показателя преломления n .
- 2) Определите U_2/U_1 .
- 3) Считая, что светодиод излучает одинаковую световую мощность по всем направлениям, определите отношение средних освещённостей E_1/E_2 первого и второго изображений. Поглощением света в подложке пренебречь. Освещённость — энергия света, падающего на единицу площади в единицу времени.



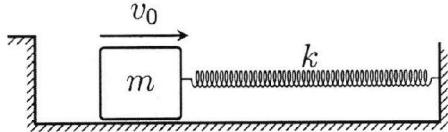
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-06



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

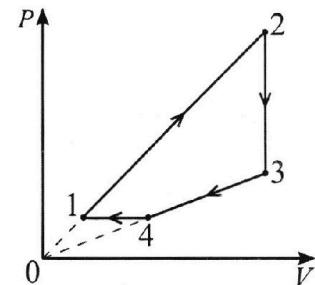
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k (см. рис.). Уступ находится на таком расстоянии от тела, что если тело прижать к уступу и отпустить без начальной скорости, то положение равновесия тело пройдет со скоростью v_0 . В момент времени $t_0 = 0$ телу в положении равновесия придают скорость $23v_0/9$, направленную к стене. После первого удара тела о уступ тело проходит положение равновесия со скоростью $7v_0/3$. Все удары о уступ считать частично упругими, при которых отношение кинетических энергий после удара и до удара можно считать постоянным. Каждая точка тела движется вдоль одной горизонтальной прямой.



- 1) Определите максимальное сжатие пружины до первого удара.
- 2) Определите скорость прохождения телом-положения равновесия после второго удара.
- 3) В какой момент времени t_1 тело пройдет положение равновесия после первого удара?

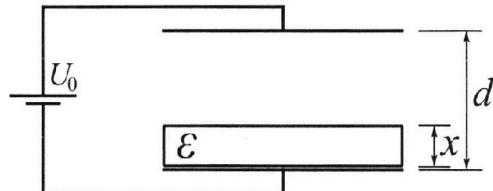
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

2. Рабочим телом тепловой машины, работающей по циклу 1-2-3-4-1, является идеальный газ (см. рис.). Участки цикла 1-2 и 3-4 лежат на прямых, проходящих через начало координат, 2-3 – изохора, 4-1 – изобара. На каждом из участков 2-3 и 4-1 от газа было отведено количество теплоты Q ($Q > 0$). Молярная теплоёмкость газа в процессе 1-2 равна $C = 7R/2$, R – универсальная газовая постоянная. Отношение температур $T_2/T_3 = 12/5$.

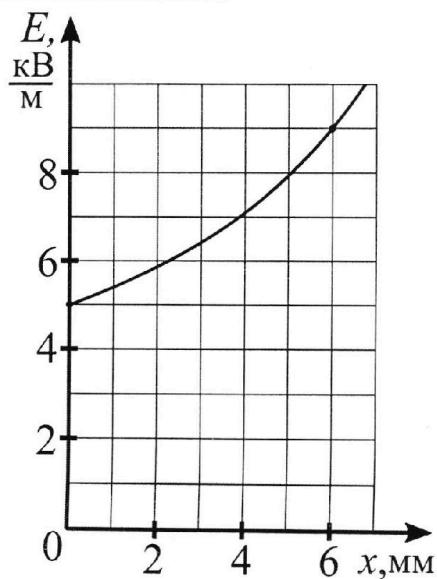


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 2-3.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

3. Плоский конденсатор подсоединен к источнику постоянного напряжения. Расстояние между обкладками $d = 9$ мм (см. рис.). В конденсатор вставляется пластина из диэлектрика толщиной x (пластина занимает часть объема конденсатора, равную x/d). Известна часть графика зависимости напряженности электрического поля в воздушном зазоре от толщины пластины x (см. рис.). Диэлектрическую проницаемость воздуха принять равной единице.



- 1) Найти напряжение U_0 источника.
- 2) Найти диэлектрическую проницаемость ϵ диэлектрика.



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 до первого удара пружина брала φ_1 . Тогда $-x_0 = A \sin \omega \varphi_1$.

Также до 1 удара $A = x_{\max}$ из п. 1 $\Rightarrow A = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \frac{23V_0}{g}$

$$-\sqrt{\frac{m}{k}} V_0 = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \frac{23V_0}{g} \cdot \sin \omega \varphi_1 \Rightarrow \sin \omega \varphi_1 = -\frac{g}{23}$$

$$\omega \varphi_1 = \pi + \arcsin\left(\frac{g}{23}\right) \Rightarrow \varphi_1 = \frac{\pi + \arcsin\left(\frac{g}{23}\right)}{\omega} = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \frac{\pi + \arcsin\left(\frac{g}{23}\right)}{w}$$

$$\sqrt{\frac{m}{k}} \left(\pi + \arcsin\left(\frac{g}{23}\right) \right)$$

После удара амплитуда A'

$$\text{з.ч.} : \frac{kx_0^2}{2} + \frac{mu_2^2}{2} = \frac{KA'^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + m \cdot \frac{360V_0^2}{81}$$

$$A'^2 = \frac{m}{k} V_0^2 \left(1 + \frac{360}{81} \right) = \frac{mV_0^2}{k} \cdot \frac{441}{81} = \frac{mV_0^2}{k} \cdot \frac{49}{9}$$

Пусть ом 1 угла до

$$A' = \sqrt{\frac{m}{k}} V_0 \cdot \frac{7}{3}$$

~~после 1 угла~~ $x_0 = A' \sin \omega (t_1 - \varphi_1)$

(как будто мало из положение)
равновесие приходит в x_0

$$\sqrt{\frac{m}{k}} V_0 = \sqrt{\frac{m}{k}} V_0 \cdot \frac{7}{3} \cdot \sin(\omega(t_1 - \varphi_1))$$

$$\sin \omega(t_1 - \varphi_1) = \frac{3}{7} \Rightarrow t_1 - \varphi_1 = \frac{\arcsin\left(\frac{3}{7}\right)}{\omega} = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \arcsin\left(\frac{3}{7}\right)$$

$$t_1 = \varphi_1 + \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \arcsin\left(\frac{3}{7}\right) = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(\pi + \arcsin\left(\frac{g}{23}\right) + \arcsin\left(\frac{3}{7}\right) \right)$$

$$\text{Ответ: } 1) \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \frac{23V_0}{g}; 2) \frac{4V_0\sqrt{2}}{17}; 3) \sqrt{\frac{m}{k}} \left(\pi + \arcsin\left(\frac{g}{23}\right) + \arcsin\left(\frac{3}{7}\right) \right)$$



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 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
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!

Мгновение после II удара тело проходит положение равновесия со скоростью V_2 .

$$3CD: \frac{kx_0^2}{2} + \frac{mU_3^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} \quad (1)$$

$$\text{после I удара: } 3CD: \frac{mU_2^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} = m \cdot \left(\frac{7V_0}{3}\right)^2 \quad (2)$$

$$\text{до удара: } 3CD: \frac{mU_1^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} = m \cdot \left(\frac{23V_0}{9}\right)^2 \quad (3)$$

$$U_3^2 = \frac{U_2^4}{U_1^2}$$

$$(3)-(2) = \frac{mU_1^2}{2} - \frac{mU_2^2}{2} = m \cdot \left(\frac{23V_0}{9}\right)^2 - m \cdot \left(\frac{7V_0}{3}\right)^2$$

$$(3)-(2) = \cancel{\frac{mU_1^2}{2}} - \cancel{m \cdot \frac{U_2^4}{U_1^2}} - \cancel{m \cdot \left(\frac{23V_0}{9}\right)^2} - \cancel{m \cdot \frac{V_2^2}{2}}$$

$$U_1^2 - U_2^2 = V_0^2 \left(\frac{23}{9} - \frac{7}{3} \right) \left(\frac{23}{9} + \frac{7}{3} \right) = V_0^2 \cdot \frac{2}{9} \cdot \frac{44}{9} = V_0^2 \cdot \frac{88}{81}$$

Если тело отпустить от участка без нач. скорости, то оно пройдёт положение равновесия со скоростью $V_0 \Rightarrow \frac{mV_0^2}{2} = \frac{kx_0^2}{2} \Rightarrow x_0 = \sqrt{\frac{m}{k}} V_0$

$$\begin{aligned} \frac{mU_1^2}{2} &= \frac{m\left(\frac{23V_0}{9}\right)^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} \Rightarrow U_1^2 = V_0^2 \left(\left(\frac{23}{9}\right)^2 - 1 \right) = \\ &= V_0^2 \cdot \frac{14}{9} \cdot \frac{32}{9} = V_0^2 \cdot \frac{448}{81} \end{aligned}$$

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"/> | <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!

$$U_2^2 = U_1^2 - V_0^2 \cdot \frac{88}{81} = \frac{448}{81} V_0^2 - \frac{88}{81} V_0^2 = \frac{360}{81} V_0^2$$

~~$$\frac{mV_2^2}{2} = \frac{mU_1^2}{2} + m \cdot \frac{U_2^4}{U_1^2} - m \left(\frac{23V_0}{9} \right)^2$$~~

~~$$V_2^2 = U_1^2 \cdot \frac{(U_2^2)^2}{U_1^2} \quad V_2^2 = U_1^2 - \frac{U_2^4}{U_1^2} - \left(\frac{23V_0}{9} \right)^2 =$$~~

$$= \frac{448}{81} V_0^2 - \frac{V_0^4 \cdot (360)}{81^2} - \frac{529}{81} V_0^2$$
~~$$\sqrt{V_0^2 \cdot \frac{448}{81}}$$~~

$$\frac{mV_2^2}{2} = \frac{mU_3^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} = \frac{m \cdot U_2^4}{U_1^2} + \frac{mV_0^2}{2}$$

$$V_2^2 = \frac{U_2^4}{U_1^2} + V_0^2 = V_0^2 + \frac{V_0^4 \cdot \frac{360}{81^2}}{V_0^2 \cdot \frac{448}{81}} = V_0^2 + V_0^2 \cdot \frac{360^2}{448 \cdot 81} =$$

$$= V_0^2 + V_0^2 \cdot \frac{9 \cdot 40 \cdot 9 \cdot 40}{9 \cdot 9 \cdot 448} = V_0^2 + V_0^2 \cdot \frac{40 \cdot 40}{448} = V_0^2 + V_0^2 \cdot \frac{40 \cdot 10}{112} =$$

$$= V_0^2 + V_0^2 \cdot \frac{10 \cdot 10}{28} = V_0^2 + V_0^2 \cdot \frac{5 \cdot 5}{7} = V_0^2 + V_0^2 \cdot \frac{25}{7} = \frac{32}{7} V_0^2$$

3) given mass 23H: $m\ddot{x} = -kx$

$$\ddot{x} + \frac{k}{m} x = 0$$

$$\Downarrow \Rightarrow x = A \cos \omega t \quad (\text{sh. m.r. if } f=0: x=0)$$

$$V_2 = V_0 \sqrt{\frac{32}{7}} = \frac{4V_0 \sqrt{2}}{\sqrt{7}}$$

$$x = A \sin \omega t \quad \underline{\underline{A=0}}$$



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 4

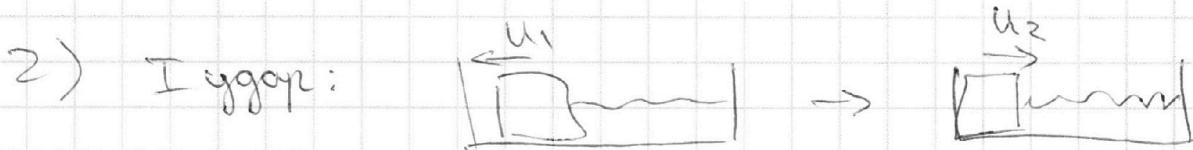
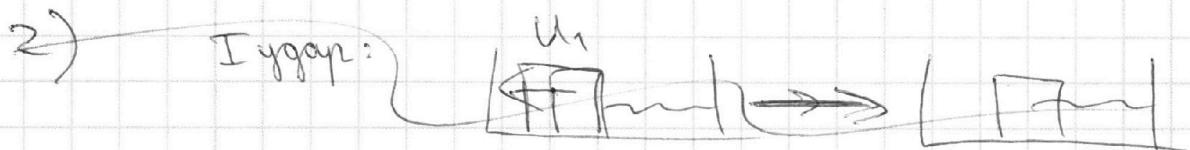
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

1) 6 положение равновесия расстояние пружины 0.

$$3C \Rightarrow \frac{m\left(\frac{23V_0}{g}\right)^2}{2} + \frac{k \cdot 0^2}{2} = \frac{m \cdot 0^2}{2} + \frac{kx_{MAX}^2}{2}$$

при макс. сокращении скорость = 0

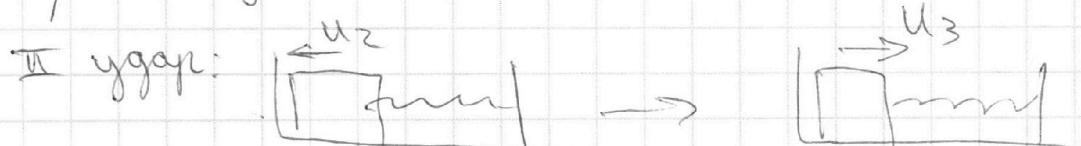
$$\frac{kx_{MAX}^2}{2} = \frac{m\left(\frac{23V_0}{g}\right)^2}{2} \Rightarrow x_{MAX} = \sqrt{\frac{m^2}{k}} \cdot \frac{23V_0}{g}$$



Пусть отключение кин. энергии до и после удара = γ

$$\gamma = \frac{\frac{mU_1^2}{2}}{\frac{mU_2^2}{2}} = \frac{U_1^2}{U_2^2}$$

Пусть при достижении бруском уступа пружина растянута на x_0 .



$$\gamma = \frac{\frac{mU_2^2}{2}}{\frac{mU_3^2}{2}} = \frac{U_2^2}{U_3^2} = \frac{U_1^2}{U_2^2} \Rightarrow U_2^2 = U_1 U_3$$

$$U_3^2 = \frac{U_2^4}{U_1^2}$$

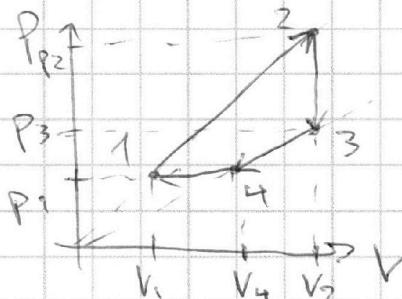


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



для политропного процесса $PV^n = \text{const}$

изотермический процесс

$$\text{Конст} C = \frac{i}{2} R + \frac{R}{1-n}$$

6 процесс 1-2 $P = \alpha V \Rightarrow \frac{P}{V} = \text{const} \Rightarrow n_{12} = -1$

$$C_{12} = \frac{7R}{2} = \frac{i}{2} R + \frac{R}{2} \Rightarrow i = 6$$

$$C_{23} = \frac{i}{2} R + \frac{R}{1-\infty} = \frac{i}{2} R = 3R$$

(6 процесс 2-3 $V = \text{const} \Rightarrow n \rightarrow \infty$)

$$Q_{32} = Q \Rightarrow C_{23} \cdot (T_2 - T_3) = 3R(T_2 - T_3) = 3\gamma R \cdot T_3 \cdot \frac{7}{5}$$

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

$$= \frac{P_1 V_2 + P_2 V_2}{2} - \frac{P_1 V_1 + P_2 V_1}{2} - \frac{P_1 V_2 + P_3 V_2}{2} + \frac{P_1 V_4 + P_3 V_4}{2}$$

$$- P_1 V_4 + P_1 V_1 = \frac{P_1 V_1 - P_1 V_4}{2} + \frac{P_2 V_2 - P_2 V_1}{2} - \frac{P_3 V_2 + P_3 V_4}{2}$$

Менделеев-Ханейрен: $P_1 V_1 = \gamma R T_1$

$$P_2 V_2 = \gamma R T_2$$

$$P_3 V_2 = \gamma R T_3$$

$$P_1 V_4 = \gamma R T_4$$

УЗ заслужка: $\frac{P_1}{V_4} = \frac{P_3}{V_2}$ и $\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$

$$P_1 V_2 = P_3 V_4 = P_2 V_1 \Rightarrow \frac{P_3 V_4}{2} - \frac{P_2 V_1}{2} = 0$$

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 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!

$$A = \frac{P_1 V_1}{2} - \frac{P_1 V_4}{2} + \frac{P_2 V_2}{2} - \frac{P_3 V_3}{2}$$

$$(P_2 - P_3)V_2 = \gamma R(T_2 - T_3) = \gamma R T_3 \cdot \frac{7}{5} = \frac{Q}{3}$$

$$P_1(V_1 - V_4) = \gamma R(T_1 - T_4)$$

для процесса 4-1 запишем I начало термодинамики.

$$Q_{41} = -Q = \gamma C_{41}(T_1 - T_4)$$

$$\text{4.1 изобара} \Rightarrow C_{41} = \frac{3}{4}R \Rightarrow -Q = 4\gamma R(T_1 - T_4) \quad (n_{41}=0)$$

$$P_1(V_1 - V_4) = \gamma R(T_1 - T_4) = -\frac{Q}{4}$$

$$A = \frac{P_1(V_1 - V_4)}{2} + \frac{(P_2 - P_3)V_2}{2} = -\frac{Q}{8} + \frac{Q}{6} = \frac{4Q}{24} - \frac{3Q}{24} = \frac{Q}{24}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} \quad . \quad \text{Очевидно, что } Q_{23}, Q_{34}, Q_{41} < 0 \Rightarrow Q_+ = Q_{12}$$

I начало термодинамики: $Q_{12} = P_1 + P_2$

$$Q_{12} = \gamma C_{12}(T_2 - T_1) = \gamma \cdot \frac{7R}{2} (T_2 - T_1)$$

~~$$\frac{T_2}{T_1} \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \frac{P_3}{P_2} \frac{T_3}{T_2}$$~~
$$\frac{P_2}{P_3} = \frac{T_2}{T_3} = \frac{12}{5} = \frac{V_4}{V_1} = \frac{T_4}{T_1}$$

$$T_4 = \frac{Q}{4\gamma R} + T_1 = \frac{12}{5} T_1 \Rightarrow \frac{7}{5} T_1 = \frac{Q}{4\gamma R} \Rightarrow T_1 = \frac{5Q}{28\gamma R}$$

$$T_3 = \frac{5Q}{21\gamma R} \Rightarrow T_2 = \frac{12}{5} \cdot \frac{5Q}{21\gamma R} = \frac{12Q}{21\gamma R} = \frac{4Q}{7\gamma R}$$



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**.

 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!

$$Q_{1,2} = \pi \cdot \frac{7R}{2} \left(\frac{4Q}{7\pi R} - \frac{5Q}{28\pi R} \right) = \frac{7}{2} Q \left(\frac{4}{7} - \frac{5}{28} \right) = \\ = \frac{7}{2} Q \cdot \frac{16-5}{28} = Q \cdot \frac{7}{2} \cdot \frac{11}{28} = Q \cdot \frac{11}{8}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{1,2}} = \frac{\cancel{Q} \cdot 24}{Q \cdot \frac{11}{8}} = \frac{8}{11 \cdot 24} = \frac{1}{33}$$

- Ответ:
- 1) $3R$
 - 2) $\frac{Q}{24}$
 - 3) $\frac{1}{33}$

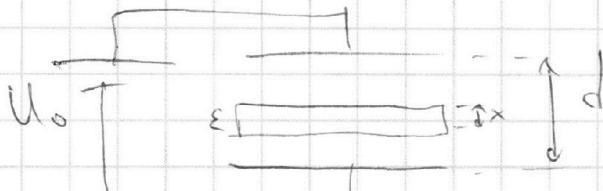


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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



Если диэлектрик внести во внешнее поле E , то в диэлектрике будет поле $\frac{E}{\epsilon}$.

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

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

$$\text{при } x=0 : E(0) = \frac{U_0}{d}$$

$$\text{из графика } E(0) = 5 \frac{\text{kB}}{\text{м}} = \frac{U_0}{0,3 \text{ м}} \Rightarrow U_0 = 15 \text{ B}$$

$$\text{при } x=6 \text{ мм } E(6) = 9 \frac{\text{kB}}{\text{м}}$$

$$E(6) \cdot d - E(6) \cdot x + \frac{E(6) \cdot x}{\epsilon} = U_0$$

$$\frac{1}{\epsilon} = \frac{U_0 - E(6)(d-x)}{E(6) \cdot x} \Rightarrow \epsilon = \frac{E(6) \cdot x}{U_0 - E(6)(d-x)} = \frac{9 \cdot 6}{45 - 9 \cdot 3} =$$

~~$$\frac{36}{45-27} = \frac{36}{18} = 2$$~~

$$= \frac{54}{45-27} = \frac{54}{18} = 3$$

Ответ: 1) 15 B

2) 3



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
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!

$$n \int_{\Sigma_1} B_1 \cdot d\sigma = L \int_I I \cdot dI$$

$$n \int_{\Sigma_1} B_1 = L I_1 \Rightarrow B_1 = \frac{L I_1}{n \Sigma_1}$$

Ответ: 1) $\frac{I_1}{\tau}$

2) $\frac{I_1 L}{R}$

3) $\frac{L I_1}{n \Sigma_1}$

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 checked="" 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!



1) во все времена выражение тек в катушке линейно возрастал от 0 до $I_1 \Rightarrow$ через время

$\frac{t}{4}$ тоже будет расти со скоростью $v = \frac{I_1}{\tau}$

2)

в отсутствие нал $L \dot{I} + IR = 0$

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

$$\frac{dI}{I} = -\frac{R}{L} dt \Rightarrow I = I_0 e^{-\frac{R}{L} t}$$

$$\downarrow I = A e^{-\frac{R}{L} t}$$

$$I(0) = I_1 = A \Rightarrow I(t) = I_1 e^{-\frac{R}{L} t}$$

$$dq = I(t) dt \Rightarrow q = \int_0^\infty I(t) dt = \int_0^\infty I_1 e^{-\frac{R}{L} t} dt =$$

$$= -I_1 \cdot \frac{L}{R} \cdot e^{-\frac{R}{L} t} \Big|_0^\infty = -I_1 \frac{L}{R} (0 - 1) = I_1 \frac{L}{R}$$

3) $\frac{d\Phi}{dt} = -E_{\text{наг}}$ — закон Faradея

$$\frac{d\Phi}{dt} \cdot nS_1 = L \dot{I} \quad \text{или} \quad L \cdot \frac{dI}{dt}$$

$$d\Phi = dI \cdot nS_1 = L \cdot dI$$



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 checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
2 из 4

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

II предположение:



запись предположения: $n \sin \varphi = \sin \alpha$

$$n \varphi \approx \alpha$$

$$\alpha \approx b \cdot \frac{\pi}{R} \Rightarrow \alpha \approx b \pi$$

$$\alpha \approx b \cdot n \varphi = b \cdot n \cdot \alpha \left(\frac{a}{R} - \frac{1 + \frac{a}{R}}{n} \right)$$

$$a = b n \left(\frac{a}{R} - \frac{1 + \frac{a}{R}}{n} \right); \quad b = \frac{a}{\frac{n a}{R} - 1 - \frac{a}{R}}$$

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

$$= \frac{\frac{n a}{R} - \frac{a}{R}}{a} = \frac{n-1}{R} \Rightarrow F = \frac{R}{n-1} = \frac{R}{\frac{4}{3}-1} = \frac{R}{\frac{1}{3}} = 3R$$

$$\Rightarrow 2R = 2(kU + b) \Rightarrow R = kU + C$$

$$\text{Задача } R(0) = R_0 = C; R = kU + R_0$$

$$R_1 = kU_1 + R_0 \quad R_2 = kU_2 + R_0$$

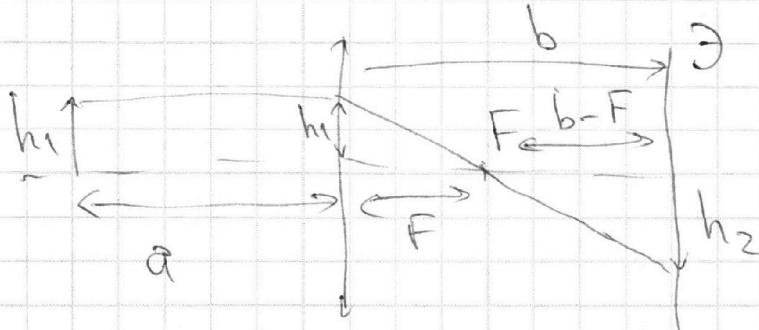
$$\text{Задача } \frac{U_2}{U_1} = \frac{R_2 - R_0}{R_1 - R_0}$$

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"/> |

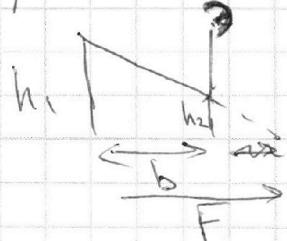
СТРАНИЦА
3 ИЗ 4

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!



$$F = \frac{h_2}{h_1} = \frac{b-F}{F} \quad \text{при } b > F \quad \Gamma_{b>F} = \frac{b}{F} - 1$$

$$\text{при } b < F: \quad \Gamma = \frac{h_2}{h_1} = \frac{F-b}{F} \quad \Gamma_{b<F} = 1 - \frac{b}{F}$$



Понятно, что где $\Gamma_2 = \frac{1}{3}$

$$\Gamma_2 = \frac{1}{3} < 1 \Rightarrow b < F \Rightarrow R_2 = 4 - \frac{b}{F_2} \Rightarrow \Gamma_2 = 1 - \frac{b}{F_2} \Rightarrow \frac{b}{F_2} = 1 - \Gamma_2$$

$$F_2 = \frac{b}{1 - \Gamma_2} = 3R_2 \Rightarrow R_2 = \frac{b}{3(1 - \Gamma_2)}$$

~~$$\text{если } \Gamma_1 = \frac{5}{3} \Rightarrow b > F: \quad \Gamma_1 = \frac{b}{F_1} - 1 \Rightarrow F_1 = \frac{b}{1 + \Gamma_1} = 3R_1$$~~
~~$$b < F: \quad \Gamma_1 = 1 -$$~~

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

$$F_1 = \frac{b}{3} > 1 \Rightarrow b > F \Rightarrow F_1 = \frac{b}{F_1} - 1 \Rightarrow F_1 = \frac{b}{F_1 + 1} = 3R_1$$

$$R_1 = \frac{b}{3(1+F_1)} = \frac{24\text{cm}}{3 \cdot \frac{8}{3}} = 3\text{cm}$$

$$F_2 \leq \frac{b}{3} < 1 \rightarrow b > F: F_2 = \frac{b}{F_2} - 1, F_2 = \frac{b}{1+F_2} = 3R_2$$

$$\downarrow$$

$$R_2 = \frac{b}{3(1+F_2)} = \frac{24\text{cm}}{3 \cdot \frac{4}{3}} = 6\text{cm}$$

$$b < F: F_2 = 1 - \frac{b}{F_2} \Rightarrow F_2 = \frac{b}{1-F_2} = 3R_2$$

$$R_2 = \frac{b}{3(1-F_2)} = \frac{24\text{cm}}{3 \cdot \frac{2}{3}} = 12\text{cm}$$

т.е. при R_2 есть 2 возможных значения

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{R_2 - R_o}{R_1 - R_o} = \frac{\frac{6-2}{3-2}}{\frac{12-2}{3-2}} = 4$$

3) ~~$E_2 = E_1 \cdot \frac{S_2}{S_1}$~~ 3) $S_1 \sim S_2$ - площади пленок

у изображений

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\frac{dW}{S_1 dt}}{\frac{dW}{S_2 dt}} = \frac{S_2}{S_1}$$

Все линейные размеры пленки умножаются в $\frac{F_2}{F_1}$ раз

$$\Rightarrow \frac{S_2}{S_1} = \left(\frac{F_2}{F_1}\right)^2 = \left(\frac{\frac{1}{3}}{\frac{1}{25}}\right)^2 = \frac{1}{25} = \frac{E_1}{E_2}; \text{ Отвем: 1) } F = \frac{R}{n-1}$$

$$2) \frac{U_2}{U_1} = 4,10$$

$$3) \frac{E_1}{E_2} = \frac{1}{25}$$

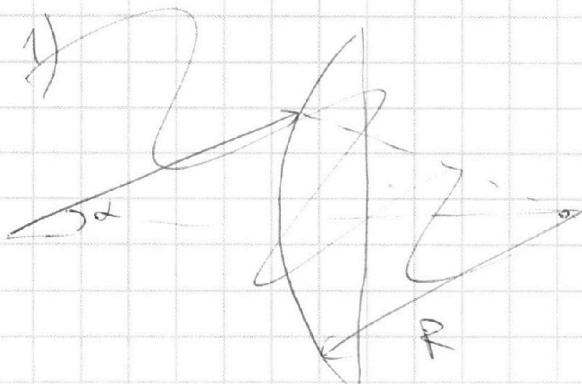


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

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

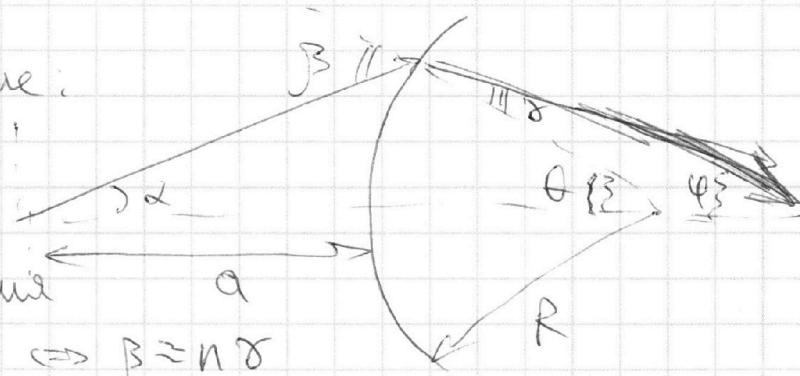
СТРАНИЦА
1 из 4

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



все узлы малы
(наибольшее
приближение)

1) I преломление:



закон преломления

$$\sin \beta = n \sin \delta \Rightarrow \beta \approx n \delta$$

$$a \tan \alpha = R \tan \theta \Leftrightarrow \alpha \approx R \theta$$

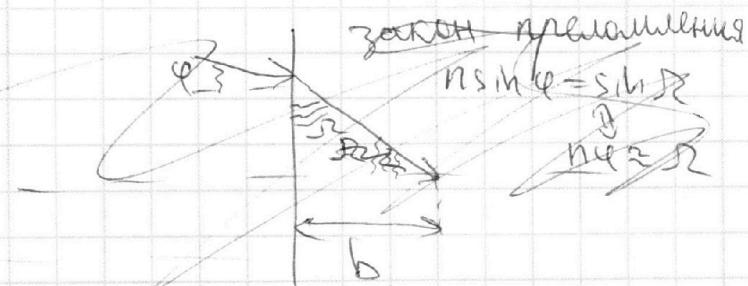
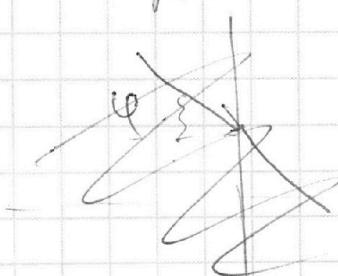
~~$\alpha = \theta - \delta \approx \frac{a}{R} \theta$~~

$$\beta = \alpha + \theta \quad \text{и} \quad \theta = \delta + \varphi$$

$$\beta = \alpha + \frac{a}{R} \theta \approx \alpha \left(1 + \frac{a}{R}\right)$$

$$\varphi = \theta - \delta = \theta - \frac{\beta}{n} = \theta - \frac{\alpha + \frac{a}{R} \theta}{n} = \theta \left(\frac{a}{R} - \frac{1 + \frac{a}{R}}{n} \right)$$

II преломление:



$$n \sin \phi = \sin \psi$$

$$\psi \approx R$$