



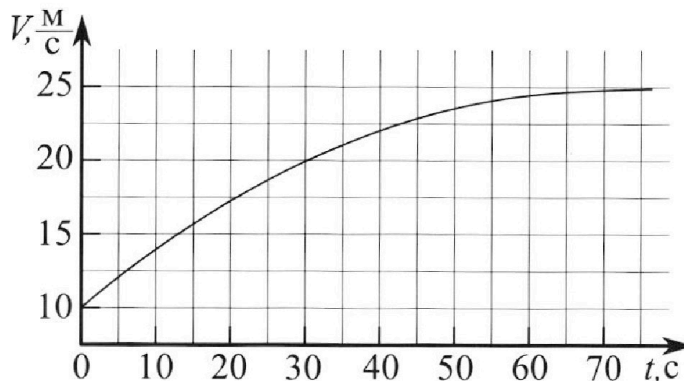
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01



Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Автомобиль массой $m = 1800$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 500$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости $V_1 = 20$ м/с.
- 2) Найти силу тяги F_1 при скорости V_1 .
- 3) Какая мощность P_1 передается от двигателя на ведущие колеса при скорости V_1 ?

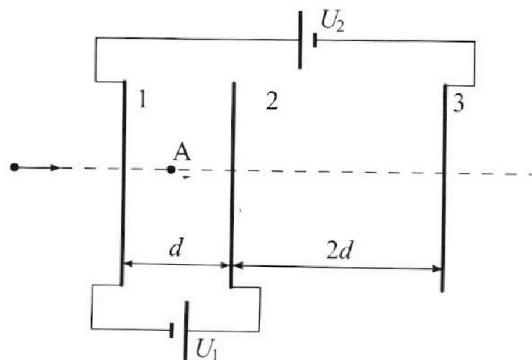
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 5T_0/4 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определите начальное давление в сосуде P_0 . Ответ выразить через $P_{\text{атм}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 4U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.



- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.
- 2) Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $d/3$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-01

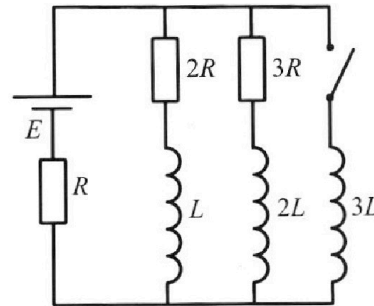
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



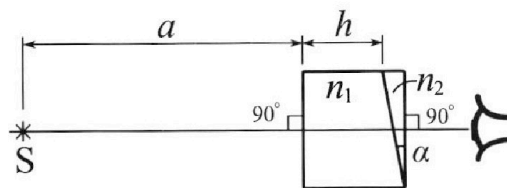
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Как ой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_b = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 194$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.



- 1) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

1 2 3 4 5 6 7

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача 1

$$m = 1800 \text{ кг}$$

$$F_k = 500 \text{ Н}$$

$$V_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$a_1 = ?$$

$$F_2 = ?$$

$$P_2 = ?$$

Из условия можно считать $\vec{F}_c = -k\vec{v}$

$$F_x = -k v_x$$

В конце разгона скорость не меняется и

из графика видно $v_k = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, получим

сила тока равна силе сопротивления \Rightarrow

$$\Rightarrow F_k = k v_k \Rightarrow k = \frac{F_k}{v_k} = \frac{500 \text{ Н} \cdot \frac{\text{с}^2}{\text{м}}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 20 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Ускорение - первая производная от координаты и

вторая производная от скорости по времени \Rightarrow

\Rightarrow для нахождения ускорения к каждой точке это

возвр. к кривой касательной проведенной в данную точку.

Для $V_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ участок от 25 с до 30 с можно

считать прямой, а следовательно касательная совпадает

с этой прямой и имеет такой же коэффициент наклона

$$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{25,75 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 19,75 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \text{ с}} = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \text{ - ответ на первый вопрос}$$

Для v_1 закон Π з. Умножим: $F_{\text{тяг}} - k v_1 = m a_1 \Rightarrow$

$$\Rightarrow F_2 = k v_1 + m a_1 = 20 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 1800 \text{ кг} \cdot 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 850 \text{ Н}$$

Ответ на 2-й вопрос

4/11

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

По определению $P = \frac{dA}{dt} = \frac{d(F \cdot s)}{dt}$, при малых dt можно считать $F = \text{const} \Rightarrow$

$$\Rightarrow P = \frac{d(Fs)}{dt} = \frac{FdS}{dt} = Fv \Rightarrow P_1 = F_1 v_1 = 850 \text{ Н} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 17 \text{ кВт}$$

Ответы: 1) $a_1 = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$;

2) $F_1 = 850 \text{ Н}$

3) $P_1 = 17 \text{ кВт}$

5/11

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача 2/

$$T = \frac{5}{4} T_0 = 373 \text{ K}$$

$$V_{k0} = \frac{V}{4}$$

$$V_k = \frac{V}{5}$$

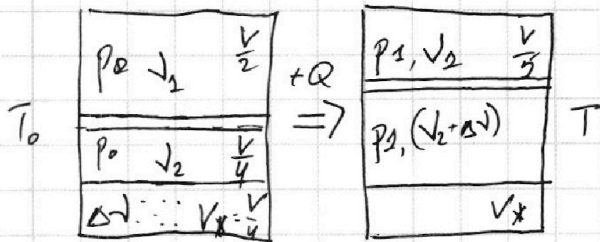
$$\Delta V = k p w$$

$$k = \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$$

$$RT \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = ?$$

$$P_0 = ?$$



Плюс как выразить количество поршней в покое и цилиндр поправкой медленнее, но процесс можно считать, что в любой момент времени давление

одн и тожд поршней одинаковы =>

Запишем у-е Менделеева - Клапейрона:

$$\left. \begin{aligned} P_0 \frac{V}{2} &= \nu_1 R T_0 \\ P_0 \frac{V}{4} &= \nu_2 R T_0 \end{aligned} \right\} \frac{\nu_1}{\nu_2} = 2 \leftarrow \text{ответ на 3-й вопрос}$$

поделим одно на другое

Для у-е начального газа:

$$\left. \begin{aligned} P_1 \frac{V}{5} &= \nu_2 R T \\ P_1 (V - V_k - \frac{V}{5}) &= (\nu_2 + \Delta \nu) R T = P_1 \cdot \frac{11}{20} V \end{aligned} \right\} \text{делим 2 на 1}$$

$$\frac{11/20 V}{V/5} = \frac{\nu_2 + \Delta \nu}{\nu_2} = \frac{1}{2} + \frac{\Delta \nu}{\nu_1} = \frac{11}{4} \Rightarrow \frac{\Delta \nu}{2 \nu_1} = \frac{9}{4} \Rightarrow \Delta \nu = \frac{9}{2} \nu_1$$

$$T_0 \rightarrow \frac{5}{4} T_0 ; \quad \frac{V}{2} \rightarrow \frac{V}{5} ; \quad \nu_1 = \text{const} \Rightarrow P_1 = \frac{25}{8} P_0$$

10/11

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Найдем давление которое можно создать \downarrow

$$p_0 \frac{V}{4} = \frac{1}{2} RT_0$$

$$p_2 \frac{11}{20} V = \frac{1}{2} RT_0 \cdot \frac{9}{4}$$

$$\left. \begin{array}{l} p_0 \frac{V}{4} = \frac{1}{2} RT_0 \\ p_2 \frac{11}{20} V = \frac{1}{2} RT_0 \cdot \frac{9}{4} \end{array} \right\} \frac{p}{p_0} \cdot \frac{11}{5} = \frac{5}{4} \Rightarrow p_2 = p_0 \cdot \frac{25}{44}$$

$$\Rightarrow \text{По Закону Дальмана } p_{\Delta} = p_2 - p = \frac{25}{8} p_0 - \frac{25}{44} p_0 = \frac{225}{88} p_0$$

$$\Delta l, \text{ Из закона Тензи } \Delta l = k p_{\Delta} W = p_0 \cdot \frac{V}{4} k$$

$$p_{\Delta} \frac{V}{4} = \Delta l \quad p_{\Delta} \frac{V}{4} = \Delta l \quad T = \frac{5}{4} T_0 = 373 \text{ K} \Rightarrow t = 100^\circ \text{C},$$

~~Значит температура будет передат в воду \Rightarrow давление поршневого
и температуры водяного пара будет равно давлению
водяного пара.~~

$$\Delta l = p_0 k W = k p_0 \frac{V}{4} = \frac{k}{4} RT = \frac{1}{4} \Rightarrow \Delta l = \frac{1}{4} \text{ Метра}$$

11/11

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача 3/

$$U_1 = U$$

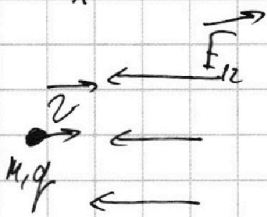
$$U_2 = 4U$$

m, q, v_0, d

$|a_{12}| - ?$

$K_1 - K_2 - ?$

$v_A - ?$



Напряженность (результатирующая) между пластинками 1 и 2 - остается постоянной, так как нет в этой области пластинок которые могут изменить поле.

Это поле (результатирующее) направлено в области между 1 и 2 пластинкой от 2 пластинки к первой и равен

$$E_{12} d = U_2 \Rightarrow E_{12} = \frac{U_2}{d} = \frac{4U}{d}$$

Тогда применим II закон Ньютона для области 1-2

$$m \vec{a} = \vec{F}_{эл} = \vec{E}_{12} q \Rightarrow |a_{12}| = \frac{Eq}{m} = \frac{qU}{md} \text{ - ответ на 1 вопрос}$$

$$\text{По ЗСЭ: } K_1 = K_2 + A \Rightarrow A = K_1 - K_2$$

Сила в области 1-2 остается постоянной \Rightarrow

работу можно найти как произведение силы на перемещение.

$$A = F_{эл} \cdot d = E_{12} q d = \frac{4U}{d} q d = 4qU \Rightarrow K_1 - K_2 = 4qU \text{ - ответ на 2й вопрос}$$

Для ответа на 3-й вопрос снова применим ЗСЭ:

$$K_1 - K_A = A \Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_A^2}{2} = \frac{4qU}{3} = \frac{qU}{3} \Rightarrow v_0^2 - v_A^2 = \frac{2}{3} \frac{qU}{m}$$

$$\text{Тогда } v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{2}{3} \frac{qU}{m}} \text{ - ответ на 3-й вопрос}$$

6/11



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача

Ответы: 1) $\alpha = \frac{qU}{md}$

2) $K_1 - K_2 = qU$

3) $v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{2}{3} \frac{qU}{m}}$

7/11

1 2 3 4 5 6 7

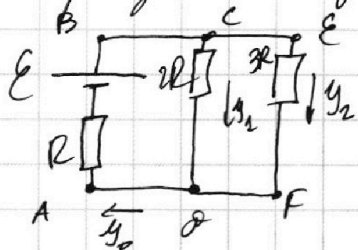
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача 4

Расставим токи, пусть через $2R - y_1$, через $3R - y_2$

При разомкнутом ключе и установленном режиме,
ток ток не меняется, а значит катушки можно заметить
проводами. Получаем эквивалентную схему:



Запишем первое правило Кирхгофа

для узла D: $y_0 = y_1 + y_2$ (1)

Запишем второе правило Кирхгофа

для контуров ABCD и ABEF:

$$E = y_1 \cdot 2R + y_0 R \quad (2)$$

$$E = y_2 \cdot 3R + y_0 R \quad (3)$$

$$\left. \begin{array}{l} (2) \\ (3) \end{array} \right\} y_1 \cdot 2R + y_0 R = y_2 \cdot 3R + y_0 R$$

$$y_1 \cdot 2R = y_2 \cdot 3R \Rightarrow y_2 = \frac{2}{3} y_1 \quad (4)$$

Тогда $y_0 = y_1 + y_2 = y_1 + \frac{2}{3} y_1 = \frac{5}{3} y_1$

Подставляем в (2) получаем: $E = y_1 \cdot 2R + \frac{5}{3} y_1 R = \frac{11}{3} y_1 R$

Отсюда получаем ответ на первый вопрос: $y_1 = \frac{3E}{11R}$

Во время замыкания ключа ток не успевает мгновенно

изменится и тогда можно записать второе правило

Кирхгофа для внешнего контура: $E = y_0 R + U_{3L}$ 1/11

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$y_0 = \frac{5}{3} y_2 = \frac{5}{3} \cdot \frac{3 \mathcal{E}}{11R} = \frac{5 \mathcal{E}}{11R}$$

$$\text{И тогда } U_{3L} = \mathcal{E} - y_0 R = \mathcal{E} - \frac{5 \mathcal{E}}{11} = \frac{6 \mathcal{E}}{11}$$

В момент замыкания на одну катушку индуктивности $3L$

будет напряжение $\frac{6}{11} \mathcal{E}$, с другой стороны ток через нее начнется возрастать $\Rightarrow -\mathcal{E}_L = \frac{6}{11} \mathcal{E} \Rightarrow \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{6}{11} \mathcal{E} = 3L \frac{\Delta y_2}{\Delta t} = \frac{6}{11} \mathcal{E}$

Отсюда $\Delta y_2 = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{2 \mathcal{E}}{11L}$ - ответ на второй вопрос

Для ответа на третий вопрос найдем конечные токи, которые будут в цепи при установившемся режиме.

Ток установился $\Rightarrow \mathcal{E}_L = 0 \Rightarrow$ катушку $3L$ можно замкнуть

на провод \Rightarrow через катушки L и $2L$ ток идти не будет

$\Rightarrow y_{1k} = y_{2k} = 0$, весь ток будет идти через катушку $3L$

$$y_{3k} = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

Запишем второе правило Кирхгофа для контура, содержащего резистор $2R$, катушки L и $3L$.

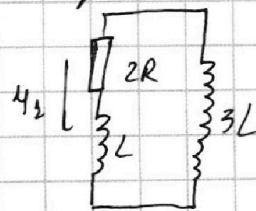
$$3L \frac{\Delta y_{3L}}{\Delta t} + L \frac{\Delta y_L}{\Delta t} = y_1 \cdot 2R \quad | \cdot \Delta t$$

$$3L \Delta y_{3L} + L \Delta y_L = y_1 \Delta t \cdot 2R, \quad y_1 \Delta t = \Delta q_1$$

$$3L \Delta y_{3L} + L \Delta y_L = 2R \Delta q_1 \quad (5)$$

Продифференцируем (5) от момента замыкания до установившегося режима

2/11



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Получаем

$$3L(y_{3L,K} - y_{3L,0}) + L(y_{L,K} - y_{L,0}) = 2R(q_K - q_0)$$

Положим $y_{3L,K} = \frac{\varepsilon}{R}$; $y_{3L,0} = 0$

$$y_{L,K} = 0; y_{L,0} = \frac{3\varepsilon}{11R}$$

$$q_0 = 0; q_K = q - ?$$

Получаем $3L \frac{\varepsilon}{R} - L \cdot \frac{3\varepsilon}{11R} = 2Rq$

$$\frac{30L\varepsilon}{11R} = 2Rq \Rightarrow q = \frac{15L\varepsilon}{11R^2} \text{ - ответ на третий вопрос}$$

Ответы: 1) $y_1 = \frac{3\varepsilon}{11R}$

2) $v_y = \frac{2\varepsilon}{11L}$

3) $q = \frac{15L\varepsilon}{11R^2}$

3/11

1 2 3 4 5 6 7

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача 5/

$n_6 = 1,0$

$a = 194 \text{ см}$

$d = 0,1 \text{ рад}$

$h = 9 \text{ см}$

$\varphi = ?$

$S_1 = ?$

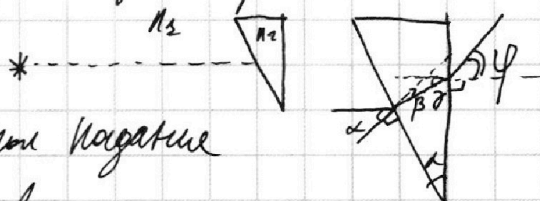
$S_2 = ?$

1) $n_1 = n_6 = 1,0$; $n_2 = 1,7$

Поскольку $n_1 = n_6$, то преломление с n_2

можно не учитывать так же будет

прислуживать преломления на границе с n_6



Угол падения

равен α , по мере от угла α взаимно \perp сторонами

По формуле Снеллиуса: $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$

α - мал $\Rightarrow \sin \alpha \approx \alpha$; $\sin \beta \approx \beta$

$n_1 \alpha = n_2 \beta \Rightarrow \beta = \frac{n_1}{n_2} \alpha$

Найдем новый угол падения γ из геометрии:

$\gamma = 90 - (180 - \alpha - (90 - \beta)) = \alpha - \beta = \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right) \alpha$

Запишем еще раз ф. Снеллиуса: $n_2 \sin \gamma = n_6 \sin \varphi = n_1 \sin \varphi$

γ и φ - малы $\Rightarrow n_2 \gamma = n_1 \varphi \Rightarrow \varphi = \frac{n_2}{n_1} \gamma = \frac{n_2}{n_1} \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right) \alpha$

$\varphi = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right) \alpha \leftarrow$ ответ на первый вопрос
 $\varphi = 0,7 \text{ рад}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

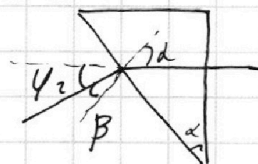
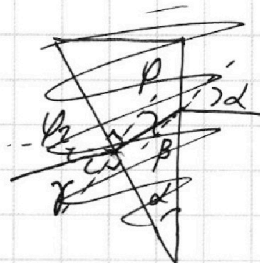
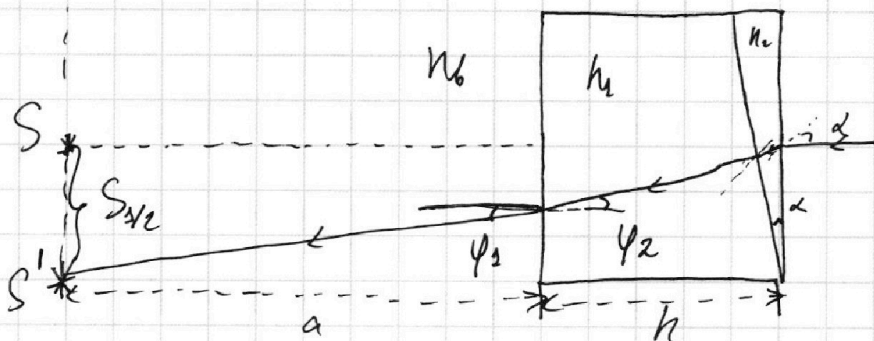
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Для ответа на пункты 2 и 3 получим общую формулу которая будет зависеть от n_1 и n_2



$$n_2 \sin \alpha = n_4 \sin \beta \Rightarrow \beta = \frac{n_2}{n_4} \alpha$$

$$\text{Из геометрии: } \varphi_2 = d - \beta = \left(1 - \frac{n_2}{n_4}\right) d$$

$$n_3 \sin \varphi_2 = n_6 \sin \varphi_1 \Rightarrow \varphi_1 = \frac{n_3}{n_6} \varphi_2 = \frac{n_6}{n_6} \left(1 - \frac{n_2}{n_4}\right) d$$

Тогда $S_{12} = a \operatorname{tg} \varphi_1 + h \operatorname{tg} \varphi_2$, т.к. φ_1 и φ_2 малы, то

$$\operatorname{tg} \varphi_1 \approx \varphi_1, \operatorname{tg} \varphi_2 \approx \varphi_2$$

$$S_{12} = \left(a \frac{n_3}{n_6} + h\right) \left(1 - \frac{n_2}{n_4}\right) d = \left(a \frac{n_3}{n_6} + h\right) \left(1 - \frac{n_2}{n_4}\right) d$$

Для $n_3 = n_6 = 1$; $n_2 = 1,7$:

$$|S_1| = (194 + 9) \cdot 0,7 \cdot 0,5 = 205 \cdot 0,07 = 14,35 \text{ см}$$

Для $n_3 = 1,5$; $n_2 = 1,7$

$$|S_2| = (194 \cdot 1,5 + 9) \cdot \frac{2}{15} \cdot 0,5 = (388 + 1,2) \cdot 0,1 = 4 \text{ см}$$

- Ответы: 1) 0,7 рад
2) $S_1 = 14,35 \text{ см}$
3) $S_2 = 4 \text{ см}$

9/11



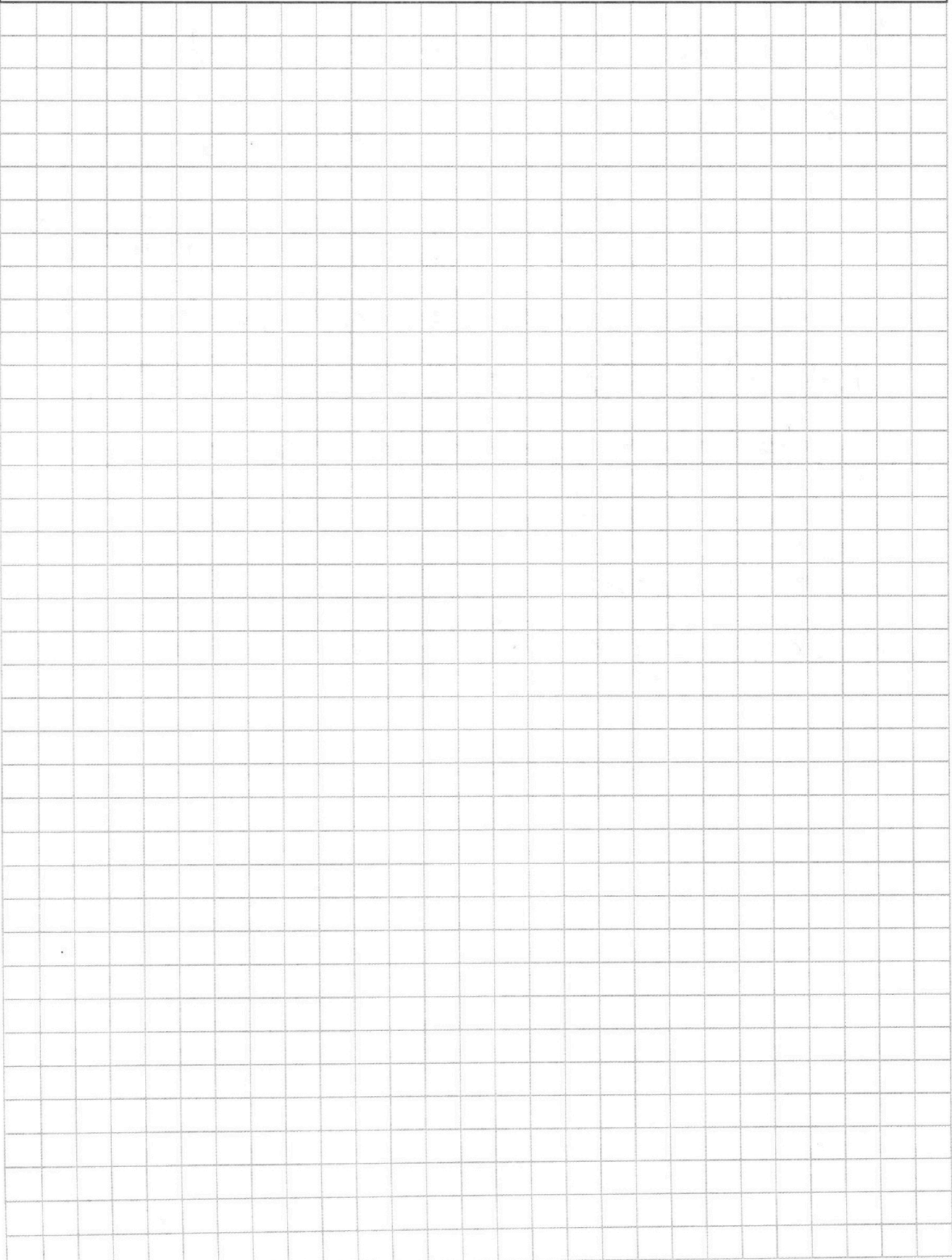
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Черновик

light, darkness

switch

5u

q₁ q₂ q₃

$E_1 d = U_1$

$E_2 q = F$

$U_1 q = a$

$U = \frac{qV}{Md}$

$q_1 + q_2 + q_3 = 0$

$q_2 + q_3 - q_1 = 5u$

$q_3 - q_2 - q_1 = 2d = 5u$

$q_1 + q_2 + q_3 = 0$

$U_0 = \mathcal{E} - I_0 R = \frac{6\mathcal{E}}{11R} \cdot 3L \frac{\Delta I}{\Delta t}$

$\mathcal{U}_C = \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{2\mathcal{E}}{11R} \quad (2)$

$\mathcal{E} - I_0 R = 3L \frac{\Delta I_3}{\Delta t} = I_1 2R + L \frac{\Delta I_2}{\Delta t}$

$3L \frac{\Delta I_3}{\Delta t} = \Delta q_1 \cdot 2R + L \frac{\Delta I_2}{\Delta t}$

$3L \frac{\mathcal{E}}{R} = q_1 \cdot 2R + \frac{3L\mathcal{E}}{11R} \quad (0 = \frac{3\mathcal{E}}{11R})$

$2q_1 R = \frac{3L\mathcal{E}}{11R} (1+1) = \frac{36}{11} \frac{L\mathcal{E}}{R}$

$q_1 = \frac{18}{11} \frac{\mathcal{E}L}{R^2} \quad (3)$

$\Delta V = k \sqrt{2} RT_0 p_0$

$\frac{\sqrt{2} RT_0}{\frac{V}{5}} = \frac{\sqrt{2} RT_0}{\frac{V}{2}} \Rightarrow \frac{V_2}{V_2} = \frac{V_1}{V_2} = 2$

$\sqrt{V_1} = 2\sqrt{V_2}$

$500 + 450$

$\frac{4}{3}V - \frac{V}{4}$

$\frac{\sqrt{2} RT_0}{\frac{V}{5}} = \frac{\sqrt{2} RT_0}{\frac{11V}{20}}$

$p = \frac{\sqrt{2} RT}{V}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

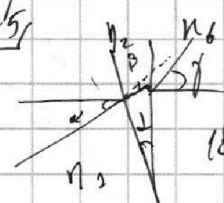
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



черновик



$$n_1 d = n_2 \beta \Rightarrow \beta = \frac{n_1}{n_2} d$$

$$180 - (90 - \beta) - \alpha = 90 + \beta - \alpha \Rightarrow 90 - (\beta - \alpha) = d - \beta$$

$$n_2(d - \beta) = n_3 \gamma \Rightarrow \gamma = \frac{n_2}{n_3} d - \frac{n_2}{n_3} \frac{n_1}{n_2} d = \frac{n_2 - n_1}{n_3} d = 0,07$$

$$F_{\text{stat}} = m a \Rightarrow F = m \frac{\Delta v}{\Delta t} = m a \quad \frac{\Delta v}{\Delta t} = a$$

$$F_c \sim v \quad F_c = -k v \quad 500 \text{ Н} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot k \Rightarrow k = 20 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

$$P_{\text{stat}} = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m 2v \Delta v \Rightarrow P = m v \Delta v \quad P = F v$$

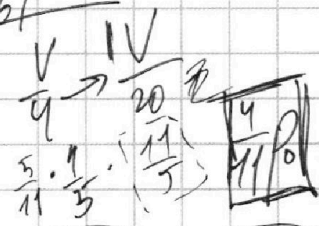
$$t = 25 \text{ с} \quad v = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 18,75 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad \Delta v = 2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}} \Rightarrow \Delta t = 10 \text{ с} \Rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$F_T - k v = m a$$

$$F_T - 400 = 450 \Rightarrow F_T = 850 \text{ Н}$$

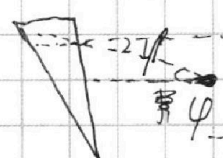
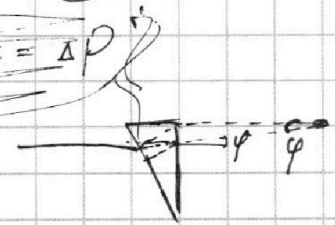
$$P = 17000 \text{ Вт} = 17 \text{ кВт}$$

$$P_1 = \frac{25}{16} P_0$$



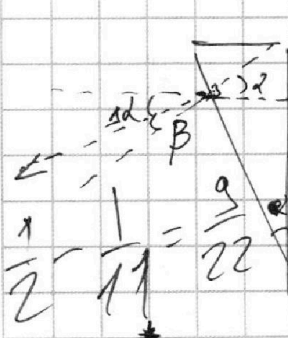
$$194 = 170 + 24$$

$$P_{\text{stat}} = \Delta P$$



$$n_3 \phi = \psi_1 n_2 \Rightarrow \psi_1 =$$

$$n_2 \alpha = n_1 / 3$$



$$\beta = \frac{n_2}{n_3} d$$

$$\Delta d = d - \beta = \left(\frac{n_2}{n_3} - 1 \right) d$$

$$n_2 \Delta d = n_3 \Delta \beta$$

$$\text{Если } n_1 = n_3$$

$$\Delta h = h \Delta \alpha + a \Delta \beta = h \Delta \alpha + \frac{a n_2}{n_3} \Delta \alpha$$

$$\Delta h = \Delta \alpha \left(h + a \frac{n_2}{n_3} \right) = d \left(\frac{n_2}{n_3} - 1 \right) \left(h + a \frac{n_2}{n_3} \right)$$

1) Если $n_3 = n_1 = 1, n_2 = 1,7$
 $\Delta h = 0,1 \cdot 0,7 \cdot (194 + 9) = 205 \cdot 0,07$
 $14,35 \text{ см}$

2) $\Delta h = 0,1 \cdot \frac{2}{1,5} \cdot (194 + 9 + 194 \cdot \frac{1}{1,5})$