



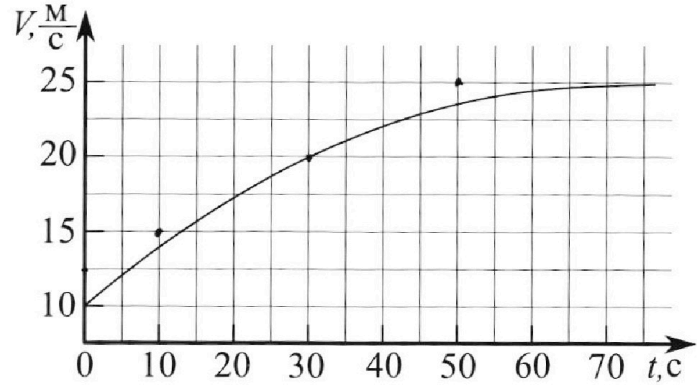
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

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.



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

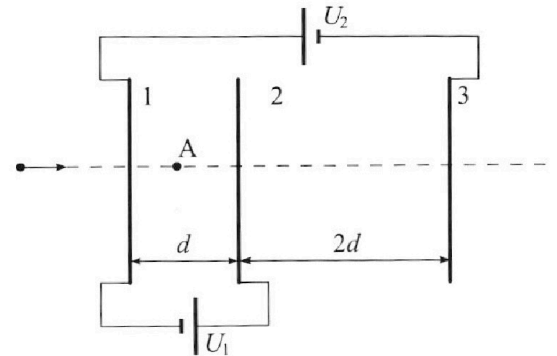
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 v пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpv$. 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.

- Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 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.



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

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-01

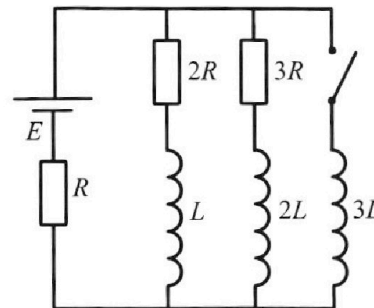
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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) Какой 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.

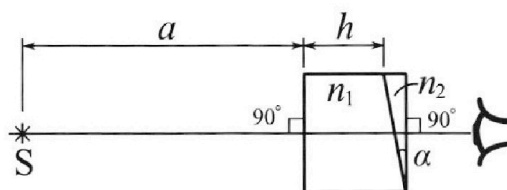


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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.

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!

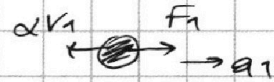


N1

1) Проведем касательную к графику в т. $V = 20 \frac{м}{с} \Rightarrow V_1$
и найдем ее коэффициент наклона. $k = \frac{25-15}{50-10} = \frac{10}{40} = \frac{1}{4} \frac{м}{с^2}$
 $\Rightarrow \alpha_1 = k = 0,25 \frac{м}{с^2}$

~~ИЗ~~ ПУСТЬ $F_{сопротивл} = \alpha V$

2) ИЗК (3-й Ньютона) для машины:
при $V = V_1$



$$m a_1 = F_1 - \alpha V_1$$

и при $V = V_k = 25 \frac{м}{с}$

$$m \cdot 0 = F_k - \alpha V_k \Rightarrow F_k = \alpha V_k \Rightarrow \alpha = \frac{F_k}{V_k} = \frac{500}{25} =$$

$$= 20 \frac{м \cdot с}{м}$$

$$\Rightarrow F_1 = m a_1 + \alpha V_1 = 1800 \cdot 0,25 + 20 \cdot 20 = 450 + 400 = 850 Н$$

$$3) P = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{A}{\Delta t}$$

$$A = F_2 \cdot \Delta S \Rightarrow P = F_2 \frac{\Delta S}{\Delta t} = F_2 V_2$$

$$\Rightarrow P_1 = F_1 V_1 = 850 \cdot 20 = 17000 Вт = 17 кВт$$

ОТВЕТ: 1) $0,25 \frac{м}{с^2}$ 2) 850 Н 3) 17 кВт

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

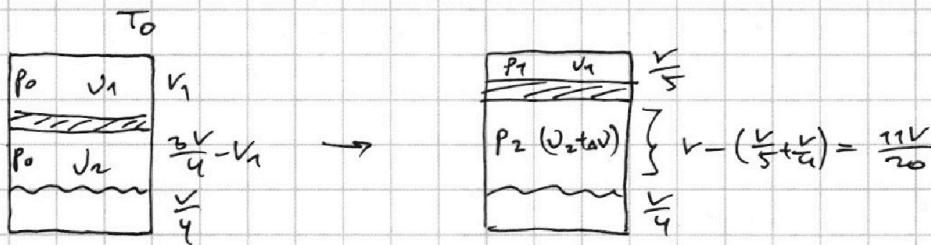
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

N2



Все обозначения указаны на рисунках.

$$\Delta v = \kappa p_1 \frac{v}{4}$$

Уг-е сост. из газа:

$$v_1 R T_0 = p_0 v_1 \quad v_2 R T_0 = p_0 \left(\frac{3v}{4} - v_1 \right)$$

$$\frac{5}{4} v_1 R T_0 = p_1 \frac{v}{5} \quad \frac{5}{4} (v_2 + \Delta v) R T_0 = p_2 \cdot \frac{11v}{20}$$

~~Важно!~~ $p_2 = p_1 - p_{атм}$ ($p_{атм}$ = давл. насыщ. паров)

$$v_2 R T_0 = \frac{3p_0 v}{4} - p_0 v_1 = \frac{4}{5} p_2 \cdot \frac{11v}{20} - \kappa p_1 \frac{v}{4} R T_0$$

$$p_0 \left(\frac{3v}{4} - v_1 \right) = \frac{11v}{25} (p_1 - p_{атм}) - \kappa p_1 \frac{v}{4} R T_0$$

$$p_0 = \frac{p_1 \left(\frac{11v}{25} - \frac{\kappa v}{4} R T_0 \right) - \frac{11v p_{атм}}{25}}{\frac{3v}{4} - v_1}$$

$$v_1 R T_0 = p_0 v_1 = \frac{4}{5} p_1 \frac{v}{5} = \frac{4 p_1 v}{25} \Leftrightarrow p_0 = \frac{4 p_1 v}{25 v_1}$$

$$\left(\frac{11v}{25} - \frac{\kappa v}{4} R T_0 \right) - \frac{11v p_{атм}}{25} = \frac{4v}{25 v_1} \left(\frac{3v}{4} - v_1 \right)$$

$$\left(\frac{11}{25} - \frac{\kappa R T_0}{4} - \frac{11 p_{атм}}{25} \right) v = v \left(\frac{4v}{25 v_1} - \frac{4}{25} \right)$$

$$\frac{15}{25} - \frac{\kappa R T_0}{4} - \frac{11 p_{атм}}{25} = \frac{4v}{25 v_1}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{v_2 R T_0}{v_1 R T_0} = \frac{p_0 \left(\frac{3v}{4} - v_1 \right)}{\frac{4 p_1 v}{25}} = \frac{\frac{3p_0 v}{4} - p_0 v_1}{p_1 v} \cdot \frac{25}{4} =$$

2/10

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!



№2 продолжение

$$= \left(\frac{3P_0}{4P_1} - \frac{P_0 V_1}{P_1 V} \right) \cdot \frac{25}{4} = \frac{P_0}{P_1} \left(\frac{3}{4} - \frac{V_1}{V} \right) \cdot \frac{25}{4}$$

$$\frac{P_0}{P_1} = \frac{\left(\frac{11K}{25} - \frac{K}{4} RT_0 \right) - \frac{11PATM}{25}}{\frac{3V}{4} - \frac{4K}{25 \left(\frac{15}{5} - \frac{KRT_0}{4} - \frac{11PATM}{25} \right)}}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{25}{4} \cdot \frac{\left(\frac{11}{25} - \frac{KRT_0}{4} \right) - \frac{11PATM}{25}}{\frac{3}{4} - \frac{4}{25 \left(\frac{15}{5} - \frac{KRT_0}{4} - \frac{11PATM}{25} \right)}} \left(\frac{3}{4} - \frac{4}{25 \left(\frac{15}{5} - \frac{KRT_0}{4} - \frac{11PATM}{25} \right)} \right)^2$$

$$\frac{\frac{4}{5} RT_0}{KRT_0} = \frac{\frac{1}{3} \cdot 10^3 \cdot \frac{4}{5} \cdot 3 \cdot 10^3}{4} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\cancel{25} \cdot \left(\frac{11-5}{3} - \frac{11PATM}{16} \right) \cdot \left(\frac{3}{4} - \frac{4}{\cancel{25} \left(\frac{15-5}{10} - \frac{11PATM}{25} \right)} \right)}{\frac{(6-11PATM)(10-11PATM)}{30-33PATM-16} \cdot \left(\frac{30-33PATM-16}{4(10-11PATM)} \right)} =$$

$$= \frac{6-11PATM}{4} \quad (\text{с размерностью все в порядке, т.к. мы подставляем } \frac{KRT_0}{4} \text{ и числа 6 и 4 содержат в себе паскали})$$

Заметим, что $P_2 = P_1 = \cancel{P_1} \Rightarrow$ в нашем уравнении $PATM = 0$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{2}$$

Ответ: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{2}$

3/10

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

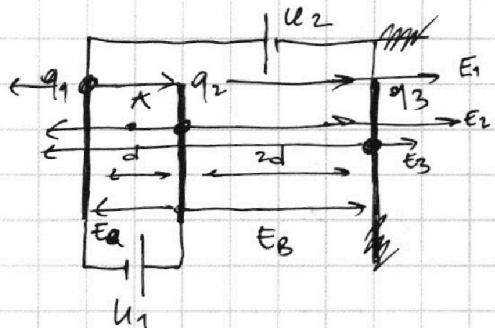
1 2 3 4 5 6 7



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



N3



Пусть на пластинках заряды q_1, q_2 и q_3 соотв.

Тогда $U_1 = Ed = \frac{(q_2 + q_3 - q_1)d}{2\epsilon_0\epsilon}$

$(E_1 = \frac{q_1}{2\epsilon_0\epsilon}, E_2 = \frac{q_2}{2\epsilon_0\epsilon}, E_3 = \frac{q_3}{2\epsilon_0\epsilon})$

$U_2 = \frac{(q_1 + q_2 - q_3)2d}{2\epsilon_0\epsilon} = \frac{(q_1 - q_2 - q_3)d}{\epsilon_0\epsilon}$

~~$2U_1 + U_2 = 5U \Rightarrow \frac{(q_2 + q_3 - q_1)d}{\epsilon_0\epsilon} + \frac{(q_1 - q_2 - q_3)d}{\epsilon_0\epsilon} = \frac{5Ud}{\epsilon_0\epsilon}$~~

~~$\Rightarrow q_2 + q_3 - q_1 + q_1 - q_2 - q_3 = 5$~~

~~$U_2 - U_1 = 0 \Rightarrow \frac{(q_1 + q_2 - q_3)2d}{2\epsilon_0\epsilon} - \frac{(q_2 + q_3 - q_1)d}{\epsilon_0\epsilon} = 0$~~

~~$q_1 + q_2 - q_3 = q_2 + q_3 - q_1 \Rightarrow 2q_1 = 2q_3 \Rightarrow q_1 = q_3$~~

~~$U = \frac{2\epsilon_0\epsilon}{d} \cdot \frac{(q_2 + q_3 - q_1)d}{2\epsilon_0\epsilon} = \frac{2\epsilon_0\epsilon}{d} \cdot \frac{q_2 + (q_3 - q_1)d}{2\epsilon_0\epsilon}$~~

$U_1 = E_a d, U_2 = E_b \cdot 2d - E_a d$

$E_a = \frac{U}{d} \Rightarrow E_b = \frac{5U}{2d}$

1) На частицу $-q$ действует $F = qE_a = \frac{qU}{d} = ma$

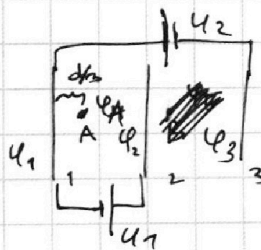
$\Rightarrow a = \frac{qU}{md}$

2) $\varphi_\infty = 0$

ЗСЭ: $\frac{mv^2}{2} = k_1 + q\varphi_1 =$

$= k_2 + q\varphi_2$

$k_1 - k_2 = q(\varphi_2 - \varphi_1) = qU_1 = qU$



$\varphi_1 - \varphi_3 = U_2$

$\varphi_2 - \varphi_1 = U_1$

4/10

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!



Пусть в т. А потенциал φ_4 , в т. В потенциал φ_5 .
 $\varphi_4 = \varphi_1 + E_a \cdot \frac{d}{3} = \varphi_1 + \frac{U}{d} \cdot \frac{d}{3} = \varphi_1 + \frac{U}{3}$
Пусть φ_5 такой, что $\varphi_5 = \varphi_\infty = 0$
 $\varphi_5 = \varphi_3 + E_b \cdot x = \varphi_3 + \frac{5U}{2d} x = \varphi_1 - U_2 + \frac{5U}{2d} x = 0$
~~ЗС):~~ $\frac{mv_0^2}{2} = K_4 + q\varphi_4 = K_5 + q\varphi_5$
 $K_5 - K_4 = q(\varphi_4 - \varphi_5) \Rightarrow K_4 = \frac{mv_0^2}{2} - q(\varphi_4 - \varphi_5) =$
 $= \frac{mv_0^2}{2} - q\left(\varphi_1 + \frac{U}{3} - \varphi_1 - U_2 + \frac{5U}{2d} x\right)$
 $\varphi_1 = -U_2 + \frac{5U}{2d} x$
не зашккихто

ЗС): $\frac{mv_0^2}{2} = K_A + q\varphi_A$

Пусть $\varphi = \frac{F}{q} d \Rightarrow$ если $\varphi_{\text{ост}} = 0$ то $\varphi_0 = 0$
Тогда $\varphi_A = \frac{F_A}{q} d$

Ответ: 1) $\frac{qU}{md}$ 2) qU

5/10

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!

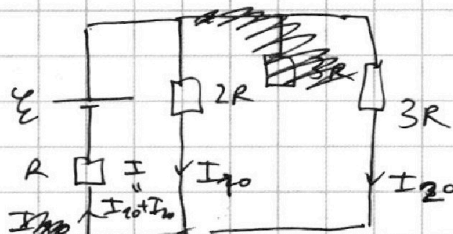


N4

1) В УСТ. реж. $I = \text{const} \Rightarrow U_L = -L \frac{dI}{dt} = 0$

\Rightarrow цепь имеет вид:

II пр. Кирх.: (II нк)



$$\begin{cases} \mathcal{E} = 3I_{20}R + IR \\ \mathcal{E} = 2I_{10}R + IR \end{cases}$$

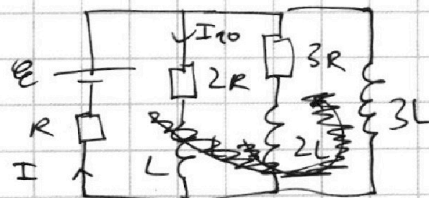
$I = I_{10} + I_{20}$ ~~$\mathcal{E} = 2I_{10}R + I_{10}R + I_{20}R = 3I_{10}R + I_{20}R$~~

~~$3I_{20}R + IR = 2I_{10}R + IR$~~ $\Rightarrow I_{20} = \frac{2}{3} I_{10}$

$\mathcal{E} = 2I_{10}R + I_{10}R + I_{20}R = 3I_{10}R + \frac{2}{3} I_{10}R$

$\Rightarrow \boxed{I_{10} = \frac{\mathcal{E}}{R(3 + \frac{2}{3})} = \frac{3\mathcal{E}}{11R}}$

2) сразу после зам. кл. ток в цепи еще не успеет измениться



II нк:

~~$\mathcal{E} = 3L \frac{dI}{dt} + IR$~~

$\Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E} - IR}{3L} = \frac{\mathcal{E} - I_{10}R(1 + \frac{2}{3})}{3L} = \frac{\mathcal{E} - \frac{5}{11}\mathcal{E}}{3L} =$

$= \frac{\frac{6}{11}\mathcal{E}}{3L} = \boxed{\frac{2\mathcal{E}}{11L}}$

3) II нк на контур из катушки 3L и к-ст. L:

$3L \frac{dI_2}{dt} = 2I_1R + L \frac{dI_1}{dt} \quad | \cdot dt$

$3L dI_2 = 2R \cdot I_1 dt + L dI_1 \quad | \Sigma$

6/10

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 checked="" 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!

№4 продолжс.

$$3L(I_2^K - I_2^0) = 2R \cdot q + L(I_1^K - I_1^0)$$

$I_2^K = \frac{\mathcal{E}}{R}$, т.к. $U_{3L} = 0$ в уст. режс \Rightarrow весь ток
потечет через $(3L)$ как через провод

$$I_1^K = 0$$

$$I_2^0 = 0$$

$$I_1^0 = I_{10} = \frac{3\mathcal{E}}{11R}$$

$$3L\left(\frac{\mathcal{E}}{R} - 0\right) = 2Rq + L\left(0 - \frac{3\mathcal{E}}{11R}\right)$$

$$2Rq = \frac{3L\mathcal{E}}{R} + \frac{3L\mathcal{E}}{11R} = \frac{36L\mathcal{E}}{11R}$$

$$q = \frac{18L\mathcal{E}}{11R^2}$$

ОТВЕТ: 1) $\frac{3\mathcal{E}}{11R}$ 2) $\frac{2\mathcal{E}}{11L}$ 3) $\frac{18L\mathcal{E}}{11R^2}$

7/10

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

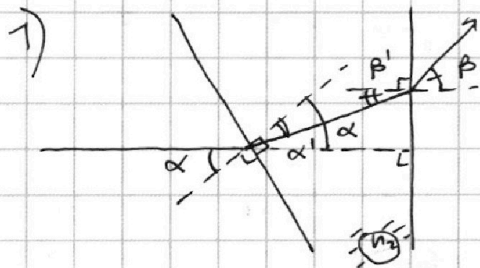
1 2 3 4 5 6 7



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



№5



3-й Случай: $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \alpha'$

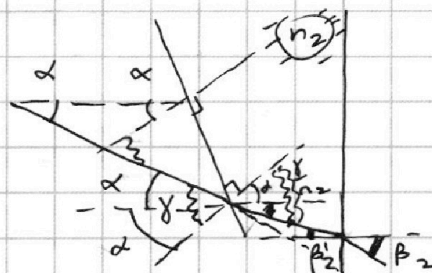
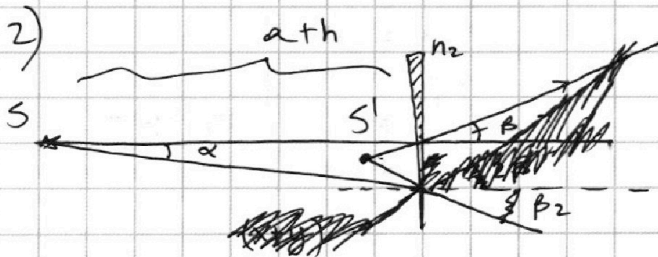
т.к. $\alpha, \alpha' \ll 1$, то
 $n_1 \alpha = n_2 \alpha' \Rightarrow \alpha' = \frac{\alpha}{n_2} < \alpha$

$n_2 \sin \beta' = n_1 \sin \beta$ ($\beta', \beta \ll 1$)

$\beta = n_2 \beta' \Rightarrow \beta' = \frac{\beta}{n_2} < \beta$

Заметим, что $\beta' = \alpha - \alpha'$ (из 11-ти прямых)

$\beta' = \frac{\beta}{n_2} = \alpha - \frac{\alpha}{n_2} = \alpha \left(\frac{n_2 - 1}{n_2} \right) \Leftrightarrow \beta = \alpha (n_2 - 1) = 0,7\alpha = 0,07 \text{ рад}$



Луч, запущ. под углом α к горизонту отклонится на ~~2α~~ 2α от горизонта

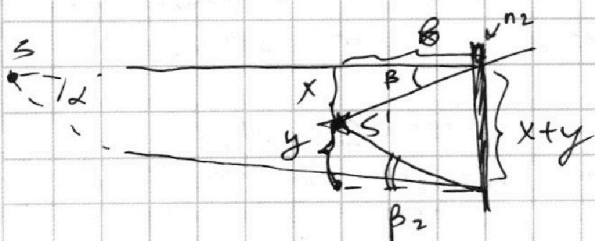
$\gamma = 2\alpha$ (внешн. угол)
 \Rightarrow (из 11-ти прямых) угол падения луча, идущ. под углом α к горизонту, на призму равен $\gamma = 2\alpha$

3-й Случай для малых углов:

$\delta = n_2 \delta' \Rightarrow \delta' = \frac{\delta}{n_2}$

из 11-ти прямых (см. рис.) $\beta_2' = \frac{\delta}{n_2} - \alpha = \alpha \left(\frac{2}{n_2} - 1 \right)$

$n_2 \beta_2' = \beta_2 \Rightarrow \beta_2 = \alpha (2 - n_2) = 0,3\alpha$



По рис. выше ясно, что $x + y = (h+a) \tan \alpha \approx (h+a) \alpha$

$\beta \tan \beta \approx \beta \beta = x$
 $\beta \tan \beta_2 \approx \beta \beta_2 = y$

8/10

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!



№5 продолжение

$$x+y = (n_1 a) \alpha = \vartheta (\beta + \beta_2) = \vartheta (0,7\alpha + 0,3\alpha) = \vartheta \alpha$$

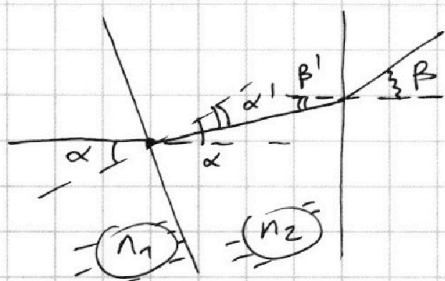
$$\Rightarrow n_1 a = \vartheta$$

Значит расстояние $n_1 a$ равно x (см. рис.)

$$x = \vartheta \beta = (n_1 a) \beta = (n_1 a) \cdot 0,7\alpha = 0,7 \alpha \vartheta = 0,07 \cdot (194 + 9) =$$

$$\frac{203 \cdot 7}{100} = 15,41 \text{ см}$$

3)



З-к Снел. для малых угл:

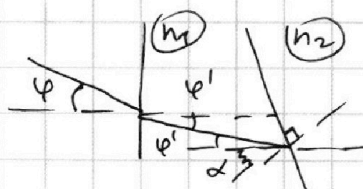
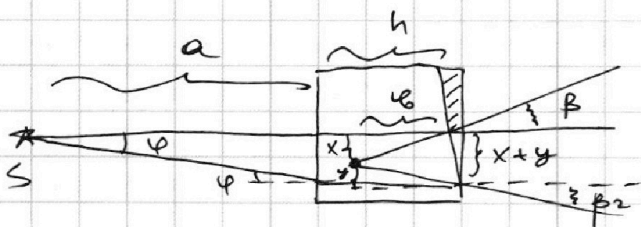
$$n_1 \alpha = n_2 \alpha'$$

$$n_2 \beta' = 1 \cdot \beta$$

при этом из 11-74 прямых:

$$\beta' = \alpha - \alpha'$$

$$\Rightarrow \beta = n_2 \beta' = n_2 (\alpha - \alpha') = n_2 \left(\alpha - \frac{n_1}{n_2} \alpha \right) = (n_2 - n_1) \alpha = 0,2\alpha$$



Пусть второй луч под углом φ к горизонту

З-к Снел. для мал угл: $\varphi \cdot 1 = \varphi' \cdot n_1 \Rightarrow \varphi' = \frac{\varphi}{n_1}$

Пусть $\varphi' = \alpha$, тогда наш луч упадет на призму (n_2) под углом $\gamma = 2\alpha$ (см. рис.), а значит из получ. в предыдущ. пункте результатов, можно записать:

$$x+y \approx a\varphi + h\varphi' = \vartheta \beta + \vartheta \beta_2 = \vartheta (0,2\alpha + 0,3\alpha)$$

(т.к. луч выходит под тем же самым углом β_2 , но другим углом $\beta_1 = (n_2 - n_1)\alpha = 0,2\alpha$) 9/10

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

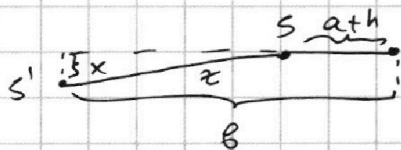
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№5 продолжение

$$a \cdot \varphi n_1 + h \varphi^l = (a n_1 + h) \varphi = \vartheta \cdot 0,5 \varphi$$

$$\Rightarrow \vartheta = \frac{a n_1 + h}{0,5} = (194 \cdot 1,5 + 9) \cdot 2 = 582 \text{ см}$$

$$x = \vartheta \beta = 582 \cdot 0,2 \cdot 0,1 = \frac{582 \cdot 2}{100} = 11,64 \text{ см}$$



$$z = \sqrt{(\vartheta - (a+h))^2 + x^2} =$$

$$= \sqrt{(582 - 203)^2 + 11,64^2} =$$

$$= \sqrt{379^2 + 135,4896} \approx 379 \text{ см}$$

- Ответ:
- 1) 0,07 рад
 - 2) 15,47 см
 - 3) 379 см



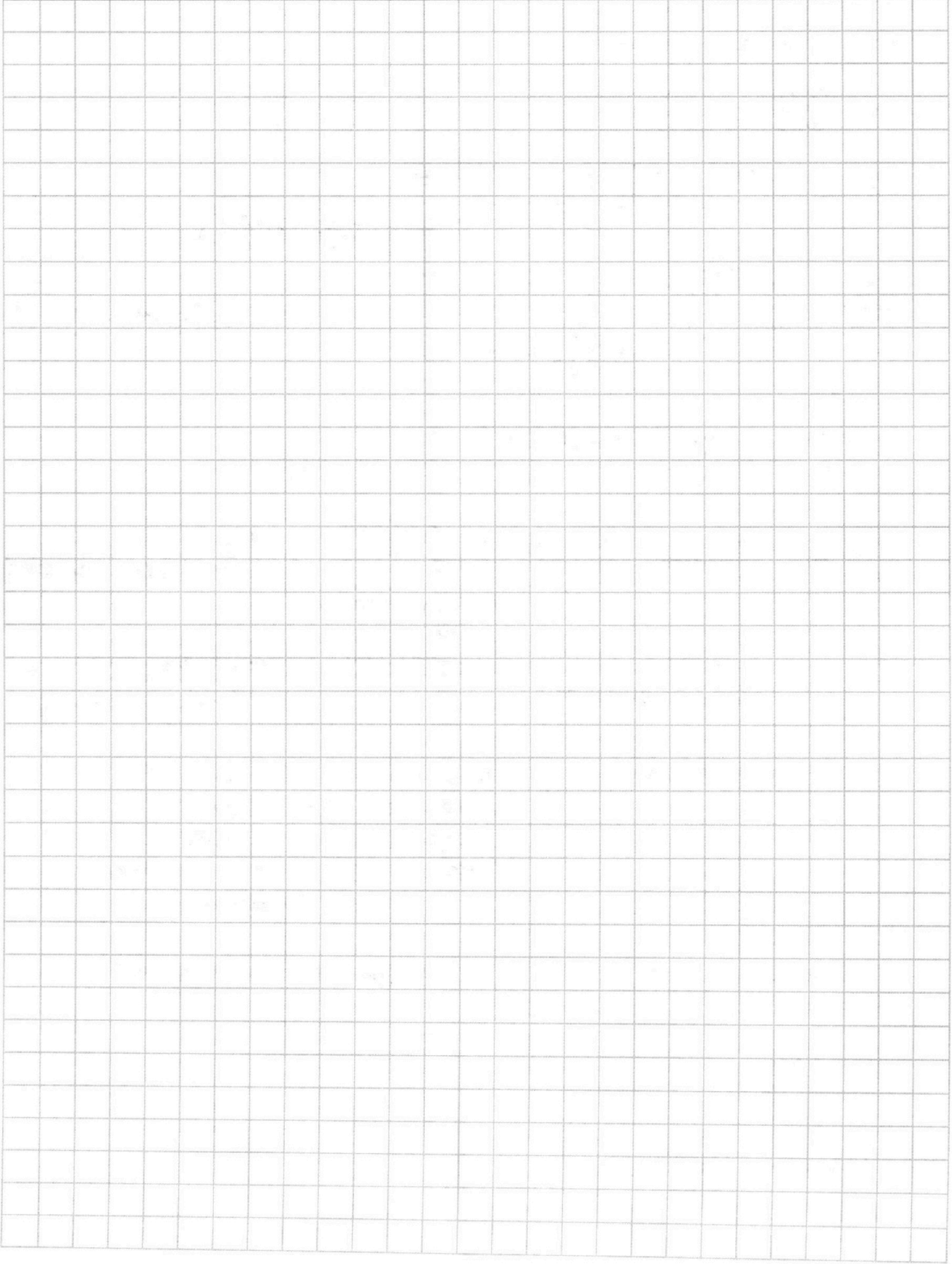
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!





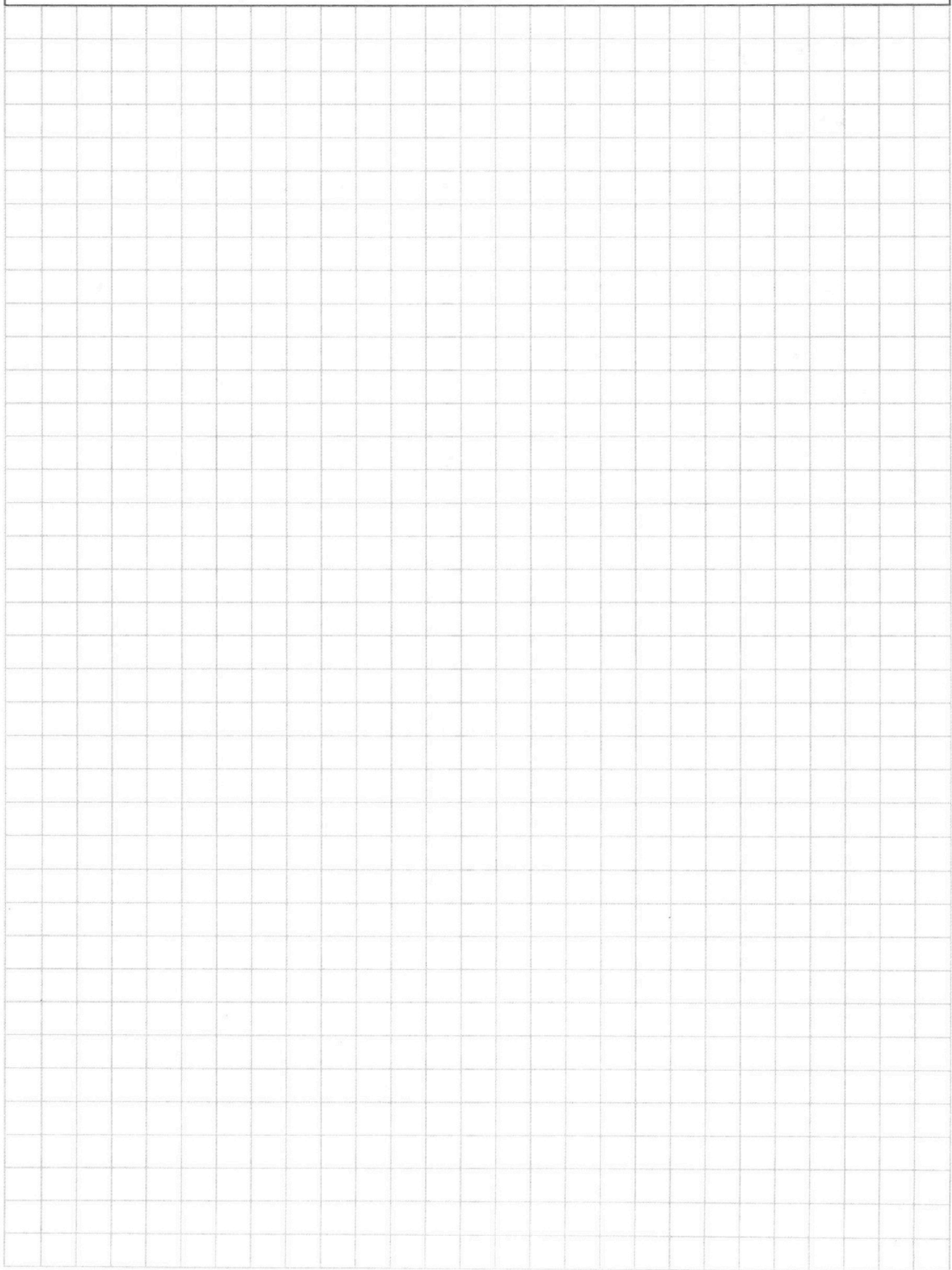
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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



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



КЕРКОВИЧ
582.2
100
1164

$$194 + 97 = 291$$

$$97 \quad 100 + 14$$

$$\begin{array}{r} 194 \\ + 97 \\ \hline 291 \\ \times 291 \\ \hline 582 \end{array}$$

$$n_1 = \alpha' n_2$$

$$\alpha' = \frac{\alpha n_1}{n_2} < \alpha$$

$$u = \varphi_1 - \varphi_2 = Ed$$

$$\Delta \varphi = Ed$$

$$\varphi = Ed_0$$

$$E = \frac{F}{q}$$

$$\varphi = \frac{F}{q} d$$

$$W = q\varphi \quad \varphi_1 - \varphi_2 = Ed$$

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

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

$$\beta = (n_2 n_1) \alpha$$

$$W = q\varphi$$

$$W = mgh = F \cdot S$$

$$\alpha - \frac{\beta}{n} = \alpha \left(1 - \frac{2}{n}\right) = \beta'$$

$$= \alpha$$

$$\frac{\beta}{n_2} = \frac{n_2 - 2}{n_2} \alpha$$

$$\beta = (n_2 - 2) \alpha$$

$$199 + 4 = 203$$

$$\begin{array}{r} 203 \overline{) 7} \\ - 14 \quad \overline{) 29} \\ \hline 63 \end{array}$$

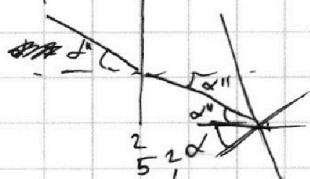
$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 203 \\ \hline 1541 \end{array}$$

$$2 - 1,7 = 0,3$$

$$582 - 203 = 379$$

$$380 - 1 = 379$$

$$\begin{array}{r} 379 \\ \times 11,64 \\ \hline 1516 \\ 758 \\ 2316 \\ \hline 4405,16 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 379 \\ \times 379 \\ \hline 1341 \\ 2653 \\ \hline 143641 \end{array}$$

$$\varphi_0 = 0$$

$$3(\rightarrow): \frac{mv_0^2}{2} = k_1 + q\varphi_1 = k_2 + q\varphi_2$$

$$\varphi_2 = \varphi_1 + u_1$$

$$\varphi_3 = \varphi_1 - u_2$$

$$\frac{\beta}{n} = \frac{2\alpha}{n}$$

$$\frac{2}{1,7} > 1$$

$$\frac{2\alpha}{n} > \alpha$$

φ_1

φ_2

φ_3

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!



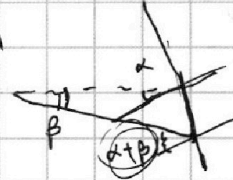
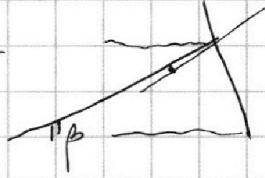
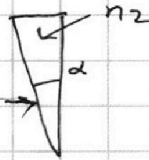
~~Стереоскоп~~

$$\frac{4u}{d} = E_B - E_A$$

$$\frac{4u}{d} + \frac{u}{d} = E_B =$$

$$\approx \frac{5u}{d}$$

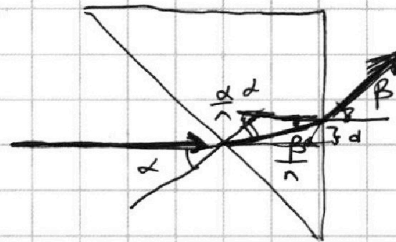
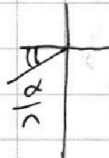
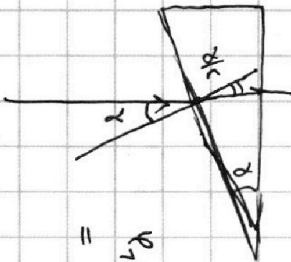
S



$$\sin \alpha = n \sin \alpha_2$$

$$\alpha = n \alpha_2 \Rightarrow \alpha_2 = \frac{\alpha}{n}$$

$$\beta = (\alpha + \beta)n - \alpha$$



$$E_B x - E_A d = 0$$

$$= E_B x = E_A d = u$$

$$v_1 + u - \frac{5u}{2d} x =$$

$$= v_1 - \frac{u}{2d} + \frac{5u}{2d} x - \frac{5u}{2d} x$$

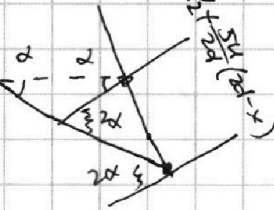
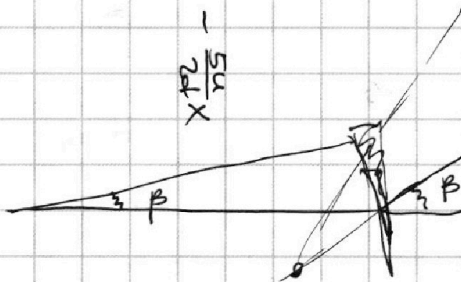
$$\frac{\beta}{\alpha} + \frac{\alpha}{c} = \alpha$$

$$\frac{\beta}{\alpha} = \alpha \left(1 - \frac{1}{c} \right)$$

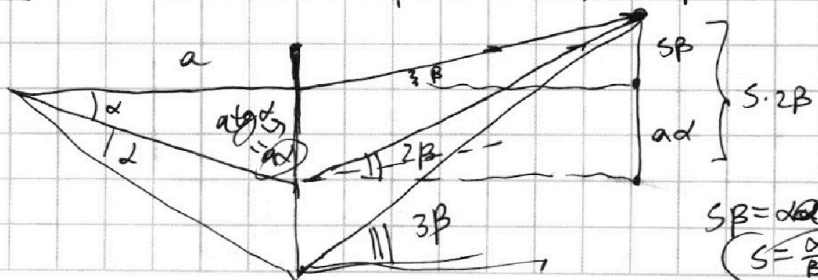
$$= \frac{n-1}{c}$$

$$\boxed{\beta = \alpha(n-1)}$$

$$x = \frac{u}{E_B} = \frac{u}{5u} \cdot d = \frac{d}{5}$$



$$\beta = 2\alpha(n-1) = 2\beta$$



$$S_B = \alpha a$$

$$S = \frac{\alpha}{\beta} a$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

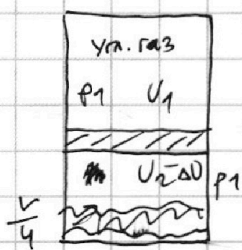
МФТИ

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

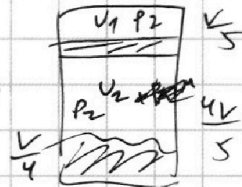


$CO_2 \rightarrow$ многоат

Черновик



$T_0 \rightarrow T = \frac{5T_0}{4}$ $100^\circ C$



$\Delta V = k p_1 \frac{V}{4}$

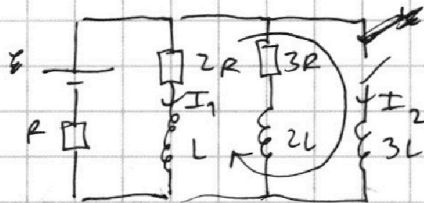
$\Delta V = k p V$

$p_1 R T_0 = p_1 V_1$

$p_1 \left(\frac{3V}{4} - V_1 \right) = (V_2 - \Delta V) R T_0$

$p_2 R \frac{5T_0}{4} = p_2 \frac{V}{5}$

$p_2 \left(\frac{4V}{5} - \frac{V}{4} \right) = V_2 R \cdot \frac{5T_0}{4}$



$\frac{3+2}{3} = \frac{5}{3} \cdot \frac{3}{11}$

$\frac{4V}{5} - \frac{V}{4} =$

$\frac{6\epsilon}{3 \cdot 11L}$

$\frac{6}{11} \frac{\epsilon}{3L} = \frac{16V - 5V}{20} =$

$= \frac{11V}{20}$

$3L \frac{dI_1}{dt} = 2I_1 R + L \frac{dI_1}{dt}$

$3L dI_2 = 2I_2 dt R + L dI_1$

$3L \left(\frac{\epsilon}{R} - 0 \right) = 2qR + L \left(0 - \frac{3\epsilon}{11R} \right)$

$\frac{36L\epsilon}{11R} = \frac{3L\epsilon^{11}}{R} + \frac{3L\epsilon}{11R} = 2qR$

$q = \frac{36L\epsilon}{11R \cdot 2R} = \frac{18L\epsilon}{11R^2}$

$p_2 R \cdot \frac{5T_0}{4} = p_2 \frac{V}{5} \Rightarrow p_2 \cdot \frac{11V}{20} = V_2 R \cdot \frac{5T_0}{4}$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{V/5}{11V/20} = \frac{20}{11 \cdot 5} = \frac{4}{11}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

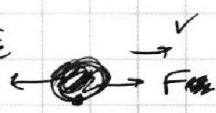
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



РЕШЕНИЕ

$$P = \frac{A}{\Delta t}$$

$$\Delta V = F \Delta t$$

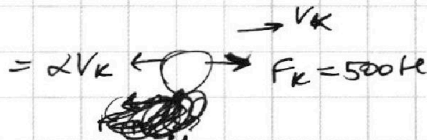


$$850 \cdot 20$$

$$85 \cdot 2$$

$$16 \cdot 170 \cdot 00$$

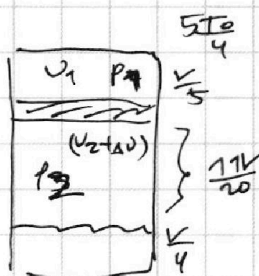
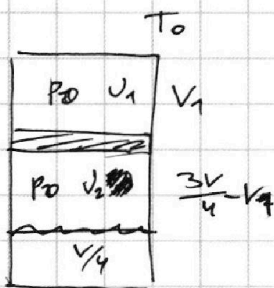
$$A = ma \cdot \frac{\Delta s}{\Delta t}$$



$$P = maV = FV$$

$$\frac{18000}{4} =$$

$$P_1 = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$



$$\frac{100}{25} = 4$$

$$5 \cdot \frac{100}{25} = 20$$

$$P_2 = P_1 - P_{ATM}$$

$$\frac{18000}{16} - \frac{18000}{20} = 450$$

$$\frac{V_1}{5} + \frac{V_2}{4} = \frac{9V}{20}$$

$$\Delta U = \kappa P_1 \frac{V}{4}$$

$$U_1 R T_0 = P_0 V_1 \quad U_2 R T_0 = P_0 \left(\frac{3V}{4} - V_1 \right)$$

$$5 \frac{U_1 R T_0}{4} = P_1 \frac{V}{5} \quad 5 \frac{(U_2 + \Delta U) R T_0}{4} = (P_1 - P_{ATM}) \frac{77V}{20}$$

$$P_0 V_1 = P_1 \frac{V}{5} \cdot \frac{4}{5}$$

$$U_2 R T_0 = \frac{3VP_0}{4} - \frac{4VP_1}{25}$$

$$P_0 V_1 = P_1 \frac{4V}{25}$$

$$(U_2 + \Delta U) R T_0 = \frac{4}{5} \cdot \frac{77V}{20} (P_1 - P_{ATM})$$

$$\frac{3VP_0}{4} - \frac{4VP_1}{25} + R T_0 \cdot \kappa P_1 \frac{V}{4} = \frac{77}{25} V P_1 - \frac{77}{25} V P_{ATM}$$