



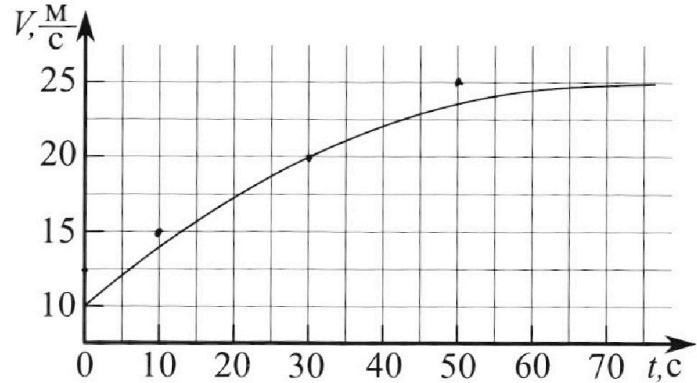
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

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  $V_1$ ?

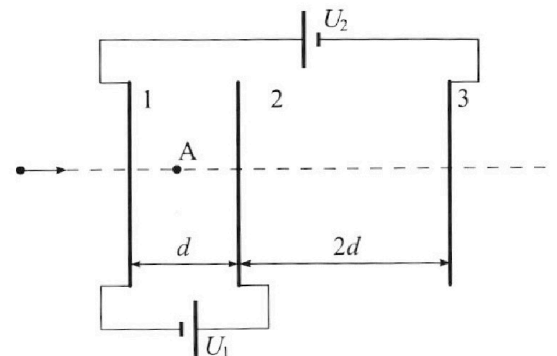
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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  $\Delta v$  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/(м<sup>3</sup>·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

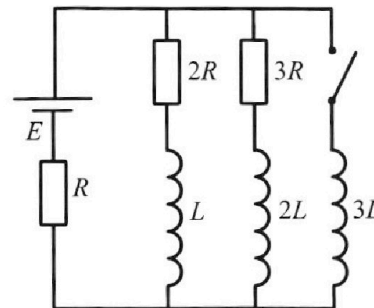
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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.

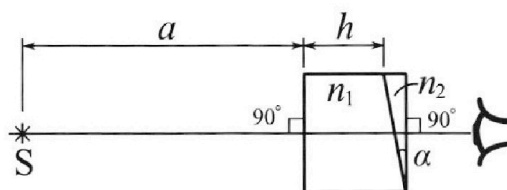


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 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!

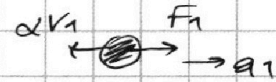


N1

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

~~ИЗ~~ ПУЛТА  $F_{противл} = \alpha V$

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



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

$$\text{и при } V = V_k = 25 \frac{m}{c}$$

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

$$= 20 \frac{N \cdot c}{m}$$

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

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

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

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

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

1/10

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

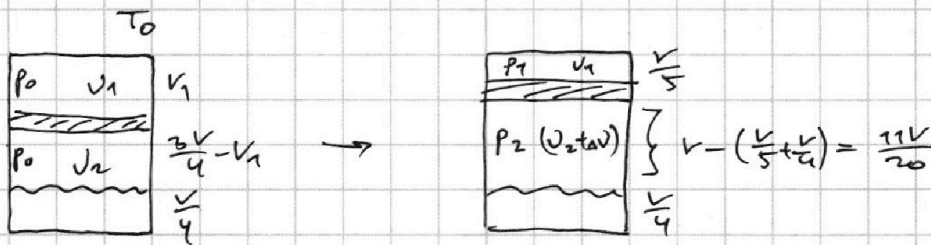
1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



N2



Все обозначения указаны на рисунках.

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

$\gamma$ -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)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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:

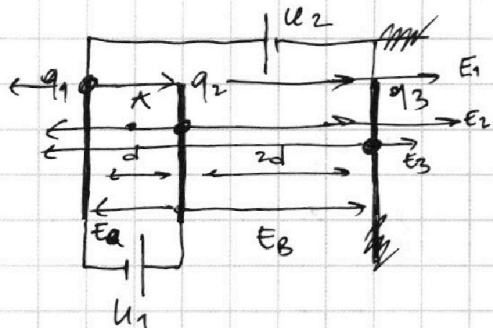
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

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

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

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

~~$\Rightarrow q_2 + q_3 - q_1 + q_1 - q_2 - q_3 = 0$~~

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

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

~~$U_1 = \frac{q_2 + q_3 - q_1}{2\epsilon_0 S} d = \frac{q_2 + q_3 - q_1}{2\epsilon_0 S} d$~~

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

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

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

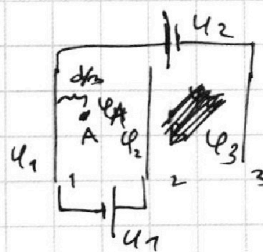
$\Rightarrow a = \frac{qU}{md}$

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

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

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!

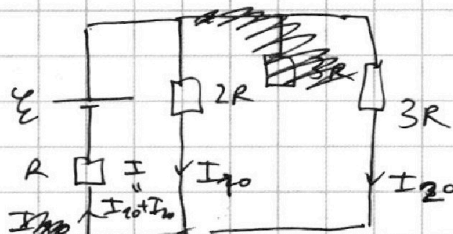


N4

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

$\Rightarrow$  цепь имеет вид:

II пр. Кирх.: (II ПК)



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

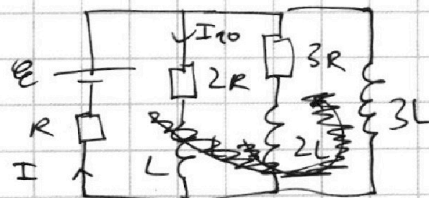
$I = I_{10} + I_{20}$   ~~$\mathcal{E} = 2I_{10}R + I_{10}R + I_{20}R = 3I_{10}R + I_{20}R$~~

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

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

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

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



II ПК:

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

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

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

3) II ПК 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:

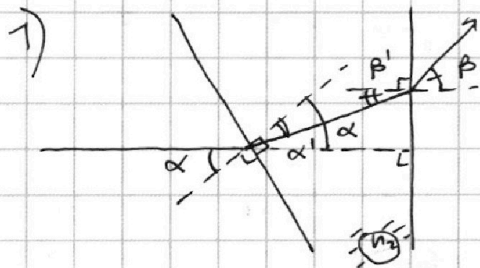
1  2  3  4  5  6  7



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



№5



З-Н Снелл:  $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \alpha'$

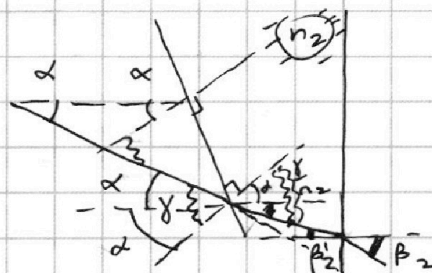
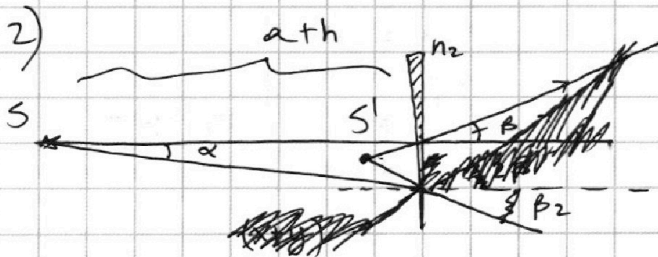
Т.к.  $\alpha, \alpha' \ll 1$ , то  
 $n_1 \alpha = n_2 \alpha' \Rightarrow \alpha' = \frac{\alpha}{n_2} < \alpha$

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

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

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  $\alpha$  к горизонту отклонится на  ~~$2\alpha$~~   $2\alpha$  от горизонта

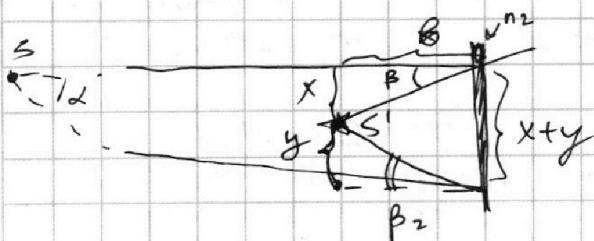
$\gamma = 2\alpha$  (внешн. угол)  
 $\Rightarrow$  (из 11-ти прямых) угол падения луча, идущ. под углом  $\alpha$  к горизонту, на призму равен  $\gamma = 2\alpha$

З-Н Снелл 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  $x + y = (n_2 \alpha) \text{tg} \alpha + (n_2 \alpha) \alpha$

$\beta \text{tg} \beta \approx \beta \beta = x$   
 $\beta \text{tg} \beta_2 \approx \beta \beta_2 = y$

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

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

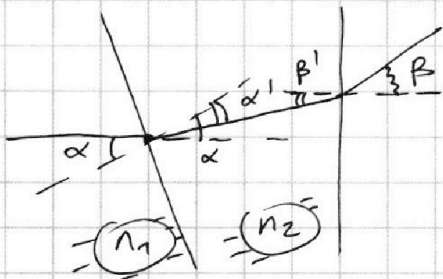
$$\Rightarrow n_1 a = \vartheta$$

Значит расстояние  $n_1 y$   $S$  и  $S'$  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.:

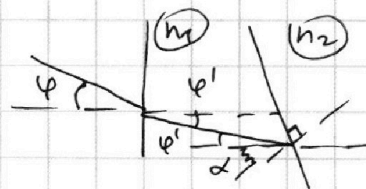
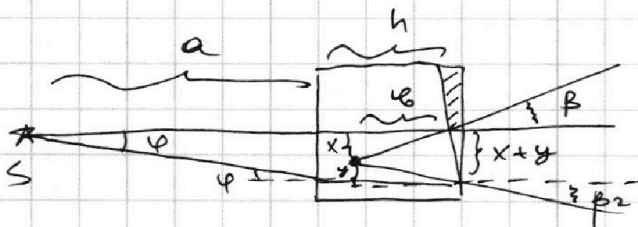
$$n_1 \alpha = n_2 \alpha'$$

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

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  $\varphi$  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  $\beta_2$ , 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

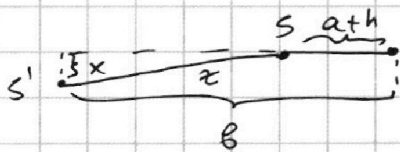
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№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



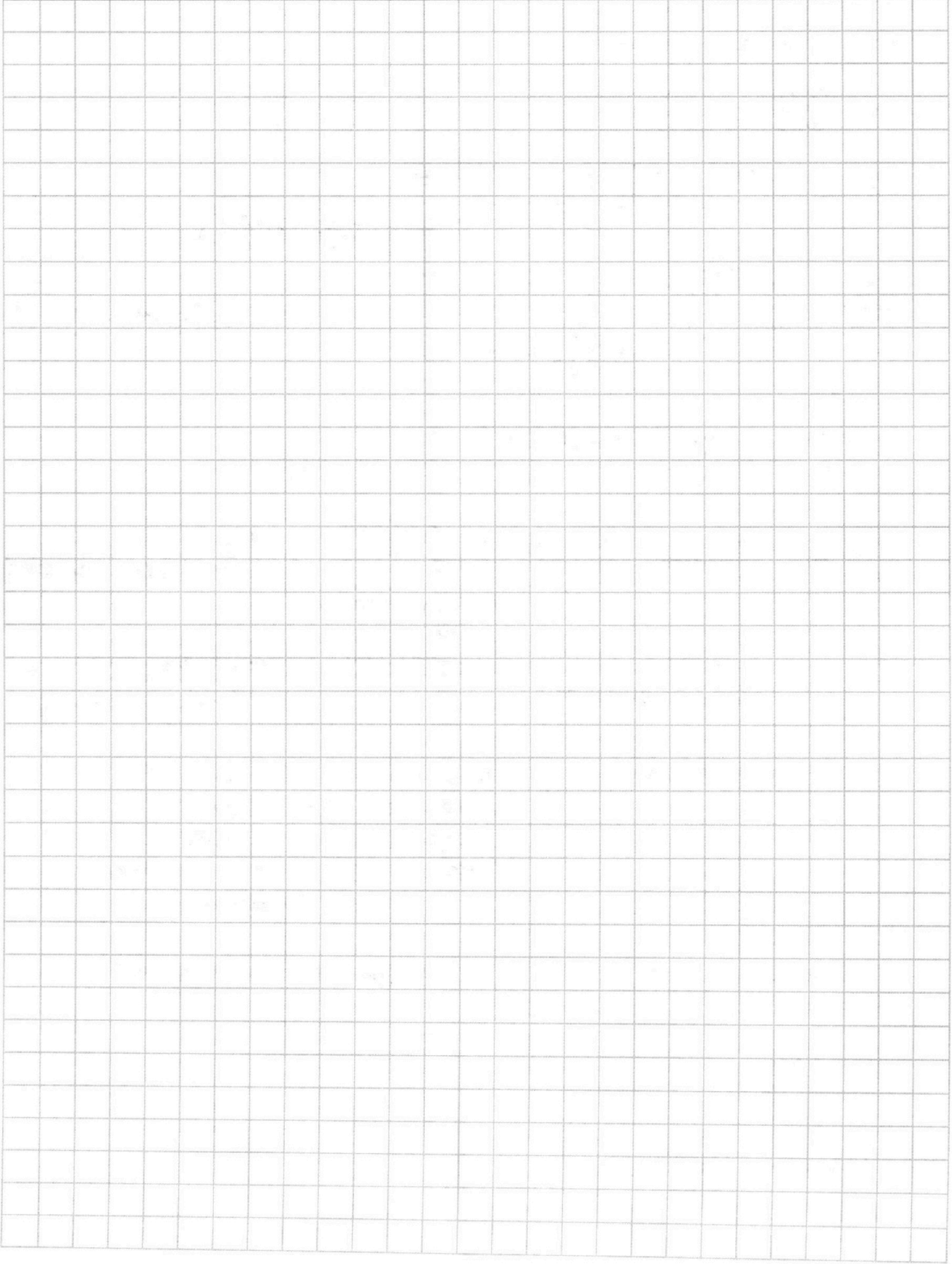
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!





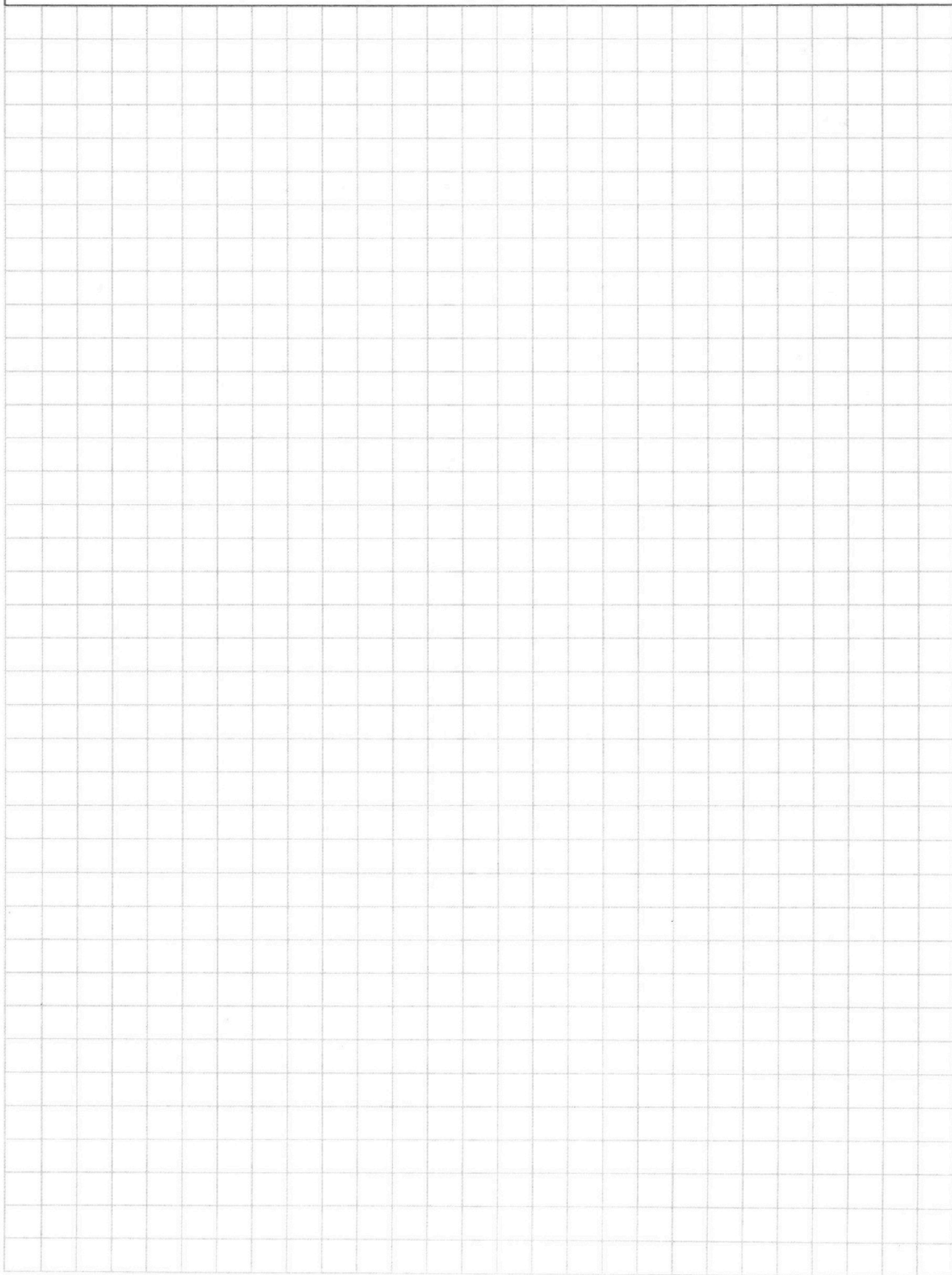
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



КЕРКОВИК  
582.2

$$194 + 97 = 291$$

$$199 + 4 = 203$$

$$\frac{582.2}{100} = 5.822$$

$$97 \quad 100 + 14$$

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

$$n_1 = \alpha' n_2$$

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

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

$$\Delta \varphi = Ed$$

$$\varphi = Ed =$$

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

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

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

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

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

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

$$W = q\varphi$$

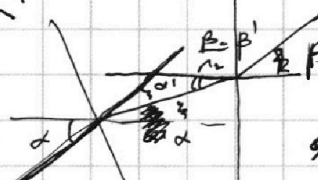
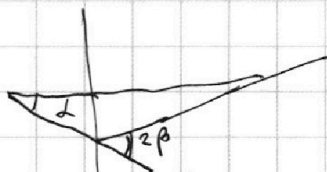
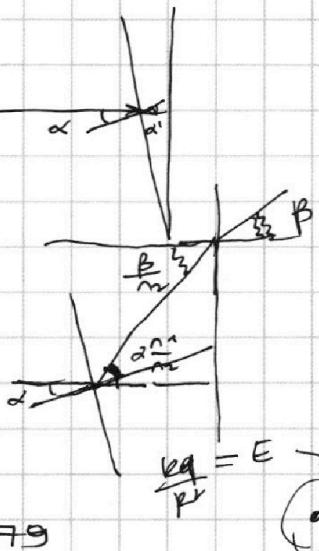
$$\alpha - \frac{\beta}{n}$$

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

$$= \alpha$$

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

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



$$W = mgh = F \cdot s$$

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

$$\frac{2}{1.7} > 1$$

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

$$\varphi_0 = 0$$

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

$$\varphi_2 = \varphi_1 + \varphi_1$$

$$\varphi_3 = \varphi_1 - \varphi_2$$

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

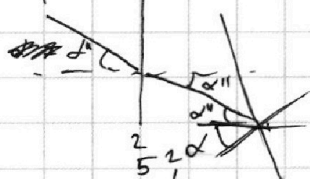
$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 203 \\ \hline 1541 \end{array}$$

$$2 - 1.7 = 0.3$$

$$582 - 203 = 379$$

$$380 - 1 = 379$$

$$\begin{array}{r} 379 \\ \times 11.64 \\ \hline 1164 \\ 16984 \\ 24656 \\ \hline 4354896 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 252\alpha \\ 76 \\ 78 \end{array}$$

$$\times 379$$

$$\begin{array}{r} 13411 \\ 2653 \end{array}$$

$$1137 =$$

$$143641$$

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!



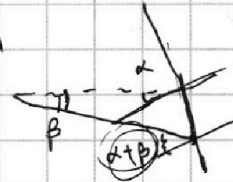
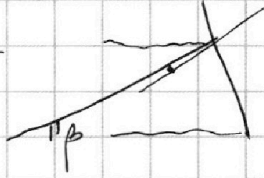
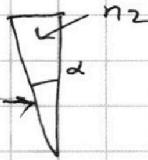
~~Стереоскоп~~

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

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

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

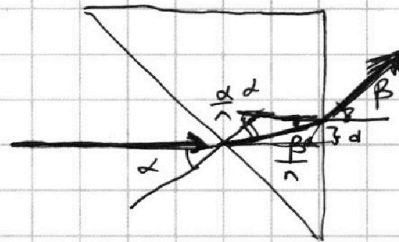
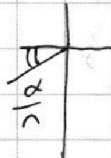
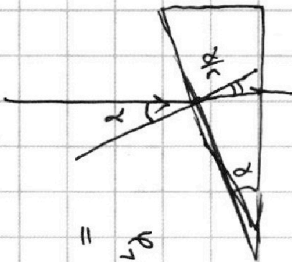
S



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

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

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



$$E_B x - E_A d = 0$$

$$E_B x = E_A d = u$$

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

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

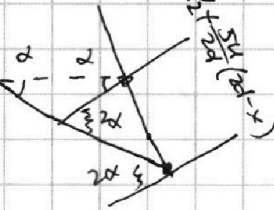
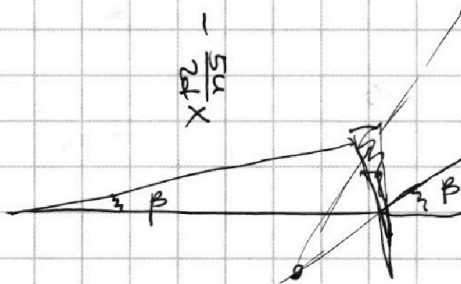
$$\frac{\beta}{\alpha} + \frac{\alpha}{c} = \alpha$$

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

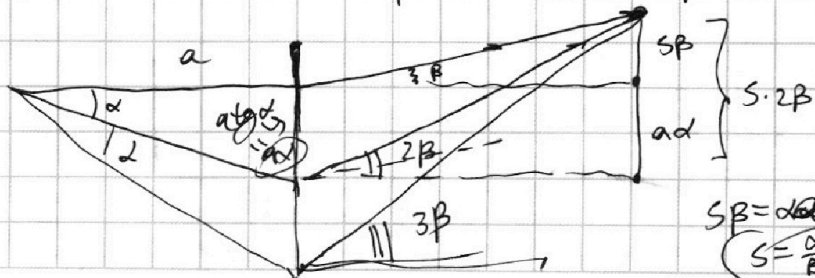
$$= \frac{n-1}{c}$$

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

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



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



$$S_B = \alpha a$$

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

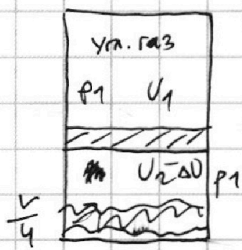
**МФТИ**

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

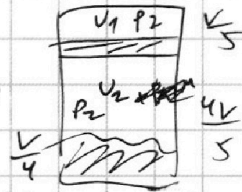


$CO_2 \rightarrow$  многоат

Черновик



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



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

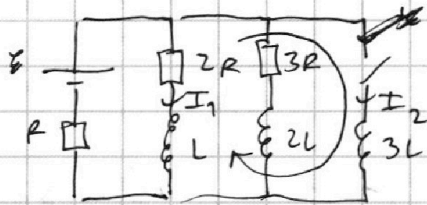
$\Delta V = k p V$

$p_1 R T_0 = p_1 V_1$

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

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

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



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

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

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

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

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

$3L \frac{dI_2}{dt} = 2I_1 R + L \frac{dI_1}{dt}$

$3L dI_2 = 2I_1 dt R + L dI_1$

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

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

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

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

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

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**

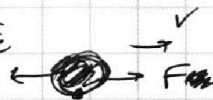
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



РЕШЕНИЕ

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

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

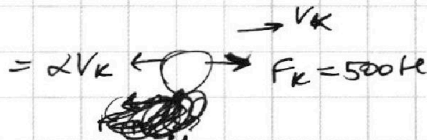


$$850 \cdot 20$$

$$85 \cdot 2$$

$$16 \cdot 170 \cdot 00$$

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

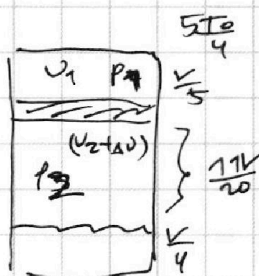
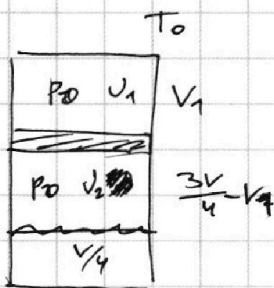


$$P = ma \Delta V = FV$$

$$\frac{1800}{4} =$$

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

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



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

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

$$\frac{1800}{16} - \frac{20}{20} = 450$$

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

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

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

$$\frac{5 U_1 R T_0}{4} = P_1 \frac{V}{5} \quad \frac{5 (U_2 + \Delta U) R T_0}{4} = (P_1 - P_{ATM}) \frac{11V}{20}$$

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

$$U_2 R T_0 = \frac{3V P_0}{4} - \frac{4V P_1}{25}$$

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

$$(U_2 + \Delta U) R T_0 = \frac{4}{5} \cdot \frac{11V}{20} (P_1 - P_{ATM})$$

$$\frac{3V P_0}{4} - \frac{4V P_1}{25} + R T_0 \cdot \kappa P_1 \frac{V}{4} = \frac{11}{25} V P_1 - \frac{11}{25} V P_{ATM}$$