

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

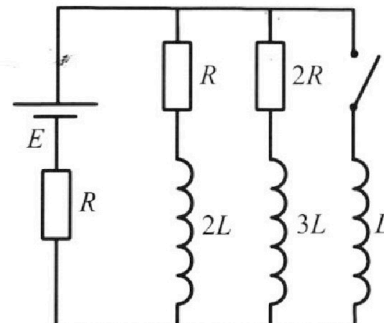
Вариант 11-02

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  $I_{20}$  через резистор с сопротивлением  $2R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $2R$  при замкнутом ключе?

Ответы давать с ч ислowymi 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  $a = 200$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол  $\alpha = 0,05$  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.

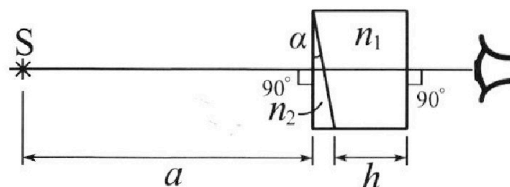


рис.). Угол  $\alpha = 0,05$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая  $n_1 = 1,8$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



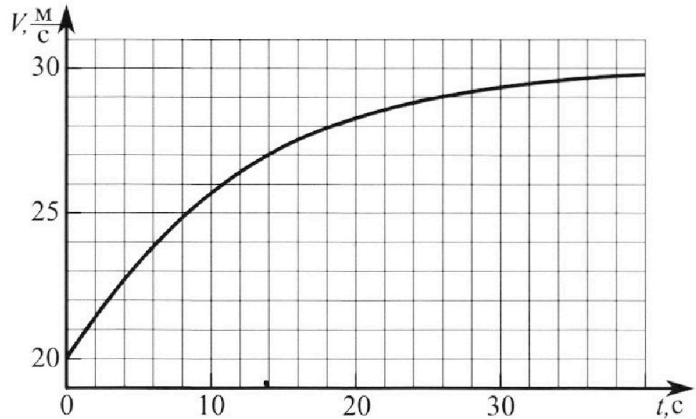
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-02



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

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом)  $m = 300$  кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна  $F_k = 405$  Н.



1) Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости  $V_1 = 27$  м/с.

2) Найти силу сопротивления движению  $F_1$  при скорости  $V_1$ .

3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению при скорости  $V_1$ ?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

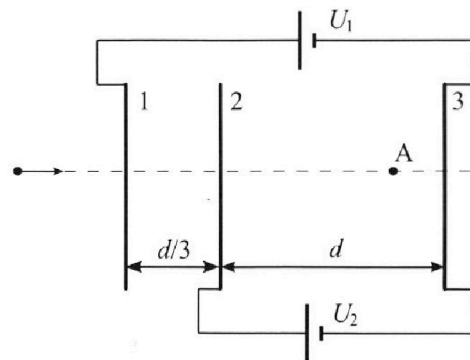
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $V/4$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 4T_0/3 = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/6$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  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  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  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.

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

2) Определите конечное давление в сосуде  $P$ . 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  $d/3$  (см. рис.). Размеры сеток значительно больше  $d$ . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением  $U_1 = 2U$  и  $U_2 = U$ . 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 2 и 3.

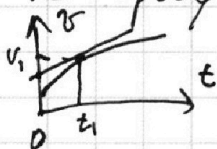
2) Найти разность  $K_3 - K_2$ , где  $K_2$  и  $K_3$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.

3) Найти скорость частицы в точке A на расстоянии  $2d/3$  от сетки 2.

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!

1)  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  — угловой коэф касательной к графику  $v(t)$ . (Приводим линейку к графику.) по 2-м. точкам найдём уг. коэф.  $(t; v): (0, 23); (14, 27)$



$$a_1 = \frac{27 - 23}{14 - 0} = \frac{4}{14} = \frac{2}{7} \left( \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right)$$

2) можно выразить мощность:  $N = F \cdot v$

где  $F$  — сила тяги,  $v$  — скор. движ.

т.к. в конце  $a = 0 \Rightarrow$  по 2-ой з-ну Ньютона

$$F_k = F_{TK} \text{ — кон. сила тяги } v_k \approx 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\text{значит } N = F_k \cdot v_k = 405 \cdot 30 \text{ (Вт)}$$

Когда скорость  $v_1$  есть ускорение  $a_1$   
по 3-й Ньютона:  $F_1 - F_1 = m a_1$

$$N = F_{T1} \cdot v_1 = F_k \cdot v_1 + (m a_1 - F_1) v_1$$

$$F_1 = \frac{-N}{v_1} + m a_1; \quad F_1 = \frac{405 \cdot 30}{27} + 300 \cdot \frac{2}{7} =$$

$$= \frac{3 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 35}{27} + \frac{600}{7} = 350 + \frac{600}{7} = \frac{49 \cdot 50 + 600}{7} = \frac{2450 + 600}{7}$$

$$F_1 = \frac{3050}{7} \text{ Н.}$$

3)  $N_1 = F_1 v_1$  — мощность идущая на преодоление сил сопр.

$$\alpha = \frac{N_1}{N} = \frac{F_1 v_1}{F_{T1} v_1} = \frac{F_1}{-m a + F_1} = \frac{3050}{7 \cdot (-300 \cdot \frac{2}{7} + \frac{3050}{7})} = \frac{3050}{2450} = \frac{61}{49}$$

Ответ:  $a_1 = \frac{2}{7} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; F_1 = \frac{3050}{7} \text{ Н}; \alpha = \frac{61}{49}$ .

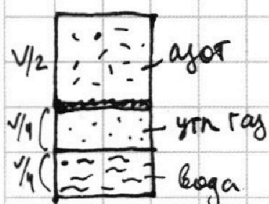
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



1) Т.к. при  $T_0$  преобладаем габн. вод. паров  $p_{H_2O}$  - пар. габн.;  $\nu_{H_2O}$  - кол-во азота;  $\nu_{CO_2}$  - кол-во угл. газа;  $\nu_{CO_2}$  - кол-во угл. газа

$$\nu_{H_2O} R T_0 = p_{H_2O} \cdot \frac{V}{2} \quad (1)$$

$$\nu_{CO_2}^* R T_0 = p_{H_2O} \cdot \frac{V}{4} \quad (2)$$

где  $\nu_{CO_2}$  - кол-во угл. газа;  $\nu_{CO_2}^*$  - растворен. угл. газ.

$$\Delta \nu = k p_{H_2O} V \frac{1}{4}$$

$$\frac{\nu_{H_2O}}{\nu_{CO_2}^*} = 2 \quad \text{— отн. газодф. велич-ств в верх. и ниж. частях сосуда.}$$

2)  $T = 373 \text{ K} \Rightarrow$  габн. пар. вода  $p_{\text{атм}}$ .

Давн. соед. угл. газом после выпар. (угл. газ соед.)

$$p_{CO_2} \left( \frac{V}{4} + \left( \frac{V}{2} - \frac{V}{6} \right) \right) = (\nu_{CO_2}^* + \Delta \nu) R T_0 \frac{4}{3} \rightarrow \frac{7}{12} p_{CO_2} V = (\nu_{CO_2}^* + \Delta \nu) R T_0 \frac{4}{3} \quad (3)$$

где азота угл. газ соед.:  $\frac{1}{6} p V = \nu_{H_2O} \cdot R \frac{4}{3} T_0 \quad | : (1)$

$$\Rightarrow \frac{p \cdot \frac{1}{6} V}{p_{H_2O} \cdot \frac{V}{2}} = \frac{4}{3} \quad \frac{p}{p_{H_2O}} = 4 \quad \boxed{p = 4 p_{H_2O}} \quad (*)$$

3)  $p = p_{\text{атм}} + p_{CO_2}$  — (сумма парциальных давлений)

$$\frac{(3)}{(2)} \cdot \frac{p_{CO_2} \cdot \frac{7}{12} V}{p_{H_2O} \cdot \frac{V}{4}} = \frac{(\nu_{CO_2}^* + \Delta \nu) \frac{4}{3} R T_0}{\nu_{CO_2}^* R T_0} \rightarrow p_{CO_2} = \frac{4}{3} \left( 1 + \frac{\Delta \nu}{\nu_{CO_2}^*} \right) p_{H_2O}$$

$$(2) : \nu_{CO_2}^* = \frac{p_{H_2O} V}{4 R T_0} \quad \Delta \nu = k p_{H_2O} \cdot \frac{V}{4}$$

$$p_{CO_2} = p_{H_2O} \cdot \frac{4}{3} \left( 1 + \frac{k p_{H_2O} \frac{V}{4}}{\frac{p_{H_2O} V}{4 R T_0}} \right) = p_{H_2O} \frac{4}{3} (1 + k R T_0) \quad (**)$$

$$4) \quad p_{\text{атм}} = p_{\text{атм}} + p_{H_2O} \frac{4}{3} (1 + k R T_0)$$

$$\left( 4 - \frac{4}{3} - \frac{4}{3} k R T_0 \right) p_{H_2O} = p_{\text{атм}} \rightarrow p_{H_2O} = \frac{p_{\text{атм}}}{8 - 4 k R T_0}$$

$$(*) \quad p = 4 \cdot 3 \cdot p_{\text{атм}} \frac{1}{8 - 4 k R T_0} = 12 p_{\text{атм}} \frac{1}{8 - 4 \cdot \frac{33 \cdot 10^3}{4} \cdot 0,6 \cdot 10^{-3}}$$

$$p_{\text{атм}} = p_{\text{атм}} \frac{120}{10 - 54} = p_{\text{атм}} \frac{60}{13}$$

Ответ!  $\frac{\nu_{H_2O}}{\nu_{CO_2}^*} = 2$ ;  $p = p_{\text{атм}} \cdot \frac{60}{13}$

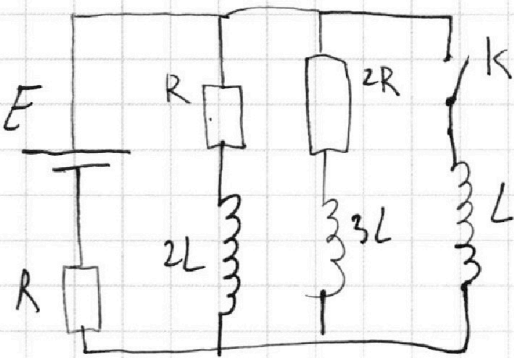
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



1) В уст. режиме (разомкн.) считаем катушку как идеальный проводник тогда схема будет видо  $\textcircled{D}$

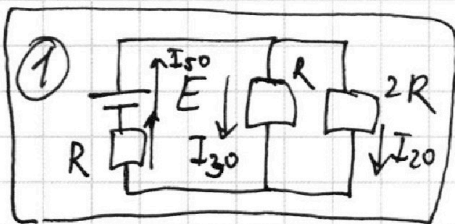
$$I_{50} = I_{20} + I_{30} \quad \text{заряд не накаплив.}$$

$$E = I_{20} R \cdot 2 + I_{50} \cdot R \quad \text{2 пр. Кирхгофа}$$

$$2R \cdot I_{20} = R \cdot I_{30} \quad \text{параллельное соединение}$$

$$E = I_{20} \cdot 2R + R \left( I_{20} + \frac{2R I_{20}}{R} \right)$$

$$I_{20} = E \cdot \frac{1}{2R + R + 2R} = \frac{E}{5R}$$



2) Сразу после замык. ключа через катушку тока нет  $\Rightarrow$  ток в цепи не нул.

тогда напряс. на катушке  $E_{L0} = 2R \cdot \frac{E}{5R}$

$E_{L0} = \frac{2}{5} E$  - сразу после замык. ключа

В катушке возникает ЭДС индукции:

$$-L \frac{\Delta I}{\Delta t} = \mathcal{E}_i \quad \text{Тока нет} \Rightarrow E_{L0} + \mathcal{E}_i = 0$$

$\frac{\Delta I}{\Delta t}$  - скорость возр. тока

тогда

$$\frac{2}{5} E = L \frac{\Delta I}{\Delta t} \rightarrow \boxed{\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{2E}{5L}}$$

$\star$

Ответ:  $\frac{E}{5R}$  ;  $2 \frac{2E}{5L}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

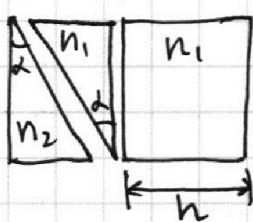
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

Призма (внеш. среда  $n_0 = 1$ ) отклонит луч на угол  $\delta = \alpha(n_2 - 1)$   
 $n_2$  - пок. преломл. призма.

Добавим между призмами небольшие прослойки воздуха (большую призму разделим на мал. призму и плоско паралл. пластинку). см. рас.



Отклонение, кот. даёт призма

$$\delta_1 + \delta_2 \approx \alpha(n_1 - 1) + \alpha(n_2 - 1)$$

(внеш)

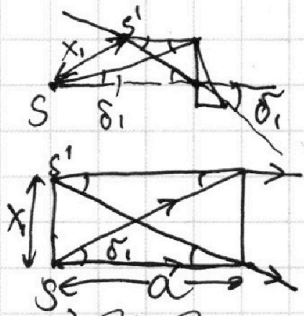
пластинка:  $d$  (не даёт искр. угла наклона луча)

Снос луча от плоско паралл. (не даёт искр. угла)

П.п.п. не даёт откл. луча.

1) Откл  $\delta_{\text{внеш}}$ :  $\delta_1 + \delta_2 = 0,05(1 - 1) + 0,05(1,6 - 1) = 0,05 \cdot 0,6 = \underline{0,03}$  (рад.)

2) Когда  $n_1 = n_0 = 1$  отклонение даёт только 1ая призма ( $n_2$ ). Угол минимален (лучи после входа в призму расходятся).



$x_1$  - расстояние между  $S$  и  $S'$  (выбр)

$$x_1 = a \cdot \frac{1}{\cos \delta_1} \cdot \tan \delta_1 \quad (\tan \delta_1 \approx \delta_1, \text{ т.к. угол мал})$$

$$x_1 = 200 \cdot 0,03 = 6 \text{ (см)}$$

(лучи образуют прямоугольник.)

3) Когда  $n_2 \in \mathbb{R}$ . (Один луч луч пустьим горизонтально, второй с отклон. на  $\delta_1$  вверх  $\rightarrow$  после призма стал горизонтальным). Пересек. продолж. лучей - выбор.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

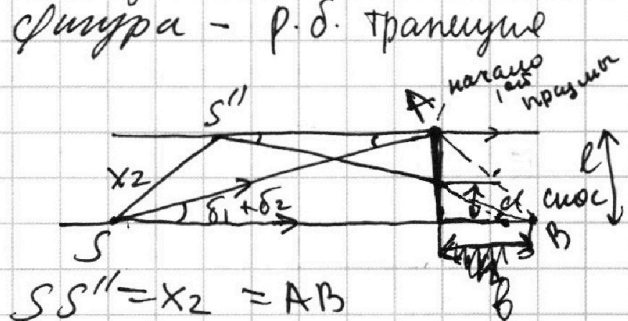
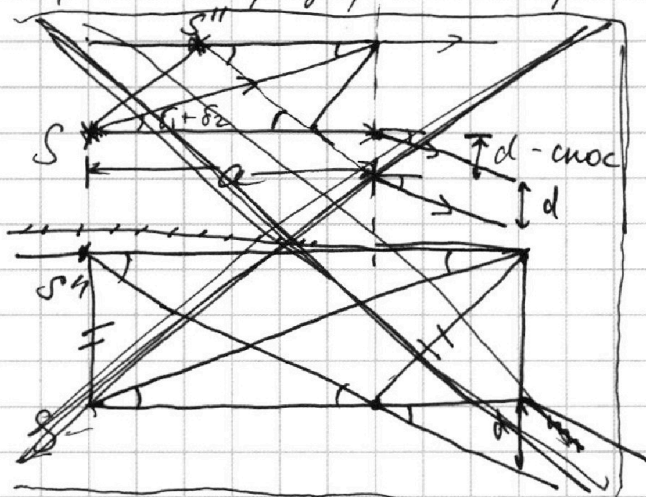
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

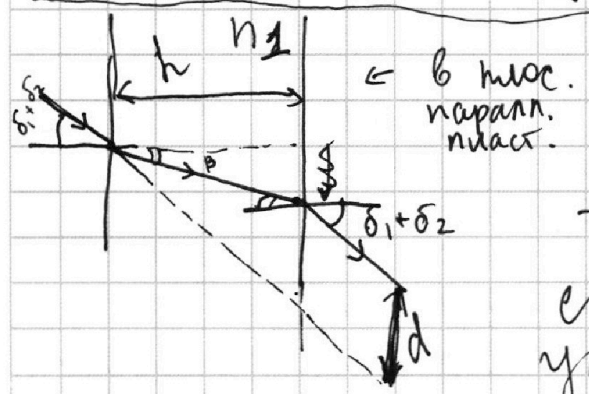
МФТИ

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

3) Рассмотрим, как и во 2-ой задаче,  
2 луча. Один - горизонтальный, второй -  
под углом  $(\delta_1 + \delta_2)$  к горизонту вверху.  
Первый после прохождения будет под углом  
 $\delta_1 + \delta_2$  к гориз., а второй - сверху.



Фигура - р.б. трапеция  
 $SS'' = x_2 = AB$   
 $l = a \cdot \operatorname{tg}(\delta_1 + \delta_2)$   
 $x_2 = a \quad b = d \cdot \operatorname{tg}(\delta_1 + \delta_2)$



$d = h \cdot \operatorname{tg}(\delta_1 + \delta_2) - h \operatorname{tg} \beta =$   
 $= h (\operatorname{tg}(\delta_1 + \delta_2) - \operatorname{tg} \beta)$

счит.  $\delta_1 + \delta_2$  и  $\beta$  - макс.  
углами + г-н. Числа

$(\delta_1 + \delta_2) \cdot 1 = \beta \cdot n_1$

$d = h (\delta_1 + \delta_2) \left(1 - \frac{1}{n_1}\right)$

$S''S = \sqrt{a^2 (\delta_1 + \delta_2)^2 + \left(d \frac{1}{1 - \frac{1}{n_1}}\right)^2} =$   
 $= a \sqrt{a^2 (\delta_1 + \delta_2)^2 + h^2 \left(1 - \frac{1}{n_1}\right)^2}$

$S''S = \sqrt{200^2 (0,03 + 0,04)^2 + 9^2 \left(1 - \frac{1}{1,6}\right)^2} = \sqrt{14^2 + \left(\frac{2,7}{8}\right)^2}$

Ответ: 0,03 рад; 6 см;  $\sqrt{14^2 + \left(\frac{2,7}{8}\right)^2}$



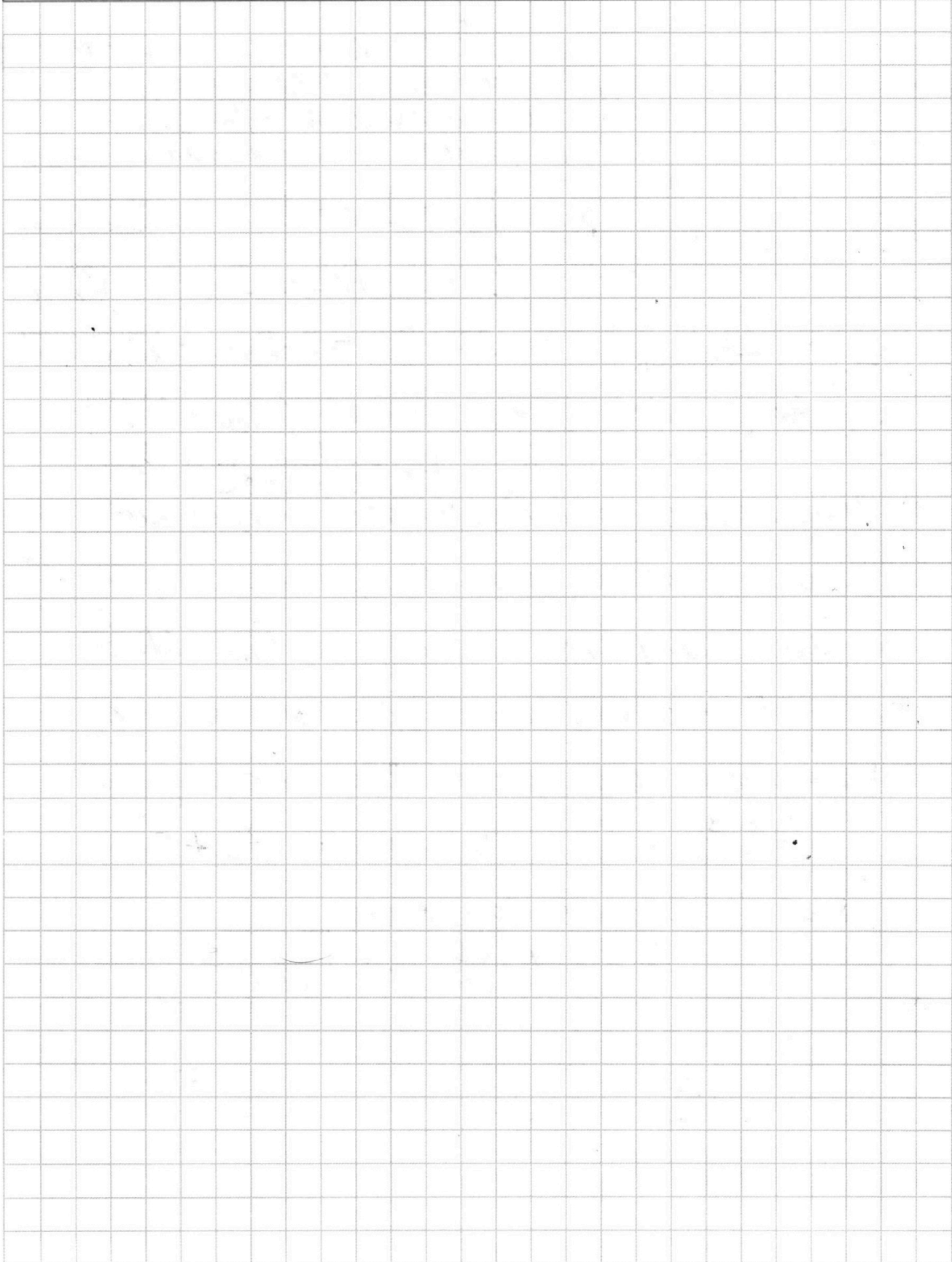
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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:

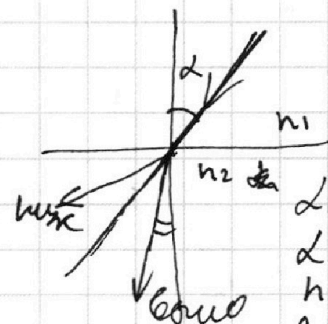
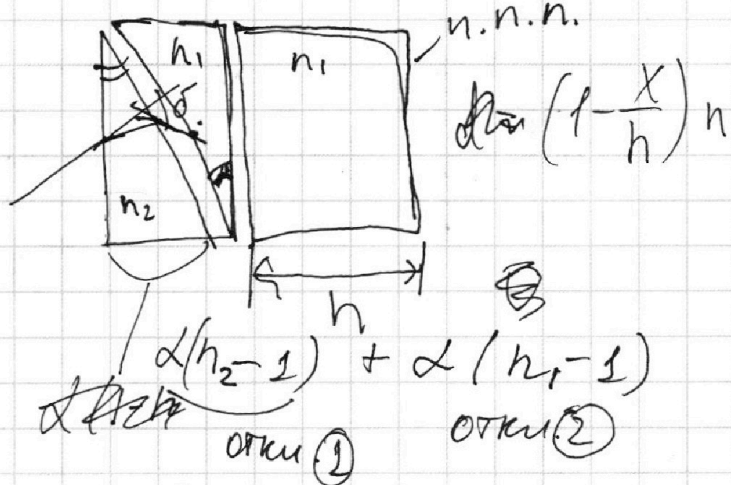
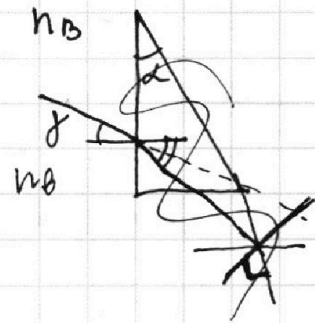
- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

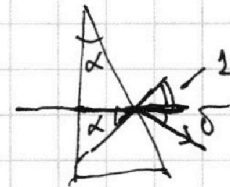
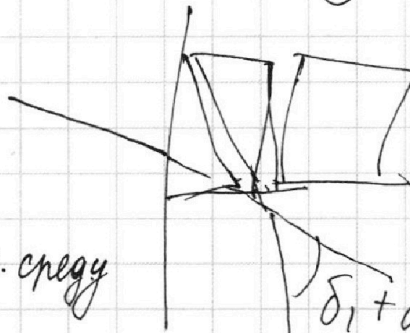
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Черновик



$\alpha n_1 = \beta n_2$   
 $\alpha > \beta$   
 $n_1 < n_2$   
 в 2-ой н.л. среда  
 в 1-ой н.л. среда  
 $y \rightarrow$  н.л. среда

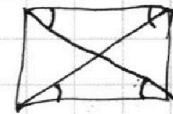
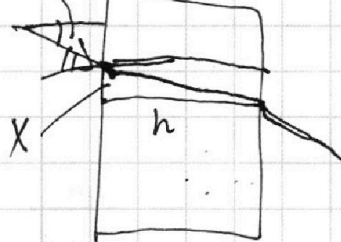
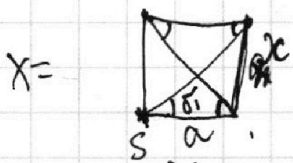
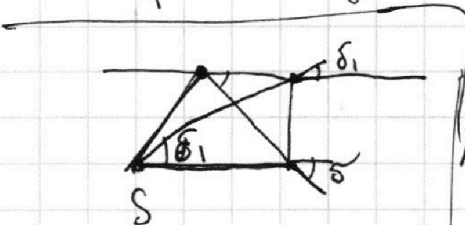


$\alpha n_2 = 1 \cdot \sin \beta$

$\beta - \alpha = \delta$

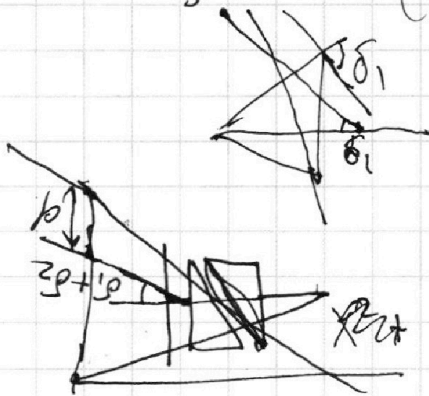
$\beta = \alpha n_2 - \delta$

$\delta = \alpha(n_2 - 1)$



$(\alpha + \delta_1 + \delta_2) n_0$

$\sin \alpha \cdot n_1 = \sin \beta \cdot n_2$



$\frac{\sin \beta}{1 - \sin^2 \beta} = \frac{\sin \alpha}{1 - \sin^2 \alpha}$

$h \cdot \tan \beta = x$

$x = t$

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

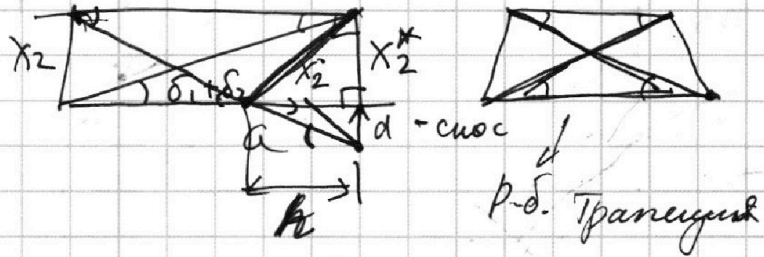
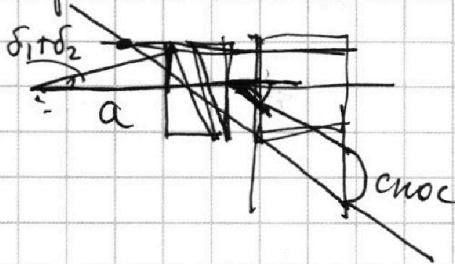
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 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!

Чертежи



$$0,7 \cdot 200$$

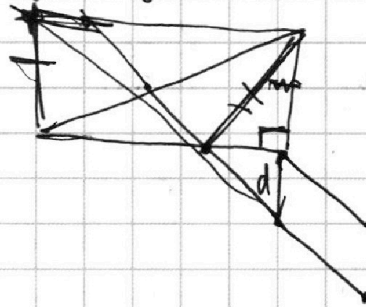
$$(14)^2$$

$$\frac{27}{8} z \text{ (3)}$$

$$\frac{196 + 9}{2}$$

$$x_2^* = a \operatorname{tg}(\delta_1 + \delta_2)$$

$$\sqrt{a^2 + x_2^{*2}}$$



$$\frac{1}{4}$$

$$\frac{0,6}{1,6} = \frac{0,3}{0,8}$$

$$\left(\frac{3}{8} \cdot 9\right)^2$$

$$\frac{27}{8}$$

$$0,2 R_2 \text{ (1) R}$$

$$0,05 z \text{ (1) } \theta_0$$

$$0,8 \cdot 0,05$$

$$\frac{u_1}{u_2} = 0$$

$$\frac{0,6}{1,6} = 0,4$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

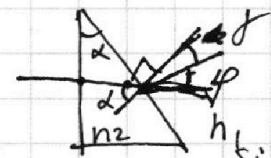
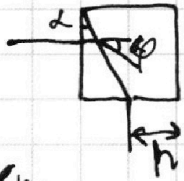
**МФТИ**

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



Черновик.

$$\varphi = \alpha(n-1)$$



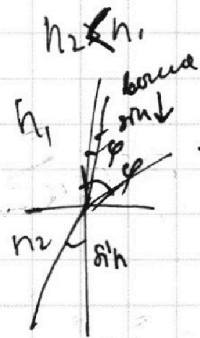
$$n_1 \sin \gamma = n_2 \sin \alpha$$

$$\gamma = \frac{n_2}{n_1} \sin \alpha$$

$$\delta = \varphi = \alpha - \gamma$$

$$\varphi = \alpha \left( 1 - \frac{n_2}{n_1} \right)$$

to gab. or  
other - bny m  
beper)



$$\sin \varphi \cdot n_1 = 1 \cdot \sin \delta$$

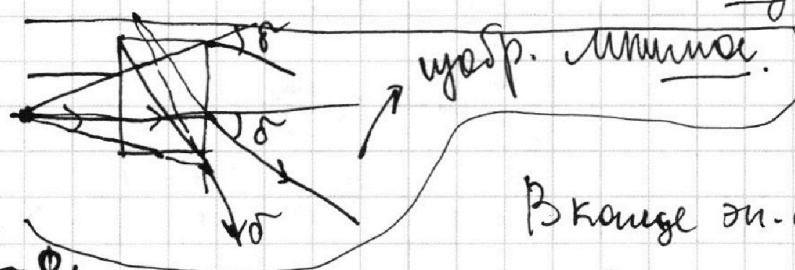
$$\alpha \left( 1 - \frac{n_2}{n_1} \right) n_1 = \delta$$

$$\alpha \left( \frac{n_1 - n_2}{n_1} \right) = \delta$$

$$\delta \approx 0,6 \cdot \alpha \text{ брыз}$$

угол

✓



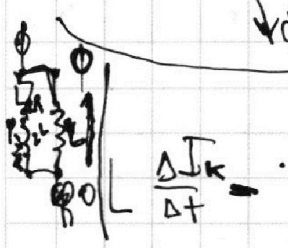
$$I_{20} \rightarrow 0$$

В конце эк. сист.

$$L \frac{I^2}{2} + A_{\text{loss}} - Q = 0$$

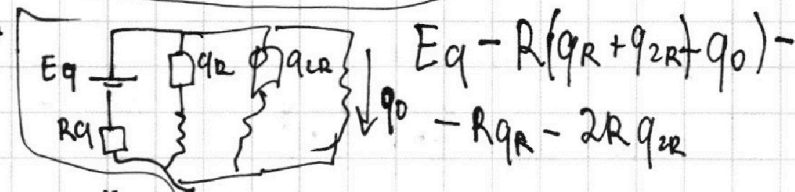
$$EI - EI$$

$$\frac{2L \cdot I_{30}^2}{2} + 3L \frac{I_{20}^2}{2}$$



$$\varphi - 2RI^* = 2L \cdot \frac{\Delta I^*}{\Delta t}$$

$$\varphi = L \frac{\Delta I_k}{\Delta t}$$



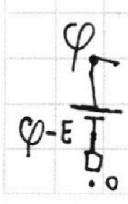
$$E_q - R(q_R + q_{2R} + q_0) - R q_R - 2R q_{2R}$$

$$L \dot{I}_k + 2LI^* - 2RI^* =$$

$$I_k = \frac{\varphi - EI}{R} \rightarrow I_k R = -E + L \dot{I}_k$$

$$\dot{I}_k + \frac{R}{L} I_k = \frac{E}{L}$$

$$I_k = I \cos \left( \frac{R}{L} t \right)$$



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!

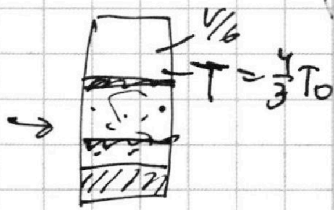
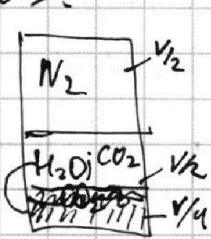
$$N = 405 \cdot 25 \rightarrow 405 \cdot 30 = N = 22 \cdot F_g$$

$$\alpha = \frac{F_1 \cdot 25}{F_g \cdot 25} = \frac{F_1}{F_g}$$

$$F_g - F_c = ma$$

кас. к. Грав.

N2.



$$\Delta U = k p W$$

конст.  $\rightarrow$   $\Delta U = k p W$   $\rightarrow$   $\Delta U = k p W$   $\rightarrow$   $\Delta U = k p W$

кас. к.  $\rightarrow$   $\Delta U = k p W$   $\rightarrow$   $\Delta U = k p W$

кас. к.  $\rightarrow$   $\Delta U = k p W$   $\rightarrow$   $\Delta U = k p W$

$$1) \nu_{N_2} R T_0 = p \cdot \frac{V}{2}$$

$$\nu_{CO_2}^* R T_0 = p \cdot \frac{V}{4}$$

$$\frac{\nu_{N_2}}{\nu_{CO_2}^*} = \frac{2}{1}$$

До нагр.

после нагр считаем, что  $p$  начальное  $p_{atm}$

$$2) \nu_{N_2} R \frac{4}{3} T_0 = p_k \cdot \frac{V}{2}$$

$$(\nu_{CO_2} + \nu_{дога}) R \frac{4}{3} T = p_k \cdot \frac{V}{2}$$

$$T = 100^\circ C \rightarrow p_{и.н.} = p_{atm}$$

$$(p_{atm} + p_{CO_2}) \cdot \frac{V}{6} = p_k \cdot \frac{V}{2}$$

$$\nu_{N_2} R T_0 \cdot \frac{4}{3} = (p_{atm} + p_{CO_2}) \cdot \frac{V}{6}$$

$$\frac{V}{6} (p_{atm} + p_{CO_2}) = \frac{4}{3} \nu_{N_2} R T_0$$

$$= \nu_{N_2} R T_0 \cdot \frac{4}{3}$$

$$p_{atm} + p_{CO_2} = p \cdot \frac{4}{3} \cdot 6$$

$$p_k = p_{atm} + p_{CO_2} = 4p$$

$$p_{CO_2} = \frac{4}{3} p + \frac{k p W}{\nu_{CO_2}^* p}$$

$$p_{CO_2} = \frac{4}{3} p + \frac{k p W}{\nu_{CO_2}^* p}$$

$$p_{CO_2} = \frac{4}{3} p + \frac{k p W}{\nu_{CO_2}^* p}$$