



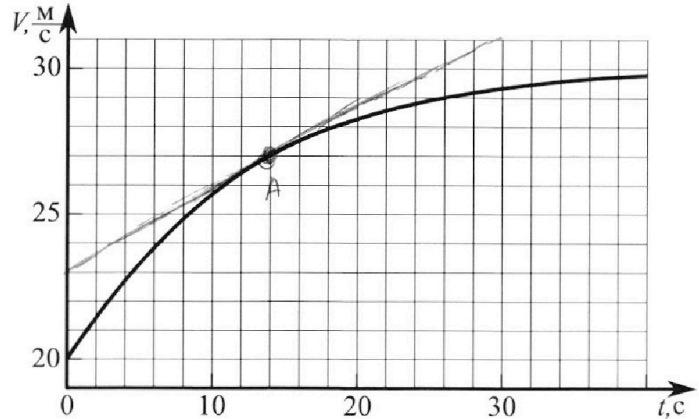
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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%.

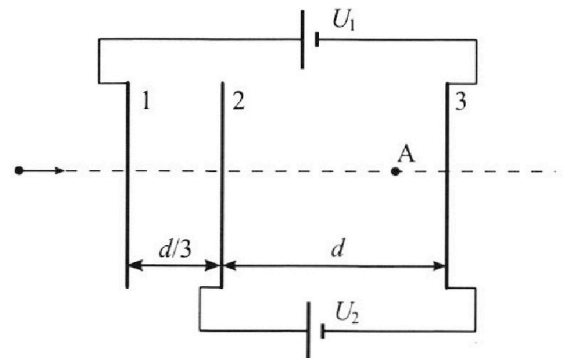
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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  $v$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpv$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  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.

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-02

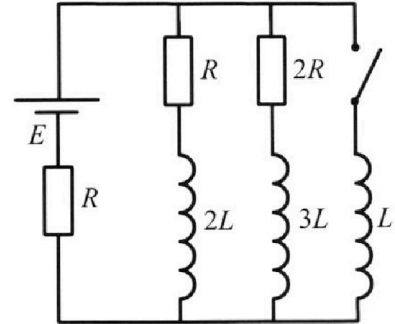
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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?

Отв еты 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  $a = 200$  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.

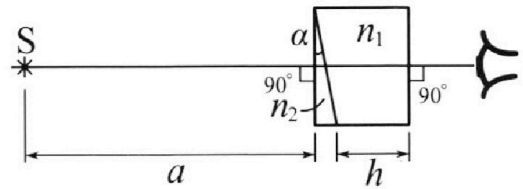


рис.). Угол  $\alpha = 0,05$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 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.

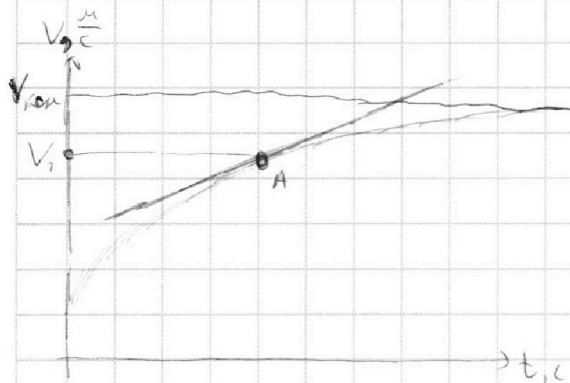
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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 1

$$V_1 = 27 \frac{m}{c} \quad F_k = 405 H$$

$$m = 300 кг$$

$F_{gb}$  — сила, <sup>под действием</sup> которой колесо движется

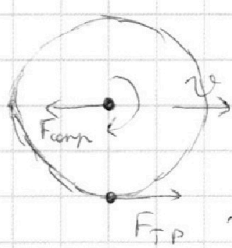
$V_{кон} \approx 29,8 \frac{m}{c}$  из графика

1) Проведем в т. А касательную для определения ускорения

$$\Delta t = 30 c \quad \Delta V = 8 \frac{m}{c}$$

$$a_A = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{4}{15} \frac{m}{c^2}$$

$$2) m a_A = F_{gb} - F_{сопр}$$



$N = const$

$\Delta X$  — изменение за  $\Delta t$

$$N \Delta t - F_{сопр} \Delta X = F_{gb} \Delta X$$

$$F_{тр} N = F_{сопр} \Delta = F_{gb} \Delta$$

$$N \Delta t - F_{сопр} \Delta X = F_{gb} \Delta X$$

$$N - F_{сопр} v = F_{gb} v$$

В  $t = 35 c$  график — почти прямая,  $F_{gb} = 0$

$$N = F_{сопр} V_{кон} = F_k V_{кон}$$

$$F_k V_{кон} - F_{сопр} V_1 = F_{gb} V_1$$

$$m a_A = F_{gb} - F_{сопр}$$

Из этих ур-ний находим  $F_{сопр}$

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!



✓ 1 (продолжение)

$$\left\{ \begin{aligned} F_k \frac{v_{kon}}{v_1} - F_{conp} &= F_{gb} & (1) \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} m a_A &= F_{gb} - F_{conp} & (2) \end{aligned} \right.$$

$$\text{②} \Rightarrow \text{①} \quad (1) - (2)$$

$$F_k \frac{v_{kon}}{v_1} - m a_A = 2 F_{conp}$$

$$F_{conp} = \frac{F_k \frac{v_{kon}}{v_1} - m a_A}{2} = \frac{29,8 \cdot 405}{27} - 300 \cdot \frac{4}{15}$$

$$\approx \frac{15 \cdot 29,8 - 80}{2} \text{ Н} \approx 183,5 \text{ Н}$$

$$3) N_{F_{conp}} = \frac{\Delta X F_{conp}}{\Delta t} = v_1 F_{conp}$$

$$\frac{N_{F_{conp}}}{N} = \frac{v_1 F_{conp}}{F_k v_{kon}} \approx \frac{27 \cdot 183,5}{29,8 \cdot 405}$$

$$\approx 0,4108$$

Ответ: 1)  $a_A \approx \frac{4}{15} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \approx 0,267 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2)  $F_{conp} \approx 183,5 \text{ Н}$  ; 3)  $\frac{N_{F_{conp}}}{N} \approx 0,411$



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

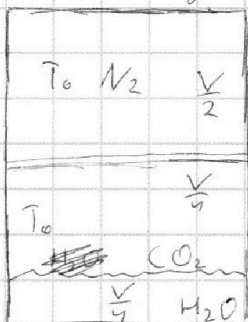
1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

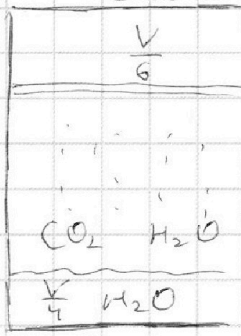
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1-я ситуация



2-я ситуация



$\frac{4T_0}{3}$

$$K = 0,6 \cdot 10^3 \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$$

1)

$$(1) p_{N_2} \frac{V}{2} = \nu_{N_2} R T_0$$

$$T = \frac{4T_0}{3} = 373 \text{ K} \Rightarrow T_0 = \frac{3 \cdot 373}{4} \text{ K}$$

Давлением пара в 1 случае можно пренебречь (температура комнатная)

Давление  $\text{CO}_2$  в верхней части ниже поршня равно  $p_{N_2}$  (не растворённого)

$$(2) p_{N_2} \frac{V}{4} = \nu_{\text{CO}_2 \text{ газ}} R T_0$$

Поделим (1) на (2)

$$2 = \frac{\nu_{N_2}}{\nu_{\text{CO}_2 \text{ газ}}}$$

$$\nu_{\text{CO}_2} = \nu_{\text{CO}_2 \text{ газ}} + \nu_{\text{CO}_2 \text{ раствор}} = K \frac{p_{\text{CO}_2}}{4}$$

2) Давление насыщенного пара при  $T = 373 \text{ K}$   $p_{\text{атм}}$  вель растворённый  $\text{CO}_2$  выделится из воды в газ, объём воды почти не поменяется.

$p_{N_2 \text{ нен}}$  - давление  $N_2$  в новой системе

$$p_{N_2 \text{ нен}} \frac{V}{6} = \nu_{N_2} R T$$

$$p_{\text{CO}_2} \left( V - \frac{V}{6} - \frac{V}{4} \right) = \nu_{\text{CO}_2} R T$$

$$p_{\text{атм}} + p_{\text{CO}_2} = P = p_{N_2 \text{ нен}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

**МОФТИ**

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



*№2 (продолжение)*

$$p_{CO_2} = -p_{atm} + p_{N_2_{new}}$$

$$RT \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\Delta n_{CO_2}}{n_{CO_2}}$$

Найдём  $\Delta n_{CO_2}$

$$RT_0 \approx \frac{3}{4} RT = \frac{9}{10} \cdot 10^3 \frac{\Delta n_{CO_2}}{n_{CO_2}}$$

Из закона Генри

$$\Delta n_{CO_2} = K p_{N_2} \frac{V}{4}$$

$$n_{CO_2_{газ}} + \Delta n_{CO_2} = n_{CO_2}$$

$$(2) \rightarrow p_{N_2} \frac{V}{4} = n_{CO_2} RT_0$$

$$K n_{CO_2} RT_0 = \Delta n_{CO_2}$$

$$\left\{ p_{N_2_{new}} \frac{V}{6} = n_{N_2} RT \right.$$

$$\left. \left( p_{N_2_{new}} - p_{atm} \right) \left( V - \frac{V}{6} - \frac{V}{4} \right) = \left( n_{CO_2} + \Delta n_{CO_2} \right) RT \right.$$

$$\left( p_{N_2_{new}} - p_{atm} \right) \left( \frac{14V}{24} \right) = n_{CO_2} (1 + KRT_0) RT$$

$$\left\{ \left( p_{N_2_{new}} - p_{atm} \right) \frac{14V}{24} = n_{CO_2} (1 + KRT_0) RT \right.$$

$$\left. \left\{ p_{N_2_{new}} \frac{V}{6} = 2 n_{CO_2} RT \right. \right.$$

поделим  $\uparrow$  из первого пункта  $2 = \frac{n_{N_2}}{n_{CO_2}}$

$$\left( 1 - \frac{p_{atm}}{p_{N_2_{new}}} \right) \cdot 3,5 = \frac{1}{2} \frac{(1 + KRT_0) RT}{RT}$$

$$\frac{p_{atm}}{p_{N_2_{new}}} = 1 - \frac{1}{7} (KRT_0 + 1)$$

$$p_{N_2_{new}} = P = \frac{p_{atm}}{1 - \frac{1}{7} (KRT_0 + 1)} = \frac{p_{atm}}{0,78} = 0,78 p_{atm}$$

Ответ: 1)  $\frac{n_{N_2}}{n_{CO_2}} = 2$ ; 2)  $P = \frac{p_{atm}}{0,78}$

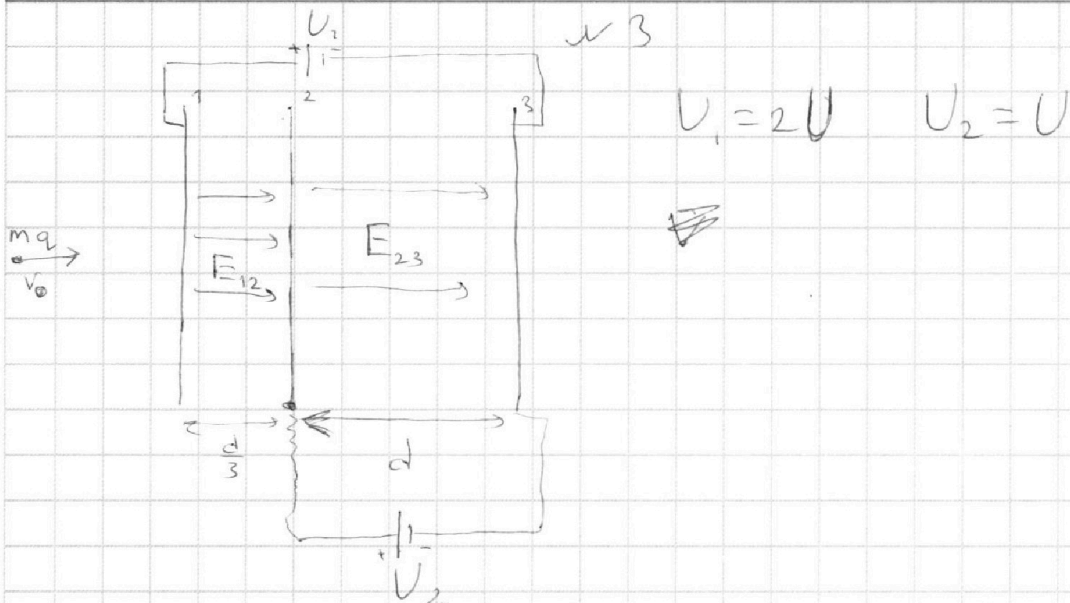
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$1) E_{23} d = U_2 \Rightarrow E_{23} = \frac{U}{d}$$

$$E_{12} \frac{d}{3} + E_{23} d = U_1$$

~~$$E_{23} d = U_1 - E_{12} \frac{d}{3}$$~~

$$E_{12} \frac{d}{3} + U = 2U$$

$$E_{12} = \frac{3U}{d}$$

Между 2 и 3:

$$m a_{23} = E_{23} q \Rightarrow a_{23} = \frac{Uq}{md}$$

2) Определим скорость при переходе через 2-ую сетку  $(V_2)$

Аналогично  $m a_{12} = E_{12} q \Rightarrow a_{12} = \frac{3Uq}{md}$

$$\frac{d}{3} = \frac{V_2^2 - V_0^2}{2 a_{12}} \Rightarrow V_2 = \sqrt{\frac{2 d a_{12}}{3} + V_0^2} = \sqrt{\frac{2 U q}{m} + V_0^2}$$

Через 3-ю сетку  $(V_3)$

$$d = \frac{V_3^2 - V_2^2}{2 a_{23}} \Rightarrow V_3 = \sqrt{2 d a_{23} + V_2^2} = \sqrt{2 \frac{U q}{m} + V_2^2} =$$

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 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!



$$= \sqrt{4 \frac{Uq}{m} + V_0^2} \quad v_3 \text{ (предположение)}$$

$$K_3 - K_2 = \frac{mV_3^2}{2} - \frac{mV_2^2}{2} = \frac{m}{2} \frac{2Uq}{m} = Uq$$

3)  $V_A$  - скорость в м.А

$$\frac{2d}{3} = \frac{V_A^2 - V_2^2}{2a_{23}} \Rightarrow V_A^2 = \frac{4da_{23}}{3} + V_2^2 =$$

$$= \frac{4}{3} \frac{Uq}{m} + \frac{2Uq}{m} + V_0^2$$

$$V_A = \sqrt{\frac{10}{3} \frac{Uq}{m} + V_0^2}$$

$$\text{Ответ: } a_{23} = \frac{Uq}{md} ; K_3 - K_2 = Uq ; V_A = \sqrt{\frac{10}{3} \frac{Uq}{m} + V_0^2}$$



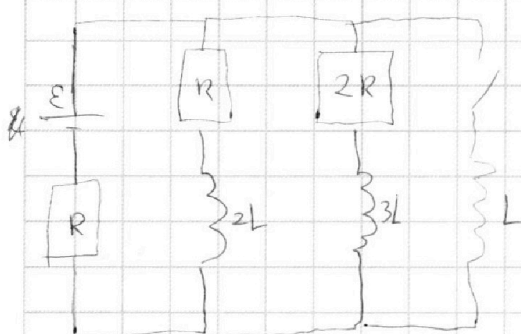
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



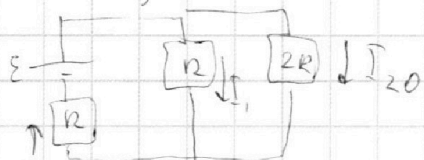
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



ИЧ

$I_L$  - ток через L

1) Ток установился, напряжения на катушках нет, ищем схему



$$\begin{cases} \varepsilon = I_1 R + (I_1 + I_{20}) R \\ \varepsilon = I_{20} 2R + (I_1 + I_{20}) R \end{cases} \cdot 2$$

6)  $2\varepsilon = 6I_{20}R + 2I_1R$   
Вычтем из (2) (1)

$$\varepsilon = 5I_{20}R \Rightarrow I_{20} = \frac{\varepsilon}{5R}$$

2) Сразу после ток не поменялся

$$\varepsilon - LI_L' = (I_{20} + I_1)R$$

$$I_L' = \frac{\varepsilon - (I_{20} + I_1)R}{L}$$

Из (1)  $\varepsilon - \frac{\varepsilon}{5} = 2I_1R \Rightarrow I_1 = \frac{2\varepsilon}{5R}$

$$I_L' = \frac{\varepsilon - \frac{\varepsilon}{5} - \frac{2\varepsilon}{5}}{L} = \frac{2\varepsilon}{5L}$$

3) После замыкания ток ~~не~~ через L растёт, пока

$I_{кор} R \leftarrow \varepsilon$  не достигнет  $I_{кор}$ , на  $2L$  и  $3L$  по иному току нет  
в цепи

$$I_{кор} = \frac{\varepsilon}{R}$$

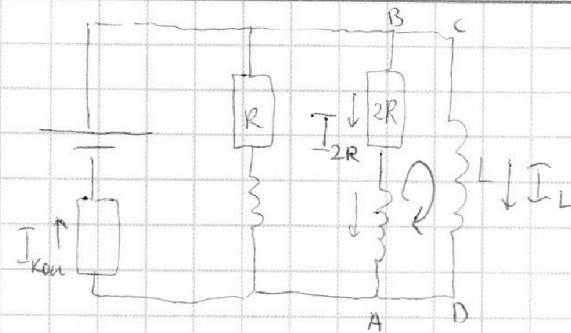
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



и4 (продолжение)

Контур ABCD

$$-I_{2R} 2R - L \frac{dI_{2R}}{dt} + L \frac{dI_{kon}}{dt} - L \frac{dI_L}{dt} = 0$$

$$\frac{2R dq_{2R}}{dt} + \frac{L dI_{2R}}{dt} = \frac{L dI_L}{dt}$$

$$2R \int_0^{q_{2R}} dq_{2R} + L \int_{I_{20}}^{I_{2R}} dI_{2R} = L \int_0^{I_{kon}} dI_L$$

$$2R q_{2R} + L (-I_{20}) = L I_{kon}$$

$C = 0$   
из начальных условий

$$q_{2R} = \frac{L(I_{kon} + I_{20})}{2R} = \frac{L}{2R} \left( \frac{\mathcal{E}}{R} + \frac{\mathcal{E}}{5R} \right) =$$

$$= \frac{6L\mathcal{E}}{10R^2} = \frac{3}{5} \frac{L\mathcal{E}}{R^2}$$

Ответ:  $I_{20} = \frac{\mathcal{E}}{5R}$ ;  $I_L' = \frac{2\mathcal{E}}{5L}$ ;  $q_{2R} = \frac{3}{5} \frac{L\mathcal{E}}{R^2}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

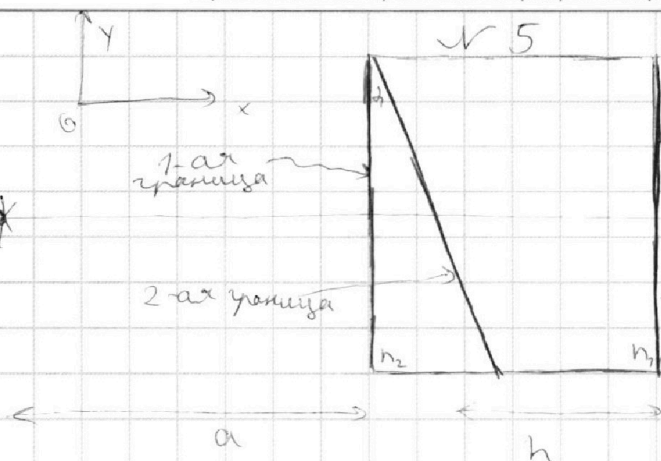
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



$$a = 200 \text{ см}$$

$$h = 9 \text{ см}$$

$$n_2 = 1,6$$

исканное

$\Delta\varphi$  - отклонение в первом пункте

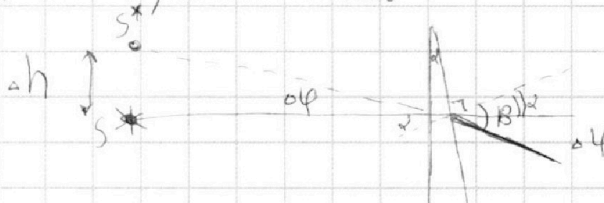
3-я граница

1)  $n_1 = 1 \Rightarrow$  в нем луч не преломляется

$$n_2 \sin \alpha = \sin \beta$$

лучи малые

$$n_2 \alpha = \beta$$



$$\Delta\varphi = \beta - \alpha = (n_2 - 1) \alpha = 0,6 \cdot 0,05 \text{ рад} = 0,03 \text{ рад}$$

2) ~~В~~ Как известно, все лучи преломляются на угол  $\Delta\varphi$  при прохождении через призму.

Перемещение <sup>изображения</sup> по оси Ox можно пренебречь, поскольку  $\alpha$  мал, так же призма тонкая, тогда изображение сместится вверх на расстояние

$$\Delta h = \tan \varphi \cdot a \approx \varphi a = 6 \text{ см}$$

3)  $n_1 = 1,8$

~~Да~~ при прохождении через 1-ую и 2-ую границу изображение смещается вверх аналогично 2-ой пункту, но меняется  $\Delta\varphi$ , найдем  $\Delta\varphi_2$

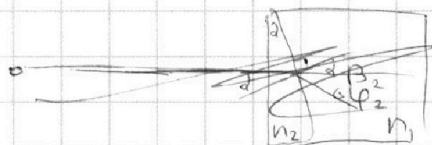
$$n_2 \sin \alpha = n_1 \sin \beta_2$$

$$\Delta\varphi_2 = \beta_2 - \alpha$$

$$n_2 \alpha = n_1 \beta_2$$

$$\Delta\varphi_2 = \beta_2 - \alpha = \left( \frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \alpha$$

~~$\beta_2$~~





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

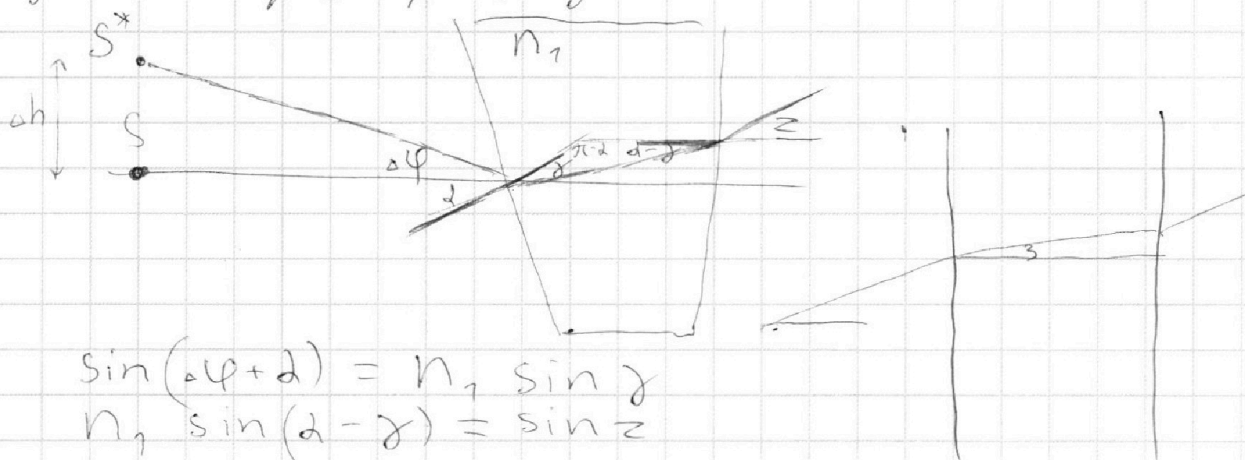
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№5 продолжение

3)  $n_1 = 1,8$

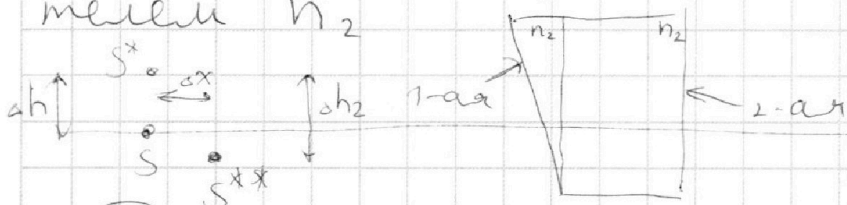
При прохождении через призму с  $n_2$  луч так же меняет направление на  $\Delta\varphi$ , необходимо рассмотреть изображение  $S^*$  после прохождения через призму с  $n_1$



$$\sin(\Delta\varphi + \gamma) = n_1 \sin \gamma$$

$$n_1 \sin(\Delta\varphi - \gamma) = \sin z$$

Можно рассматривать и призму  $n_2$ , как комбинацию 2-х призм с ~~тем же~~ с общей высотой  $n_2$



Тогда 1-ая переместит  $S^*$  вниз аналогично прямой пучку, а 2-ая — вправо

$$\Delta h_2 = \tan \delta_2 \cdot a$$

~~$$\Delta h_2 = n_2 \sin \Delta\varphi_2$$~~

Аналогично прямой пучку

$$\Delta\varphi_2 = (n_1 - 1) d$$

$$\Delta h_2 = (n_1 - 1) d a$$

$$\Delta h_{\text{итог}} = \Delta h_2 - \Delta h$$



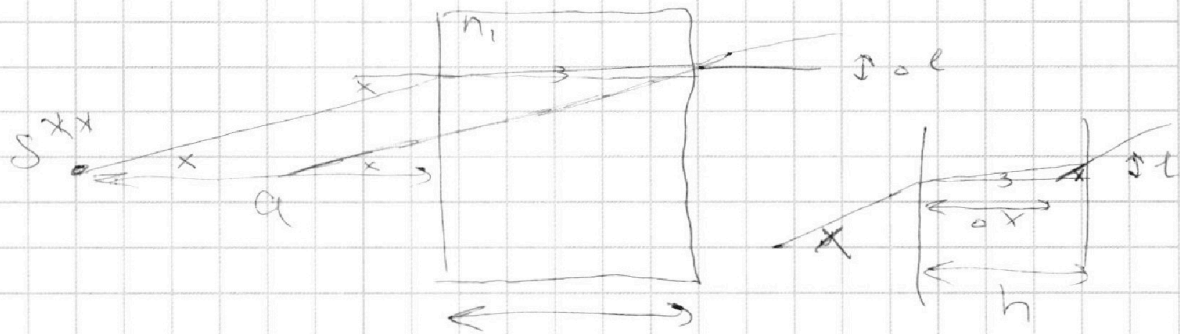
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



При прохождении через квадратичную призму  
 $\Delta x = \Delta x =$

~~tg x =~~  $\sin x = n_1, \sin z$   
 $x = n_1 z$

$\Delta S = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta h_{\text{ум}}^2}$  ← суммарное изменение  
расстояния

$\text{tg } z = \frac{l}{h}$

$\frac{z}{x} = \frac{h - \Delta x}{h} = 1 - \frac{\Delta x}{h}$

$\text{tg } x = \frac{l}{h - \Delta x}$

$\Delta x = \left(1 - \frac{z}{x}\right) h = \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) h$

$S = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta h_{\text{ум}}^2} = \sqrt{\left(1 - \frac{1}{n_1}\right)^2 h^2 + (\Delta h_2 - \Delta h)^2} =$   
 $= \sqrt{\left(1 - \frac{1}{n_1}\right)^2 h^2 + ((n_1 - 1) \Delta a - 6ca)^2}$

Ответ: 1)  $\Delta \varphi = 0,03 \text{ рад}$  2)  $\Delta h = 6ca$

3)  $S = \sqrt{\left(1 - \frac{1}{n_1}\right)^2 h^2 + ((n_1 - 1) \Delta a - 6ca)^2} =$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



Изображение в линзу, м.к. №5 (продолжение)

$$n_1 > n_2$$

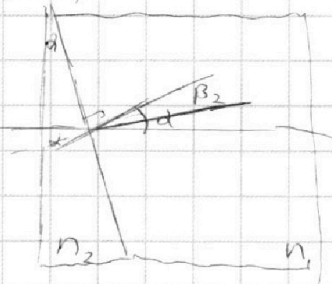
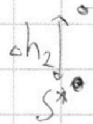
$$n_2 \sin \alpha = n_1 \sin \beta_2$$

$$\Delta \varphi_2 = \alpha - \beta_2$$

$$\Delta h_2 \approx n_1 \beta_2 \quad \text{уши мала}$$

$$\Delta \varphi_2 = \alpha \left(1 - \frac{n_2}{n_1}\right) = \frac{\alpha}{g}$$

$$\Delta h_2 = \operatorname{tg} \varphi_2 a \approx \varphi_2 a = a \frac{\alpha}{g}$$



При прохождении через 3-ю границу изображение смещается вправо ( $n_1 > 1$ )

$$n_1 \sin \gamma = \sin z$$

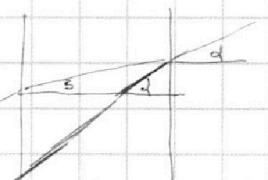
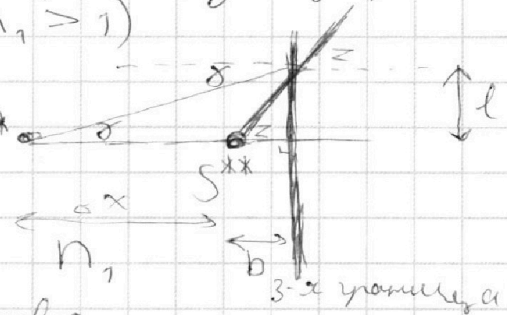
$$n_1 \gamma = z \quad \text{уши мала } S^*$$

$$\operatorname{tg} \gamma \approx \gamma = \frac{l}{a}$$

$$\operatorname{tg} z \approx z = \frac{l}{b}$$

$$\frac{\gamma}{z} = \frac{b}{a}$$

$S^{**}$  — умовое изображение



$$\text{Смещение вправо } \Delta x = a - b = a \left(1 - \frac{\gamma}{z}\right) = a \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) = a \frac{5}{9}$$

Умовое смещение (расстояние) от  $S$  до  $S^{**}$

$$\text{составляем } \sqrt{\Delta x^2 + \Delta h_2^2} = \sqrt{a^2 \left(\frac{\alpha^2}{g^2} + \frac{5^2}{g^2}\right)}$$

$$d^2 < < 5^2$$

$$\Delta S = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta h_2^2} \approx \sqrt{a^2 \frac{5^2}{g^2}} \approx \frac{5}{g} a \approx 222,7 \text{ см} \approx 111,1 \text{ см}$$

Ответ: 1)  $\Delta \varphi = 0,03 \text{ рад}$  2)  $\Delta h = 6 \text{ см}$  3)  $\Delta S = 111,1 \text{ см}$

$$\left(1 - \frac{5}{9}\right)^2 \cdot g^2 + \left(\frac{4}{5} \cdot 6 \text{ см} - 6 \text{ см}\right)^2$$

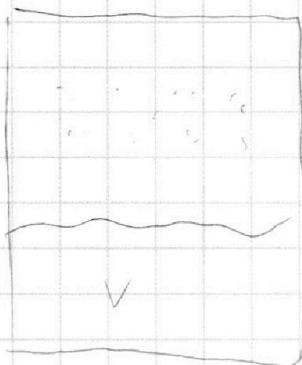
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



$$24 - 4 - 6 = 14$$

$$\begin{array}{r} 4050 \\ - 36 \\ \hline 4014 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 370 \\ - 2 \\ \hline 368 \end{array}$$

$$1 - \frac{1}{6}$$

$$\begin{array}{r} 405 \\ - 27 \\ \hline 378 \end{array}$$

$$450 - 80 = 370$$

$$\frac{9}{10} \cdot \frac{183,5}{405} = \frac{18,35}{45}$$

$$\begin{array}{r} 183,5 \\ - 180 \\ \hline 3,5 \end{array}$$

$$\frac{3,5}{10} = 0,35$$

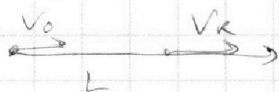
$$\frac{14}{24} \cdot 6 = \frac{14}{4}$$

$$1 - \frac{1}{7} \left( 0,6 \cdot \frac{9}{10} + 1 \right)$$

$$\begin{array}{r} 1,54 \\ - 14 \\ \hline 14 \end{array}$$

$$\frac{14}{10} = 1,4$$

$$\begin{array}{r} 100 \\ - 78 \\ \hline 220 \\ - 156 \\ \hline 640 \end{array}$$



$$L = \frac{V_k^2 - V_0^2}{2a}$$

$$L2a = V_k^2 - V_0^2$$

$$0 = v_0 t$$

$$L = \frac{v_0 t + at^2}{2} = \frac{v_0 t}{2} + \frac{at^2}{2}$$

$$v_0 + at = v_k \quad t = \frac{v_k - v_0}{a}$$

$$\frac{v_k + v_0}{2} \cdot \frac{(v_k - v_0)}{a}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



Черновик

$$-I_{2R} 2R - L \frac{dI_{2R}}{dt} + L \frac{dI_{кон}}{dt} = 0$$

$$dq_{2R} 2R + L dI_{2R} = L dI_{кон}$$

$$d = n\beta$$

$$n(x - \beta) = \gamma$$

$\gamma - x$  - искания

$$nx - d = \gamma$$

$$\sqrt{1 - \frac{n^2}{n^2}} = \sqrt{1 - \frac{8}{9}} = \frac{d}{g}$$

$$\frac{5}{9} 200 = \frac{1000}{9}$$

$$P_{N_2} = P_{arm} + P_{CO_2}$$

$$405 \overline{) 27} \quad \times 15$$

$$27 \quad \underline{15}$$

$$135$$

$$27 \cdot 183,5$$

$$405 \cdot 29,8$$

$$183,5 \overline{) 405}$$

$$1620 \quad \underline{45} \quad 34$$

$$2150$$

$$2010$$

$$1400$$

$$- 1215$$

$$1850$$

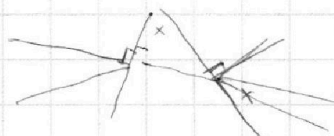
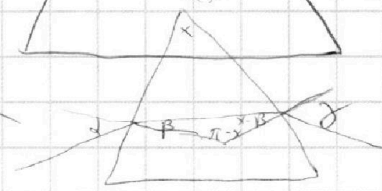
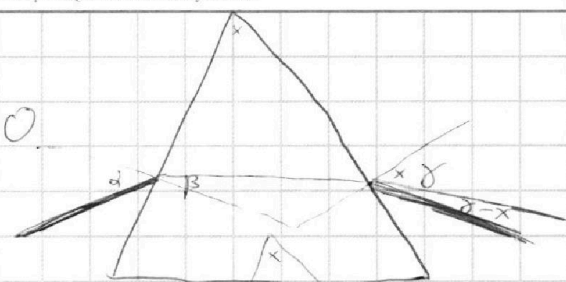
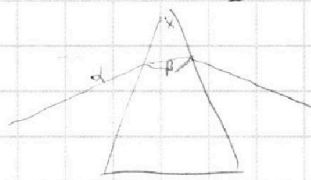
$$40 \overline{) 15}$$

$$30 \quad \underline{10} \quad 2666$$

$$100$$

$$90$$

$$100$$



$$\begin{array}{r} 1000 \overline{) 9} \\ 9 \quad \underline{10} \\ 10 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 700 \overline{) 75} \\ 45 \quad \underline{75} \\ 250 \\ 225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 250 \quad 29,8 \\ \times \quad 15 \\ \hline 7490 \\ 298 \\ \hline 447 \\ 80 \end{array}$$

$$367 \overline{) 2}$$

$$2 \quad \underline{367} \quad 183,5$$

$$16 \quad 3,5 \quad 1,5$$

$$\times 41,5341$$

$$0,9$$

$$40806$$

$$\times 0,06$$

$$0,54 + 1$$

$$1 - \frac{1,541}{6}$$

~~1000/9~~

$$2700 \overline{) 258}$$

$$10000$$

$$0,2567$$

$$17433$$

$$1,54 \overline{) 6}$$

$$12 \quad \underline{12} \quad 0,2567$$

$$34$$

$$- 30$$

$$40$$

$$36$$

$$40$$