



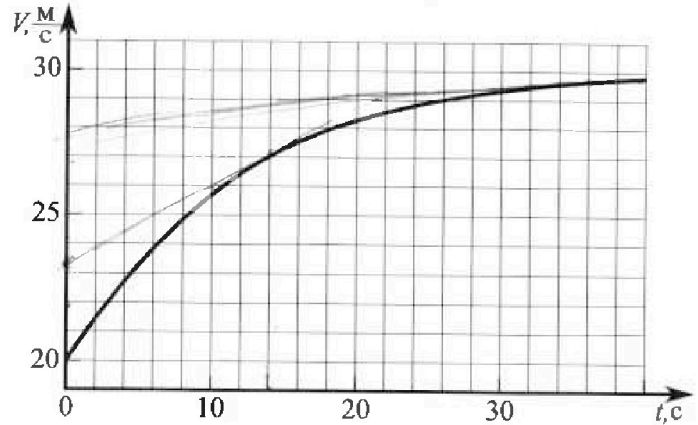
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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%.

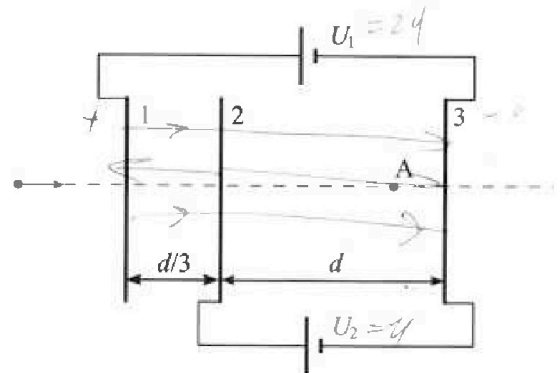
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент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

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta n$  растворённого газа в объеме жидкости и пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta n = kpV$ . Объем 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 объема 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 А на расстоянии  $2d/3$  от сетки 2.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-02

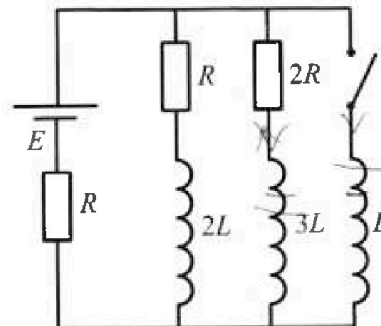
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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) К 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  $n_v = 1,0$ . 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.

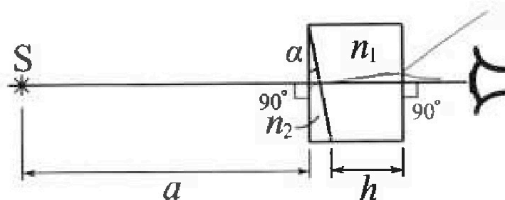


рис.). Угол  $\alpha = 0,05$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

1) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.

2) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , 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!

укрепление при контакте  $F_k = 405 \text{ Н}$ .  $q.m.k.$  это  
также укрепление в конусе разрыва  $\Rightarrow$  оно равно 0  
 $m.k.$  блага. Примерно продвигая шарики  
можно сказать это скорость конуса  
в  $v_{max} \approx 30 \text{ м/с}$

$$F_{\text{уб}} = F_k \quad ; \quad F_{\text{уб}} = \frac{N}{v_{max}} \quad ; \quad N = F_k v_{max}$$

$$m a_1 = F_{\text{уб}1} - F_1 \quad ; \quad F_{\text{уб}1} = \frac{F_k v_{max}}{v_1}$$

$$F_1 = F_{\text{уб}1} - m a_1 = \frac{F_k v_{max}}{v_1} - m a_1$$

$$F_1 = \frac{405 \cdot 30}{2.7} \text{ Н} - 300 \cdot \frac{7}{2.12} \text{ Н} = (450 - 87.5) \text{ Н}$$

$$F_1 = \cancel{362.5} \quad 362.5 \text{ Н}$$

Ответ:  $F_1 \approx \cancel{362.5} \text{ Н}$   $F_1 \approx 362.5 \text{ Н}$

3)  $m a_1 = F_{\text{уб}1} - F_1$ ;  $N_1$  - это мощность  
используемая на преодоление  $F_{\text{сопр}}$ .

$$\frac{N_1}{N} = \frac{F_1}{F_{\text{уб}1}} \quad m.k. \quad N_1 = F_1 v_1$$

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!

$$\frac{N_1}{N} = \frac{362,5}{450} = \frac{19}{36}$$

$$N_1 = \frac{19}{36} N$$

Ответ: на предложение Ферри сб. при  $\mathcal{J}$ ,  
идет  $\frac{19}{36} N$  (перевод на без кассы).



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!

1/1

1)  $a$  - это преобразование по скорости  $\Rightarrow$  ускорение

$v$  и  $v_1$  - это тангенс угла наклона  $t$  оси  $t, c$

прямая параллельная в той же точке.

Тангенсы углов параллельны по пересечению

с осью скорости и получили значение  $\approx 23,5 \text{ м/с} = v_0$

$\Rightarrow a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t}$  где  $\Delta v_1 = v_1 - v_0$  где  $v_0$  нулевой

касательной и ось скорости.  $\Delta t$  это время

от 0 до макс вращ  $v = v_1$  где  $\Delta t = 12 \text{ сек}$

(из график)  $\Delta v_1 = 24 - 23,5 = 3,5 \text{ м/с}$

$$a_1 = \frac{3,5 \text{ м}}{12 \text{ с}^2} = \frac{7}{24} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Ответ:  $\frac{7}{24} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$  (угор макс при  $v_1$ )

2)  $N = Fv = \dots$  где  $F$  - сила натяжения каната

$v$  - скор с канат идет движением (по ул.)

~~$m a_k = F - F_{\text{сопр}}$  где  $a_k$  - угор  $k$  груза каната~~

~~$F$~~

$m a_k = F_{\text{yo}} - F_k$  где  $a_k$  - угор  $k$  груза  $m$  в

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!

$$V_{MK} = \frac{V}{6} \quad V_{CO_2 K} = V - \frac{V}{6} - \frac{V}{4} = \frac{7}{12} V$$

$$\frac{6V RT}{V} = \frac{12(V_{CO_2} RT)}{4V} + P_{ATM}$$

$$\Delta V = \frac{4KV V_{CO_2} RT}{4V} = KV_{CO_2} RT = \frac{3KV_{CO_2} RT}{4}$$

$$\frac{6V_{CO_2} RT}{V} - \frac{12V_{CO_2} RT}{4V} - \frac{12 \cdot 3KV_{CO_2} RT}{4 \cdot 4V} = P_{ATM}$$

~~$$\frac{12V_{CO_2} RT}{V} - \frac{V_{CO_2} RT}{28V} = 12 \cdot 28$$~~

$$\frac{V_{CO_2} RT}{4V} (12 \cdot 4 - 12 - 9K RT) = P_{ATM}$$

$$P_K = P_{MK} \quad \text{где } P_K - \text{напряжение рв сосуда}$$

$$P_K = \frac{12V_{CO_2} RT}{V} = \frac{12 P_{ATM} \cdot 4}{(12 \cdot 4 - 12 - 9K RT)}$$

$$P_K = \frac{4 \cdot 12 P_{ATM}}{(4 \cdot 4 - 4 - 3 \cdot 1,8)} = \frac{28}{24 - 5,4} P_{ATM} = \frac{28}{18,6} P_{ATM}$$

$$P_K = \frac{140}{93} P_{ATM} \quad \text{Средняя } P_K = \frac{140}{93} P_{ATM}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

$$\frac{J_H}{J_{CO_2}} = \frac{V_H}{V_{CO_2}} = \frac{4 \cdot V}{2 \cdot V} = 2$$

Ответ:  $\frac{J_H}{J_{CO_2}} = 2$  т.е. отношение кол-ва выд-ва  $O_2$

сост-ва к кол-ву  $CO_2$  = 2.

$$2) \quad p_{CO_2K} V_{CO_2K} = \nu_{CO_2} R T ; \quad p_{H_2O} V_{H_2O} = \nu_{H_2O} R T$$

$$p_{H_2O} = p_{CO_2K} + p_{H_2O} ; \quad p_{H_2O} - \text{давление паров}$$

воды, при  $T$ , а  $T \approx 100^\circ C \Rightarrow$  это температура кипения

т.е.  $T$  при этом  $p_{H_2O} = p_{атм} = p_{атм} = p_{атм}$

$p_{H_2O} = p_{атм}$  учитывая что при кипении

$V_{H_2O}$  изм-т (изм-т)  $\Rightarrow$  газ и тоже  $H_2O$  кипит

в том же объеме  $\Rightarrow$  газ - насыщенное  $\Rightarrow p_{H_2O} = p_{атм}$

$V_{H_2O} \neq V_{CO_2}$  в воде где изм-т  $H_2O$  кипит в воде

что это хар-ки газа в равновесии с жидкостью при  $T$

в воде где изм-т  $CO_2$  кипит в воде что это

хар-ки  $CO_2$  в равновесии с жидкостью при  $T$

$$* \quad V_{CO_2K} = V_{CO_2} + \Delta V ; \quad \Delta V = \frac{K_{CO_2} V}{4}$$

т.к. при  $T$   $CO_2$  в воде не растворяется.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

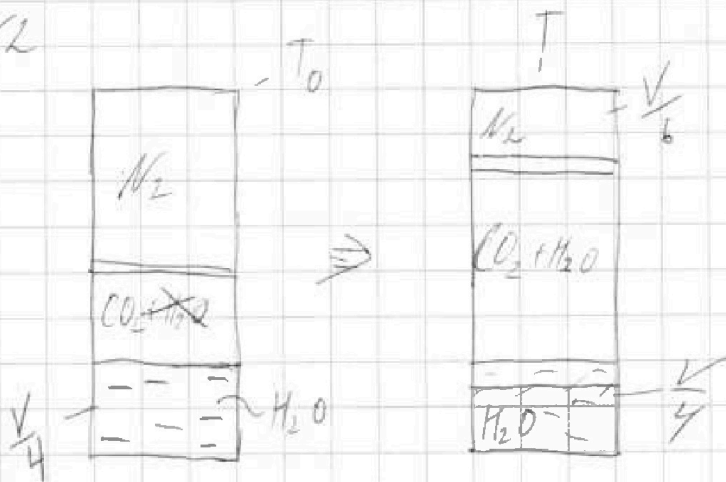
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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!

ML



Решо:

$$T_0; T = 3T_0$$

$$T = \frac{4T_0}{3}$$

$$V_{H_2O} = \frac{V}{4}$$

$$\frac{V_{N_2}}{V_{CO_2}} = ?$$

$$p_{N_2} V_{N_2} = V_{N_2} R T_0 \neq p_{CO_2} V_{CO_2} = V_{CO_2} R T_0$$

Разде где шгред  $V$  - это характеристика всего  
в нач сост, а где шгред  $CO_2$  - шгред  $CO_2$  в кон сост.  
(ка ридебер в ж.) в нач сост.

По усл в при  $T_0$  парциел шгред  $H_2O$  не парциел  
 $\Rightarrow V_{N_2} = \frac{V}{2}$  а  $V_{CO_2} = \frac{V}{2} - \frac{V}{4}$  т.к  $\frac{V}{4}$  зает жидр.

$$p_{N_2} = p_{CO_2} \text{ т.к парциалное давл } H_2O \text{ не учит. и парциел шгреды}$$

$$\frac{V_{N_2} R T_0}{V_{N_2}} = \frac{V_{CO_2} R T_0}{V_{CO_2}} \Rightarrow \frac{V_{N_2}}{V_{N_2}} = \frac{V_{CO_2}}{V_{CO_2}}$$

$V_{N_2}$  - пар-во шгред-ва в верхней части в кон сост.

$V_{CO_2}$  - пар-во шгред-ва в нач сост в кон сост.



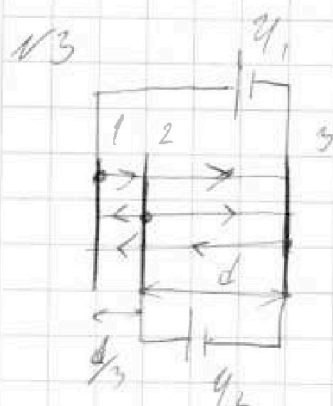
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



1)  $U_2 = E_{23} d$      $E_{23}$  - поле между 2 и 3

$ma_{23} = E_{23} \cdot d$     II) H.

$q_{23} = \frac{U_2 \epsilon}{d m} = \frac{U \epsilon}{d m}$     т.к.  $U_2 = U$

Дано:  $U_2 = U; U_1 = 2U$     Ответ:  $q_{23} = \frac{U \epsilon}{d m}$

2)  ~~$A_{12} = W_{K_2} - W_{K_0}$~~ ;  $W_{K_0}$  - начальная энергия конденсатора.  $A_{12}$  - работа соеври поля между 1, 2, а  $A_{23}$  - работа соеври поля между 2, 3.

$A_{23} = W_{K_3} - W_{K_2}$ ;  $A_{23} = \cancel{E_{23}} d \cdot q \cos 0^\circ$

$E_{23} d q = W_{K_3} - W_{K_2}$ ;  $U_2 q = W_{K_3} - W_{K_2}$

$W_{K_3} - W_{K_2} = U q$     Ответ:  $W_{K_3} - W_{K_2} = U q$

3)  $A_{12} + A_{231} = W_{KK} - W_{K_0}$ ;  $W_{KK}$  - конечная энергия  $W_0$  конденсатора.  $A_{231}$  - работа соеври поля  $E_{23}$  по направлению зари  $q$  на  $\frac{2d}{3}$ .

$\frac{E_{12} d}{3} + E_{23} d = U_1$      $\frac{E_{12} d}{3} = U_1 - U_2$

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!

$$A_{12} = \frac{E_{12} d}{3} \cdot q \quad A_{31} = \frac{2E_{23} d}{3} q$$

$$(U_1 - U_2) q + \frac{2U_2}{3} q = W_{KK} - W_{K0}; \quad W_{KK} = \frac{m v_K^2}{2}$$

$$W_{K0} = \frac{m v_0^2}{2}; \quad \left( U_1 - U_2 + \frac{2U_2}{3} \right) q = \frac{m v_K^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2}$$

$$\left( U + \frac{2}{3} U \right) q + \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_K^2}{2}; \quad \frac{5}{3} U q \cdot \frac{2}{m} + v_0^2 = v_K^2$$

$$v_K = \sqrt{\frac{10 U q}{3 m} + v_0^2}; \quad v_K - \text{скорость электрона в м/с}$$

$$\text{Ответ: } v_K = \sqrt{\frac{10 U q}{3 m} + v_0^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

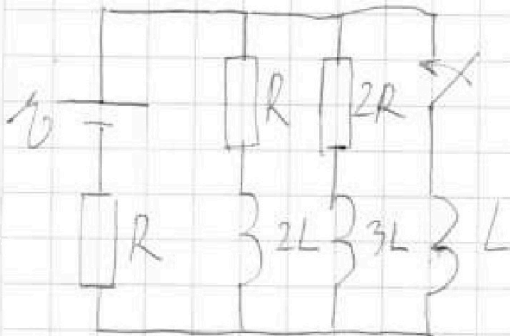
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

№4



1) Т.к. резисторы соединены по  
мк. схеме и не имеют

$$I_0 = I_0 \left( \frac{2R + R}{3} \right); I_0 - \text{ток в цепи}$$

$$I_0 = I_{20} + I_{10}, I_{10} - \text{ток через } R \text{ (и } 2L \text{)}$$

$$\frac{I_{20}}{I_{10}} = \frac{R}{2R}; I_0 = I_{20} + 2I_{20} = 3I_{20}$$

$$I_0 = \frac{3I_0}{5R}; I_{20} = \frac{I_0}{5R} \quad \text{Ответ: } I_{20} = \frac{I_0}{5R}$$

2)

$\dot{U}$  - скрытая электродвижущая сила в катушке

$$U_0 + U_L = I_0 R; U_L = -j\dot{U}L; U_0 = I_0 R + j\dot{U}L$$

т.к. ток всё же не через узлы:  $U_0 = \frac{3I_0 R}{5R} + j\dot{U}L$

$$U_0 = \frac{3I_0}{5} + j\dot{U}L; j\dot{U}L = \frac{2I_0}{5} \quad j = \frac{2I_0}{5L}$$

Ответ:  $j = \frac{2I_0}{5L}$

3)

В любой момент времени:  $I_2 2R = I_3 3L + \dot{U}L$

(у себя в паре)  ~~$\frac{4I_2 2R}{5L} = I_3$~~

$$I_2 2R = I_3 3L + \dot{U}L \quad \text{где } \dot{U}_3 \text{ скрытая электродвижущая}$$

сила через ком. инд.  $3L$ .



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

МФТИ

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!



$$\frac{\Delta \varphi_{2, 2R}}{\Delta t} = \frac{\Delta \varphi_{3, 3L}}{\Delta t} + \frac{\Delta \varphi_{L}}{\Delta t} ; \int_0^{\varphi_{2, 2R}} \Delta \varphi_{2, 2R} = \int_0^{\varphi_{3, 3L}} \Delta \varphi_{3, 3L} + \int_0^{\varphi_{L}} \Delta \varphi_{L}$$

$\varphi_{2, 2R}$  - разность потенциалов через  $2R$

но  $I_L$  - ток через катушку  $L$  будет равен разности потенциалов  $\varphi_{L, L}$

$$I_0 = R \cdot I_L \text{ ток катушки будет равен току в резисторе}$$

$$\varphi_{2, 2R} = -I_{20} 3L + I_L L ; \varphi_{2, 2R} = \frac{I_0}{R} L - \frac{3I_0 L}{5R}$$

$$\varphi_{2, 2R} = \frac{2I_0 L}{5R} ; \varphi_{2, 2R} = \frac{I_0 L}{5R^2}$$

Ответ:  $\varphi_{2, 2R} = \frac{I_0 L}{5R^2}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

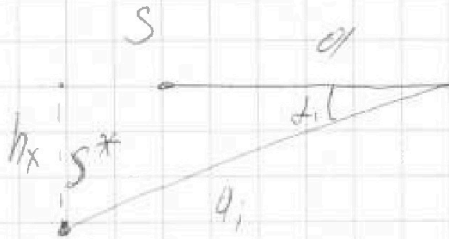
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

$$q_1 = 512 \text{ см.}$$



$h_x$  - высота  $\Rightarrow h_x$  - мало

$h_x$  - это расстояние вертикально  
между  $S$  и  $S^*$ .



$q_1$  - расстояние между источником  
и приёмником

$$q_1 - h_x = q \Rightarrow q_1 - q = 312 \text{ см.}$$

Ответ:  $q_1 = 312 \text{ см}$  (расстояние между источником и приёмником)

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

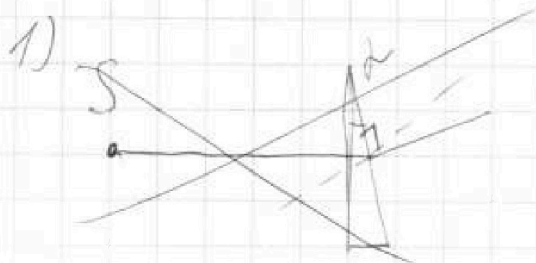
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

№5



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{н.к. угол}$$

маленький

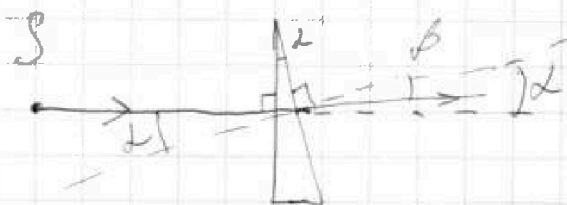
$$\alpha \downarrow$$
$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{n_2}{n_1}$$

через самую левую

стенку луч проходит

без преломления н.к.

угол  $\perp$  и только



на преломлении  $n_1$  и  $n_2$  преломляется и угол  
идет прямо н.к.  $n_1 = n_2 \Rightarrow$  больше преломлений не  
будет.

из рис.: угол отклонения от первонач

направ  $\gamma = \alpha - \beta$

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

$$\gamma = \alpha \cdot \frac{3}{8} = 0,05 \cdot 0,375 \text{ рад} = 0,01875 \text{ рад}$$

Ответ:  $\gamma = 0,01875 \text{ рад}$  (угол отклонения).

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

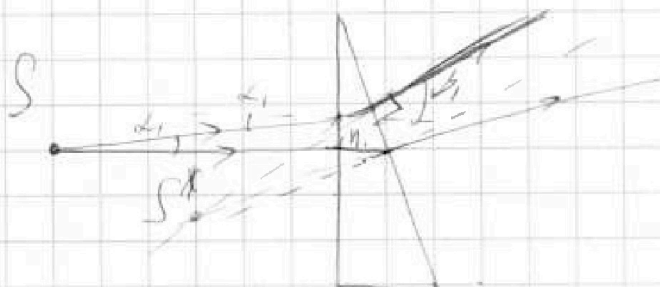
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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)

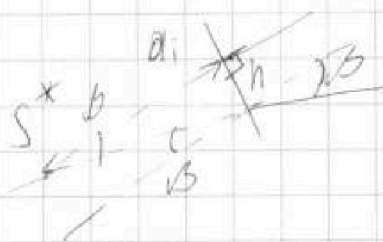


Рассмотрим по пути света луч через точку  
после преломления под углом  $\alpha_1$  к нормали.

$$\frac{d_1}{\beta_1} = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{п.к. луча направленного от и след.}$$

$$\beta_1 = d_1 \quad \text{при угле падения луча.}$$

$$\frac{d_1}{d} = \frac{n_2}{n_1} \quad d_1 = \frac{n_2}{n_1} d$$



п.к. угла след.

$$\text{по } n_1 \approx a \cdot d_1$$

$$n = \frac{n_1}{\cos \alpha} \approx n_1$$

$$a_i = \frac{n_1}{\beta} = \frac{a \cdot d_1}{\beta_1} = \frac{a \cdot d_1 \cdot n_1^k}{d \cdot \frac{n_1^k}{n_2}} = a_i \text{ как } \text{см. ниже } n_2, n_1, \text{ по } k$$

$$a_i = \frac{a \cdot d \cdot n_2 \cdot n_2}{n_1 \cdot n_1} = \frac{a \cdot n_2^2}{n_1^2} = 200 \cdot \frac{64}{25} \text{ см.}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



1

2

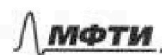
3

4

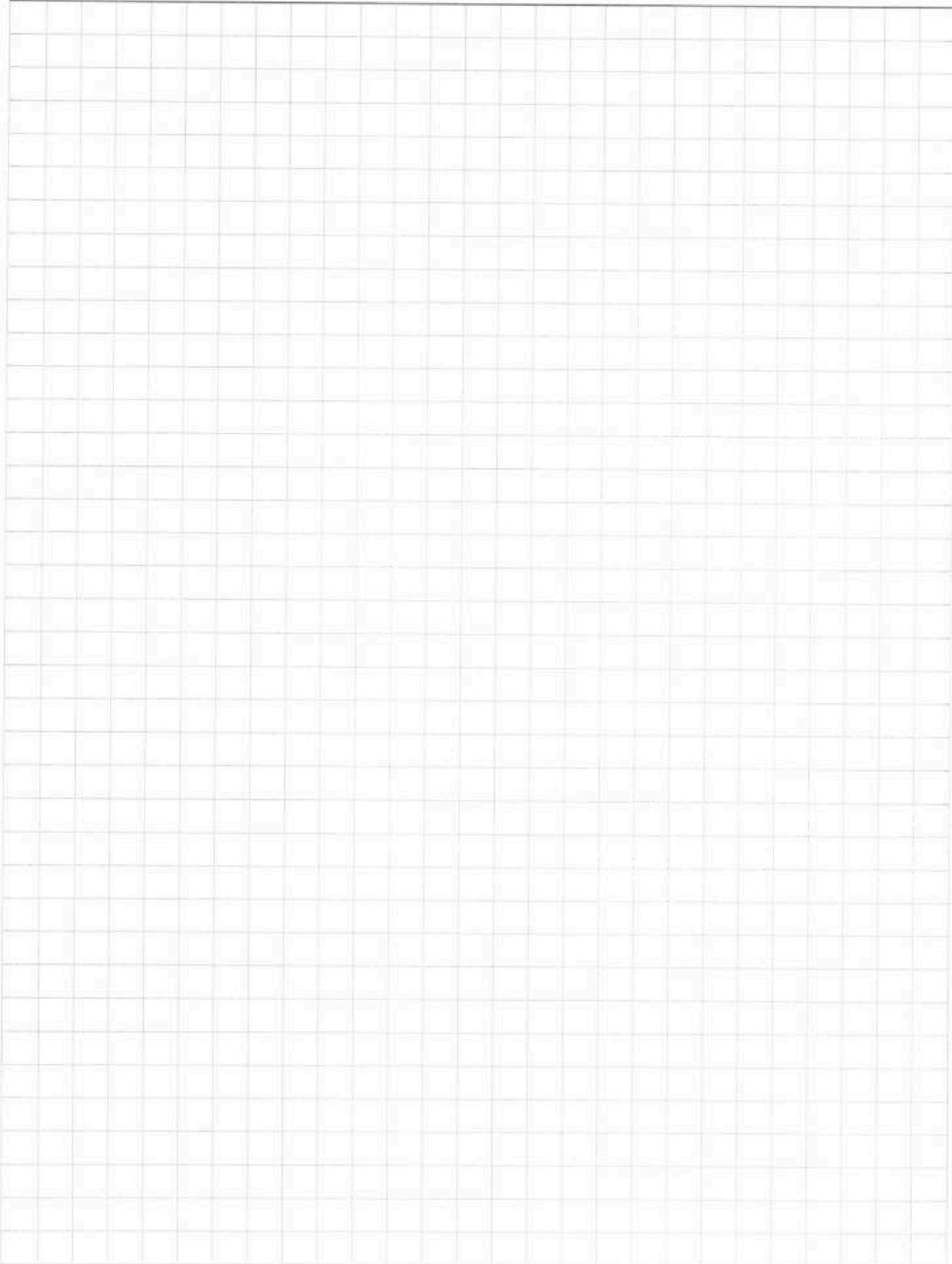
5

6

7



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!



$$\frac{1}{R} + \frac{1}{2R} = \frac{1}{R_0} \quad R_0 = \frac{2R}{3}$$

$$\frac{I_{20}}{I_{10}} = \frac{2R}{R} \cdot \frac{R}{2R} \quad I_{10} = 2I_{20}$$

$$I_{20} = \frac{8}{5R}$$

0

$$I_{20} = \frac{42}{45}$$

$$\begin{array}{r} 70 \overline{) 24} \\ 220 \\ \underline{216} \\ 40 \\ 160 \\ 140 \\ \underline{160} \end{array}$$

$$I_{2-2R} = \ddot{u}_{3L} + \ddot{u}_L ; \quad I_{2-2R} = \ddot{u}_{3L} + \ddot{u}_L \quad 160$$

$$I_{2-2R} = \sqrt{\frac{14}{25}} \ddot{u}_{3L} + \sqrt{\frac{14}{25}} \ddot{u}_L$$

$$\frac{2}{R} = 11$$

$$\frac{21}{R} = 11, \quad \frac{2}{R} = 11$$



$$\frac{21}{R} = 11$$

$$F_{\text{шарика}} = F_{\text{ш1}}, \quad F_{\text{ш2}} =$$

$$\frac{105 \cdot 10}{9} = 300$$

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!

$$A = F \cdot S = m \cdot l$$

$$W = F \cdot l$$

$$A = m \cdot l \cdot S$$

$$A \cdot W = \frac{c \cdot W}{A \cdot t} = F \cdot W$$

$$\frac{280}{186} = \frac{110}{93}$$

$M_2$	✓
$CO_2$	
$H_2O$	

$$\Delta V = k \cdot p_{CO_2} \cdot \sqrt{r}$$

$$\frac{280}{940} = \frac{186}{1,5}$$

$$\frac{V_0}{V_H}$$

$$\frac{43,3}{2}$$

$$24 - 23,5 = 3,5$$

$$V = \frac{5V}{9} - \frac{V}{4}$$

$$\frac{V_H}{V_{CO_2}} = \frac{V_H}{V_{CO_2}}$$

$$\frac{20V}{24} - \frac{6V}{24}$$

$$\frac{V}{2} - \frac{V}{9} = \frac{V}{9}$$

$$\frac{14V}{24} = \frac{4}{72} V$$

$$\frac{14}{24}$$

$$0,6 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^3$$

$$1,8$$

$$\frac{28}{24}$$

$$\frac{14}{24}$$

$$\frac{28}{18,6}$$

$$2,4$$

$$W = \frac{c \cdot W}{A \cdot t} = \frac{c \cdot A}{A \cdot t} = \frac{F \cdot A \cdot S}{A \cdot t} = F \cdot \sqrt{c \cdot A \cdot t}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



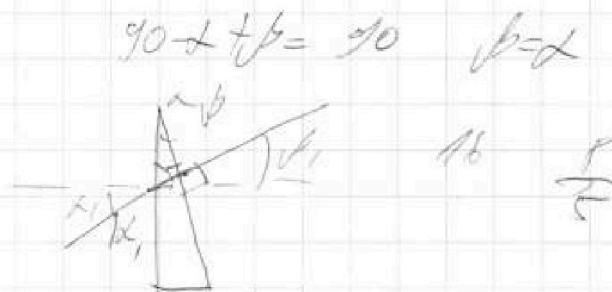
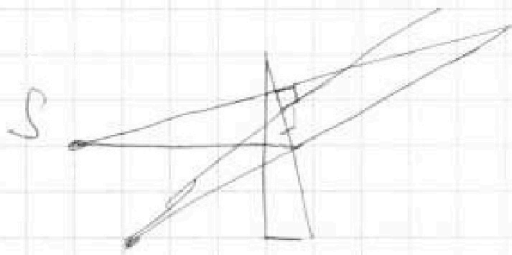
$$0,05 \quad 1 - \frac{1}{1,6} = 10 - \frac{10}{16} = \frac{5}{8} = \frac{3}{8}$$
$$0,325 \quad \frac{0,6}{1,6} = \frac{6}{16} = \frac{3}{8}$$

$$\frac{0,05 \cdot 3}{8}$$

$$\begin{array}{r} 30 \overline{) 18} \\ 60 \overline{) 0,325} \\ 40 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,0 \\ 0,325 \\ 0,05 \\ \hline 0,01875 \end{array}$$

$$200 \overline{) 25}$$



$$\beta = \alpha$$

$$q_i = 200 \text{ м} \quad \frac{64}{25} \quad 8,64$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 64 \\ 8 \\ \hline 512 \end{array}$$

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!



$$\frac{405 \cdot 10}{9} - \frac{150 \cdot 7}{12} = 450 - 125$$

$$\begin{array}{r} 405 \overline{) 9} \\ 45 \end{array} \quad \begin{array}{r} 150 \overline{) 12} \\ 12 \end{array} \quad \begin{array}{r} 50 \overline{) 4} \\ 4 \end{array}$$

$$450 + 87,5$$

$$\begin{array}{r} 12,5 \\ 7 \\ \hline 87,5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 450 \\ 87,5 \\ \hline 362,5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 150 \overline{) 12} \\ 30 \overline{) 12,5} \\ 60 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 450 \\ 87,5 \\ \hline 362,5 \end{array}$$

$$F_1 \approx 362,5 \text{ М}$$

$$F_{y61} = 450$$

$$\frac{405 \cdot 10}{9}$$

$$\begin{array}{r} 3625 \overline{) 4500} \\ 10 \end{array}$$

$$\frac{725}{400} = \frac{145}{80} = \frac{19}{36}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ 12,5 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12,5 \\ 36 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 360 \\ + 19 \\ \hline 379 \end{array}$$