



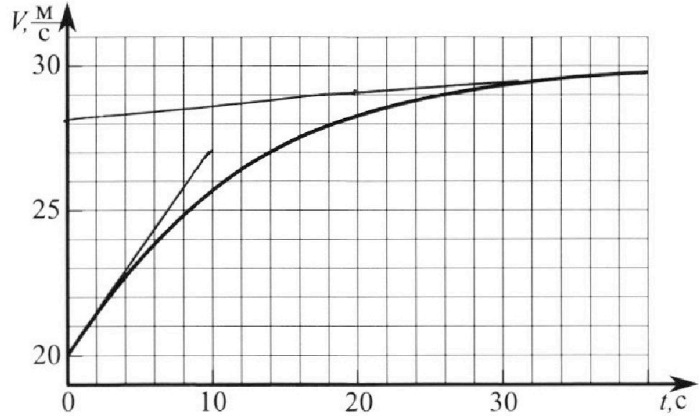
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-04



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

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом)  $m = 240$  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  $F_k = 200$  Н.



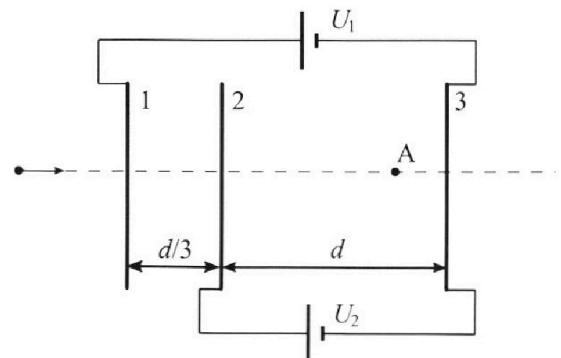
- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- 2) Найти силу сопротивления движению  $F_0$  в начале разгона.
- 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона? Требуемая точность численного ответа на первый 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 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  $3V/8$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 4T_0/3 = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/8$ .

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 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  $d/3$  (см. рис.). Размеры сеток значительно больше  $d$ . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением  $U_1 = 5U$  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  $3d/4$  от сетки 2.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-04

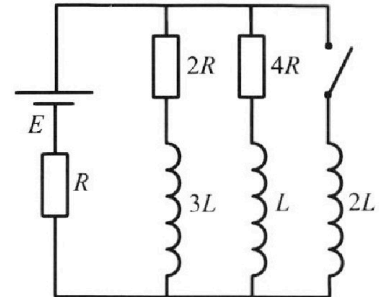
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



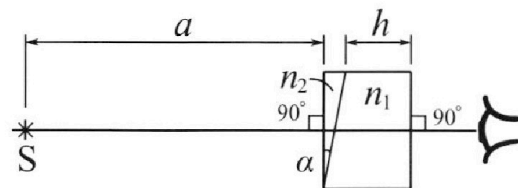
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток  $I_{20}$  через резистор с сопротивлением  $4R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $2L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $4R$  при замкнутом ключе?

Ответы давать с ч.исловыми 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  $a = 100$  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  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.



- 1) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая  $n_1 = 1,4$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



1  2  3  4  5  6  7

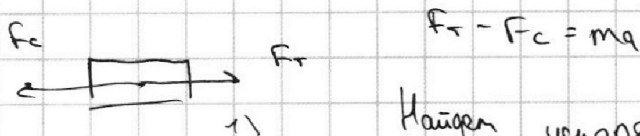
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача 1  $F$  - сила, вызываемая массором

$$P = \frac{FdS}{dt} = Fv; \rho \cdot \text{const} = \Rightarrow F_1 v_1 = F_2 v_2 = \alpha$$

Запишем 2 З.И. на тело:



Найдем ускорение мотоцикла в канале,

как с коо. поперечной скорости в этой точке

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{v \cdot \omega}{v} = 0,7 \frac{m}{c^2}$$

2) Для начального момента времени

$$a = 0 \Rightarrow Ft = Fc = F_n$$

$$\frac{\alpha}{v_n} = F_n; \text{ заменим, } v \text{ скоростью скорости } v = 30 \frac{m}{c^2}$$

$$\alpha = F_n \cdot v_n = 2 \cdot 10^2 \text{ Н} \cdot 3 \cdot 10^2 \frac{m}{c^2} = 6 \cdot 10^4 \frac{m}{c^2} \cdot \frac{v_n}{v_n} = 30 \frac{m}{c^2}$$

Для начального момента:

$$\frac{\alpha}{v_n} - F_{cn} = ma_n$$

$$F_{cn} = \frac{\alpha}{v_n} - ma_n = \frac{6 \cdot 10^4 \frac{m \cdot h}{c^2}}{20 \frac{m}{c^2}} = 2400 \text{ Н} \cdot \frac{1}{4} \frac{1}{10 \frac{m}{c^2}} =$$

$$= 300 \text{ Н} - 168 \text{ Н} = 132 \text{ Н}$$

$$3) \frac{F_t}{F_{cn}} = \frac{P_{cn}}{P_t} = \frac{F_{cn} v_n}{F_{cn} v_n^2} = \frac{F_{cn} v_n}{\alpha} = \frac{2400 \text{ Н} \cdot \frac{m}{c^2}}{6 \cdot 10^4 \frac{m}{c^2} \cdot h} =$$

$$= 0,4 \text{ Н}$$

Ответ: 1)  $a_n = 0,7 \frac{m}{c^2}$ ; 2)  $F_{cn} = 132 \text{ Н}$ ; 3)  $\alpha = 0,4 \text{ Н}$

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!

Задача 2

$P_{гв}$  - давление  $CO_2$  в верхней части

$P_{гн}$  - давление  $CO_2$  в нижней части

Для нач. момента времени

$$P_{гв} = P_{гн}$$

$$2 \frac{D_0 R T_0}{V} = \frac{D_1 R T_0}{\frac{V}{2} - \frac{3}{8}V} = \frac{8 D_1 R T_0}{V} \quad \text{где } D_0 \text{ - кол-во газа в верхней поршне}$$

$D_1$  - кол-во газа в нижней в нач. мом.

$$D_0 = 4 D_1$$

Запишем равенство количества газа в нач. и кон. моменты

$$D_1 + k P_{гн} \cdot \frac{3}{8}V = D_2 + k P_{гн} \cdot \frac{3}{8}V \approx D_2 \quad \text{где } D_2 \text{ - кол-во газа в нижней поршне в кон. момент.}$$

$$D_1 + k \cdot \frac{2 D_1 R T_0}{V} \cdot \frac{3}{8}V = D_2$$

$$D_2 = D_1 \left( 1 + \frac{3k D_1 R T_0}{4V} \right)$$

Для кон. момента времени

$$2 \frac{D_0 R T}{V} = \frac{D_2 R T}{V - \frac{3}{8}V} + P_{гн} = \frac{2 D_1 (1 + \frac{3k D_1 R T_0}{4V}) R T}{V} + P_{гн}$$

$$\frac{32 D_1 R T}{V} = \frac{2 D_1 (1 + \frac{3k D_1 R T_0}{4V}) R T}{V} + P_{гн}$$

$$\frac{30 D_1 R T}{V} = \frac{3k D_1 R T_0 R T}{V} + P_{гн}$$

$$\frac{D_1 R T}{V} (30 - 3k T_0 R) = P_{гн}$$

$$D_1 = \frac{P_{гн} V}{3 R T (10 - k T_0 R)}$$

$$P_{гн} = \frac{8 D_1 R T_0}{V} = \frac{8}{3} \frac{R T_0}{V} \cdot \frac{P_{гн} V}{R T (10 - k T_0 R)} = \frac{8}{3} \frac{R_0 P_{гн}}{R (10 - k T_0 R)}$$

$$= \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{4} P_0 = \frac{1}{10 - 3 \cdot 10^3 \cdot \frac{3}{4} \cdot 0,6 \cdot 10^{-3}} = 2 \cdot \frac{1 \cdot P_0}{10 - 1,35} = \frac{2 P_0}{8,65}$$



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!



В начальный момент:  $p_{гв}$  - давление газа сверху (углекислого)  
 $p_{гн}$  - давление угл. газа снизу  
 $p_n$  - давление пара

$$p_1 = p_0 \Rightarrow p_{гв} = p_{гн} + p_n$$

$$\frac{2 \nu_0 R T_0}{V} = \frac{\nu_1 R T_0}{\frac{V}{2} - \frac{3}{8} V} + p_n \quad \frac{2 \nu_0 R T_0}{V} = \frac{2 \nu_1 R T_0}{V} + p_n$$

к начальный момент

$$p_1' = p_2' \Rightarrow p_{гв}' = p_{гн}' + p_n'$$

$$\frac{8 \nu_0 R T_0}{V} = \frac{\nu_2 R T_0}{V - \frac{3}{8} V} + p_n' = \frac{4 \nu_2 R T_0}{3V} + p_n'$$

Запишем равенство для кол-ва углекислого газа

$$\nu_1 + \frac{3}{8} k p_2 V = \nu_2 + \frac{3}{8} k p_2 V \approx \nu_2$$

$$\frac{8 \nu_0 R T_0}{V} = \frac{4 \nu_1 + \frac{3}{8} k p_2 V}{V} + p_n = \frac{4 \nu_1 + \frac{3}{8} k p_2 V}{V} + p_n$$

$$\frac{8 \nu_0 R T_0}{V} = \frac{4 \nu_1 + \frac{3}{8} k p_2 V}{V} + p_n$$

$$\nu_1 + \frac{3}{8} k p_2 V \approx \nu_2$$

$$\frac{8 \nu_0 R T_0}{V} = \frac{4 (\nu_1 + \frac{3}{8} k p_2 V) R T_0}{V} + p_n = \frac{4 (\nu_1 + \frac{3}{8} k p_2 V) R T_0}{V} + p_n$$

$$\frac{8 \nu_0 R T_0}{V} = \frac{4 \nu_1 R T_0}{V} + \frac{1}{2} \left( \frac{2 k \nu_0 R T_0}{V} \right) R T_0 + p_n = \frac{4 \nu_1 R T_0}{V} + \frac{k \nu_0 R T_0 R T_0}{V} + p_n$$

$$\frac{\nu_0 R T_0}{V} (8 + k R T_0) = \frac{4 \nu_1 R T_0}{V} + p_n$$

$$\nu_0 R T_0 = \frac{4 \nu_1}{3} + \frac{p_n V}{\nu_0 R T_0}$$

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!



$$p_{0,1} = \frac{30 R T_0 - 6 h R T_0 R T_0}{V}$$

$$p_{H1} = \frac{2 R T_0}{V} = \frac{2 R T_0}{V} \cdot \frac{p_{at}}{30 R T_0 - 6 h R T_0 R T_0}$$

$$\Rightarrow p_{at} = \frac{2 R T_0}{30 R T_0 - 6 h R T_0 R T_0} = \frac{2 R T_0}{30 R T_0 - 6 h R T_0 R T_0}$$

$$\Rightarrow \frac{2 p_{at}}{30 \frac{T_0}{T_0} - 6 h R T_0} = \frac{2 p_{at}}{30 - 6 h R T_0} = \frac{2 p_{at}}{30 - 6 h R T_0}$$

$$\Rightarrow \frac{2 p_{at}}{60 - 10,8} = \frac{2 p_{at}}{29,2}$$



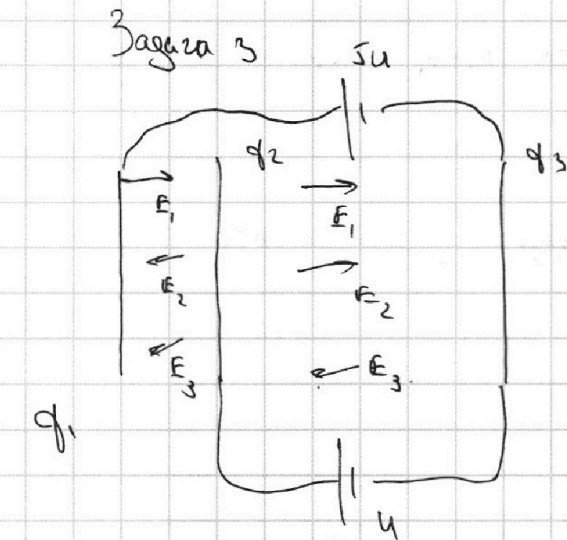
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



так как цилиндрико  
заряд слоев  $\Sigma q$  равен нулю

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$q_3 = -(q_1 + q_2)$$

$$E_1 = \alpha q_1, E_2 = \alpha q_2, E_3 = \alpha q_3$$

$$E_3 = -(E_1 + E_2)$$

Распишем напряженность между пластинами

$$\left\{ \begin{aligned} U &= (E_1 - E_2 - E_3) \frac{d}{3} = U \\ |E_1 + E_2 - E_3| d &= U \\ 12U &= 2E_1 d \\ 2(E_1 + E_2) d &= U \end{aligned} \right.$$

$$24 E_1 + 24 E_2 = 2U$$

$$E_1 = -\frac{12}{11} E_2$$

$$2 \left( E_2 - \frac{12}{11} E_2 \right) = \frac{U}{d} \Rightarrow E_2 = -\frac{11}{2} \frac{U}{d}$$

$$E_1 = \frac{12}{11} E_2 - \frac{12}{11} E_2 = \frac{6U}{d}$$

$$E_3 = -(E_1 + E_2) = -\frac{U}{2d}$$

1) 2 З.Н. :  $m q = q (E_1 + E_2 - E_3) = -2 q E_3 = \frac{qU}{d}$

2) З.С.Э. :  $\varphi_3 q + k_3 = \varphi_2 q + k_2 \Rightarrow$

$$= k_3 - k_2 = q(\varphi_2 - \varphi_3) = qU$$

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!



3) Потенциал премагнетонизации заряда, и образно при расстоянии.  
Для задачи на введем коэф. пропор.

3)  $E_1 + E_2 + E_3 = 0 \Rightarrow$  За ~~раз~~ пределами конденсатора

$\Delta \varphi = \text{const}$

З.С.Э.

$$\varphi_{\text{и}} + \frac{mU_0^2}{2} = \frac{mU_1^2}{2} + \varphi_1$$

$$-(\varphi_1 - \varphi_{\text{и}}) = 5U - \frac{2d}{4} (E_1 + E_2) = 5U + \frac{d}{2} E_3 = 5U - \frac{d}{2} \cdot \frac{U}{2d^2}$$
$$= \frac{19}{2} U$$

$$U_1 = \sqrt{\frac{2(\varphi_{\text{и}} - \varphi_1) + U_0^2}{m}} = \sqrt{\frac{19qU}{m} + U_0^2}$$

Извест:  $\frac{qU}{d} \Rightarrow qU \Rightarrow \sqrt{\frac{19qU}{m} + U_0^2}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

$$4R \Delta q = 2L \Delta I_3 - L \Delta I_{21}$$

Так как при  $t \rightarrow \infty$  ток  $I_3 = \text{const}$

$$\Downarrow \\ \frac{dI_3}{dt} = 0 \Rightarrow U_{AB} = 0$$

В этот момент <sup>весь</sup> ток будет течь через катушку

Найдем этот ток  $I = \frac{\mathcal{E}}{R} \Rightarrow \Delta I_3 = I - 0 = \frac{\mathcal{E}}{R}$

через катушку  $L$  ток будет уменьшаться, а в  $t \rightarrow \infty$

станет равен нулю  $\Rightarrow \Delta I_{21} = 0 - I_{20} = -\frac{\mathcal{E}}{7R}$

$$\Delta q = \frac{1}{4R} (2\Delta I_3 - \Delta I_{21}) = \frac{L}{4R} \left( 2 \frac{\mathcal{E}}{R} + \frac{\mathcal{E}}{7R} \right) = \frac{15}{28} \frac{L\mathcal{E}}{R^2}$$

Ответ:  $\Delta I_{20} = \frac{\mathcal{E}}{7R}$

$$\Rightarrow \dot{I}_3 = \frac{4\mathcal{E}}{7L}$$

$$\Rightarrow \Delta q = \frac{15}{28} \frac{\mathcal{E}L}{R^2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

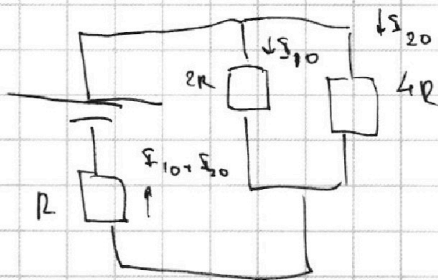
**МФТИ**

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



Задача 4

1) В установившемся режиме решите задачу методом контурных токов



по 2-м Пр. Кирхгофа:

$$\sum I_i R = 2R I_{10}$$

$$I_{10} = 2 I_{20}$$

по 2-м Пр Кирхгофа:

$$\Sigma = 4R I_{20} + R (I_{20} + I_{10})$$

$$= 5R I_{20} + 2 I_{20} R = 7 I_{20} R \Rightarrow I_{20} = \frac{\Sigma}{7R}$$

2) Так как в момент сразу после замыкания ключа ток через оба резистора не увеличивается моментально, так как катушки - реактивные элементы, то можем считать распределение токов таким же

$I_{21}$  - ток через катушку  $L$ ;  $I_3$  - через  $2R$

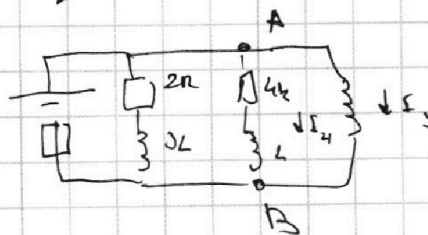
по 2-м Правилу Кирхгофа:

$$4R I_{21} = L I_3 \Rightarrow I_3 = \frac{4R I_{21}}{L} = \frac{4R I_{20}}{L} = \frac{4\Sigma}{7L}$$

3) по 2-м Пр. Кирхгофа:

$$4R I_{21} + \frac{L dI_{21}}{dt} - \frac{2L dI_3}{dt} = 0$$

$$4R \frac{dI}{dt} = L \left( \frac{2 dI_3}{dt} - \frac{dI_{21}}{dt} \right)$$







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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

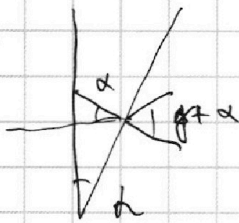
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

Задача 5

1)



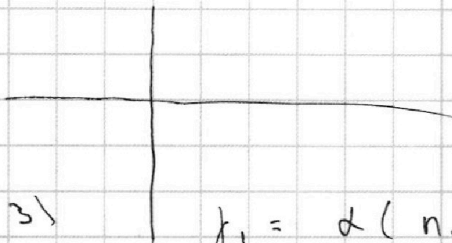
по закону преломл!

$$\alpha \cdot n_2 = \alpha + \beta$$

$$f = \alpha (n_2 - 1) = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07 \text{ м}$$

2)

$$f = \frac{h}{a} \Rightarrow \alpha \approx h = f a = 7 \text{ см}$$



3)

$$f_1 = \alpha (n_2 - n_1)$$

$$f_2 = \alpha (n_2 - n_1) (n_1 - n_2)$$

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!



Задача 2

$$32D_1 = 2D_1 + D_1^2 k R T_0 + \frac{PaV}{RT}$$

$$D_1^2 k R T_0 - 30D_1 + \frac{PaV}{RT} = 0$$

$$D_1 = \frac{30 \pm \sqrt{90 - \frac{4PaV}{RT} \cdot k R T_0}}{2k R T_0}$$

$\rho_1 = \rho_2$  Две нагрузки.

$$\frac{2D_0 R T_0}{v} = \frac{D_1 R T_0}{\frac{v}{2} - \frac{3v}{8}} = \frac{8D_1 R T_0}{v}$$

$D_0$  - нагрузка газа сверху;  $D_1$  - снизу

$$D_1 = \rho_1 k$$

$$\frac{30D_1 R T_0}{v} = \frac{6k D_1^2 R T_0 R T_0}{v} + Pa \Rightarrow k 6 D_1^2 R T_0 - 30D_1 R T_0 + \frac{PaV}{RT} = 0$$

$$Pa = \frac{8D_1 R T_0}{v} \Rightarrow D_1 = \frac{PaV}{8RT}$$

$$\frac{PaV^2}{864RT^2} R T_0 - 30 \frac{PaV}{8RT} + \frac{PaV}{RT} = 0$$

$$\frac{Pa}{64RT_0} - \frac{30}{8} \frac{Pa}{RT_0} + \frac{Pa}{RT_0} = 0$$

$$+ \frac{V}{8RT_0} + \sqrt{\frac{V^2}{64RT_0^2}}$$

$$D = \frac{35 \pm \sqrt{125 - \frac{0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 4}{3} \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot PaV}}{6 \cdot RT_0}$$

$$\frac{30D_1 R T_0}{v} = \frac{6k R T_0 R T_0}{v} \rightarrow Pa$$

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!



$$P = \text{const}; P = \frac{F \cdot v}{\eta} \quad \frac{F \cdot v}{\eta} = F_1 v \Rightarrow F_1 \cdot v = \text{const} = \alpha$$

$$F_T - F_k = m a \Rightarrow$$

$$F_1 = \frac{\alpha}{v_1}$$

$$\frac{\alpha}{v} - F_k = m a;$$

$$\frac{\alpha}{v_k} - F_k = m a_k$$

$$F_c = \frac{\alpha}{v_c}$$

$$\alpha = (m a_k + F_k) v_k$$

$$a_k = \frac{dv_k}{dt} = \frac{1}{20} \text{ m/s}^2$$

$$\alpha = (m \cdot a_k + F_k) v_k = (240 \text{ kg} \cdot \frac{1}{20} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 200 \text{ N}) \cdot 30 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 212 \text{ N} \cdot 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$F_T - F_n = m a_n$$

$$\frac{\alpha}{v_n} - F_n = m a_n \Rightarrow F_n = \frac{\alpha}{v_n} - m a_n =$$

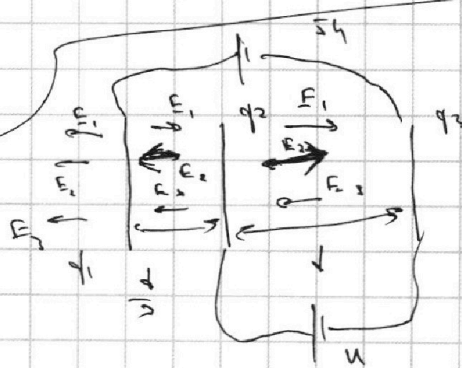
$$\frac{30 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 212 \text{ N}}{20 \frac{\text{m}}{\text{s}}} - 240 \text{ kg} \cdot \frac{1}{10} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} =$$

$$= 3 \cdot 106 \text{ N} - 24 \cdot 7 \text{ N} = 318 \text{ N} - 168 \text{ N} = 150 \text{ N}$$

$$\frac{24}{168}$$

$$\eta = \frac{P_c}{P_T} = \frac{F_c v d t}{F_n v d t} = \frac{F_c}{F_n} = \frac{150 \text{ N}}{318 \text{ N}} = \frac{50 \text{ N}}{106 \text{ N}} = 0.47\%$$

$$\frac{250}{212} \cdot \frac{53}{10473} = \frac{25}{53}$$



$$\oint U = U + (E_2 + E_3 - E_1) \frac{d}{3}$$

$$\oint U = (E_3 - E_1 - E_2) d$$

$$\phi_1 \neq \phi_2$$

$$+ \phi_3 = (\phi_1 + \phi_2) \Rightarrow E_3 = -(E_1 + E_2)$$

$$W = 1$$

$$10(E_1 + E_2) d = 2(E_1 + E_2) d + 2E_3 \frac{d}{3}$$

$$U = -2(E_1 + E_2) d$$

$$\oint U = U + 2E_3 \frac{d}{3} = -2(E_1 + E_2) d + 2E_3 \frac{d}{3}$$

$$8E_1 + 8E_2 \frac{d}{3} = 2E_3 \frac{d}{3}$$

$$E_2 = \frac{11}{2} \frac{U}{d}$$

$$\frac{22}{3} E_1 = -\frac{24}{3} E_2 \Rightarrow E_1 = -\frac{12}{11} E_2; U = \frac{2}{11} E_2 d; F_1 = -6 \frac{U}{d}$$



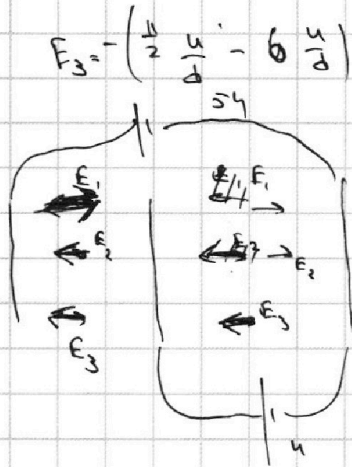
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$E_3 = - \left( \frac{U}{2} \frac{1}{d} - 6 \frac{U}{d} \right) = \frac{1}{2} \frac{U}{d}$$

$$\begin{cases} (E_2 + E_3 - E_1) \frac{d}{3} + U = 5U \\ (E_2 - E_1 - E_3) d = U \end{cases}$$

$$(E_1 - E_2 - E_3) \frac{d}{3} + U = 5U$$

$$(E_1 + E_3 - E_2) d = U$$

$$\frac{2}{3} E_1 \frac{d}{3} = 4U$$

$$2(E_1 + E_3) d = U$$

$$\frac{2}{3} E_1 d = 8(E_1 + E_2) d$$

$$-\frac{22}{3} E_1 d = \frac{24}{3} E_2 d$$

$$E_1 = -\frac{12}{11} E_2$$

$$2 \left( -\frac{12}{11} E_2 + E_2 \right) d = U$$

$$E_2 = -\frac{11}{2} \frac{U}{d}$$

$$E_1 = 6 \frac{U}{d}$$

$$E_3 = -(E_1 + E_2) = -\frac{1}{2} \frac{U}{d}$$

$$q_3 + q_2 + q_1 = 0$$

$$E_3 = -(E_1 + E_2)$$

$$1) \quad ma = q(E_1 + E_2 + E_3)$$

$$a = \frac{q}{m}(E_1 + E_2 + E_3) = 0$$

$$\rightarrow \varphi = \int E dx$$

$$\Delta \varphi = Uq$$

$$3) \quad \varphi = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$\frac{d}{dx} \left( \frac{q_1}{|x|} + \frac{q_2}{|x-d|} + \frac{q_3}{|x-d|} \right) = 0$$

$$\frac{q_1}{x^2} + \frac{q_2}{(x-d)^2} + \frac{q_3}{(x-d)^2} = 0$$

$$1) \quad \left( \frac{q_1}{x} + \frac{q_2}{\frac{d}{2}-x} + \frac{q_3}{\frac{4}{3}d-x} \right) = 0$$

$$\left( \frac{12}{x} + \frac{36}{d-3x} - \frac{36}{4d-3x} \right) = 0$$

$$(12d - 36x)(4d - 3x) - 36x(4d - 3x) - 3(4d - 3x)(d - 3x) = 0$$

$$48d^2 - 144xd - 36xd + 108x^2 - 132yd + 99x^2 - 3yd + 9x^2 = 0$$

$$48d^2 + 144xd - 171yd = 0$$

$$48d^2 = 27yd \quad x = \frac{16}{9}d$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 36 \\ 144 \\ \hline 1 \\ \times 171 \\ 171 \\ \hline 27 \end{array}$$

168

171

171

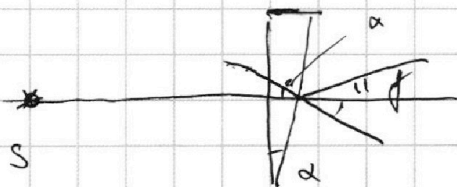
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

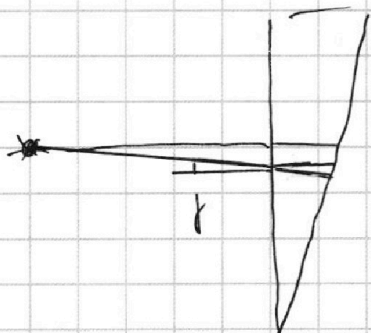


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



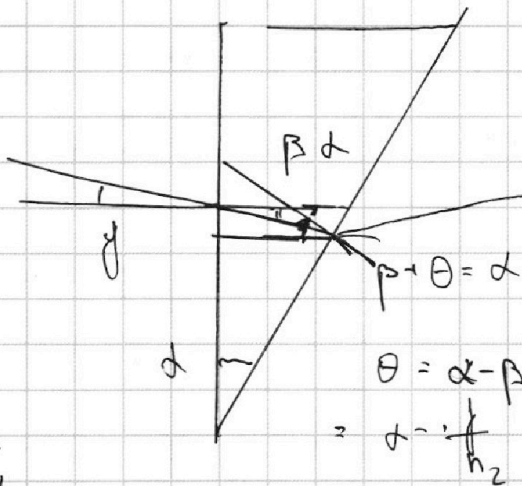
$$n_2 d = n_1 (d + f)$$

$$f = d (n_2 - n_1)$$



$$f = n_2 p$$

$$p = \frac{f}{n_2}$$



$$p + \theta = \alpha$$

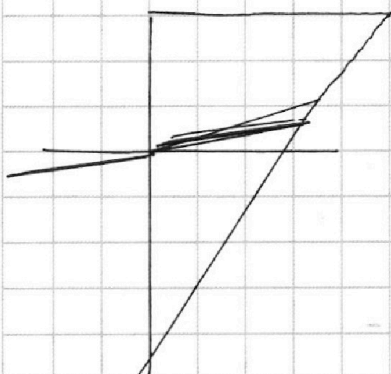
$$\theta = \alpha - p =$$

$$= \alpha - \frac{f}{n_2}$$

$$\theta n_2 = \omega + d$$

$$\alpha n_2 - f = \omega + d$$

$$\omega = \alpha (n_2 - n_1) = f$$



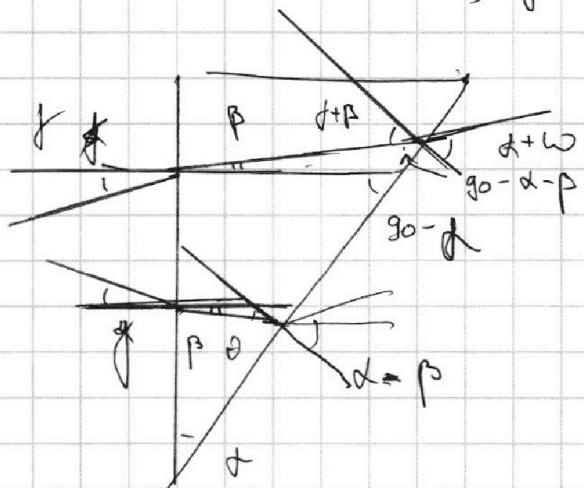
~~$$(\alpha + \beta) n_2 = d + \omega$$~~

$$p = \frac{f}{n_2}$$

$$\alpha (n_2 - n_1) = f = \omega \Rightarrow$$

$$d f = \alpha (n_2 - n_1)$$

$$d h =$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



$$\frac{g_1}{x} + \frac{g_2}{x-d} + \frac{g_3}{4d-3x} = 0$$

$$\frac{-48x^2}{144}$$

$$\frac{12}{x} + \frac{1103}{3x-d} - \frac{112}{4d-3x} = 0$$

$$(48d - 36x)(3x-d) - 33(x)(4d-3x) - 3x(3x-d) = 0$$

$$144xd - 108x^2 - 48d^2 + 36xd - 132xd + 99x^2 - 9x^2 + 3xd = 0$$

$$-18x + \frac{4}{x} - \frac{11}{3x+d} - \frac{1}{4d-3x} = 0$$

$$(12x-4d)(4d-3x) - 11x(4d-3x) - 3x^2 + dx = 0$$

$$48xd - 16d^2 - 36x^2 + 12xd - 44xd + 33x^2 - 3x^2 + dx = 0$$

$$-6x^2 + 27xd - 16d^2 = 0$$

$$6x^2 - 17xd + 16d^2$$

$$289 - 384$$

$$\frac{g_1}{x} + \frac{g_2}{3x-d} + \frac{g_3}{4d-3x} = 0 \rightarrow \frac{12}{x} + \frac{2 \cdot 11}{4d-3x} - \frac{1}{4d-3x} = 0$$

$$4(d-3x)(4d-3x) + 11x(4d-3x) - x(d-3x) = 0$$

$$36x^2 + 16d^2 - 105xd = 0$$

$$-xd + 3x^2 = 0$$

$$36 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 16 \cdot 4$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ \times 16 \\ \hline 576 \\ \times 16 \\ \hline 9216 \\ \times 16 \\ \hline 147456 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 576 \\ \times 36 \\ \hline 20736 \\ 102 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 512 \\ \times 36 \\ \hline 3072 \\ 1536 \\ \hline 29432 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 105 \\ \times 105 \\ \hline 525 \\ 105 \\ \hline 11025 \end{array}$$

$$4R \frac{dq}{dt} + \frac{dS_2}{dt} = 2L \frac{dS_3}{dt}$$

$$4R \Delta q = L \left( \frac{22}{2} + \frac{5}{7R} \right)$$

$$\Delta q = \frac{15L}{28R^2}$$