



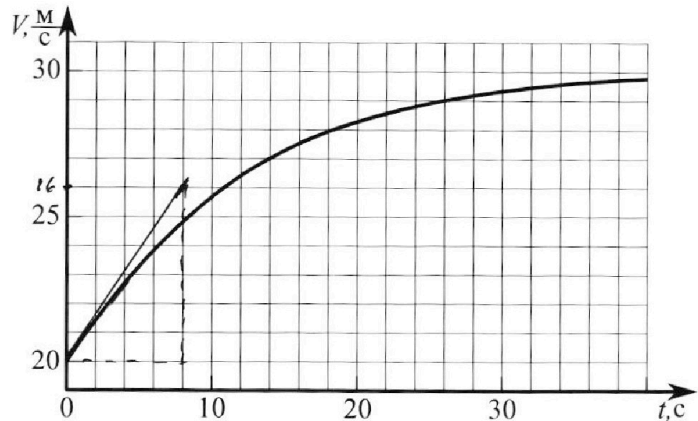
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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.



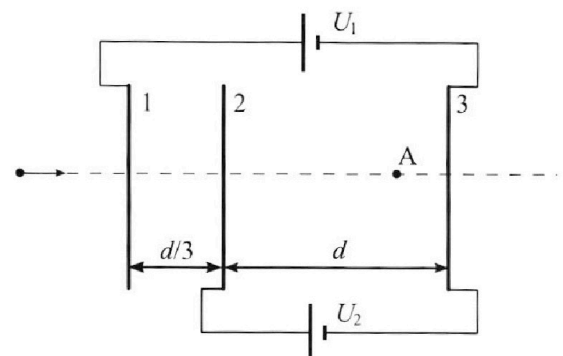
- Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- Найти силу сопротивления движению  $F_0$  в начале разгона.
- Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона? Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $3V/8$ . 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.

- Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- Определите начальное давление в сосуде  $P_0$ . Ответ выразить через  $P_{\text{атм}}$  (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях  $d$  и  $d/3$  (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.



- Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.
- Найти разность  $K_3 - K_2$ , где  $K_2$  и  $K_3$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
- Найти скорость частицы в точке А на расстоянии  $3d/4$  от сетки 2.

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-04

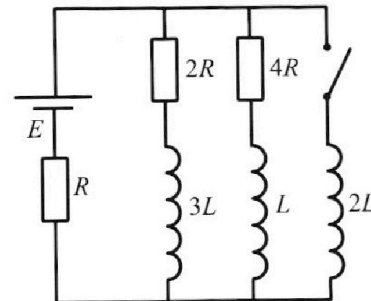
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



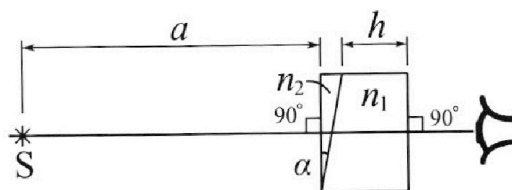
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 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  $n_{\text{в}} = 1,0$ . 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  $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.

- 2) Считая  $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



1  2  3  4  5  6  7

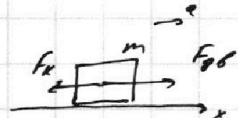
МФТИ

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

1. Ускорение поезда в начальном моменте времени  $a = \frac{dv}{dt} = \frac{26 \frac{m}{s} - 10 \frac{m}{s}}{10 \frac{s}{} - 0} = \frac{3}{4} \frac{m}{s^2}$  — ускорение поезда. касательной к графику  $v(t)$  в точке  $t=0$

Пусть на поезд действует разгоняющая сила  $F_{gb}$ . И.к. мощность двигателя  $P = const, F_0$

$$F_{gb} \cdot v = P = const$$



к концу разгона: по II з.п.  $m \vec{a} = \vec{F}_{gb} + \vec{F}_k$

$$ox: 0 = F_{gb} - F_k$$

$$P = F_{gb} \cdot v_k = F_k v_k \quad \text{где } v_k = 30 \frac{m}{s} \text{ — скорость к концу разгона.}$$

$$F_{gb} = F_k$$

В начале движения из II з.п.:  $ox: ma = F_{gb} - F_0$

$v_0$  — скорость в начале движ.

$$ma = \frac{P}{v_0} - F_0$$

$$F_0 = \frac{P}{v_0} - ma = F_k \frac{v_k}{v_0} - ma$$

$$F_0 = 200 \text{ Н} \cdot \frac{30 \frac{m}{s}}{10 \frac{m}{s}} - 240 \text{ кг} \cdot \frac{3}{4} \frac{m}{s^2} =$$

$$= 300 \text{ Н} - 180 \text{ Н} = 120 \text{ Н}$$

Мощность, идущая на прод. силу движ  $P_x = F_0 v_0$

$$\frac{P_x}{P} = \frac{F_0 v_0}{F_k v_k} = \frac{120 \text{ Н} \cdot 10 \frac{m}{s}}{200 \text{ Н} \cdot 30 \frac{m}{s}} = 0,4$$

Ответ: 1)  $0,75 \frac{m}{s^2}$  2) 120 Н 3) 0,4



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

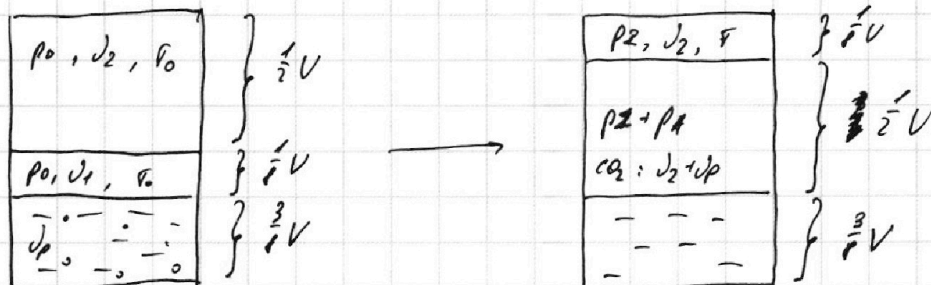
1  2  3  4  5  6  7



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



2.



$p_2$  - давл.  $\text{CO}_2$  в верх. частях после нагрева

$p_1$  - давл.  $\text{CO}_2$  в нижней частях после нагре.

$$p_A = p_{\text{атм}}$$

$V_p$  - кол-во растворившегося в воде  $\text{CO}_2$  при нагревании

$V_1, V_2$  - кол-ва  $\text{CO}_2$  в нижней и верх. частях сосуда при нагревании.

Поршень в обоих сл. находится в равновесии,

и он невесомый  $\Rightarrow$  давл. в нижних частях равны.

Из ур. сост. уг. газа:

до нагрева:

$$\left\{ \begin{aligned} p_0 \cdot \frac{1}{2} V &= \nu_2 R T_0 \\ p_0 \cdot \frac{1}{2} V &= \nu_1 R T_0 \end{aligned} \right. \Rightarrow \frac{\nu_2}{\nu_1} = \frac{\frac{1}{2} V}{\frac{1}{2} V} = 4$$

Из закона Геймля:  $\nu_p = \kappa p_0 \cdot \frac{3}{4} V$   $\nu_2 = 4\nu_1$

После нагрева раствор.  $\text{CO}_2$  перешел в газ, давл. паров воды при затк -  $p_A$

давл. в обеих частях равны  $\Rightarrow p_2 = p_1 + p_A$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



1	2	3	4	5	6	7
<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!

$$\begin{cases} P_2 \cdot \frac{1}{2} V = \sqrt{2} R V \Rightarrow P_2 = \frac{\sqrt{2} R V}{V} = \frac{128}{3} \cdot \frac{\sqrt{2} R V_0}{V} \\ (P_2 - P_A) \cdot \frac{1}{2} V = (\nu_p + \nu_s) R V \end{cases}$$

$$(P_2 - P_A) \cdot \frac{1}{2} V = (\nu_p + \nu_s) \cdot R \cdot \frac{1}{3} V_0$$

$$(P_2 - P_A) = \frac{1}{3} \cdot \frac{R V_0}{V} \cdot (\nu_p + \nu_s)$$

$$(P_2 - P_A) = \frac{R_0}{3} \cdot \frac{\nu_p + \nu_s}{\nu_s}$$

$$\frac{128}{3} \cdot \frac{\sqrt{2} R V_0}{V} - P_A = \frac{R_0}{3} \left(1 + \frac{\nu_p}{\nu_s}\right)$$

$$\frac{\nu_p}{\nu_s} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{R_0 V}{R V_0}$$

$$\frac{16}{3} \cdot P_0 - P_A = \frac{P_0}{3} + \frac{K P_0 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} V}{\frac{1}{\sqrt{2}} \frac{R_0 V}{R V_0}}$$

$$S_{P_0} = P_A + 3 K R V_0$$

$$\text{т.к. } 3 K R V_0 = \frac{9}{4} R V = \frac{9}{4} \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 \approx 5 \text{ Вт} \ll P_A \approx 10^6 \text{ Вт}$$

$$P_0 \approx \frac{1}{5} P_A$$

Отв. 1) 4      2)  $\frac{1}{5} P_A$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

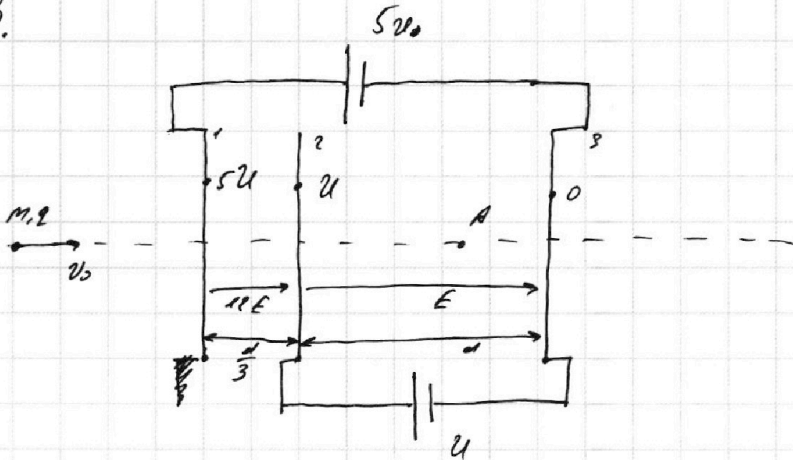
1  2  3  4  5  6  7



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



3.



Пусть на плоскости 3 потенциал  $\varphi \Rightarrow$  из-за  
несогласованности поля на плоскостях 2 и 1 потенциалы  
 $\varphi + U$  и  $\varphi + 5U$  соотв.

Пусть плоскости 1, 2, 3 заряжены  $Q_1, Q_2, Q_3$   
соотв.  $\Rightarrow$  из закона сохр. заряда  $Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$

Сетки можно считать беск. плоскостями, тогда они  
создают поле  $E_1, E_2, E_3$  равные  $\frac{Q_1}{2\epsilon_0 S}, \frac{Q_2}{2\epsilon_0 S}, \frac{Q_3}{2\epsilon_0 S}$   
соотв.  $\Rightarrow$  поле за сетками <sup>(5-крат. сетки)</sup> будет равно

$$\frac{Q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{Q_2}{2\epsilon_0 S} + \frac{Q_3}{2\epsilon_0 S} = \frac{1}{2\epsilon_0 S} (Q_1 + Q_2 + Q_3) = 0 \Rightarrow \text{взаш. с}$$

каждой они будут только поле из-за  
то сетки и до вылета из 3. Также  $\varphi = \varphi_0 = 0$

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 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!



Между сетками 2 и 3 создается поле  $E$   
равное, что  $E_d = U$

Уз ЗЗ.11:  $m\vec{a} = \vec{F}_u \Rightarrow ma = qE = \frac{qU}{d}$   
 $a = \frac{qU}{md}$

Уз ЗСЗ: ( $\varphi_2, \varphi_3$  - потенциалы пластин 2 и 3)

$$K_3 + q\varphi_3 = K_2 + q\varphi_2 \Rightarrow K_3 - K_2 = q(\varphi_2 - \varphi_3) = qU$$

$$\varphi_A = \varphi_2 + E \cdot \left(d - \frac{3d}{4}\right) = \frac{E_d}{4} = \frac{U}{4}$$

Уз ЗСЗ:  $\frac{mv_0^2}{2} + 5qU = \frac{mv_1^2}{2} + qU \Rightarrow$   
 $= \frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + 4qU$ , где  $v_1$  - скорость в  $\bullet$  2.

$$\Rightarrow \frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{3qU}{4} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{19qU}{4}$$

$$v_1^2 = v_0^2 + \frac{19qU}{2m} \Rightarrow v_1 = \sqrt{v_0^2 + \frac{19qU}{2m}}$$

Ответ: 1)  $\frac{qU}{md}$  2)  $qU$  3)  $\sqrt{v_0^2 + \frac{19qU}{2m}}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

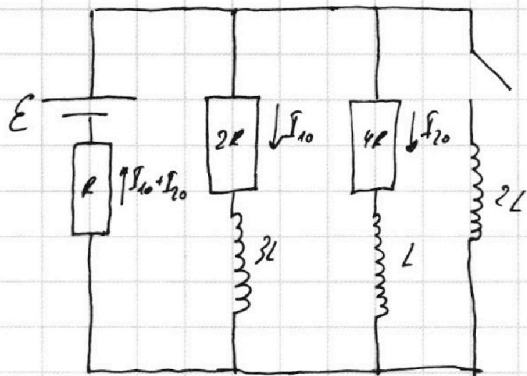
МФТИ

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

4.

В уст. режиме ток не меняется  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  напр. на катушках = 0

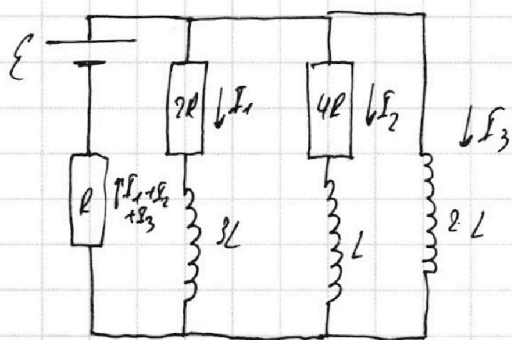
По пр-лу Кирхгофа:



$$\begin{cases} E = R(I_{10} + I_{20}) + 4R I_{20} \\ E = R(I_{10} + I_{20}) + 2R I_{10} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2I_{10} = 4I_{20} \Rightarrow I_{10} = 2I_{20}$$

$$E = R \cdot 3I_{20} + 4R I_{20} \Rightarrow I_{20} = \frac{1}{7} \cdot \frac{E}{R}$$



По пр-лу Кирхгофа:

$$\begin{cases} E = R(I_1 + I_2 + I_3) + 2L \dot{I}_3 \\ 2L \dot{I}_3 = 4R I_2 + L \dot{I}_2 \\ 2L \dot{I}_3 = 2R I_1 + 3L \dot{I}_1 \end{cases}$$

В момент замыкания явля  $I_3 = 0$ , ток на резисторах не меняется.

$$\Rightarrow E = R(I_1 + I_2) + 2L \dot{I}_3 = R(I_{10} + I_{20}) + 2L \dot{I}_3$$

$$E = \frac{3}{7} E + 2L \dot{I}_3 \Rightarrow 2L \dot{I}_3 = \frac{4}{7} E$$

$$\dot{I}_3 = \frac{2}{7} \frac{E}{L}$$

По все дальнейшего времени ток будет течь только через катушку 2L, т.к. ее сопр. будет 0. Через ост. катушки ток течь не будет. ток будет соств.  $I_{31} = \frac{E}{L}$

$$2L \dot{I}_3 = 4R I_2 + L \dot{I}_2 \Rightarrow 2L dI_3 = 4R \cdot (I_2 dt) + L dI_2 \int_0^{\infty}$$

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!



$$2L \int_0^{\frac{E}{R}} dI_3 = 4R \cdot \int_0^{\frac{E}{R}} dI_2 + L \int_0^{\frac{E}{R}} dI_2$$

$$2L \left( \frac{E}{R} - 0 \right) = 4R (I_2 - 0) + L \left( 0 - \frac{1}{\gamma} \frac{E}{R} \right)$$

$$\frac{2LE}{R} = 4RI_2 - \frac{1}{\gamma} \frac{LE}{R}$$

$$4RI_2 = \frac{15}{\gamma} \frac{LE}{R}$$

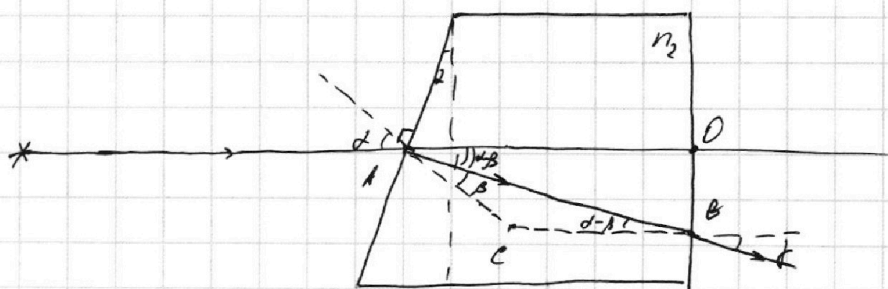
$$I_2 = \frac{15}{28} \cdot \frac{LE}{R^2}$$

Ответ: 1)  $\frac{1}{\gamma} \frac{E}{R}$  2)  $\frac{2E}{2L}$  3)  $\frac{15}{28} \cdot \frac{LE}{R^2}$

5.

При  $n_1 = n_2 = 1,0$  луч, проходящий через точку  $A$  не преломляется.

1)



По 3-му преломления в точке A:  $\sin \alpha = n_2 \sin \beta$   
 $\angle CAB = \beta$ ,  $\angle CAO = \alpha \Rightarrow \angle BAO = \alpha - \beta \Rightarrow \angle CBA = \angle BAO = \alpha - \beta$

По 3-му преломления в точке B:  $n_2 \sin(\alpha - \beta) = \sin \alpha$

$$\begin{cases} \sin \alpha = n_2 \sin \beta \\ n_2 \sin(\alpha - \beta) = \sin \alpha \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \alpha = n_2 \beta \\ \alpha = n_1(\alpha - \beta) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \alpha = n_2 \beta \\ \alpha = \alpha(n_1 - 1) \end{cases}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

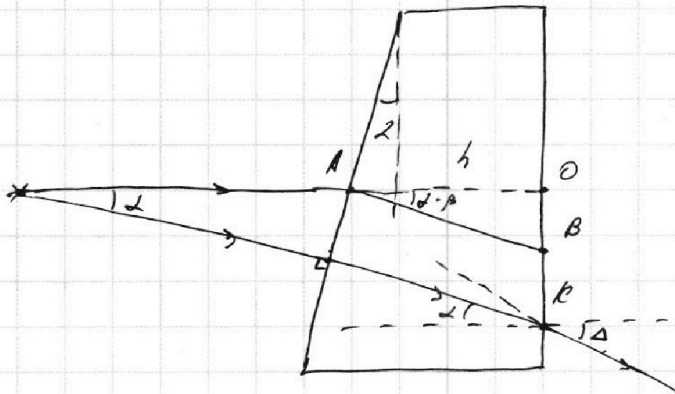
МФТИ

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



$$\delta = 0,1 \text{ рад} (1,7 - 1) = 0,07 \text{ рад}$$

2) Рассмотрим 2 луча, падающие перпендикулярно грани призмы. Через 10 грань они выйдут без преломлений.



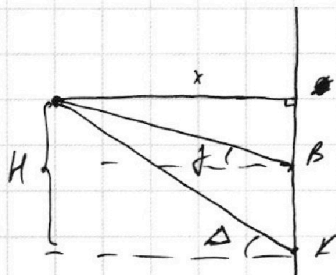
По 3-му свр. в точке К:

$$n_2 \sin \Delta = \sin \delta$$

$$n_2 \delta = \Delta$$

$$\Delta = 0,1 \cdot 1,7 = 0,17 \text{ рад}$$

Рассмотрим пересечение этих двух лучей



$$\frac{H}{x} = \tan \Delta \Rightarrow H = x \Delta$$

$$H = BK + x \tan \delta$$

$$BK = OK - OB = (a+h) \tan \Delta - h \cdot \tan(\Delta - \delta) =$$

$$= (a+h) \Delta - h \cdot \Delta (1 - \frac{1}{n_2})$$

$$x \Delta = (a+h) \Delta - h \cdot \Delta (1 - \frac{1}{n_2}) + x \delta$$

$$x = \frac{(a+h) \Delta - h \Delta (1 - \frac{1}{n_2})}{\Delta - \delta}$$

$$l = a + h - x = a + h - \frac{(a+h) \Delta - h \Delta (1 - \frac{1}{n_2})}{\Delta - \delta}$$

$$l = 100 + 14 - \frac{114 - 14(1 - \frac{1}{1,7})}{0,17 - 0,07} = 114 - \frac{114 - 14 \cdot \frac{0,7}{1,7}}{0,1} \approx 102,2 \text{ см}$$

Ответ: 1) 0,07 рад 2) 1020 см





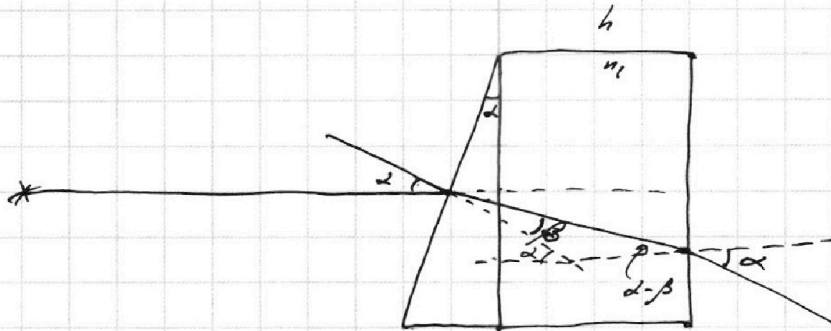
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!

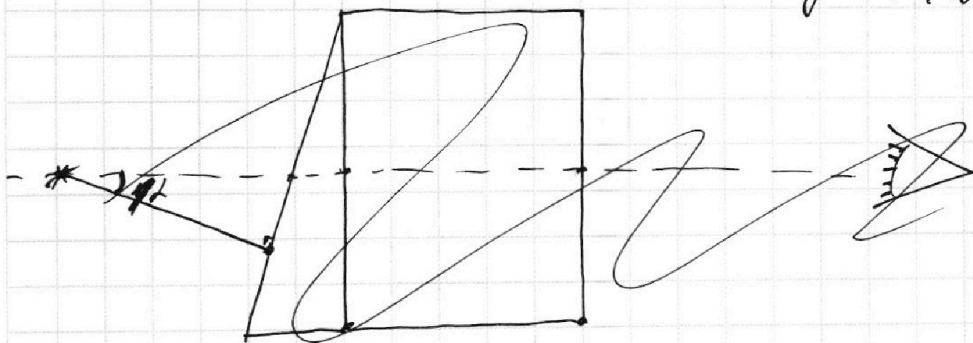


$$\begin{cases} n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta \\ \sin \gamma = n_2 \sin(\alpha - \beta) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \alpha = n_2 \beta \rightarrow \beta = \frac{\alpha}{n_2} \\ \gamma = n_2(\alpha - \beta) \end{cases}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,7 \\ 0,7 \\ \hline 1,89 \end{array}$$

~~$$d = n_2 \left( \alpha - \frac{\alpha}{n_2} \right) = \alpha \cdot \frac{n_2^2 - 1}{n_2}$$~~
~~$$d = 0,1 \cdot \frac{1,7^2 - 1}{1,7} = \frac{0,8 \cdot 2,7}{1,7}$$~~
~~$$\frac{1,89}{1,7} = 1,11$$~~

$$d = n_2 \left( \alpha - \frac{\alpha}{n_2} \right) = \alpha (n_2 - 1) = 1 \cdot (1,7 - 1) = 0,7 \cdot \alpha = 0,7 \cdot 2,7 = 1,89$$



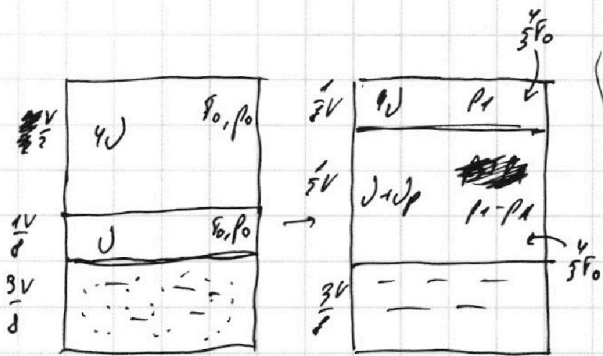
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$P_1 = \frac{128 \cdot U E_0}{3 \cdot V}$$

$$P_1 \cdot \frac{1}{3} V = U R \cdot \frac{1}{3} E_0$$

$$(P_1 - P_A) \cdot \frac{1}{3} V = (U + U_p) R \cdot \frac{1}{3} E_0$$

$$(P_1 - P_A) = (U + U_p) \cdot \frac{1}{3} \frac{R E_0}{V}$$

$$(P_1 - P_A) = \frac{1}{3} \cdot \frac{U + U_p}{U}$$

$$\frac{128}{3} \cdot \left( \frac{U R E_0}{V} - P_A \right) = \frac{1}{3} + \dots$$

$$\frac{U_p}{U} = \frac{\frac{3}{4} K R V}{\frac{1}{4} R E_0} = 3 K R E_0 = \frac{9}{4} K R V$$

$$\frac{U}{V} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{R E_0}$$

$$\frac{128}{3} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{R E_0} \cdot R E_0 - P_A = \frac{1}{3} + \frac{9}{4} K R V$$

$$\frac{9}{4} \cdot 0.3 \cdot 0.6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 = 4.5 \cdot 0.9 \cdot 3 = 4.5 \cdot 0.9$$

$$\frac{16}{3} P - P_A = \frac{1}{3} + \frac{9}{4} K R V$$

$$5P = P_A + \frac{9}{4} K R V$$

$$P = \frac{1}{5} P_A$$

$$\frac{16}{3} P \cdot \frac{1}{3} V = (U_1 + U_p) R V$$

$$\frac{8}{3} P V = (U_1 + U_p) R V$$

$$\frac{8}{3} P V = \frac{16}{3} U_2 R E_0$$

$$\frac{16}{3} U_2 R E_0 = (U_1 + U_p) \cdot \frac{1}{3} R E_0$$

$$4U_2 = U_1 + U_p$$

$$16U_2 = U_1 + U_p$$

$$U_p = 15U_2$$

$$K \cdot \frac{8}{3} P V = 15 \cdot \frac{1}{3} \frac{P V}{R E_0}$$

$$P = 20 \frac{1}{K R E_0}$$

$$P = 20 \cdot \frac{1}{0.6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3}$$

$$P = \frac{200 \cdot 4}{6 \cdot 9} = \frac{100}{27}$$



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.  $Q_0 = \frac{6 \cdot 10^7}{80} = 0,75$

$f = \frac{m \cdot v}{c^2} \cdot \frac{v}{c}$   
 $m = 240 \text{ кг}$   
 $\frac{v \cdot v}{c} = \frac{2v}{c} = 1v$

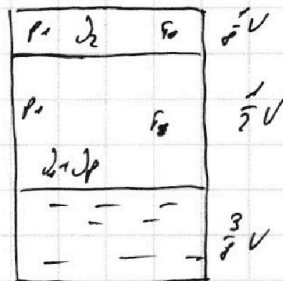
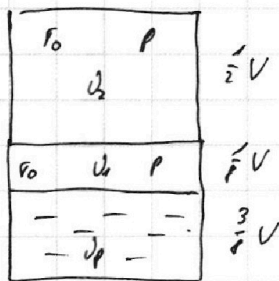
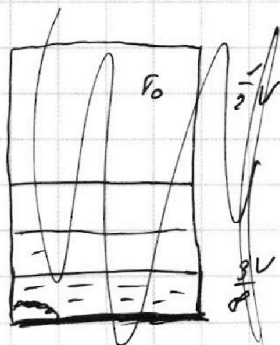
~~$F_k \cdot v_k = P$~~   $F_k \cdot v_k = P \Rightarrow$

$ma = \frac{P}{v_0} - F_0 \Rightarrow F_0 = \frac{P}{v_0} - ma = F_k \frac{2v_0}{v_0} - ma$

$= 200 \cdot \frac{30}{20} - 240 \cdot \frac{3}{4} = 300 - 180 = 120 \text{ Н}$

$L = \frac{F_0}{\frac{P}{2v_0}} = \frac{120}{300} = \frac{4}{10} = 0,4$

2.



Паровая сет.

$P = \frac{2J_2 R_0}{U}$

$P \cdot \frac{1}{2}U = 4J_2 R_0 \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot \frac{P}{U} = \frac{4R_0}{U}$

$P_0 \cdot \frac{1}{2}U = J_2 R_0$

$P \cdot \frac{1}{2}U = J_1 R_0$

$J = \frac{1}{2} \frac{P U}{R_0}$

$J_P = k_P \cdot \frac{3}{2}U$

$P_1 \cdot \frac{1}{2}U = J_2 R_0 = \frac{4}{3} J_2 R_0 \Rightarrow P_1 = \frac{30}{3} \frac{J_2 R_0}{U} = \frac{10}{3} P$

$P_1 \cdot \frac{1}{2}U = (J_2 + J_P) R_0$

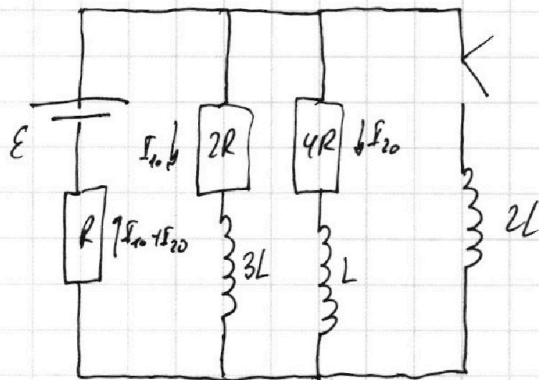
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



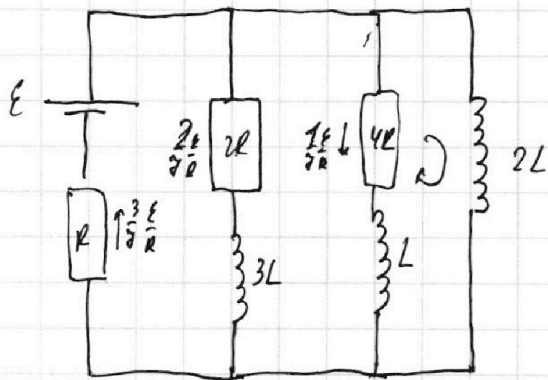
$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{4R} = \frac{3}{4R}$$

$$R_0 = \frac{4}{3}R$$

$$I_0 = \frac{E}{R_0} = \frac{3}{4} \cdot \frac{E}{R}$$

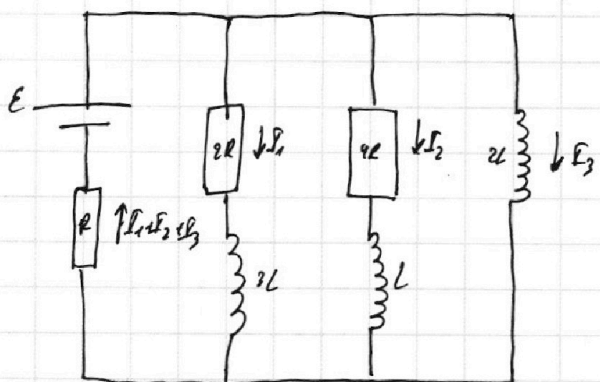
$$I_{20} = \frac{2}{4} \cdot I_0 = \frac{1}{4} \cdot \frac{E}{R}$$

$$I_{40} = \frac{2}{8} \cdot \frac{E}{R}$$



$$4R \cdot \frac{1}{4} \frac{E}{R} = 2L \cdot \dot{I}_1$$

$$\dot{I}_1 = \frac{2E}{8L}$$



$$\begin{cases} 4R \cdot I_2 + L \dot{I}_2 = 2L \dot{I}_3 \\ 2R \cdot I_1 + 3L \dot{I}_1 = 2L \dot{I}_3 \\ E = (I_1 + I_2 + I_3)R + 2L \dot{I}_3 \end{cases}$$

$$E = R(I_1 + I_2) + 2L \dot{I}_3$$

$$E = R \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{E}{R} + 2L \dot{I}_3$$

$$L \dot{I}_3 = \frac{2}{8} E$$

$$\dot{I}_3 = \frac{2E}{8R}$$

$$2R I_1 + 3L \dot{I}_1 = 4R I_2 + L \dot{I}_2$$

$$4R I_2 + L \cdot \dot{I}_2 = 2L \dot{I}_3$$

$$4R I_2 + L \cdot \dot{I}_2 = 2L \dot{I}_3$$

$$4R I_2 + L \cdot \frac{1}{8} \frac{E}{R} = 2L \cdot \frac{E}{8R}$$

$$I_2 = \frac{13}{24} \cdot \frac{LE}{R^2}$$

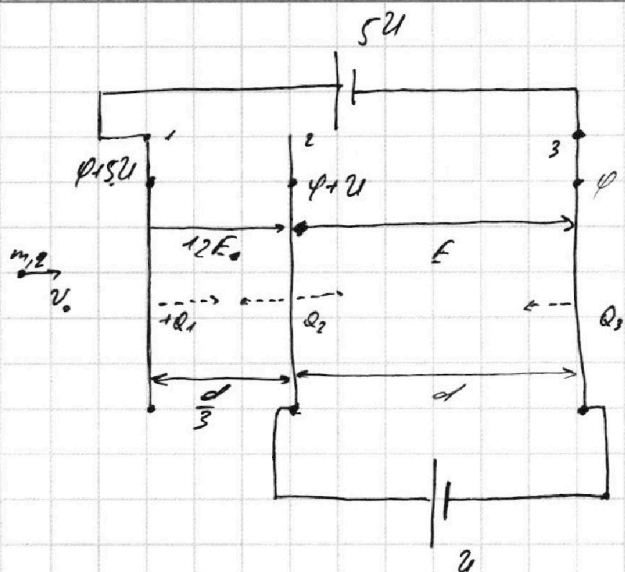
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$E_1 = \frac{qQ}{\epsilon_0} = \frac{12q}{d}$$

$$E_2 = \frac{q}{d}$$

$$\bar{E} = E - 2E_0$$

$$-\frac{Q_3}{2\epsilon_0 d} + \frac{Q_1}{2\epsilon_0 d} - \frac{Q_2}{2\epsilon_0 d} = 12E$$

~~$$\frac{Q_3}{2\epsilon_0 d}$$~~

$$\frac{Q_1}{2\epsilon_0 d} + \frac{Q_2}{2\epsilon_0 d} - \frac{Q_3}{2\epsilon_0 d} = E$$

$$ma = qE$$

$$a = \frac{qE}{m} = \frac{qU}{md}$$

$$v_1^2 = 2U$$

$$\frac{m v_0^2}{2} + 4Uq = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{3}{4} 2U = \frac{m v_1^2}{2}$$

$$v_0^2 + \frac{19}{2} \frac{qU}{m} = v_1^2 \Rightarrow v_1 = \sqrt{v_0^2 + \frac{19}{2} \frac{qU}{m}}$$

$$-Q_3 + Q_1 - Q_2 = 12q$$

$$Q_1 + Q_2 - Q_3 = q$$

~~$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$~~

$$Q_3 = -\frac{q}{2}$$

$$Q_1 = 6q$$

$$Q_2 = -5.5q$$