



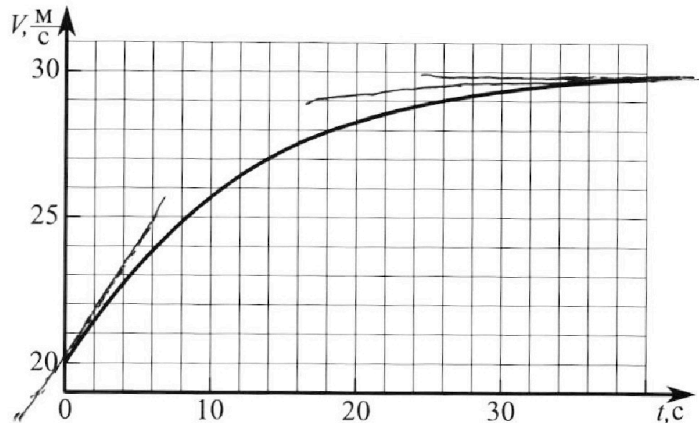
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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?

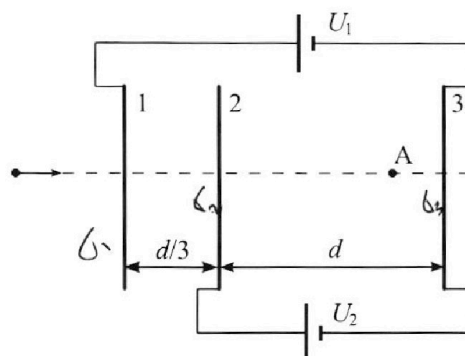
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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  $\Delta\nu$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta\nu = kpw$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  моль/( $\text{м}^3 \cdot \text{Па}$ ). 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

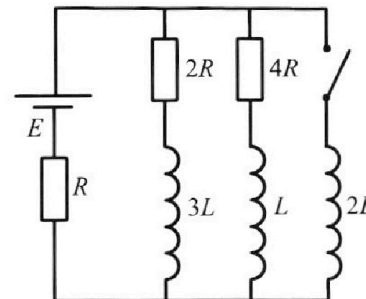
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



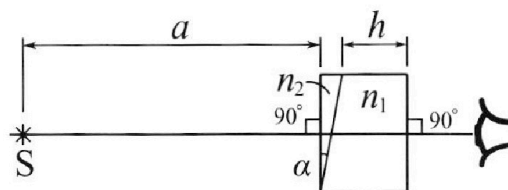
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 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  $a = 100$  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  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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!



Дано:

$$m = 240 \text{ кг}$$

$$F_k = 200 \text{ Н}$$

1)  $a_0$  - ?

2)  $F_0$  - ?

3)  $\eta$  - ?

Решение:

1) Ускорение в начальный момент времени соответствует тангенсу угла наклона касательной, проведенной к начальной точке.

По графику:  $a_0 \approx \left(\frac{25-20}{6}\right) \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \frac{5}{6} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2) Мощность от двигателя, передаваемая на ведущее колесо, идет на разгон и на преодоление силы сопротивления.

$$P = (ma_0 + F_0)V_0 = (ma_k + F_k)V_k, \text{ где } V_k \text{ и } a_k \text{ - конечные значения.}$$

$$a_k \approx 0; V_k \approx 29,7 \approx 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}; V_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} \text{ (по графику)}$$

$$(ma_0 + F_0)V_0 = F_k V_k$$

$$ma_0 + F_0 = F_k \frac{V_k}{V_0}$$

$$F_0 = \frac{F_k V_k}{V_0} - ma_0$$

$$F_0 = \frac{200 \cdot 30}{20} - 240 \cdot \frac{5}{6} = 300 - 200 = 100 \text{ Н.}$$

3) Пусть  $\eta$  - часть мощности, которое идет на преодоление силы сопротивления в начале.

Тогда:

$$\eta = \frac{F_0}{ma_0 + F_0} = \frac{100}{240 \cdot \frac{5}{6} + 100} = \frac{100}{300} = \text{или } \frac{1}{3}.$$

То есть на преодоление силы сопротивления идет ~~20%~~ <sup>33%</sup> от всей мощности в начале разгона.

Ответ: 1)  $a_0 = \frac{5}{6} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2)  $F_0 = 100 \text{ Н}$

3)  $\eta = \frac{1}{3}.$

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!

Дано:

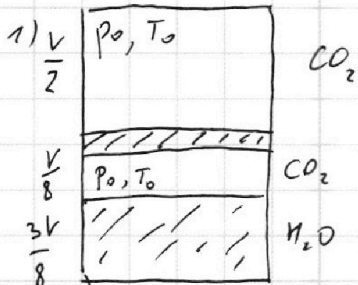
$$\frac{3V}{8}, \frac{4T_0}{3} = 373 \text{ K}$$

$$\frac{V}{8}$$

1)  $\frac{p_1}{p_2} = ?$

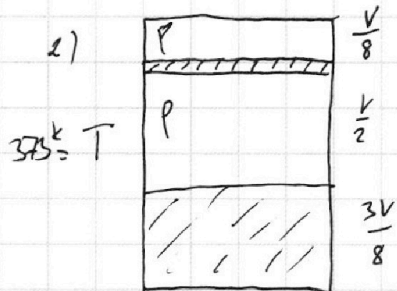
2)  $p_0 = ?$

Решение:



Перемешиваем  $\Rightarrow$   
давление в верхней  
и нижней частях  
равны.

$$\begin{aligned} p_0 \frac{V}{2} &= \nu_1 R T_0 \\ p_0 \frac{V}{8} &= \nu_2 R T_0 \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad \frac{\nu_1}{\nu_2} = 4.$$



При  $T = 373 \text{ K}$  давление н.п.  
 $p_{\text{ип}} = 10^5 \text{ Па} = 1 \text{ атм}$ . Жидкость  
почти полностью не испарилась,  
поэтому  $p = p_{\text{ип}}$ .  
Рассмотрим верхнюю часть.

$$p \frac{V}{8} = \nu_1 R T$$

$$p_0 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0$$

$$\frac{p}{4p_0} = \frac{T}{T_0} = \frac{4}{3}$$

$$p = \frac{16}{3} p_0 \Rightarrow p_0 = \frac{3}{16} p = \frac{3}{16} p_{\text{атм}}$$

Ответ: 1)  $\frac{p_1}{p_2} = 4$

2)  $p_0 = \frac{3}{16} p_{\text{атм}}$

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

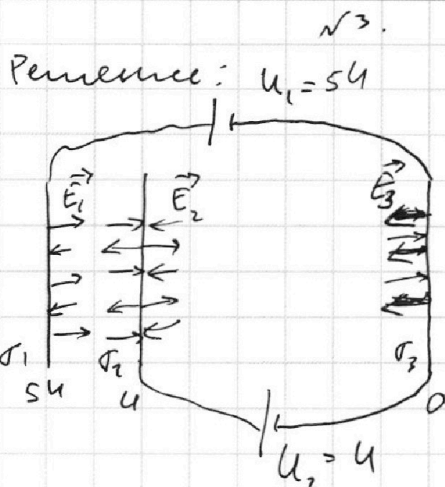
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 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!

Дано:  
 $d, U_1 = 5U$   
 $U_2 = U$   
 $V_0, m, q$



$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  - поверхностные плотности зарядов на обкладках.

- 1)  $|a_{23}|$   
 2)  $k_3 - k_2$   
 3)  $V_A$

предположим, что  $E_1, E_2, E_3 > 0$

$$\begin{cases} \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} \cdot \frac{d}{3} + \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} \cdot \frac{4d}{3} = 5U \\ \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} \cdot \frac{d}{3} + \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} \cdot d = U \quad | \cdot \frac{4}{3} \Rightarrow \\ \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} \cdot \frac{4d}{3} + \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} \cdot d = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{4\sigma_1 d}{6\epsilon_0} + \frac{4\sigma_3 d}{6\epsilon_0} = 4U \\ \frac{\sigma_2 d}{2\epsilon_0 \cdot 3} - \frac{4\sigma_1 d}{6\epsilon_0} = U \end{cases}$$

$$4\sigma_1 = -3\sigma_2$$

$$\begin{aligned} \frac{-\sigma_1}{2\epsilon_0} \cdot \frac{4d}{3} + \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} \cdot \frac{4d}{3} &= 5U \\ \sigma_3 &= \sigma_1 + \frac{30U\epsilon_0}{4d} \\ \frac{\sigma_1 d}{6\epsilon_0} - \frac{\sigma_1 d}{6\epsilon_0} - \frac{30U\epsilon_0}{4d} \cdot \frac{d}{\epsilon_0} &= U \\ -\frac{\sigma_1 d}{3\epsilon_0} &= U + \frac{15U}{4} \\ \sigma_1 &= -\frac{57U\epsilon_0}{4d} \\ \sigma_2 &= \frac{57U\epsilon_0}{d} \\ \sigma_3 &= -\frac{27U\epsilon_0}{4d} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{4\sigma_2 d}{6\epsilon_0} &= U \\ \sigma_2 &= \frac{3U\epsilon_0}{2d} \\ \sigma_1 &= -\frac{3U\epsilon_0}{2d} \cdot \frac{3}{4} \\ &= -\frac{9U\epsilon_0}{8d} \\ \sigma_3 &= \frac{2U\epsilon_0}{d} - \frac{\sigma_1 d}{6\epsilon_0} \\ &= \frac{2U\epsilon_0}{d} - \frac{-\frac{9U\epsilon_0}{8d} \cdot d}{6\epsilon_0} \\ &= \frac{2U\epsilon_0}{d} + \frac{3U\epsilon_0}{8d} = \frac{19U\epsilon_0}{8d} \end{aligned}$$

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!

$$\frac{4\sigma_1 d}{18\epsilon_0} + \frac{4\sigma_3 d}{6\epsilon_0} = \frac{4}{3}U$$

$$\frac{\sigma_2 d}{6\epsilon_0} + \frac{4\sigma_3 d}{6\epsilon_0} = 5U$$

$$\frac{\sigma_2 d}{6\epsilon_0} - \frac{4\sigma_1 d}{18\epsilon_0} = \frac{11}{3}U$$

$$\frac{3\sigma_2 d}{18\epsilon_0} - \frac{4\sigma_1 d}{18\epsilon_0} = \frac{11}{3}U$$

$$\frac{3\sigma_2 d}{6\epsilon_0} - \frac{4\sigma_1 d}{6\epsilon_0} = 11U$$

$$\frac{3\sigma_2 d}{6\epsilon_0} + \frac{3\sigma_2 d}{6\epsilon_0} = \frac{\sigma_2 d}{\epsilon_0} = 11U$$

$$\sigma_2 = \frac{11U\epsilon_0}{d}$$

$$\sigma_1 = -\frac{3}{4} \cdot \frac{11U\epsilon_0}{d} = -\frac{33U\epsilon_0}{4d}$$

$$\sigma_3 = \frac{2U\epsilon_0}{d} - \frac{\sigma_1 d}{6\epsilon_0} \cdot \frac{2\epsilon_0}{d} = \frac{2U\epsilon_0}{d} - \frac{\sigma_1}{3\epsilon_0}$$

$$\sigma_3 = \frac{2U\epsilon_0}{d} + \frac{11U\epsilon_0}{4d} = \frac{19U\epsilon_0}{4d}$$

Тогда  $E_1 = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} = -\frac{33U}{8d}$

$$E_2 = \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} = \frac{11U}{2d}$$

$$E_3 = \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} = \frac{19U}{8d}$$

$$|a_{23}| = |E_1 + E_2 + E_3| \frac{q}{m} = \left| -\frac{33U}{8d} + \frac{11U}{2d} + \frac{19U}{8d} \right| \frac{q}{m} \ominus$$

$$= \frac{19U}{4d} \cdot \frac{q}{m} = \frac{19Uq}{4md} \ominus \Rightarrow \frac{U}{d} \cdot \frac{q}{m} = \boxed{\frac{9Uq}{md}}$$

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!

$$\frac{mV_0^2}{2} = -Uq + k_2 ; \quad \frac{mV_0^2}{2} + Uq = k_2$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = k_3$$

$$k_3 - k_2 = \boxed{-Uq}$$

$$k_2 = \frac{mV_2^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} - Uq ; \quad V_2^2 = V_0^2 + \frac{2Uq}{m}$$

$$\frac{3d}{4} = \frac{V_A^2 - V_2^2}{2a} = \frac{V_A^2 - V_0^2 - \frac{2Uq}{m}}{-2 \cdot \frac{qU}{md}}$$

$$V_A^2 - V_0^2 + \frac{2Uq}{m} = \frac{3d}{4} \cdot \frac{2qU}{md} = \frac{-3qU}{2m}$$

$$V_A^2 = V_0^2 - \frac{3qU}{2m} + \frac{2Uq}{m} = V_0^2 - \frac{qU}{2m} + \frac{qU}{2m}$$

$$V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{qU}{2m}}$$

Ответ: 1)  $|a_{23}| = \frac{qU}{md}$

2)  $k_3 - k_2 = -Uq$

3)  $V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{qU}{2m}}$

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!

Дано:

$\mathcal{E}, L, R$

1)  $I_{20} - ?$

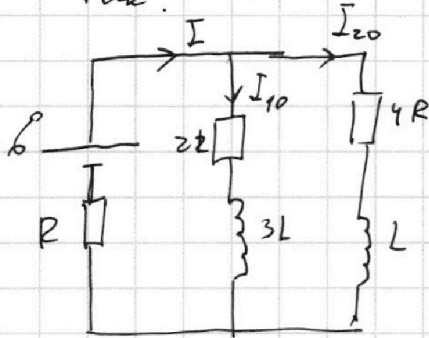
2)  $\dot{I}_{2L} - ?$

3)  $q - ?$

решение:

№4.

1) Когда ключ разомкнут, схема выглядит так:



напряжение на катушках  $\mathcal{E}$  установлено в режиме  $\dot{q} = 0$ .

$$\begin{cases} \mathcal{E} = IR + 4RI_{20} \\ \mathcal{E} = IR + 2RI_{10} \\ I = I_{10} + I_{20} \end{cases}$$

$$I_{10} = I - I_{20}$$

$$\mathcal{E} = IR + 2R(I - I_{20}) - 2I_{20}R = 3IR - 2I_{20}R$$

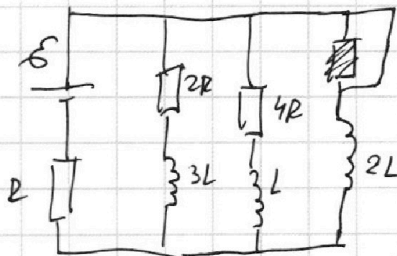
$$\mathcal{E} = IR + 4RI_{20} \quad | \cdot 3$$

$$3\mathcal{E} = 3IR + 12RI_{20}$$

$$2\mathcal{E} = 14RI_{20} \Rightarrow I_{20} = \frac{1}{7} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} - 4I_{20} = \frac{\mathcal{E}}{R} - \frac{4}{7} \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{3\mathcal{E}}{7R}$$

2) сразу после замыкания ток через R не изменился.



$$\mathcal{E} - 2L \frac{dI_{2L}}{dt} = IR$$

$$2L \dot{I}_{2L} = \mathcal{E} - IR$$

$$\dot{I}_{2L} = \frac{\mathcal{E} - IR}{2L}$$

$$\dot{I}_{2L} = \frac{\mathcal{E} - \frac{3}{7}\mathcal{E}}{2L} = \frac{\frac{4}{7}\mathcal{E}}{2L} = \frac{2\mathcal{E}}{7L}$$

3) рассмотрим 2 контура.



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!

$$\begin{cases} \mathcal{E} = IR + 4I_{4R}R + L \frac{dI_L}{dt} \\ \mathcal{E} = IR + 2L \frac{dI_{2L}}{dt} \end{cases}$$

$$IR + 4I_{4R}R + L \frac{dI_L}{dt} = IR + 2L \frac{dI_{2L}}{dt}$$

$$4I_{4R}R + L \frac{dI_L}{dt} = 2L \frac{dI_{2L}}{dt} \quad | \cdot dt$$

$$4R I_{4R} dt + L dI_L = 2L dI_{2L}$$

$$4R dq + L dI_L = 2L dI_{2L}$$

В установившемся режиме после замыкания ключа через  $4R$  тока нет, т.е. через  $I_L$  тока нет, ток через  $2L$  равен  $I_m = \frac{\mathcal{E}}{R}$

$$4Rq + L(0 - I_{20}) = 2L \left( \frac{\mathcal{E}}{R} - 0 \right)$$

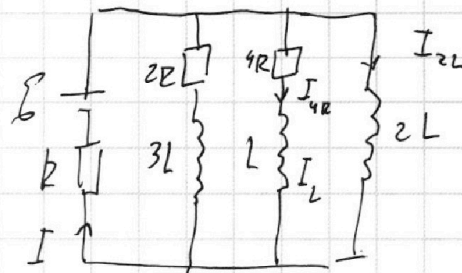
$$4Rq = \frac{2L\mathcal{E}}{R} + LI_{20} = \frac{2L\mathcal{E}}{R} + \frac{L\mathcal{E}}{7R} = \frac{15L\mathcal{E}}{7R}$$

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

Ответ: 1)  $I_{20} = \frac{\mathcal{E}}{7R}$

2)  $\dot{I}_{2L} = \frac{2\mathcal{E}}{7L}$

3)  $q = \frac{15L\mathcal{E}}{28R^2}$



$$I_L = I_{4R}$$

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!

$\sqrt{5}$ .

Дано:

$n_1 = 1,0$   
 $a = 100 \text{ см}$   
 $d = 0,1 \text{ рад}$   
 $h = 14 \text{ см}$

Решение:

1)  $\delta = d (n_2 - 1) = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07 \text{ рад}$

2)

3)  $h_2$

Ответ: 1)  $0,07 \text{ рад}$ .

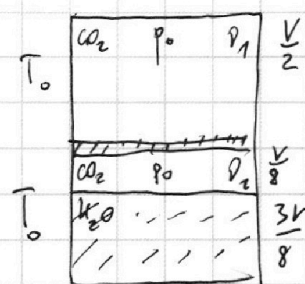
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1     2     3     4     5     6     7



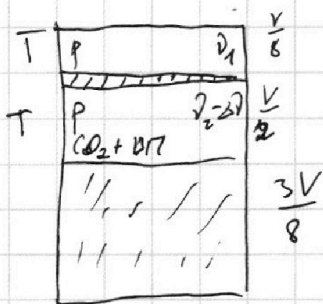
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$p_0 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = 4$$

$$p_0 \frac{V}{8} = \nu_2 R T_0$$



$$p \frac{V}{8} = \nu_1 R T_0$$

$$\frac{2pV}{8p_0V} = \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{p}{4p_0} = \frac{4}{3}$$

$$p = \frac{16}{3} p_0$$

$$p \frac{V}{2} = (\nu_2 - \Delta \nu) R T$$

$$\frac{4p}{3} = (\nu_2 - \Delta \nu) \cdot \frac{4}{3}$$

$$\frac{\nu_2 - \Delta \nu}{\nu_2} = 1$$

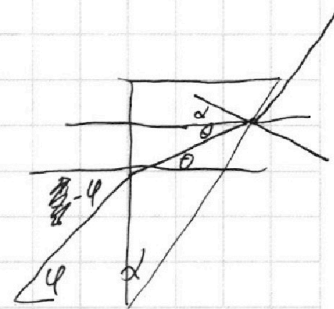
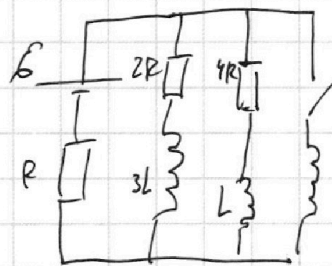
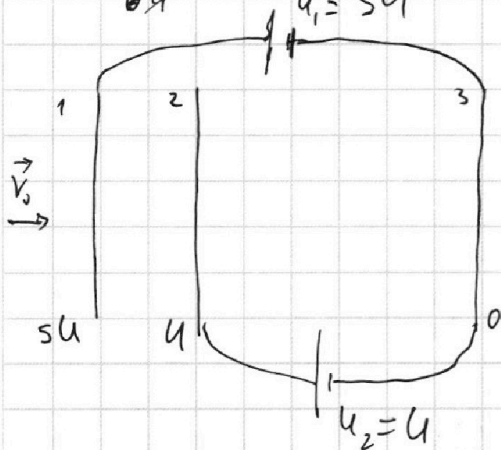
$$p \frac{V}{2} = (\nu_2 - \Delta \nu) R T$$

$$\frac{8pV}{2p_0V} = \frac{\nu_2 - \Delta \nu}{\nu_2} \cdot \frac{4}{3}$$

$$p = 10^5$$

$$p_0 = \frac{3}{16} p_{atm}$$

$$C_{23} = 6 \text{ кДж}$$



$$I = I_3$$

$$I_3(d + \theta) = \xi = \delta + \varphi + d$$

Ключ разомкнут:

$$\begin{cases} \mathcal{E} = I_1 \cdot 2R + IR \\ \mathcal{E} = I_2 \cdot 4R + IR \\ I = I_1 + I_2 \end{cases}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

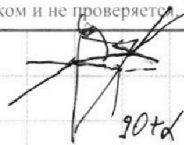
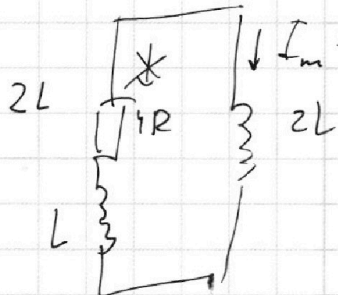
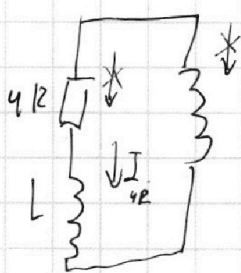
**МФТИ**

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



~~$\mathcal{E} \mathcal{Q} = \frac{U}{2k} \frac{q}{r_2}$~~

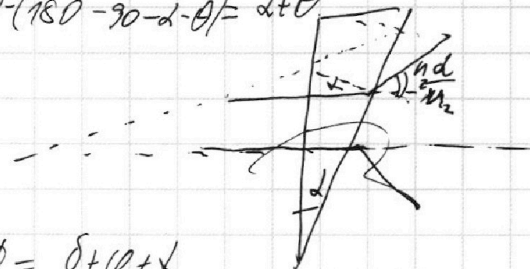
$\mathcal{E} \mathcal{Q} = \Delta W_{3L} + \Delta W_L + \Delta W_L + Q_{2R} + Q_{4R}$



$\varphi = u_2 \theta =$

$u_2(\theta + \alpha) = \mathcal{E} = \delta + \varphi + u_2 \theta$

$90 - (180 - 90 - \alpha - \theta) = \alpha + \theta$



$u_2 \varphi = \delta + \varphi + \alpha$

$\varphi = \frac{\delta + \alpha}{\frac{u_2}{1} - 1} = \frac{\delta + \alpha}{\frac{u_2}{n_2} - 1}$

$0 = \Delta W_L + \Delta W_{2L} + Q$

$\mathcal{E} = 2L \frac{dI_{2L}}{dt} + IR$

$\mathcal{E} = I_R R + 4I_R R + L \frac{dI_L}{dt}$

$\mathcal{E} = I_R R + 2L \frac{dI_{2L}}{dt}$

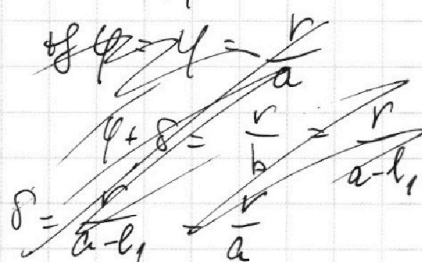
$4I_{4R} R + L \frac{dI_L}{dt} = 2L \frac{dI_{2L}}{dt}$

$4qR + L dI_L = 2L dI_{2L}$

$4qR + L(0 - I_{20}) = 2L(I_m - 0)$

$4qR = 2LI_m + LI_{20} = 2L \frac{\mathcal{E}}{R} + L \cdot \frac{\mathcal{E}}{7R} = \frac{15L\mathcal{E}}{7R}$

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



$\frac{a}{\sin \varphi} = \frac{a - b_1}{\sin(\varphi + \delta)}$

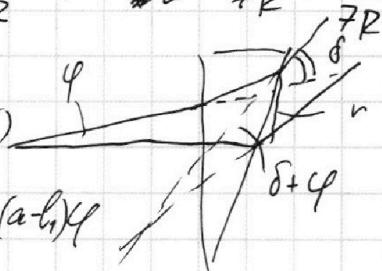
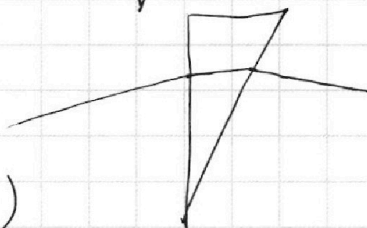
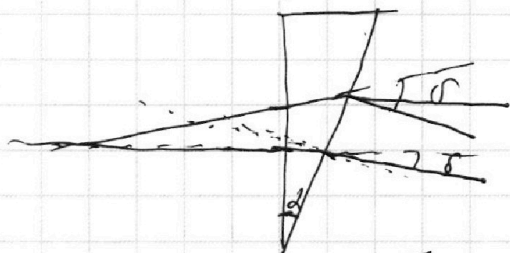
$a(\varphi + \delta) = (a - b_1)\varphi$

$a\delta =$

$a + \varphi = (a - b_1) + \sin(\varphi + \delta)$

$a\delta = a\varphi + a\delta - \varphi b_1 - \delta b_1$

$a\delta = \varphi b_1 + \delta b_1$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1     2     3     4     5     6     7



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



$$\frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2\epsilon_0} \left\{ \begin{array}{l} \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} \cdot \frac{d}{3} + \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} \cdot \frac{4d}{3} = 5U \\ \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} \cdot \frac{d}{3} + \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} \cdot d = U \\ \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} \cdot \frac{4d}{3} + \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} \cdot d = 0 \end{array} \right.$$

~~4U~~

$$\frac{4\sigma_1 d}{6\epsilon_0} + \frac{4\sigma_3 d}{2\epsilon_0} = 4U$$

$$\frac{\sigma_2 d}{6\epsilon_0} - \frac{4\sigma_1 d}{6\epsilon_0} = U$$

$$\frac{4\sigma_2 d}{6\epsilon_0} = U$$

$$\frac{2\sigma_2 d}{3\epsilon_0} = U$$

$$\sigma_2 = \frac{3\epsilon_0 U}{2d}$$

$$4\sigma_1 = -3\sigma_2$$

$$-4\sigma_1 \frac{d}{3} + \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} \cdot \frac{4d}{3} = 5U$$

$$\sigma_3 = \left( 5U + \frac{4\sigma_1 d}{2\epsilon_0 \cdot 3} \right) \cdot \frac{6\epsilon_0}{4d}$$

$$\frac{\sigma_1 d}{6\epsilon_0} - \frac{20\epsilon_0 U}{4d} \cdot \frac{d}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_1 d}{2\epsilon_0} = U$$

$$-\frac{\sigma_1 d}{3\epsilon_0} = U + \frac{15U}{4} = \frac{19U}{4}$$

$$\sigma_1 = -\frac{57 U \epsilon_0}{4d}$$

$$4 \cdot 11 + 19 - 33 = 44 + 19 - 33 = 11 + 19 = 30$$

$$11 - 19 = -8$$

$$\sigma_2 = \frac{57 U \epsilon_0}{d}$$

$$\sigma_3 = \frac{20 U \epsilon_0}{4d} - \frac{57 U \epsilon_0}{4d} = -\frac{27 U \epsilon_0}{4d}$$

$$\frac{1}{4} U + \frac{13 U \epsilon_0}{4d} \cdot \frac{2d}{3\epsilon_0} = \frac{13 U \epsilon_0}{12} + \frac{1}{4} U$$

$$\frac{V_A^2 - V_0^2}{2 \cdot \frac{qU}{md}} = \frac{d}{4}$$

$$V_A^2 = \frac{qU}{2m} + V_0^2$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



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

