



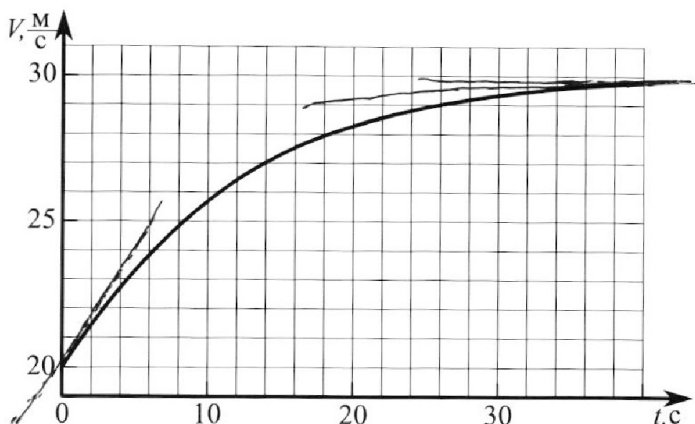
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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?

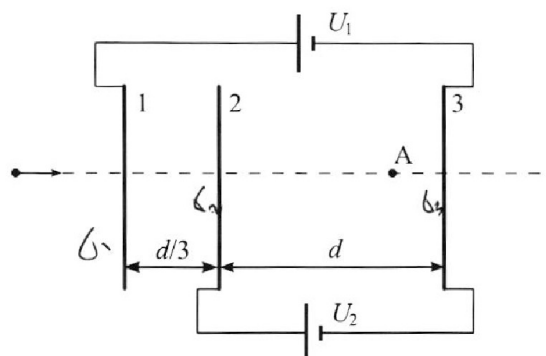
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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  $\Delta n$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta n = kpw$ . 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 A на расстоянии  $3d/4$  от сетки 2.



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-04

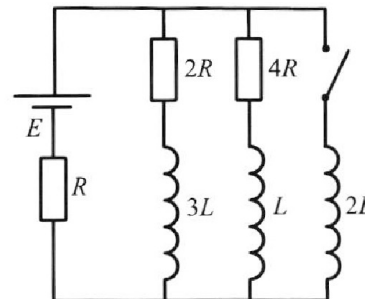
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



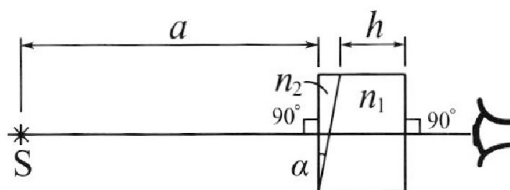
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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  $n_v = 1,0$ . 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                        |
| <input checked="" 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!



Дано:

$$m = 240 \text{ кг}$$

$$F_k = 200 \text{ Н}$$

1)  $a_0$  - ?

2)  $F_0$  - ?

3)  $n$  - ?

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  $n$  - часть мощности, которое идет на преодоление силы сопротивления в начале.

Тогда:

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

То есть на преодоление силы сопротивления идет ~~30%~~ <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)  $n = \frac{1}{3}.$

|                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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"/> |

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

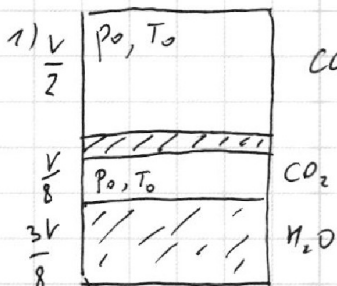
Дано:

$$\frac{3V}{8}, \frac{4T_0}{3} = 573 \text{ K}$$

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

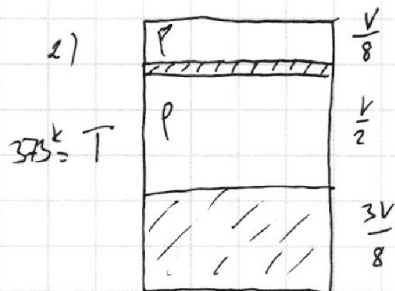
$$2) p_0 = ?$$

Решение:



Перенос невелик  $\Rightarrow$   
давление в верхней  
и нижней частях  
равны.

$$\begin{aligned} p_0 \frac{V}{2} &= p_1 R T_0 \\ p_0 \frac{V}{8} &= p_2 R T_0 \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad \frac{p_1}{p_2} = 4.$$



при  $T = 573 \text{ K}$  давление н.п.  
 $p_{\text{нп}} = 10^5 \text{ Па} = 1 \text{ атм}$ . Жидкость  
почти полностью не испарилась,  
поэтому  $p = p_{\text{нп}}$ .  
рассмотрим верхнюю часть.

$$\begin{aligned} p \frac{V}{8} &= p_1 R T \\ p_0 \frac{V}{2} &= p_1 R T_0 \end{aligned}$$

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

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

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                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

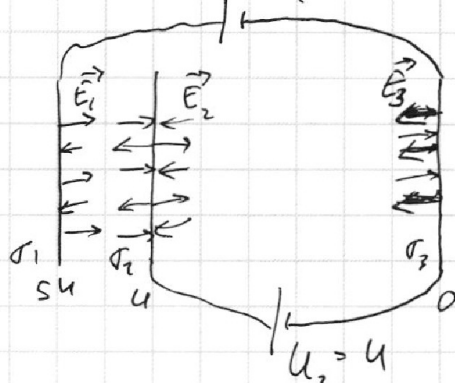
МФТИ

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

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

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

Решение:  $U_1 = 5U$



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

предположим, что  $E_1, E_2, E_3 > 0$

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

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

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

$$\sigma_3 = \frac{\sigma_1}{3} + \frac{30U\epsilon_0}{4d}$$

$$\frac{\sigma_1 d}{6\epsilon_0} - \frac{\sigma_1 d}{6\epsilon_0} - \frac{30U\epsilon_0}{4d} \cdot \frac{4d}{3} = U$$

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

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

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

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

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

$$\frac{\sigma_1 d}{2\epsilon_0 \cdot 3} - \frac{4\sigma_1 d}{6\epsilon_0} = U$$

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

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

$$\sigma_1 = -\frac{3U\epsilon_0}{2d} \cdot \frac{3}{4} = -\frac{9U\epsilon_0}{8d}$$

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

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

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

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!



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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!

Дано:

$\mathcal{E}, L, R$

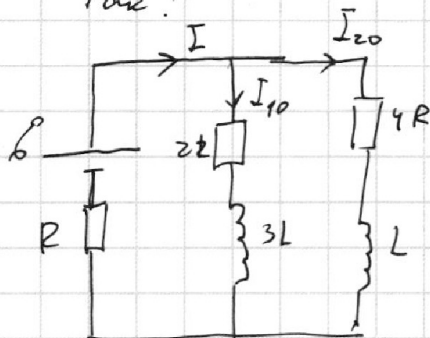
1)  $I_{20} - ?$

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

3)  $q - ?$

Решение:

1) Когда ключ размыкают, схема выглядит так:



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

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

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

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

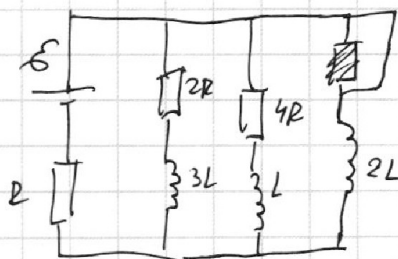
$$\mathcal{E} = IR + 4RI_{20} \quad | \cdot 3$$

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

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

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

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                        |
| <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!

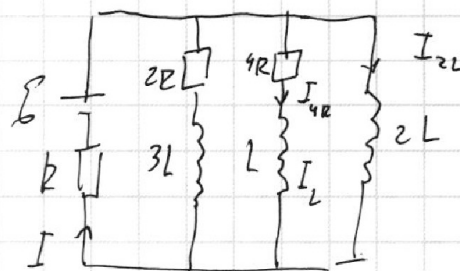
$$\begin{cases} \mathcal{E} = IR + 4I_{4R}R + L \frac{dI_L}{dt} \\ \mathcal{E} = IR + 2L \frac{dI_{2L}}{dt} \end{cases}$$

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

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

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

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



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

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  
☐

2  
☐

3  
☐

4  
☐

5  
☒

6  
☐

7  
☐

**МФТИ**

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



№5.

Дано:

$$n_2 = 1,0$$

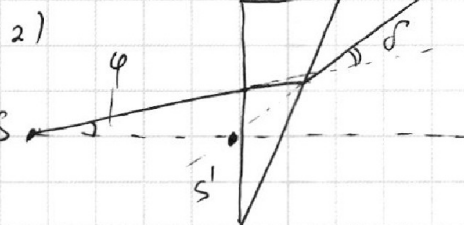
$$a = 100 \text{ см}$$

$$d = 0,1 \text{ рад}$$

$$h = 14 \text{ см}$$

Решение:

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



1)  $\delta$

2)  $l_1$

3)  $l_2$

Ответ: 1) 0,07 рад.

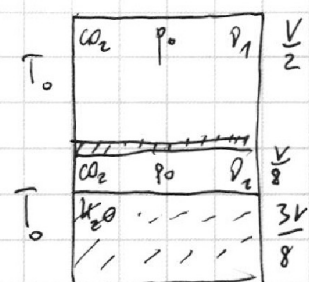
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

**МФТИ**

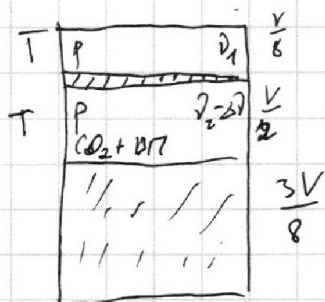
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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

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

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



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

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

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

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

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

$$\frac{4p}{8p_0} = \frac{(\nu_2 - \Delta \nu) \cdot \frac{4}{3}}{\nu_2}$$

$$\frac{p}{2p_0} = \frac{\nu_2 - \Delta \nu}{\nu_2}$$

$$\frac{16}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\nu_2 - \Delta \nu}{\nu_2}$$

$$\frac{8}{3} = \frac{\nu_2 - \Delta \nu}{\nu_2}$$

$$\frac{8}{3} = 1 - \frac{\Delta \nu}{\nu_2}$$

$$\frac{\Delta \nu}{\nu_2} = 1 - \frac{8}{3} = -\frac{5}{3}$$

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

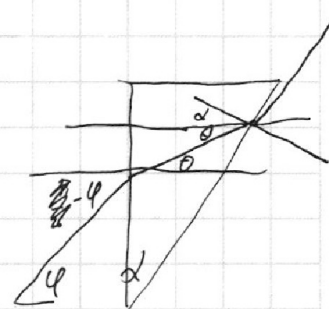
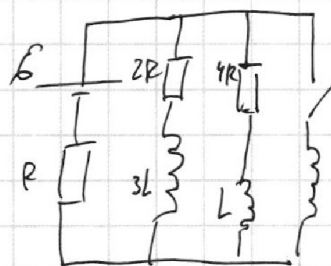
$$\frac{8pV}{2p_0V} = \frac{\nu_2 - \Delta \nu}{\nu_2} \cdot \frac{4}{3}$$

$$p = 10^5$$

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

???

$$Q_{23} = 6 \text{ кДж}$$



$$U = U_3 \cos \theta$$

$$U_3 (\cos \theta) = \mathcal{E} = \mathcal{E} + U + \mathcal{E}$$

конец расщепления:

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

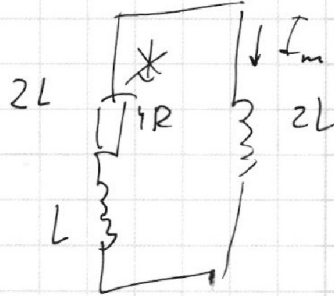
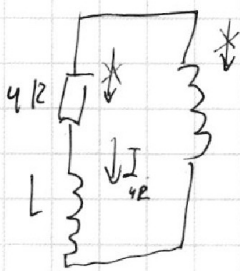
|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <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!

$$\mathcal{E} = 4R \frac{dI_{4R}}{dt} + IR$$

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



$$I_m = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\varphi + \delta = \frac{r}{a-l_1} = \frac{r}{a}$$

$$\frac{a}{\tan \varphi} = \frac{a-l_1}{\tan(\varphi+\delta)}$$

$$a(\varphi+\delta) = (a-l_1)\varphi$$

$$a\delta =$$

$$a\varphi = (a-l_1)\varphi + a\delta$$

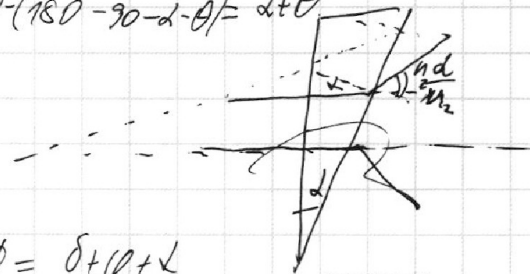
$$a\varphi = a\varphi + a\delta - \varphi l_1 - \delta l_1$$

$$a\delta = \varphi l_1 + \delta l_1$$

$$\varphi = u_2 \theta =$$

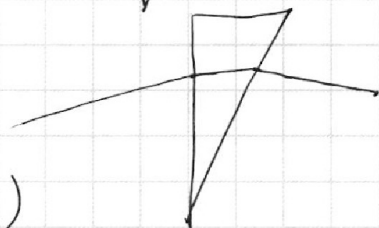
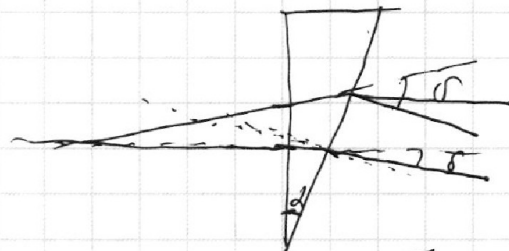
$$u_2(\theta+\alpha) = 5 = \delta + \varphi + \alpha + \theta$$

$$80 - (180 - 90 - \alpha - \theta) = \alpha + \theta$$



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

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



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 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!



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

~~4U~~

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

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

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

$$\frac{2\sigma_2 d}{3\epsilon_0} = 4U$$

$$\sigma_2 = \frac{3\epsilon_0 4U}{2d}$$

$$\sigma_2 = \frac{30\epsilon_0 U}{d}$$

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

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

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

$$\frac{\sigma_1 d}{6\epsilon_0} - \frac{20\epsilon_0 U}{4d} \cdot \frac{d}{8\epsilon_0} - \frac{\sigma_1 d}{2\epsilon_0} = U$$

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

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

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

$$11 - 19 = -8$$

$$\sigma_2 = \frac{57 \cdot 4\epsilon_0 U}{d}$$

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

$$\frac{1}{4} U + \frac{134\epsilon_0}{4d} \cdot \frac{24d}{36\epsilon_0} = \frac{134\epsilon_0}{12} + \frac{1}{4} U$$

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

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



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!

