



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



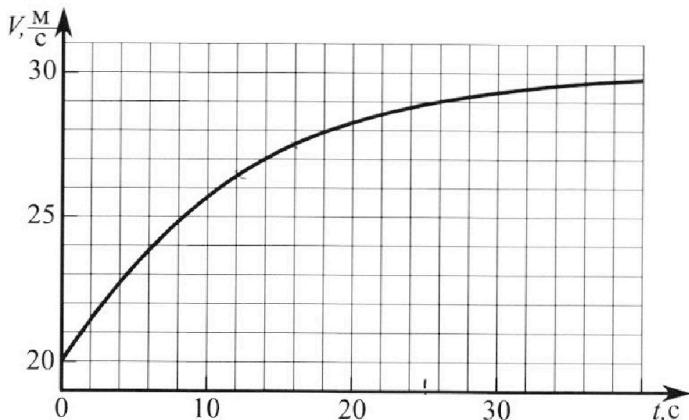
## Вариант 11-02

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

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом)  $m = 300$  кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна  $F_k = 405$  Н.

- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости  $V_1 = 27$  м/с.
- 2) Найти силу сопротивления движению  $F_1$  при скорости  $V_1$ .
- 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению при скорости  $V_1$ ?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировано 10%.

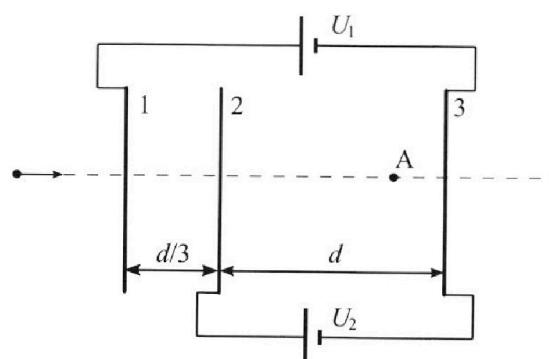


2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент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

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $v$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kp$ . 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 конечное давление в сосуде  $P$ . Ответ выразить через  $P_{\text{АТМ}}$  (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях  $d$  и  $d/3$  (см. рис.). Размеры сеток значительно больше  $d$ . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением  $U_1 = 2U$  и  $U_2 = U$ . Частица массой  $m$  и зарядом  $q > 0$  движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость  $V_0$  на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд  $q$  намного меньше модуля зарядов сеток.



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



**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023**  
**Вариант 11-02**



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

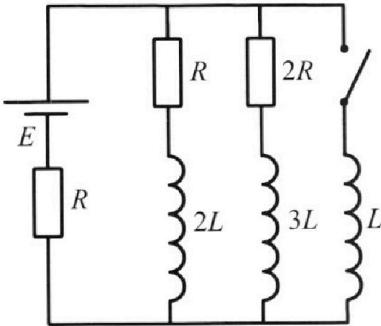
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

1) Найти ток  $I_{20}$  через резистор с сопротивлением  $2R$  при разомкнутом ключе.

2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  сразу после замыкания ключа.

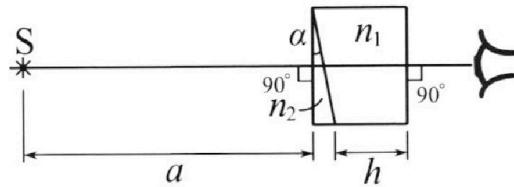
3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $2R$  при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$  и находится в воздухе с показателем преломления  $n_b = 1,0$ . Точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии  $a = 200$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол  $\alpha = 0,05$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая  $n_1 = 1,8$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.





- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                                   | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input checked="" 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:  $m = 300 \text{ кг}$

$p = \text{const}$

$F_k = 405 \text{ Н}$

1)  $a_1 = V'(t_1)$ , где  $t_1 = 14 \text{ с}$  при  $V_1$

Рассмотрим участок графика от  $t = 12 \text{ с}$

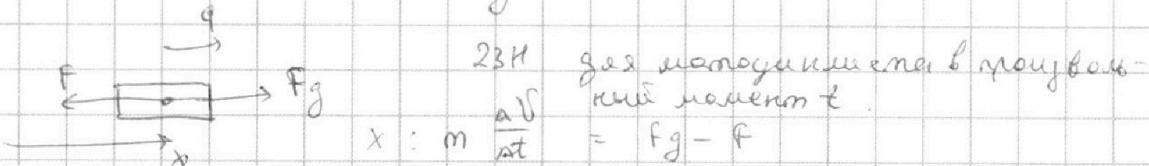
1)  $a_1 = ?$

2)  $F_1 = ?$   $t = 16 \text{ с}$ . Проверка насчитывает 6

2)  $F_1 = ?$

$$3) \alpha = ? \text{ между } (V_1, t_1) \quad a_1 = \frac{V(16 \text{ с}) - V(12 \text{ с})}{16 \text{ с} - 12 \text{ с}} = \\ = \frac{27,5 \text{ м/с} - 26,5 \text{ м/с}}{4 \text{ с}} = 0,25 \text{ м/с}^2$$

2) Рассмотрим движение в движении испытуемого.



$$x : m \frac{dV}{dt} = F_g - F$$

$$P = \frac{S A g}{dt} = \frac{f_g(t) \cdot S}{dt} = F_g(t) \cdot a(t) = \text{const}$$

$$23\text{Н в момент времени } t=t_1 : m a_1 = \frac{P}{V_1} - f_1$$

$$\text{в момент времени } t=t_K : 0 = \frac{P}{V_K} - f_K \Rightarrow$$

$$a_K = 0, V_K = 30 \text{ м/с}$$

$$\Rightarrow P = V_K f_K = (30 \cdot 405) \text{ Н}$$

$$f_1 = \frac{P}{V_1} - m a_1 = \frac{V_K f_K}{V_1} - m a_1 = \frac{30 \cdot 405}{27} - 300 \cdot \frac{1}{4} = \\ = 375 \text{ Н}$$

$$3) \alpha = \frac{A_{\text{const}}}{A g} = \frac{P_{\text{const}}}{P} + \frac{F_f V_1}{P} = \frac{375 \cdot 27}{30 \cdot 405} = \frac{5}{6}$$

Ответ: 1)  $0,25 \text{ м/с}^2$ ; 2)  $375 \text{ Н}$ ; 3)  $\frac{5}{6}$ .

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



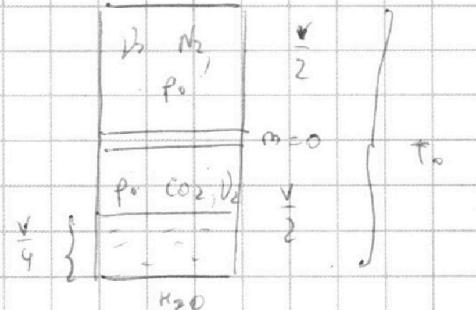
- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

Страница 1.

У в кагале:



$$T = \frac{4T_0}{3} = 373\text{ K}$$

$$\Delta V = k_p V$$

Задача Некрасовка - Капелюрка для №:  $p_0 \frac{V}{2} = k_p R T_0$  (1)

П.к. поршень неподвижный, то давления N2 и CO2 равны  $k_p$ .

Задача Некрасовка - Капелюрка для растворимого CO2:

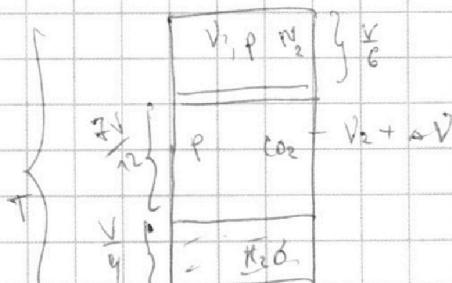
При каком давлении поршень при  $T_0$  предотвратит то давление CO2 во

$$V_0 \frac{V}{4} = V_2 R T_0 \quad (2) \quad V_2 = \text{максимум давления растворимого CO}_2$$

$$\Delta V = k_p \frac{V}{4} - \text{пол.во растворимого CO}_2$$

$$(1) \text{ поделим на (2)} \quad \frac{V_2}{2} = \frac{V_0}{V_2} \Rightarrow V_2 = 2V_0$$

2) Площадь кагулакий



Задача Некрасовка - Капелюрка для N2

$$\frac{pV}{6} = V_2 R T \quad (3)$$

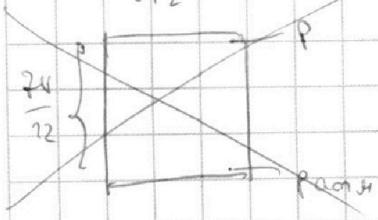
$$(1) \text{ поделим на (3)} \quad \frac{p_0 \cdot 6}{3p_0} = \frac{T_0}{T} \Rightarrow p = 4p_0$$

Задача Некрасовка - Капелюрка для растворимого CO2:

$$p \left( V - \frac{V}{6} - \frac{V}{4} \right) = (V_2 + \Delta V) R T \quad (4)$$

$$(4) \text{ поделим на (3)}: \quad \frac{7/6}{7/2} = \frac{V_2 + \Delta V}{V_2} \Rightarrow \frac{7}{2} = 2 + \frac{\Delta V}{V_2} \Rightarrow \Delta V = 2V_2 - 2V_0$$

$$6V_2 = \Delta V$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

Страница 2

При  $T = 373\text{ K}$  давление насыщенного водяного пара равно

$p_{\text{CO}_2}$  - давление  $\text{CO}_2$  при  $T$ .

$$u_2 \text{ при } 23\text{ K} \text{ для паренса} \Rightarrow p_s = p_{\text{CO}_2} s + p_{\text{аммиак}} s$$

$$\frac{7 p_{\text{CO}_2} V}{12} = (V_2 + nV) RT = \frac{4 T_0}{3 R (V_2 + nV)} \quad (p = p_{\text{CO}_2} + p_{\text{аммиак}})$$

$$nV = k p_0 V, \quad V_2 = \frac{p_0 V}{4 R T_0}, \quad p = 4 p_0 = ? \quad k = 96 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \text{Р}} \text{для}$$

$$\frac{7 p_{\text{CO}_2} V}{12} = \cancel{\frac{p_0 V}{3}} + \frac{T_0 R k p_0 V}{3}$$

$$p_{\text{CO}_2} = \frac{1}{7} (4 p_0 + 4 T_0 k R) = \frac{4 p_0 (1 + T_0 k R)}{7} \quad T_0 k = \frac{9}{4} \cdot 10^3 \frac{\text{дм}}{\text{моль}}$$

$$4 p_0 = \frac{4 p_0 (1 + T_0 k R)}{7} \rightarrow p_{\text{аммиак}}$$

$$4 p_0 \left( 1 - \frac{1 + T_0 k R}{7} \right) = p_{\text{аммиак}}$$

$$4 p_0 \left( \frac{6 - T_0 k R}{7} \right) = p_{\text{аммиак}} \rightarrow 4 p_0 = \frac{7 p_{\text{аммиак}}}{6 - T_0 k R} = p$$

$$p = \frac{\frac{7 p_{\text{аммиак}}}{6 - \frac{9}{4} \cdot 10^3 \cdot \frac{3}{5} \cdot 10^{-3}}}{= \frac{\frac{7 p_{\text{аммиак}} \cdot 20}{120 - 27}}{= \frac{140 \text{ грамм}}{93}} =$$

$$= 1 \frac{47}{93} \text{ грамм}$$

$$\text{Объем: 1) } 2; \quad 2) \frac{140}{93} \text{ грамм.}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



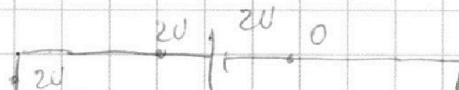
- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

Справочная.

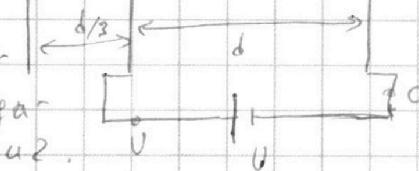
$$U_1 = 2U, U_2 = U, m, q > 0, U_3 = ?$$



1) Используем метод потенциалов

$$\varphi_1 = 2U, \varphi_2 = U, \varphi_3 = ?$$

$E_{23}$  - напряженность суммарного  
электрического поля, создава-  
емого линзами 2 и 3.



$E_{23}$  - напряженность суммарного поля, создаваемого сим-  
метрическими линзами 2 и 3.

$$\frac{E_{23}q}{m} = \frac{\varphi_2 - \varphi_3}{d} = \frac{U}{d}, a = \frac{E_{23}q}{m} = \frac{Uq}{md}$$

2) Для в. констант. силы нет, то верен 3 с 3. в токах 2 и 3.

$$E_2 = E_3 \quad K_2 + \varphi_2 q = K_3 + \varphi_3 q$$

$$K_3 - K_2 = (\varphi_2 - \varphi_3)q = E_{23}dq = Uq$$

$$3) \quad \begin{array}{c} E_2 \\ \leftarrow \end{array} \quad \begin{array}{c} 1 \\ | \\ 2 \\ | \\ 3 \end{array} \quad \begin{array}{c} A \\ | \\ 2d \\ | \\ 3 \end{array} \quad \begin{array}{l} 3 \text{ с 3. Всегда: } \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = 0 \\ \text{Пусть } \varphi_1 > 0, \varphi_2 > 0, \varphi_3 > 0 \\ E_2 = E_1 + E_2 + E_3 = \end{array}$$

$$= \frac{q_1 + q_2 + q_3}{2\varepsilon_0 S} = 0 \Rightarrow \text{закон сохранения заряда обнаружен}$$

$$3 \text{ с 3. закон } E_2 = 0 \text{ по } A: \quad \frac{m\varphi_1^2}{2\varepsilon_0 S} + 0 = \frac{m\varphi_2^2}{2\varepsilon_0 S} + q_A q$$

$$\frac{m\varphi_1^2}{2\varepsilon_0 S} = \frac{m\varphi_2^2}{2\varepsilon_0 S} - q_A q \quad \frac{m\varphi_1^2}{2\varepsilon_0 S} = \frac{m\varphi_2^2}{2\varepsilon_0 S} + (0 - \varphi_2)q + (\varphi_1 - \varphi_2)q +$$

$$+ (\varphi_2 - \varphi_A)q$$

$$\text{III. n. } E_2 = 0, \text{ но } (0 - \varphi_A)q \neq 0$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

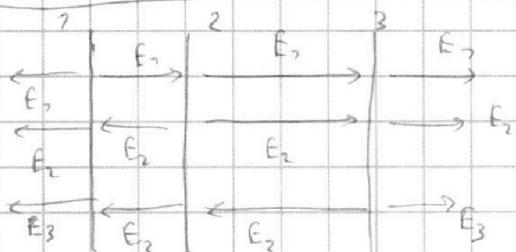


- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + E_{12} \frac{d}{3} q + E_{23} \frac{2d}{3} q$$



Страница 2

5-планеты планет

Преподаватель чистовище зеркальные  
таблицы бурен считаю письмо  
одноголосые

$$E_1 = \frac{q_1}{2\varepsilon_0 S}, E_2 = \frac{q_2}{2\varepsilon_0 S}, E_3 = \frac{q_3}{2\varepsilon_0 S}$$

$$E_{12} = E_1 - E_2 - E_3 = \frac{q_1 - q_2 - q_3}{2\varepsilon_0 S} = \frac{q_1 + q_2 - q_3}{2\varepsilon_0 S} = \frac{U}{d} \Rightarrow q_1 - q_2 - q_3 = \frac{2U}{d}$$

$$E_{23} = E_2 + E_3 - E_1 = \frac{q_2 + q_3 - q_1}{2\varepsilon_0 S} = \frac{U}{d} \Rightarrow q_2 + q_3 - q_1 = \frac{2U}{d}$$

$$\frac{q_1 - q_2 - q_3}{q_1 + q_2 - q_3} = 3 \quad 3q_1 + 3q_2 - 3q_3 = q_1 - q_2 - q_3$$

$$2q_1 + 4q_2 - 2q_3 = 0$$

$$2q_2 = q_3 - q_1$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$q_1 + q_3 + \frac{q_3 - q_1}{2} = 0 \quad 2q_1 + 2q_3 + q_3 - q_1 = 0$$

$$Q_1 = \frac{q_1 + 3q_3}{2} = 2q_3$$

$$-3q_3 = q_1 \quad \text{т.к. } q_3 = Q$$

$$q_1 = -3Q$$

$$-3Q - 2Q - Q = \frac{6\varepsilon_0 SU}{d}$$

$$-6Q = \frac{6\varepsilon_0 SU}{d} \quad Q = -\frac{\varepsilon_0 SU}{d}$$

~~$$E_{23} = \frac{U}{d}$$~~ 
$$E_{23} = \frac{2U}{d} = \frac{(q_1 - q_2)3}{d}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + \frac{3U}{d} \cdot \frac{d}{3} q + \frac{U}{d} \frac{2d}{3} q \quad ; \quad \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + Uq + \frac{2Uq}{3}$$

$$V_A^2 = \frac{2}{m} \left( \frac{mV_0^2}{2} + \frac{5Uq}{3} \right) = V_0^2 + \frac{10Uq}{3m}$$

$$V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{10Uq}{3m}}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{Uq}{md}; \quad 2) \quad Uq; \quad 3) \sqrt{V_0^2 + \frac{10Uq}{3m}}$$

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"/> |

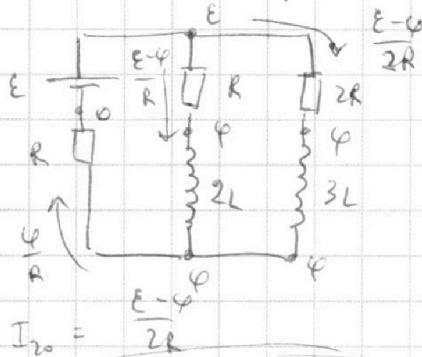
МФТИ



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

Справочник 7.

1) Рассмотрим цепь до замыкания K. Цепь будем рассматривать в состоянии . Капитанский на начальных токах равен 0.



$$I_{20} = \frac{2E}{5R}$$

$$I_{20} = \frac{2E}{5 \cdot 2R} = \frac{E}{5R}$$

Используем метод погонных переменных.

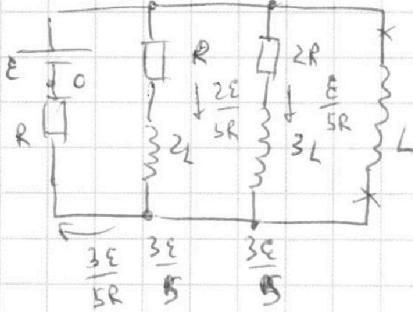
$$\text{Из следствия ЗСЗ: } \frac{E-4}{R} + \frac{E-4}{2R} = \frac{4}{R}$$

$$2E - 24 + E - 4 = 24$$

$$3E = 54 \Rightarrow 4 = \frac{3E}{5}$$

t=0

2) Рассмотрим цепь сразу после замыкания K. Токи на начальных сразу же изменятся.  $I_1(0) = 0$ ,  $I_{20} = \frac{2E}{5R}$ ,  $I_{30} = \frac{E}{5R}$



$$I_{10}' = I_{10}'(0) = ?$$

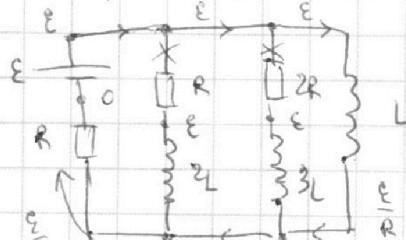
Используем метод погонных переменных.

$$U_L(0) = I_{10}'(0)L \Rightarrow I_{10}'(0) = \frac{U_L(0)}{L}$$

$$U_L(0) = E - \frac{3E}{5} = \frac{2E}{5}$$

$$I_{10}'(0) = \frac{2E}{5L}$$

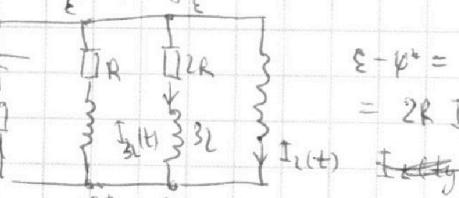
3) Рассмотрим установившееся состояние цепи при . Капитанский K9 начальных нет.



$$I_{2(t_{\text{稳态}})} = \frac{E}{R}, I_{3(t_{\text{稳态}})} = 0.$$

4) Рассмотрим граничное состояние при замыкании конденсатора.

$$\begin{aligned} E - 4 &= I_{10}(t)L \\ &= 2R I_{30}(t) + 3L I_{30}(t) \end{aligned}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

Справка 2

$$i_L L = 2R I_{3L} + 3L I_{3L}'$$

$$\frac{\Delta L}{\Delta t} L = 2R I_{3L} + 3L \frac{\Delta I_{3L}}{\Delta t} \quad | \cdot \Delta t$$

$$\Delta I_L L = 2R \Delta q + 3L \cancel{\Delta I_{3L}} \quad (*)$$

Представим руче  $(*)$  вм  $t=0$   $\Rightarrow t=t_0 \text{ const.}$ :

$$(I_L(t_0 \text{ const}) - I_L(0)) / L = 2R q + 3L (I_{3L}(t_0 \text{ const}) - I_{3L}(0))$$

$$\left(\frac{q}{R} - 0\right) L = 2R q + 3L \left(0 - \frac{q}{5R}\right)$$

$$\frac{EL}{R} = 2R q \rightarrow \frac{3EL}{5R} \quad 2R q = \frac{8EL}{5R}$$

$$\text{Омбем. 1)} \frac{E}{5R}; 2) \frac{2E}{5L}; 3) \frac{4EL}{5R^2} q = \frac{4EL}{5R^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

Справочная 3.

Выход  $\Delta$ :

$\delta$  - угол параллелизма

$\S$  - угол преломления  $S^1 S^2$

$$CD = h \tan \delta = \delta h$$

$$CR = h \tan \S = h \S = \frac{h}{n_2}$$

по закону Снелльса:  $\sin \delta = \sin \S n_1$        $\delta = \S n_1$

$$AB = DR = DC - CR = \delta h - \frac{h \delta}{n_2} = h \delta \left(1 - \frac{1}{n_2}\right) \quad \S = \frac{\delta}{n_2}$$

$$AB \approx CB = h \delta \left(1 - \frac{1}{n_2}\right)$$

$$\Delta = \frac{CB}{\sin \delta} = \frac{CB}{\delta} = h \left(1 - \frac{1}{n_2}\right)$$

Ответ: 1) 903 мкг; 2) 6 см; 3) 255 см.

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**



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

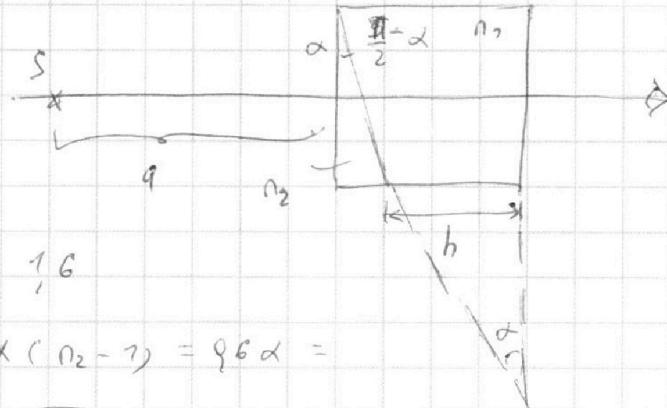
Страница ?.

$$n_6 = 1$$

$$a = 2 \text{ м}$$

$$\alpha = 90^\circ \text{ радиан}$$

$$h = 0,09 \text{ м}$$



$$1) n_7 = n_6 = 1, n_2 = 1,6$$

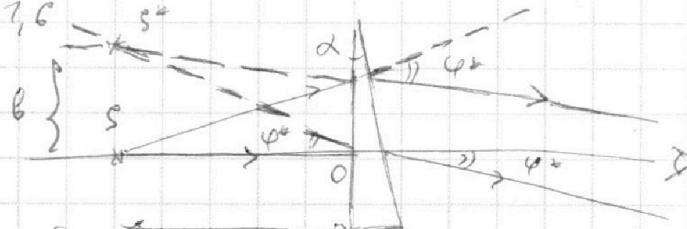
$$\psi^* = ? \quad (\psi^* = \alpha(n_2 - 1) = 96\alpha =$$

$$= \frac{3}{5} \cdot \frac{5}{100} = 903 \text{ радиан}$$

(Использовали готовую формулу для

определения угла отклонения луча, проходящего через п-зго призму)  
Призма с показателем  $n_1$  выкладывается.

$$2) n_7 = n_6, n_2 = 1,6$$



$s^*$  - искомое изображение

искажение предмета  $s$  в системе призмы

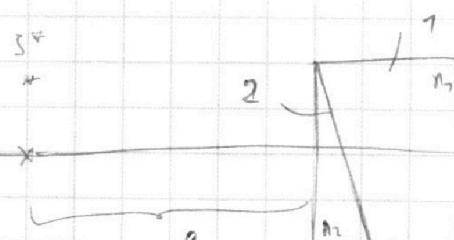
$$b = ? \quad \text{Рас-шире} \approx 0,55^{\circ} : \quad b = \tan \psi^* a = \psi^* a, \text{м.н.}$$

$$\psi^* - искомый угол \quad b = 903 \cdot 200 \text{ см} = 6 \text{ см}$$

$$3) n_7 = 1,8, n_2 = 1,6$$

Показатель между призмой  $b \{$

1 и призмой 2 плюс-перпендикуляр  $s$



искусств. плюс-перпендикуляр  $s$  бесконечно малой толщины

с показателем преломления  $n_6$ , для не изложим направление  $\psi^*$

на  $s$  огн.



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

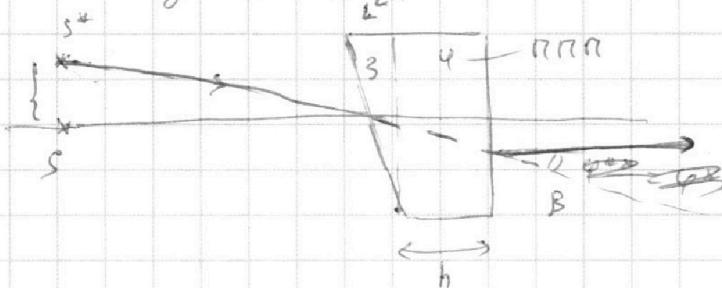
**МФТИ**

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

Справочник 2.

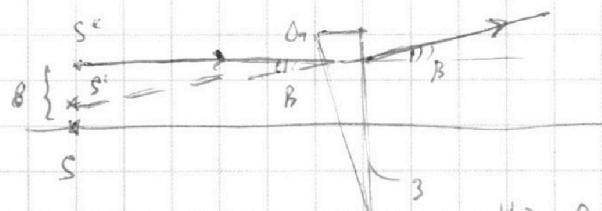
$S^*$  - действительный предмет для призмы 1 на расстояние  $a$  от неё.  $\cancel{B} = \alpha (n_1 - 1) = 0.8 \alpha = \frac{4}{5} \cdot 200 = 804 \text{ нм}$  -

угол отражения лучей, исходящих от  $S^*$ .



Задача

Разрежают призму 1 на плоскость, параллельную пластинку толщиной  $h$  и призму с углом  $\alpha$  при вершине. Повесили её между пластины PPP с показателем преломления  $n_B$ .



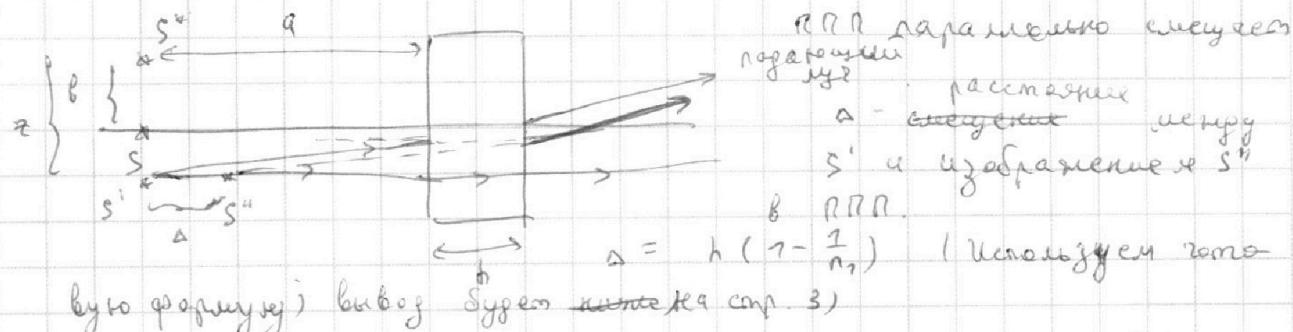
$S'$  - искаженное изображение предмета  $S^*$  в призме 3.

$$z = \text{расстояние от } S^* \text{ до } S'.$$

$\angle \alpha = S^*O_1S'$ ;  $z = t g \alpha = B a$

$$z = 804 \cdot 200 = 80400 > B \Rightarrow S' \text{ выше } S.$$

$S'$  - действительный предмет для PPP.



PPP параллельно между собой

$\alpha$  - угол между изображением  $S'$  и изображением  $S''$

$$\alpha = h \left( 1 - \frac{1}{n_B} \right)$$

Используем формулу (вывод 8) для определения  $S''$  (см. стр. 3)

$$\alpha = 9 \text{ см} \left( 1 - \frac{1}{1.8} \right) = 9 \text{ см} \left( 1 - \frac{10}{18} \right) = 9 \text{ см} \left( 1 - \frac{5}{9} \right) = \frac{9 \cdot 4}{9} = 4 \text{ см}$$

$SS''$  - расстояние от изображения  $S''$  до изображения  $S'$  (см. стр. 3).

$$SS'' = \sqrt{(2 - B)^2 + \alpha^2} = \sqrt{4^2 + 16} = 2\sqrt{5} \text{ см}$$



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

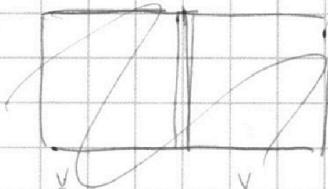
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

№2.



$n=0$

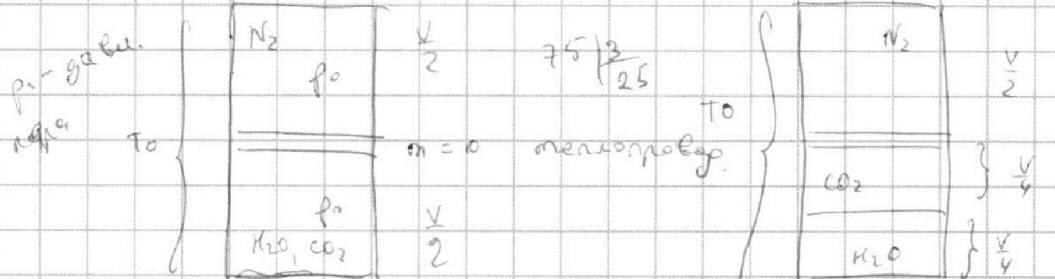
$$\begin{array}{r} 25 \quad 25 \\ 375 : 25 = 15 \\ 375 - 15 = 360 \\ 360 : 405 = 6 \\ 360 - 6 = 354 \\ \hline 70 \quad 45 \end{array}$$

(✓)

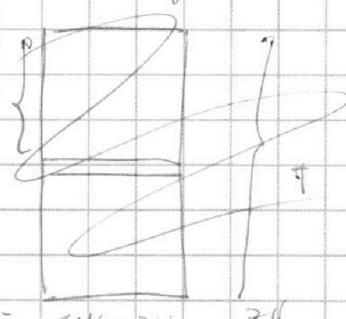
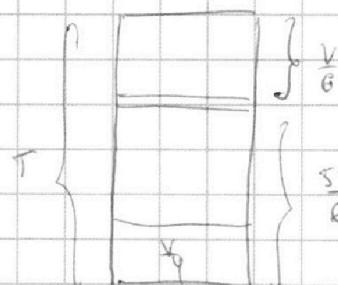
Назад

$$375 \mid 5$$

$$405 \mid 5$$



$$T = \frac{470}{3} = 373 \text{ К}$$



$$\Delta V = k_p \Delta T \quad \Delta V - \text{коэф. расшир.}$$

2a/g

$$n = gC \cdot 70 \cdot 10^{-3} \text{ моль} / 3Rg (T_0)$$

K = 0 (при T)

одинак. темп. = const

w-однокр.

~~т.к. газы~~ ~~газов~~ = 0

ниж.

$$\text{До нач. } p_1 \frac{V}{2} = D_1 R T_0$$

$$p_1 \frac{V}{6} = D_2 R T_1$$

$$p_1 \frac{V}{2} = D_1 R T_0$$

$D_1 = \text{const}$

$$\Delta V = k_p \frac{V}{9}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = 2$$

Несич. началь.

$$p_1 \frac{V}{2} = D_2 R T_0$$

$$p \frac{V_1}{12} = (D_1 + D_2) R T$$

$$p \frac{V}{6} = D_2 R T$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$N1. F_k = 405 \text{ N}$$

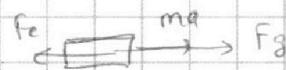
$$V_1 = 27 \text{ m/s}$$

$$1) a_1 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = V'(t)$$

$$V_1 = 27 \text{ m/s} \quad t = 14 \text{ s}$$

$$\frac{10 \cdot 405}{15} = 270$$

$$\frac{405}{45}$$



$$F_g = \text{const} \quad P = \frac{dA}{dt} = F_g \cdot V = \text{const}$$

$$\frac{m \cdot V}{\Delta t} = F_g - k \cdot V^2$$

$$\frac{450}{3} = 150$$

$$a_1 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{27,5 - 26,5}{4} = 2,5 \text{ m/s}^2$$

$$\frac{450}{375}$$

$$\frac{405}{375}$$

$$0 = \frac{P}{V_1} - F_k \quad P = 10 \cdot F_k = 30 \cdot 405 = 12150 \text{ N}$$

$$m \cdot a_1 = \frac{P}{V_1} - F_r \quad \Rightarrow F_r = \frac{P}{V_1} - m \cdot a_1 = \frac{30 \cdot 405}{27,5} - \frac{300 \cdot 1}{4} = 450 - 75 = 375 \text{ N}$$

$$\frac{F_r \cdot V_1}{P} = \frac{27,5 \cdot 375}{30 \cdot 405} = \frac{27,5}{30 \cdot 405} = \frac{5}{6} = \frac{375}{12150}$$

$$\frac{375}{12150} = \frac{1}{33}$$

2

(n3)

$$T_{\text{comb}} = 9$$

$$q_2 = -49$$

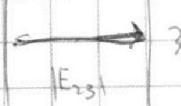
$$\frac{28050}{d} = q - 39 + 49 = 29 \text{ W/m}^2$$

$$q_1 = 39$$

$$q = \frac{28050}{d}$$

$$400 \text{ W/m}^2 = \frac{125}{3}$$

2



$$F_{23} = \frac{39 - 49 - q}{28050} = - \frac{q}{28050} \text{ N}$$

$$m \cdot a = E_{23}$$

$$E_{22} = \frac{39 + 49 - q}{28050} = \frac{39}{28050} \text{ N}$$

$$q = \frac{UQ}{dm}$$

$$|E_{23}| = \frac{28050}{d \cdot 28050} = \frac{1}{d}$$

$$\frac{375}{28050} = \frac{3}{2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

N 3 Иислай. не заряжается

$$U_1 = 2U, U_2 = U$$

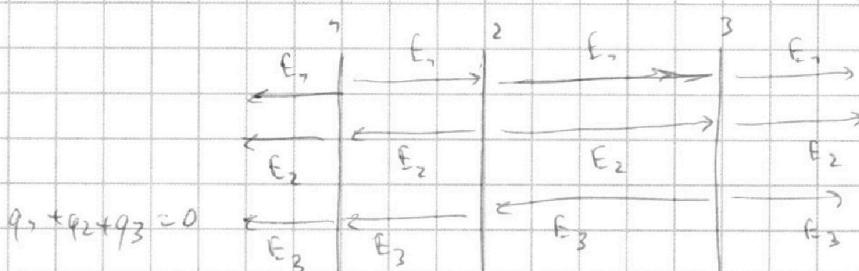
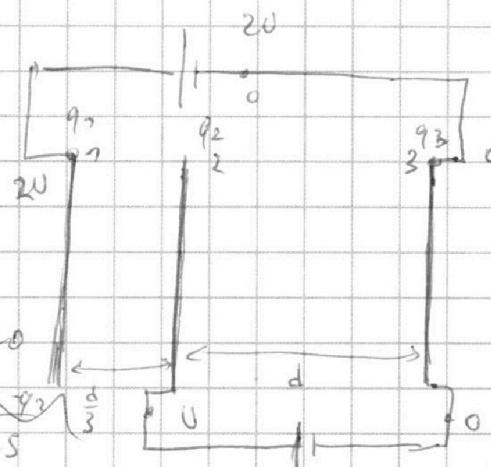
(\*)  $q_1 > 0$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0, q_1 > 0, q_3 > 0$$

$$E_1 = \frac{q_1}{2\varepsilon_0 S}$$

$$E_{\Sigma_1} = E_1 + E_2 + E_3 = \frac{q_1 + q_2 + q_3}{2\varepsilon_0 S} = 0$$

$$E_{\Sigma_2} = - (E_2 + E_3 - E_1) = - \frac{q_2 + q_3}{2\varepsilon_0 S}$$



$$q_3 - q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$3q_3 - q_1 = 0$$

$$\Rightarrow q_1 = 3q_3$$

$$\text{предположим } E_{\Sigma_2} = \frac{q_1 - q_2 - q_3}{2\varepsilon_0 S}$$

$$E_{\Sigma_3} = \frac{q_1 + q_2 - q_3}{2\varepsilon_0 S}$$

$$q_1 - q_2 = 0$$

$$q_1 - q_2 = U = E_{\Sigma_2} \frac{d}{3} = \frac{(q_1 - q_2 - q_3)}{6\varepsilon_0 S} d$$

$$q_2 - q_3 = U = - E_{\Sigma_3} d = \frac{(q_3 - q_1 - q_2)}{2\varepsilon_0 S} d$$

q\_3

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$\frac{6\varepsilon_0 S U}{d} = q_1 + q_2 - q_3 \quad 3 = \frac{q_1 - q_2 - q_3}{q_3 - q_1 - q_2}$$

$$4q_3 - 4q_1 - 2q_2 = 0$$

$$\frac{2\varepsilon_0 S U}{d} = q_3 - q_1 - q_2$$

$$2(q_3 - q_1) = q_2$$

$$3q_3 - 3q_1 - 3q_2 =$$

$$= q_1 - q_2 - q_3$$

$$q_2 = 2(q_3 - 3q_3) = -4q_3$$

$$2q_3 - 2q_3 = 0$$

L

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

**МФТИ**

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

$$\frac{\Delta V^2}{6 \cdot 2} = \frac{V_1}{V_2 + \Delta V}$$

$$2V_2 + 2\Delta V = 7V_2 \quad V_2 = 2V_1$$

$$2V_2 + 2\Delta V = 7V_2 \quad 7V_2 = 2\Delta V$$

$$V_2 = \frac{\Delta V}{6} \quad V_2 = \frac{V_1}{2}$$

В2

$$\cancel{V_2} = p_0 k = p_0 k \frac{V}{4}$$

$$\frac{p_0 V}{2} = V_1 RT_0$$

$$3V_2 = \Delta V = p_0 k \frac{V}{4}$$

$$V_1 = \frac{p_0 k V}{92}$$

$$\frac{AV}{6RT} = \cancel{p_0 k V}$$

$$\frac{p_0 V}{6} = V_2 RT$$

$$\frac{p_0 G}{2P} = \frac{T_0}{T}$$

$$\frac{3p_0}{P} = \frac{T_0 \beta}{4T_0} = \frac{\beta}{4}$$

$$p_0 = \frac{P}{4}$$

$$\frac{p_0 V}{2} = \cancel{p_0 k V} / T_2$$

$$p_0 = \frac{4V_2 RT_0}{V}$$

$$\frac{V}{2} \frac{p_0 V}{2} = V_1 RT_0$$

$$\cancel{V} p_0 f$$

$$\frac{p_0 V}{q} = V_2 RT_0$$

$$\frac{V_2}{V_1} = 2$$

$$\frac{p_0 V}{72} = (V_2 + \Delta V) RT$$

$$\Delta V = \frac{p_0 k V}{4}$$

равно

$$\frac{p_0 V}{6} = V_2 RT$$

$$(p_0 = \frac{P}{4})$$

$$\frac{7p_0 V}{72} =$$

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"/> |

МФТИ

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

2)  $K_7 = \frac{m V_0^2}{2}$   $E = const$

$$E_3 - E_2 = 0$$

$$m \frac{V_0^2}{2} K_3 + \varphi_3 Q - \varphi_2 Q = 0$$

$$K_3 - K_2 = (\varphi_2 - \varphi_3) Q = UQ$$

$$E_1 - E_A = 0$$

$$\frac{m V_0^2}{2} + \varphi_1 Q - \varphi_A Q - \frac{m V_0^2}{2} = 0$$

$$\frac{m V_0^2}{2} - \frac{m V_0^2}{2} = (\varphi_1 - \varphi_A) Q = (E_{12} \frac{1}{3} + E_{23} \frac{2}{3})$$

№4. Контактный мостиковый усилитель.

модуль напряжения = 0

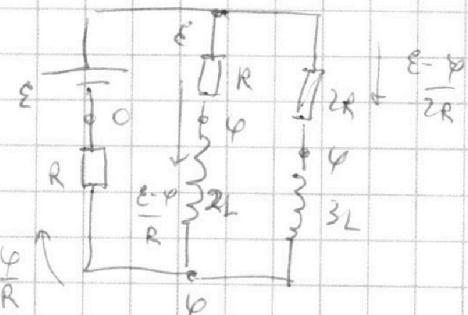
$$\frac{\varepsilon - \varphi}{R} + \frac{\varepsilon - \varphi}{2R} = \frac{\varphi}{R}$$

$$2\varphi - 2\varphi + \varepsilon - \varphi = 2\varphi$$

$$3\varepsilon = 5\varphi \quad \varphi = \frac{3\varepsilon}{5}$$

$$I_{20} = \frac{\varepsilon - \varphi}{2R} = \frac{2\varphi}{10R} = \frac{\varepsilon}{5R}$$

$$\frac{12 - 2 - 3}{12} = \frac{7}{12}$$

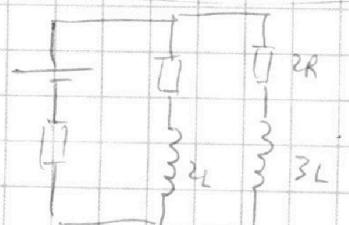


Справа после засечки K.

$$I_{20}(t=0) = \frac{\varepsilon - \varphi}{R} = \frac{2\varphi}{5R}$$

$$I_{2L}(0) = \frac{\varepsilon}{5R}$$

$$I_L(0) = 0$$





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"/> |

МФТИ

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

$$6V_2 = \Delta V$$

$$\Delta V = k_p \cdot \frac{V}{\rho}$$

$$6V_2 = k_p \cdot \frac{V}{\rho}$$

$$Q = 0$$

$$p_0$$

$$\Delta (f - \frac{2}{n})$$

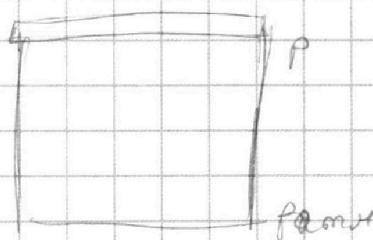
$$\Delta (\gamma - \frac{1}{n})$$

$$\Delta f_{\text{дел}} = 0$$

$$\varepsilon_{\text{дел}} V = \frac{5}{2} ($$

$$p = p_{\text{дел}} e^{\varepsilon_{\text{дел}} \mu}$$

$$p_{\text{дел}}$$



$$V_{\text{дел}}$$

$$27$$

$$\begin{array}{r} 93 \\ + 2 \\ \hline 95 \end{array}$$

$$V_{\text{дел}}$$

$$\begin{array}{r} 53 \\ - 53 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\Delta (1 - \frac{1}{n})$$