



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

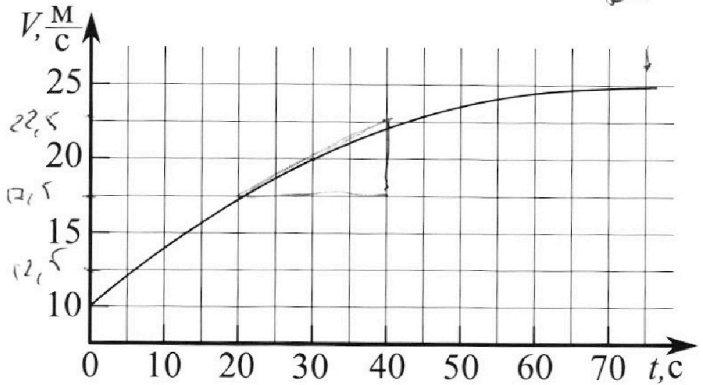
## Вариант 11-01



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

$$F_{\text{сопр}} = -kv$$

1. Автомобиль массой  $m = 1800$  кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна  $F_k = 500$  Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости  $V_1 = 20$  м/с.
- Найти силу тяги  $F_1$  при скорости  $V_1$ .
- Какая мощность  $P_1$  передается от двигателя на ведущие колеса при скорости  $V_1$ ?

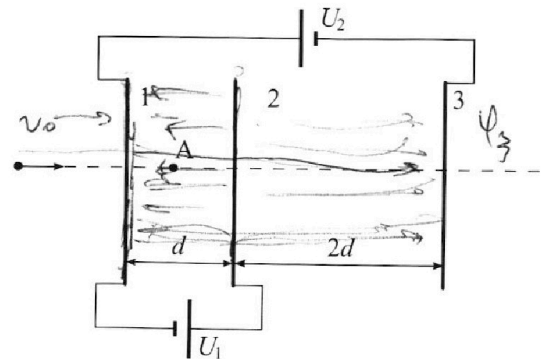
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $V/4$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 5T_0/4 = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/5$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа ( $\Delta v = kpw$ ). Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·Па). При конечной температуре  $T$  углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что  $RT \approx 3 \cdot 10^3$  Дж/моль, где  $R$  - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

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

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях  $d$  и  $2d$  (см. рис.). Размеры сеток значительно больше  $d$ . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением  $U_1 = U$  и  $U_2 = 4U$ . Частица массой  $m$  и зарядом  $q > 0$  движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость  $V_0$  на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд  $q$  намного меньше модуля зарядов сеток.



- Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.
- Найти разность  $K_1 - K_2$ , где  $K_1$  и  $K_2$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- Найти скорость частицы в точке А на расстоянии  $d/3$  от сетки 1.

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-01

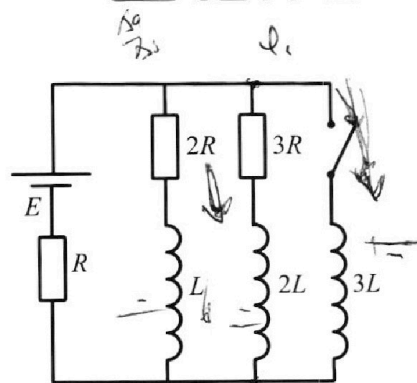
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



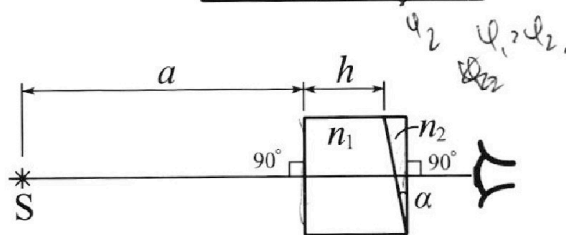
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток  $I_0$  через резистор с сопротивлением  $2R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $3L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $2R$  при замкнутом ключе?

Отв еты 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  $a = 194$  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  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.



1) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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  $n_1 = 1,5$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

$$I_1 \cdot 2R + \frac{dI_2}{dt} \cdot L = I_2 \cdot 3R + \frac{dI_3}{dt} \cdot 2L$$

$$\Delta Q_L \cdot 2R = \Delta I \cdot L = \Delta Q_2 \cdot 3R - \Delta I_2 \cdot 2L$$

$$\Delta Q_1 \cdot 2R = \Delta I \cdot L = \Delta Q_2 \cdot 3R - \Delta I_2 \cdot 2L$$

$$\Delta Q = \Delta W_1$$

$$I_1 \cdot 2R + \frac{dI_1}{dt} \cdot L = - \frac{dI_3}{dt} \cdot 3L$$

$$\Delta Q_1 \cdot 2R = \Delta W_1$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



Si Kpедe mтeмe:

$$\Rightarrow F_{\perp} = ma_{\perp} + \frac{F_k}{\nu_k} \nu_{\perp} = 1800 \cdot \frac{1}{4} + \frac{500}{25} \cdot 20 =$$
$$= 450 + 20^2 = 950 \text{ H}$$

Ответ: 950 H

3)

~~$P = F \nu \frac{1-\nu}{2} = \frac{A}{t}$~~

$$P_{\perp} = \frac{A_{\perp}}{\Delta t} = \frac{F_{\perp} \cdot \Delta s}{\Delta t} = F_{\perp} \cdot \nu_{\perp} = 950 \cdot 20 = 19000 \text{ BT}$$

Ответ:

~~$F_{\perp} = ma_{\perp} + \frac{F_k}{\nu_k} \nu_{\perp} = 1800 \cdot \frac{1}{4} + \frac{500}{25} \cdot 20 =$~~   
 ~~$= 1800.$~~

$$F_{\perp} = ma_{\perp} + \frac{F_k}{\nu_k} \nu_{\perp} = 1800 \cdot \frac{1}{4} + \frac{500}{25} \cdot 20 = 950 \text{ H}$$

Ответ:  $F_{\perp} = 950 \text{ H}$

$$3) P_{\perp} = \frac{A_{\perp}}{\Delta t} = \frac{F_{\perp} \cdot \Delta s}{\Delta t} = F_{\perp} \cdot \nu_{\perp} = 950 \cdot 20 = 19000 \text{ BT}$$

Ответ: 19000 BT

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!



$$m = 1100 \text{ кг}$$

$$F_k = 500 \text{ Н}$$

$$F_{\text{супр}} = -k \cdot v$$

$k$  - коэф. трения.

1)  $a_1$  при  $v_1 = 20 \text{ м/с}$ :

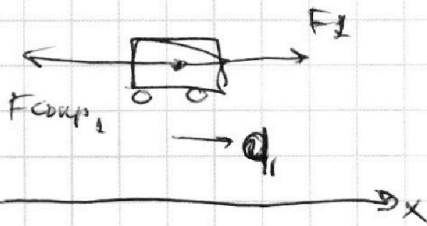
Т.к.  $a = \frac{dv}{dt} \Rightarrow$  найдем касательную к графику к точке  $v_1 = 20 \text{ м/с}$   
 $t_1 = 30 \text{ с}$

Проведем касательную, которую найдем, что

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{27,5 - 13,5}{40 - 20} = \frac{5}{20} = \frac{1}{4} \text{ м/с}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_1 = \frac{1}{4} \text{ м/с}^2 \quad \text{Ответ: } \frac{1}{4} \text{ м/с}^2.$$

2) Найдем  $F_s$  при  $v_1$ .



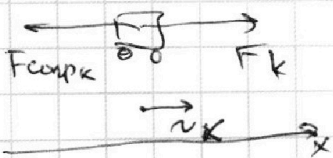
3 уравнения по Ох:

$$\begin{cases} F_s - F_{\text{супр}} = m a_1 \\ F_{\text{супр}} = k v \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_s - k v_1 = m a_1 \quad (1)$$

В колесе разрыв скорости происходит мгновенно  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow a_k = 0 \quad (v_k = 25 \text{ м/с}) \quad \leftarrow \text{из графика}$$



3 уравнения по Ох:

$$\begin{cases} F_k - F_{\text{супр}k} = m \cdot 0 \\ F_{\text{супр}k} = k v_k \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_k = k v_k \quad (2)$$

$$(2) \rightarrow (1) \quad F_s - \frac{F_k}{v_k} \cdot v_1 = m a_1 \Rightarrow$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



22 Круговые

~~Реш~~ 
$$p_{\text{раств}} = k p_0 \frac{V}{4} \quad (1)$$

Поше нагр. кол-во  $\text{CO}_2$  в верхней осталось неизм  $\Delta n_{\text{г.в.}}$

$\Delta n_{\text{г.в.}}$   $\Delta$  кол-во  $\text{CO}_2$  в нижней увеличилось  $\phi$  стало

равно 
$$\Delta n_{\text{г.в.}} = \Delta n_{\text{г.н.}} + \Delta n_{\text{раств}} \quad (2)$$

Поше нагр  $T = \frac{5T_0}{4} = 373 \text{ K} = 100^\circ\text{C} \Rightarrow$  вогнание

нагр создают давление  $p_{\text{атм}}$

~~$\text{CO}_2$  создает давление~~

$\text{CO}_2$  в нижней сосуде создает давление: (Урн. Менг-ка)

$$p_{\text{CO}_2} = \frac{(\Delta n_{\text{г.н.}} + \Delta n_{\text{раств}}) RT}{\frac{4}{5}V - \frac{V}{4}} = \frac{(\Delta n_{\text{г.н.}} + \Delta n_{\text{раств}}) RT}{\frac{11}{20}V} \quad (3)$$

$\text{CO}_2$  в верхней сосуде создает давление: (Урн. Менг-ка)

~~$p_2$~~  
$$p_2 = \frac{\Delta n_{\text{г.в.}} RT}{\frac{V}{5}} \quad (4) \quad \leftarrow \text{это всего давление в верхней сосуде}$$

Общее давление в нижней части:

$$p_2 = p_{\text{CO}_2} + p_{\text{атм}} = \frac{(\Delta n_{\text{г.н.}} + \Delta n_{\text{раств}}) RT}{\frac{11}{20}V} + p_{\text{атм}} \quad (5)$$

Уравняем (5) и (4)

$$p_{\text{атм}} + \frac{(\Delta n_{\text{г.н.}} + \Delta n_{\text{раств}}) RT}{\frac{11}{20}V} = \frac{\Delta n_{\text{г.в.}} RT}{\frac{V}{5}}$$

Но мы знаем, что

$$\frac{\Delta n_{\text{г.в.}}}{\Delta n_{\text{г.н.}}} = 2$$

$\Rightarrow$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

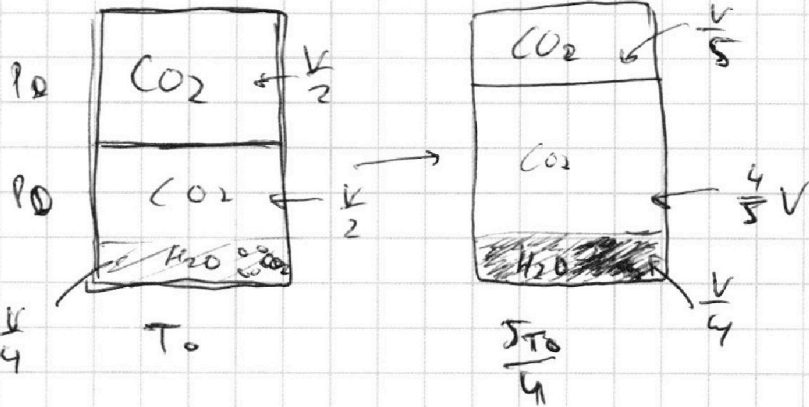
- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



$V$   
 $T_0$   
 $V_{H_2O} = \frac{V}{4}$   
 $T = \frac{5T_0}{4} = 313K$   
 $\Delta D = k p w$   
 $k_1 = k_2 = \left(\frac{1}{3}\right) 10^{-3} \frac{мол}{м \cdot с}$   
 $R T \approx 3 \cdot 10^3 \frac{Дж}{мол}$



~~$\Delta D = k p w$~~   
 ~~$T = \frac{5T_0}{4}$~~   
 ~~$T_0$~~   
 ①  $\Delta D_{top}$  - кол-во газоброшеной массы в верхней части  
 $\Delta D_{bottom}$  - кол-во газоброшеной массы в нижней части

Уравн. Менделеева - Клапейрона:

~~$p_1 V_1 = n R T_1$~~   
 ~~$p_2 V_2 = n R T_2$~~   
 ~~$p_3 V_3 = n R T_3$~~   
 ~~$p_4 V_4 = n R T_4$~~

Давление в нижней и верхней частях и суммарное ( $p_1$  и  $p_2$  вместе не считая)  $p_0$  - давл. в каждой части по направлению

Уравн. Менделеева - Клапейрона:

$\int p_0 \cdot \frac{V}{2} = \Delta n_{top} R T_0$  (1)  
 $\int p_0 \cdot \left(\frac{V}{2} - \frac{V}{4}\right) = \Delta n_{bottom} R T_0$  (2)

**Ответ: 2.**

② Найти  $p_0$ :

~~Уравн. Менделеева Клапейрона~~  
 ~~$p_1 V_1 = n R T_1$~~   
 ~~$p_2 V_2 = n R T_2$~~

После нагревания при температуре  $T$   $CO_2$  не расств. (по условию)

Уравн. Менделеева Клапейрона кол-во расств. газа по массе  $\Delta n_{расств.}$

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!



(1x)

2 продолжение 2.

$$\Rightarrow P_{ATM} + \frac{\Delta T_{\text{конт}} RT}{\frac{11}{20} V} + \frac{\Delta T_{\text{раств}} RT}{\frac{11}{20} V} = \frac{2 \Delta T_{\text{г.н}} RT}{\frac{V}{5}}$$

$$P_{ATM} + \frac{P_0 \cdot \frac{V}{4} RT}{\frac{11}{20} V RT_0} + \frac{\Delta T_{\text{раств}} RT}{\frac{11}{20} V} = \frac{2 \cdot \frac{V}{4} P_0 RT}{\frac{V}{5} \cdot RT_0}$$

$$\Delta T_{\text{раств}} = k P_0 \frac{V}{4}$$

$$T_0 = \frac{4}{5} T$$

$$\Rightarrow P_{ATM} + \frac{P_0 \cdot \frac{1}{4} T}{\frac{11}{20} \cdot \frac{4}{5} T} + \frac{k P_0 \frac{V}{4} RT}{\frac{11}{20} V} = \frac{\frac{V}{5} P_0 T}{\frac{V}{5} \cdot \frac{4}{5} T} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_{ATM} + \frac{P_0}{4 \cdot \frac{11}{20} \cdot \frac{4}{5}} + \frac{k P_0 RT}{\frac{44}{20}} = \frac{P_0}{\frac{8}{25}}$$

$$P_{ATM} + \frac{P_0}{\frac{44}{25}} + \frac{k P_0 RT}{\frac{44}{20}} = \frac{P_0}{\frac{8}{25}}$$

$$P_{ATM} + \frac{25}{44} P_0 + k RT \frac{20}{44} P_0 = \frac{25}{8} P_0$$

$$P_0 = \frac{P_{ATM}}{\frac{25}{8} - \frac{25}{44} - k RT \cdot \frac{20}{44}} = \frac{P_{ATM}}{\frac{25}{8} - \frac{25}{44} - \left(\frac{1}{3}\right)^{10^3} \cdot 5 \cdot 10^3 \cdot \frac{20}{44}}$$

$$= \frac{P_{ATM}}{\frac{25}{8} - \frac{25}{44} - \frac{20}{44}} = \frac{P_{ATM}}{\frac{25}{8} - \frac{45}{44}}$$

~~Ответ:  $P_0 = \frac{P_{ATM}}{\frac{25}{8} - \frac{45}{44}}$~~

Ответ:  $P_0 = \frac{P_{ATM}}{\frac{25}{8} - \frac{45}{44}}$

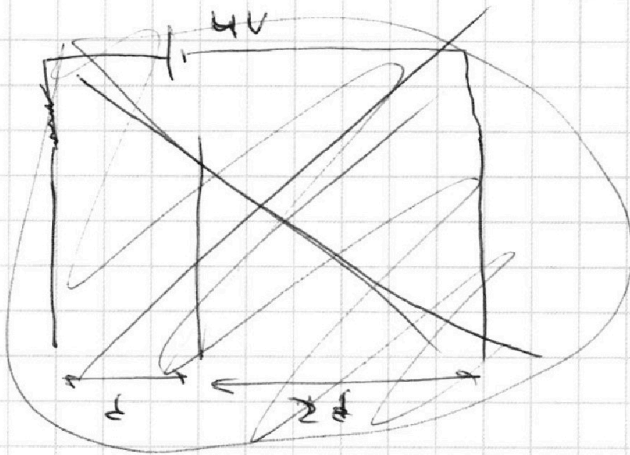
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

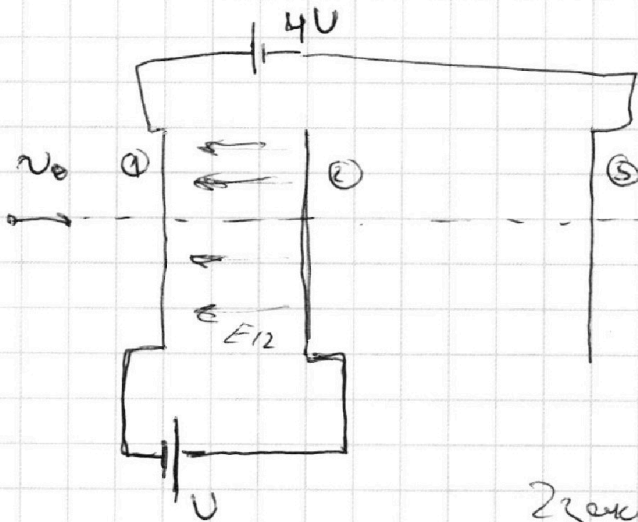
1  2  3  4  5  6  7



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



$q \neq 0$   
 $u_0$   
 $m$



$$\left. \begin{aligned} 1) \quad \varphi_2 - \varphi_1 &= U \\ E_{12} \cdot d &= \varphi_2 - \varphi_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_{12} = \frac{U}{d}$$

$$F_{12} = E_{12} \cdot q = \frac{U}{d} \cdot q$$

Закон Ньютона:

$$F_{12} = m a_{12} \Rightarrow a_{12} = \frac{F_{12}}{m} = \frac{Uq}{dm}$$

~~#~~  
Ищем:  $a_{12} = \frac{Uq}{dm}$

2)  ~~$k_1 = \frac{mU^2}{2}$  (за частицами ~~каждой из них~~)~~

~~$k_2 = k_1 + \Delta F_{12}$~~

~~$\Delta F_{12} = (\varphi_2 - \varphi_1) q$~~

ЗСЭ для частицы:

~~$k_1 = k_2 + \Delta W_{12} \Rightarrow$~~

~~$k_1 + \Delta F_{12} = k_2$~~

$\Rightarrow k_1 - k_2 = -\Delta F_{12} \quad (1)$



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 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!



~~Найти  $E$  в центре~~

$$AF_{12} = -E_{12} q d = -\frac{U}{d} \cdot q d = -Uq \quad (2)$$

(2)  $\rightarrow$  (1)

$$k_1 - k_2 = -(-Uq) \Rightarrow k_1 - k_2 = Uq$$

Ответ:  $k_1 - k_2 = Uq$ .

~~3) Найти  $E$  за пределами конструкции:~~



~~3)  $E$  за пределами конструкции  $\Rightarrow 0$~~

~~$\Rightarrow$  Найти  $v_1$  на расстоянии  $\frac{1}{3}$  от сетки 1:~~

$$\frac{d}{3} = \frac{v_0^2 - v_1^2}{2a_{12}} \Rightarrow v_1^2 = -\frac{2a_{12}d}{3} + v_0^2 \quad \rightarrow$$

$$\Rightarrow v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{2d}{3} \cdot \frac{Uq}{d \cdot m}} = \sqrt{v_0^2 - \frac{2Uq}{3m}}$$

Ответ:  $v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{2Uq}{3m}}$

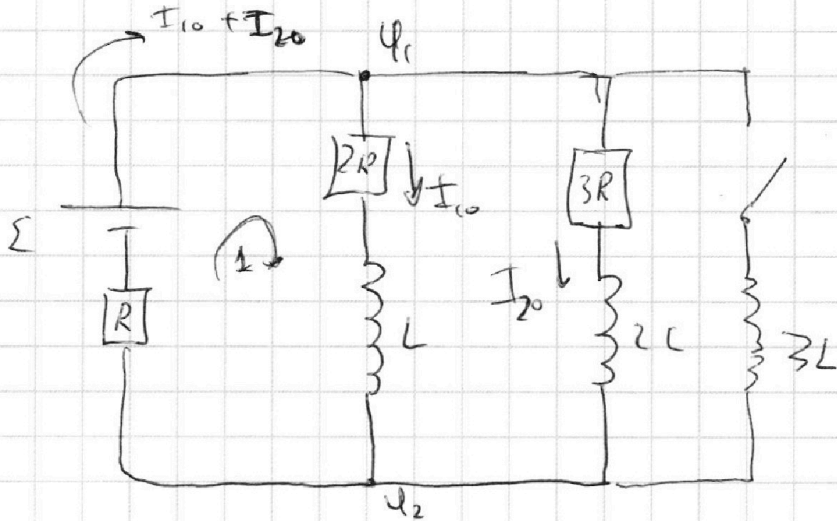
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



1) При этом перемена катушки не создает ε si. → она просто переключена.

2 правила Кирхгофа:

$$\text{I. } \varepsilon = I_{10} \cdot 2R + (I_{10} + I_{20})R \quad (1)$$

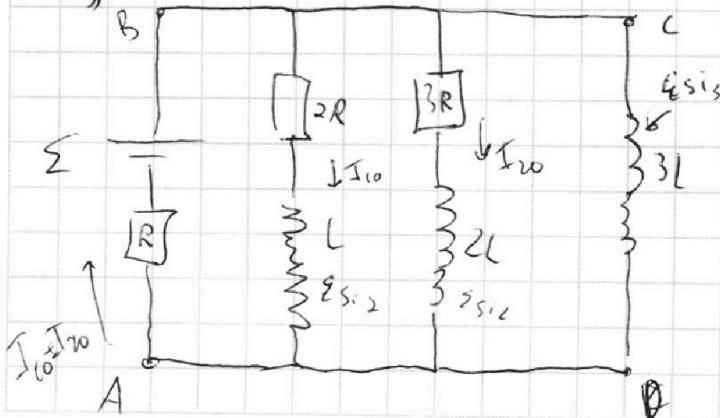
$$\text{II. } \varphi_1 - \varphi_2 = I_{20} \cdot 3R = I_{10} \cdot 2R \quad (2)$$

$$\Rightarrow \left. \begin{aligned} \frac{\varepsilon}{R} &= 2I_{10} + I_{10} + I_{20} \\ I_{20} &= \frac{2}{3} I_{10} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\varepsilon}{R} = 2I_{10} + I_{10} + \frac{2}{3} I_{10} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\varepsilon}{R} = \frac{11}{3} I_{10} \Rightarrow I_{10} = \frac{3}{11} \frac{\varepsilon}{R}$$

Ответ:  $I_{10} = \frac{3}{11} \frac{\varepsilon}{R}$

2) Связь после замыкания:



2 правила Кирхгофа  
для loops ABCD:

$$\varepsilon - \frac{d\Phi}{dt} \cdot 3L = R(I_{10} + I_{20})$$

По второму шагу, что

$$I_{10} = \frac{3}{11} \frac{\varepsilon}{R}$$

$$I_{20} = \frac{2}{3} I_{10}$$

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!

дч ~~пропорциональные~~

$$\Rightarrow \left. \begin{aligned} \Sigma - \frac{dI}{dt} \cdot 3L &= R(I_{10} + I_{20}) \\ I_{10} &= \frac{3}{11} \frac{\Sigma}{R} \\ I_{20} &= \frac{2}{11} \frac{\Sigma}{R} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Sigma - \frac{dI}{dt} \cdot 3L = R \left( \frac{5}{11} - \frac{\Sigma}{R} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Sigma - \frac{dI}{dt} \cdot 3L = \frac{5}{11} \Sigma \Rightarrow \frac{6}{11} \Sigma = \frac{dI}{dt} \cdot 3L \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{2}{11} \cdot \frac{\Sigma}{L} \Rightarrow \text{Скорость возрастания}$$

тока сразу после замыкания ключа:  $\frac{2\Sigma}{11L}$

Ответ:  $\frac{dI}{dt} = \frac{2\Sigma}{11L}$

3) когда резистор установлен при замыкании  
ключа, то  $I_{10}$  и  $I_{20} = 0$  (~~ток~~ ток будет течь  
через катушку с  $3L$ , т.к она будет просто перемычкой)

~~$\Sigma \Delta q$~~  Ток через катушку с  $3L$ :  $I_3 = \frac{\Sigma}{R}$

ЗСЭ:

$$\Sigma \cdot \Delta q = \Delta W \Rightarrow \Sigma \Delta q = W_2 - W_1$$

~~$W_2 = 3L \cdot \frac{\Sigma^2}{2}$~~   $W_2 = \frac{3L I_3^2}{2} = \frac{3L}{2} \cdot \frac{\Sigma^2}{R^2}$

$$W_1 = \frac{L I_{10}^2}{2} + \frac{2L I_{20}^2}{2} = \frac{L}{2} \cdot \frac{9}{121} \cdot \frac{\Sigma^2}{R^2} + L \cdot \frac{4}{121} \frac{\Sigma^2}{R^2} = \frac{17}{242} L \cdot \frac{\Sigma^2}{R^2}$$

~~$\Rightarrow \Delta W = \left( \frac{3}{2} - \frac{17}{242} \right) \frac{\Sigma^2}{R^2}$~~   $\Rightarrow \Delta W = \left( \frac{3}{2} - \frac{17}{242} \right) \frac{\Sigma^2}{R^2} \Rightarrow$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

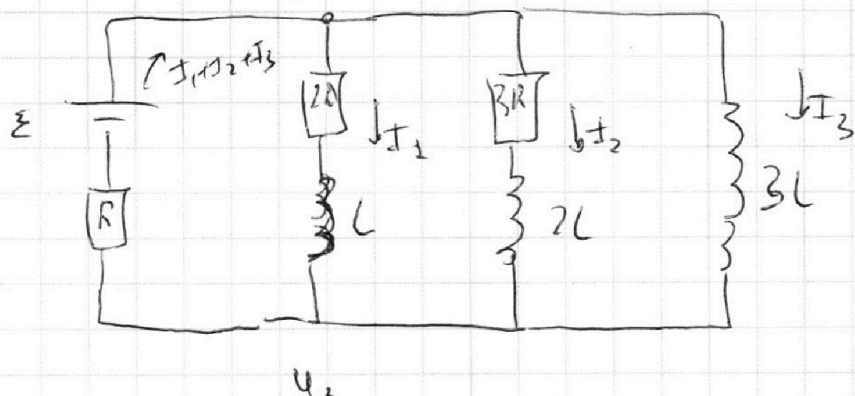
**МФТИ**

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

$\Rightarrow \Delta q = \frac{\Delta W}{\varepsilon} = \frac{\cancel{\left(\frac{3}{2} - \frac{17}{242}\right) L \varepsilon}}{\varepsilon} = \frac{\left(\frac{3}{2} - \frac{17}{242}\right) L \varepsilon}{R^2}$

Ни Максвелла 2

В произв. момент времени  $\varphi_1$



Курсен

$dI_1 < 0$   
 $dI_2 < 0$   
 $dI_3 > 0$

$\varphi_1 - \varphi_2 = 2RI_1 - \frac{dI_1}{dt}L = 3RI_2 - \frac{dI_2}{dt} \cdot 2L = \frac{dI_3}{dt} \cdot 3L$

$\frac{I_1}{dI_1} = \frac{I_2}{dI_2} = \frac{I_3}{dI_3} = k$

$\Rightarrow \varphi_1 - \varphi_2 = 2RI_1 - \frac{I_1 \cdot L}{k dt} = 3RI_2 - \frac{I_2 \cdot 2L}{k dt} = \frac{I_3 \cdot 3L}{dt}$

$\varphi_1 - \varphi_2 = 2R \frac{dq_1}{dt} - \frac{I_1 L}{k dt} = 3R \frac{dq_2}{dt} -$

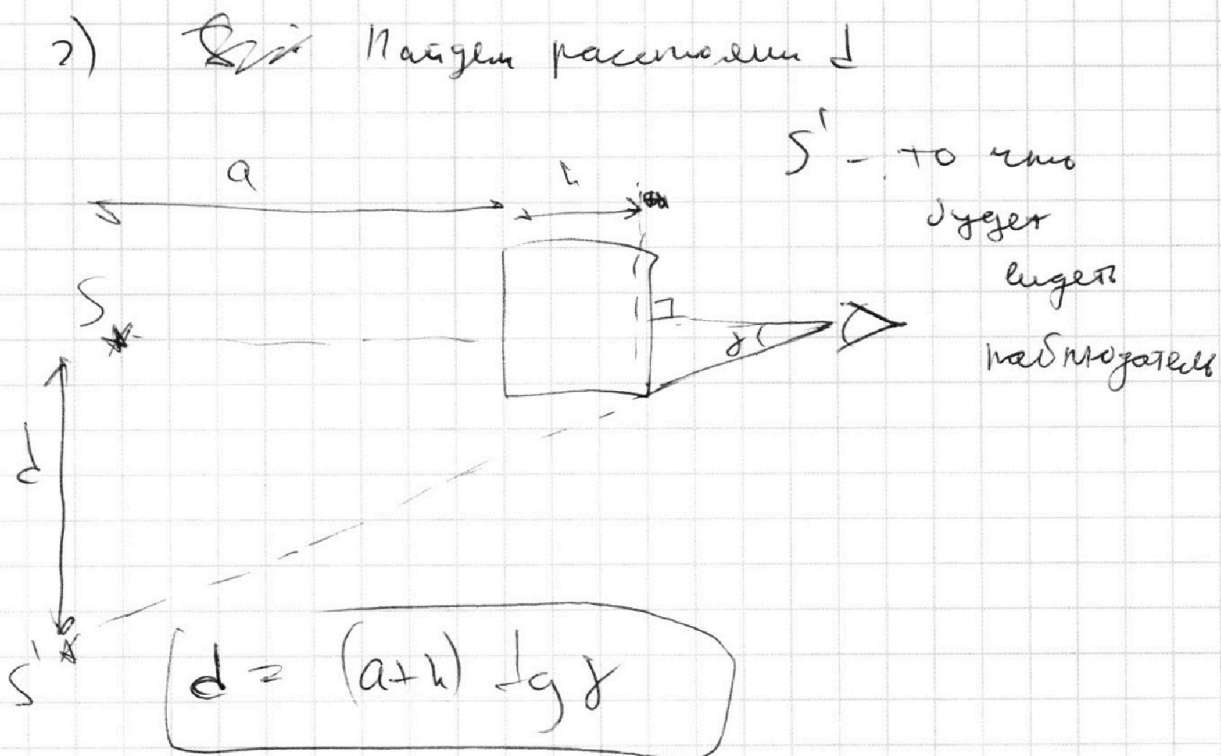
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Ответ:

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

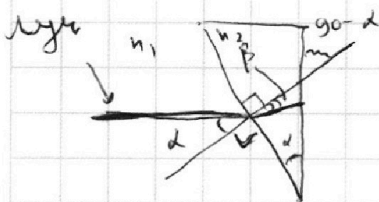


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Конусы в  $n_1$  и  $n_2$  лучи пойдут предельно близко

Т.к.  $n_1 = 1,7$  а конусы в  $n_2$  будем:



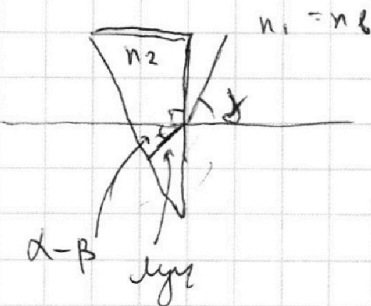
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \sin \beta = \frac{\sin \alpha n_1}{n_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \beta = \frac{\sin 0,2}{1,7}$$

т.к.  $\alpha = 0,2$  мала  $\Rightarrow \sin \alpha \approx \alpha$

$$\Rightarrow \sin \beta = \frac{1}{17}$$

2 предельные:



$$\frac{\sin \delta}{\sin(\alpha - \beta)} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \delta = \frac{1,7}{1} \cdot \sin(\alpha - \beta) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \delta = 1,7 \cdot \sin(0,2 - \arcsin \beta) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{лучи отклонятся на угол } \delta = \arcsin \left( 1,7 \sin \left( 0,2 - \arcsin \left( \frac{\sin 0,2}{1,7} \right) \right) \right)$$

Ответ:  $\delta = \arcsin \left( 1,7 \cdot \sin \left( 0,2 - \arcsin \left( \frac{\sin 0,2}{1,7} \right) \right) \right)$

$$\Rightarrow \delta = \arcsin \left( 1,7 \cdot \sin \left( 0,2 - \frac{1}{17} \right) \right) =$$

$$= \arcsin \left( 1,7 \cdot \left( 0,2 - \frac{1}{17} \right) \right) \leftarrow \text{максимум}$$

← Ответ:

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

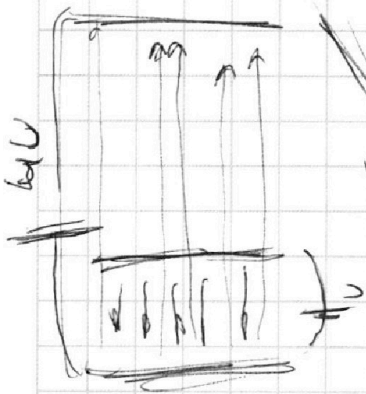
- 1  2  3  4  5  6  7



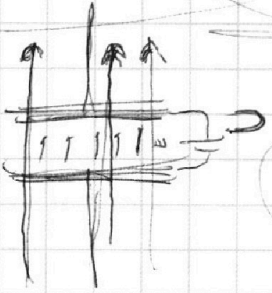
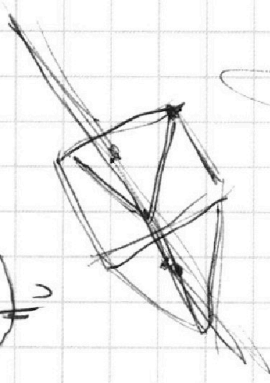
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$U_{\text{пр}} = 92 \text{ В}$



$E = U_{\text{в}}$



$\frac{P_1}{P_2} = \frac{U_1}{U_2}$

$\frac{P_1}{I_1} = \frac{P_2}{I_2}$

$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$

$\frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{11}$

$\frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{11}$

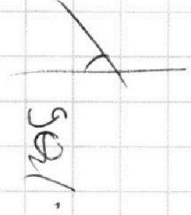
$X = R$

$R_0 = (R + r_{\text{вн}}) = 11 \text{ Ом}$

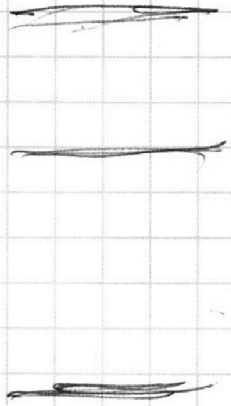
$\frac{P_1}{P_2} = \frac{I_1}{I_2}$

$R_2 = \frac{P_2}{I_2^2} = 100 \text{ Ом}$

$I_1 = 92 \text{ А}$



$\Phi$



$\frac{d\Phi_2}{dt} = 3R I_2 - \frac{dI_1}{dt} \cdot 2L$

$\frac{dI_3}{dt} \cdot 3L = 3R I_2 - \frac{dI_1}{dt} \cdot 2L$

$I_2 = \frac{P_2}{I_1}$

$\frac{I_1}{I_2} = 11$

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!



Handwritten notes and diagrams on a grid background:

- Top left:  $CP = C_0 + R$ ,  $CV = \frac{1}{2}R$
- Top middle:  $RT$ ,  $DP = \frac{4}{9}$
- Top right:  $CV = \sqrt{x}$ ,  $DP = \frac{2}{3}$ ,  $\frac{3}{2} = \frac{1}{2}$
- Center:  $RT$ ,  $DP = \frac{4}{9}$ ,  $\frac{3}{2} = \frac{1}{2}$
- Bottom left:  $CP = C_0 + R$ ,  $CV = \frac{1}{2}R$
- Bottom middle:  $CV = \sqrt{x}$ ,  $DP = \frac{2}{3}$ ,  $\frac{3}{2} = \frac{1}{2}$
- Bottom right:  $RT$ ,  $DP = \frac{4}{9}$
- Diagrams:
  - A right-angled triangle with a shaded area, labeled with  $I$ ,  $x$ , and  $\frac{1}{2}x$ .
  - A diagram of a cylinder or similar shape with a shaded area, labeled with  $I$ ,  $x$ , and  $\frac{1}{2}x$ .
  - A diagram of a cylinder with a shaded area, labeled with  $I$ ,  $x$ , and  $\frac{1}{2}x$ .
  - A diagram of a cylinder with a shaded area, labeled with  $I$ ,  $x$ , and  $\frac{1}{2}x$ .
- Equations and notes:
  - $CV = \sqrt{x}$
  - $DP = \frac{2}{3}$
  - $\frac{3}{2} = \frac{1}{2}$
  - $RT$
  - $DP = \frac{4}{9}$
  - $CP = C_0 + R$
  - $CV = \frac{1}{2}R$
  - $CV = \sqrt{x}$
  - $DP = \frac{2}{3}$
  - $\frac{3}{2} = \frac{1}{2}$
  - $RT$
  - $DP = \frac{4}{9}$