

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-01

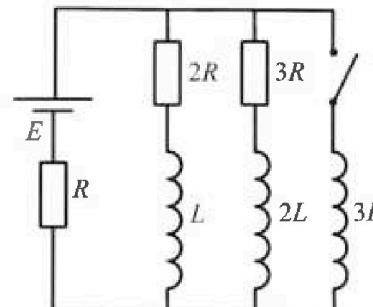
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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?

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  $a = 194$  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.

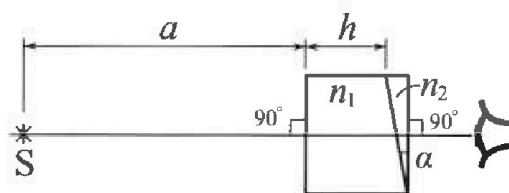


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

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



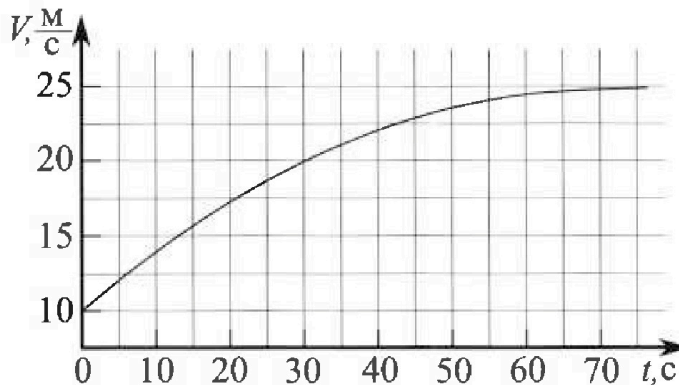
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-01

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



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.



1) Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости  $V_1 = 20$  м/с.

2) Найти силу тяги  $F_1$  при скорости  $V_1$ .

3) Какая мощность  $P_1$  передается от двигателя на ведущие колеса при скорости  $V_1$ ?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

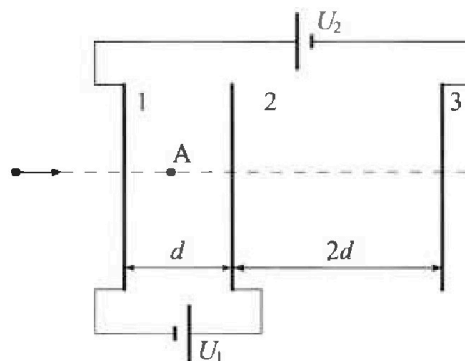
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $V/4$ . 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.

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  $2d$  (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.



1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.

2) Найти разность  $K_1 - K_2$ , где  $K_1$  и  $K_2$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.

3) Найти скорость частицы в точке A на расстоянии  $d/3$  от сетки 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!

Дано:

$$m = 1800 \text{ кг}$$

$$F_R = 500 \text{ Н}$$

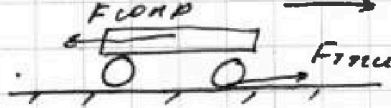
$$F_{\text{сопр}} = kV$$

1)  $a (V_1 = 20 \text{ м/с}) - ?$

2)  $F_1$  при  $V_1 - ?$

3)  $P_1$  при  $V_1 - ?$

Решим:  $a$



по 2 закону Ньютона

в произвольный момент времени

$$ma = F_{\text{тяги}} - F_{\text{сопр}}$$

$$F_{\text{сопр}} = kV$$

Определим по графику какое ускорение имеет тело в момент времени.

$a = \frac{dv}{dt}$  - ускорение можно определить

по тангенсу угла наклона касательной

$$a \approx \frac{25-15}{50-10} = 0,25 \text{ м/с}^2 \quad \frac{10}{40} \approx 0,25 \text{ м/с}^2$$

2) при скорости автомобиля, равной

$V = 25 \text{ м/с}$  - ускорение  $0 \text{ м/с}^2$

поэтому:  $F_R = kV$

$$k = \frac{500}{25} = \frac{2000}{1000} = 20 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

2 закон Ньютона при  $V_1 = 20 \text{ м/с}$

$$F_1 - kV_1 = ma \quad 850 \text{ Н}$$

$$F_1 = 1800 \cdot 0,25 + 20 \cdot 20 = 450 + 400 = 850 \text{ Н}$$

3)  $P_1 = F_1 V_1$

$$850 \text{ Н} \cdot 20 \text{ м/с}$$

$$P_1 = 17000 \text{ Вт} = 17 \text{ кВт}$$

Ответ:  $0,25 \text{ м/с}^2$ ;  $850 \text{ Н}$ ;  $17000 \text{ Вт}$



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!

(продолжение)

$$\left\{ \begin{aligned} p_0 \cdot \frac{V}{4} &= \nu R \cdot \frac{4}{5} T \\ p'' \cdot (V - 0,25V - 0,2V) &= (\nu \cdot k \nu R \cdot \frac{4}{5} T) \cdot RT \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} p_0 &= \frac{16}{5} \frac{\nu R T}{V} \\ p'' \cdot 0,55V &= \left( \nu + \frac{1}{5} \cdot 10^{-2} \cdot 3 \cdot 10^4 \cdot \frac{4}{5} \cdot \nu \right) RT \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} p_0 &= \frac{16}{5} \frac{\nu R T}{V} \\ p'' &= \frac{9}{5} RT \cdot \frac{\nu}{0,55V} \end{aligned} \right.$$

$$\frac{p_0}{p''} = \frac{16 \cdot 5 \cdot 0,55}{9 \cdot 9}$$

$$p'' = \frac{9 p_0}{16 \cdot 0,55} = \frac{9}{8,8} p_0 \approx p_0$$

$$p_{\text{атм}} = \frac{25}{8} p_0 - p_0 = \frac{17}{8} p_0$$

$$p_0 = \frac{8 p_{\text{атм}}}{17}$$

Ответ: 2;  $\frac{8 p_{\text{атм}}}{17}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МОТИ

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

Дано:

$$K \approx \frac{1}{5} \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$$

$$T = \frac{5T_0}{4}; \text{ ратм}$$

$$\Delta \vartheta = K \cdot \gamma \cdot w - \text{закон Генри}$$

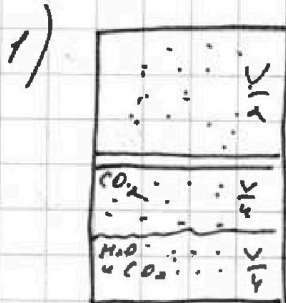
$$RT \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

$P(T_0)$  - мало

1)  $\frac{V_{\text{верх}}}{V_{\text{нижн}}} = ?$

2)  $p_0 = ?$

Решение:



По закону Менделеева - Клапейрона для начального состояния для верхнего

$$p_0 \cdot \frac{V}{2} = V_{\text{верх}} \cdot R \cdot T_0 = V_{\text{верх}} \cdot R \cdot \frac{4}{5} T$$

для нижнего

$$p_0 \cdot \frac{V}{4} = V_{\text{нижн}} \cdot R \cdot \frac{4}{5} T$$

равенство воод паров не учитывают

$$\frac{\frac{V}{2}}{\frac{V}{4}} = \frac{V_{\text{верх}}}{V_{\text{нижн}}} = \frac{4}{2} = 2$$

$$V_{\text{верх}} = 2 V_{\text{нижн}} = 2 \Delta$$

2) Если при  $T = \frac{5T_0}{4}$  в воод  $\text{CO}_2$  не растворяется

то он должен прийти в верх ~~нижн~~ ~~нижн~~ части сосуда, поэтому ~~нижн~~ ~~нижн~~

кол-во вещества  $\Delta \vartheta = p_0 \cdot K \cdot \frac{V}{4} = K \Delta \cdot R \cdot \frac{4}{5} T$   
давление паров при  $T = 373 \text{ К}$ , ратм =  $p_{\text{паров}}$

$$p' \cdot \frac{V}{5} = 2 \Delta \cdot R \cdot T - \text{для верхнего} \left( p' \cdot \frac{V}{5} = \frac{4}{5} p_0 \cdot \frac{V}{2} \cdot \frac{5}{4} \right)$$

$$p'' \cdot \left( \frac{V}{4} - \frac{V}{5} - \frac{V}{5} \right) = (V + \Delta V) \cdot R \cdot T \quad \left( p' = \frac{25}{8} p_0 \right)$$

Условие равновесия:  $p' = p_{\text{атм}} + p''$

$$\frac{25}{8} p_0 = p_{\text{атм}} + p'$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

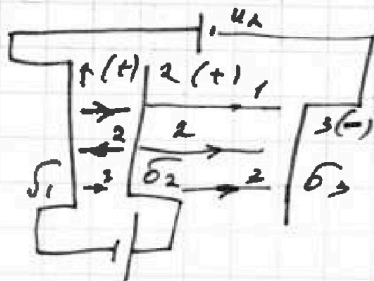
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

Дано:  
 $d, 2d; V_0$   
 $u = 4 \varphi; m$   
 $u_2 = 2u$

Решим:



1) а-?

2)  $K_1 - K_2$

По закону сохранения заряда

3)  $\frac{d}{z}$

$$\sigma_1 + \sigma_2 = \sigma_3$$

н-?

напряжём между 1 и 2 (попр. мод):

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

$$\frac{u}{d} = -\frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0}; \quad \frac{2\sigma_1}{2\epsilon_0} = -\frac{u}{d}$$

$$\frac{4u}{d} = \frac{3\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{3\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{3\sigma_2}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} + \frac{2\sigma_2}{2\epsilon_0}$$

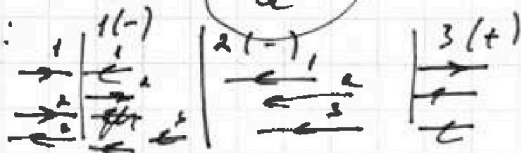
$$\frac{4u}{d} = -\frac{2\sigma_2}{\epsilon_0} + \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0}$$

$$\sigma_2 = -\frac{4u\epsilon_0}{d}$$

$$\sigma_3 = -\frac{u}{d} \cdot \epsilon_0 - \frac{4u\epsilon_0}{d} = -\frac{5u\epsilon_0}{d}$$

между 1 и 2:

$$q \cdot E = F_{21}$$



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!

$$\left| E_{\text{между}} \right| = \left| \frac{4\sigma_2}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} \right| = \left| \frac{4u\epsilon_0}{d \cdot 2\epsilon_0} - \frac{4u\epsilon_0}{d \cdot 2\epsilon_0} - \frac{5u\epsilon_0}{d \cdot 2\epsilon_0} \right| =$$
$$= \frac{2u\epsilon_0}{2d \cdot \epsilon_0} = \frac{u}{d}; \quad ma = \frac{u}{d} q$$

$$a = \frac{q \cdot u}{d \cdot m}$$

2)  $K_1, K_2$ :

$$K_1 = \frac{m v_0^2}{2}$$

$$K_2 = \frac{m v_A^2}{2}$$

~~$v_A = v_0 - at$~~  по г. О'узи. Кин. энергии:

$$\Delta \left( -\frac{m v_A^2}{2} + \frac{m v_0^2}{2} \right) = A_{\text{электр}} = \frac{qu}{d} \cdot q \cdot d$$

$$K_1 - K_2 = \frac{qu}{d} = qu$$

3) напряженность  
между 1 и 2  $E = \frac{u}{d} = \text{const}$

$$E = \frac{qu}{d} \quad a = \frac{qu}{dm}$$

движение равноускоренное:

$$\frac{d}{3} = \frac{v_0^2 - v_A^2}{2a}$$

$$\frac{d}{3} = \frac{(v_0^2 - v_A^2) dm}{2qu}$$

$$v_0^2 - v_A^2 = \frac{2qu}{3m}$$

$$v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{2qu}{3m}}$$

$$\text{Ответ: } a = \frac{qu}{dm}; \quad K_1 - K_2 = qu; \quad v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{2qu}{3m}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МОТИ

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

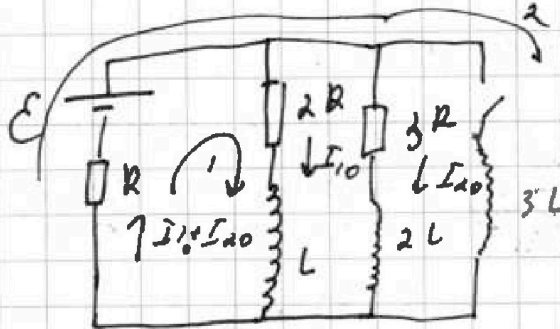
Дано:

$\mathcal{E}, R, L$

1)  $I_{10} - ?$

2)  $\frac{dI_{20}}{dt} - ?$

3)  $q(2R) - ?$



пишем условием  $I = const$   
 $u_L = 0$

2 закон Кирхгофа для  $\text{loop 1}$

$$\mathcal{E} = 2R \cdot I_{10} + R(I_{10} + I_{20})$$

$$I_{10} \cdot 2R = I_{20} \cdot 3R \quad \text{— по св. бу паралл. ветв}$$

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

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

$$\mathcal{E} = 2R I_{10} + R \left( I_{10} + \frac{2I_{10}}{3} \right)$$

$$\mathcal{E} = 2R I_{10} + \frac{5I_{10} \cdot R}{3}$$

$$I_{10} = \frac{\mathcal{E}}{2R + \frac{5}{3}R} = \frac{3\mathcal{E}}{11R} \quad I_{20} = \frac{6\mathcal{E}}{33R} = \frac{2\mathcal{E}}{11R}$$

2) пишем закон Кирхгофа для  $\text{loop 2}$  и помещаемся

2 закон Кирхгофа для  $\text{loop 2}$

$$\mathcal{E} = (I_{10} + I_{20}) \cdot R + \mathcal{E}_{si}$$

$$\mathcal{E}_{si} = 3L \frac{dI}{dt} \quad ; \quad \mathcal{E} = \frac{5\mathcal{E}}{11} + \mathcal{E}_{si} \Rightarrow \mathcal{E}_{si} = \frac{6\mathcal{E}}{11}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{6\mathcal{E}}{11 \cdot 3L} = \frac{2\mathcal{E}}{11L} \quad \text{— скорость изменения тока в катушке}$$

3)  $dq = I(t) \cdot dt \quad I(t) = I_1(t)$

ответ:  $\frac{2\mathcal{E}}{11R}; \frac{2\mathcal{E}}{11L}$



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"/>



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



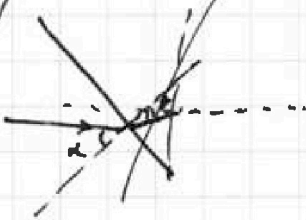
рассмотрим примеренные  
в этой системе

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

$$\sin \beta = \frac{1.5 \cdot 0.1}{1.7}$$

$$\sin \beta \approx \beta = \frac{15}{170} = 0.09$$

$$= \frac{0.15}{1.7} \text{ - малый}$$



Ответ:  $0.07$ ;  $14 \text{ см}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

МФТИ

- 1  2  3  4  5  6  7

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



Дано:

$n_1 = 1,0$

$n_2 = 1,7$

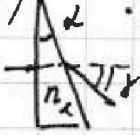
$h = 9 \text{ см}$

$\Delta = 0,1 \text{ рад}$

$a = 194 \text{ см}$

Решение:

1)



узнаем, что призма с малым углом в вершине преломляет лучи по

$$\delta = (n_2 - 1) \Delta$$

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

1)  $\delta$  - ?

а)  $d_1$  - ?

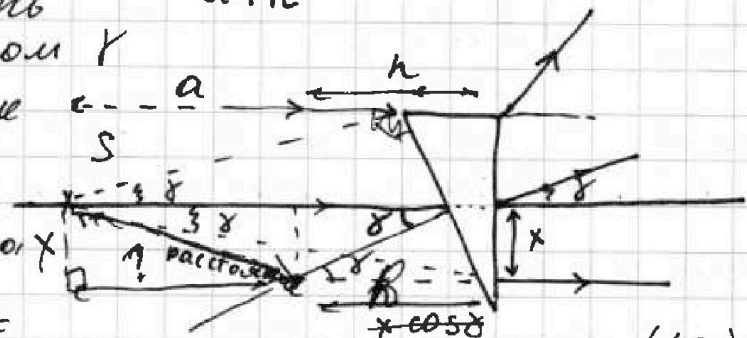
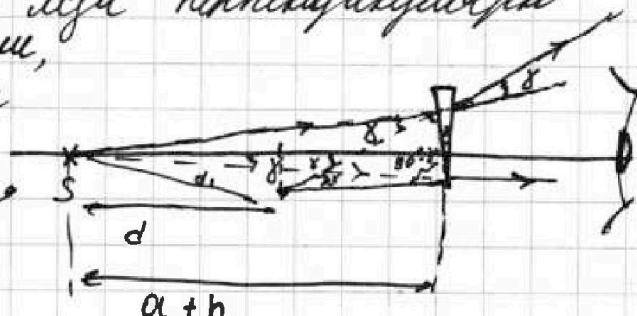
2)  $d_2$  - ?

а) Наблюдатель видит мнимое изображение

Если считать луч перпендикулярно правой пластине,

то угол между горизонтально и преломленным лучом  $\delta$

если считать луч под углом  $\gamma$  виду, то луч преломляется он пойдет горизонтально



$$x = (a+h) \cdot \tan \delta =$$

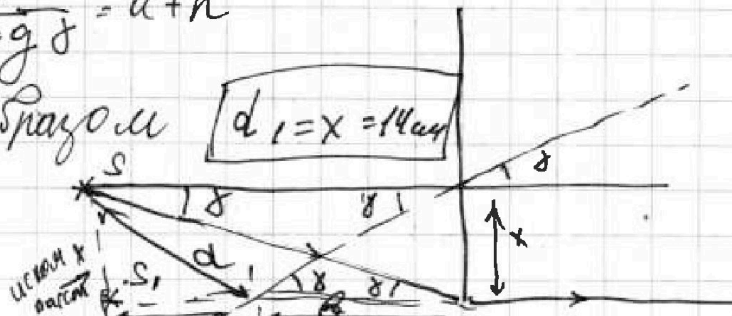
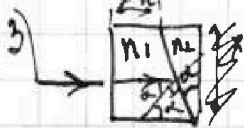
$$= (194 + 9) \cdot 0,07 = 203 \cdot 0,07 \approx 14 \text{ см}$$

$$\frac{x}{\tan \delta} = \frac{x}{0,07} = \frac{100}{2} \left( \begin{matrix} \tan \delta \approx \delta \\ \sin \delta \approx \delta \end{matrix} \right)$$

д расстояние  $b = \frac{x}{\tan \delta} = a+h$

Т.е. система

эквивалентна таковой образом  $d_1 = x = 14 \text{ см}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

№1

$m = 1800 \text{ кг}$

$F_k = 500 \text{ Н}$

$F_{\text{связи}} = kV$

1)  $V = 20 \text{ м/с}$

2)  $F_1$

$v_1$

3)  $\text{tg} \delta = \frac{x}{h}$

$v_1$   $h = \frac{x}{\text{tg} \delta}$   
 $\text{tg} \delta = \frac{x}{a+h}$

Решение

$a = \frac{dV}{dt}$  - сила связи пропорциональной.

также угол наклона  $\frac{2kV, \dots}{t}$

$F =$

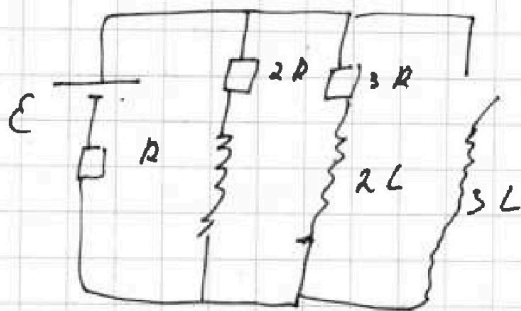
б) пока не нашли, установившийся

$kV = F_k$

$R = \frac{500}{2 \cdot 5} = 200 \text{ кг}$

$x = \text{tg} \delta (a+h) = 0.07 =$

№4



решим установившийся

$\frac{dI}{dt} = 0$

$u_L = 0$

$\epsilon_{\text{си}} = 0$

$I_{10} = \frac{\epsilon}{3R}$

$\frac{1800}{4} - 16 = 200 \cdot 450$

1) ток через катушку в цепи не меняется

$\frac{dI}{dt} = 0, \epsilon = 3 \left[ \frac{dI}{dt} + (I_{10} + I_{20}) R \right]$

3)  $dQ = I^2 R dt$

$Q = \int I^2 R dt$

$\Delta D = k p W$

$P \frac{V}{2} = D_1 R T_1$

$P \frac{V}{4} = D_2 R T_2$

$2 \cdot \frac{D_1}{D_2} = \frac{D_1}{D_2}$

$I_1 = 2 I_2 = 2I$

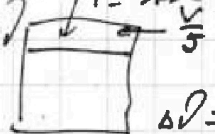
пока не нашли: обходим осциллограммы

$W = \frac{V}{4}$

$P_{\text{max}} = P_0 \Rightarrow$

без разницы от температуры

даже пока не нашли



$\Delta D =$

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

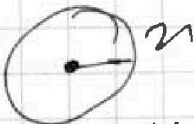
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Пору QR-кода недопустима!



$$\frac{25-15}{50-10} \approx 0,4$$

$$\frac{100}{20}$$

$$P = \frac{dA}{dt} = F \frac{dS}{dt} = F \cdot v$$



$$P' \cdot (V - 0,25V - 0,2V) =$$

По закону  
Менделеева:

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu R T_0 \text{ - для начального}$$

$$P' \cdot \frac{V}{4} = (\nu + \nu_{\text{гемри}}) \cdot R \cdot \frac{5T_0}{4} \text{ - для конечного}$$

$P_{\text{атм}}$

$$P_{\text{атм}} + P' = P''$$

$$P' \cdot 0,55V = \left( \nu + \nu_{\text{гемри}} \right) \cdot R \cdot \frac{5T_0}{4}$$

$$P'' \cdot 0,55V = \left( \nu + \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} \cdot \nu \right) \cdot R T$$

$$P'' \cdot 0,55V = \frac{9}{5} \nu R T$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu_{\text{нач}} \cdot R T_0 \cdot \frac{4}{5}$$

$$P'' \cdot 0,55 \cdot 4 = \frac{9}{4} \nu_{\text{нач}}$$

$$P'' = \frac{9 \cdot P_0}{4 \cdot 4 \cdot 0,55}$$

$$\frac{0,55}{10}$$

$$P_{\text{атм}} = P_{\text{вод. пара}} + P_{\text{CO}_2}$$

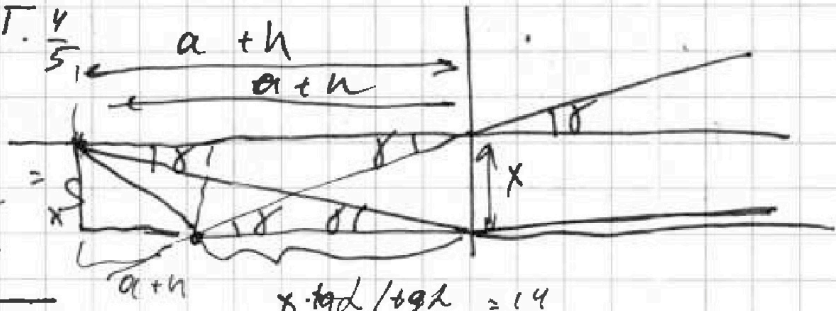
$$P_{\text{атм}} = P$$

$$\begin{array}{r} 0,55 \\ 16 \\ + 330 \\ \hline 550 \\ 8 \overline{) 80} \end{array} \quad 8,8$$

$$\nu = \frac{P_0 V}{4 R T_0}$$

$$\frac{90 \cdot 88}{88 \cdot 200}$$

$$0,55$$



$$x \cdot \text{tg} \alpha / \text{tg} \alpha = 14$$

Сначала в воде было  
давление  $P_{\text{нач}}$   
 $\Delta P = K \cdot \rho \cdot \frac{V}{4}$   
потом опустить на высоте  $\Rightarrow$

с одной стороны:

$$\frac{P' V}{2} = \frac{5 \nu R T_0}{4}$$

с другой стороны

будет давление смеси  
парциальных по закону  
Дальтона:

Дальтона:

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

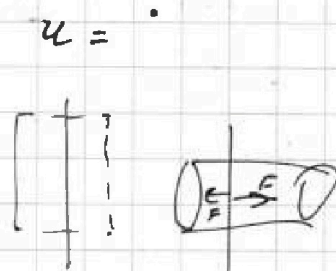
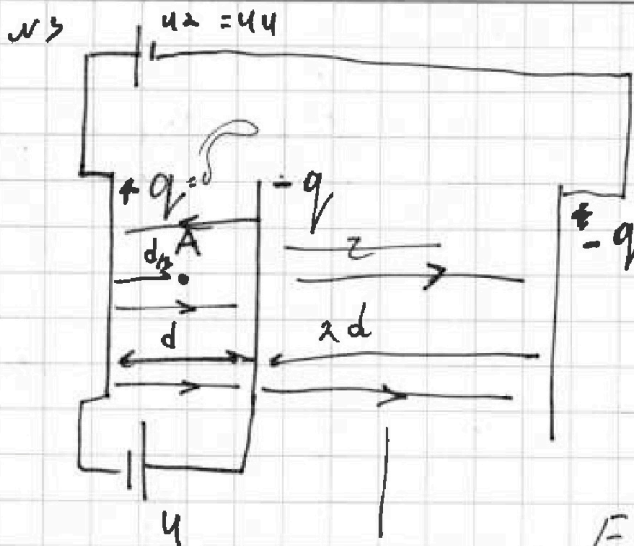
Отметьте крестиком номер задачи,

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. Печать QR-кода недопустима!



$$2ES = \frac{6 \cdot S}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{6}{2\epsilon_0}$$

$$U = d \cdot \left( \frac{6}{\epsilon_0} - \frac{6}{2\epsilon_0} \right) = \frac{d \cdot 6}{\epsilon_0}$$

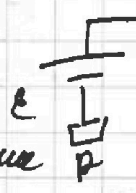
$$E = \frac{6}{2\epsilon_0}$$

$$Q = \dots$$

Уч =

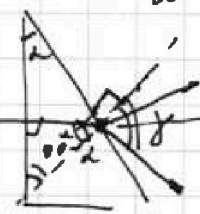
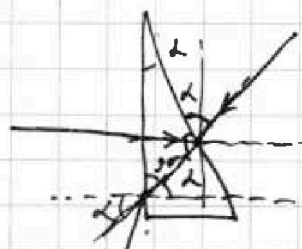
№5

угол отклонения  
призмы  
 $(n-1)\alpha$



$$d \cdot n = f'$$

$$\delta = (n-1)\alpha$$



$$\delta = \delta' - \alpha$$

$$d \cdot n = f'$$

$$f' = dn$$

угол  $\alpha$

$$0,1 \cdot 0,7 = 0,07$$

$$\delta = \delta' - \alpha = \alpha(n-1)$$

$$\frac{150 \cdot 1,70}{10,089}$$



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!

Решение упрощается  $I \gg L = \infty R S \neq$

$$3RS - 2L \frac{dI}{dt} = 0$$

$$\bar{I} = 0$$

$$\mathcal{E} = I_1 + I_2$$

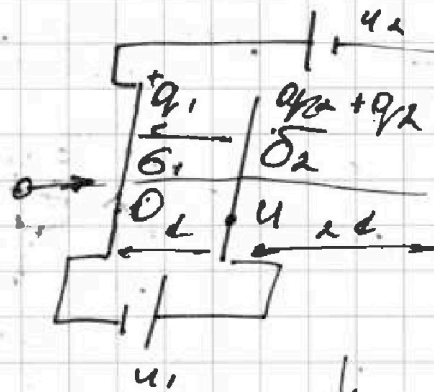
$$\mathcal{E} =$$

$$u_L = 2L \cdot \frac{dI}{dt} \quad dQ = I(t) \cdot dt$$

$$u_L \cdot dt = 2L dI$$

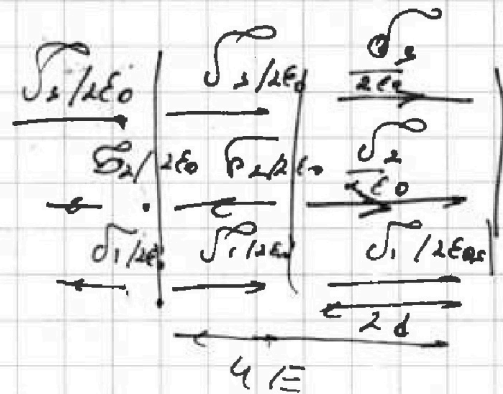
$$\mathcal{E} =$$

$$u_1 =$$



$$u =$$

$$u_1 =$$



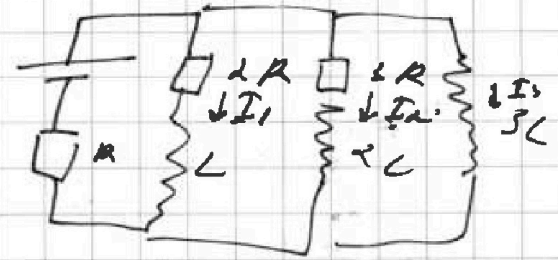
$$q_1 + q_2 + q_3 = C U_1$$

$$\sigma_3 = -\sigma_1 - \sigma_2$$

$$\int \frac{3d}{2\epsilon_0} + \int \frac{\sigma_1 d}{2\epsilon_0} - \int \frac{\sigma_2 d}{2\epsilon_0} = -U_1 \cdot \frac{1}{2}$$

$$\int \frac{2\sigma_3 d}{2\epsilon_0} + \int \frac{\sigma_3 d}{2\epsilon_0} + \int \frac{\sigma_1 d}{2\epsilon_0} - \int \frac{\sigma_2 d}{2\epsilon_0} = -U_1$$

$$\int \frac{-\sigma_1 - \sigma_2}{2\epsilon_0} + \int \frac{\sigma_1 d}{2\epsilon_0} - \int \frac{\sigma_2 d}{2\epsilon_0} = -U_1 \quad \int \frac{\sigma_2 d}{2\epsilon_0} = -U_1$$



$$Y_1 \quad | \quad Y_2 \quad | \quad Y_3$$

$$Y_1 - Y_3 = u_1$$

$$q_1 = -q_3 \quad Y_2 - Y_1 = u_1$$

$$q_1 = -q_2 \quad Y_2 - Y_3 = u_1$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

МФТИ

1  2  3  4  5  6  7

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



Дано:

$$u_1 = 4$$

$$u_2 = 44$$

$$m, q > 0$$

$$v_0$$

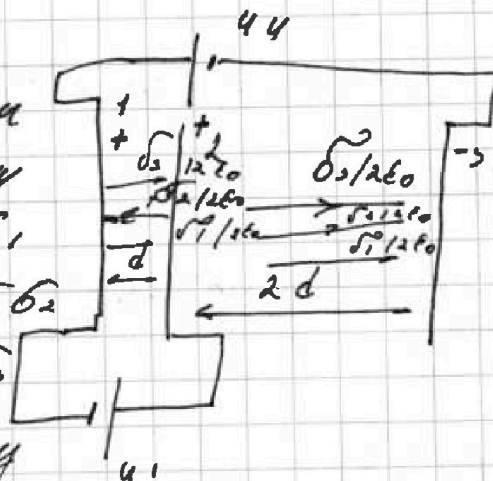
$$a - ?$$

$$k_1 - k_2 - ?$$

$$\sqrt{\frac{d}{3}} - ? \text{ по закону сохранения заряда}$$

Решение:

Пусть у первой пластины пов.плотн заряда  $\sigma_1$   
у второй  $\sigma_2$   
у третьей  $\sigma_3$



$$-\sigma_1 + (\sigma_2) = \sigma_3$$

Возьмем напряжения между обкладками

$$\begin{cases} \sigma_3 = -\sigma_1 - \sigma_2 & (1) \\ 44 = \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} \cdot d - \frac{\sigma_2 \cdot 2\epsilon_0}{2\epsilon_0} \cdot d + \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} d + \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} \cdot 2d + \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} \cdot 2d + \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} \cdot 2d & (2) \\ u = \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} d - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} & (3) \end{cases}$$

подставим (1) в (3)

$$u = \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} d + \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} d + \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} \cdot \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0}$$

$$\boxed{\sigma_2 = \frac{u \epsilon_0}{d}}$$

$$44 = \frac{3\sigma_3}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_2 d}{2\epsilon_0} + \frac{3\sigma_1 d}{2\epsilon_0}$$

$$44 = -\frac{3\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{3\sigma_2}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_2 d}{2\epsilon_0} + \frac{3\sigma_1 d}{2\epsilon_0}$$

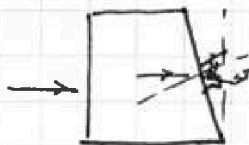
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

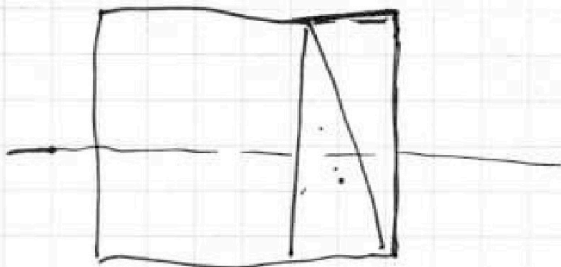
- |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------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

**МФТИ**

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



Будем считать  
плоскопараллельной м.к.л. -мод.



$$E = 2RI_0 \cdot (-3L \frac{dI}{dt})$$

$$E + 3L \frac{dI_1}{dt} = 2RI_1 \quad \left( I_{12} + I_{23} + I_3 \right) \cdot R$$

$$E + 3L dI_1 = 2RI_1 + I_1 R + I_2 R + I_3 R$$

$$E dt + 3L dI_1 = 2RI_1 dt + I_2 dt + I_3 dt + R$$

$$E dt + 2L dI_2 = 4RI_2 + RI_1 + I_3 dt + R$$

$$E dt + 3L dI_3 = RI_1 dt + RI_2 dt + I_3 dt + R$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$E dt + 3LI_0 = 3Rq_1 + Rq_2 + Rq_3$$

$$E dt + 2LI_0 = Rq_1 + 4Rq_2 + Rq_3$$

$$E dt = Rq_1 + Rq_2 + Rq_3$$

$$q_2 = -q_1 - q_3$$