

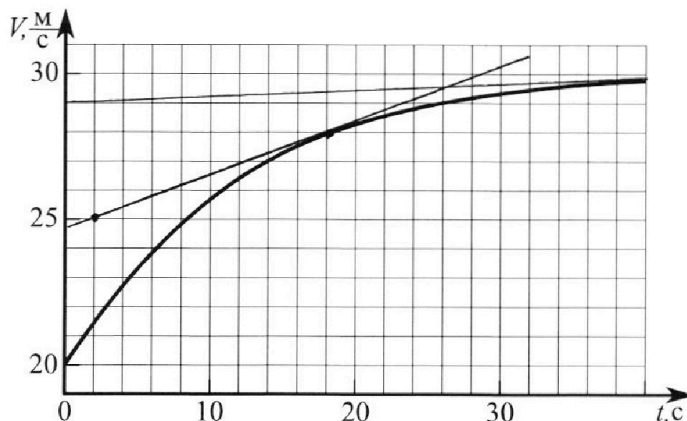
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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 ориентировочно 10%.

$\frac{1}{40}$

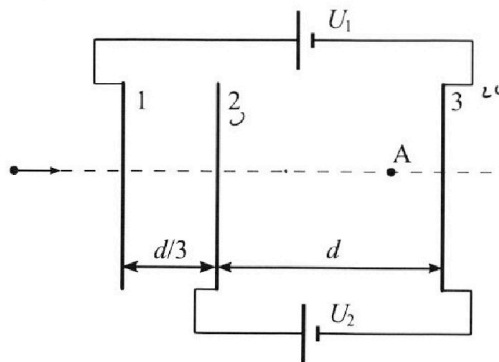
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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 Δn растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·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

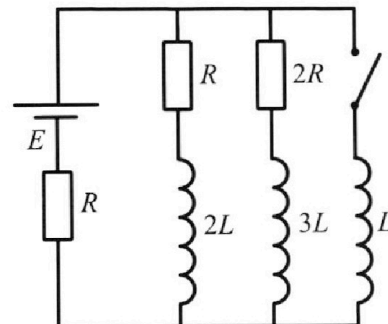
Вариант 11-02

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

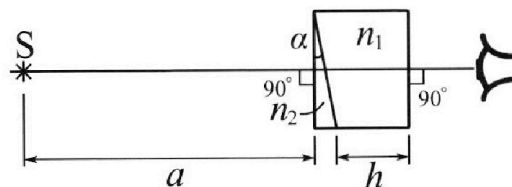


4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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?
- 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 $a = 200$ 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.

$$\frac{1}{1,6} = \frac{10}{16} = \frac{5}{8}$$



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.

$m = 300 \text{ кг}$

сначала: движение с $v = \text{const}$
потом: разгон $F_k = \text{const}$

$F_k = 405 \text{ Н}$

Найти:

1) a_m при $v_1 = 27 \text{ м/с}$ -?

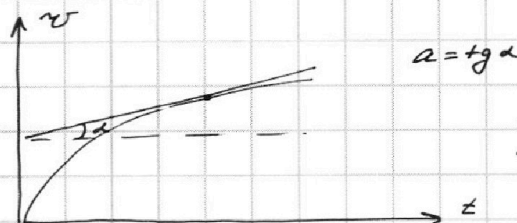
2) F_1 при v_1 -?

3) $\eta = \frac{F_1(v_1)}{P(v_1)}$ -?

- часть мощности двигателя идущая на преодоление F_c

Решение:

1) т.к. $a_m = v'_m$, то a_m - тангенс угла наклона касательной к точке v_1 (на графике $v(t)$)



$a = \text{tg } \alpha$
для рисунка из условия

Проведём касательную на рисунке в условии:

найдем a_m знав хорошие точки $(18; 27)$ $(2; 25)$

$$a_m = \frac{v_k - v_n}{t_k - t_n} = \frac{27 - 25}{18 - 2} = \frac{2}{16} = \frac{1}{8} = 0,125 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

№2) $P = \frac{A}{t} = \frac{F_{\text{движ}} \cdot s}{t} = F_{\text{движ}} \cdot v = \text{const}$

23 Н для произвольного момента времени.

$m \cdot a = F_{\text{движ}} - F_{\text{сопр}}$

Расширим 23 Н для концовок точки торможения $(\text{до } 40 \text{ с}; 30 \frac{\text{м}}{\text{с}})$

найдем ускорение аналогичным способом

хорошие точки: $(0; 29)$ $(40; 30)$

$$a_k = \frac{v_k - v_n}{t_k - t_n} = \frac{30 - 29}{40} = \frac{1}{40} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$m \cdot a_k = F_{\text{движ}} - F_{\text{сопр}}$

$m \cdot a_k + F_{\text{сопр}} = \frac{\text{const}}{v}$

\downarrow
 $\text{const} = v (m \cdot a_k + F_{\text{сопр}}) = 30 \cdot (300 \cdot \frac{1}{40} + 405) = 12375 \text{ Вт}$

3) 23 Н при скорости v_1 :

$m \cdot a_1 = F_{\text{движ}}' - F_1$

$F_1 = F_{\text{движ}}' - m \cdot a_1 = \frac{\text{const}}{v_1} - m \cdot a_1 = \frac{12375}{27} - 300 \cdot 0,125 = \frac{1375}{3} - 37,5 \approx 420,8 \text{ Н}$

4) $\eta = 1 - \frac{m \cdot F_1 \cdot v_1}{F_{\text{движ}} \cdot v_1} = 1 - \frac{m \cdot a_1}{F_{\text{движ}} \cdot v_1} = 1 - \frac{300 \cdot 0,125}{12375} = \frac{12337,5}{12375}$

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

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

МФТИ

к1. Продолжение:

23Н для конца торможения:

$$m a = F_{\text{двиг}} - F_{\text{сопр}}$$

$\downarrow 0$

т.к. торможение закончилось

$$F_{\text{двиг}} = F_{\text{сопр}}$$

Пусть в этот момент мощность двигателя скала со скоростью v

$$\begin{matrix} \Downarrow \\ F_{\text{сопр}} v = F_{\text{двиг}} \cdot v \end{matrix} \text{ (в пред. момент). Упрощ. скорости}$$

23Н при движении со скоростью v_1

$$m a_1 = F_{\text{двиг}} - F_1$$

$$F_1 = F_{\text{двиг}} - m a_1 = F_{\text{сопр}} \cdot \frac{v}{v_1} - m a_1 = 405 \cdot \frac{30}{27} - 300 \cdot 0,125 =$$

по графику $v \approx 30 \text{ м/с}$

$$= 450 - 37,5 = \underline{412,5 \text{ Н}}$$

$$\eta = \frac{F_1 \cdot v_1}{F_{\text{двиг}} \cdot v} = \frac{412,5 \cdot 27}{405 \cdot 30} = \frac{412,5}{450} = \frac{11}{12}$$

Ответ: 1) $a_1 = 0,125 \text{ м/с}^2$

2) $F = 412,5 \text{ Н}$

3) $\eta = \frac{11}{12}$

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!

№2. Начало

1) до нагрева:

$\frac{V}{2}$	N_2
$\frac{V}{4}$	CO_2
$\frac{V}{4}$	H_2O

$p_{N_2} = p_{CO_2}$ т.к. поршень в равновесии

Уравнение Менделеева-Клапейрона для верхней части:

$$p_{N_2} \cdot \frac{V}{2} = \nu_{N_2} \cdot RT_0$$

У.м.к для нижней части:

$$p_{CO_2} \left(\frac{V}{2} - \frac{V}{4} \right) = \nu_{CO_2} \cdot RT_0$$

$$\frac{2 \nu_{N_2} RT_0}{V} = \frac{4 \nu_{CO_2} RT_0}{V}$$

↓ углекислый газ, который не растворен в воде

$$\frac{\nu_{N_2}}{\nu_{CO_2}} = 2 \quad \text{Пусть } \nu_{CO_2} = \nu \quad \nu_{N_2} = 2\nu$$

Рассчитаем кол-во углекислого газа, который растворили в воде при $T = T_0$

$$\Delta \nu = k p_{CO_2} W = k \cdot \frac{4 \nu RT_0}{V} \cdot \frac{V}{4} = k \nu RT_0$$

2) после нагрева:

N_2	← $\frac{V}{6}$
CO_2 , водный пар	← $V - \frac{V}{6} - \frac{V}{4} = \frac{7}{12} V$
	← $\frac{V}{4}$

т.к. объём жидкости не менялся в процессе нагревания, а $T = T_{кип. воды}$, то в нижней части сосуда находится водный пар насыщенное р.н.в.п. ($T = T_{атм}$)

$$p = p'_{N_2} = p'_{CO_2} + p_{н.в.п}$$

т.к. поршень в равновесии

Уравнение М.к для верхней части:

$$p_{N_2}' = \frac{V}{6} = 2 \nu RT$$

$$p_{N_2}' = \frac{12 \nu RT}{V}$$

Уравнение М.к для нижней части

$$p_{CO_2}' = \frac{7}{12} V = (\nu + \Delta \nu) RT$$

$$p_{CO_2}' = \frac{12}{7} \frac{(\nu + \Delta \nu) RT}{V}$$

$$p_{атм} = p_{н.в.п} = p'_{N_2} - p'_{CO_2} = \frac{12 \nu RT}{V} - \frac{12 (\nu + k \nu RT_0) RT}{7 V} =$$

$$\frac{\nu RT}{V} = \frac{35 p_{атм}}{279}$$

$$p = p_{CO_2}' = \frac{12 \cdot 35 p_{атм}}{279} = \frac{140 p_{атм}}{93}$$

$$= \frac{\nu RT}{V} \left(12 - \frac{12}{7} (1 + k RT_0) \right) =$$

$$= \frac{\nu RT}{V} \left(12 - \frac{12}{7} \left(1 + \frac{9}{4} \cdot 0,6 \right) \right)$$

Ответ: 1) $\frac{\nu_{N_2}}{\nu_{CO_2}} = 2$; 2) $p = \frac{140}{93} p_{атм}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

№2. Продолжение:

~~$$\frac{6 \cdot 0,1 \cdot R T}{R N_2 V} = p_{atm} + \frac{R T (0,501 + \Delta 0)}{\left(\frac{5V}{6} - V_0\right)}$$~~

~~$$\frac{12 \cdot 0,1 R T}{V} = p_{atm} + \frac{R T (1 + k \cdot R T_0)}{\frac{5V}{6} - V_0}$$~~

~~$$0,1 R T \left(\frac{12}{V} - \frac{1 + k R T_0}{\frac{5V}{6} - V_0} \right) = p_{atm}$$~~

~~$$0,1 R T \left(\frac{10V - 12V_0 - V - k R T_0 V}{V \left(\frac{5V}{6} - V_0 \right)} \right) = p_{atm}$$~~

~~$$p_{atm} \cdot 0,1 R T \cdot V \left(\frac{5V}{6} - V_0 \right) = 9V - 12V_0 - k R T_0 V$$~~

~~$$p_{atm} \cdot 0,1 R T \cdot \frac{5}{6} V^2 - 9V + k R T_0 V = p_{atm} \cdot 0,1 R T V V_0 - 12V_0$$~~

~~$$V_0 = \frac{p_{atm} \cdot 0,1 R T \cdot \frac{5}{6} V^2 - 9V + k R T_0 V}{p_{atm} \cdot 0,1 R T V - 12}$$~~

~~$$= \frac{p_{atm} \cdot 0,1 \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot \frac{5}{6} V^2 - 9V + V \cdot 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{9}{4} \cdot 10^3}{p_{atm}}$$~~

Если пренебречь V_0 :

~~$$\frac{12 \cdot 0,1 R T}{V} = p_{atm} + \frac{6 R T_0 (1 + k R T_0)}{5V}$$~~

~~$$\frac{12 \cdot 0,1 R T}{V} - \frac{6 R T_0 (1 + k R T_0)}{5V} = p_{atm}$$~~

~~$$\frac{60 \cdot 0,1 R T - 6 R T_0 (1 + 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{9}{4} \cdot 10^3)}{5V} = p_{atm}$$~~

~~$$\frac{0,1 R T}{5V} \left(60 - 6 \left(1 + \frac{27}{20} \right) \right) = p_{atm}$$~~

~~$$\frac{0,1 R T}{V} = \frac{50 p_{atm}}{459}$$~~

~~$$p = \frac{12 \cdot 0,1 R T}{V} =$$~~

~~$$= 12 \cdot \frac{50 p_{atm}}{459} =$$~~

~~$$= \frac{200}{153} p_{atm}$$~~

Ответ:

~~1) $\frac{J_{CO_2}}{0,1 N_2} = \frac{1}{2}$~~

~~2) $p = \frac{200}{153} p_{atm}$~~

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

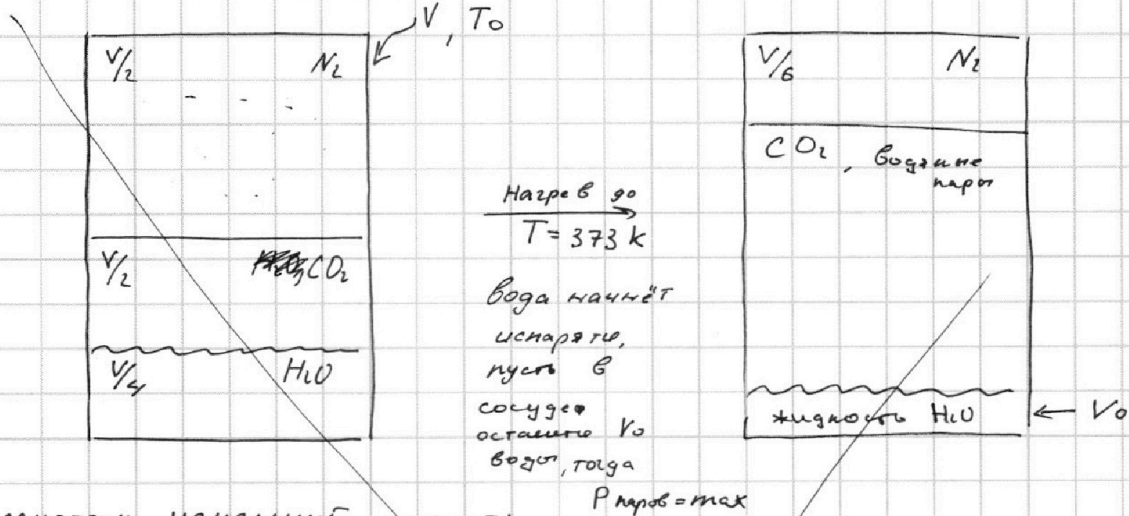
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



N 2.



1) Рассмотрим начальный момент:

$$P_{N_2} = P_{CO_2} \text{ т.к. поршень в равновесии}$$

для верхней части:

з-н м.к:

$$P_{N_2} \cdot \frac{V}{2} = \Delta n_{N_2} R T_0$$

$$P_{N_2} = \frac{2 \Delta n_{N_2} R T_0}{V}$$

для нижней части:

$$P_{CO_2} = \left(\frac{V}{2} - \frac{V}{4} \right) = \Delta n_{CO_2} \cdot R T_0$$

$$P_{CO_2} = \frac{4 \Delta n_{CO_2} R T_0}{V}$$

$$\frac{2 \Delta n_{N_2} R T_0}{V} = \frac{4 \Delta n_{CO_2} R T_0}{4V} \rightarrow \frac{\Delta n_{CO_2}}{\Delta n_{N_2}} = \frac{1}{2}$$

газ, который не растворился в воде

Найдем кол-во растворенного CO₂.

Пусть $\Delta n = 20$
 $\Delta n_{CO_2} = 10$

$$\Delta V = k p W$$

$$\Delta V = k \cdot P_{CO_2} \cdot \frac{V}{4} =$$

$$= 9.6 \cdot 10^{-7} \cdot k \cdot \Delta n_{CO_2} R T_0$$

2) Рассмотрим нагрев системы \rightarrow конечный момент:

$$P_{N_2}' = P_{CO_2}' + P_{паров} \text{ по закону Дальтона}$$

для верхней части:

з-н м.к:

$$P_{N_2}' \cdot \frac{V}{6} = \Delta n_{N_2}' \cdot R T$$

для нижней части:

Для CO₂: весь растворенный CO₂ выйдет из воды

$$P_{CO_2}' = \left(\frac{5V}{6} - V_0 \right) = (\Delta n_{CO_2}' + \Delta V) R T$$

Для водяных паров:

$$P_{вод.пар} = P_{атм}$$

Давление насыщенного водяного пара при $T = 373 K = P_{атм}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

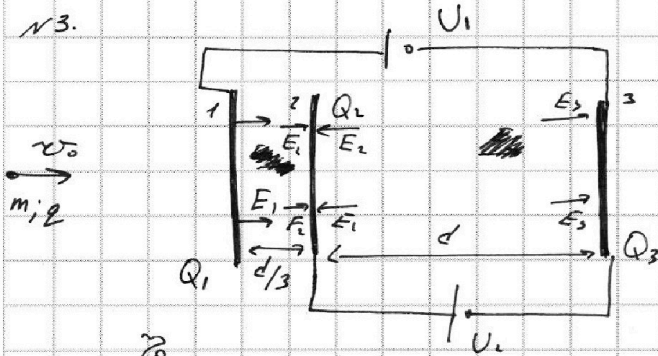
1 2 3 4 5 6 7



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



№3.



$$U_1 = 2U$$

$$U_2 = U$$

т.к. пластины изначально разряжены, то

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

Q_1, Q_2, Q_3 - заряды пластин после подключения источников

$$E = \frac{Q}{2S}$$

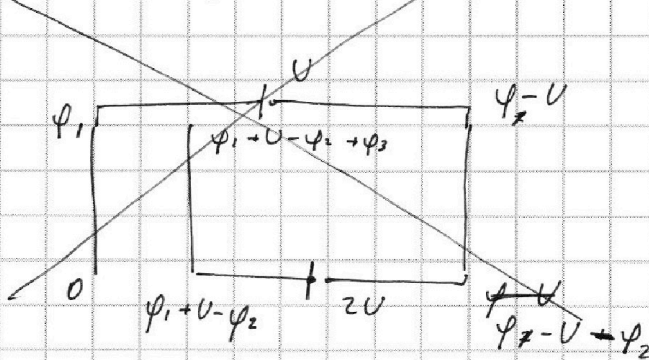
для однородной пластины из закона Гаусса:

$$E = \frac{Q}{2\epsilon_0 S}$$

Начальная энергия частицы:

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

Распишем потенциалы пластин:



Путь. Заметим, что т.к. система будет электрически нейтрально, то E действует только внутри системы

Пусть $Q_1 > 0, Q_2 < 0, Q_3 > 0$

$$1) F_{23} = q \cdot E_{23} =$$

$$= q (E_3 - E_2)$$

$$\downarrow F_{23} = m a_{23}$$

$$a_{23} = \frac{q}{m} (E_3 - E_2)$$

Напряжение между 2 и 3 пластиной

$$U_2 = (E_3 - E_2) d$$

$$\downarrow |E_3 - E_2| = \frac{U_2}{d} = \frac{U}{d}$$

$$a_{23} = \frac{q}{m} \cdot \frac{U}{d}$$

2) Напряжение между 1 и 3 пластиной:

$$\varphi_1 - \varphi_3 = U_1$$

Напряжение между 2 и 3 пластиной:

$$\varphi_2 - \varphi_3 = U_2$$

$$E_1 - E_2 = \frac{3U}{d}$$

$$U_1 - U_2 = \varphi_1 - \varphi_2$$

$$2U - U = (E_1 - E_2) \frac{d}{3}$$

$$E_1 > E_2; E_2 > E_3$$

$$\begin{cases} \frac{U}{d} = \frac{1}{2\epsilon_0 S} (Q_2 - Q_3) \\ \frac{3U}{d} = \frac{1}{2\epsilon_0 S} (Q_1 - Q_2) \\ Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \\ \downarrow \\ Q_3 = -Q_1 \Rightarrow Q_2 \\ \frac{U}{d} = \frac{1}{2\epsilon_0 S} (2Q_2 + Q_1) \end{cases}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

№3. Продолжение.

$$Q_{\text{кз}} = \frac{U}{d} = \frac{2Q_2}{2\epsilon_0 S} + \frac{Q_1}{2\epsilon_0 S}$$

$$Q_1 = \frac{2U\epsilon_0 S}{d} - 2Q_2$$

$$\frac{3U}{d} = \frac{1}{2\epsilon_0 S} \left(\frac{2U\epsilon_0 S}{d} - 3Q_2 \right)$$

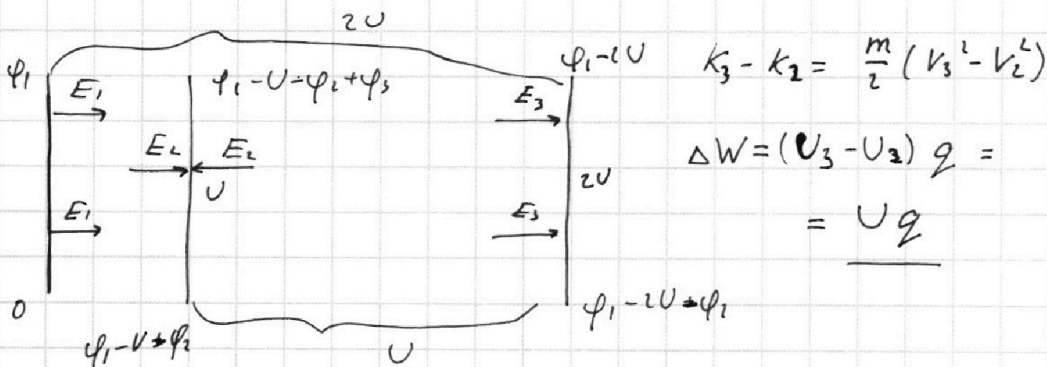
$$\frac{3U}{d} = \frac{2U}{d} - 3Q_2 \cdot \frac{1}{2\epsilon_0 S}$$

$$Q_2 = -2\epsilon_0 S \frac{U}{d}$$

$$Q_1 = \frac{2U\epsilon_0 S}{d} + \frac{4\epsilon_0 S U}{d} = \frac{6U\epsilon_0 S}{d}$$

$$Q_3 = 2\epsilon_0 S \frac{U}{d} - \frac{6U\epsilon_0 S}{d} = -4 \frac{U\epsilon_0 S}{d}$$

Верное направление напряженности:



3) $\frac{m v_0^2}{2} = \frac{1}{3} U q + \frac{m v_A^2}{2}$ *пот напряж. распределяется*

$$v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{10}{3} \frac{U q}{m}}$$

Ответ:

1) $a_{23} = \frac{q}{m} \frac{U}{d}$ 2) $\Delta W = U q$ 3) $v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{10}{3} \frac{U q}{m}}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

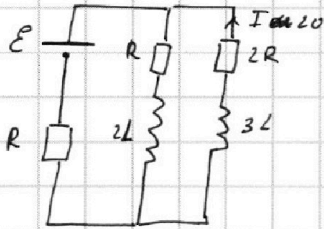
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

N 4

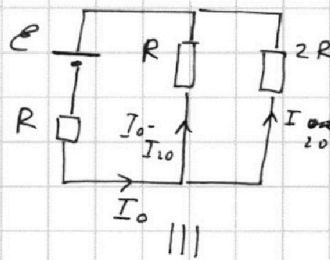
1) Ключ разомкнут:



т.к. режим установился, то $U_{2L} = U_{3L} = 0$

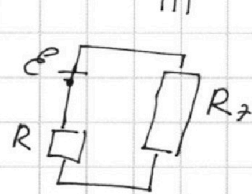
их можно считать идеальными проводниками

Перерисуем эквивалентную схему:



I_0 - ток через R' рядом с источником

2) Сразу после замыкания ключа: ток через катушку не меняется скачком



$$R_2 = \frac{2R}{3} \leftarrow \text{т.к. согл II}$$

из закона Ома: $\frac{E}{R_2 + R} = I_0$

$$E = (R_2 + R) I_0$$

$$I_0 = \frac{E}{R_2 + R} = \frac{3E}{5R}$$

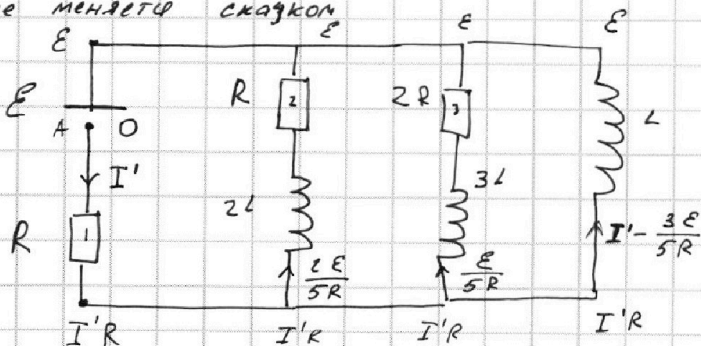
тогда, т.к.

$$R(I_0 - I_{20}) = 2R I_{20} \text{ (результат II)}$$

$$I_0 = 3 I_{20}$$

$$I_{20} = \frac{I_0}{3} = \frac{E}{5R}$$

2) Сразу после замыкания ключа ток через катушки 2L и 3L не меняется скачком



Раскинем метод потенциалов, считая, что в точке A $\varphi = 0$ и через 1 резистор течёт ток I'

$$E_{сг} = I'R - E$$

$$L \frac{dI}{dt} = I'R - E$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{I'R - E}{L} = \frac{E - I'R}{L}$$

т.к. потенциалы тоже не меняются скачком:

$$E_{сг} = R \cdot \frac{3E}{5R} - E \rightarrow L \frac{dI}{dt} = \frac{2}{5} E \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{2}{5} \frac{E}{L}$$

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!

№ 4. ЗСЗ с начала

Продолжение:

Энергия системы сразу после замыкания ключа!

$$W_H = \frac{2L(I_0 - I_{20})^2}{2} + \frac{3L I_{20}^2}{2} = \frac{2L \cdot \frac{4E^2}{25R^2}}{2} + \frac{3L \cdot \frac{E^2}{25R^2}}{2} =$$

$$= \frac{11}{50} \frac{LE^2}{R^2}$$

Стационарный режим при замкнутом ключе; т.к. при уст. режиме катушку можно считать идеальным проводником, то эквивалентная схема через резистор R (рядом с $2L$) и $2R$ тока не будет

$$I_L = \frac{E}{R}$$

Тогда конечная энергия:

$$W_K = \frac{L I_L^2}{2} = \frac{L E^2}{2R^2}$$

Распишем закон сохранения энергии:

$$QE - E = W_K - W_H + Q$$

$$QE \cdot E = \frac{LE^2}{2R^2} - \frac{11}{50} \frac{LE^2}{R^2} + Q$$

$$QE = Q_{2L} + Q_{3L} + Q_c$$

$$QE = \frac{14LE}{50R^2}$$

Для Q_{2L} и Q_{3L} :

$$E - RI = 2L \frac{dI}{dt} + RI$$

ННН

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



№5.

1) $n_1 = n_2 = 1,0$
 $n_3 = 1,6$

3) закон Снеллиуса для преломления между средами n_1 и n_2 :

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

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

т.к. углы малые:

$$\beta = \frac{n_2}{n_1} \alpha = \frac{1}{1,6} \cdot 0,05 = 0,03 \text{ рад}$$

т.к. $n_1 = n_2$, то луч пойдет без преломления

4) найдем угол отклонения:

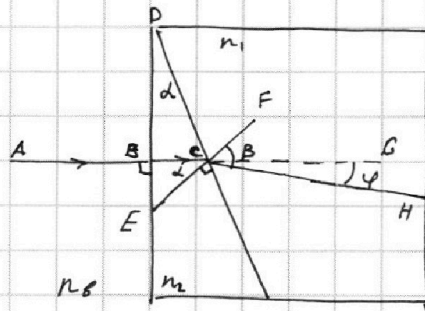
угол φ — угол между лучом вышедшим из системы и \perp к поверхности системы

Заметим, что $\beta = \varphi + \alpha$

$\angle FCB = \alpha$ как вертикальные

CB — прямая \parallel начальному лучу

$$\varphi = \beta - \alpha = 0,08 - 0,05 = 0,03 \text{ рад}$$



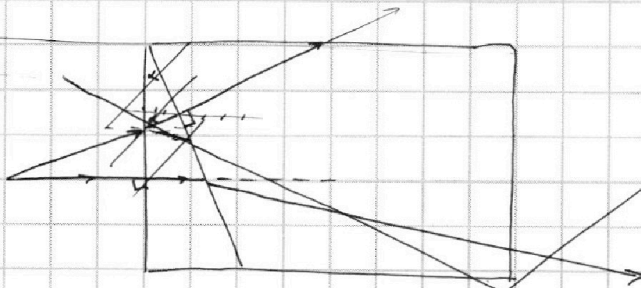
1) Рассмотрим луч преломляющийся между воздухом и n_2 , т.к. он падает \perp поверхности, то он не будет преломляться (точка B)

2) Далее этот луч пересечёт вторую призму в точке C. Построим перпендикуляр из этой точки.

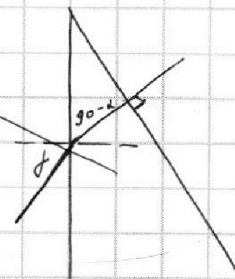
тогда в $\triangle BDC \angle BCD = 90 - \alpha$

$\angle ECB = \alpha$ (т.к. $\angle ECD = 90^\circ$)

2)



Построим луч, который будет выходить из той же точки $n_1 \perp$ CB



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

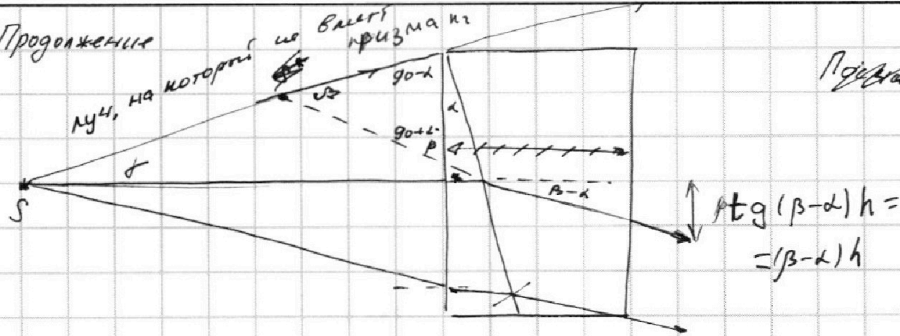
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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"/>

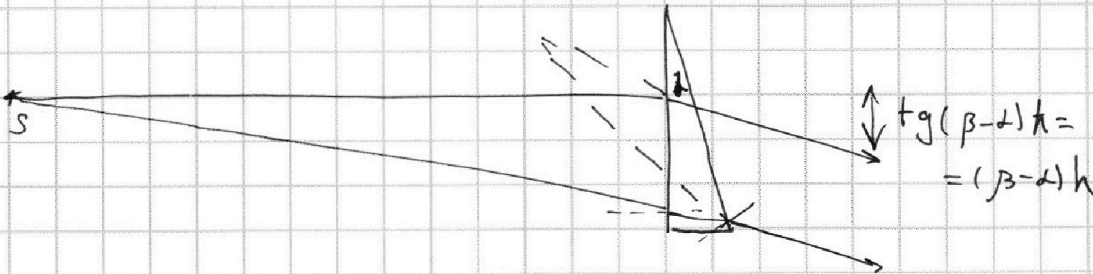
МФТИ

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

№5 Продолжение



т.к. $n_1 = n_2$:





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
 Отметьте крестиком номер задачи,
 решение которой представлено на странице:



- 1 2 3 4 5 6 7

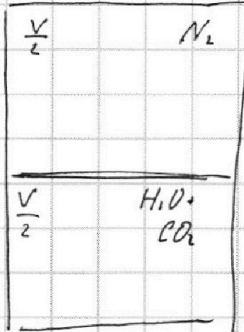


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
 страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Черновик

№ 2.

Γ_0



$$\frac{27}{20} + \frac{1}{5} = \frac{27}{20} + \frac{4}{20} = \frac{31}{20}$$

$$\frac{57}{6} \div \frac{504}{6} = \frac{57}{504}$$

$$\frac{27}{20} + \frac{1}{5} = \frac{27}{20} + \frac{4}{20} = \frac{31}{20}$$

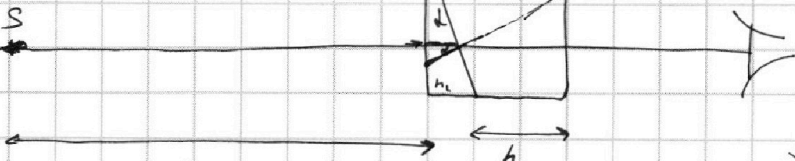
$$\frac{27}{20} + \frac{1}{5} = \frac{27}{20} + \frac{4}{20} = \frac{31}{20}$$

$$\frac{27}{20} + \frac{1}{5} = \frac{27}{20} + \frac{4}{20} = \frac{31}{20}$$

$$\frac{12}{35} = \frac{12}{35}$$

~~0.06~~
~~0.078~~

№ 5.



$$1 + \frac{27}{20} = \frac{47}{20} \cdot 6 = \frac{47 \cdot 3}{10}$$

$$60 - \frac{47 \cdot 3}{10} = \frac{600 - 141}{10} = \frac{459}{10}$$

$$\frac{12375}{333} = \frac{12375}{333}$$

$$\frac{12375}{333} = \frac{12375}{333}$$

$$\frac{30}{15} = 2 = 2$$

~~Handwritten scribbles and calculations~~

$$\frac{600}{141} = \frac{600}{141}$$

$$\frac{12375}{333} = \frac{12375}{333}$$

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!

Черновик:

№1.

$$m = 300$$

движется с постоянной скоростью \rightarrow разогнать,

$$P = \text{const}$$

$$F_k = 405 \text{ Н}$$

$$P_{\text{двиг}} = \frac{A}{t} = \frac{F \cdot S}{t} = F \cdot v = \text{const}$$

$$ma = F - F_{\text{сomp}}$$

$$F_{30} = 405$$

$$405 \cdot 30 = \text{const}$$

$$ma_1 = \frac{\text{const}}{v_1} - F_1$$

$$F_1 = \frac{\text{const}}{v_1} - ma_1$$

$$F_1 = \frac{405 \cdot 30}{27} - 3 \cdot 12,5$$

$$450 - 37,5 = 412,5 \text{ Н.}$$

$$n = \frac{F_c \cdot v_1}{F_{\text{const}}} = \frac{9}{9}$$

$$= \frac{412,5 \cdot 27}{405 \cdot 30} =$$

=

$$\frac{405 \cdot 10}{9} =$$

$$\begin{array}{r} 4050 \\ - 36 \\ \hline 45 \end{array} \Bigg| \begin{array}{r} 9 \\ 50 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 12,5 \\ \hline 3 \\ \hline 37,5 \end{array}$$