

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

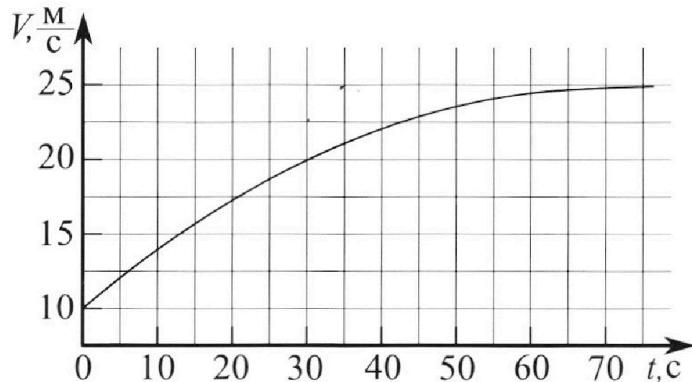


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Автомобиль массой $m = 1500$ 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 $F_k = 600$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.

- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.
- 2) Найти силу тяги F_0 в начале разгона.
- 3) Какая мощность P_0 передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.



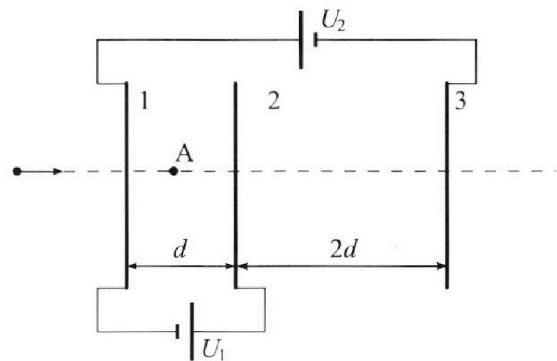
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении $P_0 = P_{\text{атм}}/2$ ($P_{\text{атм}}$ – нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k p w$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $R T \approx 3 \cdot 10^3$ 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 количества вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определите отношение конечной и начальной температур в сосуде T/T_0 .

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 $U_2 = 3U$. 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 А на расстоянии $d/4$ от сетки 1.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

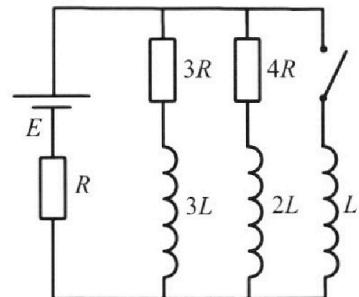
Вариант 11-03

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.

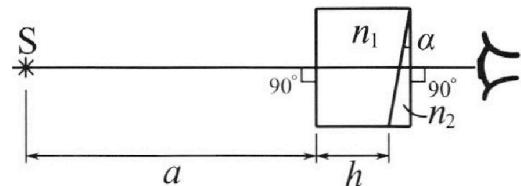
- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с чи словыми 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 $a = 90$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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 $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.





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

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

(N1) Дано: $m = 1500 \text{ кг}$; $F_k = 600 \text{ Н}$;

1) $a = \frac{dv}{dt}$, а в начале разгона численно равна тангенсу угла наклона касательной к гр-ку зависимости $v(t)$ в момент $t=0$.

2(a) Движение прямолинейное.

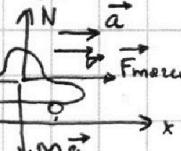
$$a_0 = a(0) = \frac{(22,5 - 10) \text{ м/с}^2}{(30 - 0) \text{ с}} = \frac{12,5}{30} \text{ м/с}^2 = \frac{25}{60} \text{ м/с}^2 = \frac{5}{12} \text{ м/с}^2$$

2) В любой момент времени

можно записать 2ЗИ для автомобиля: $\vec{N} + \vec{mg} + \vec{F}_{\text{comp}} + \vec{F}_{\text{норм}} = \vec{0} + m\vec{a}$;

$$\text{Ox: } ma = F_{\text{норм}} - F_{\text{comp}}; \quad F_{\text{comp}} = -k\vec{v}, \quad |F_{\text{comp}}| = F_{\text{comp}} = kv$$

$$ma = F_{\text{норм}} - kv$$



достиг.

В конеч. момент времени касам. горизонтальна, $v_k = 25 \text{ м/с}; a = 0 \text{ м/с}^2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow F_k = k v_k \Rightarrow k = \frac{F_k}{v_k} = \frac{600}{25} \frac{\text{Н}\cdot\text{с}}{\text{м}}$$

по гр-ку

В начальный момент времени: $ma_0 = F_0 - kv_0 \Rightarrow F_0 = ma_0 + kv_0, v_0 = 10 \text{ м/с}$

$$F_0 = 1500 \cdot \frac{12,5}{30} + \frac{600}{25} \cdot 10 = \frac{150 \cdot 12,5}{3} + \frac{6000}{25} = 625 + 600 = 1225 \text{ Н}$$

3) В начале разгона от двигателя на бедущие колеса передается мощность, равная $P_0 = \vec{F}_0 \cdot \vec{v}_0 = F_0 \cdot v_0 \cdot \cos 10^\circ = F_0 v_0 = 1225 \cdot 10 = 12250 \text{ Вт}$

Ответ: 1) $\frac{5}{12} \text{ м/с}^2$

$$\vec{F}_0 \rightarrow \vec{v}_0$$

2) 1225 Н

$$1225 \text{ Н}$$

3) 12250 Вт

$$12250 \text{ Вт}$$

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

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

(2) Дано: $p_0 = \frac{P_{\text{атм}}}{2}$; T_0 - кинематическая температура; $T = 373 \text{ K}$; $\Delta D = k_{\text{pw}}$; $k = 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$; $R T \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

Найти: 1) $\frac{D_{\text{из.верх}}}{D_{\text{из.ниж}}} - ?$ 2) $\frac{T}{T_0} - ?$

а) Давление насыщенных паров пренебрежим в конусе решения

1) Поработаем с сосудом до нагревания. Поршень ~~искусств~~ несет и движется без трения, а значит силы давления газов ~~до нагр~~ и под поршнем однозначно будут одинаковы \Rightarrow и сами давления в верх. и нижней частях сосуда равны между собой. \star

He: $p_0; V_2; T_0;$
 D

$\text{CO}_2: p_1; \frac{V}{4}; T_0; D$
 $\text{Вод.пар: } p_2; \frac{V}{4}; T_0; D$
 $\text{Газ: } \frac{V}{4}$

Уравнение Менделеева-Клапейрона для сухих газов: $p_0 \cdot \frac{V_0}{2} = DRT_0$
(Не считать идеальные газы); ~~$p_0 = \frac{2DRT_0}{V}$~~ \star

Уравнение Менделеева-Клапейрона для CO_2 , который не растворен в жидкости: $p_1 \frac{V}{4} = DRT_0 \Rightarrow p_1 = \frac{4DRT_0}{V}$

$D_2 = k p_1 \frac{V}{4}$ - количество CO_2 , которое растворено в жидкости воден.

Также имеем $T = T_0$ для H_2O и пар находящийся в динамическом равновесии; p_2 - давл. нас. пара при $T = T_0$.

По Закону Гальтона: $p_1 + p_2 = p_0$; (1)

суммарное давление газов снизу первого

Менг. кн. сл. вод.пара: $p_2 \frac{V}{4} = D_n RT_0 \Rightarrow \frac{4D_n RT_0}{V} = p_2$; Давл. паров пренебрежим

$$p_1 + p_2 = p_0 \Rightarrow \frac{4D_n RT_0}{V} + \frac{4D_1 RT_0}{V} = \frac{2DRT_0}{V} \Rightarrow \frac{D_{\text{из.верх}}}{D_{\text{из.ниж}}} = \frac{D}{D_1} = \frac{D}{D_1} \cdot \frac{D}{D_1} = 2$$

2) Рассм. конечное положение.

$$V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{20 - 5 - 4}{20} V = \frac{11}{20} V; T = 373 \text{ K} \Rightarrow P_{\text{пар}}(373 \text{ K}) = P_{\text{атм}}$$

He: $p_3; \frac{V}{5}; T; D$

$\text{CO}_2: p_4; \frac{11V}{20}; T; D_1 + D_2$

$\text{H}_2\text{O}: \text{пар}; \frac{11V}{20}; T; D_1$

$\text{Газ: } \frac{V}{4}$

Менделеев.-Клапейрон: (сосуд герметичен)

для He: $p_3 \frac{V}{5} = DRT$ т.к. газ в биде уче не растворение.

для CO_2 : $p_4 \frac{11V}{20} = (D_1 + D_2)RT$ из обеих членов D_2 пренебрежим

Давл. нас. паров воды равно $P_{\text{атм}}$.

По Закону Гальтона:

$$\frac{P_{\text{атм}} + p_4}{P_{\text{атм}}} = p_3$$

суммарное давл. газов снизу поршина (сл. умб. \star)



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

(12) продолжение. Упрощение (2): $\frac{p_{\text{парал}}}{2} = \frac{20RT_0}{V} \Rightarrow p_{\text{парал}} = \frac{40RT_0}{V}$

$$p_3 = \frac{5DRT}{V}; p_4 = \frac{20(D_1+D_2)RT}{11V}; p_{\text{парал}} + \frac{20(D_1+D_2)RT}{11V} = \frac{5DRT}{V},$$

$$\frac{4DRT_0}{V} + \frac{20(D_1+D_2)RT}{11V} = \frac{5DRT}{V}; T_0(4D) = T(5D - \frac{20}{11}(D_1+D_2))$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{4D}{5D - \frac{20}{11}(D_1+D_2)} = \frac{44}{55 - 20(\frac{D_1+D_2}{D})}$$

$$\frac{D_1+D_2}{D} = \frac{\frac{p_1V}{4RT_0} + \frac{p_1kV}{4}}{\frac{p_{\text{парал}}V}{4RT_0}} = \frac{p_1}{p_{\text{парал}}} \cdot \frac{1+kRT_0}{RT_0}$$

В условиях сказано пренебречь давлением газ. паров: $p_2=0$,

~~$$\frac{D_1+D_2}{D} = \frac{1+kRT_0}{RT_0}; \text{ Пусть } \xi = \frac{T}{T_0};$$~~

~~$$\frac{1+kRT\xi}{RT\xi} = \frac{D_1+D_2}{D} \Rightarrow \xi = \frac{44}{55 - 20 \cdot \frac{1+kRT\xi}{1+kRT\xi}}; (55 - 20 \cdot \frac{1+kRT\xi}{1+kRT\xi})\xi = 44$$~~

~~$$55\xi - 20 \cdot \frac{1+kRT\xi}{RT} = 44; 55RT\xi - 20 - 20kRT\xi = 44; 35RT\xi = 64;$$~~

~~$$\frac{D_1+D_2}{D} = 1+kRT_0; \frac{D_1+D_2}{D} = 1+kRT\xi, \text{ если } \xi = \frac{T}{T_0}.$$~~

~~$$\xi = \frac{44}{55 - 20(1+kRT\xi)} \Rightarrow 55\xi - 20\xi - kRT\xi^2 = 44; 35\xi - \frac{3}{2}\xi^2 = 44;$$~~

~~$$kRT = 0.5 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 = \frac{3}{2}; 3\xi^2 - 70\xi + 88 = 0$$~~

~~$$\Delta = 70^2 - 4 \cdot 3 \cdot 88 = 4(35^2 - 3 \cdot 88) = 4(1225 - 264) = 4 \cdot 961 = 4 \cdot 31^2$$~~

~~$$\xi = \frac{90 \pm 2 \cdot 31}{2 \cdot 35} = \frac{20 \pm 6}{35} = \frac{35 \pm 31}{35}$$~~

$$\xi > 1 \text{ по умн.} \Rightarrow \xi = \frac{35+31}{35} = \frac{66}{35}$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{66}{35}$$

Ответы: 1) 2

$$2) \frac{66}{35}.$$

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"/> |

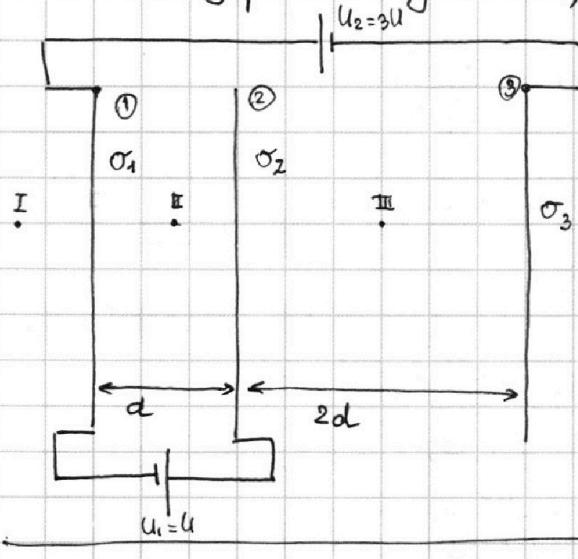
МФТИ

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

$$③ U_1 = U; U_2 = 3U; d; 2d; \sigma; q; V_0.$$

0) Каждую сетку считали беск. заряженной плоскостью

1) На После подключения источников на катодной из сеток установится постоянная поверхности плотность заряда: $\sigma_1; \sigma_2; \sigma_3$ на сетках N1, N2, N3 соответственно. По закону сохранения заряда: $\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0$ (сетки не заряжены изначально). Пусть $\sigma = \frac{q}{2\epsilon_0 d}$ $\sigma = q\epsilon_0 \cdot \frac{U}{d}$



Мы можем рассчитать проекции напряженности полей, создаваемых каждой сеткой в катодной из областей I - IV по принципу суперпозиции

$$E_{Ix} = -\frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0}$$

$$E_{IIX} = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0}$$

$$E_{IIIx} = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0}$$

$$E_{IVx} = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0}$$

Если φ -потенциал на сетке ③, то $\varphi + 3U$; $\varphi + 3U + U$ - потенциалы сеток ② и ① соответственно.

$$\varphi_1 - \varphi_2 = -U$$

$$\varphi_3 - \varphi_2 = -4U$$

$$\varphi_3 - \varphi_2 = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{d} = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0}; \quad \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 = \frac{-4U}{2\epsilon_0}$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = d \cdot E_{Ix}; \quad \frac{\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3}{2\epsilon_0} = +\frac{U}{d};$$

$$\begin{cases} \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = +4U \\ \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 = 2U \\ \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2\sigma_1 = 2U \\ -2\sigma_3 = -4U \\ \sigma_2 = -\sigma_1 - \sigma_3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \sigma_1 = 0 \\ \sigma_3 = +2U \\ \sigma_2 = -2U \end{cases}$$

$$\begin{cases} \sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3 = -2U \\ \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 = 0 \\ \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2\sigma_1 = 0 \\ -2\sigma_3 = -2U \\ \sigma_2 = -(\sigma_1 + \sigma_3) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \sigma_1 = 0 \\ \sigma_3 = 0 \\ \sigma_2 = -\frac{3U}{2} \end{cases}$$

1, 3, 2



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

(3) - продолжаем решать.

$$E_{Ix} = -\frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{2\varepsilon_0} = 0, \quad E_{Ixk} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{2\varepsilon_0} = 0 \quad - \text{ вне симметрии напр. } \sigma_1 = 0.$$

$$E_{IIX} = +\frac{U}{d}; \quad E_{IIIx} = -\frac{2U}{d}.$$

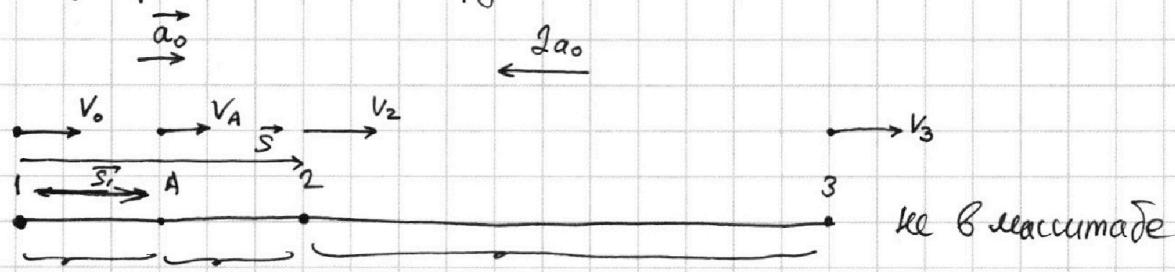
2 ЗН для частицы



$$\text{Ox: в области II: } ma_{Ix} = F_{3n,II}; \quad ma_{Ix} = q \cdot E_{Ix}; \quad a_{Ix} = \frac{q}{m} \left(\frac{U}{d} \right) = \frac{qU}{md}; \quad |a_{Ix}| = \frac{qU}{md}, \quad a_0 = \frac{qU}{md}$$

$$\text{Область III: } ma_{IIIx} = F_{3n,III}; \quad ma_{IIIx} = q \left(\frac{-2U}{d} \right) = -\frac{2qU}{d}; \quad a_{IIIx} = -\frac{2qU}{md} = -2a_0$$

По закону движения частицы между пластинами движение предполагают
одинаковыми с начальными ускорениями, при прохождении "1" ск.
и частицы равна v_0 , м.к. скользят по пластинам.



$$\text{Прим. РД: } v_2^2 - v_0^2 = 2 \cdot a_0 \cdot S; \quad \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = ma_0 \cdot S; \quad \Delta k = -ma_0 \cdot S = -ma_0 \cdot d = -\frac{4q}{d} \cdot -Uq$$

$$v_A^2 = v_0^2 + 2a_0 \cdot S_1 = v_0^2 + 2 \cdot \frac{4q}{md} \cdot d \cdot \frac{1}{4} = v_0^2 + \frac{4q}{2m}$$

Ответ: 1) $\frac{4q}{md}$

2) $-Uq$

3) $\sqrt{v_0^2 + \frac{4q}{2m}}$



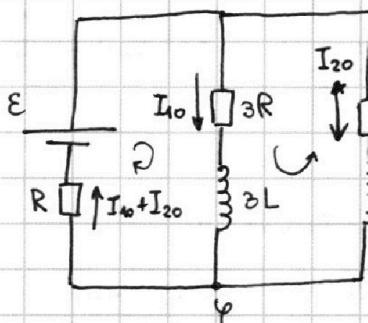
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

Задача №4.

1) Рассл. цепь при разомкнутом ключе. Часть цепи, где ключ разомкнут, можно не рассматривать.

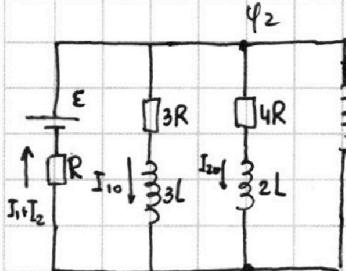


Цепь 6 узлов. состоящая из 3 катушек $3L$ и $2L$ отсутствуют

$U_{3L}^{go} = U_{2L}^{go} = 0$ - то напряж. на кат. до открытых ключей. Попытайтесь найти величины токов, протек. через резисторы, через $"3R"$ и $"3L"$ пойдет ток I_{10} ; через $"4R"$ и $"2L"$ пойдет ток I_{20} .
По 1 правилу Кирхгофа через E и R пойдет ток $I_{10} + I_{20}$, вверх

$$\begin{aligned} 2 \text{ Правило Кирхгофа: } \varphi + 4R I_{20} - 3R I_{10} &= \varphi \quad (U_{3L}^{go} = U_{2L}^{go} = 0) \Rightarrow I_{20} = \frac{3}{4} I_{10} \\ \varphi - R(I_{10} + I_{20}) + E - I_{10} \cdot 3R &= \varphi \quad (U_{3L}^{go} = 0) \Rightarrow \\ \Rightarrow (4I_{10} + \frac{3}{4}I_{10})R &= E \Rightarrow I_{10} = \frac{4E}{19R}; \quad I_{20} = \frac{3}{4}I_{10} = \frac{3E}{19R} \end{aligned}$$

2) Рассл. цепь непосредственно после замыкания ключа, токи через катушки $"3L"$ и $"2L"$ скажем не изменятся и останутся равными I_{10} и I_{20} . Соответственно, ток через $"L"$ будет равным σ а ток через катушку L не поменял в начальный момент времени, а значит ток через E и R не изм.,



Рассл. этот момент - это $t=0$; токи через резисторы также не изменились скажем; φ_1 то напряжение

$$L; U_L(0) = 0, \text{ ток через } L \text{ возраст.}; U_L(0) = L \cdot I_L(0) \Rightarrow I_L(0) = \frac{U_L(0)}{L}$$

$$2 \text{ Правило Кирхгофа: } \varphi_1 - (I_1 + I_2)R + E + U_L(0) = \varphi_1;$$

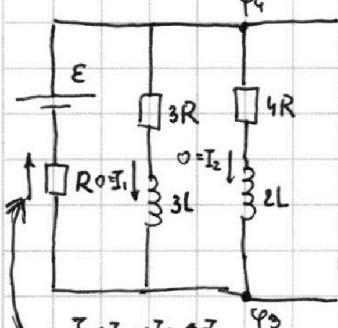
$$U_L(0) = E - (\frac{3}{19} + \frac{4}{19})R \cdot \frac{E}{R} = \frac{12}{19}E \Rightarrow I_L(0) = \frac{12E}{19L}$$

Ток на $"L"$ возрастает, $I_L(0) = L \cdot \dot{I}_L(0) \Rightarrow \dot{I}_L(0) = \frac{U_L(0)}{L}$

$$2 \text{ Правило Кирхгофа: } U_L(0) = \varphi_1 - \varphi_2 = E - (I_1 + I_2)R = E - \frac{7}{19} \frac{E}{R} \cdot R = \frac{12}{19}E \Rightarrow I_L(0) = \frac{12E}{19L}$$

3) Рассл. упрощившееся соединение цепи при замкнутом ключе.

(напряжение на катушках в узлах. положение всегда равно 0), $t=\tau$.



Расчитаем токи ($I_{3L}(\tau) = I_{2L}(\tau) = I_L(\tau) = 0$)

По 1 Пр кирхгофа через $"R"$ пойдет ток

$$I_1 + I_2 + I_3$$

$$3 \text{ Пр кирхгофа: } \varphi_3 - \varphi_4 = |U_L(\tau)| = 0 = -4R I_2 = -4RI_1 \Rightarrow I_1 = I_2 = 0 \Rightarrow I_1 + I_2 + I_3 = I_3.$$

$$0 = \varphi_3 - \varphi_4 = -R \cdot I_3 + E \Rightarrow I_3 = \frac{E}{R}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

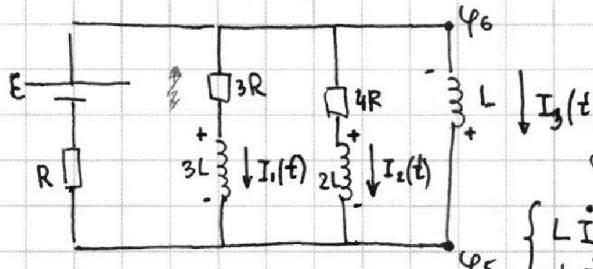
- 1 2 3 4 5 6 7

			☒			
--	--	--	---	--	--	--

МФТИ

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

4) Рассмотрим сам процесс перехода ядра в установившееся состояние



$I_3 \uparrow; I_1; I_2 \downarrow$; No 2 npabuny kuperzrofa:

$$\text{d) } -\psi_5 - \psi_6 = \psi_6 - \psi_5 = +U_L = +L \dot{I}_3$$

$$\psi_6 - \psi_5 = +4R I_2 + \underbrace{\dot{I}_2 \cdot 2L}_{= +3RI_1} + \underbrace{3L \dot{I}_4}_{= +3L \dot{I}_1}$$

$$Q5 \quad \begin{cases} L \dot{I}_3 = 3L \dot{I}_1 + 3R I_1 & ; \quad I_1 dt = dq_1 \\ 2L \dot{I}_2 + 4R I_2 = L \dot{I}_3 & \quad I_2 dt = dq_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} L dI_3 = 3L dI_1 + 3R dq, & \text{послед. за бк} \\ 2L dT_2 + 4R dq = 1 dT, & \xrightarrow{\text{справа влево}} \text{напер.вп} \end{cases}$$

$$2LdI_2 + 4Rdq_2 = LdI_3$$

$$\Delta q_1 = \frac{L \Delta I_3 - 3L \Delta I_1}{3R} = \frac{L \left(\frac{\epsilon}{R} - 0 \right) - 3L \left(0 - \frac{4\epsilon}{10R} \right)}{3R}$$

$$\int L \Delta I_3 = 3 L \Delta I_1 + 3 R \Delta q_1$$

$$2L\Delta I_2 + 4R\Delta q_2 = L\Delta I_3 - m \text{ mymmy;}$$

$$= \frac{18EL + 12EL}{318R^2} = \frac{31EL}{318R^2} > 0,$$

Umkehr: 1) $\frac{4E}{10R}$

$$2) \quad \frac{128}{191}$$

3) 3NE

$$3) \quad \cancel{X^2} \quad \cancel{4xR^2} \quad 5xR^2$$

$$\begin{array}{r}
 & 1 & 9 \\
 & 3 & \\
 \hline
 & 2 & 7 \\
 + & 3 & \\
 \hline
 & 3 & 5 & 7
 \end{array}$$

~~6000~~ 5000
~~6000~~ 5000

6 100
15 100

На одной странице можно оформлять **ТОЛЬКО ОДНУ** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



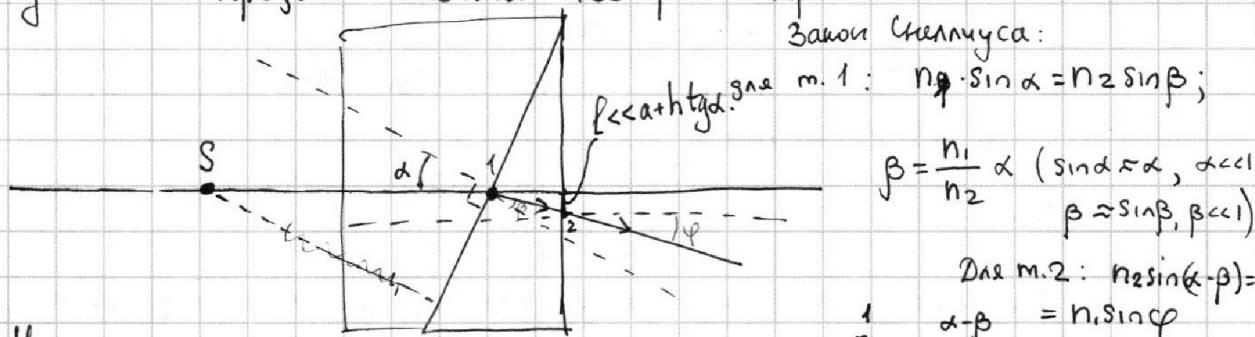
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

⑤ Дано: $n_B = 1$; $a = 90 \text{ см}$; $\alpha = 0,1 \text{ rad}$; $h = 14 \text{ см}$

1), 2): $n_1 = n_B = 1$; $n_2 = 1,7$. Т.к. $n_1 = n_B$, то луч, проходящий через среду с показателем преломления n_1 (из воздуха) не преломляется и эту часть приходится считать расщеплением

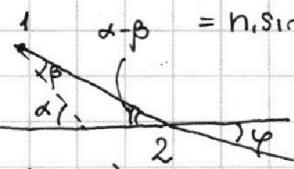


Закон Снелльса:

$$n_2 \cdot \sin \alpha = n_1 \sin \beta; \quad \beta \approx \sin \beta, \beta \ll 1$$

$$\beta = \frac{n_1}{n_2} \alpha \quad (\sin \alpha \approx \alpha, \alpha \ll 1)$$

$$\text{Для } m.2: n_2 \sin(\alpha - \beta) =$$



1) На $0,07 \text{ rad}$.

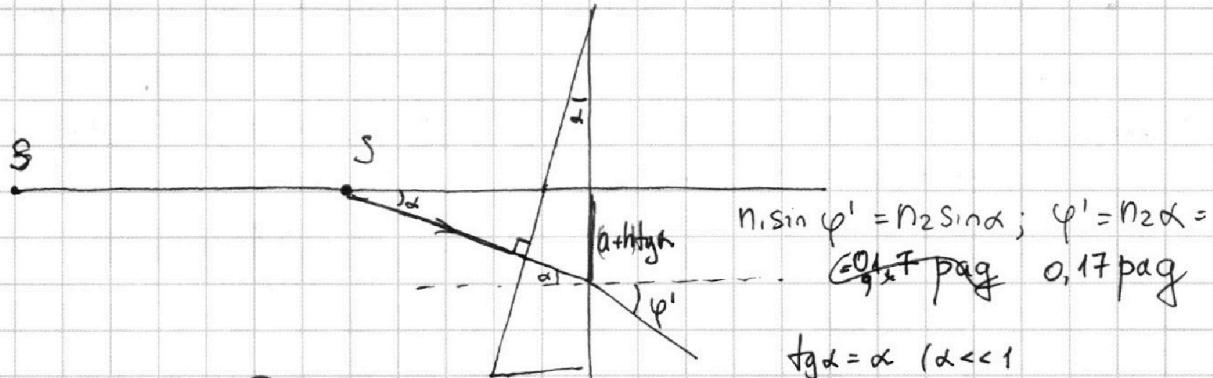
$$\alpha - \beta \text{ и } \varphi \text{-максимум} \Rightarrow \varphi = \frac{n_2(\alpha - \beta)}{n_1} =$$

$$= \frac{n_2}{n_1} \left(\alpha - \frac{n_1}{n_2} \alpha \right) = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \alpha = 0,7 \cdot 0,1 \text{ rad} = 0,07 \text{ rad}$$

2) Расср. лишь саму призму с

западом от максимума преломл. n_2

$$\varphi = (n_2 - 1) \alpha$$

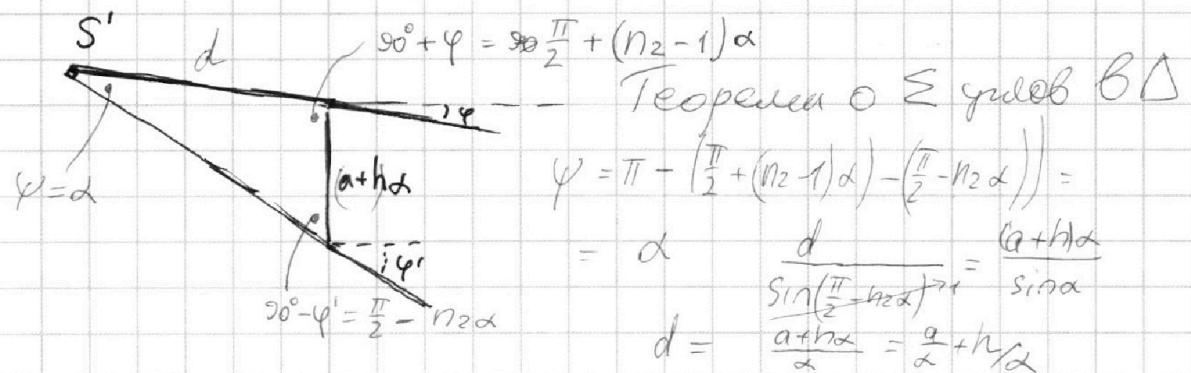


$$n_1 \sin \varphi' = n_2 \sin \alpha; \quad \varphi' = n_2 \alpha = 0,17 \text{ rad}$$

$$\tan \alpha = \alpha \quad (\alpha \ll 1)$$

3) Построение изобр. истин.

S' -максимум изображение!



$$90^\circ + \varphi = 90^\circ \frac{\pi}{2} + (n_2 - 1)\alpha$$

Теорема о сумме углов в \triangle

$$\varphi = \pi - \left(\frac{\pi}{2} + (n_2 - 1)\alpha \right) - \left(\frac{\pi}{2} - n_2 \alpha \right) =$$

$$= \alpha \quad \frac{d}{\sin \left(\frac{\pi}{2} - n_2 \alpha \right)} = \frac{(n_2 - 1)\alpha}{\sin \alpha}$$

$$d = \frac{(n_2 - 1)\alpha}{\frac{\alpha}{\sin \alpha}} = \frac{(n_2 - 1)}{\sin \alpha}$$



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

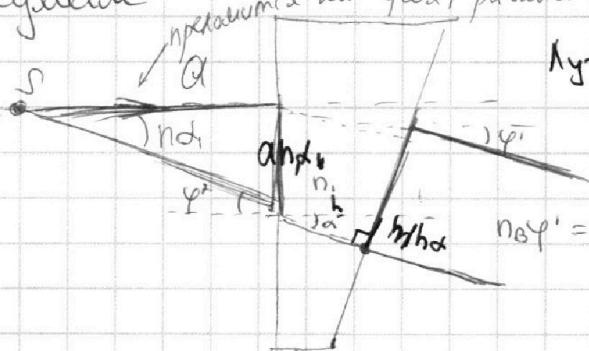
⑤ продолжение

Расстояние между источником и изображением: $|a+h-d| = |a+h - \frac{a}{2} - h| = |(a+h)(\frac{1}{2} - 1)| = 9a + 9h = 810 + 126 \text{ см} = 822 \text{ см} \approx 936 \text{ см}$
 $= 2a - \frac{a}{2} = a(\frac{1}{2} - 1) = 9a \approx 81 \text{ см} - \text{изображение мишне}$
 (но оно см. от границы)

3) Теперь уже надо рассматривать всю систему из призмы

Задумалось, что отдельно лишь гасить призмы n_1 , при малых α сделает мишнее изображение источника S' , при этом расстояние от источника до его изобр. в 1 призме мы посчитали
 сущесн пределится на угол, равный $\varphi' = (\frac{n_1}{n_2} - 1)\alpha = (n_1 - 1)\alpha < \alpha$

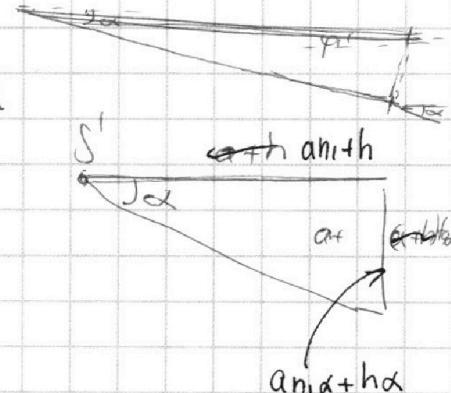
Ну, \angle границе раздела, не предела.



$$n_1\alpha = \varphi'$$

$$n_1\alpha = n_2\varphi'$$

$$an_1 + h - a \neq 1$$



Помог спроводить мишнее изобр. от изобр.

Помог спроводить изобр. мишнею изобр. S' в призме с нос. прел. n_2 .

$$d' = \frac{an_1 + h}{\alpha} - \text{это дистанц. изобр. (как изображение мишнею в призме).}$$

$$d' + a + h = \frac{an_1 + h}{\alpha} + a + h = 14 + \frac{1,4 \cdot 90 + 14}{0,1} \neq 90 + 14 =$$

$$= 14 \cdot 100 + 90 + 14 = 1400 + 104 = 1504 \text{ см}$$

(но разные стороны от границы) - дистанц. краинки изобр.

Одев

Ответ: 1) 0,07 рад.

2) 202 см 936 см

3) 1504 см

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

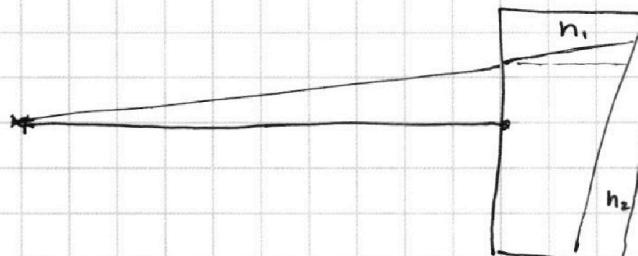
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

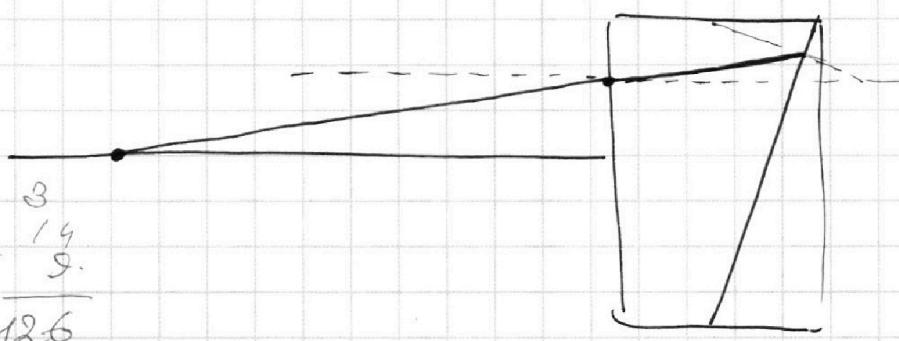
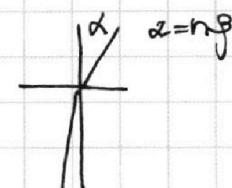
МФТИ

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

Черновик.



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



$$\begin{array}{r} 3 \\ + 14 \\ \hline 126 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 810 \\ + 126 \\ \hline 936 \end{array}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

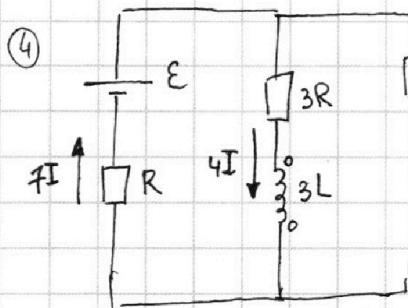
решение которой представлено на странице:



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



В узком положении

$$U_L = -LI$$

3I

↓

L

3I

↓

3R

↓

4R

↓

E

↓

R

↓

4I

↓

3L

↓

10

↓

10

↓

0

↓

0

↓

31

↓

31

↓

961

↓

961

↓

961

↓

961

↓

961

↓

961

↓

Это первое!!!!!!

!!!

24

11.88

83.88

$F_T - F_{\text{упр.}} = 24.11$

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

$E_T - F_{\text{упр.}} = 0$

24

24

$$1, \quad E = 12RI + 7IR \Rightarrow I = \frac{E}{19R}; \quad 4I = \frac{4E}{10R}$$

$$m = 1500 \text{ кг}; \quad F_k = 600 \text{ Н}$$

$$\frac{dv}{dt}$$

$$\begin{array}{r} -60000 \\ -50 \\ \hline -1000 \\ -1000 \\ \hline 00 \end{array} \quad \begin{array}{r} 25 \\ 24 \\ 0 \\ 31 \\ \hline 31 \end{array}$$

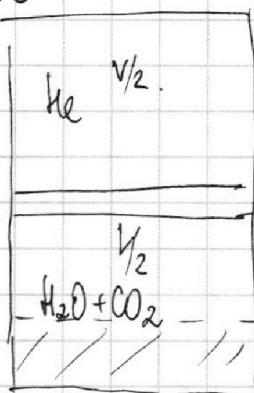
$$+100.12$$

$$24025 - 10 \cdot 24.25 = 10 \cdot 12 \cdot 50 = 10 \cdot 6 \cdot 100 = 600$$

$$s \quad \begin{array}{r} 25 \\ 25 \\ \hline 25 \end{array}$$

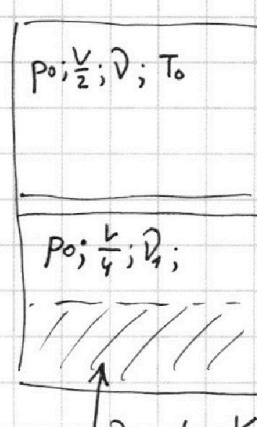
$$\begin{array}{r} 24 \\ 24 \\ \hline 264 \end{array}$$

(2)



Поршень целиком \Rightarrow сила грав. действ. на поршень равна \Rightarrow все отрыв.

Генри: $\Delta P = k\rho w$

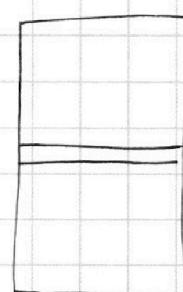


$$P_0; \frac{V}{2}; \bar{v}; T_0$$

$$P_0; \frac{k}{4}; \bar{v}_2;$$

$$D_2 = k P \frac{V}{4}$$

$$\begin{array}{r} 31 \\ 31 \\ +93 \\ \hline 961 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} p_0 \\ p_n(T) \end{array}$$

$$pV = \bar{v}RT \quad RT = \frac{\Delta u s}{\text{моль}}$$

$$\begin{array}{r} 35 \\ 35 \\ +85 \\ \hline 1905 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1905 \\ 1125 \\ \hline 7725 \end{array}$$

$$1125$$

$$25$$

$$25$$

$$625$$

$$35 \cdot 35 = 1225$$

$$\begin{array}{r} 196 \\ 692 \\ \hline 524 \end{array}$$

$$G = 2.11$$

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

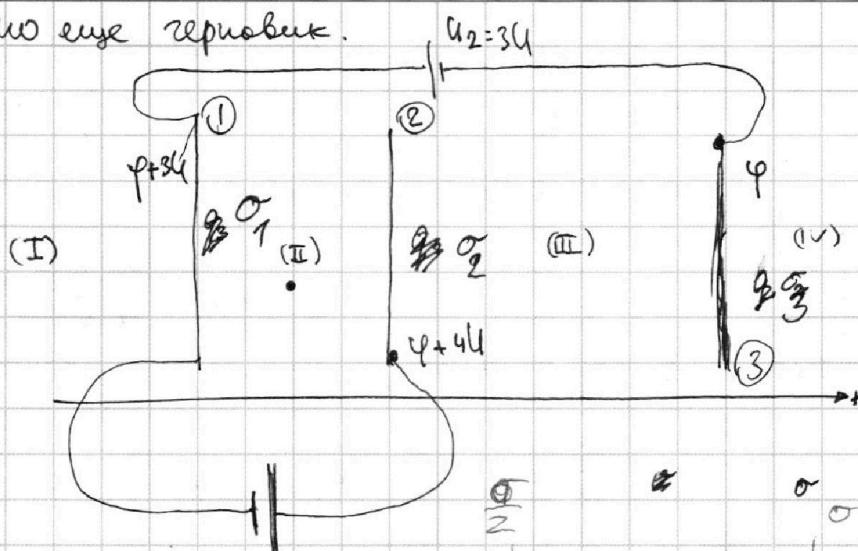
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

Это еще черновик.



Каждую машину ти
зарядом q_0 .

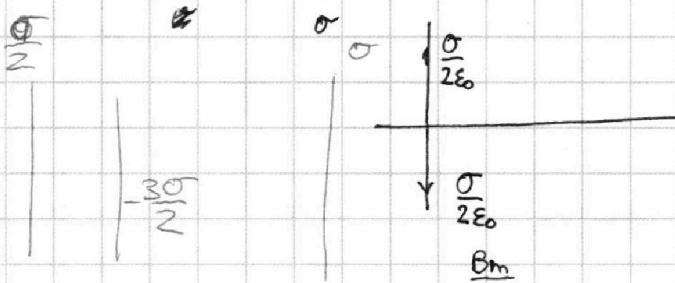
$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$| \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0 |$$

$$E_1 = -\frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} \quad U_{11} = U$$

$$E_{11} = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0}$$

$$E_{11} = \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0}$$



$$E_4 = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} = U$$

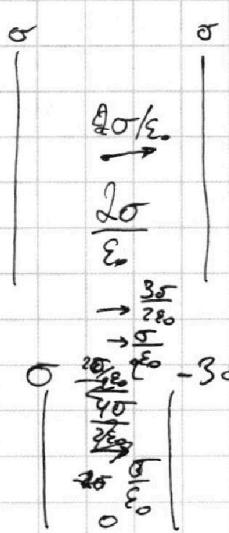
$$U_d = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0}$$

$$2\epsilon_0 U_d = \sigma_0.$$

$$-qU_d = \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} \quad A$$

$$B = \frac{2\omega_1}{k_A} = \frac{m \cdot \omega^2}{h c^2}$$

$$\frac{B}{M} = \frac{H}{k_A} = \frac{\frac{m \cdot \omega}{c^2}}{\frac{k_A \cdot c^2}{m}} = \frac{m \cdot \omega}{k_A \cdot c^2}$$



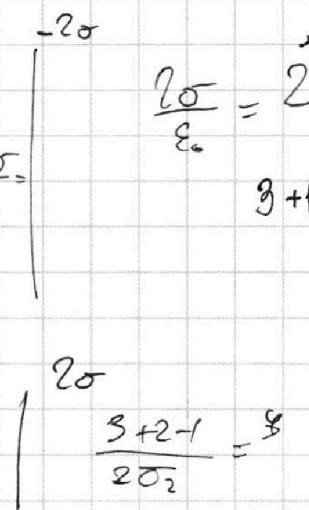
$$\frac{2\sigma}{\epsilon_0} + \frac{2\sigma}{\epsilon_0} = \frac{2\sigma}{\epsilon_0} = 2\sigma$$

$$\frac{2\sigma}{\epsilon_0} = 2$$

3+1

$$\frac{2\sigma}{\epsilon_0} \rightarrow \frac{2\sigma}{\epsilon_0}$$

$$\frac{3+2-1}{2\sigma_2} = \frac{4}{2\sigma_2}$$



(*)