



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01



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

$$F_K - k \bar{U}_K = 0 \quad \xrightarrow{k = \frac{F_K}{\bar{U}_K}} \quad F_1 = m a_1 + k \bar{U}_1$$

$$F_f - k v_1 = m a_1$$

~~Free Body Diagram~~

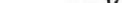
1. Автомобиль массой $m = 1800$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 500$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления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

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

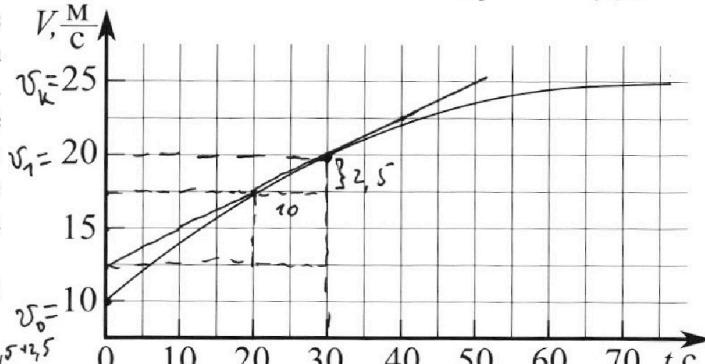
✓2) Найти силу тяги F_1 при скорости V_1 .

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

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

$$f_0 = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = 0 \quad N_0 = k v_0^2 \quad F_{v_0} = k v_0$$


$$F_{T_0} = k v_0 | \cdot v_0$$



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

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv 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/(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.

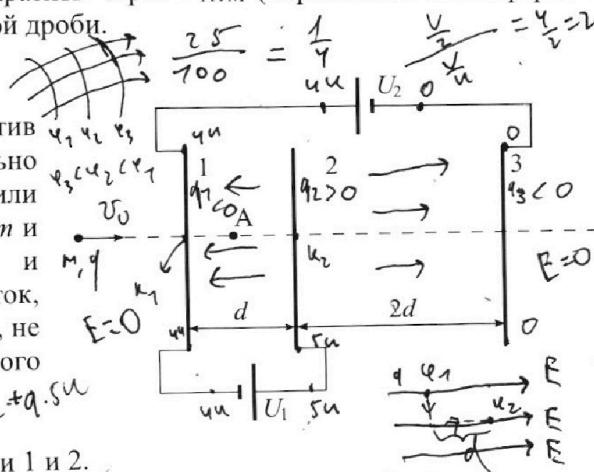
VI) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.

✓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).

$$\frac{V}{Y} + \frac{V}{F} = \frac{9V}{30}$$

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 подсоединенны 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.

$$K_1 \cdot K_2 = q^u \quad k_1 + q \cdot u = k_2 + q \cdot s$$



✓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 $d/3$ от сетки 1.

$$E_d = \frac{A}{q} \cdot \frac{d^2}{4\pi\epsilon_0} q E \cdot d = \frac{A}{4\pi\epsilon_0} q E \cdot d$$

Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2023

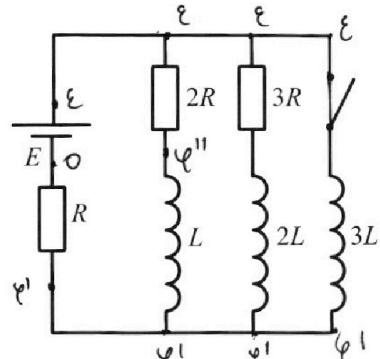
Вариант 11-01

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

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

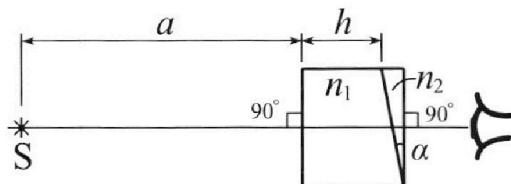
- ✓1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
 ✓2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ сразу после замыкания ключа.
 ✓3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ при замкнутом ключе?

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 $n_b = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 194$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитываются.

- ✓1) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
 2) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
 3) Считая $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



Handwritten calculations:

$$\epsilon - \psi' = 3L \cdot I_{3L}'$$

$$\psi' = \epsilon - 3L \cdot I_{3L}'$$

$$\psi'' - \psi' = L \cdot I_L'$$

$$I_{2R} = \frac{\epsilon - \psi'}{2R}$$

$$2R \cdot I_{2R} = 3L \cdot I_{3L}' - L \cdot I_L'$$

$$\begin{aligned} l &= \theta \\ l &= (a+h)\theta \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \theta &= 0^\circ + \theta \\ &= 90^\circ - 2 + \theta \\ &= 90^\circ - (2 - \theta) \end{aligned}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

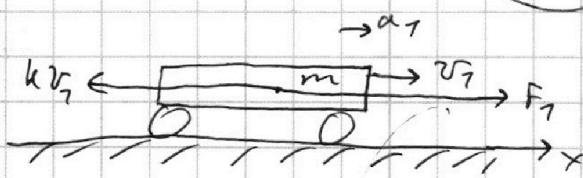
N1

(1) П.к. $v'(t) = a(t)$, то ускорение автомобиля равно тангенсу наклона касательной к графику $v(t)$ в точке $t_1 = 30\text{c}$ (н.к. $v(t_1) = v_1$).

Из уравнка видно, что $a_1 = a(t_1) = \frac{\Delta v}{\Delta t} =$

$$= \frac{2,5 \frac{\text{m}}{\text{c}}}{30\text{c} - 20\text{c}} = \frac{2,5 \frac{\text{m}}{\text{c}}}{10\text{c}} = \boxed{0,25 \frac{\text{m}}{\text{c}^2}}.$$

(2)

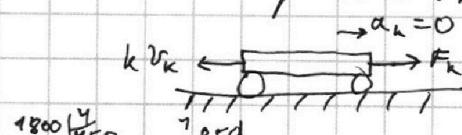


ЗН: Ox :

$$ma_1 = F_1 - k v_1$$

$$F_1 = ma_1 + k v_1 \quad (1)$$

К тангенсу из начальных условий. Из уравнка видно, что скорость автомобиля в конце рабочего $v_k = 25 \frac{\text{m}}{\text{c}}$, а касательная к графику $v(t)$ в конце норма тангенциальная $Ox \Rightarrow a_k = a(t_k) = 0$:



ЗН: Ox : $F_k = k v_k = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow k = \frac{F_k}{v_k} \rightarrow (1) :$$

$$F_1 = ma_1 + F_k \cdot \frac{v_1}{v_k} = 7800 \text{N} \cdot \frac{1 \frac{\text{m}}{\text{c}^2}}{25 \frac{\text{m}}{\text{c}}} + 500 \text{N} \cdot \frac{20 \frac{\text{m}}{\text{c}^2}}{25 \frac{\text{m}}{\text{c}}} =$$

$$= 450 \text{H} + 400 \text{H} = \boxed{850 \text{H}}$$

(3) $P_1 = F_1 v_1 = 850 \text{H} \cdot 20 \frac{\text{m}}{\text{c}} = \boxed{17000 \text{Bt}}$

Ответ: 1). $0,25 \frac{\text{m}}{\text{c}^2}$ 2). 850H 3). 17000Bt

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!

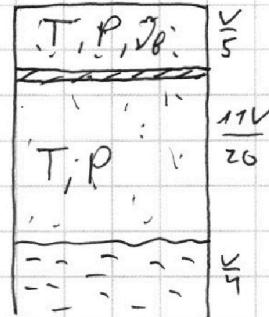
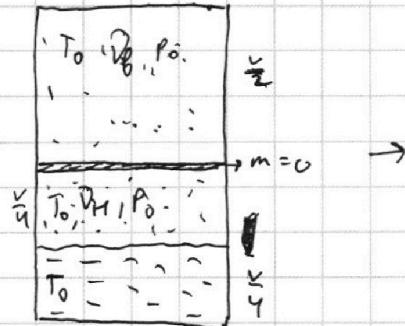
№

дано:

V, T_0

1). $\frac{V_B}{V_H} - ?$

2). P_0



① Объём газа в нижней части сосуда

$$V_1 = \frac{V}{2} - \frac{V}{9} = \frac{V}{2}$$

бога

П.к. вначале форма газа неподвижна, а его масса $m=0$, то заменим 234 гр газами:

$$P_1 S - P_2 S = 0 \Rightarrow P_1 = P_2 = P_0.$$

Заменим ур-е состояния для верхнего и нижнего газов:

$$\begin{cases} P_0 \frac{V}{2} = V_B R T_0 \\ P_0 \frac{V}{4} = V_H R T_0 \end{cases} \Rightarrow \frac{V_B}{V_H} = (2)$$

Ответ: 1). 2.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

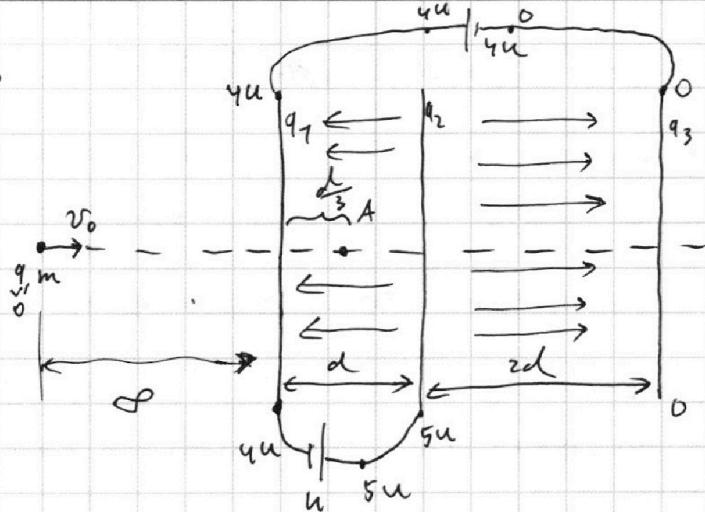


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

МФТИ

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

№ 3



Дано:

$$d, u, q, m, v_0$$

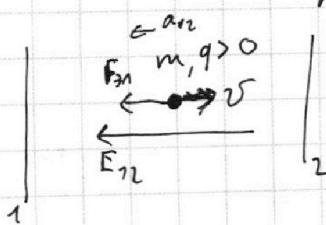
$$1). a_{12} = ?$$

$$2). k_1 - k_2 = ?$$

$$3). v_4 = ?$$

$$\begin{aligned} \text{1) } q_1 + q_2 + q_3 &= 0 \quad \text{из-за } q_1, q_2, q_3 < 0 \\ u/d &= \frac{|q_2|}{2\varepsilon_0 S} + \frac{|q_1|}{2\varepsilon_0 S} + \frac{|q_3|}{2\varepsilon_0 S} \quad 2\varepsilon_0 S u/d = |q_2| + |q_1| + |q_3| \\ 5u \cdot 2d &= |q_2| + |q_3| \quad \frac{|q_1|}{2\varepsilon_0 S} \quad 20\varepsilon_0 S u d = |q_2| + |q_3| - |q_1| \\ &2|q_2| = 22\varepsilon_0 S u d \\ |q_2| &= 11\varepsilon_0 S u d \end{aligned}$$

① Воспользуемся методом узловых напряжений. Межузь сопротивлений 1 и 2 неизвестно (все три узла имеют одинаковую номенклатуру).

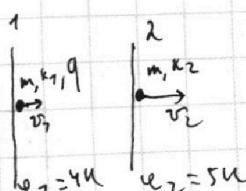


$$m a_{12} = F_{21} \text{ по 2 ЗИ}$$

$$m a_{12} = q E_{21}, \text{ где } E_{21} = \frac{u}{d}$$

$$a_{12} = \frac{q u}{m d}$$

②



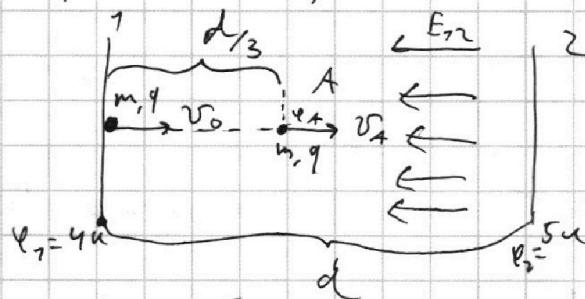
$$\text{Задача: } \begin{aligned} k_1 + q v_1 &= k_2 + q v_2 \\ k_1 - k_2 &= q(v_2 - v_1) = q u \end{aligned}$$

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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) П.н. упирающий задел ~~внутри~~ ровен
нулю (м.н. упираются сепараторы изогнутости и вспомо-
гательные 3(3)²¹), все сева и силы от сепараторов
явно нулю (по аналогии с конденсатором) \Rightarrow
 \Rightarrow система подходит к сепаратору 1 со ~~нулем~~
скоростью v_0 , м.н. где все не совершают работы.



$$\begin{cases} E_{12} = (\varphi_2 - \varphi_1) \\ E_{12} = (\varphi_4 - \varphi_1) \end{cases}$$

$$(5u - 4u) \alpha = (\varphi_4 - \varphi_1) \frac{\alpha}{3} \quad | : \frac{\alpha}{3} \quad \cancel{\varphi_4 - 4u = 3u \Rightarrow} \quad \cancel{\frac{\varphi_4 - 4u}{3} = u}$$

$$\cancel{\frac{5u - 4u}{\alpha}} = \frac{3(\varphi_4 - \varphi_1)}{\alpha}; \quad u = 3\varphi_4 - 9u$$

$$3\varphi_4 = 13u \Rightarrow \varphi_4 = \frac{13u}{3}$$

$$3C \Rightarrow: \frac{m v_0^2}{2} + q\varphi_1 = \frac{m v_4^2}{2} + q\varphi_4$$

$$\frac{m v_4^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + q(\varphi_1 - \varphi_4) \quad | : \frac{2}{m}, \quad \text{также } \varphi_1 - \varphi_4 = 4u - \frac{13u}{3} = -\frac{u}{3}$$

$$v_4^2 = v_0^2 - \frac{2qu}{3m} \Rightarrow \boxed{v_4 = \sqrt{v_0^2 - \frac{2qu}{3m}}}$$

(Ответы: 1) $\frac{qu}{md}$ 2). qu 3). $\sqrt{v_0^2 - \frac{2qu}{3m}}$



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

№
дано:
 R, L, ϵ

1). $I_{10} - ?$

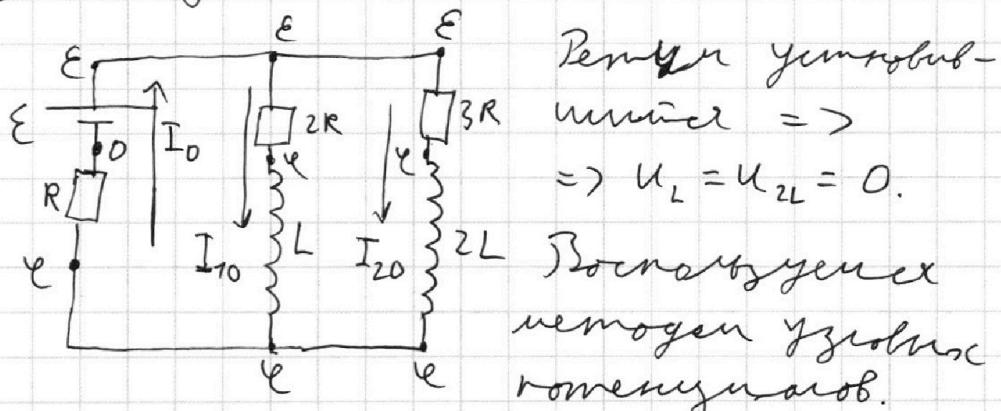
2). $I'_{3L} - ?$

Чтобы
найти
после
занятия.

3). $q_{2R} - ?$

Решение:

(1) По замыканию кюра:



$$\left\{ \begin{array}{l} I_0 = \frac{\epsilon - 0}{R} \\ I_{10} = \frac{\epsilon - \epsilon}{2R} \\ I_{20} = \frac{\epsilon - \epsilon}{3R} \\ I_0 = I_{10} + I_{20} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{\epsilon}{R} = \frac{\epsilon - \epsilon}{2R} + \frac{\epsilon - \epsilon}{3R} \quad | : \frac{6}{R}$$

$$6\epsilon = 3\epsilon - 3\epsilon + 2\epsilon - 2\epsilon$$

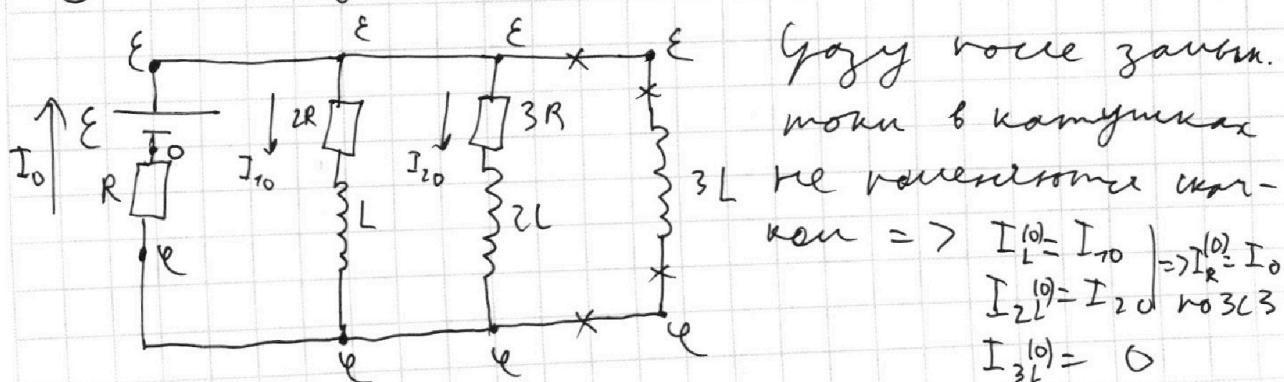
$$6\epsilon = 5\epsilon - 5\epsilon$$

$$11\epsilon = 5\epsilon \Rightarrow \epsilon = \frac{5\epsilon}{11} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_{10} = \frac{\epsilon - \epsilon}{2R} = \frac{\epsilon - \frac{5\epsilon}{11}}{2R} = \frac{3\epsilon}{11R} = \frac{3\epsilon}{11R}$$

$$I_{20} = \frac{\epsilon - \epsilon}{3R} = \frac{\epsilon - \frac{5\epsilon}{11}}{3R} = \frac{2\epsilon}{11R} \Rightarrow I_0 = \frac{2\epsilon}{11R} + \frac{3\epsilon}{11R} = \frac{5\epsilon}{11R}$$

(2) (сразу после замыкания кюра ($t=0$))





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

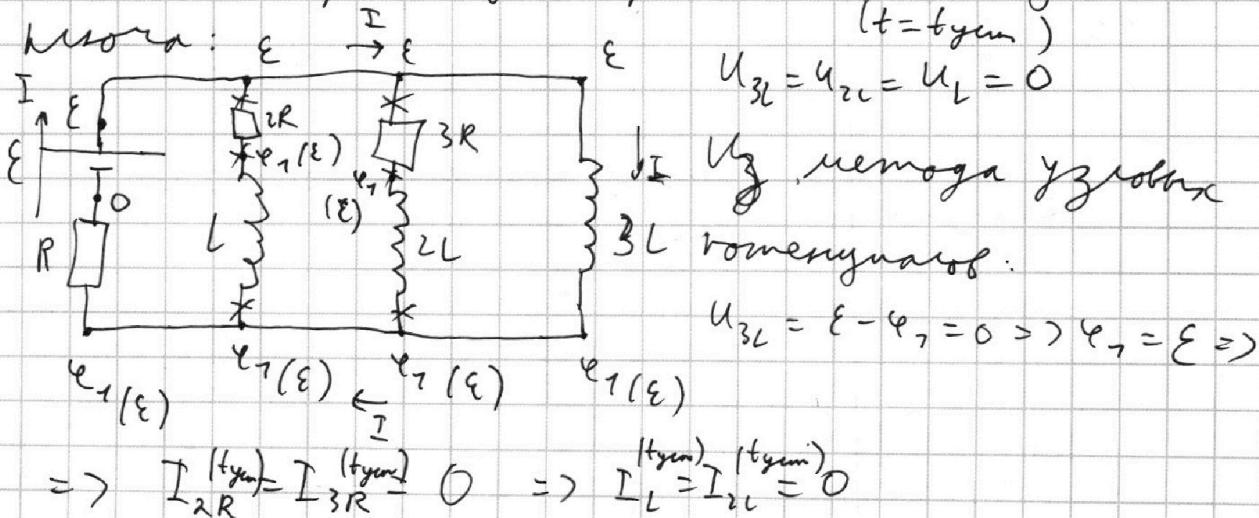
Воспользуемся методом узловых потенциалов
и определим напряжение на $- \frac{3L}{7}$:

$$\frac{\epsilon - 0}{R} = I_0 \quad ; \quad \frac{\epsilon}{R} = \frac{5\epsilon}{77K} \Rightarrow \epsilon = \frac{5\epsilon}{77}$$

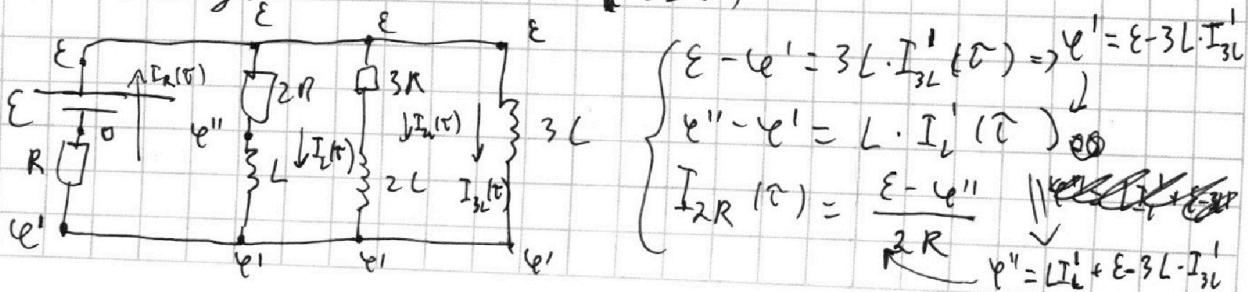
$$U_{3L} = \epsilon - \varphi = \epsilon - \frac{5\epsilon}{77} = \frac{6\epsilon}{77} \quad (\text{м.н. мок вомерем быз})$$

$$3L \cdot I_{3L}^1 = U_{3L} \Rightarrow I_{3L}^1 = \frac{U_{3L}}{3L} = \frac{\frac{6\epsilon}{77}}{77 \cdot 3L} = \left(\frac{2\epsilon}{77L} \right)$$

③ Рассмотрим уст. решения вое заора.



④ Рассмотрим уст. 8 синхронизированной \tilde{t}
вое заора. коора ($t = \tilde{t}$):





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ.

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

$$I_{2R} = \frac{\mathcal{E} - L I_L' + \mathcal{E} - 3L \cdot I_{3L}'}{2R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2R \cdot I_{2R} = 3L \cdot I_{3L}' - L I_L'$$

$$2R \cdot \frac{\Delta q_{2R}}{\Delta t} = 3L \cdot \frac{\Delta I_{3L}}{\Delta t} - L \cdot \frac{\Delta I_L}{\Delta t}$$

$$\Delta q_{2R} = \frac{L (3 \cdot \Delta I_{3L} - \cancel{L} \Delta I_L)}{2R} *$$

Последующее выражение * от $t=0$ до $t=t_{\text{year}}$

$$q_{2R} = \frac{L}{2R} \cdot \left(3 \cdot \left(I_{3L}(t_{\text{year}}) - \overset{I_{3L}(0)}{0} \right) - \left(I_L(t_{\text{year}}) - \overset{I_L(0)}{0} \right) \right)$$

$$q_{2R} = \frac{L}{2R} \left(3 \cdot \frac{\mathcal{E}}{R} - (0 - \frac{3\mathcal{E}}{77R}) \right)$$

$$q_{2R} = \frac{L}{2R} \left(\frac{3\mathcal{E}}{R} + \frac{3\mathcal{E}}{77R} \right) = \frac{L}{2R} \cdot \frac{18\mathcal{E}}{77R} = \boxed{\frac{18L\mathcal{E}}{77R^2}}$$

Ответы, 1). $\frac{3\mathcal{E}}{77R}$ 2). $\frac{2\mathcal{E}}{77L}$ 3). $\frac{18L\mathcal{E}}{77R^2}$.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

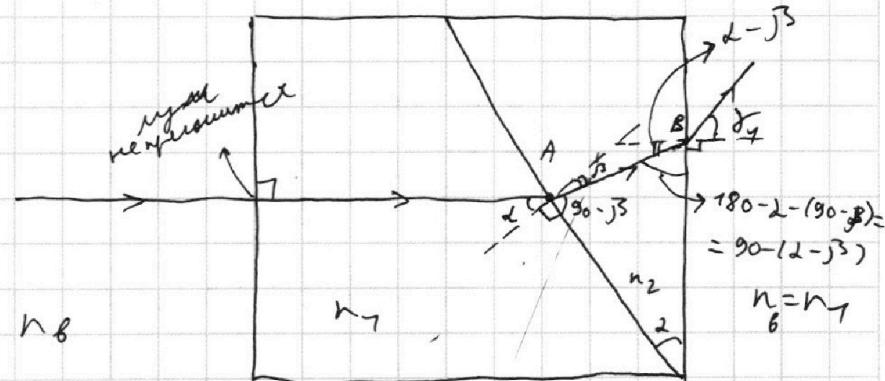
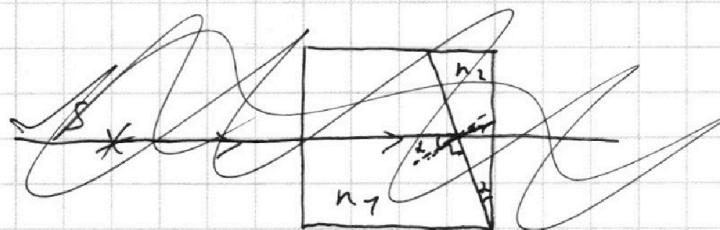
N5

Dano:

$$\begin{aligned}a &= 194 \text{ см} \\d &= 0,7 \text{ маг} \\h &= 9 \text{ см} \\k_B &= 7 \\n_2 &= 1,7\end{aligned}$$

$$1). \quad ? \\ \gamma_1$$

(1)



$$\text{Условия } n_7 = n_8 = 1; n_2 = 1,7$$

Приложим закон Снеллиуса при переходе
в m. A: $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$ m.k. упр. мате:

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

Приложим з. Снеллиуса при переходе в
m. B (усл. нодене из рисунка):

$$n_2 \cdot \sin(\alpha - \beta) = n_8 \cdot \sin \gamma_1; \text{ упр. мате} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n_2 (\alpha - \beta) = n_8 \cdot \gamma_1 \Rightarrow \gamma_1 = \frac{n_2}{n_8} (\alpha - \beta) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \gamma_1 = \frac{n_2}{n_8} \alpha \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right) = \frac{1,7}{1} \cdot 0,7 \cdot \left(1 - \frac{1}{1,7}\right) =$$

$$= 1,7 \cdot 0,7 \cdot \frac{0,7}{1,7} = 0,7 \cdot 0,7 = 0,49 \text{ маг.}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

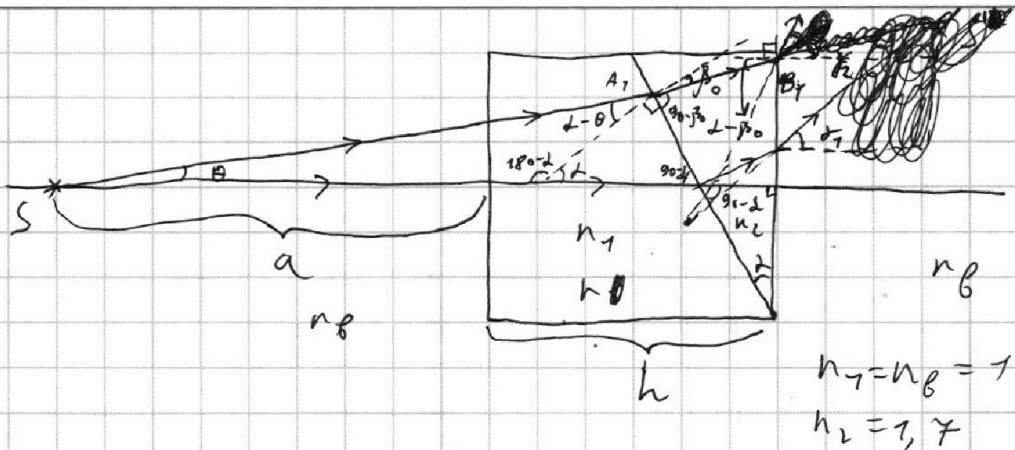


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

(2)



$$n_1(\alpha - \theta) = n_2 \beta_0$$

$$h_1 = h_2 = 1$$

$$h_2 = 1,7$$

$$m. A_1 : n_1(\alpha - \theta) = n_2 \beta_0$$

$$\beta_0 = \frac{n_1}{n_2} (\alpha - \theta)$$

$$m. B_1 : h_2(\alpha - \beta_0) = n_f \gamma_2$$

аналогично

чтд. пульку

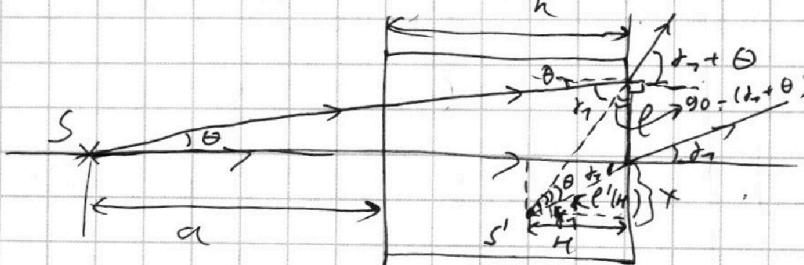
$$\gamma_2 = \frac{h_2}{n_f} (\alpha - \beta_0) = \frac{h_2}{n_f} \left(\alpha - \frac{n_1}{n_2} \alpha + \frac{n_1}{n_2} \theta \right) =$$

$$= \frac{n_2}{n_f} \cdot \alpha \cdot \left(1 - \frac{n_1}{n_2} \right) + \frac{n_2 \cdot n_1}{n_f \cdot n_2} \theta = \frac{1,7}{1} \cdot 0,7 \cdot \frac{0,7}{1,7} + \theta =$$

$$1 - \frac{1}{1,7} = \frac{0,7}{1,7}$$

$$= 0,7 + \theta \text{ rad.} = \gamma_2 + \theta$$

(3)



Тенденция
меньшего
угла с n_2

$$\frac{l}{a+h} = \tan \theta \approx \theta$$

$$\text{Угл. приз. } l \cos \theta = H \Rightarrow l' = H \quad \frac{l = (a+h) \theta}{x = H + l \sin \theta \approx H \theta} \Rightarrow$$

м. а. n_2 - меньший угол

$$l(x+l) = H \sin(\theta + \gamma_2) \approx$$

$$\approx H(\theta + \gamma_2)$$

$$\frac{H}{a+h} = \tan \theta \approx \theta \Rightarrow l = \theta(a+h) \quad \frac{H}{\sin \theta} = \frac{H}{\sin(\theta + \gamma_2)} = \frac{\theta(a+h)}{\sin \theta} \Rightarrow$$

м. угл. об.

$$\frac{H}{\sin(90 - (\theta + \gamma_2))} = \frac{H}{\sin \theta} \Rightarrow \frac{H}{\cos(\theta + \gamma_2)} = \frac{H}{\sin \theta} \Rightarrow$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



1

2

3

4

5

6

7

МФТИ

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

~~Все мк. группа~~

$$\Rightarrow \delta_1 H + \theta(a+h) = H(\delta_1 + \theta)$$

$$H_1 H + \theta(a+h) = H\delta_1 + H\theta \Rightarrow H = \alpha + h \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \underset{S}{\cancel{\delta}} = \underset{S}{\cancel{x}} \text{ morga} \quad d = x = H\delta_1 = (a+h)\delta_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d = (194+9) \cdot \frac{7}{100} = \frac{203 \cdot 7}{100} = 2,03 \cdot 7 = 14,21 \text{ cm}$$

$$\begin{array}{r} 203 \\ \times 7 \\ \hline 14,21 \end{array}$$

Ответ: 1), 0,07rag. 2). 14,21 cm



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!



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"/> |

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

МФТИ