



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

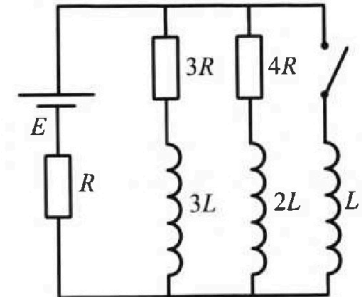


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

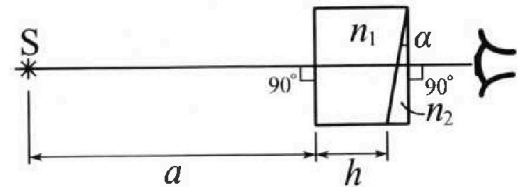
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_0 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 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 $a = 90$ 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.



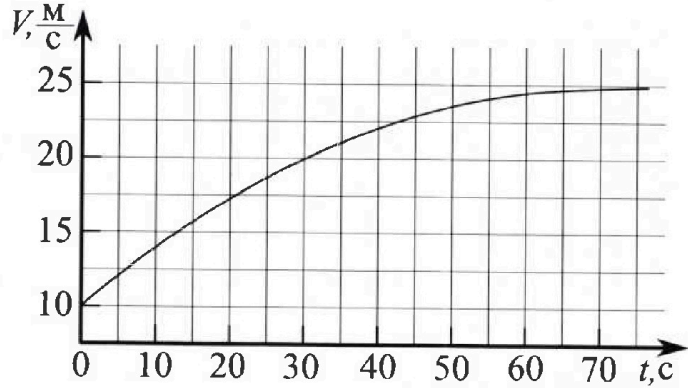
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

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?

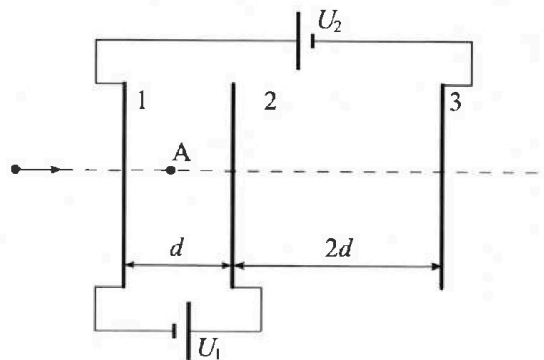
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 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 $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ 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 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 A на расстоянии $d/4$ от сетки 1.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

S1 (Продолжение 2)

$$\text{При } t=0: m a(0) v(0) + \alpha v^2(0) - P_0 = 0$$

$$P_0 = \alpha \{ v^2(0) + m a(0) v(0) \} = (24 \cdot 10^2 + 1,5 \cdot 10^3 \cdot \frac{5}{12} \cdot 10) B_T =$$

$$= 10^2 \cdot (24 + \frac{8}{2} \cdot \frac{55}{22} \cdot 100^{25}) B_T = 10^2 \cdot (24 + \frac{125}{2}) B_T =$$

$$= (2400 + 6250) B_T = 8650 B_T$$

(ответ: 1) $\frac{5}{12} \frac{m}{T^2}$ 2) 865 H 3) 8650 Bт

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

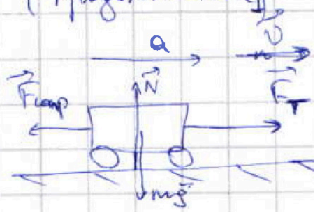
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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"/>

МФТИ

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

5.1 (продолжение)



По закону: $\vec{F}_{\text{comp}} = -d\vec{v}$,
в произвольный момент времени t : $d = \text{const}$

По т. о. 2-го н. у. масс:

$$\vec{N} + \vec{mg} + \vec{F}_T + \vec{F}_{\text{comp}} = m\vec{a}, \quad \vec{N} = -\vec{mg}$$

$$F_T - F_{\text{comp}} = ma$$

При $t=0$: $F_0 - d v(0) = m a(0)$

$$F_0 = d v(0) + m a(0)$$

При $t = \tau = 25 \text{ c}$ - конец прогона, $F_T(\tau) = F_k = 600 \text{ H}$:

$$F_k - d(v(\tau)) = m a(\tau) = 0$$

$$F_k = d v(\tau) \Rightarrow d = \frac{F_k}{v(\tau)} = \frac{600}{25} \frac{\text{H} \cdot \text{c}}{\text{м}}$$

$$= 24 \frac{\text{H} \cdot \text{c}}{\text{м}}$$

$$F_0 = d v(0) + m a(0) = \left(24 \cdot 10 + 1500 \cdot \frac{5}{12} \right) \text{ H} =$$

$$= \left(240 + \frac{7500}{12} \right) \text{ H} = \frac{2880 + 7500}{12} \text{ H} = \frac{10380}{12} \text{ H} =$$

$$= \frac{5190}{3} \text{ H} = \frac{2595}{3} \text{ H} = 865 \text{ H}$$

В произвольный момент времени t :

По 3-ю: $\frac{m v^2}{2} + A_{\text{comp}} + A_{\text{res}} = \frac{m v_0^2}{2}$, где

A_{comp} - работа сил сопротивления, A_{res} - работа двигателя

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{m v^2}{2} + A_{\text{comp}} + A_{\text{res}} \right) = \frac{d}{dt} \left(\frac{m v_0^2}{2} \right)$$

$$m v \dot{v} + \frac{d A_{\text{comp}}}{dt} + \frac{d A_{\text{res}}}{dt} = 0,$$

$$\frac{d A_{\text{comp}}}{dt} = F_{\text{comp}} \frac{dx}{dt} = -d v \cdot v = -d v^2, \quad \frac{d A_{\text{res}}}{dt} = P$$

$$m v \dot{v} + d v^2 + P = 0, \quad P - мощность двигателя, передаваемая на колесо$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

SI

Дано:

$$m = 1,5 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$F_k = 600 \text{ Н}$$

$v(t)$

1) $a(0) = ?$

2) $F_0 = ?$

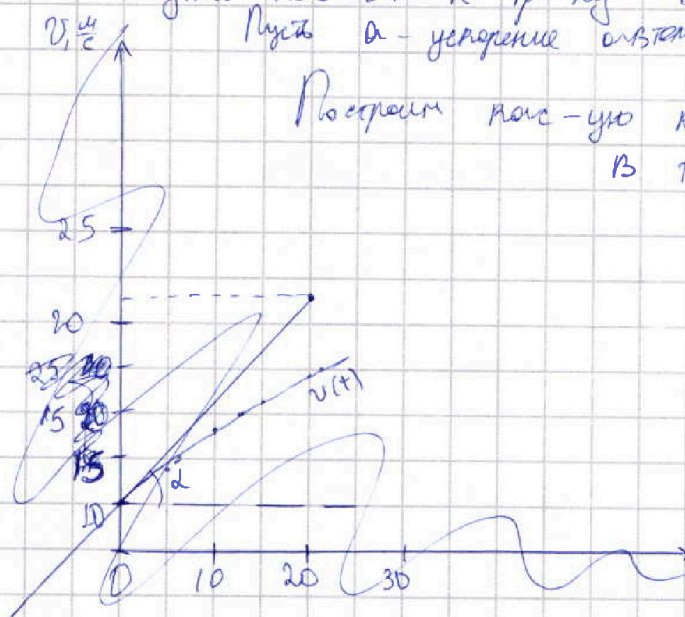
3) $P_0 = ?$

Решение:

По условию $a(t) = \frac{dv(t)}{dt}$, то $a(0)$

1) Т.к. $a = \frac{dv}{dt}$, то $a(0)$ - тангенс угла кас-ой к гр-ку $v(t)$ в т.О, Пусть a - ускорение автомобиля

Построим кас-ую к гр-ку $v(t)$ в т.О:

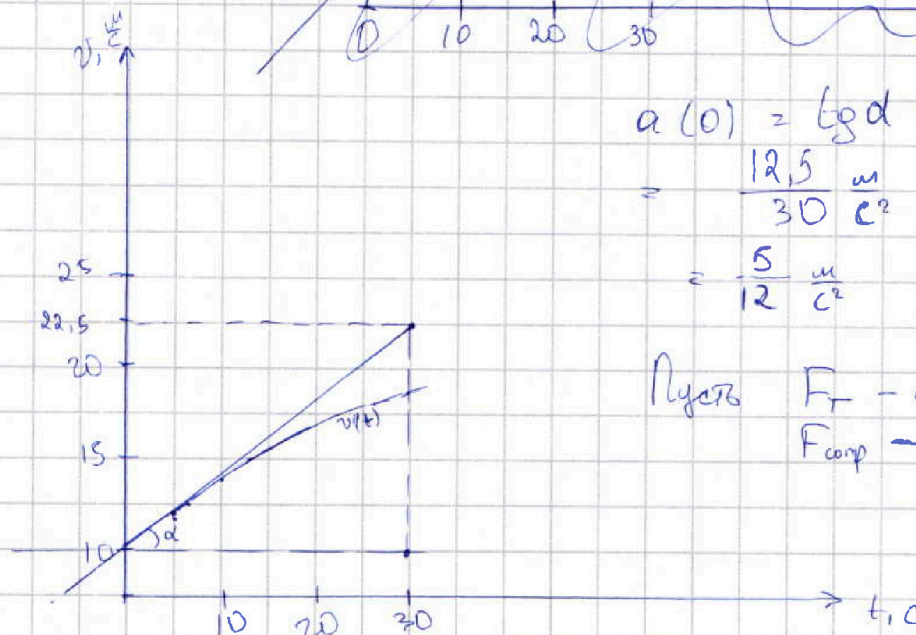


$$a(0) = \tan \alpha = \frac{22,5 - 10}{30} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$= \frac{12,5}{30} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{25}{30} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$= \frac{5}{12} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Пусть F_T - сила тяги,
 $F_{\text{сопр}}$ - сила сопротивления



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

$$\frac{5}{2} \gamma = \frac{5}{9} \gamma + \frac{5}{9} kRT + 2$$

$$5\gamma \left(\frac{7}{18} \right) = \frac{5}{9} kRT + 2 \Rightarrow \gamma = \frac{18}{35} \left(\frac{5}{9} kRT + 2 \right) =$$

$$= \frac{18}{35} \left(\frac{5}{9} \cdot \frac{1}{2} \cdot 10^3 \cdot 10^3 \cdot 3 + 2 \right) = \frac{18}{35} \left(\frac{15 + 36}{18} \right) =$$

$$= \frac{51}{35}$$

Ответ: 1) 2 2) $\frac{51}{35}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



52

Дано:

$$p_0 = \frac{p_{\text{атм}}}{2} = \frac{10^5}{2} \text{ Па}$$

$$T = 373 \text{ К}$$

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

$$k = 0,5 \cdot 10^{-3}$$

$$V_m = \frac{V_0}{4}$$

1) $\frac{p_1}{p_2} = ?$

2) $\frac{T}{T_0} = ?$

Решение:

1) До нагрева:



В состоянии равновесия:

$$\Delta p = k p_0 V_m = k \frac{p_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{4}$$

$$\begin{cases} p_1 RT_0 = p_0 \frac{V}{2} \\ p_2 RT_0 = p_0 \frac{V}{4} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{V/2}{V/4} = 2$$

$$p_1 = 2p_2, \quad p_2 = \frac{p_0 V}{4RT_0}$$

2) После нагрева: давление p_H выше, паров при $T = 373 \text{ К}$: $p_H = p_{\text{атм}}$ (гипотеза)

Пусть давление p после нагрева p_2 ,

тогда, т.к. поршень в паре, т.е.

система в равновесии, то $p_1 = p_2 + p_H$

$$p_1 = p_2 + p_{\text{атм}}$$

$$\begin{cases} p_1 RT = (p_2 + p_{\text{атм}}) \frac{V}{5} \\ (p_2 + \Delta p) RT = p_2 \left(\frac{4V}{9} - \frac{V}{4} \right) = p_2 \cdot \frac{3V}{20} \end{cases}$$

$$\left(\frac{p_0 V}{2RT_0} \cdot RT = (p_2 + p_{\text{атм}}) \frac{V}{5} \right. \quad \left. \begin{cases} \frac{3p_0 RT}{2T_0} = \frac{p_2 + p_{\text{атм}}}{5} \\ \frac{p_0 T}{4T_0} + \frac{k p_0 RT}{4} = \frac{3}{20} p_2 \end{cases} \right.$$

$$\left(\left(\frac{p_0 V}{4RT_0} + k \frac{p_0 V}{4} \right) RT = p_2 \cdot \frac{3V}{20} \right.$$

Пусть $\frac{T}{T_0} = \delta$, тогда

$$\frac{5p_0}{2} \delta = \frac{20}{3} \left(\frac{p_0}{4} \delta + \frac{k p_0 RT}{4} \right) + p_{\text{атм}}$$

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

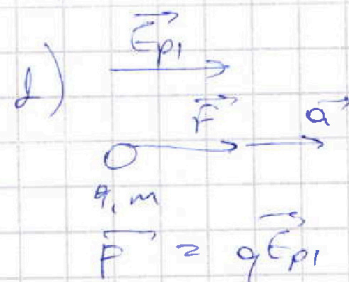
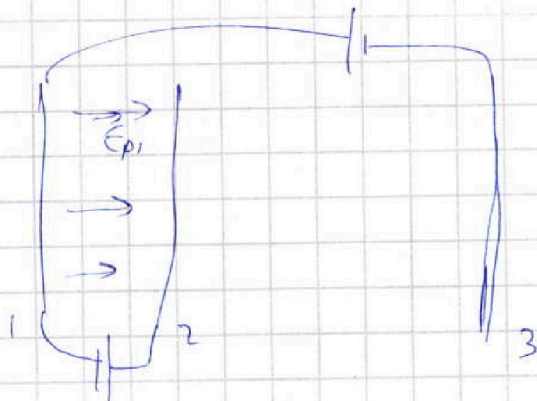
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



53 (продолжение)

Определим путь разульт. движени. там

E_{p1} и E_{p2} соот-но $\Rightarrow E_{p1} \cdot d = U$
 $E_{p1} = \frac{U}{d}$



$F = ma \Rightarrow$

$\Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{Uq}{md}$

2) По ЗСЭ: $K_1 + W = K_2 + W - A_{сил}$

$K_2 - K_1 = A_{сил} = Fd = \frac{Uq}{d}d = Uq$ W - энергия поле

3) По ЗСЭ: $K_1 + W = K_A + W - A_{сил}$

$\Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_A^2}{2} - \frac{Fd}{4}$

$\Rightarrow v_A = v_0^2 + \frac{Fd}{2m} = v_0^2 + \frac{Uq}{2m}$

$v_A = \sqrt{v_0^2 + \frac{Uq}{2m}}$

Ответ: 1) $\frac{Uq}{md}$ 2) Uq 3) $\sqrt{v_0^2 + \frac{Uq}{2m}}$

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!



53

Дано:

$U_1 = U$

$U_2 = 3U$

$d, 2d, m, q,$

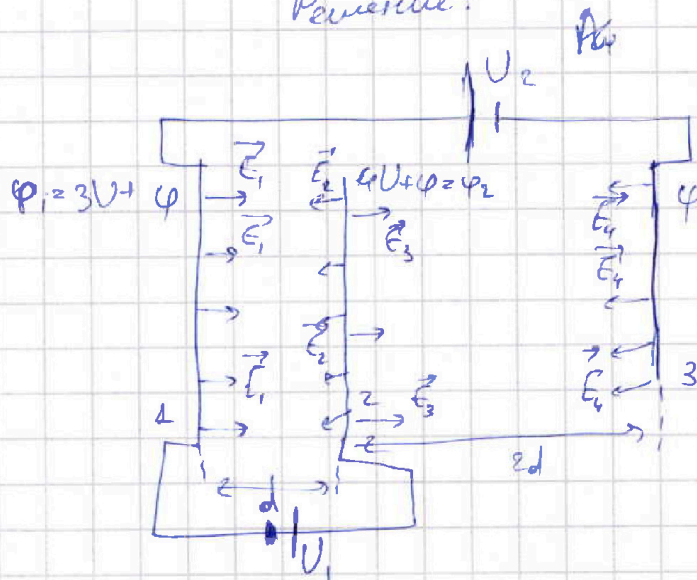
v_0

1) $a = ?$

2) $K_1, K_2 = ?$

3) $v_A = ?$

Решение:



1) Размеры ~~плоты~~ ^{но} ~~сетки~~ $\gg d, 2d \Rightarrow$

\Rightarrow поле, или создаваемая поле считать однородным,

тогда пусть сетка (1) создает E_1

Правые стороны сетки (1) и (2) создают

E_1 и E_3 соотв-но, их левые ст-ны

Левые стороны сетки (2) и (3) создают

E_2 и E_4 соот-но ^{туда}

Пусть потенциал сетки (3) $= \varphi \Rightarrow$

$\Rightarrow \varphi_1 = \varphi + 3U, \varphi_2 = \varphi_1 + U = \varphi + 4U \Rightarrow$

$\Rightarrow (E_4 - E_3 - E_1) \cdot 2d = \Delta\varphi = 4U \Rightarrow$

$E_1 = \dots \Rightarrow$ Поле между (1) и (2), и (2) и (3)

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

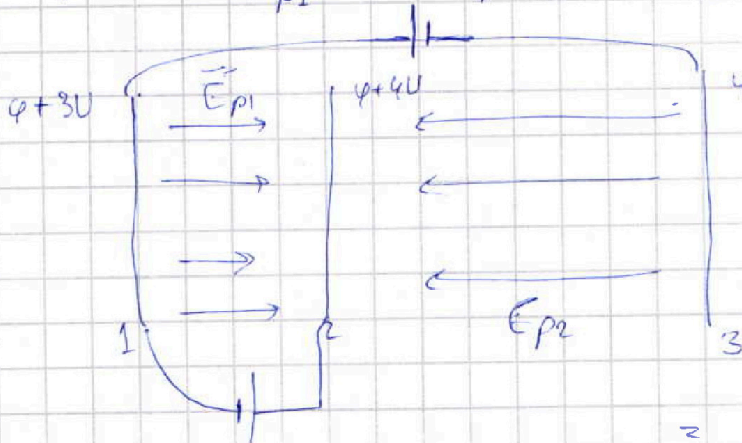
МФТИ

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



543 (Продолжение) (Связать не так указав номер)

одноименные пусть результирующее направление
там E_{p1} и E_{p2} сов-но $\Rightarrow E_{p1}d = U$
 $E_{p1} = \frac{U}{d}$



1) \vec{E}_{p1}

$\vec{F} = q\vec{E}_{p1}$

$\vec{F} = m\vec{a}$

$\frac{F}{m} = a = \frac{E_{p1}q}{m} = \frac{Uq}{md}$

2) По ЗСЭ: $K_1 + W_1 = K_2 + W_2 - A_{\text{электр}}$, W — энергия электр.

$K_2 - K_1 = W_2 - W_1 + A = A_{\text{электр}} = F \cdot d$

$= F \cdot d = E_{p1} q d = \frac{Uq}{d} d = Uq$

3) Аналог По ЗСЭ: $K_1 + W = K_A + W - A_{\text{электр}}$,

K_A — кин. энергия в т. А

$\frac{mv_A^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} - F \cdot \frac{d}{4} \Rightarrow$

$\Rightarrow v_A^2 = v_0^2 + \frac{Fd}{2m} = v_0^2 + \frac{E_{p1} \cdot q d}{2m}$

$= v_0^2 + \frac{Uq}{2m}$

$v_A = \sqrt{v_0^2 + \frac{Uq}{2m}}$

Ответ: 1) $\frac{Uq}{md}$ 2) Uq 3) $\sqrt{v_0^2 + \frac{Uq}{2m}}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

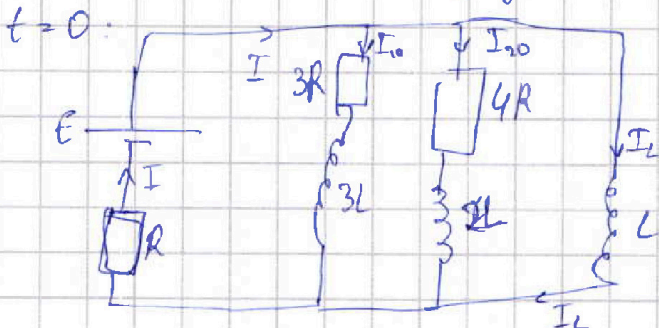
МФТИ

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



54 (Продолжение)

Пусть $t=0$ в момент замыкания



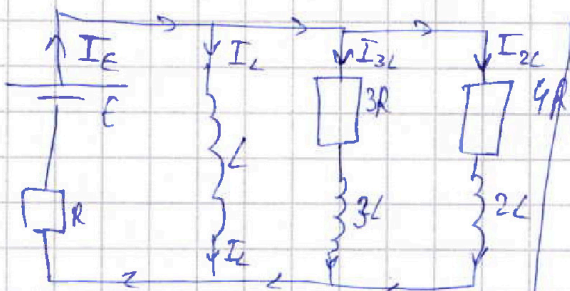
$I_L = 0$ в момент замыкания

$$L \dot{I}_L = E - RI = E - \frac{7}{19} E = \frac{12}{19} E$$

$$\dot{I}_L = \frac{12E}{19L}$$

3) Пусть $t = \tau$ (процесс установившегося режима) наступил в момент $t = \tau$ — момента замыкания:

$t = \tau$:



$$3 I_{3L} R + 3L \dot{I}_{3L} = \dot{I}_L \cdot L$$

$$\int_0^{\tau} (I_{3L} R + 3L \dot{I}_{3L}) dt = \int_0^{\tau} \dot{I}_L L dt$$

$$3 \Delta Q_{3L} R + 3L \Delta I_{3L} = I_L L$$

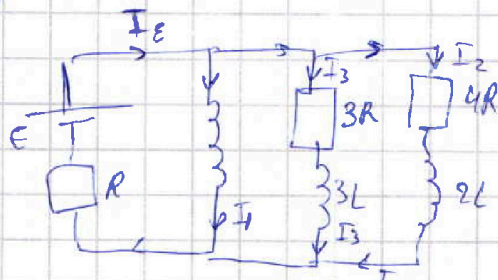
\Rightarrow в момент $t = \tau$:

$$3 \Delta Q_{3L} R + 3L (I_{3L} - I_{10}) = L I_L$$

$$3 \Delta Q_{3L} R + 3L (-I_{10}) = L I_E$$

$$\Delta Q_{3L} = \frac{L \frac{E}{R} + 3L \frac{E \cdot 4}{R \cdot 19}}{3R} = \frac{LE}{3R^2} \cdot \frac{31}{19}$$

$t = 2\tau$:



$$I_1 = \text{const} \Rightarrow \dot{I}_1 = 0 \Rightarrow$$

$$E - I_E R = 0 \Rightarrow \frac{E}{R} = I_E$$

$$\Rightarrow I_3 = 0 \Rightarrow I_2 = 0 \Rightarrow$$

$$I_1 = I_E = \frac{E}{R}$$

$$(I_3 \cdot 3R = L \dot{I}_3 = 0 \Rightarrow I_3 = 0, I_2 \text{ аналогично})$$

Ответ: 1) $\frac{4}{19} \frac{E}{R}$ 2) $\frac{12E}{19L}$ 3) $\frac{31}{19} \cdot \frac{LE}{3R^2}$

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 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!

54

Дано:

R, E, L , схема

Найти:

1) $I_{10} = ?$

2) $I_L = ?$

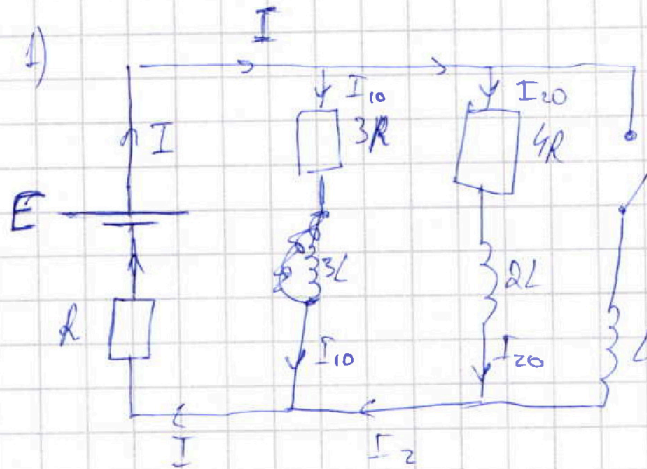
3) $\Delta q_3 = ?$

Решение:

В установившемся режиме все токи

состав в схеме постоянны:

№ 4)



$$I = I_{10} + I_{20}$$

$$\left. \begin{aligned} E - RI &= 3RI_{10} \\ E - RI &= 4RI_{20} \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$3RI_{10} = 4RI_{20}$$

$$I_{20} = \frac{3}{4} I_{10} \Rightarrow$$

$$I = I_{10} + I_{20} = \frac{7}{4} I_{10}$$

$$E - RI = 3RI_{10}$$

$$E - \frac{7}{4} RI_{10} = 3RI_{10} \Rightarrow I_{10} = \frac{E}{R} \cdot \frac{4}{19},$$

$$I = \frac{7E}{19R}$$

2) Как только реле замкнут, токи не успеют измениться в схеме

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!



55

Дано:

$n_1, n_2, \alpha = 0,9 \text{ рад}$

$d = 0,1 \text{ м}, h = 0,1 \text{ км}$

$d \ll h$

1) $n_1 = 1, n_2 = 1,7$
 $\gamma = ?$

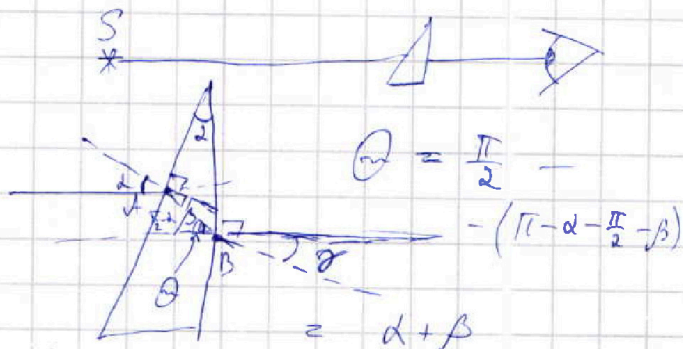
2) $n_1 = 1, n_2 = 1,7$
 $\theta = ?$

3) $\theta = ?$, $n_1 = 1,4$,
 $n_2 = 1,7$

Решение:



$n_1 = n_2 \Rightarrow$ можем убрать эту границу



$n_1 \sin \alpha d = n_2 \sin \beta \Rightarrow d, \beta \rightarrow 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \beta = \frac{n_1}{n_2} d = \frac{\alpha}{1,7}$

$n_2 \sin \theta = n_1 \sin \gamma, \gamma \rightarrow 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow (\alpha + \beta) n_2 = \gamma = 2,7 \alpha = 0,27$

2) Для построения изображений рассмотрим еще один путь из S, направленный под углом α к горизонту, пересечем эти пути и будет изображение $S^k - S'$

Т.к. $d \ll h$, то перемещением пути B (1) можем пренебречь (отрезок AB)

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

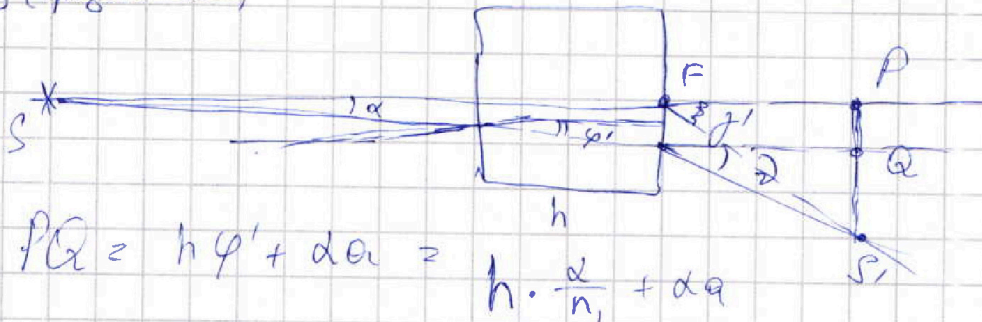
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$S S'$ (упрощенно)



$$PQ = h\gamma' + da = h \cdot \frac{\alpha}{n_1} + da$$

$$QS' + PQ = \gamma' \{FP\}, \quad \partial FP = QS'$$

$$QS' + PQ = \frac{\gamma'}{\partial} QS' \Rightarrow \left(\frac{\gamma'}{\partial} - 1\right) QS' = PQ$$

$$QS' = \frac{PQ}{\frac{\gamma'}{\partial} - 1} \Rightarrow PS' = PQ \left(1 + \frac{\partial}{\frac{\gamma'}{\partial} - 1}\right) =$$

$$= \frac{PQ \gamma'}{\partial \gamma' - \partial} \quad , \quad FP = \frac{PQ}{\gamma' - \partial} \quad , \quad \gamma' - \partial = \alpha \frac{n_1 + n_2 - n_2 + n_1 - 1}{2n_1 - 1} = \frac{\alpha(n_1 - 1)}{2n_1 - 1}$$

$$S'S = \sqrt{SP^2 + PS'^2} = \sqrt{\left(a + h + \frac{PQ}{\gamma' - \partial}\right)^2 + \left(\frac{PQ \gamma'}{\partial \gamma' - \partial}\right)^2}$$

$$= \sqrt{\left(a + h + \frac{h \frac{\alpha}{n_1} + da}{\frac{\alpha(n_1 - 1)}{2n_1 - 1}}\right)^2 + \left(\frac{(h \frac{\alpha}{n_1} + da) \cdot (n_1 + n_2) \alpha'}{\alpha(n_1 - 1)}\right)^2}$$

$$\approx a + h + \frac{h}{2n_1 - 1} + a = 90 + 14 + \frac{14}{2 \cdot 1,21 - 1} = 104 + \frac{113}{1,42}$$

$$\approx 104 + \frac{14 + 89}{2 \cdot 1,21 - 1} = 104 + \frac{103}{1,42}$$

Ответ: 1) 0,27 2) 2180 см 3) $\approx 104 + \frac{113}{1,42}$ см

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

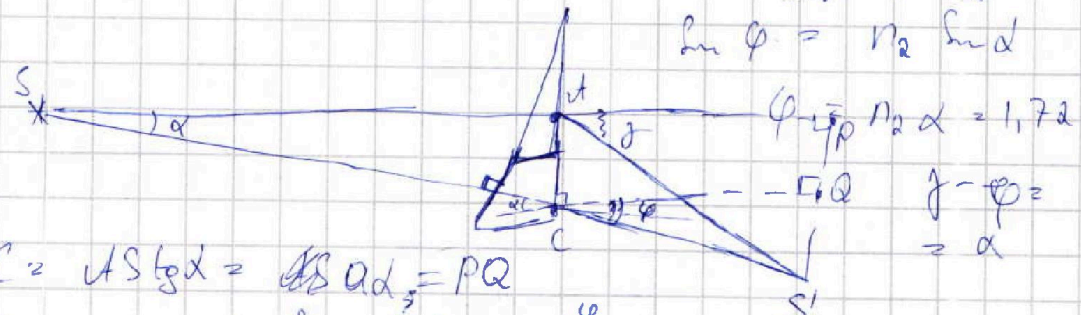
МФТИ

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



SS (продолжение)

$\alpha, \beta, \varphi \rightarrow 0 \Rightarrow \sin \alpha = \alpha \approx \tan \alpha, \sin \varphi = \varphi \approx \tan \varphi$
 $\sin \beta = \beta \approx \tan \beta$



$AC = AS \tan \alpha = BS \tan \beta = PQ$

$\tan \beta = \frac{PS'}{AP}, \tan \varphi = \frac{QS'}{AP} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{PS'}{\beta} = \frac{AC + QS'}{\beta} = \frac{QS'}{\varphi} \Rightarrow$

$\Rightarrow QS' \left(\frac{\varphi}{\beta} - 1 \right) = AC \Rightarrow QS' = \frac{AC}{\frac{\varphi}{\beta} - 1}$

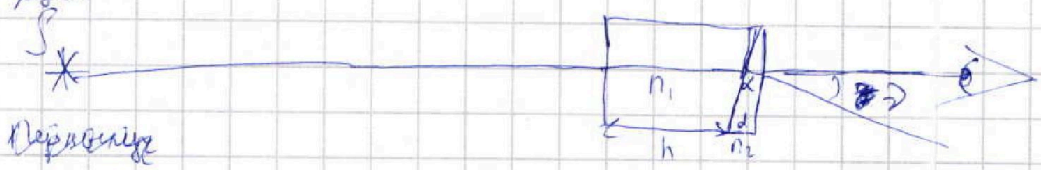
$\Rightarrow AP = \frac{PS'}{\beta} = \frac{AC + QS'}{\beta} = \frac{AC}{\beta} + \frac{QS'}{\beta} = \frac{AC}{\beta} + \frac{AC}{\beta \left(\frac{\varphi}{\beta} - 1 \right)} = \frac{AC}{\beta} \left(1 + \frac{1}{\frac{\varphi}{\beta} - 1} \right) = \frac{AC}{\beta} \left(\frac{\frac{\varphi}{\beta} + 1}{\frac{\varphi}{\beta} - 1} \right)$

$SS' = \sqrt{(a + AP)^2 + PS'^2} =$

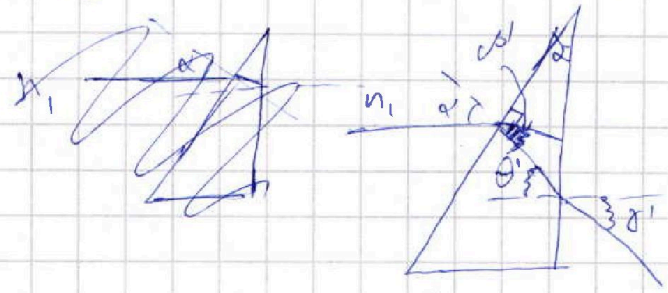
$\approx \sqrt{\left(a + \frac{ad}{\beta - \varphi} \right)^2 + \left(\frac{\beta ad}{\beta - \varphi} \right)^2} \approx a + \frac{ad}{\beta - \varphi} = 2a = 180 \text{ см}$

3) Построим изображение аналогично (2)

Первый мазок:



Первый мазок



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

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

$\Theta' = \alpha + \beta =$

$= \frac{n_1 + n_2}{n_2} \alpha$

$\sin \beta = n_2 \sin \Theta' \Rightarrow \beta = n_2 \Theta' = (n_1 + n_2) \alpha$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

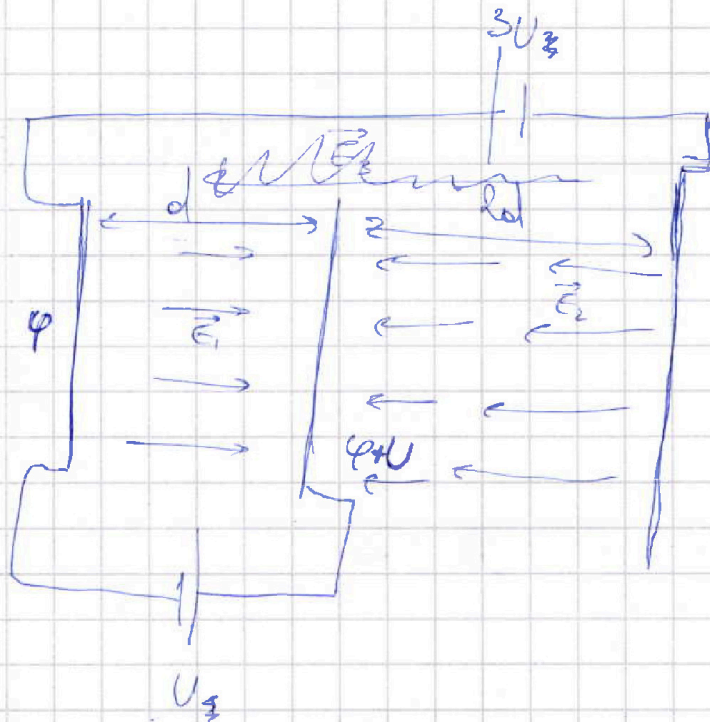
- 1 2 3 4 5 6 7



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



Черновик



размеры $\gg d \Rightarrow$
 $\Rightarrow E = \text{const}$

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

$$E_1 = \frac{U}{d}$$

$$E_2 = \frac{\varphi + U - \varphi + 3U}{2d}$$

$$= 2 \frac{U}{d}$$

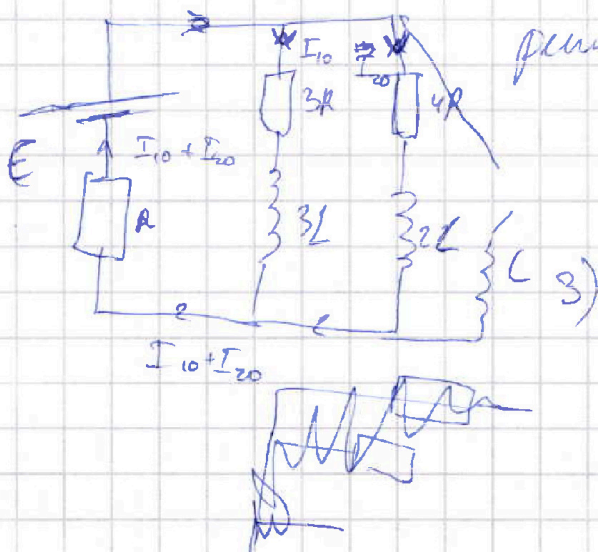
$$E_3 = \frac{-\varphi + 3U + \varphi}{3d} = \frac{U}{d}$$

$$ma = E_1 q$$

$$a = \frac{Uq}{md}$$

54

1)



плоским уст. $\Rightarrow I = \text{const}$

$$E - R(I_{10} + I_{20}) =$$

$$= 3R I_{10} = 4R I_{20}$$

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!

Черновик



$$\vec{F}_{\text{сomp}} = \alpha \vec{v}$$

$$dA = dF_{\text{сomp}} dx$$

$$\frac{dA}{dt} = -\alpha v^2$$

1) Потратить кинетическую

$$2) F_0 - F_{\text{сomp}} = ma$$

$$F_0 = ma + F_{\text{сomp}}$$

$$3) E = \frac{1}{2}mv^2 - A_{\text{сomp}} + \frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} \quad / \frac{d}{dt}$$

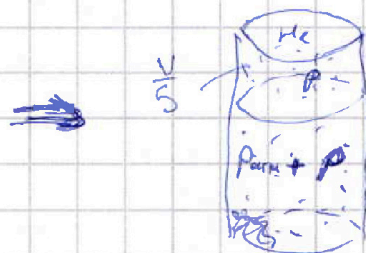
$$P - \frac{dA_{\text{сomp}}}{dt} + m \dot{v}v = 0$$

$$P - \alpha v^2 + m \dot{v}v = 0$$

$$P = \alpha v^2 - m \dot{v}v$$

52

До:



$$\Delta V = k p \cdot W = k$$

$$RT \approx 3 \cdot 10^3$$

$$\Delta V = k \frac{p_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{4}$$

$$\Delta_1 RT_0 = p_0 \cdot \frac{V}{2}$$

$$\Delta_2 RT_0 = p_0 \cdot \left(\frac{V}{2} - \frac{V}{4} \right) \cdot \frac{V}{4} \quad \text{---}$$

$$\frac{\Delta_1}{\Delta_2} = \frac{V/2}{V/4} = 2$$

После:

$$\Delta_2 (p_2 + \Delta p) RT = p \frac{V}{4} \left(\frac{4V}{5} - \frac{V}{4} \right)$$

$$\Delta_1 RT = (p + p_{\text{атм}}) \frac{V}{5}$$

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



- 1 2 3 4 5 6 7

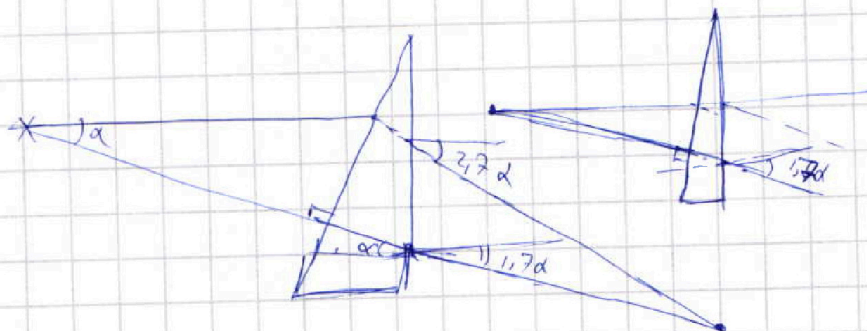
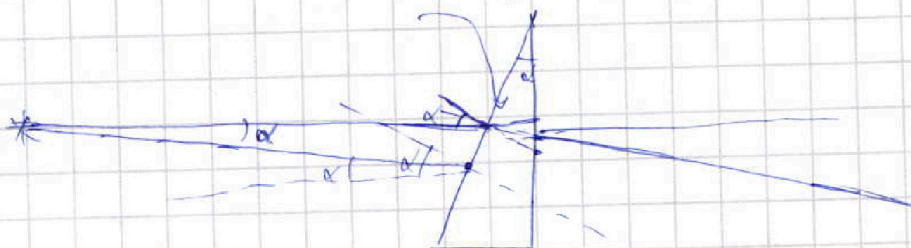


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Черновик

2)

применяем



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

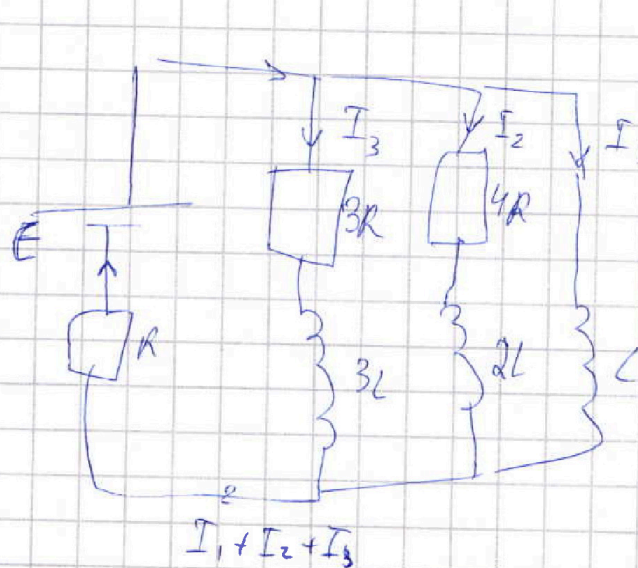


- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

Черновик



$$\begin{aligned}
 240 \cdot 12 &= \\
 &= 12^2 \cdot 20 = 2880 \\
 2880 + 7500 &= \\
 &= 9500 + 880 = \\
 &= 10380
 \end{aligned}$$

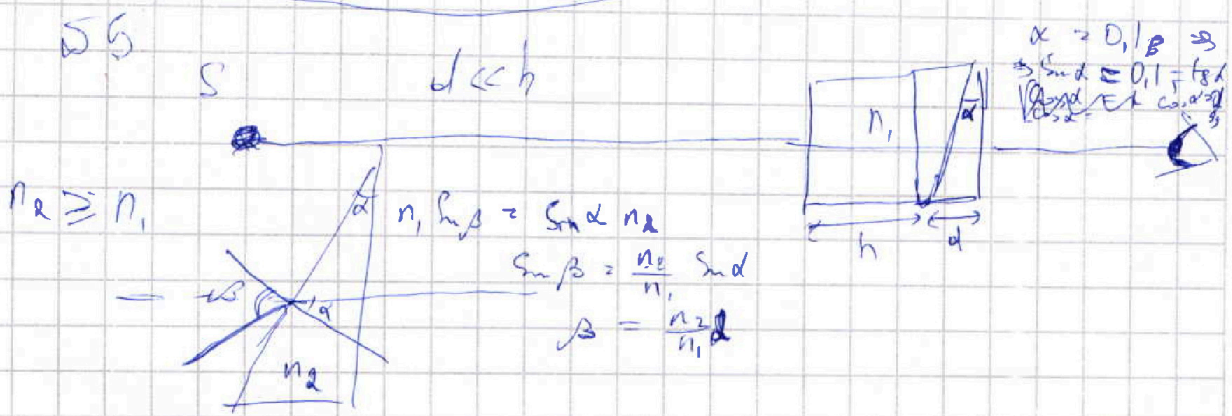
$$\begin{array}{r}
 5180 \quad 6 \\
 48 \quad 8265 \\
 \hline
 39 \quad 590 \quad 6 \\
 \quad 48 \quad 165 \\
 \hline
 387 \quad 39 \\
 \quad 36 \\
 \hline
 30 \quad 30
 \end{array}$$

$$\int_0^L \dot{I}_1 = \int_0^L (4I_2 R + 2L \dot{I}_2) = \int_0^L 3R I_3 + 3L \dot{I}_3 = \\
 = E - (I_1 + I_2 + I_3)R$$

$$\begin{aligned}
 LI_1 - 3LI_3 &= 4R \Delta I_2 + 2L \Delta I_2 = 3R \Delta I_3 + \\
 &+ 3L \Delta I_3
 \end{aligned}$$

← 3 манжет E

$$\frac{LI_1 - 3LI_3}{3R} = \Delta I_3$$



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"/>

МФТИ

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

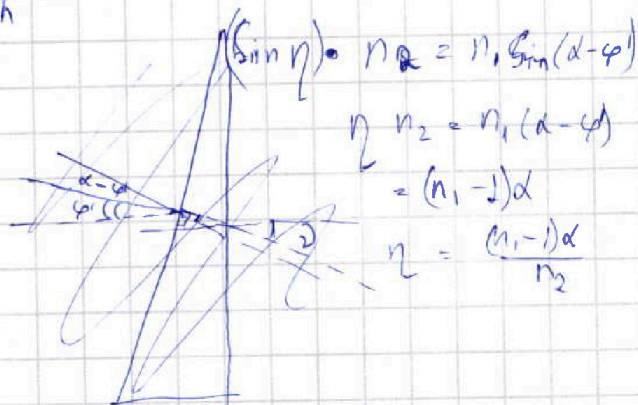
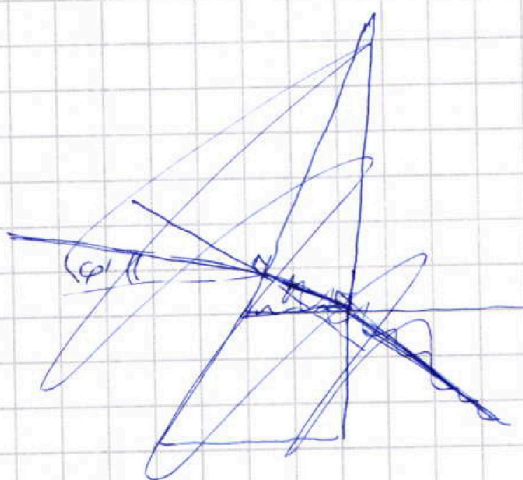
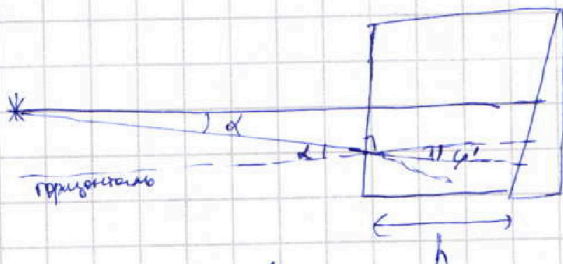


55 (продолжение)
Второй шаг:

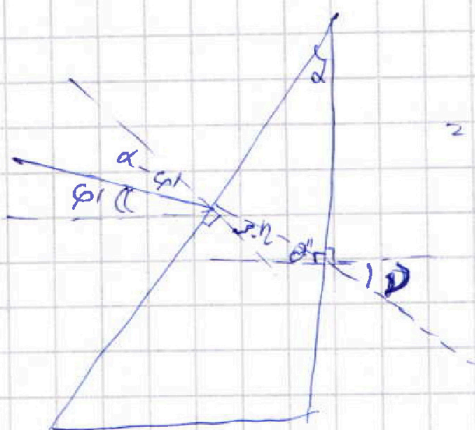
Отклоняем его по гл-ли над:

$$n_1 \sin \varphi' = \sin \alpha$$

$$\varphi' = \frac{\alpha}{n_1}$$



$$\begin{aligned} (\sin \varphi) \cdot n_2 &= n_1 \sin(\alpha - \varphi) \\ n_2 \sin \varphi &= n_1 (\alpha - \varphi) \\ &= (n_1 - 1) \alpha \\ n_2 &= \frac{(n_1 - 1) \alpha}{\sin \varphi} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \sin \theta'' &= \frac{\pi}{2} - \left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \left(\frac{\pi}{2} - \varphi \right) \right) \\ &= -\varphi + \alpha = \alpha \left(1 - \frac{(n_1 - 1)}{n_2} \right) \\ &= \alpha \cdot \frac{n_2 - n_1 + 1}{n_2} \end{aligned}$$

$$\sin \theta'' \cdot n_2 = \sin \varphi$$

$$\varphi = \theta'' n_2 = \alpha (n_2 - n_1 + 1)$$