



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

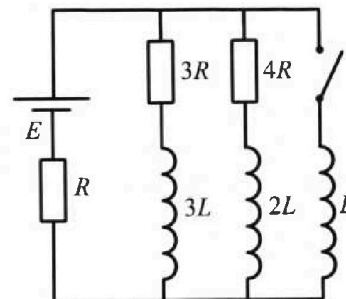
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



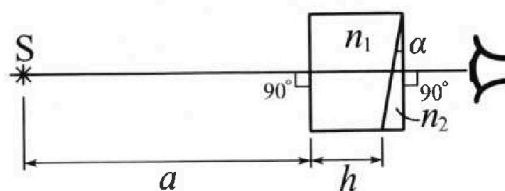
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 $n_v = 1,0$. 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 $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



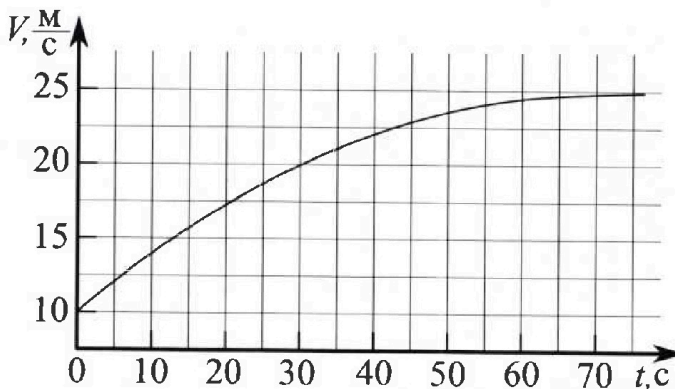
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

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?

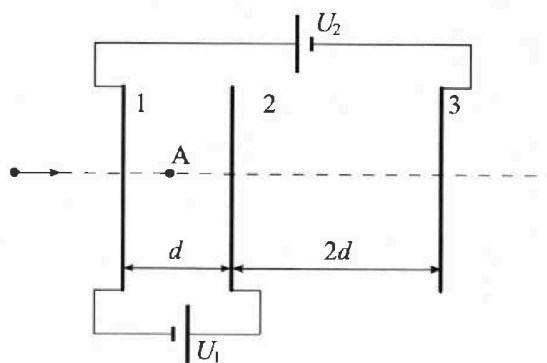
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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

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

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

$$= 10^2 \cdot (24 + \frac{8}{2} \cdot \frac{55}{12} \cdot 100^{25}) B = 10^2 \cdot (24 + \frac{125}{2}) B =$$

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

$$\text{Ответ: 1) } \frac{5}{12} \frac{m}{c^2} \quad 2) 865 \text{ н} \quad 3) 8650 B$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

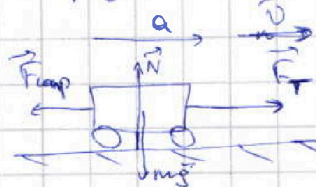
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

Б1 (продолжение)



По усл-ию: $\vec{F}_{comp} = -\alpha \vec{v}$, $\alpha = const$
В произвольный момент времени t :
По т. о збвм. у. масс:

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

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

При $t=0$: $F_0 - \alpha v(0) = ma(0)$

$$F_0 = \alpha v(0) + ma(0)$$

При $t = \tau = 25c$ - конец процесса, $F_T(\tau) = F_k = 600H$:

$$F_k - \alpha v(\tau) = ma(\tau) = 0$$

$$F_k = \alpha v(\tau) \Rightarrow \alpha = \frac{F_k}{v(\tau)} = \frac{600}{25} \frac{H \cdot c}{m} =$$

$$= 24 \frac{H \cdot c}{m}$$

$$F_0 = \alpha v(0) + ma(0) = \left(24 \cdot 10 + 1500 \cdot \frac{5}{12} \right) H =$$

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

$$= \frac{5190}{6} H = \frac{2595}{3} H = 865 H$$

В произвольный момент времени t :

По ЗСЭ: $\frac{mv^2}{2} + A_{comp} + A_{res} = \frac{mv_0^2}{2}$, где

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

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{mv^2}{2} + A_{comp} + A_{res} \right) = \frac{d}{dt} \left(\frac{mv_0^2}{2} \right)$$

$$m \dot{v} v + \frac{dA_{comp}}{dt} + \frac{dA_{res}}{dt} = 0,$$

$$\frac{dA_{comp}}{dt} = F_{comp} \frac{dx}{dt} = -\alpha v \cdot v = -\alpha v^2, \quad \frac{dA_{res}}{dt} = P$$

$$m \dot{v} v + \alpha v^2 + P = 0, \quad P - мощность двигателя, передаваемая на вв. колеса$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

№1

Дано:

$$m = 1,5 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$F_k = 600 \text{ Н}$$

$$v(t)$$

$$1) a(0) = ?$$

$$2) F_0 = ?$$

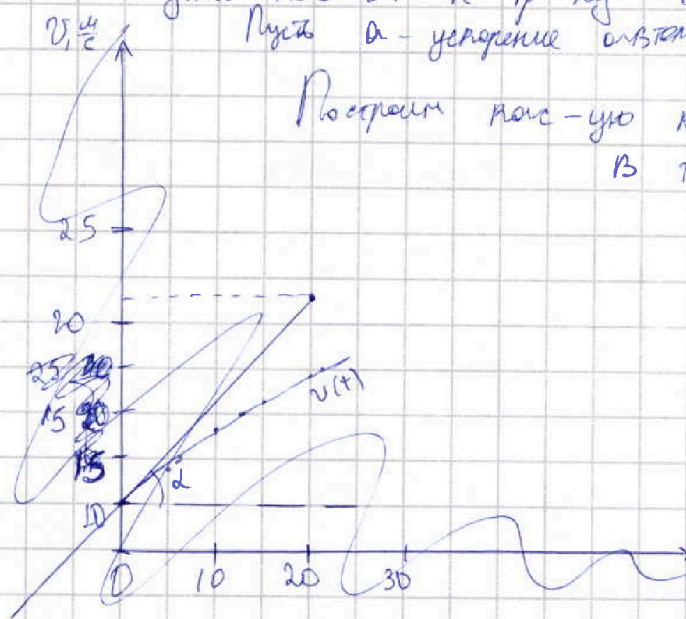
$$3) P_0 = ?$$

Решение:

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

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

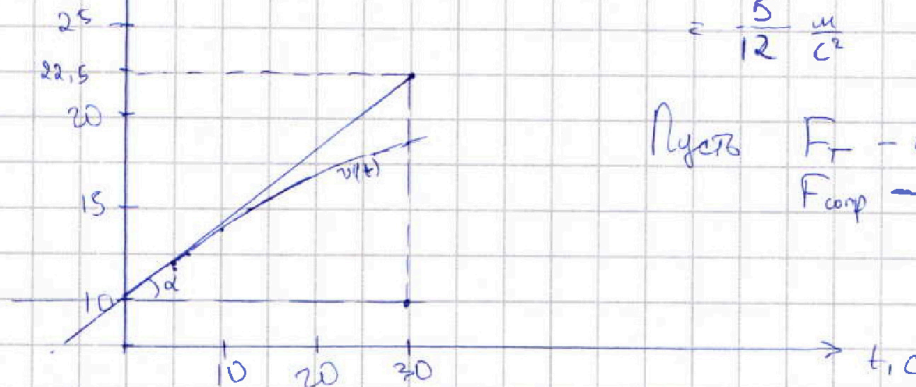
Построим кас-ую к гр-ку $v(t)$
в т.О:



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

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

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
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

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

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

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

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

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 изохорности получаем:

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

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

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

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

2) После нагрева:

повысь. паров при $T = 373 \text{ К}$: $p_H = p_{\text{атм}}$
угн. паров

Пусть газы после нагрева p_2 ,

тогда, т.к. паров в паров, т.е.

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

$$p_1 = p_2 + p_{\text{атм}}$$

$$p_1 RT = (p_2 + p_{\text{атм}}) \frac{V}{5}$$

$$(p_2 + \Delta p) RT = p_2 \left(\frac{4V}{5} - \frac{V}{4} \right) = p_2 \cdot \frac{3V}{20}$$

$$\frac{p_0 V}{2 RT_0} \cdot RT = (p_2 + p_{\text{атм}}) \frac{V}{5}$$

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

$$\frac{3 p_0 RT}{2 T_0} = \frac{p_2 + p_{\text{атм}}}{5}$$

$$\frac{p_0 T}{4 T_0} + \frac{k p_0 RT}{4} = \frac{3}{20} p_2$$

Пусть $\frac{T}{T_0} = x$, тогда

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

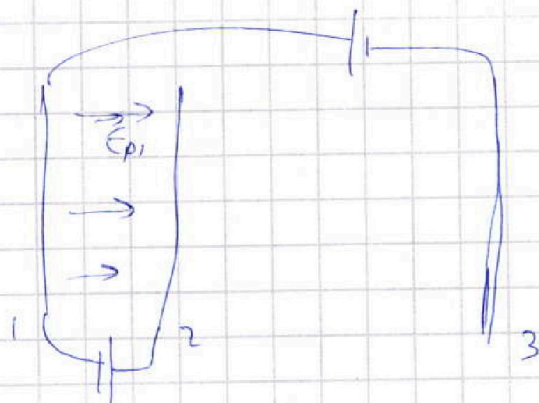
МФТИ

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 $\Rightarrow E_{p1} \cdot d = U$
 $E_{p1} = \frac{U}{d}$



1) $\vec{E}_{p1} \rightarrow$
 $\vec{F} \rightarrow \vec{a}$
 $\vec{F} = q\vec{E}_{p1}$

$F = ma \Rightarrow$

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

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

$K_2 - K_1 = A_{сумм} = Fd = \frac{Uq}{d} \cdot d = Uq$ W - энергия полев

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

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

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

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

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
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



53

Дано:

$$U_1 = U$$

$$U_2 = 3U$$

$$d, 2d, m, q,$$

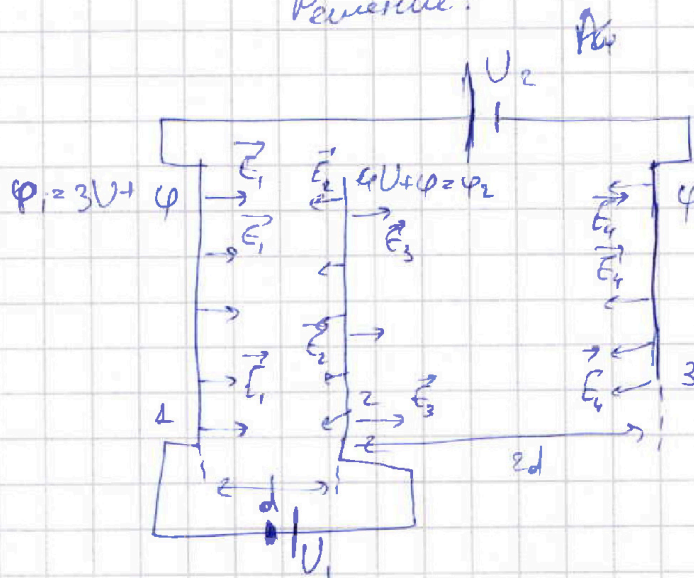
$$v_0$$

$$1) a = ?$$

$$2) K_1, K_2 = ?$$

$$3) v_A = ?$$

Решение:



$$1) \text{ Размеры } \text{ } \gg d, 2d \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ поле, или создаваемое поле считать однородным,

тогда пусть потенциал точки (1) равен φ

Правые стороны стержней (1) и (2) создают

E_1 и E_3 соответственно, их левые ст-ны

Левые стороны стержней (2) и (3) создают

E_2 и E_4 соответственно, тогда

Пусть потенциал точки (3) $= \varphi$

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

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

$E_1 =$ $\Rightarrow$ 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)

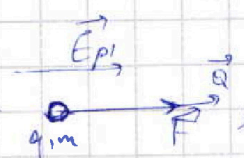
одноименные пусть результирующее напряженности

полн E_{p1} и E_{p2} соот-но

$$E_{p1}d = U$$

$$E_{p1} = \frac{U}{d}$$

1)

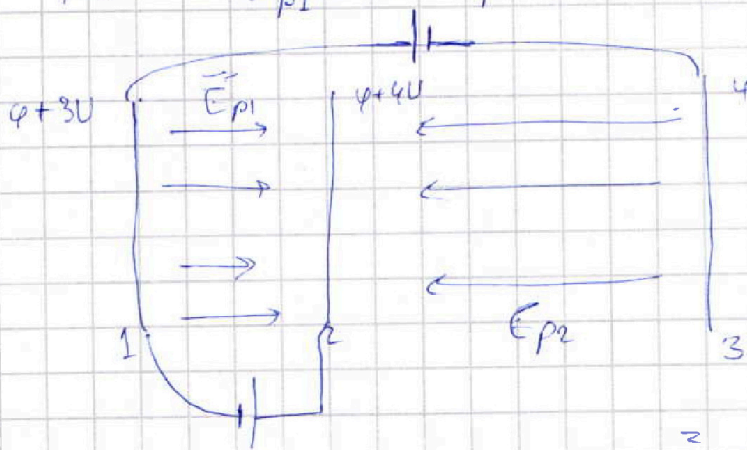


$$\vec{F} = q\vec{E}_{p1}$$

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

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

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



2) По ЗСЭ: $K_1 + W_i = K_2 + W_g + A_{\text{силл}}$, W - энергия поля

$$K_2 - K_1 = W_g - W_i + A_{\text{силл}} = F \cdot d$$

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

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

K_A - кин. энергия в т. А

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

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

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

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

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

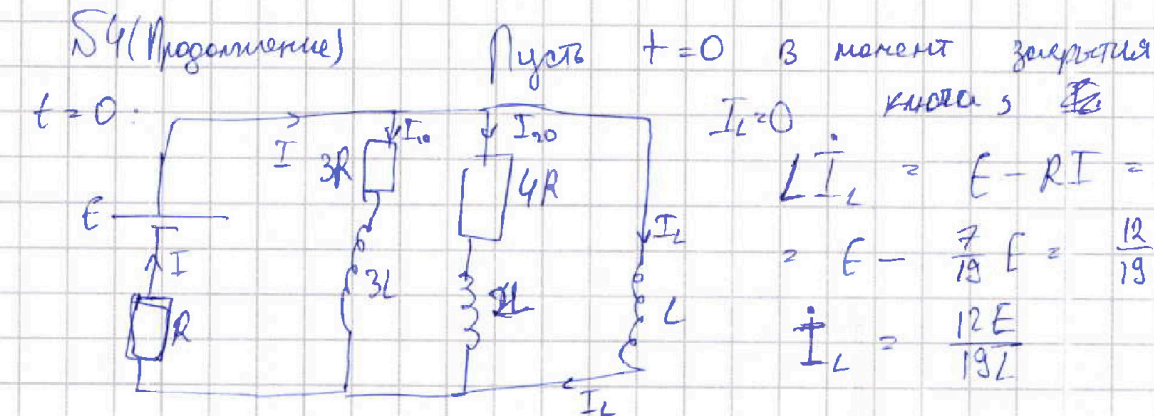
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

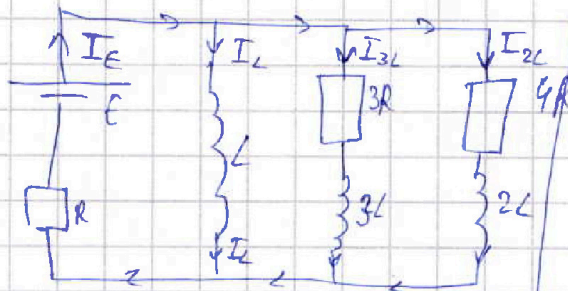
МФТИ

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



3) Пусть $t=t$ (произвольное по моменту $t=t$ — момента наступления установившегося режима):

$t=t$:



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

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

$$3 \Delta Q_3 R + 3L \Delta I_{3L} = I_L L$$

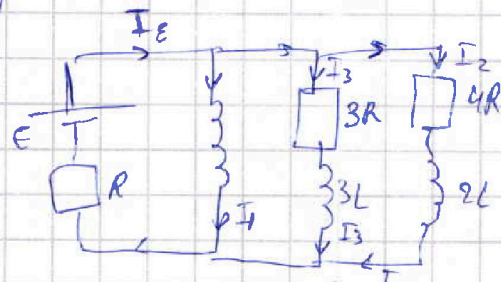
$\Rightarrow$ в момент $t=t$:

$$3 \Delta Q_3 R + 3L (I_3 - I_0) = I_L L$$

$$3 \Delta Q_3 R + 3L (-I_0) = L I_E$$

$$\Delta Q_3 = \frac{L \frac{E}{R} + 3L \frac{E \cdot 4}{R \cdot 19}}{3R} = \frac{LE}{3R^2} \cdot \frac{31}{19}$$

$t=t$:



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

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

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

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

$$(I_3 \cdot 3R = L \dot{I}_3 = 0 \Rightarrow I_3 = 0, I_0 \text{ — момент замыкания})$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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



84

Дано:

R, E, L , схема

Найти:

1) $I_{10} = ?$

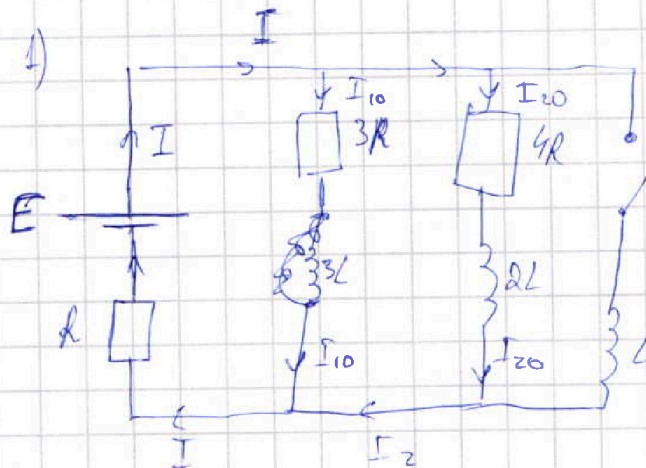
2) $I_L = ?$

3) $\Delta q_3 = ?$

Решение:

В установившемся режиме все токи
схем в схеме постоянны:

№ 1)



$$\begin{cases} I = I_{10} + I_{20} \\ E - RI = 3RI_{10} \\ E - RI = 4RI_{20} \end{cases} \Rightarrow$$

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

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

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

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

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

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

2) Как только ключ замкнут, токи не успеют
поменяться в схеме

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

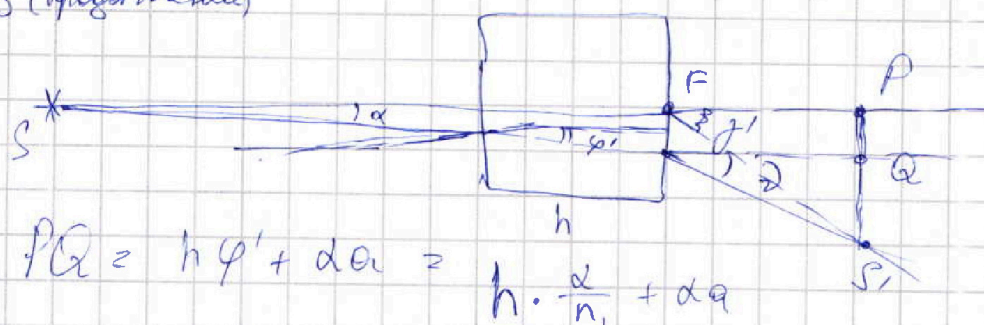
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



XS (приращение)



$$PQ = h \varphi' + \alpha a = h \cdot \frac{\alpha}{n_1} + \alpha a$$

$$QS' + PQ = \gamma' \cdot FP, \quad \angle FP = \angle QS'$$

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

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

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

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

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

$$\approx a + h + \frac{h}{2n_1 - 1} + \frac{a}{2n_1 - 1} = 90 + 14 + \frac{14}{1,1 - 1} + \frac{90}{2,2 - 1}$$

$$\approx 104 + \frac{14 + 99}{2 \cdot 1,21 - 1} = 104 + \frac{113}{1,42}$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

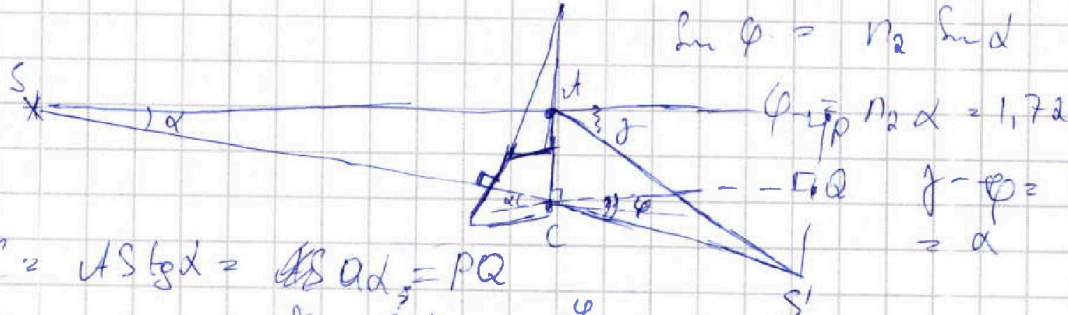
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



55 (продолжение)

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

$$\sin \varphi = n_2 \sin \alpha$$



$$AC = AS \tan \alpha = AS \sin \alpha = PQ$$

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

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

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

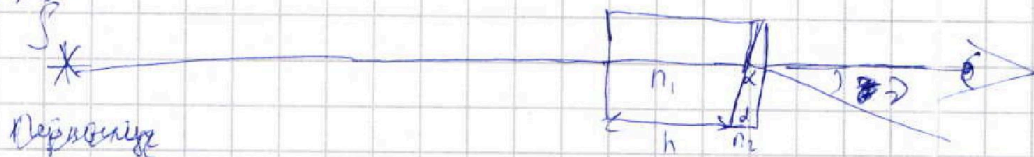
$$\Rightarrow AP = \frac{PS'}{\gamma} = \frac{AC + QS'}{\gamma} = \frac{QS'}{\varphi} \Rightarrow AP = \frac{QS'}{\varphi} = \frac{AC}{\frac{\varphi}{\gamma} - 1}, PS' = \frac{\gamma AC}{\varphi - \gamma}$$

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

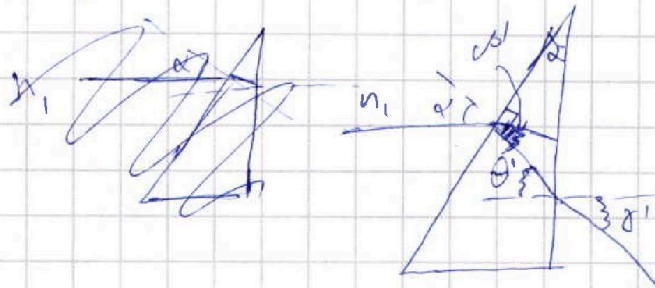
$$= \sqrt{\left(a + \frac{a d}{\gamma - \varphi} \right)^2 + \left(\frac{\gamma a d}{\gamma - \varphi} \right)^2} \approx a + \frac{a d}{\gamma - \varphi} = 2a = 180 \text{ cm}$$

3) Построим изображение аналогично (2)

Первый шаг:



Выводим



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

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

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

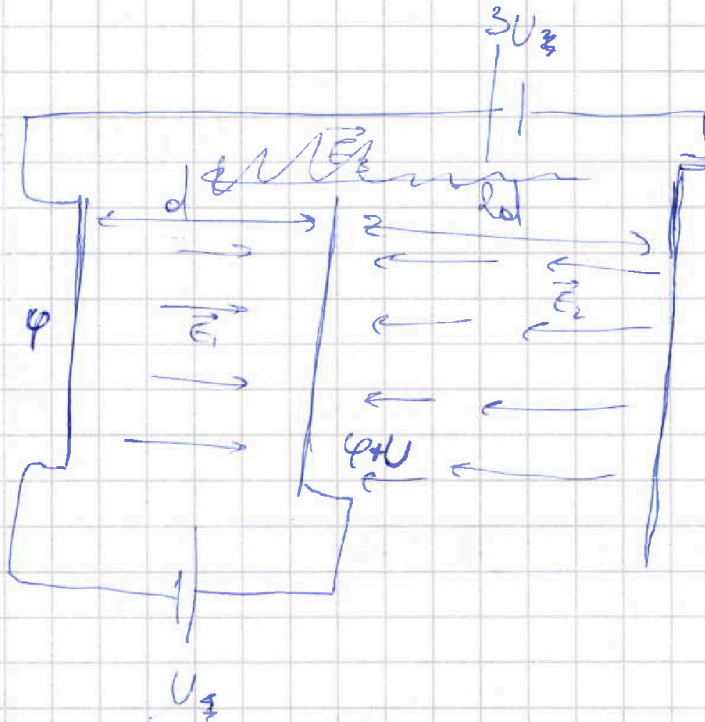
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



Черновик



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

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

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

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

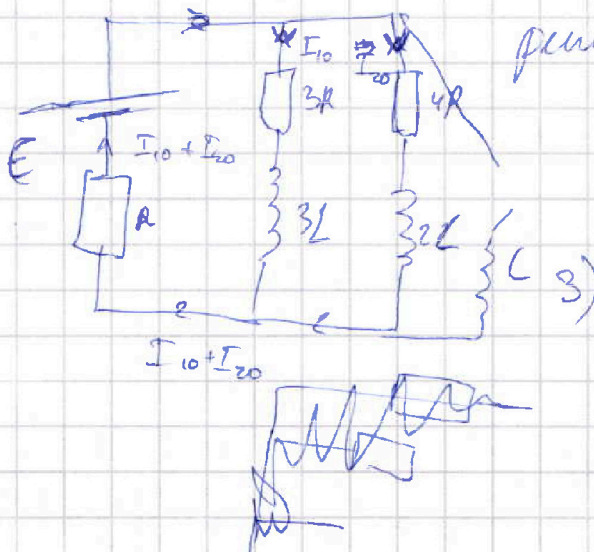
$$E_3 = \frac{-\varphi + 3U + \varphi}{3d} = \frac{U}{d}$$

$$ma = E_1 q$$

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

54

1)



плоский контур $\Rightarrow I = \text{const}$

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

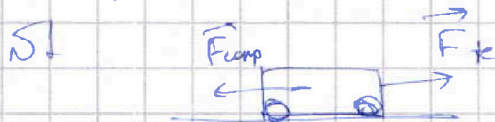
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



$$\vec{F}_{\text{сorp}} = -\alpha \vec{v}$$

$$dA = F_{\text{сorp}} dx$$

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

1) Попробую рассмотреть

$$2) F_0 - F_{\text{сorp}} = ma$$

$$F_0 = ma + F_{\text{сorp}}$$

$$3) E = \frac{1}{2}mv^2 - A_{\text{сorp}} + \frac{mv^2}{2} = \frac{mv^2}{2} \quad \left/ \frac{d}{dt} \right.$$

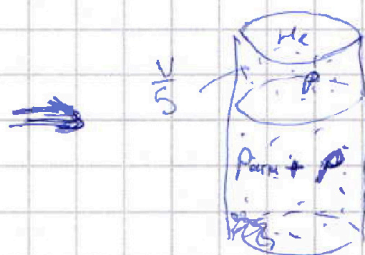
$$P - \frac{dA_{\text{сorp}}}{dt} + m \dot{v}v = 0$$

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

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

52

Q₀:



$$Q_2 = k p \Delta V = k$$

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

$$Q_2 = k \frac{p_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{4}$$

$$Q_1, RT_0 = p_0 \frac{V}{2}$$

$$Q_2, RT_0 = p_0 \frac{V}{2} \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{4} \right) \frac{V}{4} \quad \text{---}$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{V/2}{V/4} = 2$$

Рассе:

$$Q_2 (Q_2 + Q_1) RT = p \frac{V}{4} \left(\frac{4V}{5} - \frac{V}{4} \right)$$

$$Q_1, RT = (p + p_{\text{атм}}) \frac{V}{5}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

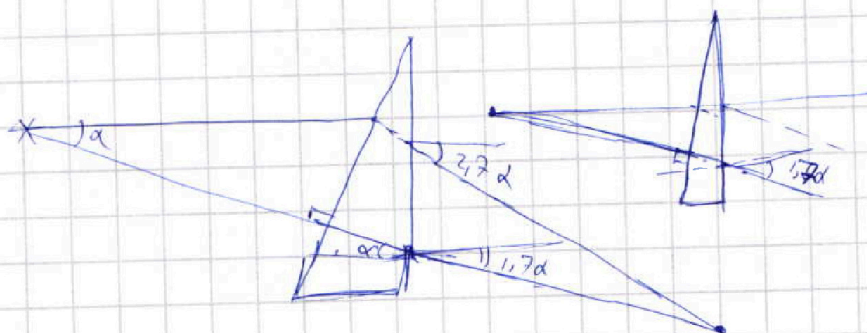
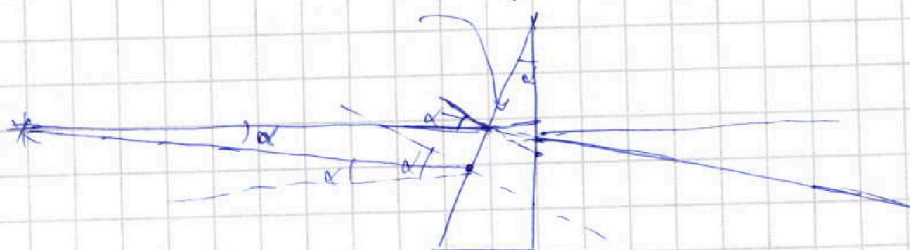
МФТИ

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.

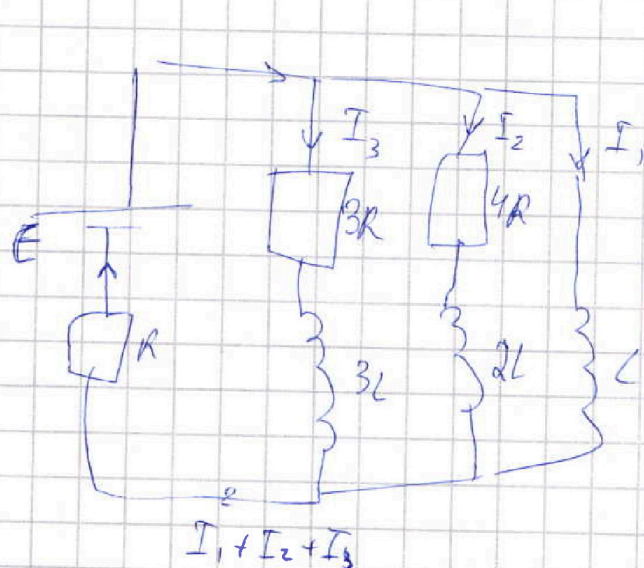
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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



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

$$\begin{array}{r}
 5180 \\
 - 48 \\
 \hline
 5132 \\
 - 38 \\
 \hline
 5094 \\
 - 48 \\
 \hline
 5046 \\
 - 39 \\
 \hline
 5007 \\
 - 30 \\
 \hline
 4977
 \end{array}$$

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

$$L \dot{I}_1 - 3L \dot{I}_3 = 4R I_2 + 2L \dot{I}_2 = 3R I_3 + 3L \dot{I}_3$$

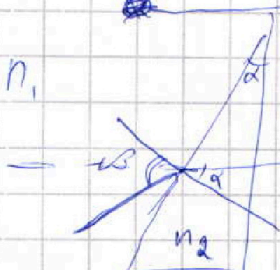
$$\frac{L \dot{I}_1 - 3L \dot{I}_3}{3R} = I_3 + \dot{I}_3$$

← 3 параметр t

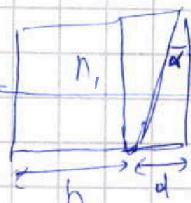
ДС

S d < h

$$n_2 \geq n_1$$



$$\begin{aligned}
 n_1 \sin \alpha &= n_2 \sin \beta \\
 \sin \beta &= \frac{n_1}{n_2} \sin \alpha \\
 \beta &= \frac{n_1}{n_2} \alpha
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 \alpha &\approx 0, \beta \approx \\
 \sin \alpha &\approx 0, \sin \beta \approx \\
 \beta &\approx \alpha
 \end{aligned}$$

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!

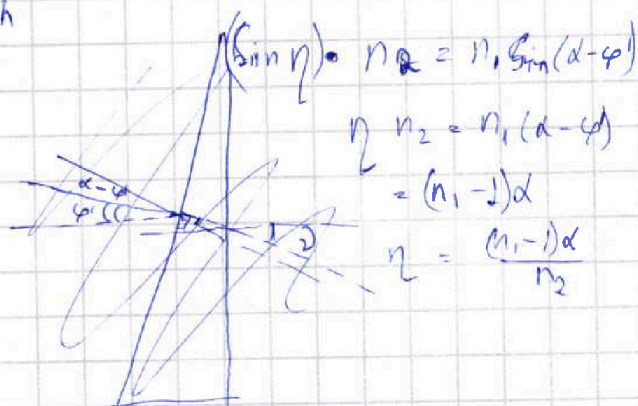
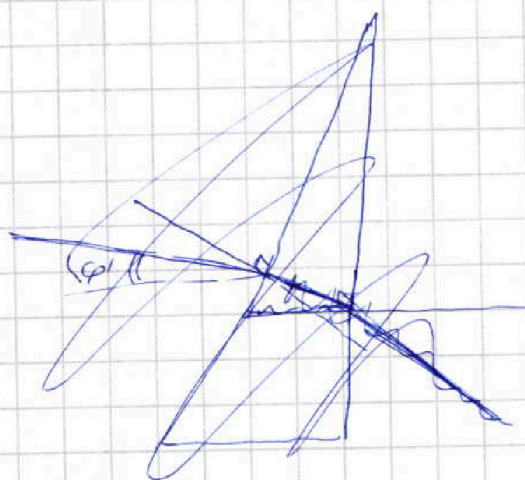
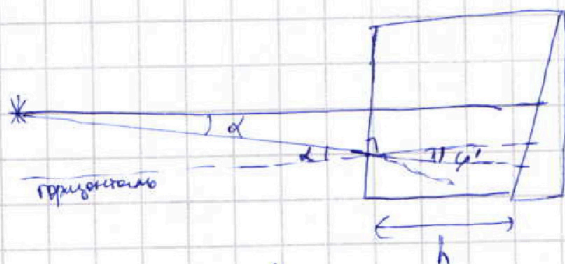


В5 (продолжение)
Второй шаг:

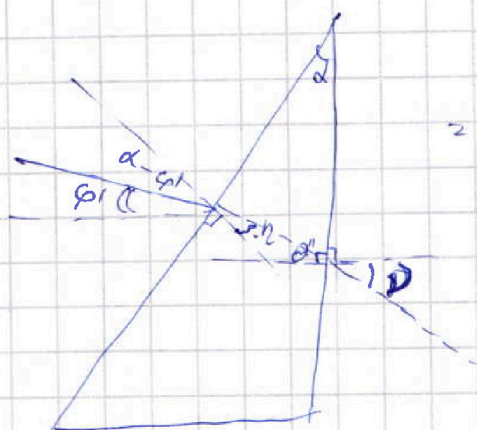
Отклоним его по гор-ли над:

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

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



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



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

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

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