



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

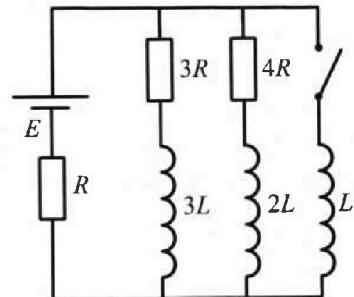


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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

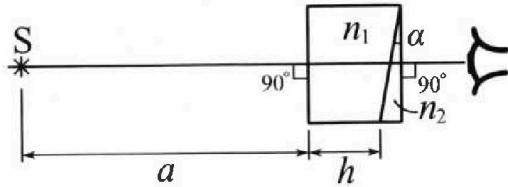
- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с 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

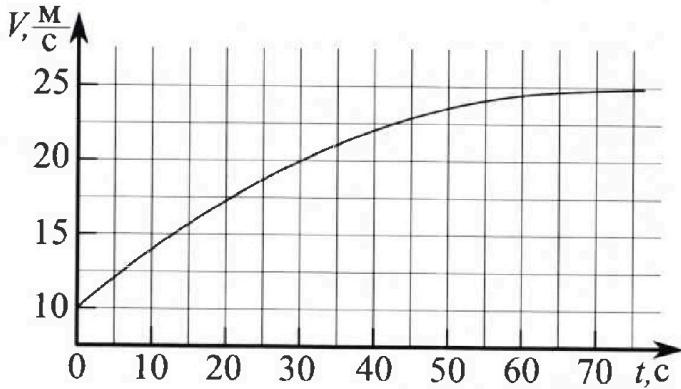


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 ч исленного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.



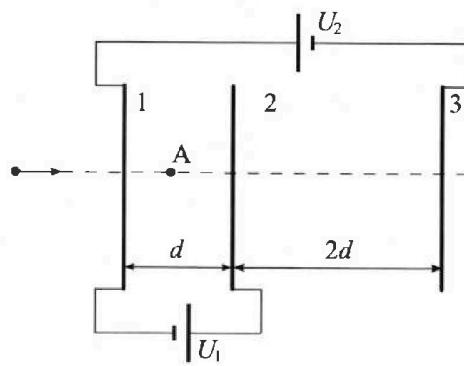
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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: $\Delta v = k_{\text{Генри}} w$. 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 $RT \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R – универсальная газовая постоянная. Давление водяных паров при комнатной температуре и изменение 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 А 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 |
| <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!

51 (Продолжение 2)

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

$$\begin{aligned} P_0 &= \alpha \{v^2(0) + m\ddot{a}(0)v(0)\} = (24 \cdot 10^2 + 1,5 \cdot 10^3 \cdot \frac{5}{12} \cdot 10) B_F = \\ &= 10^2 \cdot \left(24 + \frac{3}{2} \cdot \frac{55}{12} - 100 \right) B_F = 10^2 \cdot \left(24 + \frac{125}{2} \right) B_F = \\ &= (2400 + 6250) B_F = 8650 B_F \end{aligned}$$

Ответ: 1) $\frac{5}{12} \frac{m}{s^2}$ 2) 865 и 3) 8650 B_F

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

№2 (продолжение)



По усл-ию: $\vec{F}_{comp} = -\alpha \vec{v}$,
в приведенный момент времени t : $\alpha = \text{const}$

По т. о движк. у. мож:

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

$$\vec{F}_T - \vec{F}_{comp} = m\vec{a}$$

$$\text{При } t=0: F_0 - \alpha v(0) = m a(0)$$

$$F_0 = \alpha v(0) + m a(0)$$

При $t=2 = 75\text{c}$ - начало работы, $F_T(2) = F_k = 600\text{Н}$:

$$F_k - \alpha v(2) = m a(2) = 0$$

$$F_k = \alpha v(2) \Rightarrow \alpha = \frac{F_k}{v(2)} = \frac{600}{75} \frac{\text{Н}\cdot\text{с}}{\text{м}} =$$

$$= 24 \frac{\text{Н}\cdot\text{с}}{\text{м}}$$

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

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

$$= \frac{5190}{6} \text{Н} = \frac{2595}{3} \text{Н} = 865 \text{Н}$$

В приведенный момент времени t :

$$\text{№ 3 СЭ: } \theta_{02}, \frac{m v^2}{2} + A_{comp} + A_{gs} = \frac{m v_0^2}{2}, \text{ где}$$

A_{comp} - продольная сила сопротивления, A_{gs} - продольное сопротивление

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

$$m v v + \frac{d A_{comp}}{dt} + \frac{d A_{gs}}{dt} = 0,$$

$$\frac{d A_{comp}}{dt} = F_{comp} \frac{dx}{dt} = -\alpha v \cdot v = -\alpha v^2, \frac{d A_{gs}}{dt} = P$$

$$m v v + \alpha v^2 + P = 0, P - мощность сопротивления, подаваемая на об. колеса$$



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!

51

Дано:

$$m = 1,5 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

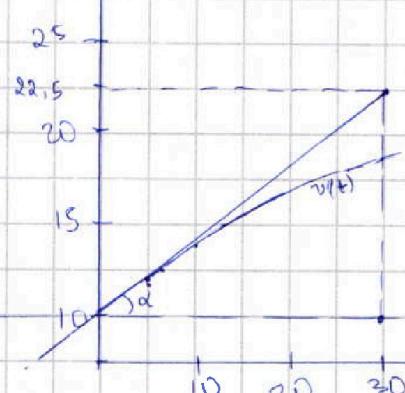
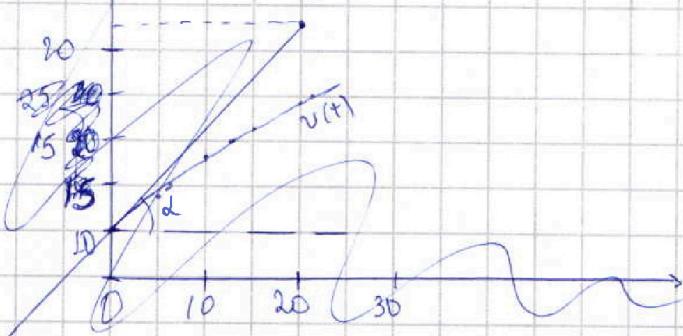
$$F_k = 60 \text{ Н}$$

$$v(t)$$

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

$$2) F_0 = ?$$

$$3) P_0 = ?$$



Решение:

Рассмотрим уравнение $a(t) = \frac{dv(t)}{dt}, t \geq 0$

1) Т.к. $a = \frac{dv}{dt} \geq 0$, то $a(0)$ - точка с

угла наклона к гр-ку $v(t)$ в т.0,

Пусть a - ускорение автомобилей

Рассмотрим угол наклона к гр-ку $v(t)$

в т.0:

$$\begin{aligned} a(0) &= \lim_{t \rightarrow 0} \frac{dv}{dt} = \frac{22,5 - 10}{30} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \\ &= \frac{12,5}{30} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{25}{30} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \\ &= \frac{5}{12} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \end{aligned}$$

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

$\Rightarrow t, \text{с}$

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!

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

$$58 \frac{\gamma}{18} = \frac{5}{9} kRT + 2 \Rightarrow \gamma = \frac{18}{35} \left(\frac{5}{9} kRT + 2 \right) =$$

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

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

$$\text{Ответ: 1) 2) } \frac{51}{35}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

№2

Дано:

$$P_0 = \frac{P_{\text{арм}}}{2} = \frac{10^5}{2} P_0$$

$$T = 373 \text{ K},$$

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

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

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

$$1) \frac{D_1}{D_2} = ?$$

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

1) До напрэса:



Решение:

В чындоствы рабочаюю:

$$\Delta V = k P_0 V_m = k \frac{P_{\text{арм}}}{2} \cdot \frac{V}{4}$$

$$\begin{cases} \Delta V, RT_0 = P_0 \frac{V}{2} \\ \Delta V = P_0 \frac{V}{4} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{D_1}{D_2} = \frac{\sqrt[4]{2}}{\sqrt[4]{9}} = \sqrt[4]{2}$$

$$D_1 = \sqrt[4]{2} D_2, D_2 = \frac{P_0 V}{4 RT_0}$$

2) После напрэса: давление P_H
пастынч. породы при $T = 373 \text{ K}$: $P_H = P_{\text{арм}}$



Рассмотрим давление P_1 паскаль пастынч. породы

тогда, Т-Р. пастынч. в пакле, т.е.

система в равновесии, то $P_1 = P_2 + P_H$

$$P_1 = P_2 + P_{\text{арм}}$$

$$\begin{cases} \Delta V, RT = (P_2 + P_{\text{арм}}) \frac{V}{5} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (\Delta V + \Delta V) RT = P_2 \left(\frac{4V}{5} - \frac{V}{4} \right) = P_2 \cdot \frac{9V}{20} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{P_0 V}{2 RT_0} \cdot RT = (P_2 + P_{\text{арм}}) \frac{V}{5} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \left(\frac{P_0 V}{9 RT_0} + k \frac{P_0 V}{4} \right) RT = P_2 \cdot \frac{9V}{20} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{3P_0 RT}{2 T_0} = P_2 + P_{\text{арм}} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{P_0 T}{4 T_0} + k \frac{P_0 RT}{4} = \\ = \frac{9}{20} P_2 \end{cases}$$

т.к. $P_{\text{арм}} = 0$, т.к.

$$\frac{5P_0}{2} \cdot \frac{20}{9} = \frac{20}{9} \left(\frac{P_0}{4} g + k \frac{P_0 RT}{4} \right) + P_2^2$$

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

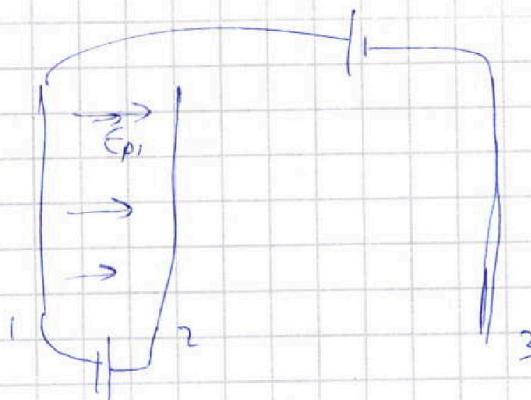
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

S3 (Продолжение)

Однородные массы получат. движущ. равн

$$E_{p1} \text{ и } E_{p2} \text{ соотв-но} \Rightarrow E_{p1} \cdot d = U$$

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



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

$$q, m \quad \vec{F} = q \vec{E}_{p1}$$

$$\vec{F} = ma \Rightarrow$$

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

$$2) \text{ По ЗСД: } K_1 + W = K_2 + W - \frac{1}{2} A_{\text{сист}} m,$$

$$K_2 - K_1 = A_{\text{сист}} = Fd = \frac{Ug d}{d} = U_g \quad \begin{matrix} W - \text{энергия} \\ \text{пере} \end{matrix}$$

$$3) \text{ По ЗСД: } K_1 + W = K_A + W - A_{\text{сист}}$$

$$\Rightarrow m \frac{v_0^2}{2} + \frac{m v_A^2}{2} - \frac{Fd}{4}$$

$$\Rightarrow V_A = v_0^2 + \frac{Fd}{2m} = v_0^2 + \frac{Ug}{2m}$$

$$V_A = \sqrt{v_0^2 + \frac{Ug}{2m}}$$

$$(Ответ) 1) \frac{Ug}{md} \quad 2) U_g \quad 3) \sqrt{v_0^2 + \frac{Ug}{2mm}}$$

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:

$$U_1 = U$$

$$U_2 = 3U_1$$

d, d₁, m, q,

$$U_0$$

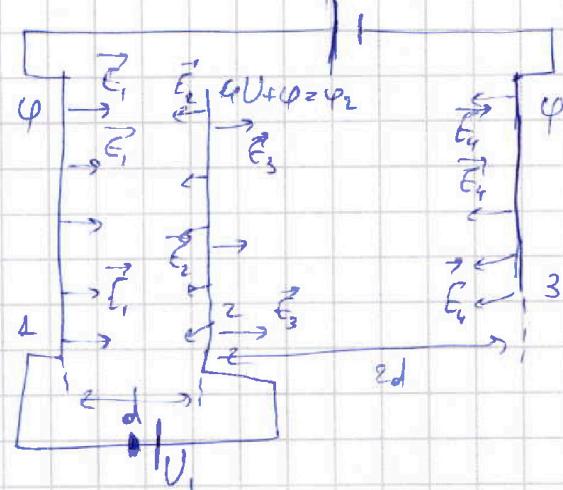
1) $a = ?$

2) $R_1 - R_2 = ?$

3) $U_A = ?$

Решение:

Реш



1) Решаем ~~показания~~ ~~сток~~ $\gg d, d_1 \Rightarrow$

\Rightarrow параллельное соединение может быть синхронным

тогда пусть синхронный

Правые стороны уравнений (1) и (2) совпадают

$E_1 + E_3$ соответственно ~~их разность~~ ~~сток~~ \Rightarrow

Левые стороны уравнений (2) и (3) совпадают

$E_2 + E_4$ соответственно

Левые ~~и~~ потенциалы точки (3) $= \varphi \Rightarrow$

$$\Rightarrow \varphi_1 = \varphi + 3U_1, \quad \varphi_2 = \varphi_1 + U_1 = \varphi + 4U_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (E_4 - E_3) - (E_1 + 2d_1) = \Delta\varphi = 4U_1,$$

$E_1 - \Rightarrow$ Понятно 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

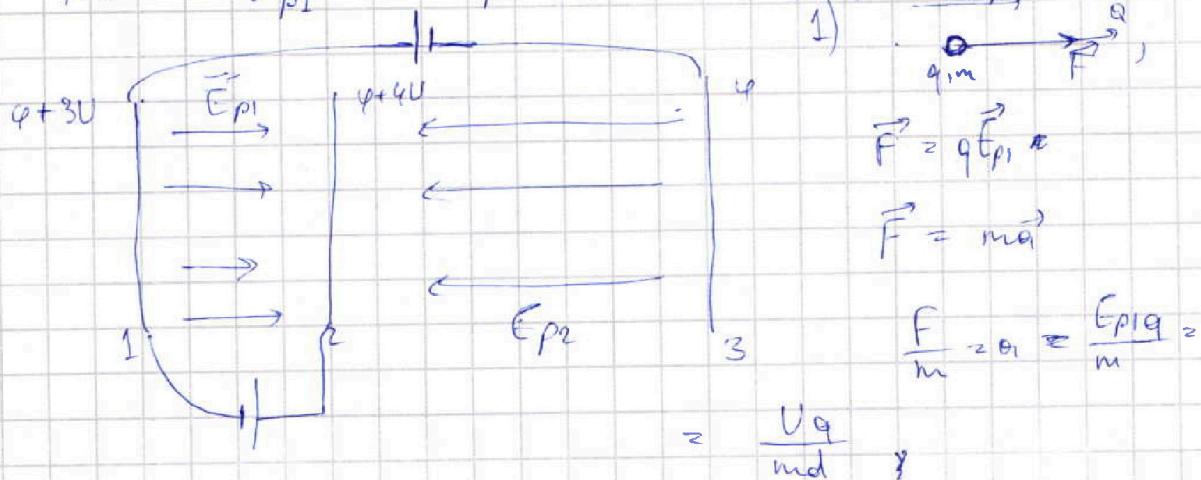
МФТИ

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

№ 43 (Продолжение) (Служебно не таинственное)

однородные пусть регулирующие напряжения

таким E_{p1} и E_{p2} соотношено $\frac{E_{p1}d}{E_p} = \frac{U}{d}$



2) № 3 С 9: $K_1 + W_f = K_2 + W_g + A_{\text{дин}}$, W -энергия

$K_2 - K_1 = W_g - W_f + A = A_{\text{дин}} F =$

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

3) Известно № 3 С 2: $K_1 + W = K_A + W - A_{\text{дин}}$,

K_A - кин. энергия в т. А

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_A^2}{2} - F \cdot \frac{d}{4} \Rightarrow \\ \Rightarrow v_A^2 = v_0^2 + \frac{F d}{2 m} = v_0^2 + \frac{E_{p1} \cdot q d}{2 m} =$$

$$= v_0^2 + \frac{U q}{2 m}$$

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

$$\text{Ответ: 1)} \frac{U q}{m d} \quad 2) U q \quad 3) \sqrt{v_0^2 + \frac{U q}{2 m}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

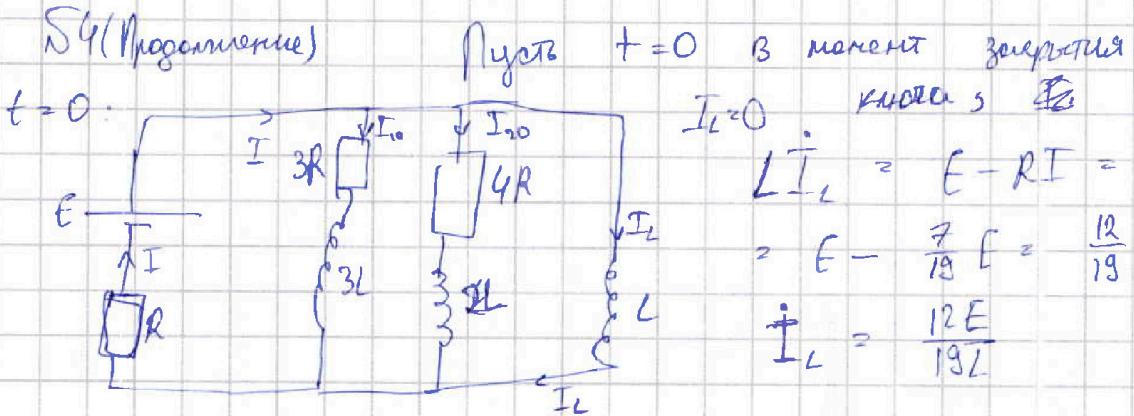
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

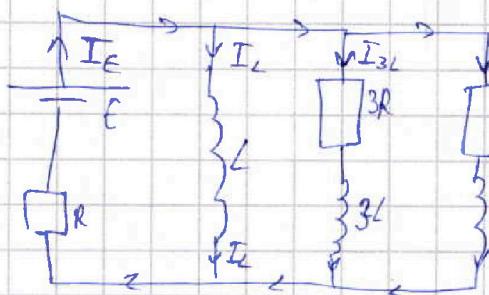
МФТИ

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



3) Путь $t=t$ (последовательное со временем $t=0$ — момент
наступления установившегося режима):

$t=t$:



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

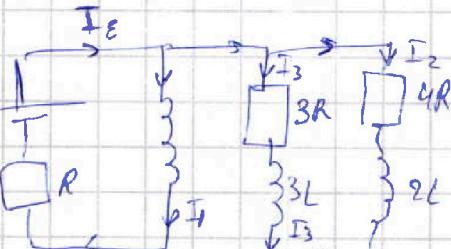
$$\int (I_{3L}R + 3L \dot{I}_{3L}) dt = \int I_L L dt$$

$$3Q_3R + 3L \Delta I_{3L} = I_L^2 L \Rightarrow$$

⇒ В момент $t=0$:

$$3Q_3R + 3L(I_3 - I_0) = I_L^2 R$$

$t=\infty$:



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

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

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

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

$$(I_3 \cdot 3R = L \dot{I}_1 = 0 \Rightarrow I_3 = 0, I_0 \text{ определено})$$

$$3Q_3R + 3L(-I_{00}) = L \frac{I_E}{R}$$

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

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!

54

Дано:

R, E, L , схема

Решение:

В упрощенном решим все токи

Найти:

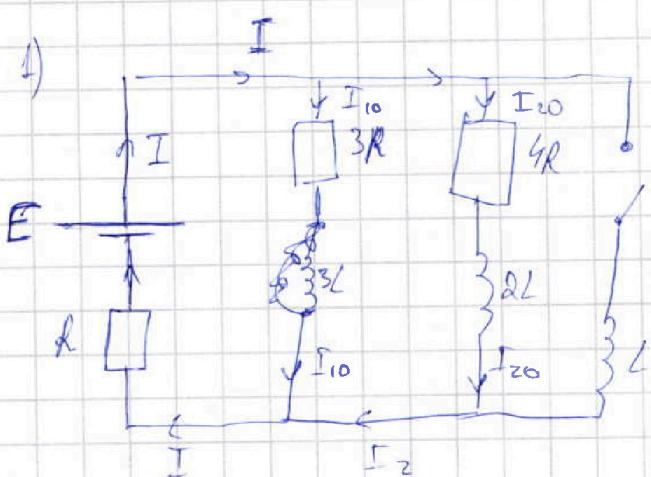
$$1) I_{10} = ?$$

сост в схеме погодиты:

$$2) I_L = ?$$

№ 1)

$$3) \Delta q_3 = ?$$



$$\left\{ I = I_{10} + I_{20} \right.$$

$$\left. \begin{array}{l} E - RI = 3R I_{10} \\ E - RI = 4R I_{20} \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} 3R I_{10} &= 4R I_{20} \\ I_{20} &= \frac{3}{4} I_{10} \Rightarrow \\ I &= I_{10} + I_{20} = \frac{7}{4} I_{10} \end{aligned}$$

$$E - RI = 3R I_{10}$$

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

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

2) know that now more than one loop, then we consider
moments in the scheme

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

№ 5

Дано:

$$n_1, n_2, \alpha = 0,9 \text{ м} \quad 1)$$

$$\lambda = 0,1 \text{ м}, h = 0,1 \text{ м}$$

$$d \ll h$$

1) $n_1 = 1, n_2 = 1,7$

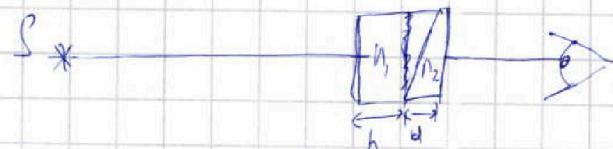
$$\gamma = ?$$

2) $n_1 = 1, n_2 = 1,7$

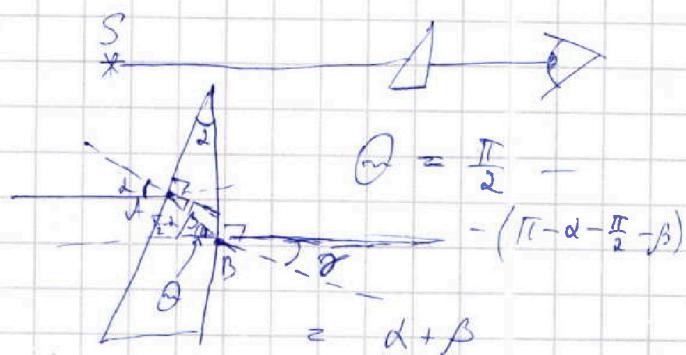
$$\beta = ?$$

3) $\delta_2 = ?, n_1 = 1,4,$
 $n_2 = 1,7$

Решение:



$n_1 = n_B \Rightarrow$ можем убрать эту
линику



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

$$\Rightarrow \tan \beta = \frac{n_1}{n_2} \alpha = \frac{1}{1.7} \alpha$$

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

$$\Rightarrow (\alpha + \beta) n_2 = \gamma = 2.7 \alpha = 0.27$$

2) Для построения изобр. построим еще один
изобр из S, соответствующий под углом d к горизонту
пересечением этих избр. и будет изобр-ие $S^2 - S'$

П.к. $d \ll h, \alpha$, то перенесем угол β (1) можно
пренебреть (отрезком AB)

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

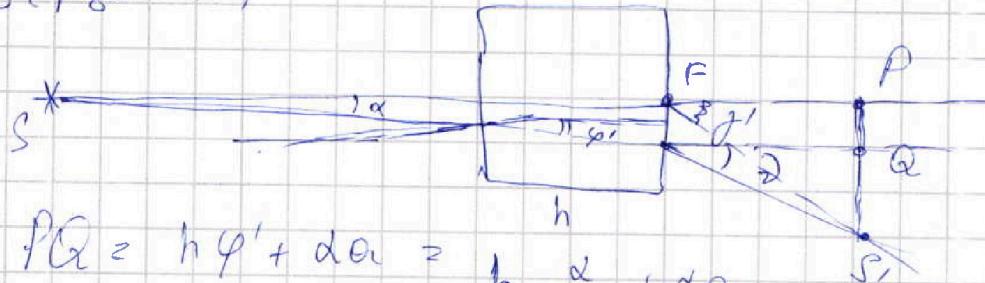


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <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 (продолжение)



$$PQ = h \varphi' + \alpha_1 = h \cdot \frac{\alpha}{n_1} + \alpha_1$$

$$QS' + PQ = g' \delta FP \quad \text{и} \quad \delta FP = Q S'$$

$$QS' + PQ = \frac{g'}{\delta} Q S' \Rightarrow \left(\frac{g'}{\delta} - 1 \right) Q S' = PQ$$

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

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

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

$$\Rightarrow \sqrt{\left(\alpha + h + \frac{h \frac{\alpha}{n_1} + \alpha_1}{\alpha(2n_1 - 1)} \right)^2 + \left(\frac{(h \frac{\alpha}{n_1} + \alpha_1) \cdot (n_1 + n_2) \alpha}{\alpha(2n_1 - 1)} \right)^2}$$

$$\approx \alpha + h + \frac{h \frac{\alpha}{n_1} + \alpha_1}{\alpha(2n_1 - 1)} = 90 + 14 + \frac{\frac{14}{1,1} + 90}{2,2 - 1} =$$

$$\approx 104 + \frac{14 + 90}{2 + 1,21 - 1} = 104 + \frac{104}{1,42}$$

$$\text{Ответ: 1) } 0,27 \quad 2) \approx 160 \text{ см} \quad 3) \approx 104 + \frac{104}{1,42} \text{ см}$$

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

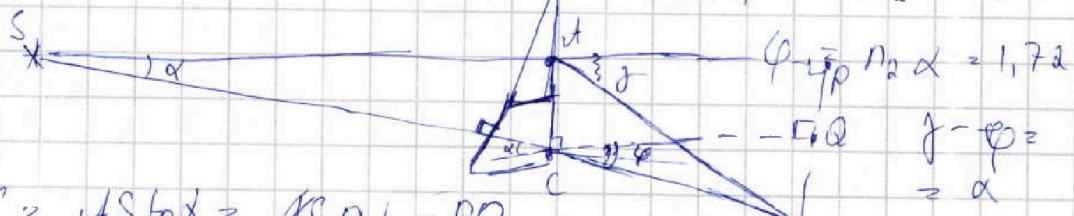
МФТИ

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

№ 5 (продолжение)

$$\alpha, \beta, \varphi \rightarrow 0 \Rightarrow \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = d = n_2 \alpha, \frac{\sin \varphi}{\sin \beta} = \frac{n_2 \varphi}{\beta} = \frac{1.72}{0.89} = 1.92$$

$$\lim \varphi = n_2 \lim \alpha$$



$$AC = \sqrt{S^2 \tan^2 \alpha} = \sqrt{S^2 \alpha^2} = PQ$$

$$\text{При } \beta \approx \varphi \Rightarrow \tan \beta \approx \frac{PS'}{AP}, \tan \varphi \approx \frac{PQ}{AP} \Rightarrow$$

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

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

$$\Rightarrow AP = \frac{PS'}{\beta} \approx AP = \frac{QS'}{\varphi} = \frac{AC}{\beta - \varphi}, PS' = \frac{\beta - \varphi}{\beta - \varphi}$$

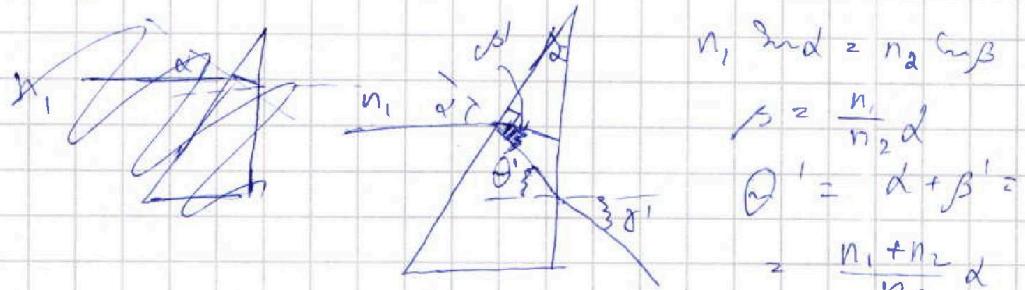
$$SS' = \sqrt{(a + AP)^2 + PS'^2} \approx \sqrt{\left(a + \frac{\alpha d}{\beta - \varphi}\right)^2 + \left(\frac{\beta - \varphi}{\beta - \varphi}\right)^2} \approx a + \frac{\alpha d}{\beta - \varphi} = 20 \approx 180 \text{ cm}$$

3) Построил изображение аналогично (2)

Первый раз:



Второй раз



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

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

$$\Theta' = \alpha + \beta' = \frac{n_1 + n_2}{n_2} \alpha$$

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

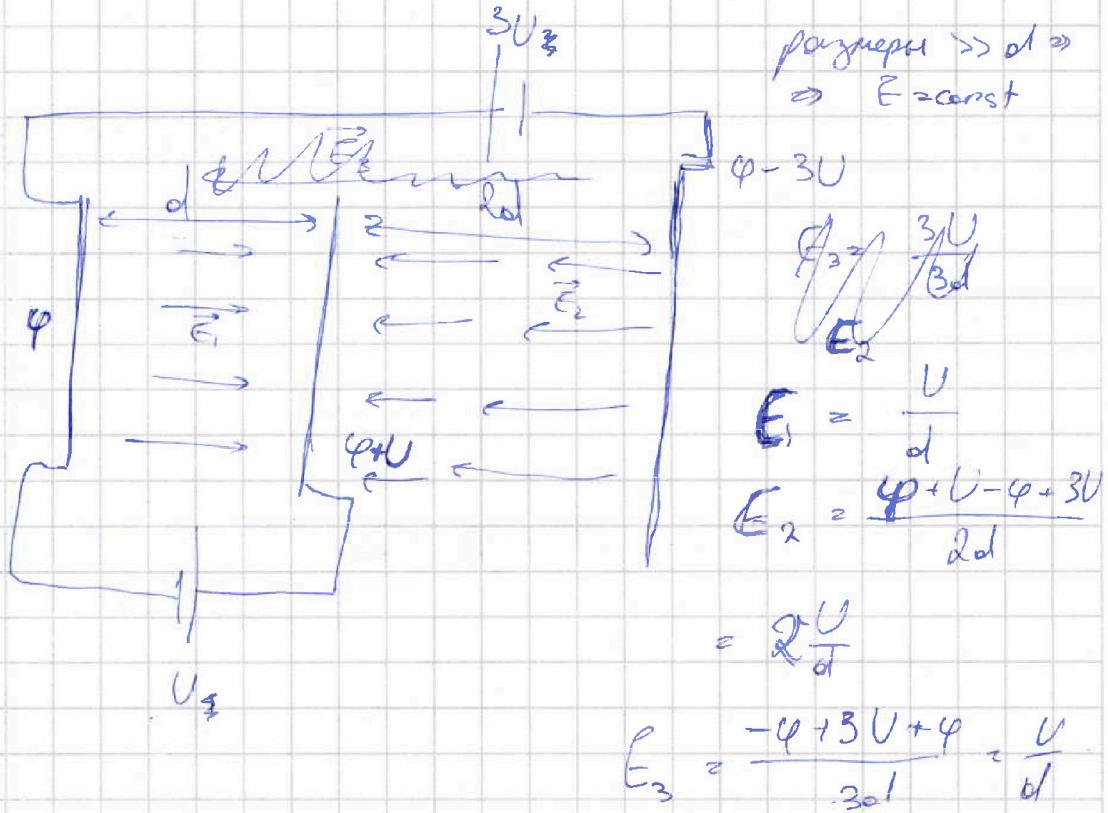
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

Черновик

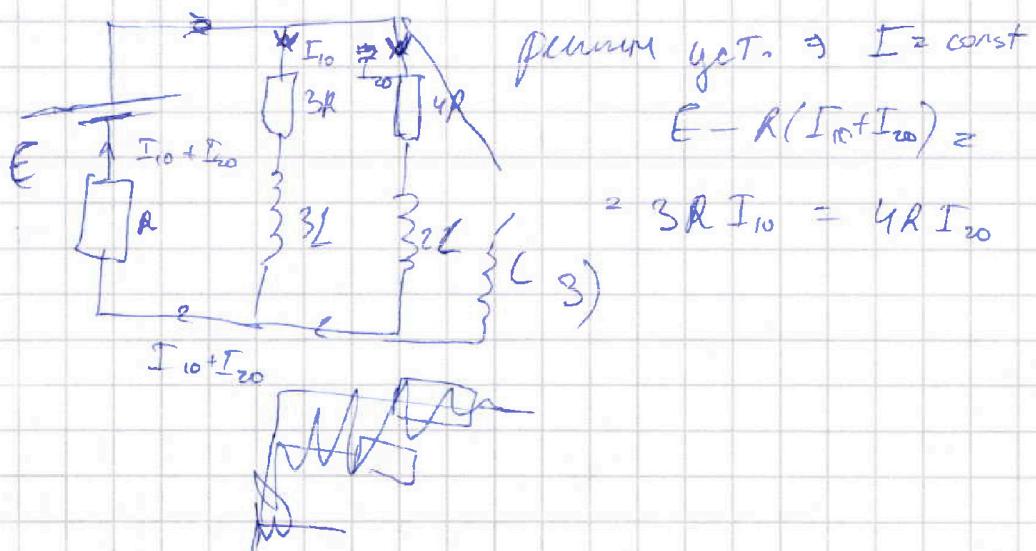


$$ma = E_1 q$$

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

54

1)



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

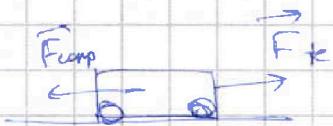
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> |

МФТИ.

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

Черновик

5)



$$\vec{F}_{\text{cAMP}} = -k \vec{v}$$

$$\frac{dA}{dt} = \vec{F}_{\text{cAMP}} \cdot d\vec{x}$$

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

1) Рассчитайте расстояние

$$d) F_0 - F_{\text{cAMP}} = ma$$

$$F_0 = ma + F_{\text{cAMP}}$$

2)

$$E = \cancel{P_0 t} - \cancel{F_{\text{cAMP}} t} + \frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} / \cancel{\frac{dt}{dt}}$$

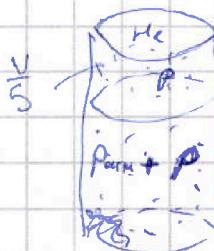
$$P - \frac{dU_{\text{cAMP}}}{dt} + miv = 0$$

$$P - kx \cancel{v^2} - kxv^2 + ma \cdot v = 0$$

$$P = dv^2 - ma \cdot v$$

52

Q:



$$3) P_0 W = k$$

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

$$W = k \frac{P_{\text{initial}}}{2} \cdot \frac{V}{4}$$

$$3) RT_0 = P_0 \cancel{K}$$

$$3) RT_0 = P_0 \cancel{K} \cdot \left(\cancel{\frac{V}{2}} - \frac{V}{4} \right) \quad \textcircled{2}$$

$$\frac{3}{2} = \frac{V/2}{V/4} = 2$$

$$3) (P_0 + P_{\text{ext}}) RT = P_0 \cancel{K} \left(\frac{4V}{5} - \frac{V}{4} \right)$$

$$3) RT = (P_0 + P_{\text{ext}}) \frac{V}{5}$$

Answer:

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



- 1 2 3 4 5 6 7

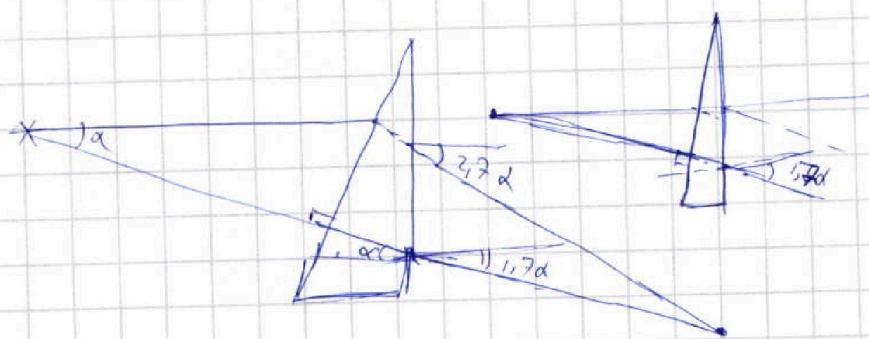
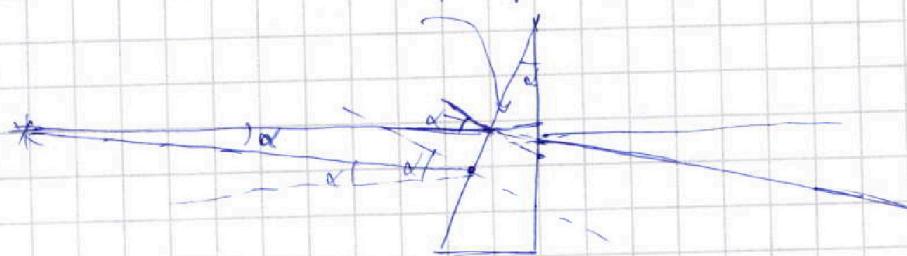
МФТИ

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

Черновик

2)

изображение





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

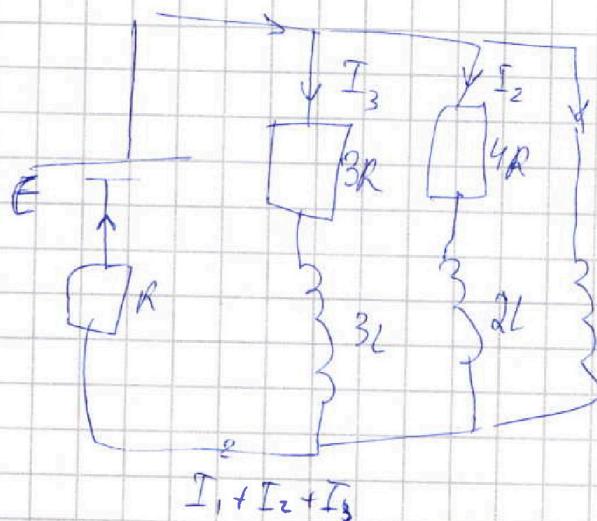
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 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



$$\begin{aligned}
 & 240 \cdot 12 = \\
 & = 12^2 \cdot 20 = 2880 \\
 & 2880 + 7500 = \\
 & = 9500 + 880 = \\
 & = 10380 \\
 & \cancel{5190} \quad \cancel{P6} \\
 & \underline{48} \quad \underline{\cancel{B125}} \\
 & \underline{51} \\
 & - \underline{48} \\
 & \underline{30} \\
 & \underline{(3)} \\
 & \underline{6} \\
 & \underline{6} \\
 & \underline{30} \\
 & \underline{30} \\
 & \underline{0}
 \end{aligned}$$

$$\int L \dot{I}_1 = \int (4I_2 R + 2L \dot{I}_2) = \int 5R I_3 + 3L \dot{I}_3 = E - (I_1 + I_2 + I_3)R$$

$$L_1 + L_2 = 4R_0 q_2 + 2L_0 F_2 = 3R_0 q_3 +$$

$$\frac{LI_1 - 3L\Delta I_3}{3R} = \frac{\beta \Delta q_3}{3}$$

56

5

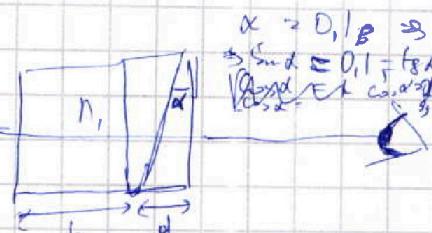
deck h

Pewin

$$n_{\text{hyp}} = \sin \alpha n_x$$

$$\sin \beta = \frac{n_2}{n} \sin \alpha$$

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

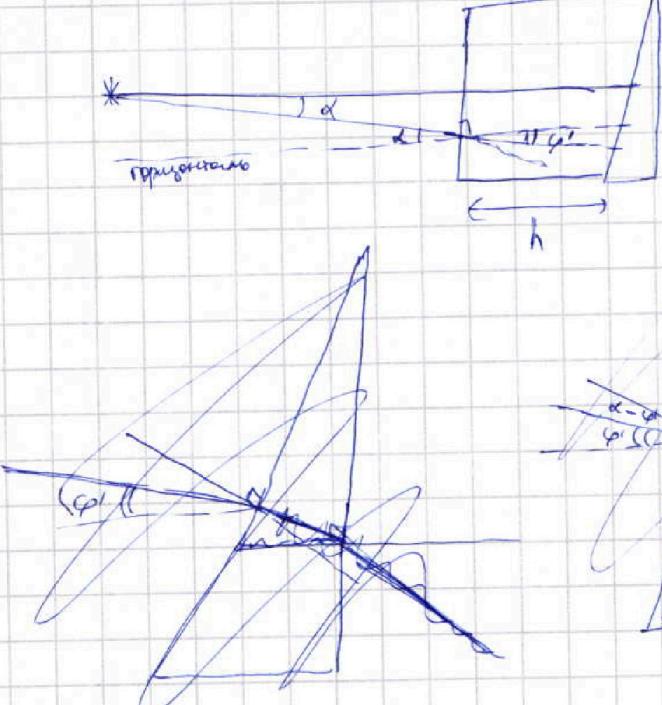
№ 5 (продолжение)

Второй член:

Отклонение света при пологом падении:

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

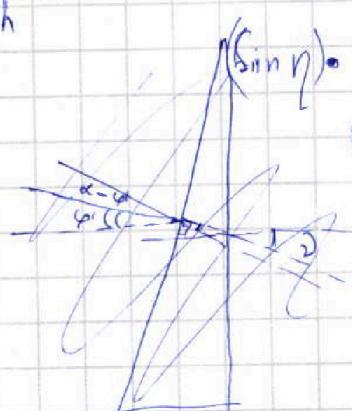
$$\varphi' = \frac{\alpha}{n_1}$$



$$(\sin \eta) \cdot n_2 = n_1 \sin (\alpha - \varphi')$$

$$\eta \cdot n_2 = n_1 (\alpha - \varphi') \\ = (n_1 - 1) \alpha$$

$$\eta = \frac{(n_1 - 1) \alpha}{n_2}$$



$$\vartheta'' = \frac{\pi}{2} - \left(\frac{\pi}{2} \pi - \alpha - \left(\frac{\pi}{2} - \eta \right) \right) \\ = -\eta + \alpha = \alpha \left(1 - \frac{(n_1 - 1)}{n_2} \right) =$$

$$= \alpha \cdot \frac{n_2 - n_1 + 1}{n_2}$$

$$\sin \vartheta'' \cdot n_2 = \sin \vartheta$$

$$\vartheta = \vartheta'' \cdot n_2 = \alpha \left(n_2 - n_1 + 1 \right)$$

