



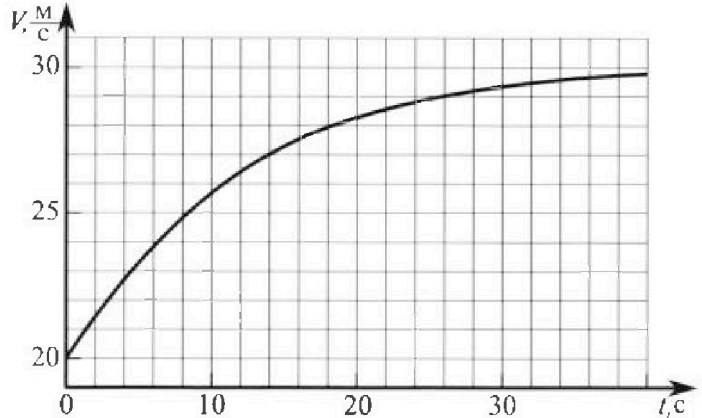
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-04

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



1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 240$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна $F_k = 200$ Н.



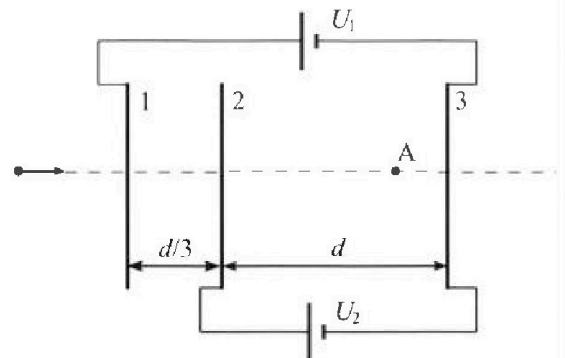
- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- 2) Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
- 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона? Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $3V/8$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/8$.

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 $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$ 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 начальное давление в сосуде P_0 . Ответ выразить через $P_{\text{атм}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $d/3$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = 5U$ и $U_2 = U$. 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.

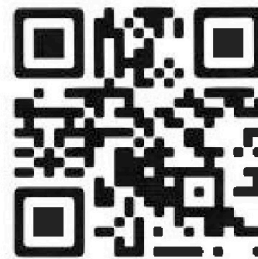


- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.
- 2) Найти разность $K_3 - K_2$, где K_2 и K_3 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $3d/4$ от сетки 2.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-04

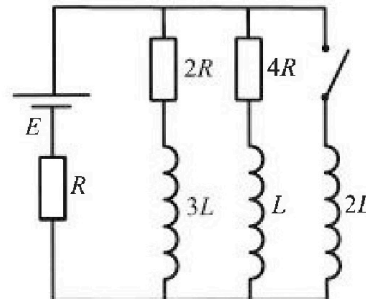
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



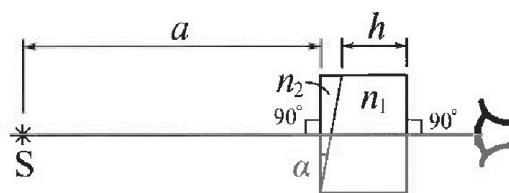
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $4R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $2L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд про течет через резистор с сопротивлением $4R$ 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 $a = 100$ 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.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

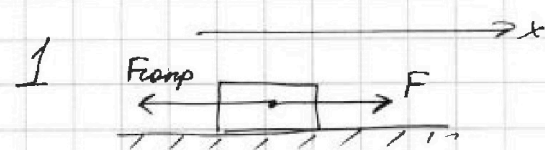
Отметьте крестиком номер задачи,

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!

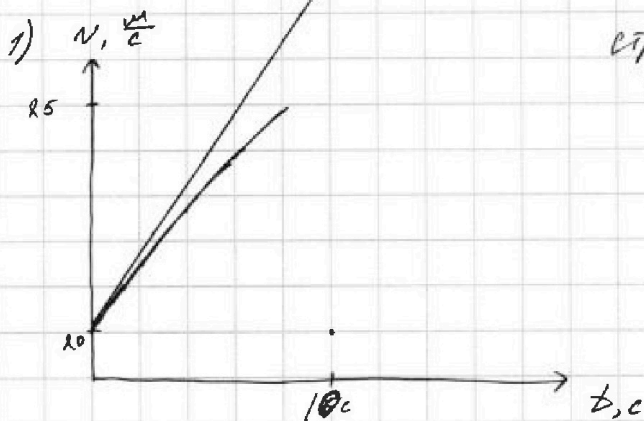


мощность, передаваемая на ведущее колесо, равна мощности сил F , действующей на всё тело.

$$\vec{a}_m = \vec{F} + \vec{F}_{ср} \quad \text{в любой момент времени}$$

$$x: a_{xm} = F - F_{ср}$$

$$N = const = F \cdot \frac{ds}{dt} = F \cdot v$$



строим по точкам график (приблизительно) находим $\operatorname{tg} \alpha$ в $T(0; 20 \frac{m}{c})$ это производная v по t и есть ускорение в касале

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{(28 - 20) \frac{m}{c}}{10 c} = 0,8 \frac{m}{c^2}$$

$$a(0) = 0,8 \frac{m}{c^2}$$

2) Заметим, что при $v_1 = v(t) = 30 \frac{m}{c}$ ускорение практически нет и функция принимает вид прямой на большом t . Тогда $a_1 = 0 = a(t_{\infty})$

$$0 \cdot m = F_1 - F_k \quad F_1 = F_k = 200 \text{ Н}$$

$$N = F_1 \cdot v_1 = 200 \text{ Н} \cdot 30 \frac{m}{c} = 6000 \text{ Вт} = const.$$

$$\text{при } v_0 \neq v(0) = 20 \frac{m}{c} \quad N = F_0 \cdot v_0 \quad F_0 = \frac{N}{v_0} = \frac{6000 \text{ Вт}}{20 \frac{m}{c}} =$$

$$F_0 = 300 \text{ Н}$$

3) Сила сопротивления как-то зависит от скорости, но мы знаем $a(0) = a_0$ $F(0) = F_0$

$$a_0 m = F_0 - F_{k0} \quad F_{k0} = F_0 - a_0 m = 300 \text{ Н} - 0,8 \cdot 250 \text{ Н} = 100 \text{ Н}$$



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!

I продолжение $N_{\text{сопр}} = F_{\text{ко}} \cdot \nu_0$ (в канале)

$$\frac{N_{\text{сопр}}}{N} = \frac{F_{\text{ко}} \cdot \nu_0}{N} = \frac{100 \cdot 20 \text{ БТ}}{6000 \text{ БТ}} = \frac{1}{3}$$

Ответ: 1) $0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; 2) 300 И ; 3) $\frac{1}{3}$

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 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!

2 страница 2

$$P_{\text{атм}} \cdot 3V = 30 \nu, RT_0 - 8 RT_0 K \frac{P_0 V}{\frac{3}{8}} V \frac{3}{8}$$

$$K) P_0 \frac{V}{2} = \nu, RT_0$$

$$P_{\text{атм}} \cdot 3V = 30 \cdot P_0 \frac{V}{2} - 8 \cdot 3 RT_0 K P_0 V$$

$$P_{\text{атм}} \cdot 3 = 15 P_0 - 3 RT_0 K P_0 \Rightarrow P_0 = \frac{3 P_{\text{атм}}}{15 - 3 RT_0 K} = 0,71 P_{\text{атм}}$$

$$T_0 = \frac{3}{4} T$$

~~Ответ: 1) 4 2) 0,71 P_{атм}~~

$$P_0 = \frac{3 P_{\text{атм}}}{15 - 3 RT_0 K \cdot \frac{3}{4} T} = P_{\text{атм}} \frac{3}{15 - \frac{9}{4} K RT} = P_{\text{атм}} \frac{3}{15 - \frac{9}{4} \cdot 8 \cdot 10^8 \cdot 0,6 \cdot 10^{-5}} = \frac{3}{219,75} P_{\text{атм}} = \frac{20}{73} P_{\text{атм}}$$

Ответ: 1) 4 2) $\frac{20}{73} P_{\text{атм}}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

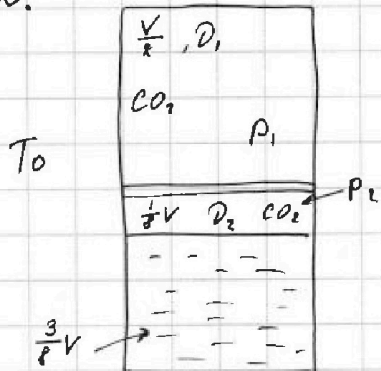
МФТИ

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!



2. страница 1



пусть ν_1 - кол-во вещества CO_2 над поршнем, ν_2 - под поршнем.
Давление воденных паров при T_0 можно пренебречь.

Равновесное состояние, можно записать урав-е М-К.

$$* P_1 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0 \quad P_2 \cdot \frac{1}{8} V = \nu_2 R T_0$$

$P_1 = P_2 = P_0$ (тк поршень неподвижен и невесом)

$$\frac{2 \nu_1 R T_0}{V} = \frac{8 \nu_2 R T_0}{V}$$

$$2 \nu_1 = 8 \nu_2 \quad \nu_1 = 4 \nu_2$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = 4.$$

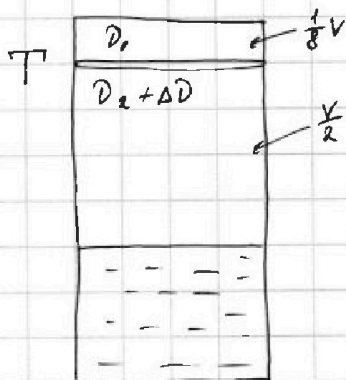
в жидкости в нач. момент

$$\text{растворено } \Delta \nu = K \cdot P_0 \cdot \frac{3}{8} V$$

после нагревания увеличился газ при $T = \frac{4}{3} T_0$ не растворяется, а значит $\Delta \nu$ будет над жидкостью.

Давление воденных паров при $T = \frac{4}{3} T_0 = 373 \text{ K}$

$$P_{\text{ВП}} = P_{\text{АТМ}}$$



на поршень действ. силы

$$P_4 \frac{1}{8} V = \nu_1 R T$$

$$P_4 = \frac{8 \nu_1 R \frac{4}{3} T_0}{V}$$

$$P_3 \frac{V}{2} = (\nu_2 + \Delta \nu) R T$$

$$P_3 = \frac{2 (\nu_2 + \Delta \nu) R \frac{4}{3} T_0}{V}$$



$$P_4 S = P_3 S + P_{\text{АТМ}} S$$

$$P_4 = P_3 + P_{\text{АТМ}}$$

$$\frac{32 \nu_1 R T_0}{3 V} = \frac{8 (\nu_2 + \Delta \nu) R T_0}{3 V} + P_{\text{АТМ}}$$

$$P_{\text{АТМ}} = \frac{32 \nu_1 R T_0 - 8 \nu_2 R T_0 - 8 \Delta \nu R T_0}{3 V} = \frac{30 \nu_1 R T_0 - 8 \Delta \nu R T_0}{3 V}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

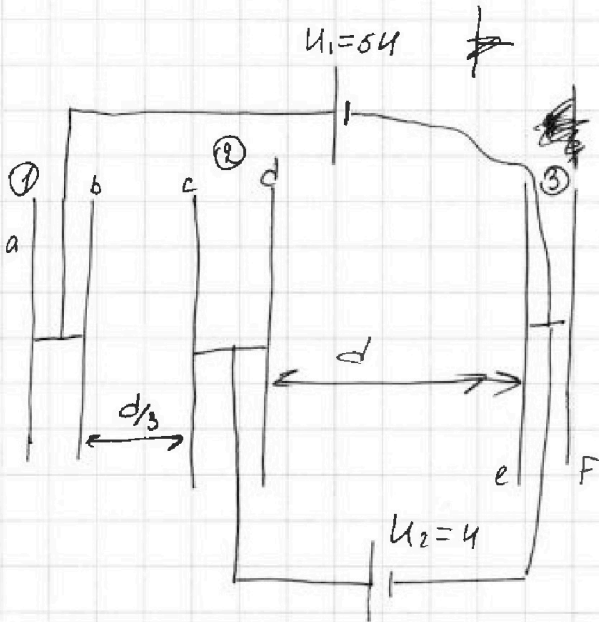
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

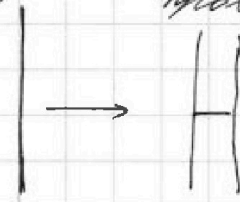
МФТИ

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

3 Так плоские металлические сетки имеют размеры значительно больше d , то их можно представить в виде пластин, через которые может пролетать частица, не ударившись.

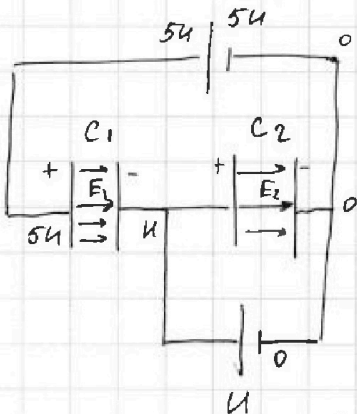


пластинки можно представить в виде двух пластин с разноименными зарядами, соединенные проводником



тогда b и c ; d и e образуют конденсаторы C_1, C_2 можно перерисовать в эквивалентную схему.

соответственно



метод потенциалов

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 S}{d/3} = \frac{3\epsilon_0 S}{d} \quad C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$U_{C1} = 4V \quad U_{C2} = 4V$$

тогда между обкладками конденсаторов будет создаваться

поле E_1 и E_2 (вокруг обкладок поле не будет, пластинки разных

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

3 продолжение

знаков в сумме $\sum \vec{E}_{за} = 0$ (за обладами)

$$E_1 = \frac{U_{c1}}{d_1} = \frac{4U}{d/3} = \frac{12U}{d} \quad E_2 = \frac{U_{c2}}{d_2} = \frac{U}{d}$$

1) между 2 и 3, то есть между C_2 :

$$am = E_2 \cdot q \quad a = \frac{E_2 q}{m} = \frac{Uq}{m \cdot d}$$

2) непотенциальных сил нет \rightarrow ЗСЭ,

$$K_2 + A_{23} = K_3 \quad \Rightarrow \quad K_3 - K_2 = A_{23} = E_2 \cdot q \cdot d = \frac{Uq}{d} \cdot d = Uq$$

3) $K_A = K_1 + A_{12} + A_{2A}$; $A_{12} = E_1 \cdot q \cdot \frac{d}{3} = 4Uq$; $A_{2A} = E_2 \cdot q \cdot \frac{3d}{4}$

$$K_1 = m \frac{v_0^2}{2}$$

$$K_A = K_1 + 4Uq + \frac{3}{4}Uq = K_1 + \frac{19}{4}Uq$$

$$A_{2A} = \frac{U}{d} q \frac{3d}{4} = \frac{3}{4}Uq$$

$$m \frac{v_A^2}{2} = m \frac{v_0^2}{2} + \frac{19}{4}Uq$$

$$v_A = \sqrt{v_0^2 + \frac{19Uq}{2m}}$$

Ответ: 1) $a = \frac{Uq}{md}$; 2) $\frac{Uq}{K_3 - K_2}$; 3) $v_A = \sqrt{v_0^2 + \frac{19Uq}{2m}}$

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

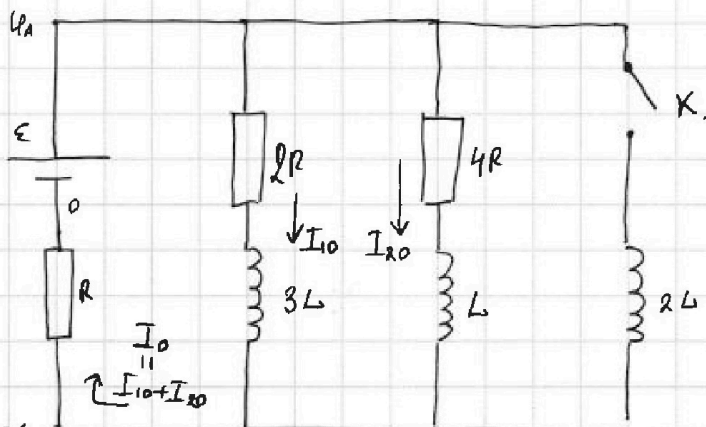
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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!

4.



1) при разомкнутом ключе режим установившийся, и на катушках $U_L = U_{3L} = 0$.

$$I_0 = I_{10} + I_{20} \quad (3 \text{ С } 3)$$

$$U_A = R(I_{10} + I_{20})$$

2) 3 Кирхгофа:

$$\varepsilon = (I_{10} + I_{20})R + U_0, \text{ где } U_0 = 4RI_{20} = 2RI_{10}$$

$$\varepsilon = I_{10}R + I_{20}R + 2RI_{10} =$$

$$= I_{20}R + 3RI_{10} = I_{20}R + 3R \cdot 2I_{20} = 7RI_{20}$$

$$2I_{20} = I_{10}$$

$$I_{20} = \frac{\varepsilon}{7R}$$

2) сразу после замыкания ключа, ток на катушках скачком не изменяется

$$I_{2L}(0) = 0; \quad I_L(0) = I_{20} = \frac{\varepsilon}{7R}; \quad I_{3L}(0) = I_{10} = 2I_{20} = \frac{2\varepsilon}{7R}$$

$$U_{2L} = U_A - U_B = \varepsilon - R(I_{10} + I_{20}) = \varepsilon - R\left(\frac{2\varepsilon + \varepsilon}{7R}\right) = \frac{4}{7}\varepsilon$$

$$U_{2L} = 2L \dot{I}_{2L} \quad \dot{I}_{2L} \text{ — скорость возр. тока в } 2L$$

$$\dot{I}_{2L} = \frac{U_{2L}}{2L} = \frac{4\varepsilon}{7 \cdot 2L} = \frac{2\varepsilon}{7L}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

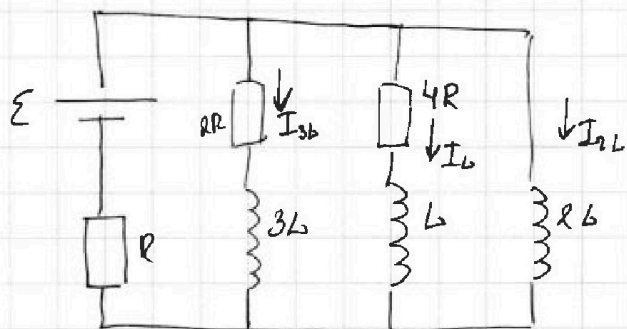
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



4 продолжение
рассмотрим произвольный момент,
когда К замкнуто.



$$U_{2L} = 2L \frac{dI_{2L}}{dt}$$

$$U_{2L} = U_{3L} + 2R \cdot I_{3L}$$

$$\text{т.е. } 2L \frac{dI_{2L}}{dt} = 3L \frac{dI_{3L}}{dt} + 2R I_{3L}$$

$$2L dI_{2L} = 3L dI_{3L} + 2R I_{3L} dt$$

$$U_{2L} = U_L + 4R \cdot I_L \quad ; \quad 2L \frac{dI_{2L}}{dt} = L \frac{dI_L}{dt} + I_L \cdot 4R \cdot dt$$

$$2L dI_{2L} = L dI_L + I_L \cdot dt \cdot 4R \quad I_L \cdot dt = dq_L$$

$$2L \int dI_{2L} = L \int dI_L + 4R \int dq_L \quad \int dq_L = q_L = q_{4R}$$

$$2L (I_{2L}(t) - I_{2L}(0)) = L (I_L(t) - I_L(0)) + 4R q_{4R}$$

заряд, протекающий
через 4R.

$t = t_{\text{уст}}$

$$U_{2L} = 0 \Rightarrow \text{Тогда через } L \text{ и } 3L \text{ нет } I_L(t_{\text{уст}}) = 0$$

$$I_{2L}(t_{\text{уст}}) = \frac{\varepsilon}{R} \quad I_L(0) = \frac{\varepsilon}{7R}$$

$$2L \frac{\varepsilon}{R} = L \left(0 - \frac{\varepsilon}{7R} \right) + q_{4R} \cdot 4R$$

$$\frac{L\varepsilon}{R} + \frac{\varepsilon L}{7R} = q_{4R} \cdot 4R = \frac{15\varepsilon L}{7R} \Rightarrow q_{4R} = \frac{15\varepsilon L}{7R \cdot 4R} = \frac{15\varepsilon L}{28R^2}$$

Ответ: 1) $I_{20} = \frac{\varepsilon}{7R}$ 2) $I_{2L} = \frac{2\varepsilon}{7L}$; 3) $q_{4R} = \frac{15\varepsilon L}{28R^2}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

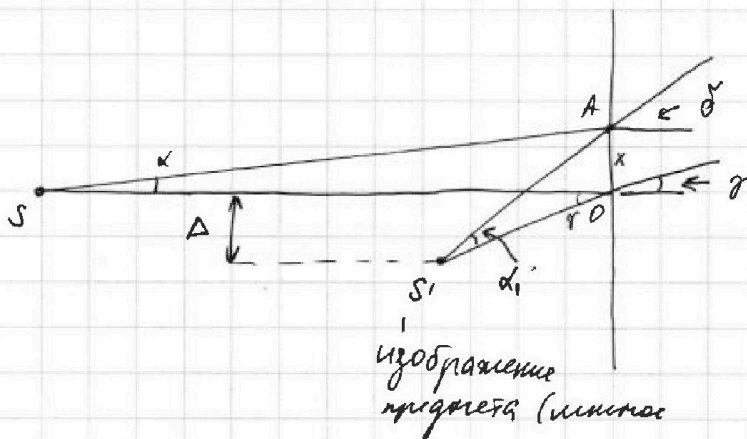
1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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

5. продолжение 1

Т.к. ширина треугольной призмы очень мала мы можем считать, что лучи преломляются от вершины таким образом.



$$x = d \cdot a$$

Т.к. d мал.

можно считать, что $S_1A \parallel S_1O$ параллельно

$$a \text{ угол } d_1 = \delta - \gamma =$$

$$= dn_2 - (dn_2 - d) = d$$

по т. косинусов $\triangle S_1AO$: $x^2 = L^2 + L^2 - 2L^2 \cos d$ $\cos d \approx 1 - \frac{d^2}{2}$

$$x^2 = 2L^2 - 2L^2 + 2L^2 \frac{d^2}{2} \Rightarrow d^2 a^2 = 2L^2 \frac{d^2}{2}$$

$$\boxed{d_1 = \delta - \gamma = d.} \quad \text{по т. синусов.} \quad L^2 = 3a^2$$

$$\frac{x}{\sin d} = \frac{S_1A}{\sin(\frac{\pi}{2} + \gamma)} = \frac{S_1O}{\sin(\frac{\pi}{2} - \delta)} = \frac{S_1O}{\sin(\frac{\pi}{2} - \delta)}$$

$$S_1A = \frac{d \cdot a \cdot \cos \gamma}{\sin d} = \frac{d \cdot a \cos dn_2}{d} = a \cos \frac{dn_2}{n_2}$$

$$S_1O = \frac{d \cdot a \cdot \cos \delta}{\sin d} = a \cos d \cdot n_2$$

наблюдатель увидит смещение Δ по оси горизонтальной.

$$\Delta = \sin \gamma \cdot S_1O = \sin \frac{d}{n_2} \cdot a \cos dn_2 \approx a \frac{d}{n_2} = 100 \text{ см} \cdot \frac{0,1749}{1,7} \approx 5,88 \text{ см}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

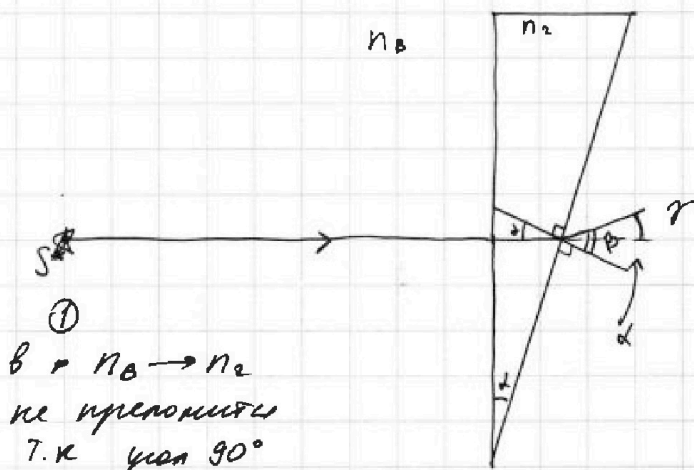
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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!

5 1) $n_1 = n_B$ $n_2 = 1,7$, тогда придем к n_1 ,
можно не рассматривать: ($d = 0,1 \text{ рад}$)



①
в $n_B \rightarrow n_2$
не преломится
т.к. угол 90°
 $\sin 90 = 1$.

если считать угол d малым

$$\beta = \frac{n_2 d}{n_B} = 1,7 \cdot d = 0,17 \text{ рад.}$$

$$\gamma = \beta - d = d \left(\frac{n_2}{n_B} - 1 \right) = 0,07 \text{ рад.}$$

② $n_2 \rightarrow n_B$
из более плотной
в менее плотн.
среде преломл.

Закон Снелла.

$$n_2 \cdot \sin d = n_B \sin \beta$$

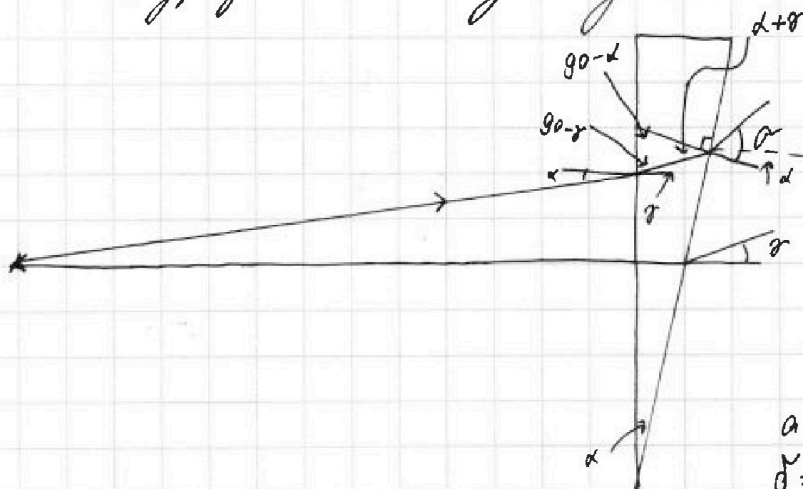
$$\sin \beta = \frac{n_2 \sin d}{n_B}$$

$$\beta = \arcsin \left(\frac{n_2 \sin d}{n_B} \right) =$$

$$= \arcsin (1,7 \sin d) =$$

$$= \arcsin (1,7 \sin(0,1 \text{ рад}))$$

2) рассмотрим два луча один, перпендикулярный
грани, другой - под углом d



$$d = \gamma \cdot n_2$$

$$\gamma = \frac{d}{n_2}$$

$$\alpha = (d + \gamma) n_1$$

$$\alpha = \left(d \cdot n_1 + \frac{d}{n_2} \cdot n_1 \right) =$$

$$= d (n_1 + 1)$$

а отклонение от норм.
 $\beta = \alpha - d = d \cdot n_2$.



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



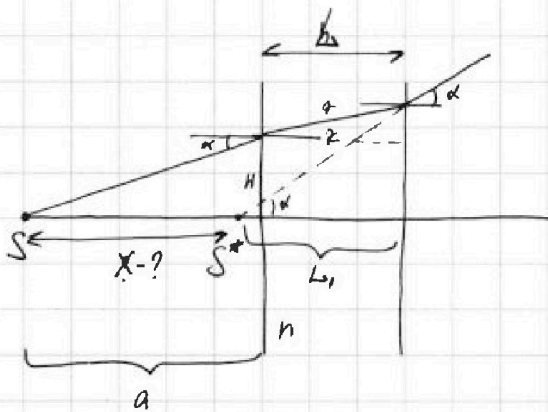
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

5. продолжение 2.

далее ~~к вертикали~~ можно рассмотреть действительной предмет S' для среды с n_1

и шириной h

Сначала рассмотрим такую ситуацию



d, γ - малые углы

$$d = \gamma \cdot n \quad \gamma = \frac{d}{n}$$

$$d \cdot a = h \quad \gamma \cdot L = h$$

$$h + H = d \cdot a + \frac{d}{n} L$$

$$L_1 = \frac{h + H}{d} = a + \frac{L}{n}$$

$$a + L = x + L_1$$

$$a + L = x + a + \frac{L}{n} \Rightarrow x = L \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

т.е. S - можно представить в виде предмета S^*

смещенным перпендикулярно грани на x . Заметим,

что по вертикали S^* не передвигается. Поэтому

изменений для наблюдателя не будет

$$\text{и } \Delta = a \frac{d}{n_2}$$

Ответ: 1) $\gamma = \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right) = 0,07 \text{ рад}$

2) $\Delta = a \frac{d}{n_2} = 5,88 \text{ см.}$

3) $\Delta = a \frac{d}{n_2} = 5,88 \text{ см}$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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

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!

$$\frac{m v_0^2}{2} + \frac{12Uq \cdot d}{3} = K_2$$

$$\frac{m v_0^2}{2} + 4Uq = K_2 = m \frac{v^2}{2}$$

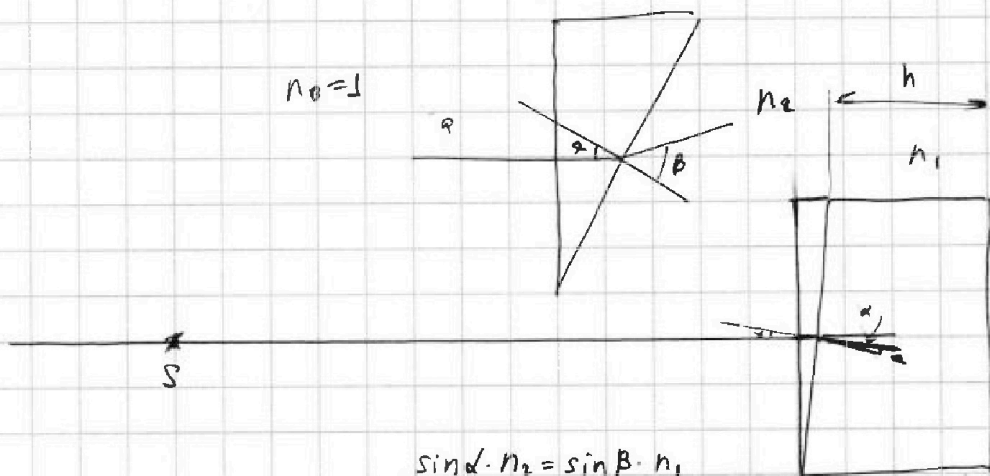
$$K_3 = K_2 + E_1 \cdot q \cdot d$$

$$K_3 - K_2 = \frac{U}{d} \cdot q \cdot d = Uq$$

$$K_A = K_2 + E_1 \cdot q \cdot \frac{3d}{4} = \frac{m v_0^2}{2} + 4Uq + \frac{U}{d} \cdot q \cdot \frac{3d}{4}$$

$$m \frac{v_A^2}{2} = \frac{19}{4} Uq + \frac{m v_0^2}{2}$$

$$v_A = \sqrt{\frac{19}{2} \frac{Uq}{m} + v_0^2}$$



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

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

$$\beta - \alpha = 0,7 \alpha$$



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

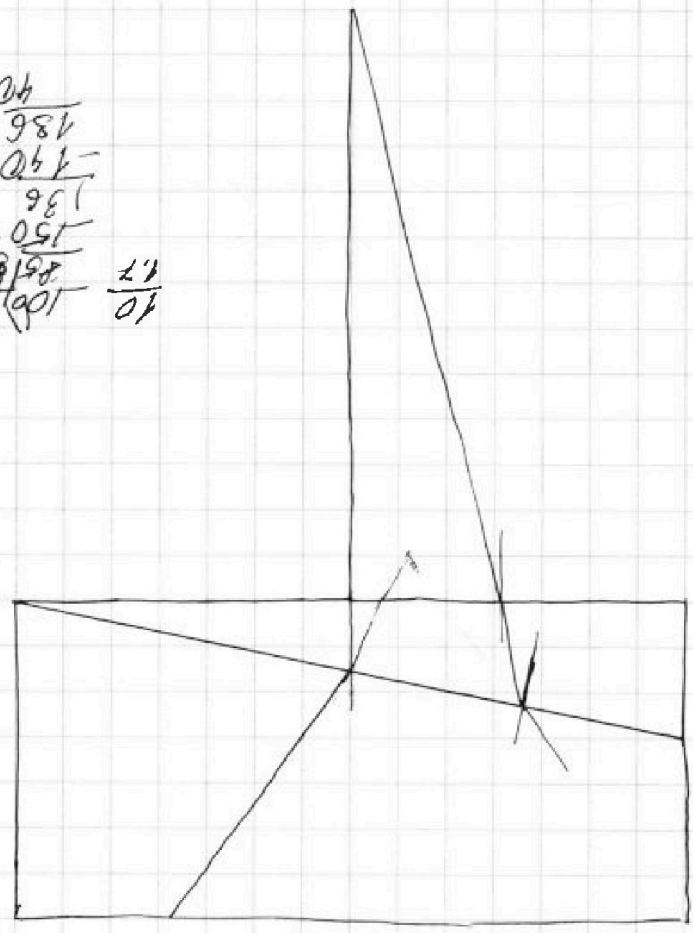
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

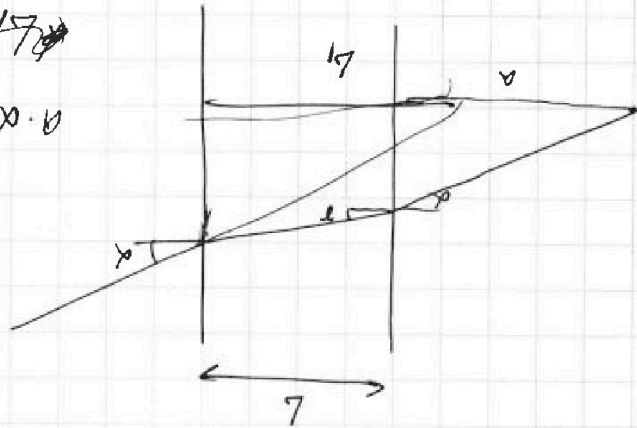


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

300-81
219

$$\begin{array}{r}
 04 \\
 \hline
 981 \\
 061 \\
 \hline
 136 \\
 150 \\
 \hline
 888 \\
 198 \\
 \hline
 1086
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 12 \\
 \hline
 10
 \end{array}$$


$$\begin{aligned}
 & \cancel{L_1} \\
 & \cancel{L_2} \\
 & a \cdot x + \frac{h}{x} \cdot L = \\
 & \frac{h}{x}
 \end{aligned}$$



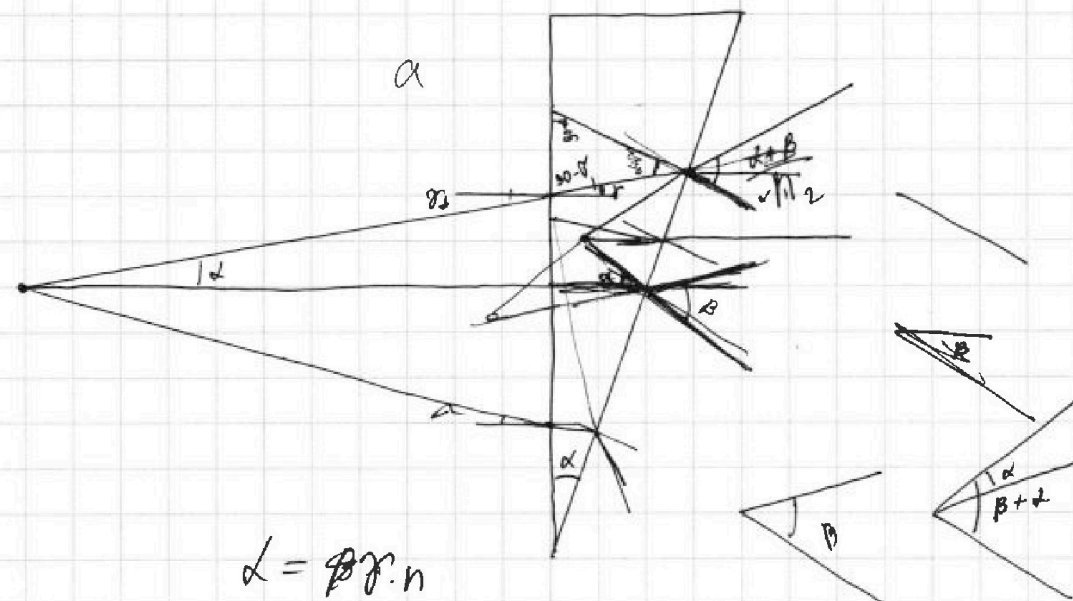
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

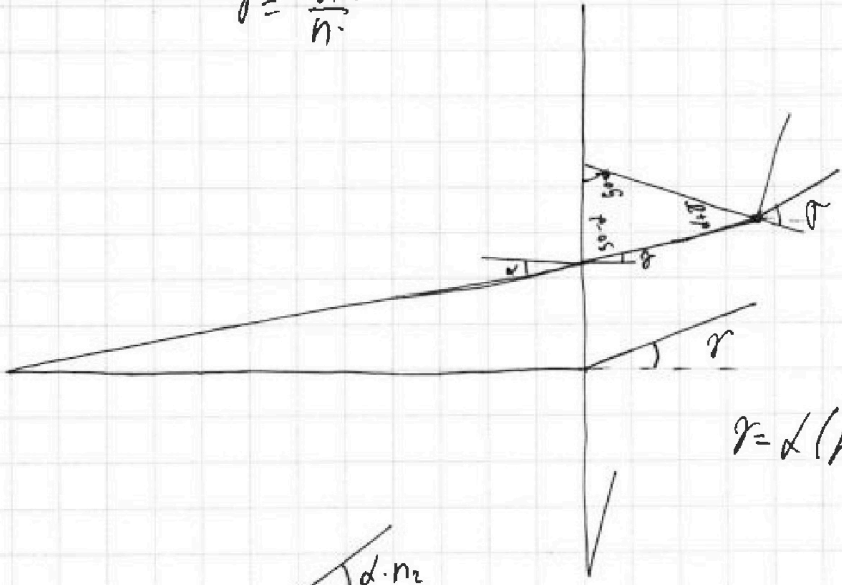
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$d = r \cdot n$$

$$r = \frac{d}{n}$$

$$(d+r)n = d$$



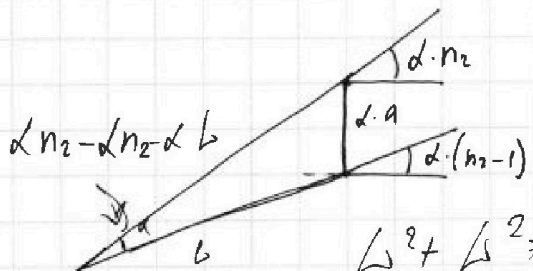
$$d = d \cdot n_2 + d = d(n_2 + 1)$$

$$r = d - d =$$

$$d(n_2 + 1) - d =$$

$$r = d(n_2 - 1)$$

$$\frac{d(n_2 + 1)}{d \cdot n_2}$$



$$L^2 + L^2 = 2L^2 \cdot \cos \alpha = d \cdot a$$

$$2L^2 + 2L^2 = d \cdot a$$

$$L = \sqrt{\frac{d \cdot a}{4}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

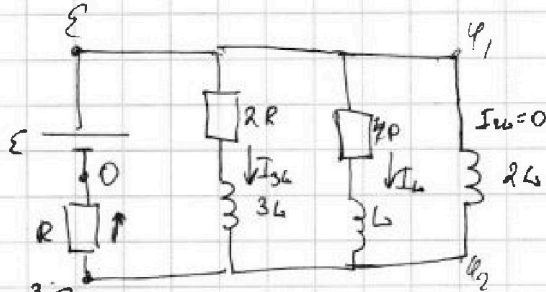
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

4 2)



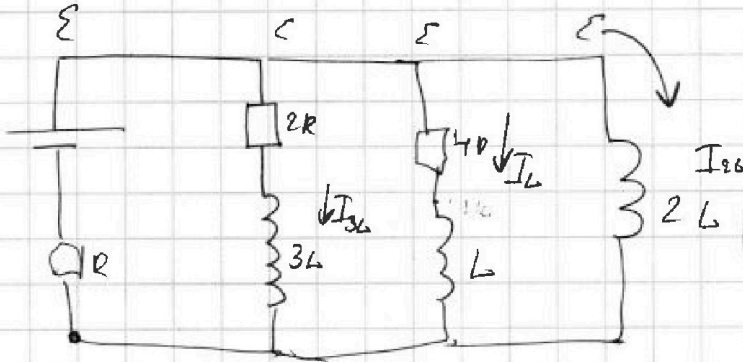
$$I_{3L}(0) = I_0$$

$$I_{2L}(0) = I_{20}$$

ток
сначала не меняется и сразу после замкн. остается там же

$$U_R = (I_{10} + I_{20}) R = \left(\frac{\varepsilon}{2R} + \frac{2\varepsilon}{7R} \right) R = \frac{3}{7} \varepsilon$$

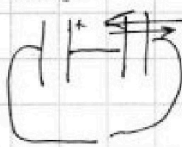
$$U_{2L} = \varepsilon - \frac{3}{7} \varepsilon = \frac{4}{7} \varepsilon = 2L I \quad I = \frac{4\varepsilon}{7 \cdot 2L} = \frac{2\varepsilon}{7L}$$



$$R(I_{3L} + I_L + I_{2L})$$

$$I_L = 0$$

$$I_{2L} = \frac{\varepsilon}{R}$$



$$U_{2L} = 2L \frac{dI_{2L}}{dt} = \varepsilon - R I_{2L} = R I_{2L} R$$

$$\varepsilon - I_{2L} \cdot 4R - U_L = R I$$

$$I_L 4R + U_L = U_{2L}$$

$$I_L 4R + L \frac{dI_L}{dt} = \varepsilon - R I$$

$$I_L 4R + L \frac{dI_L}{dt} = 2L \frac{dI_{2L}}{dt}$$

$$I_L \cdot dt \cdot 4R + L dI_L = 2L dI_{2L}$$

$$\int dq_{4R} \cdot 4R + \int L dI_L = \int 2L dI_{2L}$$

$$4R q_{4R} + L(0 - I_{20}) = 2L \left(\frac{\varepsilon}{R} - 0 \right)$$

$$4R q_{4R} = \frac{2L\varepsilon}{R} + L I_{20}$$

$$= \frac{14L\varepsilon}{7R} + \frac{L\varepsilon}{7R} = \frac{15L\varepsilon}{7R} = 4R q_{4R}$$

$$q_L = q_{4R} \int dq_{4R} \cdot 4R + L dI_L = 2L dI_{2L}$$

$$q_{4R} = \frac{15L\varepsilon}{7R \cdot 4R} = \frac{15L\varepsilon}{28R^2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

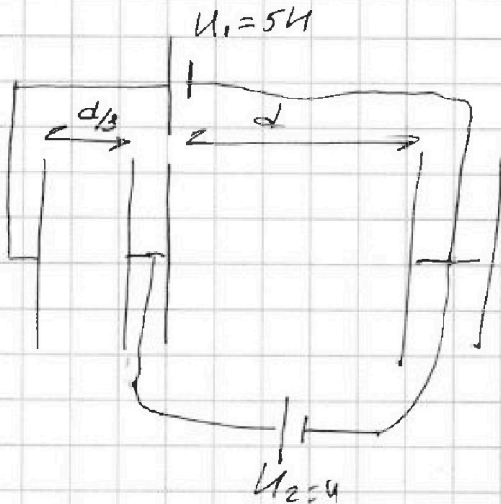
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

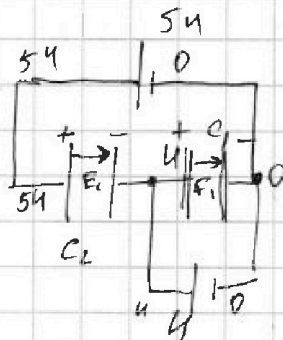
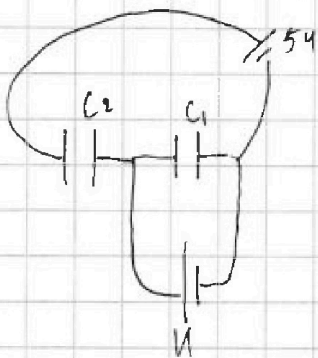
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



3



можно представить в виде двух пластин разнородным зарядом.



$$C_2 = \frac{\epsilon_0 \cdot S}{d}$$

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 \cdot S}{d} = C$$

$$C_2 = \frac{3\epsilon_0 \cdot S}{d} = 3C$$

$$U = \frac{q_1}{C_1} =$$

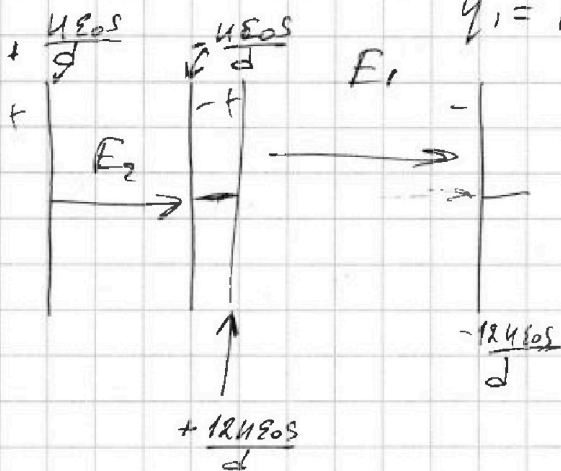
$$q_1 = U \cdot \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$q_2 = 4U \cdot C_2 = 4U \cdot \frac{3\epsilon_0 S}{d} = 12 \frac{4\epsilon_0 S}{d}$$

$$U = E \cdot d$$

$$E_1 = \frac{U_1}{d_1} = \frac{5V}{d_1}$$

$$E_2 = \frac{U}{d} = \frac{5V}{d} = \frac{12U}{d}$$



$$E = \frac{D}{\epsilon_0} =$$

$$2 \cdot \frac{12 \cdot 4 \cdot \epsilon_0 S}{d \cdot 2S}$$

$$a \cdot m = q \cdot E_1$$

$$a = \frac{q}{m} \cdot \frac{U}{d} = \frac{qU}{md}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} =$$

$$\frac{mv_0^2}{2} + E_1 d = k_2 =$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

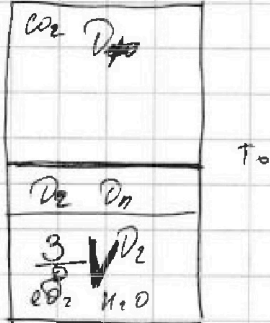
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



2



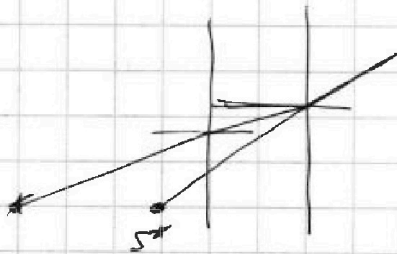
$$P \cdot \frac{V}{2} = D_1 R T_0$$

$$P = \frac{2 D_1 R T_0}{V}$$

$$P \frac{1}{8} V = (D_2 + D_n) R T_0$$

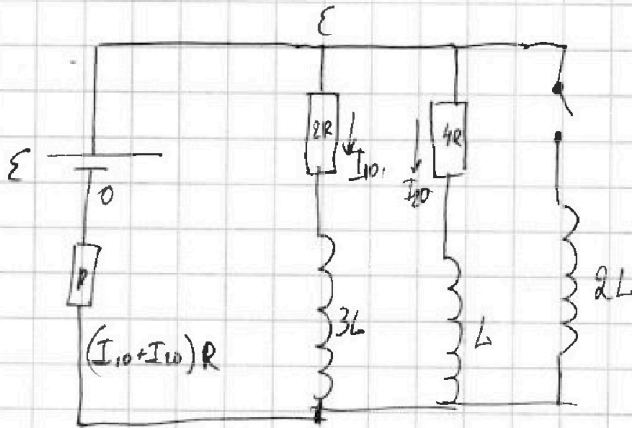
$$P = \frac{8 R T_0 (D_2 + D_n)}{V}$$

$$\frac{2 D_1 R T_0}{V} = \frac{8 R T_0 (D_2 + D_n)}{V}$$



Ключ разорван
отсу. режим $U_{24} = U_4 = 0$

4



$$E - (I_{10} + I_{20})R = I_{20} 4R$$

$$E - I_{10}R - I_{20}R = I_{20} 4R$$

$$E - I_{10}R = I_{20} 5R$$

$$I_{20} \cdot 4R = I_{10} \cdot 2R$$

$$E - 2I_{20}R = 5R I_{20}$$

$$E = 7I_{20}R$$

$$I_{20} = \frac{E}{7R}$$

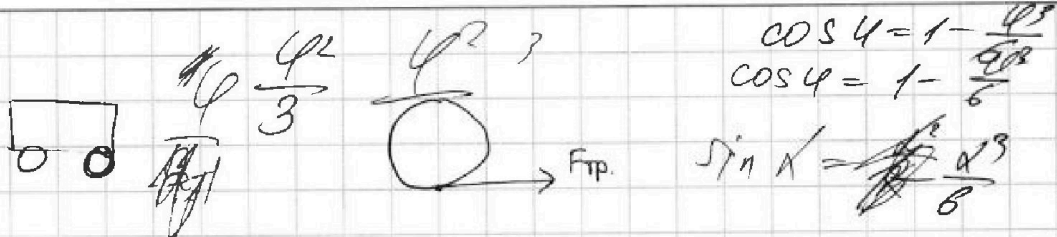
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$P = \frac{\delta A}{dt} = \frac{F ds}{dt} = \text{const}$$

$$(F \cdot v)' = \text{const}$$

$$F'v + F \cdot v' = 0$$

$$\frac{dF}{dt} v + F \frac{dv}{dt} = 0$$

$$\frac{dv}{dt} \cdot m = F - F_{\text{comp}}$$

$$-m \frac{v dF}{F dt} = F - F_{\text{comp}}$$

$$v_{\text{визанале}} = 0 \quad F - F_{\text{comp}}$$

$$v_{\text{визанале}} = 20 \frac{m}{c}$$

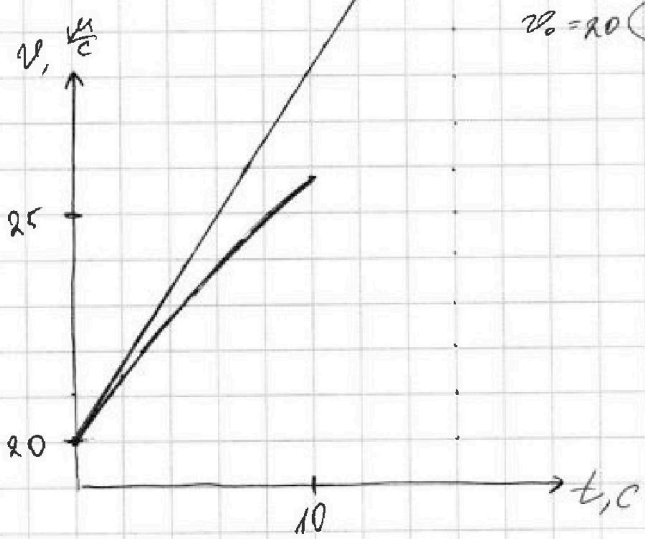
$$F_{\text{comp}} = F_k$$

$$v = 30 \frac{m}{c} \quad a = 0 \quad F_{\text{comp}} = F = 200 \text{ H}$$

$$P = F \cdot v = 200 \text{ H} \cdot 30 \text{ c} = 6000 \text{ Вт}$$

$$P = F_0 \cdot v_0$$

$$v_0 = 20 \quad F_0 = \frac{6000}{20} = 300 \text{ H}$$



$$\text{tg } \alpha = a = \frac{13 \frac{m}{c}}{16 \text{ c}} = \frac{13}{16} \frac{m}{c^2}$$

$$a_0 = 0,8148 \frac{m}{c^2}$$

$$\frac{200}{600}$$

$$\frac{13}{16}$$

$$\frac{0,8143}{240}$$

$$32572$$

$$16886$$

$$19,5432$$

$$a_{\text{ном}} = F_0 - F_{k0}$$

$$F_{k0} = F_0 - a_0 m$$

$$F_{k0} = 300 - 195,43 = 104,5$$

$$\frac{P_R}{P} = \frac{F_{k0} v}{P} = \frac{104,5 \cdot 20}{6000} = \frac{1}{3}$$