



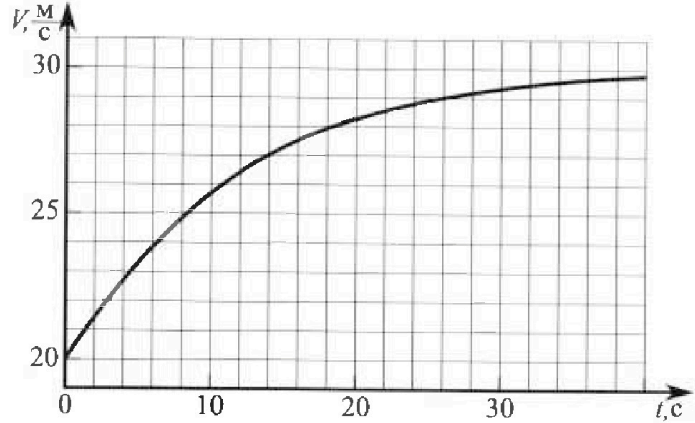
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-02



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

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 300$ 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 $F_k = 405$ Н.



1) Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости $V_1 = 27$ м/с.

2) Найти силу сопротивления движению F_1 при скорости V_1 .

3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению при скорости V_1 ?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

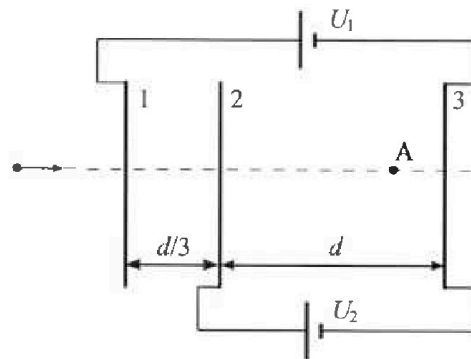
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделен тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объем $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объем его верхней части стал равен $V/6$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворенного газа в объеме жидкости v пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpv$. Объем жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$ моль/($\text{м}^3 \cdot \text{Па}$). 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 объема 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 конечное давление в сосуде P . 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 $U_1 = 2U$ 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 A на расстоянии $2d/3$ от сетки 2.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

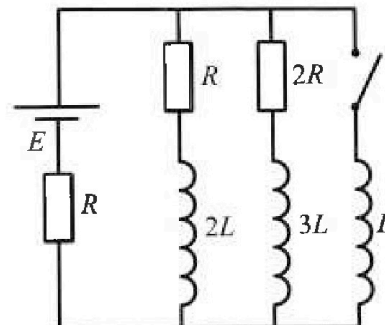
Вариант 11-02

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

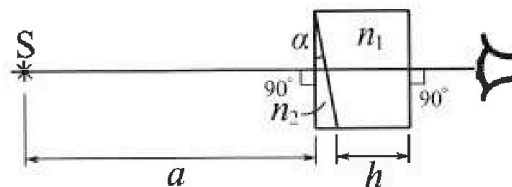


4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
 - 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
 - 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ при замкнутом ключе?
- Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_v = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 200$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,05$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.



- 1) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,6$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,6$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,8$, $n_2 = 1,6$, 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



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

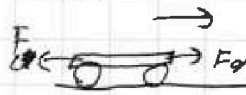


Дано
 $F_k = 405 \text{ Н}$

$m = 300 \text{ кг}$

$v_1 = 23 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$

Решение №1



F_c - сила сопротивления
 F_g - сила тяжести
 результирующая

1) Из графика

можно найти, что максимум скорости v_1 равен

$t_1 = 74 \text{ с}$. Самостоятельно график в

прямой линии от $t_1 = 74 \text{ с}$ до $t_2 = 76 \text{ с}$. На этом участке

можно с помощью теоремы Пифагора найти, что график линейной, причем можно вывести формулу для уравнения этой прямой.

Или продолжим через точки $(23,5; 74)$ и $(23,5; 76)$

$y = kx + b$ $23,5 = 76x + b$ $y = x + b \rightarrow$ найти уравнение.

$27 = 74x + b$ $0,5 = 2x + b$

в тем же случае $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$x = 0,25$

2) Запишем II-ой закон Ньютона

Запишем II-ой закон Ньютона

0x: $m a = F_g - F_k$

для концевой пружины

$F_g \sigma_k = W$

0x: $0 = F_g' - F_k$

$F_g \sigma = W$

$F_g \sigma_1 = W$

$F_g' = F_k$

$F_g' \sigma_k = W$

$\frac{F_g' \sigma_k}{\sigma_1} = \frac{F_k \sigma_k}{\sigma_1}$

Из графика видно, что скорость увеличивается и значит $\sigma_k = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, поэтому в концевой пружине ее можно считать σ_k .

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

27 программист

$$m a = F_{\text{г}} - F_1$$

$$F_1 = F_{\text{г}} - m a = \frac{F_{\text{к}} \sigma_{\text{к}}}{\sigma_1} - m a = \frac{405 \cdot 30}{27} - 300 \cdot \frac{1}{4} = 450 - 75 = 375 \text{ Н}$$

$$3) F_1 \sigma_1 = W_{\text{с}} \quad \frac{W_{\text{с}}}{W} = \frac{F_1}{F_{\text{г}}} = \frac{375}{405} = \frac{25}{27}$$

$$F_{\text{г}} \sigma_1 = W_{\text{с}}$$

$$\text{Ответ: } a = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; F_1 = 375 \text{ Н}; \frac{W_{\text{с}}}{W} = \frac{25}{27}$$

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!

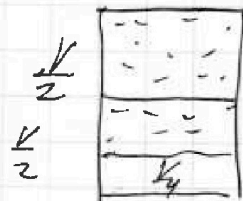
Дано

V
 T_0
 $\frac{V}{4} = V_{atm}$
 $T = \frac{4T_0}{3} = 3 \cdot 300 \text{ K}$

N2

Решение

1)



~~Решение~~
 Выделим одну из частей, заменим боковую поверхность газа.



$\frac{V}{5} = V_A$

Найдем объем заменив цилиндром

$V = \frac{V}{2} - \frac{V}{4} = \frac{V}{4}$

$V_A = \frac{V}{2} \rightarrow$ объем, делая заменим газом.

Заменим уравнение Менделеева-Клапейрона

$p V_4 = \nu_4 R T_0$

$\frac{V_4}{V_A} = \frac{\nu_4}{\nu_A}$

$p V_A = \nu_A R T_0$

$\frac{V}{\frac{V \cdot V}{2}} = \frac{\nu_4}{\nu_A} \Rightarrow \frac{\nu_A}{\nu_4} = 2$

2) Найдем моментом уменьшения газа, который вытеснено газом в боке

$R T = 3 \cdot 10^3$

$4 \nu = k p \frac{V}{4} = k \nu_4 R T_0 =$

$p V_4 = \nu_4 R T_0 = \frac{3 \cdot 10^3}{5} \cdot \frac{V}{4} \cdot 10^3 =$

$\frac{4}{3} R T_0 = 3 \cdot 10^3$

$R T_0 = \frac{9}{4} \cdot 10^3$

$\frac{p V}{4} = \nu_4 R T_0 = \frac{27}{20} \nu_4$

Заменим уравнение уравнения газа для вытесненного количества. $V_0' = \frac{4V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{24 - 10V}{24} = \frac{4V}{72}$

$p V_0' = \nu_4 R T$

$p_0 V_0' = (\nu_4 + 4 \nu) R T$

$p = p_0 + p_{atm}$ ($p_{atm} \rightarrow$ объем паров воды при $T = 323 \text{ K}$.)

$\frac{p V}{6} = \nu_4 R T_0$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

 МФТИ

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

$$\frac{2P_4 V}{12} = (V_4 + 4V) RT \quad (2) \quad \text{н/д проголосовано}$$

$$(1) \cdot (2) \quad \frac{P V}{6 - 2P_4 V} = \frac{(V_4 + 4V) RT}{12 RT}$$

$$\frac{2P}{2P_4} = \frac{44V_4}{20V}$$

$$\frac{2P}{2P_4} = \frac{44}{40}$$

$$P_4 = \frac{80}{329} P$$

329

$$P_4 = \frac{80}{329} P_{ATM} + \frac{80}{329} P_4$$

$$\frac{289}{329} P_4 = \frac{80}{329} P_{ATM} + \frac{329}{289}$$

$$P_4 = \frac{80}{289} P_{ATM}$$

$$P = P_4 + P_{ATM} = \frac{80}{289} P_{ATM} + P_{ATM} =$$
$$= \frac{289 + 80}{289} P_{ATM} = \frac{369}{289} P_{ATM}$$

$$\text{Ответ: } P = \frac{369}{289} P_{ATM}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

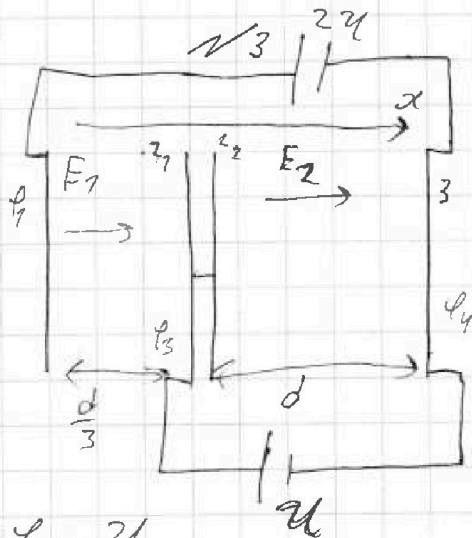
1 2 3 4 5 6 7



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



Дано
d
m
q
v₀



E_2 — напряженность
в зоне 23
 E_1 — напряженность
в зоне 12

$$1) \varphi_3 - \varphi_4 = \mathcal{U}$$

$$E_2 d = \varphi_3 - \varphi_4 = \mathcal{U}$$

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

Заменим II-ой зоной Копенгагена для пластин, находящейся между обкладками 23

$$\sigma \cdot m d_{23} = E_2 q$$

$$q_{23} = \frac{E_2 q}{m} = \frac{\mathcal{U} q}{d m}$$

2) Заменим ~~зону~~ ^{уровень} ~~для пластин~~ ^{обкладок} между обкладками 23

$$d = \frac{v_{K3}^2 - v_{K2}^2}{2 a_{23}}$$

$$2 d a_{23} = v_{K3}^2 - v_{K2}^2 \cdot 1 - \frac{m}{2}$$

$$m d a_{23} = \frac{m v_{K3}^2}{2} - \frac{m v_{K2}^2}{2}$$

$$K_3 - K_2 = \frac{m d \cdot \mathcal{U} q}{v m d} = \mathcal{U} q$$

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"/>



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

№ 3 прокрутите

Найти вторые моменты инерции в зоне 12

Заменим II-ой зоной Кривошипа

$$m a_{12} = q E_1$$

$$\varphi_1 - \varphi_4 = 2\alpha$$

$$a_{12} = \frac{q E_1}{m}$$

$$(1) \varphi_1 - \varphi_3 = \alpha_{12}$$

$$a_{12} = \frac{3 q \alpha}{m d}$$

$$(2) \varphi_3 - \varphi_4 = \alpha$$

Заменим уравнение энергии

$$(1) + (2) \varphi_1 - \varphi_4 = \alpha + \alpha_{12}$$

$$\frac{d}{3} = \frac{\sigma_{12}^2 - \sigma_0^2}{2 a_{12}} \quad 1 - 2 \alpha_{12}$$

$$2\alpha = \alpha + \alpha_{12}$$
$$\alpha_{12} = \alpha$$

$$\sigma_{12}^2 = 2 \frac{a_{12} d}{3} + \sigma_0^2$$

$$\frac{E_1 d}{3} = \alpha_{12} = \alpha$$

$$E_1 = \frac{3 \alpha}{d}$$

σ_{12} → скорость вращения второго момента

Заменим

Заменим уравнение энергии от момента $2 q_0 A$

$$\frac{2 d}{3} = \frac{\sigma_A^2 - \sigma_{12}^2}{2 a_{23}}$$

$$\sigma_A^2 = \frac{4 a_{23} d}{3} + \sigma_{12}^2 = \frac{4 a_{23} d}{3} + \frac{2 a_{12} d}{3} + \sigma_0^2$$

$$\sigma_A^2 = \frac{4 \cdot 2 q_0 d}{3 m d} + \frac{2 \cdot 3 q \alpha d}{3 m d} + \sigma_0^2$$

$$\sigma_A^2 = \frac{10 q_0 \alpha}{3 m} + \sigma_0^2$$

$$\text{Объем: } a_{12} = \frac{2 q_0}{d m}; \quad k_3 - k_2 = 2 q_0$$

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{10 q_0 \alpha}{3 m} + \sigma_0^2}$$

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{10 q_0 \alpha}{3 m} + \sigma_0^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



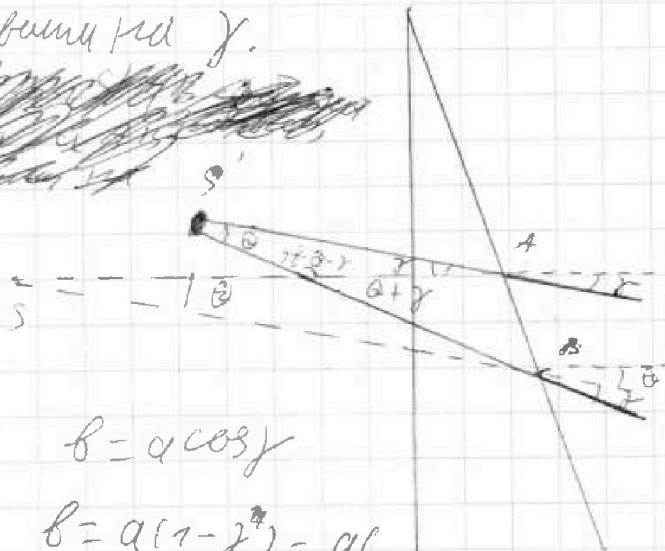
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$\gamma = \frac{1}{2}(\eta - 1) \rightarrow$ угол, на который амплитуда луча после преломления вращается.



Косинус угла наклона луча к поверхности, образованный углом γ .

~~Этот угол равен углу падения, так как луч падает перпендикулярно поверхности.~~



$$b = a \cos \gamma$$

$$b = a \left(1 - \frac{\eta^2}{2}\right) = a \left(1 - \frac{0,25}{2}\right) = a(1 - 0,075) =$$

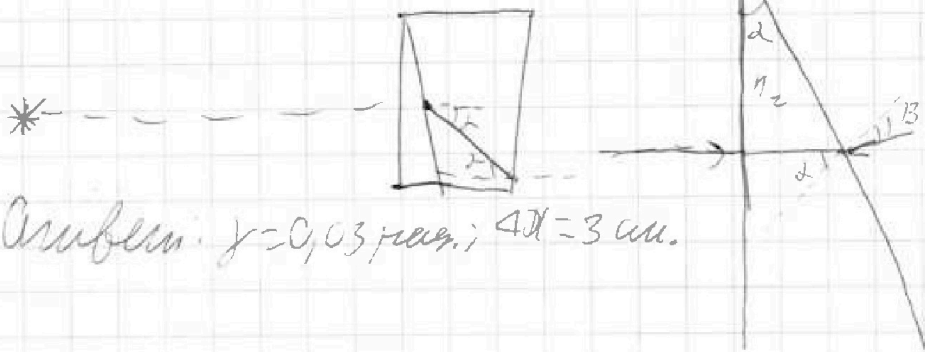
$$= a(1 - 0,075) = 1,893 \text{ см.}$$

$$a - b = 2 \text{ см} - 1,893 \text{ см} = 3 \text{ см}$$

Закон Снеллиуса.

$$n_2 \sin \alpha = n_3 \sin \beta$$

3)



$$\beta = \frac{n_2 \sin \alpha}{n_3}$$

Ответ: $\gamma = 0,03$ рад; $\Delta x = 3 \text{ см.}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

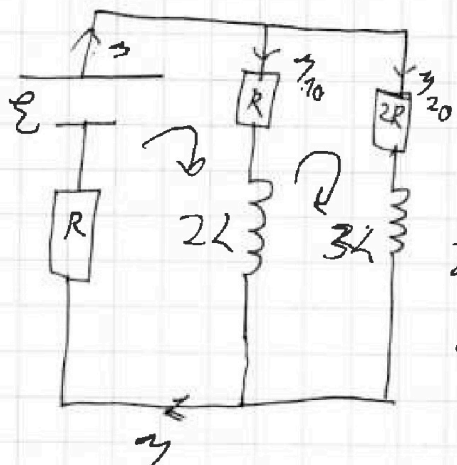
1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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

✎

№ 4



1) При установившемся режиме магнитная связь отсутствует.

Этим законом можно и заменить вращающаяся катушка.

$$\mathcal{E} = I_{10} R + I R$$

$$0 = 2I_{20} R - I_{10} R \quad | : R$$

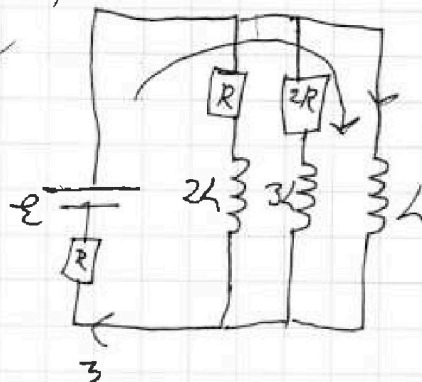
I-ое уравнение Кирхгофа $I_{10} = 2I_{20}$

$$I = I_{10} + I_{20} = I_{10} + \frac{1}{2} I_{10} = \frac{3}{2} I_{10}$$

$$\mathcal{E} = 2I_{20} R + 3I_{20} R$$

$$\mathcal{E} = 5I_{20} R$$

$$I_{20} = \frac{\mathcal{E}}{5R}$$



справа воле замкнутой катушки
 с магнитом в катушке не
 намеривается.

Заменим вращающую катушку

$$\mathcal{E} + \mathcal{E}_\text{ind} = 3R \quad L \frac{dI}{dt} = \mathcal{E} - 3I_{20} R$$

$$\mathcal{E} - L \frac{dI}{dt} = 3R \quad L \frac{dI}{dt} = \mathcal{E} - \frac{3}{5} \mathcal{E}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{2\mathcal{E}}{5L}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

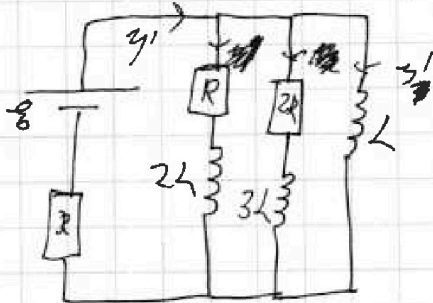
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

Учт. резист.

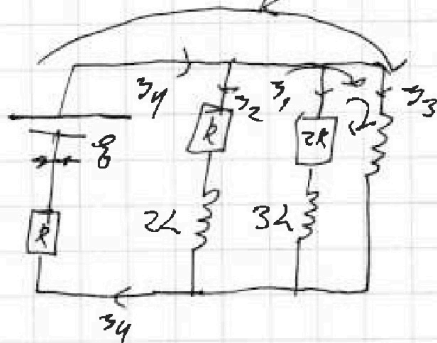
✓ 4 прочитанное (7)



~~Вариант 4~~
В первом варианте резисторы и индуктивности в цепи вводится последовательно и замыкается. Таким образом получим.

В момент замыкания цепи индуктивности равно нулю.

$$I_1 = \frac{E}{3R}; \quad I_2 = \frac{E}{R}$$



II-е направление Кирхгофа

$$-2 \frac{dI_3}{dt} + \frac{dI_2 \cdot 3L}{dt} = -2 I_1 R$$

$$-L \frac{dI_3}{dt} + 2L \frac{dI_2}{dt} = -I_2 R$$

$$I_4 = I_1 + I_2 + I_3$$

$$E - L \frac{dI_3}{dt} = I_4 R$$

$$E - L \frac{dI_3}{dt} = I_1 R + \frac{3}{2} I_2 R + I_3 R$$

~~$$E - L \frac{dI_3}{dt} = \frac{3L}{2} \frac{dI_1}{dt} + \frac{L dI_2}{dt} + \frac{L dI_3}{dt}$$~~

~~$$E - L \frac{dI_3}{dt} = \frac{3L}{2} \frac{dI_1}{dt} + \frac{L dI_2}{dt} + \frac{L dI_3}{dt}$$~~

$$I_1 = \frac{dI_2}{dt}$$

$$-L \frac{dI_3}{dt} + 3L \frac{dI_2}{dt} = -2 I_1 R \quad | \cdot dt$$

* Умножив на dt
получим уравнение
90 Ом. мм. мм. мм.

$$\int_0^t -L dI_3 + 3L dI_2 = -2 dI_1 R *$$

$$-L(I_3 - 0) + 3L(0 - I_{20}) = -2 I_1 R \quad | (-1)$$



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!

24 программа (2)

$$Lz' + 3Lz = 2q_1 R \quad q_1 = \frac{4LE}{5R^2}$$

$$\frac{LE}{R} + \frac{3LE}{5R} = 2q_1 R$$

$$\frac{8LE}{5R} = 2q_1 R \quad | : 2R$$

Ответ: $z_0 = \frac{E}{5R}$; $\frac{dz}{dt} = \frac{2E}{5L}$
 $q_1 = \frac{4EL}{5R^2}$

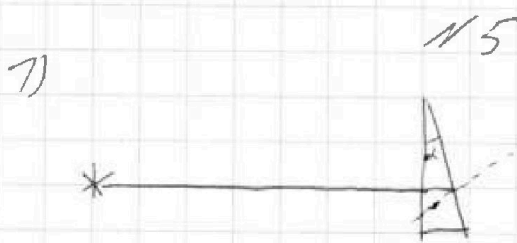
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

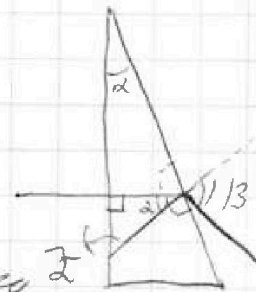
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Прямая при входе луча
перпендикулярна поверхности
и т.д. Это значит, что закон
Снеллиуса

Если $n_1 = n_2$, то прямая.
Кан свет при входе
из воздуха в воду
и т.д. Это значит
Снеллиуса
 $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$
 $\sin \alpha = \sin \beta$

Снеллиуса
 $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \delta$
 $n_2 \sin \delta = 0 \Rightarrow \sin \delta = 0 \Rightarrow \delta = 0^\circ$



$\delta = 90^\circ - \alpha$

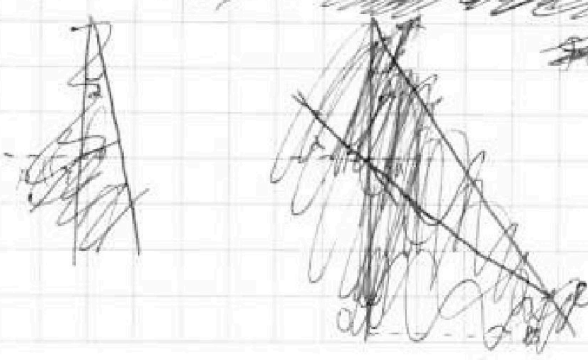
Заменим закон Снеллиуса
 $n_2 \sin \delta = n_1 \sin \beta$, так как δ и β имеют смысл,
то $\sin \delta = \sin \beta$
 $2 n_2 = \sin \beta$

$0,05 - 7,6 = \sin \beta$

$\sin \beta = 0,08 \quad \beta = 0,08$

$\gamma = \beta - \delta = 0,03 \rightarrow$ угол отклонения луча.

2) ~~Сделано неверно. Решение не представлено.~~



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. Печать QR-кода недопустима!



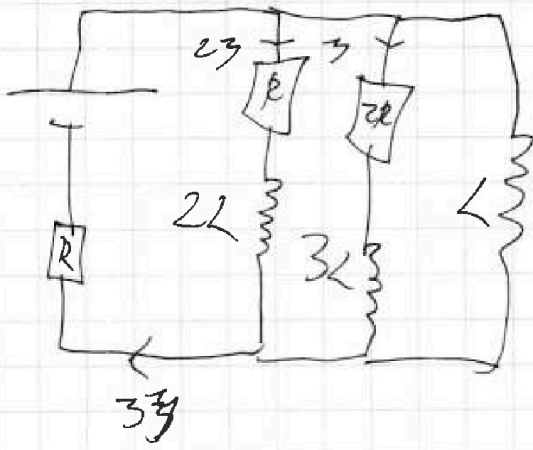
черновик

$$\begin{array}{r} 405 \overline{) 9} \\ 36 \quad \underline{) 45} \\ 45 \\ \hline 45 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 450 \\ 75 \\ \hline 325 \end{array}$$

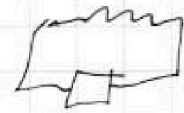
$$\begin{array}{r} 375 \overline{) 95} \\ 30 \quad \underline{) 25} \\ 75 \\ \hline 75 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 405 \overline{) 95} \\ 30 \quad \underline{) 24} \\ 705 \end{array}$$



$$E - L \frac{dI}{dt} =$$

$$L \frac{dI}{dt} = 4R$$



$$24I = 4R$$

$$E: -L \frac{dI_1}{dt} = 34R + 2I_1 R$$

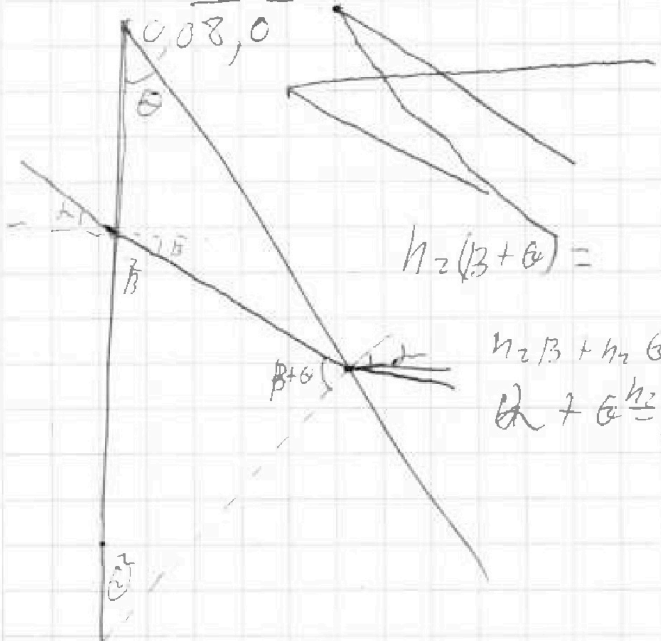
$$I_1 = \frac{E}{R}$$

$$E: 2I_2 - 2L \frac{dI_2}{dt} =$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ + 7,6 \\ \hline 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ + 44 \\ \hline 40/9 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ + 64 \\ \hline 329 \end{array}$$



$$h_2(B+G) =$$

$$h_2 B + h_2 G = 4R$$

$$h_2 + G h_2 = I$$

$$\begin{array}{r} + 289 \\ \hline 80 \\ 369 \end{array}$$

$$G B = G - R =$$