

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

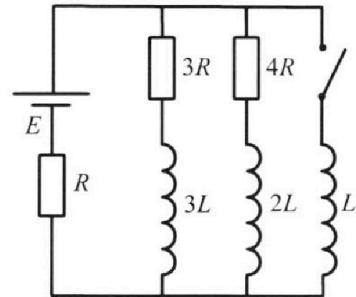
Вариант 11-03

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

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

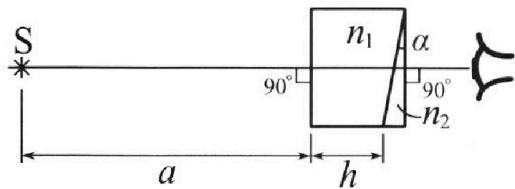
- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ при замкнутом ключе?

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 $n_{\text{в}} = 1,0$. 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 $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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

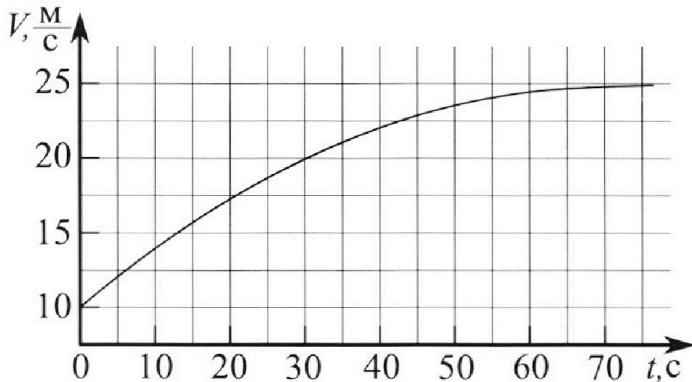
Вариант 11-03

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%.



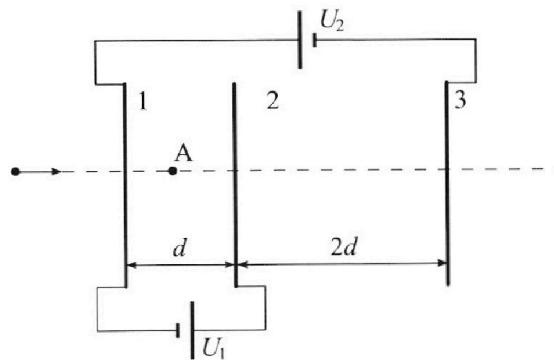
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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 v пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k p v$. 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 $R T \approx 3 \cdot 10^3$ 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 А на расстоянии $d/4$ от сетки 1.



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

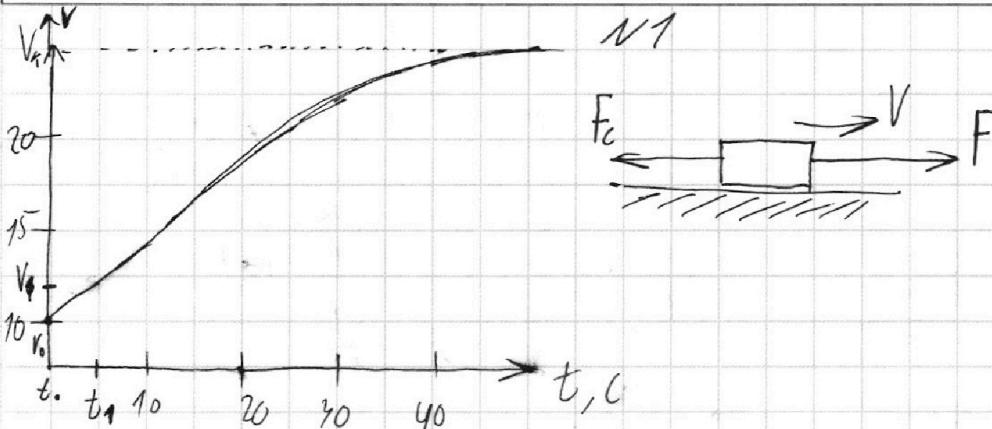
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



1) За первые 5 секунд зависимость $V(t)$

ближка к линейной. Из графика $V_1 \approx 12,5 \text{ м/с}$

$$a_0 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_1 - V_0}{t_1 - t_0} = \frac{12,5 - 10}{5 - 0} = \frac{2,5}{5} = 0,5 \text{ м/с}^2 \quad (\text{Ответ: } 0,5 \text{ м/с}^2)$$

2) пусть F_c - сила сопротивления $\propto \dot{x}$ - квадратичный

пропорциональности в зависимости $F_c = 2V$.

Так как в конце разгона скорость становилась

постоянной то 23И: $ma = F_k - F_c = F_k - k_2 V = 0$

$$\Rightarrow 2V_k = F_k \Rightarrow k_2 = \frac{F_k}{2V_k} \quad \text{где } V_k - \text{скорость в}$$

конце разгона. Тогда в начале разгона:

$$23И: ma_0 = F_0 - k_2 V_0 = F_0 - \frac{F_k}{V_k} V_0 \Rightarrow$$

$$F_0 = ma_0 + \frac{F_k}{V_k} V_0 = 1500 \cdot 0,5 + \frac{600}{25} \cdot 10 = 750 + 240 = 990 \text{ Н}$$

Ответ: 990 Н

3) $P = F_0 V = 990 \cdot 10 = 9900 \text{ Вт}$

Ответ: 9900 Вт

МЧС 1

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

Отметьте крестиком номер задачи,

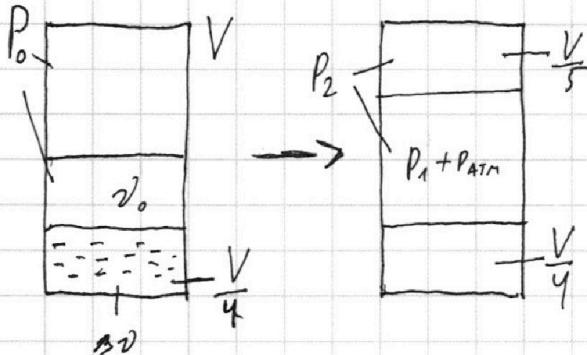
решение которой представлено на странице:

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



ЗМК для гелия

Уравнение состояния

гелий:

$$\frac{P_0 \frac{V}{2}}{T_0} = \frac{P_2 \frac{V}{5}}{T} \Rightarrow 5 \frac{P_0}{T_0} = 2 \frac{P_2}{T}$$

Увеличился раз в 60 раз;

CO_2 : $P_0 \frac{V}{2} = v_0 RT_0$
 $P_0 \frac{V}{5} = v_0 RT_0$
 ~~$P_0 \frac{V}{4} = v_0 RT_0$~~

$$P_0 \frac{V}{4} = v_0 RT_0$$
$$P_1 \frac{V_{155}}{100} = (v_0 + \Delta v) / RT$$

H_2O : при температуре $373^{\circ}K$ давление
на 100 водах $P_{ATM} = 2 P_0$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{2}{5} \frac{2P_0 + P_1}{P_0} \text{ по Закону Гукальяма } P_2 = 2P_0 + P_1$$

$$v_0 = \frac{P_0 V}{4RT_0} \Rightarrow P_1 = \frac{(P_0 \frac{1}{2} + 0,25 k P_0 \lambda) RT}{0,55 V} = P_0 \frac{\left(\frac{1}{RT_0} + k\right) RT}{0,55 V}$$

$$P_1 = P_0 \frac{T}{2T_0} \frac{P_0}{2,2} \frac{T}{T_0} + \frac{4RT P_0}{2,2}$$

$$P_1 \approx 4P_0 + 2P_1 = \frac{5P_0 T}{T_0}$$

$$2P_1 = \frac{5P_0 T}{2T_0} + -2P_0$$

$$\frac{5P_0 T}{2T_0} -$$

Уфффф

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

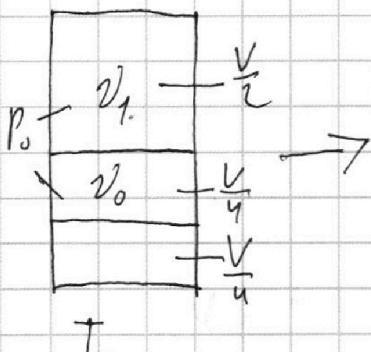
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



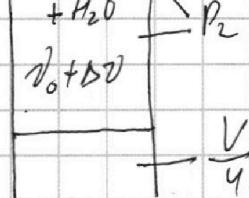
- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

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



$$1) \text{ ЗМК: } v_1 + \frac{V}{5}$$



$$\frac{1}{2} P_0 V = v_1 R T_0$$

$$\frac{1}{9} P_0 V = v_0 R T_0$$

$$\frac{v_1}{v_0} = \frac{\frac{1}{2} \frac{P_0 V}{R T_0}}{\frac{1}{9} \frac{P_0 V}{R T_0}} = \frac{4}{2} = 2$$

$$2) \Delta V = k P W = k P_0 \frac{V}{4}$$

по ЗАКОНУ ГАЛОТОНА: $P_2 = 2P_0 + P_1 - \text{где}$

$2P_0$ - давление масла a P_1 - давление CO_2

$$\text{ЗМК: } \frac{1}{5} P_2 V = v_1 R T \Rightarrow \frac{1}{5} P_2 = \frac{v_1 R T}{(v_0 + \Delta V) R T} \Rightarrow$$

$$\frac{11}{20} P_1 V = (v_0 + \Delta V) R T$$

$$\Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{v_1}{v_0 + \Delta V} \frac{20}{55} \quad v_1 R T = P_2 \frac{V}{5} \Rightarrow \cancel{P_2} \frac{R V}{5 R T} v_1 = \frac{R V}{5 R T}$$

$$\Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{2 P_1 V}{5 R T} \Rightarrow \frac{P_1 + 2 P_0}{P_1} = \frac{2 V}{5 R T} \left(P_1 + 2 P_0 \right) \frac{20}{55}$$

$$\frac{P_1}{5 R T} + \frac{2 P_0}{5 R T} = \frac{2 V}{5 R T} \left(P_1 + 2 P_0 \right)$$

$$\frac{\frac{1}{2} P_0 V}{T_0} = \frac{P_2 \frac{V}{5}}{T} \Rightarrow \frac{T}{T_0} = \frac{2}{5} \frac{2 P_0 + P_1}{P_0}$$

~~алогично~~

ЧСТ 5

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

Отметьте крестиком номер задачи,

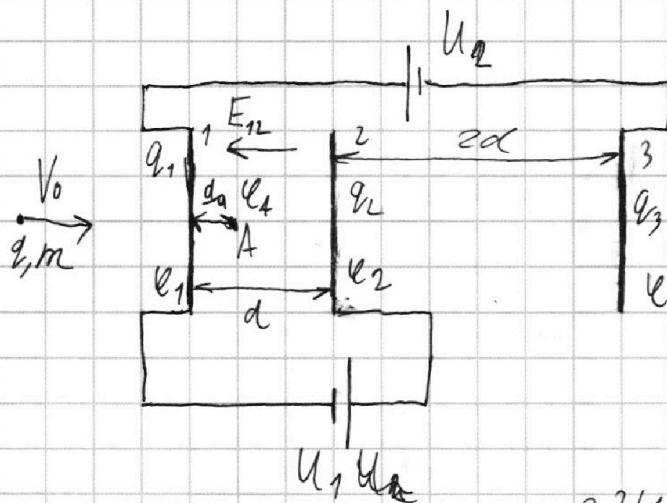
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!



1) Запишем разности

потенциалов для

плоским 1 и 2:

$$\varphi_2 - \varphi_1 = U_1 = E_{12} d \Rightarrow E_{12} = \frac{U_1}{d}$$

$$F = E q = E_{12} q$$

$$23M: m a = F \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{E_{12} q}{m}$$

$$a = \frac{E_{12} q}{m} = \frac{U_1 q}{md} = \frac{U q}{md}$$

Ответ: $\frac{U q}{md}$

2) ЗСГ: $k_1 + \Pi_1 = k_2 + \Pi_2 = K_0$ где Π_1, Π_2 –
потенциальная энергия при прохождении сквозь 1 и 2, а K_0

или электрическая частичная вынужденной момента. ТК скреки

0 наружный момент не заряжена $\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = 0 \Rightarrow$

$$\begin{cases} \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = 0 \\ \varphi_1 - \varphi_3 = U_2 = 3U \\ \varphi_2 - \varphi_1 = U_1 = U \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \varphi_1 = 2U \\ \varphi_2 = \frac{2}{3}U \\ \varphi_3 = -\frac{5}{3}U \end{cases}$$

$$ЗСГ: k_1 + \varphi_1 q = \frac{V_0^2 m}{2} \Rightarrow k_1 = \frac{V_0^2 m}{2} - \frac{2}{3} U q$$

$$k_2 + \varphi_2 q = \frac{V_0^2 m}{2} \Rightarrow k_2 = \frac{V_0^2 m}{2} - \frac{5}{3} U q$$

$$k_1 - k_2 = U q \quad \text{Ответ: } U q$$

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"/> |

МФТИ

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

$$3) \quad \ell_A - \ell_1 = \frac{d}{4} E_{12} = \frac{d}{4} \cdot \frac{u}{d} = \frac{u}{4} \Rightarrow \\ \Rightarrow \ell_A = \ell_1 + \frac{u}{4} = \frac{2}{3} u + \frac{u}{4} = \frac{11}{12} u$$

$$3(7): \quad k_A + \Pi_4 = K_0 \Rightarrow k_A + \ell_A q = \frac{V_0^2 m}{2}$$

$$k_A = \frac{V_0^2 m}{2} - \frac{11}{12} u q$$

$$\frac{m V_A^2}{2} = \frac{V_0^2 m}{2} - \frac{11}{12} u q$$

$$V_A^2 = V_0^2 m - \frac{11}{6} \frac{u q}{m}$$

$$V_A^2 = \sqrt{V_0^2 m - \frac{11}{6} \frac{u q}{m}}$$

$$\text{Ответ: } \sqrt{V_0^2 m - \frac{11}{6} \frac{u q}{m}}$$

Андрей

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

Отметьте крестиком номер задачи,

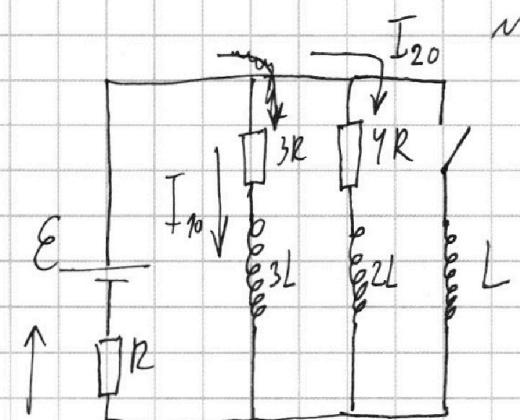
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ



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



1) Режим установился \Rightarrow

Токи постоянны \Rightarrow

напряжение на катушках 0.

Пусть ток через 4R $= I_{20}$.

$I_{10} + I_{20}$ тока по 13к_а через источник

тот ток $I_{20} + I_{10}$.

$$23k: \quad \left\{ \begin{array}{l} E = R I_{10} + I_{20} R + 3 I_{10} R = 4 I_{10} + I_{20} R \\ 0 = 3 R I_{10} + 4 R I_{20} \Rightarrow I_{20} = -0,75 I_{10} \end{array} \right.$$

$$E = 4,75 I_{10} R \Rightarrow I_{10} = \frac{E R}{4,75 R} = \frac{4}{19} \frac{E}{R}$$

Ответ: $\frac{4}{19} \frac{E}{R}$

2) Время прошедшее после размыкания магнитного поля \Rightarrow

токи не изменились \Rightarrow ~~напряжение на магнитной~~

~~элементах не изменилось~~ Напряжение на

рекистре R не изменилось $\Rightarrow 23k:$

$$3E = LI' + RI_{10} + RI_{20} \Rightarrow I' = \frac{E - R(I_{10} + I_{20})}{L} \Rightarrow$$

$$I' = \frac{E - \frac{4}{19} E}{L} = \frac{12}{19} \frac{E}{L} \quad \text{Ответ: } \frac{12}{19} \frac{E}{L}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

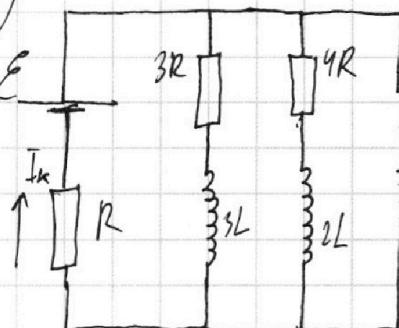
7

МФТИ.



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

3)



Рассмотрим режим

уставившийся после

закрытия ключа:

ток устремился \Rightarrow

напряжение на катушке L $U_L = 0$

тогда по 2 ЗК напряжения на 3R и 4R тоже

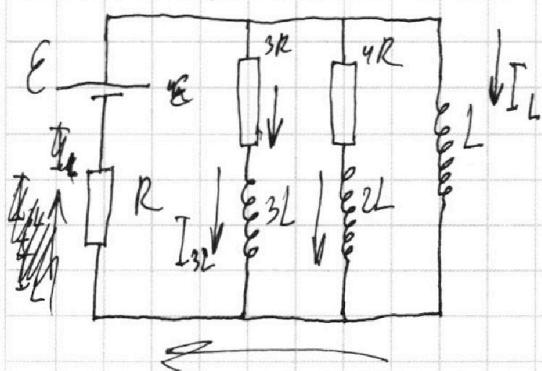
нулевые \Rightarrow ток I_k течет только через источник,

сопротивление R и катушку L. по закону Ома

$$I_k = \frac{E}{R}.$$

Рассмотрим произвольный момент

после закрытия ключа и перед установившимся режимом.



$$2\text{ЗК: } E = L I'_L + I_L R$$

$$E$$

$$3R I_{3L} + 2L I'_{3L} = L I'_L$$

$$3R q' + q = L I'_L - 2L I'_{3L}$$

про суммируем:

$$3R \Delta q = L \Delta I_L - 2L \Delta I_{3L}$$

$$3R \Delta q = L \left(\frac{E}{R} - 0 \right) - 2L \left(0 - \frac{4}{19} \frac{E}{R} \right)$$

$$3R \Delta q = L \frac{E}{R} + \frac{12}{19} \frac{E}{R} L = \frac{31}{19} \frac{L E}{R}$$

$$\Delta q = \frac{31}{57} \frac{L E}{R^2}$$

ИСТ 3



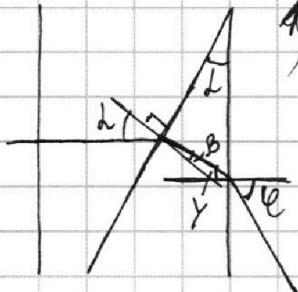
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

N5

1) ЗС для ΔAB : $d n_1 = \beta n_2$ Тк ΔAB -малое



$$\beta = \frac{d n_1}{n_2} \quad \gamma = \Delta - \beta = \Delta \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right)$$

ЗС для ΔAC : $\varphi = \gamma n_1 = \gamma n_2$

$$\varphi = \gamma \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_2}{n_1} \Delta \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right)$$

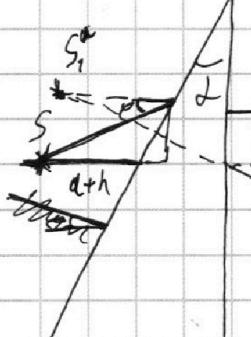
из геометрии системы угол отклонения равен $\psi =$

$$= \Delta \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) = 0,7\Delta = 0,07 \text{ rad}$$

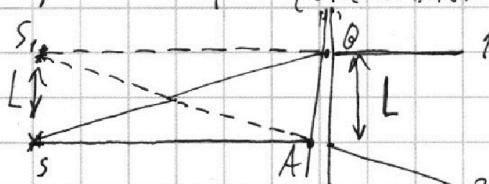
Отсюда: $0,7\Delta = 0,07 \text{ rad}$

2) получим в прозрачном зеркале угол отклонения
верти зеркала малого угла отражения.

Тк призма тонкая смесьюением луча



малого преломления. Пусть луч 1 изначально идет под углом ψ к прямой (линейки-глазу) А. Луч 2 параллелен
данной прямой. Тогда после преломления
они будут идти как показано на рисунке
(отклонение на $\psi = 0,7\Delta$)



расстояние между точками выхода лучей
 θ при зеркале $L = (a+h) \sin \psi = (a+h)/k$

расстояние между изображениями равно L

Тк $\Delta S_1 B A = \Delta S_2 B A$.

Отсюда: $(a+h) \sin \psi / (a+h) \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) / \Delta = 1,04 \cdot 0,07 \approx 0,043 \text{ m}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

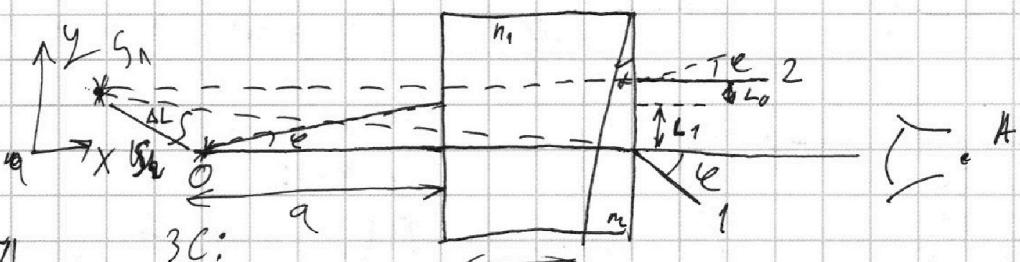
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

3)



ЗС:

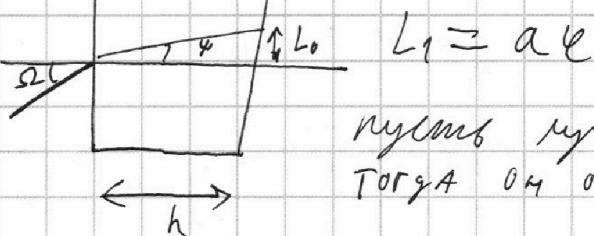
$$\tan \beta = L \frac{n_1}{n_2}$$

$$\gamma = d - \beta = L \left(1 - \frac{n_1}{n_2} \right)$$

$$ЗС: \varphi = \frac{n_2}{n_1} \gamma = L \left(\frac{n_2}{n_1} - \frac{n_2 n_1}{n_1 n_2} \right) = L (n_2 - n_1)$$

если же луч падает под углом α на призму n_1 то
помимо отклонения он смещается на ~~на~~ расстояние L_0 .

$$ЗС: \psi = \frac{n_2}{n_1} \alpha \Rightarrow L_0 = \frac{1}{n_1} h \sin \alpha$$



пусть луч 1 идет параллельно SA
тогда он отклоняется угол ψ

пусть луч 2 идет под углом α к SA
отклонится

тогда он ~~отклонится~~ на угол ψ и смещится
на $L_2 = \frac{1}{n_1} h \psi = L h \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) = L h \left(\frac{17}{7,4} - 1 \right)$

продолжение лучей пересекутся в точке

$$c \quad y = L_1 + L_2 = L h \left(\frac{17}{7,4} - 1 \right) + a L (n_2 - n_1)$$

$$a \quad x = \frac{L h \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right)}{L h \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) + a L (n_2 - n_1)}$$

$$\Delta L = \sqrt{x^2 + y^2}$$

МУСТЫ

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!

$$m \frac{F}{m}$$

$$\begin{array}{r} 104 \\ \times 604 \\ \hline 0,0728 \end{array}$$

$$k\Gamma \frac{m^2}{c^2}$$

$$k\Gamma \frac{m}{c^2} \cdot \frac{m}{c}$$

$$D = k \rho \omega W$$

$$\varphi_2 = \varphi_1 + u$$

$$\varphi_1 + \varphi_2 = u.$$

$$D = k P_0 \cdot \frac{V}{4}$$

$$\frac{8}{12} + \frac{3}{12} \quad \frac{V}{2} - \frac{V}{5} = \frac{3}{10} V$$

$$\varphi_2 = u + \varphi_1$$

$$\varphi_3 = u_2 \quad \varphi_1 - u$$

$$\varphi_1 + \varphi_1 + u + \varphi_1 - 3u = 0 \quad \text{окт 5}$$

$$\frac{5,5}{10}$$

$$97\% = \frac{3}{9} + \frac{16}{9} = \frac{19}{9}$$

$$3\varphi_1 = 2u$$

$$R_{\Delta g} = L \Delta I = L \frac{\epsilon}{R}$$

$$\varphi_1 = \frac{2}{3}u$$

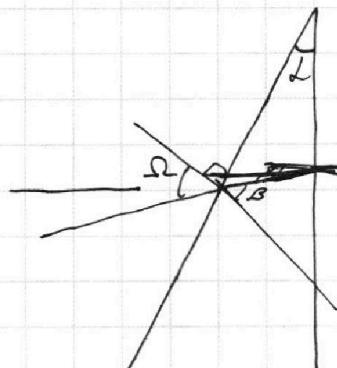
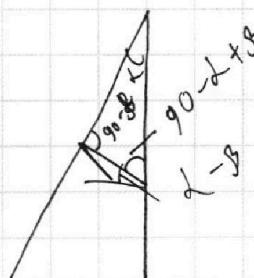
$$\Delta g = \frac{L \epsilon}{R^2}$$

$$\varphi_2 = \frac{5}{3}u$$

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

Быстро

$$y = L - \beta = L - \frac{n_1}{n_2} \Omega$$



$$\ell = \frac{n_2}{n_1} (L - \frac{n_1}{n_2} \Omega)$$

$$\ell = \frac{n_2}{n_1} L - \Omega$$

$$\ell = \frac{n_2}{n_1} L - \Omega + \Omega - L$$