

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-02

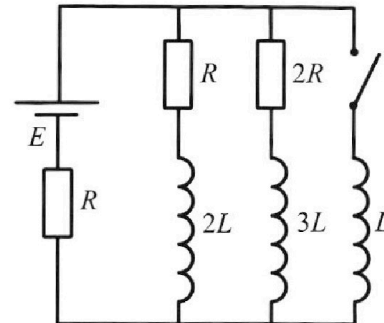
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



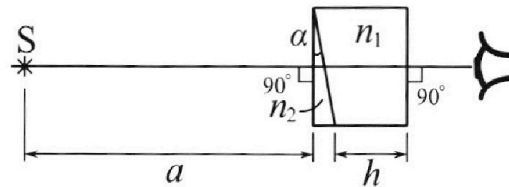
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 $n_{\text{в}} = 1,0$. 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 $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,6$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.

- 2) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,6$, 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.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

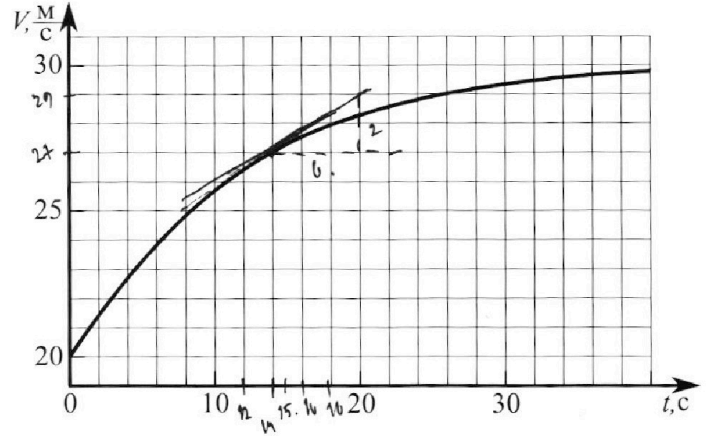
Вариант 11-02



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.

- Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости $V_1 = 27$ м/с.
- Найти силу сопротивления движению F_1 при скорости V_1 .



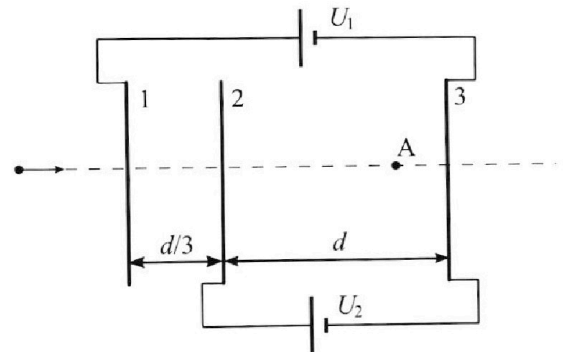
- Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению при скорости V_1 ?
Требуемая точность численно го ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/6$.

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.

- Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 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.



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

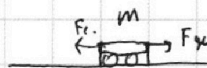


1) $m = 300 \text{ кг}$ (с лотком); $N = \text{const}$ (горизонтально)

$F_{с.к} = 405 \text{ Н}$. 1) $a_1 = ?$ ($U_1 = 27 \text{ м/с}$).

2) $F_1 = ?$ ($U_1 = 27 \text{ м/с}$)

3) $\frac{N_0}{N_{г0}} = ?$ ($U_1 = 27 \text{ м/с}$).



$a = \frac{dU}{dt}$ ← кас.-д. $U(t)$.

$N_{г0} = \frac{dA}{dt} = F_{г0} \cdot U = \text{const.} \rightarrow F_{г0} = \frac{\text{const}}{U}$

$\frac{N}{U} = F_{г0}$

$F_{г0} - F_c = m a$.

1) Определим $a(U_1)$ через касательную:

$a(U_1) \approx \frac{27}{30-27} = \frac{27}{3} = 9 \text{ м/с}^2$

23Н:

2) $F_c = F_{г0} - m a$; $F_{г0} = F_c(0)$. $F_{г0} = F_c(0)$ (при $U = \text{const} \rightarrow a = 0$).

$U(0) = 20 \text{ м/с}$ (из графика) ← она же коорд. U при $t=0$. $N_{г0}(0) = N_{г0}$.

$F_{г0} \cdot U(0) = N_{г0}$. $\frac{N_{г0}}{U(0)} = F_c(U)$. $F_c(U_1) = \frac{N_{г0}}{U_1} - m a(U_1)$.

4) концы параболы: U графика: $U \rightarrow \text{const} = 30 \text{ м/с} \rightarrow a \rightarrow 0$.

$\Rightarrow F_{г0к} \approx F_{с.к} = \frac{N_{г0}}{U_2}$ ($U_2 = 30 \text{ м/с}$)

$\Rightarrow N_{г0} = F_{с.к} \cdot U_2 \Rightarrow F_c(U_1) = \frac{F_{с.к} \cdot U_2}{U_1} - m a(U_1)$

$= \frac{405 \cdot 30}{27} - 300 \cdot \frac{9}{3} = 450 - 900 = -450$

$\Rightarrow \frac{405 \cdot 30}{27} - 300 \cdot \frac{9}{3} = 450 - 900 = -450$

3) При скорости $U_1 = 27 \text{ м/с}$: $N_{г0} = 405 \cdot 30$; $F_c(U_1) = 350 \text{ Н}$; $a(U_1) = \frac{9}{3} \text{ м/с}^2$.

$N_{г0} = F_{г0} \cdot U_1 = (m a + F_c) U_1$

$\rightarrow N_{г0} = N_c + m a U_1 \rightarrow \frac{N_c}{N_{г0}} = 1 - \frac{m a U_1}{N_{г0}} = 1 - \frac{300 \cdot 9 \cdot 27}{45 \cdot 405 \cdot 30} =$

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!

кочашеше №1)

$$= 1 - \frac{10}{45} = \frac{35}{45} = \frac{7}{9}$$

Ответ: 1) $\frac{1}{3}$ ч/с²; 2) 350 и; 3) $\frac{7}{9}$.

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!



№ 2)

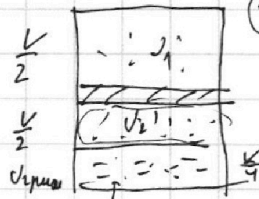
1) До начала:

$$P_1 = P_2$$

$$P_1 \frac{V}{2} = U_1 R T_0$$

$$P_2 \frac{V}{4} = U_2 R T_0$$

$$U_2 \text{ расщ.} = K P_2 \cdot \frac{V}{4}$$



(T0)

$$\frac{U_1}{U_2} = ? = \frac{U_1}{U_2}$$

U1 - кол-во N1

U2 - кол-во газа (где U1' - все газ; U2 расщ. - все газ)

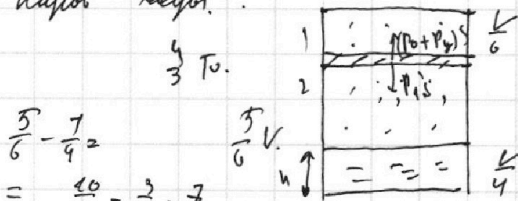
$$\rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{\frac{P_1 V}{4 R T_0}}{\frac{P_2 V}{4 R T_0} + K R \frac{V}{4}} = \frac{1}{\frac{1}{4} + \frac{K}{4}}$$

$$\parallel R T = \frac{1}{3} R T_0 \rightarrow R T_0 = \frac{9 \cdot 10^3}{4} \text{ Дж/моль}$$

$$\frac{9}{4} = \frac{6}{10} = \frac{3}{20}$$

$$\rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{\frac{1 \cdot 4^2}{2 \cdot 9 \cdot 10^3}}{\frac{4}{4 \cdot 9 \cdot 10^3} + \frac{96 \cdot 10^{-3}}{4}} = \frac{\frac{2}{9 \cdot 10^3}}{\frac{1}{9 \cdot 10^3} + \frac{0.6 \cdot 10^{-3}}{4}} = \frac{\frac{2}{9}}{\frac{1}{9} + \frac{3}{20}} = \frac{2}{1 + \frac{27}{20}} = \frac{40}{47}$$

2) после начала: весь U2 все широты; давление P0 от массы газа.



ищем: P1' = P0 + Py

$$\frac{140}{93}$$

$$\frac{5}{6} - \frac{7}{12} = \frac{10}{12} - \frac{7}{12} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$$

$$P_1' \frac{V}{6} = U_1 R \frac{4}{3} T_0$$

$$P_y \cdot \frac{7}{12} V = U_2 R \cdot \frac{4}{3} T_0$$

(=)

$$\parallel P = P_{\text{расщ}} + P_0 + P_y \parallel ;$$

$$\Rightarrow \frac{P_1'}{P_y} \frac{1}{7/12} = \frac{U_1}{U_2} \rightarrow \frac{P_1'}{P_y} = \frac{7}{12} \cdot \frac{40}{47} = \frac{7 \cdot 40}{12 \cdot 47} = \frac{140}{93}$$

$$\rightarrow \frac{140}{47} P_y = P_0 + P_y \rightarrow P_y = \frac{P_0}{\frac{140}{47} - 1} = \frac{47 P_0}{93}$$

$$P_{\text{расщ}} = \frac{P_0}{5} \cdot \frac{K}{4} \cdot \frac{V}{4} = \frac{1}{4} \cdot \frac{96}{5} P_0$$

$$\Rightarrow P = \frac{47}{93} P_0 + P_0 = \frac{140}{93} P_0$$

Ответ: 1) $\frac{40}{47}$ 2) $\frac{140}{93}$ Па.

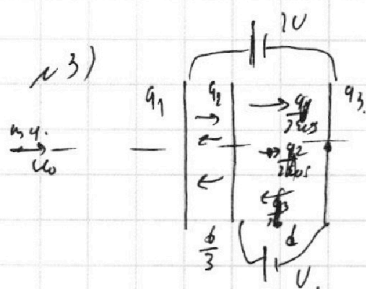
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



1) Пусть $q_1, q_2, q_3 > 0$ $U = E \cdot d$

~~$$\frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} + U = 0$$~~
~~$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$~~

нале однородно

Т.к. $q \ll \epsilon_0 S$ зарядов $\epsilon_0 S \rightarrow$ не имеет на крив. ; $d \ll \sqrt{S} \Rightarrow$ не имеет $\epsilon_0 S$ (т.е. не перенасыт.)

и картину линий зарядов:

$E_z \cdot q = m \cdot a \rightarrow q = \frac{E_z \cdot q}{m}$

$u \approx \frac{q}{2\epsilon_0 S}$

$E_z \cdot d = U \Rightarrow$

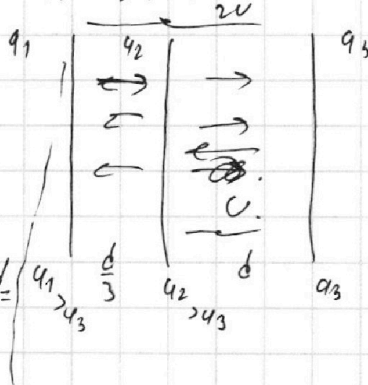
$q = \frac{U \cdot q}{m \cdot d}$

2). $K_3 - K_2 = ?$

Найдем заряды на сегментах:

ЗСЗ: $K_0 = K_2 + K_3$

$q_1 - q_2 + q_2 - q_3 = 2U$



$$\frac{q_1 - q_2 - q_3}{2\epsilon_0 S} \cdot \frac{d}{3} + \frac{q_1 + q_2 - q_3}{2\epsilon_0 S} \cdot d = U$$

$$\frac{q_1 + q_2 - q_3}{2\epsilon_0 S} \cdot d = U$$

$$(q_1 - q_2 - q_3) \frac{d}{6\epsilon_0 S} + (q_1 + q_2 - q_3) \frac{d}{2\epsilon_0 S} = 2U$$

$$q_1 + q_2 - q_3 = \frac{2\epsilon_0 S U}{d}$$

$$(q_1 - q_2 - q_3) + 3(q_1 + q_2 - q_3) = \frac{2U}{d} \cdot 6\epsilon_0 S$$

$$q_1 - q_2 - q_3 + 3q_1 + 3q_2 - 3q_3 = \frac{12U\epsilon_0 S}{d}$$

ЗСЗ: $q_1 + q_2 + q_3 = 0$

$$4q_1 - 2q_2 - 4q_3 = \frac{12U\epsilon_0 S}{d}$$

$$2q_1 - q_2 - 2q_3 = \frac{6U\epsilon_0 S}{d}$$

$$3(q_1 - q_3) = \frac{8U\epsilon_0 S}{d}$$

$$q_1 + q_2 - q_3 = \frac{2U\epsilon_0 S}{d}$$

$$2(q_1 + q_2) = \frac{20U\epsilon_0 S}{d}$$

$$q_1 + \frac{U\epsilon_0 S}{d} - q_1 - \frac{8U\epsilon_0 S}{3d} + q_1 = 0$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

Прочитайте условие №3)

$$q_1 = \frac{8U\epsilon_0 S}{3d} - \frac{U\epsilon_0 S}{d} = \frac{5U\epsilon_0 S}{3d} = \frac{5U\alpha}{3} = \frac{5}{3} q \quad (q = U\alpha)$$

$$q_2 = \frac{U\epsilon_0 S}{d} - \frac{5U\epsilon_0 S}{3d} = -\frac{2U\epsilon_0 S}{3d} = -\frac{2U\alpha}{3} = -\frac{2}{3} q$$

$$q_3 = -\frac{8U\epsilon_0 S}{3d} + q_1 = -\frac{U\epsilon_0 S}{d} = -U\alpha = -q$$

$E_1 = \frac{\frac{5}{3}q + \frac{2}{3}q + q}{2\epsilon_0 S} = \frac{\frac{10}{3}q}{2\epsilon_0 S} = \frac{5}{3} \cdot \frac{q}{\epsilon_0 S} = \frac{5}{3} \cdot \frac{U}{d} = E_1$
 $E_2 = \frac{\frac{5}{3}q + q - \frac{2}{3}q}{2\epsilon_0 S} = \frac{2q}{2\epsilon_0 S} = \frac{U \cdot \frac{\epsilon_0 S}{d}}{\epsilon_0 S} = \frac{U}{d}$

3) $K_3 - K_2$; В области 12 пучок:

~~3) $K_3 - K_2 = Uq$~~ $F_{эл} = \frac{5U}{3d} q = m a_{12} \rightarrow a_{12} = \frac{5Uq}{3md}$

$\frac{d}{3} = \frac{U_2^2 - U_0^2}{2a_{12}}$; Аналогично в 23: $d = \frac{U_3^2 - U_2^2}{2a_{23}}$; $a_{23} = \frac{Uq}{md}$

$$U_3^2 - U_2^2 = 2a_{23}d = \frac{2Uq}{m}$$

$\rightarrow K_3 - K_2 = Uq$

4) $\frac{2d}{3} = \frac{U_u^2 - U_2^2}{2a_{23}}$ $U_u = ? \quad | \frac{2d}{3} |$
 $U_2^2 = \frac{2a_{12}d}{3} + U_0^2$

$$\rightarrow U_u^2 = \frac{4a_{23}d}{3} + \frac{2a_{12}d}{3} + U_0^2 =$$

$$U_u = \sqrt{\frac{4}{3}d \cdot \frac{Uq}{m} + \frac{2}{3}d \cdot \frac{5Uq}{3m} + U_0^2} = \sqrt{\frac{4}{3} \frac{Uq}{m} + \frac{10}{9} \frac{Uq}{m} + U_0^2} =$$

$$= \sqrt{\frac{22}{9} \frac{Uq}{m} + U_0^2}$$

Ответ: 1) $\frac{Uq}{md}$ 2) Uq 3) $\sqrt{\frac{22}{9} \frac{Uq}{m} + U_0^2}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

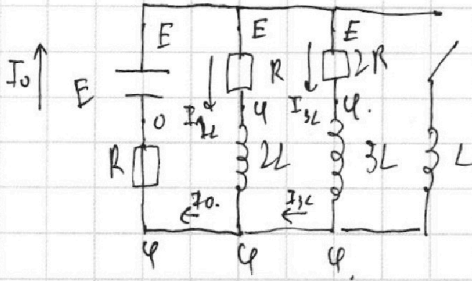
1 2 3 4 5 6 7



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



№ 4) рис. 1.



1) $I_{20} = ?$ | разомкн. К.

2) I_L | сразу после замк. К.

3) $q_{2R} = ?$ | замк. К.

1) \neq член при разомкн. ключе в уст. сост.: $I_{2L} = \text{const}$; $I_{3L} = \text{const}$

$\rightarrow V_{2L} = V_{3L} = 0$; \rightarrow расставлю потенциалы (на рис. 1) и токи

$$E - \varphi = I_{2L} R$$

$$E - \varphi = I_{3L} \cdot 2R$$

$$\varphi = I_0 R$$

$$\text{ЗСЗ: } I_{2L} + I_{3L} = I_0$$

$$\frac{E - \varphi}{R} + \frac{E - \varphi}{2R} = \frac{\varphi}{R}$$

$$E - \varphi + \frac{E}{2} - \frac{\varphi}{2} = \varphi$$

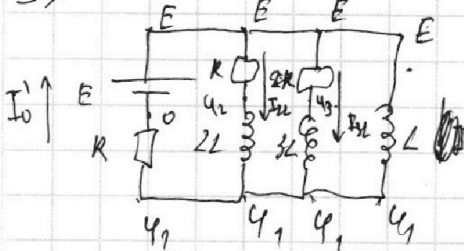
$$\frac{3}{2}E = 2\varphi + \frac{\varphi}{2} = \frac{5}{2}\varphi \rightarrow \varphi = \frac{3}{5}E$$

$$\Rightarrow I_{3L} = \frac{E - \frac{3}{5}E}{2R} = \frac{\frac{2}{5}E}{2R} = \frac{E}{5R}$$

2) сразу после замкн. К на катушках токков не считаем.

\Rightarrow I_{2L} и I_{3L} остаются;

$I_2 = 0$ (шум, на L не было тока).



$$V_L = L \dot{I}_L \rightarrow \dot{I}_L = \frac{V_L}{L} = \frac{E - \varphi_1}{L}$$

$$\text{ЗСЗ: } I_0' = I_{2L} + I_{3L} = I_0$$

\Rightarrow $\varphi_1 = \varphi$ ~~или~~ сразу после замкн. К. Аналогично расставлю потенциалы

$$E - \varphi_1 = I_{2L} \cdot R$$

$$I_0 = \frac{\varphi}{R} = \frac{3E}{5R} \rightarrow \varphi_1 = \frac{3}{5}E = \varphi$$

$$E - \varphi_1 = I_{3L} \cdot 2R$$

$$\Rightarrow \dot{I}_L(0) = \frac{\frac{2}{5}E}{L} = \frac{2E}{5L}$$

$$\varphi_1 = I_0 R$$

3) \neq член в нуль момент после замкн. К.

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

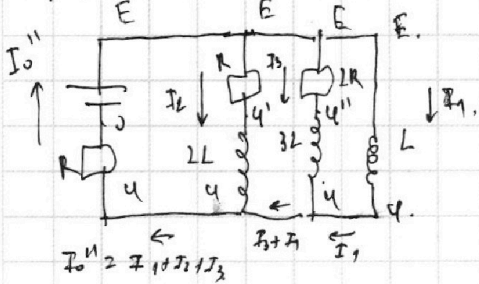
1 2 3 4 5 6 7



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



Кратчайшие пути



$$E - \varphi'' = I_3 \cdot 2R.$$

$$\varphi'' - \varphi = V_{3L} = 3L \frac{dI_3}{dt}.$$

$$\varphi = (I_1 + I_2 + I_3) R.$$

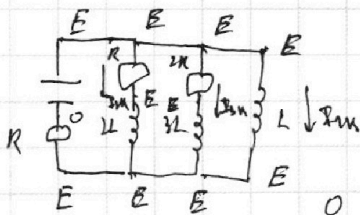
$$E - \varphi' = I_2 R.$$

$$\Rightarrow \frac{\varphi}{R} = I_1 + \frac{E - \varphi'}{R} + \frac{E - \varphi''}{2R} \Rightarrow 2I_3 R + V_{3L} = V_L = E - \varphi.$$

$$\rightarrow 2I_3 R + 3L \frac{dI_3}{dt} = L \frac{dI_1}{dt} \cdot dt$$

$$\Rightarrow 2R dq_3 + 3L dI_3 = L dI_1$$

Х числ в уст. сост.: $I_{12}; I_{3L}; I_2 \rightarrow \text{const} \rightarrow V_L = V_{3L} = V_2 = 0.$



$V_R = V_{2R} = 0 \rightarrow I_R = I_{2R} = 0.$ (в уст. сост.)

$$I_{1K} = \frac{E}{R}.$$

$$2R \int dq_3 + 3L \int dI_3 = L \int dI_1, \quad \left(\text{где } I_{3L} = \frac{E - \frac{2}{5}E}{2R} = \frac{\frac{2}{5}E}{2R} = \frac{E}{5R} \right)$$

$$\rightarrow 2R q_3 - 3L \frac{E}{5R} = L \cdot \frac{E}{R}.$$

$$q_3 = \frac{1}{2R} \left(\frac{LE}{R} + \frac{3}{5} \frac{LE}{R} \right) = \frac{8}{5} \frac{LE}{R} \cdot \frac{1}{2R} = \frac{8}{10} \frac{LE}{R^2}.$$

Ответ: 1) $\frac{E}{5R}$ 2) $\frac{2E}{5L}$ 3) $\frac{4}{5} \frac{LE}{R^2}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

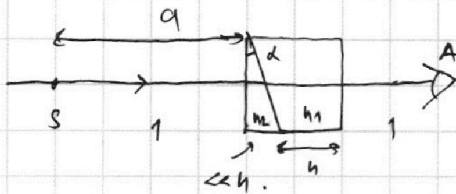
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

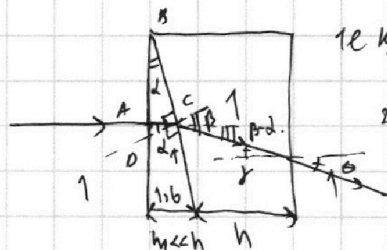
№ 5)

$a = 200 \text{ м}; h = 9 \text{ м}; d = 0,05 \text{ рад} \leftarrow \text{мал.}$



- 1) $n_1 = n_2 = 1; n_2 = 1,6; \beta = ?$
 2) $n_1 = n_2 = 1; n_2 = 1,6; \text{дет. } \angle = ?$
 3)

1) \times 1й лучей: луч \perp поверхности грани: этот луч идет прямо вдоль SA. (Т.к S - точечный ист.).



1е условие: $n_2 \sin \alpha = \sin \beta$.

2е условие: $\sin \gamma = \sin \theta \rightarrow \gamma = \theta$ (Т.к если $\gamma = \pi - \theta$!?)
 будет противн нт ист.

$d_1 = d$.

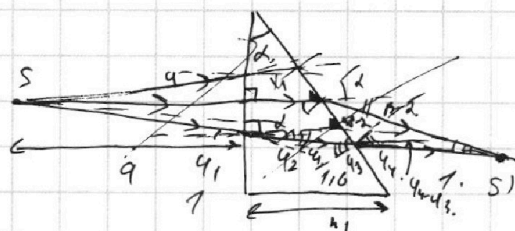
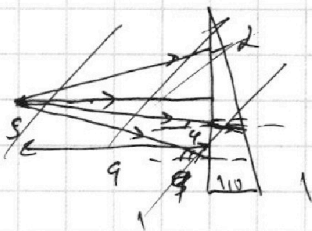
($\angle ACB = 90^\circ - d; \angle BCD = 90^\circ$).

$\Rightarrow \sin \beta = n_2 \sin d \approx n_2 d = 1,6 \cdot 0,05 = \frac{80}{1000} = 0,08$ 16/200

$\rightarrow \beta \approx 0,08 \text{ рад.}$

$\gamma = \beta - d = 0,03 \text{ рад.}$ (γ является углом отклонения).

2) Т.к. $n_1 = n_2$, то преломления n_1 не имеет на ход.



$SS' = ?$

$d \rightarrow 0!$

\times произвольный луч.

$90^\circ - \angle = \varphi_2 + 90^\circ - \varphi_3$

$\rightarrow \varphi_3 - \varphi_2 = d$.

$\sin \varphi_1 = n_2 \sin \varphi_2$

$n_2 \sin \varphi_3 = \sin \varphi_4$

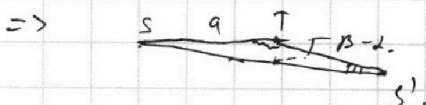
$a \gg h \gg h_1$

$\rightarrow \varphi_1 = n_2 \varphi_2$

$n_2 d + \varphi_1 = \varphi_4$

$\varphi_1 = n_2 \varphi_2$ ①

$n_2 d + n_2 \varphi_2 = \varphi_4$



(Т.к. вводим "выступ" преломления преломл.)
 $\Rightarrow \angle TSS' = \varphi_4 - \varphi_3 = \varphi_4 - d - \varphi_2$

$\varphi_4 - \varphi_2 =$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

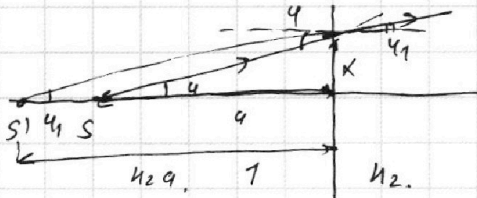


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1) *Криволинейное движение*

4) *Угол зрения:* *Угол зрения на ПП поверхности при радиусе кривизны S' .*



$$\sin \varphi = n_2 \sin \varphi_1$$

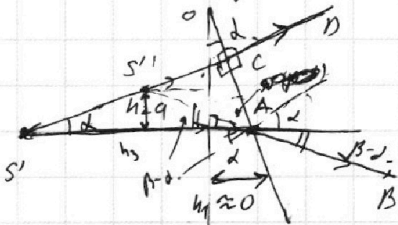
Углы в паралл. лучах.

$$\rightarrow \varphi \approx n_2 \varphi_1$$

$$\text{tg } \varphi = \frac{x}{a} ; \text{tg } \varphi_1 = \frac{x}{a_1} \rightarrow \varphi a = \varphi_1 a_1$$

$$\rightarrow a_1 = \frac{a}{\varphi_1} \varphi = n_2 a$$

Далее: S' *является* *накл-й* *пов-и* *источ.*



$$\beta = 0,08 \text{ рад (из пункта 1)}$$

4) *луч, который падает на пов-и.* *(луч без криволинейности)*

$\rightarrow S''$ *на пересек* AB *и* CD .

$$\angle S''AS' = \beta - \alpha ; \angle S''AO = 90^\circ - \alpha - \beta + \alpha = 90^\circ - \beta$$

$$\rightarrow \angle CS''A = \beta \text{ (отсюда } \angle S''AS' = \beta \Rightarrow \angle S'S''A = 180^\circ - \beta)$$

T. sin:
$$\frac{n_2 a + h_1}{\sin \beta} = \frac{S'S''}{\sin(\beta - \alpha)} \quad (n_2 a > a > h \gg h_1)$$

$$\Rightarrow \frac{n_2 a}{\beta} = \frac{S'S''}{\beta - \alpha} \rightarrow S'S'' = \frac{0,03}{0,08} \cdot 1,6 \cdot a = \frac{3}{8} \cdot \frac{16}{10} \cdot \frac{20}{100} =$$

$$= 120 \text{ (см)}$$

$$3) n_1 = 1,8 ; n_2 = 1,6 ; \angle S''S'A = 180^\circ - \beta + \alpha - 180^\circ + \beta = \alpha$$

$$\alpha = \frac{h_3}{S'S''} \rightarrow h_3 = \alpha \cdot S'S'' \text{ (} h_3 \text{ - высота } S'' \text{ над } O_1 \text{)}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

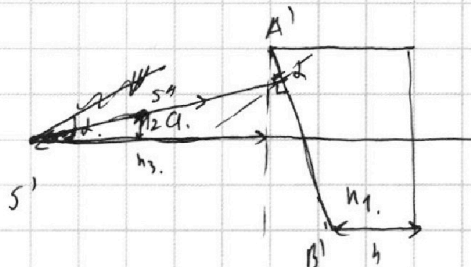


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



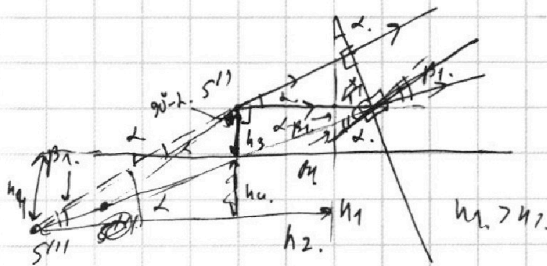
2e. Криволинейное движение.

Т.к. $n_2 = 1,6$, то аналогично пункту 2:



Теперь S'' — источник света n_1 :

× процесс хода лучей из S'' на $A'B'$ ($n_2 \rightarrow n_1$).
 \vec{u}_2 \vec{v} .

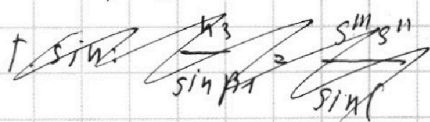


× ход луча \perp пов-и и границ.

$$n_2 \cdot d = n_1 \cdot \beta_1$$

$$\beta_1 = \frac{n_2}{n_1} \alpha = \frac{1,6}{1,8} \alpha = \frac{8}{9} \cdot 0,05 \text{ рад.}$$

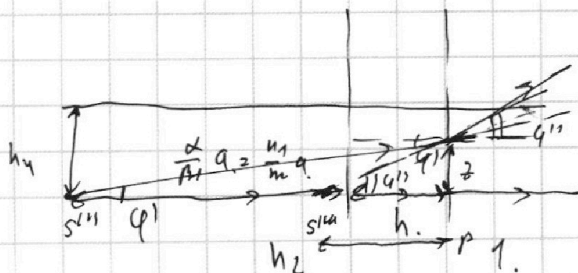
\Rightarrow образует S''' .



$$S''K = n_2 a - S'S'' \cdot \cos \alpha = 1,6 \cdot 200 - 120 = 200 \text{ см.} = a$$

Т. sin: $\frac{S''K + h_1}{\sin \beta_1} = \frac{S'''S''}{\sin(\alpha + \beta_1)} \rightarrow S'''S'' = \frac{\alpha - \beta_1}{\beta_1} S''K$

Теперь S''' — источник света n_1 (в $n_1 \rightarrow n_1$).



~~$$S''K = S'''S'' \cos \alpha +$$~~

$$S''K = \frac{\alpha - \beta_1}{\beta_1} a + a = a \left(\frac{\alpha}{\beta_1} \right) = \frac{n_1}{n_2} a.$$

$$n_1 \varphi' = \varphi'' \quad \varphi'' = \frac{z}{\sin \beta_1} \quad \varphi' = \frac{z}{\frac{n_1}{n_2} a + h}$$

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

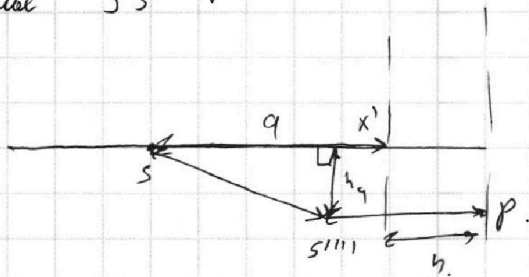
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

3в продолжение к 5).

$$\Rightarrow s'''' p \cdot n_2 = \left(\frac{n_1}{n_2} a + h \right) q$$

$$s'''' p \cdot n_1 = \frac{n_1}{n_2} a + h \rightarrow s'''' p = \frac{\frac{n_1}{n_2} a + h}{n_1}$$

Итак $s s''''$.



$$s s'''' = \sqrt{(a - x')^2 + h^2}$$

$$x' = s'''' p - h$$

$$h_3 + h_4 = s'''' s'''' \cdot \alpha \rightarrow h_4 = \frac{\alpha - \beta_1}{\beta_1} a \cdot d - d \cdot s' s''$$

$$\Rightarrow s s'''' = \sqrt{\left(a - \left(\frac{\frac{n_1}{n_2} a + h}{n_1} - h \right) \right)^2 + \left(\frac{\alpha - \beta_1}{\beta_1} \cdot a \cdot d - d \cdot 120 \text{ см} \right)^2}$$

где $n_1 = 1,8$; $n_2 = 1,6$; $a = 700 \text{ см}$; $h = 9 \text{ см}$; $\beta_1 = \frac{6}{9} \cdot 0,05 \text{ рад}$;

Ответ: 1) 0,03 рад 2) 120 см 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



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

н2) T_0 (Максимум тока). $i=5$. $K_{ли}: T_0$; $W_{ли} \propto \frac{1}{T}$

нормаль: $U_{ли} = 5V$; $U_{из} = 2V$

Закон Генри: $\Delta U_{раств} = k \cdot \rho_{раств} \cdot V_{ли}$

$T = \frac{4}{3} T_0 = 373 K (100^\circ C)$

$RT \approx 9 \cdot 10^3 \frac{Дж}{моль}$

$V_{ли} \approx const.$

K при T_0 : $K = 0,6 \cdot 10^{-3} \frac{моль}{м^3 \cdot Па}$; $U_{ли} T = \frac{4}{3} T_0$ $\Delta U_{раств} \approx 0$

Парам $W_{ли}$ $U_{ли}$ $i=5$ (при T_0); $V_{ли} \approx const$ (век $U_{ли}$)

$\rho_{ли}(T) = 70^5 Па$

1) $W_{ли} \propto \frac{1}{T}$ $\Rightarrow ?$ (Увелич. в раз.!).

1) До $U_{ли}$ $U_{из} = 2V$ (нормаль $U_{ли}$) ($P_{ли}$ не учит. $U_{из}$!).

$P_{из} \cdot \frac{1}{2} = U_{из} R T_0$

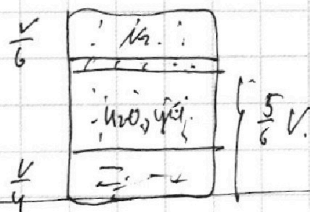
$P_{ли} \cdot \frac{1}{4} = U_{ли} R T_0$

$\Rightarrow \frac{U_{из}}{U_{ли}} = \frac{1}{2} = 2 \cdot 2$ { $U_{ли}$

2) $P_{из} = ?$ (выражено через $P_{ли}$ и P_0).

Поиск $U_{ли}$ $U_{из}$:

Поиск в равновесии $\rightarrow P_{из} = P_{ли} = P_0$



$P_{из} = P_{ли} + P_0 = P_0$

$P_0(100^\circ C)$

До $U_{ли}$: $U_{раств} = P_2 \cdot K \cdot \frac{1}{T}$ (P_2 \leftarrow $U_{ли}$ $U_{из}$!).

$P_2 = P_{из}$ (норм.). $P_2 \cdot \frac{1}{2} = U_{из} R T_0$

$P_2 \cdot \frac{1}{2} = (U_{из} + U_{раств}) R T_0$

ищем: $P_{ли} \cdot \frac{1}{6} = U_{из} R T_0$ $P_{из} =$

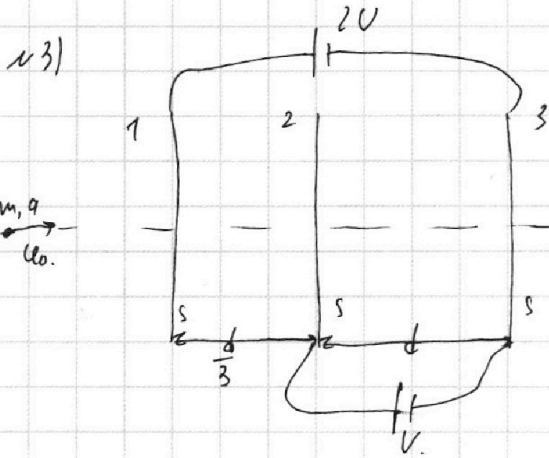
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



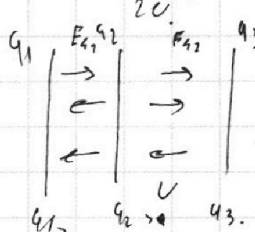
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$d \ll \sqrt{s}$; ϵ_0 и ϵ не зависят от частоты.

U_0 и ω .

1) $\alpha_{23} = ?$



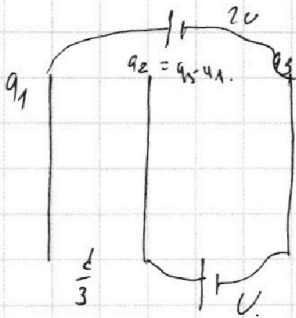
$$E_{11} \frac{d}{3} + E_{22} d = 2U.$$

$$\frac{q_1 - q_2 - q_3}{2\epsilon_0 s} \frac{d}{3} +$$

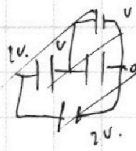
$$+ \frac{q_1 + q_2 - q_3}{2\epsilon_0 s} d = 2U.$$

$$(q_1 - q_2) + q_2 - q_3 = 2U.$$

1) Пусть на сетках образ заряды q_1, q_2, q_3 .



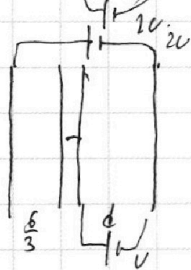
$$q_1 + q_2 + q_3 = 0.$$



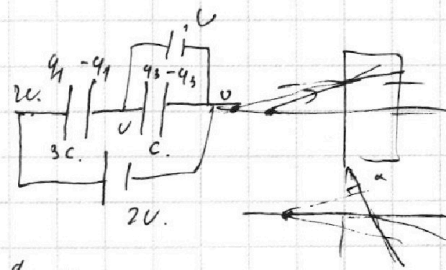
Пусть: $C = \frac{\epsilon_0 \cdot S}{d}$

Система эквив:

(\Rightarrow)



(\Rightarrow)



$$q_1 = 3C \cdot 2U.$$

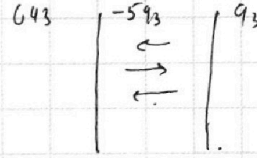
$$q_3 = C \cdot U \rightarrow \frac{q_1}{q_3} = 6.$$

$$\frac{q_1}{2\epsilon_0 s} + \frac{q_3 - q_1}{2\epsilon_0 s}$$

$$\frac{q_3}{2\epsilon_0 s} d = U$$

$$q_3 = \frac{2\epsilon_0 s U}{d}$$

$$q_1 = 6q_3$$





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 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!

