



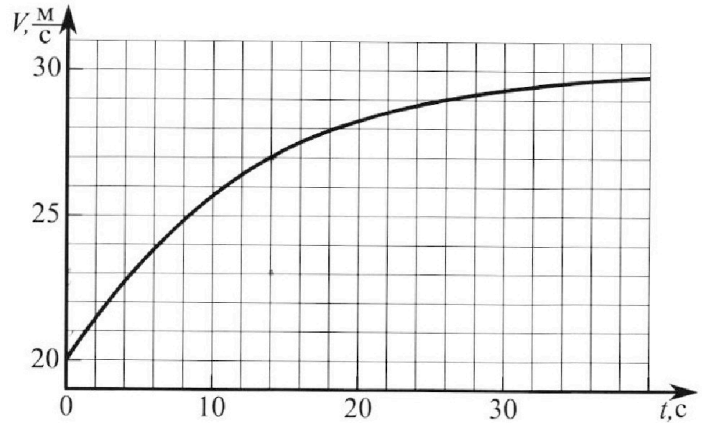
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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%.

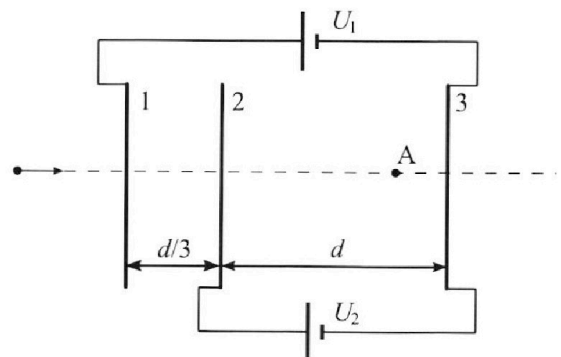
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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 $\Delta\nu$ растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta\nu = kpw$. 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 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 А на расстоянии $2d/3$ от сетки 2.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

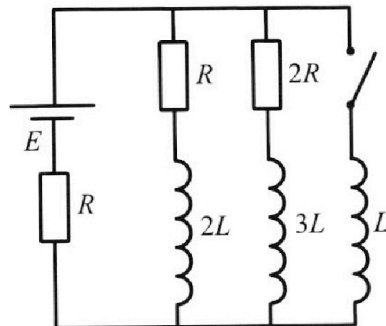
Вариант 11-02

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 $n_{\text{в}} = 1,0$. 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.

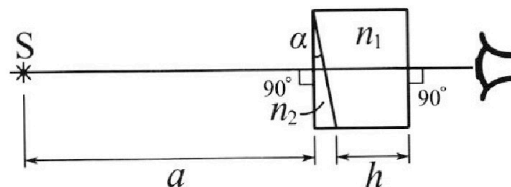


рис.). Угол $\alpha = 0,05$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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.

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. По определению ускорения есть

$$a = \frac{dV}{dt}, \text{ т. е. производная } V_{x1} - \text{это тангенс}$$

угла наклона касательной.

Из графика в условии, при $V_1 = 27 \text{ м/с}$,

$$t_{g\alpha} = \frac{27 - 23}{14} = \frac{4}{14} = \frac{2}{7} \text{ м/с}^2$$

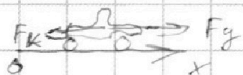
$$a_1 = \frac{2}{7} \text{ м/с}^2$$

2. В установившемся режиме ускорение автомобиля равно 0, т. е. сумма всех внешних сил равна 0.

На автомобиле действуют сила сопротивления воздуха, а также сила действующая на ведущие колеса F_g

В. из реш. $F_g = F_k = 405 \text{ Н}$

2. Закон Ньютона для автомобиля на OX в момент времени $(t = 140, V_1 = 27 \text{ м/с})$



$$m a = F_g - F_1 \Rightarrow F_1 = F_g - m a$$

$$F_1 = F_k - m a =$$
$$= 405 - 300 \cdot \frac{2}{7} =$$

$$= \frac{405 \cdot 7 - 600}{7} =$$

$$= \frac{2835 - 600}{7} = \frac{2235}{7}$$

$$\approx 320 \text{ Н}$$

3. Пусть мощность силы сопротивления P_1

$$P_1 = F_1 \cdot V_1$$

Мощность ведущих колес $P_2 = F_g \cdot V_1 = F_k \cdot V_1$

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!

3. Пусть $\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{F_k}{F_1} = \frac{405}{320} \approx \frac{400}{320} = \frac{40}{32} = \frac{5}{4}$

эта величина $\frac{1}{\eta} = \frac{4}{5}$

Ответ: 1) $\frac{2}{7}$ и $\frac{2}{12}$ 2) ФФБ20Н 3) $\frac{4}{5}$ - это не число

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.

n_1	p_1
n_2, CO_2	p_2

Т.к $\frac{4}{3} T_0 = 373,15 K$

$T_0 = \frac{3}{4} \cdot 373,15 \approx 281 K$

Пусть p_1 и p_2 давления в верхней и нижней частях сосуда соответственно, тогда из уравнения Менделеева-Клапейрона

$p_1 V_1 = \frac{m}{M_{N_2}} R T_0 = \nu_1 R T_0$, ν_1 - кол-во N_2

$p_2 V_2 = \frac{m}{M_{CO_2}} R T_0$, p_2 создается только азотом.

$= \nu_2 R T_0$, ν_2 - кол-во CO_2 .

из условия $\Delta \theta_2 = k p_2 \frac{V}{4}$

$p_1 = p_2 = p'$ т.к поршень невесомый, тогда

(1) $p' V_1 = \nu_1 R T_0$

(2) $p' V_2 = \nu_2 R T_0$

(3) $\Delta \theta_2 = k p' \frac{V}{4}$

(3) : (2) $\frac{k V}{4 V_2} = \frac{\nu_2 R T_0}{\Delta \theta_2}$ из условия

$\frac{1}{k} \cdot \frac{4}{3} \left(\frac{\nu_1}{\nu_2} + 1 \right) = \frac{\nu_2}{\Delta \theta_2} R T_0$

$\frac{1}{k} \left(\frac{\nu_1}{\nu_2} + 1 \right) = \frac{\nu_2}{\Delta \theta_2} R T_0$

$\frac{1}{k} \frac{4}{3} (2+1) = \frac{\nu_2}{\Delta \theta_2} R T_0$ (4)

Если нагревания

p_1, V_1
p_2, V_2

Давление в нижней части равно сумме парциальных давлений воздуха и CO_2 ,

$p_2 = p_{air} + p_{CO_2} = p_1$ т.к поршень невесомый

т.к $T = 273 K$

$V_1 = \frac{V}{2}$
 $V_1 + V_2 = V = \frac{V}{2} + V_2 = \frac{3}{2} V$
 $V_2 = \frac{1}{2} V$

$\left(\frac{\nu_1}{\nu_2} + 1 \right) = \frac{3}{4} \frac{V}{V_2}$

$\frac{\nu_1}{\nu_2} + 1 = \frac{3}{4} \frac{V}{V_2} = \frac{3}{4} \frac{V}{\frac{1}{2} V} = \frac{3}{2}$

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

$R T_0 = 9 \cdot 10^3$

$\frac{9 R T_0}{k} - 1 = \frac{2 \cdot 4}{3} = 1 = \frac{2 \cdot 4}{3}$

$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{3 R T_0}{k} - 1 =$

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!



$$p_1' V_1' = \nu_1 RT$$

$$p_{CO_2} V_2' = \nu_2 RT$$

$$(p_1' + p_{CO_2}') \frac{3}{4} V = (\nu_1 + \nu_2) RT, \quad \nu_2' = \nu_2 + 40$$

$$(p_{atm} + 2 p_{CO_2}') \frac{3}{4} V = (\nu_1 + \nu_2') RT = \frac{3}{4} V RT$$

$$(p_{atm} + 2 p_{CO_2}') \frac{3}{4} V = (\nu_1 + \nu_2 + 40) RT$$

$$p_1' \frac{V}{6} = \nu_1 RT \quad (5)$$

$$(4) \quad \frac{1}{R} = \frac{\nu_2}{40} RT_0$$

$$p_{CO_2}' V_2' = (\nu_2 + 40) RT_0 = (\nu_2 + \nu_2 \frac{RT_0}{R}) RT_0 =$$

$$= \nu_2 \left(1 + \frac{RT_0}{R}\right) RT_0$$

$$(p_1' - p_{atm}) V_2' = \nu_2 \left(1 + \frac{RT_0}{R}\right) RT_0$$

$$V_2' = V - \frac{V}{4} \frac{V}{6} = \frac{12 - 3 + 3}{12} V = \frac{7}{12} V$$

$$(p_1' - p_{atm}) \frac{7}{12} V = \frac{2 \nu_1}{2} \left(1 + \frac{RT_0}{R}\right) RT_0 \quad (6)$$

$$(6) : (5) \quad \left(1 - \frac{p_{atm}}{p_1'}\right) \frac{7}{2} = \frac{1 + \frac{RT_0}{R}}{\frac{RT_0}{2RT}} \quad \left| \quad 1 - \frac{p_{atm}}{p_1'} = \frac{1}{7} \left(1 + \frac{RT_0}{R}\right) \frac{RT_0}{RT}\right.$$

$$\frac{p_{atm}}{p_1'} = 1 - \frac{1}{7} \left(1 + \frac{RT_0}{R}\right) \frac{RT_0}{RT}$$

$$\frac{p_{atm}}{p_1'} = -1 + \frac{1}{7} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{24}{2} =$$

$$= -1 + \frac{87}{56} = \frac{31}{56}$$

Ответ: $1) R = \frac{\nu_1}{\nu_2}$ $2) p_1' = \frac{56}{31} p_{atm}$

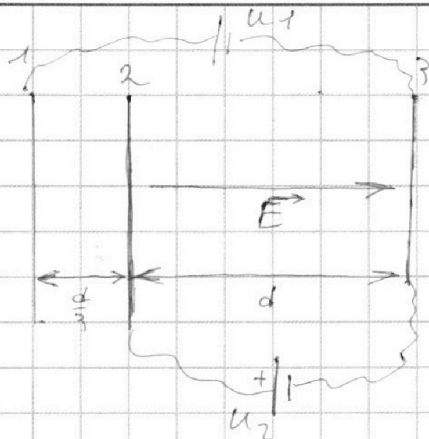
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



$$U_1 = 2U$$

$$U_2 = U$$

Пусть рассмотрим участок

напряженности электрического поля между обкладками 2 и 3 равна E ,

$$\text{Тогда } E \cdot d = U_2 \Rightarrow$$

$$E = \frac{U_2}{d} = \frac{U}{d}$$

На заряд q действует сила равная $F = qE$,

$$\text{но } F = ma \Rightarrow$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{qU}{md}$$

2. Закон сохранения энергии для частицы при движении между 2 и 3 обкладками

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

3. Пусть $\Delta\varphi$ - разность потенциалов между обкладками поперек стороны 1-2, $\Delta\varphi = U_1 - U_2 = 2U - U = U$.

правая обкладка имеет потенциал $+\frac{\Delta\varphi}{2}$
левая

правая $-\frac{\Delta\varphi}{2}$ значит потенциал в точке A от обкладок 1 и 2 равен $\varphi_{A12} = -\frac{\Delta\varphi}{2}$

Разность потенциалов между 2 и 3 обкладками $= U_2 = U$ из формулы известно, что зависимость φ от φ линейна, тогда зависимость напряженности электрического поля от координаты также линейна.

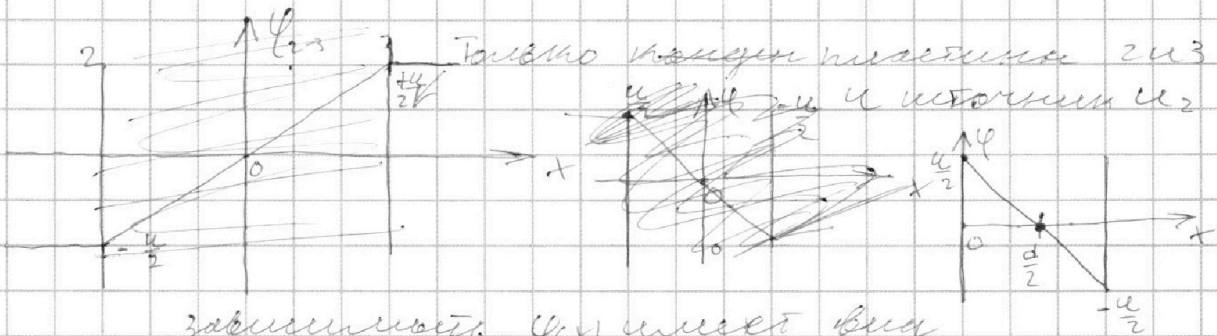
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



зависимость $\varphi(x)$ имеет вид
 $\varphi(x) = +\frac{u}{2} - \frac{u}{d}x = +\frac{u}{2} - \frac{u}{d}x$, тогда в

точке $x = \frac{2}{3}d$, $\varphi(x) = +\frac{u}{2} - \frac{2u}{3} = \frac{3u - 4u}{6} = -\frac{1}{6}u$

По принципу суперпозиции

$$\varphi_A = -\frac{\Delta\varphi}{2} = -\frac{u}{2} + \frac{u}{6} = -\frac{u}{6} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{6} \right) = -\frac{u}{6} \cdot \frac{1+3}{2} = -\frac{2}{6}u = -\frac{1}{3}u = -u \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{6} \right) = -\frac{4}{6}u = -\frac{2}{3}u$$

По закону сохранения энергии

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + q\varphi, \quad v_1 \text{ скорость в точке A}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} - q\varphi$$

$$v_1^2 = v_0^2 - \frac{2q\varphi}{m}$$

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{2q\varphi}{m}} = \sqrt{v_0^2 + \frac{4q\varphi}{m}} = \sqrt{v_0^2 + \frac{4}{3} \frac{q\varphi}{m}}$$

Ответ: 1) $\frac{u \cdot q}{d m}$ 2) $u q$ 3) $\sqrt{v_0^2 + \frac{4}{3} \frac{q\varphi}{m}}$

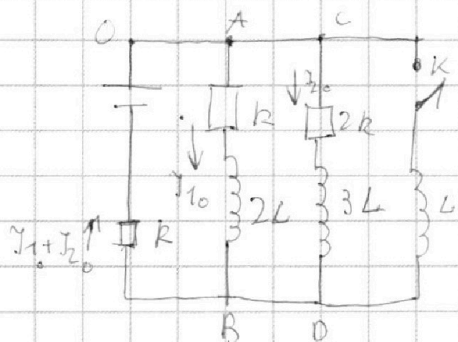
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Все обозначения на рисунке как
1) В. установленный режим
решим напряжение на катушках $2L$ и $3L$ равно 0.

Запишем 2 уравнения Кирхгофа

для контуров OAB , OCD .

$$1) \mathcal{E} = I_1 R + (I_1 + I_0) R = 2I_1 R + I_0 R \quad (1)$$

$$2) \mathcal{E} = I_{20} \cdot 2R + (I_{10} + I_{20}) R = 3I_{20} R + I_{10} R \quad (2)$$

$$(1) - 2 \cdot (2)$$

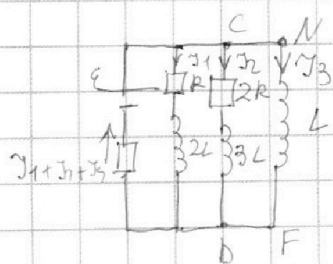
$$\mathcal{E} - 2\mathcal{E} = 2I_{10} R + I_0 R - 2(3I_{20} R + I_{10} R) =$$

\Rightarrow

$$-\mathcal{E} = I_{20} R - 6I_{20} R, \quad I_{20} = \frac{\mathcal{E}}{5R}$$

2. Сразу после замыкания ток катушкой не изменится, тогда напряжение на $2R$ равно U_L , $I_{20} \cdot 2R = L I_3 \Rightarrow$

$$I_3 = \frac{I_{20} \cdot 2R}{L} = \frac{2\mathcal{E}}{5L}, \quad I_3 - \text{ток в катушке } L.$$



3. после замыкания катушка напряжения на участке CD и DN равны, т.е. $U_{CD} = U_{DN}$,

$$I_2 \cdot 2R + 3L I_2 = L I_3 \quad (3)$$

В. установленный режим решим $U_L = 0 \Rightarrow$

Ток, идет только через L , значит ток в. ц.р. $I_{3K} = \frac{\mathcal{E}}{R}$ (4), $I_{2K} = 0$, $I_{1K} = 0$, K - ключевой

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!



По определению $\frac{dq_2}{dt} = I_2$, q_2 - заряд, протекающий
через $2R$

$$U_2(t) \quad I_2 \cdot 2R + 3L \frac{dI_2}{dt} = L \frac{dI_3}{dt}$$

$$2R \int_0^t I_2 dt + 3L \int_{I_{20}}^0 dI_2 = L \int_0^t I_3 dt$$

Δq_2 - заряд,
протекающий через
 $2R$.

$$2R \Delta q_2 + 3L(0 - I_{20}) = L I_{3K}, \quad I_{3K} = \frac{\mathcal{E}}{R}, \quad I_{20} = \frac{\mathcal{E}}{5R}$$

$$2R \Delta q_2 + \frac{3L\mathcal{E}}{5R} = \frac{L\mathcal{E}}{R}$$

$$2R \Delta q_2 = \frac{L\mathcal{E}}{R} \left(1 - \frac{3}{5}\right) = \frac{2}{5} \frac{L\mathcal{E}}{R}$$

$$\Delta q_2 = \frac{4}{5} \frac{L\mathcal{E}}{R^2}$$

Ответ: 1) $I_{20} = \frac{\mathcal{E}}{5R}$ 2) $I_{3K} = \frac{2}{5} \frac{\mathcal{E}}{L}$ 3) $\Delta q_2 = \frac{4}{5} \frac{L\mathcal{E}}{R^2}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

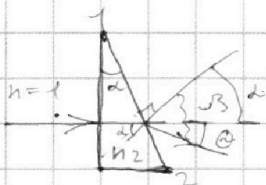


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Во всех пунктах x мая указываю источник (как применение принципа наименьшего времени) ^{применение принципа наименьшего времени}

1. Рассмотрим призму, на которую падает параллельный луч света



По закону для границы $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$
 Так угол малый, то $\sin \alpha \approx \alpha$
 $\sin \beta \approx \beta$
 $n_2 d = \beta = (d + \theta) \Rightarrow$

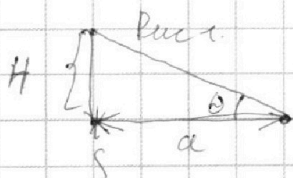
$$\theta = d(n_2 - 1)$$

Т.е. луч падает горизонтально отклоняется на угол равный $\theta = d(n_2 - 1)$ от горизонта

Т.к. $n_1 = 1$, то боковой смещения не будет

$$\theta = d(n_2 - 1) = 0,6 \cdot 0,05 \text{ рад} = 0,03 \text{ рад}$$

2. Ясно, что источник света на высоте H 1.

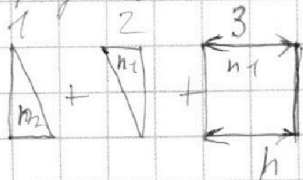


$$\text{из рис. 1. } \tan \theta = \frac{H}{a}, \tan \theta \approx \theta$$

$$\theta a = H$$

$$H = 0,03 \cdot 0,2 = 0,006 \text{ м}$$

3. Представим нашу систему, как



Это эквивалентно, т.к. на пути между ними можно выделить воздушную прослойку нулевого толщину.

Тогда 1 луч от горизонта отклоняется на $\theta = d(n_2 - 1)$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

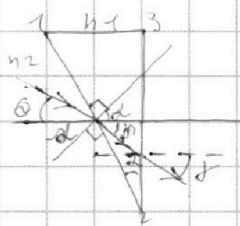
1 2 3 4 5 6 7



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



3. Поле 2



Все обозначения на рисунке.
Закон Гюйгенса
для границы 1-2

$$n_2 \sin(\alpha + \delta) = n_1 \sin(\alpha + \delta)$$

при малых углах, по формуле

$$n_2(\alpha + \delta) = n_1(\alpha + \delta), \quad (n_2 - n_1)\alpha + n_2\delta = n_1\delta$$

Для границы 2-3 закон Снелла

$$\left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)\alpha + \alpha \frac{n_2}{n_1} = \delta(3)$$

$$n_1 \sin \delta = n \sin \gamma,$$

$$n_1 \delta = n \gamma = \gamma(4)$$

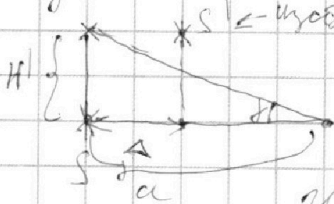
Из (3) и (4) $\delta = 2(n_2 - n_1)$ найдем

$$\delta = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)\alpha + (n_2 - n_1) \frac{n_2 \alpha}{n_1} = \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 + \frac{n_2^2}{n_1} \cdot \frac{n_2}{n_1}\right) = \alpha \left(\frac{n_2^2}{n_1} - 1\right), \text{ тогда}$$

$$\gamma = \delta n_1 = 2(n_2^2 - n_1) \alpha$$

Поле 3 луч идет, также, вниз и направо,

т.е. под $\angle \gamma$ к горизонту по формуле синусового пути $\sin \gamma = \frac{h}{R}$ в преломлении n_1 и горизонтальной проекции $\Delta = h \left(1 - \frac{1}{n_1}\right)$



$$H = \gamma \alpha = 2(n_2^2 - n_1) \alpha = 0,06(1,6^2 - 1,8) \cdot 0,2 = 0,06 \cdot 0,76 \cdot 0,2 = 9,12 \cdot 10^{-5}$$

$$\Delta = h \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) = 0,09 \left(1 - \frac{1}{1,8}\right) = 0,04 \text{ м}$$

$$\text{Угловое смещение } \tau = \sqrt{\Delta^2 + H^2} =$$

Ответ: 1) $9,12 \cdot 10^{-5}$
2) $0,006 \text{ м}$
3) $4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$

$$= \sqrt{(0,04)^2 + (9,12 \cdot 10^{-5})^2} = \sqrt{(4 \cdot 10^{-2})^2 + (9,12 \cdot 10^{-5})^2} =$$

$$\approx 4 \cdot 10^{-2} \left(1 + \frac{1}{2} \left(\frac{9,12 \cdot 10^{-5}}{4}\right)^2\right) \approx 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

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!



$ma = -kV$

$3 \cdot 29 = 28 + 160 = 190$
 $\frac{1705T}{4} = \frac{2100 + 135}{7} = 300 + \frac{135}{7}$

$F_k = F_g$

$\frac{135}{7} = \frac{2240}{7} - \frac{2240}{7} + 320 = 2100 + 140 = 2240$
 $P(\frac{dV}{dt}) = (0.1 + 0.2)kV_0$

$28,1 \cdot \frac{405}{320} = \frac{400}{320} \approx \frac{40}{32} = \frac{5}{4} \approx 1,25$

$\eta = \frac{F_1 V}{F V}$

$28,1 \cdot u = 800 + 320 + 1 = 1121$

$\frac{u}{2} = \frac{d}{2}$

$\frac{u}{u_1} = \frac{3d}{d}$

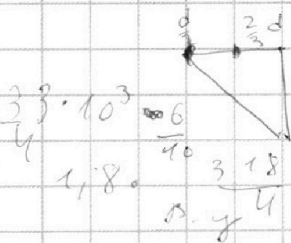
$\frac{u}{3} = u_1$

$u(x) = +\frac{u}{2} \neq \frac{u}{d}$

$\frac{1}{2} + \frac{1}{6} = \frac{3+1}{6} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$

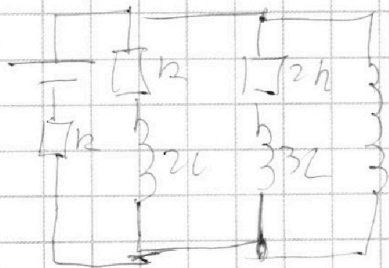
$u = \frac{u}{2} - u = -\frac{u}{2}$

$\Delta 0 = u = u \left(\frac{1}{2} - \frac{2}{3} \right) = \frac{3-4}{6} = -\frac{1}{6}$



$\frac{2}{3} = \frac{1}{2} = \frac{1}{6}$

$k_2 = k_3 + 0$



$L \frac{dI_3}{dt} = I_2 \cdot 2R + 3L \frac{dI_2}{dt}$

$L \frac{dI_3}{dt} = I_2 \cdot 2R + 3L \frac{dI_2}{dt}$

$0 = \Delta 0 + \Delta 2$

$KU = \frac{0.2}{100} \rho_{10} \epsilon = 3 \cdot 1R + 1R = 4R$

$A = \frac{\Delta 0}{0} \cdot \frac{22}{0}$

$\frac{R \tau_0}{K} = \frac{3 \cdot 3 \cdot 10^3}{4 \cdot 6}$

$\rho \frac{V}{2} = \rho_0 k \tau_0$

$L \frac{e}{R} + \frac{6}{5}$

$\frac{9}{24} \cdot 10^7$

$\Delta 0_2 = K \frac{R \tau_0}{2}$

$L \frac{dI_3}{dt} = I_2 \cdot 2R + 3L \frac{dI_2}{dt}$

$1 + \frac{3}{5} = \frac{8}{5}$

$L \frac{e}{R} = 2 \Delta 0 R + 3L \left(0 - \frac{e}{5R} \right)$

$\frac{4 \cdot 9}{5 \cdot R^2}$

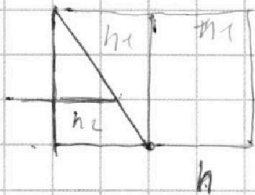
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

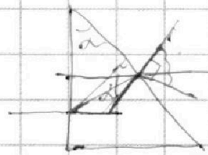
1 2 3 4 5 6 7



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



$$\Delta = h \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

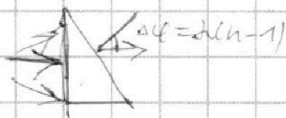


$$n_2 \sin \alpha = n_1 \sin \beta$$

$$n_2 d = n_1 (d + \Delta)$$

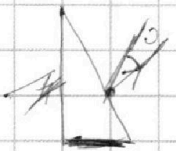
$$\Delta = h \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

$$\Delta \varphi = d(n-1)$$



$$0,6$$

$$60 \cdot 5 = \frac{300}{100}$$



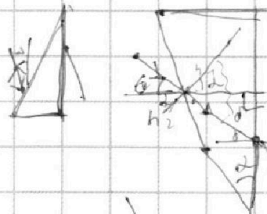
$$6 \cdot 0,5 = \frac{30}{1000}$$

$$0,05 \cdot 0,6 =$$

$$= \frac{5}{1000} \cdot \frac{6}{10} = \frac{30}{10000}$$

$$= \frac{3}{1000}$$

$$0,03 \cdot 0,2 = \frac{3}{100} \cdot \frac{2}{10} = \frac{6}{1000}$$



$$\Delta \varphi = d(n-1)$$

$$12 \cdot 7,56$$

$$n_2 \sin(\alpha + \delta) = n_1 (\delta + \delta')$$

$$n_2 (\alpha + \delta) = n_1 (\delta + \delta')$$

$$n_1 \delta' = n_1$$

$$(10+6)^2 = 100 + 120 + 36 =$$

$$\frac{6}{100}$$

$$162 = 196$$

$$1,6^2 = 2,56$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 16 \\ \hline 96 \\ 160 \\ \hline 256 \end{array}$$

$$\frac{6}{100} \cdot 2,56 \cdot \frac{2}{10} = \frac{12 \cdot 2,56}{1000} =$$

$$2,56 - 1,8 = 0,76$$

$$\frac{12 \cdot 2 \cdot 6}{100 \cdot 100 \cdot 10} = 12 \cdot 76 \cdot 10^{-5}$$

$$0,09 \left(1 - \frac{10}{18}\right) = \frac{9}{18} \cdot 0,09 = \frac{9}{100} \cdot \frac{8}{18} = 12 \cdot 76 = 760 + 152 = 912$$