



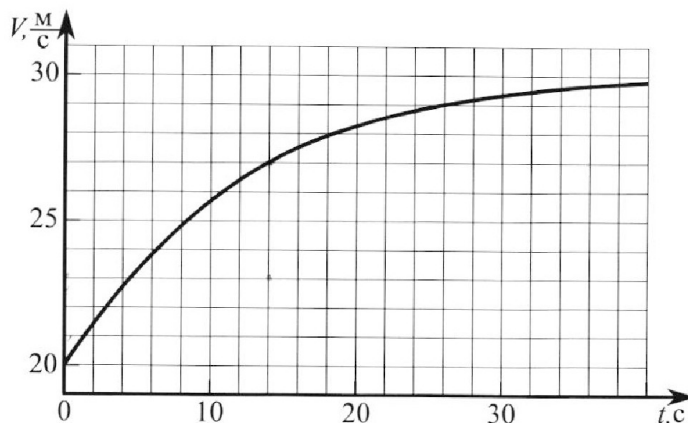
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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%.

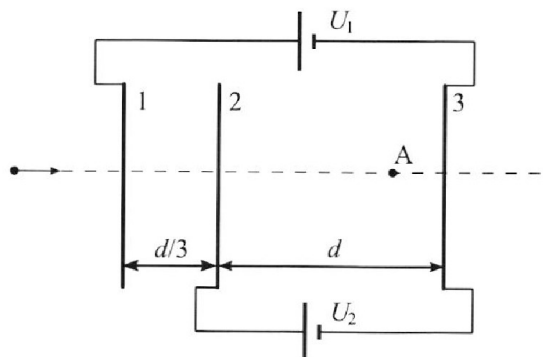
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент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

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

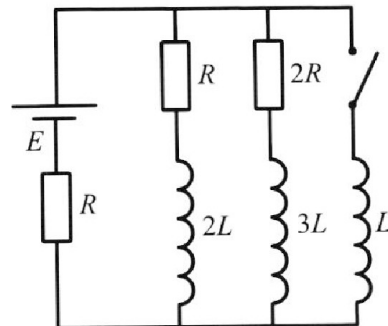
Вариант 11-02

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

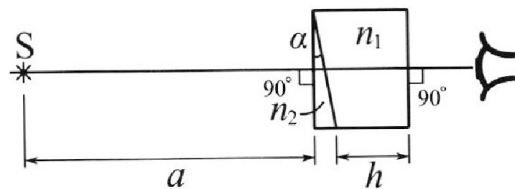
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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 ускорение есть

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

угла наклона касательной.

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

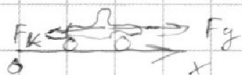
$$t_{g\alpha} = \frac{27 - 23}{14} = \frac{4}{14} = \frac{2}{7} \text{ м/с}$$
$$a_1 = \frac{2}{7} \text{ м/с}^2$$

2. В установившемся режиме ускорение ^{мотора} равно 0, т.е. сумма всех внешних сил равна 0.

На ~~автомобиль~~ ^{моторе} действуют силы сопротивления воздуха, а также сила действующая на ведущие колеса F_g

В. уст. реж. $F_g = F_K = 405 \text{ Н}$

2. Закон Ньютона для автомобиля на OX .
в момент времени ($t = 14 \text{ с}, V_1 = 27 \text{ м/с}$)



$$ma = F_g - F_1 \Rightarrow F_1 = F_g - ma$$

$$\begin{aligned} F_1 &= F_K - ma = \\ &= 405 - 300 \cdot \frac{2}{7} = \\ &= \frac{405 \cdot 7 - 600}{7} = \\ &= \frac{2835 - 600}{7} = \frac{2235}{7} = \\ &\approx 320 \text{ Н} \end{aligned}$$

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

Ответ: 1) $\frac{4}{5}$ 2) $\frac{4}{5}$ 3) $\frac{4}{5}$ - часть мощности



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.

n_1	p_1
n_2, CO_2	p_2

$$T.K. \frac{4}{3} T_0 = 373,15 K$$

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

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

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

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

$$= \nu_2 R T_0, \quad \nu_2 - \text{кол-во } CO_2.$$

$$\text{из условия } \Delta O_2 = K p_2 \frac{V}{4}.$$

$$p_1 = p_2 = p' \text{ т.к. поршень невесомый, тогда}$$

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

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

$$(3) \quad \Delta O_2 = K p' \frac{V}{4}$$

$$(3) : (2) \quad \frac{K V}{4 V_2} = \frac{\nu_2 R T_0}{\Delta O_2} \quad \text{из условия}$$

$$\frac{1}{K} \cdot \frac{4}{3} \left(\frac{\nu_1}{\nu_2} + 1 \right) = \frac{\nu_2}{\Delta O_2} R T_0$$

$$\frac{1}{K} \left(\frac{\nu_1}{\nu_2} + 1 \right) = \frac{\nu_2}{\Delta O_2} R T_0, \quad \Delta O_2 = \nu_2 \cdot \frac{K}{3} \left(\frac{\nu_1}{\nu_2} + 1 \right) = R T_0$$

$$\frac{1}{K} \cdot \frac{4}{3} (2+1) = \frac{\nu_2}{\Delta O_2} R T_0 \quad (4)$$

Также нагревания

p', ν_1
p', ν_2

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

$$p_2' = p_{\text{вода}} + p_{CO_2} = p_1 \text{ т.к. поршень невесом}$$

$$T.K. T = 373 K$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

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

$$p_{\text{CO}_2} V_2' = \nu_2' RT$$

$$(p_1' + p_{\text{CO}_2}) \frac{3}{4} V = (\nu_1 + \nu_2') RT, \quad \nu_2' = \nu_2 + 40$$

$$(p_{\text{атм}} + 2 p_{\text{CO}_2}) \frac{3}{4} V = (\nu_1 + \nu_2') RT = \frac{3}{4} V RT$$

$$(p_{\text{атм}} + 2 p_{\text{CO}_2}) \frac{3}{4} V = (\nu_1 + \nu_2 + 40) RT$$

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

$$(4) \quad \frac{1}{K} = \frac{\nu_2}{\nu_2'} \frac{RT_0}{RT}$$

$$p_{\text{CO}_2} V_2' = (\nu_2 + 40) RT_0 = (\nu_2 + \nu_2 \frac{RT_0}{RT}) RT_0 =$$

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

$$(p_1' - p_{\text{атм}}) V_2' = \nu_2 \left(1 + \frac{RT_0}{RT}\right) RT_0$$

$$V_2' = V - \frac{V}{4} \frac{V}{6} = \frac{12 - 3 - 2}{12} V = \frac{7}{12} V$$

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

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

$$\frac{p_{\text{атм}}}{p_1'} = 1 - \frac{1}{7} \left(1 + \frac{2 \cdot 300}{2} \right) \frac{3}{4}$$

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

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

$$\text{Ответ: } 1) \frac{p_1}{p_2} = \frac{56}{31} p_{\text{атм}}$$

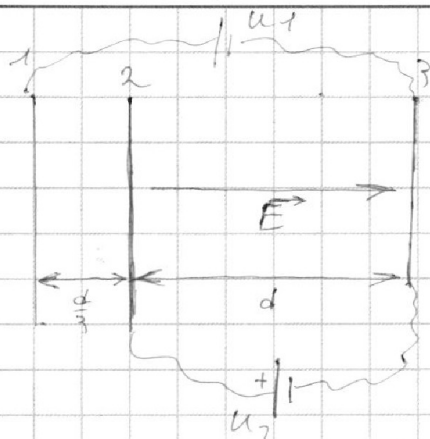
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$U_1 = 2U$$

$$U_2 = U$$

Путь разности потенциалов
напряженности электри-
ческого поля между
обкладками 2 и 3 равна $E \cdot d$,

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

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

На заряд q действует сила равная Eq ,

$$\text{по 2.3.К для заряда } Eq = ma \Rightarrow$$

$$a = \frac{Eq}{m} = \frac{U_2 q}{dm} = \frac{U q}{md}$$

2. Закон сохранения Энергии для части-
цы 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. Путь $\Delta\varphi$ - разность потенциалов
между обкладками конденсатора
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 А от обкладок 1 и 2
равен $\varphi_{A-2} = -\frac{\Delta\varphi}{2}$

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



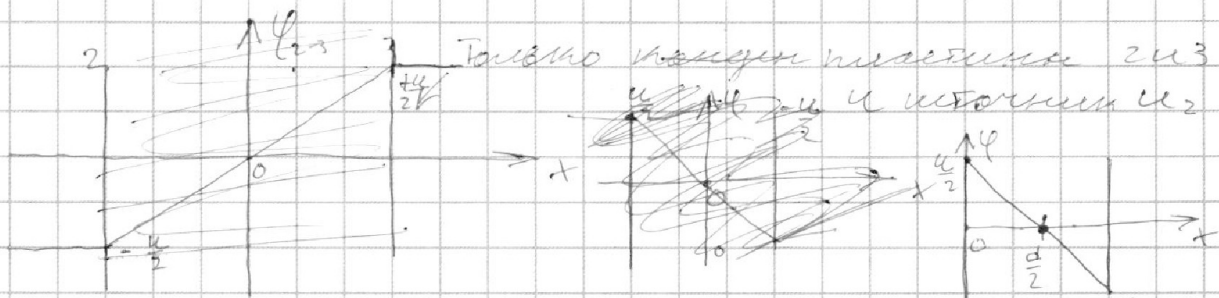
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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
 $\varphi(x) = +\frac{u}{2} \cdot \frac{x}{d} = +\frac{u}{2} \cdot \frac{x}{d}$, тогда в

точке $x = \frac{2}{3}d$, $\varphi(x) = +\frac{u}{2} \cdot \frac{2}{3} = \frac{2u}{3}$

По принципу суперпозиции

$$\varphi_A = -\frac{q\varphi}{2} + \frac{u}{6} = -\frac{u}{2} + \frac{u}{6} = -\frac{2u}{3}$$

По закону сохранения энергии

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + q\varphi, \text{ где } \varphi \text{ — потенциал в точке A}$$

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

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

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

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

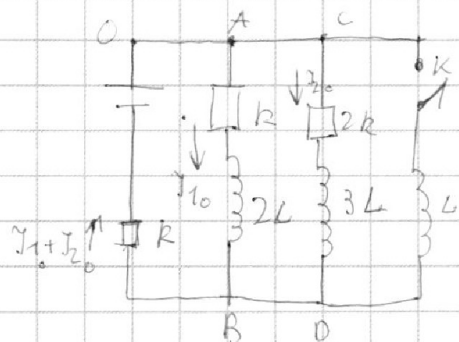
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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 установившемся режиме напряжение на катушках $2L$ и $3L$ равно 0.

Запишем 2 уравнения Кирхгофа для контуров $OABD$, $OCDK$.

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

$$2) \mathcal{E} = I_0 \cdot 2R + (I_1 + I_0) R = 3I_0 R + I_1 R \quad (2)$$

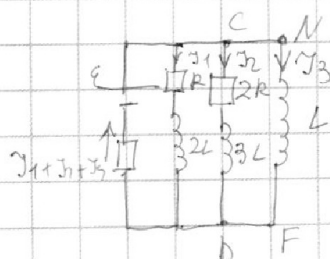
$$(1) - 2 \cdot (2)$$

$$\mathcal{E} - 2\mathcal{E} = 2I_1 R + I_0 R - 2(3I_0 R + I_1 R) =$$

$$= >$$

$$-\mathcal{E} = I_0 R - 6I_0 R, \quad I_0 = \frac{\mathcal{E}}{5R}$$

2. Сразу после замыкания ток катушки не изменится, тогда напряжение на $2R$ равно U_L , $I_0 \cdot 2R = L I_3 \Rightarrow$



$$I_3 = \frac{I_0 \cdot 2R}{L} = \frac{2\mathcal{E}}{5L}, \quad I_3 - \text{ток в катушке } L.$$

3. после замыкания катушка напряжения не изменится CD и BF равны, т.е. $U_{CD} = U_{BF}$,

$$I_0 \cdot 2R + 3L I_2 = L I_3 \quad (3)$$

В установившемся режиме $U_L = 0 \Rightarrow$

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



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!

По определению $\frac{dq_2}{dt} = j_2$, q_2 - заряд протекающий
через $2R$

$$u_2(3) \quad j_2 \cdot 2R + 3L \frac{dj_2}{dt} = L \frac{dj_3}{dt}$$

$$2R \int_0^t j_2 dt + 3L \int_{j_{20}}^0 dj_2 = L \int_0^{j_{3K}} j_3 dt$$

, Δq_2 - заряд
протекающий через
 $2R$.

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

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

$$2R \Delta q_2 = \frac{L\mathcal{E}}{R} \left(1 + \frac{3}{5}\right) = \frac{8}{5} \frac{L\mathcal{E}}{R}$$

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

Ответ: 1) $j_{20} = \frac{\mathcal{E}}{5R}$ 2) $j_3 = \frac{2}{5} \frac{\mathcal{E}}{L}$ 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:

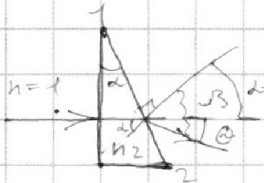
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



- По всем пунктам мая указываю источник (как приложение к решению) ^{применяю закон}
1. Рассмотрим призму, на которую падает параллельный пучок света



По закону преломления
 $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta = \sin \beta$
 Так угол малый, то $\sin \alpha \approx \alpha$
 $\sin \beta \approx \beta$

$$n_2 \alpha = \beta = (\alpha + \delta) \Rightarrow$$

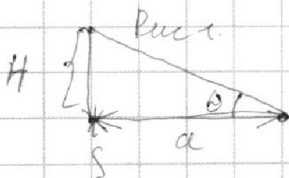
$$\delta = 2(n_2 - 1)\alpha$$

Т.е. луч падает горизонтально
 отклоняется на угол равный $\delta = 2(n_2 - 1)\alpha$
 от горизонта

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

$$\delta = 2(n_2 - 1) = 0,6 \cdot 2 = 0,6 \cdot 0,05 \text{ рад} = 0,03 \text{ рад}$$

2. Ясно, что источник сместится на расстояние H .

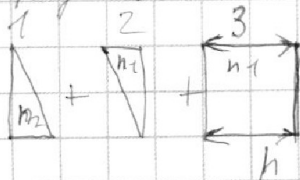


$$\text{из рис. 1. } \tan \delta = \frac{H}{a}, \tan \delta \approx \delta$$

$$\delta a = H$$

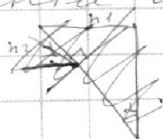
$$H = 0,03 \cdot 0,2 = 0,006 \text{ м}$$

3. Представим нашу систему, как



Это эквивалентно, т.к. на пути между ними можно ввести воздушную прослойку нулевой толщины.

Тогда 1 луч от горизонта отклонится на $\delta = 2(n_2 - 1)$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

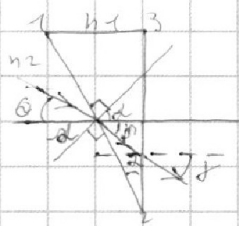
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



3. Задача 2



Все обозначения на рисунке.
Закон преломления
луча на границе 1 и 2

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

лучи малые, поэтому

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

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

Для границы 2-3 закон Снелла

$$n_1 \sin \delta = n_2 \sin \gamma,$$

$$n_1 \delta = n_2 \gamma = \gamma n_1$$

Из (3) и $\delta = 2(n_2 - 1)$ получим

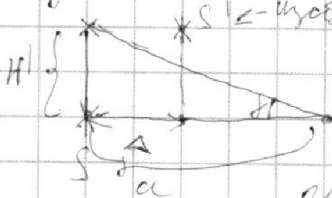
$$\delta' = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)\alpha + (n_2 - 1) \frac{n_2 \alpha}{n_1} = 2 \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 + \frac{n_2^2}{n_1} \cdot \frac{n_2}{n_1}\right) =$$

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

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

Задача 3 луч входит, также, так же падает,

т.е. под $\angle \gamma$ к горизонту по длине светового пути сократится в n раз, тогда источник сферических по горизонтали выразит на $\Delta = h \left(1 - \frac{1}{n}\right)$



$$H' = \gamma a = 2(n_2^2 - n_1) = 0,06(1,6^2 - 1) \cdot 0,2 =$$

$$= 0,06 \cdot 0,76 \cdot 0,2 = 9,12 \cdot 10^{-5}$$

$$\Delta = h \left(1 - \frac{1}{n}\right) = 0,09 \left(1 - \frac{1}{1,6}\right) = 0,04 \mu$$

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

Ответ: $1,6 \pm 0,03$

$$2) 0,006 \mu$$

$$3) 4 \cdot 10^{-2} \mu$$

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

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

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!



$$ma = -KV$$

$$3 \cdot 29 = 28 + 60 =$$

$$\frac{2100 + 135}{7} = 300 + \frac{135}{7} =$$

$$\frac{140}{7}$$

$$F_k = F_g$$

$$\frac{1705}{4}$$

$$\frac{2240}{4} = 560$$

$$P(\frac{1}{4}V) = (0.1 + 0.2)K70$$

$$\frac{135}{7}$$

$$\frac{1705}{325}$$

$$\frac{2240}{2} = 1120$$

$$320 = 2100 + 140 = 2240$$

$$\frac{1}{4} + \frac{3}{4} + \frac{1}{4}$$

$$28,1$$

$$\frac{405}{320}$$

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

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

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

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

$$281 \cdot u = 800 + 320 + 1 = 1121$$

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

$$\frac{285 \cdot 4}{1140}$$

$$\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4}\right) \cdot x = 1$$

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

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

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

$$\Delta 0 =$$

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

$$\frac{800 + 225}{4} = \frac{1025}{4} = 256,25$$



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

$$K_2 = K_3 + 0,4$$

$$\frac{33 \cdot 10^3}{4}$$

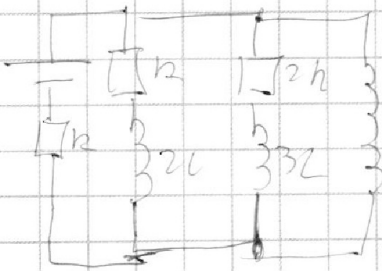
$$\frac{3 \cdot 18}{4}$$

$$\frac{3 \cdot 9}{2} = \frac{27}{2}$$

$$V_0(1 + \frac{V_0}{K_2}) = \frac{1}{4}V$$

$$q u$$

$$\Delta q \approx \frac{L \varepsilon}{R^2}$$



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

$$\Delta \varphi = \frac{U}{R}$$

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

$$1225$$

$$0 = \Delta 0 + \Delta_2$$

$$\frac{R70}{K} = \frac{3 \cdot 3 \cdot 10^3}{4 \cdot 6}$$

$$K u = \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0} \quad p10 \epsilon = 3IR + 4R = 50R$$

$$A = \frac{10}{0,22}$$

$$\frac{28}{32} = \frac{L}{R}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{5R}$$

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

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

$$p \frac{V}{2} = 0,1 K70 \quad \eta = \frac{2 \varepsilon}{5 L}$$

$$\frac{1+3}{5} = \frac{4}{5}$$

$$\Delta U_2 = K \frac{q}{2} K70$$

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

$$L \frac{\varepsilon}{R} = 20qR + 3L(0 - \frac{\varepsilon}{5R})$$

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



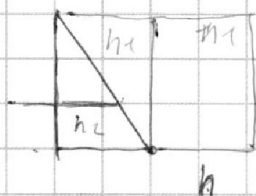
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



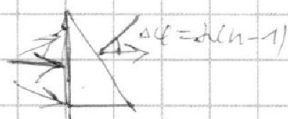
$$\Delta = h(1 - \frac{1}{h})$$

$$n_2 \sin \alpha = 1$$

$$n_2 d = 13 = d + a$$

$$a = h_1$$

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



$$0,6$$

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



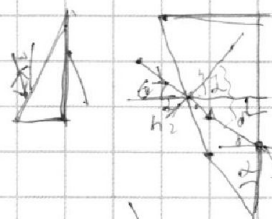
$$6 \cdot 0,5 = \frac{30}{1000}$$

$$0,6 \cdot \frac{65}{1000} = \frac{30}{1000}$$

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

$$= \frac{5}{1000} \cdot \frac{6}{10} = \frac{30}{1000} = \frac{3}{100}$$

$$0,03 \cdot 0,2 = \frac{3}{100} \cdot \frac{2}{10} = \frac{6}{1000} = 0,006$$



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

$$n_2 \sin(\alpha + \delta) = n_1 (2 + \delta)$$

$$n_2 (2 + \delta) = n_1 (2 + \delta)$$

$$n_1 \delta = n$$

$$12 \cdot 7,56$$

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

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

$$162 = 196$$

$$\frac{16}{16} = 100$$

$$\frac{196}{16} = 12,25$$

$$1,6^2 = 1,8 \cdot 2,56$$

$$\frac{6}{100} \cdot 2,56 \cdot \frac{2}{10} = \frac{12 \cdot 2,56}{1000} = \frac{30,72}{1000} = 0,03072$$

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

$$0,09(1 - \frac{10}{18}) = \frac{8}{18} \cdot 0,09 = \frac{9}{100} \cdot \frac{8}{18} = 12,76 = 760 + 157 = 917$$