



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

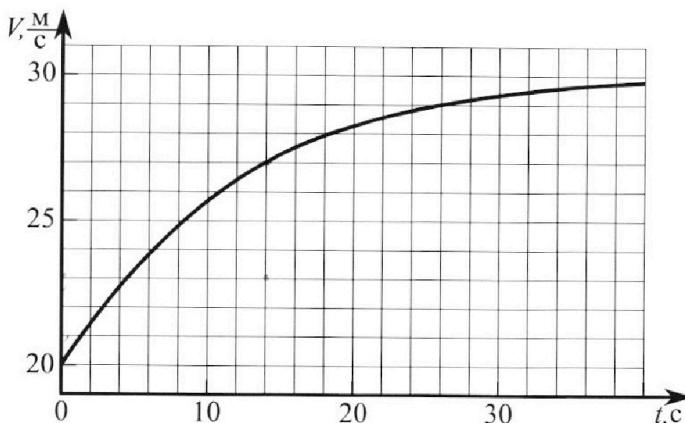


Вариант 11-02

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%.

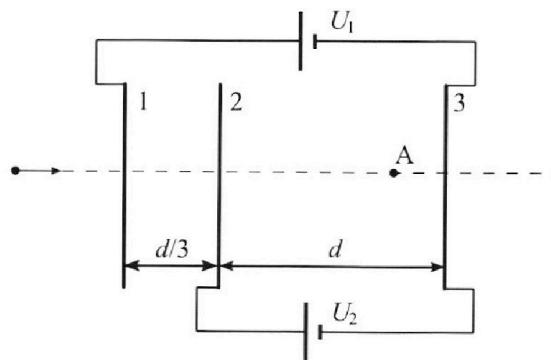
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент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

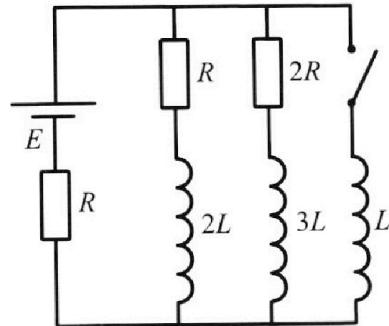
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

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.

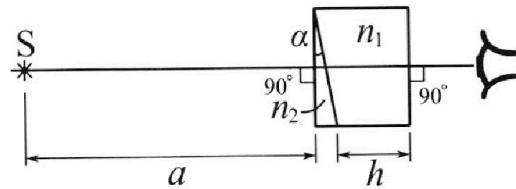
3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ при замкнутом ключе?

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.

- 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.





- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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. По определению ускорение есть

$$a = \frac{dv}{dt}, \text{ т. е. производная } v(t) - \text{ это газовое}$$

ущад находятся часовойкой.

На графике в сущесвие. При $v_1 = 27 \text{ м/с}$,

$$t_{g2} = 27 - 23 = \frac{4}{m} = \frac{2}{7} \text{ с}$$

$$a_1 = \frac{2 \text{ м}}{7 \text{ с}^2}$$

2. В установившемся режиме ускорение автомобилей ~~массы~~ ^{массы} равно 0, т. е. скорость всех движущихся единиц равна 0.

На автомобиле машины действует сила сопротивления воздуха, а также сила действующая на ведущую колеса её F_g .

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

2 задаче известна сила действующая на ox .

в момент времени ($t = 140, v_1 = 27 \text{ м/с}$)

$$\cancel{F_K} \xrightarrow{\text{действует}} F_g \quad ma = F_g - F_1 \Rightarrow F_1 = F_g - ma$$

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

$$\approx 320 \text{ Н}$$

3. Сумма мощностей всех сопротивлений 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 |
| <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!

3. Решение $n = \frac{P_2}{P_1} = \frac{F_K}{F_1} = \frac{405}{320} \approx \frac{400}{320} = \frac{40}{32} = \frac{5}{4}$

Значение числовых величин $1 = \frac{4}{5}$

Ответ: 1) $\frac{4}{5}$ 2) FFB20H 3) $\frac{4}{5}$ - частв. напряж.

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.

m	p_1
$m_{H_2} \cdot \alpha_2$	p_2

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

$$T_0 = \frac{373,15}{\frac{4}{3}} = 28,1K$$

Первое при давление в верхней и нижней
частях сосуда соответственно, тогда из ур-ия
 $p_1 V_1 = \frac{m}{M_{H_2}} R T_0 = 0,1 R T_0$, о1-мол-ко N_2 Менделеева-
Клодинского.

$p_2 V_2 = \frac{m}{M_{CO_2}} R T_0$, p2 создает только CO_2 .

= $0,2 R T_0$, о2 - мол-ко CO_2 .

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

$$V_1 = \frac{V}{2}$$

$$p_1 = p_2 = P' T \cdot K \text{ называется нейтральной, тогда } V_1 + V_2 = V - \frac{V}{4} = \frac{3}{4}V$$

$$(1) \quad p_1 V_1 = 0,1 R T_0 \quad \Rightarrow \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{K_1}{2} = \frac{3}{4} \quad V_2 = \frac{4}{3}V$$

$$(2) \quad p_2 V_2 = 0,2 R T_0$$

$$\left(\frac{\alpha_1}{\alpha_2} + 1 \right) = \frac{3}{4} \frac{V}{V_2}$$

$$(3) \quad \alpha_{O_2} = K p_2 \frac{V}{4}$$

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} + 1 = \frac{3}{4} \frac{V}{V_2} = \frac{3}{4} V$$

$$(3) : (2) \quad \frac{K_1 V}{4 V_2} = \frac{0,2 R T_0}{0,1} \text{ из условия } R T_0 = 3 \cdot 10^3 = R \cdot \frac{4}{3} T_0$$

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

$$\frac{1}{K_1} \cdot \frac{4}{3} (\alpha_1 + 1) = \frac{0,2}{0,1} R T_0$$

$$\frac{3 R T_0}{K} - 1 = \frac{2}{3} - 1 = \frac{1}{3}$$

$$\frac{1}{K_1} \left(\frac{\alpha_1}{\alpha_2} + 1 \right) = \frac{0,2}{0,1} R T_0, \quad \alpha_{O_2} = 0,2 \cdot \frac{1}{3} (\alpha_1 + 1) = R T_0$$

$$\frac{1}{K_1} \frac{K}{3} (\alpha_1 + 1) = \frac{0,2}{0,1} R T_0 \quad (4)$$

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{3 R T_0}{K} - 1$$

Также получаем

$$\begin{array}{|c|c|} \hline p_1 V_1 & \\ \hline p_2 V_2 & \end{array} \quad \text{Давление верхней части
равно сумме начального
давления воздуха и } CO_2,$$

$$p_2' = p_{air} + p_{CO_2} = p_1 T \cdot K \text{ называется
нейтральной}$$

$$T \cdot K = 973K$$

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!

$$p_1 V_1 = \vartheta_1 RT$$

+

$$\cancel{p_{CO_2} V_1 = \vartheta_2 RT}$$

$$(p_1 + p_{CO_2}) \frac{3}{4} V = (\vartheta_1 + \vartheta_2) RT, \vartheta_2 = \vartheta_1 + 40$$

$$(p_{Ar} + 2p_{CO_2}) \frac{3}{4} V = (\vartheta_1 + \vartheta_2) RT \quad \cancel{\frac{3}{4} V = \vartheta_1 RT}$$

$$(p_{Ar} + 2p_{CO_2}) \frac{3}{4} V = (\vartheta_1 + \vartheta_2 + 40) RT$$

$$p_1 \frac{V}{6} = \vartheta_1 RT \quad (5)$$

$$(6) \quad \frac{1}{6} = \frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} RT$$

$$p_{CO_2} V_1 = (\vartheta_2 + 40) RT = (\vartheta_2 + \vartheta_2 \frac{RT_0}{K} RT_0) =$$

$$= \vartheta_2 \left(1 + \frac{RT_0}{K}\right) RT_0$$

$$(p_1 - p_{Ar}) V_1 = \vartheta_2 \left(1 + \frac{RT_0}{K}\right) RT_0$$

$$V_1 = V - \frac{V}{6} = \frac{12 - 3 - 2}{12} V = \frac{7}{12} V$$

$$(p_1 - p_{Ar}) \frac{7}{12} V = \frac{\vartheta_1}{2} \left(1 + \frac{RT_0}{K}\right) RT_0 \quad (6)$$

$$(6) : (5) \quad \left(1 - \frac{p_{Ar}}{p_1}\right) \frac{7}{2} = \left(1 + \frac{RT_0}{K}\right) \frac{RT_0}{6 RT}, 1 - \frac{p_{Ar}}{p_1} = \frac{1}{7} \left(1 + \frac{RT_0}{K}\right) \frac{RT_0}{RT}$$

$$\text{Отсюда: } 1/2 = \frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} \quad 2/p_1 = \frac{56}{31} p_{Ar}$$

$$\frac{p_{Ar}}{p_1} = 1 + \frac{1}{7} \left(1 + \frac{RT_0}{K}\right)^3$$

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

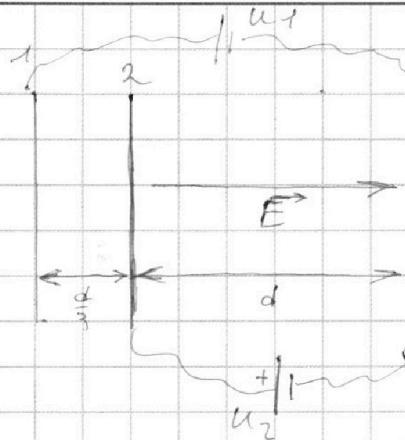
$$= 1 + \frac{87}{56} = \frac{31}{56}$$



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



$$U_1 = 2U$$

$$U_2 = U$$

При δ неизменном действии
напряжения на землю между
стенами U_1 и U_2 равна E ,

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

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

На пластины действует сила равная Eq ,

но $2 \cdot 3 \cdot k$ где пластины $Eq = ma \Rightarrow$

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

2. Задача содержит внешнее действие тяжести
при движении между U_1 и U_2 сеймой

$$K_3 - K_2 = E \cdot q \cdot d = U_2 \cdot d = U \cdot d$$

3. Рассмотрим разность потенциалов
между однолистковыми пластинами
 $1-2$, $\Delta U = U_1 - U_2 = 2U - U = U$.
правая обкладка имеет потенциал $+\frac{\Delta U}{2}$
левая

правая - $\frac{\Delta U}{2}$ значит потенциал в
2 горение А от обкладок U_2
равен $U_{A-2} = -\frac{\Delta U}{2}$

Разность потенциалов между 2 и 3 обкладок
 $U_3 = U_2 = U$ из первой известно, что
зависит от q от U не зависит, тогда
зависит напряженность потенциал
от расположения пластины не зависит.

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

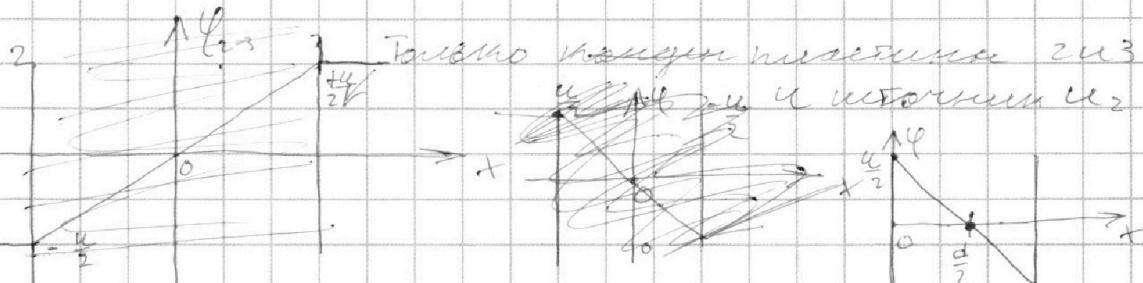
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!



зависит от угла между векторами

$$u_1 \cdot u_1 = +\frac{u}{2} - u \cdot \frac{u}{d} = +\frac{u}{2} - u \cdot \frac{u}{d}, \text{ тогда } 6$$

$$\text{точка } x = \frac{2d}{3}, \text{ угол } +\frac{u}{2} + \frac{2u}{3} = \frac{3u+4u}{6} = -1u$$

По принципу суперпозиции

$$u_1 = -\frac{u}{2} + \frac{u}{6} = -\frac{u}{2} + \frac{u}{6} = u \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{6} \right) = u \left(\frac{1-3}{6} \right) = -\frac{2}{3} u$$

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

по земскому ограничению энергии

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{m V_1^2}{2} + q u, \text{ вспомогательное в точке A}$$

$$\frac{m V_1^2}{2} = \frac{m V_0^2}{2} - q u$$

$$V_1^2 = V_0^2 - \frac{2q u}{m}$$

$$V_1 = \sqrt{V_0^2 - \frac{2q u}{m}} = \sqrt{V_0^2 + \frac{4q u}{m}} = \sqrt{V_0^2 + \frac{4q u}{3m}}$$

Ответ: 1) $\frac{u \cdot q}{dm}$ 2) $u \cdot q$ 3) $\sqrt{V_0^2 + \frac{4q u}{3m}}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

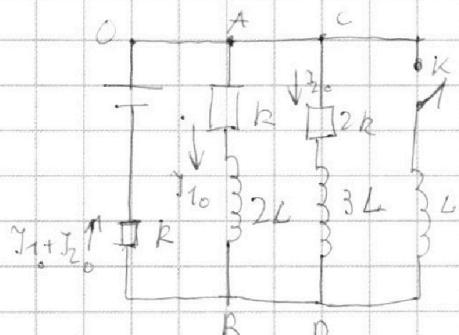
решение которой представлено на странице:



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



Было обозначено на рисунке как
1) В. установленное как
появление напряжения
на концах 2L и 3L рав-
но 0.

Запишем 2 правила Kirchoff'a
для контуров OAB, OCD.

$$1) \mathcal{E} = U_{1,R} + (U_1 + U_2)R = 2U_{1,R} + U_{2,R} \quad (1)$$

$$2) \mathcal{E} = U_{2,R} \cdot 2R + (U_{1,R} + U_{2,R})R = 3U_{2,R} + U_{1,R} \quad (2)$$

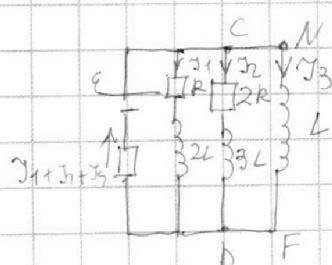
$$(1) - 2 \cdot (2)$$

$$\mathcal{E} - 2\mathcal{E} = 2U_{1,R} + U_{2,R} - 2(3U_{2,R} + U_{1,R}) =$$

$$\Rightarrow$$

$$-\mathcal{E} = U_{2,R} - 6U_{2,R}, U_{2,R} = \frac{\mathcal{E}}{5R}$$

2. Графер выше запомнил то что можно
не учитывать, тогда напряжение на
2R равно U_1 , $U_2 \cdot 2R = -U_1 \Rightarrow$



$$U_3 = \frac{U_{2,R} \cdot 2R}{L} = \frac{2}{5} \frac{\mathcal{E}}{L}, U_3 - \text{так 6}$$

напряжение на.

3. выше запомнил что напряжение
на участке СД и ОАФаворе, т.е. $U_{1,CD} = U_{1,OA}$,

$$U_2 \cdot 2R + 3L U_2 = -U_3 \quad (3)$$

В. установленное напряжение $U_1 = 0 \Rightarrow$

так, так что проходит через 4, значит

так 6. т.е. $U_{3,R} = \frac{\mathcal{E}}{R}$ (4), $U_{2,R} = 0$, $U_{1,R} = 0$, R консистент

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 $\frac{dq_2}{dt} = I_2$, I_2 - зерно протекания
через $2R$

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

$$2R \int_{I_2}^I dq_2 + 3L \int_{I_2}^{I_3} dI_2 = L \int_{I_3}^{I_3} dI_3$$

$$2R A q_2 + 3L (I - I_2) = L I_3, \quad I_3 = \frac{\epsilon}{R}, \quad I_2 = \frac{\epsilon}{5R}$$

$$2R A q_2 + 3L \frac{\epsilon}{5R} = L \frac{\epsilon}{R}$$

$$2R A q_2 = L \frac{\epsilon}{R} \left(1 + \frac{3}{5}\right) = \frac{8}{5} \frac{\epsilon}{R}$$

$$A q_2 = \frac{4}{5} \frac{\epsilon}{R^2}$$

Ответ: 1) $I_2 = \frac{\epsilon}{5R}$ 2) $I_3 = \frac{2}{5} \frac{\epsilon}{L}$ 3) $A q_2 = \frac{4}{5} \frac{\epsilon}{R^2}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

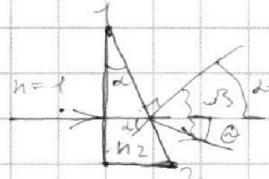


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

По всем правилам изучения света (закон преломления)
~~1. Расмотрим призму, на которой свет~~
~~падает параллельно боковой поверхности~~
~~изнутри~~



По закону преломления
 $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta \Rightarrow \sin \beta = \frac{n_1}{n_2} \sin \alpha$
Т.к. угол малое, то $\sin \alpha \approx \alpha$

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

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

Т.е. луч падающий горизонтально
отклоняется на угол разности ~~направления~~
от горизонтали

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

Т.к. $n_1 = 1$, то более интересного не будет

$$\delta = \alpha (n_2 - 1) = 0.6 \alpha = 0.6 \cdot 0.05 \text{ рад} = 0.03 \text{ рад}$$

2. ~~Доказать, что излучение света из призмы~~
излучение света из призмы смещается на место

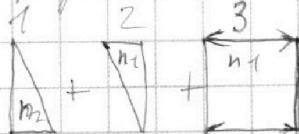
жесткого H .

$$\text{из рис. } \tan \theta = \frac{H}{a}, \tan \theta \approx 0$$

$$\alpha a = H$$

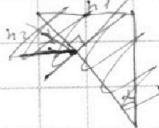
$$H = 0.03 \cdot 0.2 = 0.006 \text{ м}$$

3. Представьте путь света ,как



это эквивалентно, т.к. разница
между всеми можно добавить
безразличную пролётику. Идею
сама формула.

Путь 1 света от горизонтали отклоняется на
 $\alpha = \alpha (n_2 - 1)$ ~~после~~



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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

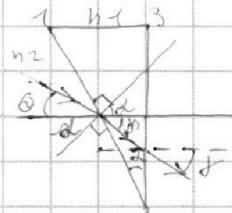
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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



Все обозначения на
чертеже.

Основа
закона для небольшого
угла между 1 и 2

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

условие наименьшего пути

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

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

Для угла между 2-3 закон Снелла

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

$$n_1 \delta = f = f(m)$$

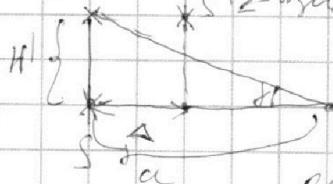
Из (3) $\alpha \delta = \delta (m-1)$ получим

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

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

Точка 3 лучше будет, также, писать падаю,

т.е. под $\angle f$ касательную по условия
соприкосновения и при соприкосновении в первом
точка некоторым соприкосновением по горизонтали
выразить $\sin f = h(1 - \frac{1}{n_1})$



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

$$\Delta = h(1 - \frac{1}{n_1}) = 0,05 (1 - \frac{1}{1,8}) = 0,04 m$$

Несколько интереснее $r = \sqrt{a^2 + H^2} =$

$$\text{Ответ: } r = 0,00903 =$$

$$2) 0,006 \frac{m}{\mu} \quad (0,04)^2 + (9,2 \cdot 10^{-5})^2 = \sqrt{(4 \cdot 10^{-2})^2 + (9,2 \cdot 10^{-5})^2} =$$

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$m \ddot{a} = -kv$$

$$3 \cdot 29 = 27 + 150 = 140 \\ 2100 + 135 = 300 + 135 = \frac{140}{7}$$

$$F_x = F_y$$

$$\begin{array}{r} 135 \\ 8 \\ \hline 325 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2240 \\ 320 \\ \hline 1920 \\ 8 \\ \hline 2871 \end{array}$$

$$28,1 \cdot$$

$$\frac{405}{320} = \frac{408}{320} \approx \frac{40}{32} = \frac{5}{4} \approx 1,25$$

$$h = \frac{F_1 v}{Fv}$$

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

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

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

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

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

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

$$(u_1 + u_2) u = \frac{u}{2} - u = -\frac{u}{2}$$

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



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

60% ~~10%~~

$$\frac{3}{4} \cdot 10^3 \cdot 6 = 1180 \quad \frac{3}{4} \cdot 18 = \frac{3 \cdot 9}{2} = \frac{27}{2}$$

10%

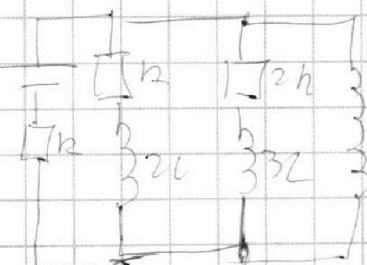
$$V = 0.1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot 3h = \frac{3}{4}h^2$$

K₂ K₃

$$K_2 = K_3 + 0.1$$

$$\frac{900 + 225}{4} = 1125$$

$$\frac{1125}{4} = 281.25$$



$$\frac{LdY_3}{dt} = Y_2 \cdot 2R + 3LdY_2$$

$$LdY_3 = Y_2 dt \cdot 2R + 3LdY_2$$

$$19 \cdot 2 \cdot \frac{1}{R^2}$$

$$40 \cdot \frac{1}{R^2}$$

$$y = \frac{u}{R}$$

$$0 = 40 + 0_2$$

$$\frac{R \cdot 0}{K} = \frac{3}{4} \cdot 3 \cdot 10^3$$

$$KU = 0_2 \quad D10E = 3JR + 4RK = 5JR \quad A = \frac{\Delta O}{0} = \frac{22}{10}$$

$$\frac{2}{5} = \frac{2}{5} \cdot \frac{E}{R}$$

$$K = \frac{P \cdot V}{2} = 0.1 R \cdot 0$$

$$Y = \frac{2}{3} \cdot \frac{E}{R}$$

$$2 \frac{E}{R} + \frac{6}{5}$$

$$\frac{9}{24} \cdot 10^3$$

$$0_2 = K \cdot \frac{E}{R} \cdot 0 \quad 3 \cdot L \cdot \frac{Y}{R} = Y_2 \cdot 2R + 3L \cdot Y_2$$

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

$$L \cdot \frac{E}{R} = 2 \Delta O R + 3L \left(0 - \frac{E}{R} \cdot 0\right)$$

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

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

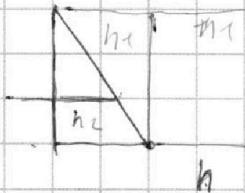
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



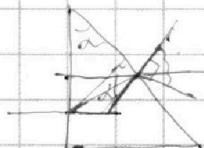
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ.

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



$$s = h(a - \frac{h}{n})$$

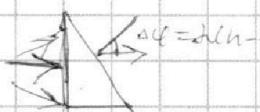
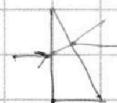


$$n \cdot s \cdot d = 1$$

$$h \cdot d + B = d + a$$

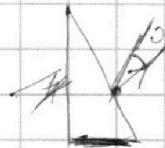
$$a = h \cdot c$$

$$s \cdot c = d(n-1)$$



$$0,6$$

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



$$\frac{6 \cdot 0,5}{4000}$$

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

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

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

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



$$d = 2(n-1)$$

$$h_2 \sin(\alpha + \delta) = h_1 (2 + \delta)$$

$$12 \cdot 7,5 \cdot 6$$

$$h_2 (\alpha + \delta) = h_1 (\alpha + \delta)$$

$$h_1 \delta = n$$

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

$$(10+6)^2 = 100 + 60 + 36 =$$

$$16^2 = 256$$

$$16^2 - 1,8 \cdot 2,56$$

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

$$\frac{6}{100} \cdot 2,56 \cdot \frac{2}{10} = \frac{12 \cdot 2,56}{1000} = \frac{256}{1000} \cdot 2,56 - 1,8 = 0,76$$

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

$$0,09 \left(1 - \frac{10}{18} \right) = \frac{8}{18} \cdot 0,09 = \frac{9}{100} \cdot 8 = 12 \cdot 76 = 760 + 192 = \frac{4}{100} = 860 + 192 = \frac{860 + 192}{100} = 912$$