



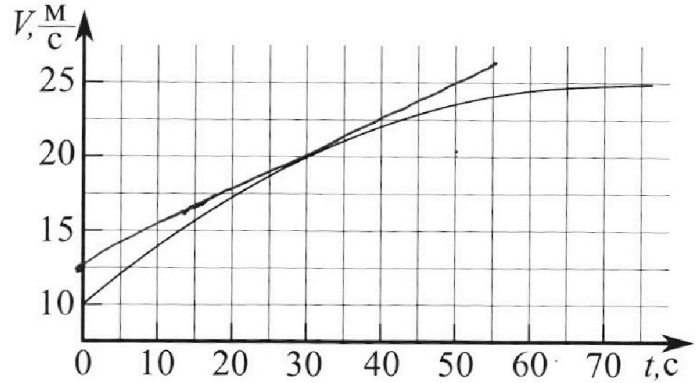
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01

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



1. Автомобиль массой $m = 1800$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 500$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости $V_1 = 20$ м/с.
- 2) Найти силу тяги F_1 при скорости V_1 .
- 3) Какая мощность P_1 передается от двигателя на ведущие колеса при скорости V_1 ?

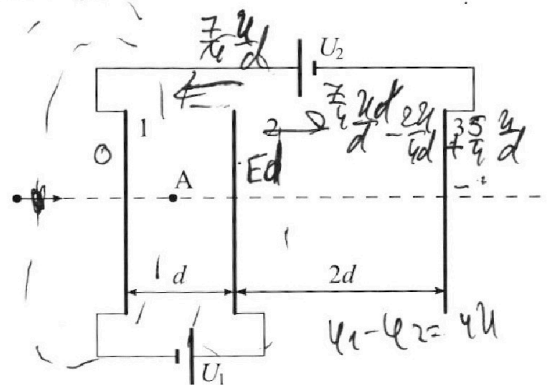
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 углекислый газ, 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 $T = 5T_0/4 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ 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 начальное давление в сосуде P_0 . 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 $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 4U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.



- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.
- 2) Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $d/3$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01

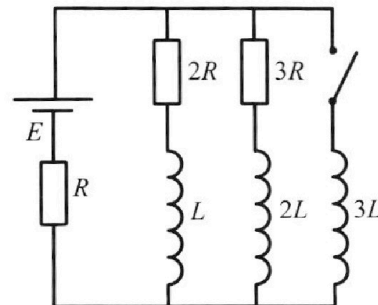
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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

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

Ответы давать с ч.исловыми 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 $n_b = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 194$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

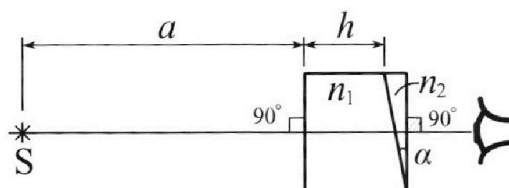


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

$$\frac{16}{20} \left(\frac{25}{8} \text{ пр-разм} \right) = \frac{5}{16} \text{ пр-е} \quad \text{разм} = \left(\frac{25}{8} - \frac{100}{256} \right) \text{ пр-е}$$

$$\frac{100}{256} \text{ пр-е} = \frac{25}{8} \text{ пр-разм} \quad \text{пр-е} = \frac{\text{разм}}{\frac{25}{8} - \frac{100}{256}}$$

$$\text{пр-е} = \frac{256 \text{ разм}}{32 \cdot 25 - 100} =$$

$$= \frac{64 \text{ разм}}{200 - 100}$$

$$\text{пр-е} = \frac{32 \text{ разм}}{25} = 1,28 \text{ разм}$$

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

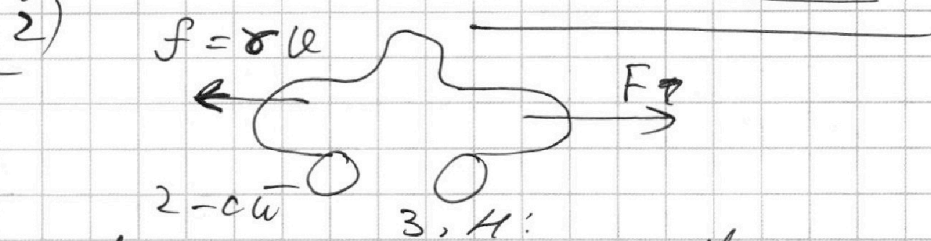
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дано:
 $F_k = 500 \text{ Н}$
 $f = 8 \text{ л}$
 $v_1 = 20 \text{ м/с}$

1) Дана ~~скорость~~ $a = \frac{dv}{dt}$, отсюда
 сразу же находим
 ускорение нам необходимо
 провести касательную

$a(v_1)$?
 $F_1(v_1)$?
 $P_1(v_1)$?

к траектории, ее tg - найдем
 ускорение $a = \frac{5 \text{ м}}{20^2} = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$



Занявшем

$$F - f = m \frac{dv}{dt}, \text{ в точке } a = \left. \frac{dv}{dt} \right|_k = 0,$$

подставим это:

$$a = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}, F_k = 500 \text{ Н}$$

$$F_k = f \cdot v_k \Rightarrow f = \frac{F_k}{v_k}$$

3) Подставим данные где точка v_1 :

$$F_1 - f \cdot v_1 = m a_1 \Rightarrow F_1 = f \cdot v_1 + m a_1$$

$$F_1 = \frac{F_k}{v_k} \cdot v_1 + m a_1; F_1 = \frac{500 \text{ Н}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 1800 \text{ кг} \cdot 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$= 400 \text{ Н} + 450 \text{ Н} = 850 \text{ Н}$$

3) $P_1 = F_1 \cdot v_1$ (~~сила~~ ~~и~~ ~~создает~~ ~~эту~~ ~~силу~~ ~~движения~~ ~~работает~~)

$$P_1 = F_1 \cdot v_1, P_1 = 850 \text{ Н} \cdot 20 \text{ м/с} = 17 \text{ кВт}$$

Ответ: 1) $a = 0,25 \text{ м/с}^2$, 2) $F_1 = 850 \text{ Н}$, 3) $P_1 = 17 \text{ кВт}$.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

 МФТИ

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!



$$\frac{25 \cdot 11 p_0 - 50 p_0 + 500 p_0}{160} = \frac{31}{20} \text{ ратм.}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 11 \\ \hline 25 \\ 250 \\ \hline 275 \end{array}$$

~~275 p_0 - 50 p_0~~

$$\frac{725 p_0}{8160} = \frac{31}{20} \text{ ратм}$$

$$\begin{array}{r} 225 \\ \times 31 \\ \hline 248 \end{array}$$

$$p_0 = \frac{8 \cdot 31}{725} \text{ ратм} = \frac{2 \cdot 248}{725} \text{ ратм}$$

Ответ: 1) $\frac{81}{82} = 2$, $p_0 = \frac{248}{725} \text{ ратм.}$

$$\frac{64}{725}$$

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!

$$\begin{cases} p_0 \frac{V}{2} = \gamma_1 k T_0 \\ p_0 \frac{V}{4} = \gamma_2 k T_0 \\ p_1 \cdot \frac{11V}{20} = (\gamma_2 - \Delta\gamma) k \cdot \frac{5}{4} T_0 \\ p_2 \cdot \frac{V}{5} = \gamma_1 \cdot \frac{5}{4} k T_0 \\ p_{атм} + p_1 = p_2 \\ \Delta\gamma = k \cdot p_1 \cdot \frac{V}{4} \end{cases} \quad \frac{\gamma_1}{\gamma_2} = 2$$

$$\frac{p_0 \frac{V}{2}}{p_2 \frac{V}{5}} = \frac{\gamma_1 k T_0}{\frac{5}{4} \gamma_2 k T_0} \quad \frac{5 p_0}{2 p_2} = \frac{4}{5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 25 p_0 = 8 p_2 \Rightarrow p_1 = \frac{25}{8} p_0 - p_{атм}$$

$$\left(\frac{25}{8} p_0 - p_{атм}\right) \cdot \frac{11V}{20} = \left(\gamma_2 - k \left(\frac{25}{8} p_0 - p_{атм}\right) \cdot \frac{V}{4}\right) k \cdot \frac{5}{4} T_0$$

~~$$\frac{25}{8} p_0 \cdot \frac{11V}{20} = \left(\gamma_2 - k \left(\frac{25}{8} p_0 - p_{атм}\right) \cdot \frac{V}{4}\right) k \cdot \frac{5}{4} T_0$$~~

~~$$p_0 \frac{V}{4} = 2 \gamma_2 k T_0$$~~

$$p_0 \frac{V}{4} = \gamma_2 k T_0 \Rightarrow \gamma_2 = \frac{p_0 V}{4 k T_0}$$

~~$$\left(\frac{25}{8} p_0 - p_{атм}\right) \cdot \frac{11V}{20} = \left(\frac{p_0 V}{4 k T_0} - k \left(\frac{25}{8} p_0 - p_{атм}\right) \cdot \frac{V}{4}\right) k \cdot \frac{5}{4} T_0$$~~

~~$$\frac{25}{8} p_0 \cdot \frac{11V}{20} - \frac{11}{20} p_{атм} V = \frac{p_0 V}{4} - \frac{5}{4} k T_0 \left(\frac{25}{8} p_0 - p_{атм}\right)$$~~

~~$$\frac{25 \cdot 11}{160} p_0 - \frac{11}{20} p_{атм} = \frac{5}{16} p_0 - \frac{25}{8} p_0 + p_{атм} - \frac{5}{4} k T_0 k \left(\frac{25}{8} p_0 - p_{атм}\right)$$~~

~~$$\frac{25 \cdot 11}{160} p_0 - \frac{5}{16} p_0 + \frac{25}{8} p_0 = \frac{31}{20} p_{атм}$$~~

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!

~~$$\left(\frac{25}{8} p_0 - \text{ратм}\right) \frac{11 \text{ кВ}}{20} = \left(\frac{p_0}{4 \text{ кВт}} - \kappa \cdot \frac{\kappa}{4} \left(\frac{25}{8} p_0 - \text{ратм}\right) \cdot \frac{5}{4} \text{ ток}\right)$$~~

~~$$\left(\frac{25}{8} p_0 - \text{ратм}\right) \cdot \frac{11 \text{ кВ}}{20} = \frac{p_0}{4 \text{ кВт}} \cdot \frac{5}{4 \text{ кВт}} - \frac{\kappa}{4} \cdot \frac{5}{4 \text{ кВт}} \left(\frac{25}{8} p_0 - \text{ратм}\right)$$~~

~~$$\left(\frac{25}{8} p_0 - \text{ратм}\right) \cdot \frac{11}{20 \cdot 5} = \frac{5 p_0}{16 \cdot 4} - \frac{5}{16 \cdot 4} \cdot \frac{25}{8} p_0 + \frac{5}{16 \cdot 4} \cdot \text{ратм}$$~~

~~$$\left(\frac{25}{8} p_0 - \text{ратм}\right) \frac{11}{5} = \frac{5}{4} p_0 - \frac{125}{32} p_0 + \frac{5}{4} \text{ратм}$$~~

~~$$\frac{275}{8} p_0 - \frac{11}{5} \text{ратм} = \frac{40 p_0}{32} - \frac{125 p_0}{32} + \frac{5}{4} \text{ратм}$$~~

~~$$\frac{275}{8} p_0 - \frac{40 p_0}{32} + \frac{125 p_0}{32} = \frac{(44 + 25) \text{ратм}}{20}$$~~

~~$$\frac{275}{2} p_0 - \frac{40 p_0}{8} + \frac{275}{8} p_0 - \frac{5 p_0}{4}$$~~

~~$$\frac{275}{8} p_0 + \frac{85 p_0}{32} = \frac{65}{20} \text{ратм}$$~~

~~$$\frac{1100}{32} p_0 + \frac{85 p_0}{32} = \frac{65 \text{ратм}}{20}$$~~

~~$$\frac{1185 p_0}{32} = \frac{65}{20} \text{ратм} \Rightarrow p_0 = \frac{32 \cdot 65 \text{ратм}}{1185 \cdot 20}$$~~

~~$$\left(\frac{25}{8} p_0 - \text{ратм}\right) \frac{11}{20} = \frac{p_0}{4 \text{ кВт}} \cdot \frac{5}{4 \text{ кВт}} - \frac{1}{4} \left(\frac{25}{8} p_0 - \text{ратм}\right)$$~~

~~$$\left(\frac{25}{8} p_0 - \text{ратм}\right) \frac{11}{20} + \frac{5}{20} \left(\frac{25}{8} p_0 - \text{ратм}\right) = \frac{5}{16} p_0$$~~

~~$$\frac{16}{5} \left(\frac{25}{8} p_0 - \text{ратм}\right) = \frac{5}{16} p_0 \quad \frac{5}{4} p_0 = \frac{16}{8} \cdot \frac{25}{8} p_0 - \frac{16}{5} \text{ратм}$$~~

~~$$\frac{16}{5} \text{ратм} = 10 p_0 - \frac{5}{4} p_0 \quad \text{Ответ: } \frac{16}{5} \text{ратм} = \frac{40 p_0 - 5 p_0}{4} \Rightarrow p_0 = \frac{64 \text{ратм}}{175}$$~~

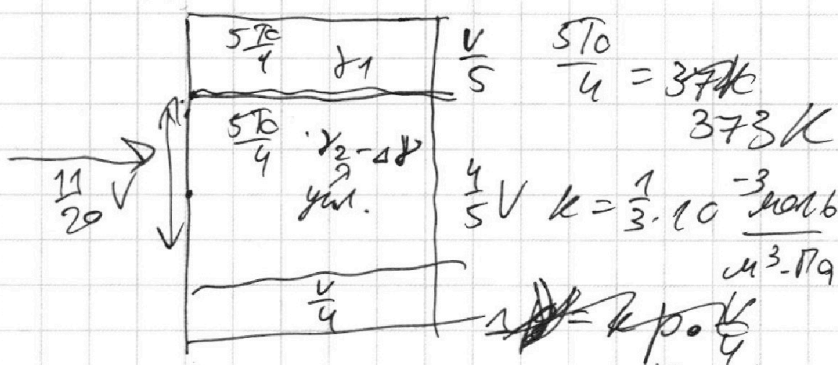
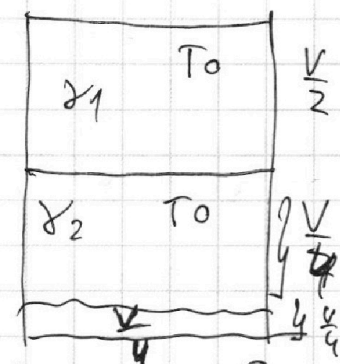
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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) $\Delta V =$ для каждого случая $\Delta V = k p_0 W$
 $\Delta V = k p_0 \cdot \frac{V}{4}$, увеличится газ
 растворится в воде.

1) Заменим менз. клеткой для каждого случая:

$$p_0 \cdot \frac{V}{2} = \gamma_1 R T_0$$

$$p_0 \cdot \frac{V}{4} = \gamma_2 R T_0$$

$$\frac{\frac{V}{2}}{\frac{V}{4}} = \frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{4}{2} = \underline{\underline{2}}$$

(давления равны, т.к. корнет не весит)
 (температура одна, т.к. корнет не мерзнет)

2) В процессе нагревания, увеличится газ растворится в воде, каждый кол-во растворившегося газа:

$$\Delta V = k p_1 \cdot \frac{V}{4} \quad (p_1 - \text{наружное давление})$$

3) Заменим менз. клеткой для каждого момента:
 $p_0 \left(\frac{4}{5} V - \frac{V}{4} \right) = (\gamma_2 - \Delta \gamma) k \cdot \frac{5V}{4}$ - где $\Delta \gamma$ - газ

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"/> | <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!

$p_2 \cdot \frac{V}{5} = \frac{5}{4} \gamma_1 k T_0$ - для упр. газа сверху.
 Пар насыщенный, т.к. всегда остается конденсат (и лед)
 $p_2 = p_3 = p_{атм}$ - наруж. давл. насыщенного паров.
 4) Условие равновесия паров:

$$p_{атм} + p_1 = p_2$$

Решаем систему:

$$p_2 \frac{V}{5} = \gamma_1 k T_0 \quad (3)$$

$$p_1 \cdot \frac{11V}{20} = (\gamma_2 - \Delta \gamma) k \cdot \frac{5}{4} T_0$$

$$\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = 2 \Rightarrow \gamma_1 = 2\gamma_2$$

$$p_1 \left(\frac{11V}{20} - \frac{V}{4} \right) = (\gamma_2 - \Delta \gamma) k \cdot \frac{5}{4} T_0 \quad (2)$$

$$p_2 \cdot \frac{V}{5} = \frac{5}{4} \gamma_1 k T_0 = \frac{5}{4} k T_0 \cdot 2\gamma_2 \quad (3)$$

$$\Delta \gamma = k p_1 \frac{V}{4}$$

$$p_{атм} + p_1 = p_2 = \frac{11V}{20}$$

$$\frac{(2)}{(3)} = \frac{p_1 \left(\frac{16V - 5V}{20} \right)}{p_2 \frac{V}{5}} = \frac{\gamma_2 - \Delta \gamma}{2\gamma_2}$$

$$p_1 \cdot \frac{11V}{20} = (p_{атм} + p_1) \frac{V}{5} = \frac{\gamma_2 - \Delta \gamma}{2\gamma_2}$$

$$\frac{11}{4} p_1 \cdot 2\gamma_2 = (p_{атм} + p_1) (\gamma_2 - \Delta \gamma)$$

$$\frac{11}{2} p_1 \gamma_2 = p_{атм} (p_{атм} + p_1) (\gamma_2 - k \cdot \frac{V}{4} p_1)$$

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!

1) Шляпа, действующая как частицу в пространстве

1-2: $F = \sum E_i \cdot q = ma$

$$|a| = \frac{\sum E_i q}{m} = \frac{E_1 + (E_2 - E_3)q}{m} = \frac{4 \cdot q}{m} = \frac{4q}{md}$$

2) Возьмем ЗСЭ для частицы:

$$q\phi = A_{\text{вн}} = \Delta E_k = K_{\text{н}} - \frac{m v_0^2}{2}$$

$$-q\phi = q(\phi_0 - \phi_1) \quad \phi_0 = 0 \text{ (т.к. с б.к.)}$$

ЗСЭ: $q\phi \approx 4.1: E_0 = \frac{m v_0^2}{2}$

$$-q\phi_1 = K_1 - \frac{m v_0^2}{2}$$

З.м. $\approx 4.2:$

$$-q\phi_2 = K_2 - \frac{m v_0^2}{2} \quad \phi_1 - \phi_2 = -\frac{2}{3}U$$

$$q(\phi_1 - \phi_2) = K_2 - K_1$$

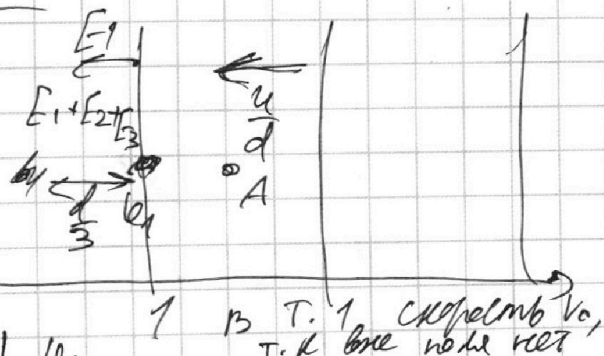
$$-2q = K_2 - K_1$$

Найдем скорость частицы, записав ЗСЭ

$$m \frac{d v_x}{dt} = -\frac{qU}{d}$$

$$m d v_x = -\frac{qU}{d} dt \quad | \cdot dx$$

$$m(v_A - v_0) = -\frac{qU}{d} x \quad \frac{m v_A^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = -\frac{qU}{d} x$$



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!

$$(E_1 - E_2 - E_3)d + (E_2 + E_1 - E_3) \cdot 2d = 4U$$

$$(E_1 - E_2 - E_3)d = -U$$

П.к сетки износ. Все записано:

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0 \Rightarrow E_1 + E_2 + E_3 = 0 \text{ (напряж на } 2S \text{)} \\ (E_2 + E_1 - E_3) \cdot 2d = 5U$$

$$(E_1 - E_2 - E_3)d = -U$$

$$\left(\frac{q_2}{2S\epsilon_0} + \frac{q_1}{2S\epsilon_0} - \frac{q_3}{2S\epsilon_0} \right) \cdot 2d = 5U$$

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

$$-\frac{2q_3}{2S\epsilon_0} \cdot 2d = 5U \Rightarrow q_3 = -\frac{5U}{2d} \cdot \epsilon_0 S$$

$$\frac{q_2}{2S\epsilon_0} + \frac{q_1}{2S\epsilon_0} = \frac{5U}{2d} + \frac{q_3}{2S\epsilon_0} = \frac{5U}{2d} +$$

$$\dots 4E_3d = 5U \Rightarrow E_3 = -\frac{5U}{4d}$$

$$E_2 + E_1 = \frac{5U}{2d} + E_3 = \frac{5U}{2d} - \frac{5U}{4d} = \frac{5U}{4d}$$

$$E_1 - E_2 = -\frac{U}{d} - \frac{5U}{4d} = -\frac{9U}{4d} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2E_1 = -\frac{U}{d} \Rightarrow E_1 = -\frac{U}{2d}$$

$$E_2 = E_1 + \frac{3}{4} \frac{U}{d} = -\frac{2U}{4d} + \frac{3U}{4d} = \frac{U}{4d}$$

Сетка гальванически и на расстоянии b 1-2:
 ~~$E_1 + E_2 + E_3 = ma$~~ $\frac{U}{2d} - \frac{U}{4d} + \frac{5U}{4d} = ma \Rightarrow a = \frac{U}{md}$

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

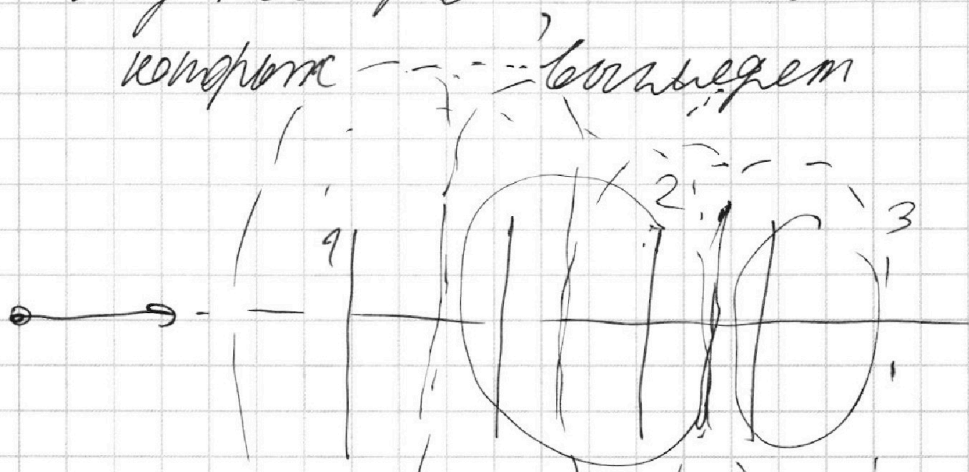
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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) Электронный пучок движется между пластинами плоского конденсатора, шлово которого U_0 .
Там:



зарядка, которой U_0 — идет от центра пластины движется перпендикулярно шлово U_0 магнитное поле \Rightarrow заряд шлово

зарядка $U_1 = U_0$ (первой сетки) = U_0

Затем ЗСЭ:

$$\frac{mU_A^2}{2} - \frac{mU_0^2}{2} = -\frac{U_0 \cdot d \cdot q}{d} \cdot \frac{d}{3}$$

$$U_A^2 = \sqrt{U_0^2 - \frac{2U_0 q}{3m}}$$

Ответ: 1) $|q| = \frac{U_0 q}{md}$; 2) $-U_0$

3) $U_A = \sqrt{U_0^2 - \frac{2U_0 q}{3m}}$

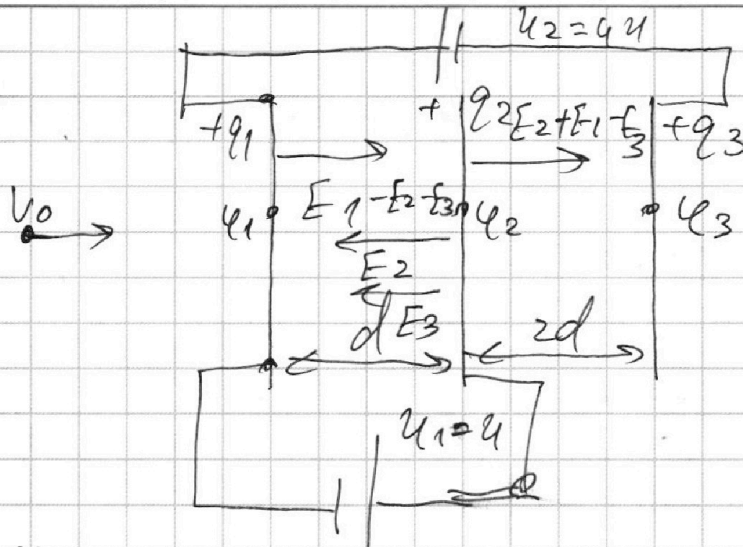
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

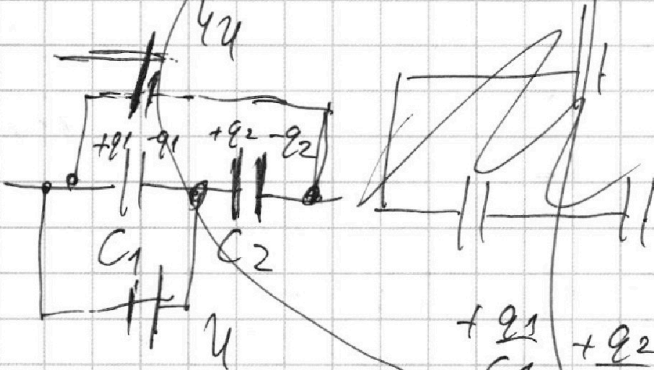
МФТИ

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



рассмотреть эту систему, как конденсатор, к которому подключены

источника энергии. Выберем C_1 и C_2



найдем заряды на этих обкладках в установившемся режиме.

$$\frac{+q_1}{C_1} + \frac{+q_2}{C_2} = 4C \Rightarrow q_2 = 5C_2$$

$$\frac{+q_1}{C_1} = C \Rightarrow q_1 = -2C_1$$

Пусть заряды на пластинках q_1, q_2, q_3 - соответственно: \rightarrow

$$\Rightarrow E_1 = \frac{q_1}{25\epsilon_0} \quad E_2 = \frac{q_2}{25\epsilon_0} \quad E_3 = \frac{q_3}{25\epsilon_0}$$

Заметим разности потенциалов на правой стороне:

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!

Подставим в 3^* : наши токы:

$$3L \cdot \frac{\mathcal{E}}{R} - L \left(0 - \frac{3\mathcal{E}}{11R} \right) = 2kq_1$$

$$\frac{3\mathcal{E}L}{R} + \frac{3\mathcal{E}L}{11R} = 2kq_1$$

$$q_1 = \frac{3\mathcal{E}}{R} \left(L + \frac{1}{11}L \right) = 2kq_1$$

$$\frac{3\mathcal{E}}{R} \cdot \frac{12}{11}L = 2kq_1$$

$$\frac{18\mathcal{E}L}{11R^2} = q_1$$

Ответ: 1) $I_{1.0} = \frac{3\mathcal{E}}{11R}$; 2) $\dot{I} = \frac{2\mathcal{E}}{11L}$; 3) $\dot{q}_1 = \frac{18\mathcal{E}L}{11R^2}$

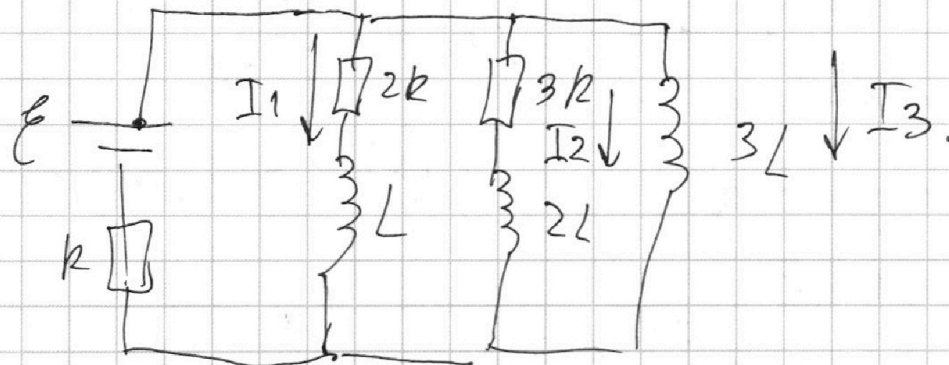
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Кирхгоф: $3kI_2 - 2kI_1 = -2L\dot{I}_2 + L\dot{I}_1 \quad | \cdot dt$

интеграл на dt и константа $3kI_2 = 3L\dot{I}_3 - 2L\dot{I}_2 \quad | \cdot dt$

$q_2 \quad \varepsilon - 3L\dot{I}_3 = (I_1 + I_2 + I_3)k$

$3kq_2 - 2kq_1 = -2L\Delta I_2 + L\Delta I_1$

$3kq_2 = 3L\Delta I_3 - 2L\Delta I_2$

$3L\Delta I_3 - 2L\Delta I_2 = -2L\Delta I_2 + L\Delta I_1 - 2kq_1$

$3L\Delta I_3 - L\Delta I_1 = 2kq_1$

$3L(I_{3,i} - I_{3,0}) - L(I_{1,i} - I_{1,0}) = 2kq_1 \quad (3^*)$

Найдём ток $I_{3,1}$ и $I_{1,1}$ в уст. режиме.

Ток через $I_{2,1} = 0$, т.к. на катушке будет нулевое напряжение.

Аналогично $I_{1,1} = 0 \Rightarrow$ ток источника будет $I = \text{const}$ через конт.

Идёт ток через резистор и катушку $3L$.

$I_{3,1} = \frac{\varepsilon}{R}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

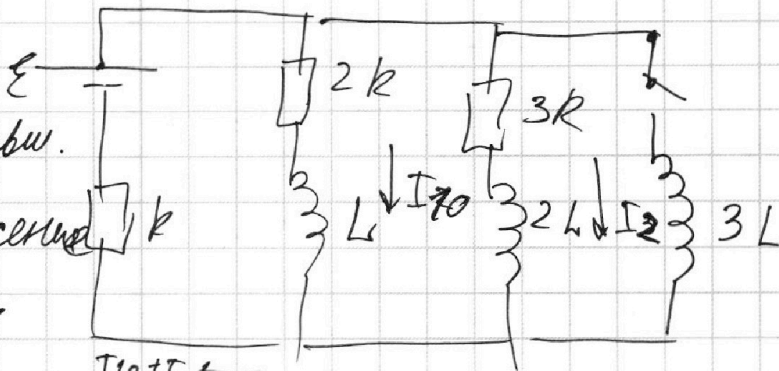
МФТИ

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

№ 4.

1) В установившемся

режиме напряжения на катушках



равно 0, ток в цепи равен нулю.

$$\varepsilon = 2k I_{10} + (I_{10} + I_2)k$$

$$3k I_2 = 2k I_{10} \rightarrow I_2 = \frac{2}{3} I_{10}$$

$$\varepsilon = 2k I_{10} + \frac{5}{3} I_{10} k = \frac{6k I_{10} + 5I_{10}k}{3}$$

$$\varepsilon = \frac{11}{3} k I_{10} \Rightarrow I_{10} = \frac{3\varepsilon}{11k}$$

2) Через резистор замыкается кнопка

токи в цепи не меняются, т.к. в катушках не меняется ток, индукция тоже не меняется.

Заменим крестом во 5. ветку.

$$\varepsilon - 3L \dot{I} = (I_{10} + I_2)k = \frac{5}{3} I_{10} k$$

$$\dot{I} = \frac{\varepsilon - \frac{5}{3} I_{10} k}{3L} = \frac{\varepsilon - \frac{5}{3} \cdot \frac{3\varepsilon}{11k} k}{3L} = \frac{\varepsilon - \frac{5\varepsilon}{11}}{3L} = \frac{6\varepsilon - 5\varepsilon}{3L} = \frac{\varepsilon}{3L}$$

3) См. выше

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

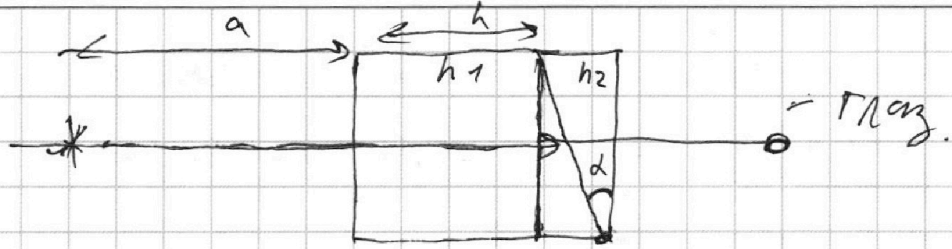
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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!

NS.



1) Луч ~~пройдет без преломления~~
~~через~~ ~~верхнюю~~ ~~поверхность~~ ~~и~~ ~~вероятно,~~
~~затем~~ ~~будет~~ ~~проходить~~ ~~через~~ ~~такую~~
~~изготовленную~~ ~~установку.~~

Или ~~преломится~~ ~~на~~ ~~границе~~ ~~и~~ ~~часть~~ ~~в~~
 вытеснит ~~как~~ ~~будто~~ ~~нет:~~

Закон Снеллиуса: d, β, φ - маленькие

$n_2 \sin \varphi = n_1 \sin \beta$

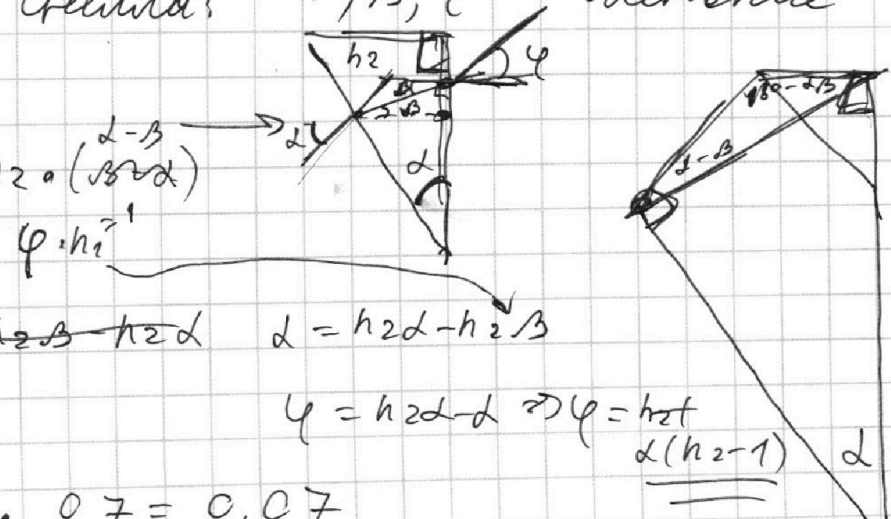
$n_1 \cdot d = n_2 \cdot (\beta \cdot d)$

$\beta \cdot n_2 = \varphi \cdot n_1$

$d = n_2 \beta - n_2 d \Rightarrow d = n_2 d - n_2 \beta$

$\varphi = n_2 d - d \Rightarrow \varphi = n_2 d - d = d(n_2 - 1)$

$\varphi = 0,1 \cdot 0,7 = \underline{\underline{0,07}}$



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

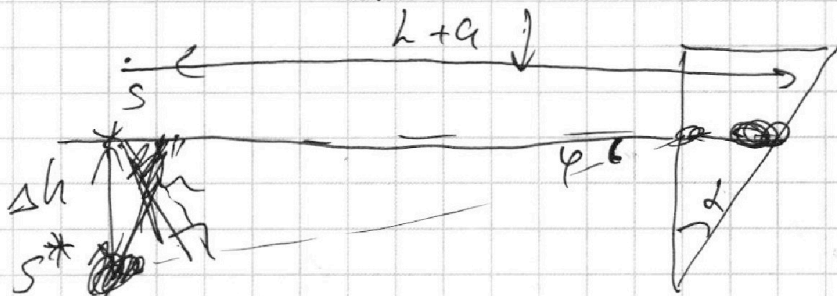
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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) При прохождении луча
 через призму все лучи поворачиваются
 на $\varphi = 0,07 \ll 1$, поэтому
 смещение изображения после прохождения
 луча между будет Δh повернуто
 на **маленький** угол: φ ,
 т.е. изображение сместится
 на h **маленькое** Δh ~~в~~ **вниз**.

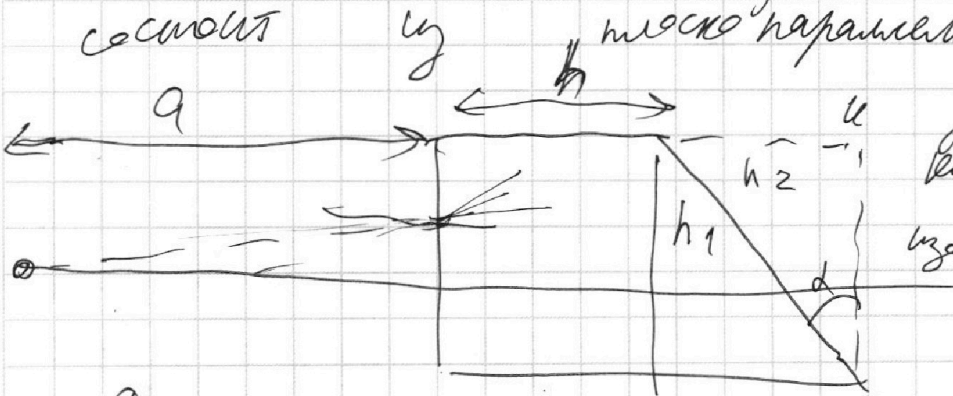


$$\begin{array}{r} 203 \\ \times 0,07 \\ \hline 14,21 \end{array}$$

$$\Delta h = (h+a) \varphi \quad \Delta h = (194 \text{ см} + 9 \text{ см}) \cdot 0,07 =$$

$$= 14,21 \text{ см.}$$

3) Когда $n_1 = 1,5$ **луч света**
 состоит из **плоскопараллельной** **плоскости**
 a h h_1 h_2 u **двух** **лучей**,
 которые **поворачиваются**
 изобр.



Для **плоскопараллельной** **плоскости**
 применим **ф-лу** **срер.** **пов. с $k \rightarrow \infty$:**

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

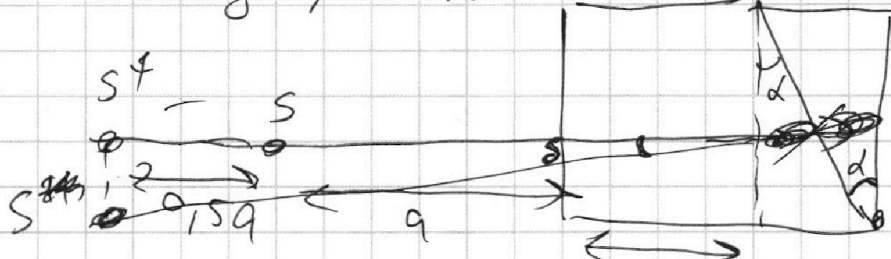
МФТИ

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



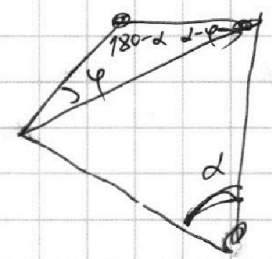
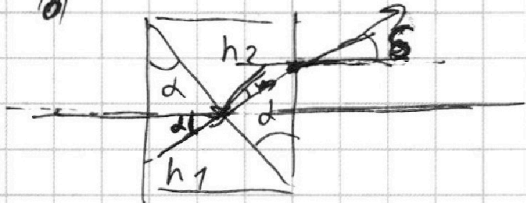
$\frac{h_1}{x_2} + \frac{1}{a} = 0$ расно
 $x_2 = -a h_1 = -1,5a$

Т.к. изображение S^* на расстоянии 0,5a от S



Лучи оттуда летят в направлении, которое ~~увеличивают~~ ~~уменьшают~~ изображение на $\delta = d(h-1)$

из S^* лучи летят в сторону ~~прямой~~



Закон Снелла:

$h_1 d = h_2 \varphi$
 $h_2 (d - \varphi) = \delta$

$\varphi = \frac{h_1}{h_2} d$

$h_2 d (1 - \frac{h_1}{h_2}) = \delta$
 $d (h_2 - h_1) = \delta$

$\delta = 0,1 \cdot 0,2 = 0,02$

Аналогично S^* (2) ~~поворот~~ ~~на угол delta~~ ~~не~~ ~~мат.~~ ~~гипс~~
 $\delta h_1 = \delta \cdot (1,5a + h)$, где из S^{**}



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!

$$\Delta h_1 = \mu \Delta h_2 = 0,02 \cdot \left(\frac{3}{2} \cdot 134 + 5 \right) \text{ см}$$

$$= 0,02 \cdot 300 = \frac{2}{100} \cdot 300 = 6 \text{ см.}$$

Ответ:

1) $0,07 \text{ рад}$
4 =

2) $\Delta h = 14,21 \text{ см}$

3) $1,6 \text{ см.}$
 $\Delta h_1 =$

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!

$$\varphi_A = \frac{2mg\mu}{m}$$

$$\varphi_A - \varphi_1 - \varphi_A = \frac{\mu}{d} \cdot \frac{d}{3}$$

$$\varphi_2 - \varphi_A = \varphi_A - \varphi_2 = \frac{2\mu d}{3}$$

$$\varphi_A - \varphi_3 = \frac{\mu d}{3} + 5\mu$$

$$\varphi_1(x) = \varphi_1 + \frac{\mu}{d}x$$

$$\varphi_2(x) = \varphi_2 - \frac{5\mu}{2d}x$$

$$\varphi(x) = \varphi_1 + \frac{\mu}{d}x$$

$$\varphi_2(x) = \varphi_2 - \frac{5\mu}{2d}x$$

$$\varphi_3 = \varphi_2 - \frac{5\mu}{2d} \cdot 3d$$

$$\varphi(x) = \varphi_1 + \frac{\mu}{d}x$$

$$\varphi_2(x) = \varphi_2 - \frac{5\mu}{2d}x$$

$$\varphi_A = \varphi_2 + \frac{\mu}{3}$$

$$\varphi_A = \varphi_2 - \frac{5\mu}{2d}$$

Периодическая структура $\varphi(x)$

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"/>

МФТИ

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

$$F_1 = \left(\frac{500}{25^2} \cdot 400 + 1800 \cdot \frac{1}{4} \right) H = \frac{500}{25 \cdot 25} \cdot 400 + 450 =$$
$$= \left(\frac{20}{25} \cdot 400 + 450 \right) H = (320 + 450) H = 770 H$$

3) ~~Решение~~ $P_1 = F_1 v_1 = 770 H \cdot 20 \frac{м}{с} = 15,4 \text{ кВт}$

(коэффициент мощности не учитывается)

Затраченная энергия $Q = P_1 \cdot t$

~~Анализ~~ $P_1 dt = \dots$

~~dt = \dots~~

$$\begin{array}{r} 1 \\ 770 \\ \times 20 \\ \hline 15400 \end{array}$$

~~$\int v^2 \rho dx$~~

$\int m a$ мощность и затраты
силы $m v$ силы $m v$, разогнать
машину: $P_1 = F_1 v_1 = 770 H \cdot 20 \frac{м}{с} = 15,4 \text{ кВт}$

$$\begin{array}{r} 800 \\ 850 \\ \times 20 \\ \hline 170,00 \end{array}$$

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!



$$\frac{11}{2} p_1 \delta_2 = p a_{тм} \delta_2 - \frac{\kappa V}{4} p_1 a_{тм} + p_1 \delta_2 - \frac{\kappa V}{4} p_1^2$$

$$\frac{5}{2} p_1 \delta_2 = p a_{тм} \delta_2 - \frac{\kappa V}{4} p_1 a_{тм} - \frac{\kappa V}{4} p_1^2$$

$$\delta_2 \left(\frac{5}{2} p_1 - p a_{тм} \right) =$$

$$\delta_2 \left(p a_{тм} - \frac{5}{2} p_1 \right) = \frac{\kappa V}{4} p_1 (p a_{тм} + p_1)$$

$$\delta_2 = \frac{\frac{\kappa V}{4} (p a_{тм} + p_1)}{p a_{тм} - \frac{5}{2} p_1}$$

из (3)

$$\frac{p_0 \kappa}{2} = \frac{\delta_1}{p_1 \cdot \frac{11 \kappa}{20 p_0} \delta_2 - \delta_2 \cdot \frac{5}{4}}$$

$$q_1 = \frac{18 \epsilon^2 L}{11 k^2}$$

$$p_0 = \frac{11}{10} p_1 \cdot \frac{2 \delta_2}{\delta_2 - \kappa \frac{V}{4} \cdot p_1}$$

$$p_0 = \frac{11}{10}$$

$$2kI_1 = -L \frac{dI_1}{dt} + 3L \frac{dI_3}{dt}$$

$$2kq_1 = -L \Delta I_1 + 3L \Delta I_3$$

$$2kq_1 = -L \left(0 - \frac{3\epsilon}{11k} \right) + 3L \frac{\epsilon}{k}$$

$$2kq_1 = \frac{3\epsilon L}{11k} + \frac{3\epsilon L}{k}$$

$$2kq_1 = \frac{3\epsilon L}{11k} + \frac{33\epsilon L}{11k}$$

$$2kq_1 = \frac{36\epsilon L}{11k}$$

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"/>

МФТИ

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

$m = 1800 \text{ кг}$

$F_k = 500 \text{ Н}$

$a(v_1) = ?$

$F_1(v_1) = ?$

$P_1(v_1) = ?$

$= 0,25 \text{ м/с}^2$

2) Заметим

~~$F = \gamma v^2$~~

$\times: F - \gamma v^2 = m \left(\frac{dv}{dt} \right) \quad (2)$

при $t \Rightarrow 70 \quad \frac{dv}{dt} = 0, v = 25 \text{ м/с}$

$F = F_k$ в конце разгона (не укл.)

$F_k = \gamma v_1^2 \Rightarrow \gamma = \frac{F_k}{v_1^2}$

~~$\gamma = \frac{500 \text{ Н}}{20^2} = 1,25 \text{ Н/м}^2$~~

Для нахождения подставим в (2)

данные где $t = 30 \text{ с}$:

$F_1 - \gamma v_1^2 = m \left(\frac{dv}{dt} \right)_1 = a_1 m a_1$

$F_1 = \gamma v_1^2 + m a_1 \Rightarrow F_1 = \frac{F_k}{v_1^2} \cdot v_1^2 + m a_1$

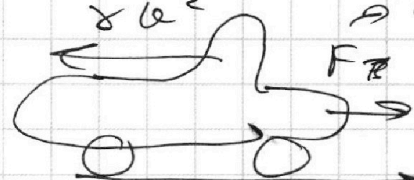
1) Для нахождения ускорения проведем касательную к графику

в точке $t = 30 \text{ с}$,

это и будет нашим ускорением $a_1 = \left(\frac{dv}{dt} \right)_1 = \frac{5}{20} \text{ м/с}^2 = 0,25 \text{ м/с}^2$

сила сопр.

закон



Ньютона

где машина:

уст. ср.

$v = 25 \text{ м/с}$



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!

