



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

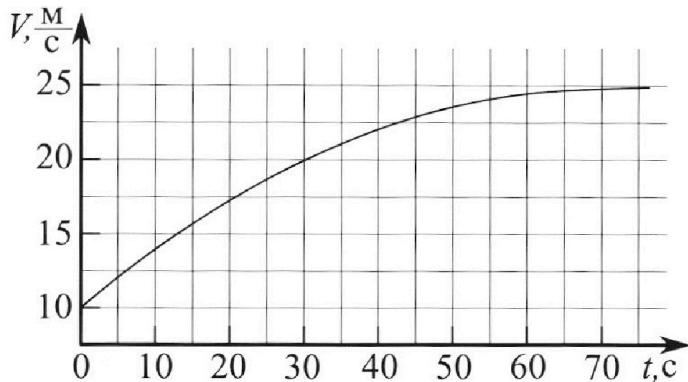


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Автомобиль массой $m = 1500$ 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 $F_k = 600$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.

- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.
- 2) Найти силу тяги F_0 в начале разгона.
- 3) Какая мощность P_0 передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировано 10%.



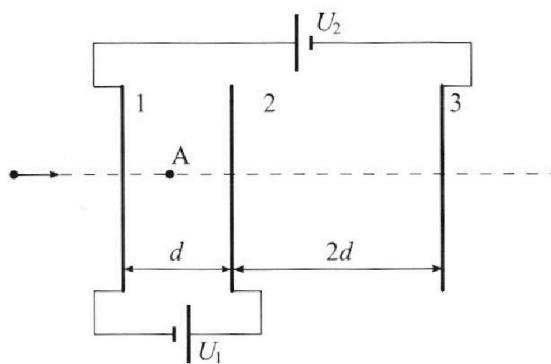
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении $P_0 = P_{\text{АТМ}}/2$ ($P_{\text{АТМ}}$ – нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

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 $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ 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 отношение конечной и начальной температур в сосуде T/T_0 .

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 $U_2 = 3U$. 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 $d/4$ от сетки 1.



Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2023

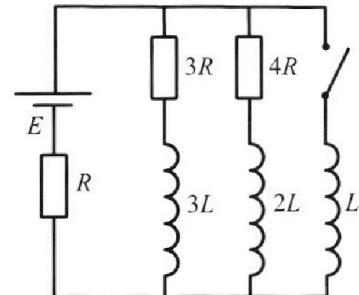
Вариант 11-03

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

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

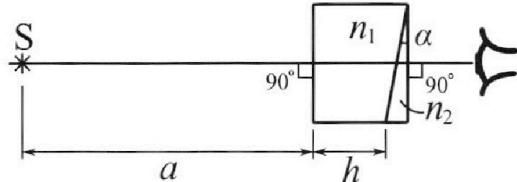
- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ при замкнутом ключе?

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 $n_b = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 90$ 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 $h = 14$ 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 $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, 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 |
| <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!

$\sqrt{1}$

$$m = 1500 \text{ кг}$$

$$F_k = 600 \text{ Н}$$

1) $a_0 = ?$

2) $F_0 = ?$

3) $P_0 = ?$

1) $a_0 = ? \quad a = \frac{dv}{dt}.$

Проверяя касательную к графику в точке $t = 0$

заметим, что умножив коэффициент этой прямой на m получим

$$\frac{15 \text{ м/с} - 10 \text{ м/с}}{10 \text{ с}} = 0,5 \text{ м/с}^2.$$

$$a_0 = 0,5 \text{ м/с}^2.$$

2) Пусть F -сила торможения, $F_{\text{сопр.}} = k v$ - сила сопротивления, $k = \text{const.}$

Второй закон Ньютона:

$$F - F_{\text{сопр.}} = ma$$

$$F - k v = ma.$$

Когда автомобилик пересекает разгонную $F_k - k v_k = 0$

$$v_k \approx 25 \text{ м/с}.$$

$$k = \frac{F_k}{v_k}.$$

В начальный момент времени $F_0 - \frac{F_k}{v_k} v_0 = ma_0 \quad (v_0 = 10 \text{ м/с}).$

$$F_0 = \frac{F_k}{v_k} v_0 + ma_0 = \frac{600 \text{ Н}}{25 \text{ м/с}} \cdot 10 \text{ м/с} + 1500 \text{ кг} \cdot 0,5 \text{ м/с}^2 = 240 \text{ Н} + 750 \text{ Н} = 990 \text{ Н}.$$

3) $P_0 = F_0 \cdot \frac{dx}{dt} = F_0 v_0 = 990 \text{ Н} \cdot 10 \text{ м/с} = 9,9 \text{ кВт}.$

Ответ: $0,5 \text{ м/с}^2; 990 \text{ Н}; 9,9 \text{ кВт}.$

На одной странице можно оформлять **ТОЛЬКО ОДИНУ** 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!

$\sqrt{2}$

$$P_0 = \frac{P_{\text{НН}}}{2}$$

$$T = 373K$$

$$k = 0,5 \cdot 10^3 \frac{\text{мж}}{\mu^3 \cdot \text{Гн}}$$

В процессе нагрева из баллонов выходит
одинаковая масса газа.

$$V_{(\text{CO}_2)} = \frac{V}{2} - \frac{V}{4} = \frac{V}{4}$$

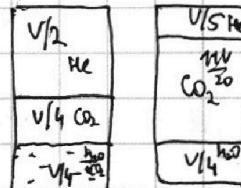
$$V_{(\text{CO}_2)} = V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{11V}{20}$$

Неверно, т.к. не учтено

После нагрева:

$$\text{CO}_2: P \cdot \frac{11}{20}V = (J_{\text{CO}_2} + \Delta J)RT$$

$$\text{He: } P \cdot \frac{V}{5} = J_2 RT$$



1.) Решим уравнения получим:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{P}{P_0} \cdot \frac{11}{5} = \frac{J_{\text{CO}_2} + \Delta J}{J_{\text{CO}_2}} \cdot \frac{T}{T_0} \\ \frac{P}{P_0} \cdot \frac{2}{5} = \frac{T}{T_0} \end{array} \right.$$

$$\frac{P_0}{P} \cdot \frac{11}{5} = \frac{J_{\text{CO}_2} + \Delta J}{J_{\text{CO}_2}} \cdot \frac{2}{5} \frac{T}{P_0}$$

~~$$\frac{J_{\text{CO}_2} + \Delta J}{J_{\text{CO}_2}} = \frac{55}{8}$$~~

~~$$\frac{J_{\text{CO}_2} + \Delta J}{J_{\text{CO}_2}} = \frac{11}{2}$$~~

~~$$\frac{\Delta J}{J_{\text{CO}_2}} = \frac{47}{8}$$~~

~~$$\frac{J_{\text{CO}_2}}{P_0} = \frac{8}{47} \frac{P_0 V}{47} = \frac{2}{47} k P_0 V_0$$~~

~~$$J_{\text{CO}_2} = \frac{2}{9} k P_0 \frac{V}{47} = \frac{k P_0 V}{18}$$~~

Неверно, т.к. не учтено давление водяного пара! См. другой лист.

2.) Попытайся J_{CO_2} :

$$P_0 \frac{V}{4} = J_{\text{CO}_2} R T_0$$

$$k R T_0 = \frac{47}{8} \cdot 18$$

$$\frac{47}{T_0} = \frac{47}{8 \cdot k R} = \frac{47}{8 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 8,3}$$

$$= \frac{47000}{8,3 \cdot 4} K = \frac{11750}{8,3} K = \frac{117500}{83} K$$

$$R T_0 = \frac{18}{0,5 \cdot 10^{-3}} = 36000 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{R T}{R T_0} = \frac{36000}{3000} = 12$$

(Ответ: 172; 2) 12.

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



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

После нагрева:

p_n - давление пареного пара. Тогда $T = 373K \Rightarrow p_n = 100kPa$.

Тогда давление p_{ca} после нагрева равно $p - p_n$.

$$CO_2: (p - p_n) \cdot \frac{11}{20} V = (J_{CO_2} + \Delta J) RT$$

$$He: p \cdot \frac{V}{5} = J_2 RT$$

$$\Delta J = k p_0 \frac{V}{4}$$

$$\begin{cases} \frac{p - p_n}{p_0} \cdot \frac{11}{5} = \frac{J_{CO_2} + \Delta J}{J_{CO_2}} \cdot \frac{T}{T_0} \\ \frac{p}{p_0} \cdot \frac{2}{5} = \frac{T}{T_0} \end{cases}$$

$$p_0 = \frac{P_A}{2} = 50kPa \Rightarrow \frac{p_n}{p_0} = 2.$$

$$\frac{\left(\frac{p}{p_0} - \frac{p_n}{p_0}\right) \cdot \frac{11}{5}}{\left(\frac{p}{p_0}\right) \cdot \frac{2}{5}} = \frac{J_{CO_2} + \Delta J}{J_{CO_2}} \cdot \frac{p_n}{p_0} \cdot \frac{2}{5} \quad J_{CO_2} = \frac{p_0 V}{4 R T_0}$$

$$\cancel{\frac{p}{p_0}} \left(\frac{p}{p_0} - 2\right) \cdot \frac{11}{5} = \frac{J_{CO_2} + \Delta J}{J_{CO_2}} \cdot \frac{T}{T_0}$$

$$\left(\frac{5}{2} \cdot \frac{T}{T_0} - 2\right) \cdot \frac{11}{5} = \frac{J_{CO_2} + \Delta J}{J_{CO_2}} \cdot \frac{T}{T_0}$$

~~$$\frac{11}{5} \left(\frac{5T}{2T_0} - 2 \right) = \left(1 + \frac{4 \Delta J R T_0}{p_0 V} \right) \cdot \frac{T}{T_0}$$~~

$$\frac{11}{5} \left(\frac{5T}{2T_0} - 2 \right) = \frac{T}{T_0} + \frac{4 \Delta J R T}{p_0 V}$$

$$\frac{11T}{2T_0} - \frac{22}{5} = \frac{T}{T_0} + \frac{4 k p_0 V T R}{p_0 V}$$

$$\frac{9T}{2T_0} = \frac{22}{5} + k R T$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{44}{45} + \frac{2 k R T}{9} = \frac{44}{45} + \frac{2}{9} \cdot \frac{1}{2} \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^3 = \frac{44}{45} + \frac{1}{3} = \frac{59}{45}.$$

Ответ: 1) 2; 2) $\frac{59}{45}$.



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

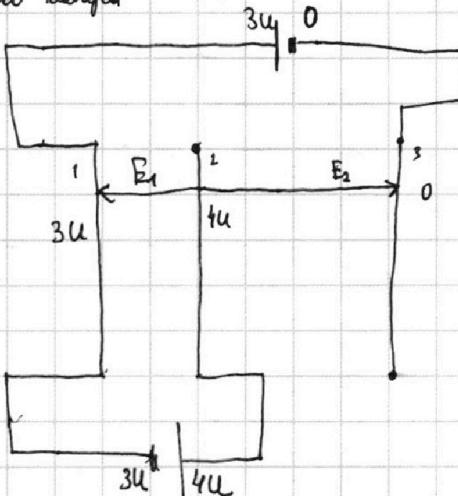
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

 $\sqrt{3}$

Обозначим направления относительно центра
верхней замкаини.

 d U m q V_0

1) Считая что в поле E_1 и



$$F_k = ma$$

$$E_1 q = ma \quad E_1^2 \frac{4U - 3U}{d} = \frac{q}{d}$$

$$a = \frac{E_1 q}{m} = \frac{U q}{dm}$$

2) $K_1 = K_2 + A$ - где A - работа поля E_1 по замедлению
частицы.

$$K_1 - K_2 = A$$

$$A = E_1 q d = U q .$$

$$\boxed{K_1 - K_2 = U q}$$

3.) Считая, что q мало можно залогов сечок, будем предполагать
взаимодействием сечки 1 и частицы до конца в поле E_1 .

Закон сохранения энергии:

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_A^2}{2} + E_1 q \cdot \frac{d}{4}$$

$$mV_0^2 = mV_A^2 + \frac{U q}{4}$$

$$V_A^2 = \frac{mV_0^2 - \frac{U q}{4}}{m} = \frac{4mV_0^2 - U q}{4m}$$

$$\boxed{V_A = \sqrt{\frac{4mV_0^2 - U q}{m}}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!

$\sqrt{4}$

L

1) В установившемся режиме катушки индуктивности аналогичны проводникам.

$$\left\{ \begin{array}{l} I_0 = I_{10} + I_{20} \\ I_0 = \frac{\frac{E}{4R+3R}}{\frac{4R+3R}{4R+3R} + R} = \frac{\frac{7}{19} E}{19 R} \end{array} \right.$$

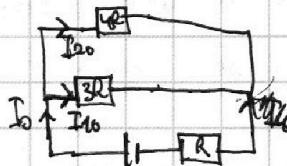
$$\frac{I_{10}}{I_{20}} = \frac{4R}{3R} = \frac{4}{3}$$

$$I_{20} = \frac{3}{7} I_{10}$$

$$I_0 = \frac{7}{4} I_{10}$$

$$\frac{7}{19} \frac{E}{R} = \frac{7}{4} I_{10}$$

$$I_{10} = \frac{4}{19} \frac{E}{R}$$



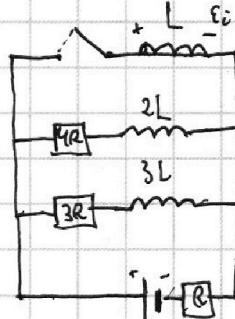
2) В малом замыкании катода
ток в цепи не изменяется (так I_{10} zero
— паден 0).

$$E_i = 6 \frac{1}{2} E = \frac{1}{2} R I_{20}$$

$$E_i = E - I_0 R = E - \frac{7}{19} E = \frac{12}{19} E$$

$$L \cdot \frac{dF}{dt} = \frac{12}{19} E$$

$$\frac{dF}{dt} = \frac{12 E}{19 L}$$





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

 $\sqrt{5}$

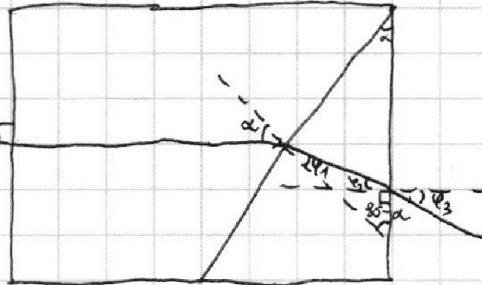
1)

$$\alpha = 0,1$$

$$n_1 = n_f = 1$$

$$n_2 = 1,7$$

Угол падения на
стекло равен α
(угол с вектором
перпендикуляром к
стеклу).
 $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \varphi_1$



$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \varphi_1$$

$$\alpha = n_2 \varphi_1$$

$$\varphi_1 = \frac{\alpha}{n_2}$$

$$\varphi_1 + 80^\circ - \alpha + 80^\circ + \varphi_2 = 180^\circ$$

$$\alpha = \varphi_1 + \varphi_2$$

$$\varphi_2 = \alpha - \varphi_1 = \alpha \left(1 - \frac{1}{n_2}\right)$$

$$n_2 \sin \varphi_2 = n_3 \sin \varphi_3$$

$$n_2 \varphi_2 = \varphi_3$$

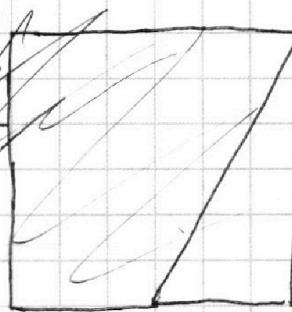
$$\varphi_3 = \alpha(n_2 - 1) = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07$$

2)

Рассмотрим луч, идущий под углом α к левой грани.

Трехмерное вложение n_1 не происходит

($n_1 > n_f$), но преломку n_2
луч падает перпендикулярно,
т.е. не тренируется.



На заднюю грани луч падает
под углом α , бывает под углом
 $\varphi = n_2 \alpha$ (см. рисунок на другой странице).



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

Прямые, выходящие из
точки пересечения в т. К (изображение).

Введём оси Sxy , обозначим
прямые как прямые b и c .

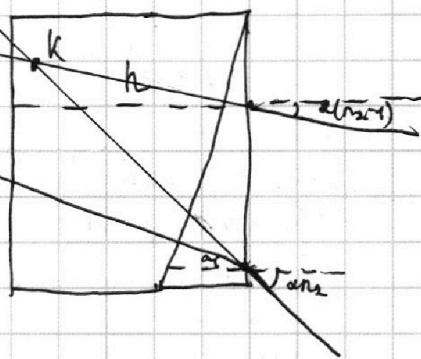
Первая b : $y = k_1x + c_1$

$$k_1 = -\operatorname{tg}(\alpha(n_2-1)) \approx -\alpha(n_2-1)$$

~~$$k_1(a\operatorname{arsh}) + c_1 = 0$$~~

~~$$c_1 = -k_1(a\operatorname{arsh})$$~~

$$y_1 = k_1x - k_1(a\operatorname{arsh}) = -\alpha(n_2-1)(x + (a\operatorname{arsh}))$$



Первая c : $y_2 = k_2x + c_2$

$$k_2 = -\operatorname{tg}(\alpha n_2) = -\alpha n_2$$

$c_2 = 0$ (пропорция через начало координат)

$$y_2 = -\alpha n_2 x$$

$$\begin{cases} y_2 = -\alpha n_2 x \\ y_2 = -\alpha(n_2-1)(x + (a\operatorname{arsh})) \end{cases}$$

$$-\alpha n_2 x = -\alpha(n_2-1)(x + (a\operatorname{arsh}))$$

$$-\underline{\alpha n_2 x} = \underline{\alpha x} - \underline{\alpha n_2 x} + \alpha(a\operatorname{arsh}) - \alpha n_2(a\operatorname{arsh})$$

$$\alpha x = \alpha n_2(a\operatorname{arsh}) - \alpha(a\operatorname{arsh})$$

$$x = (n_2 - 1)(a\operatorname{arsh})$$

$$y = -\alpha n_2(n_2 - 1)(a\operatorname{arsh})$$

$$\text{Гипотенуза } r = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(n_2 - 1)(a\operatorname{arsh})^2 + (n_2 - 1)^2(a\operatorname{arsh})^2}$$

$$= (n_2 - 1)(a\operatorname{arsh}) \sqrt{1 + \alpha^2 n_2^2} = 1,6 \cdot 104 \cdot \sqrt{1 + 0,01 \cdot 17^2} \text{ см}$$



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"/> |

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

 МФТИ



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

Чертежи/Решения/Матрицы

$$\frac{mV_0^2}{2} - 3mg$$

4. $I_{10} = \frac{E}{R_{10} + R}$

$$I_{10} = \frac{E}{R_0} = \frac{E}{\frac{4R \cdot 3R}{4R+3R} + R} = \frac{4}{19} \frac{E}{R}$$

$$I_{11} = \frac{E}{R_{11}} = \frac{9E}{26R}$$

$$R_{12} = \frac{12}{7} R \quad R_{13} = \frac{18}{7} R$$

$$I_{10} + I_{11} = I_0$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I_{10} = \frac{4R}{3R} \\ I_{11} = \frac{3}{4} I_{10} \end{array} \right. \Rightarrow I_{11} = \frac{3}{4} I_{10}$$

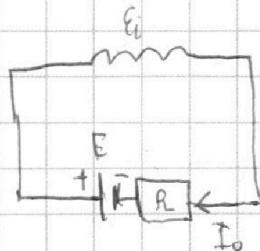
$$\frac{7}{4} I_{10} = \frac{7}{19} \frac{E}{R}$$

1.) $I_{10} = \frac{4}{19} \frac{E}{R}$

2.) $E \cdot I_{10} R = E_i$ Значит проверим.

$$E - I_{10} R = L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{E - I_{10} R}{L}$$



3.) $\frac{dI}{dt}$ для $3R$. $T = ?$

$$\frac{dq}{dt} = \int_0^T \frac{dI}{dt} dt$$



- 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!

Черновик

$$F - k\dot{x} = m\ddot{x}$$

$$m\ddot{x} + k\dot{x} = F$$

$$ma_0 + k\omega_0 = F_0$$

$$2) F_0 = ma_0 + \frac{F_k}{V_k} V_0$$

$$3) p_0 = F_0 \cdot \frac{dx}{dt} = F_0 V_0$$

3.

$$1) ma_1 = E_{kq} \Rightarrow \frac{4u - 3u}{d} q = \frac{4}{d} q$$

$$2) K_1 \geq K_2$$

$$\begin{aligned} K_1 &= \frac{mv_1^2}{2} \\ K_2 &= \frac{mv_2^2}{2} \\ K_1 - K_2 &= \frac{m}{2} (v_1^2 - v_2^2) = \frac{m}{2} (v_1^2 - v_0^2) (v_1 + v_2) \\ &= \frac{m}{2} \end{aligned}$$

$$K_1 = K_2 + A$$

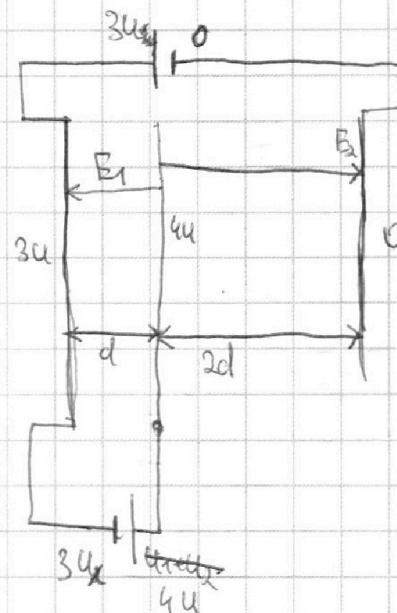
$$A = E_{kq} d = \frac{4}{d} q d = 4q$$

$$K_1 - K_2 = Cq$$

$$3) \frac{mv_1^2}{2} - E_{kq} \frac{d}{4} = \frac{mv_2^2}{2} \quad v_2 = ?$$

$$\frac{mv_1^2}{2} - \frac{4q}{4} = \frac{mv_2^2}{2}$$

Следовательно, заряд не консервируется $\Rightarrow v_1 < v_0$



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

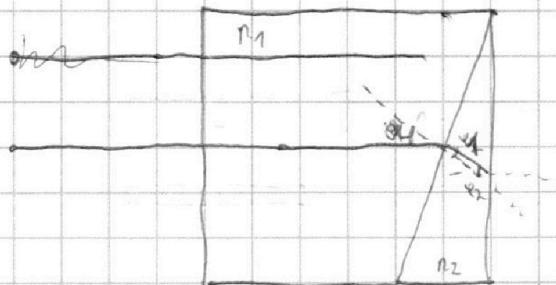
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!



1818

1820

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \varphi_1$$

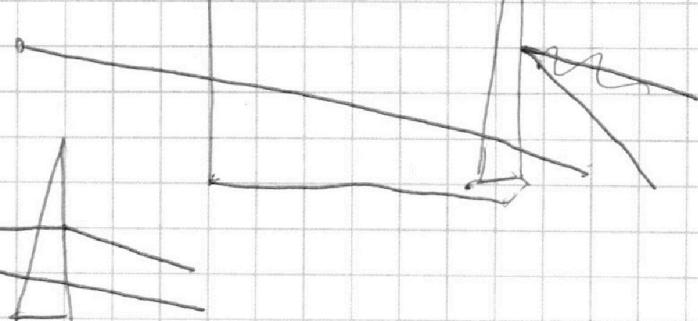
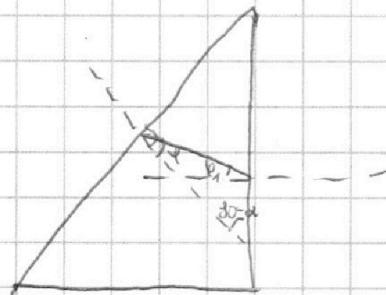
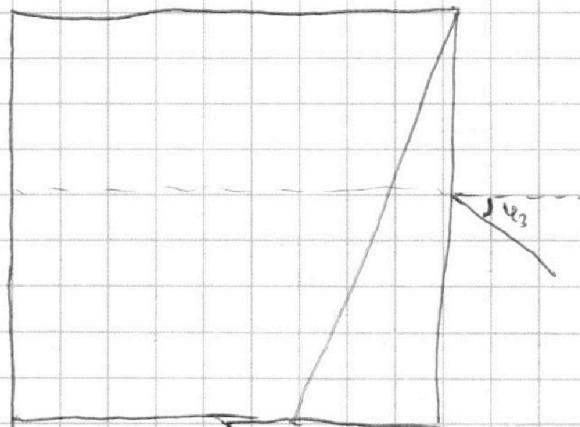
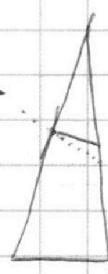
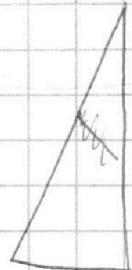
$$\alpha = n_2 \varphi_1 \quad \varphi_1 = \frac{\alpha}{n_2}$$

$$\alpha + 90^\circ - \varphi_1 + 90^\circ + \varphi_2 = 180^\circ$$

$$\varphi_2 = \alpha - \varphi_1 = \alpha \left(1 - \frac{1}{n_2}\right)$$

$$n_2 \varphi_2 = \varphi_3$$

$$\varphi_3 = \alpha(n-1)$$



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!

Черновик
2.

$$V_6 = \frac{V}{4} \Rightarrow V_{\text{раб}} = V_{\text{раб}} = \frac{V}{4}$$

Дано:

$$P_0 \frac{V}{2} = J_2 RT_0$$

Сд:

$$P_0 \frac{V}{4} = J_{20} RT_0$$

$$\left[\frac{J_{20}}{J_{20}} = 2 \right]$$

$$\Delta J = k P_1 \frac{V}{4}$$

$$P_0 \frac{V}{2} = J_2 RT_0$$

$$P_1 \frac{V}{5} = J_2 RT_0$$

$$\frac{T_1}{T_0} = \frac{2P_1}{5P_0}$$

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

$$P_1 \frac{11V}{20} = (J_2 - \Delta J) RT$$

$$P_1 \frac{V}{5} = J_2 RT$$

$$\cancel{\frac{11V}{20} - \cancel{V_2}} = \frac{11}{5}$$

$$P_1 \frac{V}{5} = J_2 RT$$

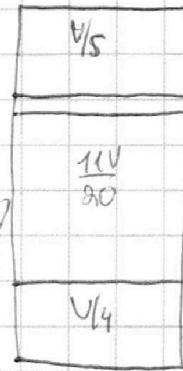
$$P_1 \frac{11V}{20} = (J_2 - \Delta J) RT$$

$$\frac{J_2}{J_2 - \Delta J} = \frac{1}{5} : \frac{11}{20} = \frac{20}{55}$$

$$\frac{47000}{4} \frac{4}{11250}$$

$$\begin{array}{r} -4 \\ \hline -4 \\ \hline 30 \\ 28 \\ \hline 20 \\ 20 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\frac{14500}{83} \frac{83}{1}$$



$$(1) P_0 \frac{V}{2} = J_2 RT_0 \Rightarrow \frac{J_2}{J_2} = 2$$

$$P_0 \frac{V}{4} = J_{20} RT_0$$

$$\begin{cases} P_0 \frac{11V}{20} = (J_{20} + \Delta J) RT \\ P_0 \frac{V}{5} = J_2 RT \end{cases} \Rightarrow \frac{J_2}{J_{20} + \Delta J} = \frac{V \cdot 20}{5 \cdot 11} = \frac{20}{55} = \frac{4}{11}$$

$$2) \frac{T}{T_0} = \frac{2P_1}{5P_0}, \quad \Delta J = k P_0 \frac{V}{4}$$