



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

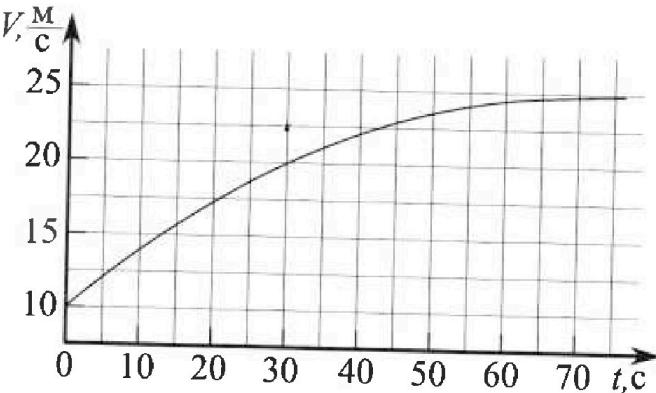


Вариант 11-03

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 чистого ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

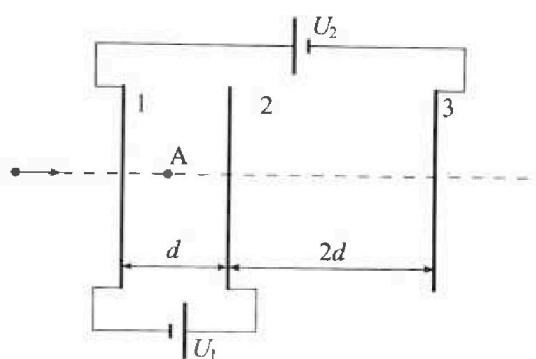
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент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

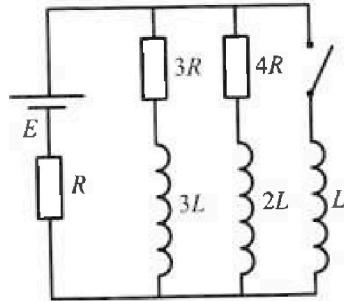
Вариант 11-03

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

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

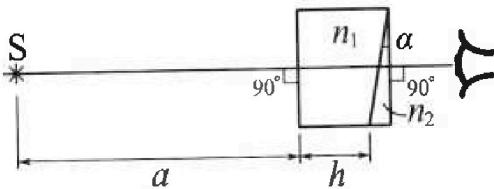
- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ при замкнутом ключе?

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!

m (предыдущие)

Зная $a(0)$ можем найти $F_g(0) = F_0$.

$$ma(0) = F_0 - \alpha \cdot V_0, \text{ где } V_0 = 10 \text{ м/с}.$$

$$ma(0) = F_0 - F_K \cdot \frac{V_0}{V_K}$$

$$F_0 = ma(0) + F_K \cdot \frac{V_0}{V_K} \quad F_0 = \frac{5}{12} \cdot 1500 + \frac{2}{5} \cdot 600 =$$

$$\Rightarrow 625 + 240 = 865 \text{ (Н).}$$

$P_0 = \cancel{E_K(0)}$, где E_K - кинетическая энергия
движения автомобиля (поглощалась тормозами
и расходилась)

$$P_0 = \left(\frac{m V_0^2}{2} \right)' = m V_0 \cdot V(0) = ma(0) \cdot V(0) =$$

$$= P_0 = F_g(0) \cdot V(0) = F_0 \cdot V_0 = V_0 / (ma(0) + F_K \cdot \frac{V_0}{V_K}) = \\ = 10 \frac{\text{Н}}{\text{с}} \cdot 865 \text{ с} = 8650 \text{ Вт.}$$

Ответ: 1) $a(0) \approx 0,42 \text{ м/с}^2$; 2) $865 \text{ Н} = F_0$; 3) $P_0 = 8650 \text{ Вт.}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

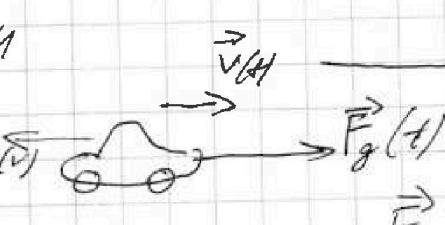
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- 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 
 Рассмотрим V-скорость автомобиля
 модели
 Ждем $F_{\text{сопр.}} = -\alpha \cdot V$, где $\alpha = \text{const}$.
 $m\ddot{v} = F_g(t) + F_{\text{сопр.}}(v)$

Проектируем на ось X (ось X - ось, вдоль которой движется автомобиль).

$$\text{Ждем } m\ddot{x} = F_{gx}(t) + F_{\text{сопр.}x}(v)$$

$$m\ddot{x} = F_{gx}(t) - \alpha \dot{v}_x(t)$$

$$\begin{array}{r} -5 \\ 48 \\ \hline 20 \\ 12 \\ \hline 80 \end{array} \quad \begin{array}{r} 72 \\ 416 \\ \hline \end{array}$$

Заметим, что в начальный момент $\dot{v}_x \rightarrow 0$, $F_{gx} = F_k$,

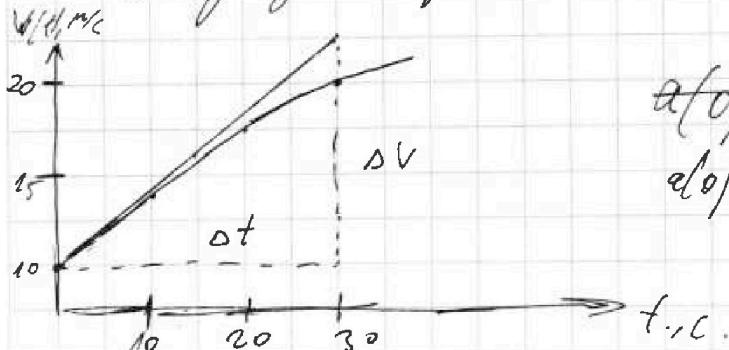
$$V_x = 25 \text{ м/с.} \quad (\text{Ждем } V_k = 25 \text{ м/с}) \quad 24 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 24 \text{ км/ч.}$$

$$\text{Ждем: } F_k = \alpha V_k \Rightarrow \frac{F_k}{V_k} = \alpha = \frac{24}{25} \text{ м/с}^2$$

$$\therefore \ddot{v}_x = \alpha x(t) = \dot{v}_x(t)$$

Ждем: чтобы начать $x(t)$ надо построить касательную к графику $\dot{v}_x(t)$ в точке

б. Конструкция угла наклона и будем учмерять.



$$\begin{aligned} \alpha(0) &= \frac{22}{30 \text{ с}} \\ \alpha(0) &= \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{12,5}{36} = \frac{25}{60} = \\ &= \frac{5}{12} \approx 0,42 \text{ м/с}^2 \end{aligned}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

МФТИ

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

ν_2 (продолжение)

$$\begin{cases} \cancel{\frac{\nu}{2} \cdot \frac{P_{\text{амн}}}{z}} = V_{\text{не}} RT_0 \\ \cancel{\frac{\nu}{5} \cdot \frac{P_{\text{амн}}}{z}} = V_{\text{не}} RT_0 \end{cases} \Rightarrow \cancel{V_{\text{не}}} \cancel{\frac{P_{\text{амн}}}{z}} \cancel{RT_0}$$

$$\cancel{\frac{\nu}{2} \frac{P_{\text{амн}}}{z}} = V_{\text{не}} RT_0$$

$$\cancel{\frac{\nu}{2} \frac{P_{\text{амн}}}{z}} = V_{\text{не}} \cdot RT_0$$

$\Delta V_{\text{не}}$ - ~~изл-бо~~ ~~вакансия в ячееках~~ ~~сверху~~
 $\Delta V_{\text{не}}$ - расстояние между ~~в два раза больше~~ ~~кол-во вакансий~~
~~газа в ячейках и в кубе~~ ~~снизу~~ $V_{\text{не}} - \text{кол-во вакансий}$

$$\cancel{\Delta V_{\text{не}} (\Delta V_{\text{не}} + V_{\text{не}})} RT = P_K \cdot V \cdot \frac{11}{20} \text{ пароф.}$$

$$V_{\text{не}} \cdot RT = P_{\text{амн}} \cdot \frac{11}{20} V$$

$$P_K \cdot \frac{V}{5} = V_{\text{не}} \cdot RT$$

$$\Delta V_K = P_K \cdot k \cdot \frac{V}{4}$$

$$\Delta V_K = K P_K \cdot \frac{V}{4}$$

$$V_{\text{не}} \cdot RT = P_K \cdot \frac{V}{5} = \frac{1}{2} V_{\text{не}} \cdot RT$$

$$\Rightarrow \frac{P_K}{\frac{1}{2} V_{\text{не}} \cdot RT}$$

$$\cancel{P_K \cdot \frac{V}{4} \cdot RT} - P_K \cdot k \frac{V}{4} \cdot RT = P_K \cdot \frac{V}{5} \cdot RT + \cancel{P_{\text{амн}} \cdot \left(\frac{11}{20} + \frac{1}{10} \right) V_{\text{не}} \cdot RT} = P_K \cdot K \cdot \frac{11}{20}$$

$$P_K \left(\cancel{\frac{V}{4} \cdot RT} - \frac{11}{20} + \frac{1}{10} \right) = P_0 \left(\cancel{\frac{V}{4} \cdot RT} - \frac{11}{20} + \cancel{\frac{1}{4} \cdot RT} \right)$$

$$P_K = \frac{-\frac{11}{20} + \frac{3}{8} - \frac{11}{20} + \frac{1}{10}}{\frac{12}{160}} = \frac{-\frac{11}{20} + \frac{58}{160}}{\frac{12}{160}} = \frac{-\frac{11}{20} + \frac{58}{160}}{\frac{12}{160}} = \frac{29}{160} = \frac{1}{2} P_0$$

$$\Rightarrow \frac{P_K}{\frac{1}{2} P_0} = \frac{29}{160}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{2} P_0 = V_{\text{не}} RT_0 \\ \frac{1}{5} \cdot \frac{29}{3} P_0 = V_{\text{не}} RT \end{cases} \Rightarrow \frac{T}{T_0} = \frac{29}{15} = \frac{58}{15}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

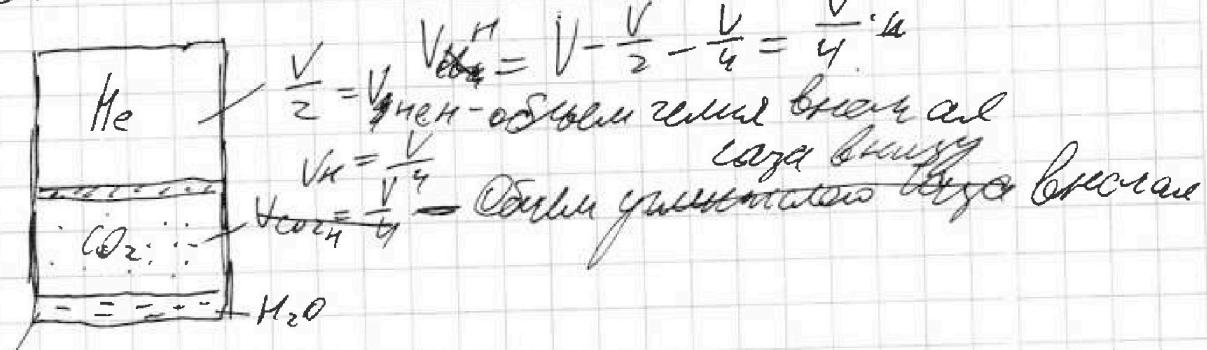


- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

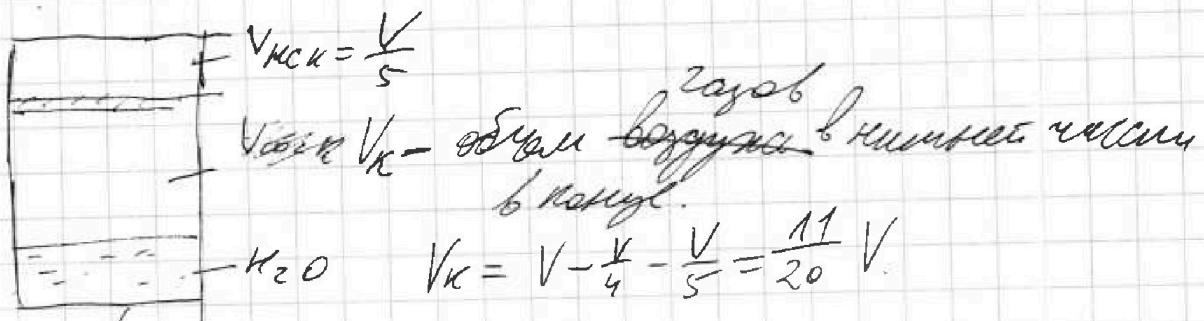
МФТИ

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

№2.



$$\frac{V}{4} = V_{\text{He}} = V_{\text{K}}$$
 где VHe и VK - общие объемы газов в первом и втором
ионе с одинаковыми объемами



$$V_{\text{He}} = \frac{V}{4}$$

Поскольку в ионе ~~газов~~ *представлено He растворяется,*
а T = 373 K = 100°C, то можно сказать, что
газы в ионе не растворяются ~~этот ион не содержит~~
пары при ~~высоком давлении~~ *давлении паров газов*
равен нулю *ионизация* *происходит при* *T = 100°C = 373 K*.

Несколько:

$$\left\{ \begin{array}{l} \cancel{V_{\text{He}} = \frac{P_{\text{He}}}{R T_0} \cdot V_{\text{He}}} \\ V_{\text{KCK}} = \frac{P_{\text{He}}}{R T_0} \cdot V_{\text{He}} \end{array} \right. , \quad \text{V}_{\text{He}} - \text{газ-воздух}$$



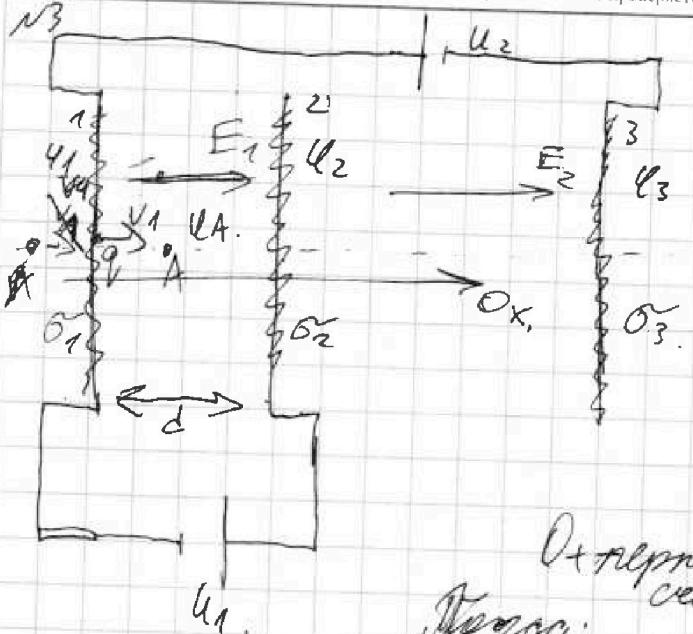
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" 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!



Буквы U_i - потенциал
силы номер i .

$$\text{Понад: } U_2 - U_1 = \frac{U_1 - U_3}{U_{13}}$$

$$= U_1.$$

$$U_2 - U_1 = U_2 - U_3 = U_1$$

$$U_1 - U_3 = U_2 - U_1$$

Он перенесли массу с середины
самой длинной части на беспо-
ложности, потенциал
изменяется.

Есл $\cdot E_{1x} \neq m_1$, тада a_{1x} -прекущий
ускорение передвигаю-
щегося центра массы,

U_{12}, E_{1x} крэшущих на пр-
тических видах Ox между
 m_1 и m_2 амплитуд.

$$q \cdot \frac{U_1 - U_2}{d} = m a_{1x}.$$

$$d \cdot E_{1x} = U_1 - U_2$$

$$q a_{1x} = \frac{-U_1 + q}{d m}$$

$$|a_{1x}| = \frac{U_1 q}{d m} = \frac{q \cdot q}{d m}$$

$$2) k_2 k_2 - k_1 = q E_{1x} \cdot d = -U_1 d q \Rightarrow k_2 - k_1 = U_1 d q.$$

$$3) E_{13} = \frac{3 U_1}{3 d} = \frac{U_1}{d}$$

$$E_{12} =$$



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 checked="" 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!

N 3.

Две при сечки винтовой поверхности
имеющие заряды $\tilde{\sigma}_1$, $\tilde{\sigma}_2$ и $\tilde{\sigma}_3$ сополеменваша

$$\text{Прид: } \frac{\tilde{\sigma}_1}{\epsilon_0} \cdot d - \frac{\tilde{\sigma}_2}{\epsilon_0} \cdot d - \frac{\tilde{\sigma}_3}{\epsilon_0} \cdot d = U_1 = E_1 \cdot d.$$

$$\tilde{\sigma}_1 + \tilde{\sigma}_2 + \tilde{\sigma}_3 = 0.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\tilde{\sigma}_1}{\epsilon_0} \cdot 3d + \frac{\tilde{\sigma}_2}{\epsilon_0} d - \frac{\tilde{\sigma}_3}{\epsilon_0} \cdot 3d = U_2 \\ \end{array} \right.$$

$$\frac{\tilde{\sigma}_1}{\epsilon_0} \cdot 4d - \frac{\tilde{\sigma}_3}{\epsilon_0} \cdot 4d = U_2 - U_1 = 2U$$

$$\tilde{\sigma}_1 = \tilde{\sigma}_3$$

$$1). E_1 \cdot q = m \cdot g \Rightarrow a = \frac{E_1 q}{m} = \frac{U_1 q}{md}$$

v_1 - скорость винта
A.

$$2). K_1 - K_2 = -U_1 \cdot q$$

$$3) -E_1 \cdot q \cdot \frac{d}{2} = \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow \frac{mv_1^2}{2} = -\frac{U_1 q}{4} \cdot d + \frac{mv_0^2}{2}$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{-U_1 q}{2m} + v_0^2}$$

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

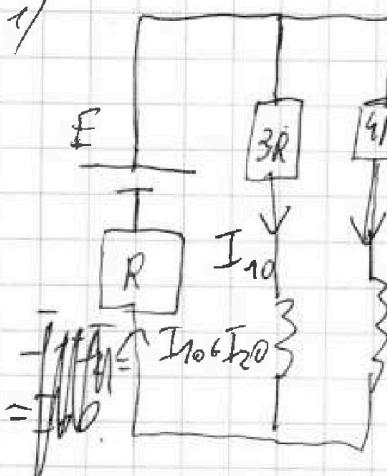
МФТИ



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

№4
вариант

1)



$$3R \cdot I_{10} + 4R \cdot I_{20} =$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 3R \cdot I_{10} + (I_{10} + I_{20}) \cdot R = E \\ 3R I_{10} = 4R I_{20} \end{array} \right.$$

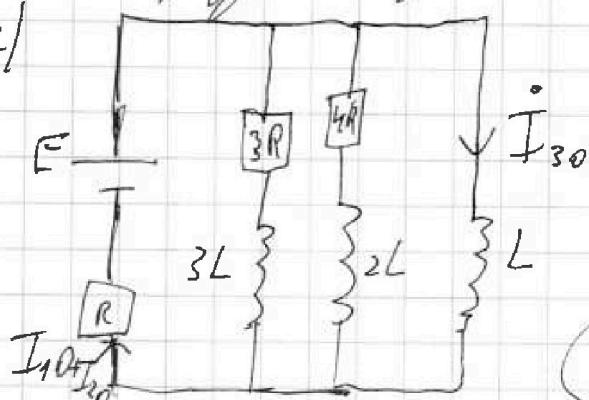
$$I_{20} = \frac{3}{4} I_{10}$$

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

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

сразу появляются:

2)



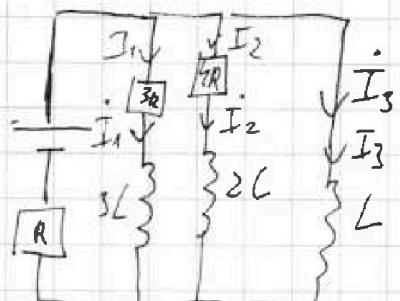
$$L \cdot \dot{I}_{30} + (I_{10} + I_{20})R = E$$

$$L \cdot \dot{I}_{30} + \frac{9}{10} \cdot \frac{4}{3} \cdot E = E$$

$$\dot{I}_{30} = \frac{12}{19} E$$

$$\dot{I}_{30} = \frac{12}{19} \frac{E}{L}$$

3)



$$3R \cdot I_1 + 3L \dot{I}_1 = 4R I_2 + 2L \dot{I}_2 =$$

$$= L \dot{I}_3$$

$$L \dot{I}_3 + R(I_1 + I_2 + I_3) = E$$

$$3R_0 q_1 + 3L(I_{20} - I_{10}) = 4R_0 q_2 + 2L(I_{30} - I_{20}) =$$

$$= L \dot{I}_3$$

$$(I_{30} = 0)$$

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"/> | <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!

нч(продолжение).

Касательно I_3 можно сказать, что в
помещении комбинированная сила действует
лишь только через R и катушку L , $I_{3K}=0$.

$$\text{Но} \Rightarrow I_{3K} = \frac{E}{R}$$

$$I_{3K} = I_{2K} = 0, I_{3K} = 0 = I_{2K}$$

$$\text{Но} \Rightarrow 3Rq_1 \neq 3L I_{3K} -$$

$$3Rq_1 - 3L I_{10} = L I_{3K} = \frac{LE}{R}.$$

$$q_1 = \frac{LE}{R} + 3L I_{10} = \frac{LE}{3R^2} + \frac{9}{19} \frac{E \cdot L}{R^2} =$$
$$\frac{LE}{R^2} \cdot \frac{37}{19}$$

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!

$$2) \Delta a = \left(\frac{h_2^2}{h_2(h_2-h_1)} - 1 \right) h + \left(\frac{h_2^2}{h_2} \cdot \frac{h_1}{h_2-h_1} - 1 \right) a = \frac{\cancel{+} \frac{147}{289}}{\cancel{147} 9}$$

$$= \frac{2,89}{1 \cdot 0,7} - 1 \cdot 1,14 + \left(\frac{2,89}{1 \cdot 0,7} - 1 \right) \cdot 90 = \frac{\cancel{147}}{289}$$

$$\approx 104 \cdot 3,138 \approx (325 \text{ (au)})$$

$$\begin{array}{r} \times 313 \\ \hline 104 \\ \hline 1252 \\ \hline 313 \\ \hline 32552 \end{array} \quad \begin{array}{r} - 289 \\ \hline 9 \\ \hline 20 \\ \hline 19 \\ \hline 60 \end{array}$$

$$3) \Delta a = \frac{2,89}{0,3} - 1 \cdot 1,14 + \left(\frac{2,89 \cdot 1,9}{1 \cdot 0,3} - 1 \right) \cdot 90 \approx$$

$$\approx 8,63 \cdot 14 + 12,98 \cdot 90 \approx$$

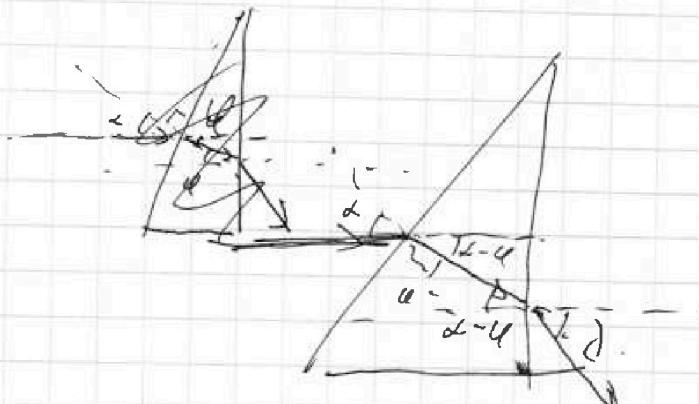
$$\approx 127 + 1123 \approx (1249 \text{ (au)})$$

$$\begin{array}{r} - 289 \\ \hline 21 \\ \hline 1963 \\ \hline 18 \\ \hline 10 \end{array} \quad \begin{array}{r} + 963 \\ \hline 114 \\ \hline 3852 \\ \hline 163 \\ \hline 13482 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 8,63 \\ \hline 1,14 \\ \hline 3452 \\ 863 \\ \hline 12082 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 904 \\ \times 12,98 \\ \hline 11232 \end{array}$$

1.



$$\gamma = \alpha \cdot \frac{h_2}{h_1} \cdot \left(1 - \frac{h_1}{h_2} \right) =$$

$$= 0,1 \cdot 1,14 \cdot 1,4 \cdot \left(1 - \frac{1}{1,14} \right) = 0,1 / (1,4 - 1) = 0,02 \text{ (рад)}$$



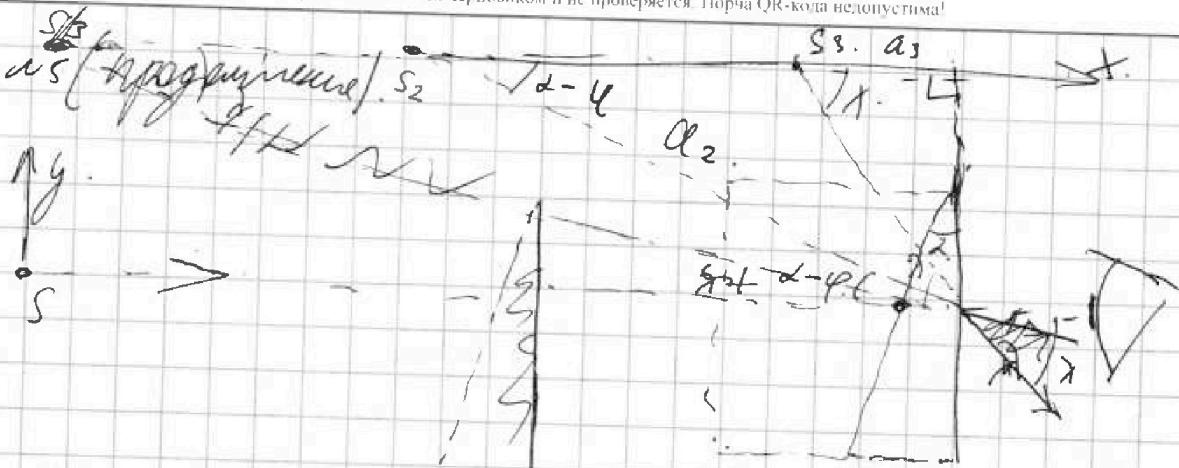
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



S_3 - изображение, которое будет наблюдаться.

$$\lambda \cdot h_6 = (d - 4l) \cdot h_2 \Rightarrow \lambda = \frac{(d - 4l) h_2}{h_6} = \frac{n_2}{n_6} \lambda \cdot \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right)$$

$$\begin{aligned} \lambda \cdot a_3 &= (d - 4l) / a_2 \Rightarrow a_3 = \frac{d - 4l}{\lambda} a_2 = \\ &= \frac{d - 4l}{\lambda} \cdot \frac{n_2}{n_6} \cdot \frac{n_2}{h_6} \cdot a_2 = \frac{n_2}{n_6} \cdot \frac{n_2}{h_2 - h_1} \cdot (a_1 h) = \\ &= \frac{n_2}{n_6} \cdot \frac{n_2}{n_2 - n_1} \cdot h + \frac{n_2}{n_6} \cdot \frac{n_2}{n_2 - n_1} \cdot \frac{n_1}{n_6} a \end{aligned}$$

Поскольку λ мало, то можно оставить, что

Расстояние между источником и изобра-
жением, которое будет наблюдаться будет
равно

$$\begin{aligned} da &= \sqrt{x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{(a_3 - a_{1g})^2 + (\lambda \cdot a_3)^2} = \\ &= \sqrt{\left(\frac{n_2^2}{n_6(n_2 - n_1)} - 1\right) + \left(\frac{n_2^2}{n_6^2} \cdot \frac{n_1}{n_2 - n_1} - 1\right) \cdot a} \sqrt{\left(\frac{n_2^2}{n_6(n_2 - n_1)} h + \frac{n_2^2 \cdot n_1}{n_6^2(n_2 - n_1)} a\right)^2} = \end{aligned}$$

$$\cdot \frac{n_2^2}{n_6^2} \cdot \lambda^2 \cdot \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

$$da = (a_3 - a_{1g} - ht) \Leftrightarrow$$

Как видим, при $a \gg ht$ значение da

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

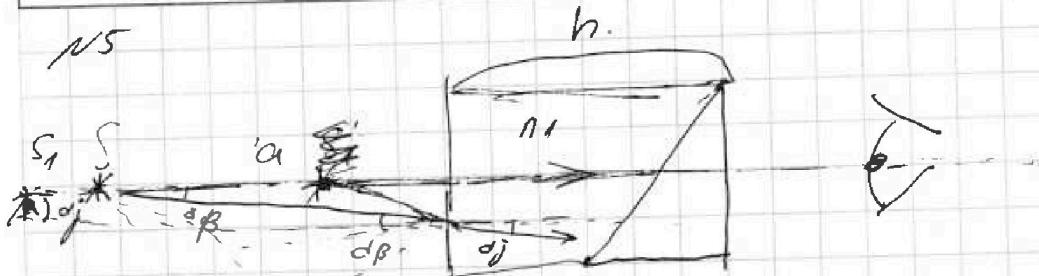


- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

МФТИ

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

№5

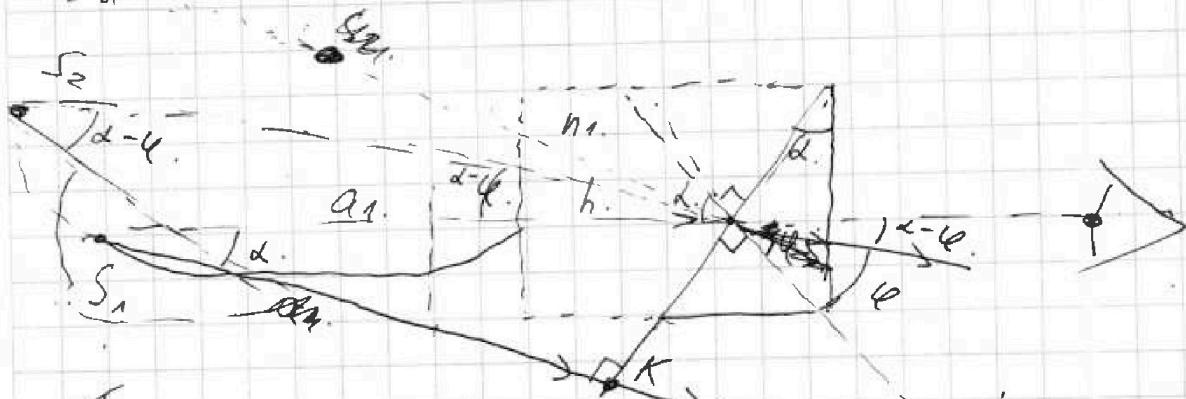


$$\text{десни } d\beta > 0 \Rightarrow \sin d\beta \approx d\beta \approx \tan d\beta.$$

$$\text{Тогда } n_2 \cdot \sin d\beta = n_1 \cdot \sin dj \\ n_2 \cdot dj = n_1 \cdot d\beta \Rightarrow dj = \frac{n_1}{n_2} \cdot d\beta \Rightarrow \frac{dj}{d\beta} = \frac{n_1}{n_2}.$$

S_1 - изображение источника видимое внутри
первой призмы.

$$\tan d\beta \cdot a = \tan dj \cdot a_1 \Rightarrow a_1 = \frac{d\beta}{dj} \cdot a = \frac{n_1}{n_2} \frac{n_1}{n_2} \cdot a$$



Поскольку $d \ll \lambda$ можно считать что $\sin d\beta \approx d\beta$

$$\sin \frac{\pi}{2} \approx \frac{\pi}{2}$$

$$\sin d\beta \cdot n_1 = \sin \frac{\pi}{2} \cdot n_2$$

$$\frac{\pi}{2} \cdot \frac{n_1}{n_2} \cdot d\beta = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{n_1}{n_2} \cdot \alpha.$$

S_1, S_2 и K - лежат на одной
прямой. $S_1 K \perp$ поверхность
второй призмы.

$$\tan(\alpha - \alpha_1) \cdot a_2 = (a_1 + h) \cdot \tan \alpha.$$

$$a_2 = \frac{(a_1 + h)}{\alpha - \alpha_1} \alpha = (a_1 + h) \cdot \frac{\frac{n_1}{n_2} \cdot 1}{\frac{n_1}{n_2} \cdot 1 - \frac{n_1}{n_2}}.$$

S_2 - изображение, комп-
рол видимое во второй
призме.



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!