

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



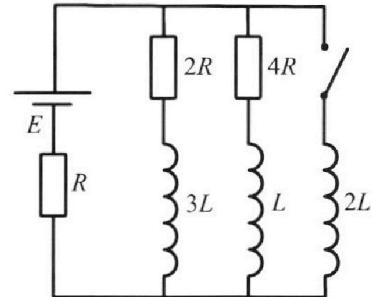
Вариант 11-04

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

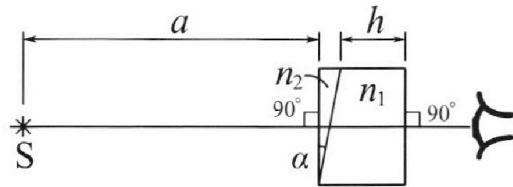
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $4R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $2L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой ток протечет через резистор с сопротивлением $4R$ 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 $a = 100$ 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 $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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.

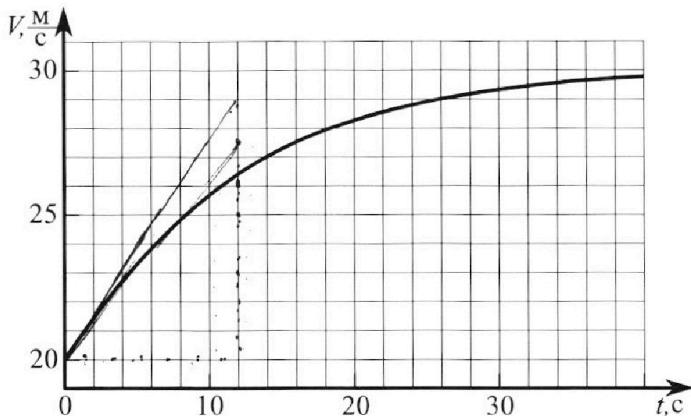


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**
Вариант 11-04



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

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 240$ 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 $F_k = 200$ Н.



- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- 2) Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
- 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?

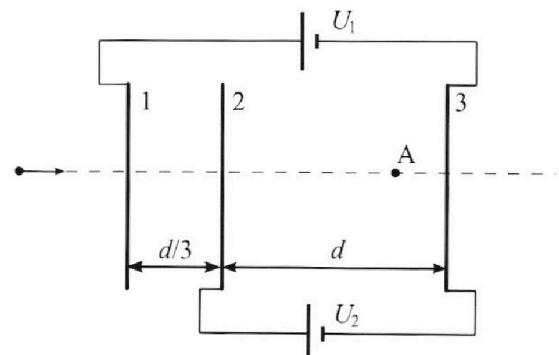
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировано 10%.

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 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 $3V/8$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/8$.

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) Определить 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 $d/3$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = 5U$ 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 $3d/4$ от сетки 2.

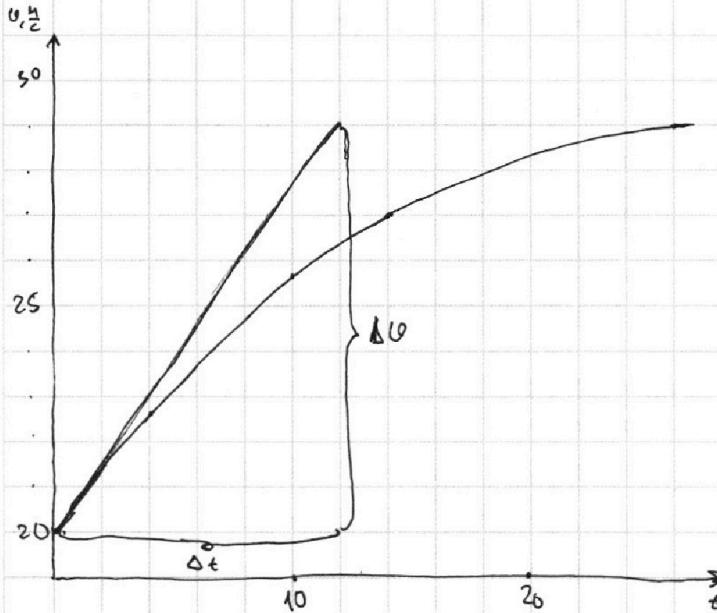
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" 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!



1) перенесём ограничения
графика.

т.к. $a_0 = \dot{v}$, то тангенс угла
наиболее наклонной линии равен
значению ускорения в точке
насасания

$$a_0 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{9}{12} \approx 0,75 \text{ м/с}^2$$

2) Т.к. $P = \text{const}$, а сила сопротивле-
ния движению возрастает со
скоростью движения, то по итогу
движение станет равномерным
(из графика ясно, что начальная
скорость v_0 равна 30 м/с)

$$\rightarrow a=0 \rightarrow F_T = F_K \quad P = F \cdot v \quad P = F \cdot v_0 \rightarrow F = \frac{P}{v_0} \quad F_T = \frac{P}{v_0}$$

$$F_K = \frac{P}{v_0} \rightarrow P = F_K v_0 = 6000 = 200 \cdot 30 = 6000 \text{ Вт} \quad \text{т.к. } P = \text{const} \text{, то } F_K \text{ в начале
движения будет равна } F_K = \frac{P}{v_0}$$

$$23 \text{ Н: } F_n - F_0 = ma_0 \rightarrow \boxed{F_0 = F_n - ma = \frac{P}{v} - ma_0} \quad F_0 = \frac{6000}{20} - 240 \cdot 0,75 = 300 - 180 = \boxed{120}$$

3) если бы не было силы сопротивления движению, то было бы справедливо
такое уравнение: $\hat{F} = ma_0$; $\hat{P} = \hat{F} v_0$ $\rightarrow \hat{F} = \frac{\hat{P}}{v_0}$; $\frac{\hat{P}}{v_0} = ma_0 \rightarrow \hat{P} = ma_0 v_0$

$$\hat{P} = 240 \cdot 0,75 \cdot 20 = 3600$$

то если на ~~противление~~ преодоление силы сопротивления будет следить $6000 - 3600 =$
 $= 2400 \text{ Вт}$ $\frac{2400}{6000} = \boxed{0,4}$

Ответ: 1) $a_0 \approx 0,75 \text{ м/с}^2$

2) $F_0 = 120 \text{ Н}$

3) $0,4P$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

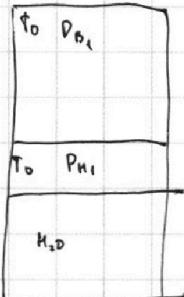


- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

1 если по условию мы не учитываем давления водяных паров при T_0 , то
и v_{Bn} мы не учитываем



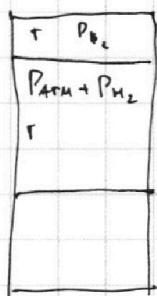
$$\frac{P_{B0}V}{2} = v_B R T_0 ; \frac{P_{H1}V}{8} = v_H R T_0 ; v_B = \frac{P_{B0}V}{2kT_0} ; v_H = \frac{P_{H1}V}{8kT_0}$$

т.к. система в равновесии, то $P_{H1} = P_{B2} = P_0$

$$\rightarrow 4v_H = v_B \rightarrow \frac{v_B}{v_H} = 4$$

$$\frac{P_0V}{8} = v_H R T_0 \rightarrow v_H = \frac{8P_0V}{8kT_0}$$

2) т.к. $T = 373$ К до давление насыщенного пара $v_{Bm} = P_{Atm}$



$$P_{B2} = P_{Atm} + P_{H2} \quad \frac{P_{B2}V}{8} = v_B R T = v_{B2}$$

$$\frac{P_{H2}V}{4} = (v_H + \Delta v) R T = (v_H + \Delta v) \alpha$$

$$\Delta v = \frac{3kP_0V}{8}$$

т.к. при T
 CO_2 не растворяется,
то это не α
это α на Δv

$$\frac{8v_B\alpha}{V} = P_{Atm} + \frac{4(v_H + \Delta v)\alpha}{V} ; \frac{64v_H\alpha}{V} = P_{Atm} + \frac{4v_H\alpha}{V} + \frac{\Delta v\alpha}{V}$$

$$\frac{60v_H\alpha}{V} = P_{Atm} + \frac{3kP_0\alpha}{8} ; \frac{60 \cdot P_0 \cdot \alpha}{8V \cdot \frac{4}{3}\alpha} = P_{Atm} + \frac{3kP_0\alpha}{8}$$

$$\frac{4}{3} \cdot \frac{15}{2} P_0 = P_{Atm} + \frac{3kP_0\alpha}{8} ; \frac{5}{2} P_0 = P_{Atm} + \frac{3}{8} kP_0\alpha$$

$$\rightarrow P_0 \left(\frac{5}{2} - \frac{3}{8} k \alpha \right) = P_{Atm}$$

$$P_0 = \frac{P_{Atm}}{\left(\frac{5}{2} - \frac{3}{8} k \alpha \right)}$$

$$P_0 = \frac{P_{Atm}}{\frac{5}{2} - \frac{3}{8} \cdot \frac{18}{10}} = \frac{P_{Atm}}{\frac{5}{2} - \frac{54}{80}} \rightarrow \frac{P_{Atm}}{\frac{200 - 54}{80}} =$$

$$= \frac{80 P_{Atm}}{146} = \frac{40 P_{Atm}}{73}$$

$$\text{Ответ: 1)} \frac{v_B}{v_H} = 4$$

$$2) P_0 = \frac{40}{73} P_{Atm}$$

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

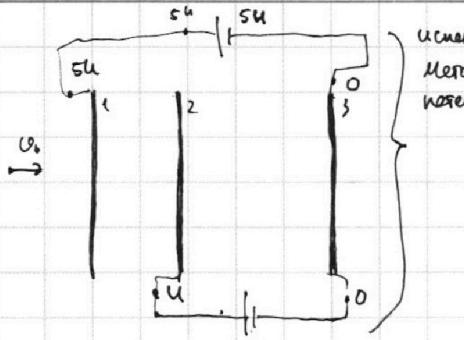
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



1) $\Delta \varphi_{23} = 4 ; U = E_{23}d ; a = \frac{F}{m} ; F = E_{23}q$

$$\Rightarrow a = \frac{4q}{dm}$$

2) $E_{k_3} - E_{k_2} = \Delta \varphi_{23} q \neq Uq$

3) $\varphi_2 - \varphi_A = E_{23} \cdot \frac{3}{4} d = \frac{3}{4} Uq$

$$\frac{m v_A^2}{2} = \frac{m v_2^2}{2} = \frac{3}{4} Uq ; \text{ в тоже время } \frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = Uq \quad \text{т.к. } \Delta \varphi_{12} = 4U$$

$$\rightarrow \frac{m v_A^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} - Uq = \frac{3}{4} Uq \rightarrow \frac{m v_A^2}{2} = \frac{19}{4} Uq + \frac{m v_0^2}{2} \rightarrow v_A^2 = \frac{19}{2} \frac{Uq}{m} + \frac{v_0^2}{m}$$

$$\rightarrow v_A = \sqrt{\frac{19}{2} \frac{Uq}{m} + v_0^2}$$

Orbital: 1) $a = \frac{Uq}{dm}$

2) $k_3 - k_2 = Uq$

3) $v_A = \sqrt{\frac{19 Uq}{2 m} + v_0^2}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

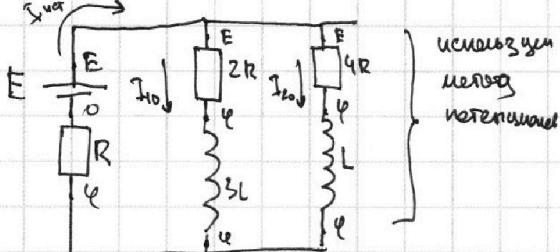


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

1) Рассмотрим установившийся режим до замыкания ключа: напряжения на катушках равны нулю



$$I_{\text{net}} = I_{20} + I_{10}; I_{\text{net}} = \frac{\varphi}{R}; I_{10} = \frac{E - \varphi}{2R}$$

$$\frac{\varphi}{R} = \frac{E - \varphi}{4R} + \frac{E - \varphi}{2R} | \cdot R$$

$$\varphi = \frac{E - \varphi}{4} + \frac{E - \varphi}{2} \rightarrow \varphi = \frac{3}{7}E$$

$$\text{тогда } I_{20} = \frac{E - \frac{3}{7}E}{4R} = \frac{E}{7R}$$

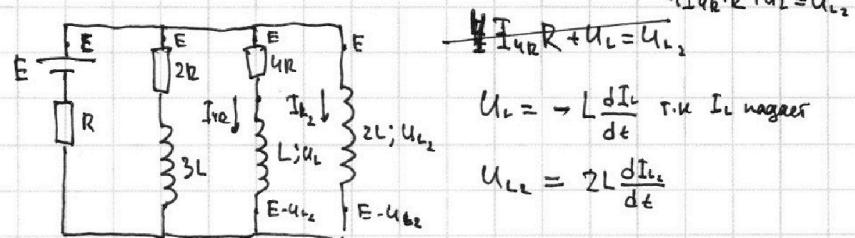
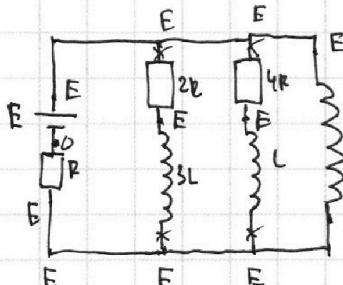
2) Рассмотрим момент сразу после замыкания, токи в катушках сначала не меняются

• т.к. в катушке 2L сила тока была равна нулю, то она продолжает быть равной нулю. \rightarrow в цепи не изменится напряжение

$$U_2 = E - \frac{3}{7}E = \frac{4}{7}E; U_2 = L \dot{I} \rightarrow \dot{I} = \frac{U_2}{L} = \frac{4E}{7L}$$

3) Рассмотрим установившееся состояние после замыкания. Напряжения всех катушек равны нулю

$$I = \frac{E}{R} \quad \text{так что через катушки } L \text{ ток не будет}$$



$$4I_{4R}R - L \frac{dI_L}{dt} = 2L \frac{dI_{4R}}{dt} | \cdot dt \quad 4I_{4R}dt \cdot R - L \frac{dI_L}{dt} = 2LdI_{4R}$$

исследуем от момента сразу после замыкания ключа для $t = t_{\text{зак}}$

$$4I_{4R}R - L(0 - I_{20}) = 2L \left(\frac{E}{R} - 0 \right) \rightarrow 4I_{4R}R + L \cdot \frac{E}{7R} = \frac{2LE}{R}$$

$$\rightarrow I_{4R} = \frac{LE}{2R^2} - \frac{LE}{28R^2} = \frac{13LE}{28R^2}$$

$$\text{Ответ: 1) } I_{20} = \frac{E}{7R} \quad 2) \dot{I} = \frac{4E}{7L} \quad 3) I_{4R} = \frac{13LE}{28R^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

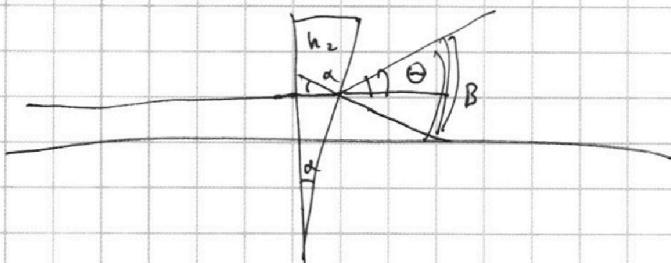


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

1)



$$\Theta = \alpha(n_1 - 1)$$

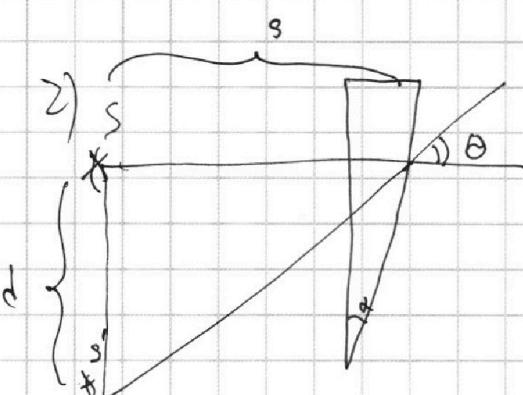
$$n_2 \sin \alpha = 1.5 \sin \beta$$

т.к. суть мы

$$\rightarrow \beta = n_2 \alpha$$

$$\Theta = \beta - \alpha = n_2 \alpha - \alpha = \alpha(n_2 - 1)$$

$$\Theta = 0.1(1.7 - 1) = 0.1 \cdot 0.7 = 0.07 \text{ рад}$$

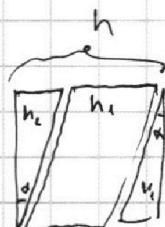


т.к. призма имеет тонкую TD $S \approx a$

$$\frac{d}{a} = \tan \Theta \approx \Theta \rightarrow d = \Theta a = 0.07 \cdot 100 = 7 \text{ см}$$

3) исследование

системы можно представить как



а между ними
господствует параллельное изображение
изображение вдвое
меньше.

тогда Δ будет уменьшаться для исследование
частицы гелийей H , которая

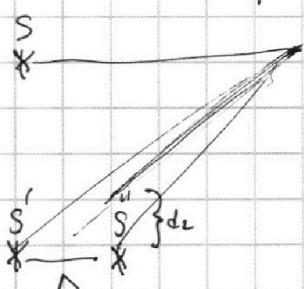
столкнется Θ с S' позади преломления S на D

$\Delta = h \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) = 11 \cdot \frac{1}{1.5} = 7 \text{ см}$
также призма и n_1 преломляет изображение под углом Θ вверх от гор.

$$\text{на } \Theta_1 = \Theta(n_1 - 1)$$

$$\text{тогда } d_2 = (\Theta - \Theta(n_1 - 1)) \cdot (a - \Delta)$$

$$d_2 = (\Theta(n_1)) (a - \Delta)$$



Ответ: 1) 0.07 рад 2) 7 см 3) $d_2 = (\Theta(n_1)) (a - \Delta)$



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.

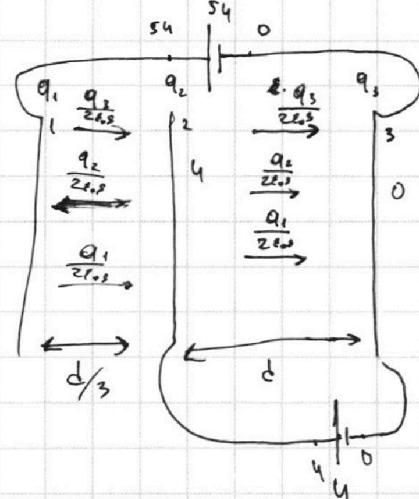
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ.

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

3.



$$x_1 = 5u \quad x_3 = 0$$

$$\Delta x_{23} = u \quad U = E_{\text{el}}$$

$$E_{\text{el}} = \frac{U}{d}$$

$$F = E_{\text{el}} q \quad F = m a$$

$$a = \frac{U q}{d m}$$

$$U = E_{\text{el}} d \Rightarrow E_{\text{el}} = \frac{U}{d}$$

$$\Delta x_{12} = 4u$$

$$\Delta E_K = \Delta x_{12} \cdot q$$

$$\frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = 4u q$$

$$\Delta E_K = U \cdot q$$

$$\frac{m v_2^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + 4u q$$

$$3) \quad M_2 - 4u = E_{\text{el}} \cdot \frac{3}{4} d = \frac{3U}{4}$$

$$\Delta E_K = \frac{3}{4} U q$$

$$\frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = \frac{3}{4} U q$$

$$\frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} - 4u q = \frac{3}{4} U q$$

$$\rightarrow \frac{m v_2^2}{2} = \frac{19}{4} U q + \frac{m v_0^2}{2}$$

$$\begin{matrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & v & v \end{matrix} \quad v_A = \frac{19}{2} m u q + v_0^2$$

$$\rightarrow v_A = \sqrt{\frac{19}{2} m u q + v_0^2}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{q_3 + q_1 - q_2}{2 \epsilon_{05}} = \frac{18u}{d} \\ q_1 + q_2 + q_3 = 0 \end{array} \right.$$



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!

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

Отметьте крестиком номер задачи,

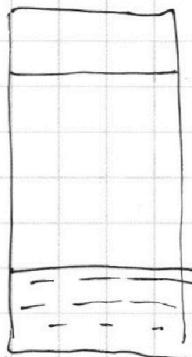
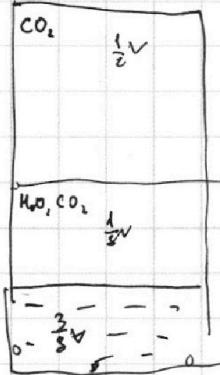
решение которой представлено на странице:



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



$$\text{для верху} \quad \frac{P_0 V}{8} = v_B$$

$$\frac{P_0 V}{2} = v_B R T_0$$

$$v_B = \frac{P_0 V}{2 R T_0}$$

$$\frac{P_{B_1} \cdot \frac{1}{3} V}{8} = v_B R T_0$$

$$P_{B_1} = P_{H_1}$$

$$P_{B_1} = \frac{2 v_B R T_0}{V}$$

$$\frac{P_{H_1} V}{4} = v_H R T_0 \quad P_{H_1} = \frac{4 v_H R T_0}{V}$$

$$\frac{2 v_B R T_0}{V} = \frac{4 v_H R T_0}{V}$$

$$v_B = 2 v_H$$

$$2) \text{ Виды } P_{ATM} + P_{H_2} = P_{G_2} \quad \text{для верх} \quad \frac{P_{B_2} V}{8} = \frac{4 v_B R T_0}{3} \quad 3 P_{B_2} V = 32 v_B R T_0$$

$$\text{стены} \quad \frac{P_{H_2} V}{4} = (v_H + \Delta v) R T$$

$$\Delta v = k P_0 \frac{3}{8} V$$

$$P_{B_2} = \frac{32 v_B R T_0}{3 V}$$

$$R T = \alpha$$

$$\frac{P_{H_2} V}{4} = (v_H + k P_0 \frac{3}{8} V) R T \rightarrow P_{H_2} = \frac{4 R T}{V} (v_H + k P_0 \frac{3}{8} V)$$

$$\frac{P_{B_2} V}{8} = v_B \alpha = v_H \alpha$$

$$P_{ATM} + \frac{4 R T}{V} (v_H + k P_0 \frac{3}{8} V) = \frac{32 v_B R T_0}{3 V}$$

$$\frac{P_{H_2} V}{2} = (v_H + \Delta v) \alpha$$

$$P_{ATM} + \frac{4 R T v_H}{V} + \frac{4 \cdot 3}{8} R T \cdot k P_0 = \frac{32 v_B R T_0}{3 V}$$

$$\Delta v = \frac{3 k \cdot P_0}{8 V}$$

$$P_{ATM} + \frac{4 R T v_H}{V} + \frac{4 R T_0 k P_0}{3 V} = \frac{32 v_B R T_0}{3 V}$$

$$P_{H_2} = \frac{16 v_H \alpha}{V}$$

$$P_{ATM} + 32 R T_0 \alpha$$

$$P_{H_2} = \frac{2 v_H \alpha}{V} + \frac{3 k P_0}{4 V} \alpha$$

$$P_{ATM} + \frac{2 v_H \alpha}{V} + \frac{3 k P_0}{4 V} \alpha = \frac{16 \alpha \cdot P_0 V}{V \cdot 2 R T_0}$$

$$k \alpha = 1,8$$

$$P_{ATM} + \frac{2 P_0 V \alpha}{2 V R T_0} + \frac{3 k P_0 \alpha}{4 V} = \frac{16 \alpha \cdot P_0 V}{V \cdot 2 R T_0}$$

$$\frac{2 S}{3} - \frac{S_1}{40} = \frac{1660 - 162}{120} \\ = \frac{998}{120}$$

$$P_{ATM} + \frac{4 P_0 \alpha}{3 R T_0} + \frac{3 k P_0 \alpha}{4 V} = \frac{8 P_0 \alpha}{R T_0} \quad \alpha = R T = \frac{4}{3} R T_0$$

$$P_0 = \frac{P_{ATM}}{\left(\frac{2 S}{3} - \frac{3 k P_0 \alpha}{4 V} \right)} = \frac{P_{ATM}}{\left(\frac{2 S}{3} - \frac{3 \cdot 13}{4 \cdot 10} \right)} = \frac{P_{ATM}}{\left(\frac{2 S}{3} - \frac{S_1}{40} \right)}$$

$$P_0 = \frac{120}{998} P_{ATM}$$

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!

$$1. P = \text{const} \quad P = F \cdot v$$

$$v = 25$$

$$v = \frac{P}{F}$$

$$v_k = 30 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 1,5 \text{ м/с}^2 \quad F_r - F_{\text{comp}} = m a_0$$

$$\alpha = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{9}{12} \approx 0,75$$

$$F_k = \frac{P}{v_k} \rightarrow P = F_k v_k \quad P = 6 \text{ кВт}$$

$$F_0 = \frac{P}{v_0} = \frac{6000}{25} = 300 \text{ Н}$$

$$F_k = F_r \quad F_r = \frac{P}{4}$$

$$F_{\text{comp}} - F_0 = m a_0 \rightarrow F_0 = F_r - m a_0 = 300 - 240 \cdot 1,5$$

$$F_k = \frac{P}{4} \rightarrow P = F_k v_k =$$

$$\text{по рисунку } F_0 = F_{\text{такн}} \quad F_0 = \frac{P}{v_0} = 300$$

$$F_0 = 300 \text{ Н} \quad \boxed{F_0 = 300 - 180 = 120}$$

$$= 200 \cdot 30 = 6000 \text{ кН}$$

$$F_{\text{comp}} = k v \quad \text{тогда } k \cdot 30 = 200 \quad k = \frac{200}{30} \quad k \cdot 20 = \frac{400}{3} \text{ Н}$$

$$F_r - F_{\text{comp}} = \quad F_0 = F_r - m a_0 \quad F_r = \frac{P}{v_0} \quad \boxed{F_{\text{comp}} = \frac{P}{v_0} - m a}$$

если бы не было силы F_{comp} то уравнение было бы

$$\hat{F}_r = m a_0 \quad m \quad \hat{F}_r = \frac{P}{v_0} \quad \frac{P}{v_0} = m a_0 v_0 \quad \hat{P} = m a_0 v_0 = 240 \cdot 20 = 3600$$

то есл. на сопр. нужно 3600

$$\frac{2400}{6000} = \frac{4}{10} = 0,4$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

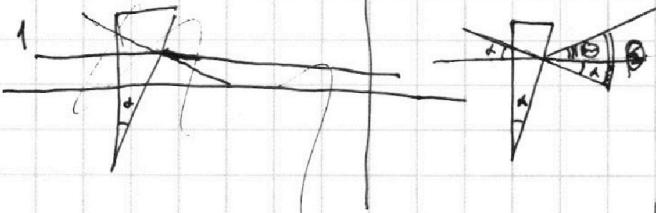


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ.

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

5.



1)

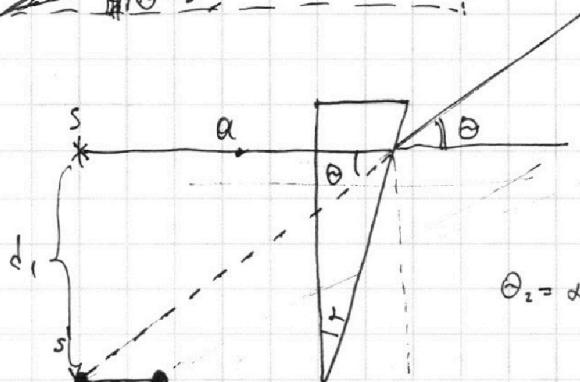
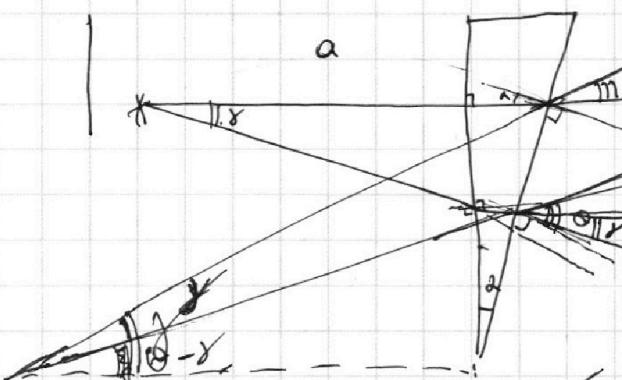
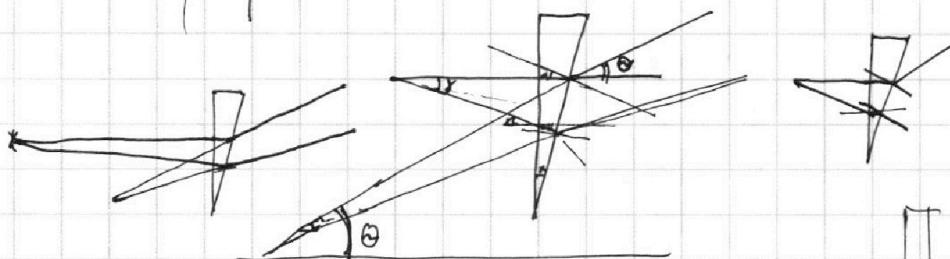
$$n_2 \sin \alpha = n_1 \sin \beta$$

$$n_2 d = n_1 B \rightarrow \beta = n_2 \alpha$$

$$\Theta = \alpha (n-1) \quad \Theta = \beta - \alpha = n_2 \alpha - \alpha = \alpha (n_2 - 1)$$

$$\Theta = 0,01 (1,7 - 1) = 0,01 \cdot 0,7 = 0,007 \text{ rad}$$

2)

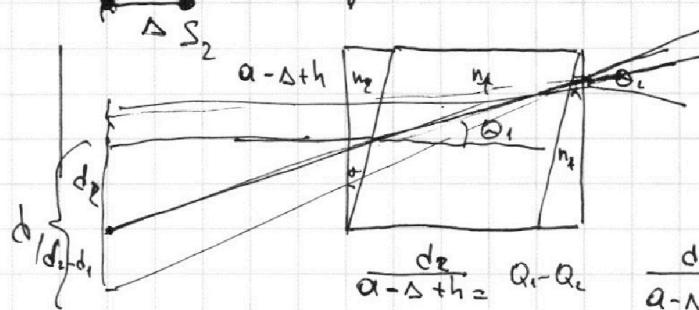


$$\frac{d}{a} = \tan \Theta \approx \Theta$$

$$d = \Theta a = 100 \cdot 0,007 = 0,7 \text{ cm}$$

$$\Theta_2 = \alpha (n_2 - 1)$$

$$= 0,004 \cdot 1 \cdot 0,4 = 0,0016$$



$$\frac{d_1}{a - \Delta h} = Q_1 - Q_2 \quad \frac{d_1}{a - \Delta h} = Q_1$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

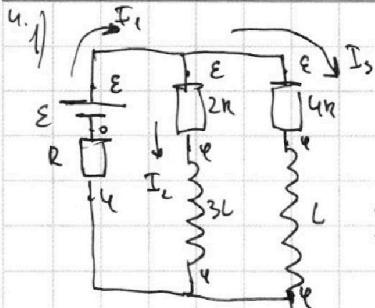
решение которой представлено на странице:

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

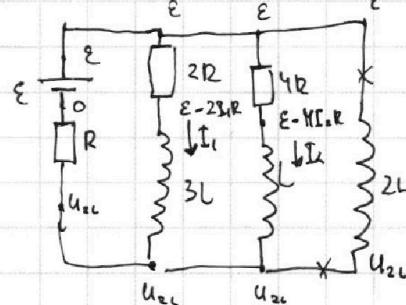


$$\frac{q}{R} = \frac{E - q}{2R} + \frac{E - q}{4R}; \quad q = \frac{E - q}{2} + \frac{E - q}{4} \Rightarrow 4q = 2E - 2q + E - q$$

$$I_{4R} = \frac{E - \frac{3}{4}q}{4R} = \frac{\frac{1}{4}E}{4R} = \frac{E}{16R}$$

$$\rightarrow 16q = 3E \Rightarrow q = \frac{3}{16}E$$

2) сразу после замыкания



$$I_L = \frac{E}{7R}; \quad I_1 = \frac{2}{7} \frac{E}{R}$$

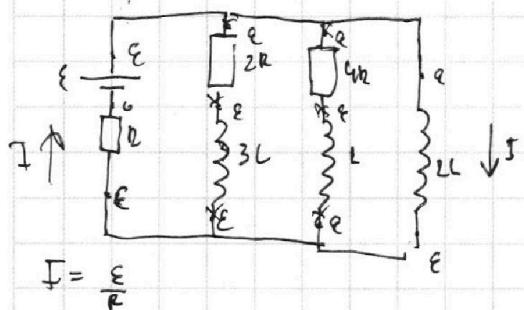
$$\frac{U_{2L}}{R} = \frac{E - E + 2qR}{2R}$$

после в этом ничего не изменилось
тогда $q = U_{2L}$

$$U_{2L} = E - q = \frac{4}{7}E \quad U_L = LI$$

$$\rightarrow I = \frac{4E}{7L}$$

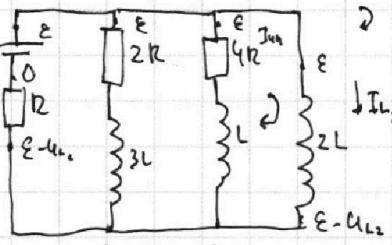
предыдущий момент времени



$$I = \frac{E}{R}$$

$$2L \frac{dI_{4R}}{dt} = 4I_{4R}R - L \frac{dI_L}{dt} \quad | \cdot dt$$

последующем от 0 до +



$$U_{1L} = 2L \frac{dI_{4R}}{dt} = 2L \frac{dI_L}{dt}$$

$$| \cdot dt. \quad U_{1L} = 4I_{4R}R + U_L \quad U_L = L \frac{dI_L}{dt}$$

$$2L \frac{dI_{4R}}{dt} = 4I_{4R}R dt - L dI_L$$

последующем от 0 до +

$$-2L\left(\frac{E}{R} - 0\right) = 4I_{4R}R dt - L dI_L \rightarrow \frac{2LE}{R} = 4I_{4R}R + \frac{L}{R} \frac{dI_L}{dt} \rightarrow \frac{2E}{R} = q_{4R} + \frac{L}{2R^2} \frac{dI_L}{dt}$$

$$q_{4R} = \frac{L}{2R^2} \frac{dI_L}{dt} - \frac{L}{2R} = \frac{14L}{28R^2} - \frac{L}{28R^2} = \frac{13L}{28R^2}$$

$$U_{1L} = 4IR + U_L \quad U_L =$$