



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

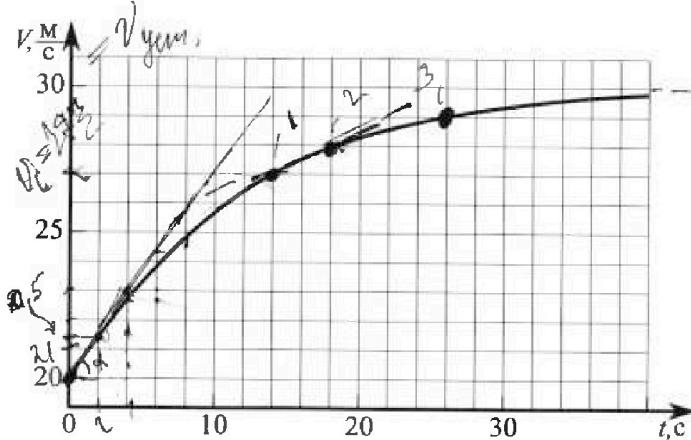


Вариант 11-04

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 ориентировочно 10%.



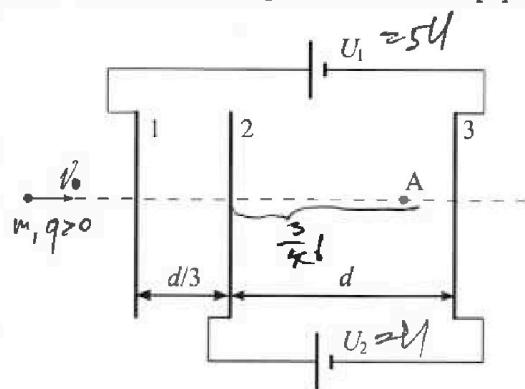
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $3V/8$. 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: $\Delta v = k_H p$. 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 $RT \approx 3 \cdot 10^3$ 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.

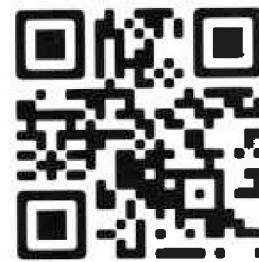
- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определите начальное давление в сосуде P_0 . Ответ выразить через $P_{\text{атм}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $d/3$ (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.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



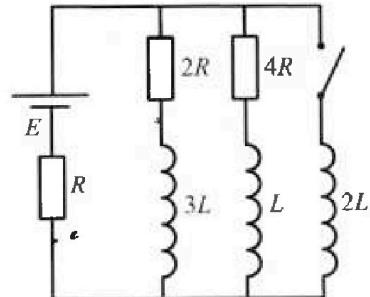
Вариант 11-04

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

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

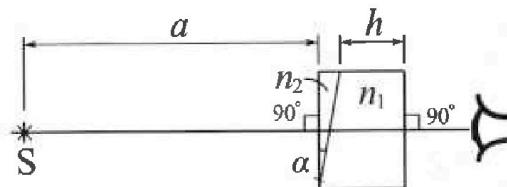
- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $4R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $2L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) К какой заряд претечет через резистор с сопротивлением $4R$ при замкнутом ключе?

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 $n_b = 1,0$. 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 $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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

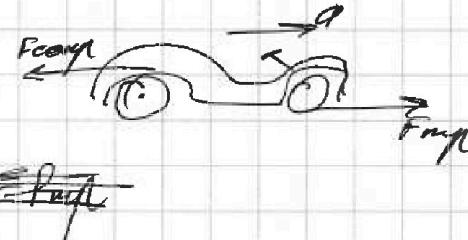
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№1)

$$P = F \cdot \Delta t$$

const

конс



запись угла α у касательной к кривой в
нормальной форме и есть окончание

1) Из графика: $a = v^2 / r = g \tan \alpha = \frac{g}{\cos \alpha} \sin \alpha = g \sin \alpha / \cos \alpha = g \tan \alpha = 9.8 \cdot \frac{4}{3} = 13.07 \frac{m}{s^2}$

2) Для "m": $ma = F_{N\perp} - F_{\text{суп}}$

$$F_{N\perp} = \frac{P}{\cos \alpha}$$

\Rightarrow В конце $v^2 / r = v^2 / 30 = 13.07 \Rightarrow v_k = 0$

$\Rightarrow \frac{P}{\cos \alpha} = F_k \Rightarrow P = \cos \alpha \cdot F_k = 200 \cdot 30 = 6000 \text{ Н}$

$\Rightarrow ma_0 = F_{N\perp 0} - F_0 \Rightarrow F_0 = \frac{P}{\cos \alpha} - ma_0 = 300 - 200 \cdot \frac{3}{4} = 120 \text{ Н}$

3)
 $\Rightarrow \frac{P}{\cos \alpha} = f = \frac{F_fric}{F_N} = \frac{F_0}{F_{N0}} = \frac{120}{300} = 0.4$

Отв: 1) $a_0 = 9.8 \frac{4}{3} \frac{m}{s^2}$

2) $F_0 = 120 \text{ Н}$

3) $f = 0.4$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ.

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

502) $\frac{V}{2} \rightarrow p_2 \cdot \frac{V}{2} \Rightarrow p_1 \downarrow p_2 \cdot \frac{V}{2}$ $\Rightarrow p_2' = \frac{p_2 V}{V - \Delta V_2}$ $\Rightarrow p_1 \downarrow p_2 \cdot \frac{V}{2}$ $\Rightarrow p_1 = p_2 = p_0$

$$w = \frac{3}{8} V \quad \Rightarrow \quad \frac{V}{2} = \Delta V_2 \quad \Rightarrow \quad p_0 \frac{V}{2} = \Delta V_2 \quad \Rightarrow \quad p_0 \frac{V}{2} = \frac{3}{8} k R T_0$$

1) 2 злн двух поршней: ($p_1, p_2, V \neq 0$)

1-я закономерность - гидравлика:

$$p_0 \frac{V}{2} = \Delta V_2 \quad \Rightarrow \quad p_0 \frac{V}{2} = \frac{3}{8} k R T_0$$

$$\frac{V_2}{V_1 + \Delta V_1} = ? \quad \Rightarrow \quad \frac{p_0 V}{2 p_0 T_0} = \frac{p_0 V}{8 p_0 T_0} \quad \Rightarrow \quad V_1 = \frac{p_0 V}{8 p_0 T_0}$$

$$\Delta V_1 = k p_0 w = \frac{3}{8} k p_0 V$$

$$\Rightarrow \frac{V_2}{V_1 + \Delta V_1} = \frac{\frac{p_0 V}{8 p_0 T_0}}{\frac{p_0 V}{8 p_0 T_0} + \frac{3}{8} k p_0 V} = \frac{1}{\frac{1}{4} + \frac{3}{4} k R T_0} = \frac{4}{1 + 3 k R T_0} \neq$$

$$k \cdot R = 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 =$$

$$2) 2 \text{ злн после изотермии: } (p_n + p_1')S = p_2' S$$

Нар. насосчик, $T = 373 \text{ K} \Rightarrow p_n = p_{\text{рам}}$

$$\Rightarrow p_2' = p_1' + p_{\text{рам}}$$

$$p_2' \frac{V}{8} = V_2 R \cdot \frac{4}{3} T_0 = \frac{9}{3} \cdot \frac{4}{3} p_0 V \Rightarrow p_2' = \frac{16}{3} p_0$$

$$p_1' \frac{V}{2} = V_1 R \cdot \frac{4}{3} T_0 - \Delta V_2 R T ; \Delta V_2 = \frac{3}{8} k p_1' V$$

$$\Rightarrow \frac{p_1'}{2} = \frac{4}{3} \cdot \frac{1}{8} p_0 - \frac{3}{8} k p_1' R T$$

$$p_1' \left(\frac{1}{2} + \frac{3}{8} k \cdot R T \right) = \frac{1}{6} p_0$$

$$\frac{p_1'}{2} \left(1 + \frac{3}{4} k \cdot R T \right) = \frac{1}{3} p_0 \Rightarrow p_1' = \frac{p_0}{3 \left(1 + \frac{3}{4} k \cdot R T \right)}$$

$$\Rightarrow \frac{16}{3} p_0 = \frac{1}{3 + \frac{9}{4} k \cdot R T} p_0 + p_{\text{рам}} \Rightarrow p_0 = \frac{3 p_{\text{рам}}}{16 - \frac{1}{1 + \frac{3}{4} k \cdot R T}} =$$

$$\frac{p_0}{3} \left(16 - \frac{1}{1 + \frac{3}{4} k \cdot R T} \right) = p_{\text{рам}} = \frac{3 p_{\text{рам}}}{16 - \frac{20}{17}} = \frac{47}{249} p_{\text{рам}}$$



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!

Ответ: 1) $\frac{j_2}{j_1 + \Delta j_1} = \frac{4}{1+3kRT_0}$

2) $p_0 = \frac{47}{244}$ ракш



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!

№31

Diagram of a three-mass spring system. Three masses q_1 , q_2 , and q_3 are connected by springs with stiffness k_1 , k_2 , and k_3 . Masses q_1 and q_2 are fixed to a wall. A horizontal force F_{23} acts on mass q_3 . Initial velocities v_1 , v_2 , and v_3 are shown. The center of mass velocity is v . The center of mass coordinate is $\bar{q}_1 = (q_1 + q_2 + q_3)/3$.

Initial conditions: $\dot{q}_v = 0$

Motion equations:

- $\dot{q}_1 - \dot{q}_3 = E_{23} \cdot d$
- $U = E_{23} \cdot d$
- $2q\dot{U} \cdot m_{q_{23}} = E_{23} q$
- $\dot{q}_1 = \dot{q}_1 - \dot{q}_3$
- $\dot{q}_3 = \dot{q}_1 - 5\dot{U}$

Solving for \ddot{q}_{13} :

$$\Rightarrow \ddot{q}_{13} = \frac{E_{23} q}{m} = \frac{4q}{md} U \text{ --- const}$$

Given $m \cdot k \cdot a_{13} = \text{const}$:

$$d = \frac{v_3^2 - v_2^2}{2q_{23}}$$

$$\Rightarrow v_3^2 - v_2^2 = 2d \cdot \frac{4q}{md} = \frac{8q}{m}$$

$$\Rightarrow (k_3 - k_2) = 8q$$

3) $\dot{q}_2 - \dot{q}_3 = E_{23} \cdot \frac{3}{4}d = \frac{3}{4}U$

$\dot{q}_1 - \dot{q}_3 = E_{23} \cdot \frac{1}{4}d = \frac{1}{4}U$

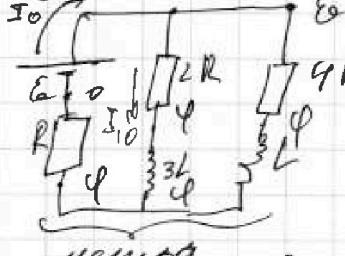
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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



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

№4) 1) Макс. угол при размагничении катушки.

если, неясно \Rightarrow напряжение на магнитах равнотри.



$$I_0 = I_{10} + I_{20}$$

$$\frac{\varphi}{R} = \frac{E_1 - \varphi}{2R} + \frac{E_2 - \varphi}{4R} / 4R$$

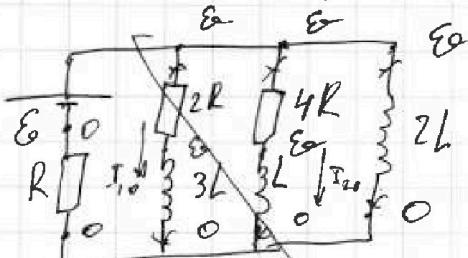
$$4\varphi = 2E_1 - 2\varphi + E_2 - \varphi$$

$$\Rightarrow I_{20} = \frac{E_2 - \varphi}{4R} = \frac{E_2}{7.4R} = \frac{E_2}{7R}$$

$$7\varphi = 3E_2 \Rightarrow \varphi = \frac{3}{7}E_2$$

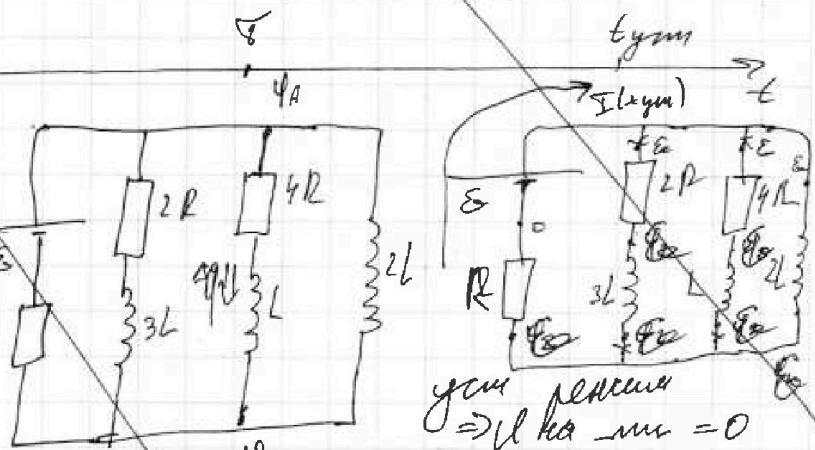
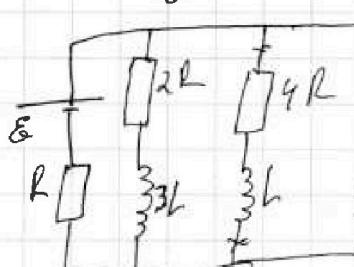
2) сразу после \times : токи через магниты скращены не могут:

\Rightarrow тока нет в самой катушке $I_1 = 0$



~~$$U_{2L} = E = 2L \frac{dI_{2L}}{dt}$$~~
~~$$\Rightarrow I_{2L}' = \frac{E}{2L}$$~~

3) \times



$$\varphi_A - \varphi_B = 2L \frac{dI_{2L}}{dt}$$

$$\varphi_A - \varphi_B = \frac{E}{4R} \cdot 4R + L \frac{dI_L}{dt}$$

$$\Rightarrow 2L \frac{dI_{2L}}{dt} = \frac{E}{4R} \cdot 4R + L \frac{dI_L}{dt}$$

$$\Rightarrow 2L \frac{E}{4R} = 2R q \Rightarrow q = \frac{E L}{2R^2}$$

Ответ: 1) $I_{20} = \frac{E}{7R}$

2) $I_{2L}' = \frac{E}{2L}$

3) $q = \frac{E L}{2R^2}$

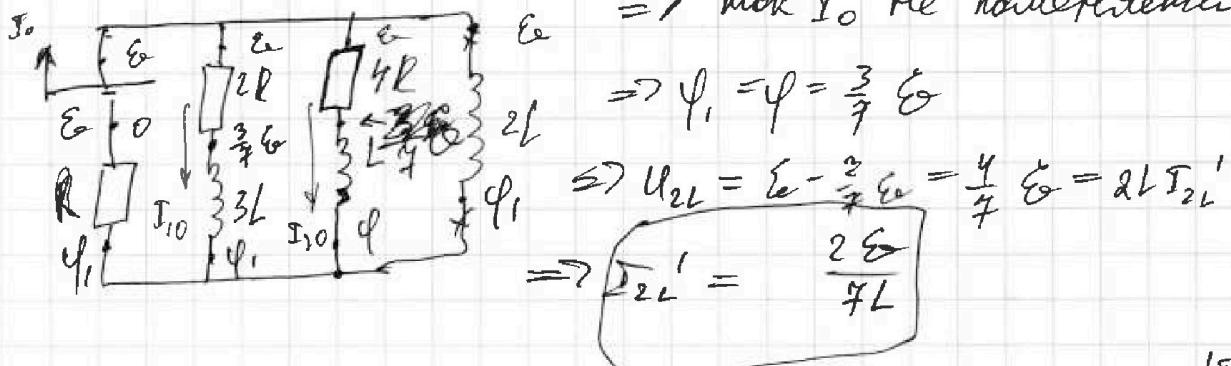


- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

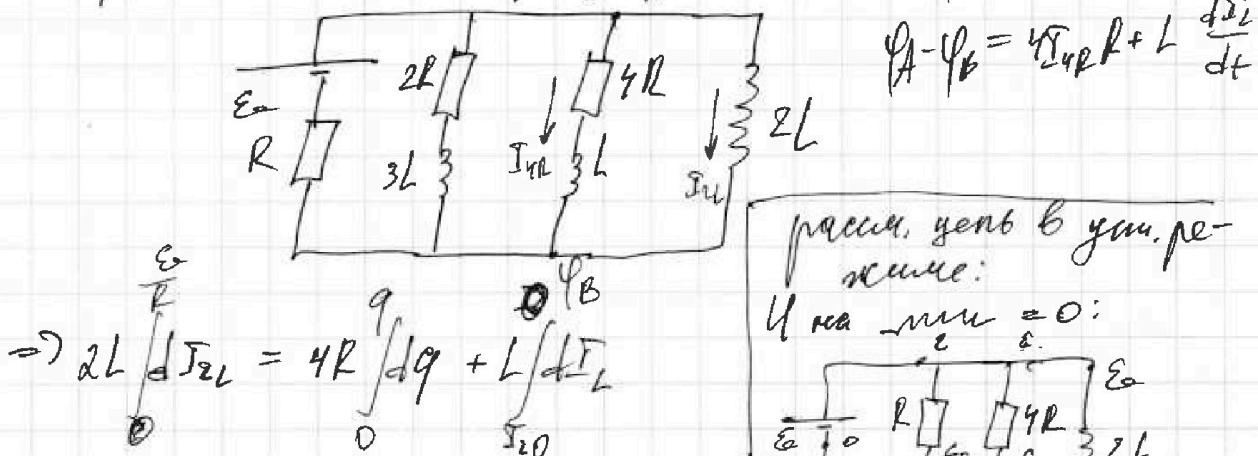
МФТИ.

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

2) сразу же \rightarrow токи через ин-и не изменяются:



3) рассчит. цепь в прям. решении: $\varphi_A - \varphi_B = 2L \frac{dI_{2L}}{dt}$



$$\Rightarrow 2L \frac{dI_{2L}}{dt} = 4R \int_0^q dq + L \int_0^{I_{2L}} dI_{2L}$$

$$2L \frac{E_a}{R} = 4R q - L \cdot I_{2L}$$

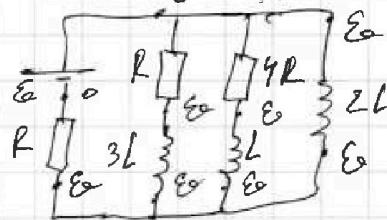
$$2L \frac{E_a}{R} = 4R q - L \cdot \frac{E_a}{7R}$$

$$\Rightarrow 4R q = \frac{2L E_a}{R} + \frac{L E_a}{7R} = \frac{15L E_a}{7R}$$

$$\Rightarrow q = \frac{15L E_a}{28 R^2}$$

рассчит. цепь в ун. решении:

И на мин. = 0:



\Rightarrow ток не идет через R и $4R \Rightarrow I_{2L\text{конеч}} = \frac{E_a}{R}$

$$\text{Отвем: 1)} I_{2L} = \frac{E_a}{7R}$$

$$2) I_{2L}' = \frac{d E_a}{7L}$$

$$3) q = \frac{15L E_a}{28 R^2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

№5) При $n_1 = 1.8$ призма Θ можно не рассчитывать:

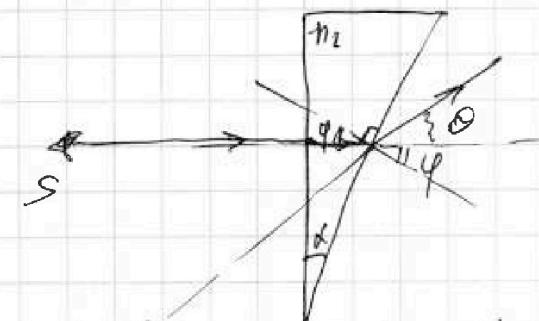
$\varphi = \alpha$ (угол с единичной
ненаправленной стороны)

По з-му Синуса:

$$n_2 \sin \varphi = n_1 \sin(\theta + \varphi)$$

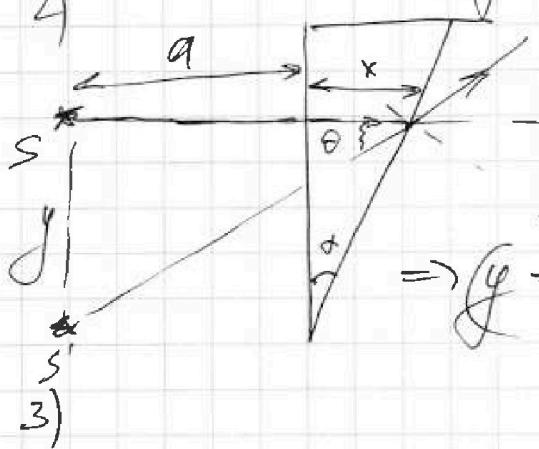
и.к. $\varphi = \theta$ - малые, то
 $\sin \varphi \approx \varphi$; $\sin(\theta + \varphi) \approx \theta + \varphi$;

$$\tan \theta \approx \theta$$



$$\Rightarrow n_2 \varphi = 1 / (\theta + \varphi) \Rightarrow \theta = \varphi / (n_2 - 1) = \varphi / (n_2 - 1)$$

$$\text{1)} \quad \theta = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07 \text{ rad}$$



Из-за малости угла / в
качестве φ) S' будет при-
мерно на одно вертикаль
с S .

$$\Rightarrow \varphi = (\alpha + \theta) \tan \theta \approx \alpha \tan \theta$$

$$\Rightarrow \varphi = \alpha \theta = \alpha \varphi / (n_2 - 1) = 0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,7 = \\ = 0,0074 = \\ = 0,07 \text{ rad}$$

Ответ: 1) $\theta = \varphi / (n_2 - 1) = 0,07 \text{ rad}$

2) $\varphi = \alpha \varphi / (n_2 - 1) = 0,07 \text{ rad}$

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!



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

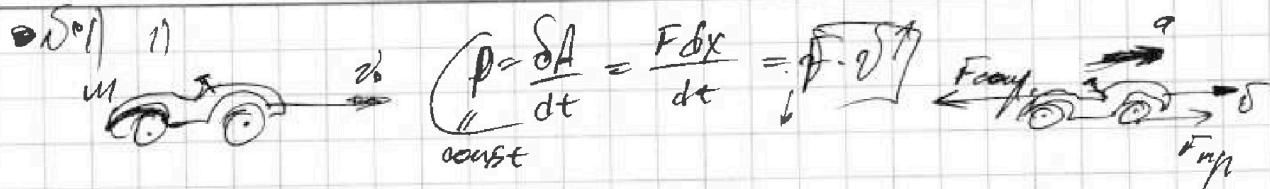
решение которой представлено на странице:



- 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!



$$\text{1) } F_{\text{fup}} = v^2 = g r_0 \approx \frac{3}{4} = \frac{3}{2 \cdot 2}$$

$$\text{2) } \text{Ускорение } \Rightarrow m a_0 = F_{\text{fup}} - F_0 \Rightarrow F_0 = F_{\text{fup}} - m a_0$$

$$F_{\text{fup}} = F \Rightarrow P = F_{\text{fup}} \cdot v \Rightarrow F_{\text{fup}} = \frac{P}{v}$$

$$\text{в прям. начали: } m a = F_{\text{fup}} - F$$

$$\text{в конце: } v \Rightarrow v_{\text{усл}} = 30 \frac{m}{s} \Rightarrow a_k = 0$$

$$\Rightarrow F_{\text{fup}} = F_k = \frac{P}{v_{\text{усл}}}$$

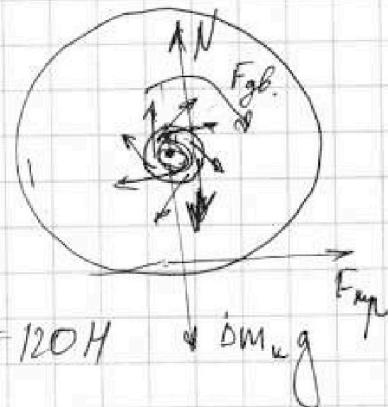
$$\Rightarrow P = 200 \cdot 30 = 6000 \text{ Нт}$$

$$\Delta P = F_{\text{fup}} - m a_0 = F_{\text{fup}} - F$$

$$\text{1) } F_{\text{fup}} = F_0 + m a_0 \Rightarrow F_0 = \frac{P}{v} - m a_0 =$$

$$\text{2) } F_{\text{fup}} = \frac{6000}{20} - 240 \cdot \frac{3}{4} = 120 \text{ Н}$$

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{F_0}{F_{\text{fup}}} = \frac{120}{300} = 0,4$$

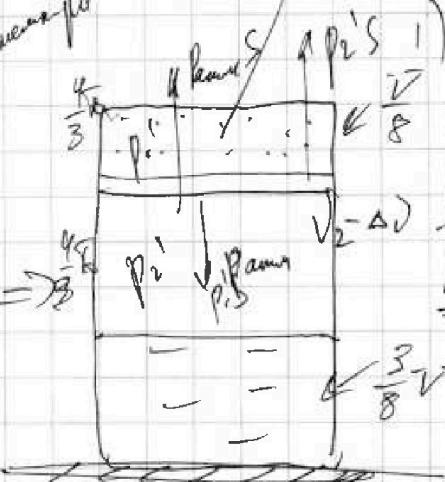
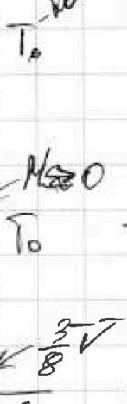
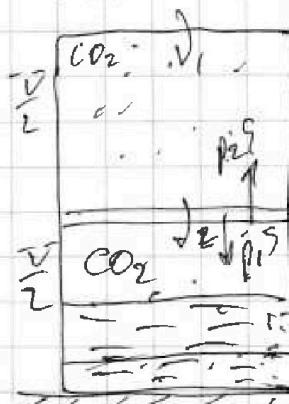


№2) 2) - к боку

над

а 3
над, нач-р

$$\frac{1}{1} = \frac{1}{2} = \frac{3}{8} = \frac{1}{8}$$



$$\text{1) } p_1 = p_2 = p_0$$

$$p_0 \frac{V}{2} = p_1 R T_0$$

$$p_0 \frac{V}{2} = p_2 R T_0$$

$$\Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{R T_0}{R T_0} = 1$$

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!

$$2) \quad p_1' = p_2' + \text{разр}$$

$$p_1' \frac{V}{8} = p_2 R \frac{4}{3} T_0 \Rightarrow \frac{3p_1' V}{32} = p_2 \frac{V}{2} \Rightarrow p_1' = \frac{16}{2 \cdot 3} p_2 \quad p_2 = \frac{16}{6} p_0$$

$$p_1' \frac{V}{2} = p_2 R \frac{4}{3} T_0 - k$$

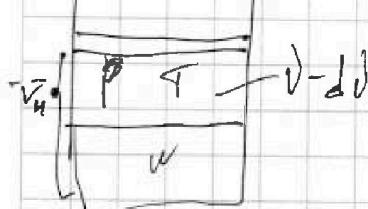
$$\frac{V}{2} - \frac{3V}{8} = \frac{V}{8}$$

$$2V = 2kpw = kRT$$

$$w = \frac{3}{8} V = \text{const}$$

$$p_{T_0}' = \frac{p_0 V}{V_1}$$

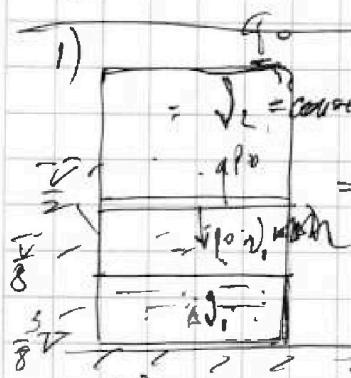
$$dV = kpw = kw \frac{R T}{V_H - w}$$



$$p(V_H - w) = RT$$

$$\frac{dV}{V} = \frac{k w R}{V_H - w} \cdot T$$

$$w = \frac{3}{8} V = \text{const}$$



$$p_0 \frac{V}{2} = p_2 R T_0 \quad p_0 = \frac{V}{2} \cdot \frac{p_2}{R T_0}$$

$$p_0 \frac{V}{8} = p_1 R T_0$$

$$p_0 \frac{V}{8} = \frac{p_0 V}{2 R T_0} \quad \cancel{p_0} \quad \cancel{V} = \frac{p_0 V}{2 R T_0}$$

$$p_1 = \frac{p_0 V}{8 R T_0}$$

$$\Delta p_1 = kp_0 w$$

$$\frac{p_2}{p_1 + \Delta p_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$= \frac{\frac{p_0 V}{2 R T_0}}{\frac{p_0 V}{8 R T_0} + kp_0 w} = \frac{V}{2 R T_0 \left(\frac{V}{8 R T_0} + kw \right)} = \frac{V}{\frac{1}{4} V + 2kw R T_0}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} V + 2kw \frac{3}{8} V \cdot R T_0}{1 + 3kw R T_0}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



1

2

3

4

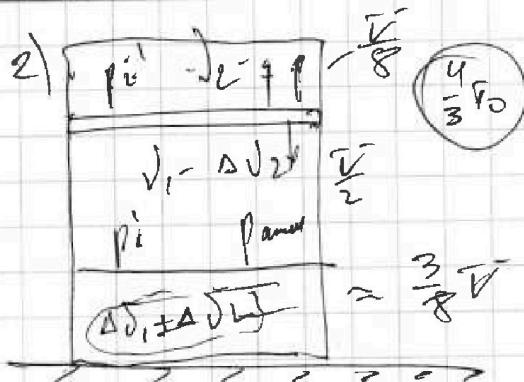
5

6

7

МФТИ

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



$$p_2' = p_1' + p_{\text{ansatz}}$$

$$p_2' \frac{V}{8} = V_2 R \cdot \frac{4}{3} \sqrt{\gamma_0}$$

$$\frac{3}{32} p_2' \cancel{V} = V_2 R T_0 = \frac{1}{2} p_0 V$$

$$\Rightarrow (p_2' = \frac{32}{2 \cdot 3} p_0 = \frac{16}{3} p_0)$$

$$p_1' \frac{V}{2} = (p_1 - \Delta p_2) R \cdot \frac{4}{3} \sqrt{\gamma_0}$$

$$\Delta p_2 = k p_1' w \Rightarrow = \frac{3}{8} k p_1' V$$

$$p_1' \frac{V}{2} = \frac{4}{3} \Delta p_1 R \sqrt{\gamma_0} - \frac{4}{3} R \sqrt{\gamma_0} \cdot \frac{3}{8} k p_1' V$$

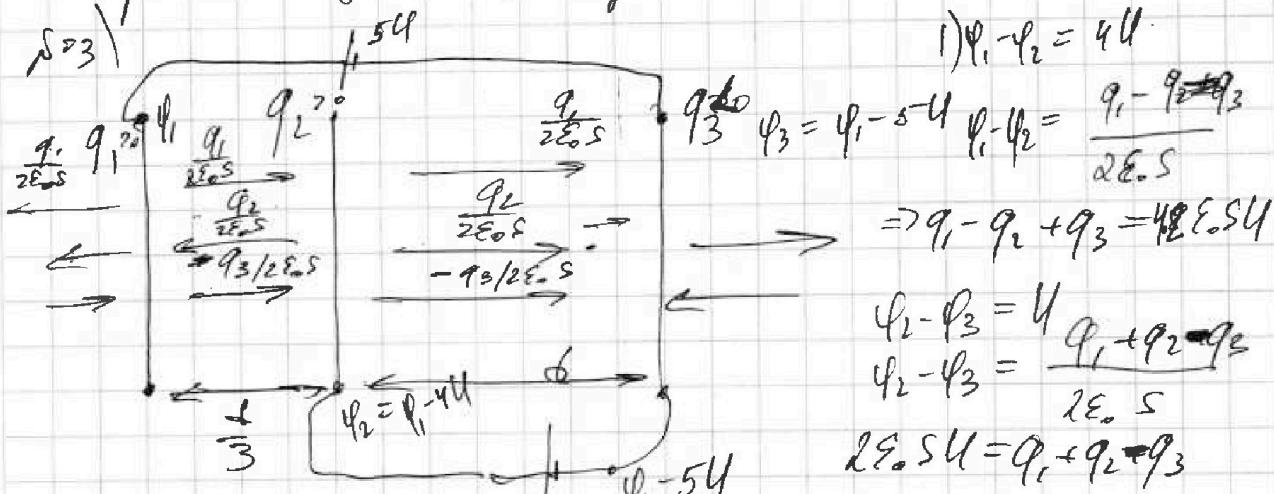
$$\frac{1}{2} p_1' V = \frac{4}{3} \Delta p_1 R \sqrt{\gamma_0} - \frac{1}{2} \frac{p_0 V}{8} \cdot k p_1' V$$

$$\frac{1}{2} p_1' V = \frac{1}{6} p_0 - \frac{3}{8} k p_1' \cdot R \Gamma$$

$$p_1' \left(\frac{1}{2} + \frac{3}{8} k \cdot R \Gamma \right) = \frac{1}{6} p_0 = \dots$$

$$Mq = E \approx 9$$

$$1) q_1 - q_2 = 4U$$



$$q_2 - q_3 = U$$

$$q_2 - q_3 = \frac{q_1 + q_2 - q_3}{2E.5}$$

$$2E.5U = q_1 + q_2 + q_3$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$3q_1 + 5q_2 = 3q_3$$

$$\Rightarrow q_1 - q_2 - q_3 = 4q_1 + 4q_2 - 4q_3$$

$$(2q_1 + 3q_3 + 5q_2 = 0)$$



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!

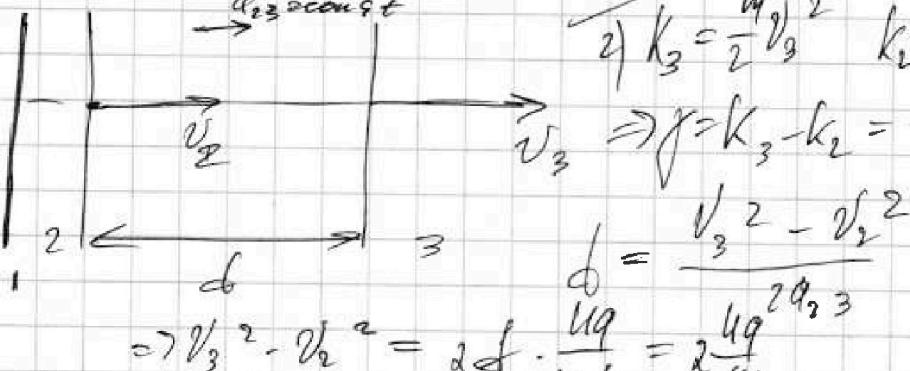
$$\varphi_2 - \varphi_3 = E_{23} \cdot d = 4 \Rightarrow E_{23} = \frac{4}{d}$$

$$dQ_{23} = \frac{E_{23} q}{m} = \frac{4q}{md}$$

$\rightarrow Q_{23} \text{ const}$

$$2) k_3 = \frac{m v_3^2}{2} \quad k_2 = \frac{m v_2^2}{2}$$

$$v_3 \Rightarrow f = k_3 - k_2 = \frac{m}{2} (v_3^2 - v_2^2)$$



$$f = \frac{v_3^2 - v_2^2}{2d}$$

$$\Rightarrow v_3^2 - v_2^2 = 2d \cdot \frac{4q}{md} = 2 \frac{4q^2 Q_{23}}{m}$$

$$2) f = \frac{m}{2} \cdot 2 \frac{4q}{m} = 16q$$

$$(\varphi_1 = \varphi_4)$$

$$1) Q_1 = \varphi_1 \cdot 4U$$

$$\text{то: } \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + \varphi_1 q \\ \frac{m v_1^2}{2} + \varphi_1 q = \frac{m v_2^2}{2} + (\varphi_1 - 4U) q$$



$$\frac{d}{3} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2Q_{12}}$$

$$m Q_{12} = E_{12} \cdot q ; E_{12} =$$

$$Q_{12} = \frac{4Uq}{d/m}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + (\varphi_1 - 4U) q$$

$$\frac{d}{3} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{8Uq} md$$

$$\Rightarrow v_2^2 - v_1^2 = \frac{8Uq}{3m}$$



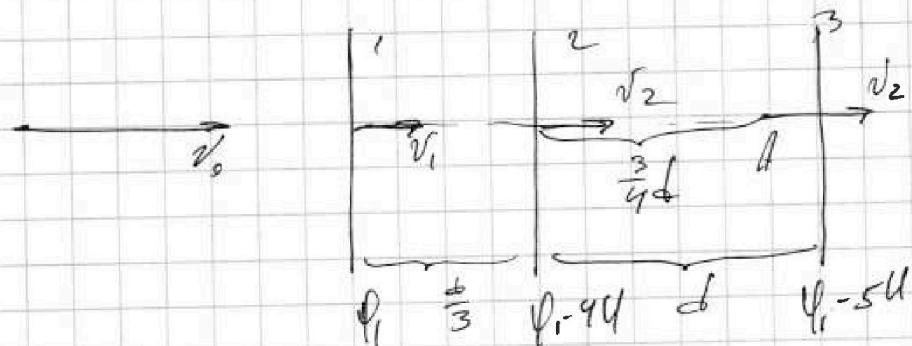
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$\frac{m v_2^2}{2} = \frac{m v_A^2}{2} + \psi_A q ; \psi_A = \psi_1 - \frac{19}{9} \psi_1 \quad \psi_1 q = ?$$

$$\frac{m v_1^2}{2} + \psi_1 q = \frac{m v_A^2}{2} + \psi_1 q - 4\psi_1 q$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_A^2}{2} + \psi_1 q$$

$$m q_{1,2} = \frac{12\psi_1}{d} q \Rightarrow q_{1,2} = \frac{12\psi_1 q}{md}$$

$$\frac{d}{3} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{24\psi_1 q} m d$$

$$\Rightarrow v_2^2 - v_1^2 = \frac{8\psi_1 q}{m d}$$

$$\frac{3}{8} d = \frac{v_A^2 - v_2^2}{24\psi_1 q} m d$$

$$v_A^2 - v_2^2 = \frac{3\psi_1 q}{2m}$$

$$(v_A^2 - \frac{8\psi_1 q}{m d} - v_1^2) = \frac{3\psi_1 q}{2m}$$

$$v_A^2 - v_1^2 = \frac{19\psi_1 q}{2m}$$



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!

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1 l}{2} + \varphi_1 q \Rightarrow \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_A^2}{2} - \varphi_1 q$$

~~нельзя~~

$$I_{10} = \frac{\varphi - \frac{3}{4}\varphi}{2R} = \frac{2\varphi}{7R}$$

$$\varphi_2 - \varphi_A = \frac{4}{d} \cdot \frac{3d}{4} = \frac{3}{4}U$$

$$\varphi_A - \varphi_3 = \frac{4}{d} \cdot \frac{1}{4}d = \frac{1}{4} \quad \varphi_1 - \varphi U$$

$$\Rightarrow \varphi_2 = \varphi_3 + \frac{4}{4} \quad \varphi_2 = \varphi_2 - \frac{3}{4}U = \varphi_1 - \frac{19}{4}U$$

$$\varphi_1 - 5U \quad \varphi_A = \varphi_1 - \frac{19}{4}U$$

$$\tau = \frac{4}{3} \tau_0 = 143 \Rightarrow \tau_0 = \frac{3}{4} \cdot 343$$

Задача

$$\frac{1}{1 + \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{5} \cdot 10^3 \cdot 343} = \frac{1}{1 + \frac{24}{20}} = \frac{20}{47}$$

$$\frac{7}{16} - \frac{20}{47} = \frac{732}{47} \quad \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_A^2}{2} + \varphi_A q$$

$$\frac{4}{16} \cdot \frac{47}{47} = \frac{732}{2^4} \quad V_A^2 = V_0^2 - \frac{2}{m} (\varphi_1 - \frac{19}{4}U)q$$

$$\frac{64}{112} \cdot \frac{732}{2^4} = \frac{732}{2^4} \quad V_A^2 = V_0^2 - \frac{2}{m} \varphi_1 q + \frac{19}{2} \cdot \frac{Uq}{m}$$

$$\frac{7}{152} \quad \varphi_1 + \varphi q = k_2 + \varphi_1 q - 4Uq$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \varphi_1 q$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} + \varphi_1 q - 4Uq$$

$$\Rightarrow \frac{m(V_2^2 - V_1^2)}{2} = 4Uq$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

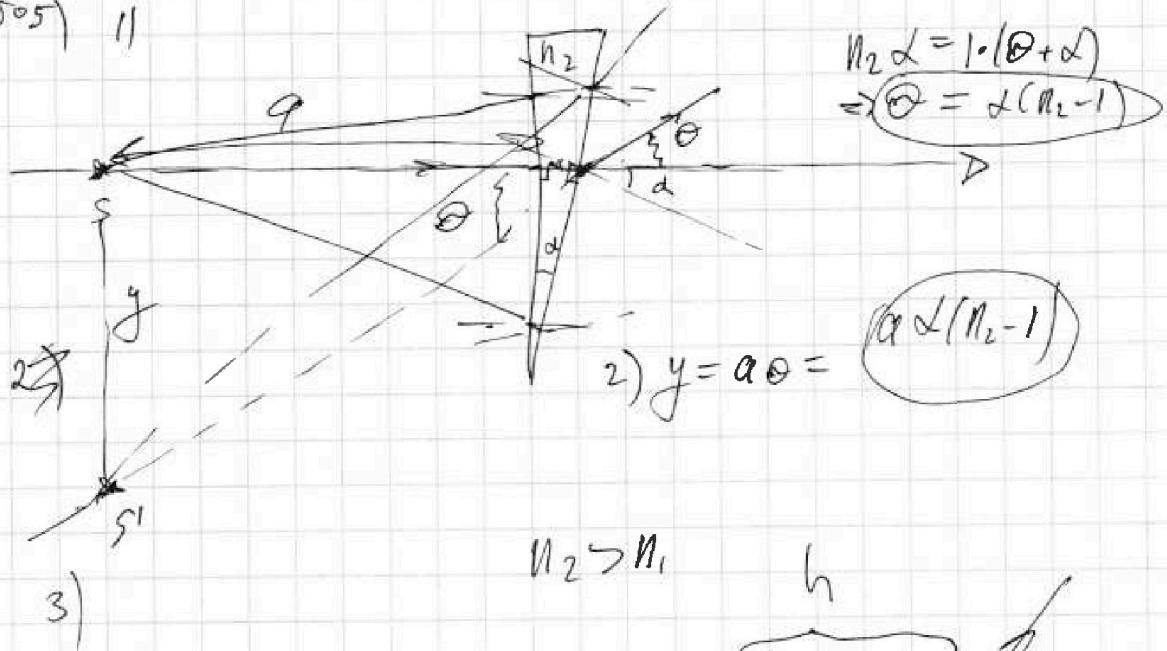


- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

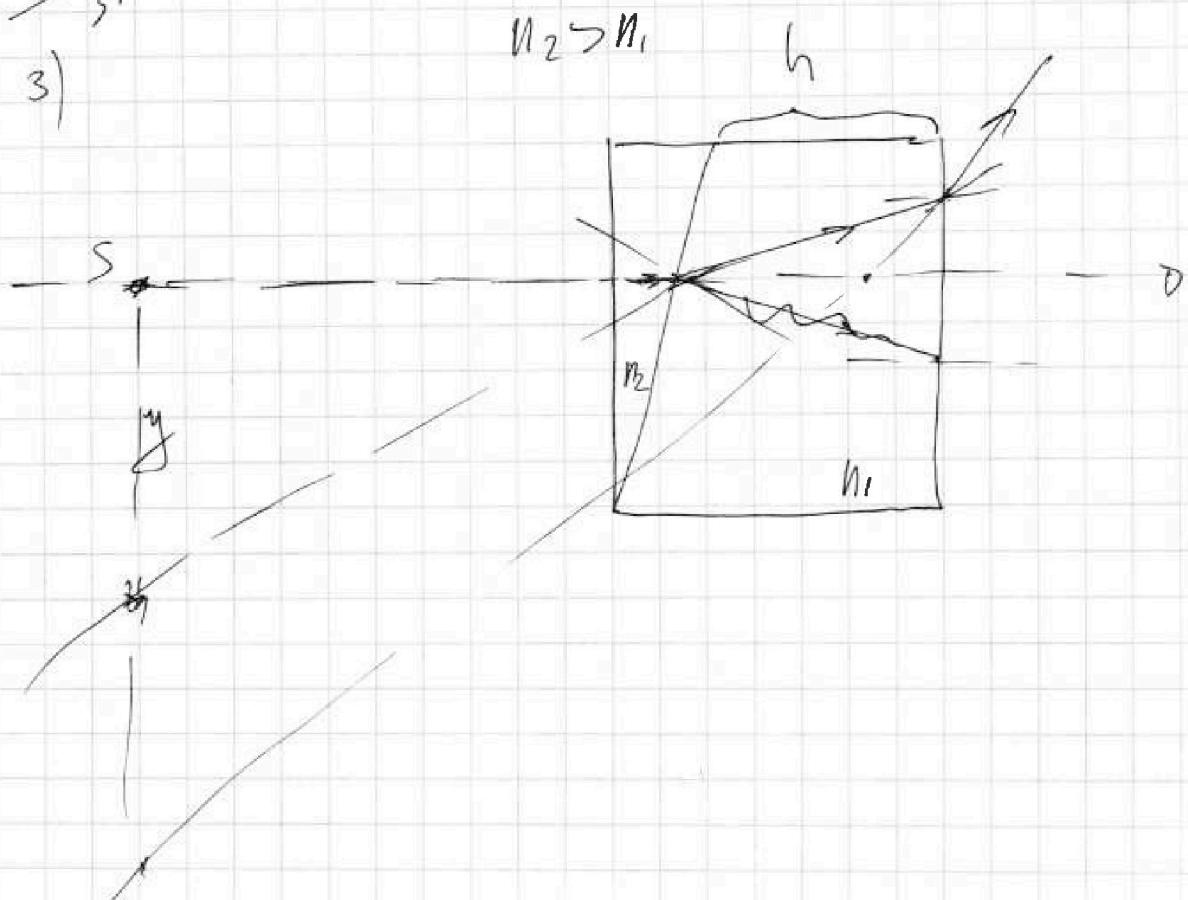
МФТИ

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

№5) 1)



3)



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

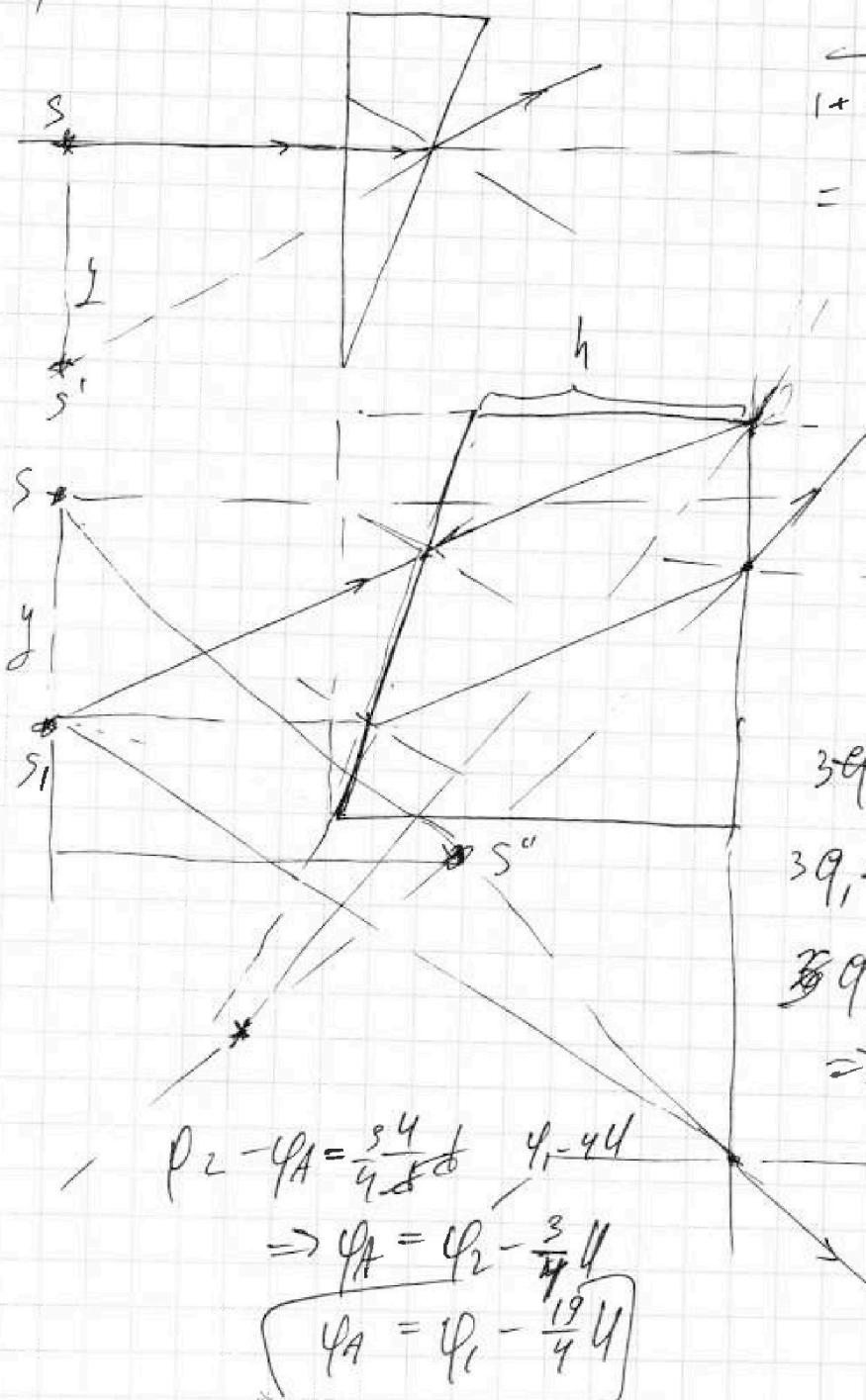


- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/>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

3)



$$\begin{aligned} & 1 + \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{5} = \frac{3}{4} \\ & = \frac{16 - \frac{20}{47}}{\frac{47}{44}} = \frac{732}{44} \\ & = \frac{47}{244} \\ & \frac{47}{244} \times 2 = \frac{47}{122} \end{aligned}$$

$$3q_1 + 3q_2 + 5q_2 + 5q_2 = 0$$

$$3q_1 + 5q_2 = -3q_1 - 3q_2$$

$$6q_1 + 8q_2 = 0$$

$$\Rightarrow q_2 = -\frac{3}{4}q_1$$

$$\begin{aligned} p_2 - q_A &= \frac{94}{94} \\ \Rightarrow q_A &= q_2 - \frac{3}{4}q_1 \\ q_A &= q_1 - \frac{19}{4}q_1 \end{aligned}$$