



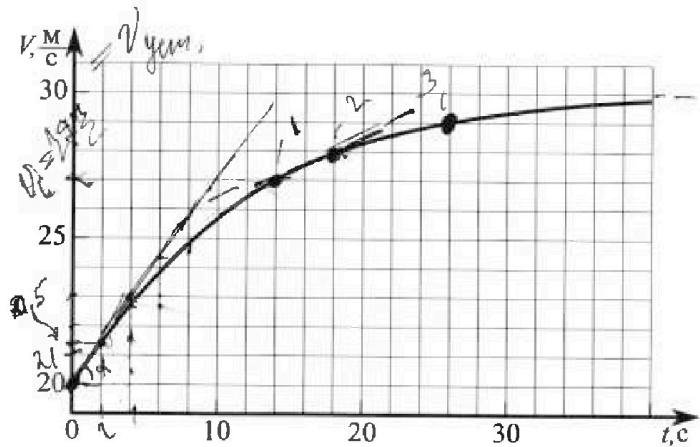
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.



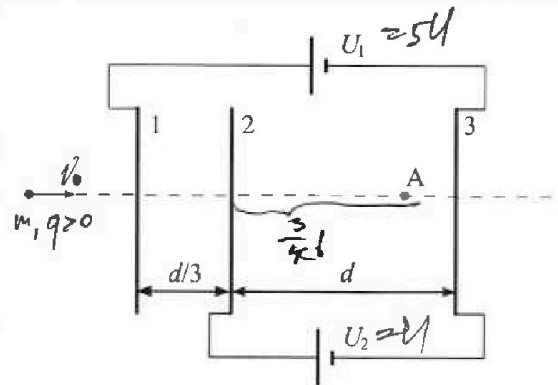
- Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
- Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона? Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 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 v пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kvp$. 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.

- Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 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.



- Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.
- Найти разность $K_3 - K_2$, где K_2 и K_3 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
- Найти скорость частицы в точке A на расстоянии $3d/4$ от сетки 2.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-04

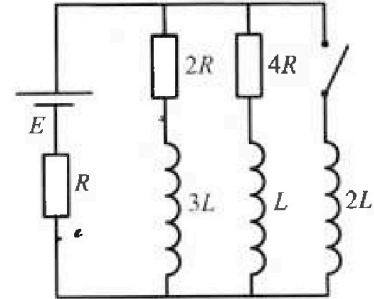
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



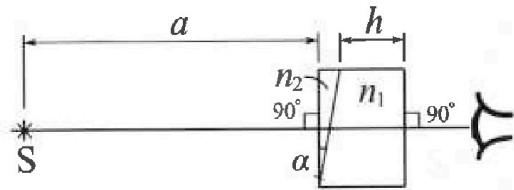
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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) К какой заряд 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 $n_a = 1,0$. 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 $n_1 = n_a = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_a = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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

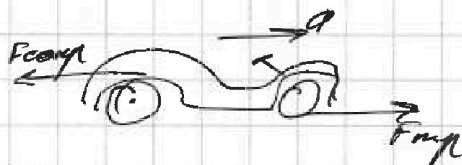
МФТИ

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

реш)

$$P = F \cdot v$$

const
конесо



$$F = F_{тяги}$$



математически α/γ кас-й к траекции в касательной точке и ось Ox ("напр-д")

1) Из траекции: $q = v' = \tan \alpha \approx \frac{3}{4} \frac{v}{c^2} = 0,75 \frac{v}{c^2}$

2) зпд для "м": $ma = F_{тяги} - F_{сопр}$

$$F_{тяги} = \frac{P}{v}$$

В конце $v \rightarrow v_{гит} = 30 \frac{m}{c} \Rightarrow \alpha_k = 0$

$$\Rightarrow \frac{P}{v_{гит}} = F_k \Rightarrow P = const = F_k \cdot v_{гит} = 200 \cdot 30 = 6000 \text{ Вт}$$

$$\Rightarrow ma_0 = F_{тяги0} - F_0 \Rightarrow F_0 = \frac{P}{v_0} - ma_0 = 300 - \frac{6000 \cdot 3}{4} = 120 \text{ Н}$$

3) $\Rightarrow \frac{P}{P} = \alpha = \frac{F_0}{F_{тяги0}} = \frac{120}{300} = 0,4$

Ответ: 1) $q_0 \approx 0,75 \frac{v}{c^2}$

2) $F_0 = 120 \text{ Н}$

3) $\alpha = 0,4$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

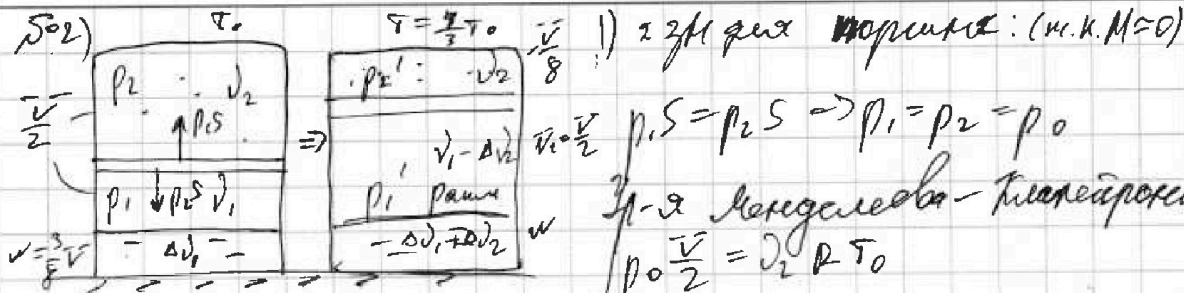
решение которой представлено на странице:



1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$\frac{V_2}{V_1 + \Delta V_1} = \rho$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{\rho_0 V}{2 R T_0}$$

$$\Delta V_1 = k \rho_0 V = \frac{3}{8} k \rho_0 V$$

$$\Rightarrow \frac{V_2}{V_1 + \Delta V_1} = \frac{\frac{\rho_0 V}{2 R T_0}}{\frac{V}{8} + \frac{3}{8} k \rho_0 V} = \frac{1}{\frac{1}{4} + \frac{3}{4} k R T_0} = \frac{4}{1 + 3 k R T_0}$$

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

2) 2 зм **после нагрева**: $(\rho_n + \rho_1') S = \rho_2' S$
 газ **насыщен**, $T = 373 K \Rightarrow \rho_n = \rho_{\text{нас}}$

$$\rho_2' = \rho_1' + \rho_{\text{нас}}$$

$$\rho_2' \frac{V}{8} = \rho_2 R \cdot \frac{4}{3} T_0 = \frac{9}{3} \cdot \frac{1}{2} \rho_0 V \Rightarrow \rho_2' = \frac{16}{3} \rho_0$$

$$\rho_1' \frac{V}{2} = \rho_1 R \cdot \frac{4}{3} T_0 - \Delta V_2 R T; \Delta V_2 = \frac{3}{8} k \rho_1' V$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_1'}{2} = \frac{4}{3} \cdot \frac{1}{2} \rho_0 - \frac{3}{8} k \rho_1' \cdot R T$$

$$\rho_1' \left(\frac{1}{2} + \frac{3}{8} k \cdot R T \right) = \frac{1}{6} \rho_0$$

$$\frac{\rho_1'}{2} \left(1 + \frac{3}{4} k \cdot R T \right) = \frac{1}{6} \rho_0 \Rightarrow \rho_1' = \frac{\rho_0}{3 \left(1 + \frac{3}{4} k \cdot R T \right)}$$

$$\Rightarrow \frac{16}{3} \rho_0 = \frac{1}{3 + \frac{9}{4} k \cdot R T} \rho_0 + \rho_{\text{нас}} \Rightarrow \rho_0 = \frac{3 \rho_{\text{нас}}}{16 - \frac{1}{1 + \frac{3}{4} k \cdot R T}}$$

$$\frac{\rho_0}{3} \left(16 - \frac{1}{1 + \frac{3}{4} k \cdot R T} \right) = \rho_{\text{нас}} = \frac{3 \rho_{\text{нас}}}{16 - \frac{20}{17}} = \frac{47}{244} \rho_{\text{нас}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

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) $p_0 = \frac{47}{244} \text{ атм}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

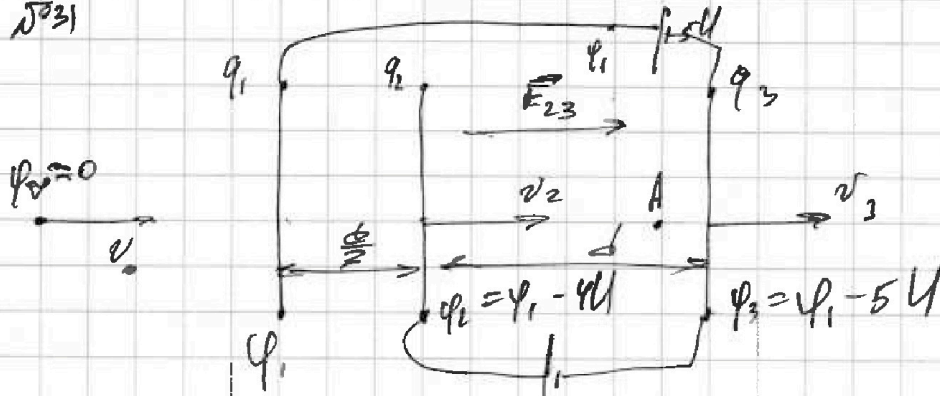
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

Д31



$$1) \varphi_2 - \varphi_3 = E_{23} \cdot d$$

$$U = E_{23} \cdot d$$

$$\text{згм: } m a_{23} = E_{23} q$$

$$\Rightarrow a_{23} = \frac{E_{23} q}{m} = \frac{U q}{m d} = \text{const}$$

$$2) \left. \begin{aligned} k_3 - k_2 &= \frac{m}{2} (v_3^2 - v_2^2) \\ \text{м.к. } a_{23} &= \text{const:} \end{aligned} \right\} d = \frac{v_3^2 - v_2^2}{2 a_{23}}$$

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

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

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

$$\varphi_A - \varphi_3 = E_{23} \cdot \frac{1}{4} d = \frac{1}{4} U$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

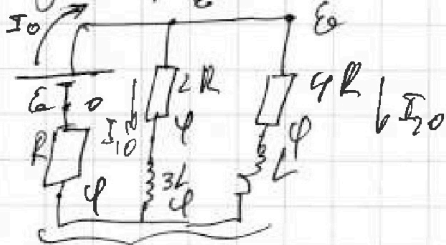
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

№4) 1) Метод узлов при размыкании катушки.
 уст. режим \Rightarrow напряжения на инд-ах равно нулю.



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

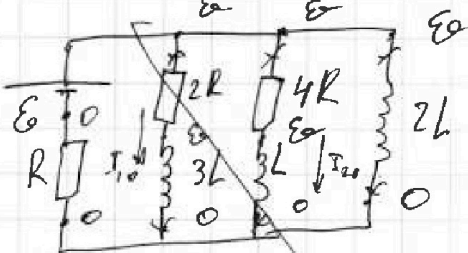
$$\frac{\varphi}{R} = \frac{\varepsilon - \varphi}{2R} + \frac{\varepsilon - \varphi}{4R} \cdot 4R$$

$$4\varphi = 2\varepsilon - 2\varphi + \varepsilon - \varphi$$

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

$$\Rightarrow I_{20} = \frac{\varepsilon - \varphi}{4R} = \frac{4\varepsilon}{7 \cdot 4R} = \frac{\varepsilon}{7R}$$

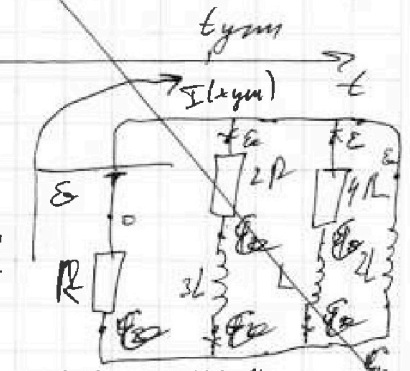
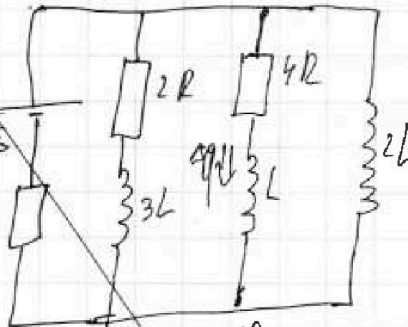
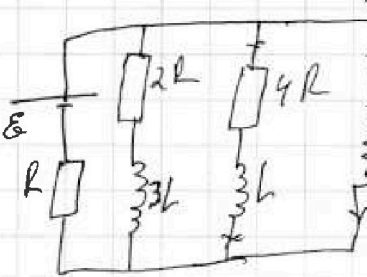
2) сразу после замыкания: ток через инд-а равен нулю.
 \Rightarrow ток течет в самой катушке $\Rightarrow I_L = 0$



$$U_{2L} = \varepsilon = 2L \frac{dI_{2L}}{dt}$$

$$\Rightarrow I_{2L}' = \frac{\varepsilon}{2L}$$

3)



уст. режим $\Rightarrow U$ на инд = 0
 \Rightarrow ток течет через 2R и 4R рез.

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

$$\varphi_A - \varphi_B = \frac{\varepsilon}{9} \cdot 4R + L \frac{dI_L}{dt}$$

$$\Rightarrow 2L \frac{dI_{2L}}{dt} = \frac{\varepsilon}{9} \cdot 4R + L \frac{dI_L}{dt}$$

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

Ответ: 1) $I_{20} = \frac{\varepsilon}{7R}$

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

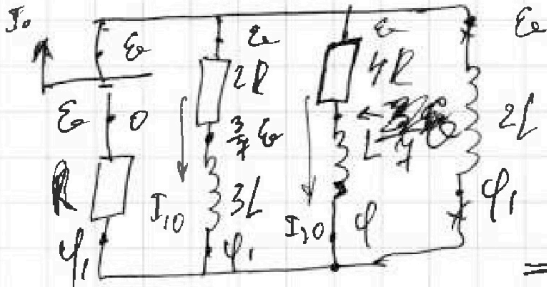
3) $q = \frac{\varepsilon L}{2R^2}$



- 1 2 3 4 5 6 7

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

2) сразу после замыкания ток через индуктивности не меняется.

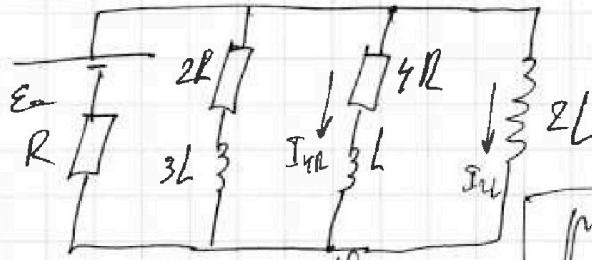


\Rightarrow ток I_0 не меняется
 $\Rightarrow \psi_1 = \psi = \frac{3}{7} E$

$\Rightarrow U_{2L} = E - \frac{2}{7} E = \frac{5}{7} E = 2L I_{2L}'$

$\Rightarrow I_{2L}' = \frac{2E}{7L}$

3) расм. конт в контр. момент: $\psi_A - \psi_B = L \frac{dI_{2L}}{dt}$



$\psi_A - \psi_B = 4Rq + L \frac{dI_{2L}}{dt}$

$\Rightarrow 2L \frac{dI_{2L}}{dt} = 4R \frac{dq}{dt} + L \frac{dI_{2L}}{dt}$

$2L \frac{E}{R} = 4Rq - L \cdot I_{20}$

$2L \frac{E}{R} = 4Rq - L \cdot \frac{E}{7R}$

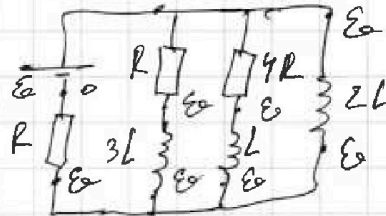
$\Rightarrow 4Rq = \frac{2LE}{R} + \frac{LE}{7R} = \frac{15LE}{7R}$

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

Ответ: 1) $I_{20} = \frac{E}{7R}$
 2) $I_{2L}' = \frac{2E}{7L}$

расм. конт в уст. ре-
 жиме:

$U_{на ин} = 0$:



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

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

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 черговиком и не проверяется. Понятно QR-кода непонятно!

505) При $n_1 = 1,8$ призму \odot можно не рассматривать.

$\angle \varphi = \angle \alpha$ (угол с вертикальной перпендикулярной сторонами)

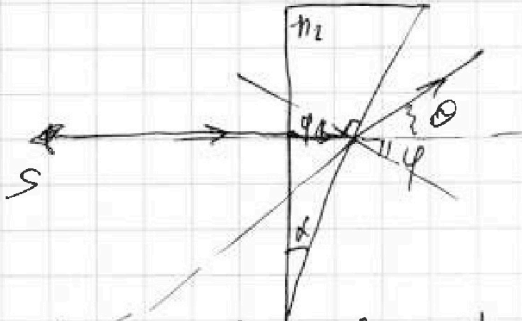
По 2-му Снеллиуса:

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

т.к. φ, θ - малы, то

$$\sin \varphi \approx \varphi; \sin(\theta + \varphi) \approx \theta + \varphi;$$

$$\text{tg } \theta \approx \theta$$



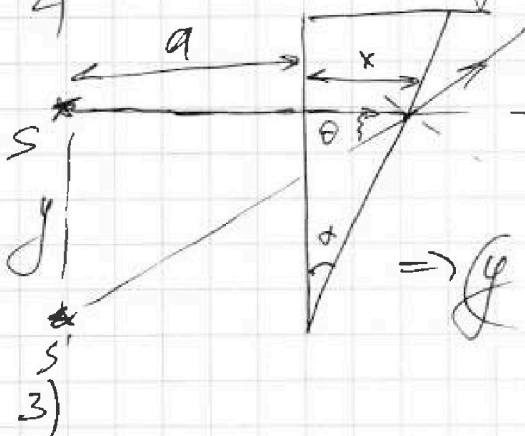
$$\Rightarrow n_2 \varphi = 1/(\theta + \varphi) \Rightarrow \theta = \varphi / (n_2 - 1) = \Delta / (n_2 - 1)$$

$$\theta = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07 \text{ рад.}$$

n_2 - за малости углов (в касательности Δ) S' будет примерно на одной вертикали с S .

$$\Rightarrow y = (a+x) \text{tg } \theta \approx a \text{tg } \theta$$

$$\Rightarrow y = a \theta = a \Delta / (n_2 - 1) = 0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,7 = 0,007 \text{ м} = 0,7 \text{ мм.}$$



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

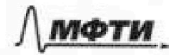
2) $y = a \Delta / (n_2 - 1) = 0,7 \text{ мм.}$



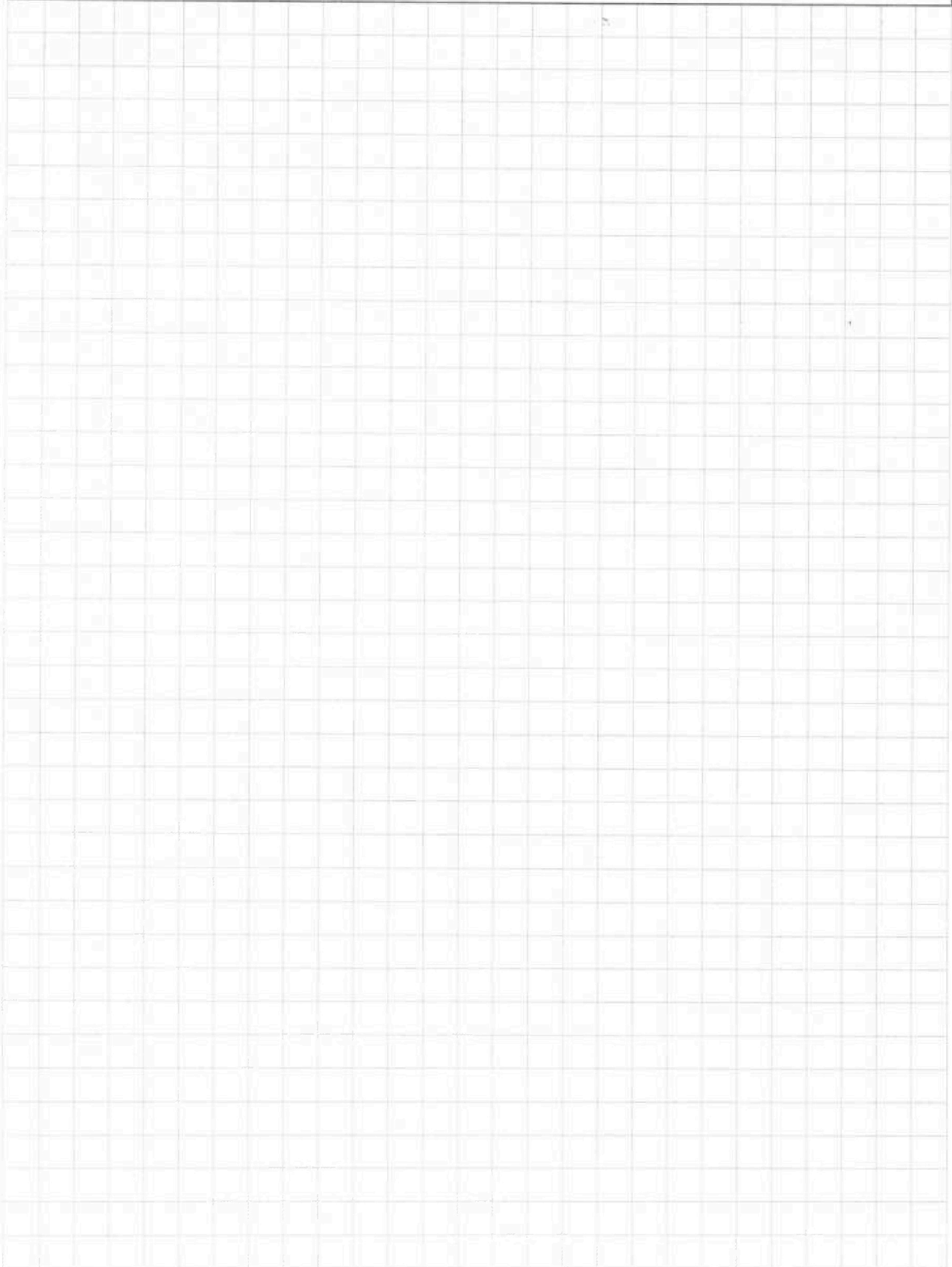
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

 МФТИ

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

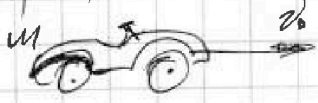
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



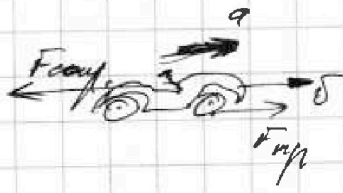
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1) 1)



$$P = \frac{dA}{dt} = \frac{F \cdot dx}{dt} = F \cdot v$$

const



$$\rho_0 = v' = \tan \alpha \approx \frac{3}{4} = \frac{3}{2 \cdot 2}$$

$$\rho_0 \approx 0,75 \frac{m}{c^2}$$

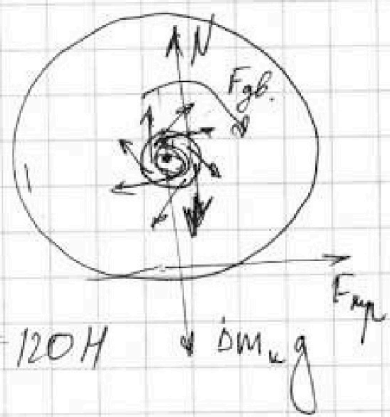
$$m \rho_0 = F_{тр} - F_0 \Rightarrow F_0 = F_{тр} - m \rho_0$$

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

в проп. моменту: $m a = F_{тяги} - F$
 в конце $v \rightarrow v_{уст} = 30 \frac{m}{c} \Rightarrow \rho_k = 0$

$$\Rightarrow F_{тяги} = F_k = \frac{P}{v_{уст}}$$

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



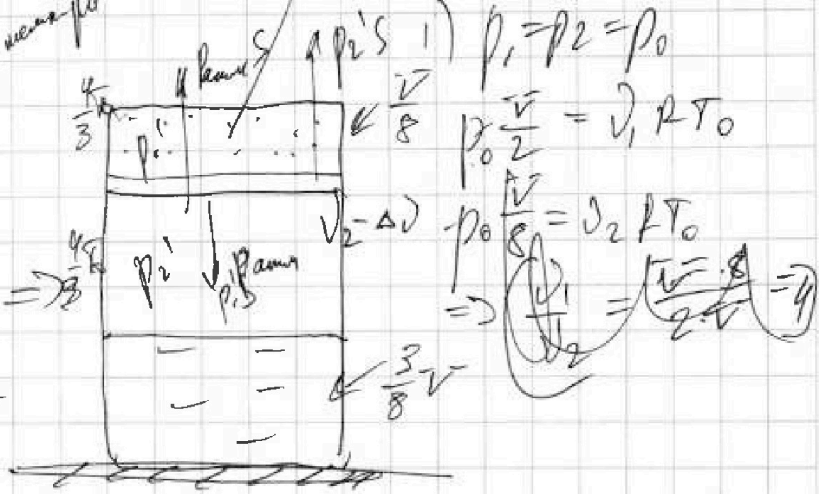
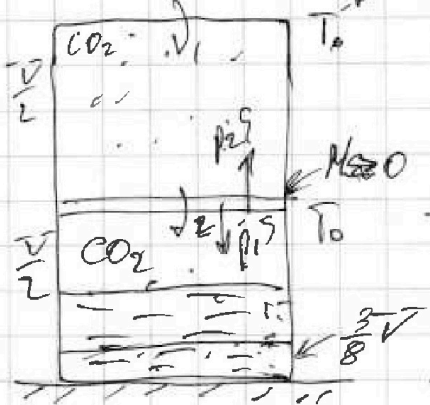
$$dP \quad m a_1 = F_{тяги} - F$$

$$F_{тяги} = F_0 \quad m a_2 \Rightarrow F_0 = \frac{P}{v} - m \rho_0 =$$

$$\frac{6000}{10} - 240 \cdot \frac{3}{4} = 120 \text{ Н}$$

$$\frac{dP}{P} = \alpha = \frac{F_0}{F_{тяги}} = \frac{120}{300} = 0,4$$

2) $\Delta \rho = k \rho \Delta x$
 мал
 3 - конст. велич. ρ_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!

2) $p_1^1 = p_2^1 + p_{\text{шум}}$

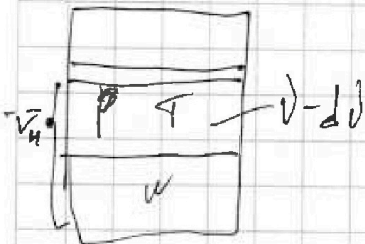
$p_1^1 \frac{\sqrt{V}}{8} = \sqrt{2} R \frac{4\sqrt{V}}{3T_0} \Rightarrow \frac{3p_1^1 \sqrt{V}}{32} = p_2^1 \frac{\sqrt{V}}{2} \Rightarrow p_1^1 = \frac{16}{2 \cdot 3} p_2^1 = \frac{16}{3} p_2^1$

$p_1^1 \frac{\sqrt{V}}{2} = \sqrt{2} R \frac{4\sqrt{V}}{3T_0} - k$
 $\frac{p_1^1 \sqrt{V}}{2} - \frac{3\sqrt{V}}{8} = \frac{\sqrt{V}}{2}$

$\Delta V = k p_0 w = k R T_0$

$R T_0 = \frac{p_0 V}{\Delta V_1}$

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

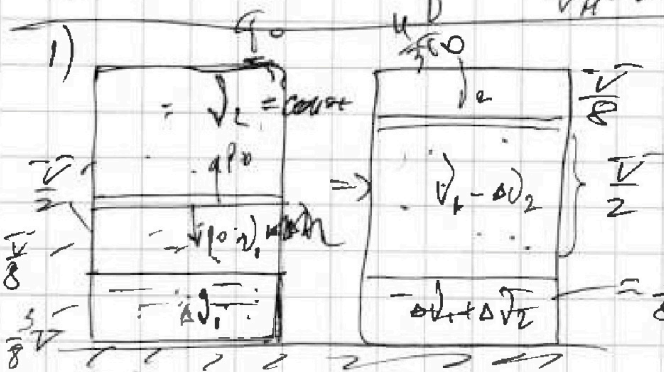


$dV = k p w = k w \frac{\sqrt{p} T_0}{\sqrt{V_H - w}}$

$p(V_H - w) = \sqrt{p} T_0$

$dV = \frac{k w R \cdot T_0}{\sqrt{V_H - w}} \cdot T_0$

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



$p_0 \frac{\sqrt{V}}{2} = \sqrt{2} R T_0 \Rightarrow \sqrt{V} = \frac{8 \sqrt{2} p_0}{p_0}$

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

$\Rightarrow \frac{\sqrt{V}}{8} = \frac{p_0 V}{2 R T_0}$

$\Delta V_1 = \frac{p_0 V}{8 R T_0}$

$\Delta V_1 = k p_0 w$

$\frac{V_2}{V_1 + \Delta V_1} = \frac{p_2}{p_1} = \frac{p_0}{p_0}$

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

$\frac{\frac{p_0 V}{8 R T_0} + k p_0 w}{2 R T_0 \left(\frac{\sqrt{V}}{8 R T_0} + k w \right)}$

$= \frac{\sqrt{V}}{\frac{1}{4} \sqrt{V} + 2 k w R T_0}$

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

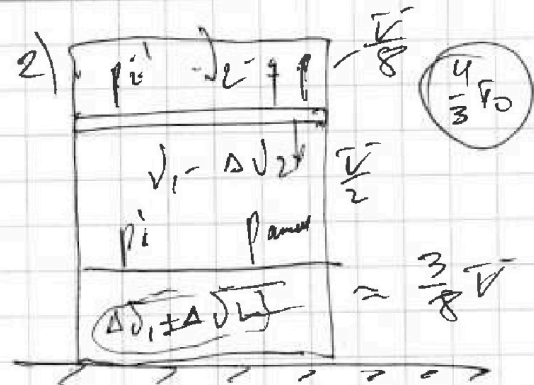
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$p_2' = p_1' \cdot \epsilon_{\text{раств}}$
 $p_2' \frac{V}{8} = V_2 R \cdot \frac{4}{3} V_0$
 $\frac{3}{32} p_2' V = V_2 R T_0 = \frac{1}{2} p_0 V$
 $\Rightarrow p_2' = \frac{32}{2 \cdot 3} p_0 = \frac{16}{3} p_0$

$p_1' \frac{V}{2} = (p_1 - \Delta p_2) R \cdot \frac{4}{3} V_0$
 $\Delta p_2 = k p_1' w = \frac{3}{8} k p_1' V$

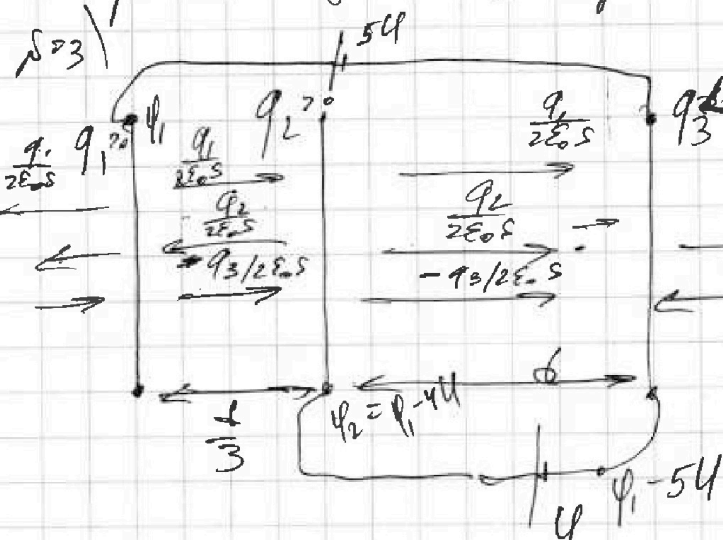
$p_1' \frac{V}{2} = \frac{4}{3} \cdot \frac{1}{8} p_0 V - \frac{3}{8} k p_1' V$

$p_1' \frac{V}{2} = \frac{4}{3} p_0 R T_0 - \frac{4}{3} p_0 R T_0 \cdot \frac{3}{8} k p_1' V$
 $\frac{1}{2} p_1' V = \frac{4}{3} p_0 R T_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0 V}{8 V_0} k p_1' V$

$\frac{p_1'}{2} = \frac{1}{6} p_0 - \frac{3}{8} k p_1' \cdot R T$

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

$m g = E_z g$



1) $\phi_1 - \phi_2 = 4U$

$\phi_3 = \phi_1 - 5U$ $\phi_1 - \phi_2 = \frac{q_1 - q_2}{2\epsilon_0 S}$

$\Rightarrow q_1 - q_2 + q_3 = 4\epsilon_0 S U$

$\phi_2 - \phi_3 = U$ $\phi_2 - \phi_3 = \frac{q_2 - q_3}{2\epsilon_0 S}$

$2\epsilon_0 S U = q_1 + q_2 + q_3$

$q_1 + q_2 + q_3 = 0$

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

$3q_1 + 3q_3 + 5q_2 = 0$

$3q_1 + 5q_2 = 3q_3$

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!



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

$$q_{23} = \frac{E_{23} q}{m} = \frac{Uq}{m d}$$

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

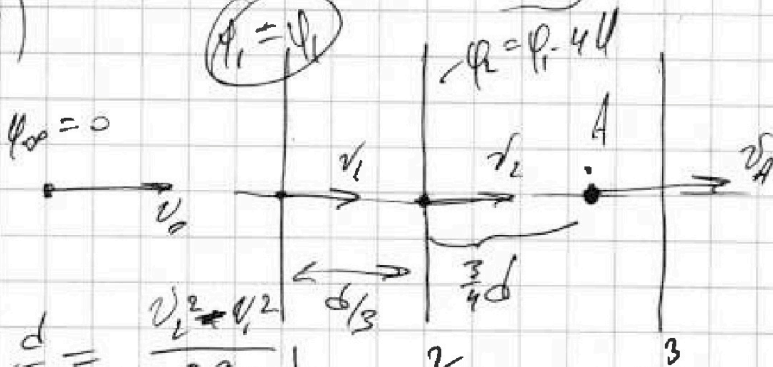
$$\Rightarrow \gamma = k_3 - k_2 = \frac{m}{2} (v_3^2 - v_2^2)$$

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

$$\Rightarrow v_3^2 - v_2^2 = 2 d \cdot \frac{Uq}{m d} = 2 \frac{Uq}{m}$$

$$\Rightarrow \gamma = \frac{m}{2} \cdot 2 \frac{Uq}{m} = Uq$$

3)



$$\gamma_0: \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + \varphi_1 q$$

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

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

$$m a_{12} = E_{12} \cdot q; E_{12} = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{d} = \frac{4U}{d}$$

$$a_{12} = \frac{4Uq}{m d}$$

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

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

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

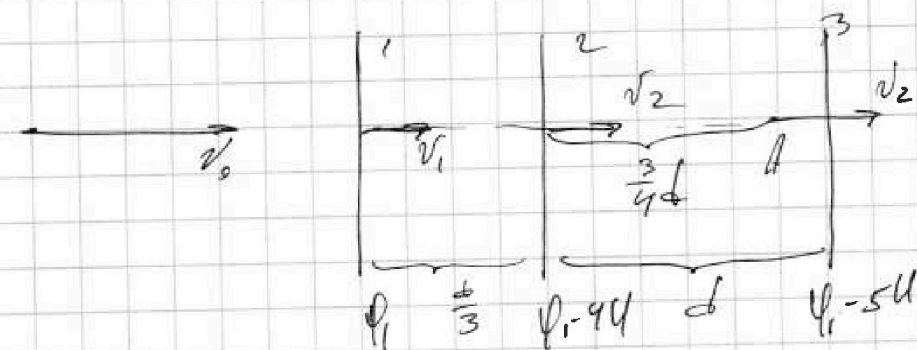
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

ЛМФТИ

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



$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \varphi_A q ; \varphi_A = \varphi_1 - \frac{19}{4}U \quad \varphi_1 q = ?$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \varphi_1 q = \frac{mv_2^2}{2} + \varphi_1 q - 4Uq$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + \varphi_1 q$$

$$mq_{1,2} = \frac{12U}{d} q \Rightarrow q_{1,2} = \frac{12Uq}{md}$$

$$\frac{d}{3} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{24Uq} md$$

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

$$\frac{3}{2}d = \frac{v_A^2 - v_2^2}{24Uq} md$$

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

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

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

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

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

$$\varphi_A - \varphi_3 = \frac{U}{d} \cdot \frac{1}{4}d = \frac{U}{4} \quad \varphi_1 - \varphi_4$$

$$\Rightarrow \varphi_A = \varphi_3 + \frac{U}{4}$$

$$\varphi_1 - 5U$$

$$\varphi_4 = \varphi_2 - \frac{3}{4}U = \varphi_1 - \frac{19}{4}U$$

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

$$\varphi_A = \varphi_1$$

$$\varphi_4 = \varphi_1 - \frac{19}{4}U$$

$$\varphi = \frac{4}{3} \varphi_0 = 14e \Rightarrow \tau_0 = \frac{3}{4} \cdot 343$$

504) σ_1

$$\frac{1}{1 - \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{5} \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^3} = \frac{1}{1 + \frac{27}{20}} = \frac{20}{47}$$

$$\frac{77}{16} - \frac{20}{47} = \frac{732}{47}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 16 \\ 47 \\ \hline 112 \\ 64 \\ \hline 752 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 347 \\ 732 \\ \hline 244 \end{array}$$

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

$$V_A^2 = V_0^2 - \frac{2}{m} (\varphi_1 - \frac{19}{4}U) q$$

$$V_2^2 = V_0^2 - \frac{2}{m} \varphi_1 q + \frac{19}{2} \frac{Uq}{m}$$

$$\varphi_1 + \varphi q = \varphi_2 + \varphi_1 q - 4Uq$$

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

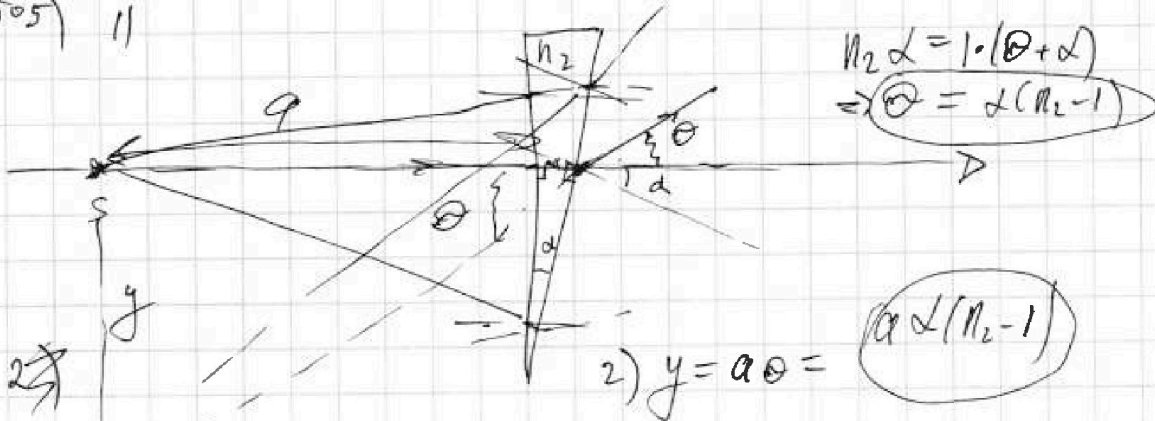
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

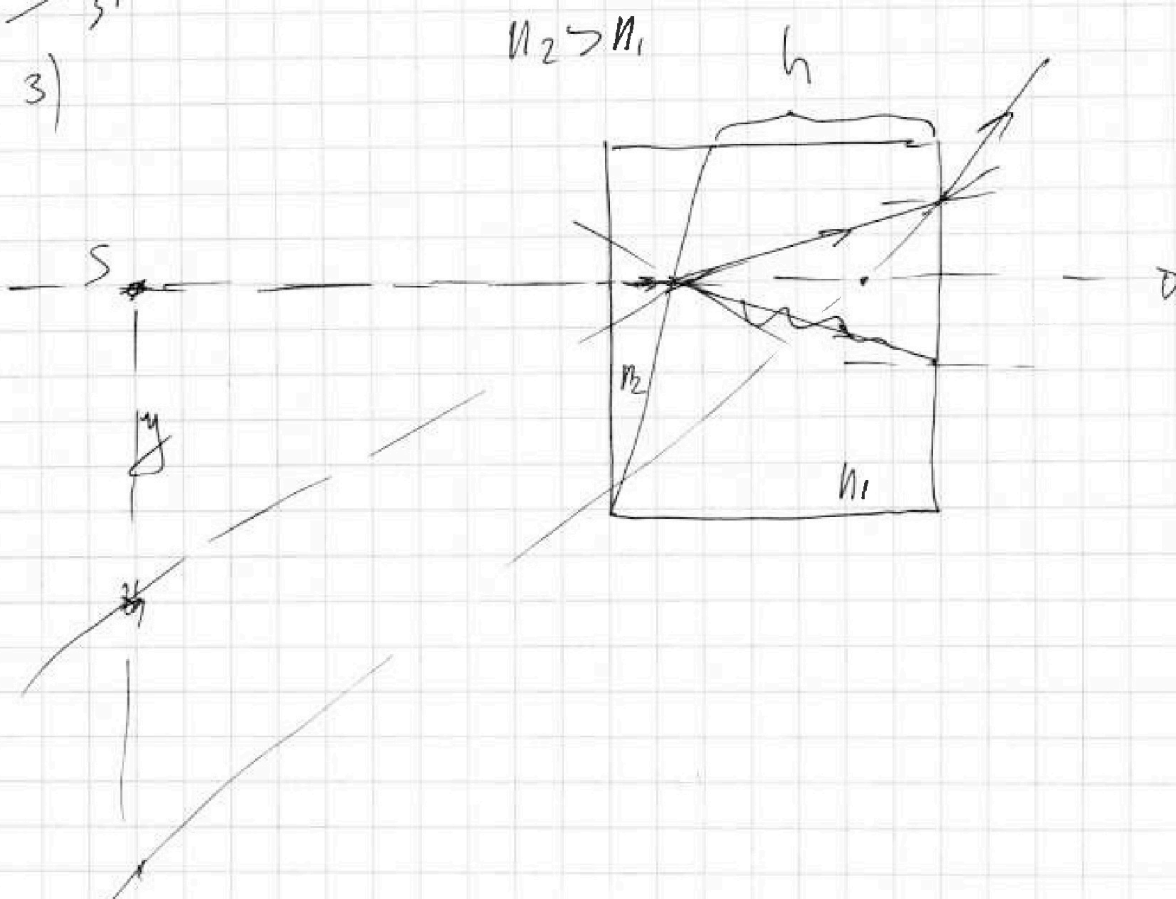
МФТИ

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

№5) 11



3)





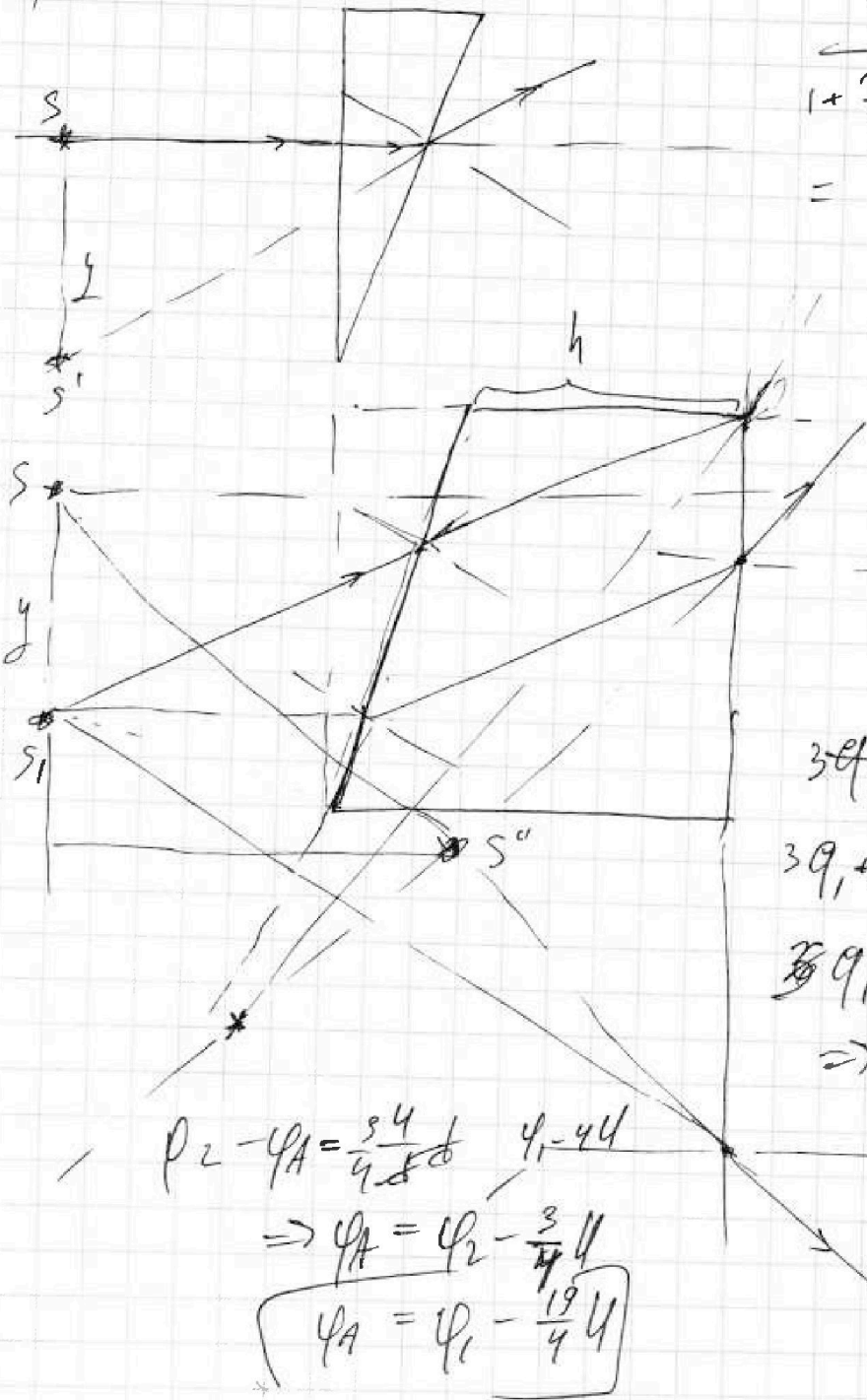
На одной странице можно оформлять только одну задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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

3)



$$\begin{aligned}
 & \frac{1}{1 + \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{5} \cdot 3} \\
 & = \frac{1}{1 + \frac{27}{20}} \\
 & = 16 - \frac{20}{47} = \frac{732}{47} \\
 & = 4 \frac{47}{244} \\
 & \frac{16}{47} \\
 & \frac{11}{2} \\
 & \frac{64}{25^2}
 \end{aligned}$$

$$3q_1 + 4q_1 + 5q_2 + 5q_2 = 0$$

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

$$6q_1 + 8q_2 = 0$$

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

$$\rho_2 - \varphi_A = \frac{34}{4.5} \quad \varphi_1 = 44$$

$$\Rightarrow \varphi_A = \varphi_2 - \frac{3}{4}4$$

$$\boxed{\varphi_A = \varphi_1 - \frac{19}{4}4}$$