



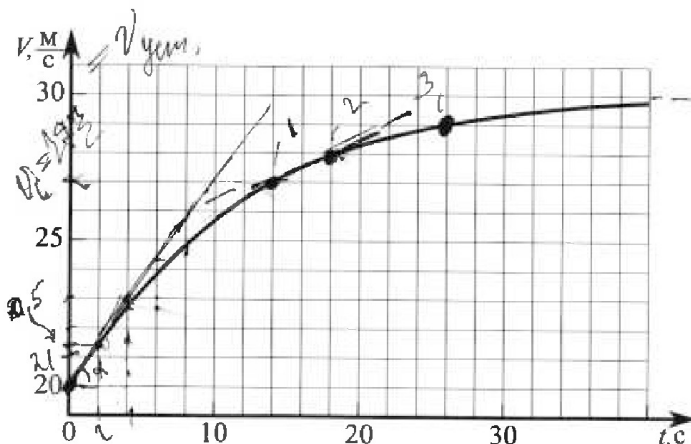
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.



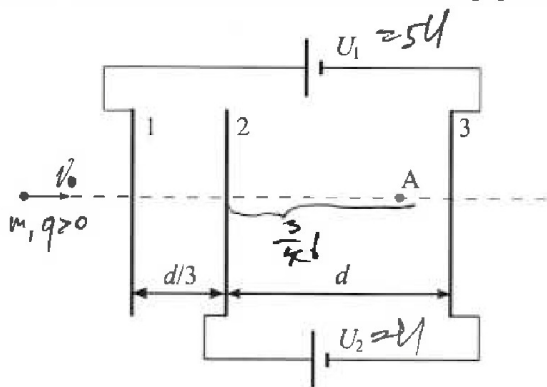
- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
 - 2) Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
 - 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?
- Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом 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 объем $3V/8$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объем его верхней части стал равен $V/8$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δn растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = kpw$. 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) Оделите 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.

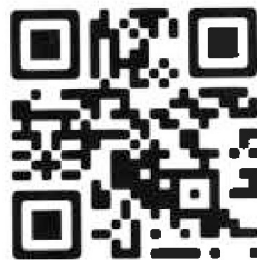


- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.
- 2) Найти разность $K_3 - K_2$, где K_2 и K_3 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
- 3) Найти скорость частицы в точке A на расстоянии $3d/4$ от сетки 2.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-04

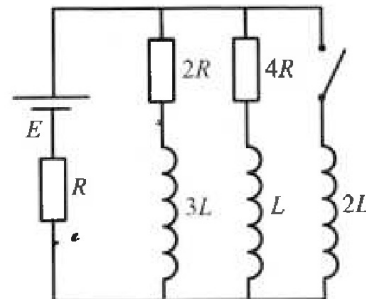
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



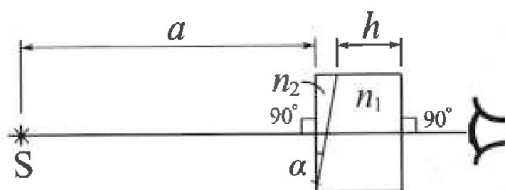
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 акой 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 $n_{\text{в}} = 1,0$. 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.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

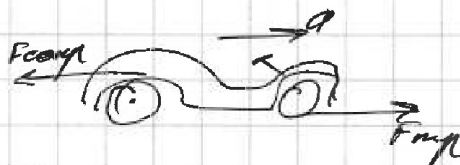
МФТИ

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



$$F = F_{тяги}$$



математический угол α кас-й к траектории в
касательной точке и ось Ox ("напр-д")

1) Из графика: $q = v' = \tan \alpha \approx \frac{3}{4} \frac{ч}{с} = 0,75 \frac{ч}{с}$

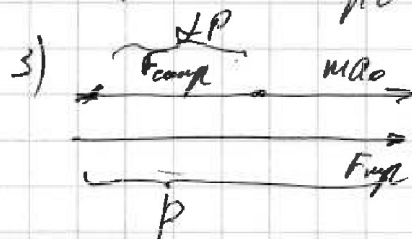
2) эфл для "м": $ma = F_{тяги} - F_{сопр}$

$$F_{тяги} = \frac{P}{v}$$

В конце $v \rightarrow v_{кон} = 30 \frac{ч}{с} \Rightarrow a_k = 0$

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

$$\Rightarrow ma_0 = F_{тяги0} - F_0 \Rightarrow F_0 = \frac{P}{v_0} - ma_0 = 300 - 200 \cdot \frac{3}{4} = 120 \text{ Н}$$



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

Ответ: 1) $q_0 \approx 0,75 \frac{ч}{с}$

2) $F_0 = 120 \text{ Н}$

3) $\alpha = 0,4$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

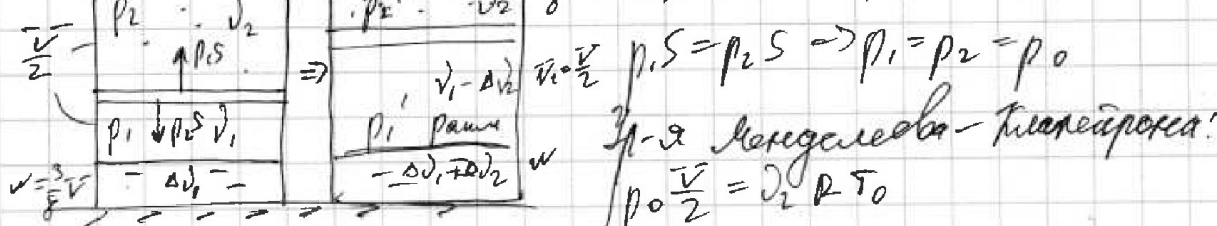
решение которой представлено на странице:

МФТИ

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!

502) $T = \frac{7}{8} T_0$ 1) 2312 глн поршня: (н.к.м=0)



$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow p_1 = p_2 = p_0$$

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

$$p_0 V_1 = p_1 R T_0, (V_1 = \frac{V}{2} - \frac{3}{8} V = \frac{V}{8})$$

$$V_1 = \frac{p_0 V}{8 p_1 R T_0}$$

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

$$\Rightarrow \frac{V_2}{V_1 + \Delta V_1} = \frac{\frac{p_0 V}{2 R T_0}}{\frac{p_0 V}{8 R T_0} + \frac{3}{8} k p_0 V} = \frac{1}{\frac{1}{4} + \frac{3}{4} k R T_0} = \frac{4}{1 + 3 k R T_0}$$

$$k \cdot R = 0.6 \cdot 10^{-3} \cdot 8.31 =$$

2) 2312 глн поршня: $(p_1 + p_1') S = p_2' S$
 Порш находится, $T = 343 K \Rightarrow p_1 = p_{атм}$

$$p_2' = p_1' + p_{атм}$$

$$p_2' \frac{V}{8} = p_2 R \cdot \frac{4}{3} T_0 = \frac{9}{3} \cdot \frac{1}{2} p_0 V \Rightarrow p_2' = \frac{16}{3} p_0$$

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

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

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

$$\frac{p_1'}{2} \left(1 + \frac{3}{4} k \cdot R T \right) = \frac{1}{6} p_0 \Rightarrow p_1' = \frac{p_0}{3 \left(1 + \frac{3}{4} k \cdot R T \right)}$$

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

$$\frac{p_0}{3} \left(16 - \frac{1}{1 + \frac{3}{4} k \cdot R T} \right) = p_{атм} = \frac{3 p_{атм}}{16 - \frac{20}{17}} = \frac{47}{244} p_{атм}$$



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!

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

2) $p_0 = \frac{47}{244} \text{ атм}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

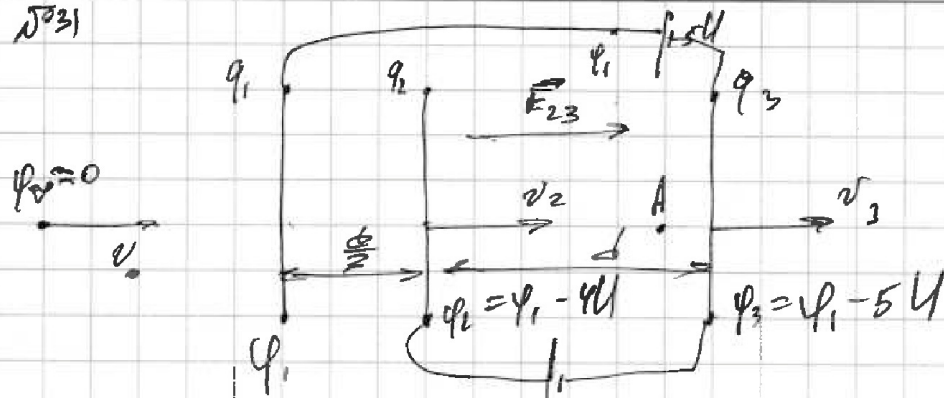
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

№31



$$1) \phi_2 - \phi_3 = E_{23} \cdot d$$

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

$$\text{т.к. } m a_{23} = E_{23} q$$

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

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

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

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

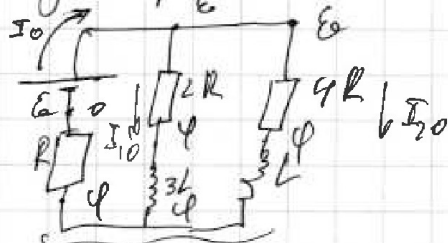
$$3) \phi_2 - \phi_A = E_{23} \cdot \frac{3}{4} d = \frac{3}{4} U$$

$$\phi_A - \phi_3 = E_{23} \cdot \frac{1}{4} d = \frac{1}{4} U$$

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

№4) 1) Масс. узел при размыкании Ключа.
уст. режим $\Rightarrow$ Напряжения на ин-ах равны нулю.



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

$$\frac{\varphi}{R} = \frac{E - \varphi}{2R} + \frac{E - \varphi}{4R} + \frac{\varphi}{3L}$$

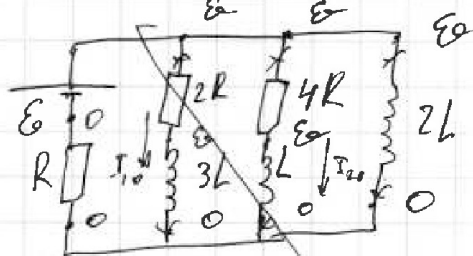
$$4\varphi = 2E - 2\varphi + E - \varphi$$

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

метод
потенциалов

$$\Rightarrow I_{20} = \frac{E - \varphi}{4R} = \frac{E - \frac{3}{7}E}{4R} = \frac{\frac{4}{7}E}{4R} = \frac{E}{7R}$$

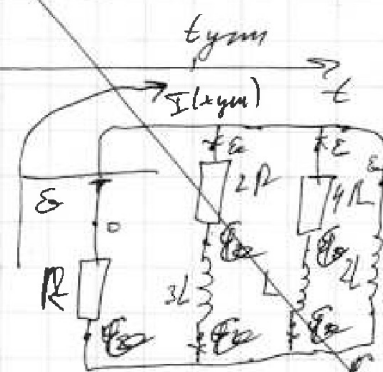
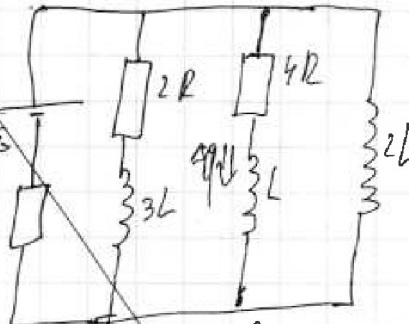
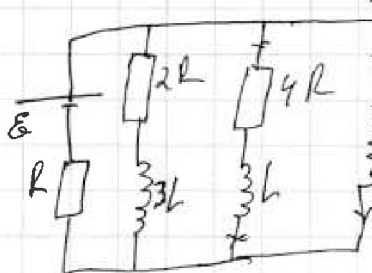
2) сразу после χ — ток через ин-а снос-
ком не мер-ся: $\Rightarrow$ ток нем в самой гон $\Rightarrow I_R = 0$



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

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

3) χ



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

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

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

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

уст. режим
 $\Rightarrow U$ на ин-а = 0
 $\Rightarrow$ ток через 2R и 4R нем.

Ответ: 1) $I_{20} = \frac{E}{7R}$

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

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



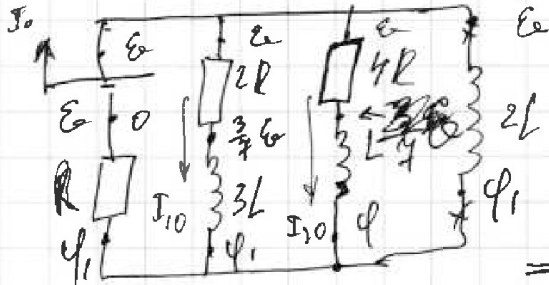
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

2) сразу после $\chi_{\text{ок}}$ ток через --- и не изме-

$\Rightarrow$ ток I_0 не изменится

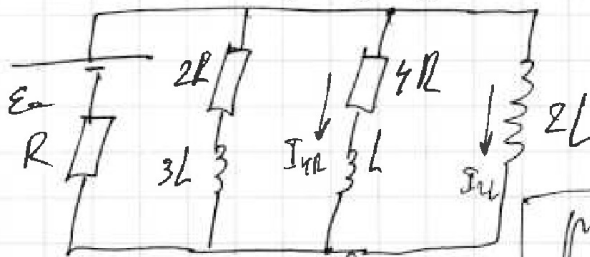


$$\Rightarrow \varphi_1 = \varphi = \frac{3}{7} E$$

$$\Rightarrow U_{2L} = E - \frac{3}{7} E = \frac{4}{7} E = 2L I_{2L}'$$

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

3) рассм. цепь в произв. момент: $\varphi_A - \varphi_B = L \frac{dI_{2L}}{dt}$



$$\varphi_A - \varphi_B = U_{4R} + L \frac{dI_{2L}}{dt}$$

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

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

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

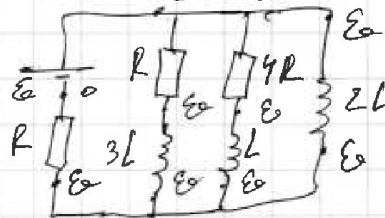
$$\Rightarrow 4R q = \frac{2LE}{R} + \frac{LE}{7R} = \frac{15LE}{7R}$$

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

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

рассм. цепь в уст. ре-
жиме:

$U_{\text{на } \text{---}} = 0$:



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

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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

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

505) При $n_1 = 1.8$ призму $\odot$ можно не рассматривать.

$\angle \varphi = \angle \alpha$ (углы с взаимно перпендикулярными сторонами)

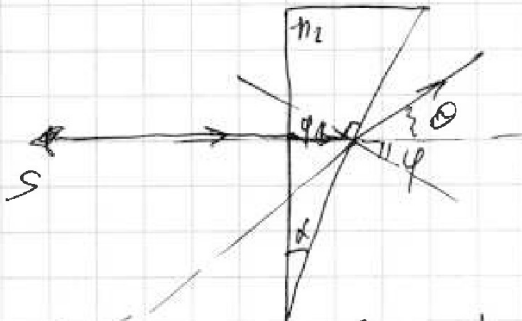
По 2-му Снеллиуса:

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

п.к. φ, θ - малы, то

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

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



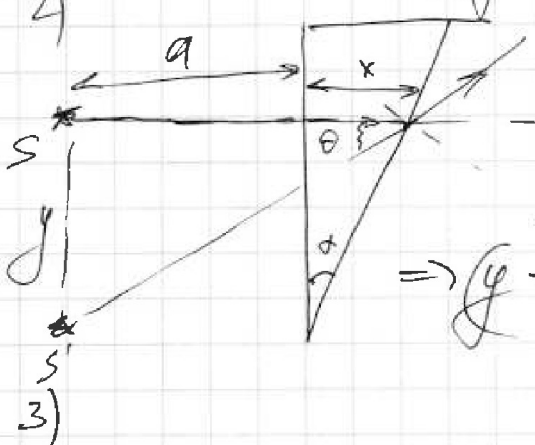
$$\Rightarrow n_2 \varphi = 1/(\theta + \varphi) \Rightarrow \theta = \varphi/(n_2 - 1) = \alpha/(n_2 - 1)$$

$$\theta = 0.1 \cdot 0.7 = 0.07 \text{ рад.}$$

n_2 - за малости углов в касательности $\angle$ S' будет примерно на одну вертикаль с S .

$$\Rightarrow y = (a+x) \tan \theta \approx a \tan \theta$$

$$\Rightarrow y = a \theta = a \alpha/(n_2 - 1) = 0.1 \cdot 0.1 \cdot 0.7 = 0.007 \text{ м} = 0.7 \text{ мм.}$$



Ответ: 1) $\theta = \alpha/(n_2 - 1) = 0.07 \text{ рад}$

2) $y = a \alpha/(n_2 - 1) = 0.7 \text{ мм.}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

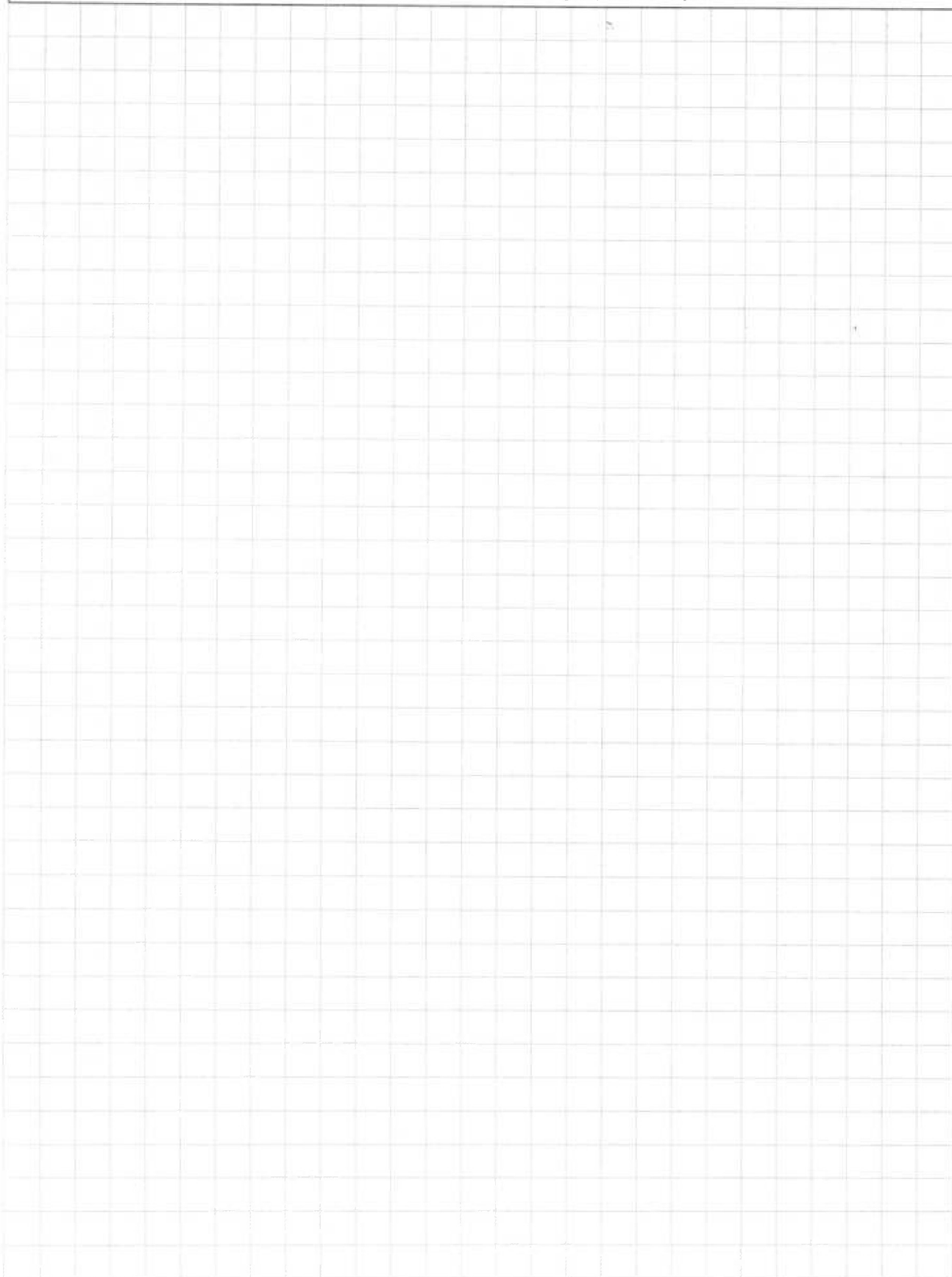
5
☐

6
☐

7
☐

 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.

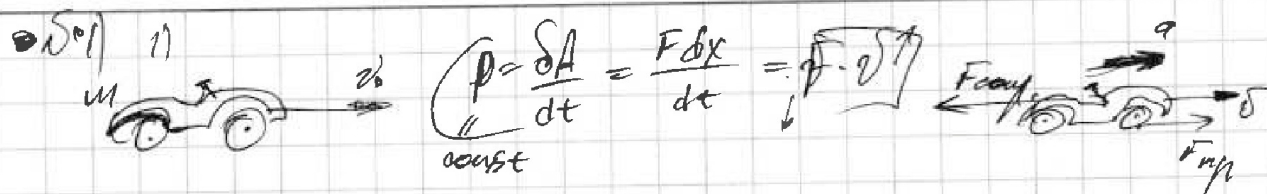
Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

МФТИ

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!



4)
$$Q_0 = v' = \frac{3}{4} = \frac{3}{2 \cdot 2}$$

5)
$$Q_0 \approx 0,75 \frac{m}{s^2}$$

6)
$$m a_0 = F_{up} - F_0 \Rightarrow F_0 = F_{up} - m a_0$$

7)
$$F_{up} = F$$

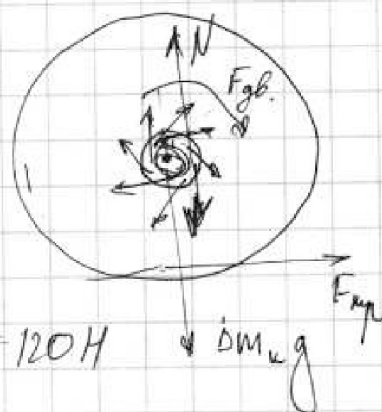
8)
$$\Rightarrow P = F_{up} \cdot v \Rightarrow F_{up} = \frac{P}{v}$$

9)
$$m a = F_{up} - F$$

10)
$$v \rightarrow v_{sum} = 30 \frac{m}{s} \Rightarrow Q_k = 0$$

11)
$$\Rightarrow F_{up} = F_k = \frac{P}{v_{sum}}$$

12)
$$\Rightarrow P = 200 \cdot 30 = 6000 \text{ Вт}$$



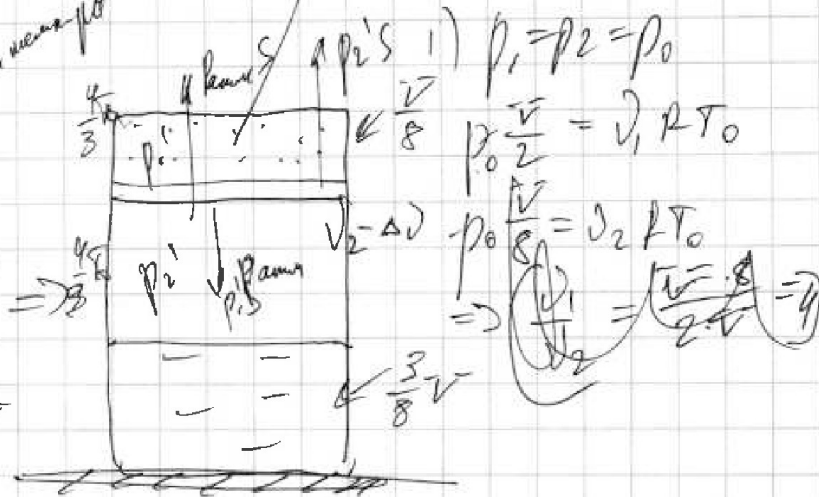
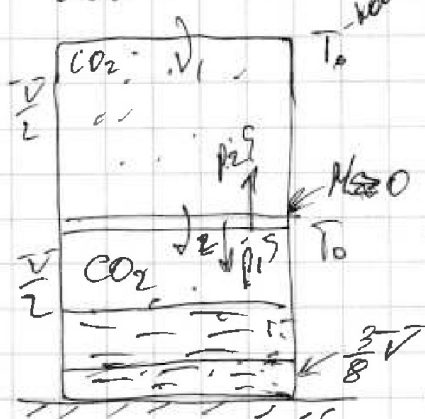
14)
$$\Delta P = m a_0 = F_{up} - F$$

15)
$$F_{up} = F_0 \Rightarrow F_0 = \frac{P}{v} - m a_0 =$$

16)
$$F_{up} = \frac{6000}{10} - 240 \cdot \frac{3}{4} = 120 \text{ Н}$$

17)
$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{F_0}{F_{up}} = \frac{120}{200} = 0,6$$

18)
$$\Delta v = \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} = \frac{3}{8}$$



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!

МФТИ

$$2) p_1' = p_2' + p_{\text{шунт}}$$

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

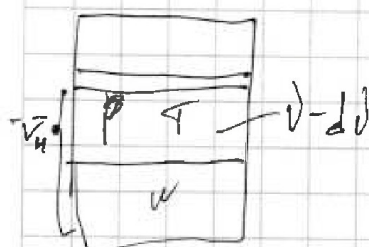
$$p_1' \frac{\bar{V}}{2} = \sqrt{2} R \frac{4}{3} T_0 - k$$

$$\frac{p_1' \bar{V}}{2} - \frac{3 p_1' \bar{V}}{8} = \frac{\bar{V}}{2}$$

$$k \bar{V} = k p_2' w = k \sqrt{2} R T_0$$

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

$$p_{10} = \frac{p_0 \bar{V}}{8 \Delta V_1}$$

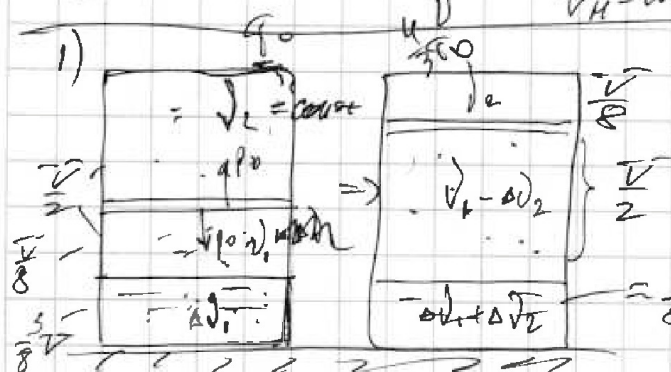


$$dV = k p w = k w \frac{\sqrt{2} R T_0}{\bar{V}_H - w}$$

$$p(\bar{V}_H - w) = \sqrt{2} R T_0$$

$$dV = \frac{k w R \cdot T_0}{\bar{V}_H - w} \cdot T$$

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



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

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

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

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

$$\Delta V_1 = k p_0 w$$

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

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

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

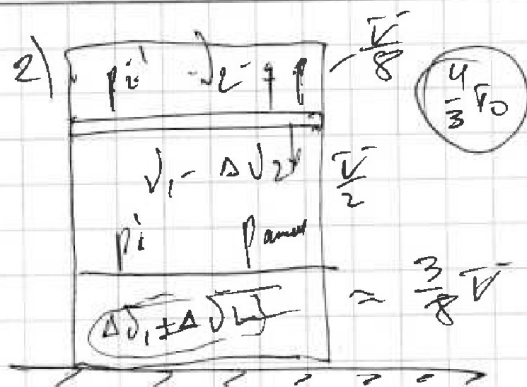
$$= \frac{\frac{1}{4} \bar{V} + 2 k \frac{3}{8} \bar{V} \cdot p_0}{1 + 3 k R T_0}$$

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!



$$p_2' = p_1' + p_{\text{air}} + p_{\text{water}}$$

$$p_2 \cdot \frac{v_2}{8} = j_2 R \cdot \frac{4}{3} \sqrt{10}$$

$$\frac{3}{32} p_0 \cancel{V} = v_L R T_0 = \frac{1}{2} p_0 \cancel{V}$$

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

$$p_1 \frac{\bar{v}}{2} = (p_1 - p_2) R \cdot \frac{4}{3} r_0$$

$$\Delta D_2 = k p_1' w^{-2} = \frac{3}{8} k p_1' \bar{v}$$

~~$$p_1' \frac{\bar{V}}{2} = \frac{4}{3} \rho_1 R T_0 - \frac{4}{3} \rho_1 R T_0 \frac{3}{8} k p_1' \frac{\bar{V}}{2}$$~~

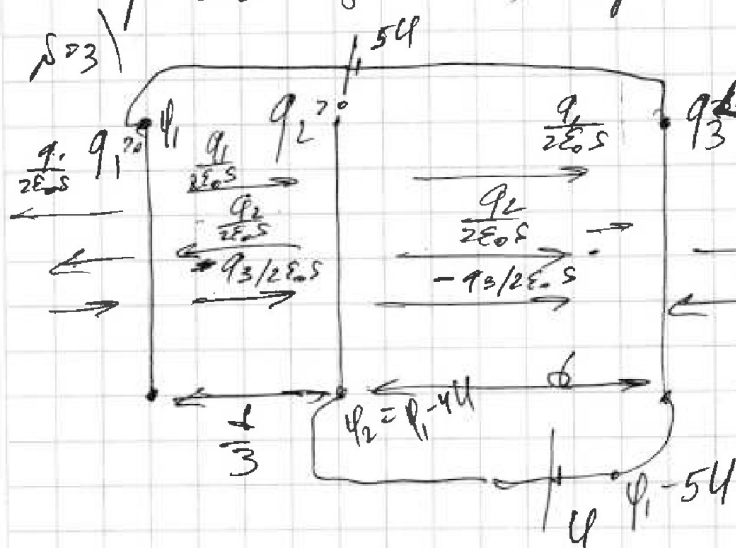
$$\frac{1}{2} p_1 V = \frac{4}{3} p_1 R T_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0 V_0}{8 V_1} \cdot p_1 V$$

$$\frac{p_i}{2} = \frac{1}{6} p_0 - \frac{3}{8} k p_i' \cdot RT$$

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

$$p_1' \frac{\vec{v}}{2} = \frac{4}{3} \cdot \frac{1}{2} p_0 \vec{v} - \frac{3}{8} k p_1' \vec{v} \quad \text{--- } p_1'$$

$$m g = E_z q$$



$$1) \varphi_1 - \varphi_2 = 4U$$

$$p_1 - p_2 = \frac{9_1 - 9_2}{28.5}$$

$$\Rightarrow q_1 - q_2 + q_3 = 42.54$$

$$\begin{aligned} \phi_1 - \phi_3 &= 4 \\ \phi_1 - \phi_3 &= \frac{q_1 + q_2 - q_3}{2\epsilon_0} \end{aligned}$$

$$29.54 = q_1 + q_2 + q_3$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$\Rightarrow \underline{q_1 - q_2 - q_3 = 4q_1 + 4q_2 - 4q_3}$$

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

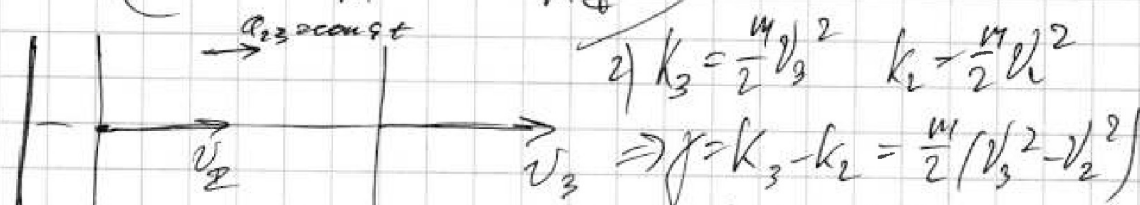
МФТИ

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



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

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



$$2) k_3 = \frac{mv_3^2}{2} \quad k_2 = \frac{mv_2^2}{2}$$

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

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

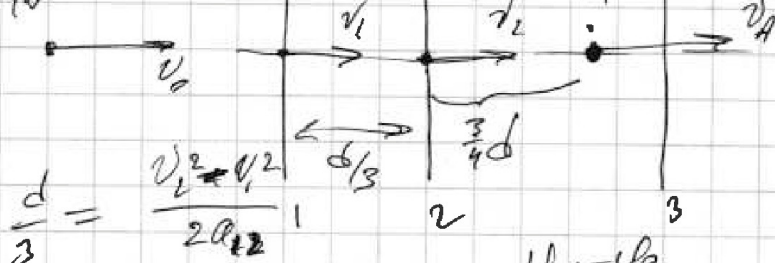
$$\Rightarrow v_3^2 - v_2^2 = 2d \cdot \frac{Uq}{md} = 2 \frac{Uq}{m}$$

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

3)

$$\varphi_1 = \varphi_2$$

$$\varphi_{\infty} = 0$$



$$\frac{d}{3} = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2q_{12}}$$

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

$$q_{12} = \frac{Uq}{md}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + (\varphi_1 - U)q$$

$$\text{for: } \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \varphi_1 q$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \varphi_1 q = \frac{mv_2^2}{2} + (\varphi_1 - U)q$$

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

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

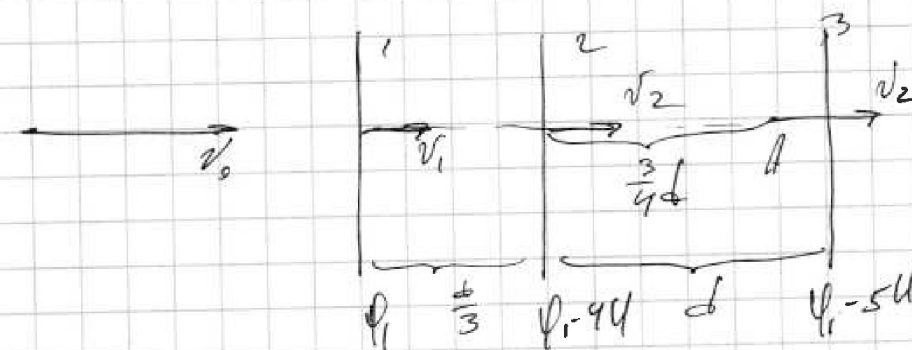
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!



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

$$\frac{mv_1^2}{2} + \varphi q = \frac{mv_1^2}{2} + \varphi_1 q - 4d q$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \varphi_1 q$$

$$mq_{1,2} = \frac{124}{d} q \Rightarrow q_{1,2} = \frac{124 q}{m d}$$

$$\frac{d}{3} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{244 q} m d$$

$$\Rightarrow v_2^2 - v_1^2 = \frac{84 q}{m}$$

$$\frac{3}{4} d = \frac{v_1^2 - v_2^2}{244 q} m d$$

$$v_1^2 - v_2^2 = \frac{34 q}{2 m}$$

$$v_1^2 - \frac{84 q}{m} - v_1^2 = \frac{34 q}{2 m}$$

$$v_1^2 - v_1^2 = \frac{194 q}{2 m}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\varphi_A = \varphi_1$$

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

$$\varphi = \frac{4}{3} \varphi_0 = 19U \Rightarrow T_0 = \frac{3}{4} \cdot 343$$

504) φ

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

$$\frac{17}{16} - \frac{20}{47} = \frac{732}{47}$$

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

$$\begin{array}{r} 347 \\ 432 \\ \hline 244 \end{array}$$

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

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

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

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

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

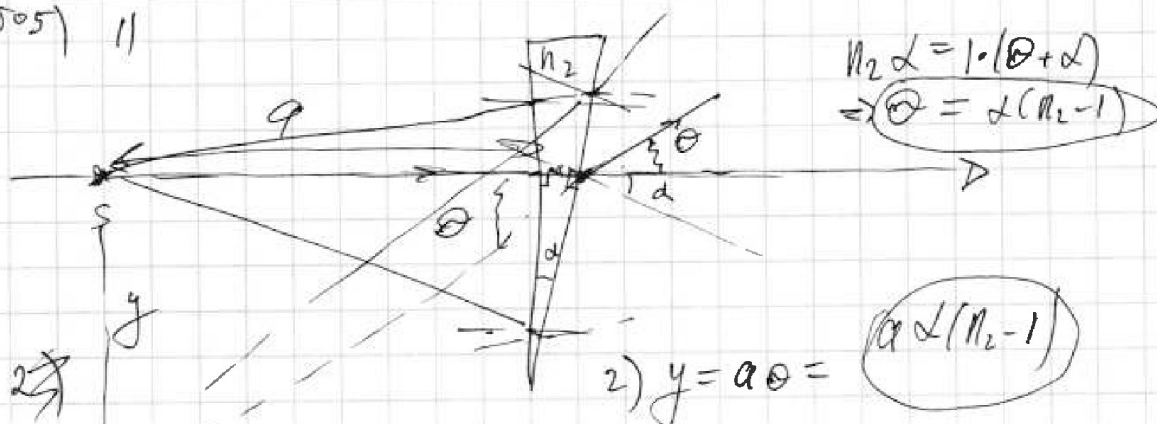
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



505) 11



3)

$n_2 > n_1$

