

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-04

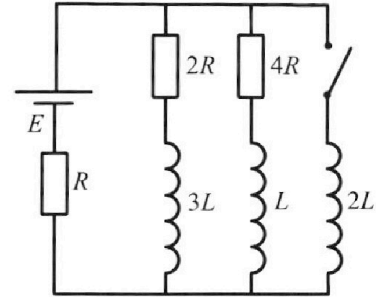
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



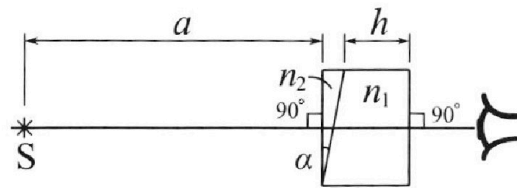
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 заряд протечет через резистор с сопротивлением  $4R$  при замкнутом ключе?

Ответы давать с ч ислowymi 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.



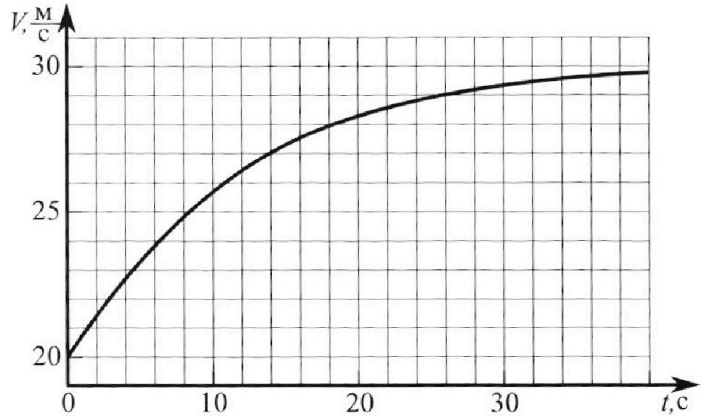
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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.



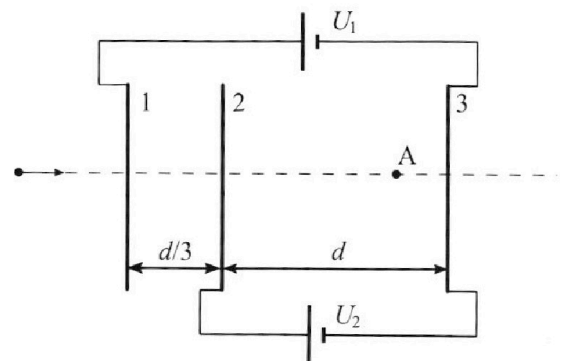
- Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- Найти силу сопротивления движению  $F_0$  в начале разгона.
- Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона? Требуемая точность численного ответа на первый вопрос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

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд 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 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  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpw$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  моль/( $\text{м}^3 \cdot \text{Па}$ ). 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.

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"/>	<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!



N 1

1)  $a_0 \approx 0,75 \text{ м/с}^2$

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

2)  $\frac{P}{v_k} = F_k$

$P = F_k v_k$

$ma_0 = \frac{P}{v_0} - F_0$

$F_0 = \frac{P}{v_0} - ma_0$

$F_0 = \frac{F_k v_k}{v_0} - ma_0$

$F_0 = \frac{100 \cdot 16}{40} - 20 \cdot \frac{3}{4}$

$F_0 = 300 - 150 = 150 \text{ Н}$

Ответ: 2)  $F_0 = 150 \text{ Н}$  (150 Н)

3)  $P_{c0} = F_0 v_0$

$\frac{P_{c0}}{P} = \frac{F_0 v_0}{F_k v_k}$

$\frac{P_{c0}}{P} = \frac{120 \cdot 20}{200 \cdot 40} = 0,4$

Ответ: 3)  $\frac{P_{c0}}{P} = 0,4$  (0,4)

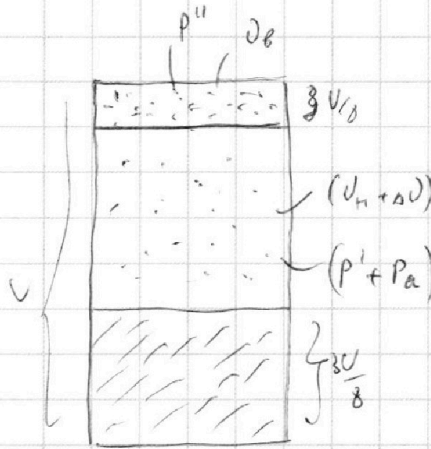
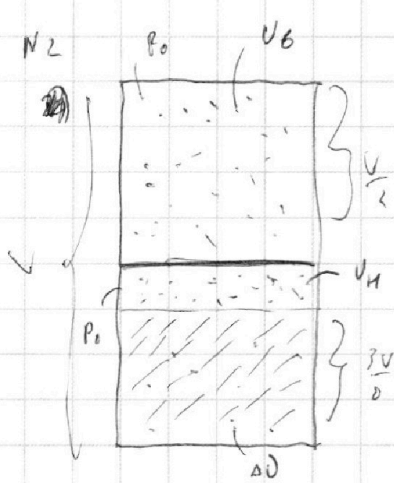
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\begin{cases} \Delta V = K p_0 \frac{3V}{8} \\ p_0 \frac{V}{8} = \nu_H R T_0 \\ \nu_H R T_0 = \frac{3K p_0 V}{8} \\ \Delta V = \frac{3K \nu_H R T_0}{2} \\ \Delta V = 3K \nu_H R T_0 \end{cases}$$

$$1) \begin{cases} p_0 \frac{V}{2} = \nu_B R T_0 \\ p_0 \frac{V}{8} = \nu_H R T_0 \end{cases}$$

$$\frac{p_0 V \cancel{V}^4}{8 p_0 V} = \frac{\nu_B R T_0}{\nu_H R T_0}$$

$$\frac{\nu_B}{\nu_H} = 4$$

Ответ: 1)  $\frac{\nu_B}{\nu_H} = 4$  (4)

$$2) \begin{cases} p_0 \frac{V}{2} = \nu_B R T_0 \\ p'' \frac{V}{8} = \nu_B R T \\ p_0 \frac{V}{8} = \nu_H R T_0 \\ p' \frac{V}{2} = (\nu_H + \Delta \nu) R T \\ p'' = p' + p_a \end{cases}$$

$$\frac{p_0 V \cancel{V}^4}{8 p'' V} = \frac{\nu_B R T_0}{\nu_H R T}$$

$$p'' = \frac{4T}{T_0} p_0$$

$$\frac{4T}{T_0} p_0 = \frac{(1 + 3K R T_0) T}{4 T_0} (p_0 + p_a)$$

$$\frac{T}{T_0} p_0 \left( 4 - \frac{1 + 3K R T_0}{4} \right) = p_a$$

$$p_0 = \frac{T_0}{T} \left( 4 - \frac{1 + 3K R T_0}{4} \right) p_a$$

$$p_0 = \frac{T_0}{4T} (16 - 1 - 3K R T_0) p_a$$

$$p_0 = \frac{T_0}{4T} (15 - 3K R T_0) p_a \quad (T = \frac{5}{3} T_0) \Rightarrow (T_0 = \frac{3}{4} T)$$

$$\frac{p_0 V \cancel{V}^4}{4 \cdot 8 p' V} = \frac{\nu_H R T_0}{\nu_H (1 + 3K R T_0) R T}$$

$$p' = \frac{p_0 (1 + 3K R T_0) T}{4 T_0}$$

$$p_0 = \frac{3K}{4K} \left( 15 - 3 \cdot 1,6 \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4} \right) p_a$$

$$p_0 = \frac{3}{16} \left( 15 - \frac{81}{20} \right) p_a = \frac{3 \cdot 219}{320} p_a = \frac{657}{320} p_a$$

Ответ: 2)  $p_0 = \frac{657}{320} p_a$  ( $\frac{657}{320} p_a$ )

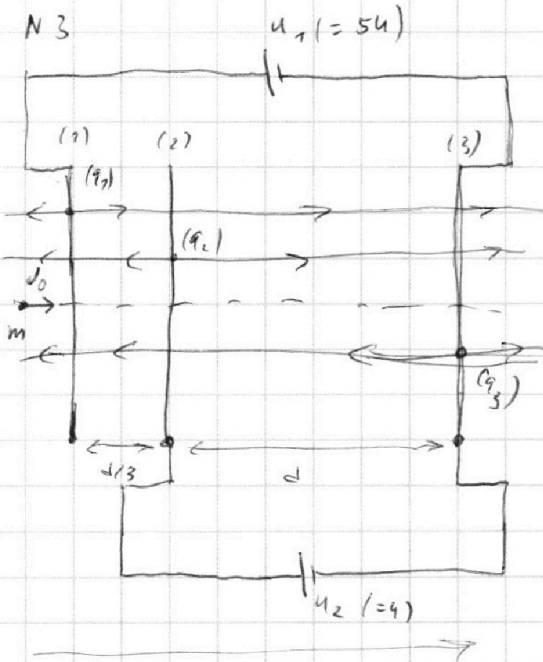
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$3) \left( \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \right) \frac{d}{3} + \left( \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \right) d = -U_1$$

$$\left( \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \right) d = -U_2$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$-q_3 = q_1 + q_2$$

$$\frac{d}{2\epsilon_0 S} (q_1 - q_2 - q_3) - U_2 = -U_1$$

$$\frac{d}{2\epsilon_0 S} (q_1 - q_2 + q_1 + q_2) - U_2 = -U_1$$

$$\frac{q_1 d}{\epsilon_0 S} = -U_1 + U_2$$

$$q_1 = - \frac{3(U_1 - U_2)}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$\frac{d}{2\epsilon_0 S} (q_1 + q_2 - q_3) = -U_2$$

$$\frac{d}{2\epsilon_0 S} (q_1 + q_2 + q_1 + q_2) = -U_2$$

$$q_1 + q_2 = -U_2 \cdot \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$q_2 = - \left( q_1 + U_2 \cdot \frac{\epsilon_0 S}{d} \right)$$

$$q_2 = - \left( - \frac{3(U_1 - U_2)}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{\epsilon_0 S}{d} + U_2 \cdot \frac{\epsilon_0 S}{d} \right)$$

$$q_2 = (3U_1 - 3U_2 - U_2) \cdot \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$q_2 = (3U_1 - 4U_2) \cdot \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$1) E_{23} = \frac{U_2}{d}$$

$$|n| = q E_{23}$$

$$|n| = \frac{q U_2}{m d} = \frac{q U}{m d}$$

Ответ: 1)  $|n| = \frac{q U}{m d}$

$$2) W_2 + A_n = W_3$$

$$A_n = -q U_2$$

$$W_3 - W_2 = -q U_2$$

Ответ: 2)  $W_3 - W_2 = -q U_2$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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



$$q_3 = -(q_1 + q_2)$$

$$q_3 = -(-3(u_1 - u_2) \cdot \frac{\epsilon_0 S}{d} + (3u_1 - 4u_2) \frac{\epsilon_0 S}{d})$$

$$q_3 = -(-3u_1 + 3u_2 + 3u_1 - 4u_2) \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$q_3 = u_2 \cdot \frac{\epsilon_0 S}{d} \quad (u \cdot \frac{\epsilon_0 S}{d})$$

$$q_1 = -3(u_1 - u_2) \cdot \frac{\epsilon_0 S}{d} \quad (-3(5u - u) \frac{\epsilon_0 S}{d} = -12u \frac{\epsilon_0 S}{d})$$

$$q_2 = (3u_1 - 4u_2) \cdot \frac{\epsilon_0 S}{d} \quad (3 \cdot 5u - 4u) \frac{\epsilon_0 S}{d} = 11u \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$l = \frac{U^2 - U_0^2}{2a}$$

$$\frac{dl}{3} = \frac{U^2 - U_0^2}{2 \cdot a_{12}}$$

$$q_{12} = q E_{12}$$

$$E_{12} = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S}$$

$$E_{12} = \frac{-12u \frac{\epsilon_0 S}{d}}{2\epsilon_0 S} - \frac{11u \frac{\epsilon_0 S}{d}}{2\epsilon_0 S} - \frac{4 \frac{\epsilon_0 S}{d}}{2\epsilon_0 S}$$

$$E_{12} = -\frac{24u}{2d}$$

$$a = -\frac{24 \cdot 94}{2d}$$

$$\frac{d}{3} = \frac{U^2 - U_0^2}{-2 \frac{24 \cdot 94}{2d}}$$

$$\frac{d}{3} = \frac{U_0^2 - U^2}{8 \frac{24 \cdot 94}{d}}$$

$$8 \cdot 94 = U_0^2 - U^2$$

$$U^2 = U_0^2 - 8 \cdot 94$$

$$d = \frac{U_a^2 - U_c^2}{2 a_{23}}$$

$$q_{23} = q E_{23}$$

$$E_{23} = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S}$$

$$E_{23} = \frac{-12u \frac{\epsilon_0 S}{d}}{2\epsilon_0 S} + \frac{11u \frac{\epsilon_0 S}{d}}{2\epsilon_0 S} - \frac{4 \frac{\epsilon_0 S}{d}}{2\epsilon_0 S}$$

$$E_{23} = \frac{-24}{2d}$$

$$q_{23} = -\frac{2 \cdot 94}{2d}$$

$$d = \frac{U_a^2 - U_c^2}{-2 \frac{2 \cdot 94}{2d}}$$

$$\frac{3}{4} \frac{d}{4} = \frac{U_c^2 - U_a^2}{2 \cdot 94}$$

$$U_c^2 - U_a^2 = \frac{3}{2} \cdot 94$$

$$U_a^2 = U_c^2 - \frac{3}{2} \cdot 94$$

$$U_c^2 = U_0^2 - 894 - \frac{3}{2} \cdot 94$$

$$U_a^2 = U_0^2 - \frac{19}{2} \cdot 94$$

$$U_a = \sqrt{U_0^2 - \frac{19}{2} \cdot 94}$$

condition 3)  $U_a = \sqrt{U_0^2 - \frac{19}{2} \cdot 94}$   
 $(\sqrt{U_0^2 - \frac{19}{2} \cdot 94})$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

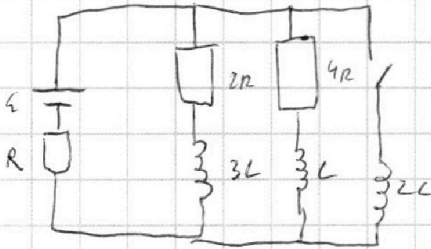
- 1  2  3  4  5  6  7



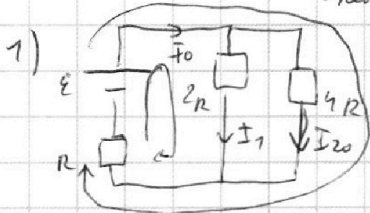
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



N 4



↓ *эквивал. цепь*



$$\begin{cases} \varepsilon = I_0 R + I_1 2R \\ \varepsilon = I_0 R + I_2 4R \\ I_0 = I_1 + I_2 \end{cases}$$

$$I_2 4R = I_1 2R$$

$$I_1 = 2 I_2$$

$$I_0 = 2 I_2 + I_2$$

$$I_0 = 3 I_2$$

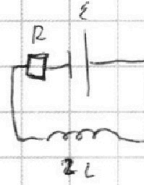
$$\varepsilon = 3 I_2 R + I_2 4R$$

$$\varepsilon = 7 I_2 R$$

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{7R}$$

Ответ 1)  $I_{20} = \frac{\varepsilon}{7R} \left( \frac{\varepsilon}{7R} \right)$

2)



*Эквив. цепь*

$$\begin{cases} |\varepsilon_{\text{ис}}| = 2L I' \\ \varphi_{\text{ис}} = \varepsilon \end{cases}$$

$$I' = \frac{\varepsilon}{2L}$$

Ответ 2)  $I' = \frac{\varepsilon}{2L} \left( \frac{\varepsilon}{2L} \right)$

3)

$$\begin{cases} \frac{L I^2}{2} = Q \\ Q_i = I_i^2 4R \Delta t_i \end{cases}$$

$$Q_i = \frac{4R I_i^2 \Delta t_i}{\Delta t_i}$$

$$Q = \int_0^{\infty} \frac{4R I_i^2}{\Delta t_i} dt_i = 4R Q$$

$$\frac{L I^2}{2} = 4R Q$$

$$I^2 = \frac{2Q}{R}$$

$$Q = I \sqrt{\frac{L}{8R}}$$

$$I = I_1$$

$$I_1 = \frac{3\varepsilon}{7R}$$

~~Answer 3)  $Q = I \sqrt{\frac{L}{8R}}$~~

$$Q = \frac{3\varepsilon}{7R} \sqrt{\frac{L}{8R}}$$

Answer 3)  $Q = \frac{3\varepsilon}{7R} \sqrt{\frac{L}{8R}} \left( \frac{3\varepsilon}{7R} \sqrt{\frac{L}{8R}} \right)$

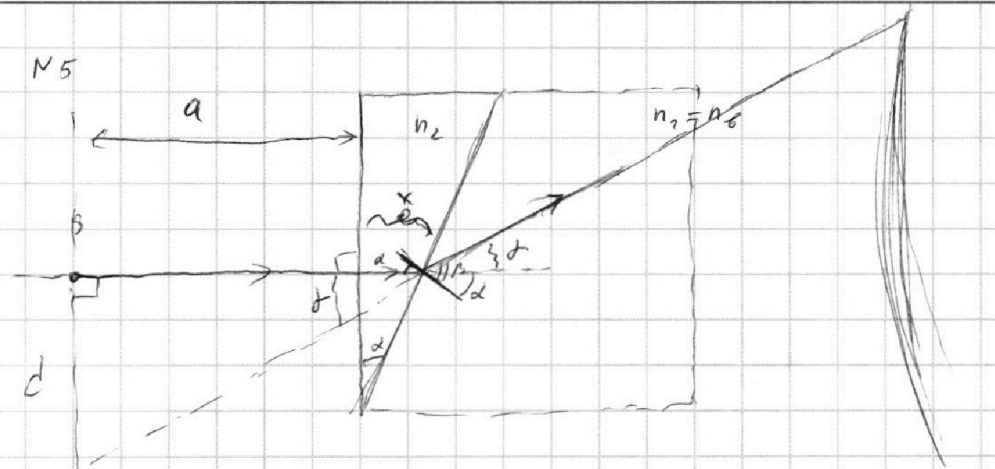
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



$$1) \left\{ \begin{aligned} \frac{d}{b} &= \frac{n_1}{n_2} \\ d &= n_2 d \end{aligned} \right.$$

$$d = n_2 d - d$$

$$d = (n_2 - 1)d$$

$$d = (1,7 - 1) \cdot 0,1 = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07 \text{ мкм}$$

Ответ: 1)  $d = 0,07 \text{ мкм}$  ( $0,07 \text{ мкм}$ )

$$2) d = \frac{d}{\alpha + \alpha'} \quad (\text{т.к. } \alpha \approx \alpha')$$

$$d = \frac{d}{\alpha}$$

$$d = a \alpha$$

$$d = 1 \cdot 0,07 = 0,07 \text{ м} = 7 \text{ мкм}$$

Ответ: 2)  $d = 7 \text{ мкм}$  ( $7 \text{ мкм}$ )



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

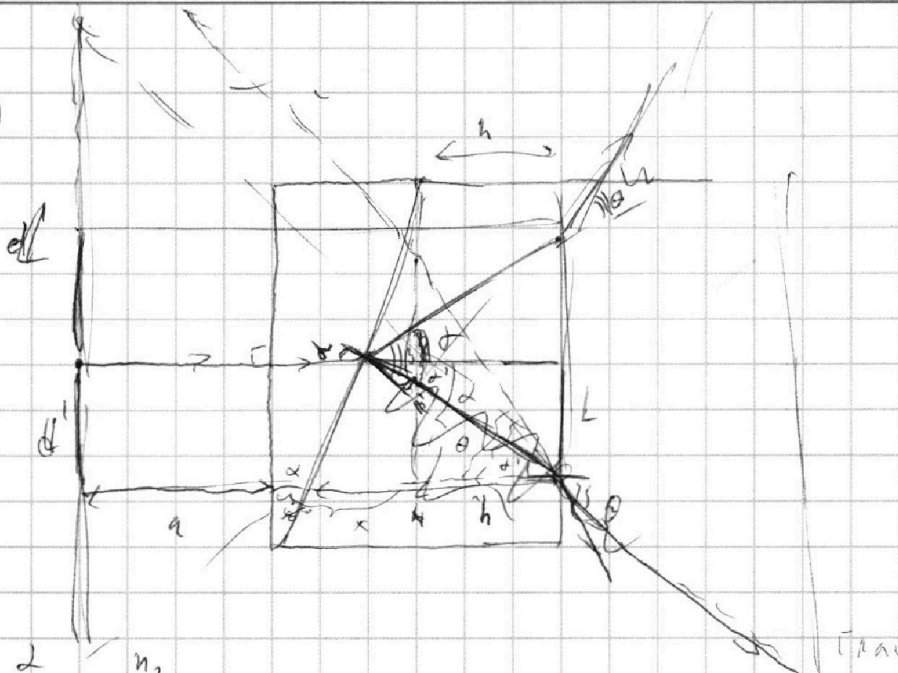
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



3)



$$\frac{d}{d'} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$d' = d - a$$

$$\frac{d'}{a} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$a = \frac{d' + L}{n_2 + n_1}$$

$$d' = \frac{L}{h}$$

$$d' = -d + \frac{n_2}{n_1} d = \frac{n_2 - n_1}{n_1} d$$

$$\frac{n_2 - n_1}{n_1} d = \frac{1}{h}$$

$$a = (n_2 - n_1) d$$

$$L = \frac{n_2 - n_1}{n_1} h d$$

$$d' = (1.7 - 1.4) / (1 + \frac{1.7-1.4}{1.4} \cdot 0.14) \cdot 0.14 \quad (a+h) \theta = d' + \frac{n_2 - n_1}{n_1} h d$$

$$d' = 0.3 \cdot 0.14 \left( 1 + \frac{0.4}{1.4} \cdot 0.14 \right)$$

$$d' = (a+h) (n_2 - n_1) d - \frac{n_2 - n_1}{n_1} h d$$

$$d' = 0.03 \left( 1 + \frac{0.4}{1.4} \right)$$

$$d' = (n_2 - n_1) d \left( a + h - \frac{h}{n_1} \right)$$

$$d' = \frac{3}{10000} \cdot \frac{104}{10000} = \frac{3 \cdot 12}{100000} \text{ м}$$

$$d' = 3,12 \text{ мкм}$$

$$d' = (n_2 - n_1) \left( a + \frac{n_2 - 1}{n_1} h \right) d$$

Ответ: 3)  $d' = 3,12 \text{ мкм}$ ,  $(3,12 \text{ мкм})$

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!

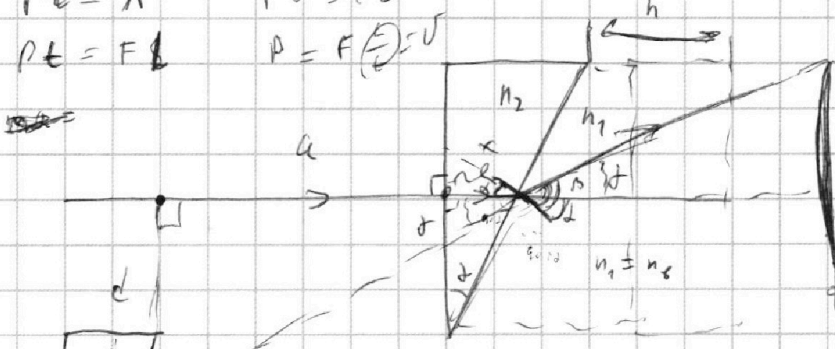


$Pt = A$   
 $Pt = F \cdot l$

$Pt = FL$   
 $P = F \cdot \frac{L}{t} = v$

$P = F \cdot v$   
 $P = F \cdot v \cdot n_2$

$ma_0 = \frac{P}{v_0} - F_0$   
 $ma_0 = \frac{F \cdot v \cdot n_2}{v_0} - F_0$   
 $F_0 = \frac{F \cdot v \cdot n_2}{v_0} - ma_0$



$\theta = \alpha - \beta$   
 $\frac{L}{A_1} = \frac{n_1}{n_2}$   
 $\theta = \alpha - \beta$   
 $\frac{\theta}{\theta} = \frac{n_1}{n_2}$

$\frac{d}{\rho} = \frac{n_1}{n_2}$   
 $d = \rho - d$

$d = n_2 d - d$   
 $d = (n_2 - 1) d$

$\frac{P \cdot F_0 \cdot v_0}{P} = 1 - \frac{F_0 \cdot v_0}{P}$   
 $= 1 - \frac{F_0 \cdot v_0}{P}$

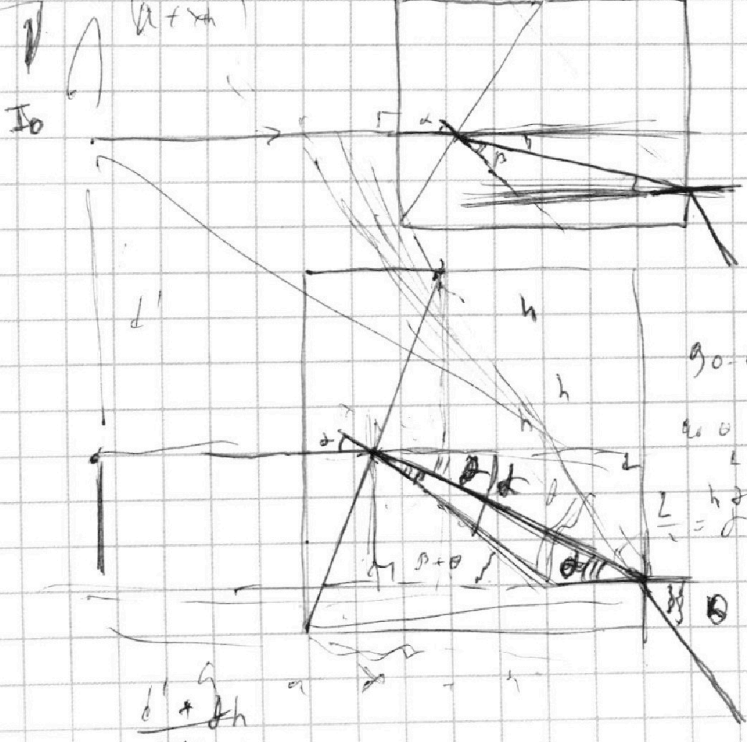
$d = \frac{d + x_0}{a + x_0}$   
 $d = \frac{d}{a}$   
 $d = a \cdot d$

$d = a(n_2 - 1)d$

$d' = \frac{d}{a + h + x_0}$   
 $d' = \frac{d}{a + h}$

$\theta = \frac{d' + d \cdot h}{a + h}$

$\frac{d' + d \cdot h}{a + h + x_0}$



$\theta_0 = \theta - \alpha$   
 $L = d \cdot h$   
 $\frac{L}{a} = d$

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!



$$P_0 \frac{V}{\gamma} = \nu_c R T_0$$

$$P'' \frac{V}{\gamma} = \nu_B R T_0$$

$$4P_0 = P'' \frac{T}{T_0} \quad P'' = \frac{4T_0}{T} P_0$$

$$P'' = P' + P_a$$

$$P' =$$

$$P' = \frac{4T_0}{T} P_0 = \frac{T_0}{T(1+3\kappa R T_0)} P_0 + P_a$$

$$\frac{4T_0}{T} P_0 \left( 4 - \frac{1}{1+3\kappa R T_0} \right) = P_a$$

$$P_0 = \frac{T}{T_0} \left( \dots \right)$$

$$2) \quad P_0 = \frac{T}{T_0 \left( 4 - \frac{1}{1+3\kappa R T_0} \right)} P_a$$

$$P_0 = T_0 = \frac{3}{4} T$$

$$P = \frac{F \cdot L}{\tau} = \frac{F \cdot L}{t}$$

$$F_k = k \Delta l$$

$$\frac{3}{4} \left( 15 - \frac{9 \cdot 3}{4 \cdot 5} \cdot 3 \right) = \frac{4 P_a}{3 \left( 4 - \frac{1}{1 + \frac{81}{20}} \right)}$$

$$k \Delta l = F$$

$$k = \frac{P \cdot t}{L}$$

$$k \Delta l = P \cdot t$$

$$m \Delta l = \frac{P \cdot t}{c} + F \cdot t$$

$$P = m \Delta l$$

$$P = m \Delta l \cdot t$$

$$L = \nu_{st}$$

$$\frac{3}{26} \left( \frac{300 \cdot 81}{20} \right) = \frac{4 P_a}{3 \left( 4 - \frac{20}{201} \right)}$$

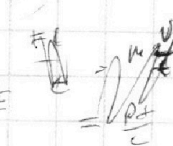
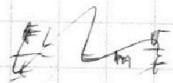
$$\frac{3 \cdot 219}{26 \cdot 20} = \frac{4 P_a}{3 \left( \frac{404 - 20}{201} \right)}$$

$$= \frac{657}{320} \text{ Pa}$$

$$= \frac{204}{30324} \text{ Pa} = \frac{102}{15162} \text{ Pa} = \frac{51}{7581} \text{ Pa} = \frac{17}{2527} \text{ Pa}$$

$$F = \frac{P \cdot t}{c}$$

$$= \frac{m \cdot \nu}{c}$$



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!



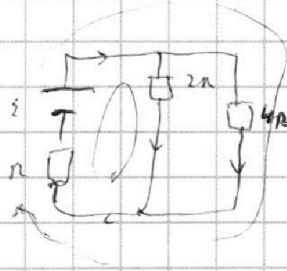
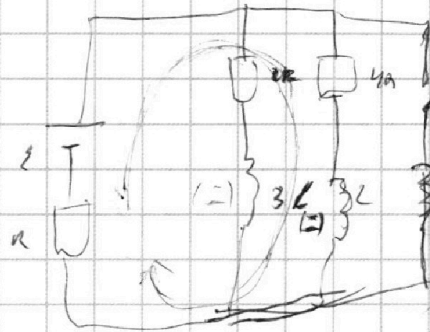
$$S = \frac{U_1^2 - U_2^2}{24} \quad \frac{3\alpha x}{2} = \frac{\sqrt{u_1^2 - u_2^2}}{\sqrt{\frac{4}{9}}}$$

$$\frac{3}{2} = \frac{U_1^2 - U_2^2}{9u}$$

$$U_1^2 = U_2^2 - \frac{3}{2}9u$$

$$U_0^2 = U_1^2 - 84u - \frac{3}{2}9u$$

$$U_0 = \sqrt{U_1^2 - \frac{12}{2}9u}$$



$$\Delta I^2 R dt$$

$$\frac{LI^2}{2} - Q$$

$$\frac{\Delta U^2}{2R} dt$$

$$\frac{LI^2}{2} = Q^2 R$$

$$Q = \frac{U}{R}$$

$$Q = \frac{LI^2}{2R}$$

$$Q = I \sqrt{\frac{L}{2R}}$$

$$\int \frac{4u^2}{2R} dt = \int \dots$$

$$9IR$$

$$Q = \int I dt$$

$$E_{IS}$$

$$LI'$$

$$I_{20} R = I_{10} R$$

$$I_{20} + I_{10} = I_0 \quad \frac{49R}{dt} = \Delta I_{IS} \quad I_{10} = 2I_{20}$$

$$I_0 = 3I_{20}$$

$$\frac{4u}{R} = \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{LI^2}{2} = Q$$

$$E = 3I_{20}R + I_{20}4R$$

$$E = 7I_{20}R$$

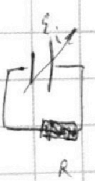
$$I_{20} = \frac{E}{7R}$$

$$\int \Delta I^2 R dt = \Delta I^2 R \Big|_0^\infty = 0$$

$$\frac{LI^2}{2} = Q$$

$$\frac{LI^2}{2} = Q$$

$$\frac{LI^2}{2} = \sum \int \dots$$

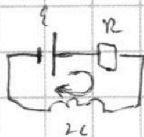


$$\sum \int \dots = Q$$

$$\begin{aligned} E - I_{IS}R &= I_{10}R + I_{20}R \\ E - 0 &= I_{10}R + I_{20}R \\ \frac{LI^2}{2} &= Q \\ I_0 &= \dots \end{aligned}$$

$$E_{IS} = 2L(I)$$

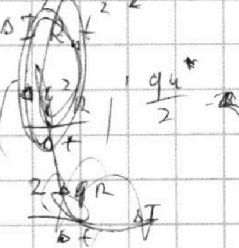
$$I' = \frac{E_{IS}}{2L}$$



$$E - E_{IS} = IR$$

$$E = E_{IS}$$

$$I' = \frac{E}{2L}$$



$$\frac{LI^2}{2} = Q$$

$$\frac{LI^2}{2} = Q$$

$$\frac{LI^2}{2} = Q$$

$$\frac{LI^2}{2} = Q$$

$$\frac{LI^2}{2} = Q$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



$$\frac{d}{3\epsilon_0} (q_1 - \frac{1}{2}q_2 + q_1 + \frac{1}{2}q_2) \quad \left\{ \begin{array}{l} W_2 + W_1 = W_3 \\ A_n = -q \frac{d}{\epsilon_0} \end{array} \right. \quad \frac{v_0^2 - v_2^2}{8q_1} = d$$

$$\frac{d}{3\epsilon_0} q_1 - \frac{d}{6\epsilon_0} q_2 = \frac{d}{3\epsilon_0} q_1 \quad \frac{v_2^2 = v_0^2 - 8q_1 d}{}$$

$$\frac{d}{3\epsilon_0} q_1 - \frac{d}{6\epsilon_0} q_2 = \frac{d}{3\epsilon_0} q_1$$

$$u_1 - u_2 = -\frac{d}{3\epsilon_0} q_1$$

$$q_1 = -\frac{u_1 - u_2}{d} 3\epsilon_0 S \quad \left( q_1 = -\frac{4U}{d} 3\epsilon_0 S \right)$$

$$q_2 = -\left( -\frac{u_1 - u_2}{d} 3\epsilon_0 S + \frac{u_2 \epsilon_0 S}{d} \right)$$

$$q_2 = \frac{u_1 - u_2}{d} 3\epsilon_0 S - \frac{u_2 \epsilon_0 S}{d}$$

$$q_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d} (3u_1 - 3u_2 - u_2)$$

$$q_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d} (3u_1 - 4u_2)$$

$$q_3 = -\left( -\frac{u_1 - u_2}{d} 3\epsilon_0 S + \frac{\epsilon_0 S}{d} (3u_1 - 4u_2) \right)$$

$$q_3 = \frac{u_1 - u_2}{d} 3\epsilon_0 S - \frac{\epsilon_0 S}{d} (3u_1 - 4u_2)$$

$$q_3 = \frac{\epsilon_0 S}{d} \left( \cancel{3u_1} - \cancel{3u_2} - \cancel{3u_1} + 4u_2 \right)$$

$$q_3 = \frac{\epsilon_0 S}{d} u_2 \quad I_3 = u \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$v_0 = v_0 + at$$

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$t = \frac{v - v_0}{a}$$

$$s = \frac{v_0(v - v_0)}{a} + \frac{(v - v_0)^2}{2a}$$

$$s = \frac{2v_0 v - 2v_0^2 + (v^2 - 2v_0 v + v_0^2)}{2a}$$

$$W_3 - W_2 = -q u_2 \quad (+q_4)$$

$$\frac{d}{3} = \frac{v_2^2 - v_0^2}{-2q \frac{u}{d}}$$

$$s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$E_{12} = \frac{u_2}{2\epsilon_0} (-12u - 14u - u) = -12 \frac{u}{d}$$

$$E_{23} = \frac{u_3}{2\epsilon_0}$$

$$(-12u + 14u - u) = -\frac{2u}{2d} = -\frac{u}{d}$$

$$q_2 = 114 \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

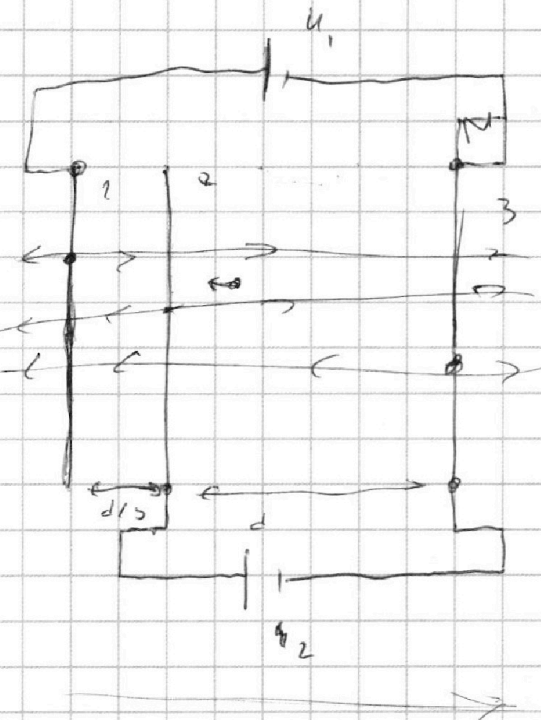
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



~~$\frac{d/3}{2\epsilon_0 S} q_1$~~

$$\frac{d/3}{2\epsilon_0 S} (q_1 - q_2 - q_3) + \frac{d}{2\epsilon_0 S} (q_1 + q_2 - q_3) = U_1$$

$$\frac{d}{2\epsilon_0 S} (q_1 + q_2 - q_3) = -U_2$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

“  
“  
“  
 $q_1, q_2, q_3$

$$E_{23} = \frac{U_2}{d}$$

$$E_{12} = \frac{U_1}{2d}$$

$$E_{23} = \frac{U_2}{d}$$

~~$E_{12} = \frac{U_1}{2d}$~~

$$\frac{d/3}{4} = \frac{U_1^2 - U_2^2}{2a_{12}}$$

$$\frac{3d}{4} = \frac{U_2^2 - U_1^2}{2a_{23}}$$

$$m|a| = q E_{23}$$

1)  $|a| = \frac{q U_2}{m d}$

$$-q_3 = q_1 + q_2$$

$$\frac{d}{4.5} (q_1 + q_2) = -U_2$$

$$q_1 + q_2 = \frac{-U_2 \epsilon_0 S}{d}$$

$$q_2 = -\left(q_1 + \frac{U_2 \epsilon_0 S}{d}\right)$$

~~$\frac{m U_2^2}{2} + A_n = \frac{m U_3^2}{2}$~~

$$d = \dots \quad d/3$$

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!



1)

$ma = F_0$

$\frac{LI^2}{2} = Q$   
 $Q = \int I^2 R dt$   
 $I = \frac{U}{R}$   
 $Q = \int \frac{U^2}{R} dt$   
 $U = F_0 x$   
 $x = \frac{1}{2} a t^2$   
 $U = \frac{1}{2} F_0 a t^2$   
 $Q = \int \frac{1}{4} \frac{F_0^2 a^2 t^4}{R} dt = \frac{1}{20} \frac{F_0^2 a^2 t^5}{R}$   
 $\frac{LI^2}{2} = \frac{1}{20} \frac{F_0^2 a^2 t^5}{R}$   
 $I = \frac{F_0 a t^{5/2}}{\sqrt{10LR}}$   
 $U = \frac{F_0 a t^{5/2}}{\sqrt{10L}}$   
 $x = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{2}{5} \frac{U^2}{F_0^2}$

3(2)

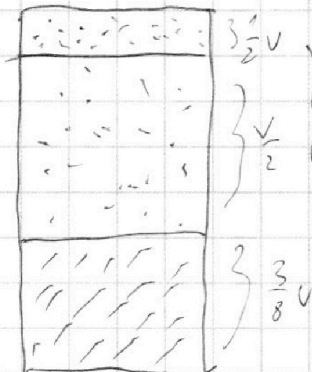
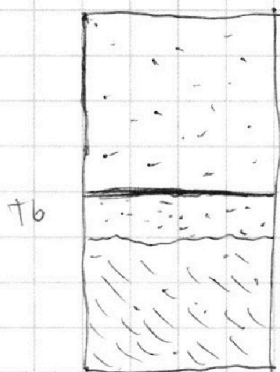
~~$P = F_0$~~   
 ~~$P = F_k$~~

$\approx 1.5 \text{ M/s}^2$

$F$   
 $P = \text{const}$   
 $FL = \text{const}$

$m(U' - U) = F_0 - F_k$

$P = \frac{A}{t}$   
 $m \frac{dU}{dt} = F$   
 $U = \frac{Ft}{m}$



$\Delta U = K \rho \cdot \frac{3V}{8}$   
 $\rho_0 \frac{V}{2} = \rho_0 R T_0$   
 $\Delta U = K \frac{3 \rho_0 R T_0 V}{8}$   
 $\Delta U = \frac{3}{4} K \rho_0 R T_0 V$

$\rho_0 \frac{V}{8} = \rho_0 n_0 R T_0$   
 $\rho' \frac{V}{2} = (\rho_0 n_0 + \Delta \rho) RT$   
 $\rho_n = \rho_a$   
 $\rho'' \frac{V}{8} = \rho_0 \frac{V}{2}$   
 $\rho'' = \rho_n + \rho'$

$\rho_0 \frac{V}{2} = \rho_0 n_0 R T_0$   
 $\rho_0 \frac{V}{8} = \rho_0 n_0 R T_0$

$\frac{\rho' V}{8} = \frac{\rho_0 n_0}{\rho_0}$   
 $\rho_0 n_0 = \frac{1}{4} \rho_0$   
 $\frac{\rho_0}{\rho_0} = \frac{1}{4}$   
 $\frac{\rho_0}{\rho_0} = 4$

$\rho_0 = \frac{8 \rho_0 n_0 R T_0}{V}$

$\rho_0 = 2 \rho_0 n_0$

~~$\rho' V = 2 (3 \rho_0 n_0 R T_0) RT$~~   
 $\rho' V = 2 \rho_0 n_0 (1 + 3 K R T_0) RT$   
 $\rho' = \frac{2 \rho_0 n_0 RT}{V (1 + 3 K R T_0)}$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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





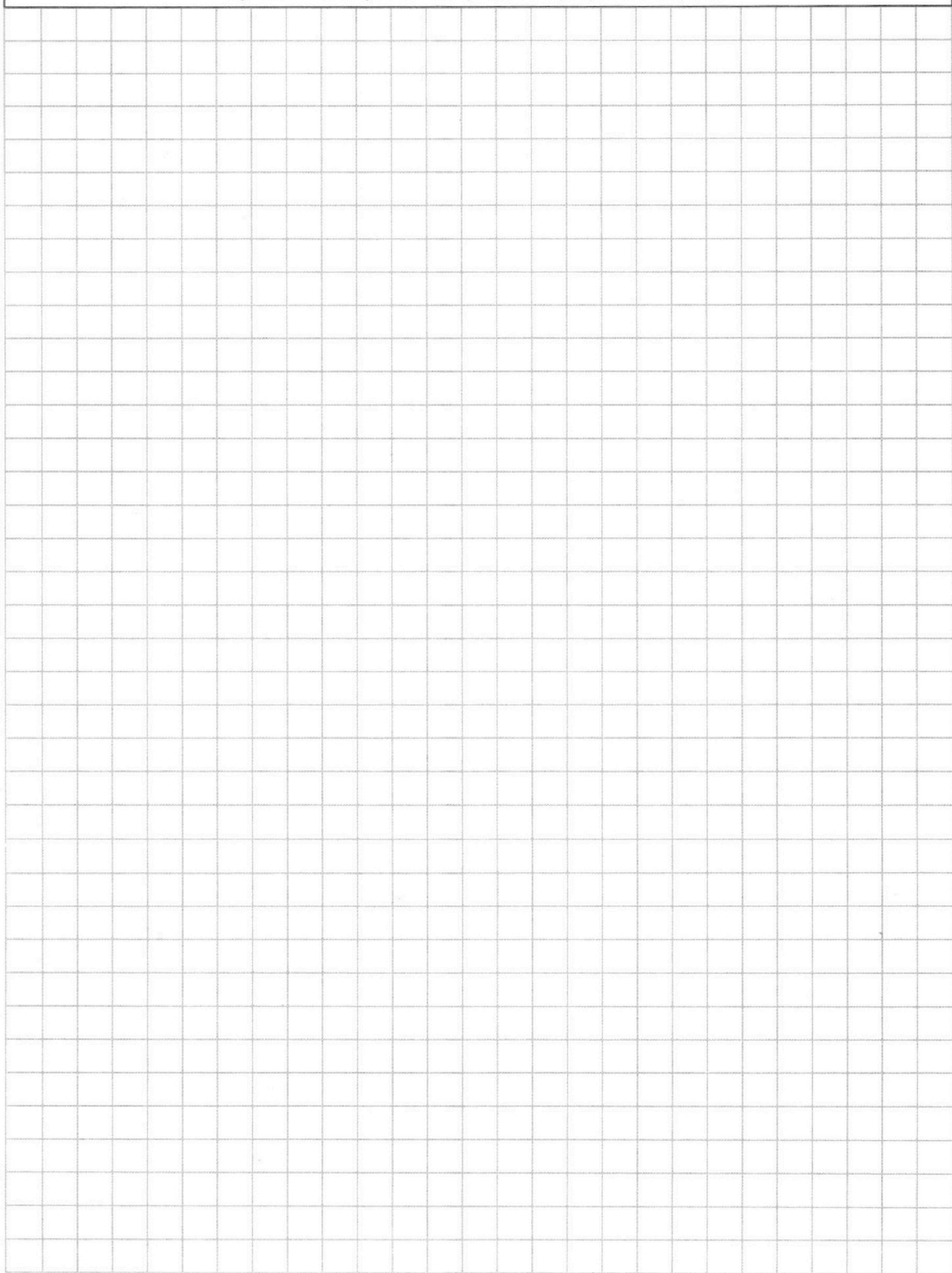
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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"/>



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

