

**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023
Вариант 11-03**

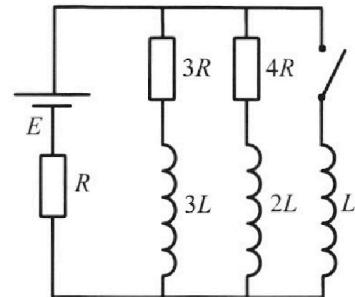


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

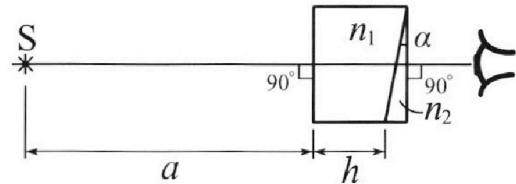
- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ при замкнутом ключе?

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 $a = 90$ 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 11-03

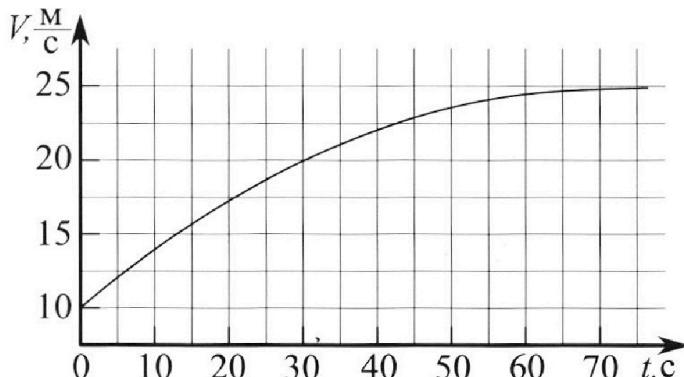


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Автомобиль массой $m = 1500$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 600$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.

- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.
- 2) Найти силу тяги F_0 в начале разгона.
- 3) Какая мощность P_0 передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.



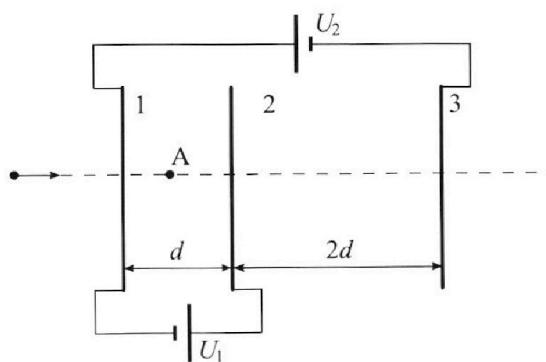
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении $P_0 = P_{\text{атм}}/2$ ($P_{\text{атм}}$ – нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости v пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k p w$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $R T \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R – универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определите отношение конечной и начальной температур в сосуде T/T_0 .

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 3U$. 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 1 и 2.
- 2) Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 – кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $d/4$ от сетки 1.



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) $a = \frac{dv}{dt} \Rightarrow \text{tg} \alpha = a + g$ *чертежник*
 $= a$ *а н* $\frac{25-10}{35} = \frac{15}{35} = \frac{3}{7} \frac{m}{s^2}$ *ответ: $\frac{3}{7} \frac{m}{s^2}$*

2) $F_k - KV_k = 0$ *где V_k - скорость в конце = $25 \frac{m}{s}$*
 K - коэф члнору.

$$F_k = KV_k$$

II ЗН: в конце

$$K = \frac{F_k}{V_k}$$

$$F_0 - KV_0 = ma_0$$

$$F_0 = KV_0 + ma_0$$

$$F_0 = \frac{F_k}{V_k} \cdot V_0 + ma_0 = \frac{600}{25} \cdot 10 + \frac{3}{7} \cdot 1500 =$$

 $= 240 + 642 \frac{6}{7} =$
 $= 882 \frac{6}{7} \text{ Н.}$

ответ

3) $Pdt = dw$

$$dw = \frac{m(V_0 + adt)^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} + KV_0 \cdot V_0 dt$$

$$dw = \frac{m}{2} \left(V_0^2 + 2adV_0 + a^2 dt^2 \right) - \frac{mv_0^2}{2} + KV_0^2 dt$$

$$dw = \cancel{m} \cancel{V_0} madt V_0 + KV_0^2 dt = Pdt$$

$$maV_0 + KV_0^2 = P$$

$$1500 \cdot \frac{3}{7} \cdot 10 + 100 \cdot \frac{600}{25} = P = 2400 + 214 \frac{2}{7} \cdot 30 = 2400 + 6428 \frac{4}{7} =$$

$$P = 8828 \text{ Н.}$$

ответ: $a = \frac{3}{7} \frac{m}{s^2}$; $F_0 = 882 \frac{6}{7} \text{ Н}$ $P = 8828 \frac{\text{Дж}}{с}$

Срп1

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!

Задача
 $P_0 V_1 = \text{Дис} R T_0$, где V_1 - объем газа в начальном состоянии.

$P_0 V_2 = \text{Дис} R T_0$ где V_2 - объем газа в конечном состоянии.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\text{Дис}}{\text{Дис}}$$

$$V_1 = \frac{V}{2}$$

$$V_2 = V - V_1 - \frac{W}{\text{Дис}}, \quad \text{где } W - \text{работа}$$

$$\frac{V}{2} \cdot \frac{4}{4} = \frac{\text{Дис}}{\text{Дис}}$$

$$V_2 = V - \frac{V}{2} - \frac{V}{4} = \frac{V}{4}$$

$$\boxed{\frac{\text{Дис}}{\text{Дис}} = 2}$$

$$2) P_2 V_3 = \text{Дис} R T \quad P_2 - \text{Последнее давление} \cdot V_3 = \frac{V}{5} \text{ давление}$$

$$P_2 V_4 = \text{Дис} R T$$

V_4 - объем в конечном состоянии.

V_2 - конечный объем газа в начальном.

$$V_4 = V - V_3 - W = V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{11}{20} V$$

$$P_2 V_4 = (\text{Дис} + \Delta J + \text{Дара}) R T \quad \text{Дара - количество тепла}$$

водяных паров.

Давление насыщенного пара при $T = 373^{\circ}\text{K} = P_a$.

$$P_a V_4 = (\text{Дис} + \Delta J) + P_a V_4 = (\text{Дис} + \Delta J) + \frac{P_a V_{11}}{20}$$

$$\text{Дис} = \frac{\text{Дис}}{2}$$

$$\frac{P_a}{2} \cdot \frac{V}{2} = \text{Дис} R T_0$$

$$\frac{P_a V_4}{V_3} \cdot \text{Дис} R T = P_2 V_4$$

$$\frac{P_a V_{11}}{20} = \frac{11}{5} \cdot \text{Дис} R T_0$$

$$P_{11} = \text{Дис} R T \cdot \frac{11}{4}$$

$$\frac{11}{4} \text{Дис} R T = \frac{\text{Дис}}{2} R T + \Delta J \cdot R T + \frac{11}{5} \text{Дис} R T_0$$

$$\frac{3}{4} \text{Дис} R T = \Delta J \cdot R T + \frac{11}{5} \text{Дис} R T_0$$

$$\Delta J = K P_0 W = K \cdot \frac{P_a}{2} \cdot \frac{V}{4} =$$

$$= \frac{K P_a V}{8}$$

$$\frac{3}{4} \text{Дис} R T = K R T \cdot \frac{\text{Дис} R T_0}{2} + \frac{11}{5} \text{Дис} R T_0$$

$$\frac{K P_a V}{8} = K \frac{\text{Дис} R T_0}{2}$$

$$\frac{9}{4} \text{Дис} R T = \frac{1}{2} \text{Дис} R T_0 + \frac{11}{5} \text{Дис} R T_0$$

$$\frac{9}{4} T = \frac{1}{4} T_0 + \frac{11}{5} T_0 = \frac{49}{20} T_0 \quad \frac{T}{T_0} = \frac{49}{20} \cdot \frac{4}{9} = \frac{49}{95} \quad \text{Ответ: 1) } \frac{2}{95} \\ 2) \frac{49}{95}$$

Гр2

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

1) $F = E \cdot q = ma$ $E = \frac{F}{q}$

$$a = \frac{E \cdot q}{m} = \frac{U \cdot q}{m \cdot d} = \boxed{\frac{U \cdot q}{m \cdot d}}$$

2) $W = q \cdot q$

W₀ - эн. в иссле

$$W_0 = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$W_k = \frac{mv^2}{2} + U_1 \cdot q - U_2 \cdot q$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} - 2Uq$$

$$\frac{v_0^2 + 4Uq}{m} = v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{v_0^2 + 4Uq}{m}}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = 2Uq \Rightarrow \boxed{W = 2Uq}$$

v₁ - скорость в момент

3) $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{d}{4} = U_1$

2) $W_1 = \frac{mv^2}{2} + U_1 \cdot q - U_2 \cdot q$

$$\Delta E_{kin} = W_2 - W_1 = 3U_1 \cdot q = 3U_1 \cdot q$$

$$W_2 = \frac{mv_2^2}{2} - U_1 \cdot q - (U_1 + U_2)q$$

3) по теор. $E \cdot S = \frac{Q \cdot S}{2\pi\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 d}$ δ - поверхность заряда.

Ответ: 1) $\frac{U \cdot q}{m \cdot d}$ 2) $3U_1 \cdot q$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

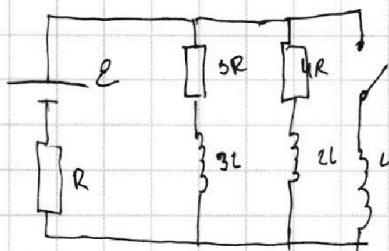
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ



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

Черновик



$$1) \mathcal{E} = I_0 R + I_{10} \cdot 3R \quad I_0 - \text{ток вхолоне} \text{ через } R$$

$$R_3 = R + \frac{3 \cdot 4}{7} R = \frac{19}{7} R \quad \text{- эдв сопр. цепи}$$

$$I_0 \cdot R_3 = \mathcal{E}$$

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R_3} = \frac{\mathcal{E} \cdot 7}{19R}$$

$$\mathcal{E} = \frac{7R}{19R} I_0 + I_{10} \cdot 3R$$

$$\frac{12}{19} \mathcal{E} = I_{10} \cdot 3R$$

$$I_{10} = \frac{4}{19} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$2) \mathcal{E} = I_0 R + I_{10} \cdot 3R$$

$$3L \frac{dI_1}{dt} = L \frac{d\mathcal{E}}{dt} - R \frac{dI_2}{dt} \quad (dI_1 = dI)$$

$$I_{10} = I_0 - I_{10} = \frac{3}{19} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$\frac{3}{19} \frac{\mathcal{E}}{R} \cdot MR - \frac{4}{19} \frac{\mathcal{E}}{R} \cdot 3R + 3L \frac{dI_1}{dt} = 2L \frac{dI_2}{dt} \Rightarrow 0$$

$$3dI_1 = 2dI_2$$

$$dI = dI_1 + dI_2$$

$$dI_1 = dI - dI_2$$

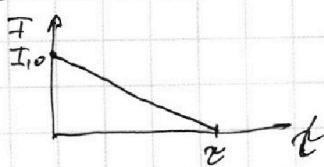
$$L \cdot \frac{dI}{dt} = \mathcal{E} - \frac{4}{19} \frac{\mathcal{E}}{R} \cdot 3R - 3L \frac{dI}{dt}$$

Ток через катушки уменьшается все медленнее, поэтому

I_0 сохранится в начале

$$\mathcal{E} = I_0 R + L \frac{dI}{dt} \quad \frac{12}{19} \mathcal{E} = L \frac{dI}{dt} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{12}{19} \frac{\mathcal{E}}{L}$$

$$3) \frac{dI}{dt} = \frac{12}{19} \frac{\mathcal{E}}{L} \Rightarrow I_{10} = \frac{12}{19} \frac{\mathcal{E}}{L} t \quad \chi = \frac{19}{12} \frac{L}{\mathcal{E}} \cdot I_{10}$$



$$\Delta q = \frac{1}{2} I_{10} \chi = \frac{19}{12} \frac{L}{\mathcal{E}} \cdot I_{10}^2 = \frac{16}{12 \cdot 19} \frac{L \cdot \mathcal{E}}{R^2}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{4}{19} \frac{\mathcal{E}}{R} \quad 2) \frac{12}{19} \frac{\mathcal{E}}{L} \quad 3) \frac{4}{57} \frac{L \cdot \mathcal{E}}{R^2}$$

Gr 5

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

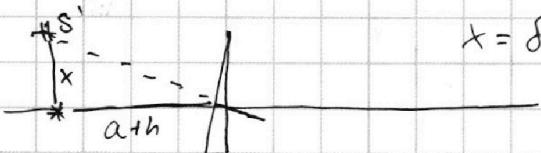
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

1) $\delta = d(n-1) = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07$ Чистовик

2)  $x = \delta \cdot (a+h) = 104 \cdot 0,07 = 7,28 \text{ см}$

3) Т.к. угол падения на прозр. $= 80^\circ \Rightarrow$ он же преломлен

δ_2 - все сколько он отклоняется от 1-го луча

$\delta_2 = d(n_2 - 1) = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07$ см

δ_3 - чистовик угол отклонения $= \delta_1 - \delta_2 = 0,03 \text{ рад}$

$x_2 = \tan \delta_3 = (a+h)$

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

$\beta = n_1 \cdot \alpha$ β - угол отклонения если бы тонкой
шердью не было.

Θ - чистовик угол отклонения $= |\beta - \delta| = n_1 \lambda / (n_2 - 1) \lambda$

$\Theta = d(n_1 - n_2 + 1) = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07 \text{ рад}$

$\tan \Theta \cdot (a+h) = \Theta (a+h) = 0,07 \cdot 104 = 7,28 \text{ см.}$

Ответ: 1) 0,07 2) 7,28 3) 7,28

стор

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



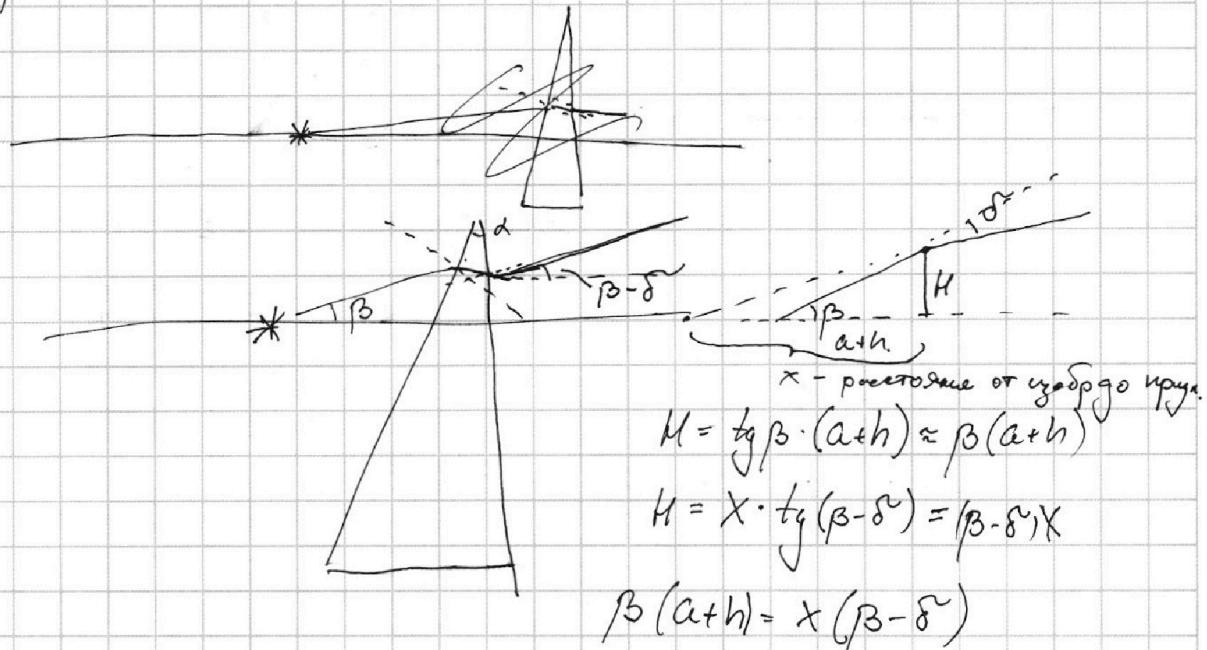
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> |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

МФТИ

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

1) $\delta \approx \alpha(n-1) = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07 \text{ rad}$ *Черновик.*

2)



$$M = \tan \beta \cdot (a+h) \approx \beta(a+h)$$

$$M = x \cdot \tan(\beta - \delta) = (\beta - \delta)x$$

$$\beta(a+h) = x(\beta - \delta)$$

$$x = \delta \cdot (a+h) = 0,07 \cdot 104 =$$

$$\delta_2 = \alpha(n_2-1)$$
$$\delta_3 = \delta_2 - \delta_1 =$$
$$\frac{104}{728} \text{ rad}$$

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!

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

$$F = Eq \quad \sum F = ma$$

$$B \cdot S = \frac{\delta B}{2\epsilon_0}$$

$$E_i = \frac{\delta i}{2\epsilon_0}$$

$$\left(\frac{\delta i}{2\epsilon_0} \right) + \left(\frac{\delta B}{2\epsilon_0} \right) - \left(\frac{\delta 3}{2\epsilon_0} \right) - \left(\frac{\delta 4}{2\epsilon_0} \right) = E_0$$

$$q \cdot E_i = ma$$

$$a = \frac{E_i \cdot q}{m}$$

$$Q = CU$$

$$C = \frac{S}{d} \frac{1}{\epsilon_0}$$

$$Q = C \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{d}$$

$$a = \frac{U_i \cdot d \cdot q}{m}$$

$$C = \frac{d}{\epsilon_0}$$

$$W = \frac{KQ^2}{r}$$

$$W_1 = \cancel{KQ^2} U_1 q \quad W_2 = \cancel{Q_2} Q \Rightarrow \Delta W = U \cdot q =$$

$$W_0 = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$W_0 + W_1 = \frac{m}{2} (v_0^2 + v_1^2) = \frac{m}{2} v_3^2$$

$$v_0^2 + \frac{6u}{2} = v_3^2$$

$$W_1 = 3u = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$15000 \cdot \frac{3}{7}$$

$$\begin{array}{r} 15000 \\ \times 14 \\ \hline 10 \\ 30 \\ -20 \\ \hline 6 \end{array} \quad \begin{array}{r} 7 \\ \hline 2142 \end{array}$$

$$214 - 45000 \quad \begin{array}{r} 7 \\ \hline 6428 \end{array} (4)$$

$$\begin{array}{r} 42 \\ 30 \\ 20 \\ -60 \\ \hline 6428 \\ +2400 \\ \hline 8828 \end{array}$$

$$E = I_1 R + L \frac{dI_1}{dt} + I_{11} \cdot 3R$$

$$E = I_1 R + L \frac{dI_2}{dt} + I_{21} \cdot 4R \quad I_{11} + I_{21} = I_1$$

$$E = L \frac{dI_1 + dI_2}{dt}$$

$$I_1 R + \cancel{L} + I_{11} \cdot 3R + I_1 R + I_{21} \cdot 4R = 2E$$

$$2I_1 R + I_{11} \cdot 3R + I_{21} \cdot 4R = E$$

$$5I_{11} R + 6I_{21} R = E$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ.

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

$$\frac{P_a \cdot \frac{V}{2}}{2} = \mathcal{D}_{me} RT_0 \quad \frac{P_a \cdot \frac{V}{4}}{4} = \mathcal{D}_{co} RT_0 \quad \frac{\mathcal{D}_{me}}{\mathcal{D}_{co}} =$$

$$\frac{P_a V}{5} = \mathcal{D}_{me} RT_0 \quad P_a \left(V - \frac{V}{4} - \frac{V}{5} \right) = \mathcal{D}_a RT = (\mathcal{D}_{co} + \mathcal{D}_a + \mathcal{D}_{me}) RT$$

$$\frac{P_a V}{4 RT_0} = \mathcal{D}_{me} \quad \mathcal{D}_{co} = \frac{P_a V}{8 RT_0} \quad \frac{P_a V}{4 RT_0} \cdot \frac{8 RT_0}{P_a} = \boxed{2 = \frac{\mathcal{D}_{me}}{\mathcal{D}_{co}}}$$

$$\frac{P_a V}{5} = \mathcal{D}_{me} RT \quad P_a \left(\frac{11}{20} V \right) = \mathcal{D}_a RT \quad \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{5} = \frac{15}{20} - \frac{4}{20} =$$

$$P_a \frac{11}{20} V = \frac{P_a V}{10} + 4 \mathcal{D}_a RT + \mathcal{D}_{me} RT \quad = \frac{11}{20}$$

$$P_a V \frac{9}{20} = 2 \mathcal{D}_a RT + \mathcal{D}_{me} RT \quad \text{Давл. H при } T = 100^\circ C = P_a$$

$$\frac{P_a V \frac{9}{20}}{P_a V \frac{1}{5}} \cdot \mathcal{D}_{me} RT = \frac{11}{20} = \frac{11}{4} \mathcal{D}_{me} RT \quad P_a \frac{11}{20} V = \mathcal{D}_{me} RT$$

$$\frac{11}{4} \mathcal{D}_{me} RT = \frac{\mathcal{D}_{me}}{2} RT + 2 \mathcal{D}_a RT + P_a \cdot \frac{11}{20} \quad P_a V = 4 \mathcal{D}_{me} RT$$

$$\frac{9}{4} \mathcal{D}_{me} RT = 2 \mathcal{D}_a RT + 4 \mathcal{D}_{me} RT_0 \cdot \frac{11}{20} \quad 4 \mathcal{D}_a = \frac{V}{4} \cdot K \cdot \frac{P_a}{2} =$$

$$\frac{1}{4} + \frac{11}{5} = \frac{5+44}{20} \quad \frac{9}{4} \mathcal{D}_{me} RT = \frac{\mathcal{D}_{me} RT_0}{2} \cdot K + \frac{44}{5} RT_0 \mathcal{D}_{me}$$

$$\frac{49}{20} = \frac{T_0 K}{2} + \frac{11}{5} T_0 = T_0 \left(\frac{K}{2} + \frac{11}{5} \right) = \left(\frac{11}{5} + \frac{1}{4} \cdot 10^{-3} \right) T_0$$

$$\frac{I}{T_0} = \left(\frac{11}{5} + \frac{1}{4} \cdot 10^{-3} \right) \cdot \frac{4}{9} = \boxed{\frac{44}{45} + \frac{1}{9} \cdot 10^{-3}}$$

$$\begin{array}{c|c|c} \psi_1 & \psi_2 & \psi_3 \\ \hline U_1 & U_2 & U_3 \end{array} \quad \begin{array}{l} \psi_1 - \psi_3 = U_2 \\ \psi_2 - \psi_1 = U_1 \end{array} \quad \begin{array}{l} P_n \\ \psi_3 = 0 \\ \psi_1 = \boxed{3U} \\ \psi_2 - \psi_1 = U \\ \psi_2 = \boxed{4U} \end{array}$$

$$U = \frac{kq}{r} \quad E = \frac{kq}{r^2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

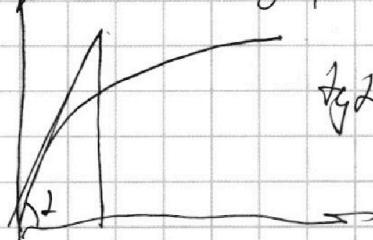
МФТИ.

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

60
 $\frac{u}{\sqrt{7}}$

Черновик.

$$\frac{3}{7} \cdot 2 = \frac{6}{7} \approx 1.$$



$$f_g l = a = \frac{v}{t} = \frac{15}{30} = \frac{1}{2} \text{ м/с}^2$$

$$F_k - KV_r = 0$$

$$KV_r = F_k$$

$$K = \frac{F_k}{V_r} = \frac{600}{25} = \frac{6000}{250} = 240$$

P-2

$$Pdt = dW$$

$$Pdt = \frac{m(aft + 1)^2}{2} + V_0 dt \cdot KV_0$$

$$P = \frac{ma^2 ft + 1}{2} + V_0 KV_0$$

$$P = V_0^2 K = 10^2 \cdot 24 = 24000$$

$$F_T - KV_0 = ma_0$$

$$F_T = ma_0 + \frac{F_k}{V_r} \cdot V_0 = \frac{1}{2} \cdot 1500 + 24 \cdot 10 =$$

$$= 750 + 240 =$$

$$642 \frac{6}{7} \cdot 240 = 1890 \text{ Н}$$

$$= 882 \frac{6}{7} \text{ Н.}$$

$$\begin{array}{r} 642 \frac{6}{7} \\ \times 240 \\ \hline 1500 \\ 1296 \\ \hline 15120 \end{array}$$

[redacted]

$$P_1 V_1 = \mathcal{D}_1 R T_0$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\mathcal{D}_1}{\mathcal{D}_2}$$

$$V_1 + V_2 + \frac{V}{4} = V$$

$$P_1 V_2 = \mathcal{D}_2 R T_0$$

$$V_1 + V_2 = \frac{3}{4} V$$

$$V_1 = \frac{3}{4} V - V_2$$

$$\frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{\mathcal{D}_1}{\mathcal{D}_2} = \frac{1}{2}$$

$$P_{\text{акт}} \frac{V}{a} = \mathcal{D}_{\text{акт}} R T_0$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\mathcal{D}_1}{\mathcal{D}_2}$$

$$\Delta D = K \rho w = \frac{K \rho a}{2} \frac{V - V_0}{4}$$

$$\mathcal{D}_{\text{акт}} = \frac{P_{\text{акт}} V}{2 R T_0} = \frac{P_{\text{акт}} V}{4 R T_0}$$

$$\mathcal{D}_{\text{акт}} = 2 \mathcal{D}_{\text{акт}} = \frac{P_{\text{акт}} V}{2 R T_0}$$

$$P_{\text{акт}} \mathcal{D}_{\text{акт}} R T = P_{\text{акт}} \frac{V}{5}$$

$$\mathcal{D}_{\text{акт}} R T_0 = \frac{P_{\text{акт}} V}{4}$$

$$\frac{P_{\text{акт}}}{5T} = \frac{P_{\text{акт}}}{4T_0} \Rightarrow \frac{T}{T_0} = \frac{4}{5}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

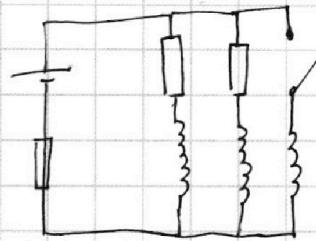


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ.

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

Черновик.



$$1) \text{ по закону Ома } E = I_0 R + I_{10} \cdot 3R$$

$$E = I_0 R + I_{10} \cdot 4R$$

I_{10} - через 4R

$$\frac{12}{7}R \cdot I_0 + I_0 R = E$$

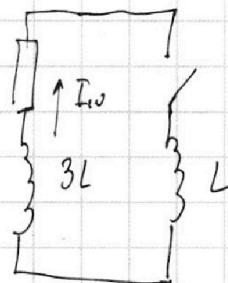
$$I_0 = \frac{19}{7}R = E \quad \frac{7}{19} \frac{E}{R} = I_0$$

$$E = \frac{7}{19} \frac{E}{R} + I_{10} \cdot 3R \Rightarrow I_{10} = \frac{12}{19} \frac{E}{3R} = \boxed{\frac{4E}{19R}}$$

$$2) E = I_0 R + L \left(\frac{dI_0}{dt} \right) \rightarrow \text{члены}$$

$$E - \frac{7}{19} \frac{E}{R} \cdot R = L \frac{dI_0}{dt} \Rightarrow \boxed{\frac{12}{19} \frac{E}{L} = \frac{dI_0}{dt}}$$

3)



$$I_{10} \cdot 3R + 3L \frac{dI_0}{dt} = L \frac{dI_0}{dt}$$

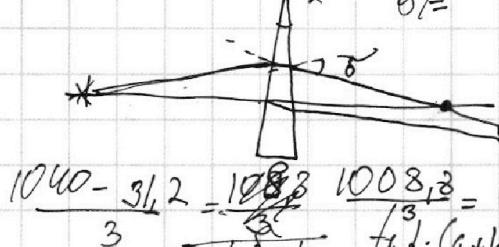
$$E = I_{10} R + I_0 R$$

$$E = (I_1 + I_2 + I_3) R + L \frac{dI}{dt}$$

$$\delta = d(n-1)$$



$$\delta t =$$

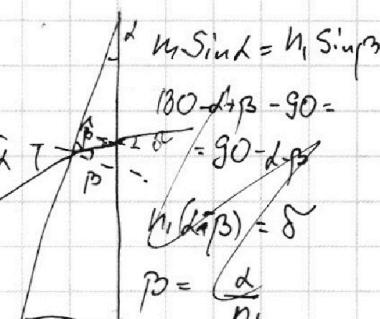


$$\delta = \alpha + \beta - 90^\circ$$

$$x - L = \frac{1040 - 1039}{0,5} = \frac{1040 - 1039}{3} = \frac{1040 - 10,9}{3} = \frac{1040 - 10,9}{2-n} \cdot \frac{\alpha + h}{2-n} = x \Rightarrow x = 10^4 (\beta - \alpha) h = \delta$$

$$\alpha + h = \theta(x)$$

$$\alpha + h = \theta(x)$$



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

$$180 - \alpha - \beta = 90^\circ$$

$$90 - \alpha - \beta = 90 - \delta$$

$$n_1 \sin \beta = \delta$$

$$\beta = \frac{\delta}{n_1}$$

$$\theta - \alpha - \delta = \alpha + \beta - 90^\circ = \delta \Rightarrow \theta - \alpha - \delta = \delta \Rightarrow \theta - 2\delta = 0$$

$$x = \frac{\alpha + h}{2-n} = \frac{104}{0,3} = \frac{104}{0,1} \cdot 104 \quad \delta = d(n-1)$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

Черновик.

$$5I_{11}R + 6I_{21}R = \mathcal{E}$$

$$I_{11} = \frac{\mathcal{E}}{5R} - \frac{6}{5} I_{21} R$$

$$I_{11} \cdot 3R - I_{21} \cdot 4R + L \frac{dI_2}{dt} - L \frac{dI_1}{dt} = 0$$

$$\frac{3}{5}\mathcal{E} - \frac{18}{5}I_{21}R - \frac{60}{5}I_{21}R = L \frac{dI_1}{dt} - L \frac{dI_2}{dt}$$

$$\frac{3}{5}\mathcal{E} - \frac{38}{5}I_{21}R = L \frac{dI_1}{dt} - L \frac{dI_2}{dt}$$

$$\mathcal{E} = I_{10}R + 3L \frac{dI_1}{dt} + I_{10} \cdot 3R \quad I_{21}R = \frac{5}{38} \left(L \frac{dI_1}{dt} - L \frac{dI_2}{dt} - \frac{3}{5}\mathcal{E} \right)$$

7

$$\mathcal{E} = I_{10}R$$

$$\mathcal{E} = I_{11}R + 3L \frac{dI_1}{dt} + I_{10} \cdot 3R$$

$$\mathcal{E} = I_{11}R + 6L \frac{dI_1}{dt} +$$

$$3 \cdot \frac{28}{4} \frac{2}{5} \frac{19}{5} =$$

$$\frac{\mathcal{E}^2}{R^2} \cdot \frac{L}{\mathcal{E}} =$$