

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

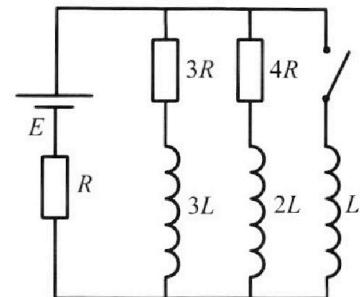
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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

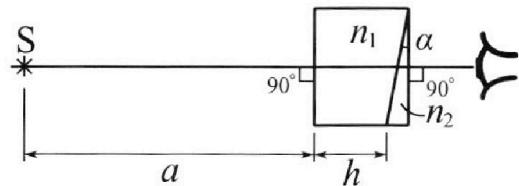
- +1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
+2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
+3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ при замкнутом ключе?

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.

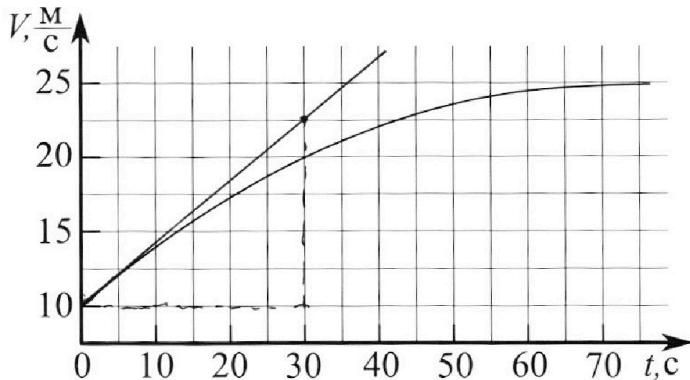
1. Автомобиль массой $m = 1500$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 600$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления 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 числа иного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.



$$a_0 = \frac{28,6 - 10}{30} = \frac{18,6}{30} = \frac{1,86}{3}$$

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 и 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.

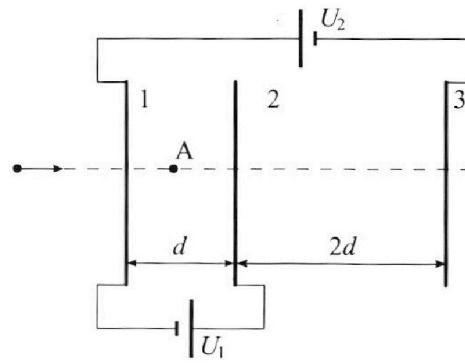
2) Определите отношение конечной и начальной температур в сосуде T/T_0 .

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.





- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

$$\textcircled{1} \quad m = 1500 \text{ кг}$$

$\vartheta = \text{const}$, а потому
разгоняется

$$F_k = 600 \text{ Н}$$

$$F_{\text{суп}} = kV \Rightarrow F_{\text{суп}} = kV$$

$$1) \quad a_0 - ?$$

$$2) \quad F_0 - ?$$

$$3) \quad P_0 - ?$$

Эти значения (наша преследуемая должна попасть в
погрешность $\sim 10\%$)

$$a_0 = \frac{V_k - V_0}{t} = \frac{20 - 10}{30} = \frac{1}{3} \text{ м/с}^2$$

2) Поймём, какие силы действуют на автомобиль: но II 3-му закону Ньютона:

$$F_{\text{трн}} - F_{\text{суп}} = ma$$

Мы знаем, что в конце разгона

$F_{\text{трн}} = F_k = 600 \text{ Н}$, также конкретно, что в конце разгона $a \rightarrow 0$, то есть $ma = 0$, то есть:

$F_{\text{трн}} = F_{\text{суп}}$ в конце разгона \Rightarrow

$F_k = kV_k \Rightarrow$ из графика узаем $V_k = 25 \text{ м/с}$
и узаем $k \Rightarrow k = \frac{F_k}{V_k} = \frac{600}{25} = 24 \text{ Н·с}$

В начале разгона силы одинаковые

сгруппированы:

$$\begin{array}{r} -600 \\ -50 \\ -100 \\ -100 \end{array} \begin{array}{l} | 25 \\ | \\ - \end{array}$$

$F_0 - kV_0 = ma_0$, в этом выражении мы знали все, кроме F_0 , найдём его: (V_0 из графика $V_0 = 10 \text{ м/с}$)

$$F_0 = ma_0 + kV_0 = 1500 \cdot \frac{1}{3} + 24 \cdot 10 = 500 + 240 = 740 \text{ Н}$$



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) Найдем значение:

$$P_0 = \frac{A}{t} = \frac{F_0 \cdot V_0 \cdot t}{t} = 740 \cdot 10 = 7400 \text{ Вт}$$

Ответ: 1) $a_0 = \frac{l}{3} \text{ м/с}^2$ 2) $F_0 = 740 \text{ Н}$ 3) $P_0 = 7400 \text{ Вт}$



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

(2) V

В нач. на 2 раб. рас.

сверху - He

снизу - водород и друг. газ
 H_2 CO_2

В нач. момент:

$$P_0 = \frac{P_a}{2}$$

T_0

$$W = P_0 V = \frac{V}{4} = \text{const}$$

Последн.:

$$T = 373 \text{ K}$$

$$V_f = \frac{V}{5}$$

$$\Delta U = k_p W$$

$$k = 0.5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{жак}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$$

При T :

$$RT \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

$$P_{\text{н.н.}}(T) \ll P_0/2$$

$$?) \frac{V_{\text{He}}}{V_{\text{CO}_2} - \Delta U} = ?$$

$$2) \frac{T}{T_0} = ?$$

$$P = P_{\text{н.н.}}(T) + P_{\text{не}}$$

$$V_{\text{He}} = \frac{P_0 V}{4 R T_0}$$

$$V_{\text{CO}_2} = \frac{P_0 V}{8 R T_0} + \Delta U$$

ΔU - равновесный в баллоне газ

$$2) P_{\text{не}} = P - P_{\text{н.н.}}(T), \text{ т.к. } P_{\text{н.н.}}(T) \approx P_a$$

$$\frac{P V}{5} = RT \cdot \frac{P_0 V}{4 R T_0} \Rightarrow P = \frac{5}{4} RT \cdot \frac{P_0}{R T_0} = \frac{5}{4} \frac{P_0 T}{T_0}$$

$$(P - P_a) = \frac{14V}{20} = RT \left(\frac{P_0 V}{8 R T_0} + \frac{k_p a V}{8} \right)$$

$$\left(\frac{5}{4} P_0 \frac{T}{T_0} - P_a \right) \cdot \frac{14V}{20} = RT \left(\frac{P_0 V}{8 R T_0} + \frac{k_p a V}{8} \right) \mid : V, \text{ Pa}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

$$\frac{14}{20} \cdot \left(\frac{5}{4} \cancel{\lambda} - 1 \right) = kT \left(\frac{1}{8RT_0} + \frac{k}{8} \right)$$

$$\cancel{\frac{T}{T_0}} - \frac{4}{5} = \frac{T}{8T_0} + \frac{RTk}{8}$$

Обозначим $\frac{T}{T_0} = \lambda$

$$\lambda - \frac{4}{5} = \frac{4}{5} + \cancel{\frac{RTk}{8}}$$

$$\cancel{\frac{7\lambda}{8}} = \frac{4}{5} + \frac{RTk}{8} \Rightarrow \lambda = \frac{8}{7} \left(\frac{4}{5} + \frac{RTk}{8} \right) =$$

$$= \frac{8}{7} \cdot \left(\frac{4}{5} + \frac{3 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 2} \right) = \frac{8 \cdot 4}{7 \cdot 5} + \frac{8 \cdot 3}{7 \cdot 8 \cdot 2} = \frac{32}{35} + \frac{24}{14}$$

$$\frac{11}{16} \cancel{\frac{T}{T_0}} - \frac{11}{20} = \frac{T}{8T_0} + \frac{RTk}{8}$$

$$\frac{11}{16} \cancel{\lambda} - \frac{11}{20} = \frac{2}{8} + \frac{RTk}{8}$$

$$\cancel{\lambda} \left(\frac{11}{16} - \frac{2}{16} \right) = \frac{11}{20} + \frac{RTk}{8}$$

$$\cancel{\lambda} \cdot \frac{9}{16} = \frac{11}{20} + \frac{RTk}{8} \Rightarrow \cancel{\lambda} \cdot \frac{9}{4} = \frac{11}{5} + \frac{RTk}{2}$$

$$\cancel{\lambda} = \frac{4}{9} \left(\frac{11}{5} + \frac{RTk}{8} \right) = \frac{4}{9} \cdot \frac{11}{5} + \frac{4 \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3}}{38 \cdot 8} = \frac{44}{45} + \cancel{\frac{30}{45}}$$
$$+ \frac{2}{3} = \frac{44 + 30}{45} = \frac{74}{30} = \frac{\lambda}{T_0}$$

Ответ: 1) $\frac{V_{\text{ре}}}{V_{\text{ре}} - V_0} = 2$

2) $\frac{\lambda}{T_0} = \frac{74}{30}$

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!

$$\textcircled{3} \quad d, 2d, U_1 = U, U_2 = 3U$$

$$m, q > 0, \varphi_0$$

$$3C3: 2q_2 = q_1 + q_3, \text{ где } |q_2| = |q_1| \quad |q_2| = |q_3|$$

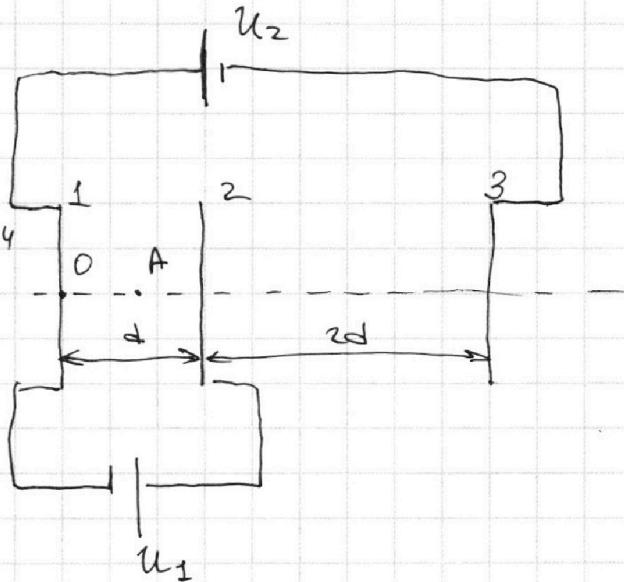
$$C_1 = \frac{\epsilon S_1}{d_1} = \frac{\epsilon S}{d}$$

$$C_2 = \frac{\epsilon S_2}{d_2} = \frac{\epsilon S}{2d}$$

$$1) |a_{12}| - ?$$

$$2) k_1 - k_2 - ?, \text{ где } k_1 \text{ и } k_2 - \text{ коэф. зондир. токов (частоты - } \omega \text{ и } 2 \text{ кратен конденсатора)}$$

$$3) V_A - ?, \text{ если } OA = \frac{d}{4}$$



1) Запишем 2 закон Ньютона, броса токов между т. 1 и 2:

$$a_{12} = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2d}$$

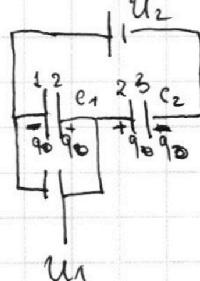
Запишем 3C3:

$$\frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2} = q(\varphi_2 - \varphi_1), \text{ где } \varphi_2 - \varphi_1 = U_1 \Rightarrow$$

$$(V_2^2 - V_1^2) = \frac{2qU_1}{m} \Rightarrow$$

$$a_{12} = \frac{2qU_1}{m \cdot 2d} = \frac{qU_1}{md}$$

$$2) k_1 - k_2 = \underline{qU_1}, \text{ т.к. из условия видно, что}$$



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 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!

Задача 6. Обходите конкурса $U_1 = \frac{q}{C_1}$

$$3) \frac{m\varphi_A^2}{2} - \frac{m\varphi_1^2}{2} \leq q(\varphi_A - \varphi_1)$$

$$\varphi_A = \frac{4kg}{d} + \frac{8kg}{3d} - \frac{kg}{2d + \frac{3d}{4}} = \frac{131}{33d} kg$$

$$\varphi_1 = \frac{\cancel{4kg}(q_1+q_2)}{\cancel{d}} \frac{kg}{3d} = \frac{5kg}{3d}$$

Запишем кирхгофову:

$$U_1 = \frac{q_1}{C_1} \quad U_2 = \frac{q_1}{C_1} - \frac{q_2}{C_2}$$

$$\left(q_1 = \frac{U_1 \cdot \varepsilon s}{d} \right)$$

$$q_2 = U_2 \frac{C_1 C_2}{C_1 - C_2} = \frac{U_2 \cdot \varepsilon s^2}{\frac{\varepsilon s}{d} \left(\frac{1}{C_1} - \frac{1}{C_2} \right) \cdot d \cdot 2d} =$$

$$= \frac{q_2 \cdot \varepsilon s}{d}$$

$$q_2 = (2U_1 - U_2) C$$

$$U_2 + U_1 = \frac{q^2}{C_2}$$

$$\Rightarrow q_2 = (U_1 + U_2) \cdot \frac{\varepsilon s}{2d}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

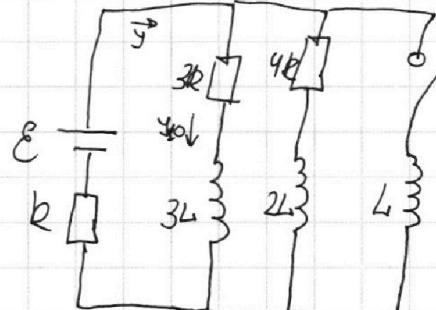


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

- (4) 1) \mathcal{Y}_{10} - ? через $3R$
2) V -? в K_1 сразу после
3) q_{3R} - ?



1) Найдем ток \mathcal{Y}_{10} через $3R$ в ус. режиме.

Запишем 2 выхода для правила Кирхгофа:

$$(1) \mathcal{E} = 3R \cdot \mathcal{Y}_0 + \mathcal{Y} \cdot R$$

$$(2) \mathcal{E} = 4R(\mathcal{Y} - \mathcal{Y}_{10}) + \mathcal{Y} \cdot R$$

Считаем, что в ус. установлен режим катушки-
трансформатора, тогда:

$$\text{из (1): } \mathcal{Y} = \frac{\mathcal{E} - 3R \cdot \mathcal{Y}_0}{R} = \frac{\mathcal{E}}{R} - 3\mathcal{Y}_0$$

$$\text{из (2): } \mathcal{E} = 4R\mathcal{Y} + \mathcal{Y}R - 4R\mathcal{Y}_{10} = 5\mathcal{Y}R - 4R\mathcal{Y}_{10} \Rightarrow$$

$$\mathcal{Y}_{10} = \frac{5\mathcal{Y}}{4} - \frac{\mathcal{E}}{4R} = \frac{5\mathcal{E}}{4R} - \frac{15\mathcal{Y}_{10}}{4} - \frac{\mathcal{E}}{4R}$$

$$\frac{19\mathcal{Y}_{10}}{4} = \frac{\mathcal{E}}{R} \Rightarrow \mathcal{Y}_{10} = \frac{4\mathcal{E}}{19R}$$

$$2) V = \frac{d\mathcal{Y}}{dt}$$

Запишем правило Кирхгофа для 3 контура сразу после

подключения: $L \frac{d\mathcal{Y}}{dt} = 3R \cdot \mathcal{Y}_{10} \Rightarrow$

$$V = \frac{3R \mathcal{Y}_{10}}{L} = \frac{3 \cdot 4R \cdot \mathcal{E}}{19 \cdot L \cdot R} = \frac{12 \mathcal{E}}{19L}$$

- 3) q_{3R} - ? Перенесем Кирхгофа и найдем

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

МФТИ



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

Токи в первом установленном режиме.

После подключения катушки L у нас в цир. рех.
бес ток будет текут через неё, тогда $I = \frac{E}{R}$

Запишем выражение:

$$3R \cdot dI - 3L \frac{dI}{dt} + L \frac{dI}{dt} = 0$$

$$3R \cdot dq = 3L \frac{dy}{dt} - L \frac{dy}{dt} \quad \text{принтегрируем:}$$

$$3R \int_0^{q_{3R}} dq = 3L \int_{y_{10}}^y dy - L \int_0^y dy$$

$$3R \cdot q_{3R} = -3L \cdot \frac{4E}{19R} - L \cdot \frac{E}{R}$$

$$\frac{2}{57} \times \frac{3}{3} q_{3R} = -\frac{4LE}{19R^2} - \frac{LE}{3R^2} = -\frac{(12+19)LE}{57R^2} = -\frac{31LE}{57R^2}$$

Ответ: 1) $I_{10} = \frac{4E}{19R}$

2) $V = \frac{12E}{19L}$

3) $|q_{3R}| = \frac{31LE}{57R^2}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



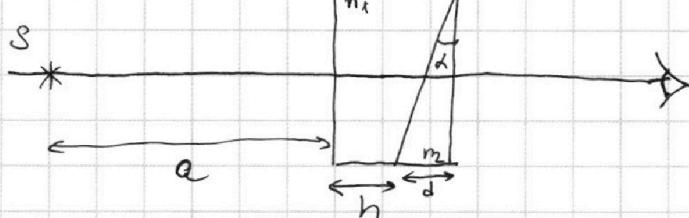
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

⑤

$$n_1, n_2, n_B = 1.0, \quad a = 30 \text{ см}, \quad d = 0.1 \text{ паг}, \quad h = 14 \text{ см}$$

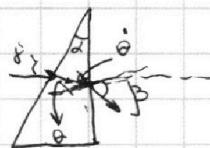


4) Если $n_1 = n_B = 1.0$ и $n_2 = 1.7$
 $\beta - ?$

5) Если $n_1 = n_B = 1.0$
 $n_2 = 1.7$
 $\beta - ?$

2) Найдём угол отклонения через n_1 ,

который пройдёт безотносительно и дальше
преломится только, когда достигнет 3) Если $n_1 = 1.4$
предмета.



Расчитаем углы на рисунке,
найдём, что $f = d$

Запишем 3-й закон:

$$(1) \sin f \cdot n_1 = n_2 \cdot \sin \theta$$

$$\theta + 180^\circ - d + \alpha = 180^\circ \Rightarrow$$

$$\alpha = d - \theta$$

$$(2) \sin \theta \cdot n_2 = n_3 \cdot \sin \beta$$

Позеравив все известные значения и найдём
 β :

$$\sin f \approx \tan f \approx d$$

$$d = 1.7 \cdot \sin \theta \Rightarrow \theta < d \Rightarrow$$

$$\alpha = \frac{d}{1.7}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ



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

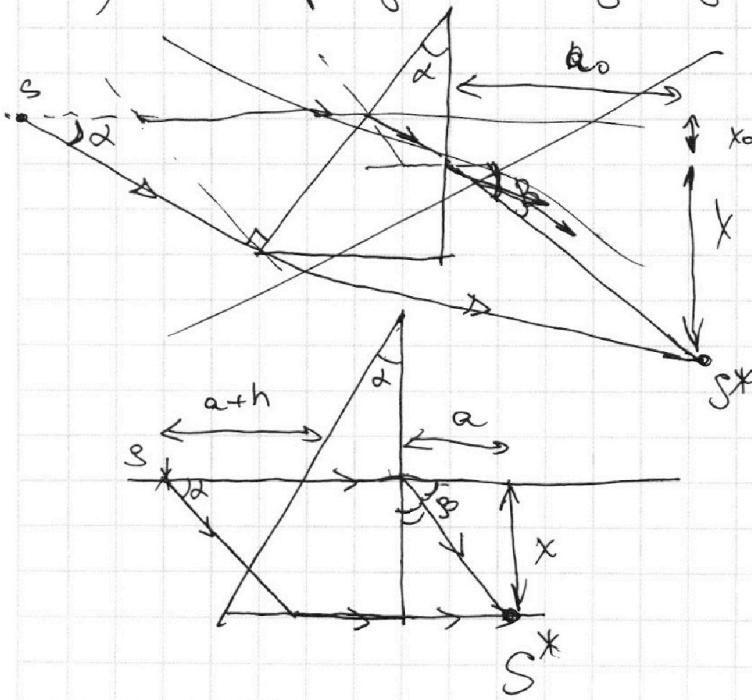
$$\sin(\alpha - \beta) \cdot 1,7 = \sin \beta$$

$$\alpha - \beta < \alpha \Rightarrow$$

$$\alpha(1 - \frac{1}{1,7}) \cdot 1,7 = \sin \beta$$

$$0,7 \alpha = \sin \beta = \beta = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07 \text{ rad}$$

2) Изобразим угол между:



$$\begin{aligned} \tan \beta &\rightarrow \\ \tan \alpha &\rightarrow \\ \tan \alpha &\rightarrow \end{aligned}$$

$$\tan \beta = \frac{x}{a_0}$$

$$\tan \alpha = \frac{x}{a+h}$$

$$\begin{aligned} \alpha(a+h) &= \beta a_0 \\ b &= a+h+a_0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= a+h + \frac{\alpha(a+h)}{\beta} = (a+h) \left(1 + \frac{\alpha}{\beta}\right) = (a+h) \left(1 + \frac{10}{7}\right) = \\ &= (a+h) \cdot \frac{17}{7} = 104 \cdot \frac{17}{7} = \frac{1768}{7} \text{ см} \times \frac{104}{17} \\ &= \frac{1768}{7} \cdot 104 = \frac{1768}{7} \cdot 104 = \frac{1768}{7} \cdot 104 = \frac{1768}{7} \cdot 104 = \end{aligned}$$

3) Изобразим угол между:

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

Отметьте крестиком номер задачи,

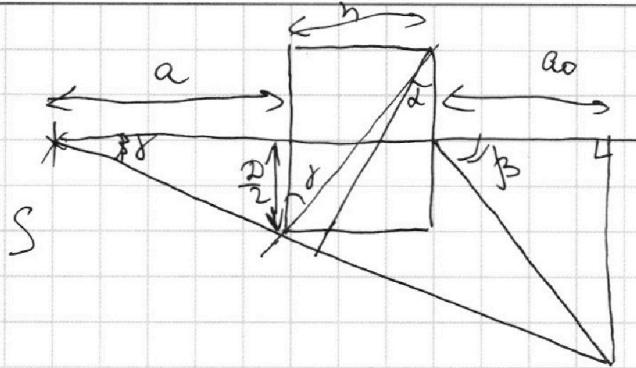
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



$$f^2 = \frac{h}{2a} \quad w_3$$

$$\tan f = \frac{h}{2a}$$

$$\cot f = \frac{2a}{h}$$

$$f = \sqrt{\frac{h}{2a}} = \sqrt{\frac{14}{2 \cdot 30}} = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{7 \cdot 2}{2 \cdot 10}} = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{7}{10}} \quad b = a + h + a_0$$

$$\beta = \frac{x}{a_0}$$

$$f = \frac{x}{a+h+a_0}$$

$$\beta a_0 = f(a+h+a_0) \Rightarrow a_0 = \frac{f(a+h)}{f-\beta}$$

$$b = a+h \left(1 + \frac{f}{\beta-f} \right) = 104 \cdot \left(1 + \frac{\frac{1}{3} \sqrt{\frac{7}{10}}}{\frac{7}{100} - \frac{1}{3} \sqrt{\frac{7}{10}}} \right) =$$

$$= 104 \cdot \frac{\frac{7}{100}}{\frac{7}{100} - \frac{1}{3} \sqrt{\frac{7}{10}}} = \frac{104 \cdot 7}{7 - \frac{1}{3} \sqrt{7 \cdot 10^3}}$$

Ответ: 1) $\beta = 0.07 \text{ rad}$

2) $b = \frac{1768}{7}$

3) $c = \frac{104 \cdot 7}{7 - \frac{1}{3} \sqrt{7000}}$

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"/> |

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

МФТИ

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!

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$$

$$U = Ed$$

$$m\ddot{\varphi}_{12} =$$

$$a_{12} = \frac{v_2 - v_1}{t}$$

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

$$d = \frac{v_1 v_2 - v_2^2}{a} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 a_{12}} \Rightarrow a_{12} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2d} = \frac{2q U_1}{m \cdot 2d} = \frac{q U_1}{md}$$

$$\frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = q (\varphi_2 - \varphi_1) = q_0 U_1$$

$$2) \frac{m}{2} (v_2^2 - v_1^2) = q U_1$$

$$3) \frac{m v_A^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = q (\varphi_A - \varphi_1)$$

$E_A \cdot \Gamma$

$$\varphi_A = \frac{kq}{r}$$

$$\times \frac{1}{33} \frac{4}{4} \frac{132}{132}$$

$$E_A = \frac{4kq}{d} + \frac{8kq}{3d} - \frac{kq}{2d + \frac{32}{4}} = \frac{4kq}{d} + \frac{8kq}{3d} - \frac{4kq}{11d} =$$

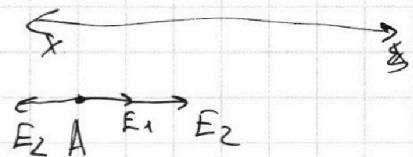
$$= \frac{132 + 12 - 12}{33} \frac{kq}{d} = \frac{131}{33} \frac{kq}{d}$$

$$\frac{m v_3^2}{2} - \frac{m v_2^2}{2} \quad \frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_A^2}{2} = q (\varphi_2 - \varphi_A)$$

1, 2, 3, 4, 5

$$q U = A$$

$$\begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 \\ E_1 & E_2 & E_3 \\ -\varphi_1 & \frac{31}{4} & 29 \end{vmatrix} \quad -9$$



$$\varphi_1 = \frac{kq}{r}$$

$$\varphi_A = \frac{kqQ}{r}$$

$$E_A = \frac{4kq}{d} + \frac{8kq}{3d} - \frac{4kq}{11d} =$$

$$= \frac{132 + 12 - 12}{33} \frac{kq}{d} = \frac{131}{33} \frac{kq}{d}$$

$$\frac{m v_3^2}{2} - \frac{m v_2^2}{2} \quad \frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_A^2}{2} = q (\varphi_2 - \varphi_A)$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

МФТИ

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

A hand-drawn geometric diagram on grid paper. It features two primary lines that intersect. One line has several arrows pointing in different directions along its length. The angle between the two intersecting lines is labeled θ with a small circle, and the value 17° is written next to it. There are other intersecting lines and arrows drawn throughout the diagram, some with labels like '17' and '18'.

$$B + \overset{\circ}{C} + 180^\circ - 2 = 180^\circ$$

$$\beta^* = \alpha + \beta$$

$$\sin \theta \cdot f_1 = g \cdot \sin \beta$$

$$(d = f)$$

1
9+1

$$2) \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{x}{a+n}$$

$$\tan = \frac{y}{x}$$

$$Q = d \left(1 - \frac{\frac{2\pi}{7}}{1.7} \right) = \frac{9\pi}{17} d = \frac{2\pi d}{17}$$

$$\frac{72}{17} \cdot \sin \beta = \sin \alpha$$

$$\frac{d \cdot \cancel{4\pi} \cdot 10^{-8}}{d\cancel{\pi}} = \sin \beta$$

$$a+h+b$$

b?

$$2. (a+h) = b \circ p$$

$$(a+h) = \frac{7}{10}(ath)$$

$$b = \frac{\alpha}{\beta}$$

5

$$\theta = \frac{\alpha}{4\pi}$$

$$\tan B = \frac{X}{b}$$

1,7-1

$$tgx = \frac{tg\alpha - \frac{b}{a+h}}{1 + \frac{b}{a+h} \cdot tg\alpha}$$

$$(-1)^{\frac{a}{2}} = \frac{a}{\sqrt{-1}}$$

$$d - \frac{7}{10}d \cdot (a+h) = b$$

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

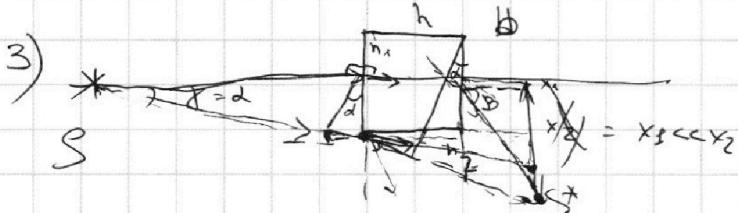
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



$$\operatorname{tg} \beta = \frac{d}{b}$$

$$\beta \cdot b = d \cdot (h+a)$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{x}{a+h+b}$$

$$\begin{cases} d \cdot h = x_2 \\ d \cdot a = x_1 \end{cases}$$

$$b = \frac{d(a+h)}{\beta - d}$$

$$\operatorname{tg} \beta \cdot b = \operatorname{tg} \gamma \cdot (a+h+b)$$

20

$$S = a+h+b =$$

$$= a+h + \frac{d(a+h)}{\beta - d}$$

$$\beta \cdot b = d(a+h+b)$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{x_1}{a}$$

$$\beta \cdot b = d(a+h+b)$$

$$d^2 = \frac{h}{2a} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{a+h} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{h}{D}$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{D}{2a}$$

$$\frac{h}{D} = \frac{h}{A}$$

$$= (a+h) \cdot \frac{\beta}{\beta - d} = \frac{(a+h)}{a+h + \frac{d(a+h)}{\beta - d}} = -\frac{x_1(a+h)}{3}$$

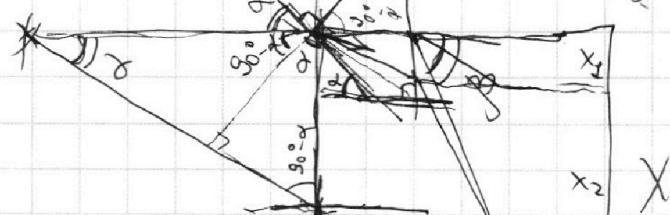
$$a$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{h}{D}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{x_2}{b}$$

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{x_2}{d}$$

$$\alpha = \frac{b \cdot \beta + d \cdot \theta}{a+h+b+d}$$



$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{x_2}{h}$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{x_1+x_2}{d+a}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{x_1+x_2}{a+h+b}$$

$$\alpha = 180^\circ - 90^\circ + \delta - \gamma = 90^\circ + \delta - \gamma$$

$$180^\circ = 180^\circ - \delta +$$

$$+ 90^\circ - \gamma + \theta$$

$$\pi + \gamma - 90^\circ = \theta$$

$$b = \frac{1}{2} (a+h+b)$$

$$b = \frac{1}{2} (a+h+b)$$

21



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

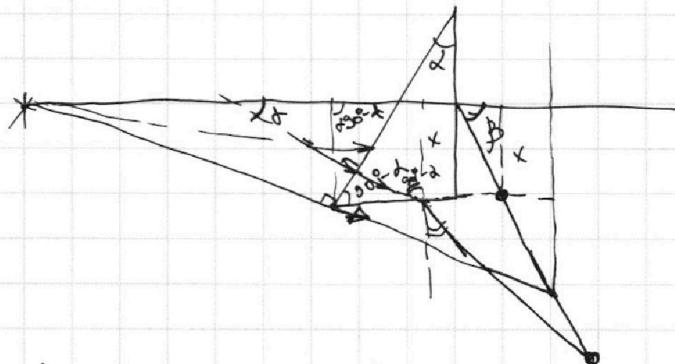
5

6

7

МФТИ

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



$$z_{17} \cdot \sin \alpha = z_1 \cdot \sin \beta$$

$$\begin{aligned} y \cdot \sin(90^\circ - \alpha) &= \\ &= z_{17} \cdot \sin \beta \end{aligned}$$

$$\sin \beta = \frac{8}{z_{17}} = \frac{40}{z_7}$$

$$z \cdot z = z_{17}$$

$$\begin{aligned} z_{17} \sin \beta &= \frac{40}{z_7} \cdot z \\ \sin \beta &= \frac{40}{z_7} \end{aligned}$$

$$1764 \mid \underline{\quad 7 \quad}$$