



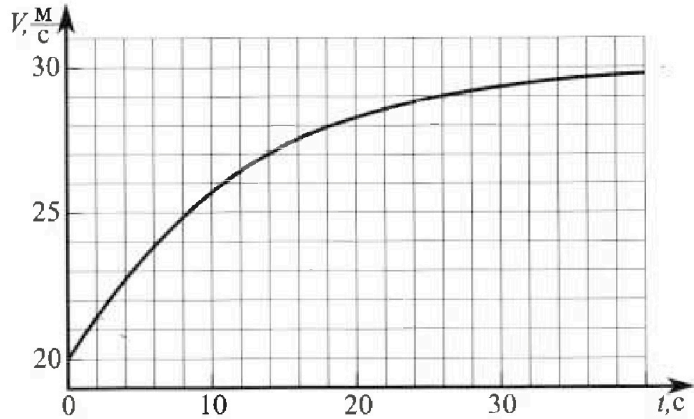
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.



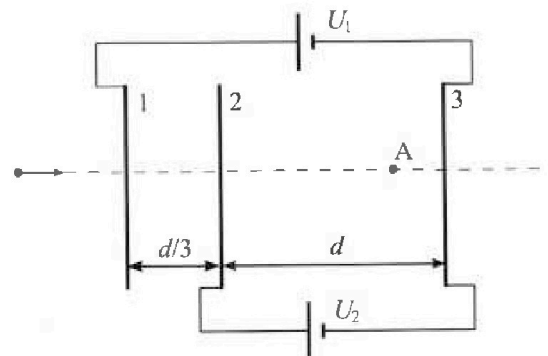
- Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
- Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?
Требуемая точность в численном ответе на первый вопрос ориентировочно 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 Δv 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 А на расстоянии $3d/4$ от сетки 2.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-04

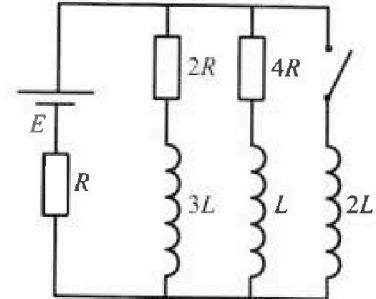
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



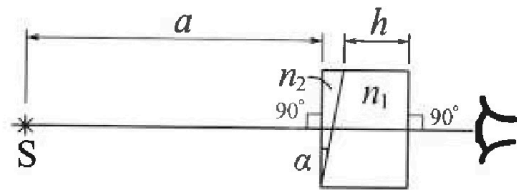
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $4R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $2L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $4R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_v = 1,0$. 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 $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.

- 2) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

Дано.

$$m = 240 \text{ кг}$$
$$F_k = 200 \text{ Н}$$

- 1) $a = ?$
- 2) $F_{\text{comp}} = ?$
- 3) $\eta = ?$

$$\textcircled{1} a = \frac{21,5 - 20}{2} = \frac{3}{4} \text{ м/с}^2 = \textcircled{0,75 \text{ м/с}^2}$$

Необходимо выбрать как можно более малый интервал для точности вычисления

$$\textcircled{2} ma = F_k - F_{\text{comp}}$$

В конце разгона

$$F_{\text{max}} = F_{\text{comp}} = F_k$$

F_{max} по условию - const.

$$ma = F_k - F_{\text{comp}}$$
$$F_{\text{comp}} = F_k - ma$$

$$F_{\text{comp}} = 200 \text{ Н} - 240 \cdot \frac{3}{4} = 20 \text{ Н}$$

$\textcircled{3}$

$$\textcircled{2} \text{ В конце разгона: } F_{\text{comp}} = \frac{N}{v_k}$$

$$\text{В начале разгона: } ma = \frac{N}{v_i} - F_{\text{comp}}$$

$$ma = \frac{F_k \cdot v_k}{v_i} - F_{\text{comp}}$$

$$F_{\text{comp}} = \frac{200 \cdot 30}{20} - \frac{3}{4} \cdot 240 = \textcircled{120 \text{ Н}}$$

$\textcircled{3}$

$$\eta = \frac{F_{\text{comp}} \cdot v_i - N}{N} = 1 - \frac{1}{v_i} =$$

$$\eta = \frac{F_{\text{comp}} \cdot v_i}{N} = \frac{120 \cdot 20}{200 \cdot 30} = \frac{24}{60} = \frac{4}{10} = \textcircled{0,4}$$

Ответ: $a = 0,75 \text{ м/с}^2$; $F_{\text{comp}} = 120 \text{ Н}$; $\eta = 0,4$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

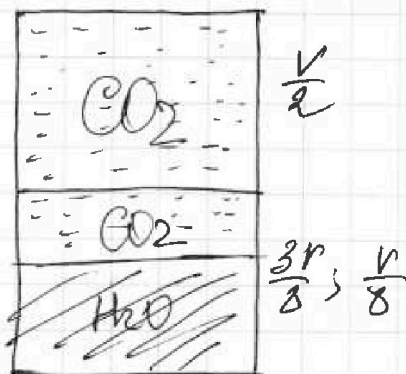
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

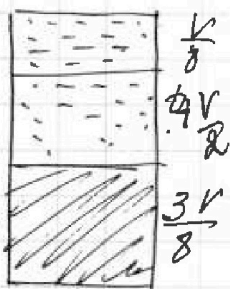


Дано
 $V_1, \frac{3V_1}{8}$
 $T_2 = \frac{4T_0}{3} = 373K$
 $\frac{V}{8}$
 1) $\frac{D_1}{D_2} = ?$ 2) $P_0 = ?$



1) $P_2 \frac{V}{8} = D_1 R T_0$
 $P \frac{V}{8} = D_2 R T_0 \Rightarrow \frac{D_1}{D_2} = 4$

2) $DV = k_p \cdot \omega$ $\omega = \frac{3V}{8}$ $DV = 0,6 P_1 \cdot \frac{3V}{8}$



~~$P \frac{V}{8} = D R T$~~
 $P \frac{V}{8} = (D_2 - D_1 + P D_1) R T$

В процессе будет происходить растворение CO_2 и образование насыщенного пара с давлением P_{sat} .

$P_1 \frac{V}{8} = D_1 R \cdot \frac{4}{3} T_0$

~~$DV = 0,6 P_1 \cdot \frac{3V}{8}$~~
 ~~$P_2 \frac{V}{8} = \frac{0,6 P_1 \cdot 3V}{8}$~~

~~$P_1 \frac{V}{8} = P_{sat} \frac{V}{8} + P_2 \frac{V}{8} = (D_2 - D_1 + P D_1) R \cdot \frac{4}{3} T_0$~~

$P_1 = P_{sat} + P_2$

C. CO_2

$P dV = D R T + D R T - D R T - D R T = 0$
 $P(V - dV) = (D - D_1) R (T + \Delta T)$
 ~~$P dV = D R T$~~
 ~~$P dV = k_p \cdot \omega R T$~~

$P dV = D R T - D R T$

$P dV + \frac{9}{40} P V = D R T$

$\frac{9}{40} P V = D_2 R \frac{1}{3} T_0$

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

МФТИ

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

$$\begin{cases} p_1 \frac{V}{8} = 2RT_0 \cdot \frac{4}{3} \\ p \frac{V}{2} = 2RT_0 \end{cases}$$

$$\frac{p_1}{4p} = \frac{4}{3} \quad p_1 = \frac{16p}{3}$$

$$\begin{cases} \frac{pV}{8} = 2RT_0 \\ \frac{9}{40} p_2 V = \frac{1}{3} 2RT_0 \end{cases}$$

$$\frac{40}{72} \frac{p}{p_2} = 3$$

$$\frac{5p}{9p_2} = 3; \quad 27p_2 = 5p \quad p_2 = \frac{5}{27}p$$

$$9) \quad p_1 - p_2 = p_{\text{атм}}$$

$$\frac{16}{3}p - \frac{5}{27}p = p_{\text{атм}}$$

$$\frac{139}{27}p = p_{\text{атм}}$$

$$p = \frac{27}{139} p_{\text{атм}}$$

$$\text{Ответ: } \frac{p_1}{p_2} = 4; \quad p = \frac{27}{139} p_{\text{атм}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

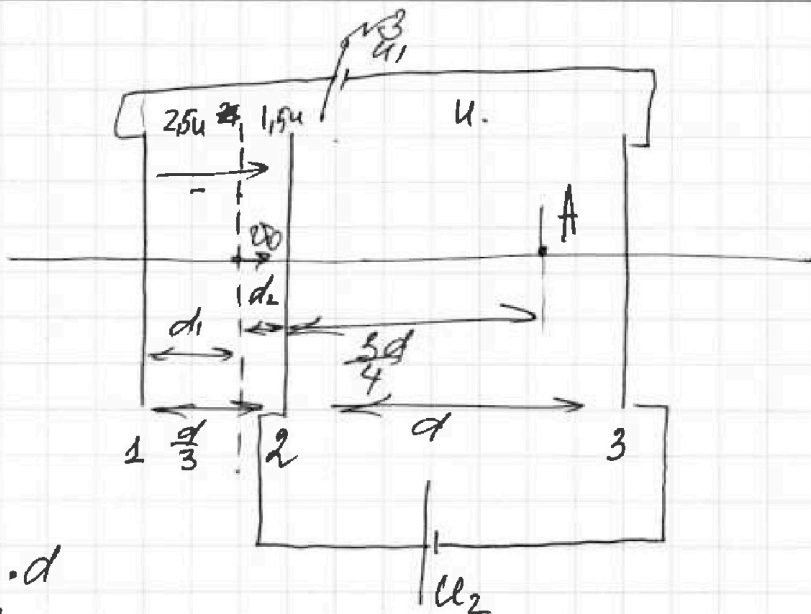
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



Дано
 $U_1 = 5U$
 $U_2 = U$
 $d_1, \frac{d}{3}$
 q, m
 v_0
 1) $a = ?$
 2) $k_3 - k_2 = ?$
 3) $\varphi = ?$



① $U_2 = E \cdot d$

$E = \frac{U}{d}$

$ma = \frac{Uq}{d}$

$a = \frac{Uq}{md}$

② Пусть при заходе частица имеет скорость v_1

$k_2 - \frac{mv_1^2}{2} = q \cdot 4U$

$k_3 - \frac{mv_0^2}{2} = q \cdot 5U$

$k_3 - k_2 = qU$

③ Векторная обозначения точка электрического поля на координатной сетке. на ней $\varphi = \varphi_{\infty}$, $v = v_{\infty} = v_0$

$\begin{cases} 2.5U = Ed_1 \\ 1.5U = Ed_2 \end{cases} \quad \frac{d_1}{d_2} = \frac{5}{3} \quad d_1 = \frac{5d_2}{3}$

$\frac{d}{3} = d_2 + \frac{5d_2}{3} \Rightarrow \frac{d}{3} = \frac{8d_2}{3} \quad d_2 = \frac{d}{8}$

~~$E \cdot \frac{d}{8} = 1.5U$
 $E \cdot \frac{d}{3} = 2.5U$~~

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!



$$\begin{cases} 2,5U = E_1 d_1 \\ 1,5U = E_1 d_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{5}{3} = \frac{d_1}{d_2} \Rightarrow d_1 = \frac{5d_2}{3}$$

$$\frac{d}{3} = \frac{8d_2}{3} \quad d_2 = \frac{d}{8}$$

$$\begin{cases} E \left(\frac{d}{8} + d \right) = 2,5U \\ E \left(\frac{d}{8} + \frac{3d}{4} \right) = U_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{9E}{8} d = 2,5U \\ \frac{7E}{8} d = U_1 \end{cases} \quad \frac{9}{7} = \frac{5U}{2U_1} \quad U_1 = \frac{35}{14} U$$

$$3CЭ: -\frac{mv_0^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = q \frac{35}{18} U$$

$$mv_0^2 - \frac{35}{9} qU \quad mv^2 + qU \frac{35}{9} = mv^2$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + \frac{35qU}{9m}}$$

$$\text{Ответ: } a = \frac{4q}{md}; \quad k_3 - k_2 = q \cdot U; \quad v = \sqrt{v_0^2 + \frac{35qU}{9m}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

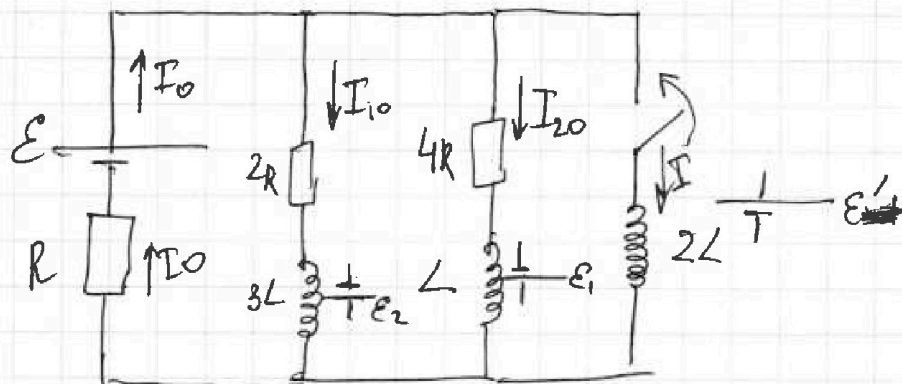


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дано

$\mathcal{E}, R, L,$
 $2R, 3L, 2L,$
 $4R$

- 1) $I_{20} - ?$
- 2) $\frac{dI}{dt} - ?$
- 3) $q - ?$



1) \Rightarrow замкнутый ключ \mathcal{E}' и катушка $2L$ в параллельном соединении \Rightarrow она работает, как провод.

3-й Ома:
$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R + \frac{2R \cdot 4R}{2R + 4R}} = \frac{3\mathcal{E}}{7R}$$

3-й Ома: $2R \cdot I_{10} = 4R \cdot I_{20} \Rightarrow I_{10} = 2I_{20}$

$I_0 = I_{10} + I_{20} \Rightarrow I_0 = 3I_{20} \Rightarrow I_{20} = \frac{\mathcal{E}}{7R}$

2) Ток в цепи сразу после замкнутого ключа не изменяется

3-й Ома: $I_0 R - \mathcal{E} + \mathcal{E}' = 0$

$2L \frac{dI}{dt} = \mathcal{E} - \frac{3}{7}\mathcal{E}$

$\frac{dI}{dt} = \frac{2\mathcal{E}}{7L}$

3) Если ключ замкнуть, то ток через $2R$ и $3L$ уменьшается, через $4R$ и L — увеличивается, через $2L$ — увеличивается

3-й Ома: $-\mathcal{E}' + I_{4R} \cdot 4R - \mathcal{E}_1 = 0$

$I_{4R} \cdot 4R = 2L \frac{dI}{dt} + L \frac{dI_1}{dt}$

$4R \int dq = 2L \int dI + L \int dI_1$

$4Rq = \frac{2L\mathcal{E}}{R} + \frac{\mathcal{E}L}{7R} \Rightarrow q \cdot 4R = \frac{15\mathcal{E}L}{7R}$

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!

$$q_3 = \frac{15\mathcal{E}L}{28R^2}$$

$$\text{Answer: } I_{20} = \frac{\mathcal{E}}{7R} \quad ; \quad \frac{dI}{dt} = \frac{2\mathcal{E}}{7L} \quad ; \quad q = \frac{15\mathcal{E}L}{28R^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



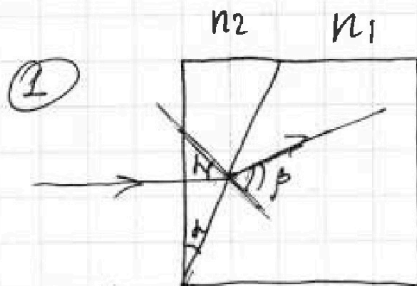
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Дано

$n_1, n_2, n_3 = 1, 0$
 $a = 100 \text{ см}$
 $h = 14 \text{ см}$
 $d = 0,1 \text{ рад}$

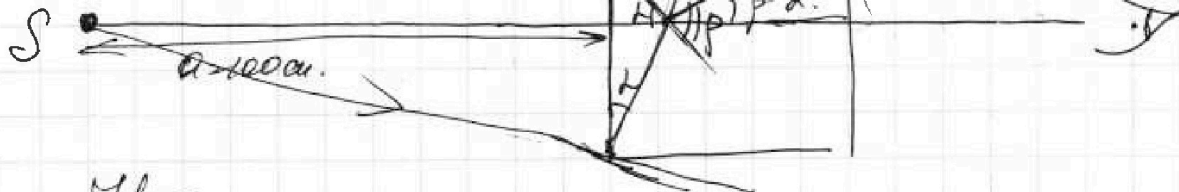
1) β - ?
 2) δ - ? 3) γ - ?



~~$n_2 \cdot \sin \delta = n_1 \cdot \sin \beta$~~ $n_2 \cdot \sin \delta = n_1 \cdot \sin \beta$
 $n_2 \cdot d = n_1 \cdot \beta$
 $\beta = \frac{n_2 \cdot d}{n_1} = 1,7 \cdot 0,1 = 0,17 \text{ рад.}$

$\Delta \beta = \beta - d = 0,07 \text{ рад}$
~~Следовательно $\Delta \beta = 0,07 \text{ рад}$~~

②



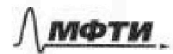
Наблюдатель будет видеть изображение на расстоянии $(L \geq a \geq 100 \text{ см})$

③

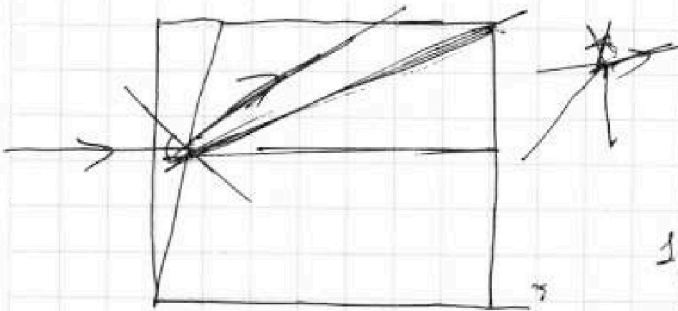
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$n_2 d = n_1 \beta$$
$$1,59u \beta = \frac{1,7 \cdot 0,1}{1,4} = \frac{17}{15}$$

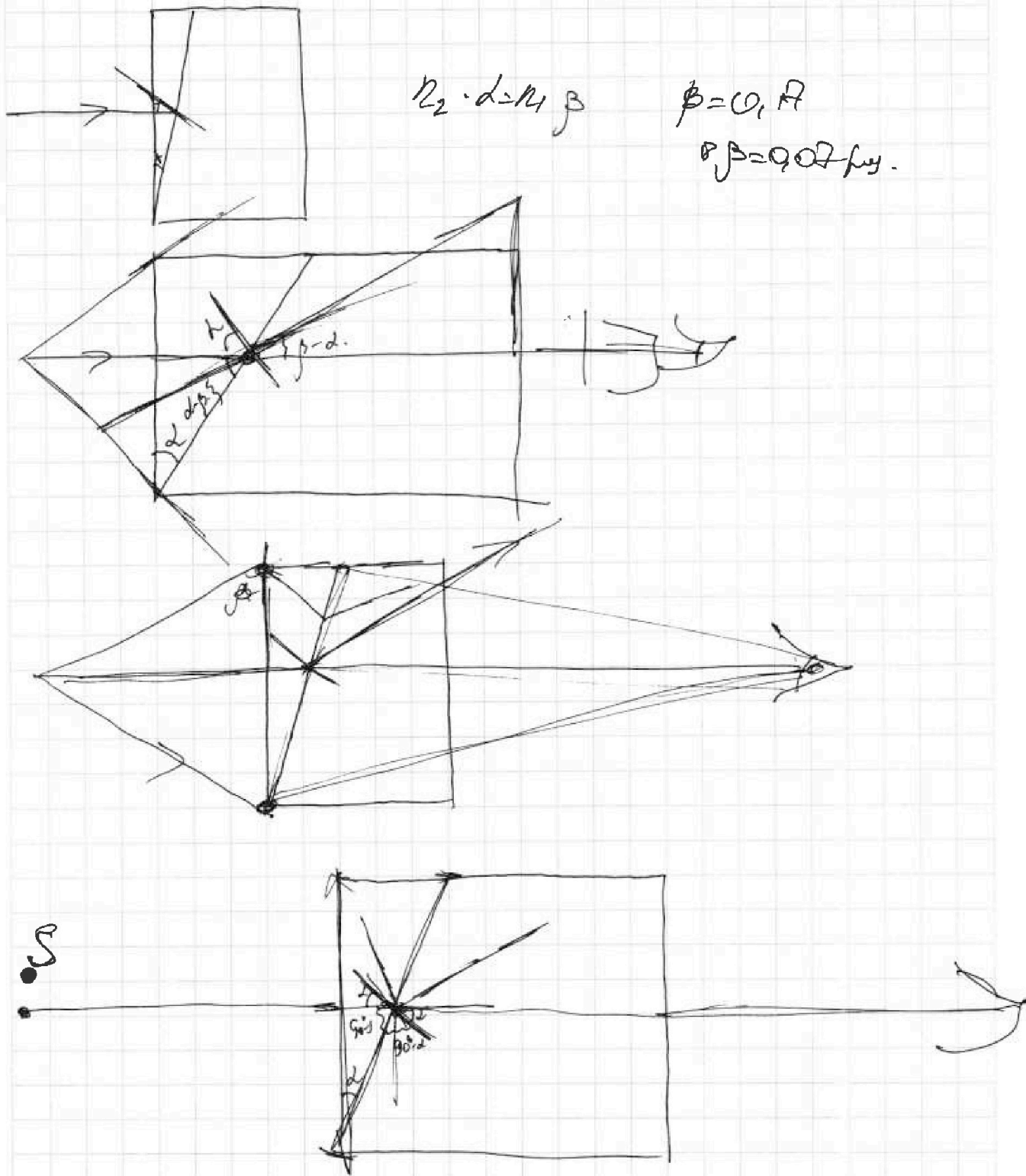
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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"/> |

МОТИ

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



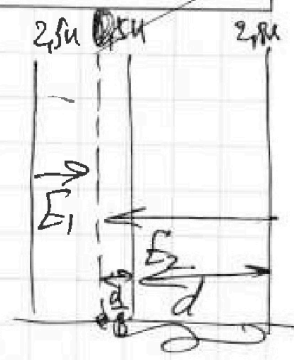
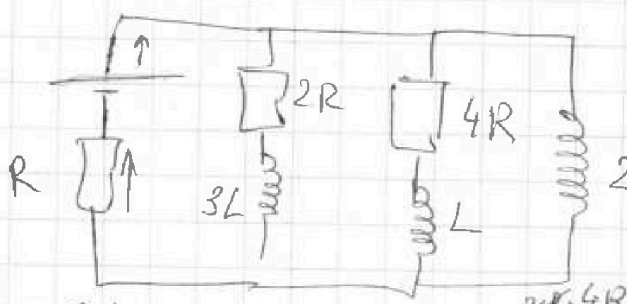
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



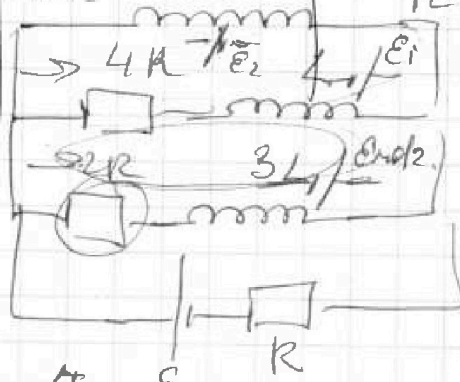
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$2.5U = Ed$
 $1.5U = Bdc$
 $E + U_2 = 0$
 $U_2 = \frac{4}{7}E$
 $d_1 = \frac{5dc}{3}$
 $\frac{8dc}{3} = \frac{d}{3}$
 $dc = \frac{d}{8}$

$2.5E \cdot d = \frac{4dc}{3}$

$\frac{2R \cdot 4R}{6R} = \frac{4}{3} R + R = \frac{10R}{3}$
 $I_1 = \frac{3E}{7R}$

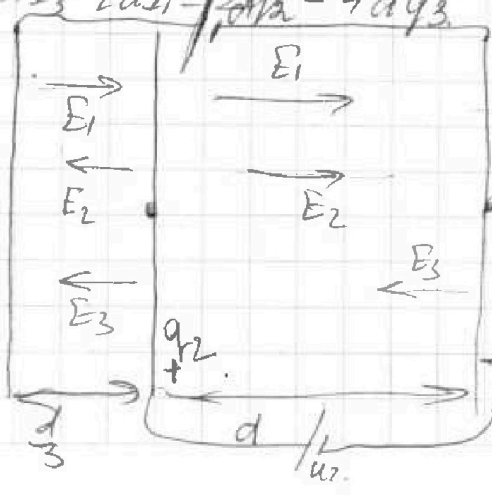


$\frac{dI}{dt} = \frac{4E}{7} \cdot \frac{1}{L}$
 $\frac{dI}{dt} = \frac{2E}{7L}$
 $\frac{d}{dt} \left(\frac{2d}{3} + \frac{4d}{4} \right) \cdot \epsilon_0 \cdot E = (dc + d) \epsilon_0 E$
 $2L \frac{dI_1}{dt} + L \frac{dI_2}{dt} = 4IR$
 $2L dI_1 + L dI_2 = 4dI R dt$
 $2L dI_1 + L dI_2 = 4dI R dt$

$\frac{PR}{R} = \frac{4IR}{R} + L \frac{dI_1}{dt} + 3L \frac{dI_2}{dt} - 2I_2 R dt$

$P_1 \cdot \frac{V}{8} = \frac{3L dI_2}{dt} - L \frac{dI_1}{dt} = 2I_2 R - 4I_1 R$

$\frac{4P}{P_1} = \frac{3}{4} + \frac{P}{16} \cdot \frac{3}{16} \cdot \frac{q_1}{q_2}$
 $\frac{P}{P_1} = \frac{3}{16} \cdot \frac{q_1}{q_2}$



$F = qE$ $U = Ed$
 $E = \frac{4}{7}$
 $-q \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} \frac{d}{3} + \frac{q}{2\epsilon_0 S} \cdot d + \frac{q}{2\epsilon_0 S}$

$\frac{1}{3} + \frac{3}{4} = \frac{7}{8}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

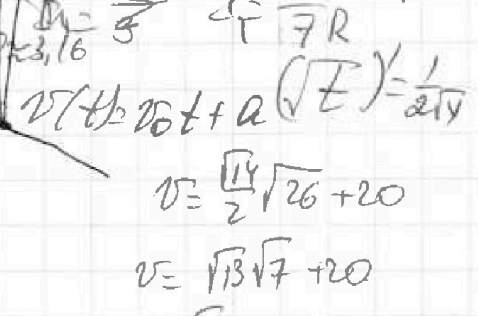
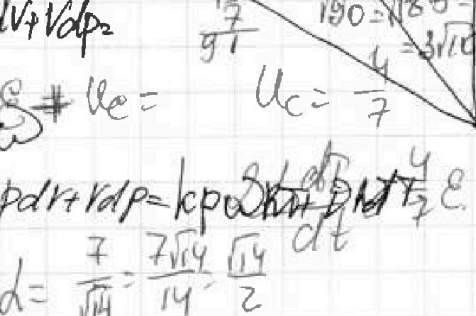
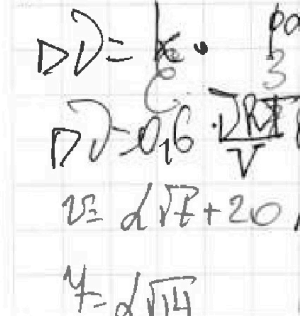
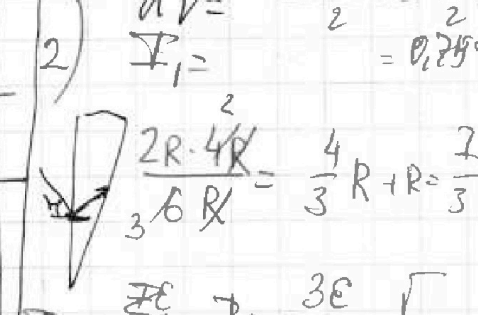
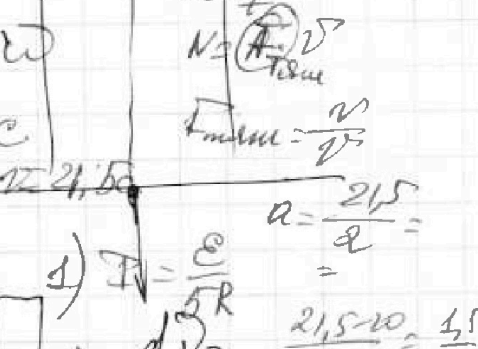
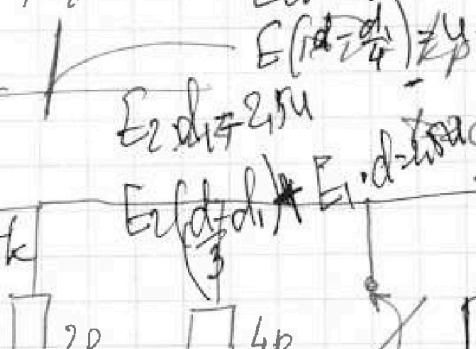
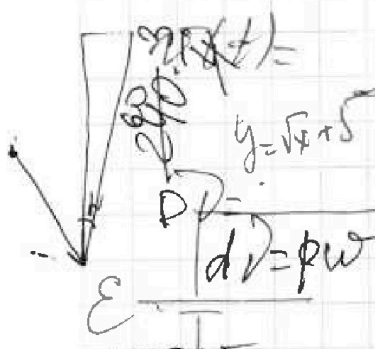
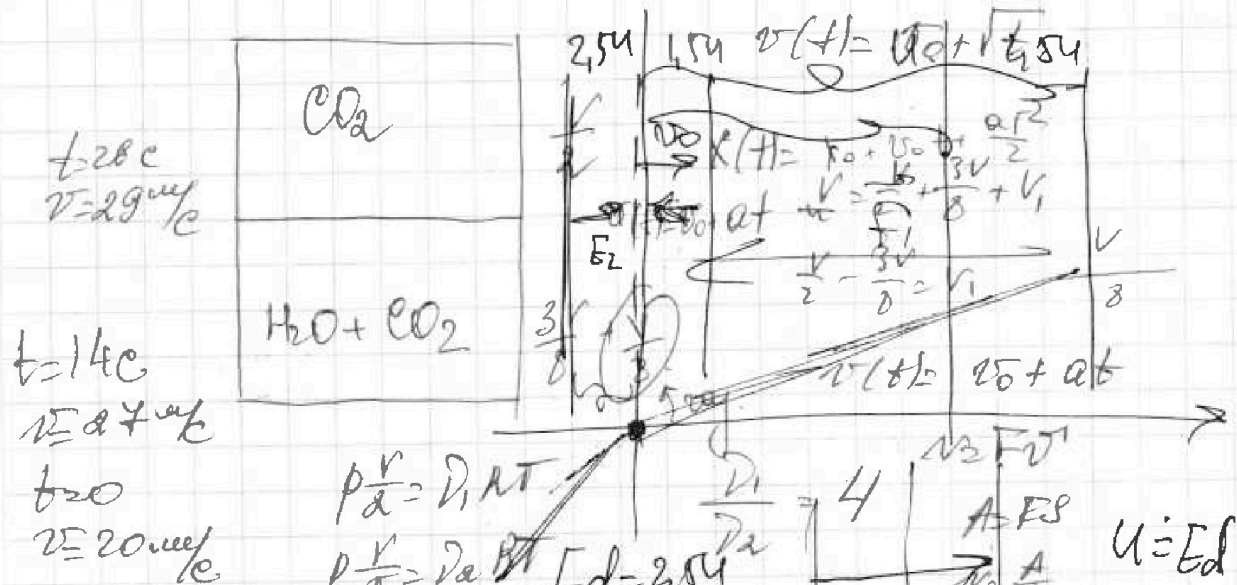
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



v_d



$U = \frac{\sqrt{14}}{2} \sqrt{t} + 20$

$v = \frac{\sqrt{14}}{2} \sqrt{t} + 20$

$v = \frac{\sqrt{14}}{2} \sqrt{t} + 20$

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!



λ const.

$v(t) = \frac{F_{max}(t)}{T_{amp}}$

$ma = F_{max} - F_{comp}$

$F_{max} = F_{comp}$ $F_{max} = 200H$

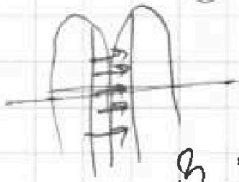
$ma = Eq$

$ma = \frac{Uq}{d}$

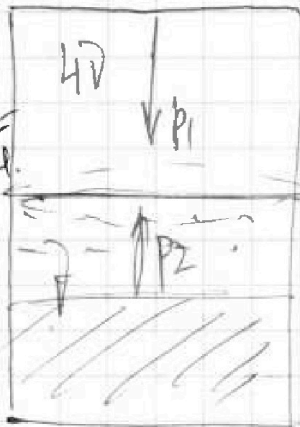
$a = \frac{U_2 q}{md}$

$U = Ed$

$ma = \frac{Uq}{F_{comp} \cdot d}$



$\frac{5}{4} \cdot 240 = 180H$



$\frac{v}{2} > \frac{v}{2}$

$p_1 \cdot a = \frac{v}{RT}$

$\varphi_1 - \varphi_3 = U_1$
 $\varphi_2 - \varphi_3 = U_2$

$\varphi_1 - \varphi_2 = U_1 - U_2$

$\Delta D = \frac{p \cdot v}{200 \cdot 30}$
 $\Delta D = 0,6 p \cdot v$

$\frac{3v}{8} = \frac{v}{8}$

$\frac{D}{D_2} = 4$

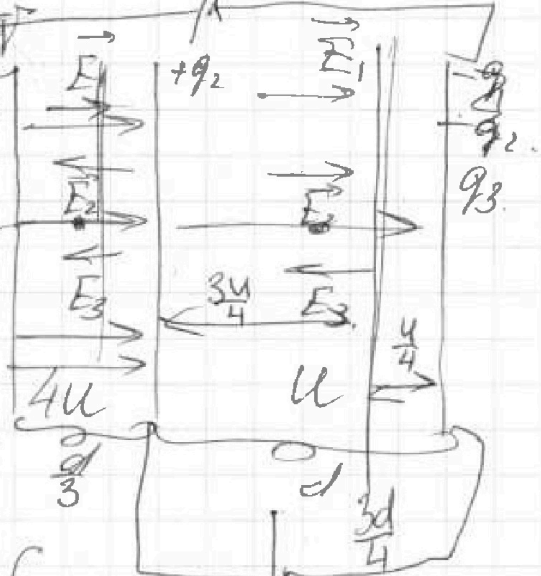
$\varphi_1, p \cdot v_1 = v_2$

$\Delta D = 0,6 p \cdot v_{max} \cdot m \cdot \omega^2$

$\Delta D = 0,6 \frac{DRT}{v} \omega_{max}^2$

$\frac{\Delta D}{D} = 0,6 \frac{RT}{v} \omega_{max}^2$

$\frac{q_1}{2\epsilon_0 S} \cdot \frac{4d}{3} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} \cdot \frac{2d}{3} = \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \cdot \frac{4d}{3}$
 $\frac{2q_1 d}{3\epsilon_0 S} + \frac{q_2 d}{3\epsilon_0 S} = \frac{2q_3 d}{3\epsilon_0 S} = U_1 \cdot 90 + 54 \cdot 5 = 144V$



$2q_1 + q_2 - 2q_3 = \frac{3\epsilon_0 S U_1}{d}$
 $q_1 + q_2 + q_3 = 0$
 $\frac{q_1}{2\epsilon_0 S} d + \frac{q_2 d}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3 d}{2\epsilon_0 S} = U_2$

$2q_1 + q_2 - 2q_3 = \frac{3\epsilon_0 S U_2}{d}$
 $q_1 + q_2 + q_3 = 0$
 $q_1 + q_2 - q_3 = \frac{2\epsilon_0 S U_2}{d}$

$2q_3 = -\frac{2\epsilon_0 S U_2}{d}$

$q_3 = -\frac{\epsilon_0 S U_2}{d}$

