

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-02

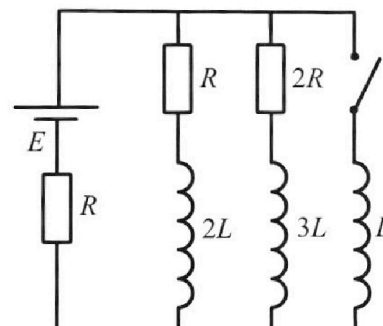
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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 $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ 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 $a = 200$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,05$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

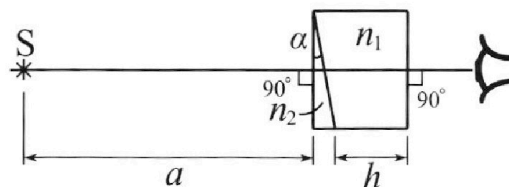


рис.). Угол $\alpha = 0,05$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,6$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,6$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,8$, $n_2 = 1,6$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



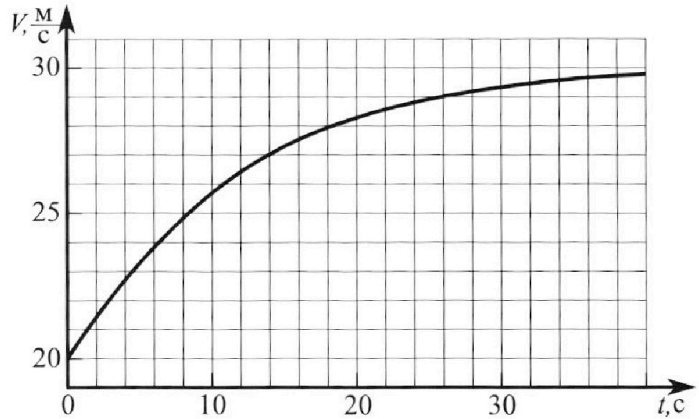
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-02



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

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 300$ 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 $F_k = 405$ Н.



1) Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости $V_1 = 27$ м/с.

2) Найти силу сопротивления движению F_1 при скорости V_1 .

3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению при скорости V_1 ?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

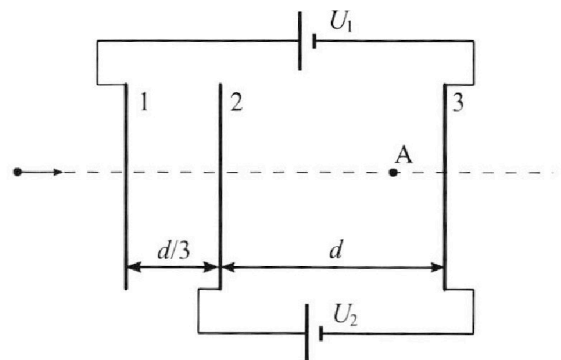
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/6$.

По закону Генри, при заданной температуре количество $\Delta\nu$ растворённого газа в объёме жидкости ν пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta\nu = k p \nu$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.

2) Определите конечное давление в сосуде P . 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 $U_1 = 2U$ и $U_2 = U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.



1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.

2) Найти разность $K_3 - K_2$, где K_2 и K_3 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.

3) Найти скорость частицы в точке A на расстоянии $2d/3$ 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

МФТИ

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

Дано: $m = 300 \text{ г}$; $F_k = 405 \text{ Н}$; $v(t)$ $v_1 = 27 \text{ м/с}$

1) a_1 - ? (ускорение при v_1)

Из графика: $v(26) = 29 \text{ м/с}$; $v(33) \approx 29,5 \text{ м/с}$
За промежуток $[26; 33]$ график с порошкой
точностью - прямая, поэтому $a_1 = \frac{v(33) - v(26)}{33 - 26} \text{ м/с}^2$
это угловой коэффициент касательной
к точке $(27; v(27))$, который с хорошей
точностью совпадает с угловым
коэффициентом прямой.

$$a_1 \approx \frac{0,5}{7} \approx \frac{1}{14} \text{ м/с}^2$$

2) F_1 - ? Пусть P - мощность выделяемая
на 1^е колесо: $P = \frac{dA}{dt}$, где dA - работа с
времени t до $t+dt$, $dt \rightarrow 0$.

$dA = P_{\text{сопр}} dt = A_{\text{сопр}} + dK$, dK - изменение ки-
нетической энергии; $A_{\text{сопр}}$ - работа
или сопротивление

ЛКСТЛ

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!

$$A_{\text{comp}} = \int F \cdot dx; \Delta k = \frac{mv^2(t+dt)}{2} - \frac{mv^2(t)}{2} =$$
$$= \frac{m}{2} (v(t+dt) - v(t)) (v(t) + v(t+dt)) = \frac{m}{2} 2v(t)dv$$

$\Rightarrow P_0 = R \cdot dt$ — малое перемещение $dx \rightarrow 0$

$$P_e = \frac{F \cdot dx}{dt} + \frac{mv dv}{dt} = Fv + mva, F — сила сопротивления
вперед.$$

В конце скорости уменьшаются к $v_k = 30 \text{ м/с}$,

$$\Rightarrow a = 0 \text{ м/с}^2 \Rightarrow P_0 = 30 \cdot 405 + 0 = 12150 \text{ Вт}$$

$$P_0 = v_1 F_1 + m v_1 a_1$$

$$F_1 = \frac{P_0 - m v_1 a_1}{v_1} = \frac{P_0}{v_1} - m a_1$$

$$F_1 = \frac{12150 + 300 \cdot 2}{27} - 300 \cdot \frac{1}{14} = \frac{4050}{9} - \frac{300}{14} = 450 - \frac{200}{14} =$$

$$= \frac{450 \cdot 14 - 200}{14} = \frac{6300}{14} = \frac{450 \cdot 14 - 200}{14} = \frac{5970}{14} \text{ Н} = \frac{2985}{7} \text{ Н}$$

$$3) \eta = \frac{P_{\text{comp}}}{P_{\text{max}}} \quad ? \quad \eta = \frac{v_1 F_1}{\frac{1}{2} P_0}, \text{ м.к. } A_{\text{comp}} = F dx \Rightarrow$$

$$P_{\text{comp}} = Fv$$

ЛИСТ 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

МФТИ

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

$$\eta = \frac{27 \cdot \frac{165}{7}}{12150} = \frac{27 \cdot 165}{7 \cdot 12150} = \frac{165}{7 \cdot 45}$$

$$\eta = \frac{27 \cdot 2985}{7 \cdot 12150} = \frac{2985}{7 \cdot 450} = \frac{597}{7 \cdot 90} = \frac{199}{210}$$

Ответ: 1) $a_1 = \frac{1}{14} \text{ м/с}^2$; 2) $F_I = \frac{2985}{7} \text{ Н}$;

3) $\eta = \frac{199}{210}$.

ЛИСТ 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!

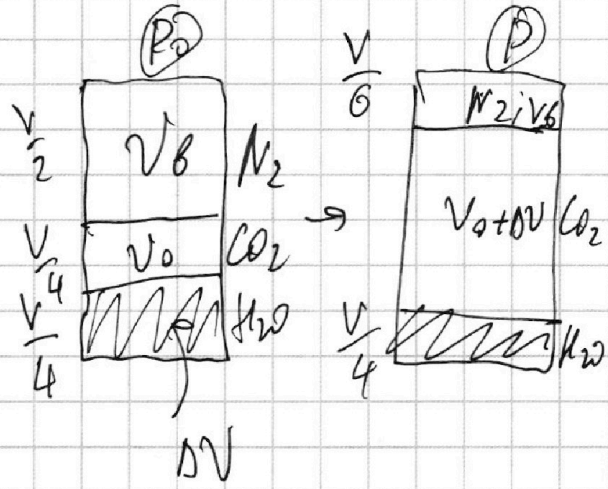


N2

Дано: $T = \frac{4}{3} T_0 = 373^\circ K$

$k = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ моль / (м}^3 \cdot \text{Па)}$

$R T \approx 3 \cdot 10^3 \text{ Дж/моль}$



1) Пусть V_0 - кол-во CO_2

N_2 нерастворимо, а H_2O - растворимо

V_0 - кол-во N_2 ; P_0 - установившееся давление в начальном состоянии

Тогда $\frac{V_0}{V_0} = ?$

По з-ну Клапейрона-Менделеева

$$P_0 V_0 \in \left\{ \begin{array}{l} P_0 \frac{V}{4} = V_0 R T_0 \quad (\text{N}_2 \text{ занимает } \frac{V}{4}) \\ P_0 \frac{V}{2} = V_0 R T_0 \end{array} \right.$$

$$P_0 V = 4 V_0 R T_0 = 2 V_0 R T \Rightarrow 4 V_0 = 2 V_0 \Rightarrow \boxed{\frac{V_0}{V_0} = 2}$$

2) $P = ?$

Для конечного состояния:

ЛМСТ 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!

По 3-му критерию Менделеева

$$\frac{V}{6} p = \nu_0 R T. \quad p = \frac{6 \nu_0 R T}{V} = \frac{6 \cdot 2 \nu_0 R \cdot \frac{4}{3} T_0}{V} =$$
$$= \frac{16 \nu_0 R T_0}{V} \Rightarrow p = \frac{4}{3} p_0$$

$$p_0 = \frac{4 \nu_0 R T_0}{V} \Rightarrow p = \frac{4}{3} p_0$$

$p = p_{\text{CO}_2} + p_{\text{H}_2\text{O}}$ по 3-му критерию Дальтона, т.к. H_2O
при 373°K испаряется до $p_{\text{H}_2\text{O}}$, p_{CO_2} — какое
кое давление CO_2 :

$$p_{\text{CO}_2} \left(\frac{5V}{6} - \frac{V}{4} \right) = (\nu_0 + \delta \nu) R T, \text{ т.к. при } T$$

CO_2 не растворяется.

По 3-му критерию Генри $\delta \nu = k p_0 \frac{V}{4}$

$$p_{\text{CO}_2} \cdot \frac{7V}{12} = R T \left(\nu_0 + k p_0 \frac{V}{4} \right)$$

$$p_{\text{CO}_2} \cdot \frac{7V}{12} = \frac{4}{3} R T_0 \nu_0 + \frac{k p_0 V}{4} R T$$

$$R T_0 \nu_0 = p_0 \frac{V}{4} \Rightarrow \frac{7}{12} p_{\text{CO}_2} = \frac{4}{3} \cdot \frac{p_0}{4} + \frac{k p_0 R T}{4}$$

ЛИСТ 5

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!

$$\frac{7}{12} p_{\text{coz}} = \frac{p_0}{3} + \frac{k p_0 R T}{4} \quad \left| \begin{array}{l} p_{\text{coz}} = p - p_{\text{атм}} \\ p_0 = p/4 \end{array} \right.$$

~~$$\frac{7}{12} p - \frac{7}{12} p_{\text{атм}} = \frac{p}{12} + \frac{k p R T}{4}$$~~

~~$$\frac{7}{12} p - \frac{7}{12} p_{\text{атм}} = \frac{p}{6} + \frac{0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 p}{4}$$~~

~~$$\frac{5}{12} p = \frac{7}{12} p_{\text{атм}} + \frac{18}{40} p$$~~

~~$$\frac{5}{12} p = \frac{7}{12} p_{\text{атм}} + \frac{9}{20} p \quad | \cdot 60$$~~

~~$$25 p = 35 p_{\text{атм}} + 27 p$$~~

~~$$\frac{7}{12} p - \frac{7}{12} p_{\text{атм}} = \frac{p}{12} + \frac{k p R T}{16}$$~~

~~$$\frac{p}{2} = \frac{7}{12} p_{\text{атм}} + \frac{0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 p}{16}$$~~

~~$$p = \frac{7}{6} p_{\text{атм}} + \frac{18}{80} p; \quad \frac{62}{80} p = \frac{7}{6} p_{\text{атм}}$$~~

~~$$p = \frac{80 \cdot 7}{6 \cdot 62} p_{\text{атм}} = \frac{140}{93} p_{\text{атм}}$$~~

~~$$\text{Ответ: } \frac{v_6}{v_0} = 2; \quad p = \frac{140}{93} p_{\text{атм}}$$~~

ЛНСТ6

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

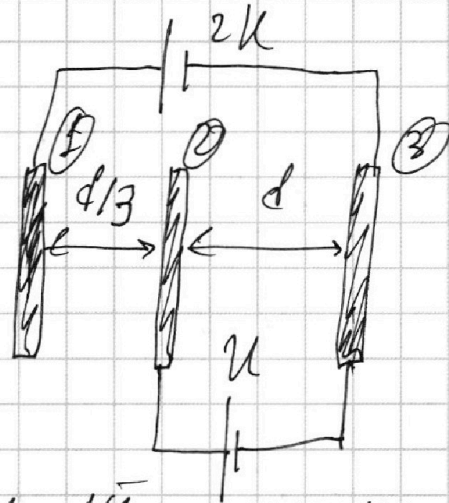
МФТИ

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



№3

Дано: d ; $U_1 = 2U$; $U_2 = U$,
 $m, q > 0, \vec{v}_0$



1) $a = ?$ (искать ускорение)

Пусть $\varphi_1 = 0$ — потенциал $1^{\text{ой}}$ сетки
Тогда $\varphi_3 = -2U$ (в положении равновесия),
 $\varphi_2 = -U$ чтобы ток не тек (при обходе цепи потенциал $+ \rightarrow -$
потенциал \downarrow на увеличение напряжения
и наоборот)

$$|E_{23}| = \frac{|\varphi_3 - \varphi_2|}{d} = \frac{U}{d} \text{ по 2-ой 3-ей формуле}$$

$$ma = F_{электр} = \frac{Uq}{d} \quad (F_{эл} = qE)$$

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

2) $K_3 - K_2 = ?$ Пусть φ_∞ — потен. ∞
узел на ∞ лист 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

МФТИ

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

По ЗСЭ:

$$\frac{mv_0^2}{2} + q\varphi_\infty = K_2 + q\varphi_2$$

$$\frac{mv_3^2}{2} + q\varphi_\infty = K_3 + q\varphi_3$$

$$0 = K_3 - K_2 + q\varphi_3 - q\varphi_2$$

$$K_3 - K_2 = q(\varphi_2 - \varphi_3) = q(-U - (-2U)) = qU$$

$$K_3 - K_2 = qU$$

3) v_A - ? (максимальная скорость)

от 2 до 3 $E = \text{const}$ (и направлена одинаково) \Rightarrow потенциал равномерно убывает от $-U$ до $-2U$

$$\varphi_A = -\frac{5U}{3} \text{ (т.к. составим } \frac{2}{3} \text{ от } (-2U) - U)$$

По ЗСЭ: $\frac{mv_0^2}{2} + q\varphi_\infty = \frac{mv_A^2}{2} - \frac{5U}{3}q$

Кинет.

$$K_3 - K_2 = \frac{mv_3^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2} = K_p$$

ЛИСТ 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
<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!

~~$U_2 > U_3 \Rightarrow$ на 23 тело разогнается с~~

~~$$a = \frac{Uq}{d \cdot m} \Rightarrow v_3 = v_2 + da = v_2 + \frac{Uq}{m} t$$~~

~~$$\begin{cases} v_3 = v_2 + \frac{Uq}{m} t \\ \frac{mv_3^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2} = Uq \end{cases}$$~~

Ответ: 1) $a = \frac{Uq}{m \cdot d}$; 2) $K_3 - K_2 = Uq$

ИСТГ

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

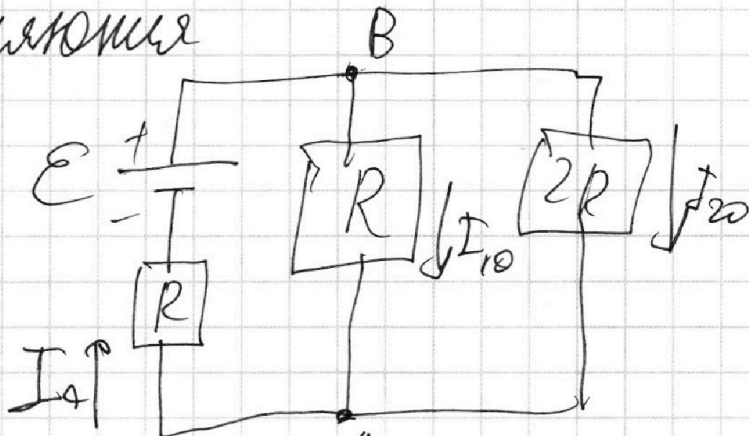
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дано: \mathcal{E}, R, L N_4

Найти: 1) I_{20} - ?

При разомкнутом ключе в уст. положении катушки не вносят измерений, т.к. ток не меняющийся

Обозначим ток
через резистор
 R : I_{10} .



$$R_{\text{общ}} = R + R_{\text{параллельное}} = R + \frac{R \cdot 2R}{R + 2R} = \frac{5}{3} R$$

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{общ}}} = \frac{3\mathcal{E}}{5R}$$

$I_{10} + I_{20} = I_0$ и $I_{10} R = I_{20} \cdot 2R$ т.к.
напряжение между A и B - одинаково.

$$\Rightarrow \begin{cases} I_{10} = 2I_{20} \\ I_{10} + I_{20} = I_0 \end{cases} \Rightarrow I_{20} = \frac{I_0}{3}$$

$$I_{20} = \frac{\mathcal{E}}{5R}$$

(ЛНСТ I_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 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!

Точке замыкания (сразу):

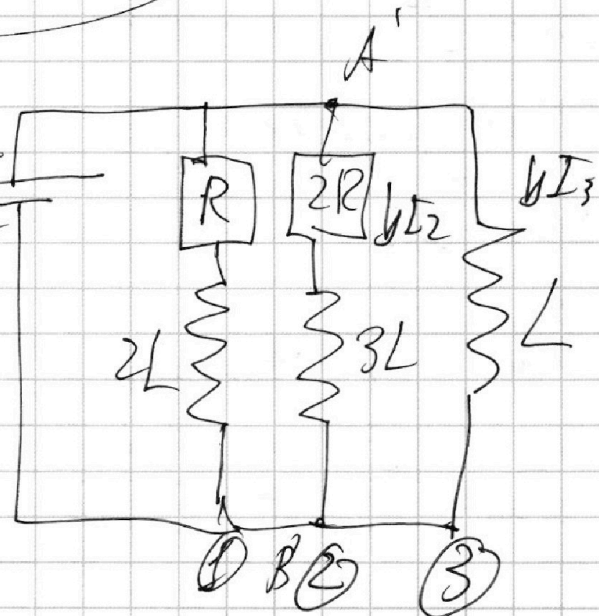
$$\mathcal{E} - I_0 R = L \dot{I}, \text{ где } \dot{I} - \text{изменяющаяся скорость изменения тока}$$

(т.к. напряжение между A и B одинаково и $\mathcal{U}_L = L \dot{I}$)

$$\Rightarrow \dot{I} = \frac{\mathcal{E}}{L} - \frac{\mathcal{E}}{5L} = \frac{4\mathcal{E}}{5L}$$

3) $\mathcal{P}_{2R} - ?$ (милливат)

$\mathcal{U}_2 = \mathcal{U}_3$ - напряжение между A' и B'



$$\Rightarrow 2R I_2 + 3L \dot{I}_2 = L \dot{I}_3$$

I_2 и I_3 - неопределенные зависимости токов 2 и 3 от времени

$$\text{Интегрируем: } 2R q_2 + 3L I_2 = L I_3 + \text{const}$$

Начальные условия: $q_2 = 0$ (с начала

операции замыкания заряд тока [Лист 11]

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!

не протек). $I_2 = I_{20} = \frac{\mathcal{E}}{5R}$; $I_3 = 0$ - ток
пока не мерит

$$\Rightarrow 0 + \frac{3L\mathcal{E}}{5R} = 0 + \text{const} \Rightarrow$$

$$\text{const} = -\frac{3L\mathcal{E}}{5R}$$

В конце: устранив ветви I_3 ($L_1 = 0$ и
 $I_2 = 0$ т.к. $R_3 = 0$ - провода без сопротивл.
лемы) $\Rightarrow I_2 = 0$; $I_3 = \frac{\mathcal{E}}{R}$ (R-обш.
сопротивление новой пометки)

$$\Rightarrow 2Rq_2 + 0 = \frac{L\mathcal{E}}{R} - \frac{3L\mathcal{E}}{5R}$$

$$2Rq_2 = \frac{2L\mathcal{E}}{5R}$$

$$q_2 = \frac{L\mathcal{E}}{5R^2}$$

Ответ: 1) $I_{20} = \frac{\mathcal{E}}{5R}$; 2) $\dot{I} = \frac{4\mathcal{E}}{5L}$

$$3) q_2 = \frac{L\mathcal{E}}{5R^2}$$

ПРАКТИК

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

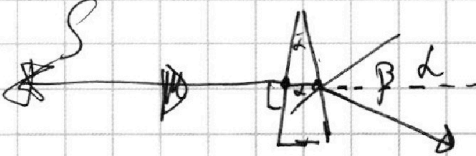
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



№5

Дано: $n = 1,6$; $a = 200 \text{ см}$ 
 $n_0 = 1,0$ $d = 0,20$

1) $n_1 = n_0 = 1,0$; $n_2 = 1,6$ (призма с n_1 кем
(можно считать что её кем)

Тогда искривлённый луч падает под
углом d и выходит под углом β
к \perp .

Тогда $\delta = \beta - d$ - отклонение

По з-ну Снеллиуса $n_1 \sin d = n_2 \sin \beta$

$d \ll 1 \Rightarrow \beta \ll 1 \Rightarrow \sin d \approx d$; $\sin \beta \approx \beta$

$$1,6d = \beta \Rightarrow \delta = 1,6d - d = 0,6d = \frac{3}{5}d$$

$$\delta = \frac{3}{5} \cdot \frac{1}{20} = 0,03$$

2) l - искомое расстояние; l - ?

Рассмотрим луч, выходящий под
углом d от S .

Преломляется в точке L : ПУСТ 13

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!



$$\sin \alpha - 1,0 = \sin \beta_0 \cdot 1,6$$

$$\alpha = 1,6 \beta_0$$

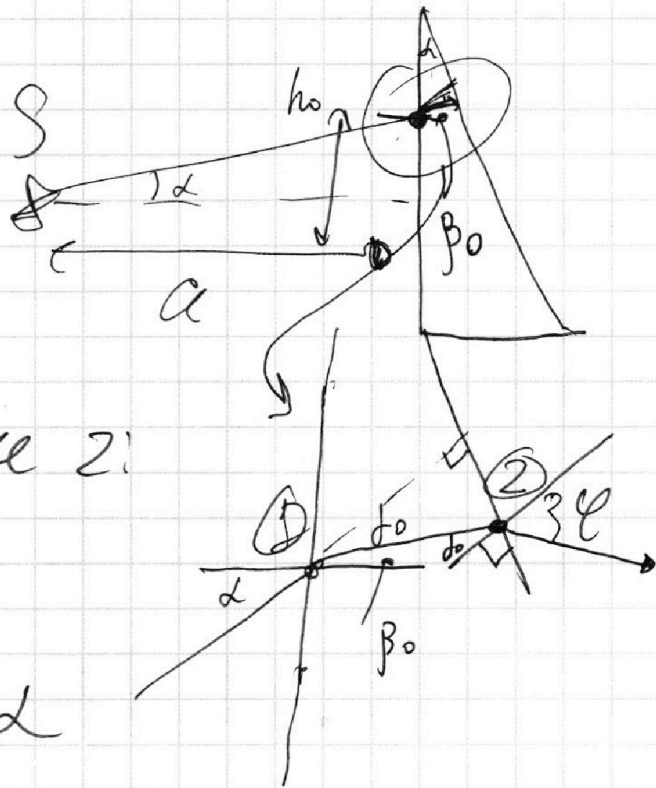
$$\beta_0 = \frac{5}{8} \alpha$$

$$h_0 = \alpha \beta_0 = \frac{3}{8} \alpha$$

Преломление в точке 2:

$$\frac{3}{8} \alpha \cdot 1,6 = 1,0 \cdot \varphi$$

$$\varphi = \frac{3}{8} \alpha \cdot \frac{8}{5} = \frac{3}{5} \alpha$$



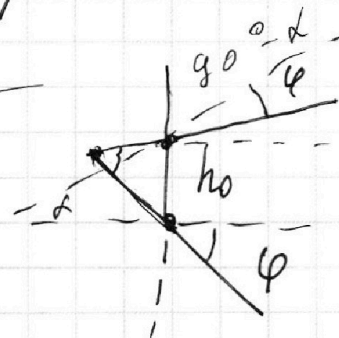
$$h_0 = a \sin \alpha = 200 \cdot 0,05 = 10 \text{ м} - \text{высота}$$

до точки
второго луча

луч меняет своё направление

$$\text{на угол } \varphi = \frac{3}{5} \alpha = 8^\circ$$

$$90^\circ - \alpha + \varphi = 90^\circ - \frac{2}{5} \alpha$$



Тогда изображение S' формируется в Δ со стороной h_0 и

Лист 14

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

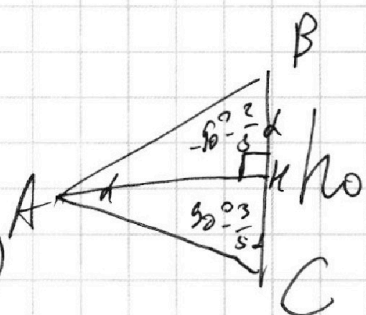
МФТИ

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

умалим $90^\circ - \frac{2}{5}d$; $90^\circ - \varphi = 90^\circ - \frac{3}{5}d$; d .

М-на синусов

$$\frac{10 \text{ см}}{\sin d} = \frac{AC}{\cos\left(\frac{2}{5}d\right)} = \sin\left(90^\circ - \frac{2}{5}d\right)$$



$$AC = \frac{10}{0,05} \cdot \cos\left(\frac{2}{5}d\right) = 200 \cos \frac{2}{5}d$$

AK-высота BCK: $\sin\left(90^\circ - \frac{3}{5}d\right) = \frac{AK}{AC}$

$$AK = \cos \frac{3}{5}d \cdot 200 \cos \frac{2}{5}d$$

$$\cos \frac{3}{5}d \approx 1 \text{ так как } d \text{ - малый.}$$

$$AK \approx 0; \quad \cos\left(90^\circ - \frac{3}{5}d\right) \approx \frac{3}{5}d = \frac{AK}{AC}$$

$$AK = \frac{3}{5} \cdot \frac{1}{20} \cdot 200 \cos \frac{2}{5}d = 6 \cos \frac{2}{5}d$$

Рассчитаем: $\sqrt{200^2 + 6^2 \cos^2 \frac{2}{5}d}$ см

Ответ: 1) 0,03; 2) $\left(\sqrt{200^2 + 6^2 \cos^2\left(\frac{2}{5} \cdot 0,05\right)}\right)$ см.

Лист 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

МФТИ

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



N_2 T_0 H_2O CO_2 P_0 P $P_{\text{атм}}$ H_2O

$\frac{V}{2}$ ν_0 $\frac{V}{2}$ ΔU $\nu_0 = 2\nu_0$ $\frac{5V}{6}$ $\frac{7V}{12}$ $\frac{3V}{12}$

$\nu_0 R T_0 = p_0 \cdot \frac{V}{4}$
 $\nu_0 R T_0 = p_0 \cdot \frac{V}{2}$

$\nu_0 R T = p \frac{V}{6}$

$(\nu_0 + \Delta \nu) R T = \frac{7V}{12} p_{\text{CO}_2} = \frac{7V}{12} p - \frac{7V}{12} p_{\text{атм}}$

$p = p_{\text{CO}_2} + p_{\text{атм}}$

$(\nu_0 + \Delta \nu) R T = \frac{7}{2} \nu_0 R T - \frac{7V}{12} p_{\text{атм}}$

$\frac{7V}{12} p V = \frac{7}{12} p_{\text{атм}} V + R T (\nu_0 + k \frac{V}{4} p_0)$

$\frac{7}{12} p V = \frac{7}{12} p_{\text{атм}} V + p_0 \frac{V}{4} + \frac{V}{4} p_0 k \cdot R T$

$\frac{7}{12} p = \frac{7}{12} p_{\text{атм}} + \frac{p_0}{4} + \frac{p_0 k R T}{4}$

Термосвар $282/\text{моль}$ $\text{CO}_2 = 32 + 16$

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!



Черновик

$$\begin{cases} 2V_6 RT_0 = p_0 \frac{V}{4} \\ V_6 RT = p \frac{V}{6} \end{cases}$$

$$p_0 \frac{V}{8} = p \frac{V}{4}$$

$$\begin{cases} V_6 RT_0 = \frac{p_0 V}{4} \\ V_0 RT_0 = \frac{pV}{4} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2V_6 RT_0 = p_0 \frac{V}{4} \\ \frac{4}{3} V_6 RT_0 = \frac{pV}{6} \end{cases}$$

$$\frac{p_0 V}{8} = \frac{pV \cdot 3}{8 \cdot 4} \quad p_0 = p$$

$$V_8 = 2V_0$$

$$\frac{4 \cdot 2V_6 RT_0}{V} \quad \frac{6 \cdot V_6 \cdot R \cdot 4}{3V}$$

$$\frac{47}{240} P$$

$$\frac{7}{12} P = \frac{7}{12} P_{atm} + \frac{P}{4} + \frac{P}{4} k R$$

$$\frac{47}{240} P = P$$

$$\frac{80 \cdot 7}{6 \cdot 62} = \frac{40 \cdot 7}{3 \cdot 62} = \frac{20 \cdot 7}{3 \cdot 31} = \frac{140}{93}$$

$$V_6 R \cdot \frac{4}{3} T_0 = p \frac{V}{6}$$

$$V_0 RT_0 = \frac{p_0 V}{6} \quad P_{atm} = \frac{193}{240} P$$

$$\frac{2}{3} \cdot \frac{p_0 V}{2} = \frac{pV}{6} \quad p = \frac{2}{3} p_0$$

$$P = 4P_0 \quad 193$$

$$V_{PCO_2} = \frac{4}{3} R T_0 V_0 + R T \cdot k p_0 \frac{V}{4}$$

$$\frac{18}{160} = \frac{9}{80} + \frac{1}{12}$$

$$P_{CO_2} = \frac{4}{3} \cdot \frac{p_0}{4} + \frac{R T k p_0}{9} = \frac{P}{12} + \frac{P}{16} \cdot 1,8 = \frac{27}{240} + \frac{20}{240}$$

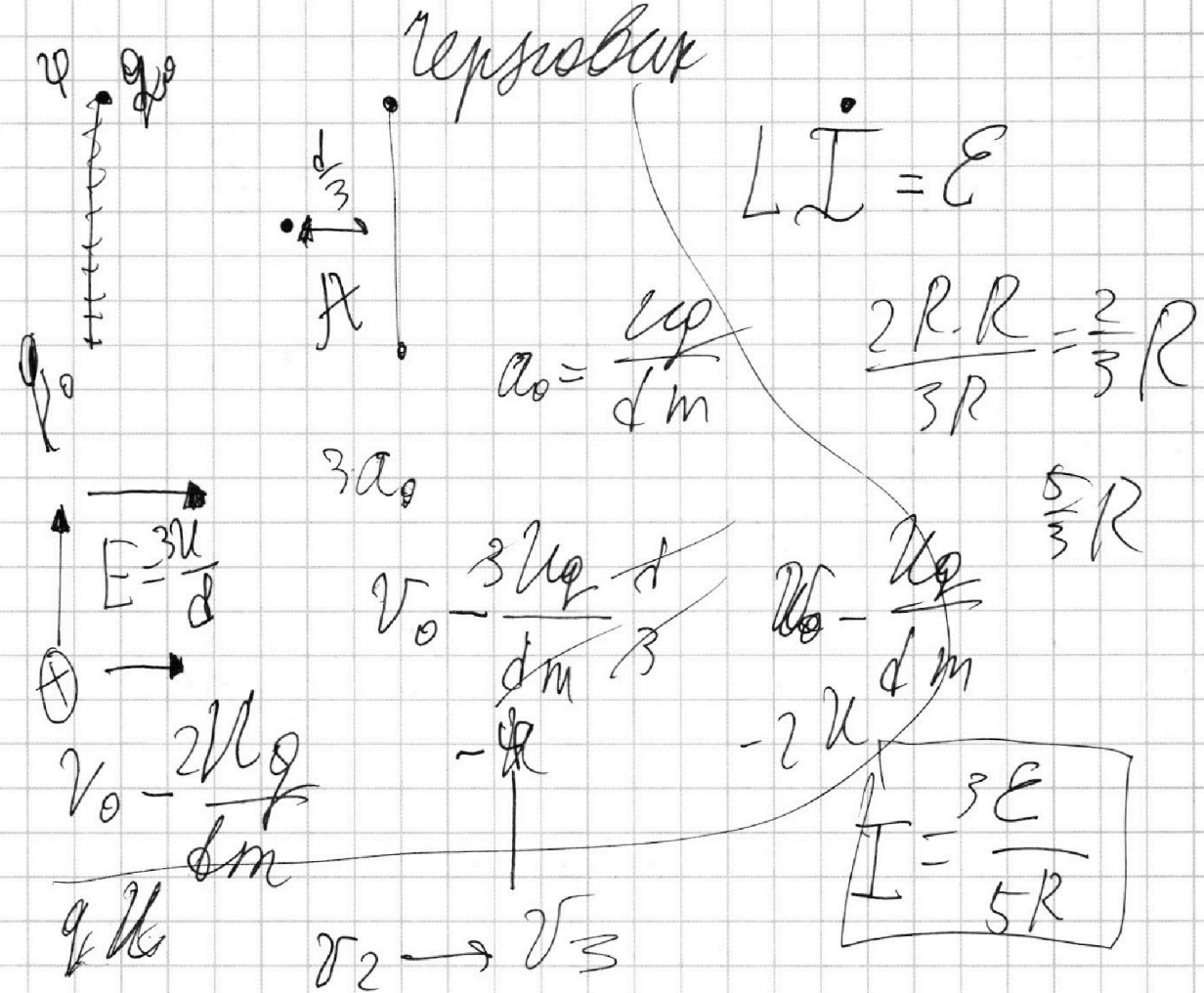
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

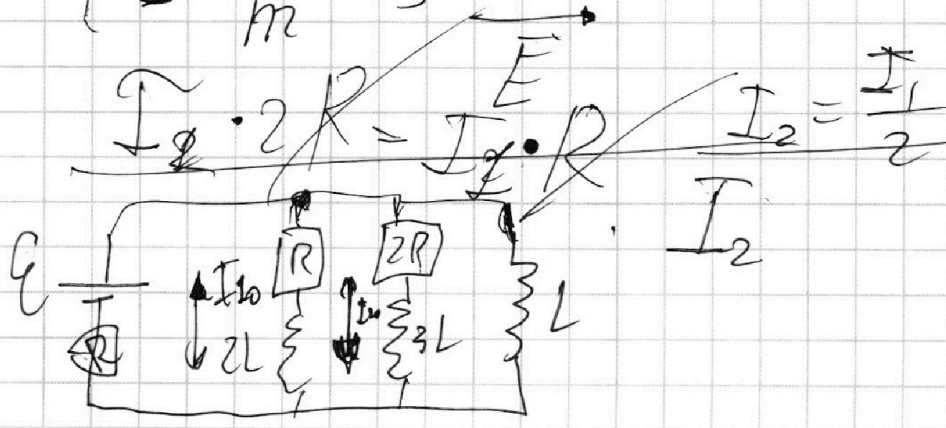
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\left\{ \begin{aligned} \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_3^2}{2} &= kq \\ v_2 - \frac{kq}{m} &= v_3 \end{aligned} \right.$$

$\varphi_2 > \varphi_3$
 $v_2 < v_3$

$\frac{E}{5R}$



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!



Зерновка

$P = \text{const}$

$P = v F_{\text{comp}}$

$P = \frac{A}{dt}$

$A = A_{\text{comp}} + \frac{m(v+dv)^2 - v^2}{2}$

$P = \frac{A(t)}{dt} = \frac{dx}{dt} \cdot F(t) = v F(t) \quad \frac{m}{2} (v^2 + 2v dv + dv^2 - v^2) =$
 $= m v dv$

$A = \int F(t) dx + m v dv$

$P = F(t)v(t) + m v(t)a(t)$

$P = v(t)(F(t) + ma(t)) = \text{const}$

$a = 0: P = v_k \cdot 405 \text{ H}$

$v(F + m \frac{dv}{dt}) = \text{const } P_0 \quad v(F + ma) = P_0$

$F + \frac{m dv}{v dt} = \frac{P_0}{v} \quad v F dt + m dv = P_0 dt$

$m dv = (P_0 - v F) dt$

$\int m dv = \int P_0 dt - \int F v dt$

$m v = P_0 t - \int F v dt$

$2985 \frac{5}{1597}$

48

$597 \frac{3}{1199}$

35

$29 \frac{2}{21}$

$P_0 = F(t)v(t) + m v(t)a(t)$

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!



Черновик

$$P_0 = F \cdot v(t) + m \cdot v(t) \cdot a(t)$$

$$a=0: P_0 = 405 \text{ Н} \cdot v_k$$

$$v(0) = 20$$

$$v(14) = 27$$

$$v(18) = 28,75$$

$$v(20) = 28,9$$



$$\frac{m}{2} (v^2 + 2v \cdot dv) =$$

$$m \cdot v \cdot dv = m \cdot a \cdot dx$$

$$P = F \cdot a + F \cdot v + m \cdot a^2 + m \cdot v \cdot a$$

$$F \cdot (F - m \cdot a) = v \cdot (F - m \cdot a)$$

$$F \cdot F = m \cdot v \cdot a$$

$$v(26) = 29,4 \text{ м/с}$$

$$v(34) = 29,84 \text{ м/с}$$

$$F_k v_k = F_1 v_1 + m v_1 a_1$$

$$\frac{0,5}{8} = \frac{1}{16} \text{ м/с}^2$$

$$\frac{29,8}{27} \approx 1,1 \text{ м/с}^2$$

$$\frac{29,8 - 28,75}{8} = \frac{1}{8} \text{ м/с}^2$$

$$\frac{1}{16} \approx \frac{1}{160}$$

0,5	18
0,25	
0,125	
0,0625	45

$$\frac{405}{3} = 135$$

$$\frac{405}{45} = 9$$

$$\frac{45}{180} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{45}{630} = \frac{1}{14}$$

$$\frac{6300}{330} = 19,09$$

$$\frac{5970}{12985} = 0,46$$

$$19$$

$$17$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

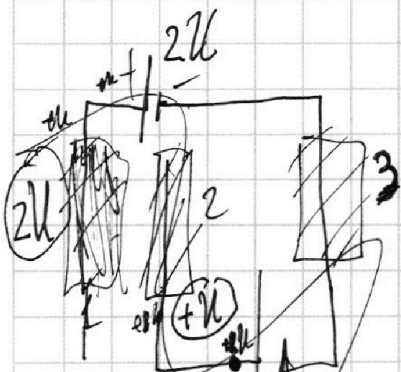
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



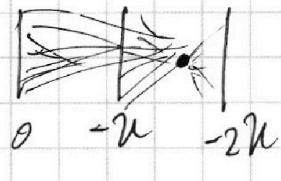
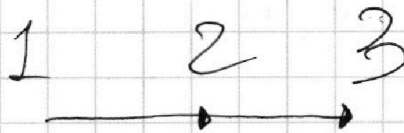
Термовик



$\varphi_1 = 0$

φ_A

φ



$\varphi_3 = -2U$

$K_3 - K_2 - 2Uq + Uq$

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

$F = qE$

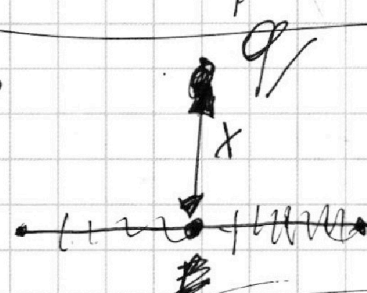
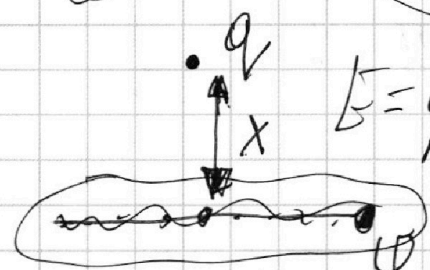
$\frac{U}{d} q = ma$

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

$\eta =$

$\frac{mv_0^2}{2} = K_3$

$\frac{mv_0^2}{2} + \varphi_3 q = K_3 + \frac{-2Uq}{x}$



$\frac{Kq q_0}{x}$

$\frac{mv_0^2}{2} + \varphi_2 q = K_2 + \frac{-Kq}{x}$

$K_3 - K_2 = K_3 - K_2 =$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

$\rho = 4\rho_0$

Черновик

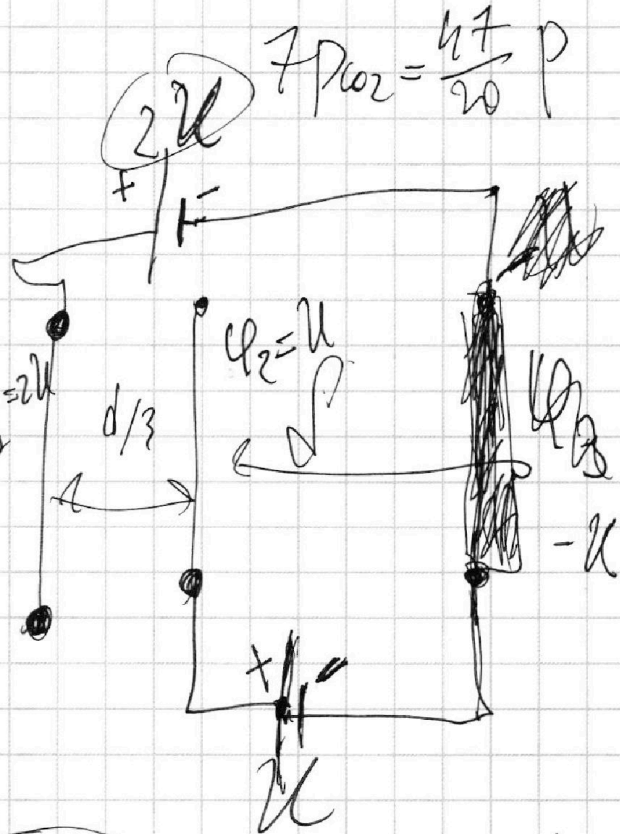
$P = P_{акт} + P_{\omega 2}$

$\frac{7}{12} P_{\omega 2} = \frac{47}{290} P$

$P_{\omega 2} = \frac{47}{140} P$

$\frac{93}{140} P = P_a$

$(2k; k; -k)$



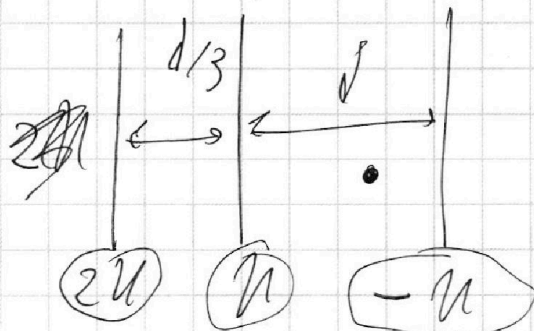
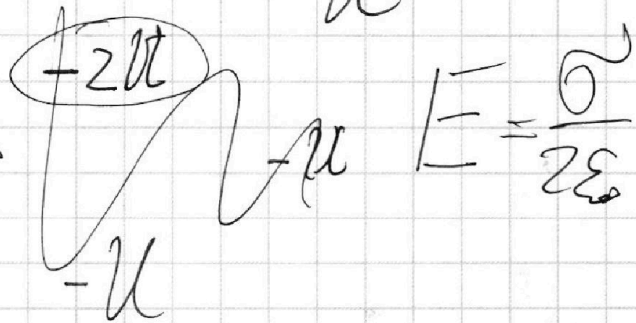
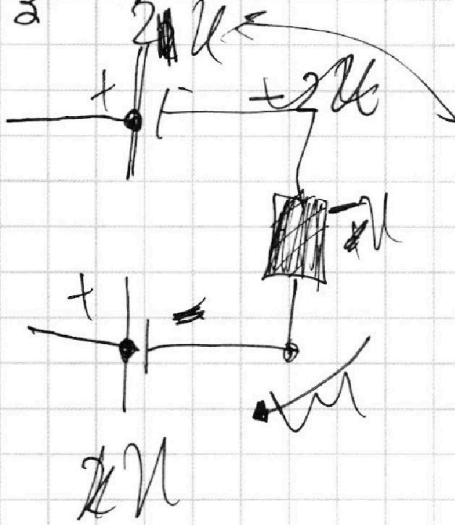
$7P_{\omega 2} = \frac{47}{20} P$

$E = \frac{20}{20} \dots$

$\varphi_1 = 2k$

$\varphi_2 = k$

$\varphi_3 = -k$



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!



Черновик

Handwritten solution on grid paper. The main diagram shows a triangle with a horizontal line through it, and various points and lines labeled with Greek letters and numbers. The solution involves several steps of calculation:

$$\frac{15}{64} \cdot \frac{1}{20} = \frac{15}{1280}$$

$$\alpha = 1,6x \quad x = \frac{5}{8}d$$

$$\beta = \frac{15}{64}d$$

$$\frac{3}{8}d = \frac{9}{5}$$

$$\beta_0 = \frac{10}{10} = 9$$

$$\beta_0 = \frac{10}{10} = 9$$

$$d_0 = \frac{16}{10} \cdot \frac{1}{20} = \frac{8}{100}$$

$$d_0 = \frac{3}{8} \cdot \frac{1}{20} = \frac{3}{160}$$

$$d_0 = \frac{3}{8} \cdot \frac{1}{20} = \frac{3}{160}$$

$$\frac{3}{8} \cdot \frac{1}{20} = \frac{3}{160}$$

$$1,6d = \beta$$

Other notes include: $\alpha - \frac{8}{5} = 10$, $d_0 = \beta_0 \cdot 116 \cdot 12$, and $1,6d$.

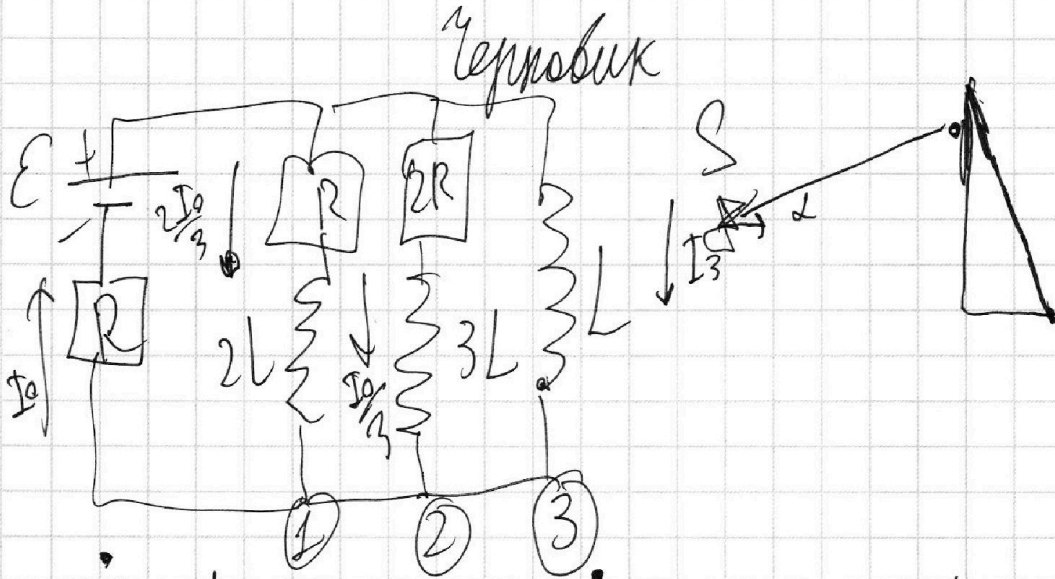
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$I_3 \cdot L = 2RI_2 + 3LI_2$$

$$\text{const} = -3LI_0$$

$$I_3 L = 2R I_2 + 3L I_2 + \text{const}$$

$$U = IR$$

$$0 = 0 + 3LI_0$$

ϵ

$$B = \frac{A \cdot ?}{c}$$

$$\frac{B \cdot c \cdot B}{A \cdot \text{mm} \cdot \text{mm}} = c \cdot \frac{B \cdot c}{A}$$

