



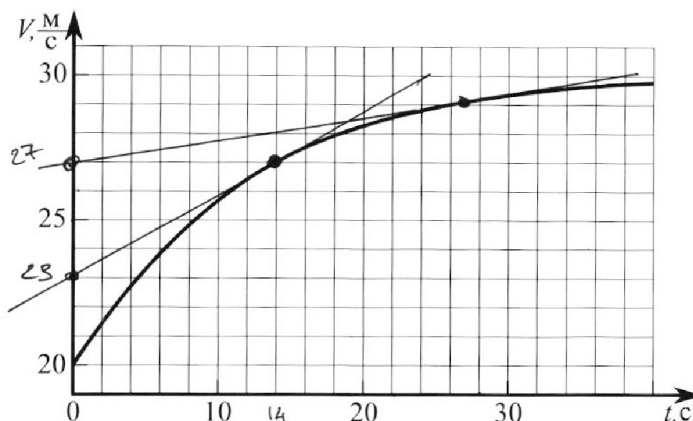
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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. $2/7$ м/с²

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 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 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 Δn растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = kpw$. 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 А на расстоянии $2d/3$ от сетки 2.

$$\frac{1}{8} \cdot d = \frac{13}{8} \cdot \frac{d}{3} \cdot \frac{q}{4}$$

$$\frac{7}{4} E - \frac{1}{8} E = \frac{13}{8} E$$

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{8} = \frac{3}{8} \quad \frac{1}{4} + \frac{1}{8} = \frac{3}{8} \quad \frac{1}{2} + \frac{1}{8} = \frac{5}{8} E$$

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

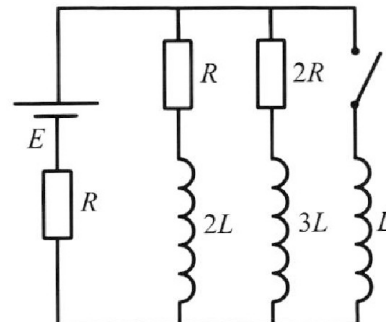
Вариант 11-02

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

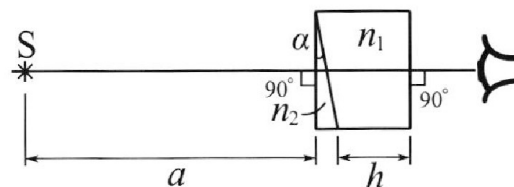
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 $n_v = 1,0$. 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.



- 1) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,6$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,6$, 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.

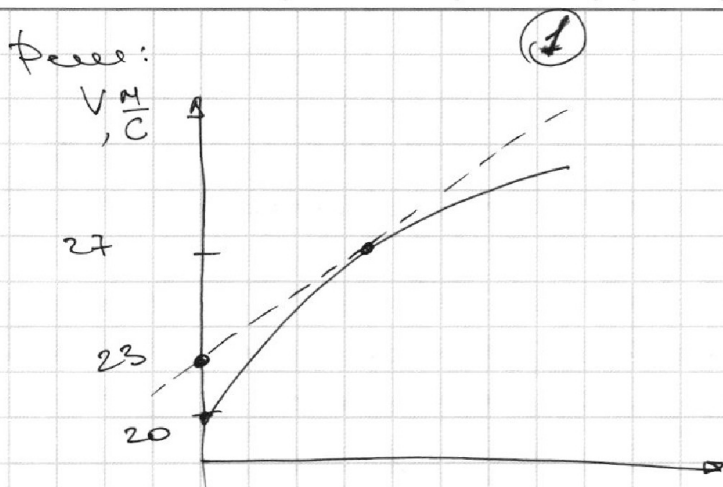
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

МФТИ



1) Проведём касательную L^c к графику $V(t)$. Т.к. ускорение — это производная по скорости, то коэф. наклона кас-ой

пробегенной в ~~этом~~ точке $(14; 27)$
- это и есть a в этой модели.
касательная пересекает ось OY в
точке $(0; 23)$ $a = \frac{(27-23) \text{ м/с}}{14 \text{ с}} = \frac{2}{7} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2) Сила сопротивления движению прямо пропорциональна v -у.

$F_{(+)} = \alpha V(t)$, где α - коэф. пропорц.
В конце са-та $\approx 30 \text{ м/с}$ (по графикам)

Тогда $F_k = \alpha \cdot v_k \Leftrightarrow \alpha = \frac{F_k}{v_k}$
(v_k — скорость в конце = 80 м/с)

$$\text{Torque } F_1 = \Delta U_1 = F_R \cdot \frac{U_1}{v_R} = 405 \cdot \frac{10}{27} = 150 \text{ Nm}$$

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!

МФТИ

3) Заметим, что при $V = 30 \text{ м/с}$ график практически прямая параллельная Ox .

Т.е. $V = \text{const} \Rightarrow a = 0$.

II 3-й закон. (или ось со скоростью внешней
и $a_x = F_A - F_k$ с направлением z -ой)
т.е. где F_A - сила
гравитации

$$F_A = F_k$$

$$N/V_0 = F_k \Leftrightarrow N = V_k \cdot F_k, \text{ где } N$$

Заметим II 3-й закон
мощности в момент, когда $V(t) = 27 \text{ м/с}$

$$m \cdot a_1(t) = F_{A2} - F_1$$

$$\left(\begin{aligned} A &= F \cdot \Delta x \quad | : \Delta t \\ \frac{A}{\Delta t} &= F \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t} \\ N &= F \cdot V \\ F &= N/V \end{aligned} \right) \quad m \cdot a_1 = \frac{N}{V_1} - \alpha V_1^2 =$$

$$= \frac{N - \alpha V_1^2}{V_1}$$

$$m a_1 \cdot V_1 = N - \alpha V_1^2$$

$$\alpha V_1^2 = N - m a_1 \cdot V_1$$

F - сила гравитации

N на преобразование F_k

$$\frac{\alpha V_1^2}{N} = 1 - \frac{m a_1 V_1}{N} = 1 - \frac{m \cdot a_1 \cdot V_1}{V_k \cdot F_k}$$

$$= 1 - \frac{80 \cdot \frac{2}{7} \cdot 24}{360 \cdot 45} = 1 - \frac{2 \cdot 2}{345 \cdot 7} =$$

$$= 1 - \frac{4}{21} = \frac{17}{21} \quad \text{Отв: } \frac{17}{21}$$

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

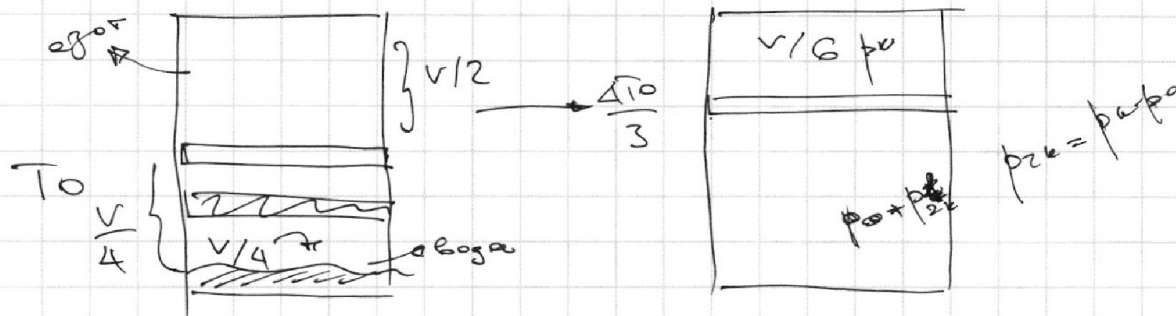
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

2



$$\Delta V = k p \omega$$

$$k \approx 0,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{мол}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$$

Решение: Т.к. поршень невесомый, то
1) $p_1 = p_2$ (давление сверху и снизу поршня) $p_2 - p_0 \approx 0$
Запишем 3-е уравнение - кинетическое для верхней и нижней частей газа.

1 - верхняя; 2 - нижняя

$$\begin{cases} p_1 \cdot \frac{V}{2} = \nu_{N_2} \cdot R \cdot T_0 \\ p_1 \cdot \frac{V}{4} = \nu_{O_2} \cdot R \cdot T_0 \end{cases} \Rightarrow \frac{\nu_{N_2}}{\nu_{O_2}} = \frac{V_1}{V_2} = 2$$

Отв: 2

2) Запишем 3-е уравнение - кинетическое для газа после нагрева

$$\begin{cases} p_k \cdot \frac{V}{6} = \nu_{N_2} \cdot R \cdot \frac{4}{3} T_0 \\ (p_k - p_0) \cdot \frac{V}{6} = \nu_{O_2} \cdot R \cdot \frac{4}{3} T_0 \end{cases} \Rightarrow \frac{\nu_{N_2}}{\nu_{O_2}} = \frac{V_1}{V_2} = 5$$

Отв: 5

По 3-му закону (кол-во растворенного в воде газа в начале и конце)

$$\Delta \nu_k = k \omega \cdot p_1 = k p_1 \cdot \frac{V}{4}$$

$$\Delta \nu_k = k \omega \cdot p_k \approx 0$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$5 \frac{p_k - p_0}{p_k} = \frac{v_{2k}}{v_{N2}} = \frac{v_{2k}}{v_1}$$

$$v_{2k} = 5 v_1 \left(1 - \frac{p_0}{p_k} \right) = v_2 + \Delta v_H = v_2 + \frac{k \cdot v_1}{4} \cdot p_1$$

$$v_{20} = \frac{v_1}{2}$$

$$\frac{7}{2} \frac{p_k - p_0}{p_k} = \frac{v_{2k}}{v_1}$$

$$v_{2k} = \frac{7}{2} v_1 \left(1 - \frac{p_0}{p_k} \right) = v_{20} + \Delta v_H = v_{20} + \frac{k v_1}{4} \cdot p_1$$

$$v_{20} = \frac{v_1}{2}$$

$$\frac{7}{2} v_1 \left(1 - \frac{p_0}{p_k} \right) = \frac{v_1}{2} + k \cdot v_{20} \cdot p_1$$

$$= \frac{v_1}{2} + k \cdot \frac{v_1}{2} \cdot p_1$$

$$\frac{7}{2} v_1 \left(1 - \frac{p_0}{p_k} \right) = \frac{v_1}{2} (1 + k p_1)$$

$$7 - \frac{p_0}{p_k} = 1 + k p_1$$

$$\frac{p_0}{p_k} = 6 - k p_1$$

$$p_k = \frac{p_0}{6 - k p_1} = \frac{p_0}{6 - \frac{3}{4} k p_1} = \frac{p_0}{6 - \frac{3}{4} \cdot 0.6 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^{-3}}$$

$$= \frac{p_0}{6 - \frac{9}{2} \cdot \frac{6}{10}} = \frac{p_0}{6 - \frac{27}{20}} = \frac{p_0 \cdot 20}{120 - 27} = \frac{20}{93} p_0$$

$$\text{Отв: } \frac{20}{93} p_0$$

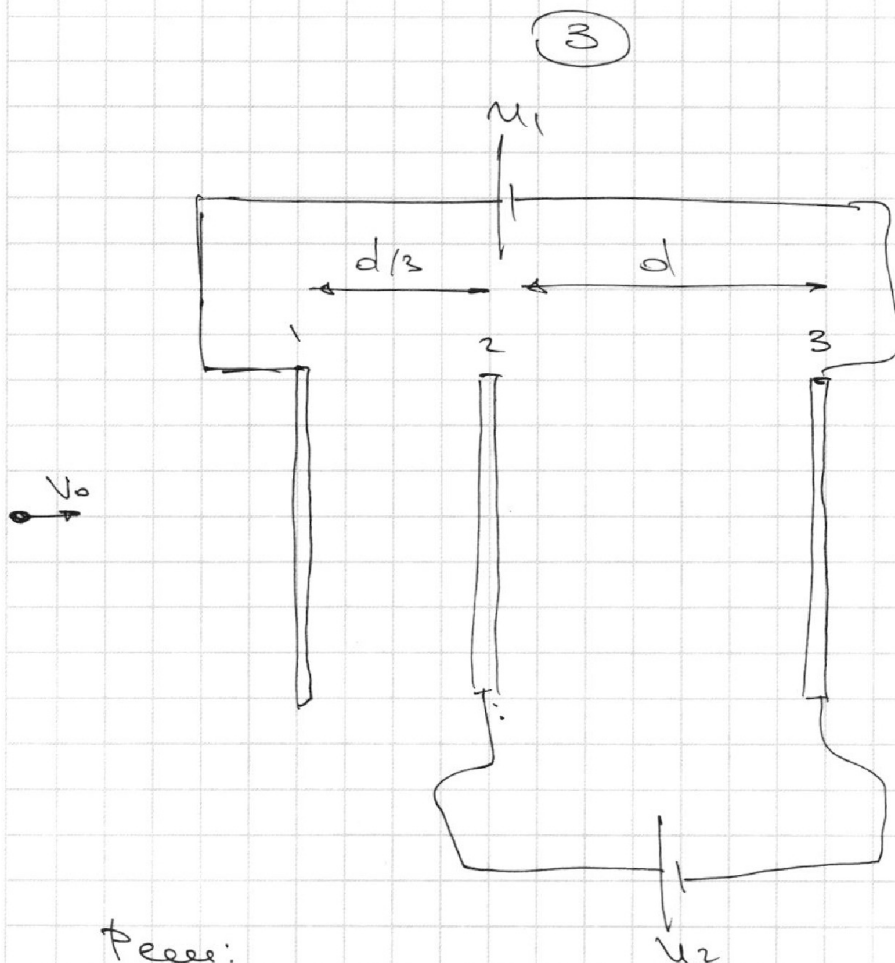
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



Решение:

1) Обозначим $\varphi_1; \varphi_2; \varphi_3$ - потенциалы
металлов 1, 2, 3 соответственно.

Тогда, $\varphi_2 - \varphi_3 = U_2 = E_{23} \cdot d$, где E_{23} - напряженность электрического поля между 2 и 3.

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

F действует на заряд $= F = q E_{23} = \frac{q U_2}{d}$
по II закону Ньютона

$$F = m a \Leftrightarrow a = \frac{q U_2}{m d} = \text{ответ:}$$

(Т.к. разность потенциалов $\gg d$, то
эл. поле между сетками можно
считать однородным)

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

2) Заданная ЗСЭ для заданной
($\sum_{i=1}^n \text{число} = 0$)

Емкостная и индуктивная составляющие
от источника = 0

~~Емкостная~~ $K_0 = K_2 + T_2 = K_3 + T_3$

T_2, T_3 - индуктивная э-м-ия
частот при работе сетей 2 и 3
сети.

$T = q \cdot \varphi$, где φ - потенциал данной
точки.

Тогда, $K_3 - K_2 = T_2 - T_3 = q(\varphi_2 - \varphi_3)$
 $= qU_2$, т.к. н/у 2 и 3 сетей
 присоединена батарея с
 ЭДС = U_2)

$$K_3 - K_2 = qU_2 \quad \text{отв: } qU_2 = qU$$

3) Пусть $q_1; q_2; q_3$ - заряды

сетей. Тогда каждая из них создает

п. поле с напряж. $E = \frac{q}{2\epsilon_0 d}$, $d \gg$ мин.
размеров сетей

$\Rightarrow$ сети можно считать

плоскостными с площадью S

Затем р-ть потенциалов сетей.

$$\varphi_1 - \varphi_3 = U_1 = 2U = \frac{q_1}{2\epsilon_0 d} \cdot \frac{4d}{3} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 d} \cdot \frac{4d}{3} + \frac{q_2 \cdot d}{2\epsilon_0 d}$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



3) Вспомогательный, что движение по окружности происходит
2 и 3 - равноускоренное.

$$s = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2a}$$

V_2, V_1 - скорости в т. 2 и т. 1.

a - ускорение

s - перемещение

Тогда, V_A - скорость при прохождении т. А.

V_2, V_3 - скорости в т. 2 и т. 3

$$d = \frac{V_3^2 - V_2^2}{2a}$$

$$\frac{V_3^2 - V_2^2}{V_A^2 - V_2^2} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{2d}{3} = \frac{V_A^2 - V_2^2}{2a}$$

$$\frac{K_3 - K_2}{K_A - K_2} = \frac{3}{2}$$

$$2K_3 - 2K_2 = 3K_A - 3K_2$$

$$3K_A = 2K_3 + K_2 \Rightarrow K_A = \frac{2K_3 + K_2}{3}$$

ЗС:

$$K_A + \Pi_A = K_3 + \Pi_3$$

$$\frac{2K_3 + K_2}{3} + \Pi_A = K_3 + \Pi_3$$

$$\Pi_A - \Pi_3 = \frac{3K_3 - 2K_3 - K_2}{3} = \frac{K_3 - K_2}{3} = \frac{94}{3}$$

$$\varphi_A - \varphi_3 = \frac{16}{3}$$

Задаем, что все излучения системное

$$E_{\text{суммарная}} = E_3 + E_1 + E_2 = \left(\frac{3}{4} + 1 + \frac{1}{8}\right) E_1$$

$$E_{\text{суммарная}} = \frac{13}{8} E_1, \text{ но излучение в}$$

текущее состояние $\Rightarrow$ ищем все

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!



система будет состоять из одного.

$$\varphi = \int E(x) \cdot dx \Rightarrow |\varphi_1| = |\varphi_2|$$

$$\Rightarrow \text{Тогда } \varphi_2 = 0$$

$$\text{Тогда } \varphi_A = \frac{2E_{23}d}{3}$$

ЗС:

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mVA^2}{2} + \varphi_A = \frac{mVA^2}{2} + \frac{2d}{3} E_{23}$$

$$VA^2 = V_0^2 - \frac{4d}{3} E_{23}$$

$$VA = \sqrt{V_0^2 - \frac{4}{3} \cdot d \cdot \frac{U}{d}} = \sqrt{V_0^2 - \frac{4}{3} U} = 0.76$$

Найдём точку в которой $\varphi = 0$ и

это не бесконечно удалённая точка.

1 и 3 зарядов создают положительный потенциал, 2 - отрицательный.

$$\varphi \sim \frac{q}{x} \quad x - \text{р-е от центра (2)}$$

$$\frac{q}{3x} = \frac{\frac{q}{3}}{\frac{d}{3} + x} + \frac{\frac{3}{4}q}{d-x}$$

$$\frac{1}{3x} = \frac{3}{d+3x} + \frac{3q}{4(d-x)}$$

$$\frac{(d+3x)(d-x)}{3x(d-x)(d+3x)} = \frac{3(d-x)x}{3x(d+3x)(d-x)} + \frac{6x(d+3x)}{3(d+x)(d+3x)}$$



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!

$$d^2 - dx + 3dx - 3x^2 = 6dx - 6x^2 + 6dx + 18x^2$$

$$0 = 14dx - d^2 + 15x^2$$

$$0 = (d+x)(15x-d) \quad \text{г,} \quad x = \frac{d}{15} \quad \text{выбегаю от сетки}$$

$$\begin{aligned} \text{Тогда } \varphi_A &= -E_{23} \left(\frac{2d}{3} - \frac{0}{15} \right) = \\ &= E_{23} \left(\frac{9d}{15} \right) = E_{23} \cdot \frac{3d}{5} \end{aligned}$$

ЗСД:

$$\frac{mV_0^2}{2} + 0 \stackrel{q\varphi_\infty=0}{=} \pm \frac{mVA^2}{2} + \varphi_A \quad \text{г,}$$

$$V_0^2 \pm VA^2 + \frac{2\varphi_A}{m} \quad \text{г,}$$

$$VA^2 = V_0^2 - \frac{2\varphi_A}{m} \quad \text{г,}$$

$$VA = \sqrt{V_0^2 + \frac{2}{m} \cdot \frac{3d}{5} \cdot \frac{q\varphi}{d}} = \sqrt{V_0^2 + \frac{6q\varphi}{5m}}$$

= ответ:

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

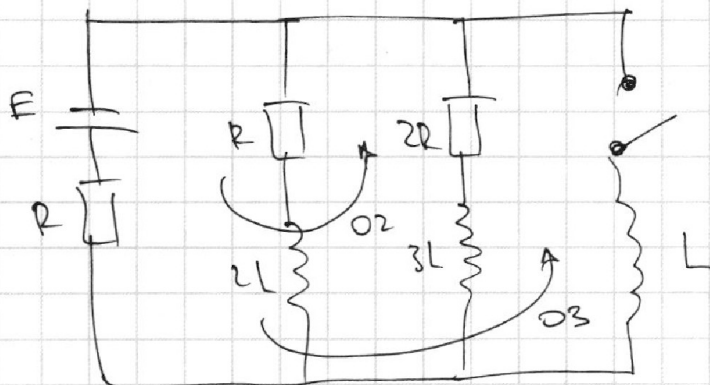
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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

МФТИ



(4)



1) Реши: процесс установился $\Rightarrow$ ток
через катушки $\Rightarrow$ ток не меняется

$\Rightarrow \mathcal{E}_{\text{св}} = 0$ (закон сохранения энергии)

$$i_1 R = i_2 \quad i_{20} \cdot 2R = i_{10} \cdot R$$

$$i_1 = 2i_2 \quad (\text{ток через } 2L)$$

Пр-но Кирхгофа для 02:

$$E = 3i_{20}R + i_{20} \cdot 2R = 5i_{20}R$$

$$i_{20} = \frac{E}{5R} = 0.56 \cdot \frac{E}{5R}$$

2) $i_L = ?$ Ток через катушки $2L$ и $3L$
не может мгновенно измениться

$\Rightarrow$ ток через катушку $3L$ по ссх по $3i_{20}$.

Пр-но Кирхгофа для 03:

$$E + \mathcal{E}_{\text{св}} = 3i_{20}R$$

$$\mathcal{E}_{\text{св}} = - \frac{2E}{5R} \quad L \cdot \frac{di}{dt} = \frac{2E}{5R}$$

$$\frac{di}{dt} = i_L' = \frac{2E}{5RL} = 0.56 \cdot \frac{2E}{5RL}$$

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!

МФТИ

3) q_{2R} при замыкании ключа.

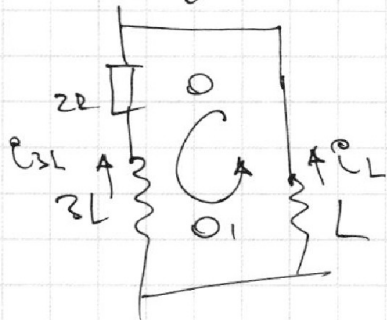
Запишем пр-во Кирхгофа для обхода

ОЗ для нового установившегося режима

$$\mathcal{E}_{\text{сэл}} + E = I_{\text{сэл}} R, \text{ но } \mathcal{E}_{\text{сэл}} = 0 \quad I_{\text{сэл}} = \frac{E}{R}$$

$$\Rightarrow E = I_{\text{сэл}} R \Rightarrow \text{ток через } 2L \text{ и } 3L$$

теже не будет, всё падает на резисторе R (погода с коротким замыканием)



Запишем пр-во Кирхгофа для О1.

$$\mathcal{E}_{\text{сэл}L} - \mathcal{E}_{\text{сэл}3L} = -2I_{3L}R$$

$$-L \cdot \frac{dI_L}{dt} + 3L \cdot \frac{dI_{3L}}{dt} = -2I_{3L}R$$

$$L \cdot \frac{dI_L}{dt} - 3L \cdot \frac{dI_{3L}}{dt} = 2I_{3L}R \quad | \cdot dt$$

$$L(dI_L - 3dI_{3L}) = 2R \cdot (I_{3L} \cdot dt) \quad | \int$$

$$L(4 - I(\tau) + I(\infty) - 3(I(\infty) - I(\tau)))$$

$$= 2Rq$$

$$L(0 + I_{\text{сэл}} - 3 \cdot 0 + 3 \cdot I_{20}) = 2Rq_{\text{с.}}$$

$$L \left(\frac{E}{R} + \frac{3E}{5R} \right) = 2Rq_{\text{с.}}$$

$$q = \frac{L \cdot 2E}{5R^2} = \frac{2EL}{5R^2} = 0.8 \text{ мкКл.}$$

$$\text{Ответ: } \frac{2LE}{5R^2}$$

dq τ - время установившегося режима

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1
□

2
□

3
□

4

☐

5



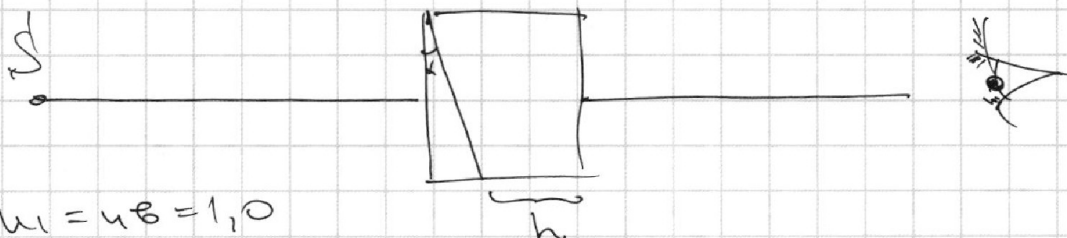
6

7

МФТИ

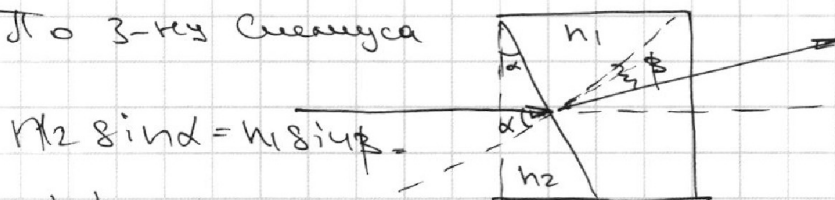
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$\omega = 2000 \text{ rad/s}$ $\alpha = 0,05 \text{ rad/s}^2$ $h = 9 \text{ cm}$



1) $u_1 = u_8 = 1,0$
 $u_2 = 1,6$

По 3-му Силуэса



2, 3 - номер

Torzo $n_2 \alpha \approx n_1 \beta$ e.

$$\beta = \frac{h_2}{h_1} \alpha$$

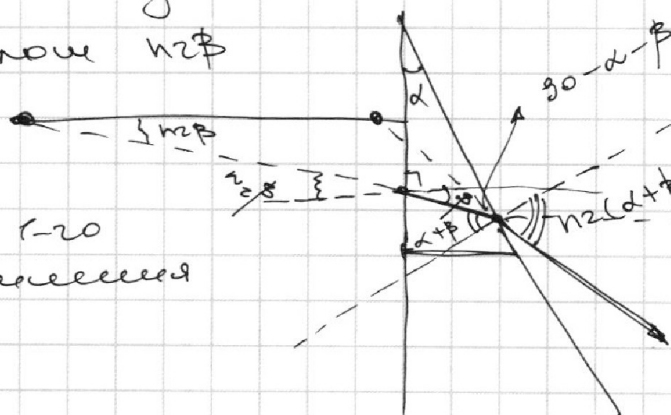
$$\alpha - \beta = \frac{n_2}{n_1} \alpha - \frac{n_2}{n_1} \alpha = \alpha \left(1 - \frac{n_2}{n_1} \right) = -0,6\alpha$$

$$\gamma_{\text{зон}} \text{ откосов} = 0,6 \times 0,05 = 0,03$$

$$= 30 \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ pag} \quad \text{Osb.: } 3 \cdot 10^{-2} \text{ pag}$$

2) Пускане на презе

was genau ist?



После 1-го
проезда

$$\{n_2(\alpha) - \alpha\} = 1,6\beta + 0,6\alpha$$



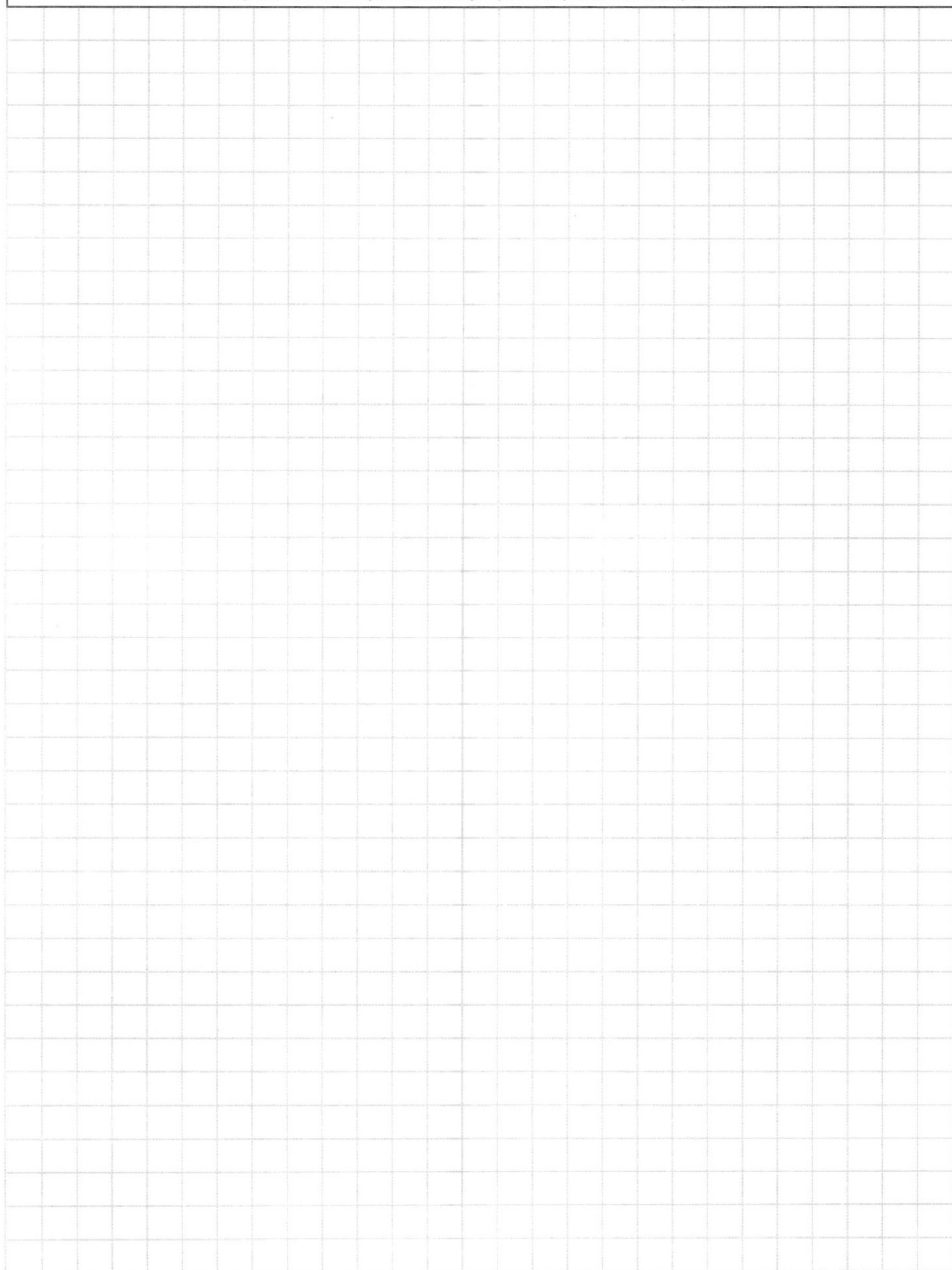
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

5

☐

6

☐

7

☐

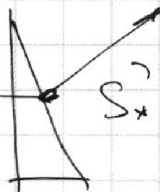
МФТИ

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

2) Т.к. расстояние превышает $h \ll b$, то
неудобнее будет считать, что луч
выходит из S

Тогда $h \approx a = 200 \text{ см}$

отв: 200 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
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ

Обозначим E_1, E_2, E_3 — экв. поля,
создаваемое сетями 1; 2; 3.

$$\varphi_2 - \varphi_3 = U = (E_1 + E_2 - E_3)d$$

$$\varphi_1 - \varphi_3 = 2U = \frac{E_1 \cdot 4d}{3} + \frac{E_2 \cdot 2d}{3} - \frac{E_3 \cdot 4d}{3}$$

$$U = \frac{2E_1 + E_2 - 2E_3}{3}$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{E_1 - E_2 - E_3}{3}d = -U$$

Решим систему.

$$\begin{cases} 2E_1 + E_2 - 2E_3 = E_1 - E_2 - E_3 \\ 2E_1 + E_2 - 2E_3 = E_1 - E_2 - E_3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} E_1 + 2E_2 - E_3 = 0 \\ 2E_1 - 4E_2 - 2E_3 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} E_1 + 2E_2 - E_3 = 0 \\ 2E_1 - 4E_2 - 2E_3 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} E_1 + 4E_2 - 2E_3 = 0 \\ 2E_1 - 4E_2 - 2E_3 = 0 \end{cases}$$

$$3E_1 = 4E_3 \Rightarrow E_3 = \frac{3}{4}E_1$$

$$E_2 = \frac{E_3 - E_1}{2} = \frac{\frac{3}{4}E_1 - E_1}{2} = -\frac{1}{8}E_1$$

Найдём точку внутри нашей системы
в которой $\varphi = 0$. $\varphi \sim \frac{q}{r}$, где r — расстояние

x — расстояние от центра 2.

$$\text{Тогда } \varphi(x) = k \left(\frac{-q}{8x} + \frac{3q}{4(d-x)} + \frac{q}{(d/3+x)} \right) = 0$$

$$-\frac{1}{8x} + \frac{3}{4(d-x)} + \frac{3}{d+3x} = 0$$

$$\frac{-(d-x)(d+3x) + 6x(d+3x) + 6(x)(d-x)}{3x(d-x)(d+3x)} = 0$$

$$\begin{aligned} 2(K_3 - K_2) &= K_A - K_3 \\ K_A &= K_3 + 2(K_3 - K_2) \\ &= 3K_3 - 2K_2 \end{aligned}$$

$$\frac{K_3 - K_2}{K_A - K_3} = \frac{1}{2}$$

$$\varphi_2 - \varphi_3 = U$$

$$K_3 - 2K_2 + E_A = K_3 + E_3$$

$$E_3 = E_A + 2(K_3 - K_2)$$

$$E_3 - E_A = 2(K_3 - K_2) = 2q$$

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!

МФТИ



$$\varphi_A - \varphi_B = E \cdot d$$

$$K_A + \sigma_A$$

$$E \varphi_1 + \varphi_1 = K_2 + \varphi_2 = K_3 + \varphi_3 =$$

$$\frac{W U_0^2}{2}$$

$$\frac{1}{2} E x = \varphi$$

$$\frac{1}{2} E x = \varphi$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = \frac{E \cdot d}{2}$$

$$\varphi_2 - 0 = \varphi_3$$

$$\varphi_3 - 0 = \varphi_3$$

$$\varphi_3 - \varphi_2 = \varphi_3 - \varphi_3$$

$$\varphi_3 - \varphi_2 = \varphi_3 - \varphi_3$$

$$\varphi_3 - \varphi_2 = \varphi_3 - \varphi_3$$

$$\varphi_3 - \varphi_2 = \varphi_3 - \varphi_3$$

$$\varphi_3 - \varphi_2 = \varphi_3 - \varphi_3$$

$$\varphi_3 - \varphi_2 = \varphi_3 - \varphi_3$$

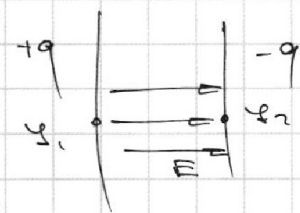
$$\varphi_3 - \varphi_2 = \varphi_3 - \varphi_3$$

$$\varphi_3 - \varphi_2 = \varphi_3 - \varphi_3$$

$$\varphi_3 - \varphi_2 = \varphi_3 - \varphi_3$$

$$\varphi_3 - \varphi_2 = \varphi_3 - \varphi_3$$

$$\varphi_3 - \varphi_2 = \varphi_3 - \varphi_3$$



$$U = \varphi_1 - \varphi_2 = E \cdot d$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = E \cdot d = \frac{q}{\epsilon_0 \epsilon} \cdot d$$

$$\frac{q}{U} = C = \frac{\epsilon_0 \epsilon}{d}$$

$$\frac{E_1 - E_2 - E_3}{d} \cdot d = U = E_1 \cdot d - E_3 \cdot d + E_2 \cdot d$$

$$E_1 - E_2 - E_3 = 3E_1 - 3E_3 + 3E_2$$

$$0 = 2E_1 + 4E_3 + 4E_2$$

$$2U = \frac{E_1 \cdot 4d}{3} + \frac{E_2 \cdot 2d}{3} + \frac{E_3 \cdot 4d}{3}$$

$$U = \frac{2E_1 + E_2 - 2E_3}{3} = \frac{E_1 - E_2 - E_3}{3}$$

$$\begin{cases} E_1 + 2E_2 + E_3 = 0 \\ 2E_1 - 2E_3 + 4E_2 = 0 \end{cases}$$

$$2E_1 + 4E_2 = 0$$

$$E_1 = -2E_2, E_2 = -\frac{E_1}{2}$$

$$\frac{2E_1 \cdot 4d}{3} + \frac{2d}{3} E_2 =$$

$$\frac{4E_1}{3} \cdot \frac{d}{2} = U$$

$$\frac{E_1 \cdot 4d}{3} + \frac{E_1}{2} \cdot \frac{2d}{3} = E_1 \cdot d = 2U$$

$$\frac{2E_1 + 4E_2}{3} - \frac{2E_3}{3} = 0$$

$$\frac{2E_1 - 2E_3 + 4E_2}{3} = 0$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$\frac{v_3^2 - v_2^2}{2a}$$

$$d = \frac{v_3^2 - v_2^2}{2a}$$

$$S = \frac{v_3 + v_2}{2} (t_3 - t_2)$$

$$S = \frac{v_3 + v_2}{2} (t_3 - t_2)$$

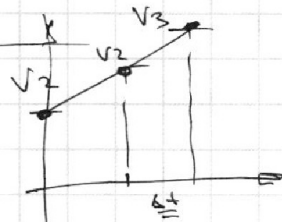
~~2~~ (3)

$$-(d^2 + 3xd - xd - 3x^2) + 6(dx + 3x^2) + 6(dx - x^2) = 0$$

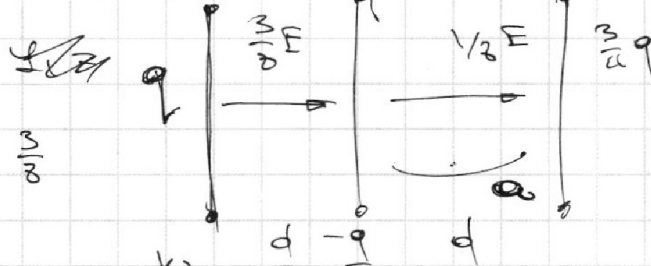
$$-d^2 - 2xd + 3x^2 + 6dx + 18x^2 + 6dx - 6x^2 = 0$$

$$-d^2 + 10dx + 15x^2 = 0$$

~~y1~~ y2 y3



$$q\varphi_2 + K_2 = q\varphi_A + K_A = q\varphi_3 + K_3$$



$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{3}{b}$$

$$K_A = q(\varphi_2 - \varphi_A) + K_2$$

$$K_A = q(\varphi_3 - \varphi_A) + K_3$$

$$K_3 - K_2 = \frac{q\ell}{2} (v_3 - v_2)$$

$$v_3 - v_2 = at$$

$$v_3 = v_2 + at$$

$$v_3 - v_2 = at$$

$$K_3 - K_2 = q\ell = \frac{q\ell}{2} \cdot at + (v_3 + v_2)$$

$$\begin{cases} v_3 + v_2 = \frac{2q\ell}{m \cdot at} - at \\ v_3 - v_2 = at \end{cases}$$

$$v_3 = \frac{q\ell}{mat} + \frac{at}{2}$$

$$d = v_2 t + \frac{at^2}{2}$$

$$\frac{2d}{3} = v_2 t + \frac{at^2}{2}$$

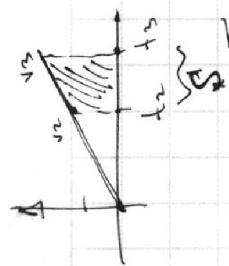
$$\frac{q}{x_1} = \frac{3}{4} \frac{q}{x_2}$$

$$\frac{x_2}{x_1} = \frac{3}{4}$$

$$x_2 = \frac{3}{4} x_1$$

$$x_1 + x_2 = \frac{7}{4} x_1 = \frac{4}{5} d$$

~~xy = xgy~~



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!

МФТИ



$$q_2 - q_3 = u = \frac{(q_2 - q_3)d}{2 \cdot 10^8} + \frac{q_1}{2 \cdot 10^8}$$

$$= \frac{(q_1 + q_2 - q_3)d}{2 \cdot 10^8}$$

$$q_1 - q_2 = u = \frac{(q_1 - q_2 - q_3)d}{2 \cdot 10^8}$$

$$q_1 + q_2 - q_3 = q_1 - q_2 - q_3$$

$$q_2 = 0$$

$$2u = (q_1 - q_3) \cdot \frac{2d}{3 \cdot 10^8}$$

$$0 \quad \leftarrow \quad u$$

$$q_1 - q_3 = 2u = (E_1 - E_3)d + E_2 \cdot \frac{2}{3}d = \frac{3E_1 - 3E_3 + 2E_2}{3}d$$

$$u = \frac{(E_1 + E_2 - E_3)d}{3}$$

$$u = (E_1 + E_2 - E_3) \cdot d$$

$$E_1 + E_2 - E_3 = \frac{E_1 - E_2 - E_3}{3}$$

$$3(E_1 + E_2 - E_3) = E_1 - E_2 - E_3$$

$$\frac{3E_1 - 3E_3 + 2E_2}{3} = \frac{E_1 - E_2 - E_3}{3}$$

$$3E_1 - 3E_3 + 2E_2 = E_1 - E_2 - E_3$$

$$\left. \begin{aligned} E_1 - E_3 + 4E_2 &= 0 \\ 2E_1 + 4E_2 + 2E_3 &= 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} E_1 - E_3 &= 0 \\ E_1 &= E_3 \\ E_2 &= 0 \end{aligned}$$

$$\frac{4x}{3} - \frac{1}{3(d-x)} + \frac{1}{3(d-x)} = 0$$

$$\frac{4x}{3} - \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{d-3x} = 0$$

$$\frac{3(4d-3x-4x)}{4x(4d-3x)} = \frac{3(4d-7x)}{4x(4d-3x)} + \frac{1}{3(d-x)} = 0$$

$$6(4d^2 - 4dx - 7dx + 7x^2) + 4dx - 3x^2 = 24d^2 - 66dx + 42x^2 + 4dx - 3x^2 = 24d^2 - 62dx + 39x^2$$