



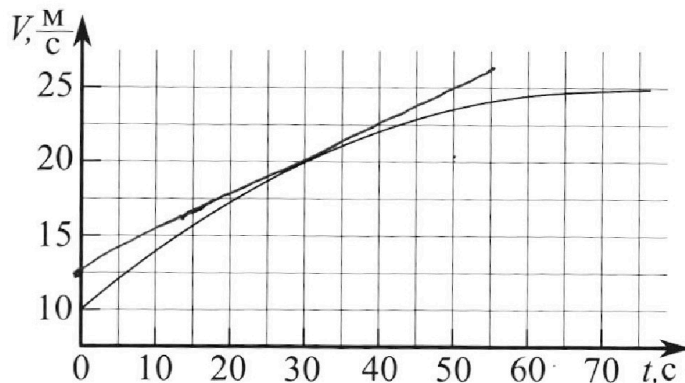
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01

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



1. Автомобиль массой $m = 1800$ 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 $F_k = 500$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости $V_1 = 20$ м/с.
- Найти силу тяги F_1 при скорости V_1 .
- Какая мощность P_1 передается от двигателя на ведущие колеса при скорости V_1 ?

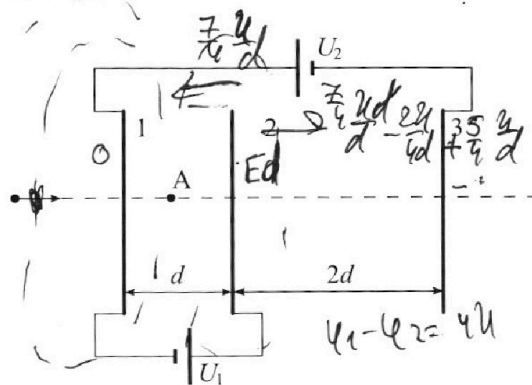
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 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 $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 5T_0/4 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kp w$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ 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.

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

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

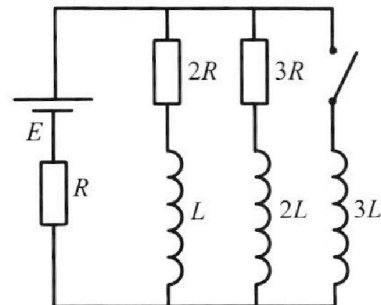
Вариант 11-01

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_0 через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с ч.исловыми 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 $a = 194$ 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 $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

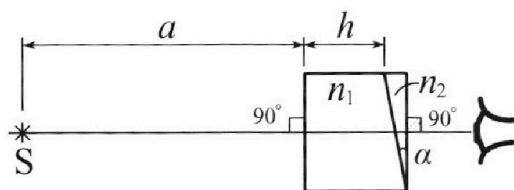


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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 $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

$$\frac{16}{20} \left(\frac{25}{8} \text{ рад} \right) = \frac{5}{16} \text{ рад} \quad \text{рад} = \left(\frac{25}{8} - \frac{100}{256} \right) \text{ рад}$$

$$\frac{100}{256} \text{ рад} = \frac{25}{8} \text{ рад} - \text{рад} \quad \text{рад} = \frac{\text{рад}}{\frac{25}{8} - \frac{100}{256}}$$

$$\text{рад} = \frac{256 \text{ рад}}{32 \cdot 25 - 100} =$$

$$= \frac{64 \text{ рад}}{200 - 100}$$

$$\text{рад} = \frac{32 \cdot 64 \text{ рад}}{100}$$

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:

$$F_k = 500 \text{ Н}$$

$$f = 8 \text{ Н}$$

$$v_1 = 20 \text{ м/с}$$

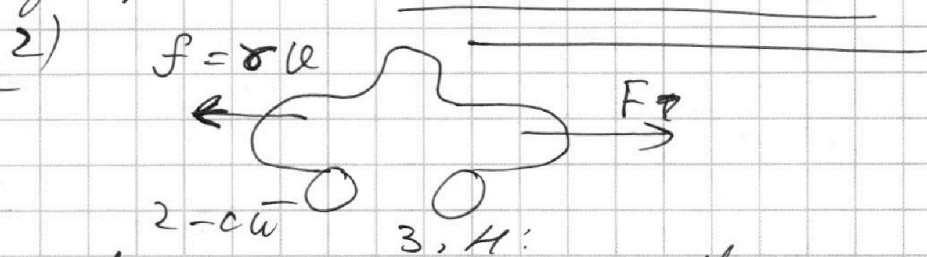
$$a(v_1) = ?$$

$$F_1(v_1) = ?$$

$$P_1(v_1) = ?$$

1) Для ~~нужно~~ $a = \frac{dv}{dt}$, отсюда
для каждого
ускорения нам необходимо
провести касательную
к графику, ее tg - наше

$$a = \frac{5 \text{ м}}{20 \text{ с}^2} = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



Занесем

$$F - 8 \text{ Н} = m \frac{dv}{dt}, \text{ в конце } \frac{dv}{dt} = 0,$$

подставим это:

$$a_k = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}, F_k = 500 \text{ Н}$$

$$F_k = 8 \text{ Н}_k \Rightarrow 8 = \frac{F_k}{v_k}$$

3) Подставим данные для точки v_1 :

$$F_1 - 8 \text{ Н}_1 = m a_1 \Rightarrow F_1 = 8 \text{ Н}_1 + m a_1$$

$$F_1 = \frac{F_k}{v_k} \cdot v_1 + m a_1; F_1 = \frac{20 \cdot 500 \text{ Н}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} + 1800 \text{ кг} \cdot 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$= 400 \text{ Н} + 450 \text{ Н} = 850 \text{ Н}$$

$$3) P_1 \frac{dx}{dt} = F_1 dx \quad (\text{сила } F_1 \text{ совершает работу})$$

$$P_1 = F_1 v_1, P_1 = 850 \text{ Н} \cdot 20 \text{ м/с} = 17 \text{ кВт}$$

Ответ: 1) $a = 0,25 \text{ м/с}^2$, 2) $F_1 = 850 \text{ Н}$, 3) $P_1 = 17 \text{ кВт}$.



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!

$$\frac{25 \cdot 11 p_0 - 50 p_0 + 500 p_0}{160} = \frac{31}{20} \text{ рад/с}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 11 \\ \hline 25 \\ 275 \\ \hline \end{array}$$

$$275 p_0 - 50 p_0$$

$$\frac{725 p_0}{8160} = \frac{31}{20} \text{ рад/с}$$

$$\begin{array}{r} 225 \\ \times 31 \\ \hline 248 \\ \hline \end{array}$$

$$p_0 = \frac{8 \cdot 31}{725} \text{ рад/с} = \frac{2 \cdot 248}{725} \text{ рад/с}$$

Ответ: 1) $\frac{81}{16} = 2$, $p_0 = \frac{248}{725} \text{ рад/с}$.

$$\begin{array}{r} 248 \\ \times 3 \\ \hline 64 \\ 744 \\ \hline \end{array}$$

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!

$$\begin{cases} p_0 \frac{V}{2} = \gamma_1 k T_0 \\ p_0 \frac{V}{4} = \gamma_2 k T_0 \\ p_1 \cdot \frac{11V}{20} = (\gamma_2 - \Delta\gamma) k \cdot \frac{5}{4} T_0 \\ p_2 \cdot \frac{V}{5} = \gamma_1 \cdot \frac{5}{4} k T_0 \\ p_{атм} + p_1 = p_2 \\ \Delta\gamma = \kappa \cdot p_1 \cdot \frac{V}{4} \end{cases} \quad \frac{\gamma_1}{\gamma_2} = 2$$

$$\frac{p_0 \frac{V}{2}}{p_2 \frac{V}{5}} = \frac{\gamma_1 k T_0}{\frac{5}{4} \gamma_2 k T_0}$$

$$\frac{5 p_0}{2 p_2} = \frac{4}{5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 25 p_0 = 8 p_2 \Rightarrow p_1 = \frac{25}{8} p_0 - p_{атм}$$

$$\left(\frac{25}{8} p_0 - p_{атм} \right) \cdot \frac{11V}{20} = \left(\gamma_2 - \kappa \left(\frac{25}{8} p_0 - p_{атм} \right) \cdot \frac{V}{4} \right) k \cdot \frac{5}{4} T_0$$

~~$$\frac{25}{8} p_0 \cdot \frac{11V}{20} = \left(\gamma_2 - \kappa \cdot \frac{25}{8} p_0 \cdot \frac{V}{4} \right) k \cdot \frac{5}{4} T_0$$~~

~~$$p_0 \frac{V}{4} = \gamma_2 k T_0$$~~

$$p_0 \frac{V}{4} = \gamma_2 k T_0 \Rightarrow \gamma_2 = \frac{p_0 V}{4 k T_0}$$

$$\left(\frac{25}{8} p_0 - p_{атм} \right) \cdot \frac{11V}{20} = \left(\frac{p_0 V}{4 k T_0} - \kappa \left(\frac{25}{8} p_0 - p_{атм} \right) \cdot \frac{V}{4} \right) k \cdot \frac{5}{4} T_0$$

$$\frac{25}{8} p_0 \cdot \frac{11V}{20} - \frac{11}{20} p_{атм} V = \frac{p_0 V}{4} - \frac{5}{4} \kappa \left(\frac{25}{8} p_0 - p_{атм} \right) V$$

$$\frac{25 \cdot 11}{160} p_0 - \frac{11}{20} p_{атм} = \frac{5}{16} p_0 - \frac{25}{8} p_0 + p_{атм} - \frac{5}{4} \kappa \left(\frac{25}{8} p_0 - p_{атм} \right)$$

$$\frac{25 \cdot 11}{160} p_0 - \frac{11}{20} p_{атм} = \frac{31}{20} p_{атм}$$

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!

$$\left(\frac{25}{8} p_0 - p_{атм}\right) \frac{11}{20} = \left(\frac{p_0}{4 k T_0} - k \cdot \frac{1}{4} \left(\frac{25}{8} p_0 - p_{атм}\right) \cdot \frac{5}{4} T_0 k\right)$$

$$\left(\frac{25}{8} p_0 - p_{атм}\right) \cdot \frac{11}{20} = \frac{p_0}{4 k T_0} \cdot \frac{5}{4} k T_0 - \frac{k}{4} \cdot \frac{5}{4} k T_0 \left(\frac{25}{8} p_0 - p_{атм}\right)$$

$$\left(\frac{25}{8} p_0 - p_{атм}\right) \cdot \frac{11}{20} = \frac{5 p_0}{16} - \frac{5}{16} \cdot \frac{25}{8} p_0 + \frac{5}{16} p_{атм}$$

$$\left(\frac{25}{8} p_0 - p_{атм}\right) \frac{11}{5} = \frac{5}{4} p_0 - \frac{125}{32} p_0 + \frac{5}{4} p_{атм}$$

$$\frac{275}{8} p_0 - \frac{11}{5} p_{атм} = \frac{40 p_0}{32} - \frac{125 p_0}{32} + \frac{5}{4} p_{атм}$$

$$\frac{275}{8} p_0 - \frac{40 p_0}{32} + \frac{125 p_0}{32} = \frac{(44 + 25) p_{атм}}{20}$$

$$\frac{275}{8} p_0 - \frac{40 p_0}{32} + \frac{125 p_0}{32} = \frac{65 p_{атм}}{20}$$

$$\frac{275}{8} p_0 + \frac{85 p_0}{32} = \frac{65 p_{атм}}{20}$$

$$\frac{1100}{32} p_0 + \frac{85 p_0}{32} = \frac{65 p_{атм}}{20}$$

$$\frac{1185 p_0}{32} = \frac{65 p_{атм}}{20} \Rightarrow p_0 = \frac{32 \cdot 65 p_{атм}}{1185 \cdot 20}$$

$$\left(\frac{25}{8} p_0 - p_{атм}\right) \frac{11}{20} = \frac{p_0}{4 k T_0} \cdot \frac{5}{4} k T_0 - \frac{1}{4} \left(\frac{25}{8} p_0 - p_{атм}\right)$$

$$\left(\frac{25}{8} p_0 - p_{атм}\right) \frac{11}{20} + \frac{5}{20} \left(\frac{25}{8} p_0 - p_{атм}\right) = \frac{5}{16} p_0$$

$$\frac{16}{5} \left(\frac{25}{8} p_0 - p_{атм}\right) = \frac{5}{16} p_0 \quad \frac{5}{4} p_0 = \frac{16}{8} \cdot \frac{25}{8} p_0 - \frac{16}{5} p_{атм}$$

$$\frac{16}{5} p_{атм} = 10 p_0 - \frac{5}{4} p_0 \quad \text{Ответ: } \frac{16}{5} p_{атм} = \frac{35}{4} p_0 \Rightarrow p_0 = \frac{64 p_{атм}}{175}$$

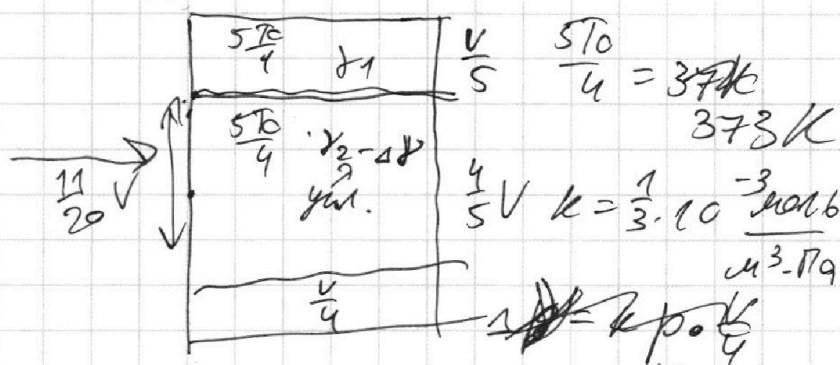
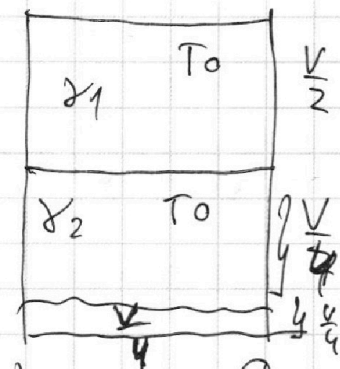
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



1) $\Delta p =$ для каждого случая $\Delta p = k p \cdot \frac{V}{4}$, углекислый газ растворится в воде.

1) Запишем Менд. Клапейрона для каждого случая:

$$p_0 \cdot \frac{V}{2} = \gamma_1 R T_0$$

$$p_0 \cdot \frac{V}{4} = \gamma_2 R T_0$$

$$\frac{\frac{V}{2}}{\frac{V}{4}} = \frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{4}{2} = \underline{\underline{2}}$$

(давления равны, т.к. горелка 'невесомая')
(температура одна, т.к. горелка 'невесомая')

2) В процессе нагревания, углекислый газ растворится в воде, найдём кол-во растворившегося газа:

$$\Delta p = k p_1 \cdot \frac{V}{4} \quad (p_1 - \text{начальное давл. угл. газа})$$

3) Запишем Менд. Клапейрона для конеч. момента:

$$p_{T_0} \left(\frac{4}{5} V - \frac{V}{4} \right) = (\gamma_2 - \Delta \gamma) k \cdot \frac{5V}{4} - \text{где } \gamma_2 - \text{давл. газа}$$

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!

$p_2 \cdot \frac{V}{5} = \frac{5}{4} \gamma_1 k T_0$ - для газа сверху.
Пар насыщен, т.к. всегда остается конденсат (и много)
3) $p_2 = p_{\text{атм}}$ - наруж. давл. насыщенного паров.
4) Условие равновесия
короткие:

$$p_{\text{атм}} + p_1 = p_2$$

Решаем систему:

$$p_2 \frac{V}{5} = \gamma_1 k T_0 \quad (3)$$

$$p_1 \cdot \frac{11V}{20} = (\gamma_2 - \Delta \gamma) k \cdot \frac{5}{4} T_0$$

$$\begin{cases} \frac{\gamma_1}{\gamma_2} = 2 \Rightarrow \gamma_1 = 2\gamma_2 \\ p_1 \left(\frac{11V}{20} - \frac{V}{4} \right) = (\gamma_2 - \Delta \gamma) k \cdot \frac{5}{4} T_0 \quad (2) \end{cases}$$

$$p_2 \cdot \frac{V}{5} = \frac{5}{4} \gamma_1 k T_0 = \frac{5}{4} k T_0 \cdot 2\gamma_2 \quad (3)$$

$$\Delta \gamma = k p_1 \frac{V}{4}$$

$$p_{\text{атм}} + p_1 = p_2$$

$$\frac{(2)}{(3)} = \frac{p_1 \left(\frac{16V - 5V}{20} \right)}{p_2 \frac{V}{5}} = \frac{\gamma_2 - \Delta \gamma}{2\gamma_2}$$

$$\frac{p_1 \cdot \frac{11V}{20}}{(p_{\text{атм}} + p_1) \frac{V}{5}} = \frac{\gamma_2 - \Delta \gamma}{2\gamma_2}$$

$$\frac{11}{4} p_1 \cdot 2\gamma_2 = (p_{\text{атм}} + p_1) (\gamma_2 - \Delta \gamma)$$

$$\frac{11}{2} p_1 \gamma_2 = p_{\text{атм}} (p_{\text{атм}} + p_1) (\gamma_2 - k \cdot \frac{V}{4} p_1)$$

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!

1) Сила, действующая на частицу в

пространстве

$$1-2: F = \sum E_i \cdot q = ma$$

$$|a| = \frac{\sum E_i q}{m} =$$

$$= \frac{\frac{4}{2} \cdot q}{m} = \frac{2q}{md}$$

2) Запишем ЗСЭ для частицы:

$$q\phi_A = \Delta E_k = K_A - \frac{mv_0^2}{2}$$

$$-q\phi_A = q(\phi_0 - \phi_A) \quad \phi_0 = 0 \text{ (т.к. с бек.)}$$

$$3 \text{ СЭ: } q\phi \propto U_1: E_0 = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$-q\phi_1 = K_1 - \frac{mv_0^2}{2}$$

$$3 \text{ СЭ: } q\phi \propto U_2:$$

$$-q\phi_2 = K_2 - \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\phi_1 - \phi_2 = -U$$

$$q(\phi_1 - \phi_2) = K_2 - K_1$$

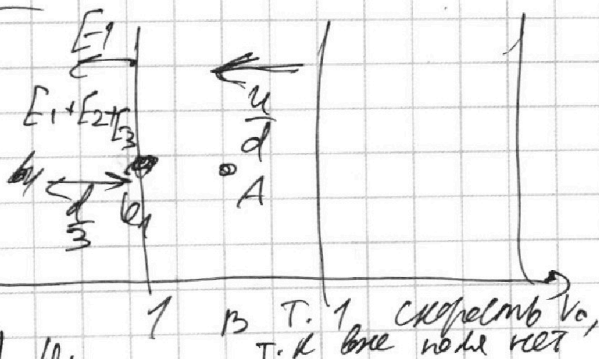
$$-Uq = K_2 - K_1$$

Найдем скорость
частицы, записав
ЗСЭ для нее
2 ЗСЭ:

$$m \frac{dx}{dt} = -qU$$

$$m dx = -\frac{qU}{d} dt \quad | \cdot dx$$

$$m(v_A - v_0) = -qU \quad \frac{mv_A^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = -qU$$



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!

$$(E_1 - E_2 - E_3)d + (E_2 + E_1 - E_3) \cdot 2d = 4U$$

$$(E_1 - E_2 - E_3)d = -U$$

П.к сетки извещ. все записано:

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0 \Rightarrow E_1 + E_2 + E_3 = 0 \text{ (напряж. на } 2S \text{)}$$

$$(E_2 + E_1 - E_3) \cdot 2d = 5U$$

$$(E_1 - E_2 - E_3)d = -U$$

$$\left(\frac{q_2}{2S\epsilon_0} + \frac{q_1}{2S\epsilon_0} - \frac{q_3}{2S\epsilon_0} \right) \cdot 2d = 5U$$

$$\left(\frac{q_1}{2S\epsilon_0} - \frac{q_2}{2S\epsilon_0} - \frac{q_3}{2S\epsilon_0} \right) d = -U$$

$$-\frac{2q_3}{2S\epsilon_0} \cdot 2d = 5U \Rightarrow q_3 = -\frac{5U}{2d} \cdot \epsilon_0 S$$

$$\frac{q_2}{2S\epsilon_0} + \frac{q_1}{2S\epsilon_0} = \frac{5U}{2d} + \frac{q_3}{2S\epsilon_0} = \frac{5U}{2d} +$$

$$\therefore 4E_3d = 5U \Rightarrow E_3 = -\frac{5U}{4d}$$

$$E_2 + E_1 = \frac{5U}{2d} + E_3 = \frac{5U}{2d} - \frac{5U}{4d} = \frac{5U}{4d}$$

$$E_1 - E_2 = -\frac{U}{d} - \frac{5U}{4d} = -\frac{9U}{4d}$$

$$\Rightarrow 2E_1 = -\frac{U}{d} \Rightarrow E_1 = -\frac{U}{2d}$$

$$E_2 = E_1 + \frac{9U}{4d} = -\frac{2U}{4d} + \frac{9U}{4d} = \frac{7U}{4d}$$

Система линейных уравнений. Напряжение на конденсаторе в 1-2:
 $E_1 + E_2 + E_3 = 0 \Rightarrow -\frac{U}{2d} - \frac{7U}{4d} + \frac{5U}{4d} = 0 \Rightarrow 0 = 0$

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

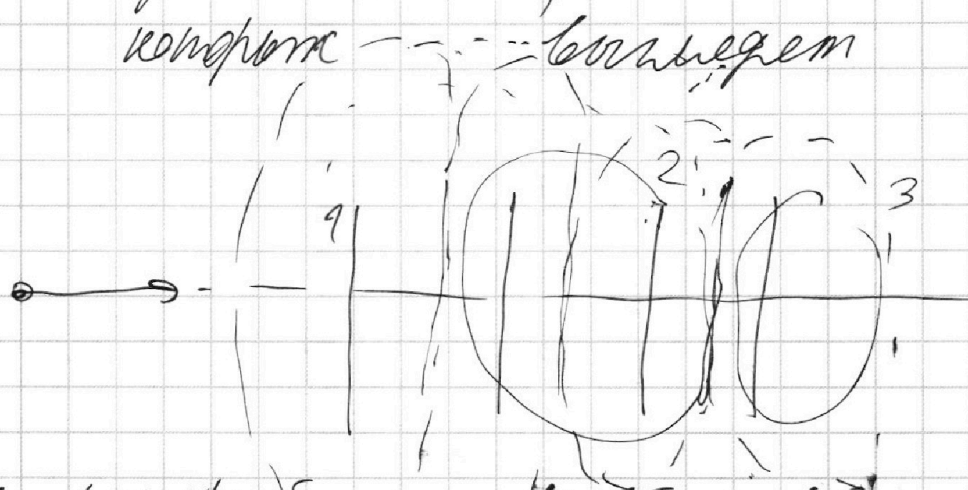
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

3) Я систему из двух пластин
малого перед ставится на систему
двух конденсаторов, силовые
линии которых — вот так
там:



зарядки, который идет от
центральной линии движется
перпендикулярно силовым линиям
магнитного поля $\Rightarrow$ заряд скорости

зарядка $u_1 = u$ (первой сетки) $= u_0$

Затем ЗСЗ:

$$\frac{m u_A^2}{2} - \frac{m u_0^2}{2} = - \frac{u}{d} \cdot \frac{d}{3} q$$

$$u_A = \sqrt{u_0^2 - \frac{2 u q}{3 m}}$$

Ответ: 1) $|q| = \frac{u q}{m d}$; 2) $- u q$

3) $u_A = \sqrt{u_0^2 - \frac{2 u q}{3 m}}$

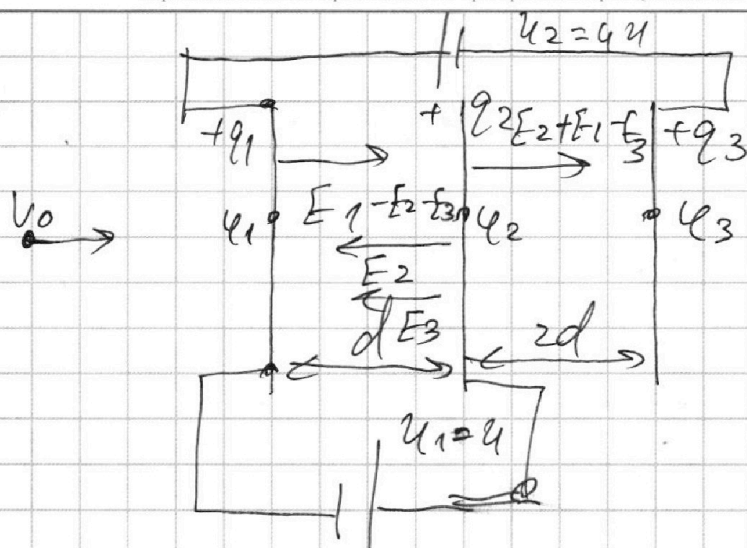
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!

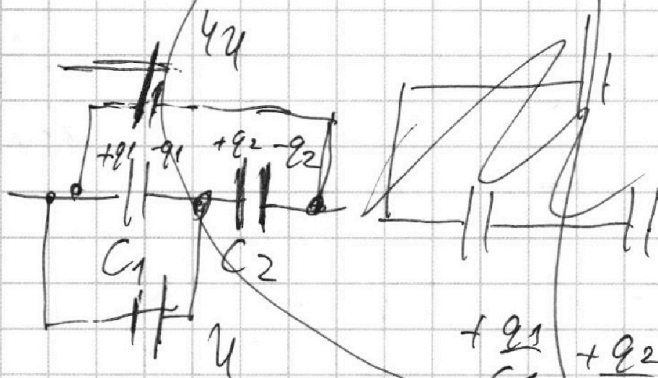


рассмотрим эту систему, как конденсатор, к которому подключены

2

источника

высокого напряжения C_1 и C_2



найдем заряды на этих обкладках в установившемся режиме.

$$\frac{+q_1}{C_1} + \frac{+q_2}{C_2} = U \Rightarrow q_2 = 5UC_2$$

$$\frac{+q_1}{C_1} = U \Rightarrow q_1 = -UC_1$$

Пусть заряды на пластинках q_1, q_2, q_3 - составим уравнение: $\rightarrow$

$$\Rightarrow E_1 = \frac{q_1}{2\epsilon_0} \quad E_2 = \frac{q_2}{2\epsilon_0} \quad E_3 = \frac{q_3}{2\epsilon_0}$$

Запишем правило разности потенциалов на участке:



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!

Подставим в 3^я: наши токы:

$$3L \cdot \frac{\mathcal{E}}{R} - L \left(0 - \frac{3\mathcal{E}}{11R} \right) = 2kq_1$$

$$\frac{3\mathcal{E}L}{R} + \frac{3\mathcal{E}L}{11R} = 2kq_1$$

$$q_1 = \frac{3\mathcal{E}}{R} \left(L + \frac{1}{11}L \right) = 2kq_1$$

$$\frac{3\mathcal{E}}{R} \cdot \frac{12}{11}L = 2kq_1$$

$$\frac{18\mathcal{E}L}{11R^2} = q_1$$

Ответ: 1) $I_{1.0} = \frac{3\mathcal{E}}{11R}$; 2) $\dot{I} = \frac{2\mathcal{E}}{11L}$; 3) $q_1 = \frac{18\mathcal{E}L}{11R^2}$

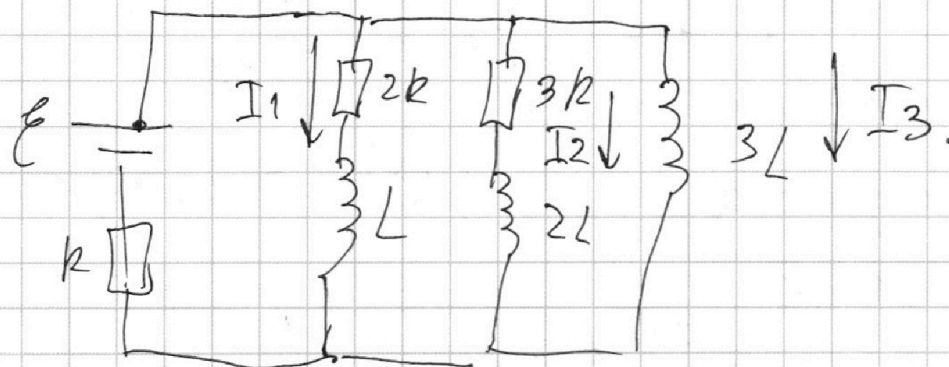
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Кирхгоф: $3k I_2 - 2k I_1 = -2L \dot{I}_2 + L \dot{I}_1 \quad | \cdot dt$

дифференцируем на dt и проинтегрируем. $3k I_2 = 3L \dot{I}_3 - 2L \dot{I}_2 \quad | \cdot dt$

$q_2 \quad \varepsilon - 3L \dot{I}_3 = (I_1 + I_2 + I_3)k$

$3k q_2 - 2k q_1 = -2L \Delta I_2 + L \Delta I_1$

$3k q_2 = 3L \Delta I_3 - 2L \Delta I_2$

$3L \Delta I_3 - 2L \Delta I_2 = -2L \Delta I_2 + L \Delta I_1 - 2k q_1$

$3L \Delta I_3 - L \Delta I_1 = 2k q_1$

$3L (I_{3.1} - I_{3.0}) - L (I_{1.1} - I_{1.0}) = 2k q_1 \quad (3^*)$

В каждый ток $I_{3.1}$ и $I_{1.1}$ в уст. режиме.

Ток через $I_{2.1} = 0$, т.к. на катушечке будет нулевое напряжение.

Аналогично $I_{1.1} = 0 \Rightarrow$ ток источника будет $I = \text{const}$ через конт.

теперь через резистор и катушку $3L$.
 $I_{3.1} = \frac{\varepsilon}{R}$

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!

N 4.

1) В установившемся

режиме напряжения

на катушках

равно 0, токи в цепи постоянны.

$$\mathcal{E} = 2kI_{10} + (I_{10} + I_2)k$$

$$3kI_2 = 2kI_{10} \rightarrow I_2 = \frac{2}{3}I_{10}$$

$$\mathcal{E} = 2kI_{10} + \frac{5}{3}I_{10}k = \frac{6kI_{10} + 5I_{10}k}{3}$$

$$\mathcal{E} = \frac{11}{3}kI_{10} \Rightarrow I_{10} = \frac{3\mathcal{E}}{11k}$$

2) Через резистор замыкания индукции

токи в цепи не меняются, т.к. в катушках не меняется ток, источник тоже не меняется ток.

Затем кирих закон по 5. ветви.

$$\mathcal{E} - 3LI = (I_{10} + I_2)k = \frac{5}{3}I_{10}k$$

$$I = \frac{\mathcal{E} - \frac{5}{3}I_{10}k}{3L} = \frac{\mathcal{E} - \frac{5}{3} \cdot \frac{3\mathcal{E}}{11k} \cdot k}{3L} = \frac{\mathcal{E} - \frac{5\mathcal{E}}{11}}{3L} = \frac{\frac{6\mathcal{E} - 5\mathcal{E}}{11}}{3L} = \frac{\mathcal{E}}{33L}$$

3) См. выше

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

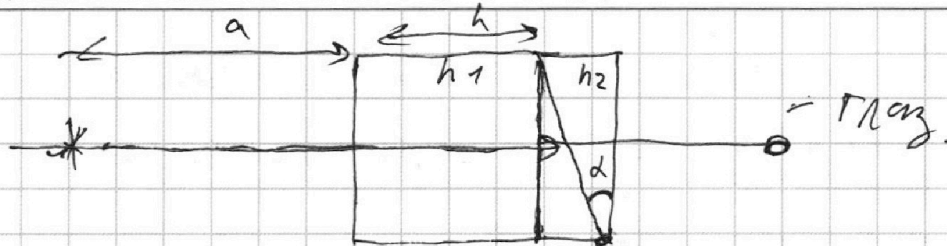
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

NS.



1) Луч ~~пройдет~~ без преломления
через ~~прямоугольную~~ ~~поверхность~~,
затем ~~будет~~ ~~проходить~~ ~~через~~ ~~такую~~
~~изогнутую~~ ~~стену~~ ~~источник~~.

или ~~преломление~~ ~~луча~~ ~~на~~ ~~части~~ ~~в~~
системе ~~как~~ ~~будто~~ ~~нет~~.

Закон Снелла: α, β, φ - маленькие

$h_2 \gg h_1$

$$h_1 \cdot \alpha = h_2 \cdot (\beta + \varphi)$$

$$\beta h_2 = \varphi \cdot h_1$$

$$\alpha = \beta + \varphi \Rightarrow \alpha = \beta + \frac{\beta h_1}{h_2} \Rightarrow \alpha = \beta \left(1 + \frac{h_1}{h_2}\right)$$

$$\varphi = h_2 \alpha - \alpha \Rightarrow \varphi = \alpha (h_2 - 1)$$

$$\varphi = 0,1 \cdot 0,7 = \underline{\underline{0,07}}$$

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

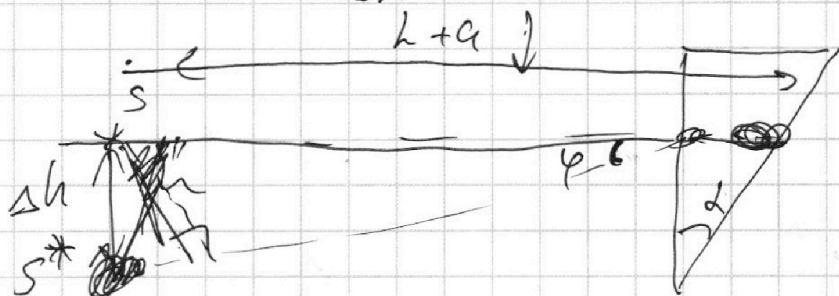
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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) При прохождении через призму все лучи поворачиваются на $\varphi = 0,07^\circ \ll 1$, поэтому сместим изображение точки прохода через призму будет Δh повернуто на маленький угол: φ , т.е. изображение сместится на Δh маленькое Δh ~~в~~ вниз.



$$\begin{array}{r} 203 \\ \times 0,07 \\ \hline 14,21 \end{array}$$

$$\Delta h = (h+a) \varphi$$

$$\Delta h = (194 \text{ см} + 3 \text{ см}) \cdot 0,07 =$$

$$= 14,21 \text{ см.}$$

3) Когда состоит из

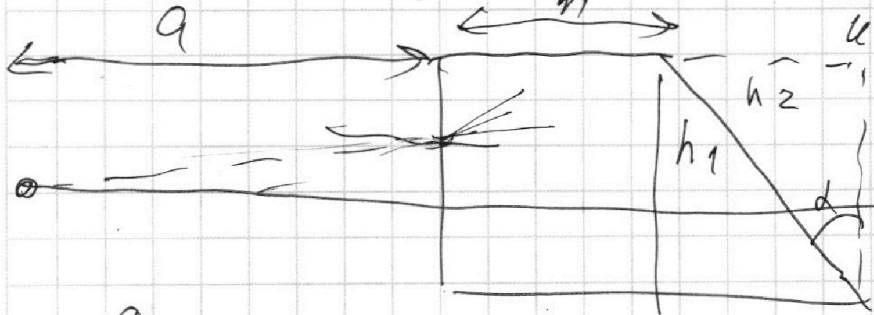
$$h_1 = 1,5$$

из системы

несколько параллельных

плоскостей

двух прisms, вершины поворачиваются изобр.



Для затенения несколько параллельных плоскостей сред. пов. с $k \rightarrow \infty$:

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

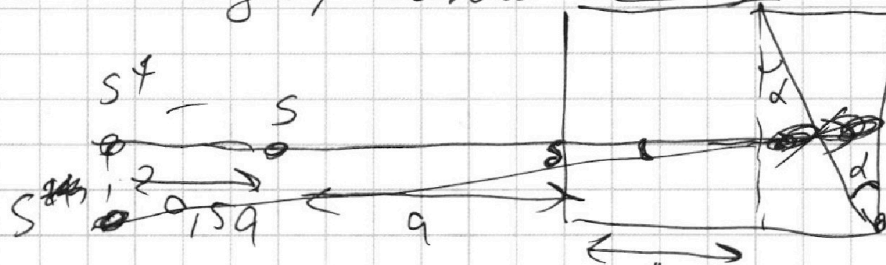
МФТИ

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



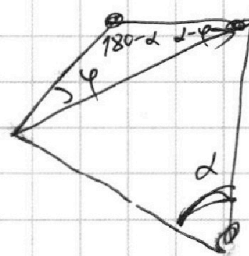
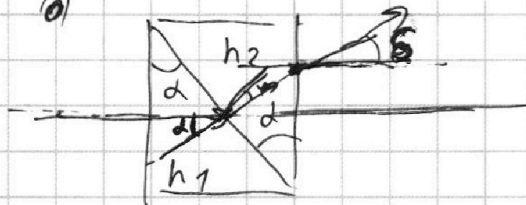
$\frac{h_1}{x_2} + \frac{1}{a} = 0$ $x_2 = -a h_1 = -1,5a$ расст.

Т.к. S^* изображение S^* на расст. 0,5a от S



Лучи отсюда идут в призму,
которые увеличивают наклоны
изображение на $\delta = \alpha(h-1)$

из S^* лучи летят в измененной
призме:



Закон Снелла:

$$h_1 \alpha = h_2 \varphi$$

$$h_2 (\alpha - \varphi) = \delta$$

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

$$h_2 \alpha \left(1 - \frac{h_1}{h_2}\right) = \delta$$

$$\alpha (h_2 - h_1) = \delta$$

$$\delta = 0,1 \cdot 0,2 = 0,02$$

Аналогично S^* (2) 2-ая лучевая наклоны не изм.
 $\Delta h_1 = \delta \cdot (1,5a + h)$, где из S^*



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!

$$\Delta h_1 = 0,02 \cdot \left(\frac{3}{2} \cdot 134 + 5 \right) \text{ см}$$

$$= 0,02 \cdot 300 = \frac{2}{100} \cdot 300 = 6 \text{ см.}$$

Ответ:

1) $0,07 \text{ рад}$
2) $14,21 \text{ см}$

3) $1,6 \text{ см.}$

$$\begin{array}{r} 97 \\ \times 3 \\ \hline 291 \end{array}$$

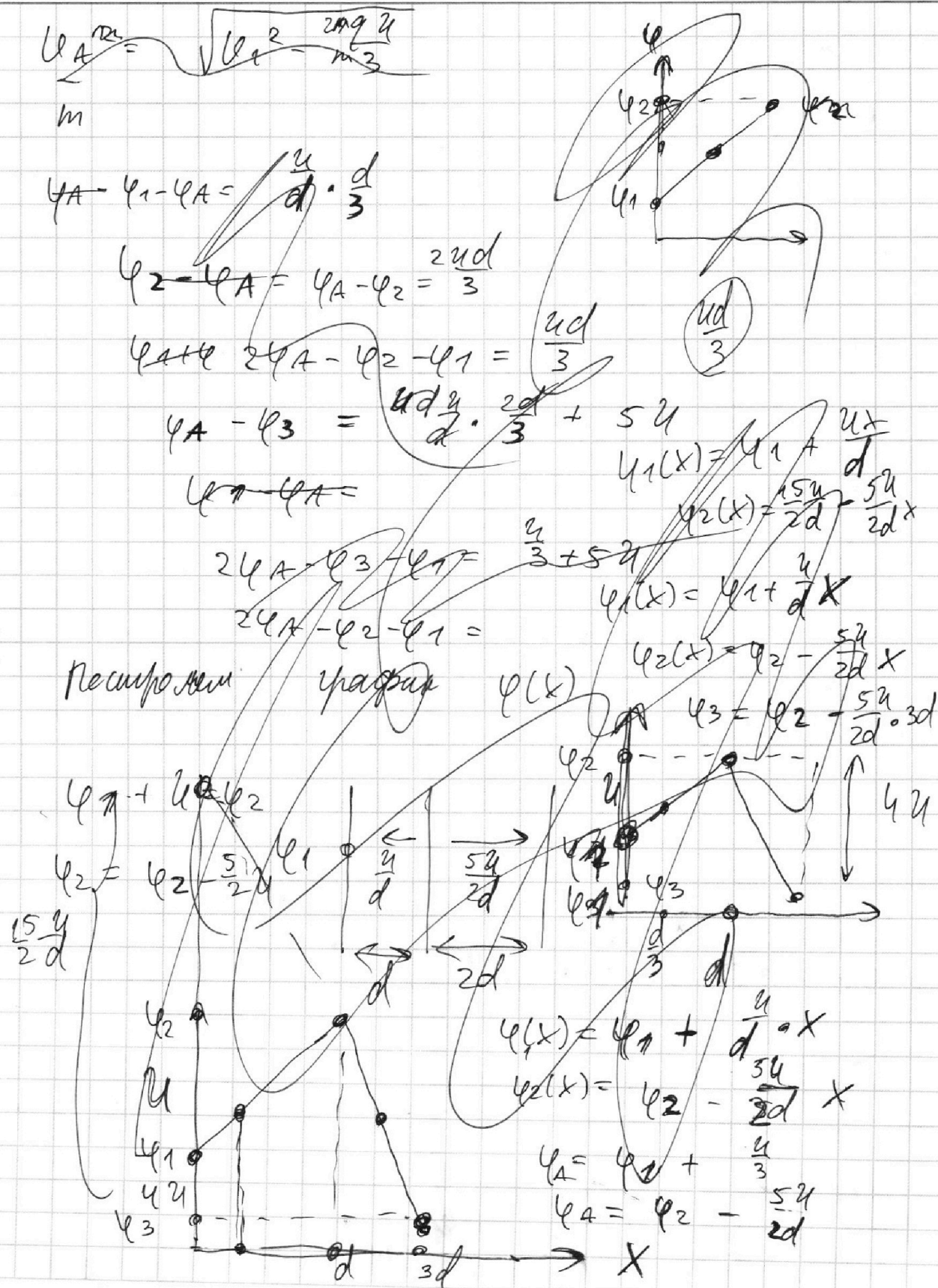
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\frac{11}{2} p_1 \gamma_2 = p_{атм} \gamma_2 - \frac{\kappa \nu}{4} p_1 p_{атм} + p_1 \gamma_2 - \frac{\kappa \nu}{4} p_1^2$$

$$\frac{5}{2} p_1 \gamma_2 = p_{атм} \gamma_2 - \frac{\kappa \nu}{4} p_1 p_{атм} - \frac{\kappa \nu}{4} p_1^2$$

$$\gamma_2 \left(\frac{5}{2} p_1 - p_{атм} \right) =$$

$$\gamma_2 \left(p_{атм} - \frac{5}{2} p_1 \right) = \frac{\kappa \nu}{4} p_1 (p_{атм} + p_1)$$

$$\gamma_2 = \frac{\frac{\kappa \nu}{4} (p_{атм} + p_1)}{p_{атм} - \frac{5}{2} p_1}$$

из (3)

$$\frac{p_{с\kappa}}{2} = \frac{\gamma_1}{p_1 \cdot \frac{11 \kappa}{20 p_0}} = \frac{\gamma_1}{\gamma_2 - 0.8 \cdot \frac{5}{4}}$$

$$p_0 = \frac{11}{10} p_1 \cdot \frac{2 \gamma_2}{\gamma_2 - \kappa \frac{\nu}{4} \cdot p_1}$$

$$p_0 = \frac{11}{10}$$

$$2kI_1 = -L \frac{dI_1}{dt} + 3L \frac{dI_3}{dt}$$

$$2kq_1 = -L \Delta I_1 + 3L \Delta I_3$$

$$2kq_1 = -L \left(0 - \frac{3\varepsilon}{11k} \right) + 3L \frac{\varepsilon}{k}$$

$$2kq_1 = \frac{3\varepsilon L}{11k} + \frac{3\varepsilon L}{k}$$

$$2kq_1 = \frac{3\varepsilon L}{11k} + \frac{33\varepsilon L}{11k}$$

$$2kq_1 = \frac{36\varepsilon L}{11k}$$

$$q_1 = \frac{18\varepsilon L}{11k^2}$$

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!

$$m = 1800 \text{ кг}$$

$$F_k = 500 \text{ Н}$$

$$a(v_1) = ?$$

$$F_1(v_1) = ?$$

$$P_1(v_1) = ?$$

$$= 0,25 \text{ м/с}^2$$

2) Запишем

$$F = \gamma v^2$$

$$\gamma: F - \gamma v^2 = m \left(\frac{dv}{dt} \right) \quad (2)$$

$$\text{при } t \Rightarrow 70 \quad \frac{dv}{dt} = 0, \quad v_k = 25 \text{ м/с}$$

$$F = F_k \text{ когда скорость постоянна (не укл.)}$$

$$F_k = \gamma v_k^2 \Rightarrow \gamma = \frac{F_k}{v_k^2}$$

$$\gamma = \frac{500 \text{ Н}}{25^2} = 0,8 \text{ Н/м}^2$$

Для нахождения подставим в (2)

$$\text{данные где } t = 30 \text{ с:}$$

$$F_1 - \gamma v_1^2 = m \left(\frac{dv}{dt} \right)_1 = a_1 m$$

$$F_1 = \gamma v_1^2 + m a_1 \quad \text{и } F_1 = \frac{F_k}{v_k^2} \cdot v_1^2 + m a_1$$

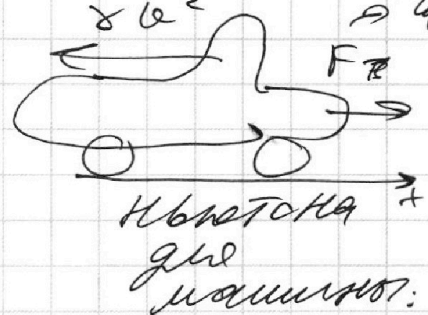
1) Для нахождения касательную к графику

в точке $t = 30 \text{ с}$,

это и будет нашим ускорением $a_1 = \left(\frac{dv}{dt} \right)_1 = \frac{5}{20} \text{ м/с}^2 = 0,25 \text{ м/с}^2$

сила сопр.

закон



Ньютона где машина:

уст. ср.



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!

