



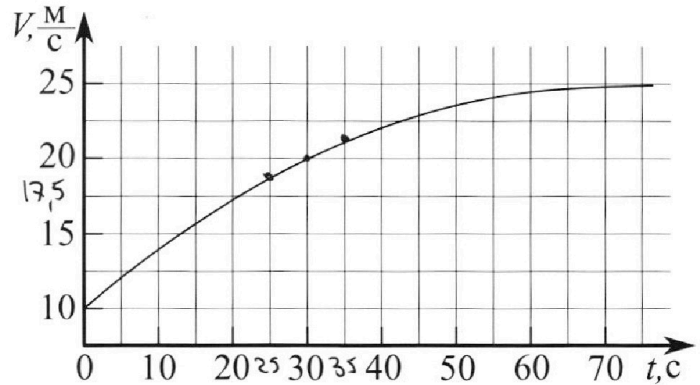
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.



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

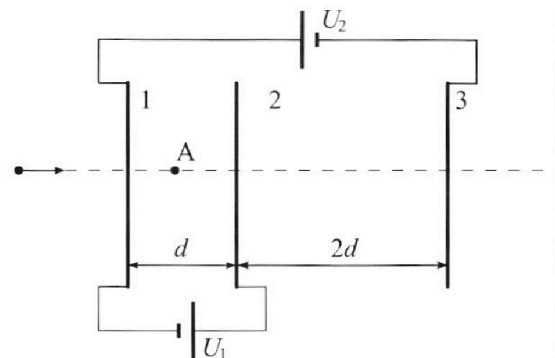
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. 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: $\Delta v = kpw$. 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.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) 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.



- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.
- 2) Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $d/3$ от сетки 1.



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-01

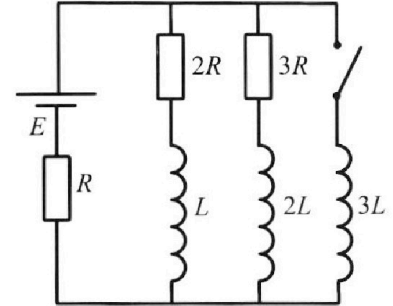


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

- 1) Найти ток I_{10} 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 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 $a = 194$ 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.

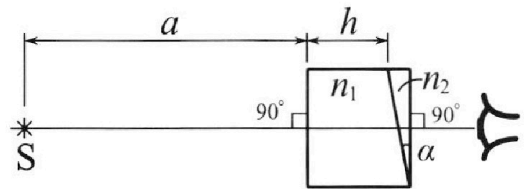


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

МФТИ



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!

N1

$$m = 1600 \text{ кг}$$

$$F_H = 500 \text{ Н}$$

$$V_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

① Нам дан график $v(t) \Rightarrow$

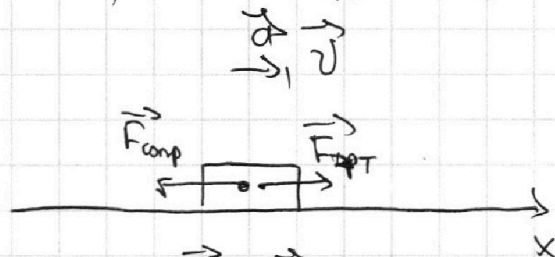
угол наклона касательной в точке

$$\text{есть } \frac{dv}{dt} = \tan \alpha \Rightarrow \text{т.н. } \frac{dv}{dt} = a :$$

используем угол наклона в точке

$$(30 \text{ с}; 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}) : \frac{dv}{dt} = \frac{2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \text{ с}} = \boxed{0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}$$

②



$$\text{ИЗУ: } \sum \vec{P} = m\vec{a};$$

$$\text{ОХ: } F_T - F_{\text{ср}} = ma; \quad F_{\text{ср}} = kV$$

$$\text{Конечный момент: } a = \tan \alpha \rightarrow 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \Rightarrow F_{T_k} = F_{\text{ср}}(V_k) \Rightarrow$$

$$k = \frac{F_H}{V_k} \Rightarrow$$

$$F_H = k \cdot V_k \text{ где } V_k = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$F_T = ma_1 + kV_1 = ma_1 + \frac{F_H}{V_k} \cdot V_1 = 1600 \text{ кг} \cdot 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + \frac{500 \text{ Н}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} =$$

③ ЗУЖ: $\Delta W_k = A^{\text{ext}}$ Рассмотрим кубик $= \boxed{850 \text{ Дж}}$ за dx : $\left| \frac{dx}{dt} = V_1 \right.$

$$\frac{d(W_k)}{dt} = \frac{dA^{\text{ext}}}{dt}; \quad \frac{d\left(\frac{mV_1^2}{2}\right)}{dt} = \frac{F_T - F_{\text{ср}} dx}{dt} = P_{T_1} - F_{\text{ср}} \cdot V_1$$

$$mV_1 a_1 + \frac{F_H}{V_k} \cdot V_1^2 = P_1 = \boxed{17000 \text{ Вт}}$$

Ответ: 1) $a = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ 3) $P_1 = 17000 \text{ Вт}$
2) $F_1 = 850 \text{ Н}$

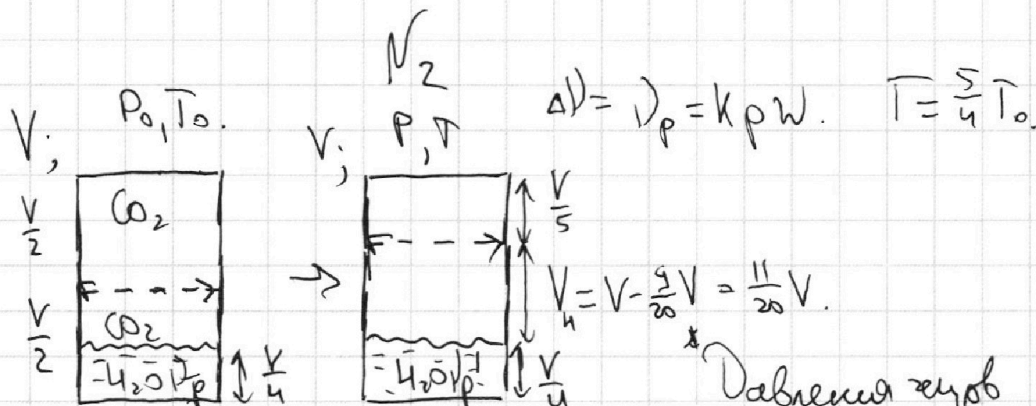
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



* Пренебрежем ΔV и $\Delta V_{\text{жид}}$

1) З.Б-М: $P_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu_B \cdot R T_0 \Rightarrow \frac{\nu_B}{\nu_H} = 12$
 $P_0 \cdot (\frac{V}{2} - \frac{V}{4}) = \nu_H R T_0$

$\Delta V = \nu_p = k \cdot P_0 \cdot \frac{V}{4} = k \nu_H R T_0 = \frac{4}{5} k \nu_H R T = \frac{4}{5} \nu_H \cdot \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 = \frac{4}{5} \nu_H$

З.Б-М: $\begin{cases} P \cdot \frac{V}{5} = \nu_B R T \\ P \cdot \frac{11V}{20} = (\nu_H + \nu_p) R T \end{cases} \Rightarrow \frac{4}{11} = \frac{\nu_B}{\nu_H + \nu_p - \nu_p} \Rightarrow \frac{P_0}{P} = \frac{5}{4}$

$\begin{cases} P k = 10 \nu_H R T \\ P_0 V = 4 \nu_H R T_0 \end{cases}$

$\frac{P}{P_0} = \frac{5}{2} \cdot \frac{5}{4} = \frac{25}{8}$
 $P = \frac{25}{8} P_0$

$\frac{P_0 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{5} = T_0}{P \cdot \frac{1}{5}} = \frac{T}{T_0} \Rightarrow \frac{P_0}{P} = \frac{1}{2} \cdot \frac{T_0}{T} = \frac{2}{5} \cdot \frac{5}{4} = \frac{1}{2} \Rightarrow P = 2 P_0$

$\begin{cases} 2 P_0 \cdot \frac{11V}{20} = (\nu_H + \Delta \nu) R T \\ P_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu_H R T_0 \end{cases}$

$\Delta \nu = \frac{63}{25} \nu_H$

$P_0 = \frac{P_0 \cdot 300}{M_{H_2}} T_0 \approx 100 \text{ нПа}$

$\frac{11}{20} = \frac{\nu_H + \Delta \nu}{\nu_H} \cdot \frac{T}{T_0} = \frac{1 + \frac{\Delta \nu}{\nu_H}}{1} \cdot \frac{T}{T_0} = \frac{1 + \frac{63}{25}}{1} \cdot \frac{T}{T_0} = \frac{88}{25} \cdot \frac{T}{T_0}$

Ответ: 1) $\frac{\nu_B}{\nu_H} = 2$
 2) $\frac{5}{4} P_0$

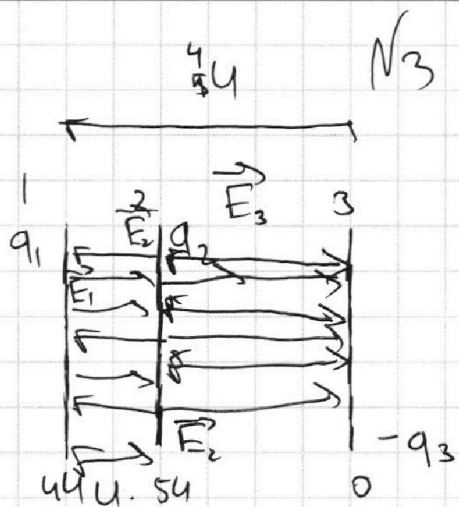
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$U_3 = 0 \Rightarrow \begin{cases} U_2 = 5U \\ U_1 = 4U \end{cases}$$

$$q_1 + q_2 - q_3 = 0$$

$$q_1 + q_2 = q_3$$

$q_3 < 0$ (сетка) \Rightarrow заряды передаем в сеть.
($q_3 > 0$)

$$E_2 = \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} \quad ; \quad E_1 = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} \quad ; \quad E_3 = \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0}$$

$$U = (E_1 - E_2)d = \frac{q_1 - q_2}{2\epsilon_0} d \quad ; \quad 5U = (E_2 + E_3)2d = \frac{q_2 + q_3}{2\epsilon_0} 2d =$$

$$\Rightarrow \begin{cases} q_1 - q_2 = \frac{2\epsilon_0 U}{d} \\ q_2 + q_3 = \frac{5\epsilon_0 U}{d} \\ q_1 + q_2 = q_3 \end{cases}$$

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

$$q_2 = \frac{5\epsilon_0 U}{d} - q_3$$

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

$$\frac{12\epsilon_0 U}{d} = 3q_3 \quad ; \quad q_3 = \frac{4\epsilon_0 U}{d}$$

$$1) \quad m a_{12} = (E_1 - E_2) q = \frac{U}{d} q \quad ; \quad a_{12} = \frac{Uq}{md} \quad ; \quad q_2 = \frac{\epsilon_0 U}{d} \quad ; \quad q_1 = \frac{3\epsilon_0 U}{d}$$

$$2) \quad \Delta W_n = A_{ext}^{d/3} = Uq$$

$$3) \quad \Delta W_k = \int_0^{d/3} F dx = \int_0^{d/3} \frac{U}{d} q dx = \left(\frac{d}{3} - 0 \right) \frac{Uq}{d} = \frac{1}{3} Uq$$

$$\Delta W_n = \frac{m v_k^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow v_k^2 = \left(\frac{1}{3} Uq + \frac{m v_0^2}{2} \right) \frac{2}{m} \text{ (1)}$$

1) $a_{12} = \frac{Uq}{md}$

2) Uq 3) $v_k = \sqrt{\frac{2Uq}{3m} + v_0^2}$ | (1) $\frac{2}{3} \frac{Uq}{m} + v_0^2$;

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

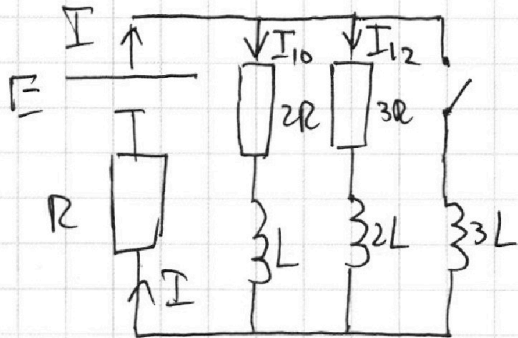
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



N4



1) $\mathcal{E} = I_{10} \cdot 2R + I R$. (II 3.к)

$2R I_{10} = I_{12} \cdot 3R$. $I_{12} = \frac{2}{3} I_{10}$

$I = I_{10} + I_{12}$

(в гир. решиме кетгушки ~
и продумем)

$\mathcal{E} = I_{10} \cdot 2R + (I_{10} + \frac{2}{3} I_{10}) 3R$.

$\mathcal{E} = 2I_{10}R + \frac{5}{3} \cdot I_{10} \cdot 3R = 7I_{10}R$

$I_{10} = \frac{\mathcal{E}}{7R}$;

2) II 3.к: $3LI' = I_{10} \cdot 2R$.
 $I' = \frac{I_{10} \cdot 2R}{3L} = \frac{2\mathcal{E}}{7R} \cdot \frac{R}{3L} = \frac{2}{21} \frac{\mathcal{E}}{L}$.

3) $I_1 \cdot 2R = 3LI'$, где I_1 - ток через резистор $2R$, зависящий от времени
 $I_1 \cdot 2R = 3L \frac{-dI}{dt}$; $I_1 \cdot dt \cdot 2R = 3L(-dI)$.

В гир. соот. весь ток будет течь через кетгушку $3L$.
 $2R \int_{I_{10}}^{I_k} I_1 dt = 3L(-\int dI)$ $I_k = \frac{\mathcal{E}}{R}$;
 ~~$2R \cdot \frac{\mathcal{E}}{R}$~~ $2R \cdot q_{10} = 3L \cdot \frac{\mathcal{E}}{R}$.

$q_{10} = \frac{3\mathcal{E}L}{2R^2}$.

Ответ: 1) $I_{10} = \frac{\mathcal{E}}{7R}$ 3) $q_{10} = \frac{3\mathcal{E}L}{2R^2}$.

2) $I' = \frac{2}{21} \frac{\mathcal{E}}{L}$

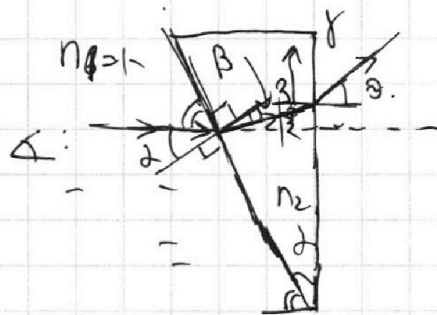
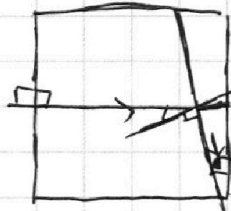
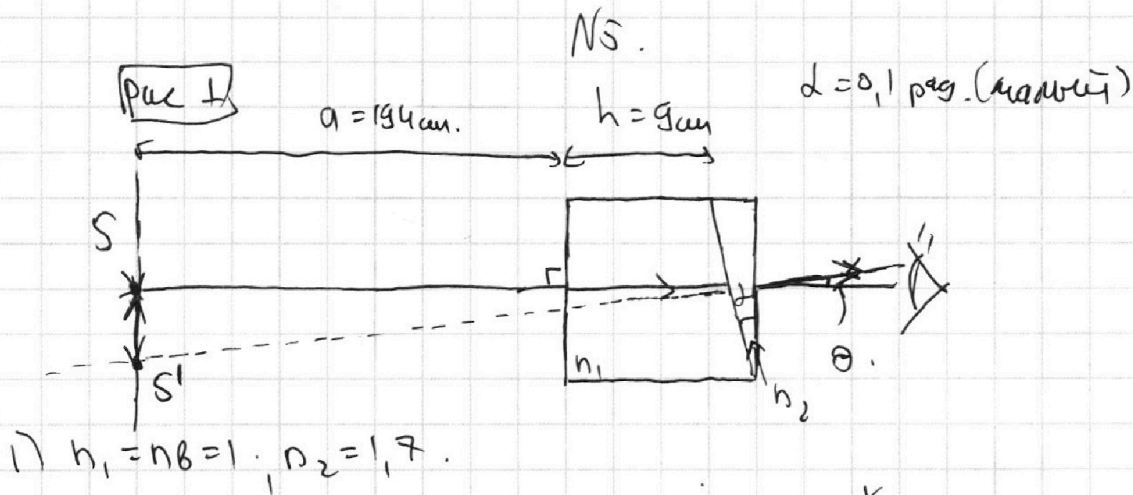
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\ominus \quad d n_2 - l = d(n_2 - 1) = 0,1 \cdot 0,7 = \boxed{0,07 \text{ рад}}$$

3. Снелиуса: $\sin \alpha \cdot n_1 = \sin \beta \cdot n_2$
 $\Rightarrow \alpha = \beta n_2; \beta = \frac{\alpha}{n_2}$

$$\gamma = \alpha - \beta; \gamma \cdot n_2 = \ominus \cdot n_1$$

$$\ominus = \gamma \cdot n_2 = (\alpha - \beta) n_2 = \left(\alpha - \frac{\alpha}{n_2} \right) n_2$$

2) $n_1 = n_B = 1; n_2 = 1,7$.

рас. \perp : SS' : $\text{tg } \theta = \frac{SS'}{a+h} \approx \sin \theta \approx \ominus$.

$$\begin{array}{r} \times 203 \\ 0,07 \\ \hline 14,21 \\ 3 \end{array}$$

$$SS' = (a+h) \cdot \ominus = 203 \text{ см} \cdot 0,07 = \boxed{14,21 \text{ см}}$$

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

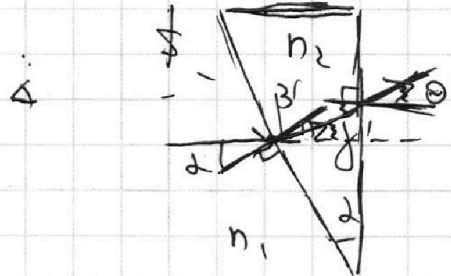
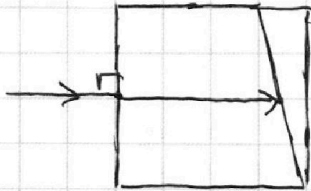
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

3) $n_1 = 1,5; n_2 = 1,7.$



$$\begin{aligned} \Theta &= 0,1 \text{ рад} \cdot (1,7 - 1,5) = \\ &= 0,1 \text{ рад} \cdot 0,2 = \\ &= \underline{0,02 \text{ рад}}. \end{aligned}$$

3. Снеллиуса:

$$\sin \alpha \cdot n_1 = \sin \beta' \cdot n_2$$

$$\Rightarrow \alpha \cdot n_1 = \beta' \cdot n_2; \quad \beta' = \frac{n_1 \alpha}{n_2}$$

$$\delta' = \alpha - \beta'; \quad \delta' \cdot n_2 = \Theta' \cdot n_1$$

$$\begin{aligned} \Theta' &= (\alpha - \beta') n_2 = \left(\alpha - \frac{n_1}{n_2} \alpha \right) n_2 = \\ &= \alpha (n_2 - n_1) \Theta \end{aligned}$$

Аналогично выводу

$$\textcircled{2}: SS'_0 = (a + h) \cdot \Theta' =$$

$$= 203 \cdot 0,02 \text{ рад} = 4,06 \text{ см}.$$

Ответ: 1) $\Theta = 0,07 \text{ рад}$

2) $SS' = 14,21 \text{ см}$

3) $SS'_0 = 4,06 \text{ см}$

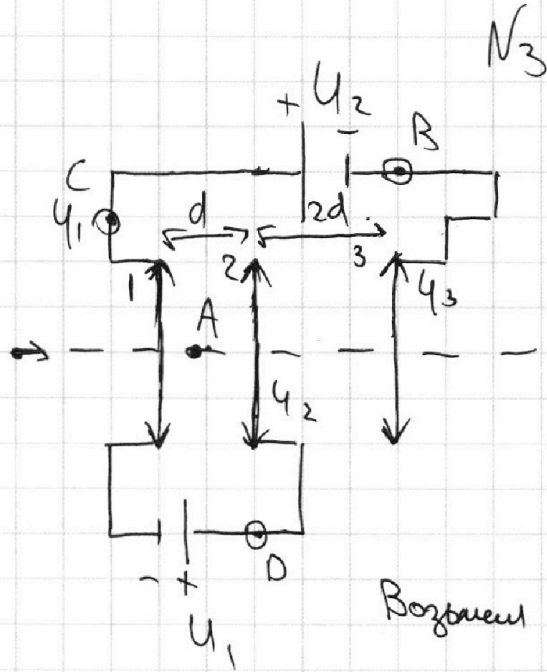
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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

МФТИ

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



$$U_1 = U; U_2 = uU$$

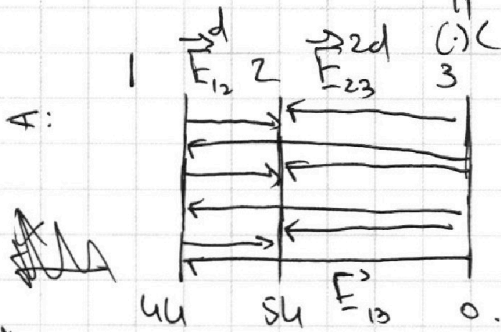
$$m, q > 0, V_0.$$

$q \rightarrow q_{\text{сетки}} \Rightarrow$ неравномерное

распределение заряда на сетках из-за воздействия пластины пренебрегаем.

Возьмем U_3 за нуль потенциала в (·)B

$$\Rightarrow U_1 = U_3 + U_2 = uU; U_2 = U_1 + U_1 = 5U.$$



$$\sum E_{12} = E_{12} = E_{13} = uU.$$

$$\sum E_{23} = E_{13} + E_{23} = \frac{5U}{2d}.$$

$$\sum E_{13} = E_{13} \quad E d = U.$$

или

$$\left\{ \begin{aligned} E_{12}d - E_{13}d &= U & E_{13} &= E_{12} - \frac{U}{d} \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} E_{23}2d + E_{13} \cdot 2d &= 5U & E_{23} &= \frac{5U}{2d} - E_{13} = \frac{5U}{2d} + \frac{U}{d} - E_{12}. \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} E_{13} \cdot 3d + E_{23} \cdot 2d - E_{12} \cdot d &= uU \end{aligned} \right.$$

$$\left(E_{12} - \frac{U}{d} \right) 3d + \left(\frac{7U}{2d} - E_{12} \right) 2d - E_{12}d = uU. \rightarrow uU = uU.$$

$$1) m a_{12} = \sum E_{12} j q = \frac{U}{d} q \cdot d; a_{12} = \frac{qU}{md}.$$

$$2) \Delta W_n = A^{\text{ext}} = \int_0^d F_3 \cdot dx = \int_0^d E q dx = u q.$$



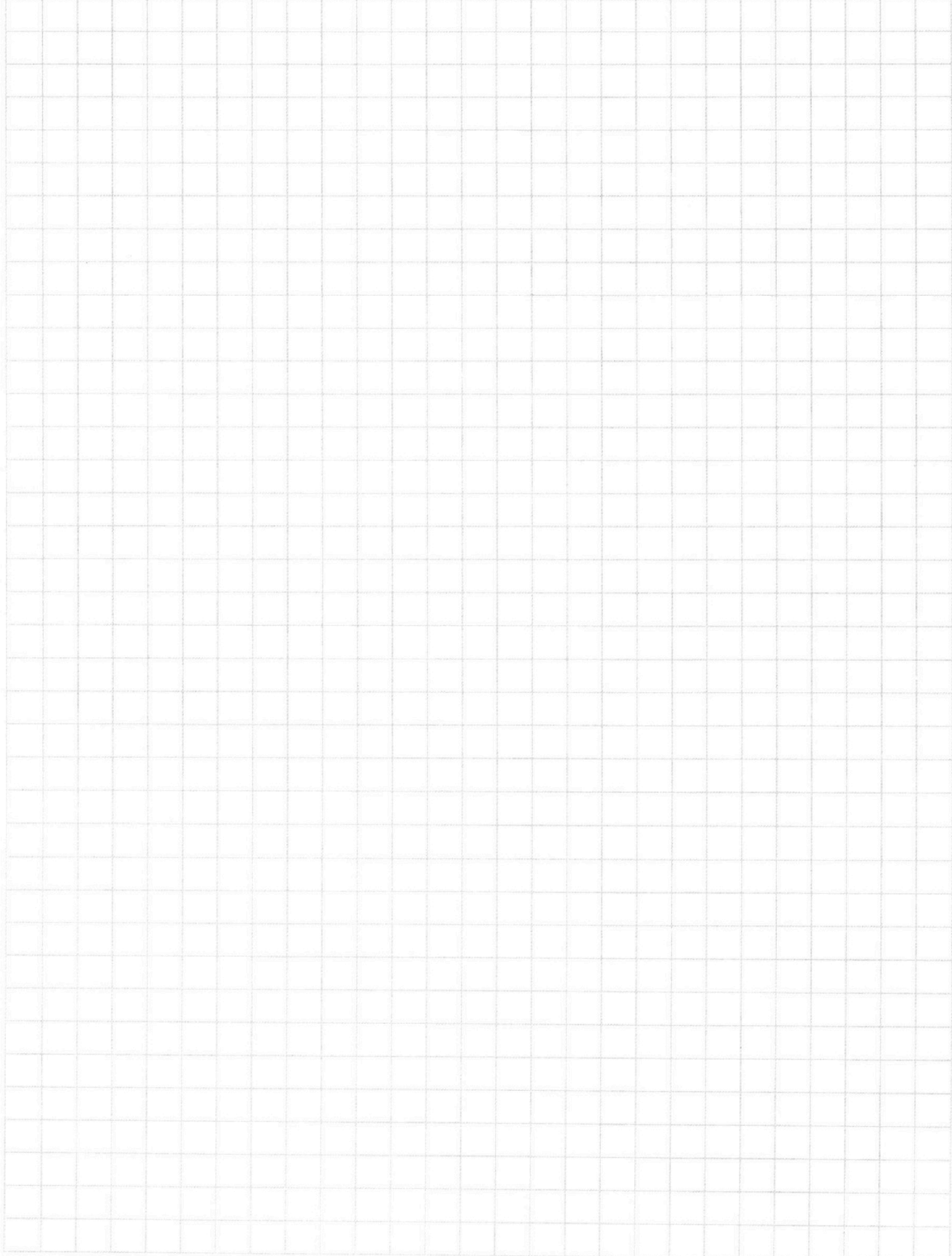
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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



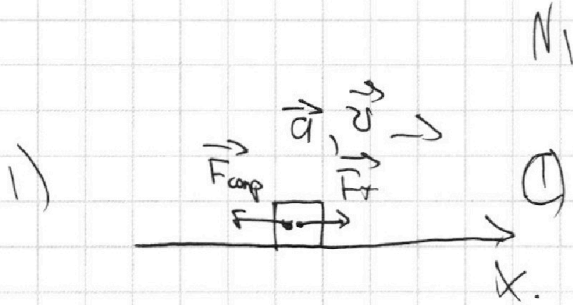
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$\textcircled{1} a = \frac{dv}{dt} = \frac{(20 + 1,25 - (20 - 1,25)) \frac{m}{c}}{10 c} = \frac{2,5}{10} \frac{m}{c^2} = 0,25 \frac{m}{c^2}$$

$$F_T = F_{comp} = ma. \quad F_{comp} \sim v.$$

$$dW_u = A^{ext}$$

$$\frac{5,5 \cdot 20}{11} = \frac{5 \cdot 11 \cdot 20}{2 \cdot 5}$$

конусы: $F_k - k v_k = 0 \cdot \frac{m}{c^2}$; $k = \frac{F_k}{v_k}$

$$\textcircled{2} F_T = ma_1 + F_{comp} = ma_1 + k v_1 = ma_1 + \frac{F_k}{v_k} \cdot v_1 =$$

$$= 1800 m \cdot 0,25 \frac{m}{c^2} + \frac{500H}{25 \frac{m}{c}} \cdot 20 \frac{m}{c} = 18 \cdot 25 H + 500H \cdot 0,8 = 450H + 400H = 850H$$

1 4
x 18
25
90
36
450

$$v = \frac{m}{M}$$

$$\left(\frac{9}{2} + 1\right) \frac{20}{11} = \frac{1 \cdot 20}{2 \cdot 11} = 10$$

$$\textcircled{3} dW_u = A^{ext}$$

$$\frac{d\left(\frac{mv^2}{2}\right)}{dt} = F_T \cdot \frac{dx}{dt} - F_c \frac{dx}{dt} \Rightarrow \frac{2mv dv}{2 dt} + F_c \cdot v = P_T$$

$$mv da + F_c \cdot v = P_T$$

$$P_1 = 2mv_1 a_1 + k v_1 \cdot v_1 = 2mv_1 a_1 + \frac{F_k}{v_k} v_1^2 = 1800 m_2 \cdot 20 \frac{m}{c} \cdot 0,25 \frac{m}{c^2} +$$

$$5 \cdot 2 \frac{v_1}{11} = \frac{20}{11} (v_1 + v_p)$$

$$22 v_1 = 4(v_1 + v_p)$$

$$22 v_1 - 4 v_1 = 4 v_p$$

$$v_p = \frac{18}{4} = \frac{9}{2} v_1$$

$$+ \frac{500H}{25 \frac{m}{c^2}} \cdot 400 \frac{m^2}{c^2} = 450H \cdot 20 \frac{m}{c} +$$

$$+ 500H \cdot 16 \frac{m}{c} = 9000 B_T +$$

$$+ 8000 B_T = 17000 B_T$$

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!



V, T_0
 $V_B = \frac{V}{4}$
 $T = \frac{5}{4} T_0 = 373 \text{ K}$
 $V_B = \frac{V}{5}$
 $\frac{pV}{T} = \text{const.}$
 $P_2 \cdot \frac{11}{20} V = 5,5 \nu_4 \cdot R T$
 $P_2 \cdot \frac{11}{20} V = \frac{5,5}{4,5} K P_0 \frac{V}{4} R T$

$\Delta l = K p w$ p -давление газа $V_B = \text{const.}$

1) $\frac{V_B}{V_4} = 2$

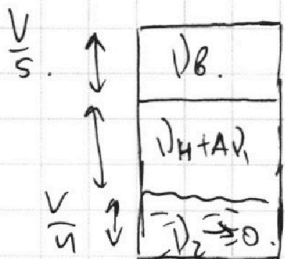
2) $P_0 = ?$

$K = \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} \frac{\text{нм}}{\text{м}^2 \text{Па}}$

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

$\frac{20}{11} \cdot 5,5 = \frac{55 \cdot 2}{11} = 22$

$\left\{ \begin{aligned} P_0 \frac{V}{2} &= \nu_B R T_0 \\ P_0 \frac{V}{4} &= \nu_4 R T_0 \end{aligned} \right. \Rightarrow \frac{V/2}{V/4} = \frac{\nu_B}{\nu_4} \Rightarrow \frac{\nu_B}{\nu_4} = 2$



$V - \frac{V}{4} - \frac{V}{5} = \frac{20V - 9V}{20} = \frac{11V}{20}$

$\left\{ \begin{aligned} P_2 \cdot \frac{V}{5} &= \nu_B R T \\ P_2 \cdot \frac{11}{20} V &= (\nu_4 - \Delta \nu) R T \end{aligned} \right.$

$\left\{ \begin{aligned} \Delta l &= K P_1 \frac{V}{4} \\ \Delta l &= K P_2 \frac{V}{4} \end{aligned} \right. \Rightarrow \Delta l = K (P_2 - P_1) \frac{V}{4}$

$\left\{ \begin{aligned} P_2 \frac{V}{5} &= \nu_B R T \\ P_2 \cdot \frac{11}{20} V &= (\nu_4 + \nu_1) R T \end{aligned} \right.$

$\frac{4}{11} = \frac{\nu_B}{\nu_4 + \nu_1}$
 $\frac{4}{11} \nu_1 = \nu_B - \frac{4}{11} \nu_4$
 $\nu_1 = \frac{11}{4} \nu_B - \nu_4 = 4,5 \nu_4$