



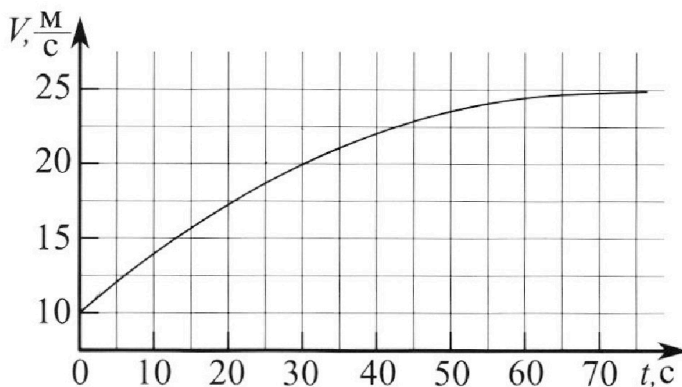
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

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



1. Автомобиль массой $m = 1500$ 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 $F_k = 600$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.
- 2) Найти силу тяги F_0 в начале разгона.
- 3) Какая мощность P_0 передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

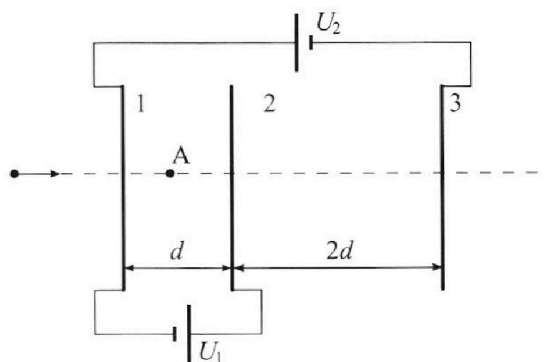
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении $P_0 = P_{\text{атм}}/2$ ($P_{\text{атм}}$ - нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 373$ 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 $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ 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 отношение конечной и начальной температур в сосуде T/T_0 .

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 $U_2 = 3U$. 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 A на расстоянии $d/4$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

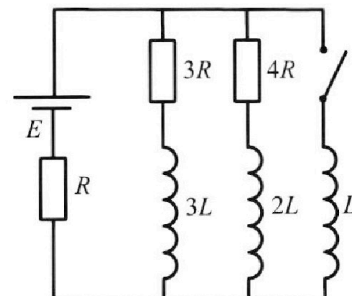
Вариант 11-03

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 $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ 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 $a = 90$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

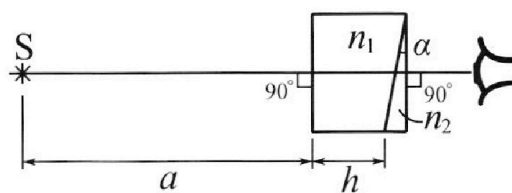


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

Так как ускорение — это производная от скор.,
тогда для поиска кас в точке $t=0$ нужно свести ускор.

Так как линейку прикрепить было нельзя и писать на условиях запрещено, ответ будет описан в столбик

$$a = \frac{22,5 - 10}{30} = \frac{12,5}{30} = \frac{2,5}{6} = \frac{0,5}{1,2} = \frac{5}{12} \text{ м/с}^2$$

1) Ответ: $\frac{5}{12} \text{ м/с}^2$

2) По 2-му ЗН

$$F_0 - F_c = ma_0$$

$$F_0 = F_c + ma_0$$

$$F_c = kV$$

$$F_k = F_{ck} + ma_k$$

В конце разгона $a=0$

$$F_{ka}$$

$$F_k = kV_k$$

$$V_k = 25 \text{ м/с}$$

$$k = \frac{600 \text{ Н} \cdot \text{с}}{25 \text{ м}} = 24 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

$$F_0 = k \cdot V_0 + ma_0 = 24 \cdot 10 + \frac{500 \cdot 5}{12} = 240 + \frac{500 \cdot 5}{12}$$

$$= 240 + 125 \cdot 5 = 240 + 625 = 865 \text{ Н}$$

2) Ответ: 865 Н

$$P = F \cdot V$$

$$P_0 = F_0 V_0 = 865 \cdot 10 = 8650 \text{ Вт}$$

Ответ: 8650 Вт

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!

$$\frac{P_0 \cdot V}{2} = \nu_{ne} R T_0$$

$$\frac{P_0 V}{4} = \nu_c R T_0 \quad \Delta \nu = k \frac{P_0 V}{4}$$



$$\frac{P_0 V}{4} = \nu_c R T_0 = \frac{\nu_{ne} R T_0}{2}$$

$$\nu_{ne} = 2 \nu_c \quad \frac{\nu_{ne}}{\nu_c} = 2$$

1) Ответ: 2

$$\nu_c = \frac{P_0 V}{4 R T_0}$$

$$\frac{P_2 \cdot V}{5} = \nu_{ne} R T$$

$$P_2 \left(\frac{4V}{5} - \frac{V}{4} \right) = P_0 \left(\frac{4V}{5} - \frac{V}{4} \right) + (\nu_c + \Delta \nu) R T$$

$P_0 = P_{атм}$ (давление нас паров при $T = 373K$, *даже не осталось испар.*)

$$P_{атм} = 2 P_0$$

$$P_0 = 2 P_0$$

$$\frac{P_2 \cdot V}{5} = \nu_{ne} R T$$

$$\frac{P_0 V}{2} = \nu_{ne} R T_0 \quad \frac{5T}{2T_0} = \frac{P_2}{P_0}$$

$$P_2 \cdot \frac{11}{20} V = 2 P_0 \cdot \frac{11}{20} V + \frac{P_0 V \cdot R T}{4 R T_0} + k \frac{P_0 V}{4} \cdot (R T)$$

$$R T = 8 = 3 \cdot 10^3$$

Поделим на $P_0 V$

$$\frac{P_2 \cdot 11}{P_0 \cdot 20} = \frac{11}{10} + \frac{1}{4} \frac{T}{T_0} + \frac{k x}{4}$$

$$\frac{5T}{2T_0} = x \quad \frac{5}{2} x \cdot \frac{11}{20} = \frac{11}{10} + \frac{1}{4} x + \frac{k x}{4}$$

$$\frac{9}{8} x = \frac{k x}{4} + \frac{11}{10} \quad x = \frac{2 k x}{9} + \frac{44}{45} = 2 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 + \frac{44}{45} =$$

$$= \frac{15}{45} + \frac{44}{45} = \frac{59}{45} \quad 2) \text{ Ответ: } \frac{59}{45}$$

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 — поле m -го источника

E_2 — поле 1-го

$$E_1 = U_1 \cdot d = Ud$$

$$E_2 = U_2 \cdot 3d = 3Ud$$

$$E_{1-2} = E_1 - E_2$$

$$E_{1-2} = E_1 - E_2 = -8Ud \quad (\text{з минус, т.к. оно направлено})$$

$$F = qE_{1-2} = ma$$

$$a = -q \cdot 8Ud$$

$$|a| = \frac{8qUd}{m}$$

1) Ответ: $\frac{8qUd}{m}$

$F = 8qUd$. Т.к. поле вне δ скалярной системы координат,

разность K_1 и K_2 будет работа силы F при перемещении m -го 1 и 2. $A_F = F \cdot d = 8qUd^2 = K_1 - K_2$

2) Ответ: $8qUd^2$

Работа, которую эта сила совершит при перемещении m -го δ и δ равна $A_F = 8qUd \cdot \frac{d}{4} = 2qUd^2$. Но

будет уменьшение кин. энергии. $\frac{mV_0^2}{2} - \frac{mV_A^2}{2} = 2qUd^2$

$$\frac{mV_0^2}{2} - \frac{mV_A^2}{2} = 2qUd^2 \quad V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{4qUd^2}{m}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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

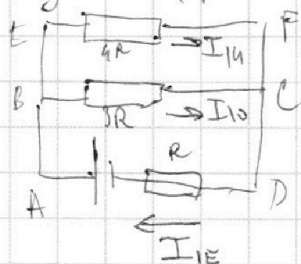
МФТИ



Начено

В установившемся режиме ток через катушки не меняется $\Rightarrow$ в них не vodi $\mathcal{E}$, и их можно заменить на провода.

получится такая схема:



Кирхгоф на ABCD:

$$I_{10} \cdot 3R + I_{1E} \cdot R = E$$

Кирхгоф на AEFD:

$$I_{14} \cdot 4R + I_{1E} R = E$$

по 1-му з. Кирхгофа $I_{14} + I_{10} = I_{1E}$

$$I_{14} = I_{1E} - I_{10}$$

$$4R I_{1E} - 4R I_{10} + I_{1E} R = E$$

$$5R I_{1E} - 4R I_{10} = E$$

допишем 1-й Кирхгофа г.

$$5R I_{1E} + 15R I_{10} = 5E$$

Вотем.

$$19R I_{10} = 4E$$

$$I_{10} = \frac{4E}{19R} \Rightarrow I_{14} = \frac{3E}{19R} \Rightarrow I_{1E} = \frac{7E}{19R}$$

После замык. ключа ток в катушках сразу сум. не меняется $\Rightarrow$ через резисторы $4R$ и $3R$ будут течь такие же токи, как и до замык. ключа, а через кат. L не будет ток, тогда ток через ист. тока будет таким же как и до замык. ключа. (сумма токов через $3R$ и $4R$)

В $\mathcal{E}_{\text{ист}}$ - ЭДС самоинд. в кат L , она препятствует сум. тока и будет дебакована "вверх", против $\mathcal{E}$.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

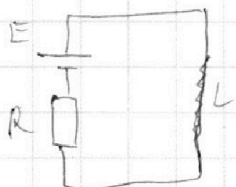
МФТИ

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



Продолж. 2

умень будет вкредеть так:



тогда ток через L будет равен $\frac{E}{R}$,
~~знает~~ а через $3R$ - 0.

$$\text{значит } \Delta I_L = \frac{E}{R}; \Delta I_3 = -I_{10} = -\frac{4E}{19R}$$

$$\Delta q_3 = \frac{L \cdot \frac{E}{R} + \frac{4E}{19R} \cdot 3L}{3R} = \frac{E \cdot L}{3R^2} \cdot \frac{19+12}{19} = \frac{31}{57} \frac{EL}{R^2}$$

$$3) \text{ Ответ: } \frac{31}{57} \frac{EL}{R^2}$$

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

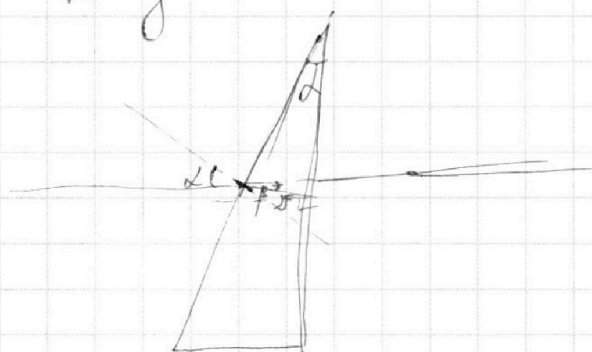
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Начало

В первом случае мы можем считать, что
преломл. n , преломл. n_2 ее коэф. преломл. равен.
коэф. преломл. воздуха (заменил ее на воздух) (во втором слу-
чае)

Тогда:



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

угол пад. на верт. грань - α
равен $\alpha - \beta$

$$\sin \varphi \cdot n_2 = \sin \psi \cdot n_6$$

φ - угол на который отклонится
луч

$$\sin \varphi = \frac{\sin(\alpha - \beta)}{n_6} \cdot n_2$$

т.к. α мал $\sin \alpha \approx \alpha$

$$\sin \beta = \frac{\alpha \cdot n_1}{n_2} \approx \frac{0,1}{1,7} = \frac{1}{17} \quad \text{— мале мал. } \Rightarrow \sin \beta \approx \beta$$

$$\sin(\alpha - \beta) \approx \sin\left(\frac{1}{10} - \frac{1}{17}\right) \approx \sin\left(\frac{7}{170}\right) = \frac{7}{170}$$

$$\sin \varphi = \frac{7}{170} \cdot \frac{1,7}{1} \approx \frac{7 \cdot 0,1}{10} = \frac{7}{100} \approx 0,07$$

$0,07$ — мал угол.

$\sin \varphi \approx \varphi$ (мал. угол)

$$\varphi \approx 0,07 \text{ рад}$$



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

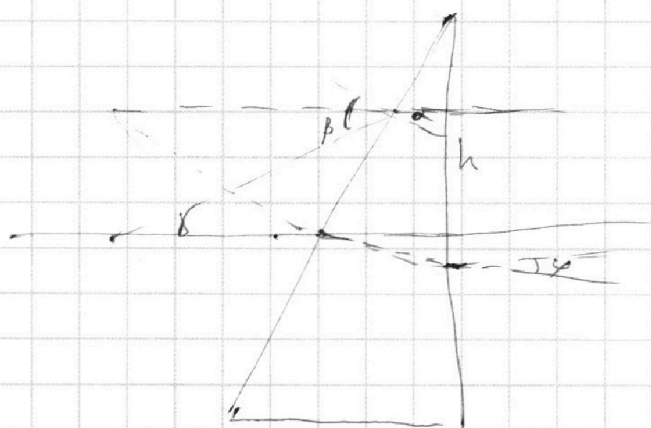
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

Продолжение 1 (тап ~~тап~~ как и в 6.1 м.
мы меняем α , на β и α)



найдем μ , который
войдет у μ μ μ
параллельно оси μ μ μ
(более просто μ μ μ)

$$\sin \alpha \cdot \mu \approx \mu, \cdot \sin \beta$$

$$\sin \beta = 0,1 \cdot 1,7 \approx 0,17$$

(большинство μ μ μ
малое, там где оси
малое μ μ μ μ μ μ
 $\sin \alpha$ на α и $\sin \beta$ на β)

δ - угол от оси этого луча

$\delta = \beta - \alpha$. В силу малости толщины кристалла,
мы можем пренебречь горизонтальным смещением
изображения, и смещением луча из вершины,
тогда смещение μ - с источника до шов.

$$\mu \approx \text{равно } H = \tan \delta \cdot (a + h) \approx (a + h) \cdot \tan(\beta - \alpha) \approx$$

$$= (a + h)(\beta - \alpha) \approx H = (50 + 14) \cdot (0,17 - 0,1) \approx$$

$$= 104 \cdot 0,07 \approx 7,28 \text{ см.}$$

2) Ответ: 7,28 см.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

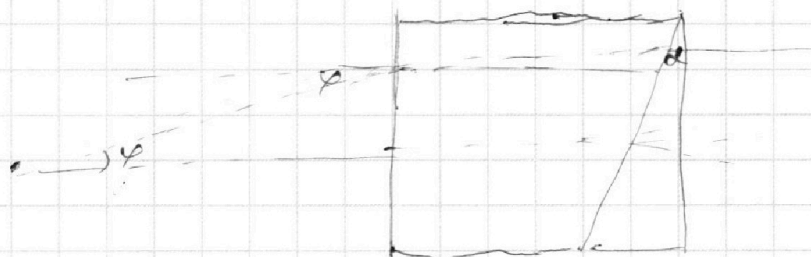
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



Продолжение 2
В третьем пункте мы не можем заменить
цифру 1, на воздух.



Найдём μ_2 который войдет у системы паралл
оси. γ - угол выхода из первой верт. грани.

β - угол вхождения в первую грань при ударе

$$\sin \varphi \approx \sin \alpha, \sin \gamma$$

$$\sin \beta \approx \sin \alpha$$

$$\gamma = \beta - \alpha$$

$$\sin \beta = \frac{0,1 \cdot 0,17}{1,4} \approx \frac{17}{140} \approx \beta$$

$$\gamma = \frac{17}{140} - \frac{1}{10} = \frac{170 - 140}{1400} = \frac{3}{140} \approx \sin \gamma$$

$$\sin \varphi \approx \frac{1,4 \cdot \frac{3}{140}}{1} = \frac{3 \cdot 0,1}{10} = 0,03 = \varphi$$

~~мы можем не учитывать трение шаров.~~

Мы ~~можем~~ снова пренебречь трением шаров.
(так же как во 2 п.) $\rho - e \approx H \approx (a + h) \tan \alpha + h \cdot \tan \gamma =$

$$= a \cdot \varphi + h \cdot \gamma \approx 90 \cdot 0,03 + 14 \cdot \frac{3}{140} = 2,7 + \frac{3}{10} \approx 3 \text{ см}$$

3) Ответ: 3 см



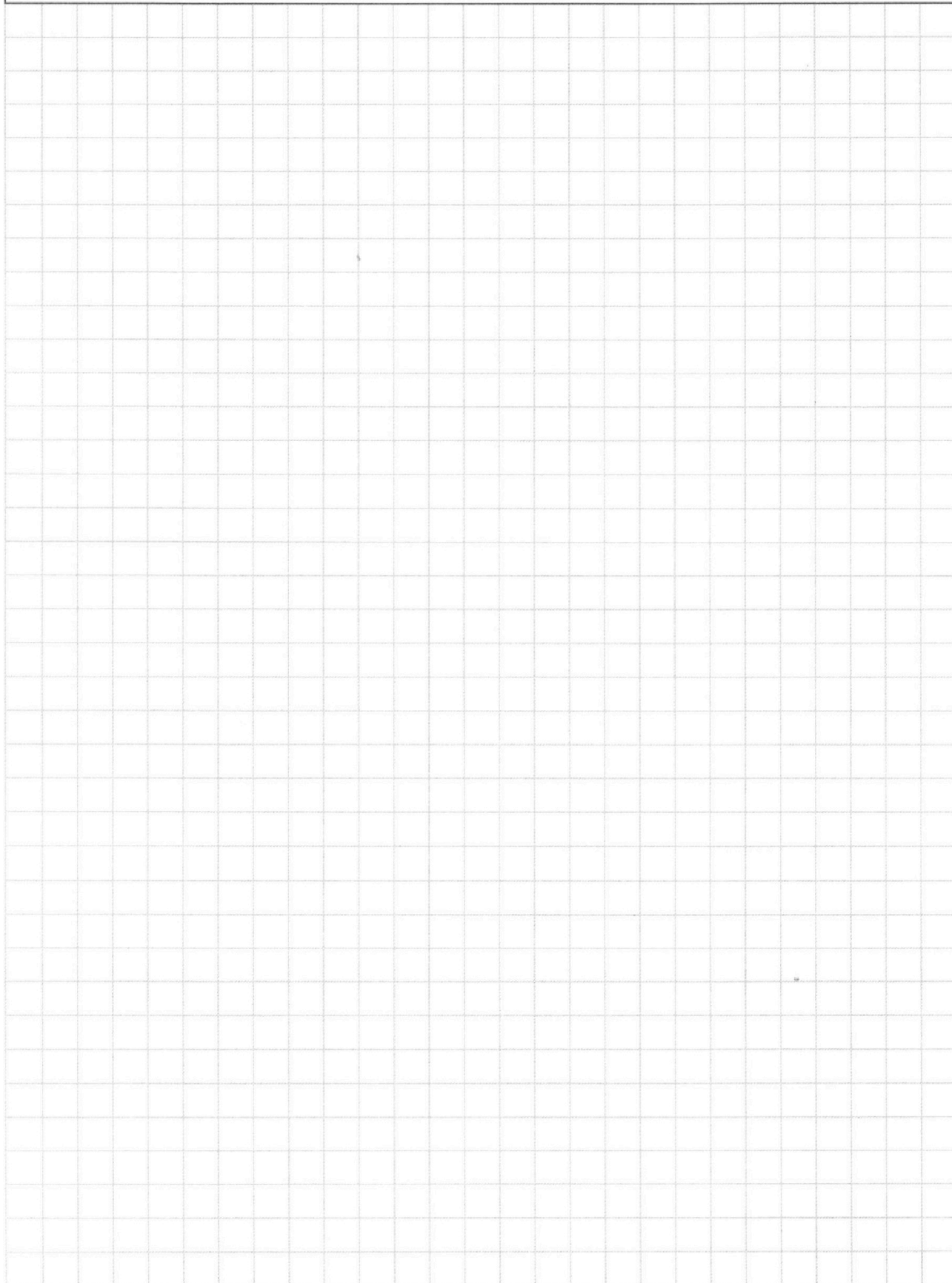
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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!

$$\frac{20(\dot{V}_c + \dot{V}_d + \dot{V}_h)}{11} = \dot{V}_{he} \cdot 5$$

$$20\dot{V}_c + 20\dot{V}_d + 20\dot{V}_h = 55\dot{V}_{he}$$

$$20\dot{V}_h = 110\dot{V}_c - 20\dot{V}_c - 20\dot{V}_d$$

$$2\dot{V}_h = 11\dot{V}_c - 2\dot{V}_c - 2\dot{V}_d$$

$$\dot{V}_h = \frac{9\dot{V}_c - 2\dot{V}_d}{2} = 4,5\dot{V}_c - \dot{V}_d$$

$$P = \frac{(\dot{V}_c + \dot{V}_d)RT + \dot{V}_h RT}{\frac{11}{20}V} = \frac{RT}{V} \cdot \frac{20}{11} \cdot \{4,5\dot{V}_c\} = \frac{10RT}{V} \dot{V}_c$$

$$\frac{P_0 V}{4} = \dot{V}_c RT_0$$

$$P_0 V = \dot{V}_c RT_0$$

$$\dot{V}_c = \frac{P_0 V}{RT_0}$$

$$P = \frac{10RT \cdot P_0 V}{V RT_0}$$

$$\frac{P}{P_0} = \frac{10T}{T_0}$$

$$\frac{\dot{V}_c + \dot{V}_d + \dot{V}_h}{\frac{4V}{5} - \frac{V}{2}} = \frac{\dot{V}_{he}}{\frac{V}{5}}$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = \dot{V}_c RT_0$$

$$P \cdot \left(\frac{4V}{5} - \frac{V}{4} \right) = (\dot{V}_c + \dot{V}_d) RT + P_{atm} \cdot \left(\frac{4V}{5} - \frac{V}{4} \right)$$

$$P \cdot \frac{11}{20} V = \dot{V}_{he} RT$$

$$P_{atm} = \frac{11V}{20}$$

$$\dot{V}_{he} = 2\dot{V}_c$$

$$P = \frac{20 \cdot 2\dot{V}_c RT}{11 \frac{V}{2}} = \frac{40\dot{V}_c RT}{11V}$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{P_0 V}{\frac{11}{20} P V - \frac{11}{20} P_{atm} V}$$

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!



$$\frac{P_0 V}{20} = \nu_c R T_0$$

$$\frac{P_0 \cdot 11}{20} V = (\nu_c + \nu) R T + P_A \frac{11}{20} V$$

$$\frac{11}{20} P_0 V = (P_0 - P_A) k \frac{P_0 V}{4} \cdot R T + P_A + \nu_c R T$$

$$P \cdot \frac{1}{5} = \nu_c R T$$

$$\frac{8 P_0}{5 T_0} = \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{P_0 V}{2} = \nu_c R T_0$$

$$k \frac{P_0 V}{4}$$

$$\frac{11}{20} P_0 V = \nu_c R T + \frac{11}{20} P_A R T + P_A \frac{11}{20} V$$

$$\nu_c = \frac{P_0 V}{4 R T_0}$$

$$\frac{11}{20} P_0 V = k \frac{P_0 V}{4} \cdot R T + P_A + \frac{P_0 V \cdot T}{4 T_0}$$

$$\frac{P_0 V \cdot T}{4 T_0}$$

$$P_A = P_0$$

$$P_0 \cdot \frac{1}{2} = 2 \nu_c R T_0$$

$$P \cdot \frac{1}{5} = 2 \nu_c R T$$

$$\frac{11}{4} \nu_c R T = \frac{k P_0 V R T}{4} + P_A + \nu_c R T$$

$$\frac{k P_0 V R T}{4} + P_A + \nu_c R T$$

$$\frac{9}{2} \nu_c R T = k \frac{P_0 V R T}{4} + P_A$$

$$P_0 = P_A$$

$$\nu_c R T = \frac{\nu_c R T}{2} \cdot \frac{P \cdot V}{5}$$

$$\frac{9}{2} \nu_c R T = P_A \left(k \frac{\nu_c R T}{8} + \frac{11}{20} \right)$$

$$P_0 = P_A$$



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!

$$C = \frac{q}{U} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{d}$$

$$U_1 = E_1 d$$

$$U_2 = E_2 \cdot 3d$$

$$H = \kappa n \cdot E$$

$$E = \frac{H}{\kappa n}$$

$$H = D H \cdot M$$

$$E = \frac{D H \cdot M}{\kappa n} = \frac{\kappa n \cdot B \cdot M}{\kappa n} = B \cdot M$$

$$E_1 = U_1 d$$

$$E_2 = U_2 d$$

$$E_1 = U_1 d$$

$$E_2 = 3 U_2 d$$

$$E_{12} = E_1 + E_2 = d(U_1 + 3U_2) = d \cdot (U + 3 \cdot 3U) = 10Ud$$

$$F_{12} = q E_{12} = 10Ud \cdot q = ma \quad a = \frac{10Udq}{m}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = K_1 +$$

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
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ

$$P_2 \cdot V_5 = D_{\text{не}} R T$$

$$P_0 \cdot V_2 = D_{\text{не}} R T_0$$

$$\frac{P_2}{P_0} = \frac{5T}{2T_0}$$

$$\frac{5T}{2T_0} = \frac{1T}{20} + \frac{1T}{4T_0} + \frac{1T}{4T_0} \cdot (RT) + \frac{11}{20} \cdot 2$$

$$\frac{11}{8} X - \frac{1}{4} X = \frac{1T}{4} + \frac{11}{10}$$

$$\frac{9}{8} X = \frac{1T}{4} + \frac{11}{10}$$

$$X = \frac{2kT}{9} + \frac{11}{9} \cdot \frac{84}{10^2} \cdot \frac{2kT}{9} + \frac{44}{45} = \frac{15}{45} + \frac{44}{45} = \frac{59}{45}$$
$$T_0 = \frac{373 \cdot 45}{4} = \frac{373}{4} \cdot 3 = 273$$

$$P_2 \cdot \frac{11}{20} V_5 = (D_{\text{е}} + D_{\text{л}}) R T + P_4 R_{\text{д}} \cdot \frac{V_{11}}{20}$$

$$D_{\text{е}} R T \neq$$

$$P_2 \cdot \frac{11}{20} V_5 = D_{\text{е}} \frac{P_0 V_5 T}{4} + \frac{k P_0 V_5}{4} (RT) + \frac{11}{20} P_0 V_5$$

$$P_0 \cdot V_4 = D_{\text{е}} R T_0$$

$$\frac{P_2}{P_0} = \frac{11}{20}$$

$$\frac{373}{36} \cdot \frac{13}{13} = \frac{373}{36}$$



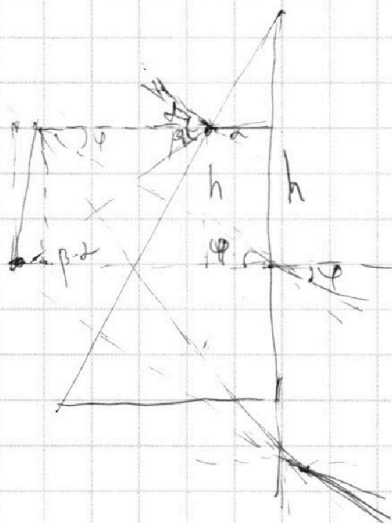
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



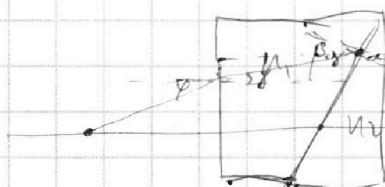
$$\sin \alpha \cdot n_2 = n_1 \cdot \sin \beta$$

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha \cdot n_2}{n_1} = \frac{0,1 \cdot 1,7}{1} = 0,17$$

$$h = \operatorname{tg}(\beta - \alpha) \cdot (a + h) =$$

±

~~104 - 104 \cdot 0,03 \cdot \frac{140}{17} = 136~~



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

$$\frac{3}{140} \cdot 1,7 = x \cdot 1$$

$$x = \frac{5,1}{140} = \frac{51}{1400}$$

$$\sin \alpha \cdot n_2 = \sin \varphi \cdot n_2$$

$$\alpha = \varphi = \frac{0,1 \cdot 1,7}{1,7} = \frac{17}{140}$$

$$\sin(\alpha - \varphi) =$$

$$= \sin\left(\frac{1}{1000} - \frac{17}{140}\right) =$$

$$= \frac{140 - 170}{1400} =$$

$$= \frac{30}{1400} = \frac{3}{140}$$

$$104 - 104 \cdot 0,03 = 103,12$$

$$103,12 \cdot \frac{140}{17} = 1000$$

$$104 - 104 \cdot 0,03 \cdot \frac{140}{17} =$$

$$170 - 17 - 17 = 136$$

$$136 - 34 = 102$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

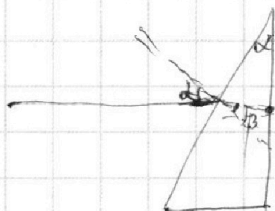
МФТИ

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

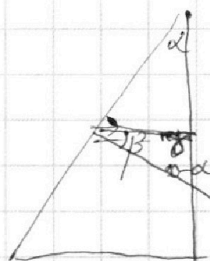
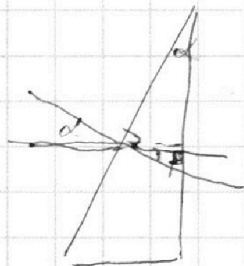
$$P_2 = P_1 + \frac{(c+d)RT_0}{20}$$

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

$$\sin(\alpha - \beta) n_2 = \sin \varphi n_3$$



1)



$$\alpha + 90 = 90 - \beta - (90 - \alpha) =$$

$$\alpha - \beta$$

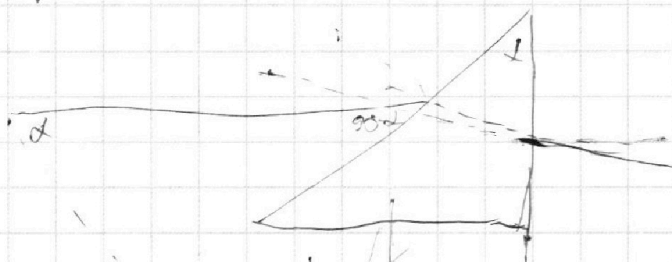
$$\sin \beta = \frac{0,1 \cdot 1}{1,7} = \frac{1}{17}$$

$$\cos \beta = \sqrt{\frac{288}{289}} \approx 1$$

$$\sin \varphi = \frac{\sin(\alpha - \beta) n_2}{n_3} = \frac{\frac{17-10}{170} \cdot 1,7}{1} = \frac{4 \cdot 0,1}{10} = \frac{4}{100} = 0,04$$

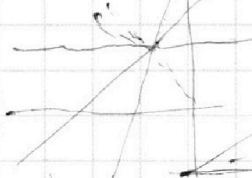
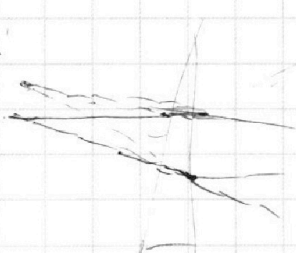
$$\varphi = 0,07 \text{ рад}$$

2)



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

$$\sin \varphi_2 = \frac{0,1 \cdot 1,7}{1} = 0,17$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



$$\frac{K_A}{c} = A \quad B \cdot A = B_T$$

$$K_A \cdot B = C_{D_{H_2}}$$

$$\frac{C_{D_{H_2}}}{c} = B_T \cdot 2 \frac{H \cdot M}{c} = K_A \cdot \frac{M \cdot c^2 \cdot M}{c} = \frac{K_A \cdot M^2}{c^3} = 11 \cdot \frac{M^2}{c^3}$$

$$F \cdot U = P$$

$$1) \quad v_0 = \alpha_0$$

$$F_0 = m \alpha_0 + k v_0$$

$$P_0 = F_0 \cdot v_0$$

$$F_k = k \cdot v_k$$

$$v_k = 25 \frac{M}{c}$$

$$F_k = 600 H$$

$$k = \frac{F_k}{v_k} = 24 \frac{H \cdot c}{M}$$

$$F_0 = m \alpha_0 + k v_0$$

$$P_0 = m \alpha_0 v_0 + k v_0^2$$

$$P_0 \frac{v_0}{2} = v_{ne} R T_0$$

$$P_0 \cdot \frac{v_0}{5} = v_{ne} R T$$

$$\frac{T_0}{T} = \frac{P_0 v_0/2}{P v_0/5}$$

$$2) \quad \Delta v = k \cdot P_0 \cdot \frac{v_0}{4}$$

$$\frac{v_{ne} R T_0}{\frac{v_0}{2}} = \frac{v_c R T_0}{\frac{v_0}{4}}$$

$$2 v_{ne} = 4 v_c$$

$$\frac{v_{ne}}{v_c} = 2$$

$$P_0 \cdot \frac{v_0}{4} = v_c R T_0 \quad P_0 =$$

$$(v_c + \Delta v) \cdot R T + v_n R T = \frac{v_{ne} R T}{\frac{v_0}{8}} - \frac{v_c R T}{\frac{v_0}{4}}$$

$$\frac{v_c + \Delta v + v_n}{4} = v_{ne}$$

$$v_{ne} = 2 v_c$$

$$v_c + \Delta v + v_n = 8 v_c$$

$$P_n = 7 v_c - \Delta v$$

$$P = (v_c + \Delta v) R T +$$

$$\frac{T_0}{T} = \frac{P_0 \frac{v_0}{2}}{P \frac{v_0}{5}} = \frac{v_c + \Delta v}{P_n}$$