

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

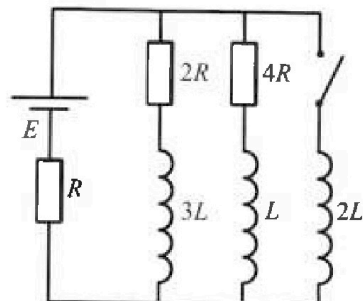
Вариант 11-04

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

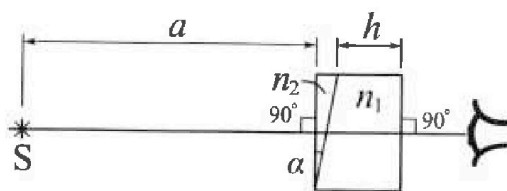
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $4R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $2L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $4R$ 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 $a = 100$ 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.



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.

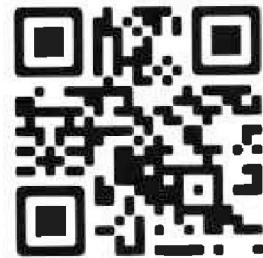
- 2) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



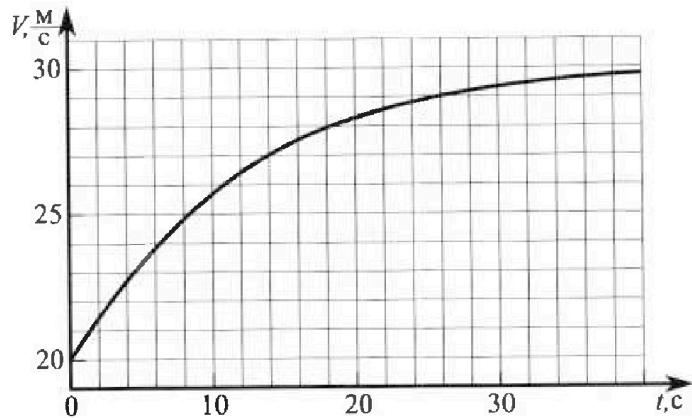
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-04

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



1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 240$ 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 $F_k = 200$ Н.



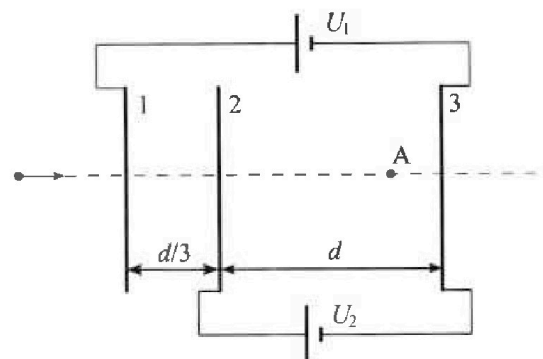
- Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
- Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 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 $3V/8$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/8$.

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.

- 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 $d/3$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = 5U$ 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.



- Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.
- Найти разность $K_3 - K_2$, где K_2 и K_3 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
- Найти скорость частицы в точке A на расстоянии $3d/4$ от сетки 2.

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

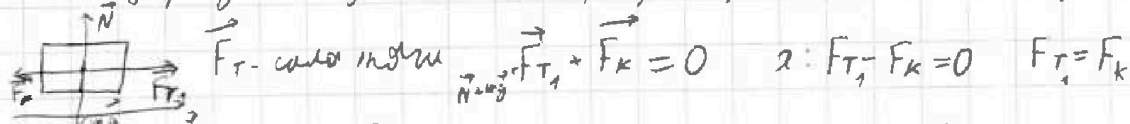
МФТИ

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

1) используя ручку вместо линейки приложим её к графике по касательной в точке $(0; 20)$, касательная пройдёт приблизительно через точку $(12; 30)$; ускорение в моменте:

$$a_0 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{30 - 20}{12 - 0} = \frac{10}{12} = \frac{5}{6} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

2) в момент разгона ускорение $a_1 = 0$, скорость $v_1 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ (по графику)

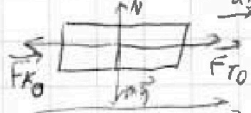


$$\vec{F}_T - \text{сила тяги} \quad \vec{F}_T + \vec{F}_k = 0 \quad \text{т.к. } F_T - F_k = 0 \quad F_T = F_k$$

Мощность двигателя: $P = \text{const} \quad P = F_T v_1 = F_k v_1 = 200 \text{ Н} \cdot 30 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 6000 \text{ Вт}$

Сила тяги в моменте ($v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ - по графику) $P = F_{T0} \cdot v_0$

$$F_{T0} = \frac{P}{v_0} = \frac{6000}{20} = 300 \text{ Н}$$



$$\vec{F}_{T0} + \vec{F}_{k0} + \vec{mg} + \vec{N} = m\vec{a}, \quad \text{т.к. } F_{T0} - F_{k0} = ma_0$$

$$F_{k0} = F_{T0} - ma_0 = 300 \text{ Н} - 240 \cdot \frac{5}{6} \text{ Н} = 300 - 200 = 100 \text{ Н}$$

$F_{k0} = F_0 = 100 \text{ Н}$ — сила сопротивления в момент разгона

3) $F_{T0} = ma_0 + F_{k0} \quad | \cdot v_0$
 $\downarrow \quad \downarrow$
 на ускорение на преодоление сопр.

$$P = F_{T0} v_0 = ma_0 v_0 + F_{k0} v_0$$

1/3 часть мощности на преодоление сопротивления:

$$k = \frac{F_{k0} v_0}{P} = \frac{100 \cdot 20}{6000} = \frac{2000}{6000} = \frac{1}{3}$$

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!



Дано: $V, W = \frac{3}{8} V \approx 0.375 V$; $T_0, T = \frac{4}{3} T_0 = 373 K = 100^\circ C$ $V_{B1} = \frac{V}{2}, V_{B2} = \frac{V}{8}$
 $\Delta \nu = k p W$ $k = 0.003 \cdot 10^{-3}$, $R T = 3 \cdot 10^3$

1)

T_0	CO_2
V_{B1}, p_0	$\Delta \nu$
V_{H1}, p_0	$\Delta \mu$
W	$\Delta \nu$

 $V_{H1} + W + V_{B1} = V$ $V_{H1} = V - W - V_{B1} = V - \frac{3}{8} V - \frac{4V}{8} = \frac{V}{8}$
 $p_0 V_{B1} = \Delta \nu R T_0$ $p_0 V_{H1} = \Delta \mu R T_0$
 Сопоставим кон-ты газа CO_2 в верхней и нижней частях: $\frac{\Delta \nu}{\Delta \mu} = \frac{V_{B1}}{V_{H1}} = 4$ $\Delta \nu = 4 \Delta \mu$

2)

T	
V_{B2}, p_B	$\Delta \nu$
V_{H2}, p_H, p_A	$\Delta \mu + \Delta \nu$
W	

 Заметим, что $T = 100^\circ C$ — температура РА кипит, т.е. парци. давление паров РА = атм. дав.
 По формуле: $p_B = p_H + p_A$ $T_0 = \frac{3}{4} T$
 $\Delta \nu = k p W$ $V_{B2} = \frac{V}{8}, V_{H2} = V - W - V_{B2} = \frac{V}{2}$
 $p_H V_{H2} = (\Delta \mu + \Delta \nu) R T$ $p_B V_{B2} = \Delta \nu R T$ $V_{H2} = 4 V_{B2}, \Delta \nu = 4 \Delta \mu$

$\frac{p_B}{p_H} \cdot \frac{V_{B2}}{V_{H2}} = \frac{\Delta \nu R T}{(\Delta \mu + \Delta \nu) R T}$ $\frac{p_H + p_A}{4 p_H} = \frac{4 \Delta \mu}{(\Delta \mu + \Delta \nu)}$ $15 \Delta \mu p_H = \Delta \mu p_H +$
 $+ p_A \Delta \mu + (p_H + p_A) \Delta \nu$ $p_B = \frac{\Delta \nu R T}{V_{B2}} = \frac{4 \Delta \mu R T_0}{V_{B2}} = \frac{4 p_0 V_{B1}}{V_{B2}} = \frac{16}{3} p_0$ $p_H =$
 $= p_B - p_A = \left(\frac{16}{3} p_0 - p_A \right)$ $\Delta \mu (15 p_H - p_A) = \Delta \nu (p_H + p_A) = \Delta \nu p_B =$

$= \frac{16}{3} p_0 \Delta \nu = \Delta \mu (15 \cdot \frac{16}{3} p_0 - 15 p_A - 16 p_A) = \Delta \mu (80 p_0 - 16 p_A)$
 $\frac{p_0 \Delta \nu}{3} = \Delta \mu (5 p_0 - p_A) = \frac{k W p_0^2}{3}$ $\Delta \mu = \frac{p_0 V_{H1}}{R T_0} = \frac{4 p_0 V_{H1}}{3 R T} = \frac{p_0 V}{6 R T}$

$\frac{p_0 V}{6 R T} (5 p_0 - p_A) = \frac{k W p_0^2}{3}$ $\frac{V}{R T} (5 p_0 - p_A) = 2 k W p_0$ $5 p_0 - p_A =$
 $= \frac{2 k W R T}{V} p_0 = \frac{2 k \cdot \frac{3}{8} V R T}{V} p_0 = \frac{3 k R T}{4} p_0$ $\left(5 - \frac{3 k R T}{4} \right) p_0 = p_A$

$\left| 5 - \frac{3 k R T}{4} = 5 - \frac{3 \cdot 0.003 \cdot 10^{-3} \cdot 373}{4} = 5 - \frac{2.7}{2} = 5 - 1.35 = 3.65 = \frac{365}{100} = \frac{p_A}{p_0} \right.$

$p_0 = \frac{100}{365} p_A = \frac{20}{73} p_A$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

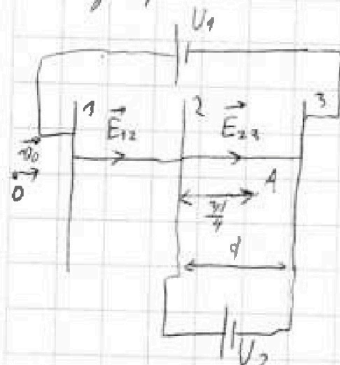
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

Возникла сложность с решением задачи. Давайте рассмотрим задачу с помощью электростатического поля.



$$U_1 = 5V, U_2 = V$$

$$U_1 = \varphi_1 - \varphi_3 = 5V \quad U_2 = \varphi_2 - \varphi_3 = V$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = (\varphi_1 - \varphi_3) - (\varphi_2 - \varphi_3) = U_1 - U_2 = 4V$$

$$\text{Из условия задачи: } \varphi_3 = 0, \varphi_2 = V, \varphi_1 = 5V$$

$$\text{Используем закон сохранения энергии: } \varphi_0 \approx 0$$

$$E_{23} = \frac{U_{23}}{d} = \frac{\varphi_2 - \varphi_3}{d} = \frac{V}{d}$$

1) $\vec{E}_{23}$ $\vec{F}_x = m \vec{a}_{23}$ $F_x = m a_{23}$ $E_{23} q = m a_{23}$

ускорение между пластинами 2 и 3: $a_{23} = \frac{E_{23} q}{m} = \frac{V q}{d}$

2) Через потенциалы запишем закон сохранения энергии (или закон сохранения энергии или закон сохранения энергии)

$$K_3 - K_2 = q(\varphi_2 - \varphi_3) = qV$$

3) $\varphi_2 - \varphi_A = E_{23} \cdot \frac{3d}{4} = \frac{V}{d} \cdot \frac{3d}{4} = \frac{3}{4}V$ $\varphi_A = \varphi_2 - \frac{3}{4}V = V - \frac{3}{4}V = \frac{1}{4}V$

Закон сохранения энергии: $\varphi_0 q + \frac{m v_0^2}{2} = \varphi_A q + \frac{m v_A^2}{2}$ $\frac{m v_A^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + \varphi_0 q - \varphi_A q =$

$$= \frac{m v_0^2}{2} - \frac{1}{4}Vq \quad v_A^2 = v_0^2 - \frac{Vq}{2m}$$

$$v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{Vq}{2m}} - \text{скорость}$$

достигает в точке A

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

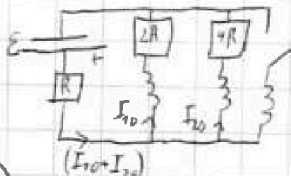
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

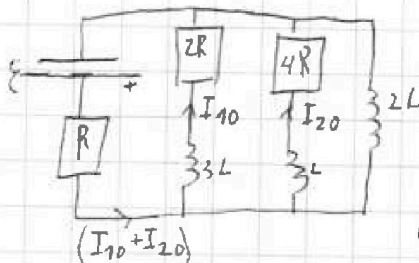
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Печать QR-кода не допускается!



1) *после замыкания* — ток не меняется — на катушках нет контрЭДС
 $\varepsilon = R(I_{10} + I_{20}) + 4R I_{20} \Rightarrow \varepsilon = 5R I_{20} + R I_{10}$
 $4R I_{20} - 2R I_{10} = 0 \Rightarrow I_{10} = 2I_{20}$
 $\varepsilon = 7R I_{20} \quad I_{20} = \frac{\varepsilon}{7R}$ — ток через резистор $4R$ при разомкнутом ключе



2) *после замыкания* — катушки не дают ~~ток~~ ЭДС
на измеритель $2L$



$$\varepsilon = R(I_{10} + I_{20}) + I_{30}' 2L \quad \text{где } I_{30}' - \text{измерение тока на } 2L$$

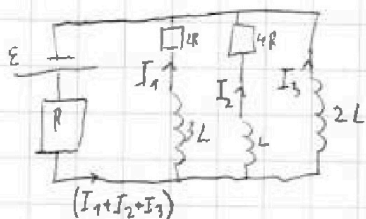
$$I_{30}' = \frac{\varepsilon - R(I_{10} + I_{20})}{2L} = \frac{7R I_{20} - 3R I_{20}}{2L} = \frac{2R I_{20}}{L} = \frac{2R\varepsilon}{7LR} = \frac{2\varepsilon}{7L}$$

— скорость возр. тока на $2L$
после замыкания

3) *после замыкания* на L : $\varepsilon = (I_{10} + I_{20})R + I_{20} 4R + I_{20}' L$

$$I_{20}' = \frac{\varepsilon - (I_{10} + I_{20})R - 4I_{20}R}{L} = \frac{(7 - 3 - 4)I_{20}R}{L} = 0, \text{ следовательно } I_{10}' = 0$$

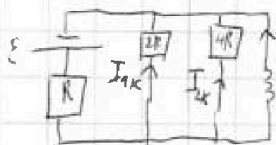
В некоторый момент времени t после замыкания:



$$\varepsilon = (I_1 + I_2 + I_3)R + 2L I_3' = (I_1 + I_2 + I_3)R + 4R I_2 + L I_2' = (I_1 + I_2 + I_3)R + 2R I_1 + 3L I_1'$$

$$4R I_2 + L I_2' = 2L I_3'; \quad I_{20} = \frac{\varepsilon}{7R}, \quad I_{30}' = \frac{2\varepsilon}{7L}, \quad I_{20}' = 0, \quad I_{30} = 0$$

Когда ток установится, ток через катушки не будет меняться:



$$0 = I_{2k} 4R \quad I_{2k} = 0 \quad 0 = I_{1k} 2R \quad I_{1k} = 0$$

$$\varepsilon = (I_{3k} + 0 + 0)R \quad I_{3k} = \frac{\varepsilon}{R}$$

$$4R I_2 + L I_2' = 2L I_3', \quad I_{20} = \frac{\varepsilon}{7R}, \quad I_{2k} = 0, \quad I_{30} = 0, \quad I_{3k} = \frac{\varepsilon}{R}$$

$I_2 = \frac{L}{4R} (2I_3' - I_2')$ Заряд, прошедший через $4R$ (замкнутый до установл.):

$$q_2 = \int_0^k I_2 dt = \frac{L}{4R} (2I_3 - I_2) \Big|_0^k = \frac{L}{4R} (2(I_{3k} - I_{30}) - (I_{2k} - I_{20})) = \frac{L}{4R} (2 \cdot \frac{\varepsilon}{R} + \frac{\varepsilon}{7R}) = \frac{15\varepsilon L}{28R^2}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



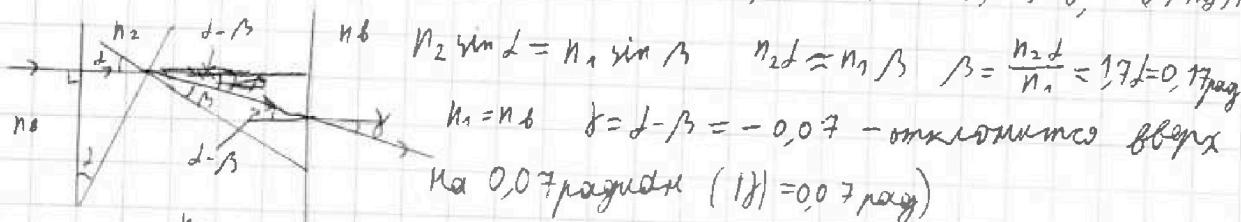
МФТИ

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!

Дано: $n_1 = 1$, $n_2 = 1,7$, $a = 1 \text{ м} = 100 \text{ см}$, $\delta = 0,7 \text{ рад}$ - малый ($\delta \approx \sin \delta \approx \tan \delta$, $\cos \delta \approx 1$), $h = 0,14 \text{ м} = 14 \text{ см}$

1) $n_1 = 1$, $n_2 = 1,7$, $\delta = ?$ δ, β, γ - малые углы; $\sin \delta \approx \delta$, $\sin \beta \approx \beta$, $\sin \gamma \approx \gamma$, $\sin(\delta - \beta) \approx \delta - \beta$



Сферическая поверхность неоп-
тическая среда радиус $O \Rightarrow$
 $\Rightarrow$ S и S' примерно на одной прямой ($\varphi = 0$)
 $\varphi, \beta, \gamma, \delta$ - малые углы

$$a \tan \varphi \approx h \tan \gamma \quad a \varphi \approx \gamma h \quad (\text{используем в конце})$$

$$\varphi \approx \beta n_2 \quad \beta = \frac{\varphi}{n_2}$$

$$\gamma + \delta + \beta + \delta = 180^\circ$$

$$\gamma = \beta - \delta = \frac{\varphi}{n_2} - \delta$$

$$\beta n_2 = (\gamma + \delta) n_1 \quad (\gamma + \delta) n_1 = \varphi - \delta n_2$$

$$\gamma = \varphi - \delta (n_2 + n_1)$$

$$\gamma n_1 = \delta \quad \gamma = \frac{\delta}{n_1} = \frac{\varphi}{n_1} - \delta \left(1 + \frac{n_2}{n_1}\right)$$

$$l = (a + h) \tan \gamma \approx (a + h) \gamma$$

$$\gamma = \frac{a}{h} \varphi = \varphi - \delta (n_2 + n_1) \quad \delta (n_2 + n_1) = \frac{h - a}{h} \varphi$$

$$\varphi = \frac{h}{h - a} (n_2 + n_1) \delta \quad \gamma = \varphi - (n_2 + n_1) \delta = \frac{a}{h - a} (n_2 + n_1) \delta$$

$$\gamma n_1 = \delta \quad \delta = \frac{\gamma}{n_1} = \frac{a}{h - a} \left(1 + \frac{n_2}{n_1}\right) \delta$$

$$l = (a + h) \gamma = \frac{a(a + h)}{h - a} \left(1 + \frac{n_2}{n_1}\right) \delta = \frac{1 \cdot 114}{0,86} \left(1 + \frac{1,7}{1}\right) \cdot 0,7 = \frac{114}{860} \left(1 + \frac{n_2}{n_1}\right) \text{ м}$$

(м.к. - по вверх)

2) $n_1 = 1$, $n_2 = 1,7$ $l = \frac{114}{860} \cdot 2,7 \text{ м} = \frac{114 \cdot 2,7}{8600}$

на гр. имеет прог.



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

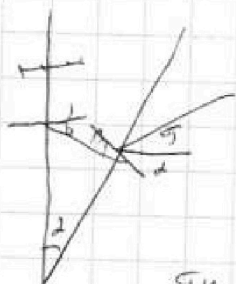
☒ 5

☐ 6

☐ 7

МФТИ

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



$$\alpha + 90^\circ - \beta + 90^\circ - \beta = 180^\circ \quad d = d + \beta \quad \beta = \alpha - \beta = \alpha - \frac{\varphi}{n_2}$$

$$n_2 = (n_1 + n_3) \quad \varphi = \alpha - \beta \quad \gamma = \alpha - \beta = \alpha - \frac{\varphi}{n_2}$$

$$\gamma = \frac{\alpha}{n} \varphi = \alpha (n_2 - n_1) - \varphi \quad \frac{\alpha + h}{n} \varphi = \alpha (n_2 - n_1)$$

$$\varphi = \frac{h}{\alpha + h} (n_2 - n_1) \alpha \quad \gamma = \alpha (n_2 - n_1) - \frac{h}{\alpha + h} (n_2 - n_1) \alpha = \frac{\alpha (n_2 - n_1)}{\alpha + h} \alpha$$

$$\gamma n_1 = \delta \quad \delta = \frac{\gamma}{n_1} = \frac{\alpha}{\alpha + h} \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \alpha$$

$$l = (\alpha + h) \delta = \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \alpha = 1 \mu \cdot 0,1 \cdot \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) = 0,1 \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \mu$$

$$2) \quad n_1 = 1, \quad n_2 = 1,7, \quad l = 0,1 (1,7 - 1) = 0,07 \mu = \frac{7}{100} \mu$$

$$3) \quad n_1 = 1,4, \quad n_2 = 1,7, \quad l = 0,1 \left(\frac{1,7}{1,4} - 1 \right) = \frac{1,7 - 1,4}{1,4} = \frac{3}{140} \mu$$

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: $V: w = \frac{3}{8} V \approx \text{const}; T_0, T = \frac{4}{3} T_0 = 373 \text{ K} = 100^\circ \text{C} = T_{\text{пар}}(\text{H}_2\text{O}); V_{B1} = \frac{V}{8}$
 $\Delta v = k p w, k = 600, R T = 3 \cdot 10^3$

1) $T_0, \text{CO}_2:$

V_{B1}, p_0	Δv
V_{H1}, p_0	Δu
w	Δv

$V_{H1} + w + V_{B1} = V, V_{H1} = V - w - V_{B1} = V - \frac{3}{8} V - \frac{V}{8} = \frac{V}{2} = \frac{4V}{8}$
 $p_0 V_{B1} = \Delta v R T_0, p_0 V_{H1} = \Delta u R T_0$
 Отношение кол-ва CO_2 в верхней и нижней части: $\frac{\Delta v}{\Delta u} = \frac{V_{B1}}{V_{H1}} = \frac{1}{4}$

2) T

V_B, p_B	Δv
$V_H, p_H, p_{\text{атм}}$	$\Delta u + \Delta v$
w	

Заметим, что $T = 100^\circ \text{C}$ — вода при $p_{\text{атм}}$, т.е. давление водяных паров $p_{B1} = p_{\text{атм}} = p_A$
 $p_B = p_H = p_{\text{атм}}$ (т.к. поршень — чашечка $p_0 = p_0$)
 $\Delta v = k p_0 w, p_0 = \frac{\Delta v}{k w}, p_H V_H = (\Delta u + \Delta v) R T, p_B V_B = \Delta v R T$
 $V_B + V_H = V - w = \frac{5V}{8}, p_B - p_H = p_A, \Delta u = 4 \Delta v$

$V_B = \frac{\Delta v R T}{p_H + p_A}, V_H = \frac{4 \Delta v R T}{p_H}, \frac{5V}{8} = V_B + V_H = \Delta v R T \left(\frac{1}{p_H + p_A} + \frac{4}{p_H} \right)$

$T_0 = \frac{3}{4} T, p_0 \cdot \frac{V}{8} = \Delta v R \frac{3}{4} T, \Delta v = \frac{p_0 V}{6 R T}, \Delta u = \frac{2 p_0 V}{3 R T}, \Delta v = p_0 \cdot k w$

$p_H V_H - 4 p_B V_B = (\Delta u + \Delta v - 4 \Delta v) R T = \Delta v R T, p_0 \frac{5V}{8} = (\Delta v + \Delta u) R T_0 = 5 \Delta v R T_0$

$V_H = \frac{(4 \Delta v + \Delta v) R T}{p_H}, \frac{5V}{8 R T} = \frac{\Delta v}{p_H + p_A} + \frac{4 \Delta v + \Delta v}{p_H} = \frac{p_H \Delta v + 4 p_H \Delta v + p_A \Delta v + 4 \Delta v p_A + \Delta v p_A}{p_H (p_H + p_A)}$

$\frac{5V}{8 R T} p_H (p_H + p_A) = (5 \Delta v + \Delta v) p_H + (4 \Delta v + \Delta v) p_A, \frac{5V}{8 R T} p_H^2 + \left(\frac{5V}{8 R T} p_A - 5 \Delta v - \Delta v \right) p_H - (4 \Delta v + \Delta v) p_A = 0$

$p_0 V_{B1} = \Delta v_1 R T_0, (p_H + p_A) V_B = \Delta v_1 R T = \frac{4}{3} \Delta v_1 R T_0 = \frac{4}{3} p_0 V_{B1} = \frac{p_0 V}{6}$

$p_H V_H = (\Delta u + \Delta v) R T = p_0 \left(\frac{2V}{3 R T} + k w \right), p_H = \frac{p_0 \left(\frac{2V}{3 R T} + k w \right)}{V_H} = \frac{p_0 V}{V_B} - p_A$

$\frac{p_A}{p_0} = \frac{V}{V_B} - \frac{2V + k w R T}{\frac{5}{8} V - V_B}$

Все на этом месте
не верно — черновик



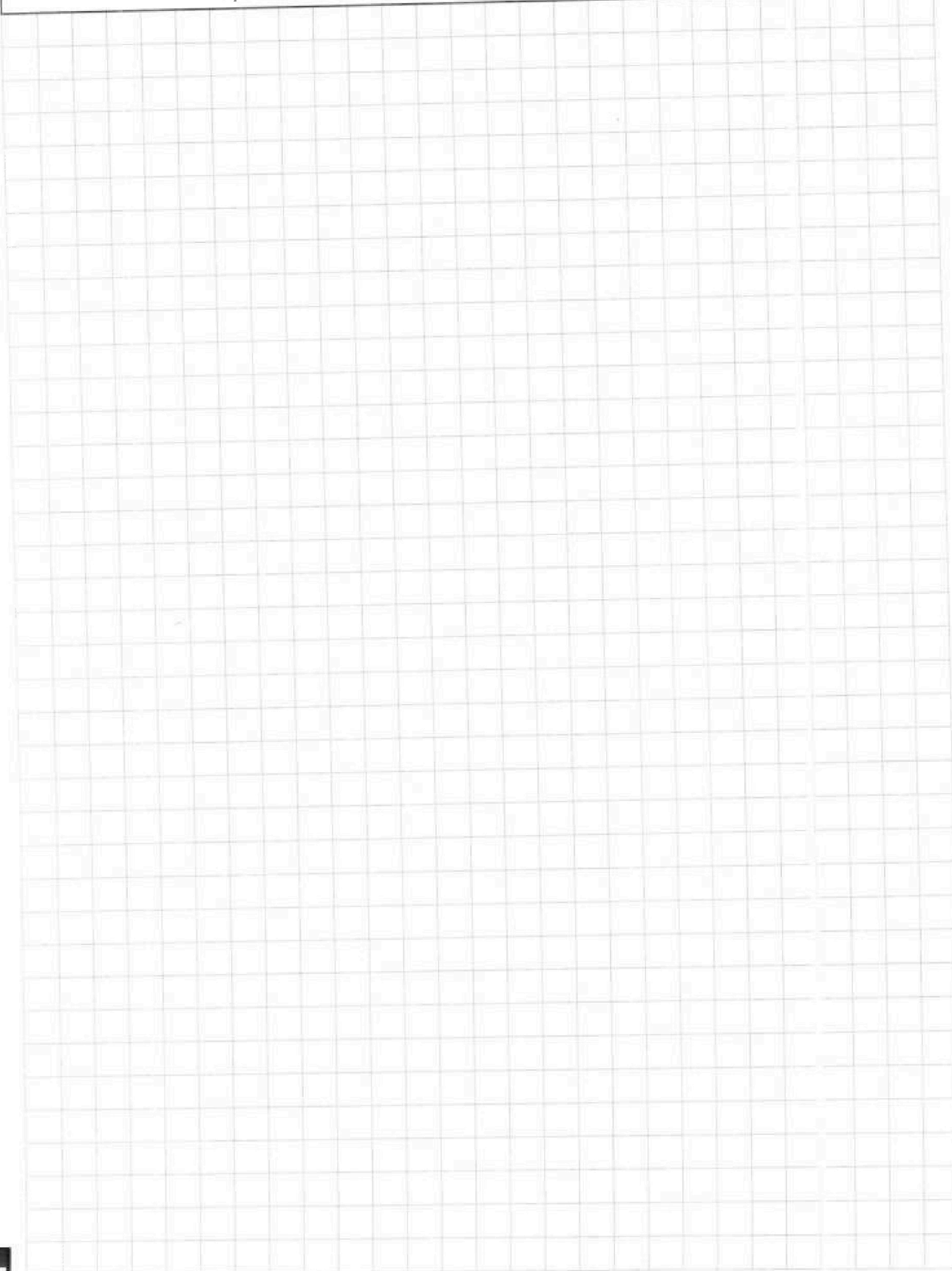
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!





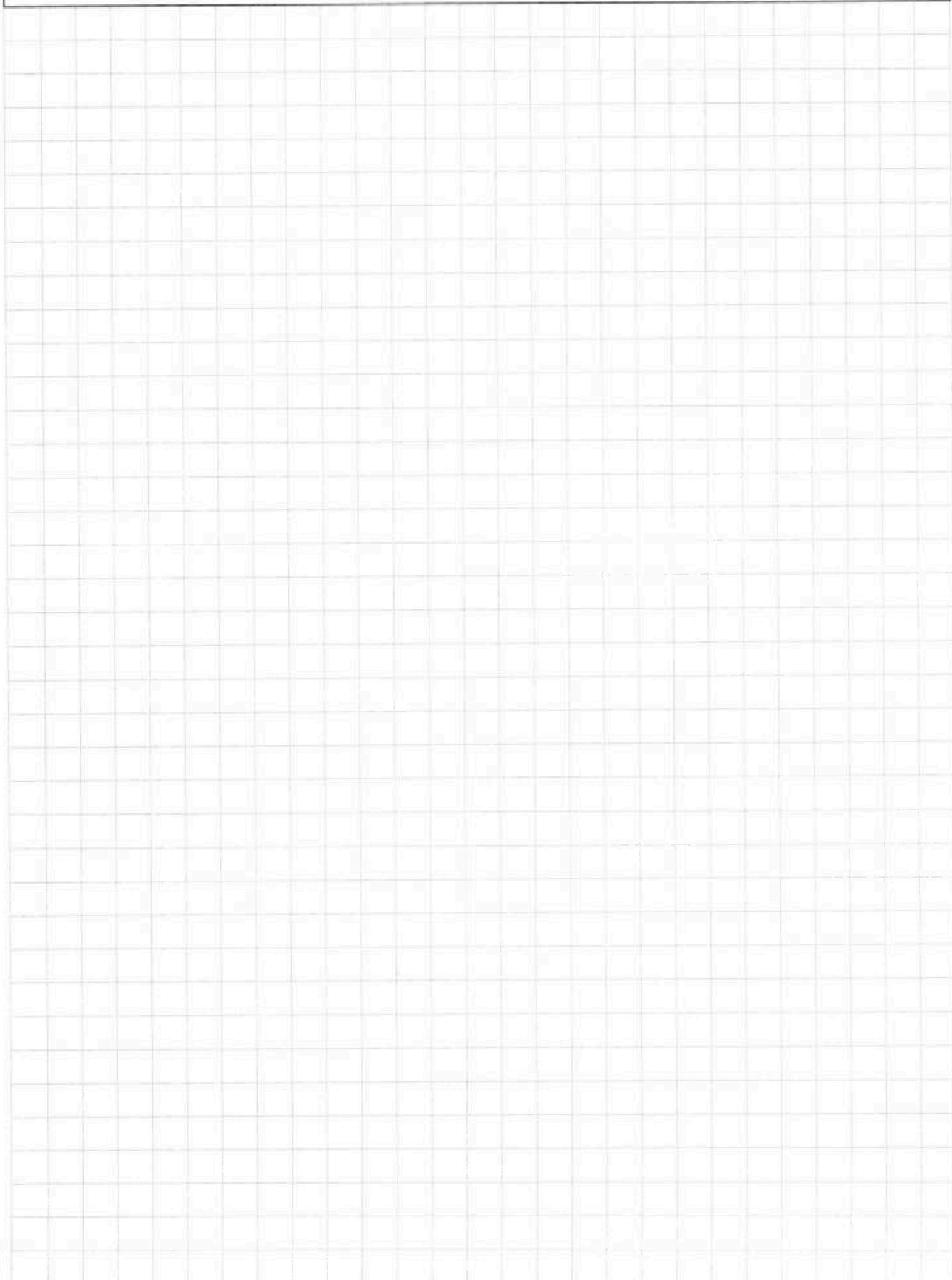
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!





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!

