

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-02



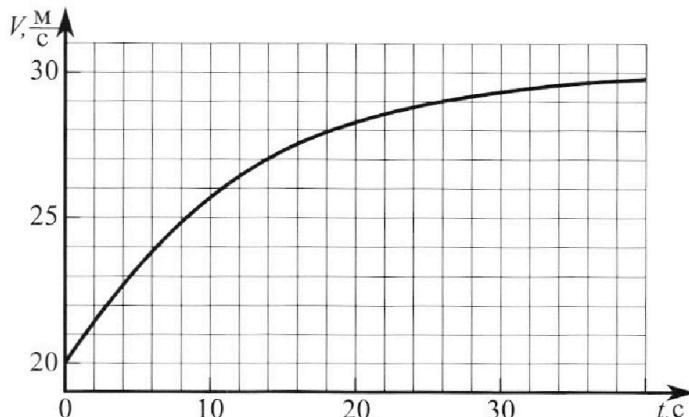
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 1.** Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 300$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна $F_k = 405$ Н.

1) Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости $V_1 = 27$ м/с.

2) Найти силу сопротивления движению F_1 при скорости V_1 .

3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению при скорости V_1 ?



Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

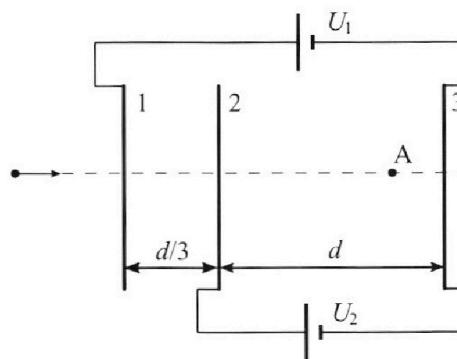
- 2.** Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/6$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости v пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k p v$. 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 $R T \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
2) Определите конечное давление в сосуде P . Ответ выразить через $P_{\text{АТМ}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

- 3.** Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $d/3$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = 2U$ и $U_2 = U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.

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



**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

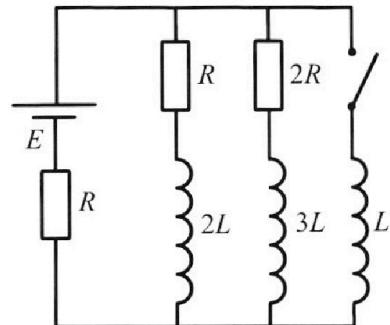
Вариант 11-02

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

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

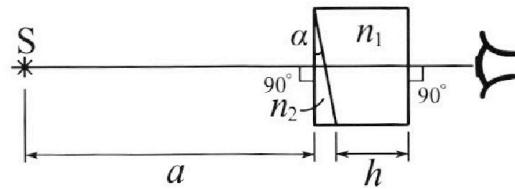
- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_{\text{в}} = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 200$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,05$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,6$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,6$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,8$, $n_2 = 1,6$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



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

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

$$\begin{array}{l}
 m = 300 \text{ кг} \\
 F_k = 405 \text{ Н} \\
 v_1 = 24 \text{ м/с} \\
 a_1, F_1, \frac{N}{v_1} - ? \\
 \hline
 \end{array}
 \quad \begin{array}{l}
 \text{По уравнению определяем по удачу} \\
 \text{нормона } a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1}{\frac{1}{4}} = 0,25 \text{ м/с}^2 \\
 N - \text{мощность} \\
 N = F v
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 \text{В конце разгона мощности перестаёт де-} \\
 \text{йствовать} \Rightarrow a = 0 \Rightarrow 0 = F_k - F = \frac{N}{v_{max}} - F_k \\
 v_{max} = 30 \text{ м/с}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 \frac{N}{v_{max}} = F_k \\
 N = F_k v_{max} \\
 m a_1 = F_k - F_1 \\
 F_1 = \cancel{F_k} \frac{N}{v_1} - m a_1 = F_k \frac{v_{max}}{v_1} - m a_1 = 405 \cdot \frac{10}{24} - 300 \cdot \frac{1}{4} = 480 - 75 = \\
 = 375 \text{ Н}
 \end{array}$$

$$N = N_F + N_a \quad N_F - \text{часть, действующая на груз}$$

$$\begin{array}{l}
 N_a \text{ то часть, действующая на дж.} \\
 N_F = F_1 v_1 \quad \frac{N_F}{N} = \frac{F_1 v_1}{F_1 v_1 + m a_1 v_1} = \frac{F_1}{F_1 + m a_1} = \frac{375}{375 + 75} = \frac{375}{450} = \\
 = \frac{5}{6} \approx 83,3\%
 \end{array}$$

$$\text{Ответ: } a_1 = 0,25 \text{ м/с}^2; F_1 = 375 \text{ Н}; \frac{N_F}{N} = 83,3\%$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

МФТИ.

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

$$\frac{6Rv_{m_2}T}{V} = p_{\text{атм}} + \frac{12Rv_{\text{дис}}T}{7V} \quad \text{Кругообменное}$$

~~2~~
~~3~~
~~4~~
~~5~~

~~3~~
~~4~~
~~5~~

$$\frac{\cancel{6Rv_{0,85}T} - 12Rv_{\text{дис}}T}{(3,67 - 12)Rv_{\text{дис}}T} = p_{\text{атм}}$$
$$\frac{40}{47} \cdot \frac{6Rv_{\text{дис}}T}{V} - \frac{12Rv_{\text{дис}}T}{7V} = p_{\text{атм}}$$

~~p_{атм}~~

$$\frac{\cancel{(1600 - 12)Rv_{\text{дис}}T}}{7V} = p_{\text{атм}}$$

$$p_{\text{атм}} = \frac{1116Rv_{\text{дис}}T}{7 \cdot 47 V}$$

$$p = p_{\text{атм}} + \frac{12Rv_{\text{дис}}T}{7V} = p_{\text{атм}} + \frac{12 \cdot 1116 \cdot 47 Rv_{\text{дис}}T}{1116 \cdot 47 \cdot 7V} =$$

$$= p_{\text{атм}} + \frac{12 \cdot 47}{1116} p_{\text{атм}} \quad p_{\text{атм}} = \frac{1600}{1116} p_{\text{атм}} \quad p_{\text{атм}} = \frac{400}{243} p_{\text{атм}}$$

$$\text{Отвем: } \frac{v_{\text{дис}}}{1V + v_{\text{CO}_2}} = 0,85; \quad p = \frac{400}{243} p_{\text{атм}}$$



- 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!

$$\begin{aligned} V &= p \cdot T \\ T &= 373 \\ T_0 &= \frac{3}{4} T \end{aligned}$$

$$RT \approx 3 \cdot 10^5 \text{ дж/моль}$$

$$k \approx 0,6 \cdot 10^3 \text{ моль}/(\mu^3 \cdot \text{К})$$

$$\begin{aligned} v_{N_2} &=? \\ \Delta v + v_{CO_2} &=? \\ p &=? \end{aligned}$$

Начало

$$\left. \begin{aligned} P_{N_2} &= P_{CO_2} T_0 \left[\frac{N_2}{CO_2} \right] \frac{V}{2} \\ P_{N_2} \frac{V}{2} &= R v_{N_2} T_0 \end{aligned} \right\} \rightarrow \begin{aligned} P_{CO_2} \frac{V}{4} &= R v_{CO_2} T_0 \\ \Delta v &= k P_{CO_2} \frac{V}{4} \end{aligned}$$

$$\Delta v + v_{CO_2} = R v_{CO_2} T_0 \cdot k P_{CO_2} \frac{V}{4}$$

$$\Delta v = RT_0 k v_{CO_2}$$

$$\frac{\Delta v + v_{N_2}}{\Delta v + v_{CO_2}} = \frac{v_{N_2}}{v_{CO_2}}$$

$$v_{N_2} = 2 v_{CO_2}$$

$$\Delta v + v_{CO_2} = v_{CO_2} (RT_0 k + 1)$$

$$\frac{v_{N_2}}{\Delta v + v_{CO_2}} = \frac{2 v_{CO_2}}{v_{CO_2} (RT_0 k + 1)} = \frac{2}{\frac{3}{4} RT_0 k + 1} = \frac{2}{\frac{3}{4} \cdot 3 \cdot 10^5 \cdot 0,6 \cdot 10^3 + 1}$$

$$= \frac{2}{27} = \frac{2 \cdot 20}{27 + 20} = \frac{40}{47} = 0,85$$

Во втором случае $T = 373 \text{ K} = 100^\circ \text{C} \Rightarrow$

$$P_{H_2O} = \text{const}$$

$$P_{H_2O} + P_{CO_2} = P_{atm}, \quad P_{atm} \cdot \frac{V}{6} = R v_{N_2} T$$

$$P_{CO_2} \cdot \frac{(6V - V)}{6} = R v_{CO_2} T$$

$$v_{H_2O} = v_{CO_2} + \Delta v$$

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input 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!

$$d, q > 0$$

$$u_1 = 24$$

$$u_2 = u$$

$$m$$

$$a_{23}?$$

$$k_3 - k_2?$$

$$v_1?$$

Пусть первая
стенка
удалась $3-0$,
то у ~~стенки~~
стенки
а у ~~стенки~~
 $1-2u$

т.к. разница $\gg d$, $q = 2u$

то все можно считать u_2
однородными

$$F_{23} = \frac{u}{d} \quad m a_{23} = F_{23} q \quad a_{23} = \frac{u q}{m d}$$

$$k_3 - k_2 = A \Rightarrow k_3 - k_2 = q u$$

Поскольку ~~удалась~~ ~~стенки~~ не
была удалена

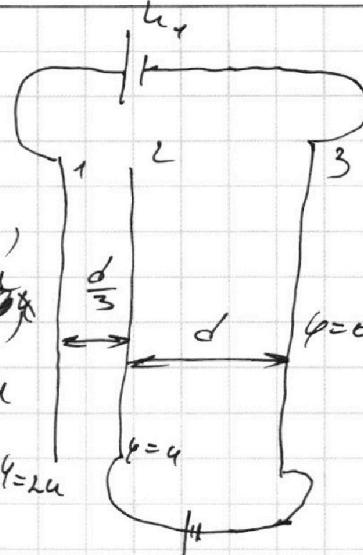
~~стенки~~ ~~удалась~~ Скорость частицы ~~при падении~~
будет такой же v_0 , в которой у которой равна

Это будет при падении k_2 стенки

$$\frac{m v_1^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = \frac{2}{3} q u$$

$$v_1^2 = v_0^2 + \frac{4 q u}{3 m} \quad v_1 = \sqrt{v_0^2 + \frac{4 q u}{3 m}}$$

$$\text{Ответ: } a_{23} = \frac{u q}{m d}; k_3 - k_2 = q u; v_1 = \sqrt{v_0^2 + \frac{4 q u}{3 m}}$$



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

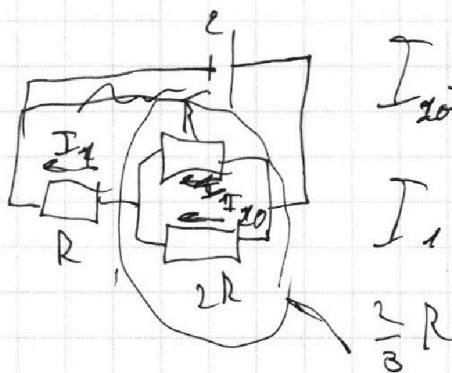
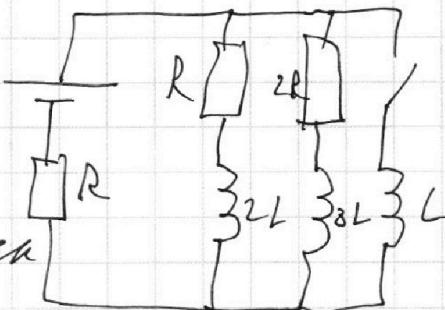
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 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!

ϵ, L, R | При установленном
 $I_{20}, I_1' \text{ и } q$ резисторе на пути
изображенным, как угодно



$$I_{20} = E \cdot \frac{\frac{2}{3}R}{\frac{2}{3}R + R} \cdot \frac{1}{4L} = \frac{2}{5} \cdot \frac{E}{6R}$$

$$I_1 = E \cdot \frac{R}{\frac{2}{3}R + R} \cdot \frac{1}{R} = \frac{3}{5} \cdot \frac{E}{R}$$

При замыкании:

$$\epsilon - I_1' L = I_1 R$$

$$I_1' L = \epsilon - \frac{3}{5} \epsilon$$

$$I_1' = \frac{2\epsilon}{5L}$$

$$-I_1' L + I_{3L}' \cdot 3L = -I_{2L} \cdot 2R \quad / \cdot (-dt)$$

$$dI_L L + 3L dI_{3L} = 2R dq$$

$$\text{Изогда: } (\frac{\epsilon}{R} - 0)L - 3L(0 - \frac{C}{5R}) = 2R q$$

$$\frac{8\epsilon}{5R} L = 2R q$$

$$q = \frac{4L\epsilon}{5R^2}$$

$$\text{Ответ: } I_{20} = \frac{\epsilon}{6R}; I_1' = \frac{2\epsilon}{5L}; q = \frac{4L\epsilon}{5R^2}$$

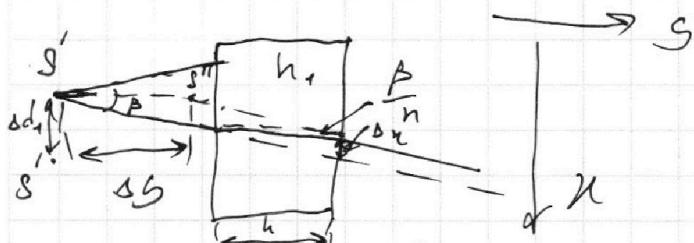


- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

МФТИ.

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

Приложим к ним предложенных оши
попутно изуучали s_d и σ , а при-
ложение лучше сопроводить на гравитации
 s_d . Из геометрии известно, что s_d не бер-
 $s_d = \sqrt{s_d^2 + s_g^2}$ $s_d = \sqrt{200 \cdot 0,03} = 6$ см равен
3) Если $n_i > 0$, то смотрим на то, как
сформируется новое изображение



$$\Delta x = h\beta - h \frac{\beta}{n_i}$$

$$\frac{\Delta x}{s_g} = \tan \beta \approx \beta \Rightarrow \Delta y = \frac{\Delta x}{\beta} = \frac{h \beta - h \frac{\beta}{n_i}}{\beta} = \frac{h(n_i - 1)}{n_i}$$

$$s_d = \sqrt{s_d^2 + s_g^2} = \sqrt{(a \cdot s_d)^2 + \left(\frac{h(n_i - 1)}{n_i}\right)^2} = \sqrt{(a(n_i - 1))^2 + \left(\frac{h(n_i - 1)}{n_i}\right)^2} = \\ = \sqrt{\left(200 \cdot 0,6 \cdot 0,06\right)^2 + \left(\frac{3 \cdot 0,8}{0,2}\right)^2} = \sqrt{6^2 + 4^2} = \sqrt{36 + 16} = \sqrt{52} =$$

$$= 7,2 \text{ см}$$

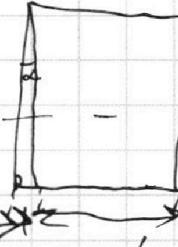
Ответ: $s_d = 7,2 \text{ см}$; $s_d = 6 \text{ см}$; $s_d = 7,2 \text{ см}$



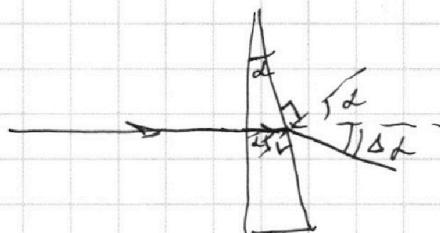
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

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

$$\begin{aligned} n_1 &= 1 \\ a &= 200 \text{ см} \\ L &= 0,5 \\ h &= 9 \text{ см} \\ \Delta L, \Delta d, \Delta \beta &\end{aligned}$$

*Начало**S**a**b*

1) при $n_1 = n_2 = 1$ считаем, что одна пружина - баллон

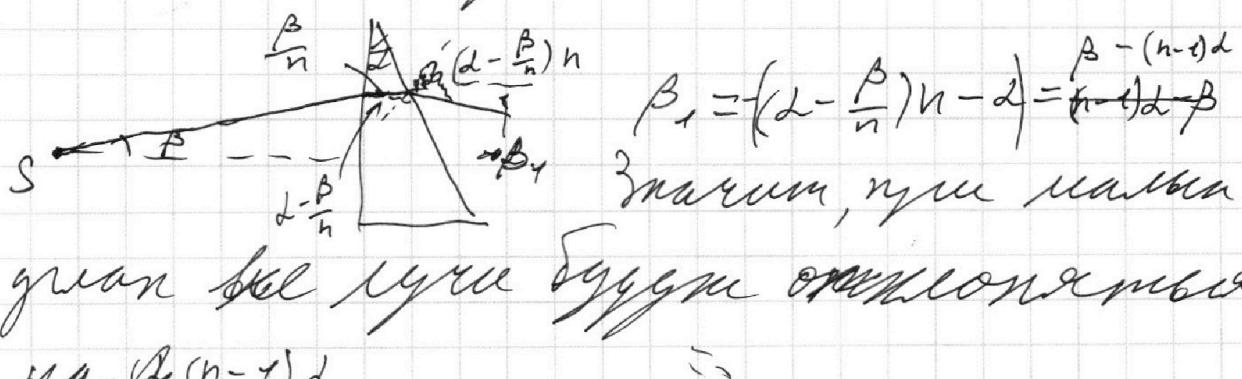
 L малый $\Rightarrow \sin \approx \tan$

$$\Delta L + L =$$

$$\Delta L + L = L \cdot n_2$$

$$\Delta L = (n_2 - 1)L = (1,6 - 1) \cdot 0,05 =$$

$$= \frac{3}{5} \cdot \frac{5}{100} = 0,03$$

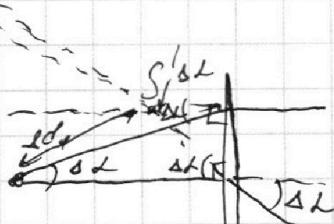
2) *Схема пасьянса*

$$\beta_1 = \left(L - \frac{\beta}{n} \right) n - L = \frac{\beta}{n} (n-1)$$

значит, при малых

значениях β углы баллонов отличаются
на $\beta(n-1)$

Поскольку все углы баллонов
исходят из одной точки, то достаточно
построить прямолинейный
угол, перпендикулярный плоскости
углов при этом β



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

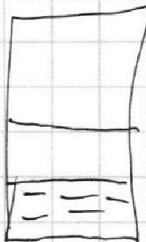
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



$$V_{\text{gr}} R T_0 = \rho_{\text{gr}} \frac{V}{4}$$

$$V_{\text{N}_2} R T_0 = \rho_{\text{N}_2} \rho_{\text{N}_2} \frac{V}{2}$$

$$\Delta V = k \rho \frac{V}{4}$$

$$R T_0 \rho_{\text{gr}} = \rho \frac{V}{4}$$

$$V_{\text{CO}_2} = \frac{\rho V}{4 R T_0} + \frac{k \rho V}{4} = \frac{\rho V}{4} \left(\frac{1}{R T_0} + k \right)$$

$$V_{\text{CO}_2} = R T_0 \rho_{\text{gr}} \left(\frac{1}{R T_0} + c \right) = \rho_{\text{gr}} (c + k R T_0)$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ \cancel{4} \\ \cancel{3} \cancel{4} \\ \cancel{6} \end{array} \quad \begin{array}{r} 2 \\ \cancel{4} \\ \cancel{3} \cancel{4} \\ \cancel{6} \end{array} \quad \begin{array}{r} 1 \\ \cancel{4} \\ \cancel{3} \cancel{4} \\ \cancel{6} \end{array} \quad \begin{array}{r} 8 \\ \cancel{4} \\ \cancel{3} \cancel{4} \\ \cancel{6} \end{array} \quad \begin{array}{r} 8 \\ \cancel{4} \\ \cancel{3} \cancel{4} \\ \cancel{6} \end{array}$$

$$3 \cdot 10^3 \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{5} \cdot 10^{-3} \cdot 6x^2 - 24dx + 12d^2 = 0 \quad | :6$$

$$x^2 - 4dx + 2d^2 = 0 \quad | -400$$

$$D = 16 - 8 \pm 8 \quad | -376 \cdot 10$$

$$d = \frac{8 \pm \sqrt{52}}{2} = \frac{-188}{235} \quad | \frac{1}{4d-x} = \frac{x-3d}{x^2-dx}$$

$$= (4 \pm \sqrt{2})d \quad | 80x^2 - dx = 4dx - x^2 - dx^2$$

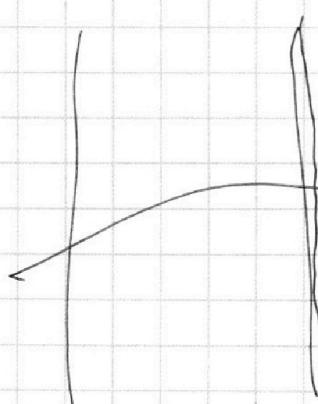
$$(4 \pm \sqrt{2})d \quad | \frac{80x^2}{4d-x} - \frac{2}{4d-x} - \frac{1}{4d-x} = 0$$

$$12d^2 - 23dx + 8x^2 = 0 \quad | :39 \quad | -20$$

$$2x^2 - 8dx + 4d^2 = 0$$

$$-4x^2 - 8dx + 6d^2 = 0$$

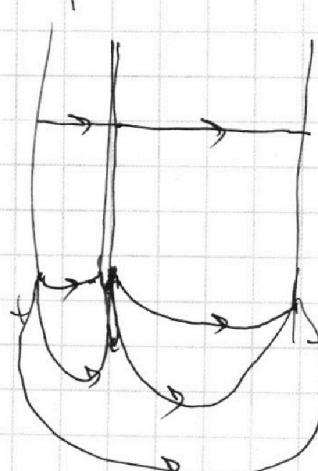
$$D = 16 - 24x^2$$



$$12d^2 - 23dx + 8x^2 = 0 \quad | :39 \quad | -20$$

$$\frac{3}{x} - \frac{2}{d-x} = \frac{d}{4d-x} = 0$$

$$\frac{3d-5x}{dx-x^2} = \frac{1}{4d-x}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$\frac{P_0 V}{6RT} + \frac{2}{7} \nu_{CO_2} = \frac{2 \nu_{CO_2}}{(1 + \frac{3}{4} kRT)} + 2 \nu_{H_2O}$$

$$\frac{\frac{1}{7} \nu_{CO_2}}{325} = \frac{2 \nu_{CO_2}}{140} - \frac{1}{236}$$

$$\frac{1}{7} \nu_{CO_2} = \frac{2 \nu_{CO_2}}{140} - \frac{1}{236}$$

$$\frac{1}{7} \nu_{CO_2} = \frac{1}{236}$$

$$\nu_{CO_2} = \frac{1}{236} \cdot 7 = \frac{7}{236}$$

$$\nu_{H_2O} = \frac{P_0 V}{12RT} + \frac{\nu_{CO_2}}{7} - \frac{\nu_{CO_2}}{1 + \frac{3}{4} kRT}$$

$$\frac{1600}{1116} = \frac{400}{275}$$

$$\frac{8}{7} = \frac{1}{1 + \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{10}{3} \cdot 10}$$

$$\frac{\nu_{N_2}}{\nu_{H_2O} + \nu_{CO_2}} = \frac{\frac{P_0 V}{12RT} + \frac{2}{7} \nu_{CO_2}}{\frac{P_0 V}{12RT} + \frac{\nu_{CO_2}}{7} - \frac{\nu_{CO_2}}{1 + \frac{3}{4} kRT}}$$

$$\frac{1116}{1116} = \frac{8}{7} - \frac{1}{1 + \frac{24}{20}}$$

$$= \frac{8}{7} - \frac{20}{47}$$

$$\frac{346}{460} = \frac{25}{30} = \frac{15}{18} = \frac{5}{6} \approx 3$$

$$\frac{5k}{60 \cdot 83}$$

$$\frac{50}{10} = \frac{5}{2}$$

$$\frac{18}{18}$$

$$\frac{1}{3}$$

$$\frac{d}{3}$$

$$\frac{d}{3}</math$$

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

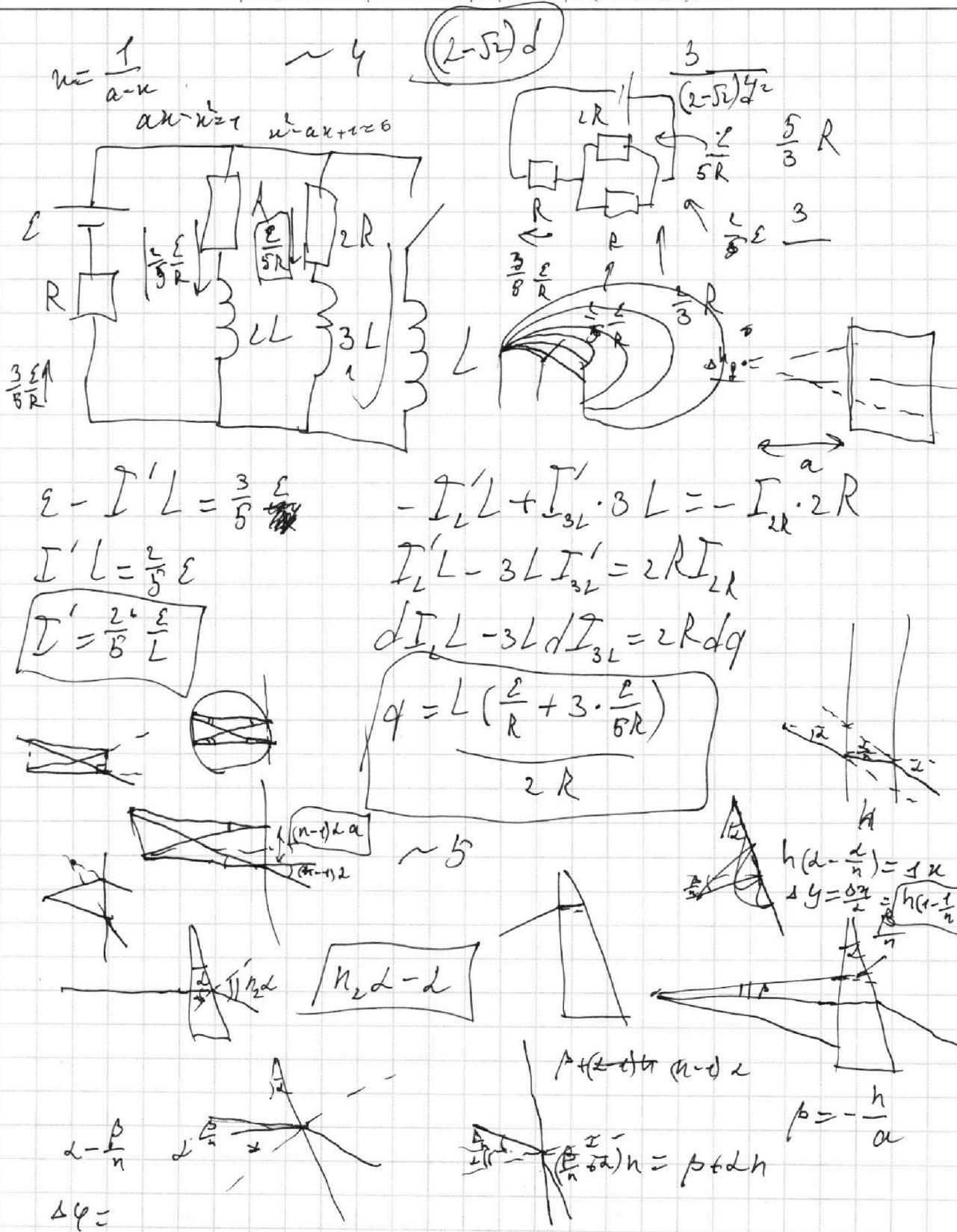
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | 1 | <input type="checkbox"/> | 2 | <input type="checkbox"/> | 3 | <input type="checkbox"/> | 4 | <input type="checkbox"/> | 5 | <input type="checkbox"/> | 6 | <input type="checkbox"/> | 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:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$\alpha = \frac{\Delta v}{2t} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ м/с}^2$$

~ 1

$$\frac{3}{(2-\sqrt{2})d(4+h^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot h$$

$$N = F \nu$$

$$ma = F - F_c$$

$$\therefore N = F_k \frac{v_m}{v_1}$$

1-2+

$$ma = \frac{N}{v_1} - F_c$$

$$F_1 = F_k \frac{v_m}{v_1} - ma = \cancel{400} \cdot \frac{40}{14} - \frac{1}{4} \cdot \cancel{300} = \dots - \frac{h}{((1+\sqrt{2})d(1+h^2))^{\frac{3}{2}}}$$

$$N = F \nu + ma \nu$$

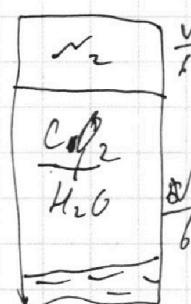
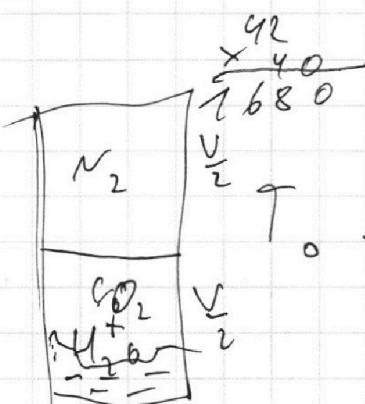
$$\frac{F_1 \nu}{F_1 \nu + ma \nu} = \frac{F_1}{F_1 + ma}$$

$$\frac{5}{6} - \frac{1}{4} = \frac{10-3}{12} \quad \rho_{\text{gas}} \cdot \frac{RT}{V} = PVT$$

23,7

$$\frac{2R_{\text{gas}}T_0}{V} = \frac{4k_{\text{CO}_2}T_0}{V} + \frac{4k_{\text{H}_2\text{O}}T_0}{V}$$

~ 2



$$\begin{cases} \rho_{N_2} = \rho_{CO_2} + \rho_{H_2O} \\ \rho_{N_2} \frac{V}{2} = R V_{N_2} T_0 \\ \rho_{CO_2} \frac{V}{4} = R V_{CO_2} T_0 \\ \rho_{H_2O} \frac{V}{4} = R V_{H_2O} T_0 \end{cases}$$

$$\frac{V_{N_2}}{V_{CO_2} + V_{H_2O}} = \frac{\rho_{N_2} \frac{V}{2}}{(\rho_{CO_2} + \rho_{H_2O}) \frac{V}{4}} = \boxed{2}$$

$$\Delta V = k p_{CO_2} \frac{V}{4} \quad \frac{k p_{CO_2} \frac{V}{4}}{P_{CO_2} \frac{V}{4} RT_0} = \frac{-k}{RT_0}$$

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

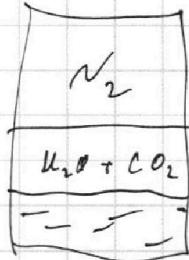
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

МФТИ.

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



$$\begin{cases} p_{\text{над}} + p_{\text{гр}} = p_{\text{аг}} \\ v_{\text{CO}_2} = v_{\text{гр}} + k \frac{v}{p_{\text{гр}}} \end{cases}$$

$$p_{\text{гр}} \frac{v}{4} = R v_{\text{гр}} T_0 \quad v_{\text{гр}} = \frac{p_{\text{гр}} v}{4 R T_0}$$

$$p_{\text{над}} \frac{v}{4} = R v_{\text{над}} T_0$$

$$p_{\text{аг}} \frac{v}{4} = R v_{\text{аг}} T_0$$

$$v_{\text{CO}_2} = \frac{p_{\text{гр}} v}{4 R T_0} + k \frac{p_{\text{гр}} v}{4} =$$

$$= \frac{p_{\text{гр}} v}{4} \left(\frac{1}{R T_0} + k \right) = v_{\text{гр}} R T_0$$

... =

$$v_{\text{N}_2} = 2 \cdot \frac{4}{7} v_{\text{гр}} = p_{\text{гр}} (1 + k R T_0)$$

$$p_0 + p_{\text{CO}_2} = p_{\text{N}_2}$$

$$p_{\text{N}_2} \frac{v}{6} = R v_{\text{N}_2} T$$

$$p_{\text{CO}_2} \frac{v}{12} = R v_{\text{CO}_2} T$$

$$\frac{4}{6} k R v_{\text{N}_2} T$$

$$p_{\text{N}_2} = \frac{v}{6}$$

$$p_{\text{CO}_2} = \frac{12 k v_{\text{CO}_2} T}{7 v}$$

$$\frac{5}{6} - \frac{1}{4} = \frac{10-3}{12}$$

$$p_0 + \frac{12}{7} \frac{k v_{\text{CO}_2} T}{v} = 6 \frac{k v_{\text{N}_2} T}{v}$$

$$v_{\text{N}_2} = \frac{p_0 v}{6 R T} + \frac{2}{7} v_{\text{CO}_2}$$

$$\begin{cases} \frac{3}{4} R v_{\text{N}_2} T = p_{\text{N}_2} \frac{v}{8} \\ p_{\text{CO}_2} \frac{v}{4} = \frac{3}{4} R v_{\text{CO}_2} T \end{cases}$$

$$p_{\text{H}_2\text{O}} \frac{v}{4} = \frac{3}{4} R v_{\text{H}_2\text{O}} T$$

$$\begin{cases} p_{\text{N}_2} = \frac{3 R v_{\text{N}_2} T}{2 v} \\ p_{\text{CO}_2} = \frac{3 k v_{\text{CO}_2} T}{v (1 + \frac{3}{4} k R T)} \\ p_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{3 k v_{\text{H}_2\text{O}} T}{v} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \frac{3 k v_{\text{N}_2} T}{v} &= p_{\text{N}_2} = \frac{2 v_{\text{CO}_2}}{(1 + \frac{3}{4} k R T)} \\ \frac{3 k v_{\text{CO}_2} T}{v} &= p_{\text{CO}_2} = \frac{2 v_{\text{H}_2\text{O}}}{(1 + \frac{3}{4} k R T)} \\ \frac{3 k v_{\text{H}_2\text{O}} T}{v} &= p_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{2 v_{\text{N}_2}}{(1 + \frac{3}{4} k R T)} \end{aligned}$$

$$+ \frac{3 k v_{\text{N}_2} T}{v}$$