



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

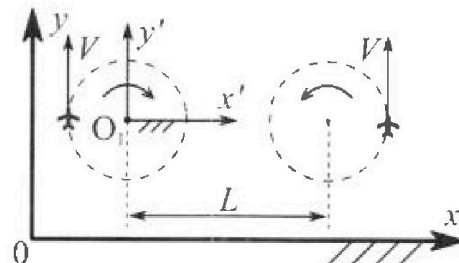
Вариант 10-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями $V = 70$ м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолет, $R = 700$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

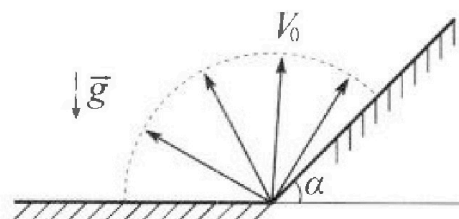
1. Определите отношение $\frac{P}{mg}$, здесь P – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.



В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей $L = 2,1$ км. Вектор скорости каждого самолета показан на рис.

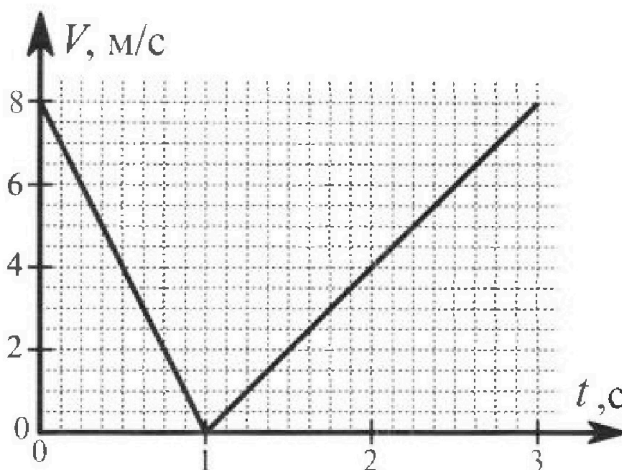
2. Найдите в этот момент скорость $\vec{U}$ второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора $\vec{U}$.

2. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшее перемещение за время полета осколков, упавших на горизонтальную поверхность, равно $S_1 = 160$ м, упавших на склон, $S_2 = 120$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

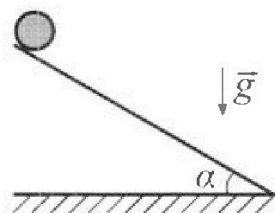
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды в $n = 2$ раза больше массы бочки. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

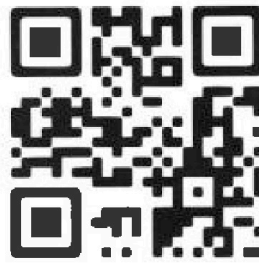
2. С какой по величине скоростью V движется бочка после перемещения относительно наклонной плоскости на $L = 0,6$ м?
3. Найдите ускорение a , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 10-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. В изохорическом процессе от смеси идеальных газов гелия и азота отводят $Q = 780$ Дж теплоты. Температура смеси уменьшается на $|\Delta T_1| = 31,2$ К. Если в изобарическом процессе от той же смеси отвести то же самое количество теплоты, то температура смеси уменьшится на $|\Delta T_2| = 20$ К.

1. Найдите работу A внешних сил в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_p смеси в изобарическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_1}{N_2}$ числа атомов гелия к числу молекул азота в смеси.

Указание: внутренняя энергия двухатомного газа азота $U = \frac{5}{2}PV$.

5. Частица с удельным зарядом $\gamma = \frac{q}{m} < 0$ движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен до напряжения U , расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется параллельно обкладкам на расстоянии $d/8$ от отрицательно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в этот момент времени равен R .

1. Найдите скорость V_0 частицы в рассматриваемый момент времени.

Через некоторое время после вылета из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

2. С какой по величине скоростью V движется в этот момент частица?



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1



2



3



4



5



6



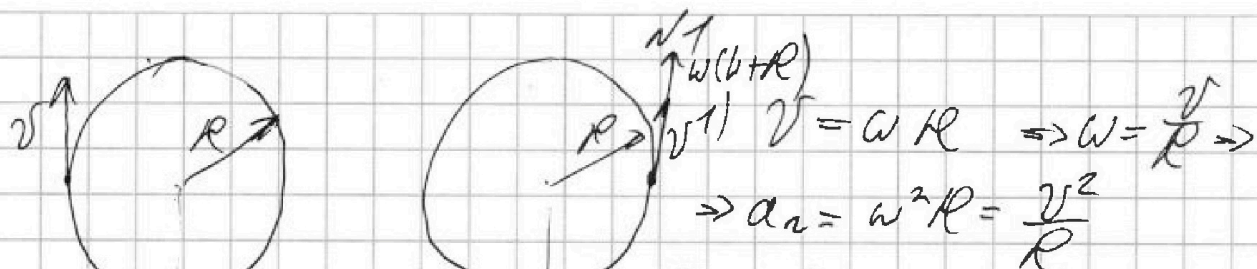
7



СТРАНИЦА

1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Перейдём в ИКСО самолёта, тогда на него будет действовать сила инерции $\vec{F}_n = -m\vec{a}_n = -m\frac{v^2}{R}$, также на него действует сила тяжести, перпендикулярная силе инерции $\Rightarrow R = \sqrt{\vec{F}_n^2 + (mg)^2} =$

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{\left(m\frac{v^2}{R}\right)^2 + (mg)^2} = m\sqrt{\left(\frac{v^2}{R}\right)^2 + g^2} \\
 &\Rightarrow \frac{R}{mg} = \frac{m\sqrt{\frac{v^2}{R} + g^2}}{m g} = \frac{\sqrt{\frac{v^2}{R} + g^2}}{g} = \frac{\sqrt{\frac{70^2}{700} + 100}}{10} = \\
 &= \frac{\sqrt{149}}{10}
 \end{aligned}$$

2) Переходим во вращающуюся СО относительно вершины самолёта, тогда к скорости самолёта 2 прибавится скорость $\omega(l+R) \Rightarrow$
 $\Rightarrow U = v + \omega(l+R) = v + \frac{v^2}{R}(l+R) = 70 + \frac{70^2}{700} \cdot 2800$
 $= 70 + \frac{70}{700} (2100 + 700) = 70 + 70 \cdot 4 = 350 \frac{м}{с}$
 Ответ: $\frac{R}{mg} = \frac{\sqrt{149}}{10}$, $U = 350 \frac{м}{с}$ направлена вверх



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

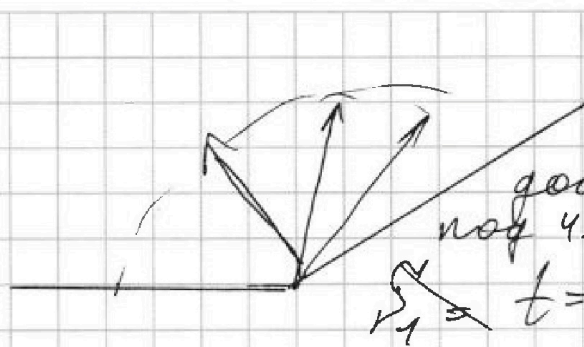
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Максимальная дальность полёта по земле будет достигнута при угле 45°



$$t = \frac{2V_0 \sin 45}{g} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S_1 = t V_0 \cos 45 = \frac{2V_0^2 \sin 45 \cos 45}{g} =$$

$$= \frac{2V_0^2 \sin 90}{g} = \frac{2V_0^2}{g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{g S_1}{2}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 160}{2}} =$$

$$= \frac{40}{\sqrt{2}} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 20\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

2)



$$t = \frac{2V_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S_2 = V_0 \cos \beta t - \frac{g \sin \alpha t^2}{2} =$$

$$= \frac{2V_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{2} \frac{4V_0^2 \sin^2 \beta}{g^2 \cos^2 \alpha}.$$

$$S_2(\beta) = \frac{2V_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g \cos \alpha} - \frac{\sin \alpha}{2} \frac{4V_0^2 \sin^2 \beta}{g \cos^2 \alpha}$$

Возьмём производную от этой функции и приравняем к нулю, далее зная, выразив косинус угла, найдём α , затем найдём α из др. на V_0 . Найдём α

$$0 = \frac{V_0^2}{g \cos \alpha} 2 \cos \beta - \frac{\sin \alpha}{2} \frac{4V_0^2}{g \cos^2 \alpha} 2 \cos \beta \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 \frac{\sin \alpha}{2} \frac{4V_0^2}{g \cos^2 \alpha} = \frac{V_0^2}{g \cos \alpha} \Rightarrow 2 \tan \alpha = 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \tan \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = \arctg\left(\frac{1}{2}\right)$$

$$\text{Ответ: } V_0 = 20\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}, \alpha = \arctg\left(\frac{1}{2}\right)$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 из 1

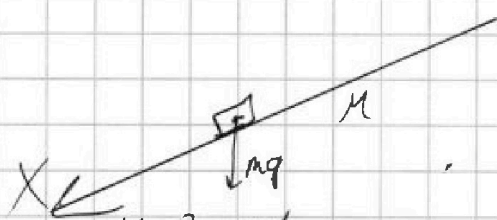
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N3

Из графика скорости от времени, можно определить, что скорость майбы вначале, направлена вверх по плоскости, поэтому, она уменьшается.

По графику перемещения до остановки - $S = \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 1 = 4 \text{ м}$

$$S = at^2$$



II 3-й Ньютона на майбу на ось x

$$ma = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha \Rightarrow a = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$$

$$a_1, \text{ можно найти по графику } - a_1 = \frac{V(0) - V(1)}{1 \text{ с}} = \frac{8 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{1 \text{ с}} = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Рассмотрим скатывание майбы зонищем II 3-й Ньютона на ось OX:

$$ma_2 = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha \Rightarrow a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$a_2 \text{ найдем по графику. } a_2 = \frac{V(2) - V(1)}{1 \text{ с}} = \frac{0 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{1 \text{ с}} = -4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\begin{cases} a_1 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha \\ a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha \end{cases} \Rightarrow a_1 + a_2 = 2g \sin \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + 8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{4 + 8}{2 \cdot 10} = 0,6 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \alpha = 0,6$$

2) ЗЦЗ:

$$3mg \sin \alpha = \frac{3mV^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{2g \sin \alpha L} =$$

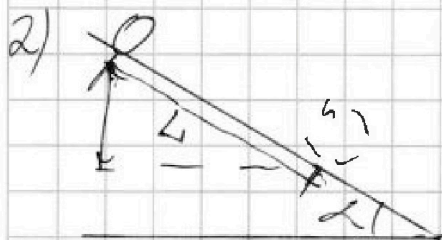
$$= \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 0,04} = 0,6 \sqrt{20} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$3) L = \frac{at^2}{2}$$

$$= \frac{0,36 \cdot 20}{2 \cdot 0,6} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$t = \frac{V}{a} \Rightarrow L = \frac{a \frac{V^2}{a^2}}{2} = \frac{a \frac{V^2}{2a}}{2} \Rightarrow a = \frac{V^2}{2L} =$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = 0,6, V = 0,6 \sqrt{20} \frac{\text{м}}{\text{с}}; a = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
☐2
☐3
☐4
☒5
☐6
☐7
☐

СТРАНИЦА

1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Изокор. Запишем начало термодинамики для изокорного процесса: $Q = \Delta U \Rightarrow$
 $\Rightarrow Q = \frac{3}{2} \nu_{He} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_N R \Delta T_1 \Rightarrow \frac{Q}{\Delta T_1} = R \left(\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_N \right),$

где ν_{He} - кол-во вещ-ва гелия, ν_N - кол-во вещества азота

Запишем начало термодинамики для изобарного процесса:

$$Q = A + R \left(\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_N \right) \Delta T_2 = A + Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 780 \text{ Дж} \cdot \left(1 - \frac{20 \text{ К}}{31,2 \text{ К}} \right) =$$

$$= 780 \cdot \frac{11,2}{31,2} \text{ Дж} = \frac{8736}{31,2} \text{ Дж}$$

$$\times \frac{780}{11,2} \quad 2) C_p = C = \frac{Q}{\Delta T} \Rightarrow C_p = \frac{Q}{\Delta T_2} = \frac{780 \text{ Дж}}{20 \text{ К}} =$$

$$= 39 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \quad \text{изобарный пр-ц; изокорный процесс}$$

$$3) Q = \frac{5}{2} \nu_N R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \nu_{He} R \Delta T_1 \quad \left| \cdot \frac{1}{\nu_N} \right. \quad Q = \frac{5}{2} \nu_N R \Delta T_1 + \frac{3}{2} \nu_{He} R \Delta T_1 \quad \left| \cdot \frac{1}{\nu_N} \right.$$

$$\frac{5}{2} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \frac{\nu_{He}}{\nu_N} R \Delta T_1 = \frac{5}{2} R \Delta T_1 + \frac{3}{2} \frac{\nu_{He}}{\nu_N} R \Delta T_1 \quad \left| \cdot 2 \right.$$

$$5 \Delta T_2 + 5 \frac{\nu_{He}}{\nu_N} \Delta T_1 = 5 \Delta T_1 + 3 \frac{\nu_{He}}{\nu_N} \Delta T_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\nu_{He}}{\nu_N} (5 \Delta T_2 - 3 \Delta T_1) = 5 \Delta T_1 - 7 \Delta T_2 \quad \text{число атомов гелия делить на кол-во вещества}$$

$$\Rightarrow \frac{\nu_{He}}{\nu_N} = \frac{5 \Delta T_1 - 7 \Delta T_2}{5 \Delta T_2 - 3 \Delta T_1} = \frac{5 \cdot 31,2 - 7 \cdot 20}{5 \cdot 20 - 3 \cdot 31,2} =$$

$$= \frac{156 - 140}{100 - 93,6} = \frac{16}{6,4} = \frac{160}{64} = \frac{40}{16} = \frac{10}{4} =$$

$$= 2,5. \quad \left. \begin{array}{l} N_1 = \nu_{He} \cdot N_A \\ N_2 = \nu_N \cdot N_A \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{\nu_{He} \cdot N_A}{\nu_N \cdot N_A} = \frac{\nu_{He}}{\nu_N} \quad \text{число атомов гелия делить на кол-во вещества}$$

$$\text{Ответ: } A = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = \frac{8736}{31,2} \text{ Дж}; C_p = 39 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}; \frac{N_1}{N_2} = 2,5$$



1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

СТРАНИЦА
 1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№5

Напряжённость поля конденсаторов однородно. E - напряжённость.

$E = \frac{U}{d}$, $q = \gamma m$ $\Rightarrow$

$\Rightarrow q = \gamma m \Rightarrow F = \gamma m \frac{U}{d} q E =$
 $= \gamma m \frac{U}{d}$ II γ -н фактора для частицы:

$ma = F \Rightarrow ma = \gamma m \frac{U}{d} \Rightarrow$
 $\Rightarrow a = \frac{U}{d}$ - центростремительное ускорение, т.к. направлено перпендикулярно вектору скорости.

$\frac{v_0^2}{R} = a \Rightarrow v_0 = \sqrt{a R} =$
 $= \sqrt{\gamma U \frac{R}{d}}$ #, $v_0 = \text{const}$, т.к. на частицу вдоль оси параллельной обложкам конденсатора никакие силы не действуют

2) l - путь по оси y , который пройдёт частица до вылета:

$l = \frac{d}{2} - \frac{d}{8} = \frac{3d}{8}$, $\frac{a t^2}{2} = l = \frac{3d}{8} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{6}{8} \frac{d}{a}} \Rightarrow$
 $\Rightarrow v_y$ - скорость по оси y поле вылета, $v_y = a t =$
 $= a \cdot \sqrt{\frac{6}{8} \frac{d}{a}} = \sqrt{\frac{6}{8} d a} = \sqrt{\frac{6}{8} d \cdot \frac{U}{d}} = \sqrt{\frac{6}{8} \gamma U} =$
 $= \sqrt{\frac{3}{4} \gamma U} \Rightarrow v = \sqrt{v_y^2 + v_0^2} = \sqrt{\frac{3}{4} \gamma U + \gamma U \frac{R}{d}} =$
 $= \sqrt{\gamma U \left(\frac{3}{4} + \frac{R}{d} \right)}$

Ответ: $v_0 = \sqrt{\gamma U \frac{R}{d}}$, $v = \sqrt{\gamma U \left(\frac{3}{4} + \frac{R}{d} \right)}$

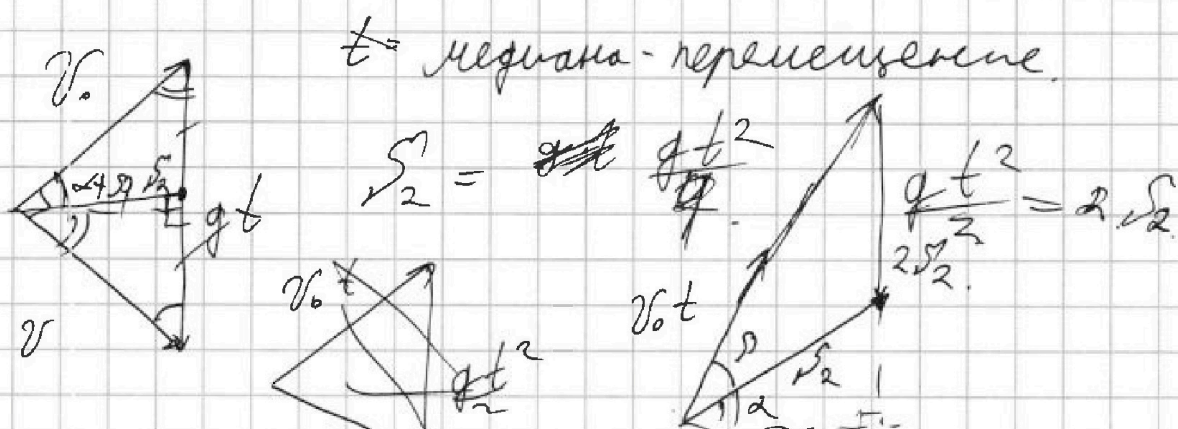


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

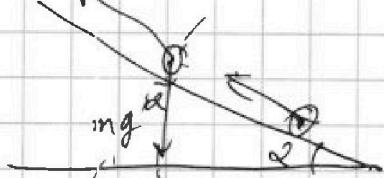


$$4s_2 = gt^2 \quad \times \frac{1}{3} \quad t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha} \quad Q = \frac{5}{2} R \omega_1 + \frac{3}{2} v_0 R \omega_1 \times \frac{1}{v_0}$$

$$2s_2 = \frac{gt^2}{2} \quad Q = \frac{7}{2} R \omega_2 + \frac{1}{2} v_0 R \omega_2 \times \frac{1}{v_0}$$

$$\sqrt{3} \cdot \frac{5}{2} R \omega_1 + \frac{3}{2} \frac{v_0}{\sqrt{3}} R \omega_1 = \frac{7}{2} R \omega_2 + \frac{1}{2} v_0 R \omega_2$$

$$s = 4 \text{ м} \Rightarrow \frac{gt^2}{2} = s \Rightarrow a = \frac{2s}{t^2}$$

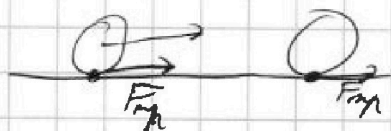
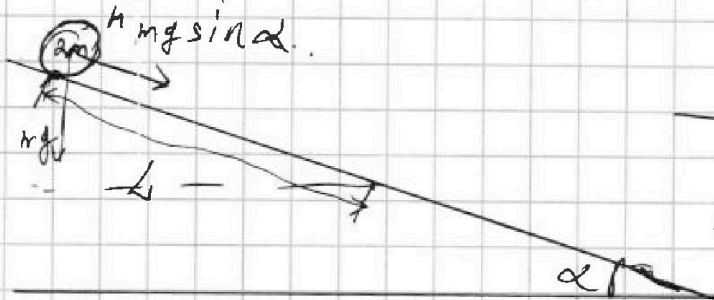


$$F_{\text{нр}} = mg \cos \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow ma = mg \cos \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{2s}{t^2} = g \cos \alpha \Rightarrow \cos \alpha = \frac{2s}{gt^2} =$$

$$= \frac{2 \cdot 4 \text{ м}}{10 \cdot 1} = 0,8 = \frac{4}{5} \Rightarrow \sin \alpha = \sqrt{1 - \left(\frac{4}{5}\right)^2} = \frac{3}{5}$$



$$2) 8mg \sin \alpha L = \frac{mv^2}{2}$$

$$g \sin \alpha L = \frac{v^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{2g \sin \alpha L}$$

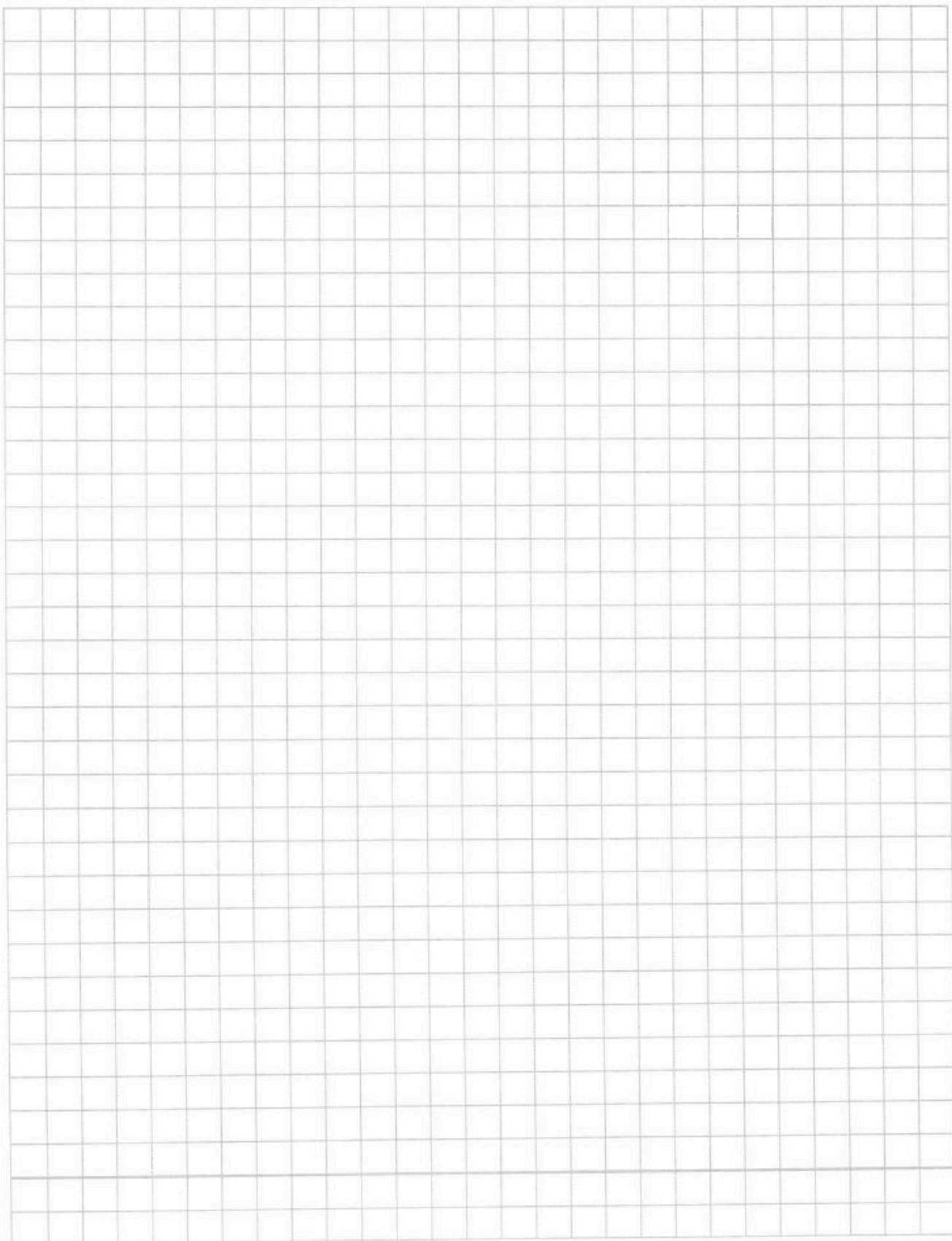


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
из

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!



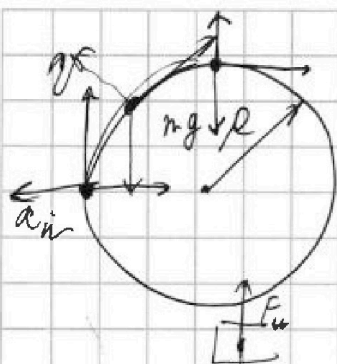


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
из

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

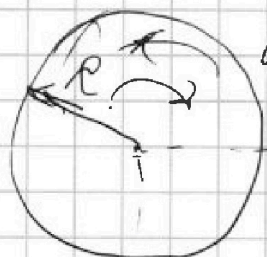


$$\omega = \frac{v}{R} \quad \omega R = v \Rightarrow$$

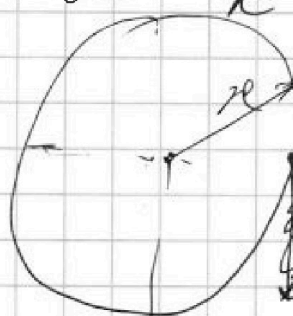
$$\Rightarrow \omega = \frac{v}{R} \Rightarrow a_n = \omega^2 R =$$

$$= \frac{v^2}{R^2} \cdot R = \frac{v^2}{R}$$

Перелетим в ИСО Самолёта.
тогда на него действует сила инерции -
 $F_u = m a_n \Rightarrow F_u = m a_n = m \frac{v^2}{R}$



$$\omega = \frac{v}{R}$$



$$P = F_u + mg$$

$$L(L+R)$$

Чтобы перейти в ИСО x', y' , нужно прибавить к скорости 2-го самолёта вектор $\vec{v}' = \vec{\omega}(L+R) \Rightarrow$
 $\Rightarrow U = v + \omega(L+R) = 70 \frac{m}{c} + \frac{40}{700} \cdot (2800) =$
 $= 350 \frac{m}{c}$

$$P = \sqrt{(mg)^2 + \left(m \frac{v^2}{R}\right)^2} = m \sqrt{g^2 + \left(\frac{v^2}{R}\right)^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{P}{mg} = \frac{\sqrt{g^2 + \left(\frac{v^2}{R}\right)^2}}{g} = \frac{\sqrt{100 + \left(\frac{4000}{700}\right)^2}}{10} = \frac{\sqrt{149}}{10}$$

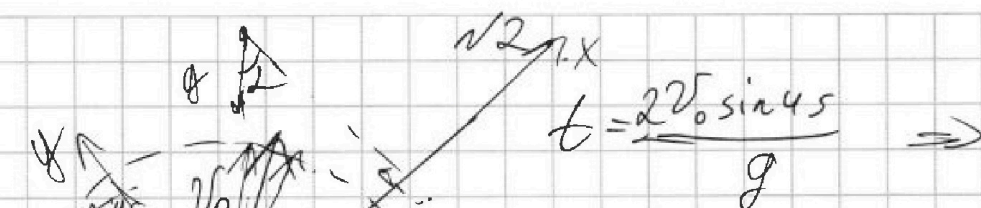


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$t = \frac{2v_0 \sin 45}{g} \Rightarrow S_1 = v_0 \cos \alpha t = \frac{2v_0^2 \sin 45 \cos 45}{g}$$

$$= \frac{v_0^2 \sin 90}{g} = \frac{v_0^2}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{g S_1} = \sqrt{10 \cdot 10} =$$

$$= 4 \cdot \sqrt{100} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Переходим в ось x и y:

$$t = \frac{2v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}, S_2 = v_0 \cos \beta t - \frac{g \sin^2 t}{2}$$

$$= v_0 \cos \beta \cdot \frac{2v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin^2 t}{2} \times \frac{2v_0^2 \sin^2 \beta}{g \cos^2 \alpha}$$

$$= \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{g \cos \alpha} - \frac{v_0^2 \sin^2 \beta \sin^2 \alpha}{g \cos^2 \alpha}$$

$$S_2 = \frac{v_0^2 \sin 2\beta - v_0^2 \sin^2 \beta \sin^2 \alpha}{g \cos \alpha} \Rightarrow 0 = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} (\sin 2\beta - \sin^2 \beta \sin^2 \alpha)$$

$$- \frac{v_0^2 \sin^2 \beta \sin^2 \alpha (\sin^2 \beta)^{-1}}{g \cos \alpha} = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} \cdot 2 \cos \beta$$

$$f(x) = \sin(2x) \Rightarrow f'(x) = \frac{d(f(x))}{dx} = \frac{\sin(2x+dx) - \sin(2x)}{dx}$$

$$= \frac{\sin 2x \cdot \cos dx + \cos 2x \cdot \sin dx - \sin 2x}{dx} = \frac{\sin 2x \cdot \cos dx - \sin 2x}{dx}$$



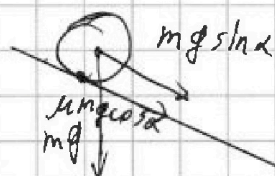
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

3)

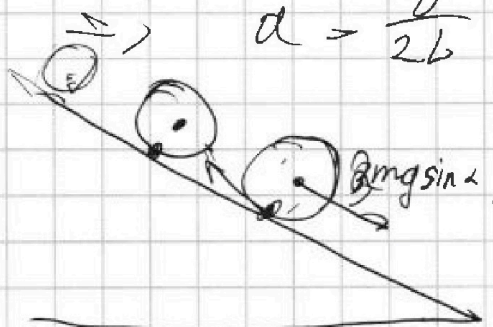


$$\frac{at^2}{2} = L$$

$$v = at \Rightarrow t = \frac{v}{a}$$

$$\Rightarrow \frac{a v^2}{2 a^2} = L \Rightarrow$$

$$a = \frac{v^2}{2L} = \frac{2g \sin \alpha L}{2L} = g \sin \alpha$$



Условие не проскальзывания

$$F_{\text{тр}} = 3\mu mg \cos \alpha$$



$$\mu mg \cos 2 = mg \sin 2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mu = \tan 2$$



$$Q = 720 \text{ Дж. } \Delta T_1 = 31,2 \text{ К}$$

$$\frac{5}{2} \nu R \Delta T_1 = Q. Q = \frac{3}{2} \nu_{\text{He}} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_{\text{N}} R \Delta T_1 = Q$$

$$\text{из условия } p = \text{const.} \Rightarrow \frac{Q}{\Delta T_1} \left(\frac{3}{2} \nu_{\text{He}} + \frac{5}{2} \nu_{\text{N}} \right)$$

$$Q = A + \Delta U = I \cdot \text{кач. н.г.}$$

$$Q = A + R \left(\frac{3}{2} \nu_{\text{He}} + \frac{5}{2} \nu_{\text{N}} \right) \Delta T_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A = Q = \frac{Q \cdot \Delta T_2}{\Delta T_1} = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right)$$

$$C_p = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{Q}{\Delta T_2} = \frac{C_{p1} \nu_{\text{He}} + C_{p2} \nu_{\text{N}}}{\nu_{\text{He}} + \nu_{\text{N}}} = \frac{\frac{5}{2} R \cdot \nu_{\text{He}} + \frac{7}{2} R (\nu - \nu_{\text{He}})}{\nu}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
 ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$V = \frac{q}{m_T} < 0, U, d, \frac{d}{8}, R, V_0 = \text{const}$$

$$E = \frac{U}{d} \quad R = \frac{U}{V} \quad \frac{V_0^2}{R} = a_n \cdot \rho \Rightarrow$$

$$m a_n = \frac{U}{d} \cdot \rho \Rightarrow a_n = \frac{U}{d} \cdot \rho$$

$$\Rightarrow \frac{V_0^2}{R} = \frac{U}{d} \cdot \rho \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{U \cdot R}{d} \cdot \rho} = \text{const}$$

$$2) \frac{d}{2} - \frac{d}{8} = \frac{3d}{8} - l, a_n = \frac{U}{d} \cdot \rho \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{at^2}{2} = \frac{3d}{8} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{6d}{8a}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta V_y = at = \sqrt{\frac{6d}{8a}} \cdot \sqrt{\frac{6d}{8a}} = \sqrt{\frac{6d}{8a} \cdot \frac{6d}{8a}} =$$

$$= \sqrt{\frac{6d}{8a} \cdot \frac{U}{d} \cdot \rho} = \sqrt{\frac{6}{8} U \rho} \Rightarrow V = \sqrt{\Delta V_y^2 + V_0^2} =$$

$$= \sqrt{U \rho + \frac{3}{4} U \rho} = \sqrt{U \rho \left(\frac{R}{d} + \frac{3}{4} \right)}$$

$$2) \rho_2 = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha - V_0^2 \sin^2 \beta \sin \alpha}{g \cos \alpha} \Rightarrow 0 =$$

$$\begin{array}{r} 480 \cdot \\ \times 112 \\ \hline 1560 \\ + 780 \\ \hline 8736,0 \end{array}$$

$$C_{pAT} = R$$

$$C_{pHe} = \frac{7}{2} R$$

$$C_{pN} = \frac{5}{2} R$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
из

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$C_p = \frac{Q}{\Delta T_2} = \frac{\frac{5}{2} R \cdot v_{He} + \frac{7}{2} R (v - v_{He})}{v} \quad N_4 \cdot v = N \Rightarrow v = \frac{N}{N_4}$$

$$= \frac{7}{2} R - R \frac{v_{He}}{v} = \frac{7}{2} R - R \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{Q}{\Delta T_2} - \frac{7}{2} R = -R \frac{N_1}{N_2} \quad | \times - \frac{1}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{7}{2} - \frac{Q}{R \Delta T_2} = \frac{7}{2} - \frac{780}{8,3 \cdot 20} =$$

$$= \frac{7}{2} - \frac{39}{8,3}$$

$$C_p \cdot \frac{Q}{\frac{N_1}{N_2} \Delta T_2} = \frac{5}{2} v_{He} R \Delta T + \frac{7}{2} v_N R \Delta T \Rightarrow$$

$$\frac{Q}{\Delta T_2} = \frac{C_{p1} v_{He} + C_{p2} v_N}{v_{He} + v_N} = \frac{C_{p1} \frac{v_{He}}{v_N} + C_{p2}}{\frac{v_{He}}{v_N} + 1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{Q}{\Delta T_2} \left(\frac{v_{He}}{v_N} + 1 \right) = C_{p1} \frac{v_{He}}{v_N} + C_{p2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{v_{He}}{v_N} \left(\frac{Q}{\Delta T_2} - C_{p1} \right) = C_{p2} - \frac{Q}{\Delta T_2}$$

$$2) Q = C_{p1} v_{He} \Delta T + C_{p2} v_N \Delta T = C (v_{He} + v_N) \Delta T$$

$$C = C_{p1} v_{He} + C_{p2} v_N$$

$$C \Delta T = \frac{7}{2} v_N R \Delta T + \frac{5}{2} v_{He} R \Delta T \Rightarrow C = \frac{7}{2} v_N R + \frac{5}{2} v_{He} R =$$

$$\frac{Q}{\Delta T_1} = R \left(\frac{7}{2} v_N + \frac{5}{2} v_{He} \right) = R \left(\frac{7}{2} v_N + \frac{5}{2} v_{He} \right) \Rightarrow$$

$$Q = \frac{7}{2} v_N R \Delta T + \frac{5}{2} v_{He} R \Delta T \Rightarrow C = R \left(\frac{7}{2} v_N + \frac{5}{2} v_{He} \right) =$$

$$= \frac{R}{2} (7 v_N + 5 v_{He}) = \frac{Q}{\Delta T_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C = \frac{Q}{\Delta T_2}$$

$$= \frac{7}{2} v_N + \frac{5}{2} v_{He} = \frac{Q}{R \Delta T_2}$$