



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

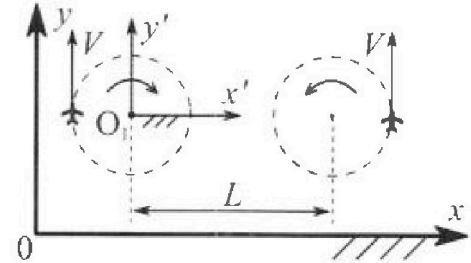
Вариант 10-02



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.

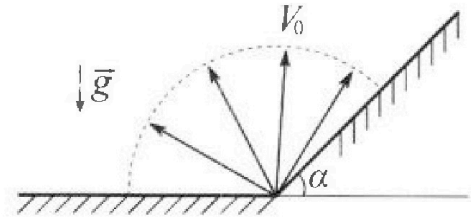
1. Определите отношение $\frac{P}{mg}$, здесь P – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.



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.



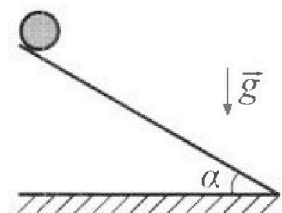
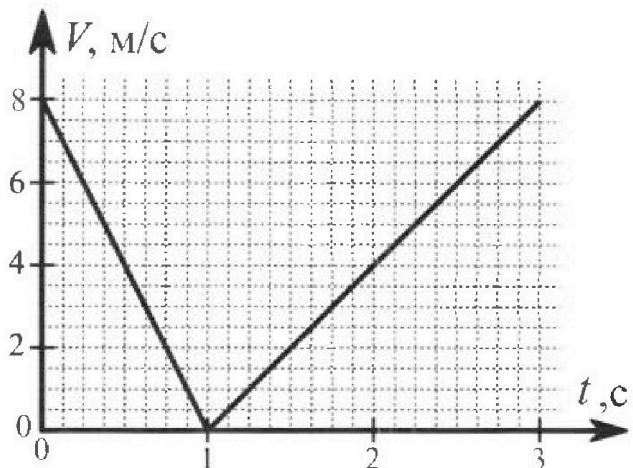
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

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.

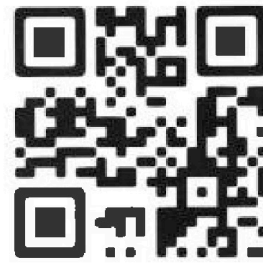
2. С какой по величине скоростью V движется бочка после перемещения относительно наклонной плоскости на $L=0,6$ м?
3. Найдите ускорение a , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?



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?

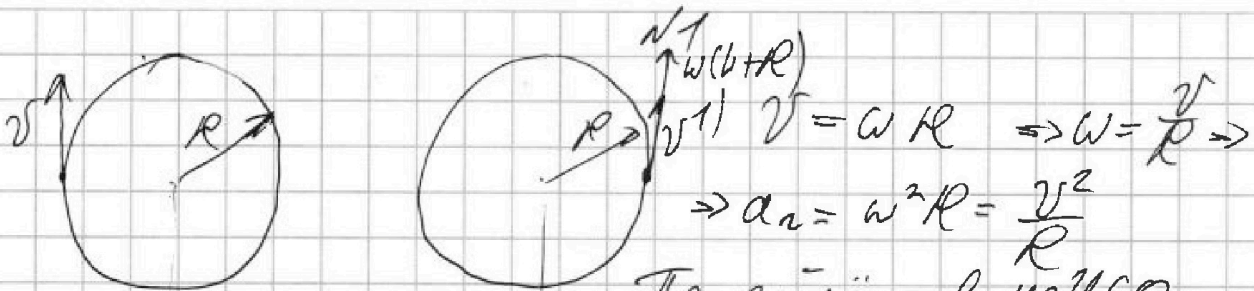
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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 высоте будет действовать сила инерции $F_{in} = -m\vec{a}_n = -m\frac{v^2}{R}$ также на высоте действует центробежная сила инерции $\Rightarrow R = \sqrt{F_{in}^2 + (mg)^2} =$

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

$$\Rightarrow \frac{R}{mg} = \frac{m\sqrt{\frac{v^2}{R} + g^2}}{m g} = \frac{\sqrt{\frac{v^2}{R} + g^2}}{g} = \frac{\sqrt{\frac{70^2}{700} + 100}}{10} = \frac{\sqrt{149}}{10}$$

2) Переходим во вращающуюся СО относительно вершины самолёта, тогда к скорости самолёта v прибавится скорость $w(b+R) \Rightarrow$

$$\Rightarrow U = v + w(b+R) = v + \frac{v^2}{R}(b+R) = 70 + \frac{70^2}{700} \cdot 2800$$

$$= 70 + \frac{70}{700} (2100 + 700) = 70 + 70 \cdot 4 = 350 \frac{m}{s}$$

Ответ: $\frac{R}{mg} = \frac{\sqrt{149}}{10}$, $U = 350 \frac{m}{s}$ направлена вверх




1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

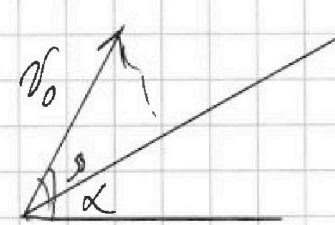
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$\sqrt{2}$
 Максимальная дальность полёта по земле будет достигнута при угле 45°



$S_1 = t = \frac{2V_0 \sin 45}{g} \Rightarrow$
 $\Rightarrow S_1 = t V_0 \cos 45 = \frac{2V_0^2 \sin 45 \cos 45}{g} =$
 $= \frac{2V_0^2 \sin 90}{g} = \frac{2V_0^2}{g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{g S_1}{2}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 160}{2}} =$
 $= \frac{40}{\sqrt{2}} \frac{м}{с} = 20\sqrt{2} \frac{м}{с}$

2)



$t = \frac{2V_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} \Rightarrow$
 $\Rightarrow V_2 = V_0 \cos \beta t - \frac{g \sin \alpha t^2}{2} =$
 $= \frac{2V_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{2} \frac{4V_0^2 \sin^2 \beta}{g \cos^2 \alpha}$
 $S_2(\beta) = \frac{2V_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g \cos \alpha} - \frac{\sin \alpha}{2} \frac{4V_0^2 \sin^2 \beta}{g \cos^2 \alpha}$

Возьмём производную от этой функции и приравняем к нулю, далее зная, выразив косинус угла, найдём синус, затем найдём α из уравнения $\tan \alpha$.

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

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

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

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



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.

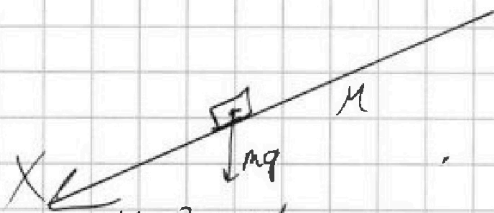
1 2 3 4 5 6 7

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 майбл вначале, направлена вверх по плоскости, поэтому, она уменьшается.



По графику перемещение до остановки $s = \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 1 = 4 \text{ м}$

$$s = at^2$$

II 3-й закон Ньютона на майбл 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 майбл и запишем II 3-й закон Ньютона на ось OX:

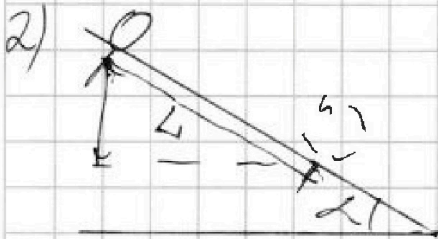
$$ma_2 = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha \Rightarrow a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

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

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

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

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



2) 3C7:

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

$$\Rightarrow v = \sqrt{2g \sin \alpha L} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 0,04} = 0,6 \sqrt{20} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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

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

$$t = \frac{v}{a} \Rightarrow L = \frac{a v^2}{2a^2} = \frac{a v^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{v^2}{2L} = \frac{0,36 \cdot 20}{2 \cdot 6} = 0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

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



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!

Изохор ^{№4} Запишем начало термодинамики для изохорного 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 адиабатного процесса:

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

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

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

$\times \frac{780}{9}$ 2) $C_p = C = \frac{Q}{\Delta T} \Rightarrow C_p = \frac{Q}{\Delta T_2} = \frac{780 \text{ Дж}}{20 \text{ К}} =$
 $= 39 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ изобарный пр-ц; изохорный процесс

3) $Q = \frac{5}{2} \nu_N R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \nu_{He} R \Delta T_2 \quad \frac{1}{\nu_N} Q = \frac{5}{2} \nu_N R \Delta T_1 + \frac{3}{2} \nu_{He} R \Delta T_1 \quad \frac{1}{\nu_N} Q$
 $\frac{5}{2} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \frac{\nu_{He}}{\nu_N} R \Delta T_2 = \frac{5}{2} R \Delta T_1 + \frac{3}{2} \frac{\nu_{He}}{\nu_N} R \Delta T_1 \quad \times 2$

$7 \Delta T_2 + 5 \frac{\nu_{He}}{\nu_N} \Delta T_2 = 5 \Delta T_1 + 3 \frac{\nu_{He}}{\nu_N} \Delta T_1 \Rightarrow$
 $\Rightarrow \frac{\nu_{He}}{\nu_N} (5 \Delta T_2 - 3 \Delta T_1) = 5 \Delta T_1 - 7 \Delta T_2$ число молей азота делится на кол-во вещества

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

$= \frac{156 - 140}{100 - 93,6} = \frac{16}{6,4} = \frac{160}{64} = \frac{40}{16} = \frac{10}{4} =$
 $= 2,5$ число молей азота делится на кол-во вещества

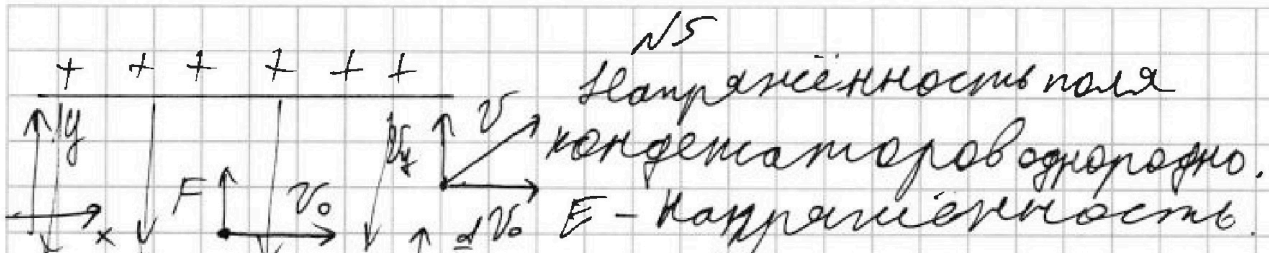
Ответ: $A = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = \frac{8736}{31,2} \text{ Дж}$; $C_p = 39 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$; $\frac{\nu_1}{\nu_2} = 2,5$



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!



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

$$\Rightarrow q = \gamma m \Rightarrow F = \gamma m \frac{U}{d} q E = \gamma m \frac{U}{d} \cdot \gamma m \frac{U}{d} = \gamma^2 m \frac{U^2}{d^2}$$

II γ -фактора для частицы:

$$\Rightarrow a = \frac{F}{m} = \gamma^2 \frac{U^2}{d^2} \text{ — центростремительное ускорение, т.к. направлено перпендикулярно вектору скорости.}$$

$$\frac{v_0^2}{R} = a \Rightarrow v_0 = \sqrt{a R} =$$

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

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

$$l = \frac{d}{2} - \frac{d}{8} = \frac{3d}{8}, \quad \frac{a t^2}{2} = l = \frac{3d}{8} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{6}{8} \frac{d}{a}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_y \text{ — скорость по оси } y \text{ поле вылета, } v_y = a t =$$

$$= a \cdot \sqrt{\frac{6}{8} \frac{d}{a}} = \sqrt{\frac{6}{8} d a} = \sqrt{\frac{6}{8} d \cdot \frac{U}{d}} = \sqrt{\frac{6}{8} \gamma^2 U^2} =$$

$$= \sqrt{\frac{3}{4} \gamma^2 U^2} \Rightarrow v = \sqrt{v_y^2 + v_0^2} = \sqrt{\frac{3}{4} \gamma^2 U^2 + \gamma^2 \frac{U^2 R}{d^2}} =$$

$$= \sqrt{\gamma^2 U^2 \left(\frac{3}{4} + \frac{R}{d^2} \right)}$$

Ответ: $v_0 = \sqrt{\gamma^2 U^2 \frac{R}{d^2}}, \quad v = \sqrt{\gamma^2 U^2 \left(\frac{3}{4} + \frac{R}{d^2} \right)}$

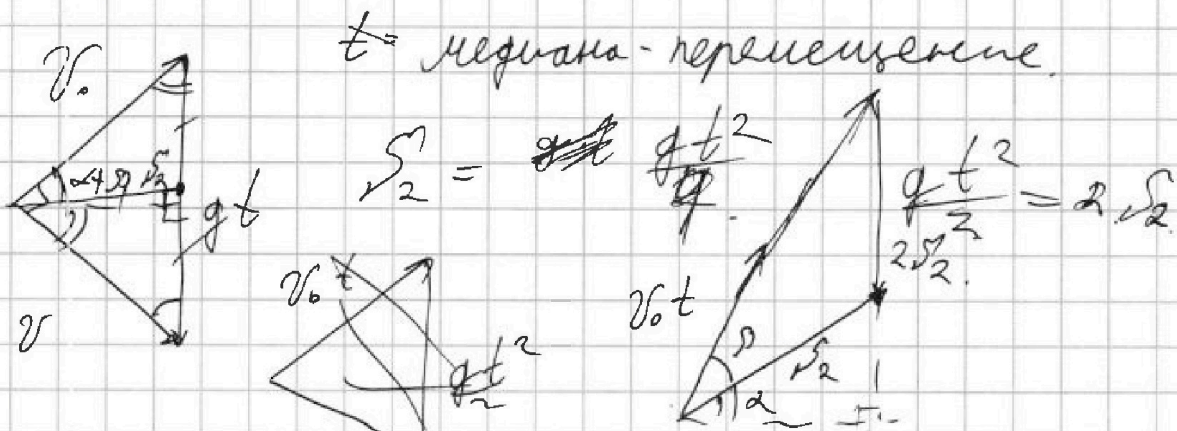


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
_ 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!

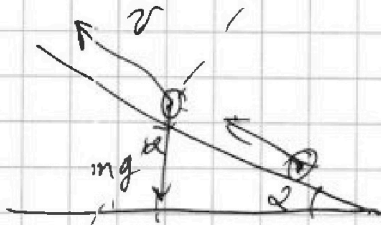


$$4S_2 = gt^2 \quad \times \frac{1}{3} \quad t = \frac{2v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} \quad Q = \frac{5}{2} R_1 \alpha + \frac{3}{2} v_0 R_1 \alpha \quad \times \frac{1}{v_0}$$

$$2S_2 = \frac{gt^2}{2} \quad Q = \frac{7}{2} R_1 \alpha + \frac{1}{2} v_0 R_1 \alpha \quad \times \frac{1}{v_0}$$

$$\sqrt{3} \cdot \frac{5}{2} R_1 \alpha + \frac{3}{2} \frac{v_0}{\sqrt{3}} R_1 \alpha = \frac{7}{2} R_1 \alpha + \frac{5}{2} v_0 R_1 \alpha$$

$$S = 4 \mu \Rightarrow \frac{gt^2}{2} = S \Rightarrow a = \frac{2S}{t^2}$$

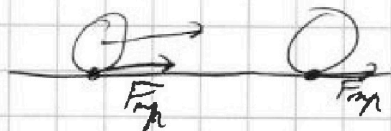
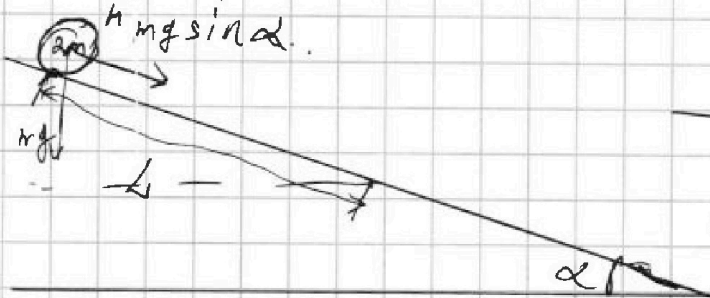


$$F_{np} = mg \cos \alpha \Rightarrow$$

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

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

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



$$2) 8mg \sin \alpha L = \frac{3v^2}{2}$$

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

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

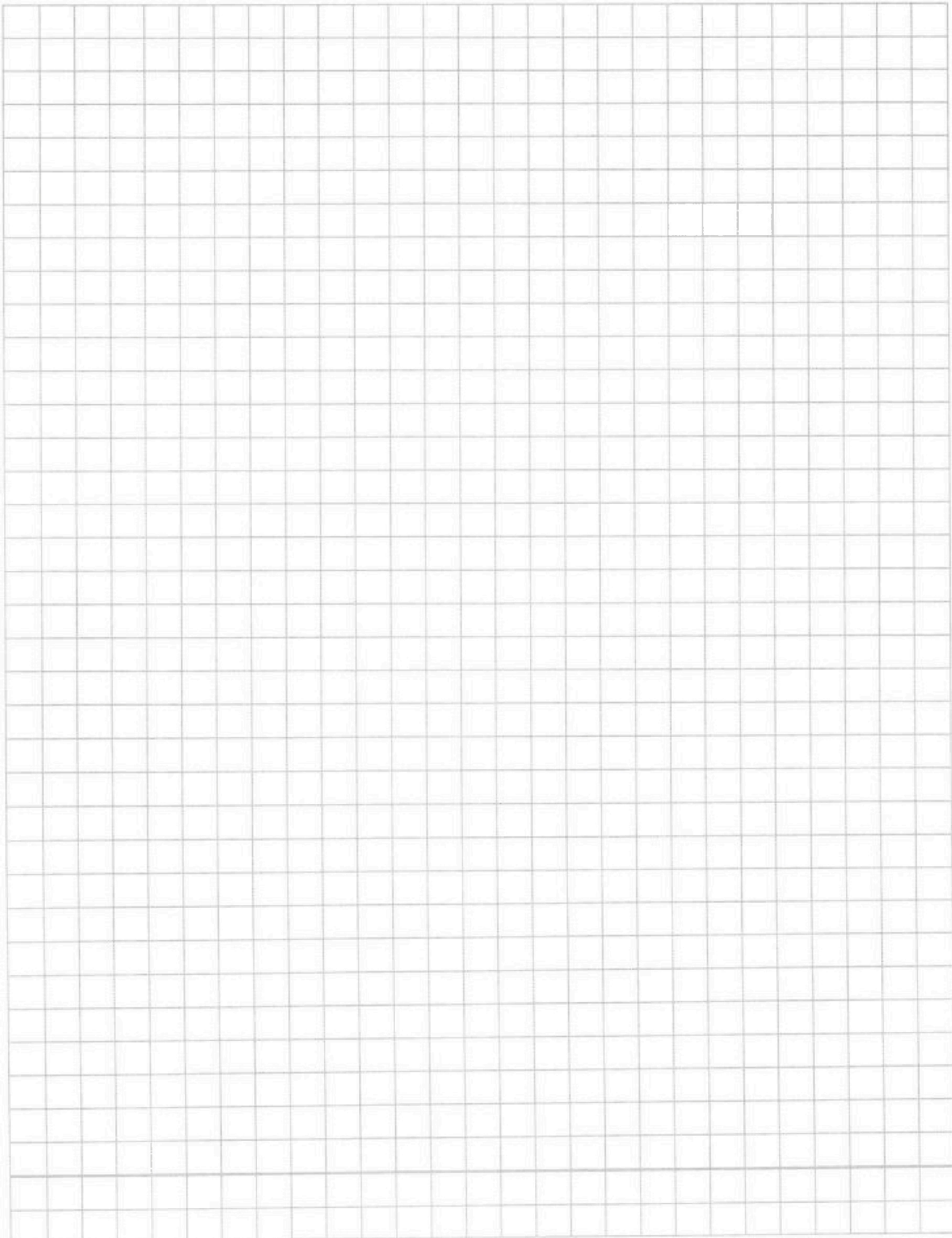


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!



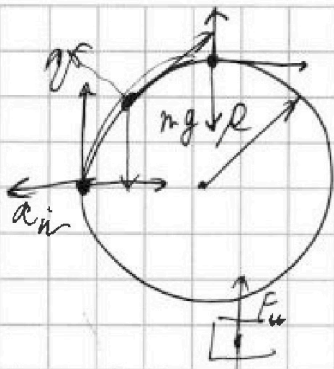


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

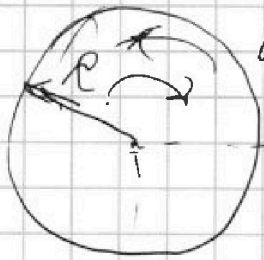


$$\omega = \frac{v}{R} \quad \omega R = v \Rightarrow$$

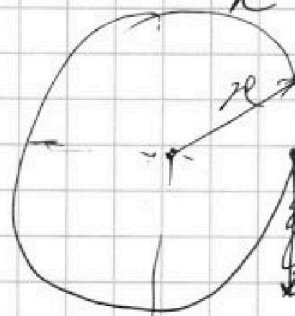
$$\Rightarrow \omega = \frac{v}{R} \Rightarrow a_n = \omega^2 R =$$

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

Переносим в поле зрения самолета.
 mg тогда не нужна действующая сила инерции -
 $F_u = m a_n \Rightarrow F_u = m a_n = m \frac{v^2}{R} + \omega(L+R)$



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



$$P = F_u + mg$$

$$\omega(L+R)$$

Чтобы перейти в ИСО x', y' , нужно прибавить к скорости 2-го самолета вектор $\vec{v} = \omega(L+R) \Rightarrow$

$$\Rightarrow U = v + \omega(L+R) = 70 \frac{m}{c} + \frac{70}{700} \cdot (2800) =$$

$$= 350 \frac{m}{c}$$

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

$$\Rightarrow \frac{P}{mg} = \frac{\sqrt{g^2 + \left(\frac{v^2}{R}\right)^2}}{g} = \frac{\sqrt{100 + \left(\frac{40000}{700}\right)^2}}{10} = \frac{\sqrt{149}}{10}$$

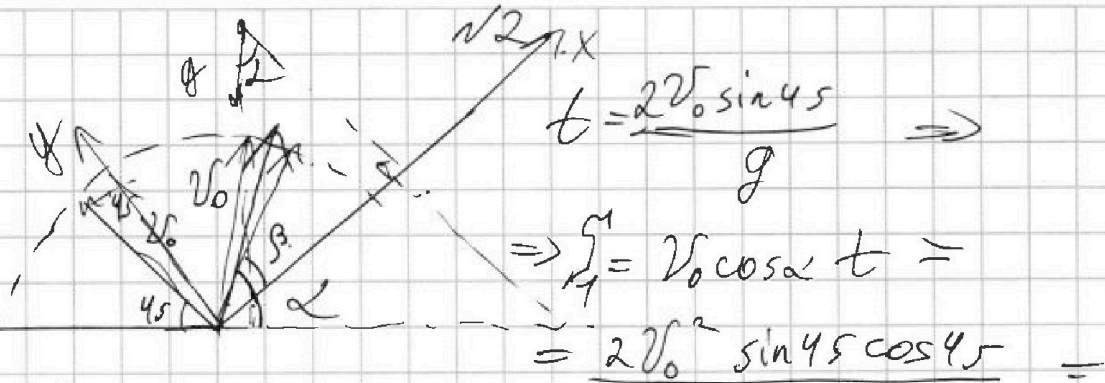


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$= \frac{v_0^2 \sin 90}{g} = \frac{v_0^2}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{g s_1} = \sqrt{10 \cdot 10} = 4 \cdot \sqrt{100} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Перенесем в ось x и y:

$$t = \frac{2v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}, \quad s_2 = v_0 \cos \beta t - \frac{g \sin^2 \alpha t^2}{2}$$

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

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

$$s_2 = \frac{v_0^2 \sin 2\beta - v_0^2 \sin^2 \beta \sin^2 \alpha}{g \cos \alpha} \Rightarrow 0 = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} (\sin 2\beta) -$$

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

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

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



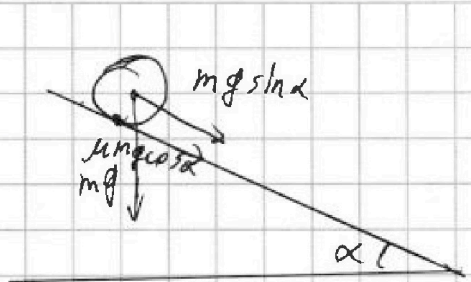
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

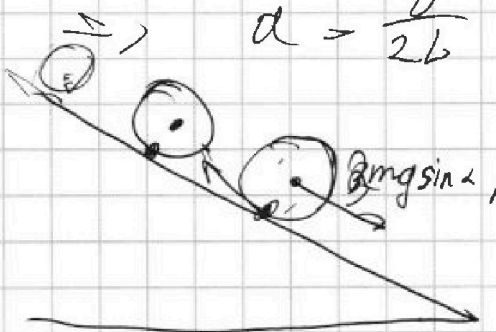
3)



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

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

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



Условие не проскальзывания

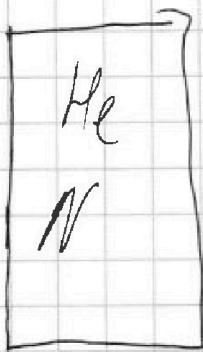


$$F_{\text{тр}} = 3\mu mg \cos \alpha$$



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

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



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

$$\frac{5}{2} \nu R \Delta T_1 = Q. \quad Q = \frac{3}{2} \nu_{\text{He}} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_{\text{N}} R \Delta T_1 = Q_1$$

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

$$Q = A + \Delta U = I \cdot \text{ком.} \cdot n \cdot g$$

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

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

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



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!

$$1) \quad \gamma = \frac{q}{m\gamma} < 0, \quad U, \quad d, \quad \frac{d}{8}, \quad R, \quad V_0 = \text{const}$$

$$\rightarrow E = \frac{U}{d}$$

$$\rightarrow \frac{d}{8} \quad R = \frac{U}{d} \quad \frac{V_0^2}{R} = a_n \cdot \rho \Rightarrow$$

$$m a_n = \frac{U}{d} \gamma m \Rightarrow a_n = \frac{U}{d} \gamma$$

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

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

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

$$\Rightarrow \Delta V_y = a t = \frac{3d}{8a} \sqrt{\frac{6d}{8a}} = \sqrt{\frac{6}{8}} \frac{d}{a}$$

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

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

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

480.
x 112

1560
+ 780
780

8736,0

$$C_{PAT} = R$$

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

$$C_{PN} = \frac{5}{2} V$$



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!

$$C_p = \frac{Q}{\Delta T_2} = \frac{\frac{5}{2} R \cdot v_{He} + \frac{7}{2} R (v - v_{He})}{v} \quad N_1 \cdot v = N \Rightarrow v = \frac{N}{N_1}$$

$$= \frac{5}{2} R \frac{v_{He}}{v} + \frac{7}{2} R - \frac{7}{2} R \frac{v_{He}}{v} =$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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