



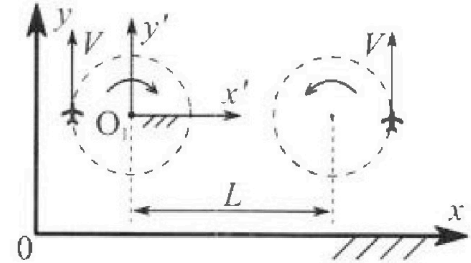
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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/с<sup>2</sup>.

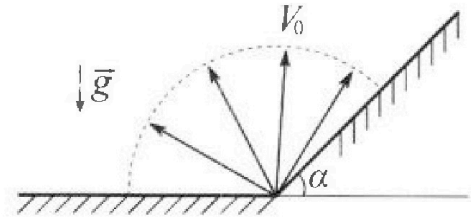


1. Определите отношение  $\frac{P}{mg}$ , здесь  $P$  – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло,  $mg$  – сила тяжести летчика.

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.

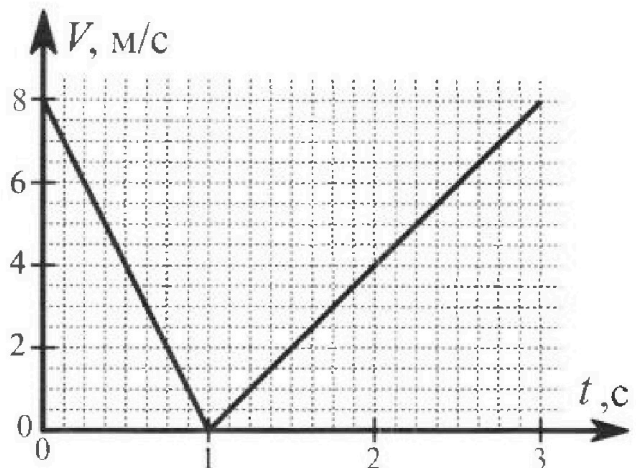
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

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/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



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

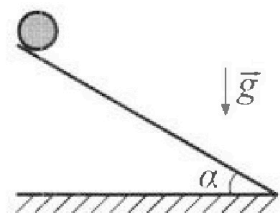
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения  $g=10$  м/с<sup>2</sup>.



1. Найдите  $\sin \alpha$ , здесь  $\alpha$  – 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  $\mu$  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?

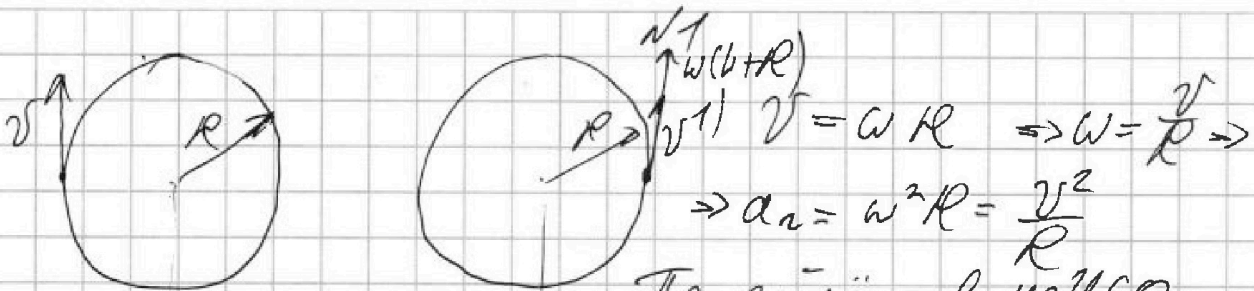
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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

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

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

$$\Rightarrow U = v + w(b+R) = v + \frac{v^2}{R}(b+R) = 70 + \frac{70^2}{700} \cdot 2800 = 70 + \frac{70}{700} \cdot 2800 = 70 + 70 \cdot 4 = 350 \frac{m}{s}$$

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






1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

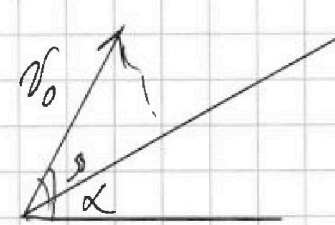
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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



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

2)



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

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

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

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

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

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.

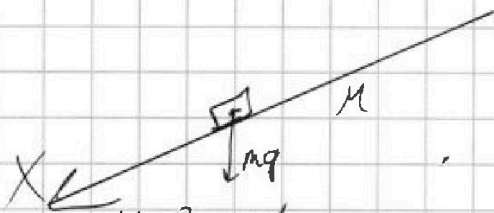
1  2  3  4  5  6  7

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 оси x

$$mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha \Rightarrow a_1 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$$

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

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

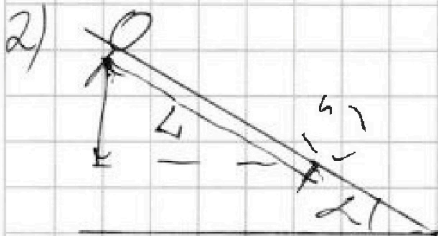
$$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha \Rightarrow a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

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

$$+ a_1 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha \quad | \quad a_1 + a_2 = 2g \sin \alpha \Rightarrow$$

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

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



2) 3C7:

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

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

$$3) L = \frac{at^2}{2} \quad t = \frac{v}{a} \Rightarrow L = \frac{a \frac{v^2}{a^2}}{2} = \frac{v^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{v^2}{2L} = \frac{0,36 \cdot 20}{2 \cdot 0,6} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

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!

Изохор <sup>№4</sup> Запишем начало периодичности 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  $\nu_{He}$  - кол-во вещ-ва гелия,  $\nu_N$  - кол-во вещества азота

Запишем начало периодичности для изобарного процесса:

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

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

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

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

$$7 \Delta T_2 + 5 \frac{\nu_{He}}{\nu_N} \Delta T_2 = 5 \Delta T_1 + 3 \frac{\nu_{He}}{\nu_N} \Delta T_1 \Rightarrow$$

число атомов относительно гелия кол-во вещества

$$\Rightarrow \frac{\nu_{He}}{\nu_N} (5 \Delta T_2 - 3 \Delta T_1) = 5 \Delta T_1 - 7 \Delta T_2$$

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

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

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

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



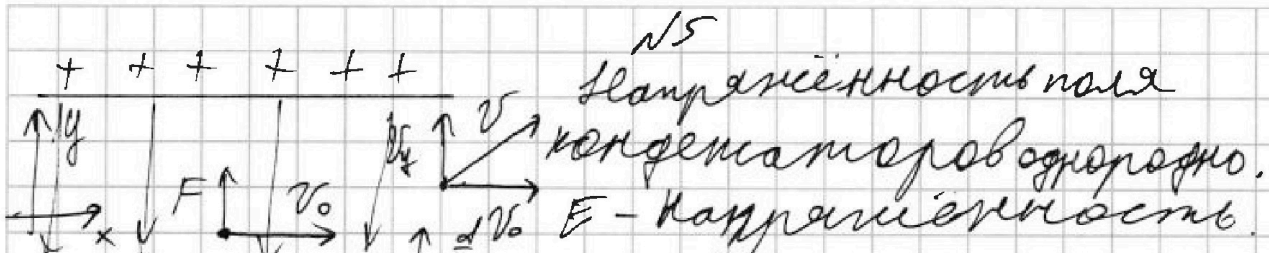


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

II  $\gamma$ -н фактора для частицы:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



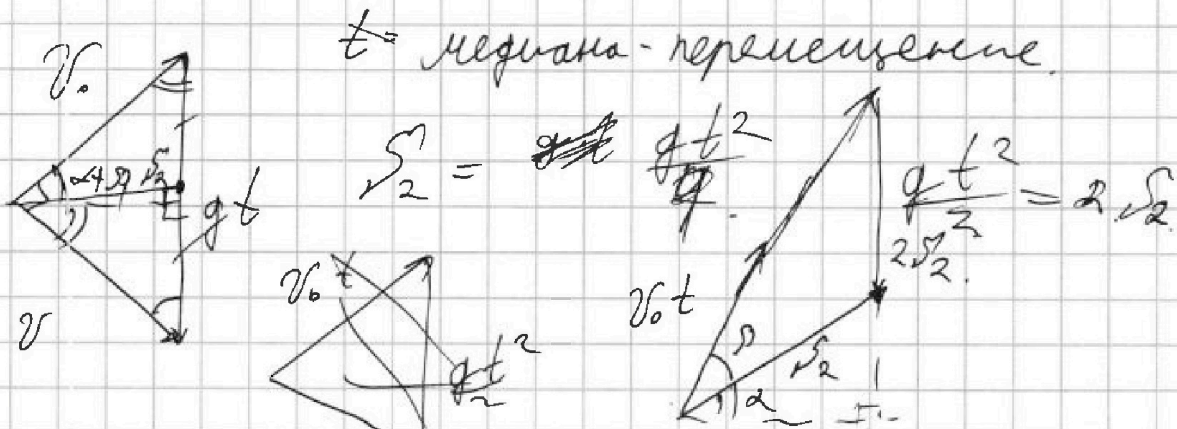


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

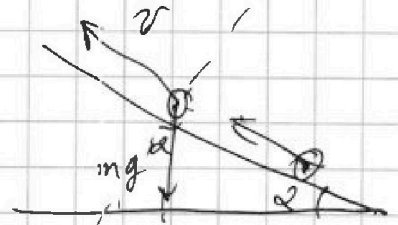


$$4S_2 = gt^2 \quad \times \frac{1}{3} \quad t = \frac{2v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} \quad Q = \frac{5}{2} v_0 R \alpha t + \frac{3}{2} v_0 R \alpha t_1 \times \frac{1}{v_0}$$

$$2S_2 = \frac{gt^2}{2} \quad Q = \frac{7}{2} v_0 R \alpha t_2 + \frac{1}{2} v_0 R \alpha t_2 \times \frac{1}{v_0}$$

$$\sqrt{3} \cdot \frac{5}{2} R \alpha t_1 + \frac{3}{2} \frac{1}{v_0} R \alpha t_1 = \frac{7}{2} R \alpha t_2 + \frac{1}{2} v_0 R \alpha t_2$$

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

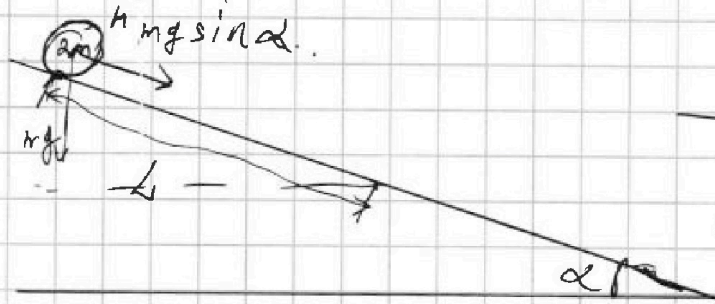


$$F_{np} = mg \cos \alpha \Rightarrow$$

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

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

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



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

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

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

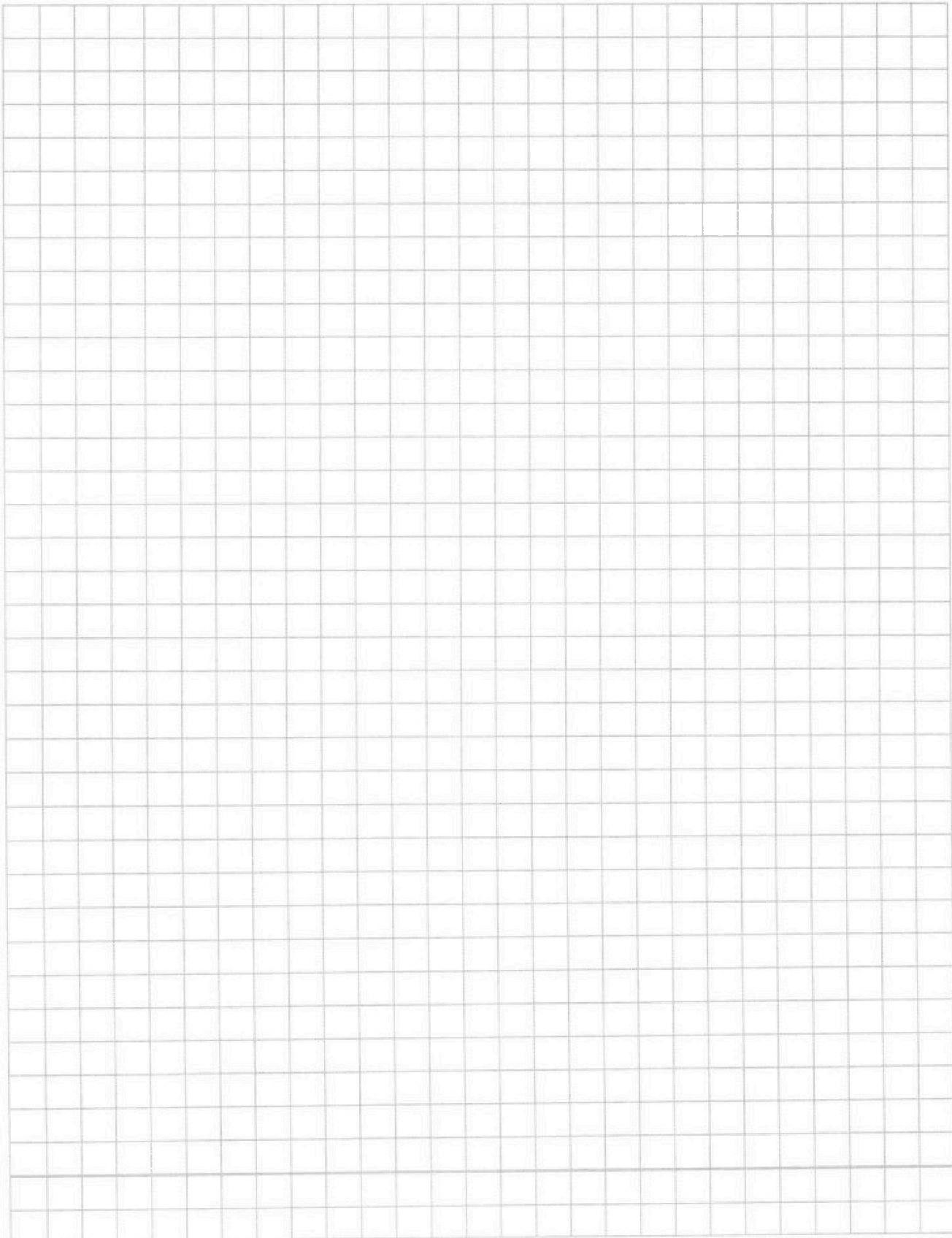


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



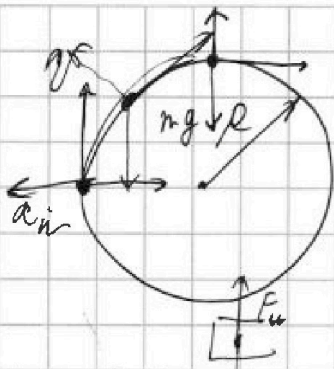


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

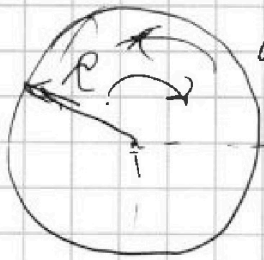


$$\omega = \frac{v}{R} \quad \omega R = v \Rightarrow$$

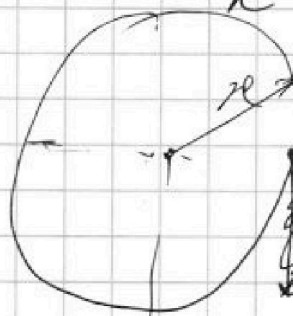
$$\Rightarrow \omega = \frac{v}{R} \Rightarrow a_n = \omega^2 R =$$

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

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  $\vec{v} = \omega(L+R) \Rightarrow$

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

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

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

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



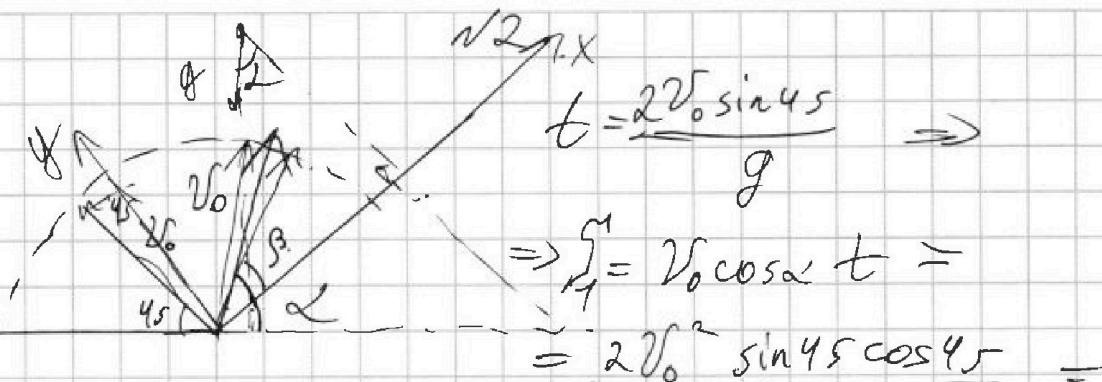


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

Перенесем в ось x и y:

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

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

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

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

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

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

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



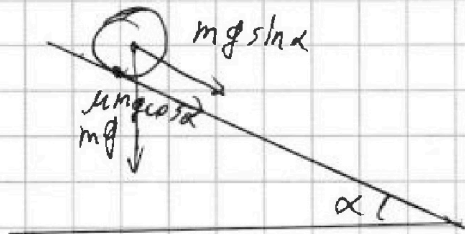
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

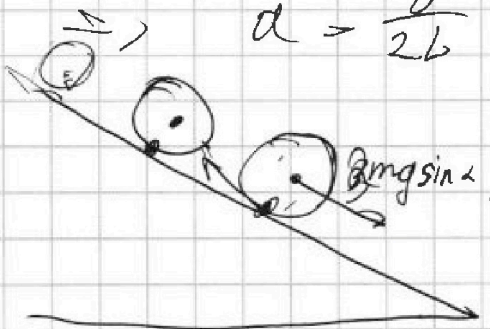
3)



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

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

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



Условие не проскальзывания

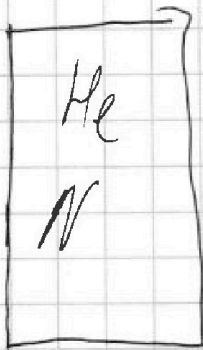


$$F_{fr} = 3 \mu mg \cos \alpha$$



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

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



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

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

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

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

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

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

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





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!

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

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

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

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

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

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

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

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

$$= \sqrt{\frac{6}{8}} \frac{3}{8} \frac{U}{d} \gamma = \sqrt{\frac{6}{8}} \frac{3}{8} U \gamma \Rightarrow V = \sqrt{\Delta V_y^2 + V_0^2} =$$

$$= \sqrt{\frac{9}{4} \frac{U^2 R}{d} + \frac{3}{4} U \gamma} = \sqrt{U \gamma \left( \frac{R}{d} + \frac{3}{4} \right)}$$

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

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

$$C_{\text{PAT}} = R$$

$$C_{\text{PHE}} = \frac{7}{2} R$$

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





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!

$$C_p = \frac{Q}{\Delta T_2} = \frac{\frac{5}{2} R \cdot v_{He} + \frac{7}{2} R (v - v_{He})}{v} = \frac{5R \frac{v_{He}}{v} + \frac{7}{2} R - \frac{7}{2} R \frac{v_{He}}{v}}{1}$$

$N_1 \cdot v = N \Rightarrow v = \frac{N}{N_1}$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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