

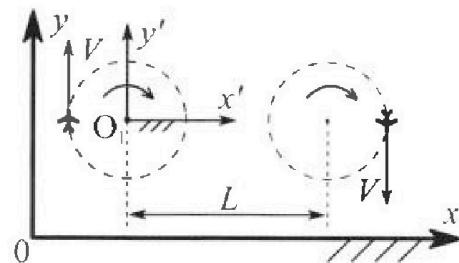
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 10-04

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 $V = 100 \text{ м/с}$ (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолёт, $R=500 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

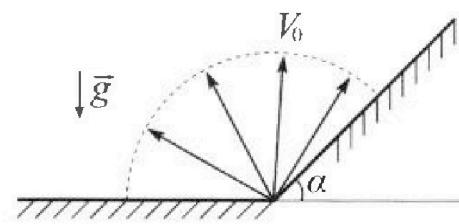
1. Определите отношение $\frac{N}{mg}$, где N – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.



В некоторый момент времени самолеты ока зались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей $L=1,25 \text{ км}$. 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. Продолжительность полета осколка, упавшего на горизонтальную поверхность на максимальном расстоянии от точки разрыва, равна $T = 5 \text{ с}$, максимальное перемещение за время полета осколка, упавшего на склон, равно $S = 100 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. 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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.

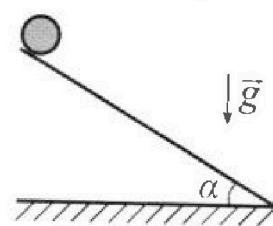
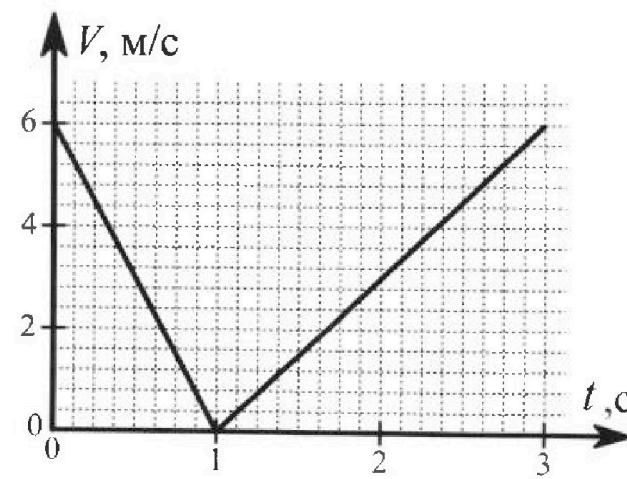
1. Найдите $\sin \alpha$, где α – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды в $n=4$ раза больше массы бочки. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

2. С какой по величине скоростью V движется бочка после перемещения по вертикали на $h=1,5 \text{ м}$?

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 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. В изохорическом процессе от смеси идеальных газов гелия и азота отводят $Q = 2320$ Дж теплоты. Температура смеси уменьшается на $|\Delta T_1| = 58$ К. Если в изобарическом процессе от той же смеси отвести то же самое количество теплоты, то температура смеси уменьшится на $|\Delta T_2| = 40$ К.

1. Найдите работу А 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. Отрицательно заряженная частица движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен до напряжения U , расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется скоростью V_0 параллельно обкладкам на расстоянии $\frac{3}{8}d$ от отрицательно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в малой окрестности рассматриваемой точки равен R .

1. Найдите удельный заряд $\gamma = \frac{q}{m}$ частицы, здесь q —заряд частицы, m —масса частицы.

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?



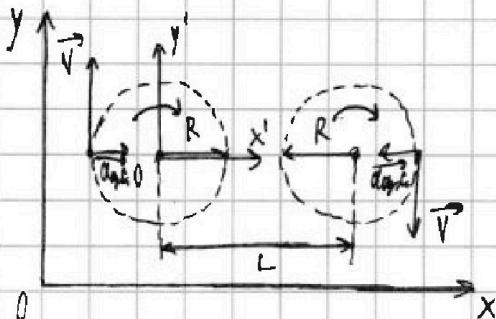
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" 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 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

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!

Задача 1



$$\begin{aligned}V &= 100 \text{ м/c} \\R &= 500 \text{ м} \\g &= 10 \text{ м/с}^2 \\L &= 1,25 \text{ км} = 1250 \text{ м}\end{aligned}$$

m -масса центрика

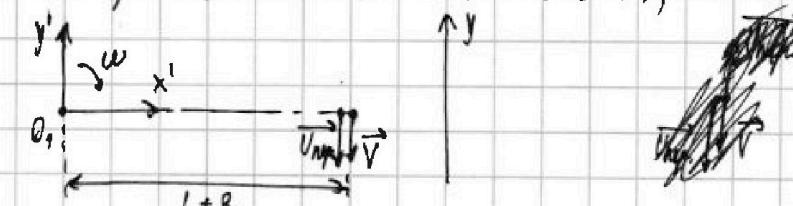
$a_{н.с.}$ - центробежное ускорение, действующее на центрика при движении солидика по окружности.

$a_{н.с.} = \frac{V^2}{R}$
 N' - сила, которой право действует на центрика, то III з. Кинематика
 $N' = N$

Введем ось z , перпендикулярную xOy , N' можно разложить на две компоненты N_z и N_{xoy} (проецируя на Oz) и N_{xoy} (проецируя на xOy). Тогда:

$$\begin{aligned}\text{Известно: } \left\{ \begin{array}{l} N_z = mg \\ N_{xoy} = ma_{н.с.} \end{array} \right. &\Rightarrow N' = \sqrt{N_z^2 + N_{xoy}^2} = \sqrt{(mg)^2 + (ma_{н.с.})^2} = \\&= m \sqrt{g^2 + a_{н.с.}^2} = m \sqrt{g^2 + \left(\frac{V^2}{R}\right)^2} = m \sqrt{g^2 + \frac{V^4}{R^2}} \\ \frac{N}{mg} &= \frac{N'}{mg} = \frac{m \sqrt{g^2 + \frac{V^4}{R^2}}}{mg} = \sqrt{1 + \frac{V^4}{g^2 R^2}} = \sqrt{1 + \frac{100^4}{10^2 \cdot 500^2}} = \sqrt{5}\end{aligned}$$

Условие скольжения фиксирует $x'0_1y' - \omega = \frac{V}{R}$
Согласно 2 указанных движений времени ~~уже~~ находятся на расстоянии $L+R$ от 0_1 , т.е. $V_{\text{пер.}} = \omega(L+R) = V \frac{L+R}{R}$



$$\vec{V} = \vec{V} - \vec{V}_{\text{пер.}} \Rightarrow V = -V + V \frac{L+R}{R} = V \frac{L}{R} = \frac{1250}{500} \cdot 100 = 250 \text{ м/с}$$

значит \vec{V} направлена ~~вокруг~~ Oy' и $V = 250 \text{ м/с}$

Ответ: $\frac{N}{mg} = \sqrt{5}$; \vec{V} направлена ~~вокруг~~ Oy' и $V = 250 \text{ м/с}$
~~в плоск. наклон.~~

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.



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

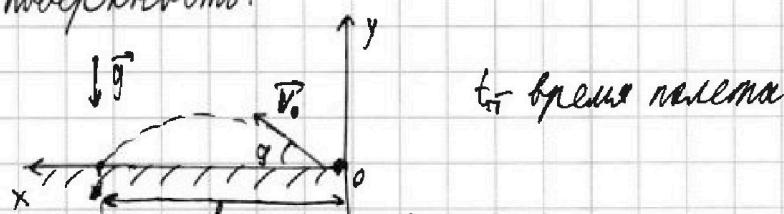
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

Задача 2



Рассмотрим ось x , приложившуюся на приложимую поверхность:



$$y(t) = V_{0,y}t - \frac{gt^2}{2}, \text{ в момент приземления:}$$

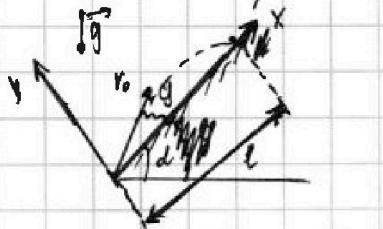
$$y(t_n) = V_{0,y}t_n - \frac{gt_n^2}{2} = 0 \Rightarrow t_n = \frac{2V_{0,y}}{g} = \frac{2V_{0,x}\sin\alpha}{g}$$

$$x(t) = V_{0,x}t, \text{ в момент приземления } l = x(t_n) = V_{0,x}t_n = V_{0,x}\cos\alpha \cdot \frac{2V_{0,x}\sin\alpha}{g} = \frac{V_{0,x}^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$\Rightarrow t_n = T \text{ при } \frac{V_{0,x}^2 \sin 2\alpha}{g} \rightarrow \max, \text{ т.е. } \max \sin 2\alpha \rightarrow \max$$

$$y_{\max} = V_{0,x}^2 \sin 2\alpha \Rightarrow T = \frac{2V_{0,x} \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow V_{0,x} = \frac{Tg}{2 \sin 2\alpha} = \frac{5 \cdot 10}{2 \cdot \sqrt{2}} = \frac{25\sqrt{2}}{4} \text{ (м/с)}$$

Рассмотрим ось x , приложившуюся на сине:



t_n - время падения

$$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - 1$$

$$1 - 2 \sin^2 \alpha$$

$$y(t) = V_{0,y}t - \frac{gt^2}{2}, \text{ в момент приземления:}$$

$$y(t_n) = V_{0,y}t_n - \frac{gt_n^2}{2} = 0 \Rightarrow t_n = \frac{2V_{0,y}}{g} = \frac{2V_{0,x}\sin\alpha}{g \cos\alpha}$$

$$x(t) = V_{0,x}t - \frac{gt^2}{2}, \text{ в момент приземления}$$

$$l = x(t_n) = V_{0,x}t_n - \frac{gt_n^2}{2} = V_{0,x}\cos\alpha \cdot \frac{2V_{0,x}\sin\alpha}{g \cos\alpha} - \frac{g \sin^2 \alpha \cdot \left(\frac{2V_{0,x}\sin\alpha}{g \cos\alpha}\right)^2}{2} =$$

$$= \frac{V_{0,x}^2 \sin 2\alpha}{g \cos\alpha} - \frac{V_{0,x}^2 (1 - \cos 2\alpha)}{g \cos\alpha} \cdot \frac{\tan\alpha}{2} = \frac{V_{0,x}^2}{g \cos\alpha} \cdot (\sin 2\alpha + \tan\alpha \cos 2\alpha) - \frac{V_{0,x}^2 \tan\alpha}{g \cos\alpha} =$$

$$= \frac{V_{0,x}^2 \sqrt{1 + \tan^2 \alpha}}{g \cos\alpha} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 \alpha}} \sin 2\alpha + \frac{\tan\alpha}{\sqrt{1 + \tan^2 \alpha}} \cos 2\alpha \right) - \frac{V_{0,x}^2 \tan\alpha}{g \cos\alpha} =$$



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 2

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!

Задача 2 (продолжение)

$$= \frac{V_0^2}{g \cos^2 \alpha} (\cos \alpha \sin(2\gamma) + \sin \alpha \cos 2\gamma) - \frac{V_0^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} =$$

$$= \frac{V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \cdot \sin(\alpha + 2\gamma) - \frac{V_0^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} *$$

$\alpha = 30^\circ$ при $\frac{V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \cdot \sin(\alpha + 2\gamma) - \frac{V_0^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} \rightarrow \max$, т.е. при $\sin(\alpha + 2\gamma) \rightarrow \max$

$$y_{\max} = \frac{g \cos^2 \alpha}{2} \Rightarrow \beta = \frac{V_0^2}{g \cos^2 \alpha} - \sin(\alpha + 2\gamma_{\max}) - \frac{V_0^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} = \frac{V_0^2}{g \cos^2 \alpha} - \frac{V_0^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha}$$

$$= \frac{V_0^2}{g} \cdot \frac{1 - \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{V_0^2}{g} \cdot \frac{1 - \sin 30^\circ}{1 - \sin^2 30^\circ} = \frac{V_0^2}{g} \cdot \frac{1}{1 + \sin \alpha} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{V_0^2}{g S} - 1 \Rightarrow \alpha = \arcsin\left(\frac{V_0^2}{g S} - 1\right) = \arcsin\left(\frac{(15\sqrt{2})^2}{10 \cdot 100} - 1\right) =$$

$$= \arcsin \frac{1}{4}$$

Ответ: $V_0 = 25\sqrt{2}$ (м/с); $\alpha = \arcsin \frac{1}{4}$

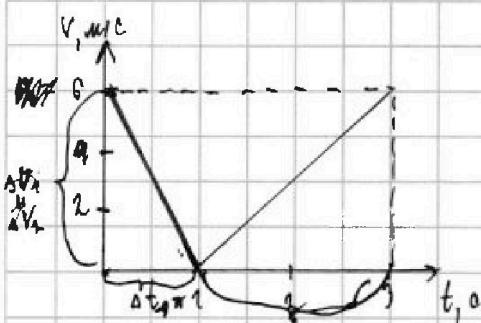


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

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!

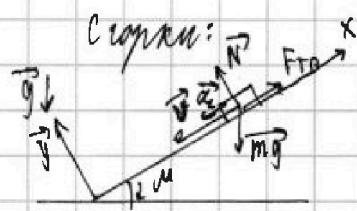
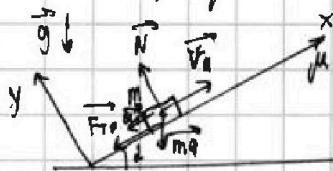


Задача 3

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

Заметим, что вначале модуль скорости убывает, затем, напротив, возрастает. Значит, движение шайбы состоялось в горку, а после с горки.

Видим:



По II з. Кинематика в проекциях на Oy
~~mg~~ - $m g \cos \angle + N = 0 \Rightarrow N = m g \cos \angle$

$$F_{TP} = \mu N = \mu m g \cos \angle$$

По II з. Кинематика в проекциях на Ox

$$-F_{TD} = m g \sin \angle = -m a_1$$

$$a_1 = g (\sin \angle + \mu \cos \angle)$$

По II з. Кинематика в проекциях на y:
~~mg~~ - $m g \cos \angle + N = 0 \Rightarrow N = m g \cos \angle$

$$F_{TD} = \mu N = \mu m g \cos \angle$$

По II з. Кинематика в проекциях на x:

~~F_TD + m~~

$$F_{TD} - m g \sin \angle = -m a_2$$

$$a_2 = g (\sin \angle - \mu \cos \angle)$$

На графике a_1 и a_2 - модули к-тв наклона первого и второго участка соответственны.

$$a_1 = \left| \frac{\Delta V_1}{\Delta t_1} \right| = \frac{6}{1} = 6 \text{ м/с}^2$$

$$a_2 = \left| \frac{\Delta V_2}{\Delta t_2} \right| = \frac{6}{2} = 3 \text{ м/с}^2$$

~~a1+a2=9~~

$$a_1 + a_2 = 2 g \sin \angle \Rightarrow 2 g \sin \angle = \frac{a_1 + a_2}{2 g} = \frac{6+3}{2 \cdot 10} = \frac{9}{20}$$



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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

Задача 3 (продолжение)



Если блок катится без проскальзывания:

$$F_{T\mu} \rightarrow \cancel{m g \sin \alpha} F_m \sin \alpha$$

$$\mu m g \cos \alpha \rightarrow m g \sin \alpha$$

$$\mu > \tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = \frac{\frac{9}{20}}{\sqrt{1 - \frac{81}{400}}} = \cancel{\frac{9}{20}} \frac{1}{\sqrt{\frac{29}{40}}} = \cancel{\frac{9}{20}} \frac{2}{\sqrt{29}}$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = \frac{9}{20}; \quad \mu > \frac{1}{\sqrt{29}}$$

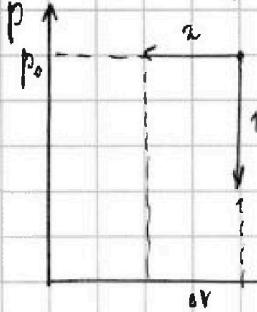
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!

Задача 4
Смесь U_{He} и U_{N_2}



$$\Delta Q = -2320 \text{ J/mc}$$

$$|\Delta T_1| = 58 \text{ K}$$

$$|\Delta T_2| = 40 \text{ K}$$

Карнотический процесс (1):

$$\begin{aligned} \Delta Q = A_{T_1} + \Delta U_1 &= \Delta U_1 = \Delta U_{\text{He},1} + \Delta U_{\text{N}_2,1} = -\frac{3}{2} \text{U}_{\text{He}} R |\Delta T_1| + \left(1 - \frac{5}{2}\right) \text{U}_{\text{N}_2} R |\Delta T_1| = \\ &= \left(-\frac{3}{2} \text{U}_{\text{He}} R - \frac{5}{2} \text{U}_{\text{N}_2} R\right) |\Delta T_1| \end{aligned}$$

Карнотический процесс (2):

$$\begin{aligned} \Delta Q = A_{T_2} + \Delta U_2 &= A_{T_2} + \Delta U_{\text{He},2} + \Delta U_{\text{N}_2,2} = A_{T_2} + \left(-\frac{3}{2} \text{U}_{\text{He}} R |\Delta T_2|\right) + \left(-\frac{5}{2} \text{U}_{\text{N}_2} R |\Delta T_2|\right) = \\ &= A_{T_2} + \left(-\frac{3}{2} \text{U}_{\text{He}} R - \frac{5}{2} \text{U}_{\text{N}_2} R\right) |\Delta T_2| = A_{T_2} + \Delta Q \left| \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right| \Rightarrow \end{aligned}$$

$$\Rightarrow A_{T_2} = \Delta Q \left(1 - \left| \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right|\right) = -2320 \left(1 - \frac{40}{58}\right) = -720 \text{ (J/mc)}$$

Работа A внешних сил над газом: $A = -A_{T_2} = 720 \text{ (J/mc)}$

$$C_p \Delta T_2 = \Delta Q \Rightarrow C_p = \frac{\Delta Q}{\Delta T_2} = \frac{-2320}{-40} = 58 \text{ (J/mc/K)}$$

$$\left\{ \Delta Q = \left(-\frac{3}{2} \text{U}_{\text{He}} - \frac{5}{2} \text{U}_{\text{N}_2}\right) R |\Delta T_1| \right.$$

$$\left. \left\{ A_{T_2} = p_0 \Delta V = \underbrace{(p_{\text{He}} + p_{\text{N}_2})}_{\text{no 3. закон газов}} \Delta V = p_{\text{He}} \Delta V + p_{\text{N}_2} \Delta V = -\text{U}_{\text{He}} R |\Delta T_2| + \text{U}_{\text{N}_2} R |\Delta T_2| = -(\text{U}_{\text{He}} + \text{U}_{\text{N}_2}) R |\Delta T_2| \right. \right\}$$

no 3. Закон газов

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta Q = \left(-\frac{3}{2} \left(-\frac{A_{T_2}}{R |\Delta T_2|} - \text{U}_{\text{N}_2}\right) - \frac{5}{2} \text{U}_{\text{N}_2}\right) R |\Delta T_2| \\ \text{U}_{\text{He}} = -\frac{A_{T_2}}{R |\Delta T_2|} + \text{U}_{\text{N}_2} \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{U}_{\text{N}_2} = \frac{3 A_{T_2}}{2 R |\Delta T_2|} - \frac{\Delta Q}{R |\Delta T_2|} \\ \text{U}_{\text{He}} = \frac{\Delta Q}{R |\Delta T_2|} - \frac{5 A_{T_2}}{2 R |\Delta T_2|} \end{array} \right.$$

$$\begin{aligned} \frac{N_1}{N_2} &= \frac{\text{U}_{\text{He}}}{\text{U}_{\text{N}_2}} = \frac{\frac{\Delta Q}{R |\Delta T_2|} - \frac{5 A_{T_2}}{2 R |\Delta T_2|}}{\frac{3 A_{T_2}}{2 R |\Delta T_2|} - \frac{\Delta Q}{R |\Delta T_2|}} = \frac{\Delta Q |\Delta T_2| - 5 A_{T_2} |\Delta T_2|}{\frac{3}{2} A_{T_2} |\Delta T_2| - \Delta Q |\Delta T_2|} = \end{aligned}$$

$$= \frac{-2320 \cdot 40 - 5 (-720) \cdot 58}{\frac{3}{2} (-720) \cdot 58 + 2320 \cdot 40} = \frac{5}{73}$$

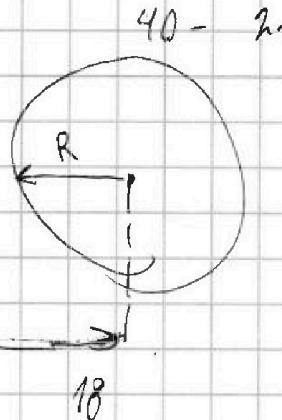
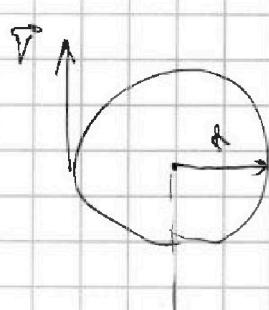
Ответ: $A = 720 \text{ (J/mc)}$; $C_p = 58 \text{ (J/mc/K)}$; $\frac{N_1}{N_2} = \frac{5}{73}$

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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

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!



5
13

12

$$\frac{25^2 \cdot 2}{10 \cdot 900} =$$

$$= \frac{5 \cdot 2}{2 \cdot 4} = \frac{5}{4}$$

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

$$A_r = \rho v_{\text{нек}}^2 RT + v_{\text{нек}} RT$$

$$v_a = v_{\text{нек}} + v_{\text{нек}}$$

$$\left(\frac{m}{c^2}\right) M^2 = m$$

$$v_{\text{нек}} = v_a - \frac{v_{\text{нек}}}{\sin \gamma}$$

$$\frac{v}{R}$$

$$\frac{2v_0^2 g \sin \gamma \cos \gamma + 4v_0^2}{g \cos^2 \gamma}$$

v₀

$$\frac{2v_0 \sin \gamma}{g \cos^2 \gamma}$$

$$1 + \frac{100}{5^2}$$

$$T = -\frac{5}{2} + \frac{3}{2} = -1$$

$$v_{\frac{x}{y}} = v_{0x}, y$$

$$-v_{Nx} = \frac{\Delta Q}{R \Delta T} - \frac{3 A_{Fx}}{2 R \Delta T d}$$

$$\frac{100 \cdot 4000000}{25000000} = 4$$

$$T = \frac{2v_0}{g} = \frac{2v_0 \sin \gamma}{g} = \frac{2v_0}{g}$$

$$y = v_{0x} t \pi - \frac{g x^2}{2} = v_{0x} \cos \gamma - g \sin \gamma \frac{v_{0x}^2 + \sin^2 \gamma}{2}$$

$$v_{0x} \cos \gamma - \frac{4v_0^2 \sin^2 \gamma \tan \gamma}{g \cos^2 \gamma} = v_{0x} \left(g \cos \gamma \cos \gamma - 4v_0^2 \right)$$

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.



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

$$s = v_0 x t - \frac{g x t^2}{2} = v_0 \cos \varphi \cdot \frac{2 v_0 \sin \varphi + g \sin \varphi}{g \cos^2 \varphi} \cdot \left(\frac{2 v_0 \sin \varphi}{g \cos^2 \varphi} \right)^2 =$$

$$= \frac{2 v_0^2 \sin^2 \varphi \cos^2 \varphi}{g \cos^2 \varphi} + \frac{4 v_0^2 \sin^2 \varphi - g \sin^2 \varphi}{2 g^2 \cos^4 \varphi} =$$

$$= \frac{2 v_0^2 \sin^2 \varphi \cos^2 \varphi}{g \cos^2 \varphi} + \frac{2 v_0^2 (1 - \cos^2 \varphi) \tan^2 \varphi}{g \cos^2 \varphi} =$$

$$\frac{v_0^2}{g \cos^2 \varphi} (\sin^2 \varphi - \tan^2 \varphi) = 100 = \frac{25^2}{10} \cdot \frac{1}{1 - \frac{3}{8}} =$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta =$$

$$\cos \alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \beta = 1 - 2 \sin^2 \beta \quad \frac{25^2}{10} \cdot \frac{8}{5}$$

$$\left(-\frac{40}{R} - v_{Nz} \right) = -\frac{40}{R} \quad \sin^2 \beta = 1 - 0.082 \approx 0.917 \quad 25.25 \approx 25.4$$

$$-\frac{24}{R} + \frac{40}{R} = \frac{16}{R}$$

$$\sqrt{1 + \frac{1}{b^2}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{c^2}{b^2}}} = \frac{b}{c} = \cos \theta = -\frac{40}{R} + \frac{36}{R} = -\frac{4}{R} \quad -23.29 \quad \frac{58}{53}$$

$$-\frac{3}{2} \left(\frac{40}{R} \right)$$

$$100 = \frac{25^2}{10} \cdot \quad 820 \quad s + \sin \alpha = \frac{v_0^2}{g}$$

$$\frac{40}{R} - v_{Nx} \quad \frac{3}{4} \frac{A T_2}{R(A T_2)} - v_{Nx} = \frac{0.2}{R \cdot 0.1} \sin \alpha = \frac{\frac{v_0^2}{g} - s}{s}$$

$$\frac{1000}{25^2} = \frac{40}{25} = \frac{8}{5} \quad 24-$$

$$\frac{(25 \cdot 5)^2}{10} = 125 \quad -\frac{24}{R} + \frac{40}{R} + \frac{-40 + \frac{2 \cdot 420}{4}}{R}$$



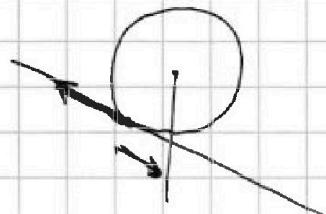
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

 1 2 3 4 5 6 7СТРАНИЦА
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!

$$\frac{\frac{3}{2} \cdot \frac{1}{2} M_{H_2} R}{f T_1} = C_{PH_2}$$

$$\frac{\frac{5}{2} \cdot \frac{1}{2} M_{N_2} R}{T_1} = C_{PN_2}$$



$$\frac{1}{3} k m_n \bar{v}^2$$

$$-\frac{3}{2} \cdot \frac{1}{R} - \frac{5}{2} \cdot \frac{16}{R} = -\frac{40}{R}$$

$$-\frac{3}{R} - \frac{40}{R}$$

$$\frac{-40 + \frac{5}{2} \cdot 18}{-\frac{3}{2} \cdot 18 + 40} =$$

$$\therefore Q = \left(-\frac{3}{2}x - \frac{5}{2}y \right) t$$

$$\frac{23 \cdot 20}{58} = 40 = \frac{3}{2}x + \frac{5}{2}y = \frac{5}{13}$$

$$10 = \frac{3}{2}x + y \quad \sin L = t$$

в.

$$x = 18 - y$$

IR

$$400 - 36$$

$$364$$

$$\frac{3}{2}(18 - y) + \frac{5}{2}y = 40$$

$$-\frac{3}{2} \cdot 5 - \frac{5}{2} \cdot 13 \quad 27 + y = 40 \quad \frac{9}{1}$$

$$18$$

$$18$$

$$144$$

$$184$$

$$\frac{-15 - 65}{2} = -40$$

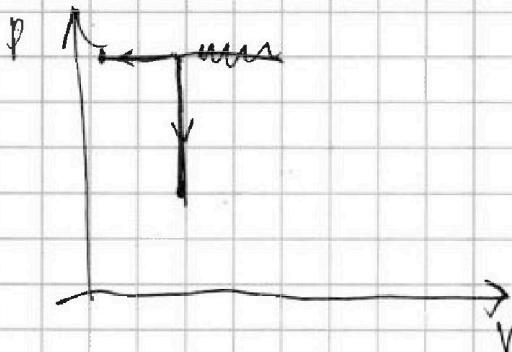
$$y = 13 \quad x = 5$$

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.

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



$$Q = Q_F + Q_A = \Delta V_F + \Delta V_A = \frac{3}{2} \nu_0 \Delta P V_0 + \frac{5}{2} \nu_0 P V_0 = 4 \nu_0 P V_0$$

$$= \frac{3}{2} \nu_F R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_A R \Delta T_2$$

$$Q = \cancel{\nu_0 P_0 V} + \frac{3}{2} \nu_F R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_A R \Delta T_2$$

$$\nu_{0x} \cos \alpha t = \frac{v_0^2}{g} \cdot \sin(2\alpha) \Rightarrow \frac{25^2}{19} = \frac{125}{2}$$

$$\nu_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = 0 \quad t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$\dot{J}_{He} = -\frac{1}{3} \left(\frac{\partial Q}{R \Delta T_1} + \frac{5}{2} \nu_{He} \right) \quad 5 \text{ atm} \quad \begin{array}{r} 2320 \\ 232 \end{array} \left| \begin{array}{r} 58 \\ 40 \end{array} \right.$$

$$\dot{J}_{He} = -\frac{2 \Delta Q}{R \Delta T_1} - \frac{5}{3} \dot{J}_{He} \quad 40 \cdot 18 = 720$$

$$\frac{2 \cdot 2320}{8139 \cdot 55} \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1} \quad \text{cm}^3 \text{ s}^{-1}$$

$$\frac{80}{8139} - \frac{5}{3} \dot{J}_{He} \quad C = \frac{Q}{m \cdot t}$$

$$\dot{J}_{He} = \frac{2}{5}$$

$$\frac{\Delta Q}{(\Delta T_1) R} = -\frac{3}{2} \dot{J}_{He} - \frac{5}{2} \dot{J}_{He}$$