



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

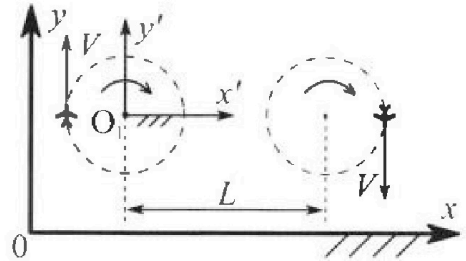
## Вариант 10-04



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  $V = 100$  м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолет,  $R=500$  м. Ускорение свободного падения  $g=10$  м/с<sup>2</sup>.

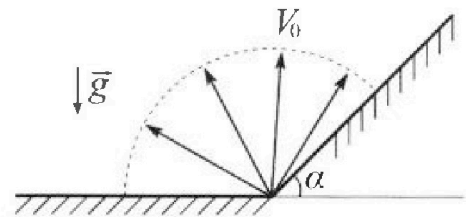
1. Определите отношение  $\frac{N}{mg}$ , здесь  $N$  – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло,  $mg$  – сила тяжести летчика.



В некоторый момент времени самолеты окажутся на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей  $L=1,25$  км. Вектор скорости каждого самолета показан на рис.

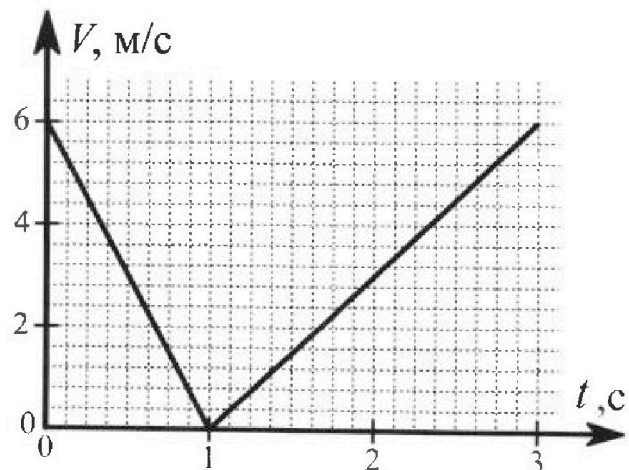
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

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  $T = 5$  с, максимальное перемещение за время полета осколка, упавшего на склон, равно  $S = 100$  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.

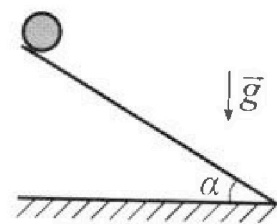
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения  $g = 10$  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  $n=4$  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  $h=1,5$  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 10-04



*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  $A$  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. Отрицательно заряженная частица движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен до напряжения  $U$ , расстояние между обкладками  $d$ . В некоторый момент частица движется со 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?

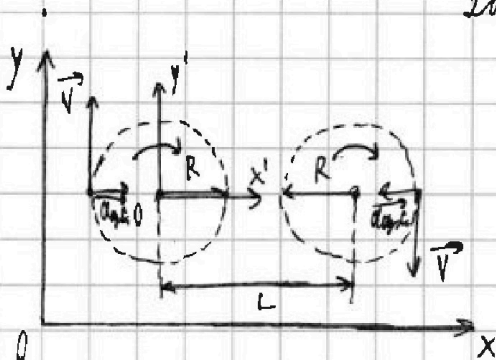


1  2  3  4  5  6  7

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!

### Задача 1



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

$m$  - масса шарика

$a_{ц.с.}$  - центростремительное ускорение, действующее на шарики при движении самолета по окружности.

$$a_{ц.с.} = \frac{V^2}{R}$$

$N'$  - сила, с которой шарик действует на шарики, по III закону Ньютона

$$N' = N$$

Введем ось  $z$ , перпендикулярную  $xOy$ ,  $N'$  можно разложить на две компоненты -  $N'_z$  (проекция на  $Oz$ ) и  $N'_{xOy}$  (проекция на  $xOy$ ).

Тогда:

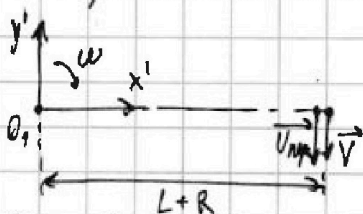
$$\begin{cases} N'_z = mg \\ N'_{xOy} = ma_{ц.с.} \end{cases} \Rightarrow N' = \sqrt{N'_z{}^2 + N'_{xOy}{}^2} = \sqrt{(mg)^2 + (ma_{ц.с.})^2} =$$

$$= m \sqrt{g^2 + a_{ц.с.}^2} = m \sqrt{g^2 + \left(\frac{V^2}{R}\right)^2} = m \sqrt{g^2 + \frac{V^4}{R^2}}$$

$$\frac{N}{mg} = \frac{N'}{mg} = \frac{m \sqrt{g^2 + \frac{V^4}{R^2}}}{mg} = \sqrt{1 + \frac{V^4}{g^2 R^2}} = \sqrt{1 + \frac{100^4}{10^2 \cdot 500^2}} = \sqrt{5}$$

Угловая скорость вращения  $CO x'Oy'$  -  $\omega = \frac{V}{R}$

Самолет в указанном момент времени находится на расстоянии  $L+R$  от  $O_1$ , т.е.  $v_{пер.} = \omega(L+R) = V \frac{L+R}{R}$



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

Значит  $\vec{U}$  направлена вдоль  $Oy'$  и  $V = 250 \text{ м/с}$   
в положительном направлении.

Ответ:  $\frac{N}{mg} = \sqrt{5}$ ;  $\vec{U}$  направлена вдоль  $Oy'$  и  $V = 250 \text{ м/с}$   
в положительном направлении.

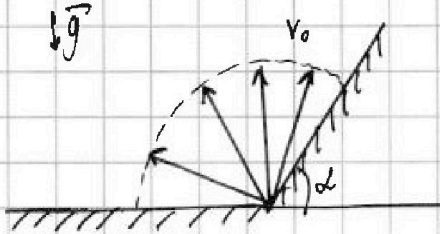


1  2  3  4  5  6  7

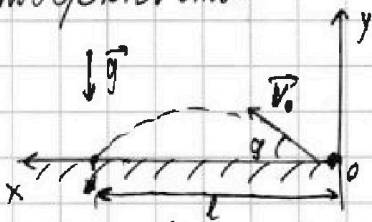
СТРАНИЦА  
1 из 2

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



Рассмотрим вектор, приземлившийся на горизонтальную поверхность:



$t_n$  - время полета

~~$y(t) = v_{0,y}t - \frac{gt^2}{2}$~~ ,  $l$  - момент приземления:

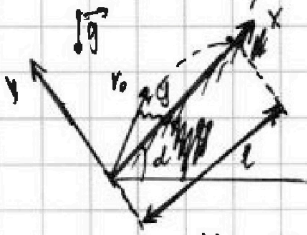
$$y(t_n) = v_{0,y}t_n - \frac{gt_n^2}{2} = 0 \Rightarrow t_n = \frac{2v_{0,y}}{g} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$x(t) = v_{0,x}t, \text{ в момент приземления } l = x(t_n) = v_{0,x}t_n = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$\Rightarrow t_n = T$  при  $\frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} \rightarrow \max$ , т.е. при  $\sin 2\alpha \rightarrow \max$

$\alpha_{\max} = 45^\circ \Rightarrow T = \frac{2v_0 \sin \alpha_{\max}}{g} \Rightarrow v_0 = \frac{Tg}{2 \sin \alpha_{\max}} = \frac{5 \cdot 10}{2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{25\sqrt{2}}{1} \text{ (м/с)}$

Рассмотрим вектор, приземлившийся на склоне:



$t_n$  - время полета

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

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

$y(t) = v_{0,y}t - \frac{gt^2}{2}$ ,  $l$  - момент приземления:

$$y(t_n) = v_{0,y}t_n - \frac{gt_n^2}{2} = 0 \Rightarrow t_n = \frac{2v_{0,y}}{g} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha}$$

$x(t) = v_{0,x}t - \frac{gt^2}{2}$ ,  $l$  - момент приземления

$$l = x(t_n) = v_{0,x}t_n - \frac{gt_n^2}{2} = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2v_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin^2 \alpha \cdot \left(\frac{2v_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha}\right)^2}{2} =$$

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

$$= \frac{v_0^2 \sqrt{1+\tan^2 \alpha}}{g \cos \alpha} \left( \frac{1}{\sqrt{1+\tan^2 \alpha}} \sin 2\alpha + \frac{\tan \alpha}{\sqrt{1+\tan^2 \alpha}} \cos 2\alpha \right) - \frac{v_0^2 \tan \alpha}{g \cos \alpha} =$$

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  
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 2 (магдаленка)

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

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

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

$$y_{\max} = \frac{90^\circ - \alpha}{2} \Rightarrow S = \frac{V_0^2}{g \cos^2 \alpha} - \sin(\alpha + 2y_{\max}) - \frac{V_0^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} = \frac{V_0^2}{g \cos^2 \alpha} - \frac{V_0^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} =$$

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

$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{V_0^2}{gS} - 1 \Rightarrow \alpha = \arcsin\left(\frac{V_0^2}{gS} - 1\right) = \arcsin\left(\frac{(25\sqrt{2})^2}{10 \cdot 100} - 1\right) =$$

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

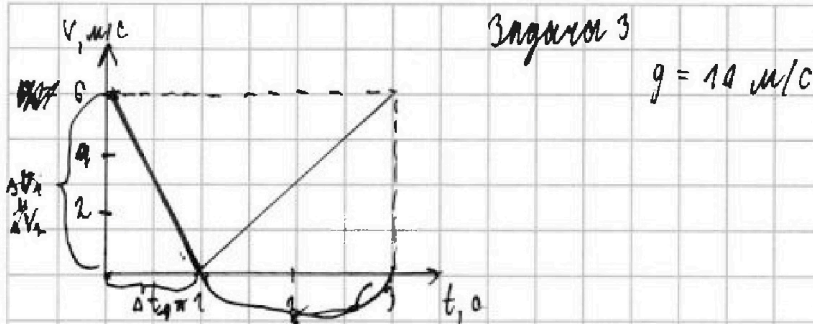
Ответ:  $V_0 = 25\sqrt{2} \text{ (м/с)}$ ;  $\alpha = \arcsin \frac{1}{4}$



1  2  3  4  5  6  7

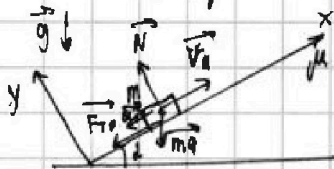
СТРАНИЦА  
1 из 2

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!



Заметим, что вначале модуль скорости убывает, затем, наоборот, возрастает. Значит до момента остановки шарик двигался в горку, а после с горки.

В горку:



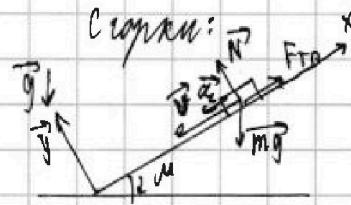
По II з. Ньютона в проекции на Oy  
 $-mg \cos \alpha + N = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha$

$$F_{тр} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

По II з. Ньютона в проекции на Ox

$$-F_{тр} - mg \sin \alpha = -ma_1$$

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



По II з. Ньютона в проекции на Oy:  
 $-mg \cos \alpha + N = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha$

$$F_{тр} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

По II з. Ньютона в проекции на Ox:

~~$$F_{тр} - mg \sin \alpha = -ma_2$$~~

$$F_{тр} - mg \sin \alpha = -ma_2$$

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

На графике  $a_1$  и  $a_2$  - модули к-тов наклона первого и второго участка соответственно.

$$a_1 = \left| \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} \right| = \frac{6}{1} = 6 \text{ (м/с}^2\text{)}$$

$$a_2 = \left| \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2} \right| = \frac{6}{2} = 3 \text{ (м/с}^2\text{)}$$

~~$$a_1 + a_2 = 2g \sin \alpha$$~~

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

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

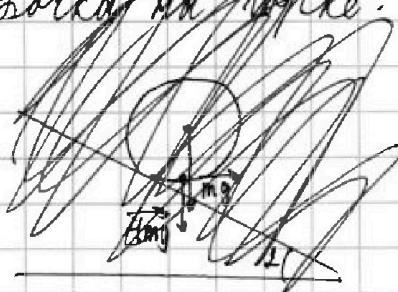
СТРАНИЦА

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)

Бочка на парк:



Если бочка катится без проскальзывания:

$$F_{тр.в} > \cancel{mg \sin \alpha} F_{тр.в} \sin \alpha$$

$$\mu mg \cos \alpha > mg \sin \alpha$$

$$\mu > \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = \frac{\frac{9}{20}}{\sqrt{1 - \frac{81}{400}}} = \frac{1}{2}$$

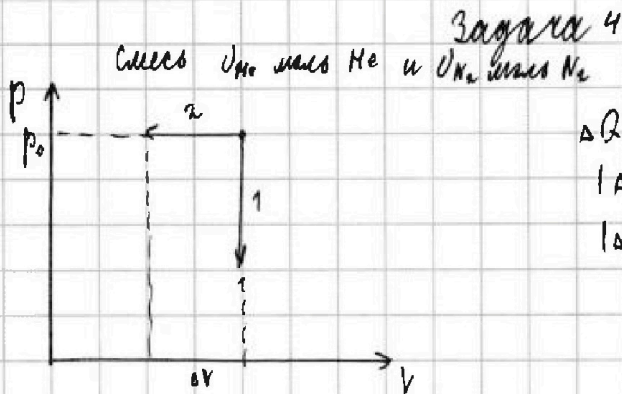
Ответ:  $\sin \alpha = \frac{9}{20}$ ;  $\mu > \frac{1}{2}$  ~~\_\_\_\_\_~~



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!



$$\Delta Q = -2320 \text{ Дж}$$

$$|\Delta T_1| = 58 \text{ К}$$

$$|\Delta T_2| = 40 \text{ К}$$

Изотермический процесс (1):

$$\Delta Q = A_{Г_1} + \Delta U_1 = \Delta U_1 = \Delta U_{He1} + \Delta U_{N_21} = -\frac{3}{2} \nu_{He} R |\Delta T_1| + \left(-\frac{5}{2} \nu_{N_2} R |\Delta T_1|\right) =$$

$$= \left(-\frac{3}{2} \nu_{He} R - \frac{5}{2} \nu_{N_2} R\right) |\Delta T_1|$$

Изобарический процесс (2):

$$\Delta Q = A_{Г_2} + \Delta U_2 = A_{Г_2} + \Delta U_{He2} + \Delta U_{N_22} = A_{Г_2} + \left(-\frac{3}{2} \nu_{He} R |\Delta T_2|\right) + \left(-\frac{5}{2} \nu_{N_2} R |\Delta T_2|\right) =$$

$$= A_{Г_2} + \left(-\frac{3}{2} \nu_{He} R - \frac{5}{2} \nu_{N_2} R\right) |\Delta T_2| = A_{Г_2} + \Delta Q \left(\frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A_{Г_2} = \Delta Q \left(1 - \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|}\right) = -2320 \left(1 - \frac{40}{58}\right) = -720 \text{ (Дж)}$$

Работа  $A$  внешней силы над газом:  $A = -A_{Г_2} = 720 \text{ (Дж)}$

$$C_p \Delta T_2 = \Delta Q \Rightarrow C_p = \frac{\Delta Q}{\Delta T_2} = \frac{-2320}{-40} = 58 \text{ (Дж/К)}$$

$$\Delta Q = \left(-\frac{3}{2} \nu_{He} - \frac{5}{2} \nu_{N_2}\right) R |\Delta T_1|$$

$$A_{Г_2} = p_0 \Delta V = (p_{He} + p_{N_2}) \Delta V = p_{He} \Delta V + p_{N_2} \Delta V = -\nu_{He} R |\Delta T_1| - \nu_{N_2} R |\Delta T_1| = -(\nu_{He} + \nu_{N_2}) R |\Delta T_1|$$

по 3. Дальтона

$$\begin{cases} \Delta Q = \left(-\frac{3}{2} \left(-\frac{A_{Г_2}}{R |\Delta T_1|} - \nu_{N_2}\right) - \frac{5}{2} \nu_{N_2}\right) R |\Delta T_1| \\ \nu_{He} = -\frac{A_{Г_2}}{R |\Delta T_1|} - \nu_{N_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \nu_{N_2} = \frac{3 A_{Г_2}}{2 R |\Delta T_1|} - \frac{\Delta Q}{R |\Delta T_1|} \\ \nu_{He} = \frac{\Delta Q}{R |\Delta T_1|} - \frac{5 A_{Г_2}}{2 R |\Delta T_1|} \end{cases}$$

$$\frac{\nu_{He}}{\nu_{N_2}} = \frac{\nu_{He}}{\nu_{N_2}} = \frac{\frac{\Delta Q}{R |\Delta T_1|} - \frac{5 A_{Г_2}}{2 R |\Delta T_1|}}{\frac{3 A_{Г_2}}{2 R |\Delta T_1|} - \frac{\Delta Q}{R |\Delta T_1|}} = \frac{\Delta Q |\Delta T_1| - 5 A_{Г_2} |\Delta T_1|}{\frac{3}{2} A_{Г_2} |\Delta T_1| - \Delta Q |\Delta T_1|} =$$

$$= \frac{-2320 \cdot 40 - 5 \cdot (-720) \cdot 58}{\frac{3}{2} \cdot (-720) \cdot 58 - (-2320) \cdot 40} = \frac{5}{13}$$

Ответ:  $A = 720 \text{ Дж}$ ;  $C_p = 58 \text{ Дж/К}$ ;  $\frac{\nu_{He}}{\nu_{N_2}} = \frac{5}{13}$



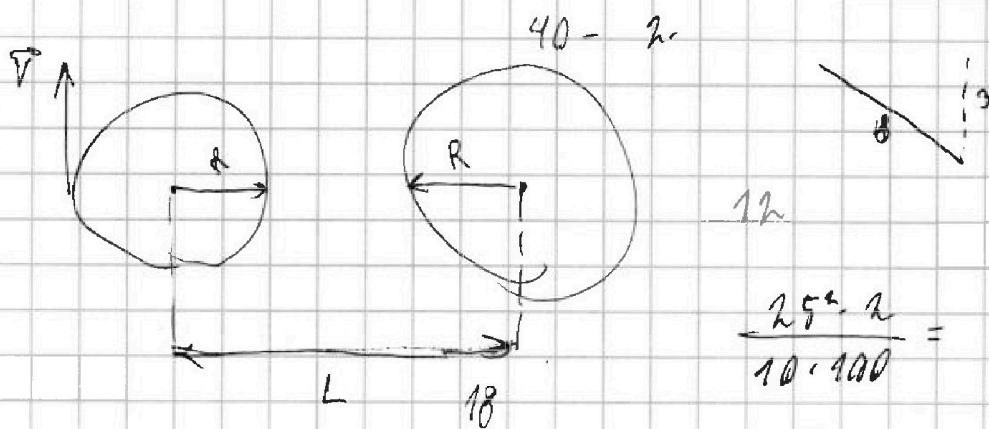


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\alpha_{ц.с.} = \frac{V^2}{R} \Rightarrow N_r = \frac{mV^2}{R}$$

$$\frac{25^2 \cdot 2}{10 \cdot 100} = \frac{5 \cdot 2}{2 \cdot 4} = \frac{5}{4}$$

$$N = \sqrt{\left(\frac{mV^2}{R}\right)^2 + (mg)^2} = m \sqrt{\frac{V^4}{R^2} + g^2}$$

$$A_r = \frac{1}{2} v_{не RT} + v_{RT}$$

$$v_a = v_{пер.} + v_{отн}$$

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

$$v_{отн} = v_a - v_{пер.}$$

$$\left(\frac{V}{R}\right)$$

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

$v_0$

$$\frac{2v_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha}$$

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

T

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

$$-v_{N2} = \frac{\Delta Q}{R_{total}} = \frac{3 A_{T2}}{2 R_{total}}$$

$$\frac{100 \cancel{000000}}{25000000} = 4$$

$$v_{T2} = (v_0)_y$$

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

$$y = v_{0y} t - \frac{g t^2}{2} = v_0 \cos \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

$$v_0 \cos \alpha - \frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha \cdot g}{g \cos \alpha} = v_0 \left( g \cos \alpha \cos \alpha - 4v_0 \right)$$

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!

$$S = v_{0x}t - \frac{g \cdot t^2}{2} = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2v_0 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} + \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \left( \frac{2v_0 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} \right)^2 =$$

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

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

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

$$100 = \frac{25^2}{10} \cdot \frac{1}{1 - \frac{3}{5}}$$

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

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

$$\frac{25^2}{10} \cdot \frac{8}{5}$$

$$\left( -\frac{60}{R} - v_{N2} \right) = -\frac{40}{R}$$

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

$$-\frac{24}{R} + \frac{40}{R} = \left( \frac{16}{R} \right)$$

$$25 \cdot 24$$

$$25 \cdot 4$$

$$\sqrt{1 + \frac{g}{b^2}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{b^2}{a^2}}} = \frac{b}{c} = \cos$$

$$-\frac{40}{R} + \frac{36}{R} = \left( -\frac{4}{R} \right)$$

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

$$100 = \frac{25^2}{10} \cdot$$

$$S + S \sin \alpha = \frac{v_0^2}{g}$$

$$\frac{40}{R} - v_{N2}$$

$$\frac{3}{2} \frac{A_{r2}}{R_{\text{от}2}}$$

$$-v_{N2} = \frac{0R}{R_{\text{от}1}} \sin \alpha = \frac{v_0^2 - S}{g}$$

$$\frac{1000}{25^2}$$

$$= \frac{40}{25} = \frac{8}{5}$$

$$24 -$$

$$\frac{(25 \sqrt{2})^2}{10} =$$

$$125$$

$$-\frac{24}{R} + \frac{40}{R} = \frac{-40 + \frac{2 \cdot 420}{4}}{4}$$



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.

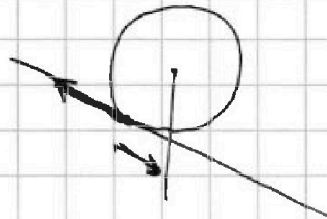
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_ 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!

$$\frac{\frac{3}{2} \mu_{H_2} R}{f T_1} = \sigma_{P_{H_2}}$$

$$\frac{\frac{5}{2} \mu_{N_2} R}{T_1} = \sigma_{P_{N_2}}$$



$$\frac{1}{3} k m_0 v^2$$

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

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

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

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

$$\frac{23 \cdot 20}{58}$$

$$40 = +\frac{3}{2}x + \frac{5}{2}y$$

$$= \frac{5}{13}$$

$$10 = x + y \quad \sin \alpha = t$$

IR

W.

$$x = 10 - y$$

$$400 - 36$$

$$364$$

$$\frac{3}{2}(10 - y) + \frac{5}{2}y = 40$$

$$-\frac{3}{2} \cdot 5 - \frac{5}{2} \cdot 13$$

$$27 + y = 40 \quad \frac{9}{1}$$

$$\begin{array}{r} 18 \\ 18 \\ 144 \\ 18 \\ 364 \end{array}$$

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

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

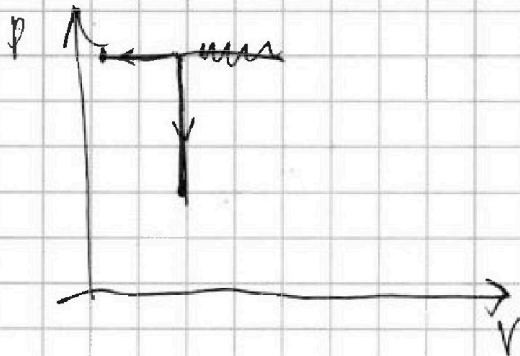


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$Q = Q_T + Q_A = \cancel{A} \Delta V_T + P \Delta V_A = \frac{3}{2} \Delta P V_0 + \frac{5}{2} \Delta P V_0 = 4 \Delta P V_0$$

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

$$Q = \cancel{A} (P_0 V) + \frac{3}{2} \nu_r R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \nu_A R \Delta T_2$$

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

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

$$d_{He} = -\frac{2}{3} \left( \frac{\partial Q}{\partial T_{\text{Total}}} + \frac{18}{58} d_{He} \right) \quad 58 \quad \begin{array}{r|l} 2320 & 58 \\ \hline 232 & 40 \end{array}$$

$$d_{He} = -\frac{2 \Delta Q}{\Delta T_{\text{Total}}} - \frac{5}{3} d_{He} \quad 40 \cdot 18 = 720$$

$$\frac{2 \cdot 2320}{8,31 \cdot 58} \quad \text{cm} t \quad \text{cm} t$$

$$\frac{80}{8,31} - \frac{5}{3} d_{He} \quad c = \frac{Q}{m \Delta T}$$

$$d_{He} = \frac{2}{5}$$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta T_{\text{Total}}} = -\frac{3}{2} d_{He} - \frac{5}{2} d_{He}$$