



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

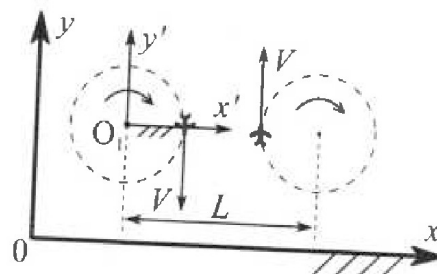
Вариант 10-01

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 $V = 80$ м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R = 800$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

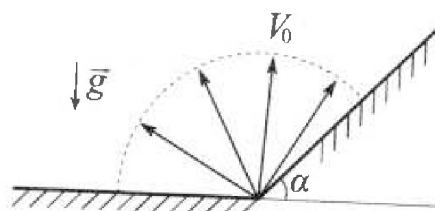
1. На сколько δ процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?



В некоторый момент времени самолёты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей $L = 2$ км. Вектор скорости каждого самолёта показан на рисунке.

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 $\vec{U}$.

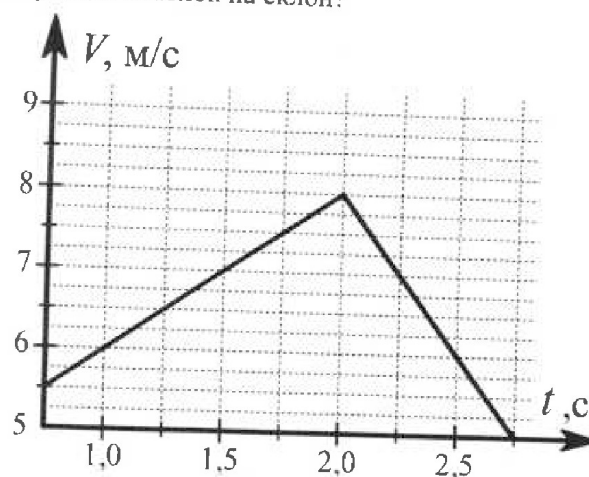
2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая продолжительность полета одного из осколков $T = 9$ с. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.

2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы 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.

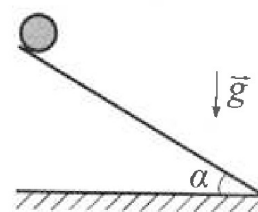
Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды равна массе бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

2. С какой по величине скоростью V движется бочка после перемещения по вертикали на $h = 0,3$ 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 10-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят $Q = 600$ Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на $\Delta T_1 = 15$ К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на $\Delta T_2 = 10$ К.

1. Найдите работу A смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_V смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_{\text{Г}}}{N_{\text{К}}}$ числа атомов гелия к числу молекул кислорода в смеси.

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

5. Частица с удельным зарядом $\gamma = \frac{q}{m} > 0$ движется между обкладками плоского конденсатора. Заряды обкладок конденсатора $Q > 0$ и $-Q$, ёмкость конденсатора C , расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется параллельно обкладкам со скоростью V_0 на расстоянии $d/4$ от положительно заряженной обкладки.

1. Найдите радиус R кривизны траектории в этот 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.

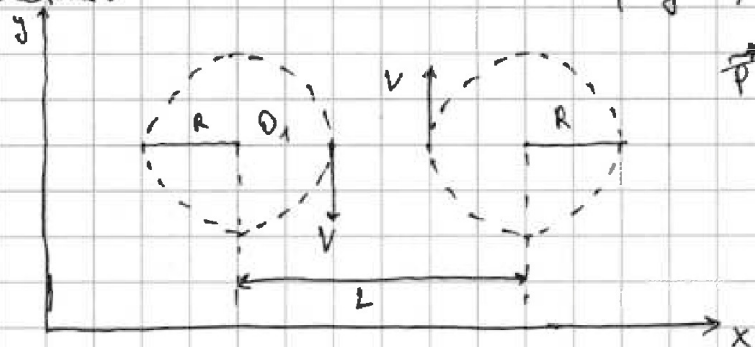
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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!

1) $V = 80 \text{ м/с}$, $R = 800 \text{ м}$, $g = 10 \text{ м/с}^2$ $\delta = \left(\frac{P}{mg} - 1 \right) \cdot 100\% - ?$

Решение:



$\vec{P} \geq m\vec{g} + \vec{N}$
II - 3-й закон Ньютона
для самолета:

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N}$$

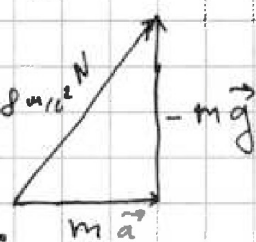
$$\vec{N} = -\vec{P}$$

$$\vec{N} = m\vec{a} - m\vec{g}$$

~~80~~
~~800~~
~~800~~

нужно:

$$a = a_{y,c} = \frac{V^2}{R} = \frac{80^2}{800} = 8 \text{ м/с}^2$$



Записуем в виде векторного треугольника по т. Пифагора:

$$|\vec{N}| = \sqrt{m^2 a^2 + m^2 g^2} = m \sqrt{a^2 + g^2}$$

$$N = m \sqrt{\left(\frac{V^2}{R} \right)^2 + g^2} \quad |\vec{P}| = |\vec{N}| \Rightarrow P = m \sqrt{\left(\frac{V^2}{R} \right)^2 + g^2} = m \cdot \sqrt{64 + 100}$$

$$\delta = \left(\frac{m \sqrt{\left(\frac{V^2}{R} \right)^2 + g^2}}{mg} - 1 \right) \cdot 100\% = \left(\frac{\sqrt{164}}{10} - 1 \right) \cdot 100\%$$

$$\delta \approx \left(\frac{12,8}{10} - 1 \right) \cdot 100\% = (1,28 - 1) \cdot 100\% = 28\%$$

$$\begin{array}{r} 12,8 \\ + 12,8 \\ \hline 25,6 \\ + 12,8 \\ \hline 38,4 \end{array}$$

$$63,84 \approx 164 \Rightarrow \sqrt{164} \approx 12,8$$

Ответ: $\delta \approx 28\%$ $\delta = \left(\frac{\sqrt{164}}{10} - 1 \right) \cdot 100\% \approx 28\%$

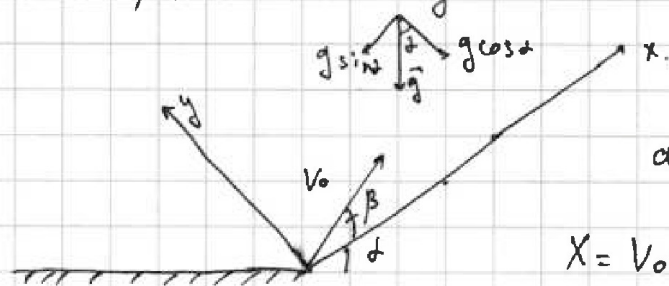
Перейдем в вращ. СО, связанную с левым самолетом.
Для этого нужно "завернуть" все вокруг O1
с угловой скоростью $\omega = \frac{V}{R}$ против часовой стрелки.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 3

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!

52. $\alpha = 30^\circ$; $T = 9\text{ с}$; $g = 10 \text{ м/с}^2$.



направим Ox по
склону; $Oy \perp Ox$:

$$a_y = g \cos \alpha; a_x = g \sin \alpha.$$

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

В момент падения $y = 0$: $y = v_0 \sin \beta t - g \frac{\cos \alpha}{2} t^2$

$$v_0 \sin \beta t_n - g \frac{\cos \alpha}{2} t_n^2 = 0 \quad | : t_n \Rightarrow v_0 \sin \beta - g \frac{\cos \alpha}{2} t_n = 0.$$

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

$$t_n = \frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}; \text{ но т.к. к. фейерверк.}$$

$t_n = t_{\max} \Rightarrow \sin \beta = 1 \Rightarrow \beta = 90^\circ$, но т.к. фейерверк
у падения такой случай ~~не~~ невозможен, но

увеличение β растет и t_n , следовательно

при заданных условиях $\beta_{\max} = 90 - \alpha = 60^\circ$;

т.е. сейчас мы найдем максимальное время при брос-
ке по склону, т.е. когда $\beta = 60^\circ$ было макс.

сильнее нужно кинуть вертикально

вверх: $T = \frac{2v_0}{g} \Rightarrow v_0 = \frac{gT}{2} = \frac{10 \cdot 9}{2} = 45 \text{ м/с}.$

2) $X = v_0 \cos \beta t - g \frac{\sin \alpha}{2} t^2$ τ - время падения. $\tau = \frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}$

$$S = v_0 \cos \beta \tau - g \frac{\sin \alpha}{2} \tau^2 = v_0 \cos \beta \cdot \frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{4 v_0^2 \sin^2 \beta}{g^2 \cos^2 \alpha}$$



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 **3**

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!

$$S = \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} \cdot \cos \beta \sin \beta - \frac{2V_0^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} \cdot \sin \beta; \quad \beta \in (0; 60^\circ)$$

Продифференцируем по β и найдем экстремум функции:

$$S' = \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} \{-\sin^2 \beta + \cos^2 \beta\} - \frac{2V_0^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} \cdot \cos \beta = 0$$

В точке максимума S' , $S' = 0$:

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

$$\cos^2 \beta - \sin^2 \beta - \frac{1}{\cos \alpha} \cos \beta = 0$$

$$\sin^2 \beta + \cos^2 \beta = 1 \Rightarrow \sin^2 \beta = 1 - \cos^2 \beta$$

$$\cos^2 \beta - 1 + \cos^2 \beta - \frac{1}{\cos \alpha} \cos \beta = 0$$

$$2 \cos^2 \beta - \frac{1}{\cos \alpha} \cos \beta - 1 = 0 \quad 2 \cos^2 \beta - \frac{2}{\sqrt{3}} \cos \beta - 1 = 0$$

$$D = \frac{4}{3} + 4 \cdot 2 \cdot 1 = 8 + \frac{4}{3} = \frac{28}{3}$$

$$= \frac{14 + \sqrt{3}}{6}$$

$$\cos \beta = \frac{2}{\sqrt{3}} + \sqrt{\frac{28}{3}}$$

$$\cos \beta = \frac{21 + 20 + 14 + \sqrt{3}}{\sqrt{3} \cdot 3} = \frac{21}{\sqrt{3}} + 2\sqrt{\frac{7}{3}} = \frac{1 + \sqrt{7}}{2\sqrt{3}}$$

$$27 \pm 27$$

$$\frac{1 + 27}{2 \cdot 17} = \frac{3,7}{34}$$

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

$$\cos \beta \sin \beta - \frac{1}{\sqrt{3}} \sin \beta = 1$$

$$\sin \beta \left(\cos \beta - \frac{1}{\sqrt{3}} \right) = 1 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\sin^2 \beta \left(\cos^2 \beta + 1 - \frac{2}{\sqrt{3}} \cos \beta \right) = 1$$



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
3 ИЗ 3

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!

В точке минимума $s' = 0$:

$$\frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} (1 - \sin^2 \beta + \cos^2 \beta) - \frac{2V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \sin \alpha \cos \beta = 0$$

$$-\sin^2 \beta + \cos^2 \beta - \tan \alpha \cos \beta = 0$$

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

$$-1 + \cos^2 \beta + \cos^2 \beta - \frac{1}{\sqrt{3}} \cos \beta = 0$$

$$2 \cos^2 \beta - \frac{1}{\sqrt{3}} \cos \beta - 1 = 0 \quad D = \frac{1}{3} + 4 \cdot 2 \cdot 1 = \frac{1}{3} + 8 = \frac{25}{3}$$

$$\cos \beta = \frac{1}{\sqrt{3}} + \frac{5}{\sqrt{3}} = \frac{6}{\sqrt{3}} = \frac{2\sqrt{3}}{1} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \beta = 30^\circ$$

$$S = \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} \cdot \cos 30^\circ \sin 30^\circ - \frac{2V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \sin \alpha \sin 30^\circ = \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - \tan \alpha \cdot \frac{1}{2} \right)$$

$$= \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} \left(\frac{\sqrt{3}}{4} - \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{2} \right) = \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} \left(\frac{\sqrt{3}}{4} - \frac{1}{2\sqrt{3}} \right) =$$

$$= \frac{4V_0^2}{g \sqrt{3}} \left(\frac{3 - 2}{4\sqrt{3}} \right) = \frac{4V_0^2}{g \sqrt{3}} \cdot \frac{1}{4\sqrt{3}} = \frac{V_0^2}{g \cdot 3} = \frac{45 \cdot 45}{9 \cdot 10 \cdot 3}$$

$$= \frac{45 \cdot 15}{10} = \frac{45 \cdot 3}{2} = \frac{135}{2} = 67,5 \text{ м.}$$

~~$$s = \frac{2V_0^2}{g \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2} - \frac{2V_0^2}{g \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{V_0^2}{g} - \frac{V_0^2}{2g \cdot \frac{3}{4}} = \frac{V_0^2}{g} - \frac{2V_0^2}{3g} = \frac{V_0^2}{3g}$$~~

~~$$\frac{2 \cdot 45 \cdot 45}{30} = \frac{45 \cdot 3 \cdot 15}{30 \cdot 2} = \frac{135}{2} = 67,5 \text{ м.}$$~~

Ответы: 1) $V_0 = 45 \text{ м/с}$
2) $S = 67,5 \text{ м.}$



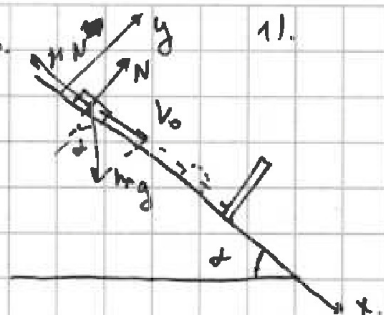
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

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!

53. 11. II 3-й блок на ОХ: (доставление с ускорением)



$$ma_1 = mg \sin \alpha - \mu N$$

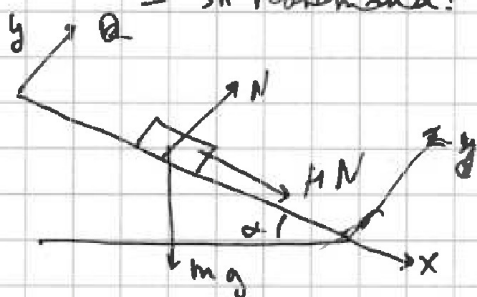
$$O_y: 0 = -mg \cos \alpha + N \Rightarrow N = mg \cos \alpha$$

$$ma_1 = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

$$a_1 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

носе с ускорением:

II 3-й блок на:



$$O_x: ma_2 = \mu N + mg \sin \alpha$$

$$O_y: N = mg \cos \alpha$$

$$ma_2 = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

$$a_2 = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha$$

$$a_2 = a_1 = \frac{dV}{dt}; \text{ из условия на } \frac{dV}{dt}: \frac{dV}{dt} = \frac{2}{4} = 2 \omega r^2$$

$$a_1 = 2 a_2 = 2 \omega r^2$$

$$a_2 = -\frac{dV}{dt}; \text{ из условия: } \frac{dV}{dt} = -\frac{2}{9.5} = -4 \omega r^2 \Rightarrow a_2 = +4 \omega r^2$$

$$a_2 = 4 \omega r^2$$

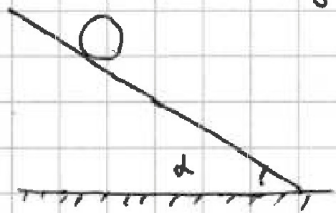
$$\begin{cases} 2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha \\ 4 = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha \end{cases}$$

$$6 = 2g \sin \alpha$$

$$3 = g \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{3}{\frac{30}{10}} = \frac{3}{3} = 1$$

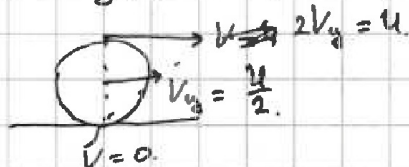
$$\mu g \cos \alpha = 4 - g \sin \alpha = 4 - g \cdot \frac{3}{g} = 1 \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{\mu g}$$

2-й блок:



$$V = 2; h = 0.3 \text{ m}$$

м.к. гравитации без рас-
кальзывания, но:



$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{9}{100}} = \sqrt{\frac{91}{100}} = \frac{\sqrt{91}}{10}$$



1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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!

по н. теорема: $E_k = E_{ky} + E_{охл.}$, $K_o = K_{теорема} + K_{охл.}$ уел-
на $\Rightarrow K_o = \frac{mV_y^2}{2} + \frac{mV_y^2}{2} = mV_y^2 = \cancel{mV_y^2}$

3.6.2: $0 + \cancel{0} + mgh = \Delta K = -\Delta \Pi: 2mV^2 = -mg(1-h) =$

крз' M - масса боба:

M - масса боба и шарика

$2mV^2 = -2mg(1-h) = 2mgh = mgh$

$2MV^2 = -2Mg(1-h)$

$V = \sqrt{gh} = \sqrt{30}$ $V = \sqrt{gh} =$

2) $V = \sqrt{gh} = \sqrt{3} \text{ м/с.}$

3) 3.6.2: $mV^2 + mgh = \text{const.} -\Delta \Pi = \Delta K$

$\Delta \Pi = -mgh$

$\Delta K = dK = m dV^2 = 2mV dV$

$m dV^2 = -mgh$

$2mV dV = -mgh$

$dh = -V dt \cdot \sin \alpha = -V dt \sin \alpha$

$dV = a dt$

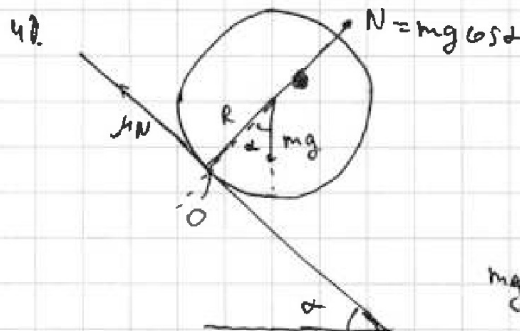
$2mV a dt = -mg V dt \sin \alpha = -mg V \sin \alpha dt$

$2m a dt = mg \sin \alpha$ $2m V a dt = mg V \sin \alpha$

$a = \frac{g \sin \alpha}{2}$

$2m a dt = mg \sin \alpha$

$a = \frac{g \sin \alpha}{2} = g \cdot \frac{3}{2} = \frac{3}{2} \text{ м/с}^2$



нругбум без проскальзывания:

для точки O:

$\sum \vec{F}_O = 0$

$\sum \vec{M}_O = 0$

$mg \sin \alpha - \mu N \cos \alpha$ $O_y: N = mg \cos \alpha$

$mg \sin \alpha$

$O_x: \mu N \geq mg \sin \alpha$

$\mu mg \cos \alpha \geq mg \sin \alpha$

$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{3}{4}$

$\mu \geq \tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}; \tan \alpha = \frac{3}{4}$

$\mu \geq \frac{3}{4}$



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
3 из 3

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!

Ответы: 1) $\sin \alpha = \frac{3}{10} = 0,3$

2) $V = \sqrt{gh} = \sqrt{3} \text{ м/с}$

3) $a = 1,5 \text{ м/с}^2$

4) $\mu \geq \frac{3}{\sqrt{91}}$



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!

54. 1) $Q = 600 \text{ Дж}$, $V = \text{const}$, $\Delta T_1 = 15 \text{ К}$

2) $Q = 600 \text{ Дж}$; $P = \text{const}$, $\Delta T_2 = 10 \text{ К}$ $\text{He} + \text{O}_2$

1) $A = P \Delta V$, н.к. $P = \text{const}$, но $P \Delta V = \Delta(PV) = \Delta(VRT)$
 $PV = \nu RT$ (3. Менделеева-Клапейрона!)

$A = \Delta VRT$, $V = \text{const} \Rightarrow A = \nu R \Delta T_2$.

$Q = \Delta U + A = \Delta U_{\text{He}} + \Delta U_{\text{O}_2} + A_{\text{He}} + A_{\text{O}_2}$; при $V = \text{const}$:

$A_{\text{He}} + A_{\text{O}_2} = 0$. $Q = \Delta U_{\text{He}} + \Delta U_{\text{O}_2} = \frac{3}{2} \nu_{\text{He}} R \Delta T_1 +$

$+\frac{5}{2} \nu_{\text{O}_2} R \Delta T_1$; при $P = \text{const}$: $A = P \Delta V = \Delta(PV) = \Delta(\nu RT) =$

$= \nu R \Delta T$. $\Rightarrow Q = \Delta U_{\text{He}} + \Delta U_{\text{O}_2} + A_{\text{He}} + A_{\text{O}_2} = \Delta U_{\text{He}} + \Delta U_{\text{O}_2} +$

$+\nu_{\text{He}} R \Delta T_2 + \nu_{\text{O}_2} R \Delta T_2 = \frac{3}{2} \nu_{\text{He}} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \nu_{\text{O}_2} R \Delta T_2 +$

$+\nu_{\text{He}} R \Delta T_2 + \nu_{\text{O}_2} R \Delta T_2 =$

$\left\{ \begin{aligned} Q &= \frac{3}{2} \nu_{\text{He}} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_{\text{O}_2} R \Delta T_1 \quad (1) \end{aligned} \right.$

$\left\{ \begin{aligned} Q &= \frac{5}{2} \nu_{\text{He}} R \Delta T_2 + \frac{7}{2} \nu_{\text{O}_2} R \Delta T_2 \quad (2) \end{aligned} \right.$

$(1) = (2): \frac{3}{2} \nu_{\text{He}} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_{\text{O}_2} R \Delta T_1 = \frac{5}{2} \nu_{\text{He}} R \Delta T_2 + \frac{7}{2} \nu_{\text{O}_2} R \Delta T_2$

$\frac{3}{2} \nu_{\text{He}} \cdot 15 + \frac{5}{2} \nu_{\text{O}_2} \cdot 15 = \frac{5}{2} \nu_{\text{He}} \cdot 10 + \frac{7}{2} \nu_{\text{O}_2} \cdot 10 \quad | :5$

$9 \nu_{\text{He}} + 15 \nu_{\text{O}_2} = 10 \nu_{\text{He}} + 14 \nu_{\text{O}_2}$

$\nu_{\text{O}_2} = \nu_{\text{He}} = \nu$, $\nu = \frac{N}{N_A} \Rightarrow N_{\text{O}_2} = N_{\text{He}}$

$400 = 600 = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu R \Delta T_1 = \frac{8}{2} \nu R \Delta T_1 = 4 \nu R \Delta T_1 =$

$= 4 \cdot \frac{15}{60} \cdot \nu R \Rightarrow \nu R = 10$



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
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!

$$A = A_{He} + A_{O_2} = \nu_{O_2} R \Delta T_2 + \nu_{He} R \Delta T_2 = 2 \nu R \Delta T_2 = 200 \text{ Дж}$$

$$2) C = \frac{\delta Q}{dT} = \frac{dU}{dT} + \frac{\delta A}{dT} \quad C_V = \frac{dU}{dT} = \frac{\frac{3}{2} \nu R dT + \frac{5}{2} \nu R dT}{dT} = 4 \nu R = 40 \text{ Дж/К}$$

$$C_V = 40 \text{ Дж/К}$$

$$3) \text{ так } \nu = \frac{N}{N_A} \quad \nu_r = \nu_k \Rightarrow \frac{N_r}{N_A} = \frac{N_k}{N_A} \Rightarrow N_r = N_k \quad \frac{N_r}{N_k} = 1$$

$$\text{Ответы: 1) } A = 200 \text{ Дж}$$

$$2) C_V = 40 \text{ Дж/К}$$

$$3) \frac{N_r}{N_k} = 1$$



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.

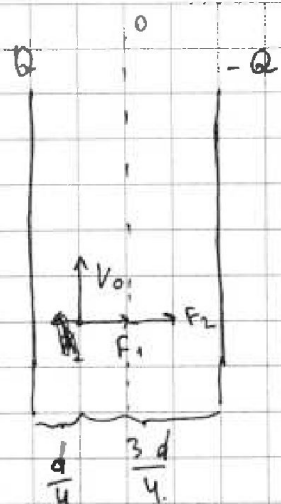
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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!

$$ss. \quad y = \frac{q}{n} > 0$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$



$$g = ym > 0$$

$$\Sigma \vec{F} = m \vec{a}$$

$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \frac{kQq}{d^2}$$

$$\Sigma F = \frac{160kQq}{9d^2}$$

$$\begin{aligned} \bullet - k(Q-q) \cdot q &= \frac{16kQq}{d^2} + \frac{16kQq}{9d^2} = \\ &= \frac{160kQq}{d^2} \end{aligned}$$

$$\Sigma \vec{F} = \frac{144kQq}{9d^2} + \frac{16kQq}{9d^2} = \frac{160kQq}{9d^2} = 144kQq$$

$$m \vec{a} = \Sigma \vec{F} \rightarrow ma = \frac{160kQq}{9d^2} = \frac{160kQq}{9d^2} \Rightarrow a = \frac{160kQ}{9d^2} \cdot \frac{q}{m} =$$

$$= \frac{160kQ}{9d^2} \cdot y$$

$$a = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V^2}{a} = \frac{V_0^2}{\frac{160kQ}{9d^2} y} \Rightarrow$$

$$R = \frac{9d^2 V_0^2}{160kQy}$$

$$3 \text{ ч.} \quad \frac{mV_0^2}{2} + E_{n1} = \frac{mV^2}{2}; \text{ за 0 начальной энергии возьмем центр конденсатора.}$$

$$E_{n1} = -A$$

$$A = \int F dx \quad F = F_1 + F_2 = \frac{kQq}{x^2} + \frac{kQq}{(d-x)^2} \Rightarrow$$

$$A = \int_0^{\frac{d}{2}} \left(\frac{kQq}{x^2} + \frac{kQq}{(d-x)^2} \right) dx = \int_0^{\frac{d}{2}} kQq \left(\frac{1}{x^2} + \frac{1}{(d-x)^2} \right) dx =$$

$$= -kQq \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{d-x} \right) \Big|_0^{\frac{d}{2}} = -kQq \cdot \frac{16}{3d}$$

$$E_{n1} = kQq \cdot \frac{16}{3d}$$

$$V_0^2 + \frac{16kQq}{3dm} \cdot 2 = V^2$$

$$\frac{mV_0^2}{2} + \frac{16kQq}{3d} = \frac{mV^2}{2} \quad | : \frac{m}{2}$$

$$V = \sqrt{V_0^2 + \frac{32kQq}{3d}}$$

$$\text{Ответы: 1) } R = \frac{9d^2 V_0^2}{160kQy}$$

$$2) V = \sqrt{V_0^2 + \frac{32kQq}{3d}}$$



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
☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

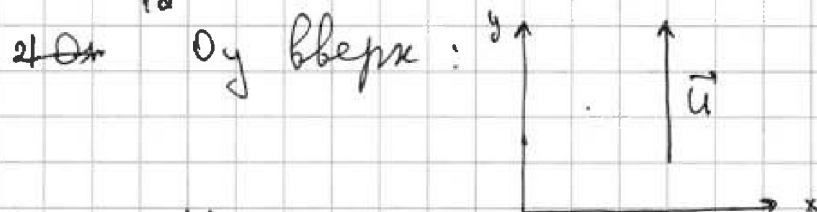
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

$$u = V + w \cdot R_2, R_2 = L - R; u = V + w(L - R) = V + \frac{V}{R}(L - R) =$$
$$= 80 + \frac{1}{10} (2000 - 800) = 80 + 10 \cdot 16 = 160 + 80 = 240 \text{ м/с}$$

$$R_2 = L - R = 2000 - 800 = 1200 \text{ м. } w = \frac{V}{R} = \frac{80}{800} = \frac{1}{10} \cdot \text{с}^{-1}$$

$$u = 80 + \frac{1}{10} \cdot 1200 = 200 \text{ м/с, направлена параллельно}$$



2) Ответ: $V = 200 \text{ м/с}$; вверх $\parallel Oy$

Ответы: 1) $\delta = \left(\frac{\sqrt{164}}{10} - 1 \right) \cdot 100\% \approx 28\%$

2) $V = 200 \text{ м/с}$; вверх $\parallel Oy$.

