



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

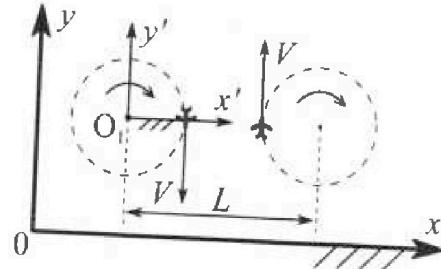


Вариант 10-01

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 $V = 80 \text{ м/с}$ (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R=800 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g=10 \text{ м/с}^2$.

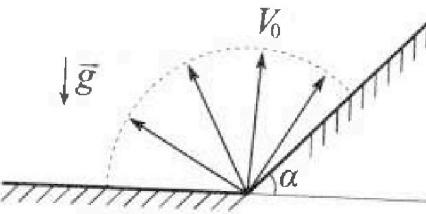
- На сколько δ процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?



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

- Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'0_1y'$, 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 $T = 9 \text{ с}$. Ускорение свободного падения $g=10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

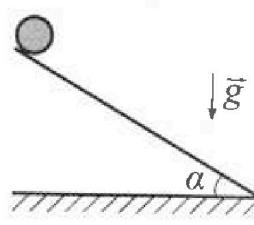
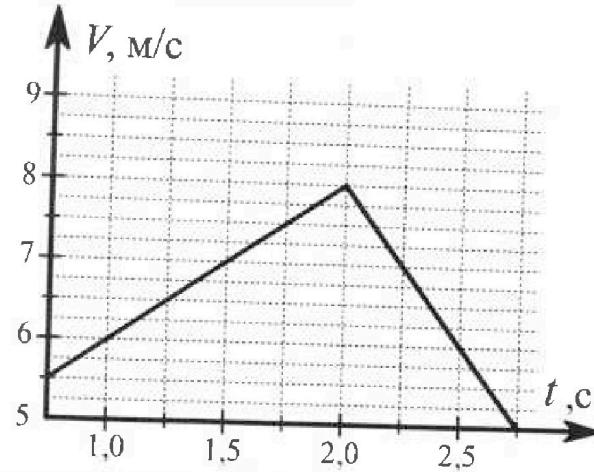


- Найдите начальную скорость V_0 осколков.
- На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

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 $g=10 \text{ м/с}^2$.

- 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.



- С какой по величине скоростью V движется бочка после перемещения по вертикали на $h=0,3 \text{ м}$?
- Найдите ускорение a , с которым движется бочка.
- 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 $\frac{N_{\text{He}}}{N_{\text{K}}}$ 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.

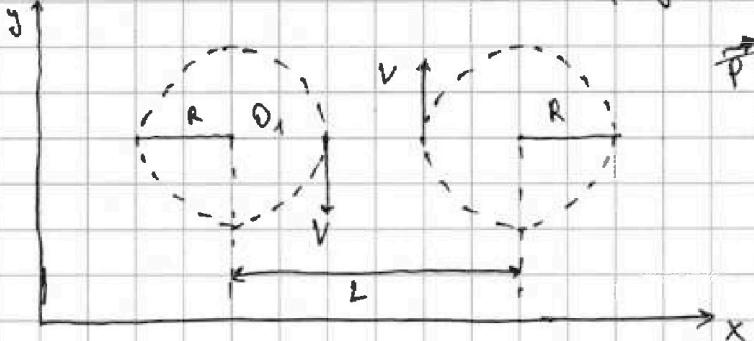
- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
1 из 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. Порядок QR-кода недопустим!

$$x_1 V = 80 \text{ м/с}, R = 800 \text{ м}, g = 10 \text{ м/с}^2 \quad \delta = \left(\frac{p}{mg} - 1 \right) \cdot 100\% - ?$$

Темпери:



ПЗ $\frac{p}{mg}$

II-3 к Ньютона
для санитта:

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

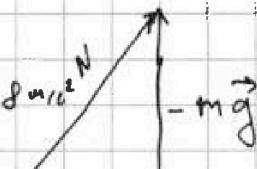
$$\vec{N} = -\vec{p}$$

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

$$\frac{80}{800} = \frac{80 \cdot 80}{800 \cdot 80} = \frac{80}{800}$$

Нарисуем в виде векторного треугольника:
по л. Пифагора:

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



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

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

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

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

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

$$\delta \approx \left(\frac{12,8}{10} - 1 \right) = [1,28 - 1] = 0,28 = 28\%$$

$$\begin{array}{r} 12,8 \\ + 1,2 \\ \hline 14 \\ + 2,5 \\ \hline 28 \\ + 6,3 \\ \hline 164 \end{array}$$

$$\text{Одн. 1) Отвем: } \delta = 28\% \quad \delta = \left(\frac{\sqrt{164}}{10} - 1 \right) \cdot 100\% \approx 28\%$$

Перейдем во вращ. CO, сдвигнув к цевым санитта:
для этого нужно "задвигнуть" все вокруг O1
с угловой скоростью $\omega = \frac{V}{R}$ против часовой стрелки.



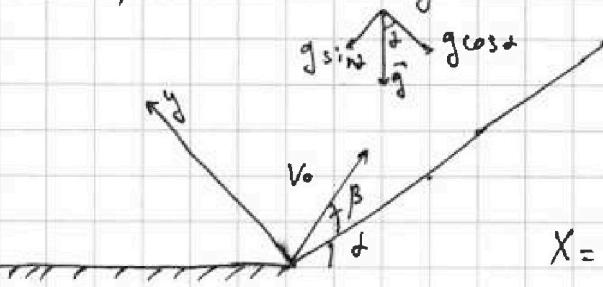
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" 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 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. $\alpha = 30^\circ$; $T = 90^\circ - \alpha = 60^\circ$; $g = 10 \text{ м/с}^2$.



направим Ox по склону; $Oy \perp Ox$:

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

$$X = V_0 \cos \beta t - \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$$

В момент падения $y=0$: $y = V_0 \sin \beta t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2}$

$$V_0 \sin \beta t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2} = 0 \quad | : t \Rightarrow V_0 \sin \beta - \frac{g \cos \alpha}{2} t = 0.$$

$$\frac{g \cos \alpha}{2} t = V_0 \sin \beta$$

$$t = \frac{2 V_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}, \text{ но в к. решении.}$$

если $t_n = t_{\max} \Rightarrow \sin \beta = 1 \Rightarrow \beta = 90^\circ$, но в к. решении
y ненулевая такая супрт $t \neq$ невозможна, то

увеличим β расчет t_n , следовательно

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

$$\sin 60^\circ = \cos 30^\circ \Rightarrow 30^\circ \Rightarrow t_n = \frac{2 V_0}{g \cos 30^\circ}$$

то есть между максимальное время при броске по склону 1., т.е. когда $t = t_n$ это макс-

имальный путь кинута вертикально

$$\text{верху: } T = \frac{2 V_0}{g} \Rightarrow V_0 = \frac{g T}{2} = \frac{10 \cdot 90}{2} = 45 \text{ м/с.}$$

2) $X = V_0 \cos \beta t - \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$ t - время падения. $t = \frac{2 V_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}$

$$S = V_0 \cos \beta t - \frac{g \sin \alpha t^2}{2} = V_0 \cos \beta \cdot \frac{2 V_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{4 V_0^2 \sin^2 \beta}{g^2 \cos^2 \alpha}$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

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

Придадим $\alpha \beta$ и найдем экстремум функции:

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

В точке максимума $S' = 0$:

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

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

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

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

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

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

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

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

~~$$\cos \beta = \frac{2\sqrt{1} + 2\sqrt{14}}{3} + \frac{1 + \sqrt{7}}{3}$$~~

~~$$\cos \beta = \frac{2\sqrt{1} + 2\sqrt{\frac{7}{3}}}{3} = \frac{1 + \sqrt{7}}{2\sqrt{3}}$$~~

~~$$S = \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} (\cos \beta \sin \beta - \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \sin \beta) \quad \cos \beta \sin \beta - \frac{1}{\sqrt{3}} \sin \beta = 1$$~~

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

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



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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 максимума $s' = 0$:

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

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

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

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

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

$$\cos \beta = \frac{\frac{1}{\sqrt{3}} + \frac{5}{\sqrt{3}}}{4} = \frac{6}{4\sqrt{3}} = \frac{3}{2\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \beta = 30^\circ$$

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

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

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

$$= \frac{45 \cdot 15}{90} = \frac{45 \cdot 3}{2} = \frac{135}{2} = 67,5 \text{ м.}$$

~~$$S = \frac{2V_0^2}{g \cos \beta} \cdot \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2}}{\frac{1}{2}} = \frac{2V_0^2}{g} \cdot \frac{1}{2} = \frac{V_0^2}{g} - \frac{V_0^2}{g} \cdot \frac{1}{2} = \frac{V_0^2}{g} - \frac{2V_0^2}{2g} + \frac{V_0^2}{3g} =$$~~

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

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

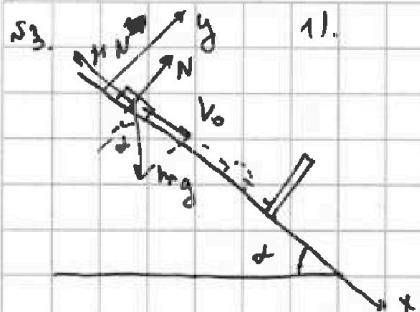


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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!



1). II 3-й Ихомона на Ox : (остановка)
с упором.

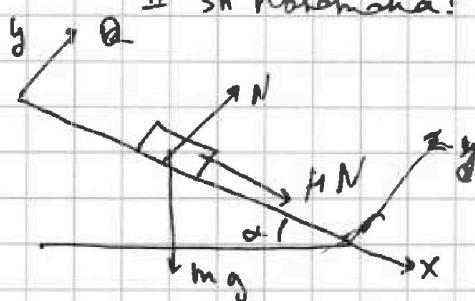
$$ma_1 = mg \sin \alpha - \mu N$$

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

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

после остановки: $a_1 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$.

II-3-й Ихомона:



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

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

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

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

$$a_2 = a_1 = \frac{dV}{dt}; \text{ из графика на } \frac{dV}{dt} : \frac{dV}{dt} = \frac{2}{t} = 2 \text{ m/s}^2$$

$$a_1 = 2 \quad a_1 = 2 \text{ m/s}^2$$

$$a_2 = -\frac{dV}{dt}; \text{ из графика: } \frac{dV}{dt} = -\frac{2}{0.5} = -4 \text{ m/s}^2 \Rightarrow a_2 = +4 \text{ m/s}^2$$

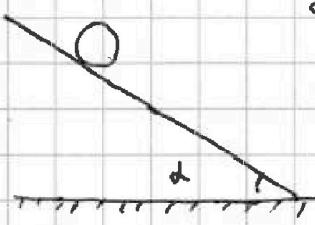
$$\left\{ \begin{array}{l} 2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha \\ 4 = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha \end{array} \right.$$

$$a_2 = 4$$

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

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

2-й Осьм:



$$V=2; h=0.3 \text{ м.}$$

т.к. движение без проскальзывания, то:

$$V=2V_y = 4.$$

$$V_y = \frac{V}{2} = \frac{4}{2} = 2.$$

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



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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 л. Тейлора: $E_k = E_{k_0} + E_{\text{кин.}}$, $K_0 = K_{\text{кин.}} + K_{\text{кин. упр.}}$

$$\text{ура} \quad K_0 = \frac{m V_0^2}{2} + \frac{m V_y^2}{2} = m V_y^2 = \cancel{m V_0^2}$$

$$3(б): \cancel{0 + \cancel{mgh}} = \Delta K = -\Delta \Pi: 2mV^2 = -mgh \Rightarrow h = \cancel{\frac{2mV^2}{mgh}}$$

$$\text{ура} \quad m - \text{масса багта:} \quad \cancel{2mV^2} = -2mgh \Rightarrow h = \cancel{\frac{2mV^2}{2mgh}}$$

$$2mV^2 = -2Mg(1-h). \quad V = \sqrt{gR} = \sqrt{30} \quad V = \sqrt{gh} =$$

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

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

$$\Delta \Pi = -mgdh. \quad \Delta K = d m V^2 = m d V^2 = 2mVdV.$$

$$m d V^2 = -mgdh. \quad \rightarrow 2mVdV = -mgdh$$

$$\cancel{dV = -Vdt \cdot \sin \alpha} = -Vdt \sin \alpha.$$

$$dV = a dt.$$

$$2mV \cancel{a dt} = -mg(1-V \cancel{dt \sin \alpha}) = mgV \sin \alpha.$$

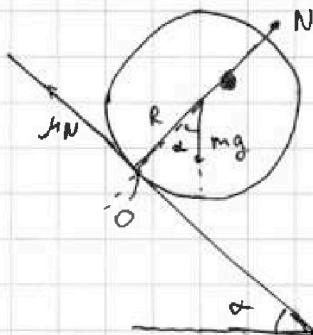
$$2mV \cancel{a dt} = mg \cancel{V dt \sin \alpha} \quad 2mVa dt = mgV dt \sin \alpha.$$

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

$$2mV \cancel{a dt} = mg \cancel{V dt \sin \alpha}.$$

$$a = \frac{g \sin \alpha}{2} = g \cdot \frac{3}{8} = \frac{3}{2} \text{ м/c}^2.$$

$$4). N = mg \cos \alpha$$



при движении без проскальзывания:

для нормали O:

$$\sum F_O = 0 \quad \cancel{N} = 0.$$

$$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha \text{ по } O_x: N = mg \cos \alpha.$$

$$mg \cancel{F_{\text{сил}}} \text{ по } O_x: \mu N \geq mg \sin \alpha.$$

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

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{3}{4} \quad \mu \geq \tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}; \tan \alpha = \frac{3}{\sqrt{19}}$$



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) $\sin t = \frac{3}{10} = 0,3$

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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

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

$$2) Q = 600 \text{ дж; } P = \text{const} \quad \Delta T_2 = 10 \text{ К} \quad \text{He} + O_2$$

$$\text{1) } A = P \Delta V \quad P \Delta V, \text{ т.к. } P = \text{const}, \text{ но } P \Delta V = \Delta(PV) = \Delta(VRT)$$

$$PV = VRT \text{ (3. закон Гей-Люсака-Клапейрона)}$$

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

$$Q = \Delta U + A = \Delta U_{\text{He}} + \Delta U_{O_2} + A_{\text{He}} + A_{O_2}; \text{ при } V = \text{const};$$

$$A_{\text{He}} + A_{O_2} = 0. \quad Q = \Delta U_{\text{He}} + \Delta U_{O_2} = \frac{3}{2} V_{\text{He}} R \Delta T_1 +$$

$$+ \frac{5}{2} V_{O_2} R \Delta T_1; \text{ при } P = \text{const}: A = P \Delta V = \Delta PV = \Delta(VRT) =$$

$$= VR \Delta T. \Rightarrow Q = \Delta U_{\text{He}} + \Delta U_{O_2} + A_{\text{He}} + A_{O_2} = \Delta U_{\text{He}} + \Delta U_{O_2} +$$

$$+ V_{\text{He}} R \Delta T_2 + V_{O_2} R \Delta T_2 = \frac{3}{2} V_{\text{He}} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} V_{O_2} R \Delta T_2 +$$

$$+ V_{\text{He}} R \Delta T_2 + V_{O_2} R \Delta T_2 =$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = \frac{3}{2} V_{\text{He}} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} V_{O_2} R \Delta T_1, \quad (1) \\ Q = \frac{3}{2} V_{\text{He}} R \Delta T_2 + \frac{7}{2} V_{O_2} R \Delta T_2 \quad (2) \end{array} \right.$$

$$(1) = (2): \frac{3}{2} V_{\text{He}} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} V_{O_2} R \Delta T_1 = \frac{3}{2} V_{\text{He}} R \Delta T_2 + \frac{7}{2} V_{O_2} R \Delta T_2.$$

$$\frac{3}{2} V_{\text{He}} \cdot 15 + \frac{5}{2} V_{O_2} \cdot 15 = \frac{3}{2} V_{\text{He}} \cdot 10 + \frac{7}{2} V_{O_2} \cdot 10 \quad | : 5.$$

$$9V_{\text{He}} + 15V_{O_2} = 10V_{\text{He}} + 7V_{O_2}$$

$$\boxed{V_{O_2} = V_{\text{He}}} \quad \Rightarrow \boxed{V = \frac{N}{N_A}} \Rightarrow \boxed{N_{O_2} = N_{\text{He}}}.$$

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

$$= 4 \cdot \underbrace{15}_{60} \cdot VR \Rightarrow VR = 10$$



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

$$A = A_{He} + A_{O_2} = V_{O_2} R \Delta T_2 + V_{He} R \Delta T_2 = 2 VR \Delta T_2 = 200 \text{ дм}$$

$$2) C = \frac{\delta Q}{\Delta T} = \frac{dU}{dT} + \frac{\delta A}{\Delta T} \stackrel{2^0}{=} C_V = \frac{dU}{dT} = \frac{3}{2} VR \frac{dT}{\Delta T} + \frac{5}{2} VR \frac{dT}{\Delta T} = \\ = 4VR = 40 \text{ дж/К}$$

$$C_V = 40 \text{ дж/К}$$

$$3) \text{ тк } V = \frac{N}{N_A} \quad V_F = V_K \Rightarrow \frac{N_F}{N_A} = \frac{N_K}{N_A} \Rightarrow N_F = N_K \quad \frac{N_F}{N_K} = 1$$

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

$$2) C_V = 40 \text{ дж/К}$$

$$3) \text{ тк } \frac{N_F}{N_K} = 1$$

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.



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

$$ss \cdot f = \frac{q}{n} > 0$$

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

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

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

$$m\ddot{a} = \sum \vec{F} \Rightarrow m\ddot{a} = \frac{160kQq}{9d^2} = \frac{160kQq}{9d^2} \Rightarrow a = \frac{160kQ}{9d^2} \cdot \frac{q}{m} = \frac{160kQ}{9d^2} \cdot f.$$

$$R = \frac{9d^2 V_0^2}{160kQf} ; 2) 3) \text{ из: } \frac{mV_0^2}{2} + E_n = \frac{mV^2}{2} ; \text{ за консервативной энергией входит центр конденсатора.}$$

$$E_{n1} = -A \quad A = \int F ds \quad F = F_1 + F_2 = \frac{kQq}{(\frac{d}{2}+x)^2} + \frac{kQq}{(\frac{d}{2}-x)^2} \Rightarrow$$

$$A = \int \left(\frac{kQq}{(\frac{d}{2}+x)^2} + \frac{kQq}{(\frac{d}{2}-x)^2} \right) dx = \int_{0}^{\frac{d}{2}} kQq \int_{-\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}} \frac{dx}{(\frac{d}{2}+x)^2} - \int_{0}^{\frac{d}{2}} kQq \int_{-\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}} \frac{dx}{(\frac{d}{2}-x)^2} =$$

$$= -kQq \left(\frac{4}{3d} + \frac{4}{d} \right) = -kQq \cdot \frac{16}{3d}$$

$$E_{n1} = kQq \cdot \frac{16}{3d} \quad \frac{mV_0^2}{2} + \frac{16kQq}{3d} = \frac{mV^2}{2} \quad \therefore \frac{m}{2}$$

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

$$\text{Отсюда: 1) } R = \frac{9d^2 V_0^2}{160kQf} \quad 2) V = \sqrt{V_0^2 + \frac{32kQf}{3d}}$$



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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

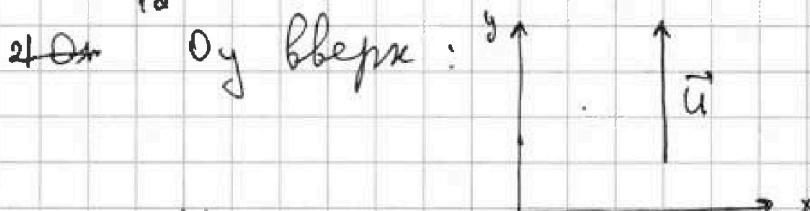
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$U = V + \omega \cdot R_2, R_2 = L - R ; U = V + \omega (L - R) = V + \frac{V}{R} (L - R) =$$

$$= 80 + \frac{1}{10} (2000 - 800) = 80 + 10 \cdot 16 = 160 + 80 = 240 \text{ м/c}$$

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

$U = 80 + \frac{1}{10} \cdot 1200 \Phi = 200 \text{ м/c}$, направлена параллельно



2) Ответ: $U = 200 \text{ м/c}$; вверх по Oy

$$\text{Ответ: } 11\% \delta = \left(\frac{\sqrt{164}}{10} - 1 \right) \cdot 100\% \approx 28\%$$

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



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 checked="" type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input checked="" 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!

черновик.

~~$$A = A_{He} + A_{O_2} = \sqrt{R \Delta T_2} + V_{He} R \Delta T_2 = 2 \sqrt{R \Delta T_2} = 2 \cdot 10 \cdot 10 = -$$~~
~~$$= 200 \text{ K}$$~~

~~$$1) A = V_{O_2} R \Delta T_2 + V_{He} R \Delta T_2 = 2 V R \Delta T_2 = 2 \cdot 10 \cdot 10 = 200 \text{ dm}_3$$~~

~~$$2) C = \frac{dQ}{dT} = \frac{dU + \delta A}{dT} = \frac{dU}{dT} + \frac{\delta A}{dT} = C_V + C_P$$~~
~~$$C_V = \frac{dU}{dT} = \frac{3}{2} V_{He} R \Delta T + \frac{5}{2} V_{O_2} R \Delta T = \frac{3}{2} V_{He} R + \frac{5}{2} V_{O_2} R =$$~~
~~$$= \frac{8}{2} V R = 4 V R = 4 \cdot 10 = 40 \text{ dm}_3/\text{K}$$~~
~~$$3) V_{O_2} = V_{He} ; V_r = V_{O_2} ; V_r = V_{He} ; V_K = V_{O_2}$$~~

~~$$V_{O_2} = V_{He} \Rightarrow V_r = V_K ; V = \frac{N}{N_A} ; V_r = \frac{N_r}{N_A} \cdot V_K = \frac{N_K}{N_A}$$~~
~~$$\frac{N_r}{N_A} = \frac{N_K}{N_A} \Rightarrow N_r = N_K \Rightarrow \frac{N_r}{N_K} = 1$$~~

~~$$\text{Ответы: 1. } A = 200 \text{ dm}_3$$~~
~~$$2. C_V = 40 \text{ dm}_3/\text{K}$$~~
~~$$3. \frac{N_r}{N_K} = 1.$$~~

~~$$2,75 - 2 \cdot 0,75$$~~
~~$$dV = 3 \cdot \frac{3}{0,75} = \frac{3}{\frac{3}{4}}$$~~
~~$$\begin{cases} 2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha \\ g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha = 4 \end{cases}$$~~

~~$$g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = 2$$~~

~~$$4 = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha$$~~

~~$$\frac{2}{4} = \frac{g \sin \alpha}{g \cos \alpha + g \sin \alpha} = \frac{g \sin \alpha}{g \cos \alpha + g \sin \alpha} = \frac{3}{7}$$~~

~~$$\sin \alpha = \frac{3}{7}$$~~

~~$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{49}} = \sqrt{\frac{30}{49}} = \frac{\sqrt{30}}{7}$$~~
~~$$2 \sqrt{\frac{91}{100}} = \sqrt{\frac{91}{100}} \cdot \sqrt{100} = \sqrt{91} \cdot \frac{10}{10} = \sqrt{91} \cdot 1 = \sqrt{91}$$~~

~~$$\frac{d}{2} + \frac{d}{4} = \frac{3}{4}$$~~

~~$$\tan \alpha = \frac{3}{\sqrt{91}}$$~~

~~$$\frac{d}{2} - \frac{d}{4} = \frac{1}{4}$$~~