



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

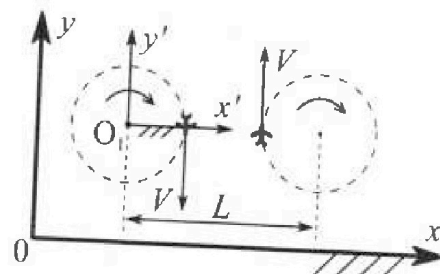
Вариант 10-01

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.

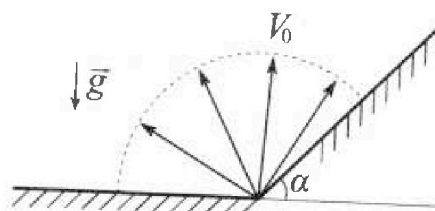
1. На сколько δ процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?



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 $\vec{U}$.

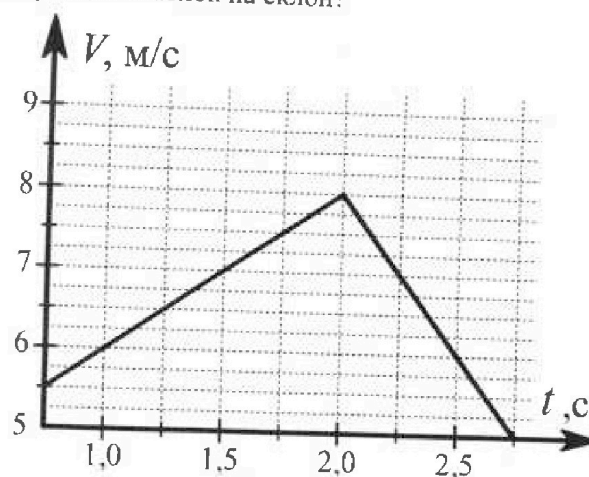
2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая продолжительность полета одного из осколков $T = 9$ с. Ускорение свободного падения $g = 10$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

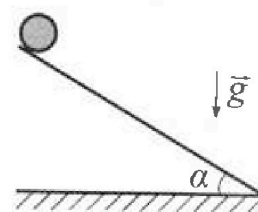
Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды равна массе бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо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



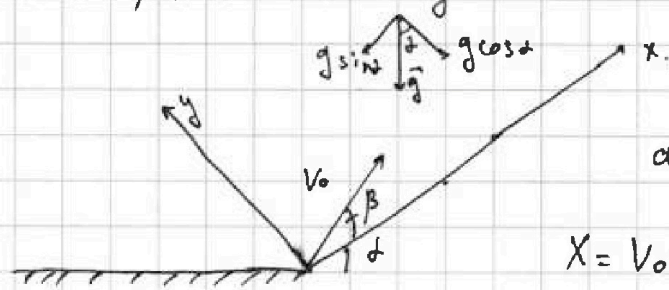
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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. $\alpha = 30^\circ$; ~~$T = 90$~~ $T = 9$ с. $g = 10$ м/с².



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 падомия такой случай ~~то~~ невозможен, но

увеличение β растет и t_n , следовательно

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

$\sin 60^\circ = \cos 30^\circ \Rightarrow t_n = \frac{2 v_0}{g}$
1) сейчас ищу максимальное время при брос-
ке по склону!., т.е. найти t_n было макс-

симальным нужно кинуть вертикально

вверх: $T = \frac{2 v_0}{g} \Rightarrow v_0 = \frac{g T}{2} = \frac{10 \cdot 9}{2} = 45$ 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' , $S' = 0$:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\frac{27}{27} + \frac{27}{27} = \frac{10}{9} + \frac{5}{9} = \frac{15}{9} = \frac{5}{3}$$

$$\frac{1 + 2\sqrt{7}}{2 - \sqrt{7}} = \frac{3\sqrt{7}}{34}$$

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

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

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

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



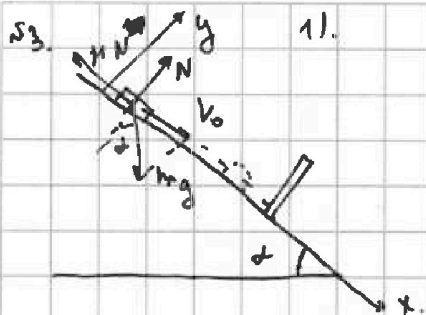
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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 блок на ОХ: (доставление с углом).



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

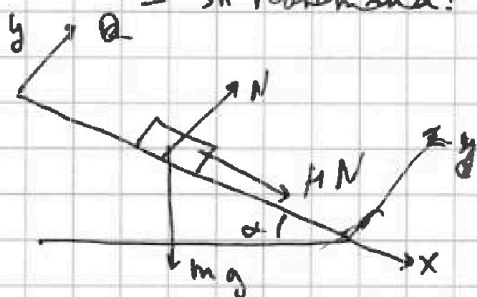
$$O_y: 0 = -mg \cos \alpha + N \Rightarrow N = mg \cos \alpha.$$

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

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

носе сдвигивания:

II-3й блок:



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

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

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

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

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

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

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

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

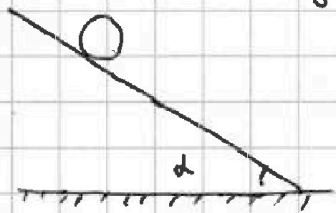
$$\begin{cases} 2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha \\ 4 = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha \end{cases}$$

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

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

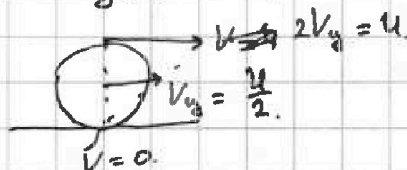
$$\mu g \cos \alpha = 4 - g \sin \alpha = 4 - g \cdot \frac{3}{10} = 1. \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{\mu g}$$

2-й блок:



$$V = ?; h = 0.3 \text{ m.}$$

м.к. гнущение 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. энергии: $E_k = E_{ky} + E_{омн.}$, $K_0 = K_{энерг} + K_{омн. энерг.}$

$$K_0 = \frac{mV_y^2}{2} + \frac{mV_y^2}{2} = mV_y^2 = \cancel{mV_y^2}$$

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

где M - масса боба;

m - масса боба и сумм $2mV^2 = -2mg(1-h) = 2mgh = mgh$

$2MV^2 = -2Mg(1-h)$ $V = \sqrt{gh} = \sqrt{30}$ $V = \sqrt{gh} =$

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

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

$\Delta \Pi = -mgdh$, $\Delta K = d(mV^2) = m dV^2 = 2mVdV.$

$m dV^2 = -mgdh$

$2mVdV = -mgdh$

$dh = -Vdt \cdot \sin \alpha = -Vdt \sin \alpha.$

$dV = a dt.$

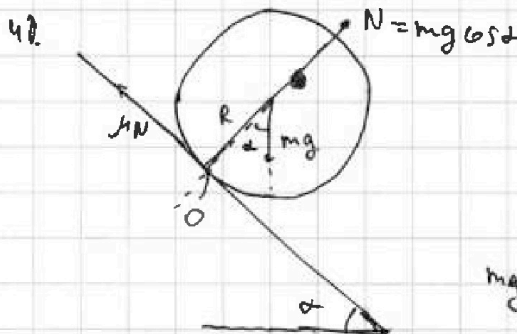
$2mV a dt = -mg(Vdt \sin \alpha) = -mgV \sin \alpha dt.$

$2m a dt = mg \sin \alpha$ $2mV a dt = mgV \sin \alpha dt.$

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

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

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



нужно без проскальзывания.

для точки O:

$\sum \vec{F}_0 = 0$ $\sum \vec{M}_0 = 0$

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

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

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

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

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



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 $P \Delta V = \Delta(PV) = \Delta(VRT)$
 $PV = VRT$ (3. Менделеева-Клапейрона!)

$A = \Delta VRT$, $V = \text{const} \Rightarrow A = VR \Delta T_1$.

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

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

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

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

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

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

$\left\{ \begin{array}{l} Q = \frac{3}{2} V_{\text{He}} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} V_{\text{O}_2} R \Delta T_1 \quad (1) \\ Q = \frac{5}{2} V_{\text{He}} R \Delta T_2 + \frac{7}{2} V_{\text{O}_2} R \Delta T_2 \quad (2) \end{array} \right.$

$\left\{ \begin{array}{l} Q = \frac{3}{2} V_{\text{He}} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} V_{\text{O}_2} R \Delta T_1 \quad (1) \\ Q = \frac{5}{2} V_{\text{He}} R \Delta T_2 + \frac{7}{2} V_{\text{O}_2} R \Delta T_2 \quad (2) \end{array} \right.$

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

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

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

$V_{\text{O}_2} = V_{\text{He}} \Rightarrow V = V$, $V = \frac{N}{N_A} \Rightarrow N_{\text{O}_2} = N_{\text{He}}$.

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

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



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!

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

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

$$C_V = 40 \text{ Дж/К}$$

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

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.

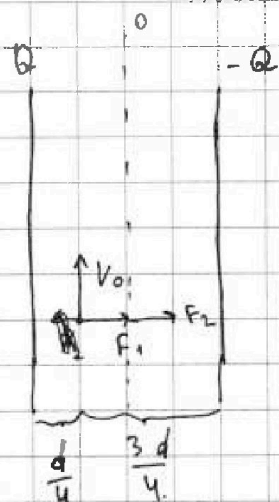
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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!

$$55. \quad y = \frac{q}{n} > 0$$

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



$$q = ym > 0$$

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

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

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

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

$$\frac{16kQq}{9d^2} = \frac{16kQq}{d^2} + \frac{16kQq}{9d^2} = \frac{160kQq}{d^2}$$

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

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

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

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

$$E_{n1} = -A$$

$$A = \int F ds \quad F = F_1 + F_2 = \frac{kQq}{d^2} + \frac{kQq}{d^2} \Rightarrow$$

$$A = \int_0^{\frac{d}{2}} \left(\frac{kQq}{(\frac{d}{2} + x)^2} + \frac{kQq}{(\frac{d}{2} - x)^2} \right) dx = \int_0^{\frac{d}{2}} kQq \left(\frac{1}{(\frac{d}{2} + x)^2} + \frac{1}{(\frac{d}{2} - x)^2} \right) dx = -kQq \left(\frac{4}{3d} + \frac{4}{d} \right) = -kQq \cdot \frac{16}{3d}$$

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

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

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

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

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

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



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
☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

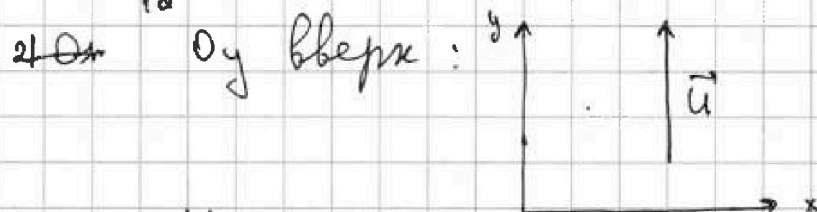
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

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

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

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



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

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

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



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!

черновик.

$$A = A_{O_2} + A_{He} = \nu_{O_2} R \Delta T_2 + \nu_{He} R \Delta T_2 = 2 \nu_{O_2} R \Delta T_2 = 2 \cdot 10 \cdot 10 = 200 \text{ Дж}$$

$$1) A = \nu_{O_2} R \Delta T_2 + \nu_{He} R \Delta T_2 = 2 \nu_{O_2} R \Delta T_2 = 2 \cdot 10 \cdot 10 = 200 \text{ Дж}$$

$$C = \frac{dQ}{dT} = \frac{dU + \delta A}{dT} = \frac{dU}{dT} + \frac{\delta A}{dT} = \frac{dU}{dT} + \frac{\delta A}{dT} \cdot m \nu_{O_2}^2$$

$$C_V = \frac{dU}{dT} = \frac{3}{2} \nu_{He} R dT + \frac{5}{2} \nu_{O_2} R dT = \frac{3}{2} \nu_{He} R + \frac{5}{2} \nu_{O_2} R = 4 \nu_{O_2} R$$

$$F = F_1 + F_2 = 4 \nu_{O_2} R = 4 \cdot 10 \cdot 10 = 40 \text{ Дж/К}$$

$$3) \nu_{O_2} = \nu_{He}; \nu_{O_2} = \nu_{He}; \nu_{O_2} = \nu_{He}$$

$$\nu_{O_2} = \nu_{He} \Rightarrow \nu_{O_2} = \nu_{He}; \nu_{O_2} = \nu_{He}; \nu_{O_2} = \nu_{He}$$

$$\frac{N_{O_2}}{N_{He}} = \frac{N_{O_2}}{N_{He}} \Rightarrow N_{O_2} = N_{He} \Rightarrow \frac{N_{O_2}}{N_{He}} = 1$$

$$1) A = 200 \text{ Дж}$$

$$2) C_V = 40 \text{ Дж/К}$$

$$3) \frac{N_{O_2}}{N_{He}} = 1$$

$$2,75 - 2 = 0,75$$

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

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

$$2 = 2 \cdot 3 = \mu g \cos \alpha$$

$$4 = 3 + \mu g \cos \alpha$$

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

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

$$\frac{d}{4} = \frac{3}{4}$$

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

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

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

$$\cos \alpha = \frac{1}{10}$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{10}$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{10}$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{10}$$