



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

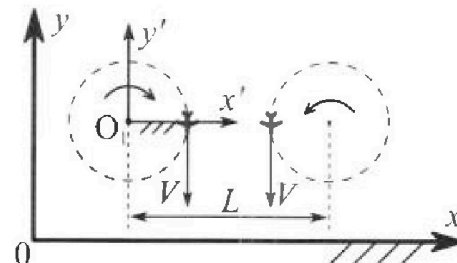
Вариант 10-03

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 $V = 60 \text{ м/с}$ (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R = 360 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

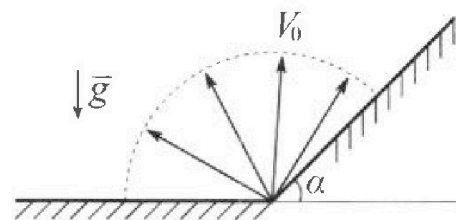
1. На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей $L = 1,8 \text{ км}$. Вектор скорости каждого самолета показан на рисунке.

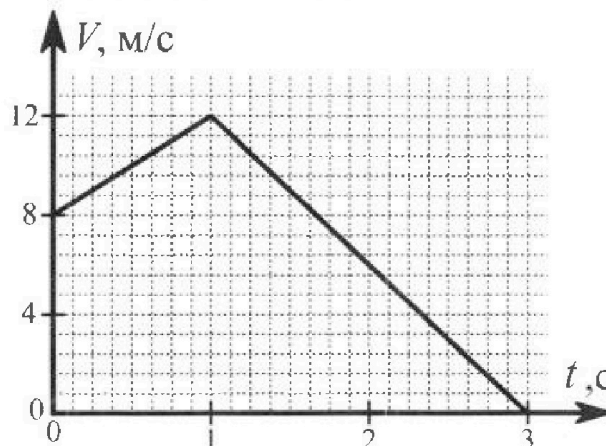
2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая высота полета одного из осколков $H = 45 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



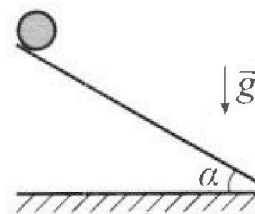
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.



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 в $n = 3$ раза больше массы бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

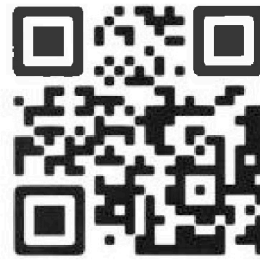


2. С какой по величине скоростью V движется бочка в тот момент, когда горизонтальное перемещение бочки равно $S = 1 \text{ м}$?
3. Найдите ускорение a , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят $Q = 960$ Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на $\Delta T_1 = 48$ К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на $\Delta T_2 = 30$ К.

1. Найдите работу A смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_V смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_{He}}{N_{O_2}}$ 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. Конденсатор заряжен, расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется со скоростью V_0 параллельно обкладкам на расстоянии $d/8$ от положительно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в этот момент времени равен R .

1. Найдите напряжение U на конденсаторе.

Через нек оторое 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

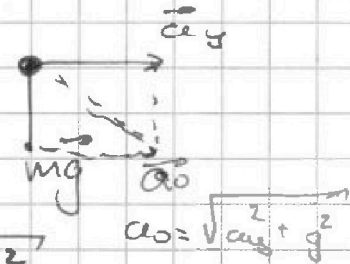
СТРАНИЦА
1 из 1

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!

Дано:
 $V = 60 \text{ м/с}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $R = 360 \text{ м}$
 $L = 1,8 \text{ км}$
 Найти:
 $\delta - ?$
 $\vec{u} - ?$

Решение: $\delta = 100\% - k$ отношение силы тяжести и веса летчика в %

(1) Рассмотрим силы, действующие на летчика. На него действует $\vec{F}_m = m\vec{g}$, и он движется с \vec{a}_y (центростремительное ускорение)



$$a_y = \frac{V^2}{R}$$

$$k\delta = \frac{F_m}{P_1} \cdot 100\%$$

$$P_1 = m(a_y + g)$$

$$P_1 = m\sqrt{a_y^2 + g^2}$$

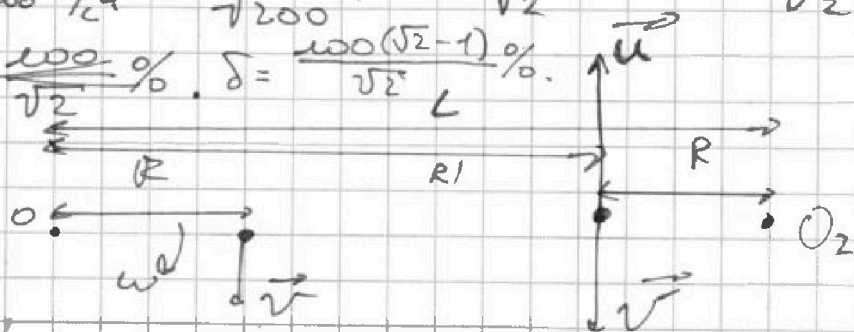
$$k\delta = \frac{mg}{m\sqrt{a_y^2 + g^2}} \cdot 100\% = \frac{g}{\sqrt{a_y^2 + g^2}} \cdot 100\%$$

$$= \frac{g}{\sqrt{\left(\frac{V^2}{R}\right)^2 + g^2}} \cdot 100\% = \frac{10 \text{ м/с}^2}{\sqrt{\left(\frac{3600 \text{ м}^2/\text{с}^2}{360 \text{ м}}\right)^2 + 100 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}} \cdot 100\%$$

$$= \frac{10 \text{ м/с}^2}{\sqrt{100 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} + 100 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}} \cdot 100\% = \frac{10}{\sqrt{200}} \cdot 100\% = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot 100\% = \frac{100}{\sqrt{2}}\%$$

1) Ответ: $\delta = \frac{100}{\sqrt{2}}\%$, $\delta = \frac{100(\sqrt{2}-1)}{\sqrt{2}}\%$

(2)



$$V = \omega R$$

$$\omega = \frac{V}{R}$$

$$\vec{u} = \vec{V} - \omega R'$$

$$u = V - \frac{V}{R} \cdot (L - R)$$

$$R' = L - R$$

$$u = 60 \text{ м/с} \cdot \left(1 - \frac{1800 \text{ м} - 360 \text{ м}}{360 \text{ м}}\right) = -60 \cdot 3 = -180 \text{ м/с}$$

2) Ответ: $\vec{u} = 180 \text{ м/с}$, направление указано на рисунке.

u направ в противоположную сторону от u_{O1}



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!

$$L = V_0 \cdot \cos \beta \cdot r - \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot r^2}{2}$$

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

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

$L' = 0$ - условие максимума функции $L(\beta)$.

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

$$\frac{V_0^2}{g \cdot \cos \alpha} \cdot \cos 2\beta - \frac{2V_0^2 \cdot \sin \alpha \cdot \sin 2\beta}{g \cdot \cos^2 \alpha} = 0 \quad \begin{aligned} \sin \alpha &= 0,8 \\ \cos \alpha &= 0,6 \\ \operatorname{tg} \alpha &= \frac{8}{6} = \frac{4}{3} \end{aligned}$$

$$\cos 2\beta - \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin 2\beta = 0$$

$$\frac{\cos 2\beta}{\sin 2\beta} = \operatorname{tg} \alpha$$

$$\frac{\cos 2\beta}{\sin 2\beta} = \frac{4}{3} \quad \cos 2\beta = \sqrt{1 - \sin^2 2\beta}$$

$$\frac{1 - \sin^2 2\beta}{\sin^2 2\beta} = \frac{16}{9}$$

$$16 \sin^2 2\beta - 9 + 9 \sin^2 2\beta = 0$$

$$\sin^2 2\beta = \frac{9}{25}$$

$$\sin 2\beta = \pm \frac{3}{5} \quad \cos 2\beta = \pm \frac{4}{5}$$

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

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

$$\frac{4}{5} = 1 - 2 \sin^2 \beta$$

$$1 \sin^2 \beta = \frac{1 - 0,8}{2} = 0,1$$

$$\sqrt{\sin^2 \beta} = \frac{1 + 0,8}{2} = 0,9$$

$$S = 90 \text{ м} \left(\frac{3}{5} - \frac{2 \cdot 0,8 \cdot 0,1}{0,36} \right)$$

$$S = 90 \text{ м} \left(\frac{3}{5} - \frac{4}{9} \right) = 90 \text{ м} \cdot \frac{7}{45} = 14 \text{ м}$$

Ответ: $V_0 = 30 \text{ м/с}$; $S = 14 \text{ м}$.



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.

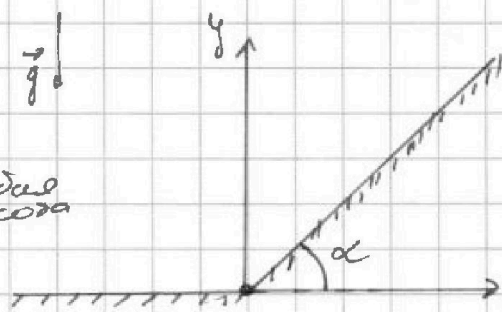
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 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!

Дано:
 $\sin \alpha = 0,8$
 $H = 45 \text{ м}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 Найти:
 $v_0 = ?$
 $S = ?$

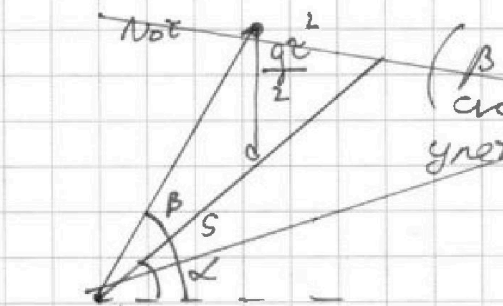
Решение:
 $E_{ки} = m v_0^2$
 $E_{п} = m g h$ ← модась высота



Наибольшая высота полета достигается тогда, когда проекция скорости на $Oy = v_0$.

$$\frac{m v_0^2}{2} = m g H \quad v_0 = \sqrt{2 g H} = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 45 \text{ м}} = \sqrt{900 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = 30 \text{ м/с} \quad v_0 = 30 \text{ м/с}$$

② β - угол между векторами скорости осколка, который улетит на S и гор. плоскостью



Введем систему координат, где Ox' по направлению α и $Oy' \perp Ox'$. Тогда проекции g равны:

$$g_{x'} = g \cos \alpha$$

$$g_{y'} = g \sin \alpha$$

$$g_{x'} = g \sin \alpha$$

$$g_{y'} = g \cos \alpha$$

Введем угол β .

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

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

$$L = \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{g \cos \alpha} = \frac{2 v_0^2 \cdot \sin^2 \beta}{g \cdot \cos^2 \alpha}$$



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 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!

$$8mgS \cdot \sin \alpha = 4\mu V^2 + MV^2$$

$$8g \cdot S \cdot \sin \alpha = 5V^2$$

$$V = \sqrt{\frac{8 \cdot g \cdot S \cdot \sin \alpha}{5 \cdot M}} = \sqrt{\frac{8 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 1 \text{ м} \cdot 0,5}{5}} = \sqrt{\frac{40 \text{ м}^2/\text{с}^2}{5}}$$

$$V = \sqrt{8 \text{ м}^2/\text{с}^2} \quad V = 2\sqrt{2} \text{ м/с}$$

③

$$\vec{EI} = \vec{M}_c$$

$$M_c = F_{\text{тр}} \cdot R$$

$$a = E \cdot R \quad E = \frac{a}{R}$$

$$F_{\text{тр}} = \mu 4Mg \cos \alpha$$

$$\frac{a}{R} \cdot MR^2 = 4\mu Mg \cdot \cos \alpha \cdot R$$

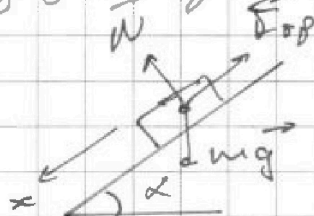
$$\{1\} a = 4\mu g \cdot \cos \alpha$$

с другой стороны можно найти a по 2-му закону Ньютона

$$4ma = 9mg \sin \alpha - 4\mu Mg \cos \alpha$$

$$\{2\} a = g \sin \alpha - \mu g \cdot \cos \alpha$$

Приравняем 1-е и 2-е уравн



$$4\mu \cos \alpha = \sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha$$

$$5\mu \cos \alpha = \sin \alpha$$

$$\mu = \frac{\sin \alpha}{5 \cos \alpha} = \frac{0,5}{5}$$

$$\sin \alpha = 0,5$$

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{75}}{10}$$

$$\cos \alpha = 5 \cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$0,5 \cdot \frac{2}{5\sqrt{3}} = \frac{1}{5\sqrt{3}}$$

← граничный коэффициент трения

$$a = 4 \cdot \frac{1}{5\sqrt{3}} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 4 \text{ м/с}^2$$

Ответ: $\sin \alpha = 0,5$; $V = 2\sqrt{2} \text{ м/с}$; $a = 4 \text{ м/с}^2$; Бочка падает без проскальзывания при $\mu \geq \frac{1}{5\sqrt{3}}$.



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!

Дано:

трафик

$$g = 40 \text{ м/с}^2$$

Кинети:

$\sin \alpha = ?$

①

Решение:

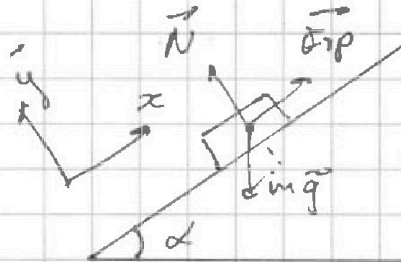
Мы видим угол на графике, до угла $\alpha = 4 \text{ м/с}^2$, после $\alpha = 6 \text{ м/с}^2$.

до угла шайба скользит с трением
вниз под действием силы тяжести

На Oy $a = 0$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = \mu \cdot N$$



Запишем 2-й закон Ньютона по Ox где 1 и 2 - см. таб

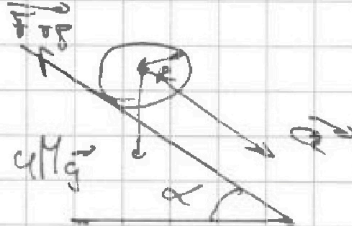
$$1) -m a_1 = -mg \sin \alpha + \mu mg \cdot \cos \alpha$$

$$2) -m a_2 = -mg \sin \alpha - \mu mg \cdot \cos \alpha$$

$$-m(a_1 + a_2) = -2mg \sin \alpha$$

$$a_1 + a_2 = 2g \sin \alpha ; \sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \sqrt{5} \frac{4 \text{ м/с}^2 + 6 \text{ м/с}^2}{2 \cdot 40 \text{ м/с}^2} =$$

$$\sin \alpha = 0.5$$



②

M - масса бочины без воды

$$EI = M$$

$$a = E \cdot R$$

$$EI = F_{\text{тр}} \cdot R$$

В.ч. вода - идеальная жидкость, т.е. она не будет закручиваться вместе с бочкой

Ватсе вместе с бочкой

$$4mg \sin \alpha = \frac{4MV^2}{2} + \frac{I \omega^2}{2}$$

$$\omega = \frac{V}{R}$$

~~$$8mg \sin \alpha = \frac{V^2}{R} + I$$~~

$$8mg \sin \alpha = \frac{4MV^2}{2R} + \frac{I V^2}{2R^2}$$

$$I (\text{для полн. цилиндра}) = MR^2$$



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!

Дано:
 $Q = 960 \text{ Дж}$
 $\Delta T_1 = 48 \text{ К}$
 $\Delta T_2 = 30 \text{ К}$
Найти:
 A - ?
 C_V - ?
 N_Γ - ?
 N_K - ?

Решение:

① $V = \text{const}$ $A_\Gamma = 0$

$Q = \Delta U_1$ $\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$

$Q = \frac{3}{2} \nu_\Gamma R_0 T_1 + \frac{5}{2} \nu_K R_0 T_1$

$Q = R_0 T_1 \left(\frac{3}{2} \nu_\Gamma + \frac{5}{2} \nu_K \right)$

$C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{960 \text{ Дж}}{48 \text{ К}} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$

② ~~$Q = \Delta U_1 + P_0 V A_\Gamma$ $\Delta U_1 = R_0 \Delta T_1$~~

② $Q = \Delta U_2 + P_0 V$ $\Delta U_2 = R_0 \Delta T_2 \left(\frac{3}{2} \nu_\Gamma + \frac{5}{2} \nu_K \right)$

$A_\Gamma = P_0 V$ $A_\Gamma = \Delta U_1 - \Delta U_2$ $\Delta U_2 = C_V \nu_\Gamma \Delta T_2$
 $\Delta U_1 = C_V \nu_K \Delta T_1$

$A = C_V (\nu_\Gamma \Delta T_1 - \nu_K \Delta T_2) = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot 48 \text{ К} = 360 \text{ Дж}$

③ $Q = R_0 T_1 (1,5 \nu_\Gamma + 2,5 \nu_K)$

$Q = R_0 T_2 (1,5 \nu_\Gamma + 2,5 \nu_K) + P_0 V$

$Q = R_0 T_2 (2,5 \nu_\Gamma + 3,5 \nu_K)$

$(1,5 \nu_\Gamma + 2,5 \nu_K) \Delta T_1 = (2,5 \nu_\Gamma + 3,5 \nu_K) \Delta T_2$

$\frac{1,5 \nu_\Gamma + 2,5 \nu_K}{2,5 \nu_\Gamma + 3,5 \nu_K} = \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = \frac{30}{48} = \frac{15}{24} = \frac{5}{8}$

$12,5 \nu_\Gamma + 17,5 \nu_K = 12 \nu_\Gamma + 20 \nu_K$

$\frac{\nu_\Gamma}{\nu_K} = 2,5$ $\frac{\nu_\Gamma}{\nu_K} = 5 = \frac{N_\Gamma}{N_K}$

Ответ: $C_V = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$; $A = 360 \text{ Дж}$; $\frac{N_\Gamma}{N_K} = 5$

Handwritten notes on the right side:
 ν_K - мол-во
 ν_Γ - мол-во
 ν_K - мол-во
 ν_Γ - мол-во



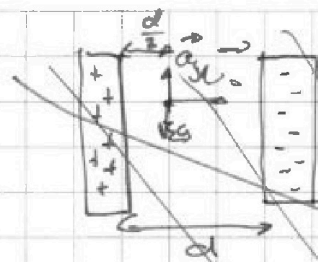
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

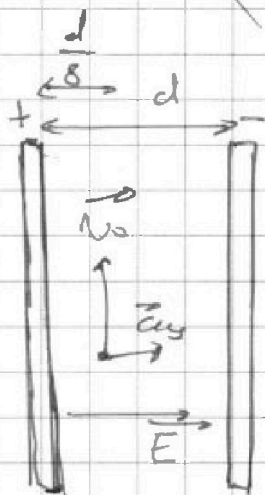
СТРАНИЦА
1 из 1

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!

Дано:
 $\gamma = \frac{q}{m}$
 d, V_0
 $\frac{d}{8}, R$
 Найти:
 U - ?
 V - ?



~~$a_{y0} = \frac{mV_0^2}{R}$~~
 ~~$m a_{y0} = F_i$~~
 ~~F_i - результирующая сила, действующая на частицу, на ось Oy .~~



$a_{y0} = \frac{V_0^2}{R}$
 $m \cdot a_{y0} = F_i$
 F_i - сила, действующая на частицу
 $qE = m a_{y0}$
 $\gamma E = a_{y0}$
 $E = \frac{V_0^2}{R\gamma}$ $E = \frac{F}{q}$
 $F = E \cdot q$

$$U = E \cdot d$$

$$U = \frac{V_0^2 \cdot d}{R\gamma}$$

Ответ: $U = \frac{V_0^2 \cdot d}{R\gamma}$

$$\frac{mV_0^2}{2} + E \cdot q \left(\frac{d}{2} - \frac{d}{8} \right) = \frac{mV_i^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} + \frac{V_0^2}{R\gamma} \cdot q \left(\frac{d}{2} - \frac{d}{8} \right) = \frac{mV_i^2}{2}$$

$$\frac{V_0^2}{2} + \frac{V_0^2}{R\gamma} \cdot \frac{q}{m} \left(\frac{d}{2} - \frac{d}{8} \right) = \frac{V_i^2}{2}$$

$$\frac{V_0^2}{2} + \frac{V_0^2}{R} \cdot \frac{3 \cdot d}{8} = \frac{V_i^2}{2}$$

$$V_0^2 + \frac{3V_0^2 \cdot d}{4R} = V_i^2 \quad V_i = V_0 \sqrt{1 + \frac{3 \cdot d}{4 \cdot R}}$$

Ответ: $U = \frac{V_0^2 \cdot d}{R \cdot \gamma}$; $V = V_0 \sqrt{1 + \frac{3 \cdot d}{4 \cdot R}}$



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

1 2 3 4 5 6 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!

$$\frac{\sin 2\beta}{\cos 2\beta} = \frac{3}{4} \quad \frac{\sin 2\beta}{\sqrt{1-\sin^2 2\beta}} = \frac{3}{4} \quad \sin^2 2\beta = t$$

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

$$\frac{4}{5} = \sin^2 \beta - \cos^2 \beta$$

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

$$\sin^2 \beta - (1 - \sin^2 \beta) = \frac{4}{5}$$

$$2\sin^2 \beta = \frac{4}{5} + 1$$

$$2\sin^2 \beta = \frac{9}{5}$$

$$\sin^2 \beta = 0,9$$

$$\frac{t}{1-t} = \frac{9}{16}$$

$$16t = 9 - 9t$$

$$t = \frac{9}{25}$$

$$\sin 2\beta = \pm \frac{3}{5}$$

$$\sin 2\beta = \frac{3}{5} \quad \left(-\frac{3}{5}\right) \text{ не возм.}$$

$$\cos 2\beta = \frac{4}{5}$$

Подставим численные значения в формулу где L (и найдем S)

$$S = \frac{U_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} - \frac{2U_0^2 \cdot \sin \alpha \cdot \sin^2 \beta}{g \cdot \cos^2 \alpha}$$

$$S = \frac{900 \text{ м}^2/\text{с}^2 \cdot \frac{3}{5}}{10 \text{ м}/\text{с}^2} - \frac{2 \cdot 900 \text{ м}^2/\text{с}^2 \cdot 0,8 \cdot 0,9}{10 \text{ м}/\text{с}^2 \cdot 0,36} =$$

$$= 90 \text{ м} \left(\frac{3}{5} - \frac{2 \cdot 0,8 \cdot 0,9}{0,36 \cdot 10} \right) = \frac{3}{5} - \frac{2 \cdot 8}{10} = \frac{36}{10} - \frac{16}{10} = \frac{20}{10} = 2$$

$$\frac{2 \cdot 8}{10} : 3,6 \quad \frac{36}{10} \quad \frac{2 \cdot 8 \cdot 10}{36} \quad \frac{8}{18} = \frac{4}{9}$$

$$\frac{2 \cdot 8}{10 \cdot 3,6} \quad \frac{2 \cdot 8}{36} \quad \frac{16}{36} = \frac{4}{9} = \frac{4}{9}$$

$$\frac{3}{5} - \frac{4}{9} = \frac{27}{45} - \frac{20}{45} = \frac{7}{45}$$

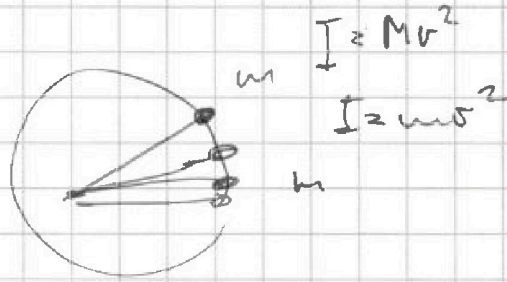


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!





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!

$$\frac{\sin 2\beta}{\sqrt{1-\sin^2\beta}} = \frac{3}{5}$$

$$\frac{t^2}{1-t^2} = \frac{9}{16}$$

$$16t^2 = 9 - 9t^2$$

$$25t^2 = 9$$

$$t = \frac{3}{5}$$

$$\frac{3}{5} = 1,6 \cdot 0$$

$$\frac{3}{5} - \frac{2,8 \cdot 9}{100} = \frac{100}{360}, \quad \frac{2,8 \cdot 9}{364} = \frac{2,82}{4}$$

$$\sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \sqrt{\frac{16}{25}} = \frac{4}{5}$$

$$\sqrt{\frac{25-9}{25}} = \sqrt{\frac{16}{25}} = \frac{4}{5}$$



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
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!

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

$$L = \frac{2v_0^2 \cdot \cos \beta \cdot \sin \beta}{g \cdot \cos \alpha} - \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot 4 \cdot v_0^2 \cdot \sin^2 \beta}{2 \cdot g^2 \cdot \cos^2 \alpha} \quad \cdot 400$$

$$L = \frac{2v_0^2 \cdot \cos \beta \cdot \sin \beta}{g \cdot \cos \alpha} - \frac{2v_0^2 \cdot \sin \alpha \cdot \sin^2 \beta}{g \cdot \cos^2 \alpha} \quad \frac{960}{480} \cdot 20$$

$$\frac{480}{24}$$

$$L' = \frac{2v_0^2}{g \cdot \cos \alpha} (-\sin \beta \cdot \cos \beta + \cos^2 \beta)$$

$$L' = \frac{2v_0^2}{g \cdot \cos \alpha} (-\sin \beta \cdot \sin \beta + \cos^2 \beta) - \frac{2v_0^2 \cdot \sin \alpha}{g \cdot \cos^2 \alpha} \cdot 2 \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta$$

$$L' = 0$$

$$\cos 2\beta - \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin 2\beta = 0$$

$$\operatorname{tg} 2\beta = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}$$

$$\operatorname{tg} 2\beta = \frac{3}{4}$$

$$\frac{\sin 2\beta}{\cos 2\beta} = \frac{3}{4}$$

$$\sin \alpha = 0,8$$

$$\cos \alpha = 0,6$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{4}{3}$$

$$8 \sin \beta \cdot \cos \beta = 3 \cos^2 \beta - 3 \sin^2 \beta$$

$$8 \sin \beta \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = 3(1 - \sin^2 \beta) - 3 \sin^2 \beta$$

$$8 \sin \beta \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = 3 - 6 \sin^2 \beta$$

$$8 \sin^2 \beta (1 - \sin^2 \beta) = 9 - 36 \sin^2 \beta + 36 \sin^4 \beta$$

$$8a(1-a) = 9 - 36a + 36a^2$$

$$8a - 8a^2 = 9 - 36a + 36a^2$$

$$44a^2 - 44a + 9 = 0$$

$$44a^2 - 44a + 9 = 0$$

$$D = 44^2 - 44 \cdot 36 = 44(44 - 36) = 44 \cdot 8$$

$$a_1 = \frac{44 + \sqrt{44 \cdot 8}}{88} = \frac{1}{2} + \frac{4\sqrt{22}}{88} = \frac{1}{2} + \frac{1}{\sqrt{22}}$$

$$a_2 = \frac{44 - \sqrt{44 \cdot 8}}{88} = \frac{1}{2} - \frac{1}{\sqrt{22}}$$

$$100 \cdot \frac{100}{\sqrt{2}} = 1000 \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$$

$$\frac{100\sqrt{2} - 100}{\sqrt{2}}$$

$$100(1 - \sqrt{2}) \quad 100(\sqrt{2} - 1)$$

$$\sqrt{2}$$



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!

$$\frac{1}{2} - \frac{1}{8} = \frac{4}{8} - \frac{1}{8} = \frac{3}{8}$$



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!

