



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

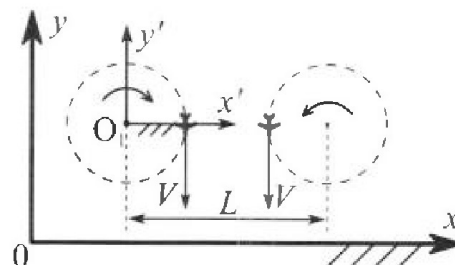
Вариант 10-03

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 $V = 60$ м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R = 360$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

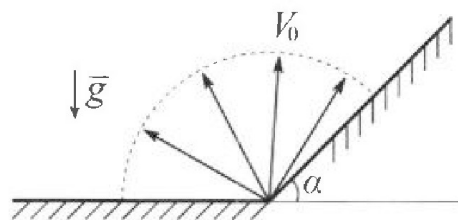
1. На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



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

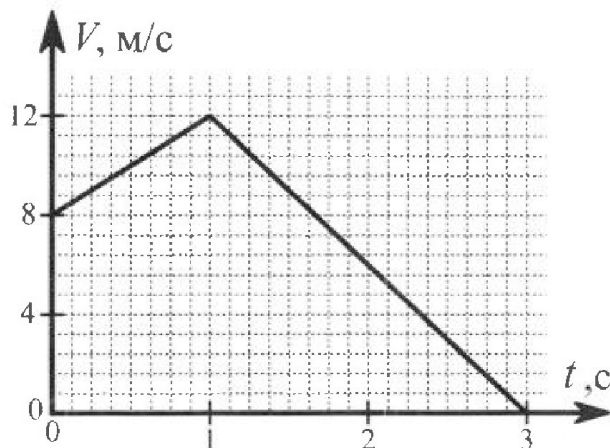
2. Найдите в этот момент скорость $\vec{U}$ второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора $\vec{U}$.

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 $H = 45$ м. 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?

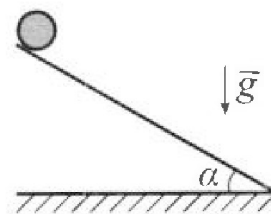
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение 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 в $n = 3$ раза больше массы бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

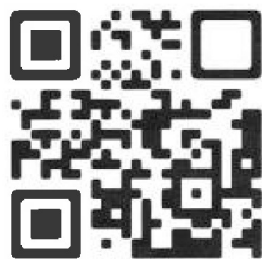
2. С какой по величине скоростью V движется бочка в тот момент, когда горизонтальное перемещение бочки равно $S = 1$ м?
3. Найдите ускорение a , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?



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 $\frac{N_{\text{Г}}}{N_{\text{К}}}$ 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. 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?



1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

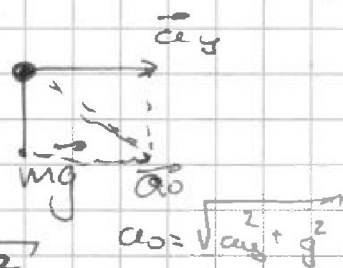
СТРАНИЦА
1 из 1

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
сил 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)



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

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

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

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

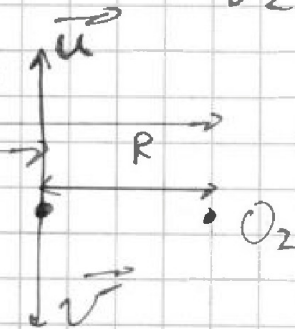
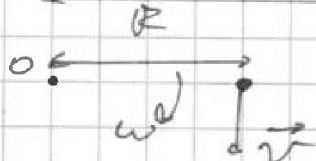
$$k\delta = \frac{mg}{m\sqrt{a_y^2 + g^2}} \cdot 100\% = \frac{g}{\sqrt{a_y^2 + g^2}} \cdot 100\%$$

$$= \frac{g}{\sqrt{\left(\frac{V^2}{R}\right)^2 + g^2}} \cdot 100\% = \frac{10 \text{ м/с}^2}{\sqrt{\left(\frac{3600 \text{ м}^2/\text{с}^2}{360 \text{ м}}\right)^2 + 100 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^4}}} \cdot 100\%$$

$$= \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 100\%}{\sqrt{100 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^4} + 100 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^4}}} = \frac{10 \cdot 100\%}{\sqrt{200}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot 100\% = \frac{100}{\sqrt{2}}\%$$

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

(2)



$$V = \omega R$$

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

R - расстояние от м. О до 2-го самол.

$$R' = L - R$$

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

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

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

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

u направ. в противоположную сторону от $\vec{u}$



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!

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$S = 90 \text{ м} \left(\frac{3}{5} - \frac{2 \cdot 98 \cdot 0,1}{9 \cdot 0,36} \right)$$

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

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.

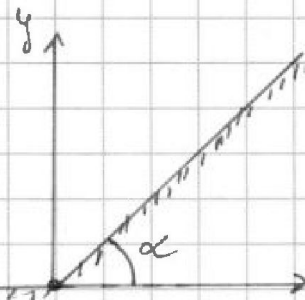
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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:
 $v_0 = ?$
 $S = ?$

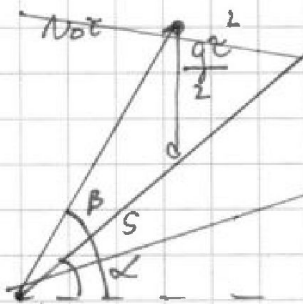
Решение:
① $E_k = m v_0^2$
 $E_p = m g h$ ← модая высота



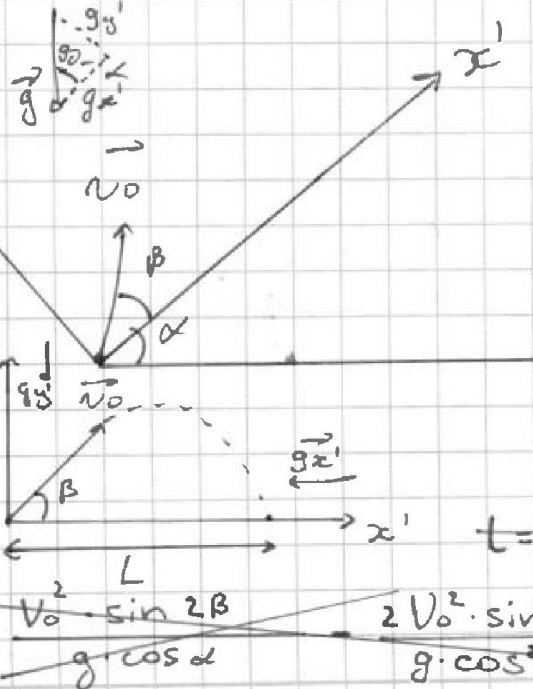
Наибольшая высота полета достигается тогда, когда проекция скорости на $Oy = v_0$.

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

②



(β - угол между вектором скорости и осью, 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 .

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

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

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



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!

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

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

$$V = \sqrt{\frac{8 \cdot g \cdot S \cdot \sin \alpha}{5}} = \sqrt{\frac{8 \cdot 10^4 \cdot 10 \cdot 0,5}{5}} = \sqrt{\frac{400000}{5}}$$

$$V = \sqrt{80000} \quad V = 2\sqrt{2} \text{ м/с}$$

③

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

$$M_c = F_{\text{тп}} \cdot R$$

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

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

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

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

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

$$4ma = 8mg \sin \alpha - 4\mu Mg \cos \alpha$$

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

Приравняем 1-е и 2-е ур-ие

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

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

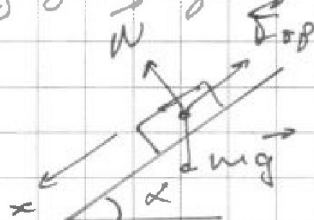
$$\mu = \frac{\sin \alpha}{5 \cos \alpha} = \frac{0,5}{5}$$

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

пограничный
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
найдется без проскаль-
зывания 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:

траффик

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

Найти:

$\sin \alpha$ - ?

①

Решение:

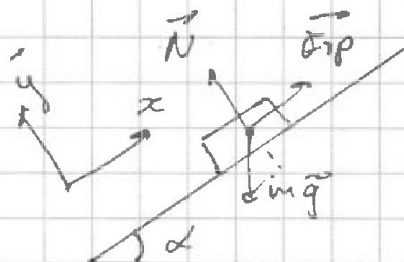
Мы видим излом на графике, до излома $a = 4 \text{ м/с}^2$, после $a = 6 \text{ м/с}^2$.

до излома шайба скользила с трением
вниз под действием силы тяжести

На Оу $a = 0$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = \mu \cdot N$$



Запишем 2-й закон Ньютона по Ох для 1-го и 2-го участков

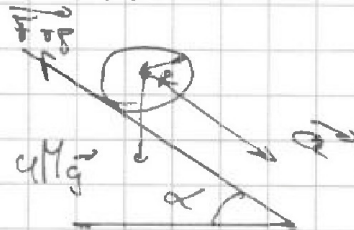
$$1) -ma_1 = -mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$$

$$2) -ma_2 = -mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

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

$$a_1 + a_2 = 2g \sin \alpha; \sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = 0.5 \frac{4 \text{ м/с}^2 + 6 \text{ м/с}^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 0.5$$

$$\sin \alpha = 0.5$$



②

M - масса бочины без воды

$$EI = M$$

$$a = E \cdot R$$

$$EI = F_{\text{тр}} \cdot R$$

т.к. вода - идеальная жидкость, то она не будет закручиваться вместе с бочкой

Ватсе вместе с бочкой

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

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

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

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

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



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_1 - ?

N_2 - ?

Решение:

$$① V = \text{const} \quad A_T = 0$$

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

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

$$Q = R \Delta T_1 \left(\frac{3}{2} \nu_r + \frac{5}{2} \nu_k \right)$$

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

$$② Q = \Delta U_1 + P_0 V \Delta T_2 = R \Delta T_2$$

$$② Q = \Delta U_2 + P_0 V \quad \Delta U_2 = R \Delta T_2 \left(\frac{3}{2} \nu_r + \frac{5}{2} \nu_k \right)$$

$$A_T = P_0 V$$

$$A_T = \Delta U_1 - \Delta U_2$$

$$\Delta U_2 = C_V \cdot \Delta T_2$$

$$\Delta U_1 = C_V \cdot \Delta T_1$$

$$A = C_V (\Delta T_1 - \Delta T_2) = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot 18 \text{ К} = 360 \text{ Дж}$$

$$③ Q = R \Delta T_1 (1,5 \nu_r + 2,5 \nu_k)$$

$$Q = R \Delta T_2 (1,5 \nu_r + 2,5 \nu_k) + P_0 V$$

$$Q = R \Delta T_2 (2,5 \nu_r + 3,5 \nu_k)$$

$$(1,5 \nu_r + 2,5 \nu_k) \Delta T_1 = (2,5 \nu_r + 3,5 \nu_k) \Delta T_2$$

$$\frac{1,5 \nu_r + 2,5 \nu_k}{2,5 \nu_r + 3,5 \nu_k} = \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = \frac{30}{48} = \frac{5}{8}$$

$$12,5 \nu_r + 17,5 \nu_k = 12,5 \nu_r + 20 \nu_k$$

$$\frac{\nu_r}{\nu_k} = 2,5$$

$$\frac{\nu_r}{\nu_k} = 5 = \frac{N_1}{N_2}$$

Ответ: $C_V = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$; $A = 360 \text{ Дж}$; $\frac{N_1}{N_2} = 5$.

ν_k - мол-во
вещ-ва O_2

ν_r - мол-во
вещ-ва He

$$P = P_0 + P_{\text{из}}$$

$$P_{\text{из}} V_1 = \nu_r R T_0$$

$$P_{\text{из}} V_2 = \nu_k R T_0$$

$$P \cdot V_1 = (\nu_r + \nu_k) R T_0$$

$$P \cdot V_2 = (\nu_r + \nu_k) R T_2$$

$$P_0 V = (\nu_r + \nu_k) R \Delta T_2$$



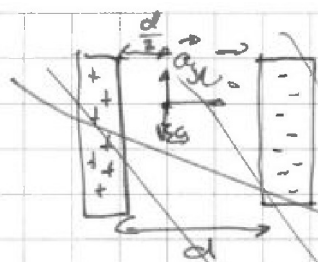
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

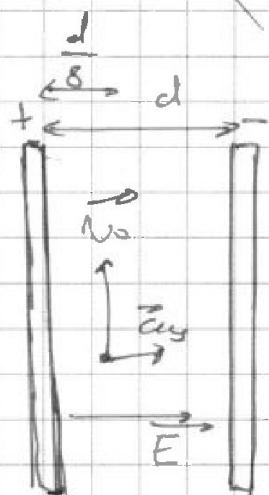
Дано:
 $\gamma = \frac{q}{m}$
 d, V_0
 $\frac{d}{8}, R$
Найти:
 U - ?
 V - ?



$$a_{\text{из}} = \frac{m V_0^2}{R}$$

$$m a_{\text{из}} = F_i$$

F_i - проекция силы, действующей на частицу, на ось Ox .



$$a_{\text{из}} = \frac{V_0^2}{R}$$

$$m \cdot a_{\text{из}} = F_i$$

F_i - сила, действующая на частицу

$$qE = m a_{\text{из}}$$

$$\gamma E = a_{\text{из}}$$

$$E = \frac{V_0^2}{R \gamma}$$

$$E = \frac{F}{q}$$

$$F = E \cdot q$$

$$U = E \cdot d$$

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

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

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

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

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

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

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

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!

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

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

$$\sin^2 2\beta = t$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$16t = 9 - 9t$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\frac{2 \cdot 8}{10} = 1,6$$

$$\frac{36}{10}$$

$$\frac{2 \cdot 8 \cdot 10}{36}$$

$$\frac{1 \cdot 8}{36} = \frac{1}{9}$$

$$\frac{8}{9} - \frac{4}{9}$$

$$\frac{2 \cdot 8}{10 \cdot 3,6}$$

$$\frac{2 \cdot 8}{36}$$

$$\frac{160}{36}$$

$$\frac{160}{36} = \frac{40}{9}$$

$$\frac{16}{36}$$

$$\frac{8}{18} = \frac{4}{9}$$

$$\frac{135}{9}$$

$$\frac{3}{5} - \frac{4}{5}$$

$$+ \frac{27}{45} - \frac{20}{45}$$

$$\frac{3}{5} - \frac{4}{9}$$

$$\frac{17}{45}$$



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
☐

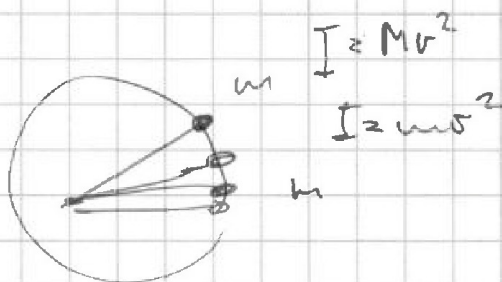
5
☐

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!

$$1800 - 360 = \frac{1440}{360} = \frac{144}{36} = \frac{171}{16} = \frac{36}{8} = 4$$

$\int h$

$$v_0^2 = 2gh$$
$$\frac{v_0^2 - v_1^2}{2a}$$

$$h = v_0^2 - \frac{g x^2}{2}$$

$$2h \cdot a = v_0^2 - (v_0^2 + g x^2)$$

$$2h a = v_0^2 - (v_0^2 - 2v_0 g x + g x^2)$$

$$\frac{4 \cdot \frac{g^2}{2} = \mu k}{c}$$

$$\frac{g x^2}{4} = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$h = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$x = \frac{2v_0}{g}$$

$$x = \frac{2v_1}{a}$$

$$S = v_0 \cos \beta \cdot x - \frac{g x^2}{2}$$

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

$$4 \cdot 2 \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta$$
$$\cos \beta \cdot \sin \beta = \sin 2\beta \quad \cos 2\beta = \cos^2 \beta - \sin^2 \beta$$

$$2 \sin \beta \cdot \cos \beta = 2 (\cos^2 \beta - \sin^2 \beta)$$
$$2 \sin \beta \cdot \cos \beta = 2 \cos^2 \beta - 2 \sin^2 \beta$$

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

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta}$$
$$\cos \beta = \sqrt{1 - 0,36} = \sqrt{0,64} = 0,8$$
$$\frac{6}{6} = \frac{4}{3}$$



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
__ 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!

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

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

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

$$25t^2 = 9$$

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

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

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

$$\frac{4}{5} + 1 = \frac{9}{5}$$

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

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



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
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!

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

$$L = \frac{2V_0^2 \cdot \cos \beta \cdot \sin \beta}{g \cdot \cos \alpha} - \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot 4 \cdot V_0^2 \cdot \sin^2 \beta}{2 \cdot g^2 \cdot \cos^2 \alpha} \cdot 400$$

$$L = \frac{2V_0^2 \cdot \cos \beta \cdot \sin \beta}{g \cdot \cos \alpha} - \frac{2V_0^2 \cdot \sin \alpha \cdot \sin^2 \beta}{g \cdot \cos^2 \alpha} \cdot \frac{960}{24} = 20$$

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

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

$$L' = 0$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\sin^2 \beta = a$$

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

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

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

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

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

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

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

$$100 - \frac{100}{\sqrt{2}} = 100(1 - \frac{1}{\sqrt{2}})$$

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

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

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



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
__ 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!

