



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

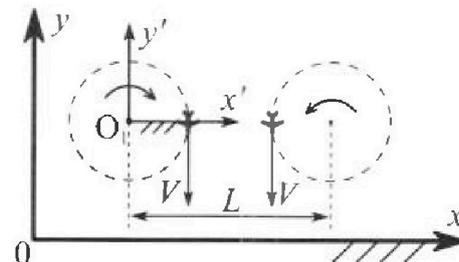
## Вариант 10-03

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  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

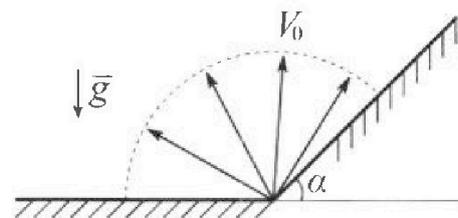
1. На сколько  $\delta$  процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



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.

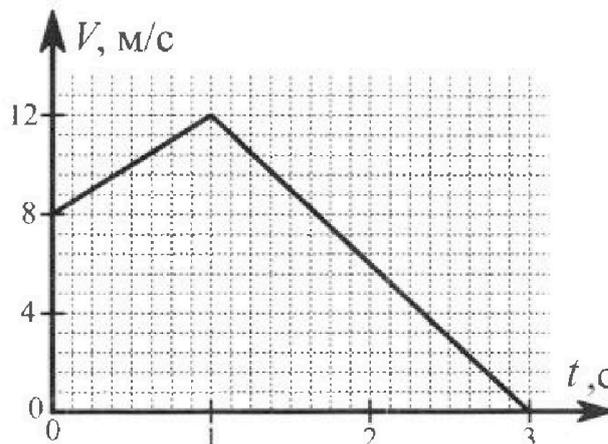
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол  $\alpha$  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.



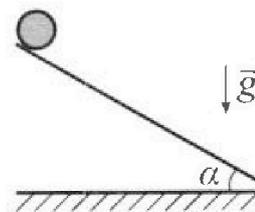
1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
2. На каком максимальном расстоянии  $S$  от точки старта упадет осколок на склон?

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  $\alpha$  – 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  $\mu$  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

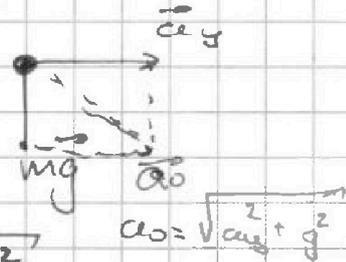
СТРАНИЦА  
1 из 1

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)



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

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

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

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

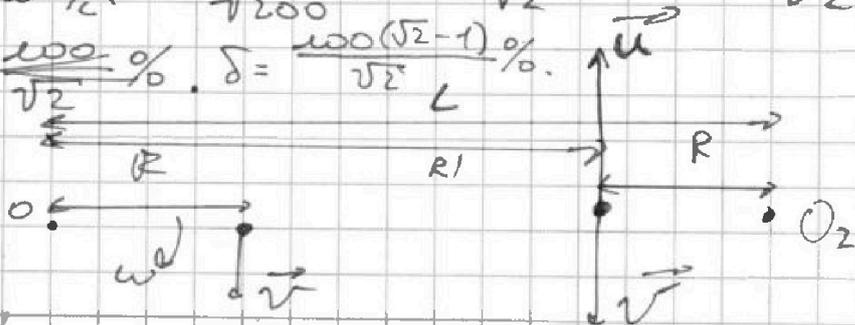
$$k\delta = \frac{mg}{m\sqrt{a_y^2 + g^2}} \cdot 100\% = \frac{g}{\sqrt{a_y^2 + g^2}} \cdot 100\%$$

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

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

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.

$\vec{u}$  направ в 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  $L(\beta)$ .

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

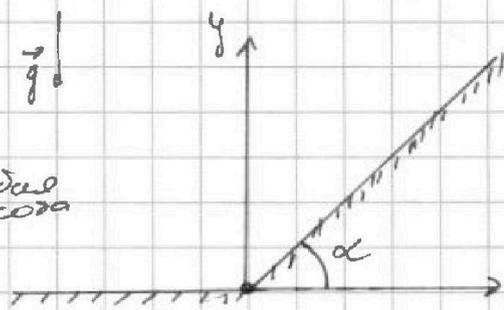
1  2  3  4  5  6  7

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:  
 $v_0 = ?$   
 $S = ?$

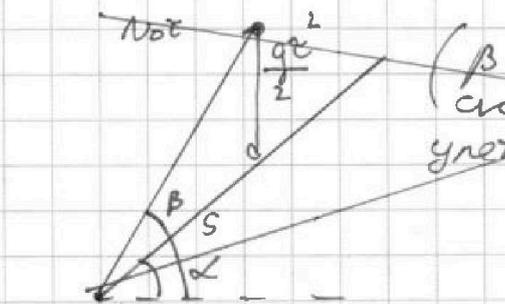
Решение:  
 $E_{ки} = m v_0^2$   
 $E_{п} = m g h$  ← модая высота



Кинематическая 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  $\beta$  - угол между векторами скорости осколка, который улетит на  $S$  и гор. плоскостью



Введем систему координат, где  $Ox'$  по направлению  $\alpha$  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  $\beta$ .

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

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

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



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

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

$$M_c = F_{\text{тр}} \cdot R$$

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

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

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

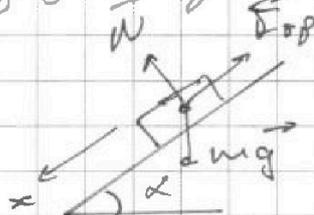
$$\{1\} a = 4\mu g \cdot \cos \alpha$$

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

$$4\mu a = 4\mu g \sin \alpha - 4\mu Mg \cos \alpha$$

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

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

$$g = 40 \text{ м/с}^2$$

Класс:

$\sin \alpha = ?$

①

Решение:

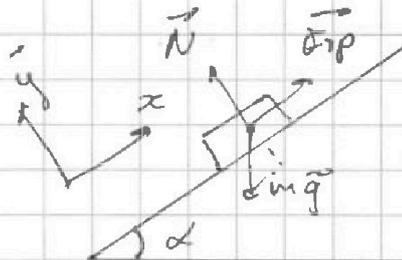
Мы видим угол на графике, до угла  $\alpha = 4 \text{ м/с}^2$ , после  $\alpha = 6 \text{ м/с}^2$ .

до угла шайба скользит с плоскости 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  $2$  - ступень

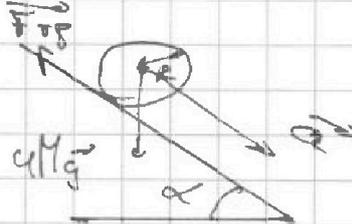
$$1) -ma_1 = -mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$$

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

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

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

$$\sin \alpha = 0.5$$



②

$M$  - масса бочки без воды

$$EI = M$$

$$a = E \cdot R$$

$$EI = F_{\text{тр}} \cdot R$$

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

Ватсе вместе с бочкой

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

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

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

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

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



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:**  
 $A$  - ?  
 $C_V$  - ?  
 $\frac{N_\Gamma}{N_K}$  - ?

**Решение:**  
 ①  $V = \text{const}$   $A_T = 0$   
 $Q = \Delta U_1$   $\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$   
 $Q = \frac{3}{2} \nu_\Gamma R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_K R \Delta T_1$   
 $Q = R \Delta T_1 \left( \frac{3}{2} \nu_\Gamma + \frac{5}{2} \nu_K \right)$   
 $C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{960 \text{ Дж}}{48 \text{ К}} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$

②  ~~$Q = \Delta U_1 + P \Delta V$   $\Delta U = R \Delta T$~~   
 ②  $Q = \Delta U_2 + P \Delta V$   $\Delta U_2 = R \Delta T_2 \left( \frac{3}{2} \nu_\Gamma + \frac{5}{2} \nu_K \right)$   
 $A_T = P \Delta V$   $A_T = \Delta U_1 - \Delta U_2$   $\Delta U_2 = C_V \cdot \Delta T_2$   
 $A = C_V (\Delta T_1 - \Delta T_2) = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot 18 \text{ К} = 360 \text{ Дж}$

③  $Q = R \Delta T_1 (1,5 \nu_\Gamma + 2,5 \nu_K)$   
 $Q = R \Delta T_2 (1,5 \nu_\Gamma + 2,5 \nu_K) + P \Delta V$   
 $Q = R \Delta T_2 (2,5 \nu_\Gamma + 3,5 \nu_K)$   
 $(1,5 \nu_\Gamma + 2,5 \nu_K) \Delta T_1 = (2,5 \nu_\Gamma + 3,5 \nu_K) \Delta T_2$   
 $\frac{1,5 \nu_\Gamma + 2,5 \nu_K}{2,5 \nu_\Gamma + 3,5 \nu_K} = \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = \frac{30}{48} = \frac{15}{24} = \frac{5}{8}$   
 $12,5 \nu_\Gamma + 17,5 \nu_K = 12 \nu_\Gamma + 20 \nu_K$   
 $\frac{\nu_\Gamma}{\nu_K} = 2,5$   $\frac{\nu_\Gamma}{\nu_K} = 5 = \frac{N_\Gamma}{N_K}$

**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 of the page:*  
 $\nu_K$  - мол-во  
 Вещ-ва  $O_2$   
 $\nu_\Gamma$  - мол-во  
 Вещ-ва  $He$

*Handwritten notes on the right side of the page (bottom):*  
 $P = P'_\Gamma + P'_K$   
 $P'_\Gamma V_\Gamma = \nu_\Gamma R T_0$   
 $P'_K V_K = \nu_K R T_0$   
 $P \cdot V_2 = (\nu_\Gamma + \nu_K) R T_0$   
 $P \cdot V_2 = (\nu_\Gamma + \nu_K) R \Delta T_2$   
 $\frac{V_2}{\Delta T_2} = \frac{V_0}{T_0}$



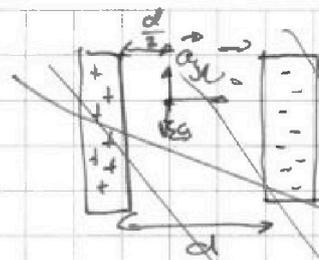
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

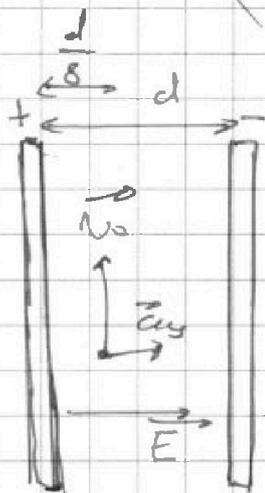
СТРАНИЦА  
1 из 1

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

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

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

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

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

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

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  $S$ )

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

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

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

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

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

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

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

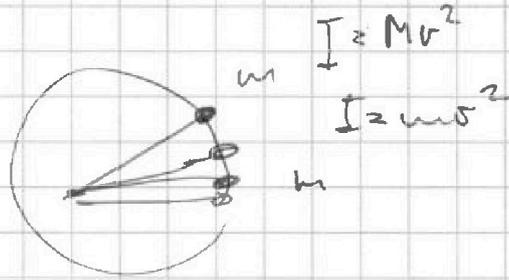


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

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

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

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

$$25t^2 = 9$$

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

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

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

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

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





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!

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

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

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

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

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

$$L' = 0 \quad \begin{aligned} \cos 2\beta - \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin 2\beta &= 0 \\ \operatorname{tg} 2\beta &= \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \\ \operatorname{tg} 2\beta &= \frac{3}{4} \end{aligned} \quad \begin{aligned} \sin \alpha &= 0,8 \\ \cos \alpha &= 0,6 \\ \operatorname{tg} \alpha &= \frac{4}{3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 8 \sin \beta \cdot \cos \beta &= 3 \cos^2 \beta - 3 \sin^2 \beta \\ 8 \sin \beta \sqrt{1 - \sin^2 \beta} &= 3(1 - \sin^2 \beta) - 3 \sin^2 \beta \\ 8 \sin \beta \sqrt{1 - \sin^2 \beta} &= 3 - 6 \sin^2 \beta \\ 8 \sin^2 \beta (1 - \sin^2 \beta) &= 9 - 36 \sin^2 \beta + 36 \sin^4 \beta \end{aligned}$$

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

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

$$44a^2 - 44a$$

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

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

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

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

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

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

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

$$\sqrt{2}$$



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

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!

