



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

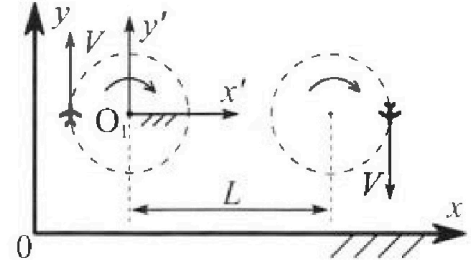
## Вариант 10-04

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  $V = 100$  м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолет,  $R=500$  м. Ускорение свободного падения  $g=10$  м/с<sup>2</sup>.

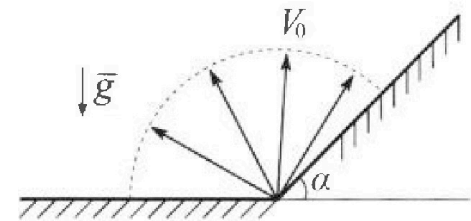
1. Определите отношение  $\frac{N}{mg}$ , здесь  $N$  – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло,  $mg$  – сила тяжести летчика.



В некоторый момент времени с самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей  $L=1,25$  км. Вектор скорости каждого самолета показан на рис.

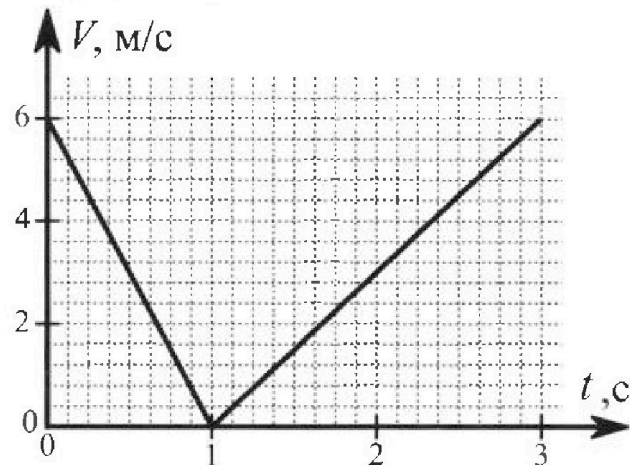
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

2. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Продолжительность полета осколка, упавшего на горизонтальную поверхность на максимальном расстоянии от точки разрыва, равна  $T = 5$  с, максимальное перемещение за время полета осколка, упавшего на склон, равно  $S = 100$  м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



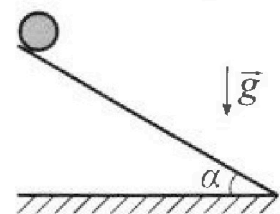
1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
2. Найдите угол  $\alpha$ , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



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  $n=4$  раза больше массы бочки. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



2. С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка после перемещения по вертикали на  $h=1,5$  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 10-04



*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

4. В изохорическом процессе от смеси идеальных газов гелия и азота отводят  $Q = 2320$  Дж теплоты. Температура смеси уменьшается на  $|\Delta T_1| = 58$  К. Если в изобарическом процессе от той же смеси отвести то же самое количество теплоты, то температура смеси уменьшится на  $|\Delta T_2| = 40$  К.

1. Найдите работу  $A$  внешних сил в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость  $C_p$  смеси в изобарическом процессе.
3. Найдите отношение  $\frac{N_1}{N_2}$  числа атомов гелия к числу молекул азота в смеси.

*Указание: внутренняя энергия двухатомного газа азота  $U = \frac{5}{2}PV$ .*

5. Отрицательно заряженная частица движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен до напряжения  $U$ , расстояние между обкладками  $d$ . В некоторый момент частица движется со скоростью  $V_0$  параллельно обкладкам на расстоянии  $\frac{3}{8}d$  от отрицательно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в малой окрестности рассматриваемой точки равен  $R$ .

1. Найдите удельный заряд  $\gamma = \frac{q}{m}$  частицы, здесь  $q$  – заряд частицы,  $m$  – масса частицы.

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  
2 ИЗ 4

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!

$$u = v \frac{r}{R} = v \frac{1,25 \text{ км}}{0,5 \text{ км}} = 2,5 \cdot 100 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 250 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ:  $\frac{M}{mg} = \sqrt{5}$ ;  $u = 250 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  *правильно* направление указано на рисунке



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!

$$g^2 t^2 + 2 V_0 g \sin \varphi + 2 V_0^2 = 0$$

$$D = 9 V_0^2 g^2 \sin^2 \varphi - 8 V_0^2 g$$

$$D = 0$$

$$3 g \sin^2 \varphi - 8 = 0$$

$$\sin^2 \varphi = \frac{8}{3} \quad \sin \varphi = \frac{2\sqrt{2}}{3}$$

$$t = \frac{3 V_0 g \sin \varphi}{2 g^2} = \frac{3 V_0 \sin \varphi}{2 g} = \frac{3 V_0}{g} \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} = \frac{2\sqrt{2} V_0}{g}$$

$$S^2 = V_0^2 t^2 + \frac{g^2 t^4}{4} - V_0 g \sin \varphi t^3$$

$$S^2 = \frac{V_0^4 \cdot g \sin^2 \varphi}{g^2} + \frac{g^2 \cdot 81 V_0^4 \sin^2 \varphi}{4 \cdot 16 g^4}$$

$$\textcircled{2} \quad V_0 g \sin \varphi \frac{V_0^3 \sin^3 \varphi}{8 g^3} = 2 z$$

$$S^2 = \frac{V_0^4}{4 g^2} \cdot \frac{8}{g} + \frac{V_0^4 \cdot 81 \cdot \frac{64}{81}}{g^2 \cdot 64} - \frac{V_0^4}{g^2} \cdot \frac{64}{81} \cdot \frac{2}{g} = \frac{V_0^4}{g^2} \left( \frac{2}{g} + 1 - \frac{8}{3} \right)$$

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

$$V_0^4 = \frac{3 \cdot 100000 \text{ м}^2}{100 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^4}} = 3 \cdot 10^6 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^4} = 3 \cdot 10^6 \text{ м}^2 \cdot 100 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^4}$$

$$V_0^4 = 3 \cdot 10^6 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^4}$$

$$V_0 = \sqrt[4]{3 \cdot 10^6 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^4}}$$

$$S^2 = \frac{1}{3} \frac{V_0^4}{g^2} = \frac{1}{3} \cdot \frac{(25)^4}{100} = \frac{(25)^4}{25 \cdot 4 \cdot 3} = \frac{25^3}{12}$$

$$S^2 = \frac{25^3}{12}$$

$$S = \frac{25^3}{\sqrt{12}} = \frac{125}{2\sqrt{3}}$$

$$= \frac{5^3}{\sqrt{3}}$$

$$t = \frac{V_0 \sin \varphi}{g} = \frac{125}{100}$$

$$\frac{V_0^2 \sin^2 \varphi}{4 g} = g t$$

$$V_0^2 \sin^2 \varphi = g^2 t^2$$

$$\frac{125}{\sqrt{3}} \cdot 100$$

$$25 \cdot 49 \cdot \frac{25}{3} \sqrt{15} \sqrt{5} \sqrt{4}$$

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  
\_ 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!

Дано:

$T = 5C$   
 $S = \omega \omega l$   
каким?  
 $\theta_0 = ?$   
 $\alpha = ?$

Решение!  
 $E = \frac{kq}{r^2} = \frac{kq}{\frac{R}{n}} = k \cdot \frac{B}{n}$   
 $0 = \frac{d^2 \theta}{dt^2} - g \frac{l}{R}$

$E = \frac{Q}{2\epsilon_0} \varphi = \frac{kq_1}{(d-r)^2} E = \frac{kq_2}{(d-r)^2}$

$W = F \cdot l$   
 $q\varphi = qE \cdot l$

$\varphi = \frac{W}{q}$   
 $U = \varphi_1 - \varphi_2$

$\vec{E} = Ed$   
 $\varphi = Ed$

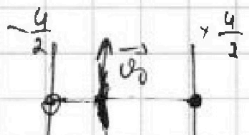
$E = \frac{kq_1}{(\frac{3}{2}d)^2} + \frac{kq_2}{(\frac{5}{2}d)^2}$   
 $B = \frac{k}{k_1} \cdot n$

$\partial y: y = v_0 \sin(\varphi - \alpha) t - g \omega s x \frac{t^2}{2}$

$\partial x: x = v_0 \cos(\varphi - \alpha) t + g \sin^2 \theta \frac{t^2}{2}$

$y = 0 \Rightarrow 0 = v_0 \sin(\varphi - \alpha) t - g \omega s x \frac{t^2}{2}$

$t = \frac{2v_0 \sin(\varphi - \alpha)}{g \omega s x} = \frac{t}{2}$



$E = \frac{dU}{d}$

$E = \frac{Q}{\epsilon_0} = \frac{q}{s \cdot \epsilon_0}$   
 $t = \frac{v_0 \sin(\varphi - \alpha)}{g \omega s x}$   
 $U = \varphi_1 - \varphi_2$

Известно, что ~~для~~ <sup>когда</sup> тело пролетает в поле тяжести минимальное расстояние, начальная и конечная скорости  $\perp$ . Построим  $\Delta$  скорости и перемещений.

$C = \frac{qU}{d}$

$\vec{v}_0$

$\frac{gT^2}{2}$

$\vec{s}$  медиана в равнобедр.  $\Delta$   
 $\Rightarrow s = \frac{gT^2}{2}$

$E = \frac{kq_1}{(\frac{3}{2}d)^2} + \frac{kq_2}{(\frac{5}{2}d)^2}$

$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{g}{2} t^2$

$E =$

угол между  $\vec{s}$  и  $\vec{v}_0$   
 $\theta = 90 + \varphi$   
 $\cos(\theta) = -\sin \varphi$

$f(t) s^2 = v_0^2 t^2 + g^2 t^4 + 2 v_0 g \omega s x \frac{t^3}{2}$   
возьмем производную и приравняем к 0

$f'(t) = 0 = 2v_0^2 t + g^2 t^3 + v_0 g \omega s x t^2 = 0$   
 $2v_0^2 + g^2 t^2 + 3t v_0 g \omega s x = 0$



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  
3 ИЗ 5

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

Дано:

$T = 5 \text{ c}$   
 $S = 100 \text{ м}$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$   
Калими!

$v_0 = ?$   
 $\alpha = ?$

Решим:

$l = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$   $l_{\text{max}} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$

т.к. ~~гравитация~~ ~~максимальна~~ ~~максимальна~~  $\alpha$   $\neq$   $90^\circ$ ,  $\alpha = 45^\circ$ .

$l_{\text{max}} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{g t^2}{2}$   $t = \frac{T}{2}$

$l_{\text{max}} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{g t^2}{2}$   $v_0^2 \sin^2 \alpha = g t^2$

~~$t^2 = \frac{2 v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}$~~   
 ~~$\frac{T^2}{4} = \frac{2 v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}$~~

~~$v_0^2 = \frac{g T^2}{4 \sin^2 \alpha}$~~   ~~$v_0 = \frac{g T}{2 \sin \alpha}$~~

~~$4 v_0^2 \sin^2 \alpha = \frac{g T^2}{\sin^2 \alpha} \Rightarrow v_0^2 = \frac{g T^2}{8 \sin^2 \alpha}$~~

т.к.  $l_{\text{max}}$   $\Rightarrow \alpha = 45^\circ$

$v_0 \sin \alpha - g \frac{T}{2} = 0$

$T = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g}$

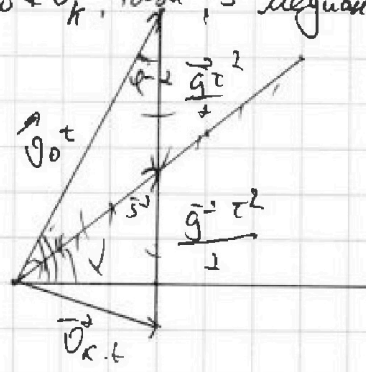
$T = \frac{S \cdot v_0}{g}$   $v_0 = \frac{g T}{S} = \frac{g T^2}{2 S} = \frac{10 \cdot 50}{2} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$S$  - максимальный, тогда, когда  $v_0 \perp v_k$ , тогда,  $S$  равна в треугольнике.

$\Rightarrow S = \frac{g T^2}{2}$   $t = \frac{2S}{g}$

$S = \frac{g T^2}{2}$  т.к.  $\text{deg. } 60^\circ$   
 $\alpha \varphi = 90^\circ \leftarrow$

$\varphi - \alpha = 90 - \varphi$   
 $v_0 \sin \varphi = \frac{g T^2}{2} + S \cdot \sin \alpha$



$\cos 2\varphi = \cos(90 + \alpha)$   
 $\cos 2\varphi = -\sin \alpha$   
 $\cos 2\varphi = 1 - 2 \sin^2 \varphi$

$1 - 2 \sin^2 \varphi = -\sin \alpha$   
 $\sin \alpha = 2 \sin^2 \varphi - 1$

$\Rightarrow \frac{g T^2}{2} = S \left( 2 \sin^2 \varphi - 1 \right)$

$v_0 \sin \varphi \sqrt{\frac{2S}{g}} = S (2 \sin^2 \varphi - 1)$



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  
4 ИЗ 7

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!

$$v_0 \sin \varphi \sqrt{\frac{2s}{g}} = 2 \sin^2 \varphi \cdot s \quad | : \sin \varphi \quad \sin \varphi \neq 0$$

$$\begin{aligned} 2 \sin \varphi s &= v_0 \sqrt{\frac{2s}{g}} \\ \sin \varphi &= \frac{v_0}{\sqrt{2sg}} = \frac{25 \sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}}{\sqrt{2 \cdot 1000} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{25}{10\sqrt{10}} = \frac{5}{2\sqrt{10}} \end{aligned}$$

$$\sin \alpha = 2 = \frac{25}{40} - 1 = \frac{50}{40} - 1 = \frac{1}{4}$$

$$\text{Ответ: } v_0 = 25 \sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad \& \alpha = \arcsin\left(\frac{1}{4}\right)$$



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  
6 ИЗ 9

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!

$$5 \mu M g \cos \alpha R = 3 M R^2 \cdot \frac{a_{\text{ш}}}{R} \quad | : M : R$$

$$5 \mu g \cos \alpha = 3 a_{\text{ш}}$$

$$a_{\text{ш}} = \frac{5}{3} \mu g \cos \alpha = \frac{5}{3} (a_{\text{пл}} + g \sin \alpha) = \frac{5}{3} \left( 6 \frac{M}{c^2} + 3 \frac{M}{c^2} \right) = 15 \frac{M}{c^2}$$

$$a_{\text{пл}} = g \sin \alpha = 3 \frac{M}{c^2}$$

$a_{\text{ш}}$  - ускорение точки на шаре в точке поверхности  
 $a_{\text{пл}}$  - ускорение точки на наклонной поверхности.

ЗСЭ:

$$5 M g h = \frac{5 M v^2}{2} + \frac{3}{2} M \omega^2$$

$$v = \omega \cdot R$$

$$v = 3 M R^2$$

$$5 M g (h - k) = \frac{5 M v^2}{2} + \frac{5 M v^2}{2} = \frac{5 M R^2 \omega^2}{2} + \frac{5 M R^2 \omega^2}{2} = \frac{5 M R^2 \omega^2}{2}$$

$$= 4 M R^2 \omega^2 = \frac{4}{3} M v^2$$

$$M v^2 = \frac{15}{4} M g (h - k)$$

$$5 M g h = \frac{5 M v^2}{2} + \frac{15}{8} M g (h - k) \quad | : 5$$

$$M g h - \frac{3}{8} M g (h - k) = \frac{M v^2}{2} \quad | : M \cdot 2$$

$$2 g h - \frac{3}{4} g h + \frac{3}{4} g k = v^2$$

$$\frac{5}{4} g h + \frac{3}{4} g k = v^2$$

$$v^2 = \frac{g}{4} (5h + 3k) = \frac{10 \frac{M}{c^2}}{4} (5 \cdot 1,5M + 3 \cdot 0,9M)$$

$$v^2 = 2,5 \frac{M}{c^2} (7,5M + 2,7M)$$

$$v^2 = \frac{5}{2} \cdot 10 \frac{M}{c^2} = \frac{5}{2} \cdot \frac{5 + 1,8}{5} \frac{M^2}{c^2} = \frac{51}{2} = 25,5 \frac{M^2}{c^2}$$

$$v = \sqrt{25,5} \frac{M}{c}$$

$$u) \mu m g \cos \alpha \geq m g \sin \alpha$$

$$\mu \geq \tan \alpha$$

$$\mu \geq \frac{3}{5}$$





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  
5 ИЗ 5

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. После  $t$  секунд времени, масса стала меньше, а длина шероховатой поверхности закончилась. Условие координаты шарика есть ускорение.

$$a = \frac{6 \frac{m}{c}}{2c} = \frac{3m}{c^2} = g \sin \alpha$$

$$m g \sin \alpha = m a$$

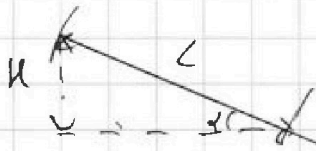
$$a = g \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{a}{g} = \frac{3 \frac{m}{c^2}}{10 \frac{m}{c^2}} = 0.3$$

$l$  - длина шероховатой поверхности  $l$  - высота  $h$  под шариком (0.6).

$$l = 6 \text{ м}$$

$$h = \sin \alpha \cdot l = \frac{3}{10} \cdot 6 \text{ м} = 0.9 \text{ м}$$



2. Вода в бочке не вращается.

$$y = y_b \cdot \omega^2 \quad y_b = \frac{4M R^2}{2} \omega^2 \quad R - \text{радиус бочки}$$

$$y_b = \frac{4M R^2}{2} \omega^2 = 2M R^2 \omega^2$$

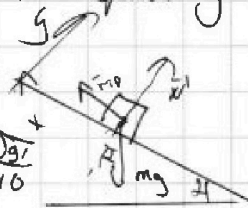
$$y = M R \omega^2 + 2M R^2 \omega^2 = 3M R \omega^2$$

$a_1$  - ускорение шарика на первом участке.

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

$$a_1 = \frac{6M}{c^2}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{100}} = \frac{\sqrt{91}}{10}$$



$$Ox: F_{тр} - mg \sin \alpha = m a$$

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

$$F_{тр} = \mu N$$

$$\frac{a_1 + g \sin \alpha}{g \cos \alpha} = \mu \quad \mu = \frac{6 + 3 \frac{M}{c^2}}{10 \cdot \frac{\sqrt{91}}{10} \frac{M}{c^2}} = \frac{9}{\sqrt{91}}$$



$$N = mg \cos \alpha = 5M g \cos \alpha$$

$$F_{тр} = 5\mu M g \cos \alpha$$

$$5\mu M g \cos \alpha \cdot R = y \cdot \epsilon$$



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  
7 ИЗ 9

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:

$V = \text{const}$

$$Q_1 = 1320 \text{ Дж}$$

$$\Delta T_1 = -58 \text{ К}$$

$P = \text{const}$

$$Q_2 = Q_1$$

$\Delta T_2 = 120 \text{ К}$

Найти:

$A_{вн} = ?$

$c_p = ?$

$\frac{M_1}{M_2} = ?$

Решение:

$$\frac{1320}{232} = 5.7$$

1:  $Q_1 = \Delta U_1 + A_1$   $A_1 = 0$  т.к.  $V = \text{const}$   
 $Q = \left( \frac{3}{2} \nu_2 R + \frac{5}{2} \nu_3 R \right) \Delta T_1$

2:  $Q_2 = \left( \frac{3}{2} \nu_2 R + \frac{5}{2} \nu_3 R \right) \Delta T_2 - A_{вн}$

$$Q = \frac{Q}{\Delta T_1} \cdot \Delta T_2 - A_{вн} \quad A_{вн} = Q \left( \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\Delta T_1} \right)$$

$$A_{вн} = 1320 \text{ Дж} \cdot \frac{18}{58} = 298 \rightarrow 10 \cdot \frac{18}{232} \text{ Дж} = 720 \text{ Дж}$$

$A_{вн} = 720 \text{ Дж}$

$$\frac{3}{2} \nu_2 R + \frac{5}{2} \nu_3 R = \nu R$$

$$dQ = dU + dA$$

$$c_p dT = \nu R dT + p \cdot dV$$

$$dA = \nu_2 R dT + \nu_3 R dT = \nu R dT$$

$$P = P_2 + P_3 \quad P_2 dV = \nu_2 R dT \quad P_3 dV = \nu_3 R dT$$

$$c_p dT = \int \frac{3}{2} \nu_2 R dT + \int \frac{5}{2} \nu_3 R dT$$

$$c_p dT = \frac{3}{2} \nu_2 R + \frac{5}{2} \nu_3 R$$

$$\int c_p dT = 2,5 \nu R + \nu_3 R$$

$$\frac{Q}{\Delta T_1} = 1,5 \nu R + \nu_3 R$$

$$\frac{\nu_2}{\nu_3} = \frac{M_1}{M_2} = K$$

$$\frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{3}{2} \nu_2 R + \frac{5}{2} \nu_3 R$$

$$\frac{Q}{\Delta T_1} = \left( \frac{3}{2} K R + \frac{5}{2} R \right) \nu_3$$



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  
2 из 9

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!

$$A = DR \Delta T_2 \quad DR = \frac{A}{\Delta T_2} = \frac{-7200 \text{ Дж}}{-48 \text{ К}} = 150 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$\frac{Q}{\Delta T_1} = 1,5 DR \leftarrow \text{Дж/К} \quad \text{Дж/К} = \frac{Q}{\Delta T_1} \cdot 1,5 DR$$

$$\frac{\partial_{AB}}{\partial} = \frac{Q}{\Delta T_1 \cdot DR} \leftarrow 1,5$$

$$C_p = \frac{5}{2} R + \left( \frac{Q}{\Delta T_1 \cdot DR} - \frac{3}{2} \right) R \quad C_p = \frac{5}{2} R + \left( \frac{13200 \text{ Дж}}{58 \text{ К} \cdot 150 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}} - \frac{3}{2} \right) R$$

$$C_p = \frac{5}{2} R + \left( \frac{40}{18} - \frac{3}{2} \right) R = \cancel{\frac{5}{2} R} + \frac{40}{18} R = R + \frac{20}{9} R = \frac{29}{9} R$$

$$C_p = \frac{29}{9} R$$

$$\frac{\partial_{AB}}{\partial} = \frac{40}{18} - \frac{3}{2} = \frac{13}{18}$$

$$\frac{\partial}{\partial_{AB}} = \frac{18}{13}$$

$$\frac{\partial_{AB} \Sigma}{\partial_{AB}} + r = \frac{18}{13}$$

$$\frac{\partial C}{\partial_{AB}} = \frac{5}{13} = \frac{N_1}{N_2}$$



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  
9 ИЗ 9

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:

$U, d, q, R$

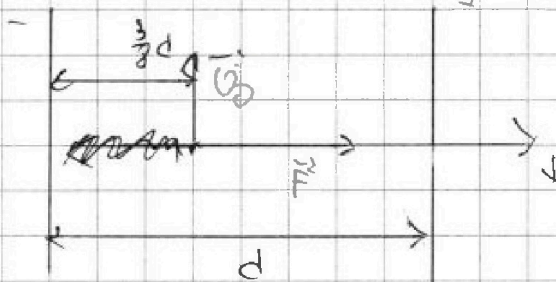
$q$  Найти:

$\delta = \frac{q}{m} \cdot ?$

$\vartheta = ?$

Решение:

$$E = \frac{U}{d}$$



$$Ox: F = m a_n$$

$$qE = m \frac{v_0^2}{R}$$

$$\frac{q}{m} = \frac{v_0^2}{ER} = \frac{v_0^2 \cdot d}{UR}$$

$$\delta = \frac{v_0^2 d}{U \cdot R}$$

$$\delta = -\frac{v_0^2 d}{UR} \quad \text{т.к. загрузка соот. заряжен}$$

$$2 \cdot \frac{m \vartheta^2}{2} = qU$$

$$m \vartheta^2 = qU$$

$$\vartheta^2 = \frac{q}{m} \cdot U$$

$$\vartheta^2 = \frac{v_0^2 d}{UR} \cdot U = \frac{v_0^2 d}{R}$$

$$\vartheta = v_0 \sqrt{\frac{d}{R}}$$

Ответ:  $\delta = -\frac{v_0^2 d}{UR}$

$$\vartheta = v_0 \sqrt{\frac{d}{R}} \quad \vartheta^2 = \frac{qU}{m}$$

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 5

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:

$$v = 100 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

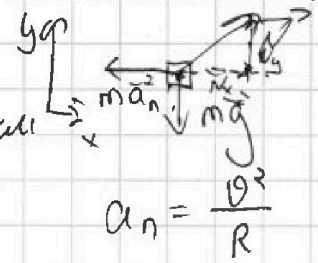
$$R = 500 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$L = 1,25 \text{ км}$$

Найти:  
 $\frac{N}{mg}$  - ?

1. В  $\omega$  самолёта летчик покомта.



$$a_n = \frac{v^2}{R}$$

Решение:

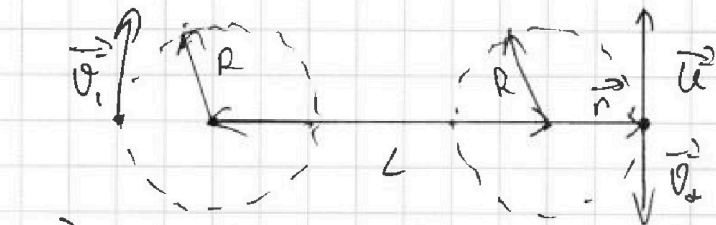
$\vec{F} = -m\vec{a}_n$  - сила инерции  
 $a_n$  - нормальное ускорение самолёта

$\vec{u}$  - ?  
Oy:  $N_y = mg$   
 $N_y^2 + N_x^2 = N^2$

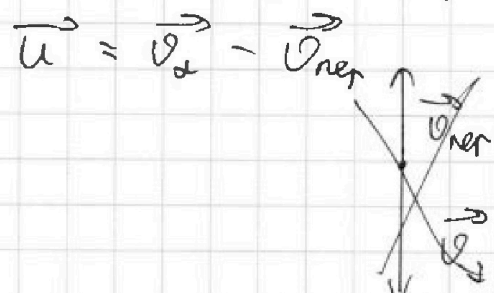
Ox:  $N_x = ma_n$   
 $N^2 = m^2 g^2 + m^2 a_n^2$   
 $N = \sqrt{g^2 + a_n^2} \cdot m$

$$N = m \sqrt{g^2 + a_n^2} \quad | : mg$$

$$\frac{N}{mg} = \sqrt{1 + \left(\frac{a_n}{g}\right)^2} = \sqrt{1 + \left(\frac{v^2}{Rg}\right)^2} = \sqrt{1 + \left(\frac{10000}{500 \cdot 10}\right)^2} = \sqrt{1 + 2^2} = \sqrt{5}$$



$$\vec{v}_{OH} = \vec{v}_{OAC} - \vec{v}_{пер}$$



$$\vec{v}_{пер} = [\vec{\omega} \times \vec{r}]$$

$$r = L + R \quad \omega = \frac{v}{R}$$

$$v_{пер} = \frac{v}{R} (L + R)$$

$$v_{пер} = v \left(1 + \frac{L}{R}\right)$$

Из рисунка  $\vec{v}$ :  $u = |v_{пер} - v| = v \left(1 + \frac{L}{R}\right) - v = v \frac{L}{R}$



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

