



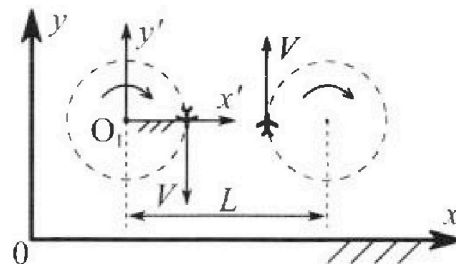
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 10-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями  $V = 80 \text{ м/с}$  (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса  $R=800 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

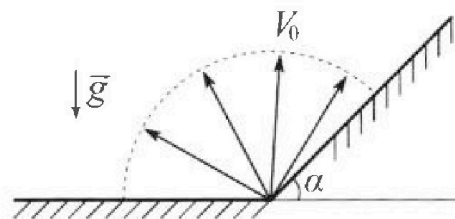


- На сколько  $\delta$  процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?

В некоторый момент времени самолёты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей  $L=2 \text{ км}$ . Вектор скорости каждого самолёта показан на рисунке.

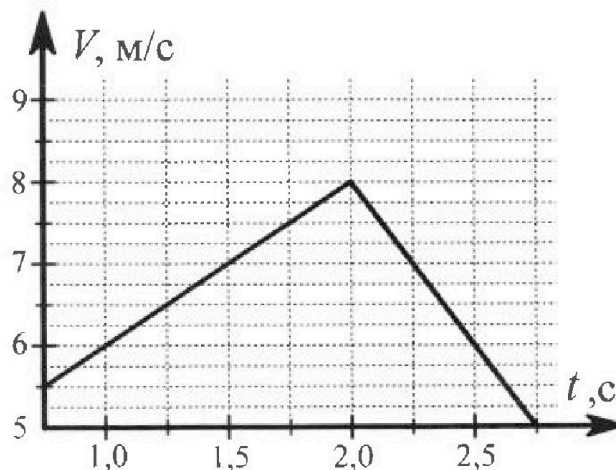
- Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

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



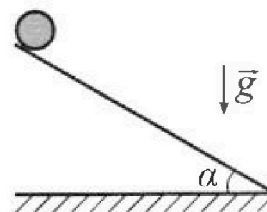
- Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.  
 На каком максимальном расстоянии  $S$  от точки старта упадет осколок на склон?

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  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .



- 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 равна массе бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



- С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка после перемещения по вертикали на  $h=0,3 \text{ м}$ ?  
 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 10-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



✗ В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят  $Q = 600$  Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на  $\Delta T_1 = 15$  К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на  $\Delta T_2 = 10$  К.

- ✗ Найдите работу  $A$  смеси газов в изобарическом процессе.
- ✗ Найдите теплоемкость  $C_V$  смеси в изохорическом процессе.
- ✗ Найдите отношение  $\frac{N_{\text{Г}}}{N_{\text{К}}}$  числа атомов гелия к числу молекул кислорода в смеси.

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

5. Частица с удельным зарядом  $\gamma = \frac{q}{m} > 0$  движется между обкладками плоского конденсатора. Заряды обкладок конденсатора  $Q > 0$  и  $-Q$ , ёмкость конденсатора  $C$ , расстояние между обкладками  $d$ . В некоторый момент частица движется параллельно обкладкам со скоростью  $V_0$  на расстоянии  $d/4$  от положительно заряженной обкладки.

1. Найдите радиус  $R$  кривизны траектории в этот момент времени.

Через некоторое время после вылета из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

2. С какой по величине скоростью  $V$  движется в этот момент частица?

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

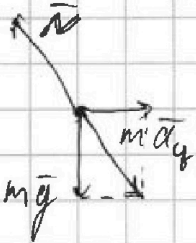


1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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!

1) Рассмотрим силы, действующие на летчика.



$N$  - сила реакции опоры со стороны самолета, являющаяся равнодействующей для суммы сил тяжести и центростремительной силой.

$N$  - вес летчика

$a_y$  - нормальное ускорение

$m$  - масса летчика.

$$\vec{N} = m\vec{g} + m\vec{a}_y$$

$$|\vec{a}_y| = \frac{v^2}{R} = \frac{80^2}{800} = \frac{80 \cdot 80}{800} = 8$$

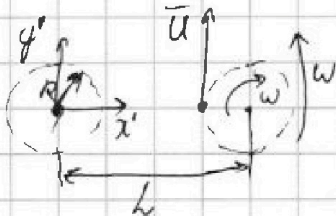
$$|\vec{N}| = N = \sqrt{(mg)^2 + (ma_y)^2} = m \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}$$

$$\delta = \left( \frac{N}{mg} - 1 \right) \cdot 100\% = \left( \frac{\sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}}{g} - 1 \right) \cdot 100\%$$

$$\delta = \left( \frac{\sqrt{100 + \frac{80^4}{800^2}}}{10} - 1 \right) \cdot 100\% = \left( \frac{\sqrt{164}}{10} - 1 \right) \cdot 100\% = \left( \frac{2\sqrt{41}}{10} - 1 \right) \cdot 100\%$$

$$\delta = \left( \frac{2\sqrt{41} - 10}{10} \right) \cdot 100\% = (2\sqrt{41} - 10) \cdot 10\%$$

2) Перейдем в СО  $x', y'$ . Ее угловая скорость  $\omega = \frac{v}{R} = \frac{80 \text{ м/с}}{800 \text{ м}} = 0,1 \text{ с}^{-1}$   
 $\omega$  - угловая скорость вращения самолета



П.к. скорость в ЛСО направлена  $\perp$  прямой, соединяющей центры окружностей, то заметим, что после перехода скорость будет  $\perp$  этой прямой. ~~Которая~~ Скорость  $u$  будет совмещена с осью  $y'$

По формуле сложения скоростей при переходе между СО.

$$u = v + \omega(L - R) \Rightarrow u = v \left( 1 + \frac{L - R}{R} \right) = v \frac{R + L - R}{R} = v \frac{L}{R}$$

$$u = 80 \cdot \frac{2}{0,8} = 200 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad \text{Ответ: } 1) \delta = \left( \frac{2\sqrt{41}}{10} - 1 \right) \cdot 100\%$$

$$u = 200 \text{ м/с}$$





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!

1) На горизонтальной части склона время полета будет максимально, когда скорость направлена вертикально вверх.

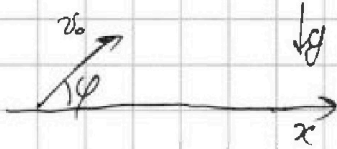
$$t = \frac{2v_0 \sin \varphi}{g} - \text{время полета, } \varphi - \text{угол, под которым } \vec{v}_0 \text{ вылетает от склона}$$

$$t \rightarrow \max \text{ при } \varphi = 90^\circ$$

Контрольно заметим, что при попадании на наклонную плоскость время полета будет меньше, т.к. вертикальная составляющая скорости меньше, а высота, на которую осколок приземляется выше. Максимальное время полета будет при вертикальном броске.

$$T = \frac{2v_0}{g} \Rightarrow v_0 = \frac{gT}{2} = \frac{10 \cdot 9}{2} = 45 \text{ м/с}$$

2) Рассмотрим полет на горизонтальной плоскости.



$$x = v_0 \cdot \cos \varphi t - \text{координата по оси } x.$$

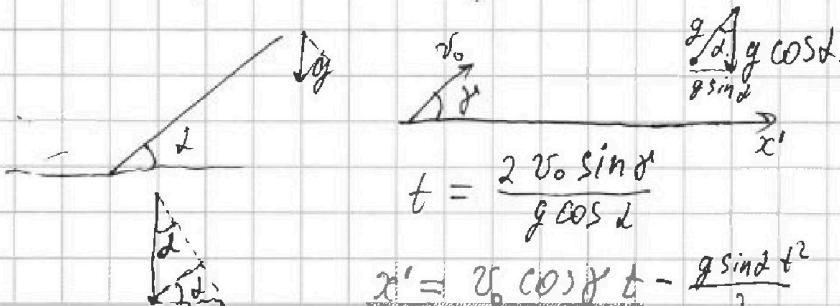
$$t = \frac{2v_0 \sin \varphi}{g}$$

$$x = \frac{v_0 \cos \varphi \cdot 2v_0 \sin \varphi}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{g} - \text{дальность полета}$$

$$x \rightarrow \max \text{ при } \varphi = 45^\circ$$

$$x_{\max} = \frac{v_0^2}{g}$$

Рассмотрим наклонную плоскость



$$t = \frac{2v_0 \sin \varphi}{g \cos \alpha}$$

$$x' = v_0 \cos \varphi t - \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$$

$$x' = v_0 \cos \varphi \cdot \frac{2v_0 \sin \varphi}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \left( \frac{2v_0 \sin \varphi}{g \cos \alpha} \right)^2$$





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

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!

$$2mgh = \frac{3}{2}mv^2$$

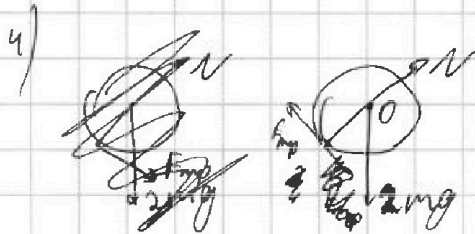
$$4gh = 3v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{4gh}{3}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{4 \cdot 10 \cdot 0,3}{3}} = 2 \text{ м/с}$$

3) Ускорение бочки и ускорение воды относительно



$$ma = mg \sin \alpha - \text{длина воды}$$

$$a = g \sin \alpha = 10 \cdot 0,3 = 3 \text{ м/с}^2$$



Сила трения направлена именно так, т.к. если записать ур-е моментов от точки O, то бочка должна ускорять свое вращение (из 3с3)



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!

1) Запишем первое начало термодинамики для двух случаев.

$Q = \Delta U_1$  - в изохорическом процессе работа не совершается  $p \Delta V = 0$

$Q = \Delta U_2 + A$ .  $\nu_2$  и  $\nu_k$  - кол-во молей гелия и кислорода соответственно

$$\Delta U_1 = \left( \frac{3}{2} \nu_2 + \frac{5}{2} \nu_k \right) R \Delta T_1$$

$$\Delta U_2 = \left( \frac{3}{2} \nu_2 + \frac{5}{2} \nu_k \right) R \Delta T_2$$

$$\frac{\Delta U_1}{\Delta U_2} = \frac{Q}{Q-A}$$

$$\frac{Q}{Q-A} = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} \Rightarrow \frac{Q-A}{Q} = \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \Rightarrow A = Q - Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = Q \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right)$$

$$A = Q \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 600 \cdot \left( 1 - \frac{10}{15} \right) = 600 \left( 1 - \frac{2}{3} \right) = 200 \text{ Дж}$$

2)  $C_V = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \left( \frac{3}{2} \nu_2 + \frac{5}{2} \nu_k \right) R$   
↑  
молельность по определению.

$$C_V = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{600 \text{ Дж}}{15 \text{ К}} = 40 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

3)  $\frac{N_2}{N_k} = \frac{\nu_2}{\nu_k}$ ; т.к.  $N_2 = \nu_2 \cdot N_A$  и  $N_k = \nu_k \cdot N_A$ .

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

$$Q = \left( \frac{3}{2} \nu_2 + \frac{5}{2} \nu_k \right) R \Delta T_2 + (\nu_2 + \nu_k) R \Delta T_2$$

$p \Delta V = \nu R \Delta T$  - ур-е Клапейрона-Менделеева.

$p \Delta V = (\nu_2 + \nu_k) R \Delta T$  - закон Дальтона.

$$A = p \Delta V$$

$p$  - давление газа в изохорическом процессе.  
 $\Delta V$  - изменение объема газа.





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!

$$Q = \left(\frac{3}{2} \nu_2 + \frac{5}{2} \nu_k\right) R \Delta T_1$$

$$Q = \left(\frac{3}{2} \nu_2 + \frac{5}{2} \nu_k\right) R \Delta T_2 + (\nu_2 + \nu_k) R \Delta T_2$$

$$\left(\frac{3}{2} \nu_2 + \frac{5}{2} \nu_k\right) R \Delta T_1 = \left(\frac{3}{2} \nu_2 + \frac{5}{2} \nu_k\right) R \Delta T_2 + (\nu_2 + \nu_k) R \Delta T_2$$

~~$$\left(\frac{3}{2} \nu_2 + \frac{5}{2} \nu_k\right) (\Delta T_1 - \Delta T_2) = \nu_2 + \nu_k$$~~

$$\left(\frac{3}{2} \nu_2 + \frac{5}{2} \nu_k\right) \Delta T_1 = \left(\frac{5}{2} \nu_2 + \frac{7}{2} \nu_k\right) \Delta T_2$$

~~$$\frac{1}{2} \left(3 \frac{\nu_2}{\nu_k} + 5\right) (\Delta T_1 - \Delta T_2) = \frac{\nu_2}{\nu_k} + 1$$~~

$$3 \nu_2 + 5 \nu_k = (5 \nu_2 + 7 \nu_k) \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}$$

~~$$3 \frac{\nu_2}{\nu_k} (\Delta T_1 - \Delta T_2) + 5 (\Delta T_1 - \Delta T_2) = 2 \frac{\nu_2}{\nu_k} + 2$$~~

$$3 \nu_2 + 5 \nu_k = 5 \nu_2 \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} + 7 \nu_k \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}$$

~~$$\frac{\nu_2}{\nu_k} (3 (\Delta T_1 - \Delta T_2) - 2) = 2 - 5 (\Delta T_1 - \Delta T_2)$$~~

$$\frac{\nu_2}{\nu_k} \left(3 - 5 \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right) = \nu_k \left(7 \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} - 5\right)$$

~~$$\frac{\nu_2}{\nu_k} = \frac{2 - 5 (\Delta T_1 - \Delta T_2)}{3 (\Delta T_1 - \Delta T_2) - 2} = \frac{2 - 5 \cdot 5}{3 \cdot 5 - 2}$$~~

~~$$\frac{\nu_2}{\nu_k} = \frac{7 \cdot 2 - 5}{3 - 5 \cdot \frac{2}{3}} = \frac{14 - 15}{9 - 10}$$~~

$$\frac{\nu_2}{\nu_k} = 1$$

- Ответ: 1)  $A = 200 \text{ Дж}$   
 2)  $C_V = 40 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$   
 3)  $\frac{\nu_2}{\nu_k} = 1$

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

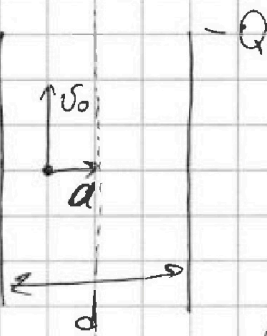


1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 1

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

1/0



~~Из симметрии следует, что~~ Из симметрии следует, что ускорение  $a$  направлено  $\perp v_0$ , а значит  $\perp$  вл. нормальным ускорением.

$$a = \frac{v_0^2}{R_{kp}} \Rightarrow R_{kp} = \frac{v_0^2}{a}$$

а найдем, используя 2-й закон Ньютона.

$$C = \frac{Q}{2U} \quad F = ma$$

По м. Гаусса.

$$E_m \cdot 2S = \frac{Q}{\epsilon_0} \Rightarrow E_m = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} \text{ - поле, создаваемое одной обкладкой.}$$

П.к. обкладки 2  $\Rightarrow$  поле будет в 2 раза больше.

$$E = 2E_m = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \text{ - поле между обкладками}$$

$$F = qE = ma$$

$$a = \frac{qE}{m} = \frac{qQ}{\epsilon_0 S m} = \frac{qQ}{\epsilon_0 S}$$

2) Вертикальная компонента скорости не изменится, т.к. сила, действующая на частицу,  $\perp$  плоскости обкладки.

Вне конденсатора поля нет.

$v_1 = at$  - скорость  $\perp v_0$ ,  $t$  - время между  $\frac{d}{4}$  и сер. плоскостью.

$$\frac{d}{4} = a \frac{t^2}{2}$$

$$\sqrt{\frac{d}{2a}} = t$$

$$v_1 = a \cdot \sqrt{\frac{d}{2a}} = \sqrt{\frac{da}{2}}$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_1^2}$$



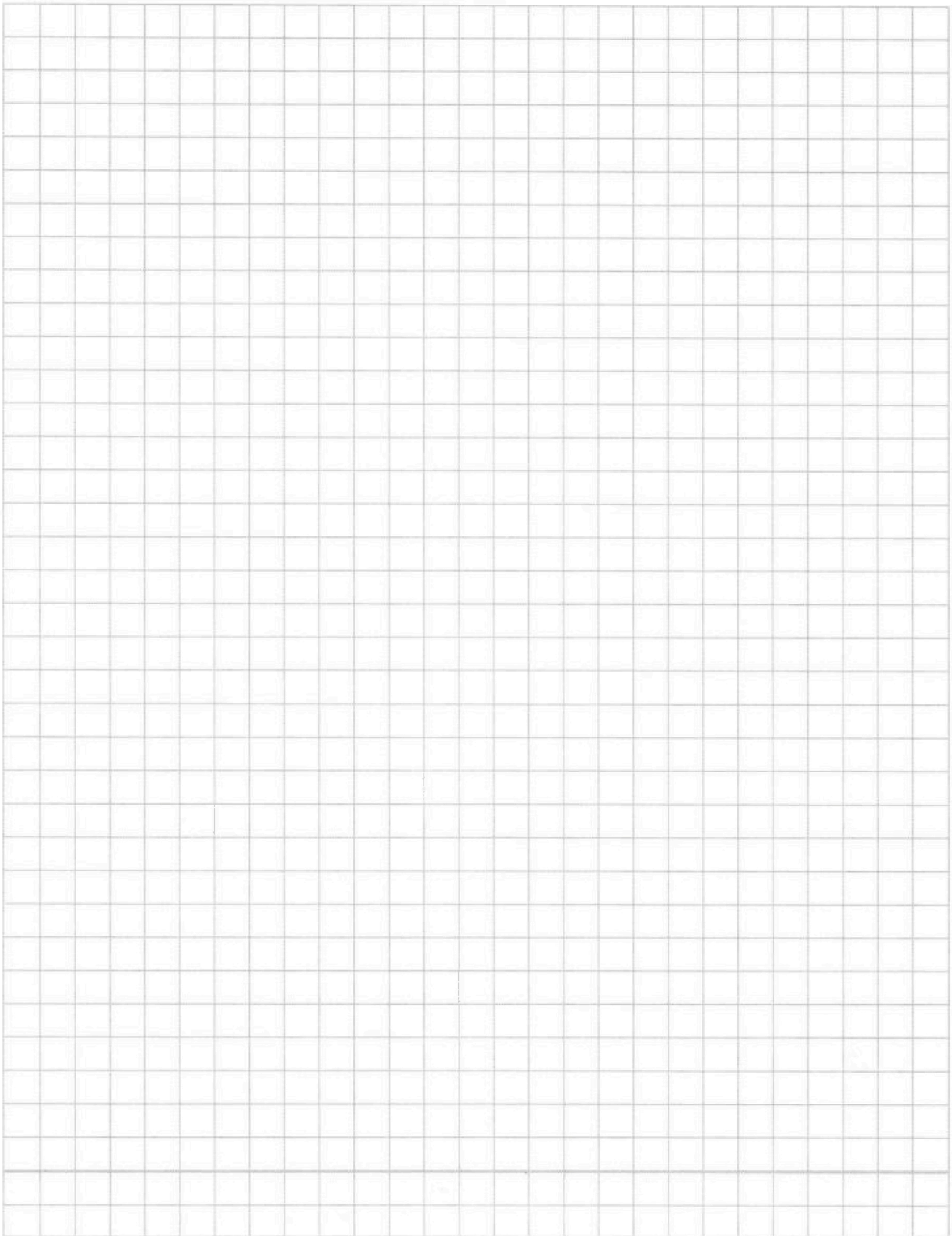


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<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!





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!

$$x' = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2v_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha} - \frac{g \cdot \sin \alpha}{2} \cdot \left( \frac{2v_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha} \right)^2$$

$$x' = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g \cos \alpha} - \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot 2v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2 \cos^2 \alpha}$$

$$x' = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g \cos \alpha} - \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cdot \sin^2 \alpha}{g \cdot \cos^2 \alpha}$$

Каждое слагаемое этой функции, взяв производную и приравняв ее нулю

$$(x')' = \frac{2 \cdot v_0^2}{g \cos \alpha} \cdot \cos 2\alpha - \frac{2v_0^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} \cdot 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha = 0$$

$$\frac{2v_0^2}{g \cos \alpha} (\cos 2\alpha - \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin 2\alpha) = 0$$

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

$$\operatorname{ctg} 2\alpha = \operatorname{tg} \alpha$$

$$2\alpha = 90^\circ - \alpha \Rightarrow 2\alpha = 60^\circ \Rightarrow \alpha = 30^\circ$$

$$x' = \frac{v_0^2 \sin 60^\circ}{g \cdot \cos 30^\circ} - \frac{2v_0^2 \sin 30^\circ \cdot \sin^2 30^\circ}{g \cdot \cos^2 30^\circ} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{g} \frac{\left(\frac{1}{2}\right)^2}{\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2} = \frac{v_0^2}{g} \left(1 - \frac{1}{3}\right)$$

$$x' = \frac{2v_0^2}{3g}$$

$$S = x = \frac{v_0^2}{g} = \frac{gT^2}{4g} = \frac{gT^2}{4} = \frac{10}{4} \cdot 81 = \frac{810}{4} = \frac{405}{2} = 202,5 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: 1) } v_0 = \frac{gT}{2} = 45 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad 2) S = \frac{gT^2}{4} = 202,5 \text{ м}$$



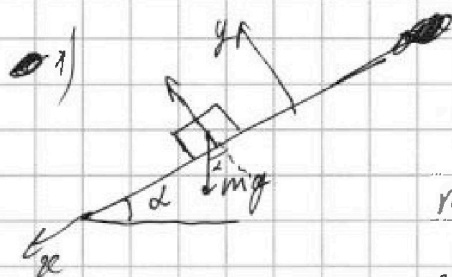


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Запишем силы, действующие вдоль оси  $x$ .  
Запишем 2-й закон Ньютона в проекции на ось  $x$ .

$$m a_{\text{вн}} = mg \sin \alpha - \mu N - \text{при движении вниз.}$$

$$m a_{\text{вв}} = mg \sin \alpha + \mu N - \text{при движении вверх.}$$

$$N = mg \cos \alpha - \text{2-й закон Ньютона на ось } y.$$

$$(1) a_{\text{вн}} = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha.$$

$$(2) a_{\text{вв}} = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha.$$

Заметим, что при движении вверх ускорение больше, чем при движении вниз.  $|a_{\text{вв}}| > |a_{\text{вн}}|$   
Модуль ускорений найдем из заданных, или угловый коэффициент наклона.

$$|a_{\text{вн}}| = \frac{8-6}{2-1} = \frac{2}{1} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

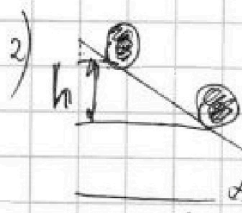
$$|a_{\text{вв}}| = \frac{8-6}{2,5-2} = \frac{2}{0,5} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$(1) + (2)$$

$$|a_{\text{вн}}| + |a_{\text{вв}}| = 2g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{a_{\text{вн}} + a_{\text{вв}}}{2g} = \frac{2+4}{2 \cdot 10} = \frac{6}{2 \cdot 10} = \frac{3}{10} = 0,3$$

$$\alpha = \arcsin(0,3)$$



П.к вода идеальная, она не возвращается в точку.

Используя ~~второй~~ теорему Кеплера, запишем ЗСЭ.

$$2mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2}$$

$m$  - масса воды/бочки.

потенц. энергия в начале

кин. энергия воды

кин. энергия бочки



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!

