



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

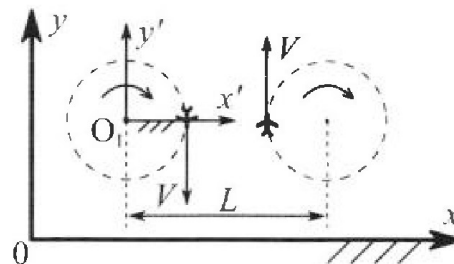
## Вариант 10-01

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  $V = 80$  м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса  $R = 800$  м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

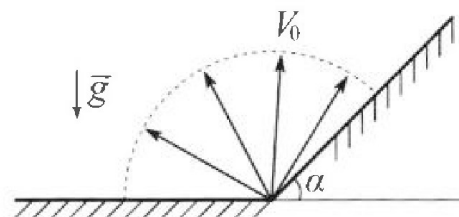
- ☒ На сколько  $\delta$  процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?



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

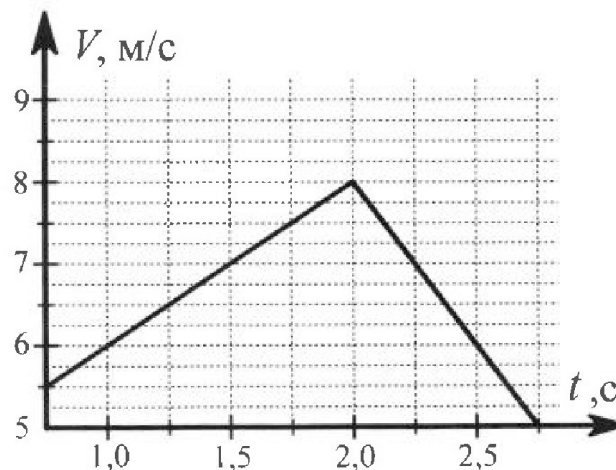
- ☒ Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

☒ 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  $T = 9$  с. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. 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  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

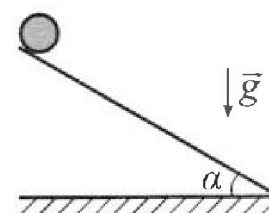


- ☒ Найдите  $\sin \alpha$ , здесь  $\alpha$  – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

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  $h = 0,3$  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?



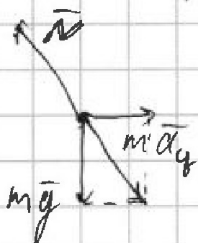
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 центробежной силы.  
 $|N|$  - вес летчика

$a_y$  - нормальное ускорение

$m$  - масса летчика.

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

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

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

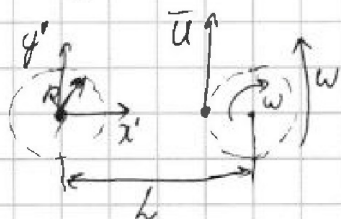
$$\delta = \left( \frac{N}{mg} - 1 \right) \cdot 100\% = \left( \frac{\sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}}{g} - 1 \right) \cdot 100\%$$

$$\frac{80 \cdot 80 \cdot 80 \cdot 80}{800 \cdot 800} = 80 = 8\%$$

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

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

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, но заметим, что после перехода скорость будет  $\perp$  этой прямой. ~~Которая~~ Скорость  $u$  будет направлена с осью  $y'$

По формуле сложения скоростей при переходе между СО.

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

$$u = 80 \cdot \frac{2}{98} = 200 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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



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

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.

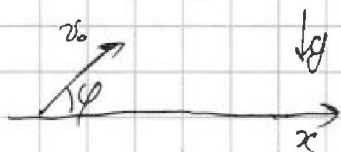
$$t = \frac{2v_0 \sin \varphi}{g} - \text{время полета, } \varphi - \text{угол, под которым } \vec{v}_0 \text{ вылетает от склона}$$

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

Контрольно заметим, что при попадании на наклонную плоскость время полета будет меньше, т.к. вертикальная составляющая скорости меньше, а высота, на которую осколок приземлится, меньше. 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.



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

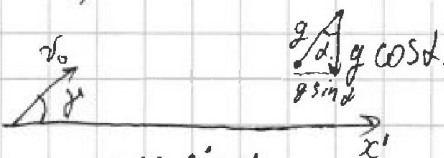
$$t = \frac{2v_0 \sin \varphi}{g}$$

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

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

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

Рассмотрим наклонную плоскость



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

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

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



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!

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

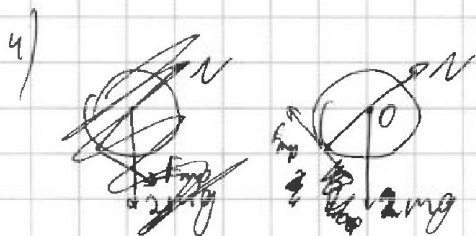
$$4gh = 3v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{4gh}{3}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{4 \cdot 10 \cdot 0,3}{3}} = 2 \text{ м/с}$$

3) Ускорение бочки и ускорение воды одинаковы



$ma = mg \sin \alpha$  - для 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 ~~то~~ бочка должна ускорять свое вращение (из 3(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!

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)  $C_V = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \left( \frac{3}{2} \nu_2 + \frac{5}{2} \nu_k \right) R$   
↑  
молемольность 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!

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ответ: 1)  $A = 200 \text{ Дж}$

2)  $C_V = 40 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$

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

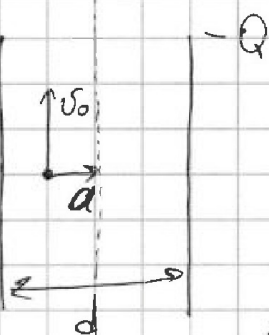


1 2 3 4 5 6 7  
☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

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~~ ускорение  $a$  направлено  $\perp v_0$ , а значит  $\perp$  вл. нормальным ускорением.

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

а найдем, используя 2-й закон Ньютона.

$$C = \frac{Q}{2\pi \epsilon_0}$$

$$F = ma$$

По м. Гаусса.

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

III. обкладки 2  $\Rightarrow$  поле будет вдвое больше.

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

$$F = qE = ma$$

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

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 сев. плоскостью.

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

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

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

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

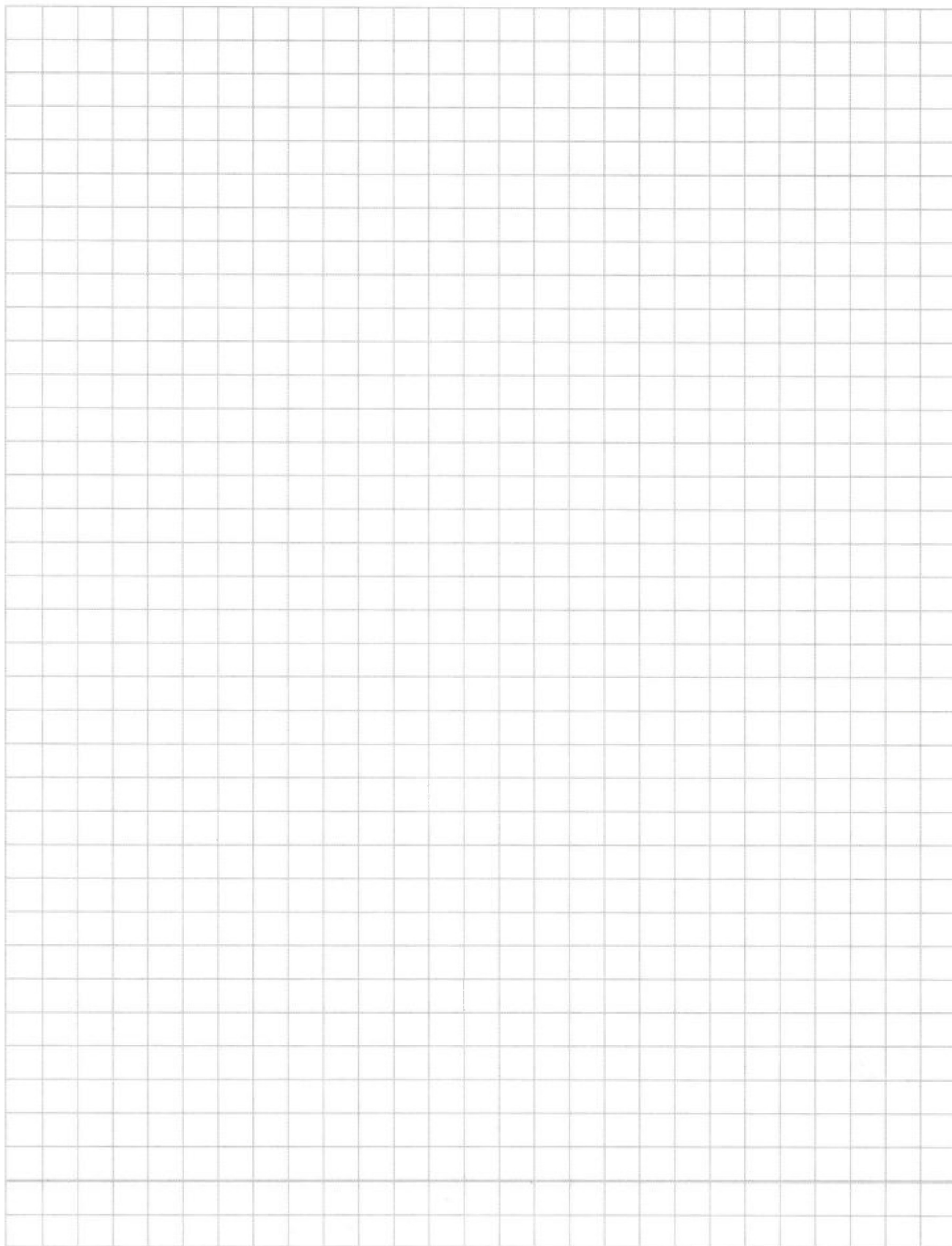


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите **номер страницы** и **суммарное количество страниц** в решении каждой задачи отдельно.

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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                        |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input 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!

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

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

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

Каждый можем этой функцией, взяв производную и приравняв ее нулю

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

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

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

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

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

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

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

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

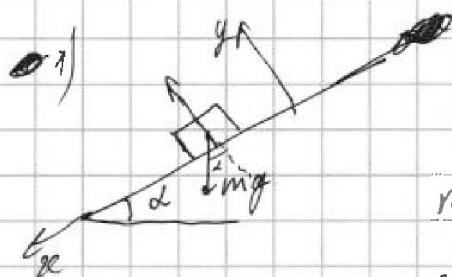
Ответ: 1)  $v_0 = \frac{g T}{2} = 45 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  2)  $S = \frac{g T^2}{4} = 202,5 \text{ м}$



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  $x$ .

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

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

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

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

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

Заметим, что при движении вверх ускорение больше, чем при движении вниз.  $|a_{\text{вв}}| > |a_{\text{вн}}|$

Модуль ускорений найдем из графиков, или угловый коэффициент наклона.

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

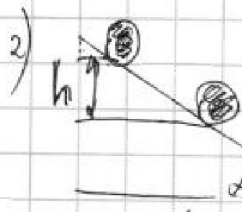
$$|a_{\text{вв}}| = \frac{8-6}{2,5-2,0} = \frac{2}{0,5} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$(1) + (2)$$

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

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

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



П.к вода идеальная, она не вращается в точке.

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

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

$m$  - масса воды/брызги.

потенц. энергия  
в начале

кин. энергия  
воды

кин. энергия брызги



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!

