



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

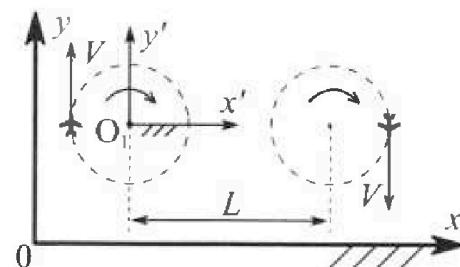


## Вариант 10-04

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

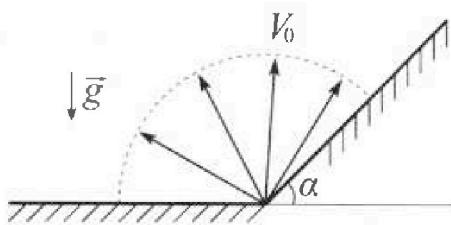
1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями  $V = 100 \text{ м/с}$  (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолёт,  $R=500 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

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



В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей  $L=1.25 \text{ км}$ . Вектор скорости каждого самолета показан на рис.

2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x' O_1 y'$ , 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  $T = 5 \text{ с}$ , максимальное перемещение за время полета осколка, упавшего на склон, равно  $S = 100 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



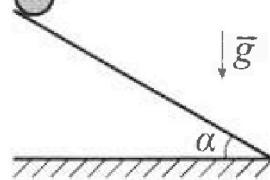
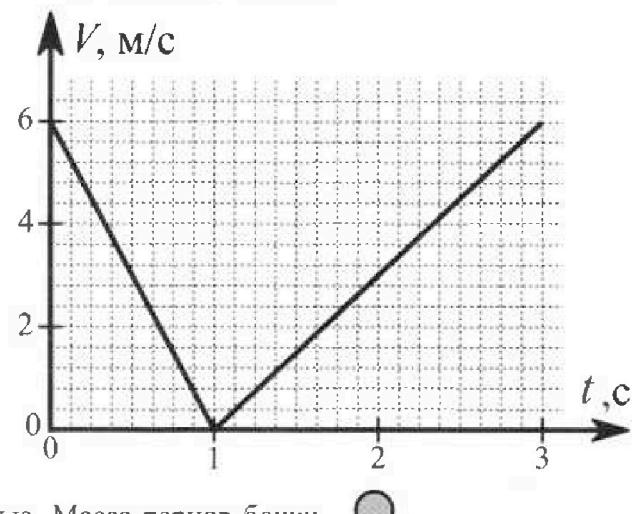
1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.

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  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

1. Найдите  $\sin \alpha$ , где  $\alpha$  – 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  $h=1,5 \text{ м}$ ?
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 10-04

*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 А 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 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.

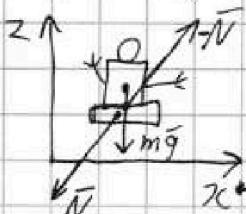
- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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

проведём вертикальную ось  $z$



т.к. пилот движется по окружности, в этот момент времени  $\alpha_x = \frac{v^2}{R}$ , тогда по 3-му з. Нормальная сила действует  $-N_z$   
2-ой з. Уравнение:  $z) -N_z - mg = 0 \Rightarrow N_z = mg$

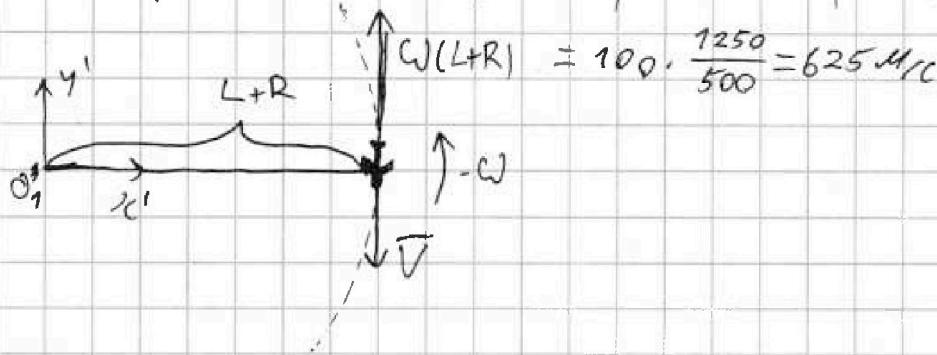
$$x) -N_x = ma_x = m \frac{v^2}{R}$$

$$N = \sqrt{N_x^2 + N_z^2} = m \sqrt{\frac{v^2}{R^2} + g^2}$$

$$\frac{N}{mg} = \frac{\sqrt{\frac{v^2}{R^2} + g^2}}{g} = \sqrt{\frac{v^2}{R^2 g^2} + 1} = \sqrt{\frac{10^8}{5^2 \cdot 10^4 \cdot 10^2} + 1} = \sqrt{\frac{10^7}{5^2} + 1} = \sqrt{2^2 + 1} = \sqrt{5}$$

С.О. О, вращается с линейной скоростью  $\omega = \frac{v}{R}$ , значит

С.О. О;  $\bar{U} = \bar{V} - \omega(L+R)$   $U = V - \omega(L+R) = V\left(\frac{L+R}{R} - 1\right) = V\frac{L}{R} =$



Ответ:  $\sqrt{5}; 625 \text{ м/c}$



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.

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

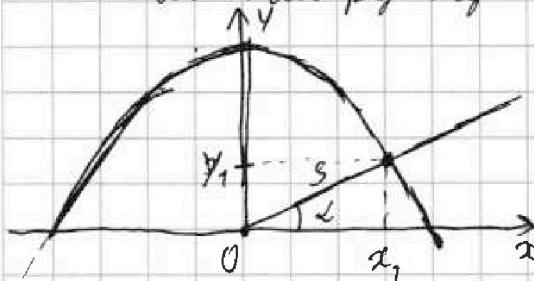
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

22

Для максимальной дальности поста на ту же высоту, с которой стартует мяч, вектор скорости должен быть направлен под углом  $\frac{\pi}{4}$  к горизонту и время полета осколка

$$T = \frac{2V_0 \sin \frac{\pi}{4}}{g} \Rightarrow V_0 = \frac{Tg}{2 \sin \frac{\pi}{4}} = 5 \cdot 5\sqrt{2} = 25\sqrt{2} \text{ м/c} \approx 95 \text{ м/c}$$

В С.О. места разрыва фронтальной части осколки, до которой могут долететь осколки (параметры безопасности) описываются функцией  $y(x) = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{9}{2V_0^2}x^2$  т.к. осколок, пересекшийся на  $S$  по склону, перешел на максимальное расстояние точки его преломления лежит на параллеле безопасности и имеет координаты  $(x_1, y_1)$  такие, что  $x_1 = S \cos \alpha$ ,  $y_1 = S \sin \alpha$  т.е.



$$y(x_1) = y_1 \Rightarrow S \cdot \sin \alpha = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{9}{2V_0^2} (S \cos \alpha)^2 \Rightarrow -\frac{9}{2V_0^2} S^2 (\cos^2 \alpha) - S \cdot \sin \alpha + \frac{V_0^2}{2g} = 0$$

$$\text{результат умножив на } \frac{9S^2 \sin^2 \alpha}{2V_0^2} \Rightarrow -S^2 \cos^2 \alpha + \frac{V_0^2}{2g} - \frac{9S^2}{2V_0^2} = 0$$

$$0 = S^2 - 4 \frac{9S^2}{2V_0^2} \cdot \left( \frac{V_0^2}{2g} - \frac{9S^2}{2V_0^2} \right) = S^2 \left( 1 - \frac{4}{V_0^2} \left( \frac{V_0^2}{9} - \frac{9S^2}{V_0^2} \right) \right) = S^2 \left( 1 - 1 + \frac{9S^2}{V_0^4} \right) = \frac{9S^2}{V_0^4}$$

$$\sin \alpha = \frac{S \pm \sqrt{\frac{9V_0^2}{V_0^4}}} {2 \cdot \frac{9S^2}{2V_0^2}} = \frac{S \pm \frac{S \sqrt{9}}{V_0^2}}{\frac{9S^2}{V_0^2}} = \frac{V_0^2 \pm 9S}{9S} = \frac{V_0^2}{9S} \pm 1 = \frac{25 \cdot 2}{10 \cdot 100} \pm 1 = \frac{5}{10} \pm 1 = \frac{1}{2} \pm 1$$

$$\sin \alpha > 0, \text{ значит } \sin \alpha = \frac{5}{2} - 1 = 1,25 - 1 = 0,25 = \frac{1}{4}$$

$$\sin \alpha \leq 1, \text{ значит } \sin \alpha = 1 - 1 = 0,25 = \frac{1}{4}$$

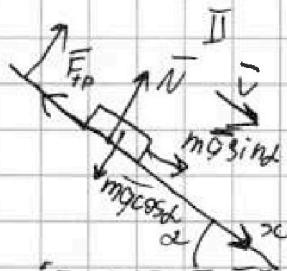
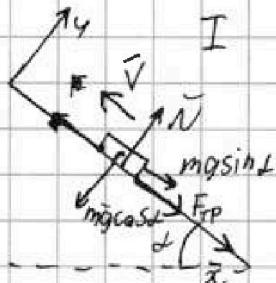
$$\text{Объем: } \frac{25\sqrt{2}}{3} \text{ м}^3; \arcsin(\frac{1}{4})$$

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.

- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



П.к. шайба останавливается, а потом едет вверх, она едет вверх начиная с  $t=0$ , а потом вниз

I: ускорение  $\alpha_1 = \frac{\Delta V}{\Delta t}$ , на графике  $\Delta V = 6 \text{ м/c}$ ,  $\Delta t = 1 \text{ с}$ , значит  $\alpha_1 = 6 \text{ м/c}^2$

2-ой з. Установка: 1)  $N - mg \cos \alpha = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha$

2)  $mg \sin \alpha + F_{\text{тр}} = ma_1 \Rightarrow mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = ma_1$

II: ускорение  $\alpha_2 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{6}{3} = 2 \text{ м/c}^2$

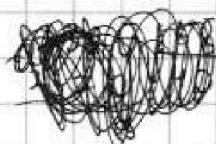
2-ой з. Установка: 1)  $N - mg \cos \alpha = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha$

2)  $mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = ma_2 \Rightarrow mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma_2$

$$\begin{cases} mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma_1 \\ mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = ma_2 \end{cases} \quad 2mg \sin \alpha = a_1 + a_2$$

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{6+2}{2 \cdot 10} = \frac{2}{5}$$

~~Был ошибкой~~



Пусть масса доски -  $M$ ,

могда ЗС:  $Mgh = \frac{mv^2}{2} M \alpha \sin^2 \alpha E_k$ , где  $E_k$ -суммарная кин.энергия доски и воды. Кин. энергия воды -  $\frac{mMv^2}{2}$

и  $m = M \sin \alpha$

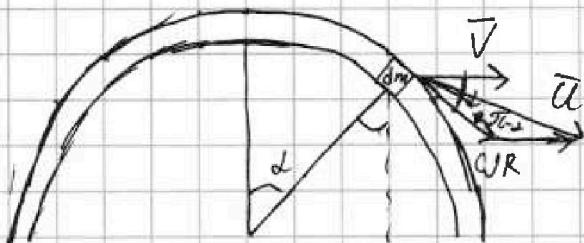


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



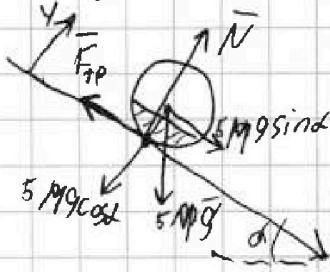
Разобьем дугу на малые куски, длина каждого куска  $dm = \frac{d\alpha}{2\pi} \cdot M$ , тогда

у каждого куска есть скорость  $= \bar{v} + \bar{v}_k$ , где  $v_k = WR$  и направлена

$\bar{v}_k$  по касательной к дуге, тогда можно выразить проекции движений  $WR = v$ , тогда  $v^2 = v^2 + v^2 - 2v \cdot v \cdot \cos(1\pi - \alpha) = 2v^2(1 + \cos\alpha)$ . Кинетическая энергия каждого куска  $= \frac{dm \cdot v^2}{2} = dm \cdot v^2(1 + \cos\alpha)$ .

$$\text{Итоговая суммарная кин.эн. точки } E_K = \int_0^{2\pi} dm \cdot v^2(1 + \cos(\alpha)) = \int_0^{2\pi} M \cdot v^2(1 + \cos\alpha) \frac{d\alpha}{2\pi} = \frac{Mv^2}{2\pi} \left[ (2\pi + \sin 2\pi) - (0 + \sin 0) \right] = Mv^2, \text{ значит}$$

$$Mgh = \frac{Mv^2}{2} + Mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{9h}{2+1}} = \sqrt{\frac{10+7.5}{3}} = \sqrt{5} \text{ м/с}$$



$$\text{2-ой з. Численно: } N - Mg \cos \alpha = 0 \Rightarrow N = Mg \cos \alpha$$

$$F_{tp} \text{ а) } 5Mg \sin \alpha = F_{tp} = 5Ma$$

10)  $F_{tp}$  должна создавать такой момент силы, чтобы  $\alpha$  было уменьшено, т.е. Угловая скорость точки  $\omega = \frac{v}{R}$  и угловое ускорение  $\omega' = \frac{a}{R}$

$$F_{tp}R = J \cdot \omega' \Rightarrow F_{tp} = Ma \quad 5Mg \sin \alpha = 6Ma$$

$$a = \frac{5}{6}g \sin \alpha = \frac{1}{3}g = \frac{10 \text{ м/с}^2}{3} \approx 3.3 \text{ м/с}^2, \text{ но также } F_{tp} \leq \mu N = \mu Mg \cos \alpha$$

$$Ma \leq \mu Mg \cos \alpha \Rightarrow \mu > \frac{a}{g \cos \alpha} = \frac{1}{3} \sqrt{1 + \frac{a^2}{g^2}} = \frac{5}{6} \sin \alpha \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{1}{3} \sqrt{1 - \frac{u^2}{25}} = \frac{\sqrt{24}}{15}$$

$$\text{Ответ: } \sqrt{5} \text{ м/с}, \sqrt{\frac{24}{25}} > \frac{\sqrt{24}}{15}$$



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.

- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

Пусть начальная -  $V_1$ , а конечна -  $V_2$ , тогда

$$Q = \Delta U + A; \text{ при } V = \text{const} \quad A = 0, \text{ значит} \quad Q = \Delta U = \frac{3}{2} V_1 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} V_2 R \Delta T_2 \quad (\Delta U - \text{изменение внутр. энергии при изотермии, а } \Delta U_p - \text{изменение при изобарии})$$

$$\text{при } P = \text{const} \quad A = P_1 V, \text{ значит} \quad Q = \Delta U_p = \frac{3}{2} P_1 V + P_2 V + \frac{5}{2} P_2 V - P_1 V,$$

где  $P_1$  и  $P_2$  - начальное и конечное давление газа и азота

$$Q = \frac{5}{2} P_1 \Delta V + \frac{3}{2} P_2 \Delta V = \frac{5}{2} V_1 R \Delta T_2 + \frac{3}{2} V_2 R \Delta T_1$$

$$\frac{3}{2} V_1 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} V_2 R \Delta T_2 = \frac{5}{2} V_1 R \Delta T_2 + \frac{3}{2} V_2 R \Delta T_1$$

$$5 V_2 \Delta T_2 - 3 V_1 \Delta T_1 = 2 V_2 \Delta T_2 + 5 V_2 \Delta T_1 \quad \begin{matrix} \cancel{V_2} \\ \cancel{\Delta T_2} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \cancel{V_1} \\ \cancel{\Delta T_1} \end{matrix}$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{-3 \Delta T_2 + 5 \Delta T_1}{5 \Delta T_2 - 3 \Delta T_1} = \frac{-3 \cdot 40 + 5 \cdot 58}{5 \cdot 40 - 3 \cdot 58} = \frac{-120 + 290}{200 - 174} = \frac{170}{26} = \frac{5}{73}$$

$$C_p = \frac{\Delta U_p}{\Delta T} = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{2320}{40} = 58 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$A = Q - \Delta U_p = Q - \left( \frac{3}{2} V_1 + \frac{5}{2} V_2 \right) R \Delta T_2 = Q - \left( \frac{3}{2} V_1 + \frac{5}{2} V_2 \right) R \Delta T_1 \cdot \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} =$$

$$= Q - \Delta U_p \cdot \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = Q \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 2320 \cdot \left( 1 - \frac{40}{58} \right) = 2320 \cdot \frac{18}{58} = 720 \text{ Дж}$$

Ответ: 720 Дж;  $58 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ ;  $\frac{5}{73}$

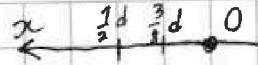


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
1 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!



$$U = q\varphi = E/d \quad | \quad E = U/d$$

$$F = qE = \frac{qU}{d}$$

2-ой з. уравнение: x)  $F = ma$

$$\frac{-qU}{d} = ma \quad \gamma = \frac{ad}{U}$$

норм. к. кривизна траектории  $R$ ,  $a = \frac{V_0^2}{R}$

$$\gamma = \frac{V_0^2 d}{UR}$$

$$3C): \frac{mV_0^2}{2} + q\varphi_x(\frac{3}{8}d) = \frac{mV^2}{2} + q\varphi_x(\frac{7}{2}d)$$

$$mV_0^2 + q(\varphi_x(\frac{3}{8}d) - \varphi_x(\frac{1}{2}d)) = mV^2$$

$$V = \sqrt{V_0^2 + \gamma (-Ed(\frac{7}{2} - \frac{3}{8}))} = \sqrt{V_0^2 + \frac{V_0^2 d}{UR} U \cdot \frac{7}{8}} = V_0 \sqrt{1 + \frac{d}{8R}}$$

$$\text{Омбем: } -\frac{V_0^2 d}{UR}; V_0 \sqrt{1 + \frac{d}{8R}}$$



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.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$1 \pm \sqrt{1 + \frac{\frac{x \cdot 10}{1250} \times \left( \frac{80}{2 \cdot 1250} \cdot 10000 - \frac{1250}{2 \cdot 10} \right)}{10 \cdot 10000}} = 1 \pm \sqrt{1 + \frac{2x}{125} \cdot \left( \frac{10}{2} \cdot 8 - \frac{1250}{2} \right)} = \\ = 1 \pm \sqrt{1 + \frac{1}{125} \cdot (-1170)} = 1 \pm \sqrt{\frac{125}{125}} =$$

$$1 - \frac{9}{v_0^2} \cdot \left( \frac{v_0^2}{9} - \frac{45^2}{v_0^2} \right) =$$

$$\frac{u^2 - \frac{u^2}{c^4}}{\frac{u^2}{c^4}} = 1$$

$$\frac{N/c^2 \cdot u^2}{u^2/c^2} = u$$

$$T = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \quad L = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha$$

$$25^2 \cdot 2 = 1250$$

$$25^2 = 5^2 \Rightarrow 25^2 = 5^4$$

$$\frac{5^4}{10^3} = \frac{5^4}{2^3 \cdot 5^3} = \frac{5}{2^3}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 25 \\ \times 25 \\ \hline 125 \\ + 50 \\ \hline 625 \\ \times 2 \\ \hline 1250 \end{array}$$

$$\sin(\alpha - \beta) = \sin \alpha \cos \beta - \sin \beta \cos \alpha$$

$$\sin\left(\frac{\alpha}{2} + \frac{\beta}{2}\right) = 2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\beta}{2}$$

$$\sin \alpha = 2 \sin \frac{\alpha}{2} \sqrt{1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2}}$$

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

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

$$M = \frac{v_0^2}{g} - \frac{9 \cdot \frac{v_0^2}{g}}{2} = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$\sin \alpha = \frac{7}{8} \quad \cos \alpha = \frac{\sqrt{15}}{8}$$

$$\sin 2\alpha = \frac{\sqrt{15}}{32} \quad \cos 2\alpha = \frac{\sqrt{1009}}{32}$$

$$4 \sin^2 \frac{\alpha}{2} = 4 \sin^2 \frac{\alpha}{2} + \sin^2 \alpha = 0$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{4 \pm \sqrt{16 - 16 \sin^2 \alpha}}{8} = \frac{1 \pm \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{2} = \frac{1 \pm \cos \alpha}{2}$$

$$\frac{1}{16} = \frac{1 \pm \cos \alpha}{2} \quad \cos \alpha = \frac{\sqrt{8}}{8}$$



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.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
ИЗ

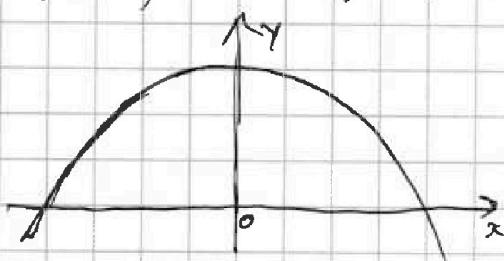
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Черновик

$$t_{\text{зон}} = \frac{V_0}{g} \quad M = \frac{V_0}{g} \cdot V - \frac{g \frac{V_0^2}{2}}{2} = \frac{V_0^2}{g} - \frac{V_0^2}{2g} = \frac{V_0^2}{2g}$$

$$t_{\text{пол}} = \frac{V_0 \sqrt{2}}{g} \quad M = \frac{V_0}{\sqrt{2}g} \cdot \frac{V_0}{\sqrt{2}} - \frac{g \frac{V_0^2}{2g^2}}{2} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{V_0^2}{4g} = \frac{V_0^2}{4g}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,4 \\ \times 5 \\ \hline 5,50 \\ - 20 \\ \hline 30 \\ \times 26 \\ \hline 194 \end{array}$$



$$y(x) = \frac{V_0^2}{20} - \frac{19}{2V_0^2} x^2$$

$$y(\frac{V_0}{2g}) = \frac{V_0^2}{29} - \frac{89}{V_0^2} \cdot \frac{V_0^2}{40} \cdot \frac{V_0^2}{49} = \frac{V_0^2}{29} - \frac{V_0^2}{29}$$

$$x_1 t g_2 = \frac{V_0^2}{20} - \frac{89}{V_0^2} x_1^2$$

$$\begin{array}{r} \times 70 \\ \times 20 \\ \hline 140 \\ - 25 \\ \hline 1150 \\ \times 25 \\ \hline 250 \end{array}$$

$$\sin \alpha \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{V_0^2}{29}$$

$$\frac{5500}{400} = 8$$

$$L = \frac{V_0 \sqrt{2}}{g} \cdot \frac{V_0 - \frac{V_0}{2}}{\sqrt{2}} = \frac{V_0}{g}$$

$$\begin{array}{r} \times 25 \\ \times 24 \\ \hline 100 \\ + 25 \\ \hline 35,0 \end{array}$$

1

$$t = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$$

$$\begin{array}{r} 1250 = 5^4 \cdot 2 \\ 10000 = 5^4 \cdot 2^4 \\ \times 1250 \\ \hline 8 \\ \hline 10000 \end{array}$$

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



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.

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.



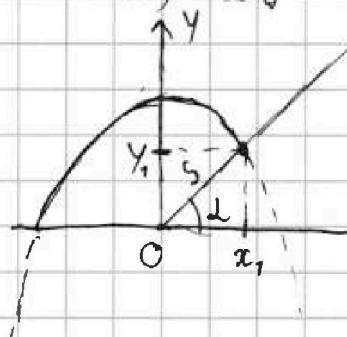
СТРАНИЦА  
ИЗ

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!

Через  $\theta = 45^\circ$  для максимальной дальности полёта на эту же высоту, сколько раз стартируем meno, величина скорости должна быть направлена под углом  $\frac{\pi}{4}$  к горизонту и время полёта останется  $T_0 = \frac{2V_0 \sin \frac{\pi}{4}}{g} = \frac{2 \cdot 15\sqrt{2}}{2 \sin \frac{\pi}{4}} = 25\sqrt{2} \approx 35 \text{ с}$

В системе отсчета центра разрыва фрикционера, ~~однако~~  
учищца опасности до попытки можно заметить опасности.  
Наряду с безопасностью, описывается функцией

$y(x) = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{g}{2V_0^2} x^2$ , а поверхность склона  $-y(x) = x^2 g/2V_0^2$



м. л. токка подземных осадок, первичного происхождения на ~~Северной~~ С. Ю. описаны токкои ( $X_1$ ;  $Y_1$ ) и выделены первичные звуковые грации, данных всеми, но

$$\begin{aligned} x_1 &= s \cos \alpha, \text{ morg} \\ x_2 c, t g \alpha &= \frac{v_0^2}{2g} - \frac{1}{2v_0^2} x_1^2 \\ x_2 &= s \cos \alpha \end{aligned}$$

$$SCOS\alpha \cdot \frac{S\sin\alpha}{COS\alpha} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{19}{2V_0^2} \cdot S^2 COS^2\alpha \Rightarrow \frac{19}{2V_0^2} S^2 (1 - \sin^2\alpha) + SS\sin\alpha - \frac{V_0^2}{2g} = 0$$

$$D = S^2 - 4 \cdot \left( \frac{V_0^2}{2} S^2 \right) \times \left( \frac{V_0^2}{2} S^2 - \frac{V_0^2}{2g} \right)$$

$$\sin \angle = \frac{-S \pm \sqrt{S^2 + 4 \cdot \frac{19}{2V_0^2} S^2 \left( \frac{19}{2V_0^2} S^2 - \frac{V_0^2}{29} \right)}}{-\frac{19}{2V_0^2} S^2 \cdot 2} = \frac{\sqrt{2} \sqrt{1 \pm \sqrt{1 + \frac{19}{V_0^2} \left( \frac{84}{2V_0^2} S^2 - \frac{V_0^2}{29} \right)}}}{\frac{19}{2V_0^2} S^2} =$$

$$\frac{57622}{57622} \text{ ref } \sqrt{1 + \frac{329}{57622}} = \sqrt{1 + \frac{329}{57622} \cdot \frac{895^2}{895^2}} = \sqrt{1 + \frac{329}{57622}}$$

$$\begin{aligned}
 S_{ind} &= -500000 + 1 \pm 1 \cdot \frac{14 \cdot 10}{10000} \cdot 10000 - 5000 \\
 &\quad + 16 \cdot 10 \cdot 10000 \\
 &\quad + x(80 \cdot 2 - 25 \cdot 0) = 1 \pm \sqrt{\frac{32}{500} (160 - 500)} = 1 \pm \sqrt{\frac{16}{500} \cdot 10000} = 1 \pm \sqrt{\frac{32}{25} \cdot 100} = 1 \pm \sqrt{\frac{13}{5}} \cdot 10
 \end{aligned}$$