

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 10-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

4. В изохорическом процессе от смеси идеальных газов гелия и азота отводят $Q = 780$ Дж теплоты. Температура смеси уменьшается на $|\Delta T_1| = 31,2$ К. Если в изобарическом процессе от той же смеси отвести то же самое количество теплоты, то температура смеси уменьшится на $|\Delta T_2| = 20$ 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. Частица с удельным зарядом $\gamma = \frac{q}{m} < 0$ движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен до напряжения U , расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется параллельно обкладкам на расстоянии $d/8$ от отрицательно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в этот момент времени равен R .

1. Найдите скорость V_0 частицы в рассматриваемый 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?



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

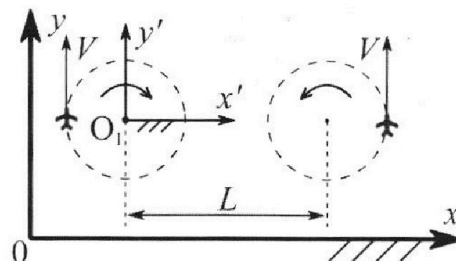
Вариант 10-02

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 $V = 70$ м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолет, $R = 700$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

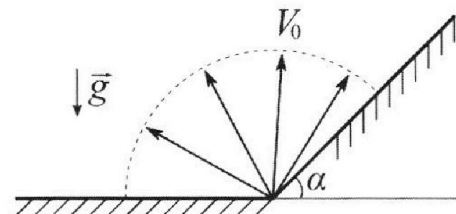
1. Определите отношение $\frac{P}{mg}$, здесь P – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.



В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей $L = 2,1$ 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. Наибольшее перемещение за время полета осколков, упавших на горизонтальную поверхность, равно $S_1 = 160$ м, упавших на склон, $S_2 = 120$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



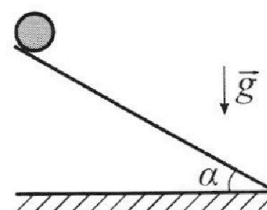
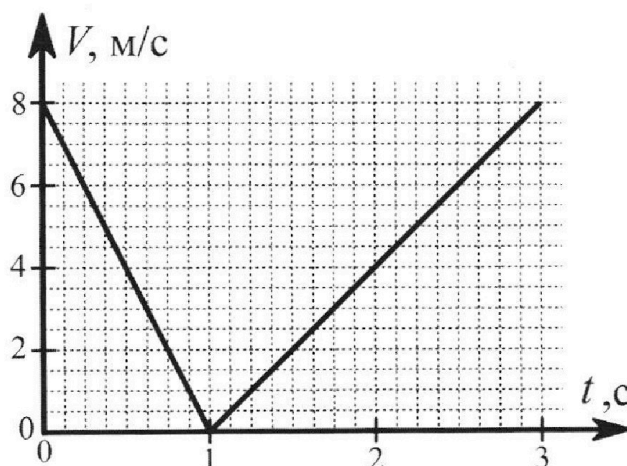
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

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/с².

1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – 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 $n = 2$ раза больше массы бочки. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

2. С какой по величине скоростью V движется бочка после перемещения относительно наклонной плоскости на $L = 0,6$ м?
3. Найдите ускорение a , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?





1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

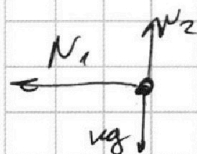
СТРАНИЦА
1 из 1

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!

Самолет движется в горизонтальной плоскости по окружности, а значит и имеет центр.

Рассмотрим силы на самолет

2 3-й Ньютона:



$$N_2 = mg$$

$$N_1 = \frac{mv^2}{R}$$

$$N = \sqrt{N_1^2 + N_2^2}$$

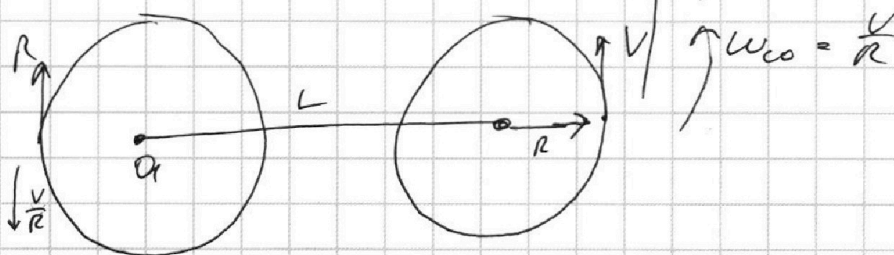
По 3 закону Ньютона $P = N$ (сила действия равна

силе противодействия) $\Rightarrow P = \sqrt{(mg)^2 + \left(\frac{mv^2}{R}\right)^2}$

$$\frac{P}{mg} = \sqrt{1 + \left(\frac{v^2}{gR}\right)^2} = \sqrt{1 + \left(\frac{720^2}{10 \cdot 400}\right)^2} = \sqrt{1 + \left(\frac{7}{10}\right)^2} = \sqrt{1 + 0,49} =$$

$$= \sqrt{1,49} \approx 1,22$$

$$u = v_{\text{кр}} + v$$



Сведем в СО вращающуюся с $\omega = \frac{v}{R}$ против

часовой. В этой СО суммарная $\vec{v}$ шаров $= 0$

$$u_{\text{отн}} = v + \omega \cdot (L + R) = v + \frac{L + R}{R} v = 350 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: 1) 1,22 2) 350 $\frac{\text{м}}{\text{с}}$



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.

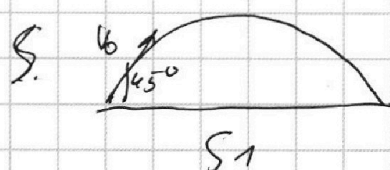


СТРАНИЦА

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) Известно что максимальное удаление при броске под углом 45° к горизонту (при падении на ту же высоту)



$$S_1 = V_0 \cos 45^\circ t$$

$$0 = V_0 \sin 45^\circ t - \frac{g t^2}{2}$$

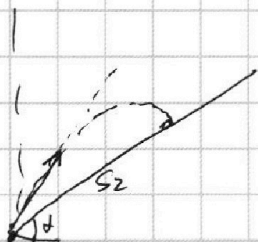
$$V_0 \sin 45^\circ = \frac{g \cdot S_1}{2 V_0 \cos 45^\circ}$$

$$V_0^2 = \frac{g S_1}{2 \sin 45^\circ \cos 45^\circ}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{g S_1}{2 \sin 45^\circ \cos 45^\circ}} = 40 \frac{м}{с}$$

Ответ: $V_0 = 40 \frac{м}{с}$

- 2) Менее известный факт: максимальная скорость камня в заданную точку (минимальной скоростью нужно совершить бросок) симметрична углу между вертикалью и направлением на точку.





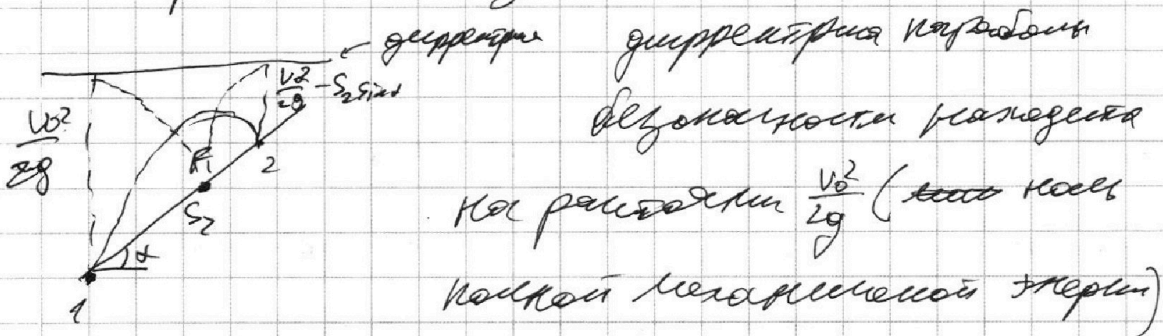
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Выводим всю конструкцию в боковое поле и параболы безопасности.



В поле координат 2 радиусы до директрисы параболы безопасности $= \frac{V_0^2}{2g}$

$$\text{из } 3(\angle): V_2^2 = V_0^2 - 2g S_2 \sin \alpha$$

Чтобы точка 2 была на параболы безопасности фокус у параболы, который мы строим должен быть 1 (иначе это не прямая и не виская траектория). При этом т.к. окружность с радиусом $\frac{V_0^2}{2g}$ и $\frac{V_2^2}{2g}$ будут касаться (пересечение всего 1), то фокус F будет на отрезке S_1-2

$$\text{из геометрии: } S_2 = \frac{V_0^2}{2g} + \frac{V_2^2}{2g} - S_2 \sin \alpha$$

$$S_2 = \frac{V_0^2}{g} - S_2 \sin \alpha = S_2 - S_2 \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{S_2 - S_2}{S_2} = \frac{160 - 120}{120} = \frac{40}{120} = \frac{1}{3}$$

Ответ:

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{1}{3}\right)$$



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
1 ИЗ 3

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!

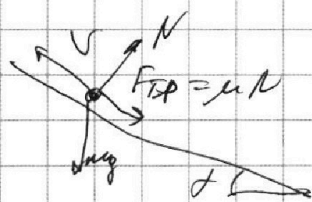
Равномерно 2 шара движется по наклонной:

1) закреплена веревкой сверху

2) вниз по наклонной

2 шаром отпадает, т.к. шара либо всегда разгоняется, либо замедляется. Если не будет скольжения, то шарик закреплена сверху.

Решение по шару вверх:



2 3 Н Вьютонов:

$$N = mg \cos \alpha$$

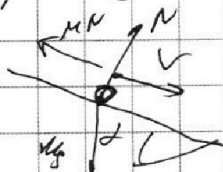
$$ma_1 = \mu N + mg \sin \alpha$$

$$a_1 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha = \frac{14}{2} - \dot{V} \text{ (протек V)}$$

$$\text{из уравнения } \dot{V} = k_{\text{ком}} = -8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$a_1 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$$

при движении вниз:



$$N = mg \cos \alpha$$

$$ma_2 = mg \sin \alpha - \mu N$$

$$a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$\text{из уравнения } a_2 = k_{\text{ком}} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



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

2 ИЗ 3

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!

Сложим 2 уравнения:

$$2g \sin \alpha = a_1 + a_2$$

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{8 + 4}{20} = 0.6$$

Ответ: $\sin \alpha = 0.6$

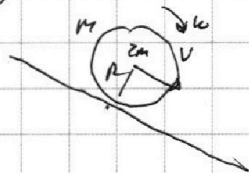
Потому что $\cos \alpha = 0.8$.

1) Запишем теорему Кеплера:

$$E_k = E_{k_{\text{ум}}} + E_{k_{\text{отн ум}}}$$

Введем в СФМ:

жидкость идеальная и не вязкая, а значит относительно СФМ покоится.



$$\omega = \frac{v}{R} \text{ (окружные скорости)}$$

$$E_{k_{\text{отн ум}}} = \frac{I_{\text{отн СФМ}} \omega^2}{2} = \frac{I_1 R^2}{2} \cdot \frac{v^2}{R^2} = \frac{I_1 v^2}{2}$$

$$E_{k_{\text{ум}}} = \frac{3m \cdot v^2}{2}$$

$$E_k = \frac{I_1 v^2}{2} + \frac{3m v^2}{2} = 2m v^2$$

Теорема об изменении механической энергии:

$$\frac{dE}{dt} = P_{\text{внеш сил}}$$



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 3

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

$$\frac{dE_k}{dt} = \mu \cos \alpha \cdot V \cdot a$$

$$P_{\text{внеш}} \text{ или } = 3mg \cdot \frac{dh}{dt} = 3mg V \sin \alpha \quad (\text{мощность } F_{\text{трения}} = 0 \text{ т.к. сила ее приложения перпендикулярна движению})$$

$$\mu \cos \alpha \cdot V \cdot a = 3mg V \sin \alpha$$

$$a = \frac{3g \sin \alpha}{4} = 4,5 \frac{m}{c^2}$$

$$\text{Ответ: } a = 4,5 \frac{m}{c^2}$$

3(7):

~~2(10)~~ $\Delta E_{\text{кин}} + \Delta E_{\text{пот}} = 0$ (работа сил трения равна нулю, т.к. сила приложения всегда перпендикулярна)

$$\Delta E_{\text{кин}} = 2mgV^2$$

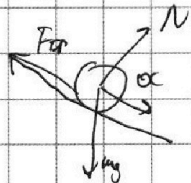
$$\Delta E_{\text{пот}} = 3mgL \sin \alpha$$

$$V = \sqrt{\frac{3gL \sin \alpha}{2}} = 0,6 \sqrt{15} \approx 0,6 \sqrt{16} \approx 2,4 \frac{m}{c}$$

$$\text{Ответ: } V \approx 2,4 \quad V = 0,6 \sqrt{15} \frac{m}{c} \quad V \approx 2,4 \frac{m}{c}$$

Запишем теорему о движении электрона

$$\text{или: } N = 3mg \cos \alpha$$



$$3mg \sin \alpha = 3mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}$$

$$F_{\text{тр}} = 3\mu (g \sin \alpha - a) < \mu N = \mu \cdot 3mg \cos \alpha$$

$$\mu > \frac{g \sin \alpha - a}{g \cos \alpha} = \frac{6 - 4,5}{8} = \frac{1,5}{8} = \frac{3}{16} \quad \text{Ответ: } \mu > \frac{3}{16}$$



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 уравнение термодинамики:

$$Q = A_{\text{газ}} + \Delta U_{\text{газ}}$$

$$A_{\text{газ}} = -A_{\text{мем}} \Rightarrow$$

$$A_{\text{мем}} + Q = \Delta U_{\text{газ}}$$

$$A_{\text{мем}} = \Delta U_{\text{газ}} - Q$$

Для изохорного процесса:

$$Q = C_V \cdot \Delta T_1$$

$$C_V = 25 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

Для изобарного процесса

$$Q = C_P \cdot \Delta T_2$$

$$C_P = 39 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$\text{Ответ: } C_P = 39 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$A_{\text{мем}} = C_V \cdot \Delta T_2 - Q = -25 \cdot 20 - (-480) = 480 - 500 = 280 \text{ Дж}$$

$$\text{Ответ: } A_{\text{мем}} = 280 \text{ Дж} = Q \left(1 - \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} \right)$$

Вычисляем C_V и C_P смеси

$$C_V = C_{V_{\text{H}_2}} + C_{V_{\text{He}}} = \nu_{\text{H}_2} \cdot \frac{5}{2} R + \nu_{\text{He}} \cdot \frac{3}{2} R = \frac{Q}{\Delta T_1}$$

$$C_P = C_{P_{\text{H}_2}} + C_{P_{\text{He}}} = \nu_{\text{H}_2} \cdot \frac{7}{2} R + \nu_{\text{He}} \cdot \frac{5}{2} R = \frac{Q}{\Delta T_2}$$



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
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!

Решение

$$\frac{V_{He} \cdot \frac{7}{2} R + V_{N_2} \cdot \frac{5}{2} R}{V_{He} \cdot \frac{3}{2} R + V_{N_2} \cdot \frac{5}{2} R} = \frac{\frac{7}{2} \Delta T_1 + \frac{5}{2} \Delta T_2}{\frac{3}{2} \Delta T_1 + \frac{5}{2} \Delta T_2}$$

$$x + \frac{V_{He} + V_{N_2}}{V_{He} \cdot \frac{3}{2} + V_{N_2} \cdot \frac{5}{2}} = x + \frac{4}{5} + \frac{\frac{7}{2} \Delta T_1 - \frac{5}{2} \Delta T_2}{\frac{3}{2} \Delta T_1 + \frac{5}{2} \Delta T_2} + 1$$

$$\frac{V_{He} + V_{N_2}}{3V_{He} + 5V_{N_2}} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{2\Delta T_2}$$

$$V_{He} + V_{N_2} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{2\Delta T_2} \cdot 3V_{He} + 5 \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{2\Delta T_2} V_{N_2}$$

$$V_{He} \left(3 \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{2\Delta T_2} - 1 \right) = V_{N_2} \left(1 - 5 \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{2\Delta T_2} \right)$$

$$\frac{V_{He}}{V_{N_2}} = \frac{2\Delta T_2 - 5\Delta T_1 + 5\Delta T_2}{3\Delta T_1 - 3\Delta T_2 - 2\Delta T_2} = \frac{7\Delta T_2 - 5\Delta T_1}{3\Delta T_1 - 5\Delta T_2} = \frac{5}{2}$$

$$\text{Ответ: } \frac{V_{He}}{V_{N_2}} = 2,5$$



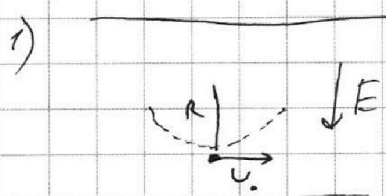
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

СТРАНИЦА
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) $\varphi = U$



Потенциал поля равен

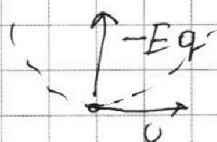
максимуму

$$F \cdot r = \Delta \varphi = U$$

$\varphi = 0$

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

2 3-й Ньютона для заряда.



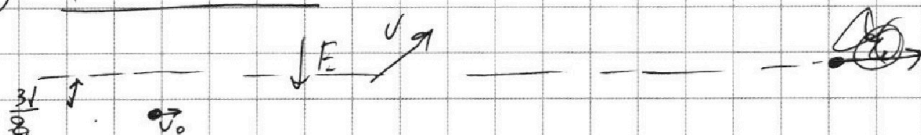
$$\frac{mv_0^2}{r} = -Eq$$

$$\frac{mv_0^2}{r} = -\frac{U}{r}q$$

$$v = \sqrt{\frac{-Uqr}{m}}$$

$$\text{Ответ: } v_0 = \sqrt{\frac{-Uqr}{m}}$$

2) φ



Заняв 3-й для заряда:

$$\Delta E_{\text{кин}} = A_{\text{внеш}} = \vec{F} \cdot \vec{s} = -Eq \cdot \frac{3l}{8} = -\frac{3}{8}Uq$$

$$\Delta E_{\text{кин}} = \frac{m(v^2 - v_0^2)}{2}$$

$$v^2 = -\frac{3}{4}U + \frac{R}{l}U$$

$$v = \sqrt{-(\frac{R}{l} - \frac{3}{4})U}$$

$$\text{Ответ: } v = \sqrt{-(\frac{R}{l} - \frac{3}{4})U}$$

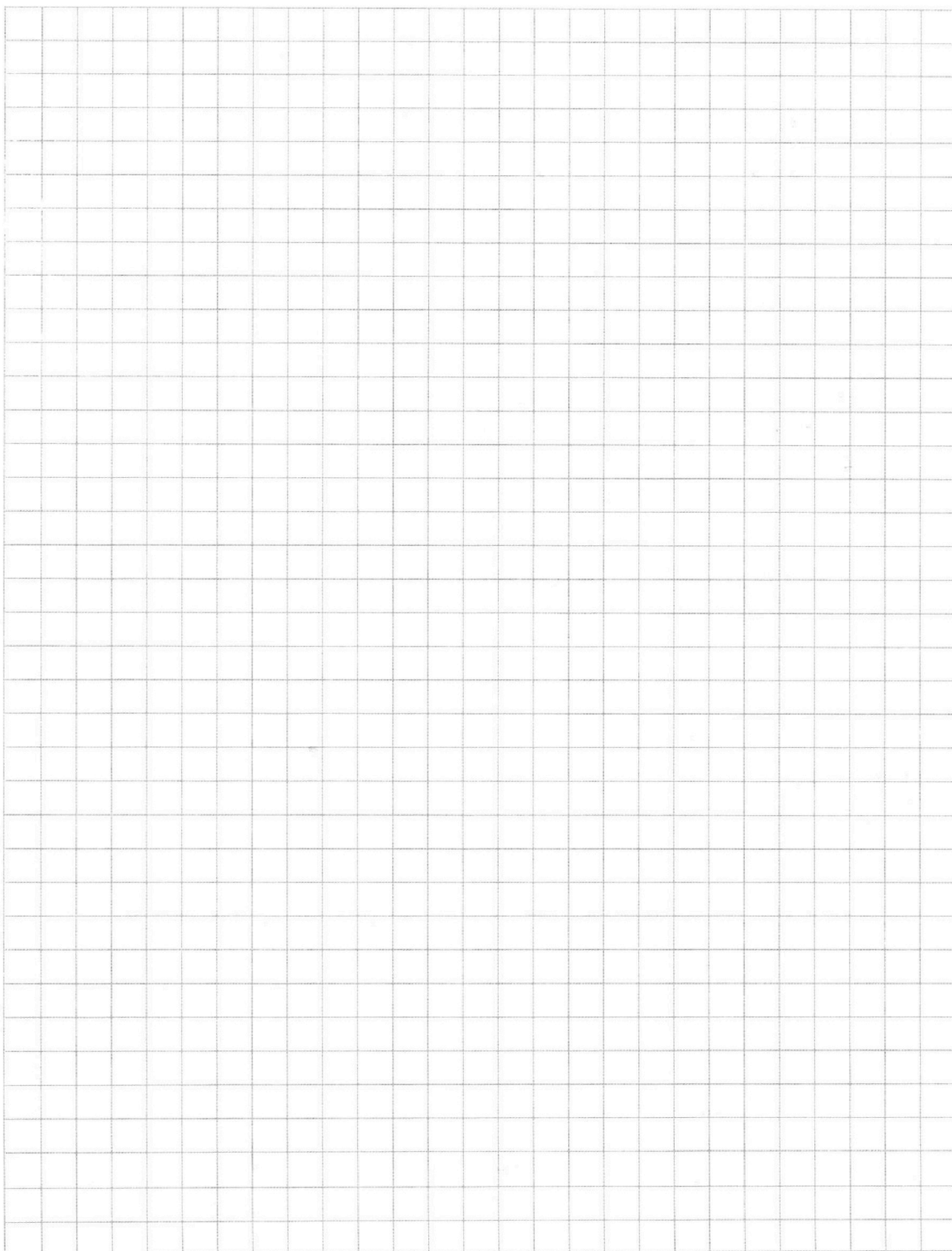


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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





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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

$$\begin{array}{r} 120 - 5 \cdot 31,2 \\ \hline 3 \cdot 31,2 - 80 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 120 - 156 \\ \hline 36 \end{array}$$

=

$$3 \cdot \frac{14}{25} - 1 = \frac{42 - 25}{25} = \frac{17}{25}$$

$$1 - 5 \cdot \frac{14}{25} = 1 - \frac{14}{5}$$

$$\begin{array}{r} 140 - 156 \\ \hline 23,6 - 100 \end{array} = \frac{16}{64} = \frac{160}{64} = \frac{10}{4} = \frac{20}{8} = \frac{5}{2} = 2,5$$

$$\begin{array}{r} 2,5 \cdot \frac{5}{2} + \frac{5}{2} \\ \hline 2,5 \cdot \frac{3}{2} + \frac{5}{2} \end{array} ?$$

$$\begin{array}{r} 2,5 \cdot 5 + 5 \\ \hline 2,5 \cdot 3 + 5 \end{array} = \frac{17,5}{12,5} = \frac{35}{25}$$

$$\begin{array}{r} 175 \\ 125 \overline{) 175} \\ \underline{125} \\ 50 \end{array}$$

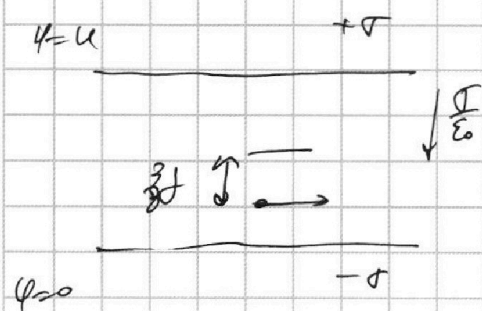
$$\begin{array}{r} 175 \\ 125 \overline{) 175} \\ \underline{125} \\ 50 \end{array}$$



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

1
☐2
☐3
☐4
☐5
☐6
☐7
☐СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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



$$\frac{U}{d} = U$$
$$\frac{q}{\epsilon_0} = \frac{U}{d}$$

$$m \frac{v^2}{R} = -\frac{q}{d} q$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{-U q R}{m}} = \sqrt{\frac{-U q R}{d}}$$

$$\Delta E_k = A_{\text{электр}}$$

$$\frac{m(v^2 - v_0^2)}{2} = -\frac{q}{\epsilon_0} \cdot \frac{3}{8} dq$$

$$v^2 - v_0^2 = -\frac{q}{\epsilon_0} \frac{3}{4} dq = -\frac{3}{4} \frac{U q}{d}$$

$$v = \sqrt{-\frac{3}{4} \frac{U q}{d} + \frac{U q}{d}} = \sqrt{\left(\frac{1}{4} - \frac{3}{4}\right) \frac{U q}{d}}$$

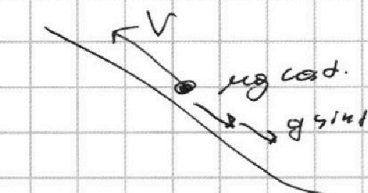


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



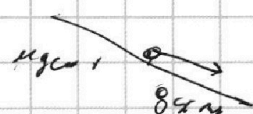
$$mg \cos \alpha + g \sin \alpha = 8 \frac{m}{L}$$

$$g \sin \alpha - mg \cos \alpha = 4 \frac{m}{L}$$

$$2g \sin \alpha = 12 \frac{m}{L}$$

$$g \sin \alpha = 6 \frac{m}{L}$$

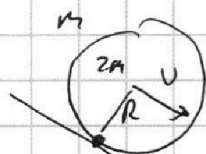
$$\sin \alpha = 0,6$$



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

$$0,6 = \sqrt{2a}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 0,6} = \sqrt{1,2}$$



ВСУМ:

мгновенно вращается $\Rightarrow$ кин. энергия в

$$E_{\text{кин}} = \frac{I\omega^2}{2} = \frac{mR^2}{2} \frac{v^2}{R^2} = \frac{mv^2}{2}$$

$$E_{\text{кин}} = \frac{3mv^2}{2}$$

$$E_{\text{а}} = E_{\text{кин}} + E_{\text{а}} = \frac{2mv^2}{2}$$

$$\frac{dE_{\text{а}}}{dt} = 3mg \sqrt{g \sin \alpha}$$

$$2mv^2 = 3mg L \sin \alpha$$

$$v = \sqrt{\frac{3gL \sin \alpha}{2}}$$

$$v = \sqrt{\frac{3 \cdot 9,8 \cdot 0,6 \cdot 9,6}{2}}$$

$$v = \sqrt{\frac{30 \cdot 0,6 \cdot 9,6}{2}}$$

$$a = \frac{3g \sin \alpha}{4} = 4,5 \frac{m}{s^2}$$

$$4,5 \frac{m}{s^2}$$



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

1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

$$g \sin \alpha - \frac{F_{\text{тр}}}{m} = 0$$

$$F_{\text{тр}} = \frac{(g \sin \alpha - a) m}{\mu} < \mu g \cos \alpha$$

$$g \sin \alpha - a < \mu g \cos \alpha$$

$$\mu > \frac{g \sin \alpha - a}{g \cos \alpha} = \frac{6 - 4,5}{8} = \frac{3}{16}$$

$$480 \overline{) 312}$$

$$\begin{array}{r} 480 \overline{) 312} \\ - 624 \\ \hline 1560 \\ - 1560 \\ \hline \end{array}$$

$$\mathcal{E} \cdot C_V = V_{\text{He}} \frac{3}{2} R + V_{N_2} \frac{5}{2} R = \frac{480}{31,2} = 22,5$$

$$V_{\text{He}} \frac{3}{2} R + V_{N_2} \frac{5}{2} R = 25$$

$$x + 1 = \frac{144}{3005} = \frac{144}{25}$$

$$V_{\text{He}} \frac{3}{2} R = V_{N_2} \frac{3}{2} R + 3,9$$

$$25x + 25 = 21x + 35$$

$$I_{\text{вн}} = Q - \Delta U = Q - \mathcal{E} U \cdot \Delta I_2 =$$

$$\begin{array}{l} 4x = 10 \\ x = 2,5 \end{array}$$

$$A_{\text{вн}} + Q = \Delta U_{\text{газа}}$$

$$A_{\text{вн}} = -20 \cdot 25 + 480 = -500 + 480 = +780 \text{ Дж}$$

$$x \frac{3}{2} = \frac{5}{2}$$

$$\begin{array}{l} x \frac{3}{2} = \frac{7}{2} \\ \frac{3x}{2} = \frac{5}{2} \end{array} = \frac{3,9}{25}$$

$$x + \frac{144}{3005} = x + \frac{144}{25}$$

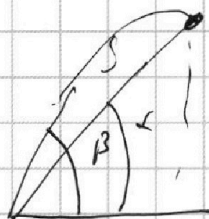


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$x = V_0 \cos \beta t = \frac{S}{\cos \alpha}$$

$$y = V_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2} = \frac{S}{\sin \alpha}$$

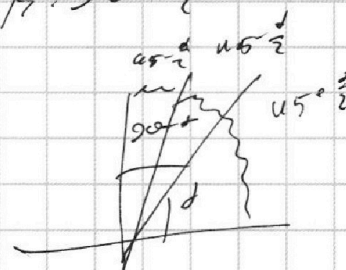
$$\cancel{y} = \cancel{tg \beta} \checkmark$$

$$\frac{V_0 \sin \beta - \frac{gt}{2}}{V_0 \cos \beta} = \cancel{tg \alpha}$$

$$t = \frac{S}{V_0 \cos \beta \cos \alpha}$$

$$\alpha = 180 - 2\beta$$

$$\beta = 90 - \frac{\alpha}{2}$$



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

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

$$\frac{g S}{2 V_0^2 \cos^2 \beta \cos^2 \alpha} = \frac{\tan \beta}{\cos \alpha} - \frac{1}{\sin \alpha}$$

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

$$f' = \frac{\cos^2 \beta - \sin^2 \beta}{\cos \alpha} + \frac{2 \cos \beta \sin \beta}{\sin \alpha} = 0$$

$$\frac{\cos^2 \beta}{\cos \alpha} + \frac{\sin^2 \beta}{\sin \alpha} = 0 \quad \begin{aligned} \tan \alpha &= -\tan 2\beta \\ \tan \alpha &= \tan (180 - 2\beta) \end{aligned}$$

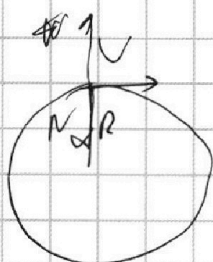


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

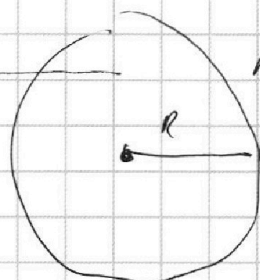
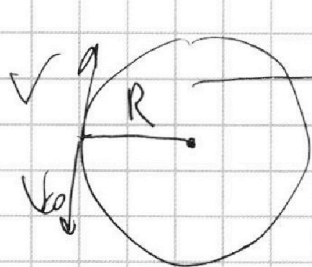
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



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

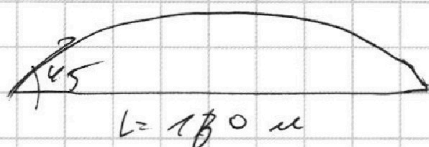
$$N = P$$

$$\frac{P}{mg} = \frac{v^2}{gR} = \frac{72 \cdot 72}{10 \cdot 100} = 0,4$$



$$v + \frac{(L+R)}{R} v = u$$

$$u = v \left(1 + \frac{2,2}{0,4} \right) = 5v = 350 \frac{m}{s}$$



$$L = v_0 \frac{v_0^2}{g} t$$

$$v_0 \frac{v_0^2}{2} = \frac{gt}{2}$$

$$t = \frac{v_0 v_0^2}{g}$$

$$\frac{v_0^2}{2g} + \frac{v_0^2 - 2gS_2 \sin \alpha}{2g} = S_1$$

$$\frac{v_0^2}{g} = S_2 + S_2 \sin \alpha$$

$$S_1 = S_2 = S_2 \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{S_1 - S_2}{S_2}$$

$$= \frac{160 - 120}{120} = \frac{1}{3}$$

$$L = \frac{v_0^2}{g}$$

$$v_0 = \sqrt{Lg} = \sqrt{1600} = 40 \frac{m}{s}$$

$$\begin{array}{r} 1,21 \\ \times 1,21 \\ \hline 121 \\ 242 \\ \hline 14641 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 121 \\ \times 121 \\ \hline 121 \\ 242 \\ \hline 14641 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,22 \\ \times 1,22 \\ \hline 244 \\ 244 \\ \hline 14884 \end{array}$$



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

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

$$= \frac{1 - \sin \alpha}{2} = \frac{g S \cos^2 \alpha}{860^2}$$

$$S = 110 \text{ м}$$

$$\frac{g S}{860^2} = \frac{10 \cdot 120^3}{40 \cdot 40} = \frac{3}{4}$$

$$1 - \sin \alpha = \frac{3}{4} \cos^2 \alpha$$

$$1 - \sin \alpha = \frac{3}{4} (1 - \sin^2 \alpha)$$

$$1 - \sin \alpha = \frac{3}{4} - \frac{3}{4} \sin^2 \alpha$$

$$\frac{3}{4} \sin^2 \alpha - \sin \alpha + \frac{1}{4} = 0$$

$$3 \sin^2 \alpha - 4 \sin \alpha + 1 = 0$$

$$D = 16 - 4 \cdot 3 = 4$$

$$\sin \alpha = \frac{4 + 2}{6} = 1$$

$$\sin \alpha = \frac{4 - 2}{6} = \frac{1}{3}$$



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
__ 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!

$$x = v_0 \cos \beta t = S \cos \alpha$$

$$y = v_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2} = S \sin \alpha$$

$$t = \frac{S \cos \alpha}{v_0 \cos \beta}$$

$$S \sin \alpha = S \tan \beta \cos \alpha - \frac{g S^2 \cos^2 \alpha}{2 v_0^2 \cos^2 \beta}$$

$$\frac{g S \cos^2 \alpha}{2 v_0^2 \cos^2 \beta} = \tan \beta \cos \alpha - \sin \alpha$$

$$\frac{g S \cos^2 \alpha}{2 v_0^2} = \sin \beta \cos \beta \cos \alpha - \cos^2 \beta \sin \alpha$$

$$t' = \cos \alpha (\cos^2 \beta - \sin^2 \beta) + \sin \alpha = 2 \cos \beta \sin \beta = 0$$

$$\cos \alpha \cos 2\beta + \sin \alpha \sin 2\beta = 0$$

$$1 + \tan \alpha \tan 2\beta = 0$$

$$\tan 2\beta = -\tan \alpha$$

$$\tan 2\beta = -\tan (90^\circ - \alpha)$$

$$\tan 2\beta = \tan (90^\circ + \alpha)$$

$$\beta = 45^\circ + \frac{\alpha}{2}$$

$$\frac{g S \cos^2 \alpha}{2 v_0^2} = \sin(45^\circ + \frac{\alpha}{2}) \cos(45^\circ + \frac{\alpha}{2}) \cos \alpha - \cos^2(45^\circ + \frac{\alpha}{2}) \sin \alpha$$

$$\frac{g S \cos^2 \alpha}{2 v_0^2} = \frac{\sin(90^\circ + \alpha)}{2} \cos \alpha - \cos^2(45^\circ + \frac{\alpha}{2}) \sin \alpha$$

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

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