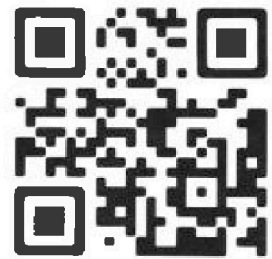




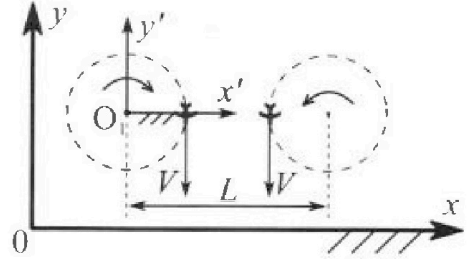
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 10-03



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  $V = 60$  м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса  $R = 360$  м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

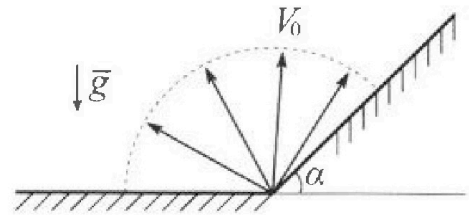


1. На сколько  $\delta$  процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?

В некоторый момент времени самолёты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей  $L = 1,8$  км. Вектор скорости каждого самолёта показан на рисунке.

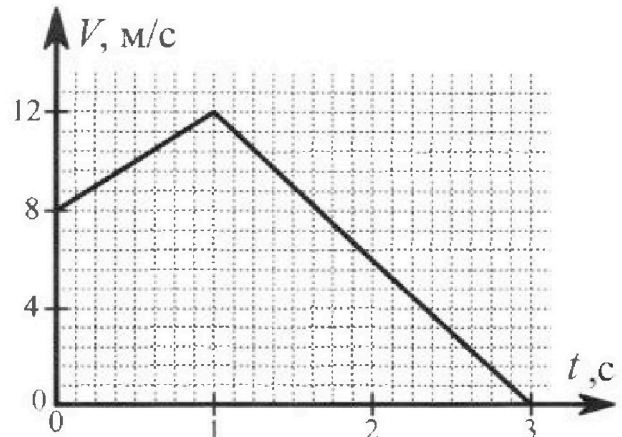
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,8$ . У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая высота полета одного из осколков  $H = 45$  м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



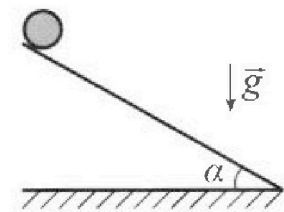
1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
2. На каком максимальном расстоянии  $S$  от точки старта упадет осколок на склон?

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>.



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

Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды в  $n = 3$  раза больше массы бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



2. С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка в тот момент, когда горизонтальное перемещение бочки равно  $S = 1$  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 10-03



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

4. В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят  $Q = 960$  Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на  $\Delta T_1 = 48$  К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на  $\Delta T_2 = 30$  К.

1. Найдите работу  $A$  смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость  $C_V$  смеси в изохорическом процессе.
3. 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. Конденсатор заряжен, расстояние между обкладками  $d$ . В некоторый момент частица движется со скоростью  $V_0$  параллельно обкладкам на расстоянии  $d/8$  от положительно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в этот момент времени равен  $R$ .

1. Найдите напряжение  $U$  на конденсаторе.

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

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

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



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 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!

2) 1-ый движется вокруг точки  $O_1$  с угловой скоростью  $\omega = \frac{v}{R}$ , а 2-ой вокруг  $O_2$  с той же  $\omega$ . Однако в СО  $x'O_1y'$  точка  $O_2$  движется вокруг  $O_1$  со угл. скоростью  $\omega$  и имеет скорость  $\vec{v}_2$ .

Тогда:  $\vec{u} = \vec{v}_2 + \vec{v}$

$$v = \omega R$$

$$v_2 = \omega R_2 = \omega L$$

$$v_2 > v \Rightarrow \vec{u} \uparrow \vec{v}_2$$

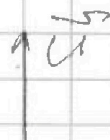
$$u = \omega L - \omega R =$$

$$= \omega(L - R) = \frac{v}{R}(L - R) =$$

$$= 240 \text{ м/с}$$

Ответ:  $\delta = 30\%$

$$\vec{u} \uparrow \vec{v}_2 \quad u = 240 \text{ м/с}$$







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!

N1

$$v = 60 \text{ м/с}$$

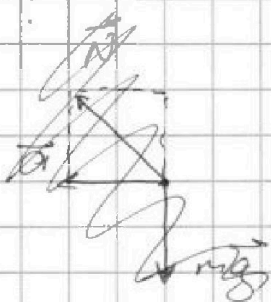
$$R = 360 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$L = 1,8 \text{ км}$$

$$\delta = ?$$

$$U = ?$$



1) Из-за вращения по окружности, самолёт и пилот преобразуются в центростремительное ускорение,  $\vec{a}$ .

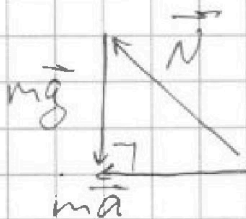
Раскрывем формулу движения по окружности на пилота:  $\vec{a}_m = m\vec{g} + \vec{N}$

$\vec{N} = -\vec{P}$ , где  $N$  - сила реакции, а  $P$  - вес пилота.

$m$  - масса пилота

Из 2 з. Ньютона:  $\vec{a}_m = m\vec{g} + \vec{N}$

Изобразим этот векторный треугольник



$$N = \sqrt{a^2 + g^2} m \quad \text{по т. Пифагора}$$

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

$$N = \sqrt{g^2 + \left(\frac{v^2}{R}\right)^2} m = 10\sqrt{2} \text{ м} \cdot \text{м/с}^2$$

Сила тяжести равна  $mg = 10 \text{ м} \cdot \text{м/с}^2$

Тогда:  $mg = (1 - \delta) N$

$$10 \text{ м} \cdot \text{м/с}^2 = (1 - \delta) \cdot 10\sqrt{2} \cdot \text{м} \cdot \text{м/с}^2$$

$$1 = (1 - \delta) \sqrt{2}$$

$$\delta = \frac{2 - \sqrt{2}}{2} \approx 0,3 = 30\%$$





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!

$$\frac{1}{\cos^2 \beta} = 1 + \operatorname{tg}^2 \beta : \frac{g}{2v_0^2} (1 + \operatorname{tg}^2 \beta) x + \operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta = 0$$

$$x = \frac{\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg}^2 \beta + 1} \cdot \frac{2v_0^2}{g}$$

Исследуем  $x(\operatorname{tg} \beta)$  на максимум

$$\frac{dx}{d(\operatorname{tg} \beta)} = \frac{2v_0^2}{g} \cdot \frac{\operatorname{tg}^2 \beta + 1 - 2\operatorname{tg} \beta (\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)}{(\operatorname{tg}^2 \beta + 1)^2} = 0$$

$$-\operatorname{tg}^2 \beta + 2\operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta + 1 = 0$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\operatorname{tg} \alpha + \sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + 1}}{1}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{4}{3}$$

$$\operatorname{tg} \beta = 3, \text{ тогда } x = \frac{v_0^2}{3g} = \frac{2}{3} \text{ м} = 30 \text{ м}$$

$$\text{При этом: } S = \frac{x}{\cos \alpha} \quad \cos \alpha = \frac{3}{5}$$

$$S = \frac{5}{3} x = \frac{5}{3} \cdot \frac{2}{3} \text{ м} = \frac{10}{9} \text{ м} = 50 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } v_0 = \sqrt{2gH} = 30 \text{ м/с}$$

$$S = \frac{10}{9} \text{ м} = 50 \text{ м}$$



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  
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!

сумма моментов сил относительно  
ее центра должна быть равна  $\frac{a}{5\sqrt{3}}$

$\epsilon$  - угл. ускор. ( $\int$  - момент)  
интересен  
допуск  
(без коэф.)  
 $\epsilon$  - радиус  
допуск

$$\epsilon \int = F_{tr} \cdot z$$

$$F_{tr} = 4\mu Mg \cos \alpha$$

$$\int = M \epsilon^2, \text{ т.е. когда } \epsilon$$

данные не брались

Если нет трения, то  
 $a \neq \epsilon r$

$$\text{Итого: } \epsilon \cdot M \epsilon^2 = 4\mu Mg \cos \alpha \cdot z$$

$$a = 4\mu g \cos \alpha$$

$$\mu = \frac{a}{4g \cos \alpha} = \frac{1}{5\sqrt{3}}$$

Ответ:  $\sin \alpha = \frac{1}{2}$ ;  $v = \frac{4}{4\sqrt{3}} \text{ м/с}$ ;

$$a = 4 \text{ м/с}^2 \quad \mu \in \left[ \frac{1}{5\sqrt{3}}; \frac{1}{\sqrt{3}} \right)$$

\* При  $\mu \geq \frac{1}{\sqrt{3}}$  бочка не покажется  
на склоне

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.

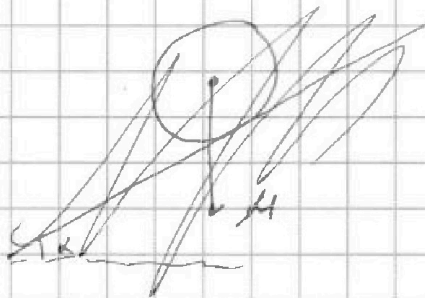


1  2  3  4  5  6  7

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!

2) Клевс



Пусть масса  
дочки  $M$ , масса  
масса брата  $3M$

П.ч. брата не используется,  
сила трения работу не совершает.

Тогда  $\Delta K + \Delta \Pi = 0$ , где  $K$  и  $\Pi$  -  
кинетическая и  
потенциальная  
энергии соотв.

$$\Delta K = \frac{Mv^2}{2} + \frac{3Mv^2}{2}$$

$$\Delta \Pi = -mg \cdot S \cdot \sin \alpha$$

$$\text{Тогда: } 4Sg \sin \alpha = \frac{5}{2}v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2}{5}Sg \sin \alpha}$$

$$= \sqrt{\frac{16}{53}} \text{ м/с} = \frac{4}{\sqrt{53}} \text{ м/с} \approx \frac{20\sqrt{53}}{3} \text{ м/с}$$

3) Рассмотрим малый промежуток  
времени  $dt$ :

$$d\Pi + dK = 0$$

$$d\Pi = -4Mg \cdot v dt \sin \alpha$$

$$dK = 5Mv \cdot dv, \text{ где } v -$$

скорость  
дочки

$$4Mg \cdot v dt \sin \alpha = 5Mv dv$$

$$\frac{dv}{dt} = \frac{4}{5}g \sin \alpha = a = 4 \text{ м/с}^2$$

4) Третья дача не используется,



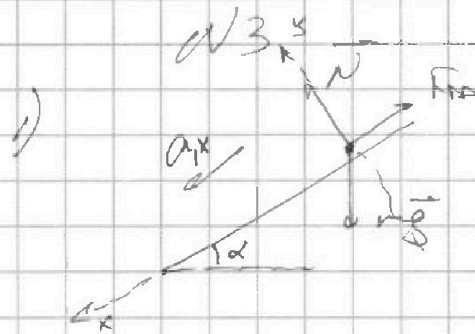


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Всетаковы  
силы, дей-  
ствующие  
на шайбу,  
пока она катится  
вниз.

Уз 23. Кинематика

$$x: m a_{x1} = mg \sin \alpha - F_{тр1}$$

$$F_{тр1} = \mu_1 N$$

$$y: 0 = -mg \cos \alpha + N$$

$$a_{x1} = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) g$$

Когда шайба катится вверх,  $F_{тр}$   
положительную  
имеет ~~отрицательную~~ проекцию на ось  
 $x$  (направлена против относ. движения)

Тогда получаем, что  $a_{x2} = (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) g$

Из задачи найдём  $a_{x1}$  и  $a_{x2}$  как  
модуль коэффициента наклона  $\mu$  и  $g$ .

$$a_{x1} = 4 \text{ м/с}^2 \quad a_{x2} = 6 \text{ м/с}^2$$

\* Излом на графике означает удар об  
удар  $\Rightarrow$  шайба изменяет направление  
движения.

$$a_{x1} + a_{x2} = 2 \sin \alpha \cdot g = 10 \text{ м/с}^2 \Rightarrow \sin \alpha = \frac{1}{2} \\ (\alpha = 30^\circ)$$



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!

Найдём теплоёмкость смеси в изобарном процессе;

$$C_p = \frac{Q_2}{\Delta T_2} = C_v + \frac{A}{\Delta T_2} = 20 \frac{D_m}{K} + 12 \frac{D_m}{K} = 32 \frac{D_m}{K}$$

Три пути:  $C_v = c_{vH} \nu_H + c_{vO} \nu_O =$   
 $= \left( \frac{3}{2} \nu_H + \frac{5}{2} \nu_O \right) R$

$$C_p = c_{pH} \nu_H + c_{pO} \nu_O = \left( \frac{5}{2} \nu_H + \frac{7}{2} \nu_O \right) R$$

В  $C_v$  и  $C_p$  - молярные теплоёмкости газов в смеси, процессах.

$$\frac{C_v}{C_p} = \frac{\frac{3}{2} \nu_H + \frac{5}{2} \nu_O}{\frac{5}{2} \nu_H + \frac{7}{2} \nu_O} = \frac{3 \frac{\nu_H}{\nu_O} + 5}{5 \frac{\nu_H}{\nu_O} + 7} = \frac{20}{32} = \frac{5}{8}$$

~~$$18 \frac{\nu_H}{\nu_O} + 65 = 40 \frac{\nu_H}{\nu_O} + 156 \Rightarrow$$~~

$$24 \frac{\nu_H}{\nu_O} + 40 = 25 \frac{\nu_H}{\nu_O} + 35 \Rightarrow \frac{\nu_H}{\nu_O} = 5$$

Ответ:  $A = 360 D_m$      $C_v = 20 \frac{D_m}{K}$   
 $\frac{\nu_H}{\nu_O} = 5$



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  
/ 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!

$V = \text{const}$   
 $Q = 360 \text{ Дж}$   
 $\Delta T_1 = 48 \text{ К}$   
 $p = \text{const}$   
 $\Delta T_2 = 30 \text{ К}$

1) а)  $V = \text{const}$   
 $U_3$  1 макс. Термодинам.  
 $Q_1 = \Delta U_1 + A_{12} = \Delta U_1$   
 ( $A_{12} = 0$ ; так как  $V = \text{const}$ ).

$Q = Q_1 = \Delta U_1 = \left(\frac{3}{2} \nu_H + \frac{5}{2} \nu_O\right) R \Delta T_1$   
 $\nu_H$  - мол-ко водорода в смеси, а  
 $\nu_O$  - кислорода

б)  $p = \text{const}$   $U_3$  1 макс. Термодинам.

$Q = Q_2 = \Delta U_2 + A_2 = \left(\frac{3}{2} \nu_H + \frac{5}{2} \nu_O\right) R \Delta T_2 + A_2$

$U_3$  (а) найдем, что  $\left(\frac{3}{2} \nu_H + \frac{5}{2} \nu_O\right) R = \frac{Q}{\Delta T_1}$ ,

тогда:  $Q_2 = Q = \frac{Q}{\Delta T_1} \cdot \Delta T_2 + A_2$

$A = A_2 = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right) = 360 \text{ Дж}$

2)  $Q_1 = Q = C_V \Delta T_1 \Rightarrow C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$

3)  $\frac{\nu_H}{\nu_O} = \frac{\nu_H \cdot M_A}{\nu_O \cdot M_A} = \frac{\nu_H}{\nu_O}$ , где  $M_A$  - молярная масса газа.

~~$Q = Q_1 = \Delta U_1 = \left(\frac{3}{2} \nu_H + \frac{5}{2} \nu_O\right) R \Delta T_1$~~





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  
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!

$$U_3 \quad 3C \Rightarrow \quad E_1 - E_2$$

$$mg \cdot \frac{d}{8} + \frac{mv_0^2}{2} + \gamma m E \cdot \frac{\gamma}{8} d = mg \frac{d}{2} + \frac{mv^2}{2}$$

$$v^2 = -\frac{3}{4}gd + v_0^2 + \frac{\gamma E d}{4}$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + \frac{\gamma}{4}d \left( \frac{v_0^2}{R} + g \right) - \frac{3}{4}dg} =$$

$$= \sqrt{v_0^2 + gd + \frac{\gamma v_0^2}{4R}d} = \sqrt{\frac{\gamma d + 4R}{4R} v_0^2 + gd}$$

Ответ:  $U = \frac{d}{\gamma} \left( \frac{v_0^2}{R} + g \right)$

$$v = \sqrt{\frac{\gamma d + 4R}{4R} v_0^2 + gd}$$



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

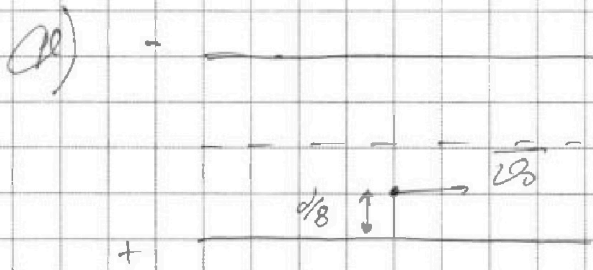
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$U = Ed = \frac{d}{r} \left( \frac{v_0^2}{R} + g \right)$$

2) После вылета из конденсатора пластина <sup>двигается</sup> ~~летит~~ под действием

силы тяжести. энергия пластины

Затем  $v_0$  в оба момента времени, в которые описано в условии.



$$E = \Pi + W + U$$

$$E_1 = \Pi_1 + K_1 + W_1$$

$E$  - полная,  $\Pi$  - потенциальная в

За роль  $\Pi$  возьмем поле силы тяжести,  $W$  - в поле конденсатора,  $U$  - кинетическая энергия.

$$E_1 = mg \cdot \frac{d}{8} + \frac{mv_0^2}{2} + mv E \cdot \frac{d}{8}$$

b)

$$E_2 = mg \cdot \frac{d}{2} + \frac{mv^2}{2}$$





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 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!

15

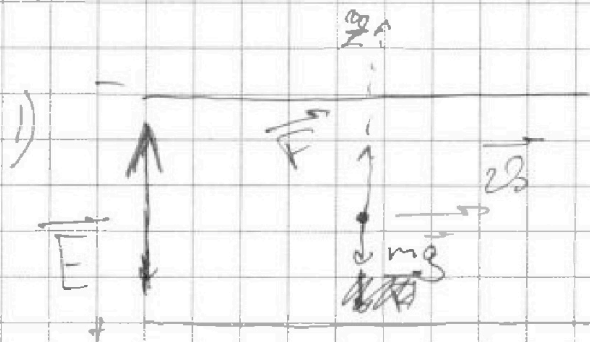
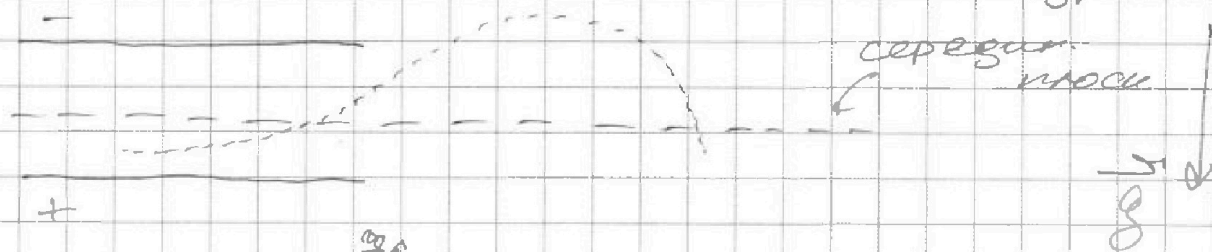
$\gamma > 0$

$v_0$

$0$

$R$

Если после вылета из конденсатора частица пересекает середину плоскости конденсатора, то конденсатор расположен так: (при этом  $\gamma E > g$ )



$E$  — напряженность внутри конденсатора  
 $m$  — масса частицы

Т.к.  $mg$  и  $\vec{F}$  направлены  $\perp$   $\vec{v}_0$ , то они сообщают частице центростремительное ускорение  $a_{n2}$ .  $\vec{F} = q \gamma m \vec{E}$

из 2 3. Ньютона:

$$m a_{n2} = F - mg = \gamma m E - mg$$

$$a_{n2} = \frac{v_0^2}{R} \Rightarrow$$

$$a_{n2} = \gamma E - g$$

$$F = \frac{a_{n2} + g}{\gamma} = \frac{v_0^2}{\gamma R} + \frac{g}{\gamma}$$



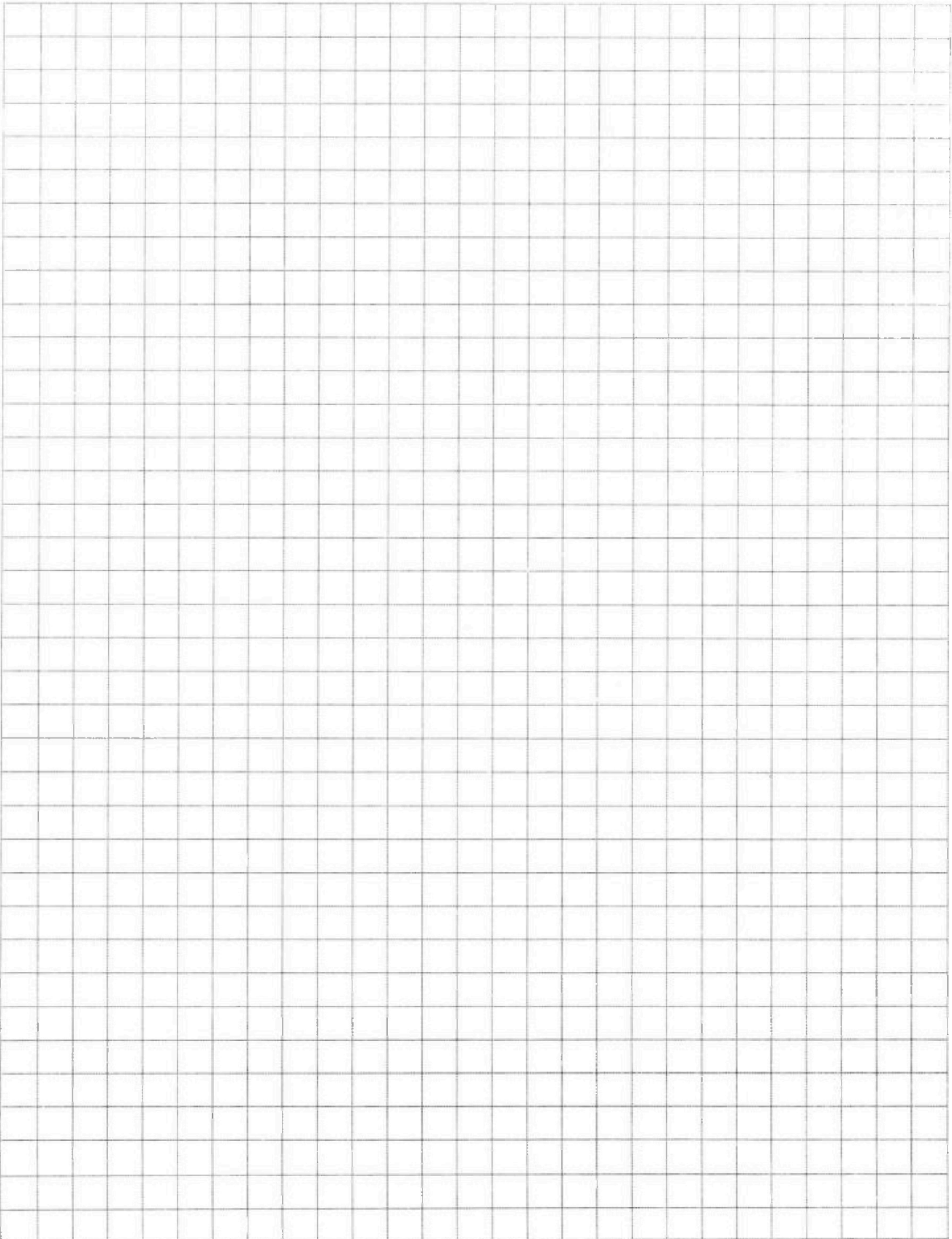


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



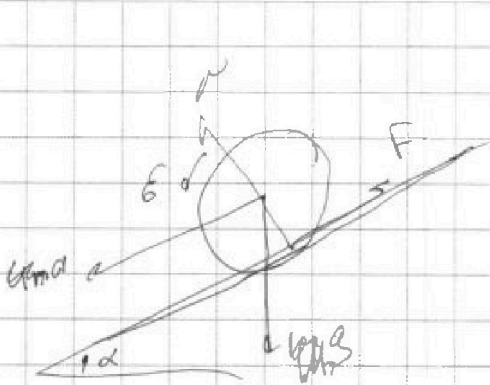


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ 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!



$$N = 4mg \cos \alpha$$

Реш

$$4mg \sin \alpha - 4\mu mg \cos \alpha = 4ma$$

$$g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = a$$

$$E \dot{\varphi} = 4\mu mg \cos \alpha \cdot R$$

$$mER^2 = 4\mu mg \cos \alpha R$$

$$a = 4\mu g \cos \alpha = (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) g$$

$$4\mu \cos \alpha = \sin \alpha - \mu \cos \alpha$$

$$5\mu \cos \alpha = \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = 2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$\mu = \frac{1}{5\sqrt{3}}$$

$$a = \frac{20 \cdot \sqrt{3}}{5\sqrt{3}} = 4$$

$$v = \omega (L - R) =$$

$$\sin(45 + \frac{\alpha}{2})$$

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

$$\frac{1}{\sqrt{2}} (\sin \frac{\alpha}{2} + \cos \frac{\alpha}{2})$$

$$x^2 = \frac{1 + \sqrt{17}}{\frac{5}{5}}$$

$$\frac{16}{25} = x^2 (1 - x^2)$$

$$\frac{4}{5} \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{\sqrt{5}}$$

$$\frac{3}{5\sqrt{10}}$$

$$\frac{\frac{20^2}{3}}{2g \cdot \frac{3}{10}} = \frac{v_0^2}{18} = \frac{20H}{18} = \frac{10}{3} H$$

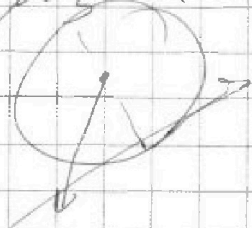
$$\frac{1}{\sqrt{3}}$$



$$\frac{2}{\sqrt{3}}$$

$$mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha$$

$$\mu = \tan \alpha$$



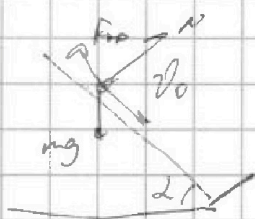


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

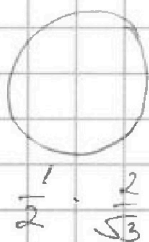
СТРАНИЦА  
из

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!

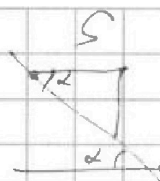


$$\frac{16}{3} +$$

$$\frac{25}{3}$$



$$\frac{1}{2} \cdot \frac{2}{\sqrt{3}}$$



$$\mu = \frac{4}{5}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{4}{5}$$

$$1,7 \cdot 20 = \frac{34}{3}$$

$$dW = dh \cdot 4mg = 2dt \sin \alpha \cdot 4g/3$$

$$dW = 4m v \cdot dv$$

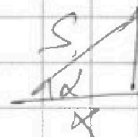
$$\frac{5v^2}{2}$$

$$\frac{dW}{2}$$

$$\frac{5}{2} v^2 = 4 S \operatorname{tg} \alpha$$

$$v^2 = \frac{8}{5} S \operatorname{tg} \alpha$$

$$\frac{8}{2v^2 \cos^2 \alpha} x + \operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \alpha = 0$$



$$\frac{1}{180} (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha) x + \frac{4}{3} - \operatorname{tg} \alpha = 0$$

$$\frac{45}{3} = 5$$

$$x = \frac{1 - \frac{4}{3}}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}$$

$$1 + \operatorname{tg}^2 \alpha - 2 \operatorname{tg} \alpha \left(1 - \frac{4}{3}\right) = 0$$

$$- \operatorname{tg}^2 \alpha + \frac{8}{3} \operatorname{tg} \alpha + 1 = 0$$

$$\operatorname{tg}^2 \alpha - \frac{8}{3} \operatorname{tg} \alpha - 1 = 0$$

$$\textcircled{1} = \frac{16}{3}$$

$$\textcircled{2} = \frac{16}{3} + 1 = \frac{19}{3} \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{2}{3} + \sqrt{\frac{7}{3}}$$

$$\textcircled{3} + \frac{16}{3} + 1 = \frac{25}{3}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{4}{3} + \frac{5}{3} = 3$$

$$\frac{3 - \frac{4}{3}}{3 + 1} = \frac{5}{30} = \frac{1}{6}$$



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!

$$V = \text{const}$$

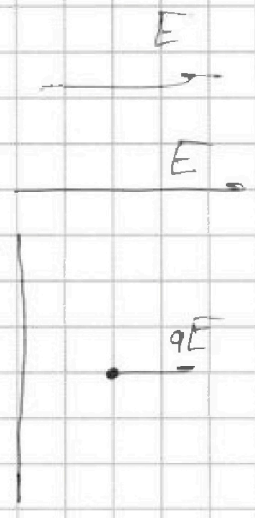
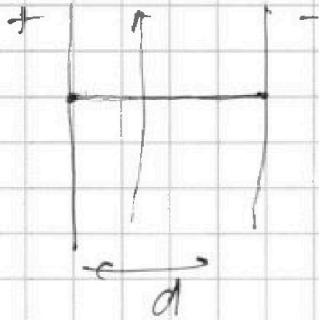
$$360 \left(1 - \frac{340}{48}\right)$$

$$\frac{360}{100} \cdot \frac{18}{120}$$

$$C_V = \left(\frac{3}{2} R V_H + \frac{5}{2} R V_0\right) =$$

$$C_P = \left(\frac{5}{2} R V_H + \frac{7}{2} R V_0\right)$$

$$25 \mu =$$



$$A = qEd$$

$$A = qU$$

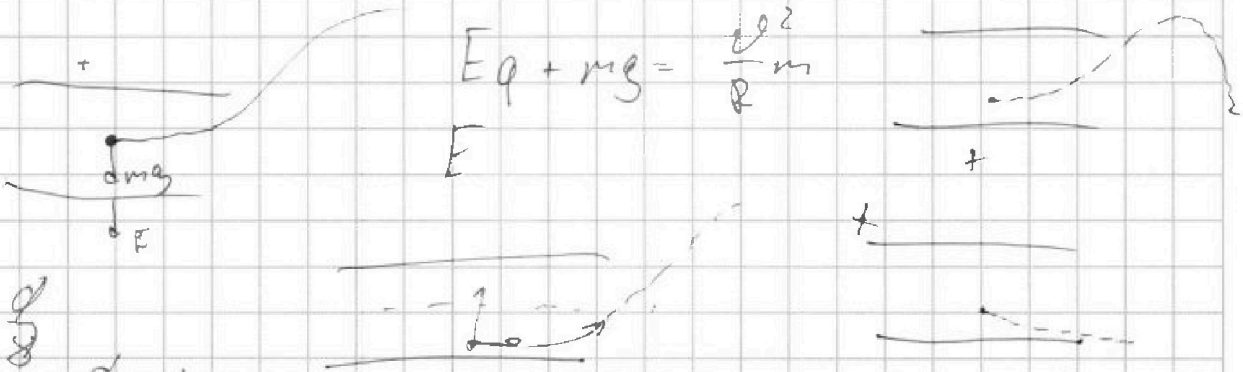
$$U = Ed$$

$$Eq + mg = \frac{mv^2}{R}$$

E

$$\frac{d}{8} \cdot \frac{d}{4} = d$$

$$\frac{-3}{8}$$





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.

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!

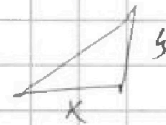
$$\frac{4g}{220^2} x (1 + tg^2 \beta) = tg \beta - tg \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{4}{5} \quad \cos \alpha = \frac{3}{5}$$

$$tg \alpha = \frac{4}{3}$$

$$x = \frac{5t - \frac{4}{3}}{t^2 + 1} \cdot \frac{220^2}{g} = 180 \frac{5t - \frac{4}{3}}{t^2 + 1}$$

$$x' = 180 \cdot \left( -\frac{4}{3} (t^2 + 1) - 2t (5t - \frac{4}{3}) \right)$$



$$-\frac{4}{3} t^2 - \frac{10}{3} t^2 + \frac{8}{3} t - \frac{4}{3} = 0$$

$$5t^2 + 4t + 2 = 0 \quad D = 16 - 40$$

$$tg \alpha = \frac{4}{3}$$

$$g = \frac{x - \frac{4}{3}}{x^2 + 1}$$

$$-\frac{4}{3} (x^2 + 1) - 2x (x - \frac{4}{3})$$

$$-\frac{10}{3} x^2 + \frac{8}{3} x - \frac{4}{3} = 0$$

$$5x^2 - 4x + 2 = 0$$

$$\frac{1}{180} x^2 + (\frac{4}{3} - t) = 0$$

$$x = \frac{-\frac{4}{3} + t}{1 + t^2} \cdot 180$$

$$\frac{t - a}{t^2 + 1}$$

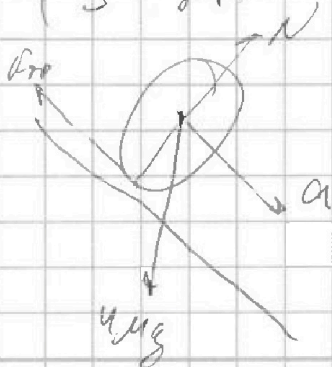
$$-a(t^2 + 1) - 2t(t - a)$$

$$-(2 + a)t^2 + 2at - a = 0$$

$$t = a^2$$

$$D = a^2 - 4a(2 + a)$$

$$\left( \frac{4}{3} - tg \beta \right) \cdot \cos^2 \beta = \frac{4}{3} \cos^2 \beta - \cos^2 \beta \sin \beta$$



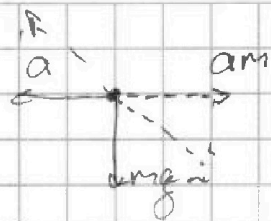


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$P^2 = (a^2 + g^2) m^2 = 200 m^2$$

$$a = \frac{v^2}{R} = 10/c^2 = 3600$$

$$P = 10\sqrt{2} m \quad F_T = mg = 10m$$

0,6

$$\frac{10}{10\sqrt{2}}$$

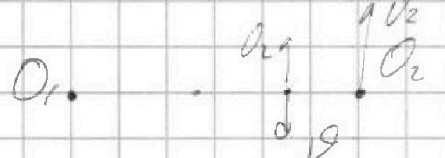
$$\frac{10\sqrt{2}}{P}$$

$$mg = (1-d)P$$

$$1-d = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

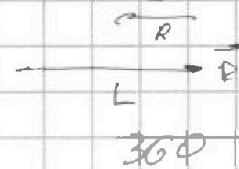
$$d = 1 - \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{2-\sqrt{2}}{2}$$

$$\vec{U} = [\vec{\omega} \times \vec{r}] + [\vec{\omega} \times \vec{R}]$$



$$h = \omega L - v$$

$$[\vec{\omega} \times (\vec{r} + \vec{R})]$$



$$\frac{60}{360} (1800 - 360)$$

↑ u

$$\omega(L-R) \quad 1800/360$$

$$60(5-1) = 240$$

$$\frac{600 \cdot 3}{360} = \frac{30}{600} = 5$$

$$M = \frac{v^2}{2g}$$

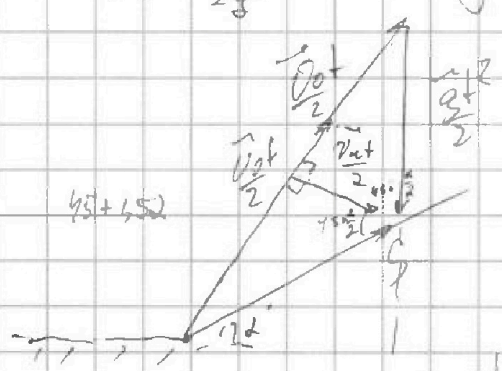
$$\sqrt{20 \cdot 45}$$

300

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

$$\frac{g t^2}{2} = \frac{v_0^2}{2 \sin^2(45 + \frac{\alpha}{2})}$$

$$g t = \frac{v_0}{\sin(45 + \frac{\alpha}{2})}$$



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

$$y = v_0 \sin \alpha t - \frac{g}{2} t^2$$

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

$$y = \sqrt{g} \cdot x$$

x =

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

$$\frac{g}{2} \cdot \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$- v_0 \cdot x \cdot \sqrt{g} \alpha - \frac{g}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2$$





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  
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!

$$d, \sin d = 0,8$$

$$H = 45 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$v_0 = ?$$

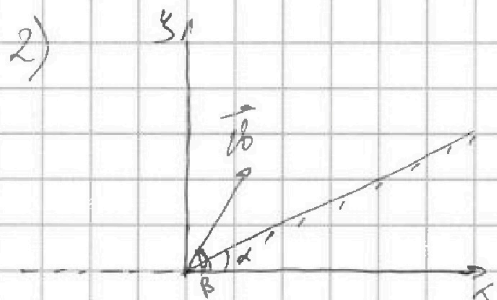
1) На высоту  $H$  поднялся осколок, летящий вверх со скоростью  $v_0$ .

$$\text{Тогда: } H = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$mgh = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gH} =$$

$$= 30 \text{ м/с}$$

— из ЗСД.



Тогда осколок падает под углом  $\beta$  к горизонту.

Тогда:

$$\begin{cases} x = v_0 \cos \beta t \\ y = v_0 \sin \beta t - \frac{g t^2}{2} \end{cases}$$

$y$  — его траектория!

$$y = x \tan \beta - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \beta} x^2$$

В координатной точке полёта его траектория удовлетворяет уравнению прямой:  $y = \tan \alpha x$

При этом  $x$  должен быть максимальным.

$$\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \beta} x^2 + (\tan \alpha - \tan \beta) x = 0$$

Перенесем второе слагаемое с учетом, что  $x \neq 0$ ,  $g$