



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

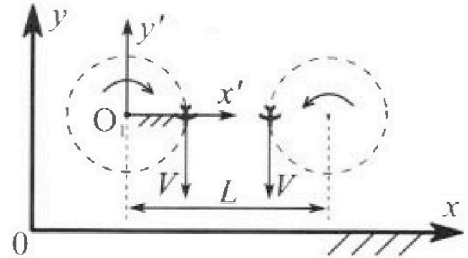
Вариант 10-03



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/с².

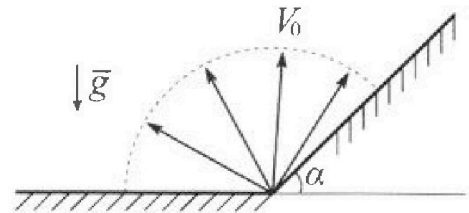
1. На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



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.

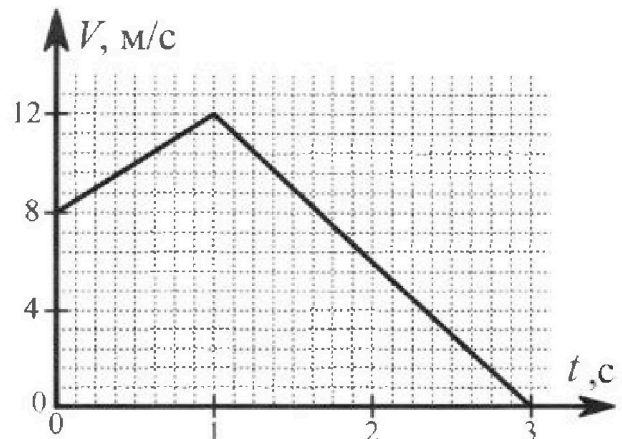
2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол α 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/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



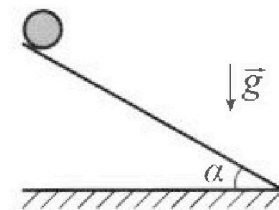
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

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/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 $n = 3$ 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 μ 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 вагон движется вправо по оси O_1 с линейной скоростью $w = \frac{v}{R}$, а 2-ой вагон O_2 с той же w . Однако в СО $x'O_1y'$ вагон O_2 движется вправо O_1 с угл. скоростью w и имеет скорость \vec{v}_2 .

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

$v = \omega R$

$v_2 = \omega R_2 = \omega L$

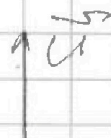
$v_2 > v \Rightarrow \vec{u} \uparrow \vec{v}_2$

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

$= 240 \text{ м/с}$

Ответ: $\delta = 30\%$

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





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

$$v = 60 \text{ м/с}$$

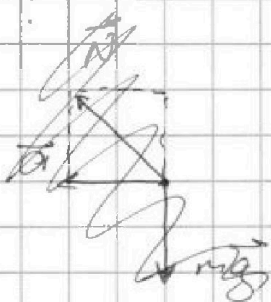
$$R = 360 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$L = 1,8 \text{ км}$$

$$\delta = ?$$

$$U = ?$$



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

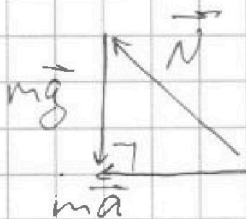
Раскрывем второй закон Ньютона на пилота: $\vec{a}m = m\vec{g} + \vec{N}$

$\vec{N} = -\vec{P}$, 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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

ϵ - угл. ускор. (\int - момент)

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

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

$\int = M \epsilon^2$, т.е. когда b
данные не брались

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

И тогда $\epsilon \cdot M \epsilon^2 = 4\mu Mg \cos \alpha \cdot z$

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

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

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

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

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

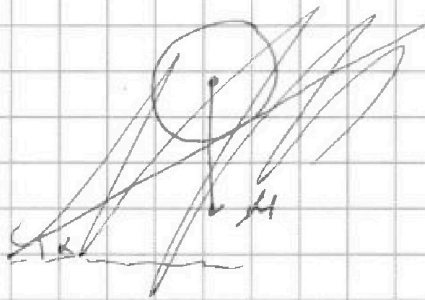


1 2 3 4 5 6 7

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) Класс



Пусть масса
шарика M , тогда
масса груза $3M$

П.ч. дожна не проскальзывает,
сила трения работу не совершает.

Тогда $\Delta K + \Delta \Pi = 0$, где K и Π -
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
шарика

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

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

4) Трение дожна не проскальзывает,

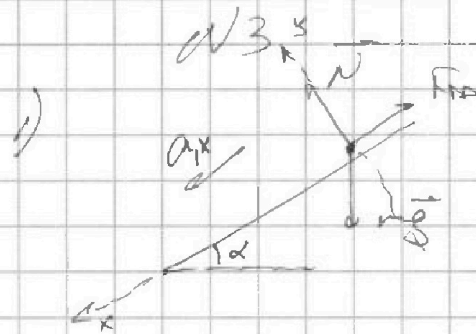


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

$$x: m a_{x1} = mg \sin \alpha - F_{тр1} \quad F_{тр1} = \mu_1 N$$

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

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

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

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

Уз шарика найдём a_{x1} и a_{x2} как
модуль коэффициента наклона α прямой.

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

* Угол на шарике означает угол от
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 соответствующем процессе.

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

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

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

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) $V = \text{const}$

ν_3 1 макс. Термодинам.

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

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

ν_H - кол-во вещества водорода, а

ν_O - кислорода

б) $p = \text{const}$ ν_3 1 макс. Термодинам.

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

ν_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

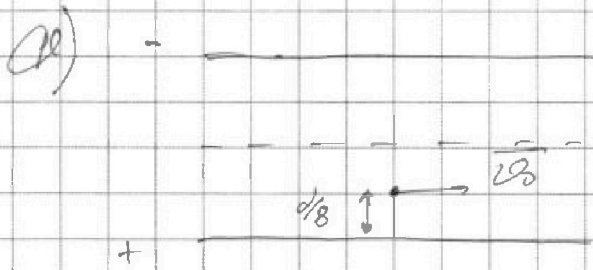
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

2) После вылета из конденсатора пластина ^{двигается} ~~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, Π - потенциальная в

За роль Π возьмем ~~разность~~ уровень ~~потенциала~~ ~~полюсов~~ обкладок.

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

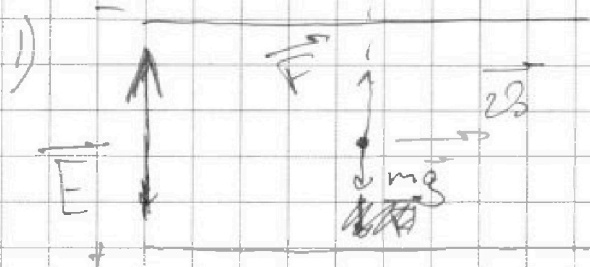
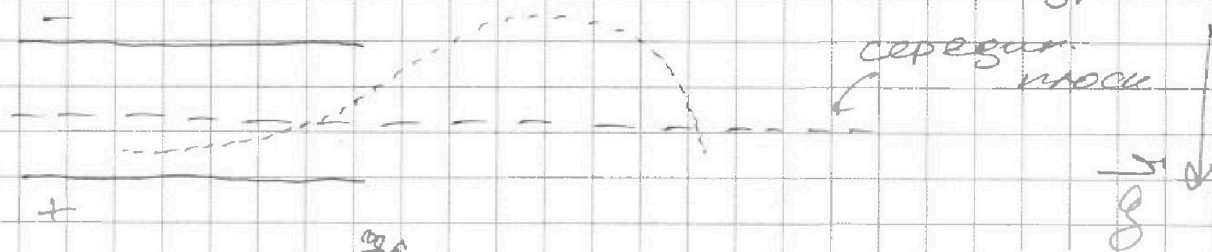
$\gamma > 0$

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 $\perp v_0$, то они сообщают частице центростремительное ускорение $a_{ц}$. $\vec{F} = q \gamma m \vec{E}$

из 2 3. Ньютона:

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

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

$$a_{ц} = \gamma E - g$$

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

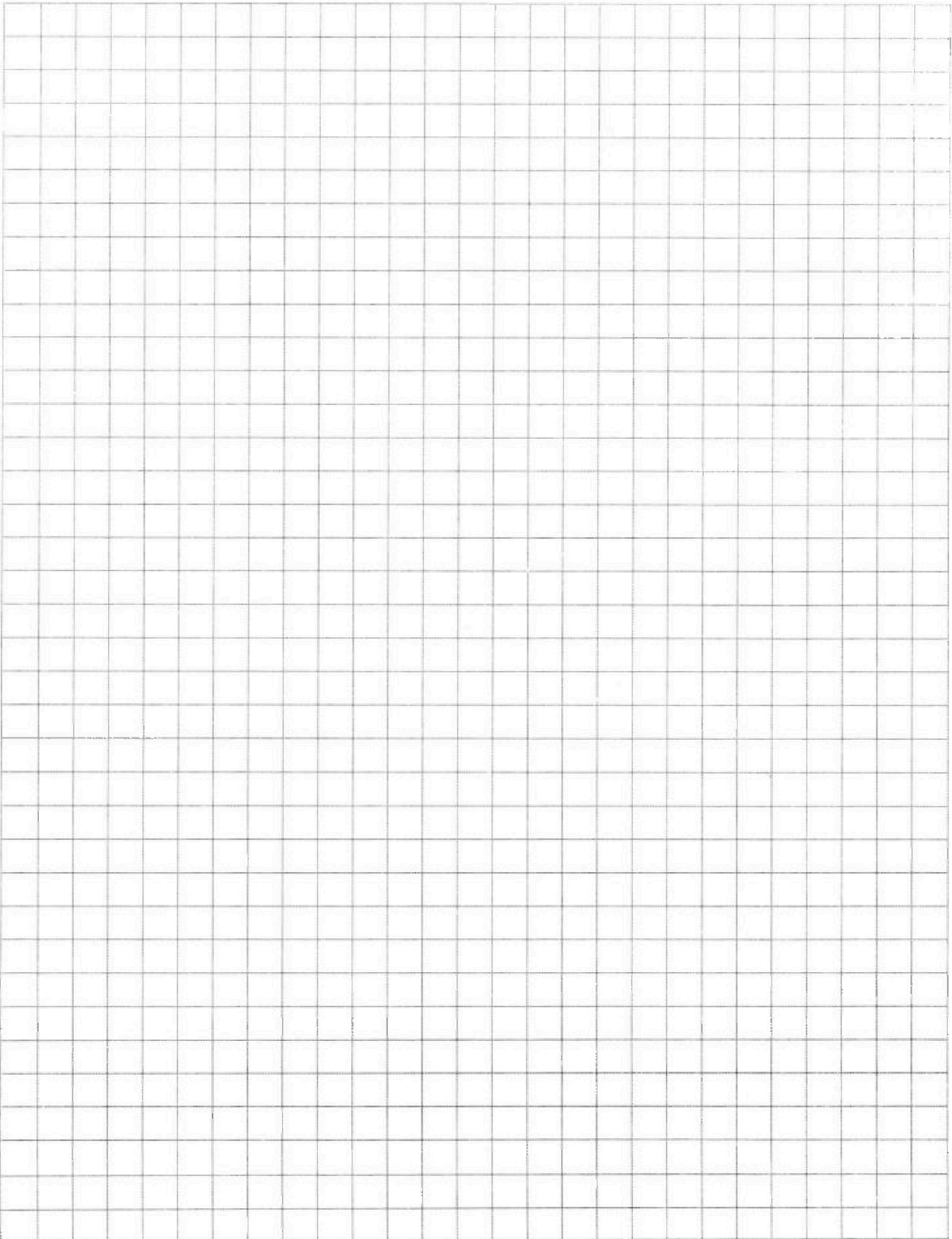


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



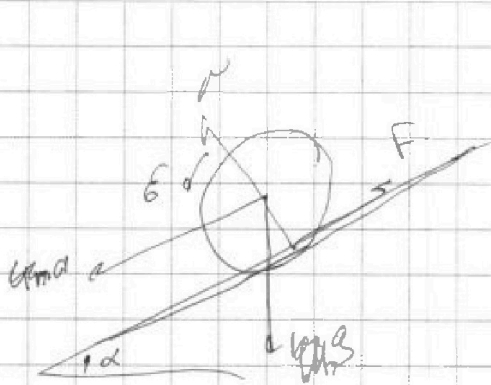


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

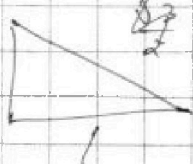
$$\frac{4}{5} \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

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

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

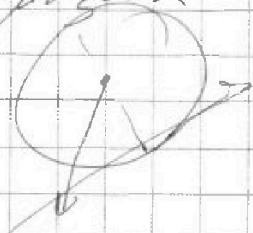
$$\frac{\frac{20^2}{3}}{2g \cdot \frac{3}{10}} = \frac{v_0^2}{18} = \frac{20H}{18} = \frac{10}{3} H$$

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



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

$$\mu = \tan \alpha$$



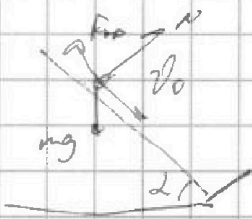


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

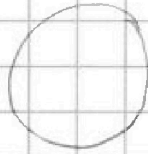
СТРАНИЦА
из

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!

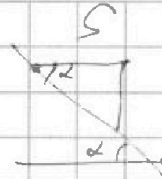


$$\frac{16}{3} +$$

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



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



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

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

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

$$dW = dh \cdot 4 \mu g = 2 \rho h \sin \alpha \cdot 4 \mu g$$

$$dW = 4 \mu \rho \cdot dW$$

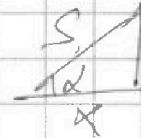
$$\frac{5 \omega^2}{2}$$

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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!

$$V = \text{const}$$

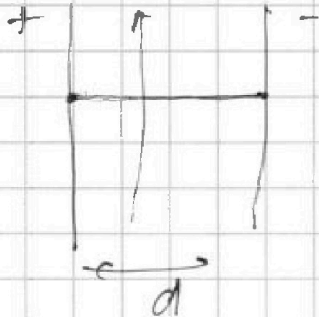
$$360 \left(1 - \frac{340}{48}\right)$$

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

$$C_U = \left(\frac{3}{2} R U_H + \frac{5}{2} R U_0\right) =$$

$$C_D = \left(\frac{5}{2} R U_H + \frac{7}{2} R U_0\right)$$

$$25 \mu =$$



$$A = qEd$$

$$A = qU$$

$$U = Ed$$

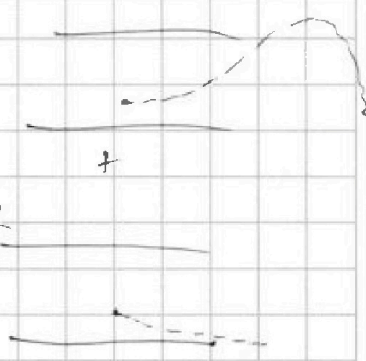
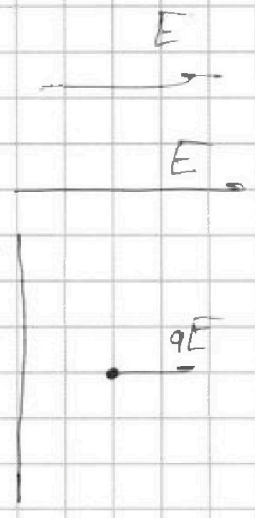
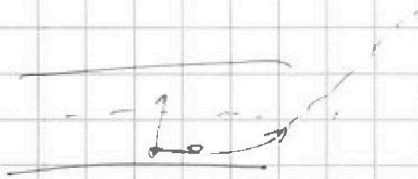
$$Eq + mg = \frac{mv^2}{R}$$

E

$$\frac{d}{8}$$

$$\frac{d}{4} - d$$

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





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!

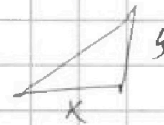
$$\frac{4g}{220^2} x (1 + tg^2 \beta) = tg \beta - tg \alpha$$

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

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

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

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



$$-\frac{4}{3} (t^2 + 1) - 2t \left(5t - \frac{4}{3} \right) = 0$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

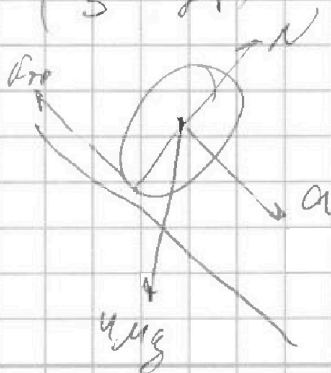
$$-a(t^2 + 1) - 2t(t - a)$$

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

$$t = a^2$$

$$D = a^2 - 9a(2+a)$$

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



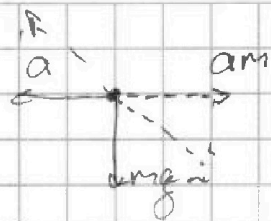


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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

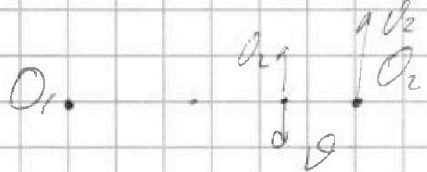
$$\frac{10\sqrt{2}}{P}$$

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

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

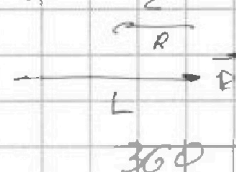
$$d = 1 - \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{2-\sqrt{2}}{2}$$

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



$$h = \omega L - v$$

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



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

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

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

$$\frac{600 \cdot 3}{360} = \frac{30}{60} = 5$$

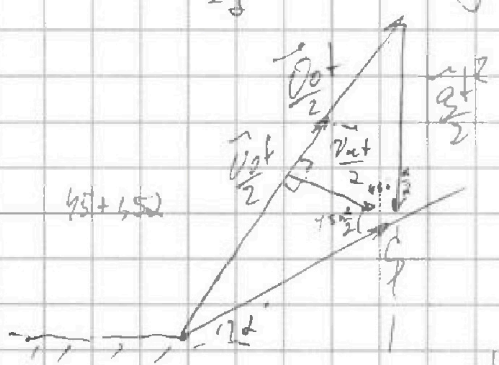
$$M = \frac{v^2}{2g}$$

$$\sqrt{20 \cdot 45} \quad 300$$

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

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

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



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

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

$$\frac{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}{g} (\sin^2(45 + \frac{\alpha}{2}) - \frac{1}{2})$$

$$y = \frac{1}{2} g t^2 \cdot x$$

xc =

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

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

$$- v_0 \times \frac{1}{2} g \alpha - \frac{g}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2$$



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!

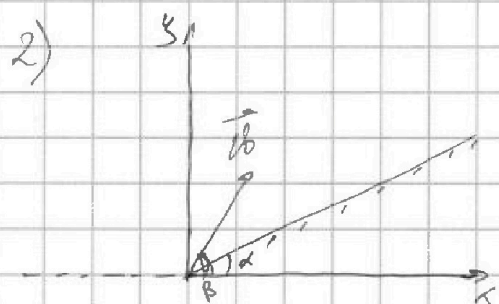
$d, \sin d = 0,8$
 $H = 45 \text{ м}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $v_0 = ?$

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

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 пойдет по дуге ρ и горизонту.
Тогда:

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

β — его траектория!

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

В конечной точке полета его траектория удовлетворяет уравнению плоскости: $y = \tan \beta x$

При этом x должен быть максимальным.

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

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