



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

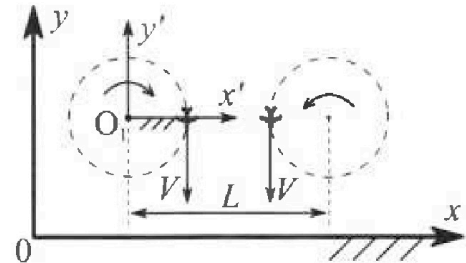
## Вариант 10-03

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  $V = 60 \text{ м/с}$  (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса  $R = 360 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

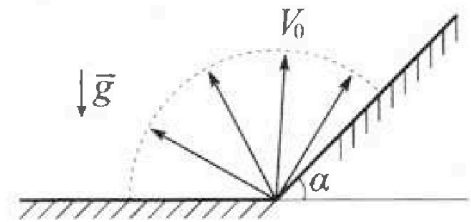
1. На сколько  $\delta$  процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



В некоторый момент времени са молеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей  $L = 1,8 \text{ км}$ . Вектор скорости каждого самолета показан на рисунке.

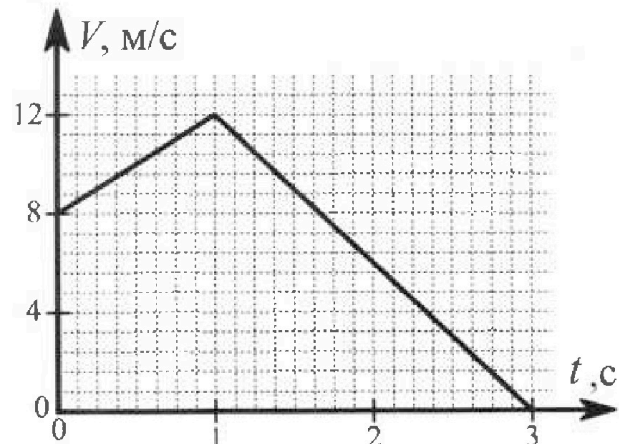
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

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  $H = 45 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . 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?

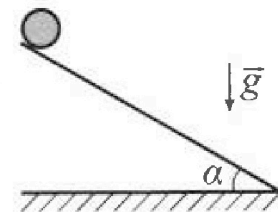
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .



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  $S = 1 \text{ м}$ ?
3. Найдите ускорение  $a$ , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента  $\mu$  трения скольжения бочка катится без проскальзывания?





Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 10-03

*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 вылета из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

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



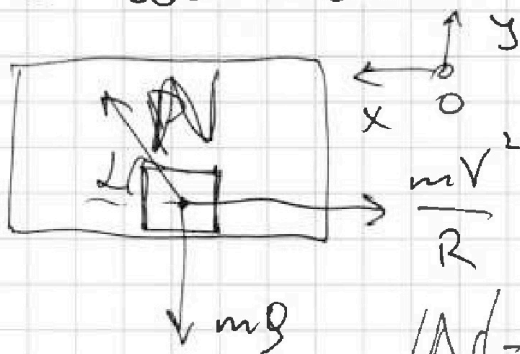
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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) У самолёта есть центр распределения  
 ускорение равно  $\frac{V^2}{R}$ . Перейдём в  
 С.О самолёта:



Тогда на летание  
 действует три силы:  
 $N$  - величина реакции  
 опоры, от пола  
 $|N| = |N|$ , где  $|$  - все.

$\frac{mV^2}{R}$  - сила инерции. и  $mg$ . Значит по  
 II з.к:

$$OX: N \cos \alpha - \frac{mV^2}{R} = 0 \quad (1)$$

$$OY: N \sin \alpha - mg = 0 \quad (2)$$

$$\cos \alpha = \frac{gR}{V^2} \quad \text{из (2): } \frac{mg}{N} = \sin \alpha$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = \frac{gR}{V^2} \Rightarrow V^4 \cdot \sin^2 \alpha = (gR)^2 \cdot (1 - \sin^2 \alpha)$$

$$\sin^2 \alpha (V^4 + (gR)^2) = (gR)^2$$

$$\sin \alpha = \frac{gR}{\sqrt{V^4 + (gR)^2}} = \frac{10 \cdot 360}{\sqrt{60^4 + 360^2 \cdot 10^4}}$$

$$= \frac{10 \cdot 360}{\sqrt{60^4 + 60^4}} = \frac{3600}{3600 \cdot \sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$





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!

<sup>нз</sup>  
Продолжение

Тогда т.к.  $\frac{mg}{N} = \sin \alpha$ , то:

$$1 - \frac{mg}{N} = 1 - \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}} \text{ т.к. Тогда}$$

$$\delta = \frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}} \cdot 100\%$$

2). В С.О центра  $O_2$  все точки пластинки вращаются с угловой скоростью  $\omega$ . При этом

$$\omega = \frac{V}{R} = \frac{60}{360} = \frac{1}{6} \text{ рад/с}$$

$$\begin{aligned} \text{Тогда скорость } \vec{u} &= \vec{V} - \omega \cdot (L - R) = \\ &= V - \omega L + \omega R = 2V - \omega L = 2V - \frac{VL}{R} = \\ &= 2 \cdot 60 - \frac{60 \cdot 1800}{360} = 120 - 300 = -180 \frac{\text{м}}{\text{с}} \end{aligned}$$

Значит  $\vec{u}$  направлен вверх.

Ответ:  $\delta = \frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}} \cdot 100\%$ ;  $u = 180 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , вверх  
в полах. попер. оси  $O_1O_2$



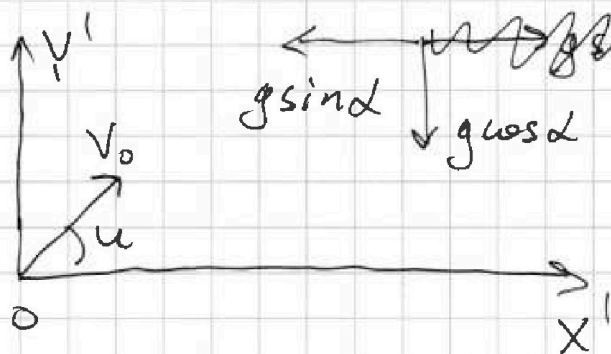


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Ускорение  
по  $OX'$ ;  $OY'$   
 $g \sin \alpha$  и  $g \cos \alpha$   
 $\cos \alpha$ , т.е.  $\sin \alpha = \frac{8}{10}$   
то  $\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{64}{100}} = \frac{6}{10}$

Суммарно з.  $g \sin \alpha$  по  $OX'$  и  $OY'$ :

$$X'(t) = V_0 \cos \alpha \cdot t - \frac{g \sin \alpha \cdot t^2}{2} =$$

$$= V_0 \cos \alpha \cdot t - \frac{g \cdot \frac{8^2}{100} t^2}{2} = V_0 \cos \alpha \cdot t - \frac{2g t^2}{5}$$

$$Y'(t) = V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g \cos \alpha \cdot t^2}{2} = V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g \cdot \frac{6^2}{100} t^2}{2} = V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{3g t^2}{10}$$

Время полёта  $\tau$ . Тогда:

$$V_0 \sin \alpha \cdot \tau - \frac{3g \tau^2}{10} = 0 \Rightarrow \frac{3g \tau}{10} = V_0 \sin \alpha$$

$$\tau = \frac{V_0 \sin \alpha}{\frac{3g}{10}} = \frac{10 V_0 \sin \alpha}{3g} \quad \text{Знаем}$$

$$S = V_0 \cos \alpha \cdot \frac{10 V_0 \sin \alpha}{3g} - \frac{2g}{8} \cdot \frac{10^2 \cdot V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{9g^2} =$$

$$= \frac{10 V_0^2}{3g} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha - \frac{40 V_0^2}{9g} \cdot \sin^2 \alpha$$



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.

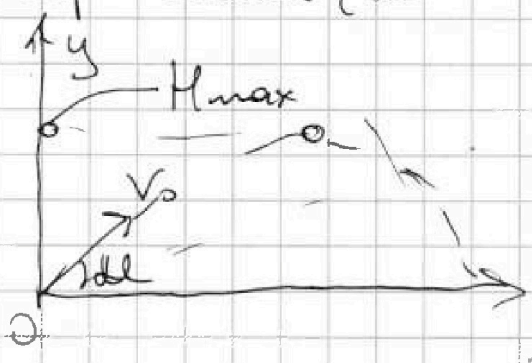
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

№2

1). Пометим, что траектории фв-я всех осколков (кроме того, который полетел вертикально вверх) - это парабола (или наоборот горка). Пометим, что



по 3. С-7:

$$\frac{mV_0^2}{2} = mgh_{\max} + \frac{mV_0 \cos^2 \alpha}{2}$$

$$h_{\max} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

Т.е.  $h_{\max} \rightarrow \max$  при  $\sin \alpha = 1$ , т.е.

$\alpha$  летящего вертикально вверх. Удар о горку никак не влияет на высоту подъема, т.к. происходит упруго отражение.



Значит:

$$h = \frac{V_0^2}{2g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{2gh} = \sqrt{20 \cdot 45} = 30 \text{ м/с}$$

2). Выжм оси  $Ox'$ ;  $Oy'$  с горкой.

Пусть угол  $\alpha$  вл/у вектором скорости в пороше и горкой  $\alpha$ . Тогда:





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!

$$T.e : S = \frac{10V_0^2}{3g} \left( \sin\alpha \cdot \cos\alpha - \frac{4 \sin^2\alpha}{3} \right)$$

Значит необходимо найти максимум:

$\sin\alpha \cdot \cos\alpha - \frac{4}{3} \sin^2\alpha$ . Это парабола от  $\sin\alpha$ . Тогда max на вершине:

$$\sin\alpha = \frac{-\cos\alpha}{-\frac{8}{3}} = \frac{3\cos\alpha}{8} \Rightarrow$$

$$\tan\alpha = \frac{3}{8} \quad \text{Значит:}$$

$$S = \frac{10V_0^2}{3g} \left( \frac{\sin\alpha}{\sqrt{1-\sin^2\alpha}} = \frac{3}{8} \Rightarrow \right)$$

$$64 \sin^2\alpha = 9(1 - \sin^2\alpha) \Rightarrow$$

$$73 \sin^2\alpha = 9 \Rightarrow \sin^2\alpha = \frac{9}{73}$$

$$\cos^2\alpha = 1 - \frac{9}{73} = \frac{64}{73} \quad \text{Тоже!}$$

$$S_{\max} = \frac{10V_0^2}{3g} \left( \sqrt{\frac{9}{73} \cdot \frac{64}{73}} - \frac{4}{8} \cdot \frac{9}{73} \right) =$$

$$= \frac{10 \cdot 30^2}{3 \cdot 10} \left( \frac{3 \cdot 8}{73} - \frac{12}{73} \right) = 90 \cdot \frac{12}{73} \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } V_0 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}} ; S_{\max} = \frac{90 \cdot 12}{73} \text{ м}$$





1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 3

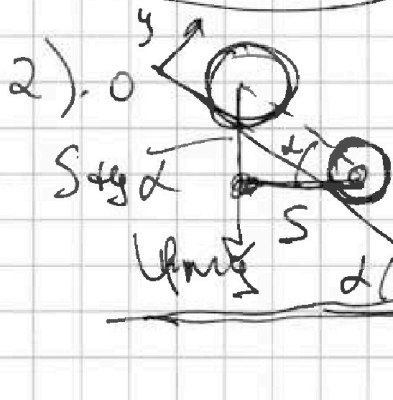
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№3  
Продолжение

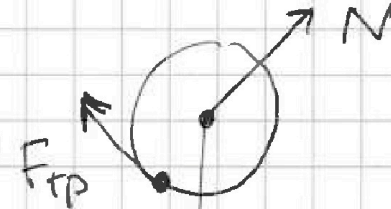
Значит:

$$\begin{cases} g \sin \alpha - \frac{F_{тр}}{m} = 4 \\ g \sin \alpha + \frac{F_{тр}}{m} = 6 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2g \sin \alpha = 10 \\ g \sin \alpha = 5 \end{cases}$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{2}$$



Расс-м силы действо-  
ую на бочку



Помимо, что  $F_{тр} = \mu \cdot N$

$$F_{тр} = N \cdot \mu = \mu \cdot h \sin \alpha \cos \alpha$$

т.е.  $N = h \sin \alpha \cos \alpha$  (II з. Н сил  $OY$ ). При  
этом работе силы трения пойдёт на  
раскручивание цилиндра. Тогда по 3.67

$$\mu \cdot h \sin \alpha \cos \alpha = \frac{I \omega^2}{2} + \frac{m v^2}{2}$$



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  
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!

✓ 3

Продолж.

~~При этом, так же, как и в предыдущей задаче, так же~~

$$4mgS \cdot \sin \alpha = \frac{4mV^2}{2}, \text{ т.е. работы}$$

~~силы трения и дисперсионные вращение~~  
~~сохранятся~~

По з.о.т:

$$4mgS \cdot \sin \alpha = \frac{4mV^2}{2}, \text{ где } V - \text{ поступательная}$$

Работы силы трения и дисперсионные вращение  
сохранятся. Тогда:

$$V = \sqrt{2gS \cdot \sin \alpha} = \sqrt{20 \cdot 1 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}} = \sqrt{\frac{20\sqrt{3}}{3}} \text{ м/с}$$

$$a = g \sin \alpha$$

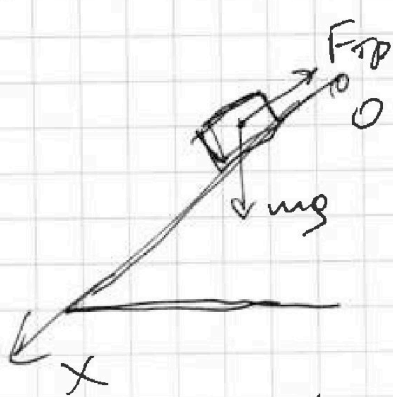
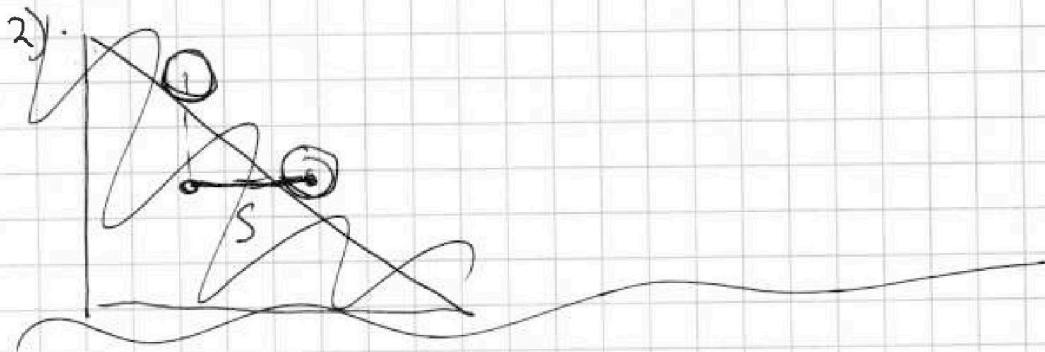


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$\approx 3$

по II з.к:

$$mg \sin \alpha - F_{TP} = m a$$

$\Downarrow$

$$a = g \sin \alpha - \frac{F_{TP}}{m}$$

Знаю  $v_x(t) = v_0 + (g \sin \alpha - \frac{F_{TP}}{m}) \cdot t$

mm  $t=0 : v_0 = 8 \frac{m}{c}$  в том же

$t=2c : v = 12 \frac{m}{c}$  - столбовое.

Далее з. ф. б. а будет возрастать так:

$v_x(t) = v_x$

$$|v_x(t-1)| = v(1) - (g \sin \alpha + \frac{F_{TP}}{m})(t-1)$$

То есть:

$$12 - 8 = (g \sin \alpha - \frac{F_{TP}}{m}) \cdot 1$$

~~$g \sin \alpha - \frac{F_{TP}}{m}$~~  mm  $t = 2c :$

$$6 = 12 - (g \sin \alpha + \frac{F_{TP}}{m}) \cdot 1$$





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!

~ 4  
Продолжение:

Ответ:  $A = 360 \text{ Дж}$ ;  $C_v = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ ;  $\frac{N_1}{N_2} = \frac{1}{5}$



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  
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!

~4  
Поговорим:

из (3) и (4):

$$\begin{cases} \frac{3J_r + 5J_B}{2} = \frac{Q}{\Delta T_1 R} \\ A = J_r + J_B = \frac{A}{R \Delta T_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 3J_r + 5J_B = \frac{2Q}{R \Delta T_1} \\ J_r + J_B = \frac{A}{R \Delta T_2} \end{cases}$$

Дополняем и вычитаем:

$$2J_r = \frac{5A}{R \Delta T_2} - \frac{2Q}{R \Delta T_1} \Rightarrow J_r = \frac{\frac{5A}{R \Delta T_2} - \frac{2Q}{R \Delta T_1}}{2}$$

Тогда:

$$\frac{J_r}{J_B} + 1 = \frac{A}{R \Delta T_2 \cdot J_r} \Rightarrow \text{т.ч. } \frac{J_r}{J_B} = \frac{N_r}{N_B}$$

$$\frac{N_r}{N_B} = \frac{A}{R \Delta T_2 \cdot \left( \frac{\frac{5A}{\Delta T_2} - \frac{2Q}{\Delta T_1}}{2R} \right)} - 1 \Rightarrow$$

$$\frac{N_r}{N_B} = \frac{2A}{\Delta T_2 \left( \frac{5A}{\Delta T_2} - \frac{2Q}{\Delta T_1} \right)} - 1 = \frac{2 \cdot 360}{30 \left( \frac{5 \cdot 360}{20} - \frac{2 \cdot 520}{48} \right)} - 1 = \frac{24}{20} - 1 = \frac{1}{5}$$



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 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!

Пусть воздуха  $J_B$ ; гелие  $J_r$ . Тогда:

$$Q = \frac{3}{2} J_r R \Delta T_1 + \frac{5}{2} J_B R \Delta T_2 \quad (1) \text{ А также:}$$

$$Q = \frac{3}{2} J_r R \Delta T_2 + \frac{5}{2} J_B R \Delta T_2 + A \quad (2) \text{ Выведем:}$$

$$A + \left( \frac{3}{2} J_r R + \frac{5}{2} J_B R \right) \cdot (\Delta T_2 - \Delta T_1) = 0$$

Из формулы (1):

$$\frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{3}{2} J_r R + \frac{5}{2} J_B R \quad (3) \text{ Подставим:}$$

$$A + \frac{Q}{\Delta T_1} \cdot (\Delta T_2 - \Delta T_1) = 0 \quad \text{Значит:}$$

$$A = \frac{Q}{\Delta T_1} \cdot (\Delta T_1 - \Delta T_2) = \frac{960}{48} \cdot 18 = 360 \text{ Дж}$$

По опр. теплоемкости:

$$C_v \cdot \Delta T_2 = Q \Rightarrow C_v = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{960}{48} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

учитывая (3). Заметим, что:

$$\frac{Q}{\Delta T_1 \cdot R} = \frac{3}{2} J_r + \frac{5}{2} J_B \quad (4)$$

$$A = p \cdot \Delta V_{\text{сист}} = J_r R \Delta T_2 + J_B R \Delta T_2 \quad (4)$$





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

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!

$\vec{R} \perp \vec{v}_0$ . На траекторию действуют две силы: сила от мощности  $\ominus$  и от  $\oplus$ . Пусть  $E$  от мощности  $E = \frac{U}{d}$  ( $E$  - от знака  $m/q$  м.м.

Тогда  $m \cdot \Pi_3 - \mu$ .

$0V: E \cdot q = \frac{m v_0^2}{R}$  — ускорение траектории по верт =  $a_{y.c}$   
 (по оси  $\vec{v}_0 \parallel$  мощности). Значит:

$$E = \frac{m}{q} \cdot \frac{v_0^2}{R} = \gamma \cdot \frac{v_0^2}{R} \text{ . Значит т.к. } E = \text{const}$$

внутри конденсатора, то:  $\Delta U = E \cdot d =$   
 $= \gamma \cdot \frac{v_0^2}{R} \cdot d$ .

2). ~~Для частицы  $\vec{v}$  есть постоянное  $q$ .~~

равное  ~~$\frac{E \cdot q}{m} = \gamma \cdot \frac{v_0^2}{R} = \frac{E \cdot q}{m}$~~

~~$0 \omega = \text{const}$ , т.к.  $E \cdot q = \text{const}$ , ~~тогда~~  $E = \text{const}$~~

т.к. напряжённость поле  $m/q = E = \text{const}$ .

То сила  $E \cdot q = \text{const}$ . Значит можно легко иметь работу совершённую по  $z$  траекции



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!

Продолж.

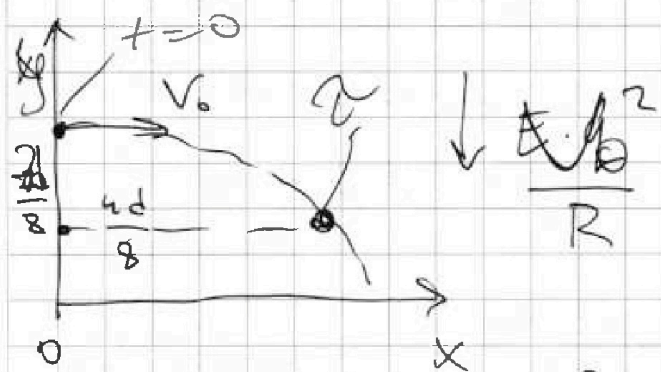
Заменим  $z$  - учас.  $7\pi$  - угол закрутки:

$$K_a + K_b + \cancel{K_p} + \cancel{K_{ex}} = \cancel{K_x} + K_e$$

$\parallel \frac{mV_0^2}{2}$        $\parallel E.g. \frac{3d}{8}$        $\parallel \frac{mV^2}{2}$   
 перенесем.

Продолж.

Приведем Аналогию с Балистикой:



Т.к.  $a = \text{const}$ , то траектории парабола. Тогда:

$$V_x(t) = V_0$$

$$V_y(t) = \left(-\frac{V_0^2}{R}\right) \cdot t$$

$$y(t) = \frac{7d}{8} - \frac{V_0^2}{R} \cdot \frac{t^2}{2}$$

Порядком  $y = \frac{ud}{8}$ :

$$\frac{ud}{8} = \frac{7d}{8} - \frac{V_0^2}{R} \cdot \frac{t^2}{2} \Rightarrow \frac{t^2}{2} \cdot \frac{V_0^2}{R} = \frac{3d}{8}$$

$$t = \sqrt{3dR} \cdot \frac{1}{2V_0}$$

Значит:  $V_y(t) = \frac{V_0^2}{R} \cdot \frac{V_0}{2}$

$$\sqrt{3dR} = \frac{V_0^3}{2R} \cdot \sqrt{3dR}$$





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!

Ищем:  $|V_y(\varphi)| = \overset{\text{Прогонка}}{\frac{\sqrt{3dR^2}}{2V_0}} \cdot \frac{V_0^2}{R} = \frac{\sqrt{3dR^2} \cdot V_0}{2R}$

Тогда:  $V = \sqrt{V_y^2 + V_x^2} = \sqrt{\frac{3dR \cdot V_0^2}{4R^2} + V_0^2} =$

$$= V_0 \cdot \sqrt{\frac{3d + 4R}{4R}}$$

Ответ:  $u = \gamma \cdot \frac{V_0^2}{R} \cdot d; V = V_0 \cdot \sqrt{\frac{3d + 4R}{4R}}$





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

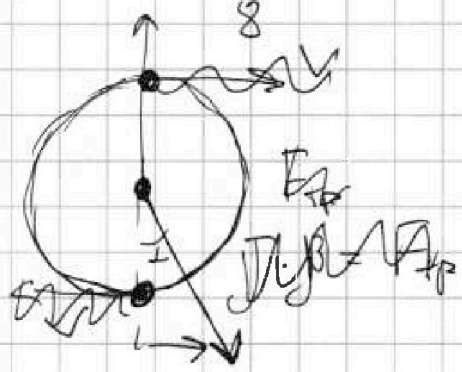
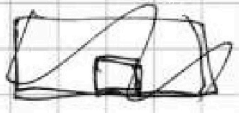
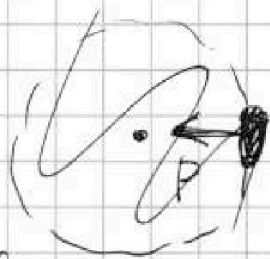
Черновик

$$-\frac{4}{5} \sin^2 \varphi + \sin \varphi \cdot \cos \varphi$$

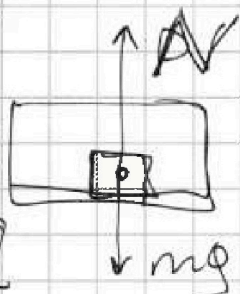
$$\frac{4}{3} \sin^2 \varphi = 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3 \cdot 16} \sin \varphi \cdot \cos \varphi + \frac{3}{16} \cos^2 \varphi$$

Парабола от  $\sin \varphi$

$$\cos \varphi \sin \varphi_0 = \frac{-\cos \varphi}{-\frac{8}{3}} = \frac{3 \cos \varphi}{8}$$



$$\Delta m g R = \frac{4}{5} m g R$$



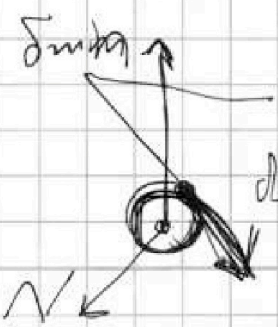
$$\frac{v^2}{R}$$

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

$$\frac{-\cos \varphi}{-\frac{8}{3}} = \frac{3 \cos \varphi}{8}$$

$$J \cdot \beta \cdot R = F_{TP} \cdot R$$

$$dL = J \cdot \beta$$



$$\frac{3 \cos^2 \varphi}{8} - \frac{4}{3} \cdot \frac{3}{8} \cdot \cos^2 \varphi =$$

$$\frac{3 \cos^2 \varphi}{8} - \frac{3}{16} \cos^2 \varphi =$$

$$= \frac{3}{16} \cos^2 \varphi$$



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!

$$Q = \frac{3}{2} J_R \Delta T_1 + \frac{5}{2} J_B R \Delta T_1, \quad \text{лфт}$$

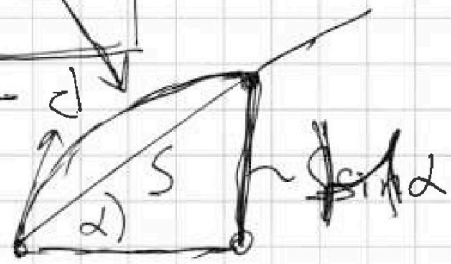
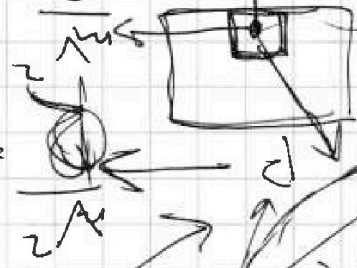
$$Q = \frac{3}{2} J_R R \Delta T_2 + \frac{5}{2} J_B R \Delta T_2 + A$$

$$\frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{3}{2} J_R R + \frac{5}{2} J_B R \quad \left. \begin{array}{l} R \sin \alpha = \frac{m v}{R} \\ R \cos \alpha = m g \end{array} \right\}$$

$$0 = A + \frac{3}{2} J_R R (\Delta T_2 - \Delta T_1) \cdot \left( \frac{3}{2} J_R R + \frac{5}{2} J_B R \right)$$

$$\begin{array}{r|l} 960 & 48 \\ \hline 86 & 20 \end{array}$$

$$C_V \cdot \Delta T_1 =$$



$$\frac{3}{8} = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$$

$$\frac{1}{S} = \sin \alpha$$

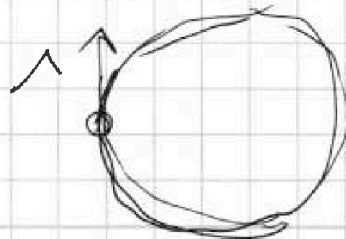
$$V(t) = V_0 - g \sin \alpha \cdot t$$

$$S = \frac{h}{\sin \alpha}$$

$$V_0 = g \sin \alpha \cdot 3$$

$$\sin \alpha = \frac{8}{3} \cos \alpha$$

$$6 \sin^2 \alpha$$



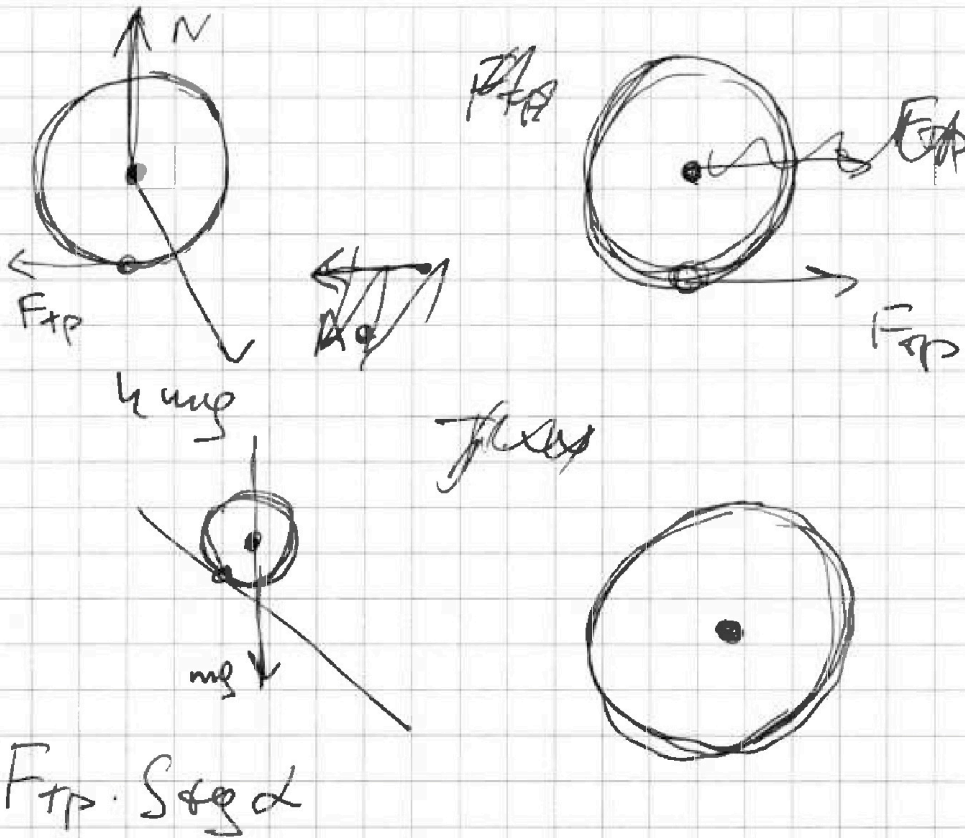


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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





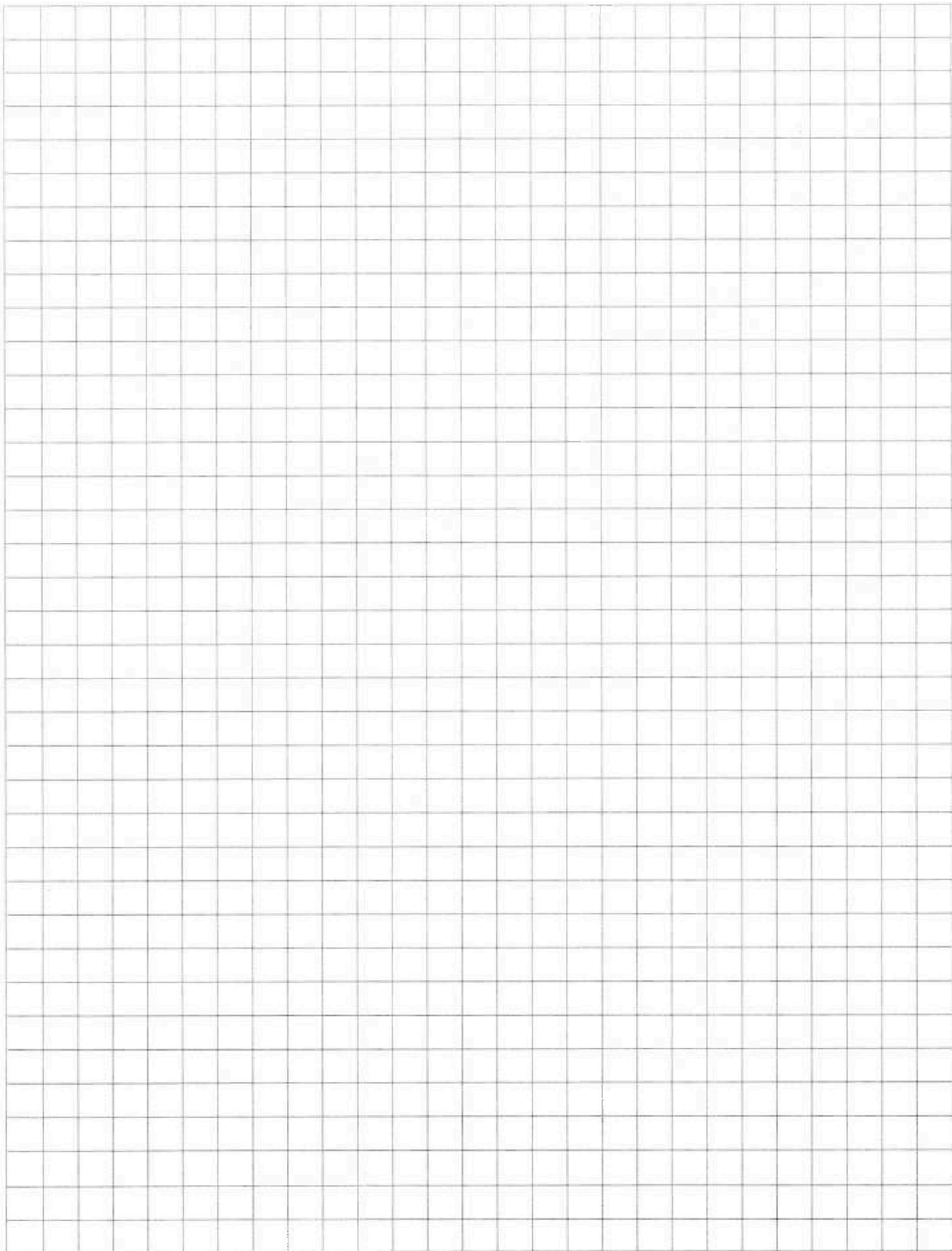


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



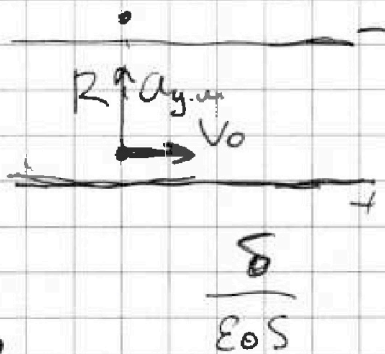
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- 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!

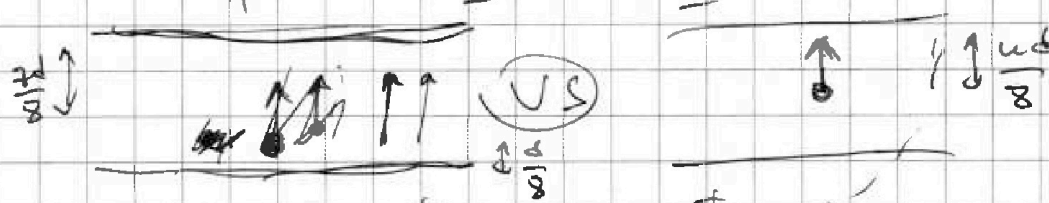


$m a_{\text{центр}} = \frac{m v_0^2}{R}$

$\frac{m v_0^2}{R} = \frac{\delta}{\epsilon_0 S} q$

$\frac{m v_0^2}{R} = \frac{m v^2}{R}$

$\frac{m v_0^2}{2} + W_1 = \frac{m v^2}{2} + W_2$



$\frac{8 \kappa q^2}{3d} = \frac{-8 \kappa q^2}{3d}$

$\frac{m v_0^2}{2} - \frac{8 \kappa q^2}{3d} = \frac{m v^2}{2}$

$\frac{m v_0^2}{2} - \frac{8 \kappa q^2}{3d} \cdot m^2 = \frac{m v^2}{2}$



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 \_

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

2).

Землем  $z = \frac{v_x(t)}{g \sin \alpha}$

$v_x(t) = v_0 - g \sin \alpha \cdot t$

из графика:  $v_0 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

при  $t = 1 \text{ с}$ :  $v = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Значит:  $v = g \sin \alpha \cdot t \Rightarrow \sin \alpha = \frac{12}{10 \cdot 1} = 1.2$

Итак:  $v = v_0 - g \sin \alpha \cdot t \Rightarrow v =$

$\sin \alpha = \frac{v_0 - v}{g \cdot t}$

Т.к.  $\sin \alpha$  возрастает, то ускорение  $a$  совпадает с вектором  $v_0$ .

1).

$v = v_0 + g \sin \alpha \cdot t$

при  $t = 0 \text{ с}$ :  $v_0 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

при  $t = 1 \text{ с}$ :  $v = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

в точке  $t = 1 \text{ с}$  - столкновение.

$$v = v_0 + g \sin \alpha \cdot t \Rightarrow \sin \alpha = \frac{v - v_0}{g \cdot t} =$$

$$= \frac{12 - 8}{10 \cdot 1} = \frac{2}{5}$$