



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

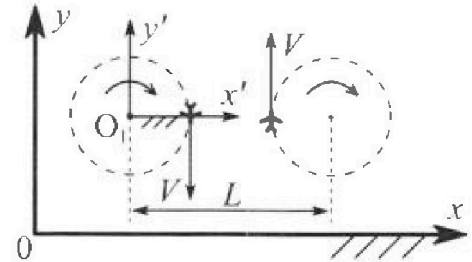
## Вариант 10-01



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  $V = 80 \text{ м/с}$  (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса  $R = 800 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

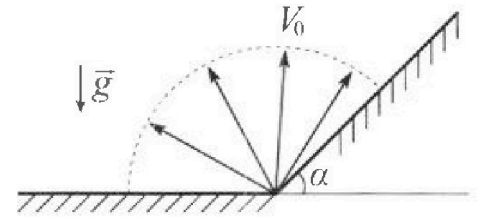
1. На сколько  $\delta$  процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?



В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей  $L = 2 \text{ км}$ . 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  $\vec{U}$ .

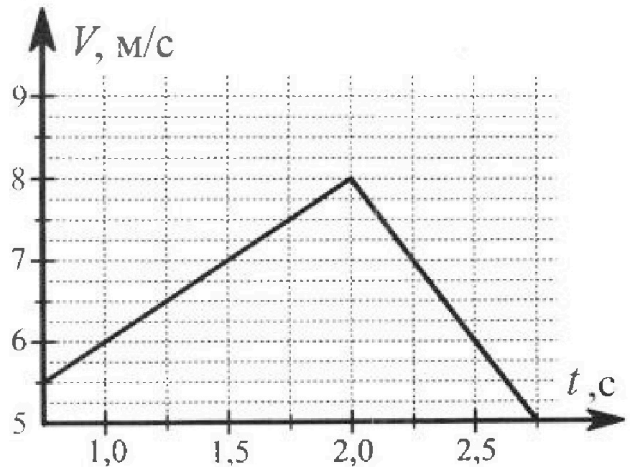
2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол  $\alpha = 30^\circ$ . У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая продолжительность полета одного из осколков  $T = 9 \text{ с}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.

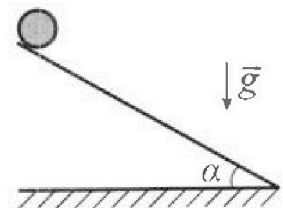
2. На каком максимальном расстоянии  $S$  от точки старта упадет осколок на склон?

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 равна массе бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



2. С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка после перемещения по вертикали на  $h = 0,3 \text{ м}$ ?

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 10-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



4. В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят  $Q = 600$  Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на  $\Delta T_1 = 15$  К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на  $\Delta T_2 = 10$  К.

1. Найдите работу  $A$  смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость  $C_V$  смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение  $\frac{N_{\Gamma}}{N_{\text{К}}}$  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. Заряды обкладок конденсатора  $Q > 0$  и  $-Q$ , ёмкость конденсатора  $C$ , расстояние между обкладками  $d$ . В некоторый момент частица движется параллельно обкладкам со скоростью  $V_0$  на расстоянии  $d/4$  от положительно заряженной обкладки.

1. Найдите радиус  $R$  кривизны траектории в этот момент времени.

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

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



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!

Заметим, когда мы перенесем в систему  $y'Ox'$ ,  $y$  и  $a$  с  $2$  самими еще как-то будут вращаться с  $\omega \uparrow$  (т.к. наша СИ вращается с  $\omega \downarrow$ )

$$\omega = \frac{80V}{R} \Rightarrow \omega L = U = V + \omega(L-R)$$

$(L-R)$  - расстояние из центра вращ до кор  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \text{его } \omega = \omega(L-R)$$

$$U = V + \omega(L-R) = V + V \left( \frac{L-R}{R} \right) =$$
$$= V \frac{L}{R} = 80 \cdot \frac{20}{8} = 200 \text{ мВ}$$

$$\text{Ответ, } \delta = (205 \text{ мВ} - 100) \%, \quad U = 200 \frac{\text{мВ}}{\text{с}}$$









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

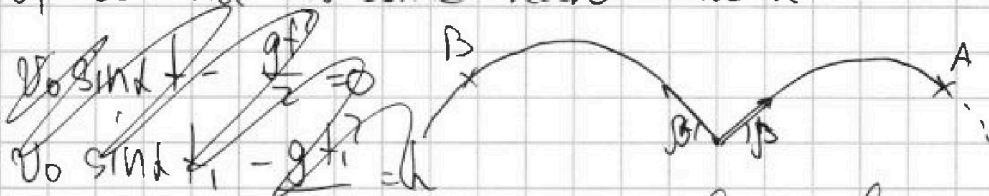
1  2  3  4  5  6  7

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!

Заметим, что наибольшее время пролетит <sup>самом</sup> шарик, который летел вверх, ну докажем это, заметим, что если шарик летел влево под углом  $\beta$  к горизонту, то он пролетит дальше, чем шарик, который летел вправо под  $\alpha$ ,

ну из симметрии их траектории равны, только правый остановился не на высоте 0, а на высоте какой-то  $h$



пусть правый  $\alpha$  шарик остановился в точке A, тогда левый шарик из симметрии  $\beta$  летит в B, но после этого он ещё летит  $\Rightarrow$  проходит ещё какое-то время  $\Rightarrow$  левый летит дальше правого, ну тогда нам надо доказать, что <sup>дальше</sup> шарик  $\beta$  летит вверх <sup>дальше</sup> всех левых, докажем, пусть опять левый летит стартовой под углом  $\beta$ , и презимается через  $t_1$ , а  $\alpha$  шарик, который летел вверх через  $t$

$$v_0 \sin \beta t_1 = \frac{g t_1^2}{2} = 0, \text{ т.к. через } t_1 \text{ высота не нам.}$$

$$v_0 t = \frac{g t^2}{2} = 0$$

$$t_1 = \frac{2 v_0 \sin \beta}{g} \quad t = \frac{2 v_0}{g} \quad \sin \beta < 1, \text{ т.к. } \beta < 90^\circ \Rightarrow \Rightarrow t > t_1 \Rightarrow t = 2 \text{ сек.}$$



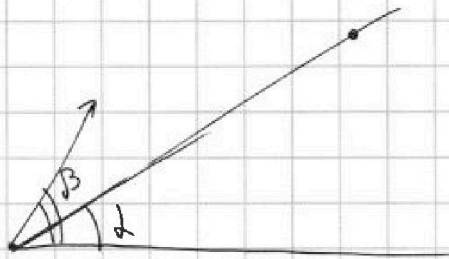
1  2  3  4  5  6  7

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!

$$v_0 t = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow v_0 = \frac{gt}{2} = \frac{10 \cdot 9}{2} = 45 \text{ м/с} = v_0$$

Теперь найдем наибольшее  $S$  на земле



Пусть пушину спряг по ушом  $\beta$ , и он приземился на расстоянии  $S$

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

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

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

подставим сюда

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

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

$$S = \frac{\cos^2 \beta (2 v_0^2)}{g \cos^2 \alpha} \cdot \frac{m \cdot \cos^2 \beta (\tan \beta \cos \alpha - \sin \alpha)}{m} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  нам надо найти при каком  $\beta$   $m \rightarrow \max$

$$\cos^2 \beta \cdot \frac{\sin \beta}{\cos \beta} \cdot \cos \alpha - \sin \alpha \cos^2 \beta = m$$

$$\cos^2 \beta = 2 \cos^2 \beta - 1$$

$$\cos \alpha \cdot \frac{\sin 2\beta}{2} - \sin \alpha \cdot \frac{\cos 2\beta + 1}{2} = m$$

$$\cos \alpha \sin 2\beta - \sin \alpha \cos 2\beta - \sin \alpha = 2m$$

$$\sin(2\beta - \alpha) - \sin \alpha = 2m$$

$$\sin(2\beta - \alpha) \rightarrow \max = 1 \Rightarrow 2\beta - \alpha = 90^\circ \Rightarrow 2\beta = 120^\circ \Rightarrow$$

$$\beta = 60^\circ \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2m = 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \Rightarrow m = \frac{1}{4} = \max$$





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!

$$s = \frac{2 \cdot v_0^2}{g \cos^2 \alpha} \cdot m = \frac{2 \cdot 45^2}{10 \cdot \frac{3}{4}} \cdot \frac{1}{4} =$$
$$= \frac{2 \cdot 45^2 \cdot 4}{30 \cdot 4} = \frac{2 \cdot 25 \cdot 9}{6} = \frac{2 \cdot 25 \cdot 3}{2} = \frac{75}{1} \text{ м} = 75 \text{ м}$$

Ответ:  $v_0 = 45 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,  $s_{\text{max}} = 75 \text{ м}$





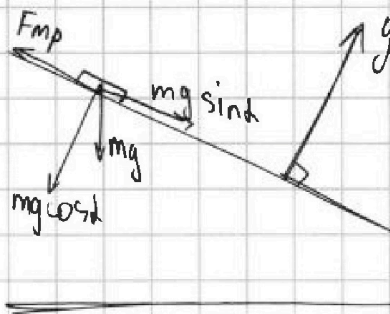
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

маршрут действующие на шайбу силы и силы



Разложим  $F_T$  на оси  $y$  и ось  $x$ ,

$$F_{np} = \mu mg \cos \alpha = \mu N$$

шайба движется с ускорением  $a$ , вниз

$$ma = \sum F_{век} \quad \text{сил} = \mu mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha \Rightarrow$$

$\Rightarrow a_{вн} = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$  (когда когда шайба едет вниз, после удара, она будет ехать вверх, и  $mg \sin \alpha$  будет против движения,

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

из графика  $a_{вн} = \tan \alpha$  прямой с горизонталью

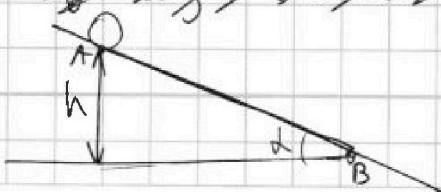
$$\text{полн} = \frac{2,5}{1,25} = 2$$

$$a_{вв} = \text{полн} \cdot \tan(\text{по другой прямой}) = -\frac{3}{1,25} = -2,4$$

$$a_{вн} - a_{вв} = 2g \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{a_{вн} - a_{вв}}{2g} = \frac{6}{2 \cdot 10} = \frac{3}{10}$$

из этого можем найти



и с помощью точки  $B$  и  $A$ ,  $h$   $AB$   $g$

$$\frac{h}{AB} = \sin \alpha \Rightarrow AB = \frac{h}{\sin \alpha} = \frac{0,3 \cdot 10}{\frac{3}{10}} = 10$$



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!

~~$E_n = mgh$~~   ~~$E_k = \frac{mV^2}{2}$~~   $\Rightarrow$  ~~запомним, что тут трение  $\Rightarrow$~~   
 ~~$mgh = \frac{mV^2}{2}$~~   ~~$V = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1} = \sqrt{20} \frac{m}{c}$~~   
 ~~$V = \sqrt{2gh}$~~

ускорение с которым движется

$$a_{\text{ока}} = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = a_1$$

$$\text{здесь } \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \mu \cos \alpha = 1 \frac{m}{c^2}$$

$$2g \sin \alpha = 6 \frac{m}{c^2} \Rightarrow a = 6 - 1 = 5 \frac{m}{c^2}$$

$$v_0 t + \frac{at^2}{2} = AB \quad \Rightarrow \quad v_0 = 0 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2AB}{a}}$$

$$V = at = \sqrt{2ABa} = \sqrt{10} \frac{m}{c}$$

Чтобы бочка катилась без проскальзывания, её ускорение  $= a_1 \geq 0$ , если  $a_1 < 0$ , значит сила трения действует не постоянно, значит есть проскальзывание  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \sin \alpha - \mu \cos \alpha \geq 0 \Rightarrow \mu \leq \tan \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{3}{10} \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{\sqrt{91}}{10} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \tan \alpha = \frac{3}{\sqrt{91}} \Rightarrow \mu \leq \frac{3}{\sqrt{91}}$$

Ответ:  $\sin \alpha = \frac{3}{10}$ ,  $V = \sqrt{10} \frac{m}{c}$ ,  $a = 5 \frac{m}{c^2}$ ,  $\mu \leq \frac{3}{\sqrt{91}}$





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!

В изохорическом процессе всё тепло идёт на нагрев, т.к. работа = 0, т.к.  $\Delta V = 0$

$$(1) Q = C_v \cdot \Delta T_1 \quad - \text{первый процесс}$$

$$(2) Q = C_v \cdot \Delta T_2 + A = C_v \Delta T_2 + P \Delta V$$

$$Q = \Delta U + A \quad - \text{основная формула}$$

$$\text{из (1)} \quad C_v = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{600}{15} = 40 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$\text{из (2)} \quad A = Q - C_v \Delta T_2 = 600 - 40 \cdot 10 = 200 \text{ Дж}$$

Теперь  $\nu_r = \nu_r \cdot N_A$ , ( $\nu_r$  - кол-во молей газа,  $N_A$  - число Авогадро = const)

$$\frac{\nu_r}{\nu_k} = \frac{\nu_r}{\nu_k} = k$$

$$(4) Q = \frac{3}{2} R \nu_r \Delta T_1 + \frac{5}{2} R \nu_k \Delta T_1$$

$$(2) Q - A = \frac{3}{2} R \nu_r \Delta T_2 + \frac{5}{2} R \nu_k \Delta T_2$$

$$Q - A = 400 \text{ Дж}, \quad Q = 600 \text{ Дж} \quad \frac{Q - A}{2} \cdot \frac{3}{2} = Q$$

$$\frac{3}{2} \left( \frac{3}{2} R \nu_r \Delta T_2 + \frac{5}{2} R \nu_k \Delta T_2 \right) = \frac{3}{2} R \nu_r \Delta T_1 + \frac{5}{2} R \nu_k \Delta T_1$$

$$\frac{9}{4} \Delta T_2 k + \frac{5}{2} \Delta T_2 = \frac{3}{2} \Delta T_1 k$$

Пусть в изобарическом процессе у газа сначала было давление  $P_1$ , стало  $P_1'$ , а у кислорода сначала было  $P_2$ , потом  $P_2'$





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!

Тогда  $P_1 + P_2 = P_1' + P_2' = P$   
(нормальное состояние газа)

$V_1$  - объём газа вначале,  $V_2$  - в конце

$$P(V_2 - V_1) = A$$

минус, т.к. газ  $T_1$  больше  $T_2$ ,  $\Delta T_2 = T_2 - T_1$

$$(P_1 V_1 - P_2' V_2) = -\nu R \Delta T_2 \quad P_2 = P - P_1$$

$$(3) (P_2 V_1 - P_2' V_2) = -\nu_k R \Delta T_2 \quad P_2' = P - P_2'$$

погатавим в (3)

$$(P V_1 - P_1 V_1 - P V_2 + P_1' V_2) = -\nu_k R \Delta T_2$$

$$(P(V_1 - V_2) + \nu R \Delta T_2) = -\nu_k R \Delta T_2$$

$$-A = -\nu R \Delta T_2 - \nu_k R \Delta T_2$$

$$3A = Q = 3\nu R \Delta T_2 + 3\nu_k R \Delta T_2$$

$$(4) Q = \frac{3}{2} R \nu R \Delta T_1 + \frac{5}{2} R \nu_k R \Delta T_1 = 3\nu R \Delta T_2 + 3\nu_k R \Delta T_2$$

$$\frac{3}{2} \Delta T_1 k + \frac{5}{2} \Delta T_1 = 3 \Delta T_2 k + 3 \Delta T_2$$

$$k = \frac{\frac{5}{2} \Delta T_1 - 3 \Delta T_2}{3 \Delta T_2 - \frac{3}{2} \Delta T_1} = \frac{\frac{5}{2} \cdot 15 - 60}{60 - \frac{45}{2}} = 1$$

Ответ:  $A = 200 \text{ Дж}$ ,  $C_v = 40 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$ ,  $\frac{\nu R}{\nu_k R} = 1$



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.

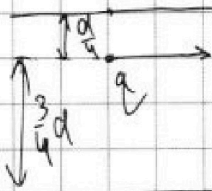
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

Заметим, что радиус кривизны будет  $\frac{v_0^2}{a}$ , где  $a$  - ускорение в данный момент, и оно  $\perp v_0$ , именно из-за этого  $R = \frac{v_0^2}{a}$

(можно сравнить с окр-тью, и  $a = g \sin \alpha \Rightarrow \Rightarrow R = \frac{v_0^2}{g \sin \alpha}$ ) \* см. 2 стр.



$q \cdot Q$

сила на заряд  $q = ma$ , и направлена вниз, т.к.  $q > 0$ , и он отталкивается от  $+Q$  и притягивается к  $-Q$

сила отталкив =  $k \frac{qQ}{(\frac{d}{4})^2}$

сила притягив =  $k \frac{qQ}{(\frac{3}{4}d)^2}$

$$\Sigma F = F_{оттолк} + F_{прит} = \frac{16 kqQ}{d^2} + \frac{16 kqQ}{9d^2} =$$

$$= \frac{160 kqQ}{9d^2} = ma \Rightarrow a = \frac{g}{m} \cdot \frac{160 kqQ}{9d^2} =$$

$$= \frac{160k}{9} \frac{kQ}{d^2} \quad (k = \text{const} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Дж} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2})$$

$$R = \frac{v_0^2}{a} = \frac{g}{160} \frac{v_0^2 d^2}{kQ}$$

теперь посмотрим на его скорость, когда он будет на пересекать среднего плоскости





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!

Заметим, что его горизонтальная скорость будет сохраняться, будет появляться уже вертикальная скорость за счёт ускорения.

\* Если  $ma = ma = E \cdot q$ , где  $a$  - ускор нашей частицы в конденсаторе, знаем, что  $E \cdot d = U$

$$и Q = C \cdot U \Rightarrow$$

$$ma = E \cdot q = \frac{U}{d} \cdot q = \frac{Q \cdot q}{d \cdot C} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{q}{m} \cdot \frac{Q}{dC} = \gamma \cdot \frac{Q}{dC}$$

$\Rightarrow$  ускорение  $\neq const$ ,  $\Rightarrow$  посчитаем

вертикальную скорость, если  $a$  прошла  $\frac{d}{4}$  с ускорением  $a$ , предположим за  $t$

$$v_0 t + \frac{gt^2}{2} = \frac{d}{4}, \quad v_0 = 0 \text{ (т.к. на расстоянии } \frac{d}{4} \text{ была только гор. скорость)}$$

$$gt = v_b$$

$$t = \sqrt{\frac{d}{2g}}$$

$$v_b = \sqrt{\frac{dg}{2}}$$

$$v^2_{полн} = v_{верт}^2 + v_{гор}^2 = v_{верт}^2 + v_0^2 = \frac{dg}{2} + v_0^2 \Rightarrow$$

$\vec{v}$  - сумма векторов скор.

$$\Rightarrow v = v_{полн} = \sqrt{v_0^2 + \frac{dg}{2}}$$

$$R = \frac{v_0^2}{a} = \frac{v_0^2 d C}{\gamma Q}$$

Ответ:  $R$  - радиус кривизны =  $\frac{v_0^2 d C}{\gamma Q}$ ,  $v = \sqrt{v_0^2 + \frac{dg}{2}}$





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
<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!

Черновик





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!

$$Q = \frac{3}{2} \nu_r R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_k R \Delta T_2$$

$$P_1 V_1 = \nu_r R T_1$$

$$(P_1 V_1 - P_1' V_2) = \nu_r R \Delta T_2$$

$$P_2 = P - P_1$$

$$P_2' = P - P_1'$$

$$(P_2 V_1 - P_2' V_2) = \nu_k R \Delta T_2$$

$$(P_1 V_1 - P_1' V_2) = \nu_r R \Delta T_2$$

$$\times 16 \quad 160 - 16 = 144$$

$$(P V_1 - P_1' V_1 - P V_2 + P_1' V_2) = \nu_k R \Delta T_2$$

$$(P(V_1 - V_2) - \nu_r R \Delta T_2) = \nu_k R \Delta T_2$$

$$3 \nu_k R \Delta T_2 + 3 \nu_r R \Delta T_2 = T_1 \left( \frac{3}{2} \nu_r + \frac{5}{2} \nu_k \right)$$

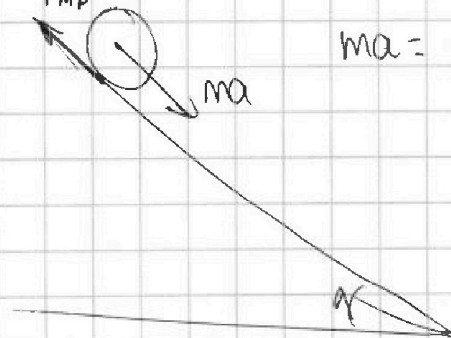
$$3 \nu_k \cdot 10 + \nu_r \cdot 30 = \frac{45}{2} \nu_r + \frac{75}{2} \nu_k$$

$$60 \nu_k + 60 \nu_r = 45 \nu_r + 75 \nu_k \quad F = ma =$$

$$R = \frac{\nu^2}{w}$$

$$F_{mp} = \mu mg \cos \alpha$$

$$- F \cdot q = \frac{dQ}{dt}$$



$$ma = mg \sin \alpha$$



$$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

$E \cdot d = Q$   
 $Q = U \cdot C$   
 $\Rightarrow$   
 $E = \frac{Q}{C}$   
 $=$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА  
 ИЗ

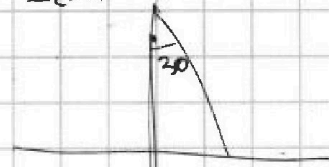
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

зеркальные  $\cos 2\beta = 2\cos^2\beta - 1 \Rightarrow$   
 $\cos\alpha \cdot \frac{\sin 2\beta}{2} - \sin\alpha \cdot \frac{\cos 2\beta + 1}{2} = 2m$

$\cos\alpha \cdot \sin 2\beta - \sin\alpha \cos 2\beta + \sin\alpha = 2m$

$\sin(2\beta - \alpha) + \sin\alpha = 2m$

$P_1 = V_1 R$   
 $P_1 + P_2 = P$   
 $P_1' + P_2' = P$



$\frac{P_1 + P_1'}{2} \cdot \Delta V + \frac{P_2 + P_2'}{2} \cdot \Delta V =$   
 $= A$

~~$R \left( \frac{3}{2} V_1 \Delta T_1 + \frac{5}{2} V_2 \Delta T_1 \right) = Q$~~

$R \left( \frac{3}{2} V_1 \Delta T_2 + \frac{5}{2} V_2 \Delta T_2 \right) + \cancel{P_1 \Delta T_1} + \cancel{P_2 \Delta T_1} = Q$

$\frac{3}{2} V_1 (\Delta T_1 - \Delta T_2) + \frac{5}{2} V_2 (\Delta T_1 - \Delta T_2) = Q$   $\frac{V_1}{V_2} = \frac{V_1}{V_2}$

$\frac{9}{4} V_1 \Delta T_2 + \frac{15}{4} V_2 \Delta T_2 = \frac{3}{2} V_1 \Delta T_1 + \frac{5}{2} V_2 \Delta T_1$

$\frac{9}{4} \Delta T_2 k + \frac{15}{4} \Delta T_2 = \frac{3}{2} \Delta T_1 k + \frac{5}{2} \Delta T_1$

$Q - A = \frac{3}{2} R V_1 \Delta T_2 + \frac{5}{2} R V_2 \Delta T_2$

$P_1 V_1 = V_1 R T_1$   $P_2 V_2 = T_2$

$\left( \frac{P_1 + P_2}{2} \right) (V_2 - V_1) + \left( \frac{P_1' + P_2'}{2} \right) (V_1 -$

$P_1 + P_2 = P_1' + P_2'$