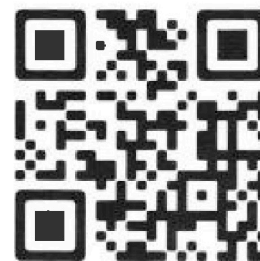




# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

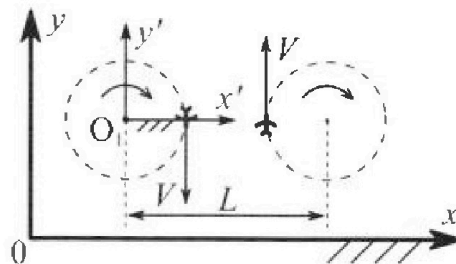
## Вариант 10-01

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  $V = 80$  м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса  $R=800$  м. Ускорение свободного падения  $g=10$  м/с<sup>2</sup>.

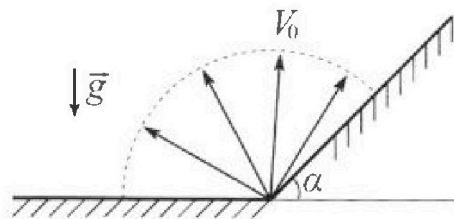
1. На сколько  $\delta$  процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?



В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей  $L=2$  км. Вектор скорости каждого самолета показан на рисунке.

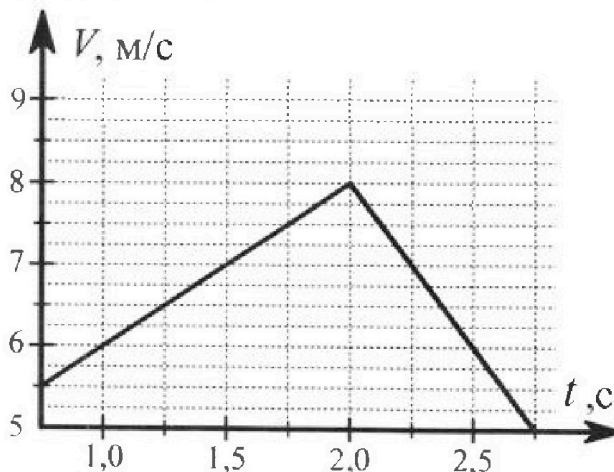
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

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  $T = 9$  с. 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?

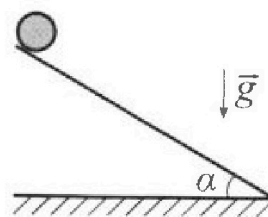
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение 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 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  $h=0,3$  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  $\frac{N_{\text{Г}}}{N_{\text{К}}}$  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. 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  
1 ИЗ 2

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

1. Известно, что дальность всех летящих ракет, скорости которых направлены вертикально ~~на~~ вверх. Время полета этого камня:

$$T = 2 \cdot \frac{v_0}{g} \Rightarrow v_0 = \frac{gT}{2} = 45 \frac{m}{c}$$

2. Запишем законы движения на оси (OY - "Вверх", OX - "Вправо")

OY:  $y = v_0 \sin \beta \cdot t - \frac{g t^2}{2}$ , где  $\beta$  - угол, под которым был

OX:  $x = v_0 \cos \beta \cdot t$  произведен бросок.

$$t = \frac{x}{v_0 \cos \beta}$$

$$y = v_0 \sin \beta \cdot \frac{x}{v_0 \cos \beta} - \frac{g x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \beta} = \tan \beta \cdot x - \frac{g x^2}{2 v_0^2 (1 + \tan^2 \beta)}$$

Уравнение ~~для~~ склона (зависимость координаты y от x) имеет вид прямой  $y = x \cdot \tan \beta$

Условие того, что осколки упадут на склон - равенство

их координат y, x:

$$x \cdot \tan \beta = x \cdot \tan \beta - \frac{g x^2}{2 v_0^2 (1 + \tan^2 \beta)}$$

П.т.к. корни  $x=0$  нам не интересны, то получим:

$$\tan \beta - \tan \beta = \frac{g x}{2 v_0^2 (1 + \tan^2 \beta)}$$

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



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  
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!

$$\text{Р.з. } t = t_0 \cdot \beta;$$

$$x = \frac{2v_0^2}{g} \cdot \frac{t - t_0 \beta}{1 + t^2}$$

Ищем  $x$  - функцию от  $t$ , а значит для максимума  $x$  исследуем макс ~~с~~ производную  $x'(t)$ :

$$x'(t) = \frac{2v_0^2}{g} \cdot \frac{(1-t^2) - 2t \cdot (-t_0 \beta)}{(1+t^2)^2}$$

$$x'(t) = 0 \Rightarrow \frac{2v_0^2}{g(1+t^2)} \cdot (1-t^2 + 2t t_0 \beta) = 0$$

П.к.  $\frac{2v_0^2}{g(1+t^2)}$  не равно нулю, то сократим на него

В результате имеем:

$$1 - t^2 + 2t t_0 \beta = 0$$

$$t = t_0 \beta \pm \sqrt{t_0^2 \beta^2 + 1}$$

П.к.  $t = t_0 \beta$ , то  $t > 0$ , так что корень  $t = t_0 \beta - \sqrt{t_0^2 \beta^2 + 1}$  нам не подходит, п.к. он меньше нуля. А значит  $t_0 \beta = t_0 \beta + \frac{1}{\cos \beta} = \sqrt{3}$

Рассмотрим  $t_0 \beta$  и найдем координату  $x$  камня в этот момент:  $\beta = 60^\circ$

$$x = \frac{2v_0^2}{g} \cdot \frac{t_0 \beta}{\cos^2(1+t_0^2 \beta^2)}; \quad y = x \cdot \tan \beta = \frac{2v_0^2}{g} \cdot \frac{t_0 \beta \cdot \beta}{\cos^2(1+t_0^2 \beta^2)}$$

$$S = \sqrt{x^2 + y^2} = \frac{2v_0^2}{g} \cdot \frac{1}{\cos^2(1+t_0^2 \beta^2)} = \frac{2v_0^2}{g} \cdot \frac{1}{\cos^2(1+t_0^2 \beta^2)}$$

$$\text{Итак, } S = \frac{2v_0^2}{g} \cdot \frac{1}{\cos^2(1+t_0^2 \beta^2)}; \quad \text{где } t_0 \beta = \frac{v_0 \sin \beta}{g}, \quad S = G Y_{\text{н.м}}$$



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!

Насколько время отвечает на вопросы задачи:

2. т.к. сила трения равно не совершает, то вся работа

увеличена энергия трения в кинетическую, кинетическая энергия поступательного движения:  $E_D = \frac{2m \cdot V^2}{2} = mV^2$

т.к. увеличена кинетика без проскальзывания, то во

углобе скрещивания в этом месте  $\omega = \frac{V}{R}$ , энергия враща

тельного урона  $E_D = \omega^2 \cdot m R^2 = \frac{mV^2}{2}$ , запиши ЗСЭ:

$$2m \cdot gh = E_{kin} + E_{rot} = \frac{3}{2} mV^2$$

$$V = \sqrt{\frac{4gh}{3}} = 2 \frac{H}{c}$$

3. Из системы уравнений:  $a = \frac{2}{3} g \sin \alpha = \frac{2 \cdot 10 \cdot 0,6}{3} = 4 \frac{H}{c^2}$

4. т.к. имеет место сила трения покоя, то коэффициент

$F_{тр} \leq 4N$ , где  $\mu$  - коэффициент трения скольжения

из системы уравнения:

$$mg \cdot \frac{2}{3} \sin \alpha \leq \mu \cdot 2mg \cos \alpha$$

$$\mu \geq \frac{\frac{2}{3}}{2} = \frac{1}{3} = 0,25$$

$$\mu \geq 0,25$$

Ответ: 2.  $V = 2 \frac{H}{c} = \sqrt{\frac{4gh}{3}}$

3.  $a = \frac{2}{3} g \sin \alpha = 4 \frac{H}{c^2}$

4.  $\mu \geq \frac{1}{3} \Rightarrow \mu \geq 0,25$

Используем  $\cosh 4 \beta z$ :

$$\sinh z = \frac{3}{5} \Rightarrow \cosh \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

$$\beta z = \frac{\cosh z}{\sinh z} = \frac{3}{4}$$

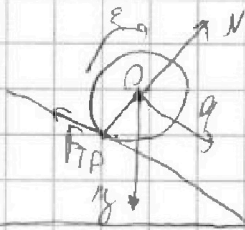


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



Возьмем вращающую точку (центр) по ось  
Суть задачи и формулы

$N$ -сила нормальная сила  $2mg = 2mg \sin \alpha - F_{TD}$  (1)

$F_{TD}$ - сила притяжения  $0 = N - 2mg \cos \alpha$  (2)

Заметим основное уравнение динамики вращательного движения (м.п. вода не вращается! но она не вращается в соответствии с законом сохранения энергии системы):

$$E \cdot m \cdot R^2 = F_{TD} \cdot R \quad (3)$$

Величины совместно  $(R) \cdot (R)$

$$\begin{cases} 2mg = 2mg \sin \alpha - F_{TD} \\ N = 2mg \cos \alpha \\ ER^2 m = F_{TD} \Rightarrow a m = F_{TD} \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_{TD} = ma \\ 3ma = 2mg \sin \alpha \\ N = 2mg \cos \alpha \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_{TD} = mg \frac{2 \sin \alpha}{3} \\ a = \frac{2}{3} g \sin \alpha \\ N = 2mg \cos \alpha \end{cases}$$



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!

1-2. Внутренняя энергия идеального газа при изотермическом процессе:  $U = C_V \cdot T$  (где  $C_V$  - количество молей воздуха)

Запишем первое начало термодинамики для изотермического процесса:

$$Q = \Delta T_1 \cdot C_V \Rightarrow C_V = \frac{Q}{\Delta T_1}$$

Для изобарного

$$Q = \Delta T_2 \cdot C_V + A \Rightarrow A = Q - Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right)$$

Ответ: 1.  $A = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right) = 200 \text{ Дж}$

2.  $C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} = \nu R \frac{D_{\text{м.}}}{2}$

3. Запишем уравнение состояния идеального газа в изобарном процессе для начального и конечного состояний:

$$p V_1 = (n_1 + n_2) R T_1$$

$$p V_2 = (n_1 + n_2) R T_2$$

$$p V_2 = (n_1 + n_2) R T_2$$

(в максимальной и минимальной колонках), но

$$p(V_2 - V_1) = (n_1 + n_2) R (T_2 - T_1)$$

Запомним, что  $p(V_2 - V_1) = A$ , а  $(n_1 + n_2) R (T_2 - T_1) = \frac{\Delta U}{C_V}$ ,  $\Delta U$  - внутренняя энергия системы и из первого закона термодинамики:

$$\Delta U = Q - A = \frac{Q \Delta T_2}{\Delta T_1}, \text{ представим искомую величину}$$

~~$$Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right) = \frac{(n_1 + n_2) R \Delta T_2}{C_V} - Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}$$~~



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  
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!

Выразим  $C_V$  через  $J_1$  (число гирь) и  $J_2$  (число шаров)

$$C_V = R \cdot \left( \frac{5}{2} J_2 + \frac{3}{2} J_1 \right)$$

Подставим все полученные равенства в уравнение

$$R \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = \frac{J_1 + J_2}{\frac{3}{2} J_1 + \frac{5}{2} J_2} \cdot R \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}$$

$$\frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{2 \Delta T_2} = \frac{J_1 + J_2}{3 J_1 + 5 J_2}$$

$$\frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{2 \Delta T_2} \cdot 3 \frac{J_1}{J_2} + 5 \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{2 \Delta T_2} = \frac{J_1 + J_2}{J_2}$$

$$\frac{J_1}{J_2} \left( \frac{3 \Delta T_1 - 3 \Delta T_2 - 2 \Delta T_2}{2 \Delta T_2} \right) = \frac{2 \Delta T_2 - (5 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2)}{2 \Delta T_2}$$

$$\frac{J_1}{J_2} = \frac{7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1}{3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2} = \frac{40 - 45}{45 - 50} = \frac{-5}{-5} = 1$$

Заметим, что  $J_1 = \frac{N_1}{N_A}$ ;  $J_2 = \frac{N_2}{N_A}$  ( $N_A$  - число Авогадро)  $\Rightarrow \frac{J_1}{J_2} = \frac{N_1}{N_2}$

Итак: 3. 
$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{5 \Delta T_1 - 4 \Delta T_2}{3 \Delta T_2 - 3 \Delta T_1} = 1$$



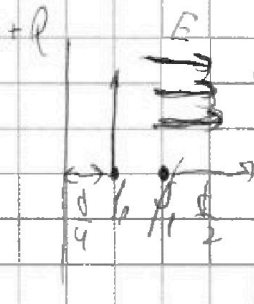


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



Получила пакек  $\phi$  который находится частица в середине между пластинами -  $\phi_0$ , соответственно. Однако, если считать соотношения  $\phi_0 - \phi_1 = E \cdot (d - \frac{d}{2} - \frac{d}{4}) = \frac{E \cdot d}{4}$

соотношения  $\phi_0 - \phi_1 = E \cdot (d - \frac{d}{2} - \frac{d}{4}) = \frac{E \cdot d}{4}$

Зарисовка энергии частицы в начальной момент

$$E_1 = \frac{mV_0^2}{2} + q\phi_0$$

В конечной момент:

$$E_2 = \frac{mV_1^2}{2} + q\phi_1, \text{ где } V_1 - \text{исковая скорость}$$

Из закона сохранения энергии:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{mV_0^2}{2} + q\phi_0 = \frac{mV_1^2}{2} + q\phi_1$$

$$\frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + (q\phi_0 - q\phi_1) = \frac{mV_0^2}{2} + \frac{E \cdot d}{4} \cdot q$$

$$V_1^2 = V_0^2 + \frac{2E \cdot d \cdot q}{m} = V_0^2 + \frac{E \cdot q \cdot d}{m}$$

$$V_1 = \sqrt{V_0^2 + \frac{E \cdot q \cdot d}{m}}$$

Ответ:  $V_1 = \sqrt{V_0^2 + \frac{E \cdot q \cdot d}{m}}$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

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

1. ИТЛ.1. ~~ка~~ у шариков присутствует центростремительное ускорение, но их вес увеличивается.

$$\vec{P} = m\vec{g} + m\vec{a}$$

Или (по теореме Пифагора):  $\vec{P}$

$$P = m \sqrt{g^2 + a^2}$$

Рассчитаем величину центростремительного ускорения:

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{80.8^2}{800} = 8 \left(\frac{4}{5}\right)$$

Тогда вес  $P = m \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{r^2}}$ . Сила натяжения  $F = mg$

Найдём величину  $\delta$ :

$$\delta = \left( \frac{P}{mg} - 1 \right) \cdot 100\% = \left( \sqrt{1 + \frac{v^4}{(rg)^2}} - 1 \right) \cdot 100\%$$

$$\delta = \left( \sqrt{1 + \left(\frac{80}{800}\right)^2} - 1 \right) \cdot 100\% = \left( \sqrt{1,64} - 1 \right) \cdot 100\% \approx (1,28 - 1) \cdot 100\% = 28\%$$

$$\text{Ответ: } \delta = \left( \sqrt{1 + \left(\frac{80}{800}\right)^2} - 1 \right) \cdot 100\% \approx 28\%$$

2. Для ответа на поставленный вопрос перейдем в систему отсчета, связанную с первым самолетом (фигура движется с той же скоростью  $\frac{v}{n}$  по касательной окружности). У второго самолета в такой системе скорости равны сумме собственной скорости и скорости ~~относительной~~,  $v_{отн} = v + \frac{v}{n} \cdot (1-n) = v \left( 1 + \frac{1}{n} - 1 \right) = \frac{v}{n}$

$$\text{Ответ: } v_{отн} = \frac{v}{n} = 200 \frac{4}{5}$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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!

1. Из шарика найдём угловое ускорение;  $a_1 = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{10 - 5,5}{2 - 0,5} = 10$   
 Т.е. движение равноускоренное, то угловое ускорение равно тангенсу угла наклона шарика  $U(t)$ :

$$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{8 \frac{m}{s} - 4 \frac{m}{s}}{2 - 0,5} = 2 \frac{m}{s^2}$$

$$a_2 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{7 \frac{m}{s} - 8 \frac{m}{s}}{2,25 - 2} = -4 \frac{m}{s^2}$$

Из уравнения движения:  $a_1 \cdot m = mg \sin L - 4 \mu g \cos L \Rightarrow$

$$a_1 = g(\sin L - 4 \mu \cos L); \quad a_2 \cdot m = -mg \sin L - 4 \mu g \cos L \Rightarrow$$

$$a_2 = g(-\sin L - 4 \mu \cos L)$$

$$a_1 - a_2 = g \sin L$$

$$\sin L = \frac{a_1 - a_2}{g} = \frac{2 - (-4)}{10} = \frac{6}{10} = 0,6$$

$$\text{Ответ!} \sin L = 0,6$$

2-4. Для решения задачи необходимо разбить движение на вращательное и поступательное (введём обозначения:  $a$  - ускорение тела;  $\epsilon$  - угловое ускорение (н.к. тело катится без проскальзывания  $\epsilon R = a$ , где  $R$  - радиус шара);  $m$  - масса шарика (в воде)).



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. Найдём силу, действующую на частицу. Для этого нужно найти напряжённость поля в конденсаторе:

$E = U$ ; где  $E$  — напряжённость электрического поля в конденсаторе

$QC = q$   $U$  — разность потенциалов обкладок конденсатора

$dE = Qd$   $d$  — расстояние между плитами

$$E = \frac{QC}{d}$$

$$Q = \frac{QC}{d} \cdot \frac{1}{n} = \frac{QC^2}{d}$$

Пл.к. скорости частицы и её ускорения перпендикулярны (скорость перпендикулярна обкладкам, а поле  $E$ , соответственно (вернее) перпендикулярно), то это ускорение — центростремительное

$a = \frac{v^2}{R}$ , где  $R$  — средний радиус кривизны траектории

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

2. Известно, что среднечисловая плотность конденсатора — эквивалентная поперечная поверхность, а заряды расположены на ней с одинаковой плотностью. Рассчитаем заряды в точке, находящейся в середине конденсатора через поперечную площадь, в которой находится частица в момент, когда она шла со скоростью  $v_0$



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!

$$y = x y_k - \frac{g \cdot \left(\frac{x}{v_{\text{max}}}\right)^2}{2} = x y_k - \frac{g x^2}{2 v^2 (1 + g^2 k)} \quad \frac{1}{v} = \frac{1}{2}$$

$$y = x y_p$$

$$y_p = y_k - \frac{g x^2}{2 v^2 (1 + g^2 k)}$$

$$\frac{y_k - y_p}{1 + g^2 k} = \frac{g x^2}{2 v^2} \quad A = \rho \Delta V$$

$$\frac{1 - g p}{1 + g^2} = \frac{1}{A}$$

$$0 = \frac{1 + g^2 - 2 + 1 - g p}{(1 + g^2) \cdot 2}$$

$$0 = 1 + g^2 - 2 + 1 - g p$$

$$g^2 - 1 - 2 + g p = 0$$

$$g^2 - 2 + g p - 1 = 0$$

$$1 = g p \pm \sqrt{g^2 p^2 + 1} = g p \pm \frac{1}{\cos p} = \frac{\sin p \cdot 1}{\cos p} = \frac{\sin p}{\cos p} = 2 \cdot \frac{3}{5} = \frac{6}{5}$$

$$g p = \frac{6}{5} \quad (k = 60)$$

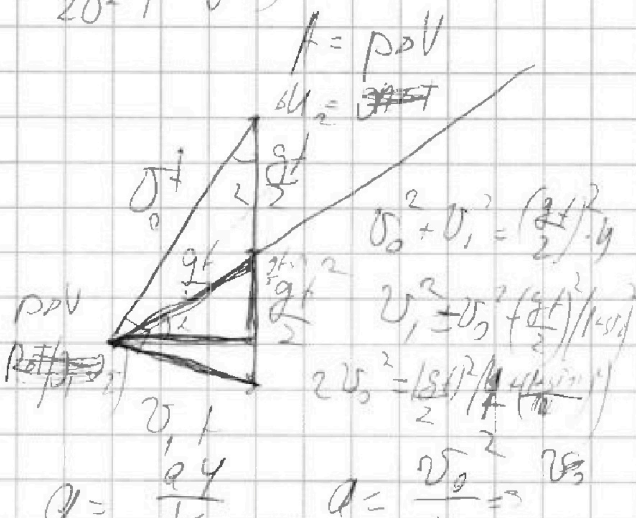
$$g_{2d} = \frac{2 \cdot g k}{1 - g^2 k} = \frac{2 \cdot 9.5}{1 - 9.5^2} = \frac{19}{1 - 90.25} = \frac{19}{-89.25} = -0.213$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ + 3 \\ \hline 48 \\ \div 12 \\ \hline 4 \end{array}$$

$$\frac{19.5}{2} = 9.75$$

$$\frac{(9.5)^2}{3.25} = \frac{90.25}{3.25} = 27.77$$

$$64.5$$



$$C = \epsilon_0 \frac{S}{d} k = \frac{5 \cdot 10^{-7}}{4} = \frac{5 \cdot 10^{-7} \cdot 10^9}{4} = \frac{500}{4} = 125$$

$$S = \frac{dC}{\epsilon_0} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{8.85 \cdot 10^{-12}} = \frac{2 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{12}}{8.85} = \frac{2 \cdot 10^{10}}{8.85} = 2.26 \cdot 10^9$$

$$\frac{\rho \Delta V}{\epsilon_0} = F = \frac{\rho}{\epsilon_0} \left( 4 + 1 + \sin^2 k + 2 \sin k \right) = \frac{\rho}{\epsilon_0} \left( 5 + \frac{1}{4} \cdot \frac{8 v_0^2}{25 g} \right)$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
из

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

$$\begin{array}{r} (12,5) \\ 12,5 \\ \hline 625 \\ 250 \\ 125 \\ \hline 15025 \end{array} \quad \begin{array}{r} 12,8 \\ 12,8 \\ \hline 1024 \\ 256 \\ 128 \\ \hline 10384 \end{array}$$

$$v_0' = \frac{v}{R+L}$$

$$v_0 = \frac{v}{R}$$

$$W = v \left( \frac{1}{R+L} + \frac{1}{R} \right)$$

$$v' = v \left( 1 + \frac{L}{R} \right) = v \left( \frac{R+L}{R} \right)$$

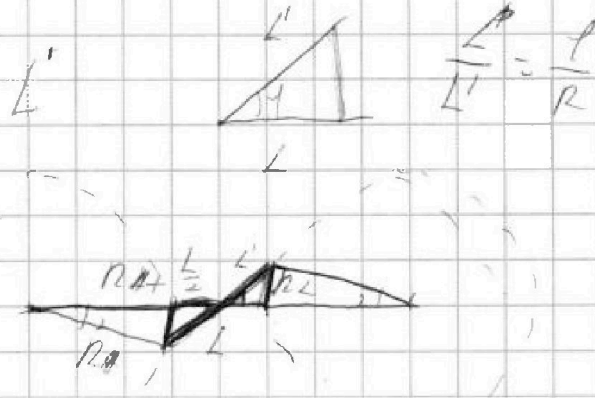
$$\delta x = \frac{L^2}{4} + L \left( \frac{R+L}{2} \right) + \frac{L^2}{4}$$

$$\frac{L^2}{4} + L \left( \frac{R+L}{2} \right) - \frac{L^3}{8} = \frac{L^2}{4} + L \left( \frac{R+L}{2} \right) - \frac{L^3}{8}$$

$$\delta x = L \sqrt{R^2 + \frac{RL}{4}} - \frac{L^3}{8R}$$

$$\frac{RL^2}{4} + L \left( \frac{R+L}{2} \right)$$

$$\rho = h \frac{L'}{L} = L \frac{L'}{2R}$$



$$L'^2 = R^2 + R^2 + RL + \frac{L^2}{4} - R \left( \frac{L}{2} \right) \cos \alpha$$

$$L'^2 = R^2 + \left( \frac{R-L}{2} \right)^2 - (R-L) \left( \frac{L}{2} \right)$$

$$R^2 + R^2 + RL - 2R^2 - 2RL$$

$$\frac{L^2}{4} + L \left( \frac{R+L}{2} \right)$$

$$\delta x = \left( \frac{L}{2} \right)^2 + L^2$$

$$\delta x^2 = \frac{L^2}{4} - \frac{L^2}{4} + L \left( \frac{R+L}{2} \right)$$

$$\delta x = L \sqrt{R^2 + \frac{RL}{4}} = \sqrt{L^2 + 2RL}$$

$$\frac{L^2}{4} + L \left( \frac{R+L}{2} \right) + \left( \frac{R+L}{2} \right) - R$$

$$\frac{L^2}{4} + L \left( \frac{R+L}{2} \right) + \left( \frac{R+L}{2} \right) - R$$