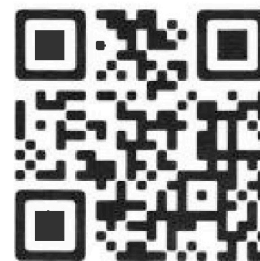




Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

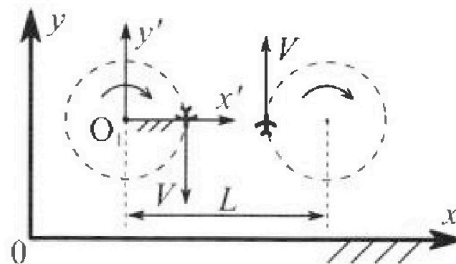
Вариант 10-01

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.

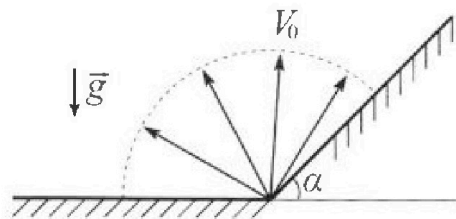
1. На сколько δ процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?



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.

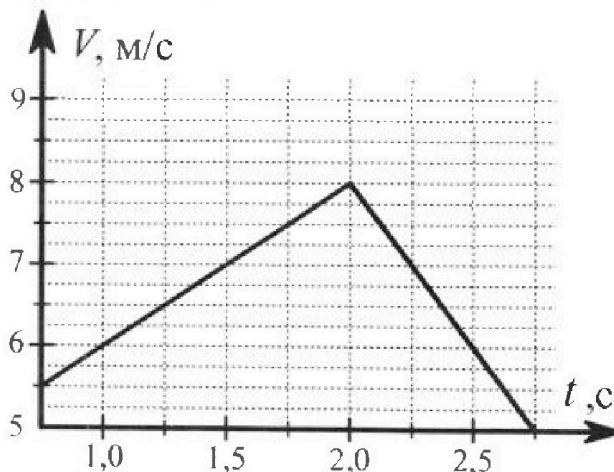
2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .

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?

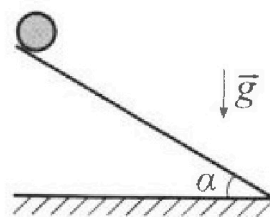
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение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



1. Найдите $\sin \alpha$, здесь 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 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 μ 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 летел ракеты, скорости которой направлена 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 (Ox - "вверх", Oy - "вправо")

Oy: $y = v_0 \sin \beta \cdot t - \frac{g t^2}{2}$, где β - 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 что:

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

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



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 и для максимумов и минимумов найдем 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 и время полета:

$$x = \frac{2v_0^2}{g} \cdot \frac{t_0 \beta}{\cos^2(t_0 \beta)}$$

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

$$\text{Итак, } S = \frac{2v_0^2}{g} \cdot \frac{1}{\cos^2(t_0 \beta)}, \text{ где } t_0 \beta = \frac{1}{\cos \beta}, S = G \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta}$$

$\beta = 60^\circ$



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
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 момент касания. Кинетическая энергия поступательного движения: $E_D = \frac{2m \cdot V^2}{2} = mV^2$

т.к. увеличена кинетика без проскальзывания, то во угле α вершина ω в этот момент $\omega = \frac{V}{R}$, энергия вращ.

качения $E_D = \frac{\omega^2 \cdot m R^2}{2} = \frac{mV^2}{2}$, 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 условием

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

из системы уравнений:

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

$$\mu \geq \frac{\frac{2}{3}}{3} = \frac{2}{9} = \frac{1}{4,5}$$

$$\mu \geq 0,22$$

Используем $\cos \alpha = \frac{4}{5}$:

$$\sin \alpha = \frac{3}{5} \Rightarrow \cos \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

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

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. $\mu \geq \frac{2}{9} \Rightarrow \mu \geq 0,22$

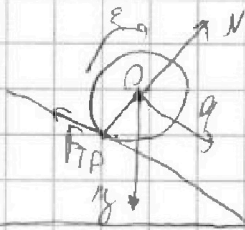


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 вправо за ось
Суть задачи 4 круглому шару α

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

F_{TP} - сила пружины/тяги $0 = N - 2mgsin\alpha$ (2)

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

$$E \cdot mR^2 = F_{TP} \cdot R \quad (3)$$

Велики совместно (1)(2)(3):

$$\begin{cases} 2mg = 2mgsin\alpha - F_{TP} \\ N = 2mgsin\alpha \\ ER^2m = F_{TP} \cdot R \Rightarrow a_m = F_{TP} \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_{TP} = ma \\ 3mg = 2mgsin\alpha \\ N = 2mgsin\alpha \end{cases}$$

$$F_{TP} = mg \frac{2sin\alpha}{3}$$

$$\begin{cases} a = \frac{2}{3}gsin\alpha \\ N = 2mgsin\alpha \end{cases}$$



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 максимальной температуре: $U = C_V \cdot T$ (где C_V - количество молей воздуха)

Запишем первое начало термодинамики для изохорного 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 до и после нагрева:

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

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

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

(в максимальной и минимальной колонках), но

$$p(V_2 - V_1) = (n_1 + n_2) R (T_2 - T_1) \text{ температуры соответствен}$$

Запомним, что $p(V_2 - V_1) = A$, а $(n_1 + n_2) R (T_2 - T_1) = \Delta U$, ΔU - внутренняя

энергия системы и из первого закона термодинамики:

$$\Delta U = Q - A = Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}, \text{ представим неизвестные члены:}$$

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



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



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 \vec{E} которой подействовала частица в среднем коэф. сил $- \rho q$, соответственно. Следовательно, эти силы соотношении $\rho_0 - \rho_1 = E \cdot (d - \frac{d}{4} - \frac{d}{4}) = \frac{E d}{4}$

$$\rho_0 - \rho_1 = E \cdot (d - \frac{d}{4} - \frac{d}{4}) = \frac{E d}{4}$$

Зарисовка энергии частицы в начальной момент

$$E_1 = \frac{m v_0^2}{2} + \rho_0 q$$

В конечной момент:

$$E_2 = \frac{m v_1^2}{2} + \rho_1 q, \text{ где } v_1 - \text{исковая скорость}$$

Из закона сохранения энергии:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{m v_0^2}{2} + \rho_0 q = \frac{m v_1^2}{2} + \rho_1 q$$

$$\frac{m v_1^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + (\rho_0 - \rho_1) q = \frac{m v_0^2}{2} + \frac{E d}{4} q$$

$$v_1^2 = v_0^2 + \frac{E d}{2} \cdot \frac{q}{m} = v_0^2 + \frac{E q d}{2 m}$$

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 + \frac{E q d}{2 m}}$$

$$\text{Ответ: } v_1 = \sqrt{v_0^2 + \frac{E q d}{2 m}}$$



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): 

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

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 δ :

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

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

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

2. Для ответа на поставленный вопрос перейдем в систему отсчета, связанную с первым самолетом (фигурирует δ с той же скоростью $\frac{v}{n}$ по часовой стрелке). 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; $a_1 = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{10 - 5,5}{2 - 0,5} = 2 \frac{11}{5}$
 Т.е. движение равноускоренное, то угловое ускорение равно тангенсу угла наклона шарика $U(t)$:

$$a_1 = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{8 \frac{11}{5} - 4 \frac{11}{5}}{2 - 0,5} = 2 \frac{11}{5}$$

$$a_2 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{7 \frac{11}{5} - 8 \frac{11}{5}}{2,25 - 2} = -4 \frac{11}{5}$$

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 аббревиатуры: a - ускорение тела; ϵ - угловое ускорение (н.к. тело катится без проскальзывания $\epsilon R = a$, где R - радиус шара); m - масса шарика (в воздухе)).



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 параллельно перпендикулярно), то это ускорение — центростремительное

$a = \frac{v^2}{R}$, где R — шестидесяти 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!

$$y = x y_k - \frac{g \cdot \left(\frac{x}{v_{0 \text{ max}}}\right)^2}{2} = x y_k - \frac{g x^2}{2 v_0^2} \quad \frac{1}{v_0} = \frac{1}{2}$$

$$y = x y_p$$

$$y_p = y_k - \frac{g x^2}{2 v_0^2} \quad A = \rho \Delta V$$

$$\frac{y_k - y_p}{1 + g^2 x^2} = \frac{g x}{2 v_0^2}$$

$$A = \rho \Delta V$$

$$\Delta V = \frac{v_1 - v_2}{2} \cdot \frac{A}{v_0}$$

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

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

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

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

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

$$x = g x \pm \sqrt{g^2 x^2 + 1} = g x \pm \frac{1}{\cos \beta} = \frac{\sin \beta \cdot 1}{\cos \beta} = \frac{\sin \beta}{\cos \beta} = 2 \cdot \frac{3}{4} = \frac{3}{2}$$

$$x = \frac{3}{2} \quad (E = 60)$$

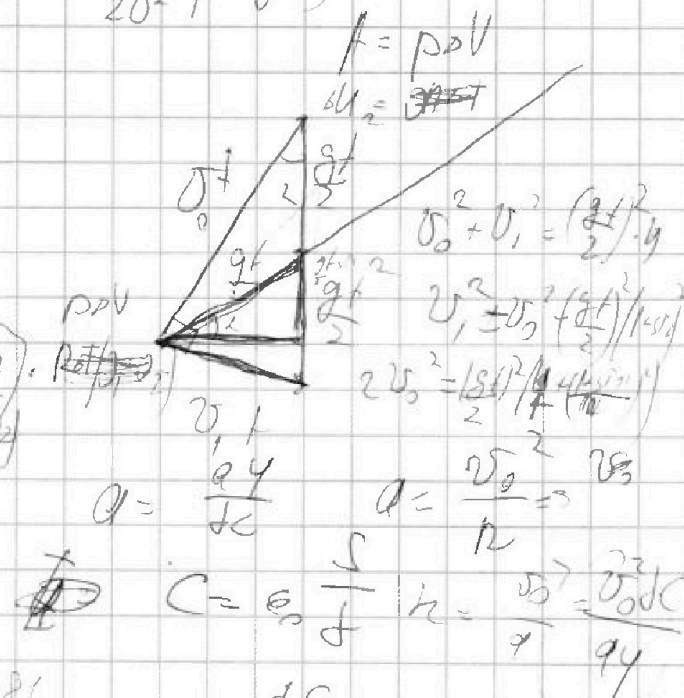
$$g_{2d} = \frac{2 \cdot g x}{1 - g^2 x^2} = \frac{2 \cdot 9.5}{1 - (4.5)^2} = \frac{19}{1 - 20.25} = \frac{19}{-19.25} = -0.987$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ + 3 \\ \hline 12 \end{array} \quad \frac{1}{5}$$

$$\frac{135}{2}$$

$$\frac{(9.5)^2}{3.25}$$

$$0.987$$



$$S = \frac{d \cdot C}{\epsilon_0} = \frac{d \cdot \rho \cdot \Delta V}{\epsilon_0} = \frac{d \cdot \rho \cdot \frac{v_1 - v_2}{2} \cdot \frac{A}{v_0}}{\epsilon_0}$$



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!

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

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

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

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

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

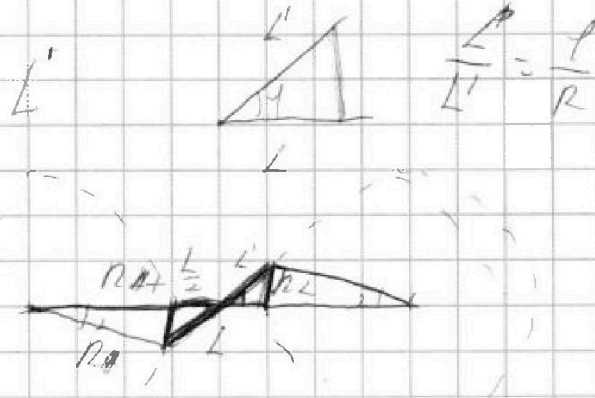
$$\delta x = \frac{L^2}{4} + L \left(\frac{R+L}{2} \right) + \frac{L^2}{4}$$

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

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

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

$$p = h \frac{L'}{L} = L \frac{L^2}{2R}$$



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

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

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

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

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

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

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

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

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