

1

367486

Регистрационный номер

Долгопрудный

Площадка написания

№ 654

Школа

Фамилия Альшиеров

(не заполнять)

Имя Руслан

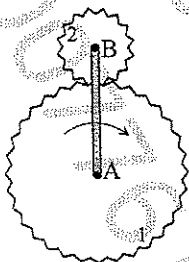
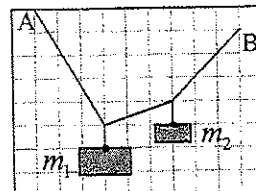
Отчество Нурланович

Подпись

«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиады

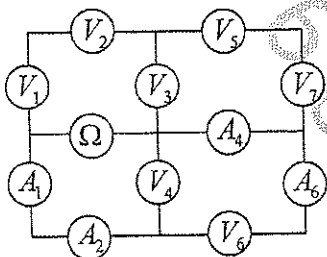
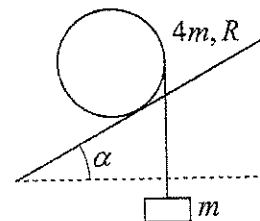
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ им. Р.Е.Алексеева, Самарский университет, СПБГЭТУ «ЛЭТИ»,
БФТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс
1 вариант

1. Концы невесомой веревки закреплены в точках А и В (см. рисунок). К веревке привязали два груза массами m_1 и m_2 . По приведенному рисунку найти отношение масс грузов m_1 / m_2 .



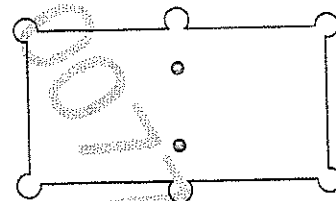
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрим модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг оси А неподвижного зубчатого колеса 1. Колесо 2 имеет N зубьев, колесо 1 – $3N$ зубьев. Сколько оборотов вокруг своей оси совершит колесо 2, когда кривошип АВ совершит n оборотов вокруг оси А?

3. На однородный цилиндр радиуса R и массы $4m$ намотана невесомая нить, к концу которой привязано тело массы m . Цилиндр аккуратно кладут на наклонную плоскость, по которой он может катиться без проскальзывания, так, что его образующая перпендикулярна направлению быстреего спуска с плоскости (см. рисунок). При каком угле наклона плоскости α цилиндр будет двигаться вверх по плоскости?

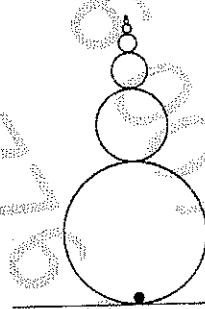


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра V_3 : $U = 1$ В и амперметра A_4 : $I = 1$ мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра Ω . Все вольтметры одинаковы, сопротивления амперметров очень малы по сравнению с сопротивлениями вольтметров.

5. Если два бильярдных шара встают напротив центральных луз бильярдного стола (рисунок), опытный игрок может ударить по одному из шаров так, что (1) оба шара попадут в лузу, расположенную в направлении удара; (2) один попадет в лузу, расположенную в направлении удара, а второй в противоположную. Как это делается? Опишите, как нужно наносить удар, как сталкиваются в этом случае шары, и почему в одном случае оба шара движутся после удара вперед, а в другом – один вперед, один назад. Ответ обосновать.



6. Незнайка решил изготовить «инновационного ваньку-встаньку». Для этого он взял очень много шаров одинаковой плотности, радиусы которых отличаются вдвое. Незнайка скрепил шары так, что центры всех шаров лежат на одной прямой, а радиус каждого последующего меньше радиуса предыдущего в 2 раза. Незнайка решил, что из-за большой массы самого нижнего шара такая конструкция, поставленная на большой шар, будет устойчивой. Но «ванька-встанька» устойчивым не был. Объясните, почему. Знайка посоветовал Незнайке прикрепить к самой нижней точке большого шара точечное массивное тело. Какую оно должно иметь массу, чтобы «инновационный ванька-встанька» был устойчивым? Масса самого большого шара m .





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике (инженерная сл.)

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

Площадка написания:

Долгопрудный

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	5	1	2	1	1	75	<i>[Signature]</i>

Задача №1

Выполним рисунок из условий, обозначая длины сторон.

Найти $\frac{m_1}{m_2}$?
Дано: рисунок

$$\sin \alpha = \frac{3}{\sqrt{10}}$$

$$\sin \beta = \frac{1}{\sqrt{10}}$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{10}}$$

$$\cos \beta = \frac{3}{\sqrt{10}}$$

$$\sin \theta = \frac{5}{\sqrt{34}}$$

$$\cos \theta = \frac{3}{\sqrt{34}}$$

$$(1) \text{ и } (2) \Rightarrow T_2 \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} = m_2 g + T_2 \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} \Rightarrow$$

$$m_2 g = T_2 \cdot \frac{2}{\sqrt{10}} \Rightarrow T_1 = T_2 \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} \cdot \frac{2}{\sqrt{2}} = m_2 g \frac{3}{\sqrt{2}} \Rightarrow T_1 \frac{\sqrt{2}}{3} = m_2 g$$

$$U_3 (3) \text{ и } (4): \longrightarrow T_2 \frac{\sqrt{34}}{\sqrt{10}} \cdot \frac{5}{\sqrt{34}} = m_1 g - T_2 \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} \Rightarrow$$

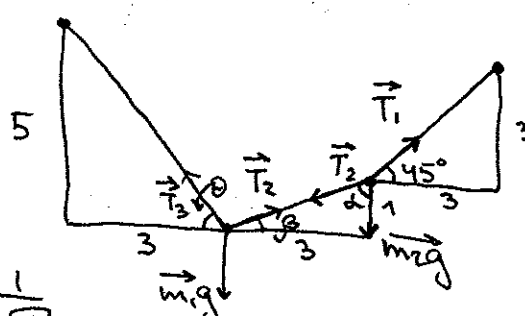
$$(1) \text{ и } (4): T_3 = T_2 \cdot \frac{\sqrt{34}}{\sqrt{10}}$$

$$m_1 g = T_2 \frac{6}{\sqrt{10}}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{m_1 g}{m_2 g} = \frac{T_2 \cdot \frac{6}{\sqrt{10}}}{T_2 \cdot \frac{2}{\sqrt{10}}} = \frac{T_2 \cdot 6 \sqrt{10}}{T_2 \cdot 2 \sqrt{10}} = \frac{6}{2} = 3$$

Ответ $\frac{m_1}{m_2} = 3$

[Handwritten marks]



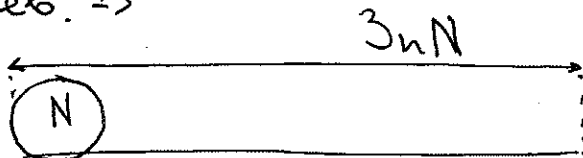
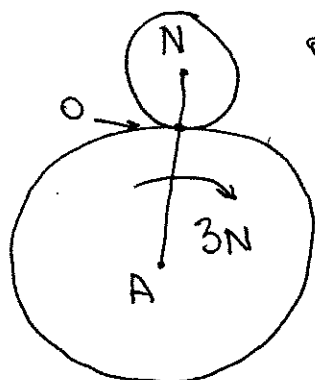
Заменим условие равновесия грузов в проекциях на оси x и y.

- Для груза m_2 :
- $T_1 \frac{\sqrt{2}}{2} = m_2 g + T_2 \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} \quad (1) \quad m_2$
 - $T_1 \frac{\sqrt{2}}{2} = T_2 \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} \quad (2) \quad m_2$
 - $T_3 \cdot \frac{5}{\sqrt{34}} = m_1 g - T_2 \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} \quad (3) \quad m_1$
 - $T_3 \cdot \frac{3}{\sqrt{34}} = T_2 \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} \quad (4) \quad m_1$

Задача №2

Для решения этой задачи существует специальная формула, которую можно вывести, как:

Кривошип совершил n оборотов вокруг оси (1)А \Rightarrow (1)В кривошипна прошла ^(пролетела над) $3nN$ зубьев. \Rightarrow



колесо с N зубьями прошло путь $3nN \Rightarrow$

количество оборотов: $Z = \frac{3nN}{N} = 3n$ оборотов

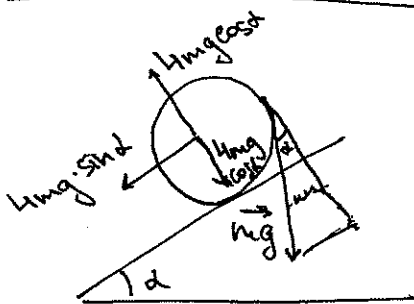
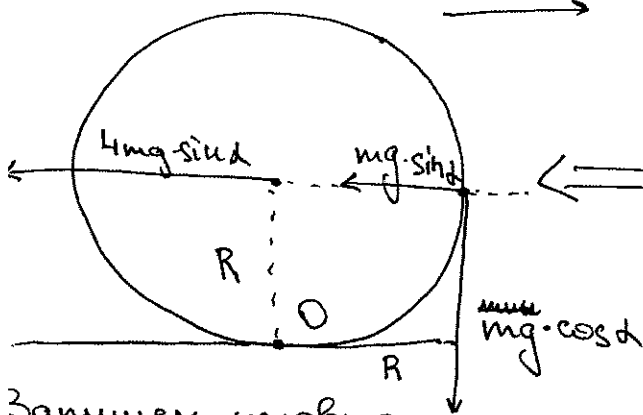
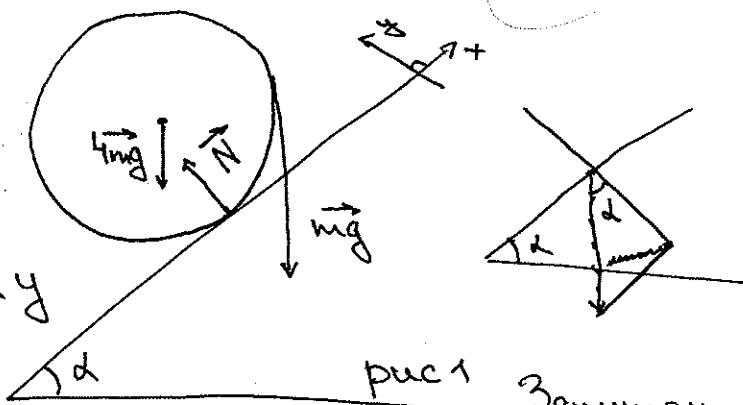
Ответ $Z = 3n$ (кон-во оборотов шестерни N)

Задача №3

Силы, действующие на цилиндр со стороны накл. плоскости представлены на рис. 1.

Разложим силу $4mg$ по осям x и y

Получаем



Заменим $d_{ПК}$ где $\alpha < \alpha_{ПК}$, а при $\alpha > \alpha_{ПК}$ цилиндр будет скатываться вниз!

Заменим условие равновесия где (1)0: (условие моментов)

$$(5mg \cdot \sin \alpha) \cdot R = (mg \cdot \cos \alpha) \cdot R \Rightarrow 5 \sin \alpha = \cos \alpha$$

Т.к. $\alpha < 90^\circ \Rightarrow \sin \alpha > 0 \cos \alpha > 0$

$$25 \sin^2 \alpha = \cos^2 \alpha$$

$$\Rightarrow 25(1 - \cos^2 \alpha) = \cos^2 \alpha \Rightarrow 25 = 26 \cos^2 \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{\frac{25}{26}} \Rightarrow \sin \alpha = \sqrt{\frac{1}{26}} \Rightarrow \alpha < \arcsin \sqrt{\frac{1}{26}}$$

Ответ $\alpha \in [0; \arcsin \sqrt{\frac{1}{26}})$ или $\alpha \in [0; 11,3^\circ)$



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике (интерное ол.)

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

Площадка написания:

Долгопрудный

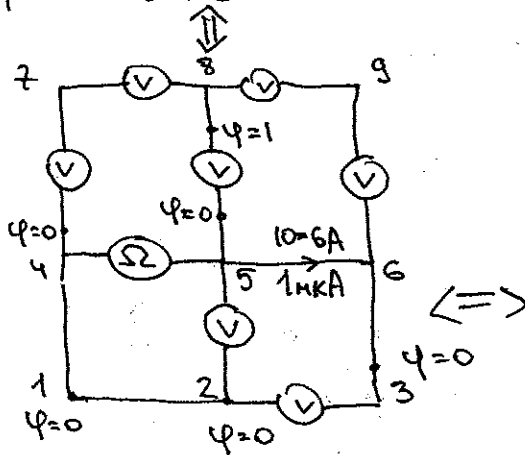
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

рис. из задаю

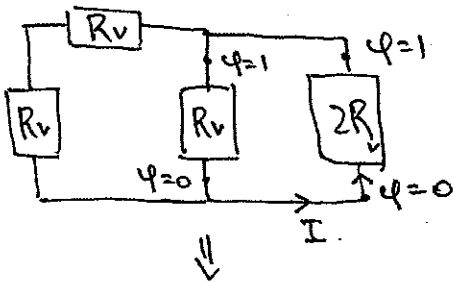


Найти R_V ; Ω ; Дано: $R_A \ll R_V$

Возьмем $R_\Omega = 0 \text{ Ом}$ (идеальный провод)

Можно соединить точки 1;2;3;4;5;6 т.к. их потенциалы равны.

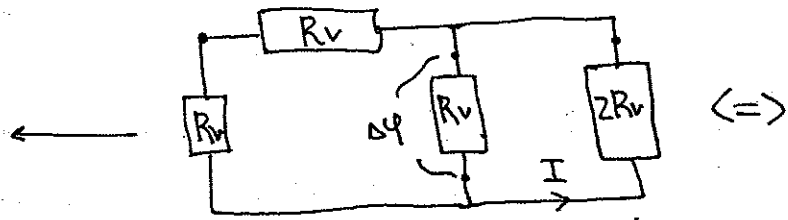
Т.к. равны потенциалы точек 2;3 и 2;5 \Rightarrow через \odot между этими точками ток не пойдет.



$$U = IR \Rightarrow \Delta\phi = I \cdot 2R_V \Rightarrow$$

$$R_V = \frac{\Delta\phi}{2I} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-6}} = 0,5 \cdot 10^6 \text{ Ом}$$

(правдоподобное значение сопротивления вольтметра)



$$R_{\text{одн}} = \frac{2R_V \cdot R_V}{3R_V} = \frac{2}{3} R_V$$

$$\rightarrow R_{\text{одн}} = \frac{8}{3} R_V \Rightarrow$$

$$\Omega = \frac{8}{3} R_V$$

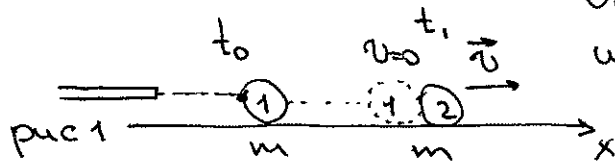
$$\Omega = \frac{8}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot 10^6 = \frac{4}{3} \cdot 10^6 \text{ Ом}$$

Ответ $R_V = 0,5 \cdot 10^6 \text{ Ом}$; $\Omega = \frac{4}{3} \cdot 10^6 \text{ Ом} \approx 1333333 \text{ Ом}$

≈ 500000

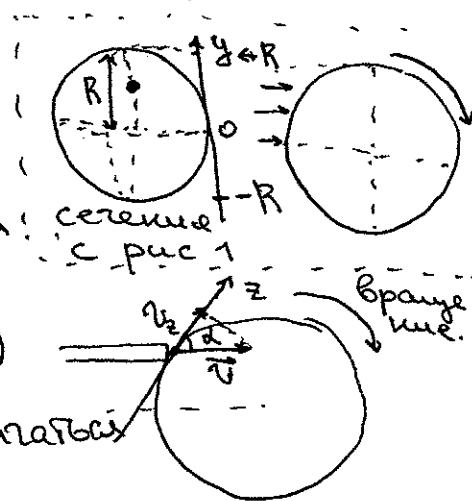
№5 Задача

1) $y \in (0; R)$



Оба шара, разумеется, имеют одинаковую массу. Пусть m .

В первом случае опытный урок даёт выше центра первого шара. Тогда шар 1 начинает совершать поступательное движение в направлении второго шара и вращательное движение. По направлению положительной проекции от скорости, переданной кием. (проекция на касательную (налку, которой) обьют шар к шару в точке удара). Шар будет двигаться: ~~продвигаться~~ проскальзываем.



Будем считать момент удара шара 1 с шаром 2 (промежуток времени соударения) ≈ 0 с очень маленьким. Тогда по закону сохранения импульсов $m\vec{v}_1 = m\vec{v}_2 + m\vec{v}_1'$

В проекции: $m v_{1,x} = m v_2 + m v_{1,x}' \Rightarrow v_1 = v_2 + v_{1,x}'$
 $\text{ЗСЭ: } v_1^2 = v_2^2 + v_{1,x}'^2 \Rightarrow v_1' = 0; v_2 = v_1$ (все скорость шара 1 перешла к шару 2)

Шар 1 останавливается, шар 2 продолжает движение по вектору \vec{v}_1 до лунки (соударение центральное). Но шар 1 не теряет вращательного движения т.к. $\Delta t \approx 0$ с и работа силы трения между шариками $F_{\text{тр}} \Delta t \approx 0 \frac{\text{м} \cdot \text{м}}{\text{с}} (\text{Н} \cdot \text{с})$

И за счёт вращательного движения и силы трения между шаром №1 и поверхностью бильярдного стола; шар 1 ~~продвигается~~ вновь начинает поступательное движение, при том по той же траектории (т.к. удар был сделан в точку, лежащей в плоскости, в которой принадлежит прямая траектории центра шара) см. сечение с рис.1. \Rightarrow шар 1 так же залетит в лунку, что и шар 2, но позже.



2) Надо ударить в точку ниже центра шара, тогда движение шара будет таким же до соударения, но проскальзывание будет в другую сторону! Шар 1 так же роняет скорость шару 2, но после остановки начнёт двигаться в обратную сторону! и попадет в лунку.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике (инженерная сп.)

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

Площадка написания:

Долгоруцкий

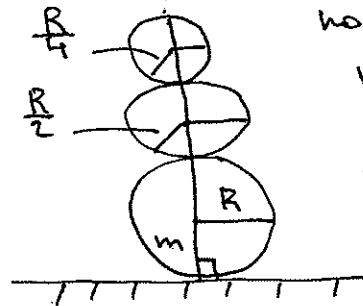
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

Задача №6



Плотность распределена равномерно по объёму шаров (однородные);

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3; \quad m = \rho V = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho$$

Масса второго шара: $\frac{4}{3} \pi \left(\frac{R}{2}\right)^3 \rho = \frac{m}{8}$ и масса каждого последующего будет в 8 раз меньше предыдущего.

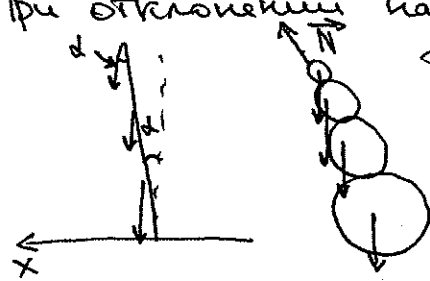
Геометрическая последовательность: $m_n = m \cdot \left(\frac{1}{8}\right)^{n-1}$

$$\sum_{n=0}^{\infty} m_n = \frac{m \cdot (q^n - 1)}{(q - 1)} = \frac{m \cdot (-1)}{\frac{1}{8} - 1} = \frac{m}{\frac{7}{8}} = \frac{8m}{7} \text{ - масса всей «валыки-валыки»}$$

Дано: Масса самого большого шара m .
Найти M ?

Рассмотрим статику такого тела при отсутствии груза M :

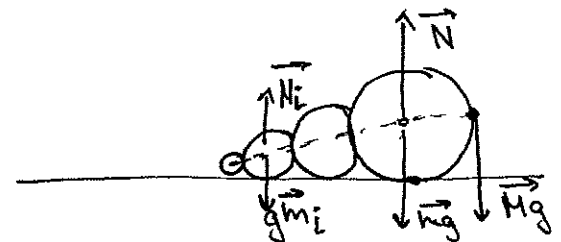
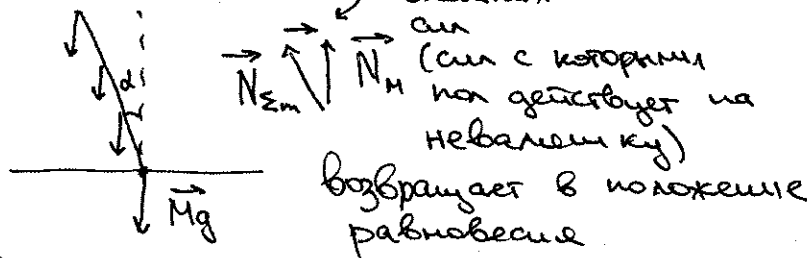
При отклонении на небольшой угол α :



будет возникать сила, выводящая конструкцию из положения равновесия (нескомпенсированная сила \vec{N} , дающая проекцию на x и роющая систему). Поэтому система неустойчивая.

Рассмотрим завед:

Расположив M : равновесная внешняя



Рассмотрим уравнение моментов

$$MgR > \int \sum_{n=0}^{\infty} m_n l_n \Rightarrow M > \frac{8}{7} m$$

расстояние до линии действия

Ответ $M > \frac{8}{7} m$

относительно точки касания
Лист 3 из 3 Большого шара

(Handwritten signature)

