


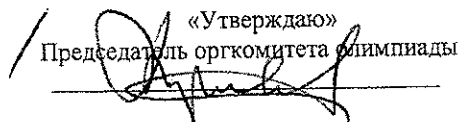
1340591
Регистрационный номерУфа
Площадка написанияМАОУ «Бш и З»
Школа

Фамилия БОГДАНОВ

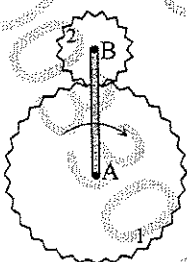
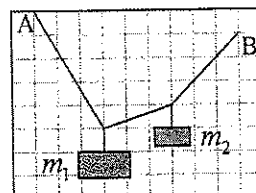
322
(не заполнять)

Имя АЗАТ

Отчество ГАЗИМОВИЧ

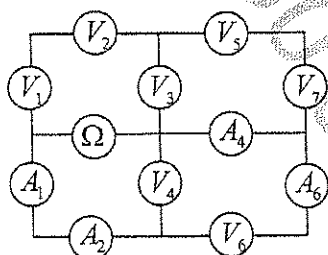
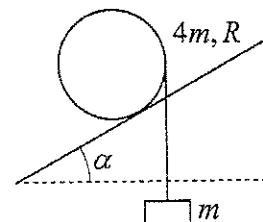

Подпись«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиады
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), ИГТУ им. Р.Е.Алексеева, Самарский университет, СПБГЭТУ «ЛЭТИ»,
БГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс
1 вариант

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 .



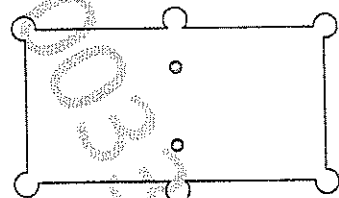
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг 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?

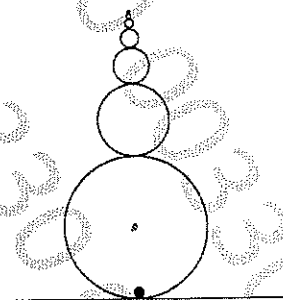


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра V_3 : $U = 1$ В и амперметра A_4 : $I = 1$ мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра 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

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

Площадка написания:

Ура

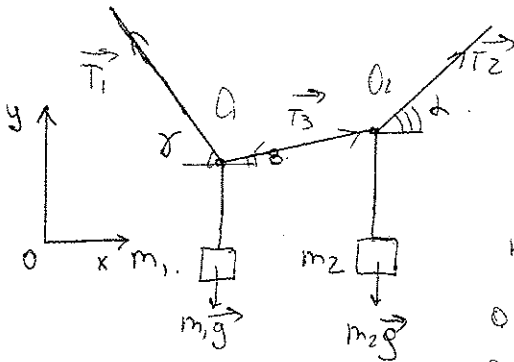
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	2	2	2	2	2	10	В. С. С.

Задача 1.



Расставили силы. Грузы покоятся, значит сумма сил, действующих на узлы O_1 и O_2 равны. Введем оси Ox и Oy : Распишем силы, действующие на O_1 и O_2 и спроецируем их.

Ox : $T_1 \cos \gamma = T_3 \cos \beta$
 Ox : $T_2 \cos \alpha = T_3 \cos \beta$
 Oy : $T_1 \sin \gamma + T_3 \sin \beta = m_1 g$
 Oy : $T_2 \sin \alpha - T_3 \sin \beta = m_2 g$

Из рисунка по клеточкам найдём значения углов.

$$\sin \gamma = \frac{5}{\sqrt{34}}, \quad \cos \gamma = \frac{3}{\sqrt{34}}, \quad \sin \beta = \frac{1}{\sqrt{10}}, \quad \cos \beta = \frac{3}{\sqrt{10}}, \quad \sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{2}}, \quad \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

Подставим значения углов в уравнения. Получим

$$T_1 \cdot \frac{3}{\sqrt{34}} = T_3 \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} \Rightarrow T_1 = T_3 \cdot \frac{\sqrt{17}}{5} \quad T_2 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = T_3 \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} \Rightarrow T_2 = T_3 \cdot \frac{3}{\sqrt{5}}$$

$$T_1 \cdot \frac{5}{\sqrt{34}} + T_3 \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} = m_1 g \Rightarrow T_3 \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} + T_3 \cdot \frac{5}{\sqrt{10}} = T_3 \cdot \frac{6}{\sqrt{10}} = m_1 g$$

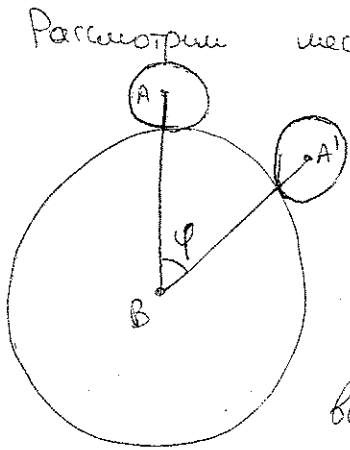
$$T_2 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} - T_3 \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} = m_2 g \Rightarrow T_3 \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} - \frac{T_3}{\sqrt{10}} = m_2 g \Rightarrow \frac{2}{\sqrt{10}} \cdot T_3 = m_2 g$$

Тогда $\frac{m_1}{m_2} = 3$.


Ответ

3.

Задача 2.

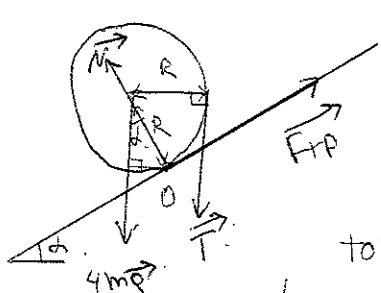


Рассмотрим шестерки. Пусть кривошип AB повернется на угол α . Тогда длина дуги угла α равна $R\alpha$. Т.к. у колеса в 3 раза меньше зубьев, то можем считать, что и радиус у него в 3 раза меньше. Тогда вращательное движение оно пройдет расстояние $R\alpha$ и повернется на угол $\frac{R\alpha}{\frac{R}{3}} = 3\alpha$. Т.к. центр колеса движется по окружности, то ~~на~~ радиус у точки касания тоже повернется на угол α . Итого колесо пройдет 4α то есть на угол в 4 раза больший, чем угол кривошипа. Тогда, когда кривошип совершит n оборотов, то колесо совершит $4n$ оборотов.

Ответ $4n$. 

Задача 3.


Рассмотрим силы, действующие на цилиндр.



$\vec{T} = m\vec{g}$. Чтобы цилиндр двинулся вверх, нужно чтобы момент силы, действующей по касовой стрелке был больше момента, действующего против касовой стрелки. От-комплетно там O. Рассмотрим эти моменты. $\vec{F}_{тр}$ и \vec{N} равны нулю тогда.

$4mg R \sin \alpha \leq mg R (1 - \sin \alpha)$ получаем, что $\sin \alpha \leq \frac{1}{5}$.

Цилиндр будет двигаться вверх при углах от 0 до $\arcsin(\frac{1}{5})$.

Ответ $\alpha \leq \arcsin(\frac{1}{5})$. 



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 4

Площадка написания:

Ураа.

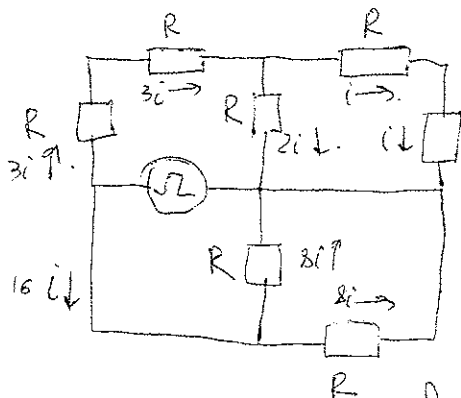
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

Задача 4. На чертёж схеме заменив вольтметры на резисторы в сопротивлении R — сопротивление вольтметра. Амперметр заменим на идеальную проверку. Получим следующую схему.



Пусть через резистор, находясь на месте V_7 течёт ток i . Тогда через резистор на месте V_5 течёт ток i . Тогда через резистор на месте V_3 течёт ток $2i$. Разность потенциалов на нем равна $2R \cdot i$. Тогда по I закону Кирхгофа через резистор на месте V_2 течёт ток $3i = 2i + i$. Через резистор на месте V_1 течёт ток $3i$. Тогда через резисторы на месте V_4 и V_6 течёт по $8i$. Амперметр показывает $19i$. Через амперметр A_1 протекает

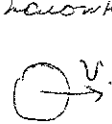
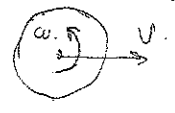
Тогда всего через амперметр протекает $19i$. Тогда $I = 9i = 1 \text{ мкА}$, тогда $i = \frac{1}{9} \text{ мкА} = \frac{1}{9} \cdot 10^{-6} \text{ А}$. Напряжение на вольтметре V_3 $U = R \cdot 2i = 1 \text{ В}$. $R \cdot \frac{2}{9} \cdot 10^{-6} = 1 \Rightarrow R = 4,5 \cdot 10^6 \text{ Ом} = 4,5 \text{ Мом}$.

Найдём общее сопротивление. Разность потенциалов $V = 8iR$, а сила тока через амперметр $I = 19i$. Тогда $R_{\text{общее}} = \frac{V}{I} = \frac{8iR}{19i} = \frac{8 \cdot R}{19} = \frac{36}{19} \cdot 10^6 \text{ Ом} = \frac{36}{19} \text{ Мом}$.

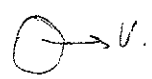
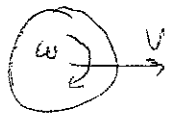
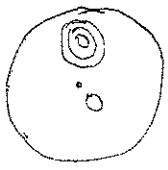
Ответ $4,5 \text{ Мом}$ $\frac{36}{19} \text{ Мом}$.

Задача 5.

Я думаю, что особенность удара — это выбор места, по которому игрок бьет кием шар. К примеру, если игрок ударит кием центра шара, то у шара будет не только поступательное, но и вращательное движение. Столкнувшись с другой шаром происходит обмен поступательных скоростей, но вращательные энергии у шара остаются. Благодаря которой в данном случае пойдут в путь противоположно удару. Вид сверху



Теперь рассмотрим, что будет если ударить выше центра. В данном случае перед ударом будет так. И благодаря угловой скорости шар приобретет линейную скорость. В данном случае шар пойдёт в путь, направленную в направлении удара. Вид сверху



Задача 6.

Введем зависимость массы шара от того, какой он располагается по счету. Радиус каждого следующего шара в два раза меньше, значит объем его в 8 раз меньше значит и масса в два раза меньше. $m(n) = \frac{m}{2^{3n}}$, где $n \in \{1, \dots, \infty\}$. Каждой зависимости рассмотрим от точки касания основания шара с поверхностью земли, до центра масс данного шара. Первый находится на расстоянии R , второй на $2R + \frac{R}{2}$. n -ый на расстоянии $2(R + \frac{R}{2} + \frac{R}{4} + \dots + \frac{R}{2^n}) + \frac{R}{2^{n+1}} = 2R(1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{2^n} + \frac{1}{2^{n+2}})$. См. продолжение на странице 5

имеет 4, и 6



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

Дата 24.02.2022

Вариант № 1.

Площадка написания:

Ура

**ФИО и рег. номер не
указывать!**

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

Задача 6 процентные.

Сумма $S = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \dots + \frac{1}{2^n}$ - сумма геометрической прогрессии.

$$S = \frac{1(\frac{1}{2} - 1)}{\frac{1}{2} - 1} = 2(1 - \frac{1}{2^n})$$

Тогда расстояние $L(n) = 2R(2 - \frac{2}{2^n} + \frac{1}{2^{n+1}}) = 2R(2 - \frac{3}{2^{n+1}}) =$
 $-\frac{R}{2}(\frac{4}{2^n} - \frac{3}{2^n})$

← *опкоментить похи расанае дальшого шара с земли.*

Тогда масса $M(n) = m(n) \cdot L(n) = \frac{mR}{2} (\frac{4}{2^n} - \frac{3}{2^n}) (\frac{1}{2^{3n}}) =$
 $= \frac{mR}{2} (\frac{4}{2^{3n}} - \frac{3}{2^{4n}}) = mR (\frac{4}{2^{3n}} - \frac{3}{2^{4n}})$

Тогда сумма всех масс $M(n) =$
 $= \sum mR (\frac{4}{2^{3n}} - \frac{3}{2^{4n}}) = mR (4 \sum \frac{1}{2^{3n}} - 3 \sum \frac{1}{2^{4n}})$. $\sum \frac{1}{2^{3n}} = \frac{1}{1 - \frac{1}{8}} = \frac{8}{7}$

$\sum \frac{1}{2^{4n}} = \frac{1}{1 - \frac{1}{16}} = \frac{16}{15}$. Тогда.

$\sum M = mR (\frac{32}{7} - \frac{16}{5}) = \frac{48}{35} mR$.

Найдём массу всех шаров. $\sum m(n) = m \sum \frac{1}{2^{3n}} = \frac{8}{7} m$.

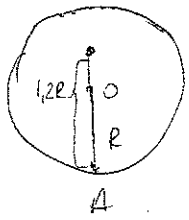
Тогда центр масс располагается на расстоянии $\frac{\frac{48}{35} mR}{\frac{8}{7} m} = R \cdot 1,2$.

Лист 5 из 6

Продолжение на странице 6.

Задача 6 Прогрессивне

Поэтому всю систему можно представить как шар, у которого масса $\frac{8}{7}m$ и центр масс расположен на $1,2R$.



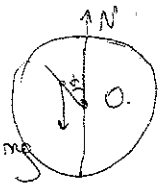
Тогда, чтобы шар был устойчивым, нужно, чтобы центр масс лежал не выше центра - точки O и лежал на OA. Тогда

$$\frac{48mR}{35} \leq R \Rightarrow \frac{8}{7}m \geq X$$

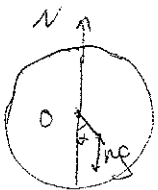
~~$X \geq \frac{8}{7}m$~~ ~~$X \geq \frac{48}{35}m$~~ $X \geq \frac{48}{35}m - \frac{8}{7}m$

$$X \geq \frac{8}{35}m$$

Докажем, что если центр масс лежит выше точки O, то положение равновесия неустойчивое. Пусть система отклонится на угол α , $\alpha \ll 1$, тогда относительно точки O будет действовать сила тяжести, разворачивающая систему против часовой стрелки к устойчивому положению равновесия.



Теперь рассмотрим систему, где центр масс лежит ниже точки O. Малейшее отклонение разворачивает систему относительно O, с положением равновесия. Поэтому это ~~неустойчивое~~ устойчивое положение равновесия.



⊕ 25