

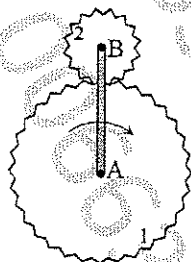
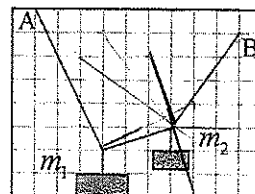
2

274509
Регистрационный номерДолгопродви
Площадка написанияМОУ "Лицей 523"
ШколаФамилия ПетровИмя ВикторОтчество Иванович163
(не заполнять)

Подпись

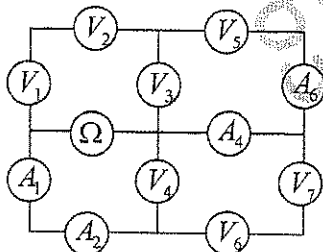
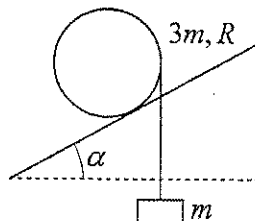
«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиадыНИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», БГТУ им. В.Г. Шухова, ВлГУ
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс
2 вариант

4. 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 .



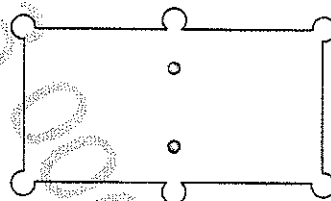
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

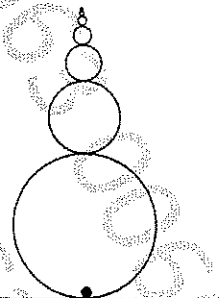


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра V_3 : $U = 1$ В и амперметра A_4 : $I = 1$ мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра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

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 втрое. Незнайка скрепил шары так, что центры всех шаров лежат на одной прямой, а радиус каждого последующего меньше радиуса предыдущего в 3 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 .





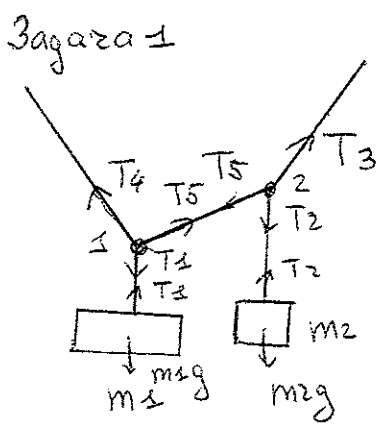
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по _____

Дата 27.02.2022
Вариант № 2
Площадка написания:
Долгопрудный
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

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



1) По второму з-ну Ньютона: $T_2 = m_2 g$,
 $T_1 = m_1 g$.

2) Чтобы избавиться от сил T_4 и T_3 спроецируем происходящее в точках 1, 2 на оси перпендикулярные T_4 и T_3 соотв.

~~Составим уравнения для точек 1 и 2~~ 3) Как показывают попытки спроецировать, это не самый удобный способ. Лучше рассмотрим внешние силы действующие на систему 1 кружок - веревка соед. со вторым кружком - 2 кружок. Спроецируем на гор. ось: $T_4 \cdot \frac{2}{\sqrt{4+16}} = T_3 \cdot \frac{3}{5} \Rightarrow$
 $\Rightarrow T_4 = T_3 \cdot \frac{3}{\sqrt{5}}$ (косинусы ищем по рисунку) (1)

Ну и тогда мы проецируем на вертикальную ось: $m_1 g + m_2 g = T_3 \cdot \frac{4}{5} +$
 $+ T_4 \cdot \frac{4}{\sqrt{20}} = \frac{4}{5} T_3 + \frac{2}{\sqrt{5}} T_4 = m_1 g + m_2 g$ (2)

~~Классический способ - рассмотреть систему из двух грузов и веревки~~
~~и проецировать на ось перпендикулярную T5~~

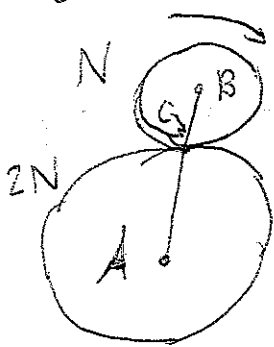
Все-таки без проецировки на ось \perp какой-нибудь сил натяжения не обойтись. Спроецируем для второго груза на ось $\perp T_5$: $m_2 g \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} = \frac{4}{5} T_3 \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} - \frac{3}{5} T_3 \cdot \frac{1}{\sqrt{10}}$ (для удобства мы еще разложили вектор T_3 по базису горизонт. и верт. осей). (все триг. функции из рисунка).
Лист 1 из 4
 $3 m_2 g = \frac{12}{5} T_3 - \frac{3}{5} T_3 \Rightarrow m_2 g = \frac{3}{5} T_3 \Rightarrow T_3 = \frac{5}{3} m_2 g$ (3)

Подставим в (2) (1) и (3):

$$\frac{4}{5}T_3 + \frac{6}{5}T_3 = 2T_3 = \frac{10}{3}m_2g = m_1g + m_2g$$

$$\frac{7}{3}m_2g = m_1g \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{7}{3}$$

Задача 2:



Рассмотрим это как движение двух колес жестко скрепленных стержнем AB

у точки ~~касания~~ ит прокатывания (иначе шестерни ломаются)

Тогда когда ~~какое~~ кривошип совершит n оборотов,

это значит, что было пройдено $n \cdot 2N$ зубьев.

Но тогда колесо 1 прошило $\frac{n \cdot 2N}{N} = 2n$ оборотов.

Ответ: $2n$ оборотов.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

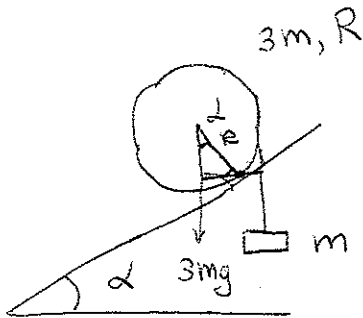
Работа по _____

Дата 27.02.2022
Вариант № 2
Площадка написания:
Долгопрудный
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

Задача 3:



1) Если тело (колесо) движется без проскальзывания, удобно рассмотреть его мгновенный центр вращения (точку, вокруг которой тело совершает ~~вращение~~ вращение) у колеса без проск. м.у.в. Это точка касания колеса с поверхностью.

Чтобы колесо вращалось с постоянной ω (или покоилось) относительно этой точки должно выполняться равенство крутящих моментов. Тогда:

Линия трения и реакции не играет никакой роли т.к. их плечо 0;

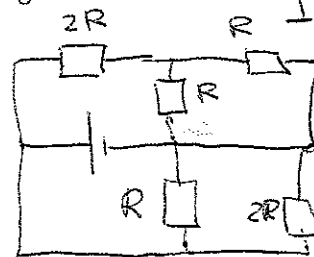
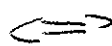
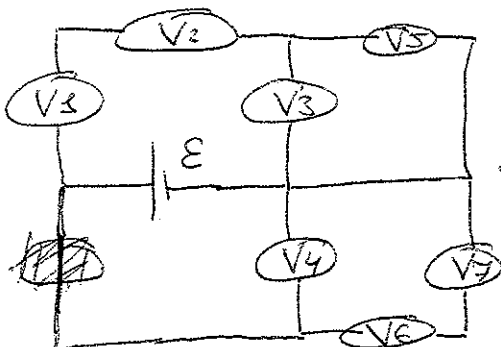
$$3mg \cdot \sin \alpha \cdot R = mg (R - R \sin \alpha)$$

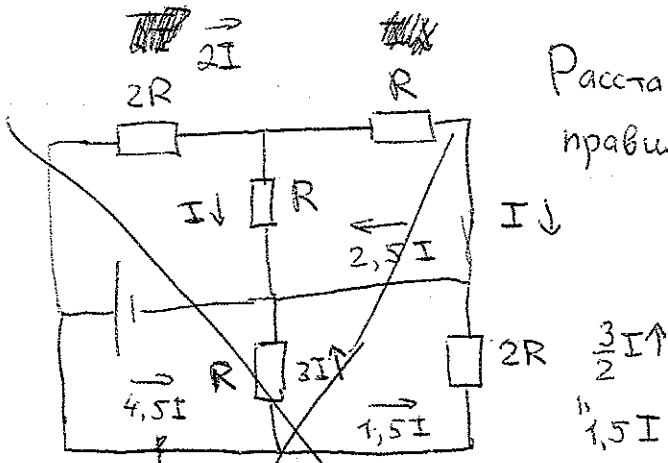
$$3 \sin \alpha = 1 - \sin \alpha \Rightarrow 4 \sin \alpha = 1 \Rightarrow \sin \alpha = \frac{1}{4} \Rightarrow \alpha = \arcsin\left(\frac{1}{4}\right).$$

Задача 4.

Замечим сразу все амперметры на провода.

Амметр есть источник тока с амперметром, он показывает свой $\frac{\mathcal{E}}{I_0}$.





Расставим токи в контурах пользуясь правилами Кирхгофа:

Тогда суммарный ток ~~4,5I~~ $6,5I$. Ток через $A_4 = 2,5I$
 $I = 0,4 \text{ мкА} \Rightarrow$ напряжение на 3 вольтметре $IR = 0,4 \cdot 10^{-6} \cdot R = 1$
 $\Rightarrow R = \frac{2,5}{4} \cdot 10^6 \text{ (Ом)} \Rightarrow$ Показание Ω :
 $R_0 = \frac{3IR}{6,5I} = \frac{6}{13} R \approx 1,15 \cdot 10^6 \text{ Ом}$

Отв: ~~...~~ $R_B = 2,5 \cdot 10^6 \text{ Ом};$
 $\Omega \approx 1,15 \cdot 10^6 \text{ Ом}.$

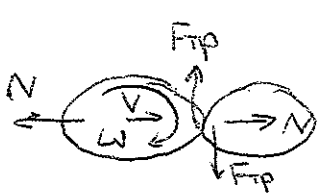
Задача 5.

См продолж. на другом листе

Рассмотрим упругое центральное столкновение двух шаров одинаковой массы. Пусть у первого шара скорость \vec{V}_0 . Тогда если перейти в С.Ц.М. и с учетом ее свойств легко получить, что после удара первый шар остановится, а второй покатится со скоростью \vec{V}_0 .

Нам такой вариант не подходит. Что же может изменить ход шаров?

\perp : удар скорее всего является неупругим. Какая-то часть энергии расходуется на тепло, деформацию и силу трения между шариками.



Но заметим, что положительную работу сила трения совершить не может.

При этом ЗСИ для неупругих ударов работает. Если шарик сможет так ударить, что шары "слипнутся" и поедут как единое целое, то оба шара поедут до противополож. шунки.

Скорее всего N реакция из-за деформации при ~~взаимном~~ ^{одних} скоростях становится сильно больше, чем при других, из-за чего $N \Delta t$ хватает, чтобы первый шар приобрел еще какую-то скорость в обратном направлении.

При небольших скоростях деформация не такая сильная а из-за ~~сил~~ ^{сил} трения и других потерь энергии ~~уменьшается~~ ^{уменьшается} скорость первого шара. Только

Скорее всего поэтому взаим. шаров \perp шаров взаимодейств. по разному. \Rightarrow можно показать, что $\frac{mV_1^2}{2} - A = \frac{mV_1'^2}{2} + \frac{mV_2'^2}{2}$

0,55



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

ШИФР: 163
(не заполнять)

Работа по _____

Дата 27.02.2022

Вариант № 2

Площадка написания:

Далгопрудий

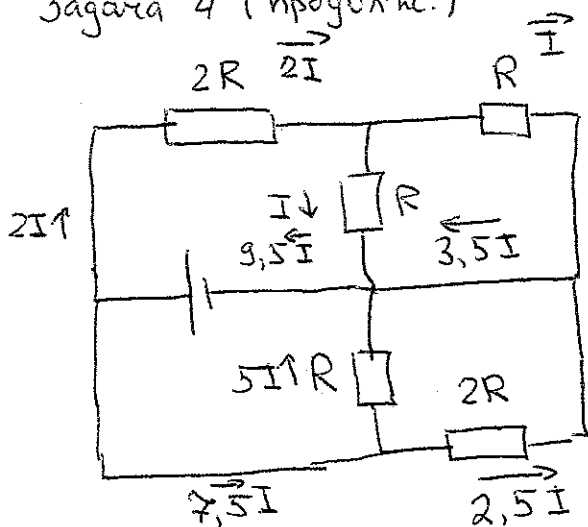
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

Задача 4 (продолж.)



Расставим токи в цепи пользуясь
правилами Кирхгофа:

$$\begin{cases} \text{Тогда } \mathcal{E} = 5IR \\ 3,5I = I_4 R \\ V_3 = IR \end{cases}$$

$$I = \frac{I_4}{3,5} \approx \frac{2}{7} \cdot 10^{-6} \text{ (A)}$$

$$\text{Тогда } R = \frac{V_3}{I} = \frac{7}{2} \cdot 10^6 \cdot 1 \text{ (Ом)}$$

Показания

$$\frac{5IR}{9,5I} \approx \frac{10}{19} R \approx 1,84 \cdot 10^6 \text{ (Ом)}$$

Отв: $3,5 \cdot 10^6 \text{ Ом}$ и $1,84 \cdot 10^6 \text{ (Ом)}$

⊕ 25



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по _____

Дата 27.02.2022

Вариант № 2

Площадка написания:

Долгопрудный

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

Задача 6.

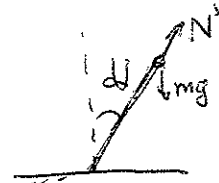
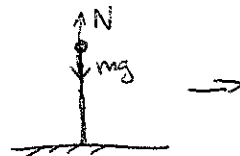
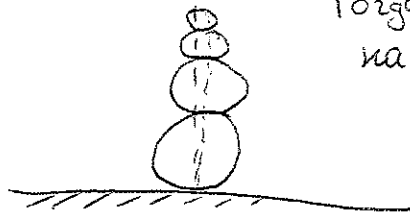


чтобы система была устойчивой при отклонении на малый угол она должна сама пытаться вернуться в равновесие. Отклоним нашу систему от нормы на $d\alpha$:

$d\alpha$

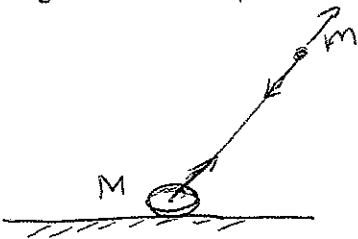
Т.к $R_i = 3R_{(i+1)} \Rightarrow m_i = 9m_{(i+1)}$

Тогда еще представить в виде стержня где на каком-то V находится центр масс, то становится понятно, почему конструкция устойчива:



Пусть теперь мы большой груз массой M поставим
визу:

второй закон Ньютона уже не дает 0 (это рез. сила)



УБ

