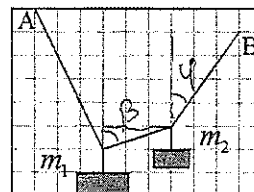


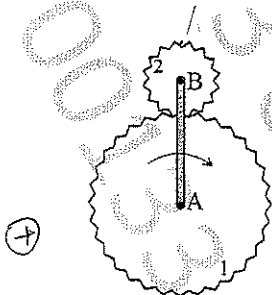
2

222492
Регистрационный номерМИФИ
Площадка написанияМБОУ - лицей №2
ШколаФамилия КочетковИмя НикитаОтчество Юрьевич131
(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

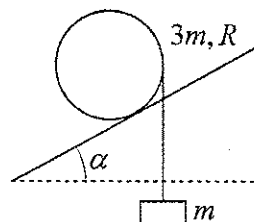
4. Концы невесомой веревки закреплены в точках А и В (см. рисунок). К веревке привязали два груза массами m_1 и m_2 . По приведенному рисунку найти отношение масс грузов m_1/m_2 .



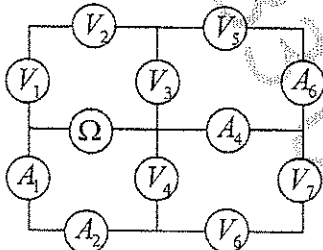
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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



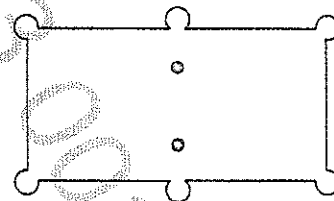
3. На однородный цилиндр радиуса R и массы $3m$ намотана невесомая нить, к концу которой привязано тело массы m . Цилиндр аккуратно кладут на наклонную плоскость, по которой он может катиться без проскальзывания, так, что его образующая перпендикулярна направлению быстреего спуска с плоскости (см. рисунок).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



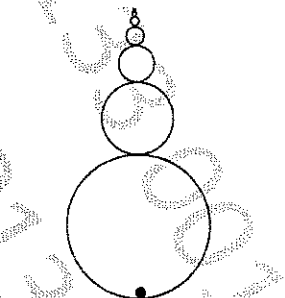
4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра V_3 : $U = 1$ В и амперметра A_4 : $I = 1$ мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра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

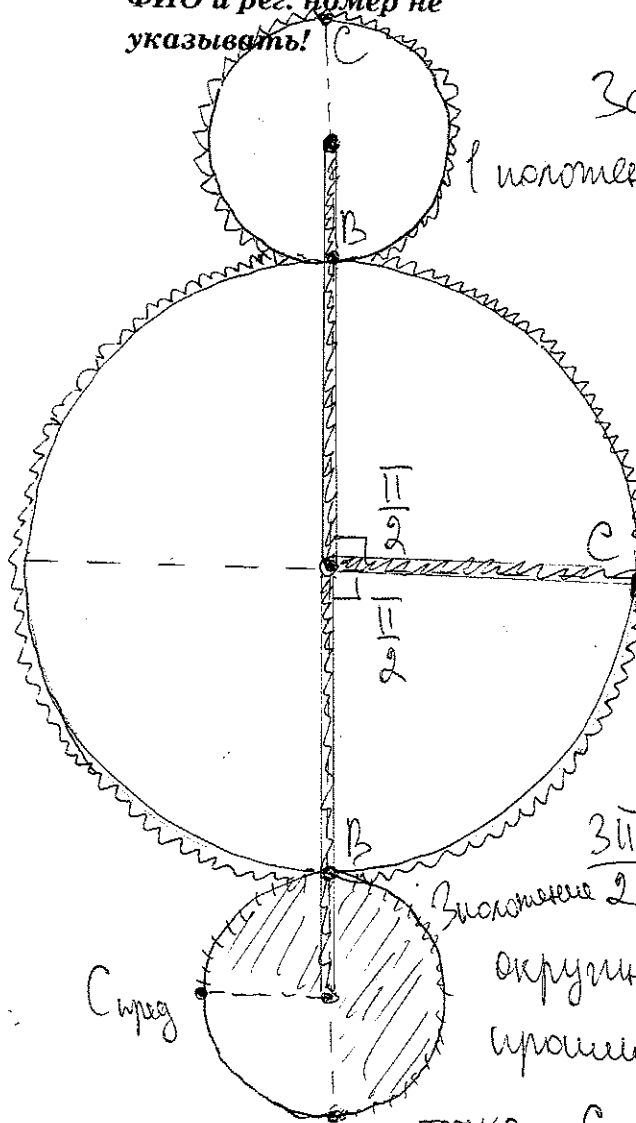
Дата _____
Вариант № _____
Площадка написания: _____

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	2	2	2	2	2	7,5	<i>[Signature]</i>

ФИО и рег. номер не указывать!

Задача 2.



Зафиксируем точки

B и C на меньшем

колесе. Пока кривошип

повернется относительно

оси A на градус $\frac{\pi}{2}$,

то меньшее колесо

пройдет и повернется вокруг

своей оси на угол равной

дуге $\frac{3\pi}{2}$; так как $\frac{\pi}{2}$ - это $\frac{1}{4}$ длины

окружности, а значит маленькое колесо

прошло по большому $\frac{N}{2}$ зубьев, значит

2 положения пройдет дугу $\frac{3\pi}{2}$ и соприкоснется с

большим колесом. Если за $\frac{\pi}{2}$ похода кривошипа вокруг оси

A, маленькая окружность поворачивается вокруг своей оси на угол

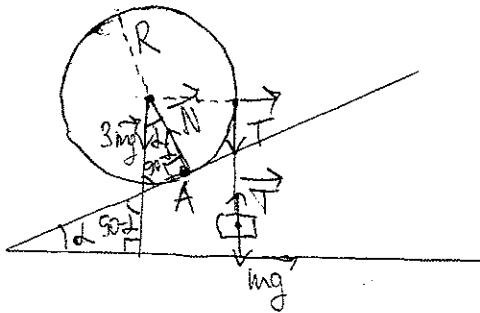
$\frac{3\pi}{2}$, то за полный оборот кривошипа вокруг оси A,

маленькое колесо обертывается вокруг своей оси на угол 6π ($\frac{3\pi}{2} \cdot \frac{2R \cdot 2}{\pi} = \frac{3\pi \cdot 4}{2} = 6\pi$), а это 3 оборота вокруг своей оси. Поэтому за каждый оборот кривошипа вокруг оси А, маленькое колесо совершит 3 оборота вокруг своей оси. То есть за n оборотов кривошипа вокруг оси А, маленькое колесо совершит $(3n)$ оборотов вокруг своей оси.

Ответ: $3n$.



Задача 3.



Нарисуем сам цилиндр более подробно.

Для тела массы m :

$$T - mg = 0 \quad (\text{по 2 З.Н.})$$

$$T = mg.$$

~~Запишем закон~~

Распишем моменты сил относительно

точки А:

$$M_1 + M_2 + M_3 = 0$$

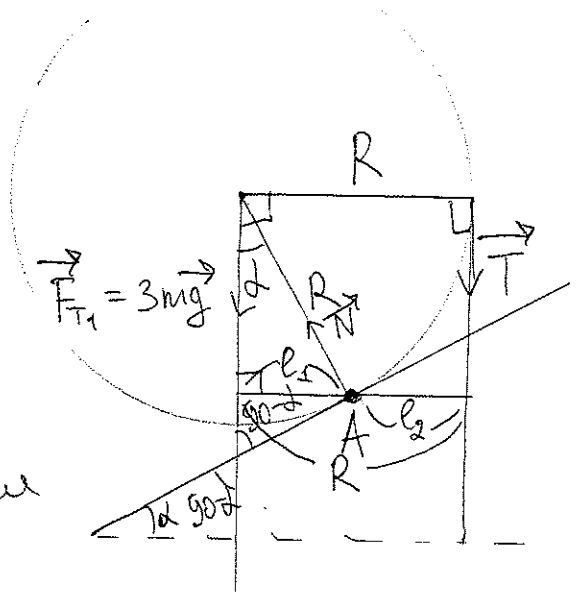
$$-F_{T1} \cdot l_1 + T \cdot l_2 + N \cdot 0 = 0$$

$$F_{T1} \cdot l_1 = T \cdot l_2$$

$$l_1 = R \cdot \sin \alpha$$

$$l_2 = R - l_1 = R - R \sin \alpha = R(1 - \sin \alpha)$$

Но чтобы цилиндр начал двигаться вверх по плоскости момент сил натяжения нити должен быть больше момента сил тяжести цилиндра:





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по _____

Дата _____

Вариант № _____

Площадка написания:

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2							

Задача 3 (продолжение)

$$T \cdot l_2 > F_{\text{н}} \cdot l_1$$

$$mgl_2 > 3mgl_1$$

$$mgR(1 - \sin \alpha) > 3mgR \sin \alpha$$

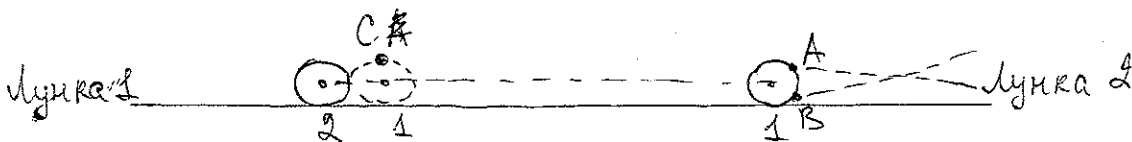
$$1 - \sin \alpha > 3 \sin \alpha$$

$$1 > 4 \sin \alpha$$

$$\sin \alpha < \frac{1}{4}$$

Поскольку на отрезке от $[0; \pi]$ синус возрастает,
то $\alpha < \arcsin\left(\frac{1}{4}\right)$. \oplus $\textcircled{20}$

Задача 5.



Рассмотрим 2 разных удара:

1) В точку А.

Когда мы бьем по шару (1) в точку А, то мы передаем ему импульс, который состоит не только из горизонтальной составляющей, но и из вертикальной. Поэтому когда он декатывается со шара (2) и при соударении он переда-

задача 5 (продолжение)

Есть еще только горизонтальную составляющую своего импульса, так как удар ~~он~~ происходит в точке, лежащей на прямой, соединяющей радиус шариков, и эта прямая параллельна горизонту. Когда 1-ый шар передаст свою горизонтальную составляющую 2-ому шару (так как удар абсолютно упругий), то он останавливается, но оставшаяся ~~горизонтальная~~ вертикальная составляющая импульса начнет закручивать его вокруг своей оси так, что точка С крутится против часовой стрелки. И впоследствии за счет

~~в точку В~~ ~~шар~~ ~~трени~~ он начнет катиться дальше, ~~вправо~~ ~~вслед~~ за 2-ым шариком. Таким образом 2 шарика могут попасть в 1 лунку друг за другом.

2) В точку В.

Происходит аналогичная ситуация, как и с точкой А, только теперь вертикальная составляющая импульса направлена в другую сторону, а значит после абсолютно упругого соударения со 2-ым шариком, он также передаст всю свою горизонтальную составляющую 2-ому шариком, и также начнет закручиваться вокруг своей оси, только теперь точка С будет крутиться по часовой стрелке, и в таком случае 1-ый шарик поедет в ту же сторону, откуда приехал. Таким образом 2 шарика могут попасть в 2 диаметрально-противоположные лунки.

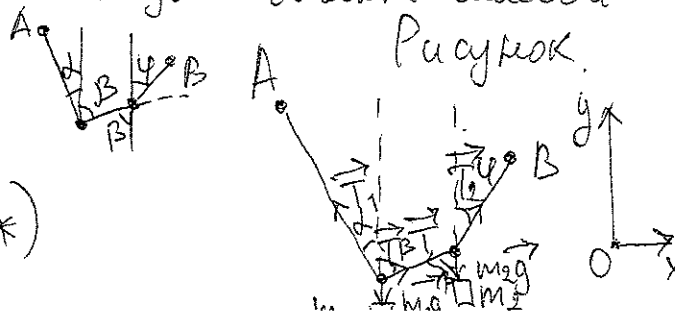


Задача 1.

Растянем 2-ой закон Ньютона для объекта массой

$$m_1: \vec{T}_1 + \vec{T} + m_1 \vec{g} = 0$$

$$Oy: T_1 \cdot \cos \alpha - m_1 g + T \cdot \cos \beta = 0 (*)$$





Работа по _____

Дата _____
Вариант № _____
Площадка написания: _____

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

ФИО и рег. номер не
указывать!

$$OX: -T_1 \cdot \sin \alpha + T \sin \beta = 0$$

$$T_1 \sin \alpha = T \sin \beta$$

Все синусы и косинусы можно найти по клеточкам из рисунка в условии:

$$\sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{5}}; \cos \alpha = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

$$\sin \beta = \frac{3}{\sqrt{10}}; \cos \beta = \frac{1}{\sqrt{10}}$$

$$\sin \varphi = \frac{3}{5}; \cos \varphi = \frac{4}{5}$$

$$\frac{T_1}{\sqrt{5}} = T \cdot \frac{3}{\sqrt{10}}$$

$$T_1 = \frac{3T}{\sqrt{2}}$$

Подставим $T_1 = \frac{3T}{\sqrt{2}}$ в (*):

$$\frac{3T \cdot 2}{\sqrt{2} \cdot \sqrt{5}} - m_1 g + T \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} = 0$$

$$m_1 g = T \left(\frac{6}{\sqrt{10}} + \frac{1}{\sqrt{10}} \right) = \frac{7T}{\sqrt{10}} (***)$$

Распишем 2-ой закон Ньютона

для тела массой m_2 :

$$\vec{T}_2 + \vec{T} + m_2 \vec{g} = 0$$

$$OY: -m_2 g + T_2 \cos \varphi - T \cos \beta = 0 (**)$$

$$OX: T_2 \sin \varphi - T \sin \beta = 0$$

$$T_2 \sin \varphi = T \sin \beta$$

$$T_2 \cdot \frac{3}{5} = T \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} \Rightarrow T_2 = \frac{5T}{\sqrt{10}}$$

Погрешности $T_2 = \frac{5T}{\sqrt{10}}$ в (**)

$$-m_2 g + \frac{5T}{\sqrt{10}} \cdot \frac{4}{5} - \frac{T}{\sqrt{10}} = 0$$

$$-m_2 g = \frac{T}{\sqrt{10}} - \frac{4T}{\sqrt{10}}$$

$$m_2 g = \frac{3T}{\sqrt{10}}$$

$$T = \frac{m_2 g \sqrt{10}}{3}$$

из (***) получаем $T = \frac{m_1 g \sqrt{10}}{7}$

Эти T равны по 3-ему Закону Ньютона.

$$\frac{m_2 g \sqrt{10}}{3} = \frac{m_1 g \sqrt{10}}{7}$$

$$\frac{m_2}{3} = \frac{m_1}{7}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{7}{3}$$

Ответ: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{7}{3}$.

20