

2

213 065
Регистрационный номер

НИЯУ МИФИ
Площадка написания

1511

Школа

Фамилия Бухштаб
Имя Денис
Отчество Олегович

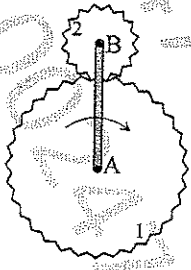
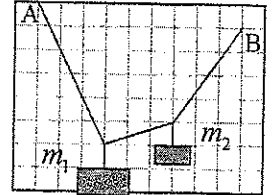
124
(не заполнять)

[Подпись]
Подпись

«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиады

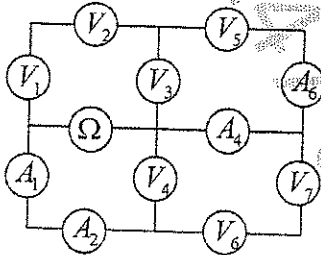
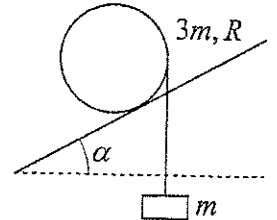
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», БГТУ им. В.Г. Шухова, ВлГУ
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс
2 вариант

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 .



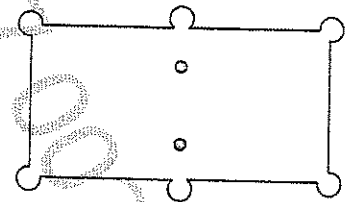
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг 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 быстрого спуска с плоскости (см. рисунок). При каком угле наклона плоскости α цилиндр будет двигаться вверх по плоскости?

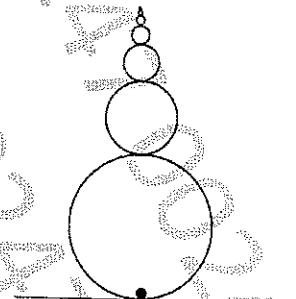


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра V_3 : $U = 1$ В и амперметра A_4 : $I = 1$ мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра 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 27.02.22

Вариант № 2

Площадка написания:

Нияу МИФИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	1	2	0,5	1	0,5	6,5	<i>[Signature]</i>

2.

Мастерки соприкасаются и движутся без проскальзывания. Их минимальные скорости (скорости в общей точке) будут равны. Описанное движение можно заменить вращением обеих мастерки, где большая совершила n оборотов.

$$\begin{cases} v_1 = \omega_1 R_1 \\ v_2 = \omega_2 R_2 \\ v_1 = v_2 \end{cases}$$

Каждый зубчик имеет длину, тогда,

$$N = l, \quad l - \text{длина окружности}$$

$$N = 2\pi R_1$$

$$2N = 2\pi R_2$$

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

$$\Delta\varphi = n \cdot 2\pi; \quad \Delta t = \text{const}; \quad \Delta t = \frac{\Delta\varphi_1}{\omega_1} = \frac{\Delta\varphi_2}{\omega_2}$$

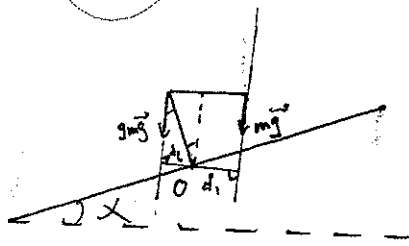
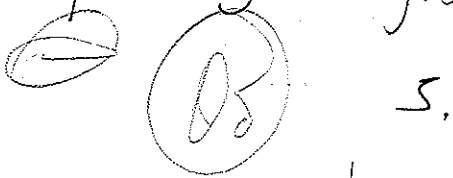
$$\frac{n \cdot 2\pi}{\omega_2} = \frac{x \cdot 2\pi}{\omega_1}; \quad x = n \frac{\omega_1}{\omega_2} = n \frac{v R_2}{v R_1} = n \frac{2N \cdot 2\pi}{2\pi \cdot n} = 2n$$

5.

Ответ: $2n$.

~~Материал двух шаров абсолютно упругий, тогда при столкновении происходит точный абсолютно упругий удар. В первом случае скорость удара шара относительно шарика невелика. При столкновении первый шар "разгоняет" второй, продолжая движение в том же направлении, что связано с характеристикой упругости удара в случае неинтенсивного взаимодействия.~~

В случае сильного удара скорость шара велика, велика его инерция и энергия. При столкновении шаров роль начинают играть сила упругости деформации шаров и тогда скорость первого шара уменьшается своей направленности на противоположное, а второй шар приходит в движение. В этом случае функция с упругости деформации не возникает.



Требуется написать ответ в виде $T \cdot O$:

$$mg d_1 = 3mg d_2$$

Для катения вверх:

$$mg d_1 > 3mg d_2$$

$$d_1 = R \sin \alpha$$

$$d_2 = R - R \sin \alpha = R(1 - \sin \alpha)$$

$$mg R(1 - \sin \alpha) > 3mg R \sin \alpha$$

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

$$4 \sin \alpha < 1$$

максимальный α : $\arcsin \frac{1}{4} \approx 14,5^\circ$

Ответ $\arcsin \frac{1}{4} \approx 14,5^\circ$

$$\begin{cases} m_1 \vec{g} + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = 0 \\ m_2 \vec{g} + \vec{T}_3 + \vec{T}'_1 = 0 \end{cases}$$

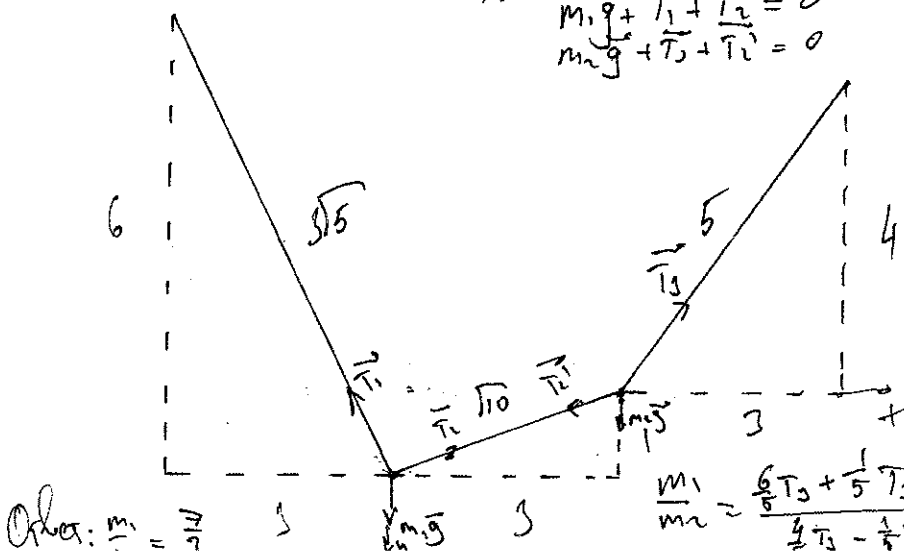
$$\begin{cases} m_1 g = \frac{2}{\sqrt{5}} T_1 + \frac{1}{\sqrt{10}} T_2 \\ m_2 g = \frac{4}{5} T_3 - \frac{1}{\sqrt{10}} T_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{\sqrt{5}} T_1 = \frac{3}{\sqrt{10}} T_2 \\ \frac{2}{\sqrt{10}} T_2 = \frac{2}{5} T_3 \\ T_2 = \frac{\sqrt{10}}{5} T_3 \end{cases}$$

$$T_1 = \frac{\sqrt{15}}{\sqrt{10}} T_2 = \frac{\sqrt{15}}{\sqrt{10}} \cdot \frac{\sqrt{10}}{5} T_3 = \frac{\sqrt{15}}{5} T_3$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\frac{\sqrt{15}}{5} T_3 + \frac{1}{\sqrt{10}} \cdot \frac{\sqrt{10}}{5} T_3}{\frac{4}{5} T_3 - \frac{1}{\sqrt{10}} \cdot \frac{\sqrt{10}}{5} T_3}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\frac{6}{5} T_3 + \frac{1}{5} T_3}{\frac{4}{5} T_3 - \frac{1}{5} T_3} = \frac{7}{3}$$



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



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по _____

Дата 27.02.22

Вариант № 2

Площадка написания:

ИИЯУ МИФИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

6.
Действительно, верхние шары имеют слишком малые
отношения $\frac{m}{r}$ к массе:

m ; $\frac{m}{27}$; $\frac{m}{729}$ — ($m = \rho \frac{4}{3} \pi R^3$), орна ко
центр тяжести все равно лежит высоко (ауть выше
центра нижнего шара). Таким образом, не потребуются
большого угла всякого конусов, чтобы прокинул
центр тяжести "вышла" за область опоры. В таком
случае конструкция не вернется в положение равновесия.

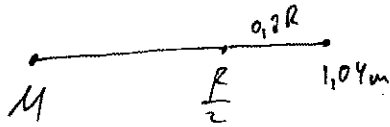
Однако, ^{сам} добавить массивное телесное тело в
основание шара, центр тяжести "опустится" и его
проекция будет снова покинуть область опоры.

В условиях задачи этой областью является проекция
перпендикулярной (горизонтальной) к центральному осевому
сечению нижнего шара

Массы шаров убывают в геометрической прогрессии, значит,
можно сказать, что масса не будет уже там
превышать: $m + \frac{m}{27} + \frac{m}{729} \approx 1,038 \Rightarrow M \approx 1,04$

центр масс будет расположен примерно в $0,85R$ от $\frac{R}{2}$, то есть в $0,8R$ от низа

Кодификатор, вход у нас, масса $S_{in} < \frac{R}{2}$

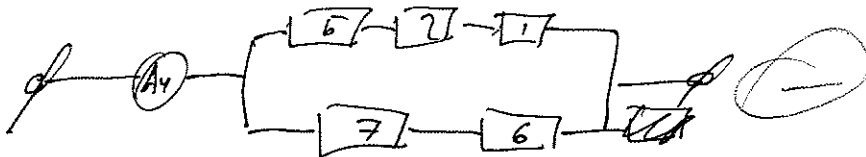


$$\frac{M}{1,04m} = \frac{\frac{R}{2} \cdot 0,2R}{0,5R} \Rightarrow M = \frac{1,04m \cdot 0,1}{0,5} \approx 0,624m$$

Ответ: $M \approx 0,624m$ \ominus \oplus

4.

В амперметра $\rightarrow 0 \Rightarrow$ их можно не обобщать на схеме
 Омметр = источник питания
 Вольтметр = R резистор



$U_3 = U_5$ на вольтметре

$$R_5 = R_2 = R_1 \Rightarrow U_5 = U_2 = U_1 \Rightarrow U_{5-1} = U_{7-6} = 3U_3$$

R_0 - сопротивление цепи (показания амперметра)

$$R_0 = \frac{U_0}{I} = \frac{3U_5}{I} = 3R_5 = 3R_7 \Rightarrow \frac{I_5}{I_7} = \frac{R_7}{R_5} = \frac{2}{3} \Rightarrow I_5 = \frac{2}{5} I_7 = 0,4$$

$$\frac{1}{R} = \frac{U_5}{I_5} = \frac{1}{0,4 \cdot 10^{-6}} = 2,5 \text{ МОм}$$

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{3R} + \frac{1}{2R} = \frac{5}{6R} \quad R_0 = \frac{6}{5} R = 5 \text{ МОм}$$

Ответ: $R = 2,5 \text{ МОм}$, $R_0 = 5 \text{ МОм}$ \ominus

0,55