

2

429035  
Регистрационный номер

Н.И. Я.У. М.И. Р.И.  
Площадка написания

2107

Школа

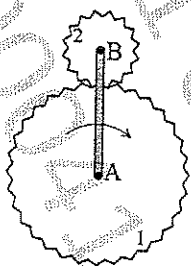
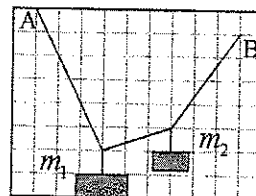
Фамилия Якушин  
Имя Вячеслав  
Отчество Петрович

170  
(не заполнять)  
Подпись

«Утверждаю»  
Председатель оргкомитета олимпиады

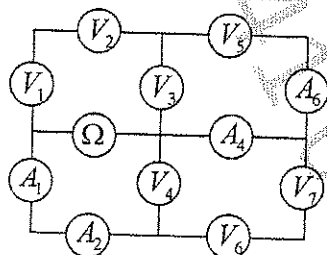
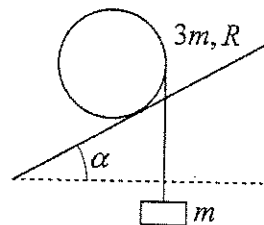
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», БГТУ им. В.Г. Шухова, ВлГУ «Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс  
2 вариант

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  $m_1/m_2$ .



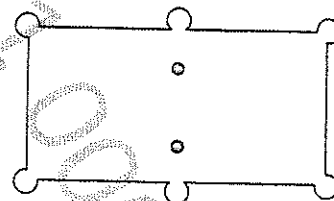
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

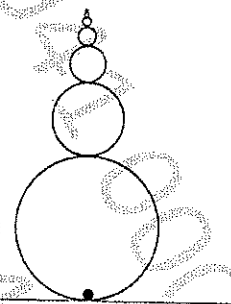


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из пяти амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра  $V_3$ :  $U = 1$  В и амперметра  $A_1$ :  $I = 1$  мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра  $\Omega$ . 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»

Импульсная  
Работа по \_\_\_\_\_

Дата 27.12.2022  
Вариант № 2

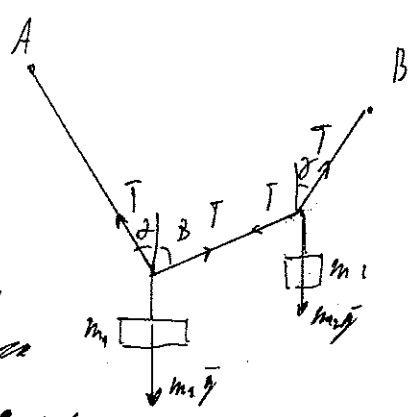
Площадка написания:  
ИИЯУ МИФИ

ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
1	2	1	2	1,5	0,5	8	

*Задание 1*  
Даны: сила натяжения нити  
на всей длине нити  $m_1$   
Сила натяжения, зависящая от  
нагрузки  $m_2$   $m_1$   $m_2$   
Сила натяжения  $m_1$   $m_2$   
Углы



на Дуге Ньютона для всех элементов:

$$\begin{cases} \sigma = -m_1 g + T \cos \alpha + T \cos \beta \\ \sigma = -m_2 g + T \cos \alpha - T \cos \beta \end{cases}$$

~~Углы~~  $\alpha$

$$m_1 : m_2 = \cos \alpha + \cos \beta : \cos \alpha - \cos \beta$$

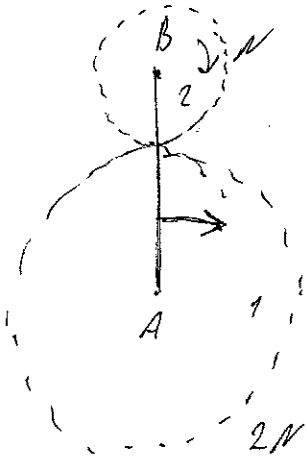
из рисунка:  $\cos \alpha = \frac{2}{\sqrt{5}}$   $\cos \beta = \frac{1}{\sqrt{10}}$   $\cos \alpha = \frac{4}{5}$

$$\frac{\cos \alpha + \cos \beta}{\cos \alpha - \cos \beta} = \frac{\frac{2}{\sqrt{5}} + \frac{1}{\sqrt{10}}}{\frac{2}{\sqrt{5}} - \frac{1}{\sqrt{10}}} = \frac{2\sqrt{2} + \sqrt{2}}{2\sqrt{2} - \sqrt{2}} = \frac{3\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 3$$

$$\frac{\cos \alpha + \cos \beta}{\cos \alpha - \cos \beta} = \frac{\frac{2}{\sqrt{5}} + \frac{1}{\sqrt{10}}}{\frac{2}{\sqrt{5}} - \frac{1}{\sqrt{10}}} \approx 2,5$$

Ответ:  $m_1/m_2 = 4$

Ответ:  $m_1/m_2 \approx 2,5$



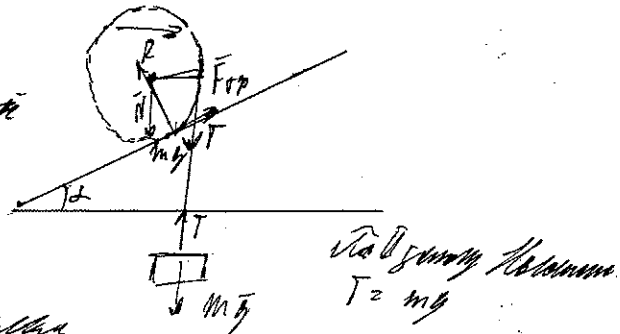
Задача 2

Самое сложное в этой задаче — это найти 2 условия для  $\alpha$  и  $n$  соответственно, но самое интересное — это условие равновесия. Если считать, что шарик находится в равновесии, то для него должны выполняться условия: сумма моментов относительно центра шара равна нулю, сумма сил по горизонтали равна нулю, сумма сил по вертикали равна нулю. Нам нужно найти условия для  $\alpha$  и  $n$  соответственно.

Ответ:  $3 \leq \alpha$

Задача 3

Сложнее всего в этой задаче — это найти условия равновесия, когда шарик находится на наклонной плоскости. К шару действуют силы: тяжесть, реакция опоры и сила трения. Мы должны найти условия для  $\alpha$  и  $n$  соответственно.



$$M_{Mg} = 3mg \cdot R \sin \alpha$$

$$M_T = mg \cdot R (1 - \cos \alpha)$$

Условие равновесия:

Условие равновесия шарика:  $M_T \geq M_{Mg}$

$$mg \cdot R (1 - \cos \alpha) \geq 3mg R \sin \alpha$$

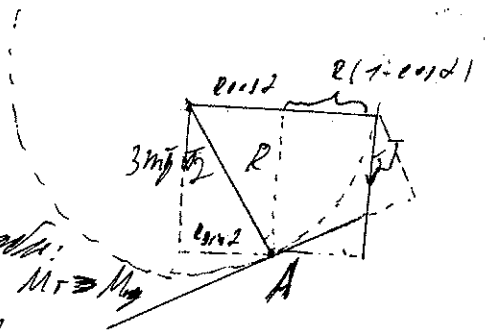
$$1 - \cos \alpha \geq 3 \sin \alpha$$

$$3 \sin \alpha + \cos \alpha \leq 1 \quad \alpha \in (0; \frac{\pi}{2}]$$

$$3 \sin \alpha + \cos \alpha = 1 \quad \text{при } \alpha = 0$$

$$\text{при } \alpha > 0 \quad 3 \sin \alpha + \cos \alpha > 1$$

Ответ: при  $\alpha = 0$





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по Измерениям

Дата 27.12.2022  
Вариант № 2  
Площадка написания:  
М.И.В. М.И.В.И.  
ФИО и рег. номер не  
указывать!

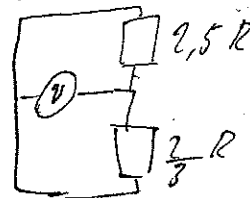
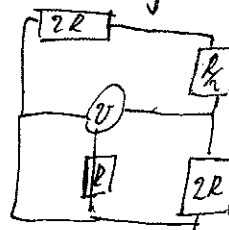
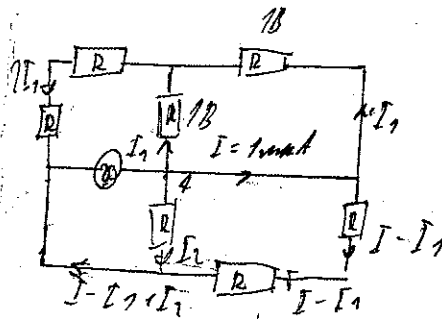
**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

*Измерения*

*эквивалентная схема:*

*Измерения все выполняются на  
резисторах, а все вольтметры  
на резисторах  
и преобразуют схему  
в цепи А и В вычисляем на  $I_1, I_2, I$*



$$\begin{cases} RI = 2R \cdot (I - I_1) \\ I_1 R = U = 1B \\ 2,5R \cdot 2I_1 = \frac{1}{3} R \cdot (I - I_1 + I_1) \end{cases}$$

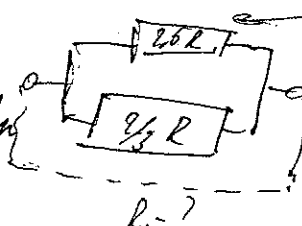
$$I_1 = 2I - 2I_1$$

$$5I_1 = \frac{2}{3} I - \frac{2}{3} I_1 + \frac{2}{3} \cdot 2E - \frac{4}{3} I_1$$

$$7I_1 = 2I$$

$$I_1 = \frac{2}{7} I$$

$$R = \frac{U}{I_1} = \frac{1B}{\frac{2}{7} \cdot 1 \text{mA}} = 3,5 \text{ M}\Omega$$



$$\frac{1}{R_n} = \frac{1}{2,5R} + \frac{1}{\frac{2}{3}R}$$

$$R_n = \frac{2,5 \cdot \frac{2}{3} \cdot R^2}{(2,5 + \frac{2}{3})R} = \frac{10}{19} R$$

*Сопротивление, которое выдает  
амперметр:  $R_n = \frac{10}{19} \cdot 3,5 = 1,84 \text{ M}\Omega$*

*Ответ:  $R = 3,5 \text{ M}\Omega$  - сопротивление вольтметра  
 $R_n = 1,84 \text{ M}\Omega$  - сопротивление цепи*

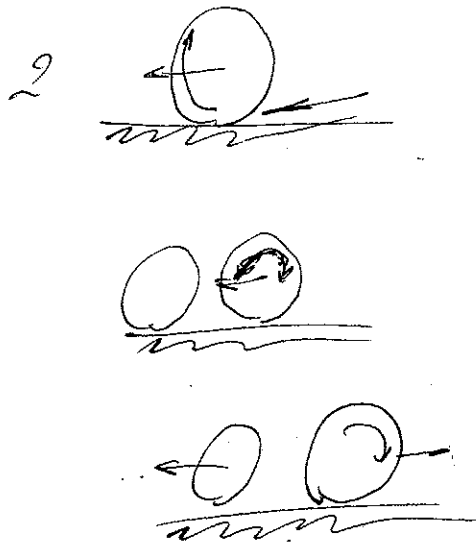
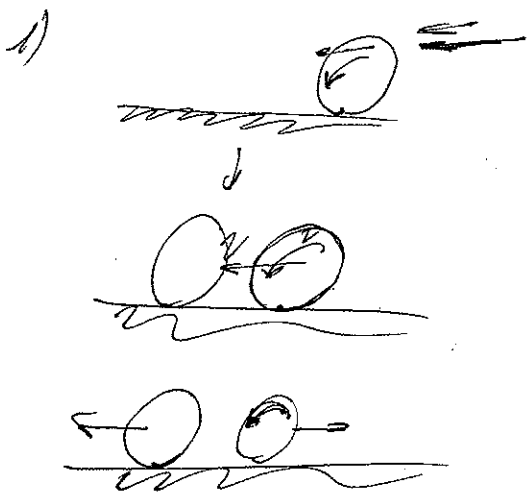
1) Диск вращается вокруг горизонтальной оси, проходящей через центр масс и перпендикулярной плоскости диска. Момент инерции диска относительно этой оси равен  $I$ . Диск вращается с угловой скоростью  $\omega$ . Найти кинетическую энергию диска.

Решение: Кинетическая энергия вращающегося тела определяется по формуле  $E_k = \frac{1}{2} I \omega^2$ . Подставив значения  $I$  и  $\omega$ , получим ответ.

2) Диск вращается вокруг горизонтальной оси, проходящей через центр масс и перпендикулярной плоскости диска. Момент инерции диска относительно этой оси равен  $I$ . Диск вращается с угловой скоростью  $\omega$ . Найти кинетическую энергию диска.

Решение: Кинетическая энергия вращающегося тела определяется по формуле  $E_k = \frac{1}{2} I \omega^2$ . Подставив значения  $I$  и  $\omega$ , получим ответ.

3) Диск вращается вокруг горизонтальной оси, проходящей через центр масс и перпендикулярной плоскости диска. Момент инерции диска относительно этой оси равен  $I$ . Диск вращается с угловой скоростью  $\omega$ . Найти кинетическую энергию диска.





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

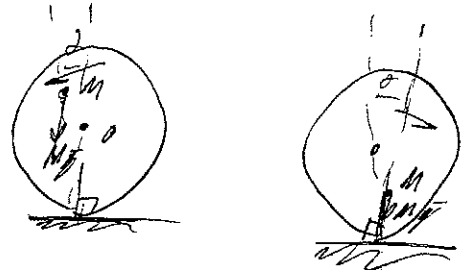
Работа по Интимная

Дата 27.07.2022  
Вариант № 2  
Площадка написания:  
ИИЯУ МИФИ  
ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

*Задание 6*  
Дана масса, масса "большая - большая"  
Для упрощения наблюдения, сделаем  
масса масса масса масса масса  
Упрощенная схема:



масса масса масса масса масса масса масса масса масса масса масса  
"большая" в сторону уменьшения, а масса - в сторону увеличения,  
выражая ее на месте.

т.е. у предельного "большая" масса масса масса масса масса  
масса масса, но ее не упрощать  
Сформулировать масса (масса масса  $\sim R^3$ ):  $M = m(1 + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{3^3} + \dots)$

$\approx 2,05 m$   
масса масса масса масса масса масса масса масса масса масса  
сумма на упр

