

2

316652  
Регистрационный номерДонской  
Площадка написания

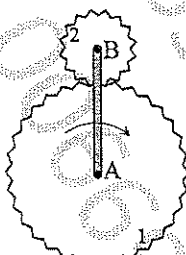
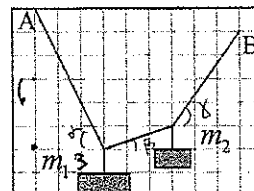
Фамилия Волникова

Имя Мариса

Отчество Антоновна

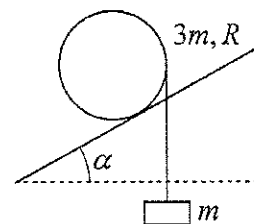
137  
(не заполнять)  
Подпись№54 имени А.Д.Фридмана  
Школа«Утверждаю»  
Председатель оргкомитета олимпиадыНИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ, Самарский университет, СПБГЭТУ «ЛЭТИ», БГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ  
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс  
2 вариант

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  $m_1/m_2$ .

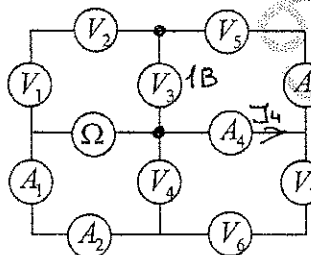


2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

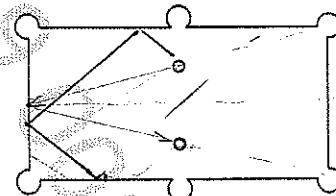
3. На однородный цилиндр радиуса  $R$  и массы  $3m$  намотана невесомая нить, к концу которой привязано тело массы  $m$ . Цилиндр аккуратно кладут на наклонную плоскость, по которой он может катиться без проскальзывания, так, что его образующая перпендикулярна направлению быстрого спуска с плоскости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



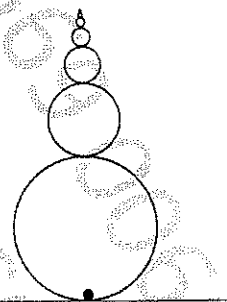
4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра  $V_3$ :  $U = 1$  В и амперметра  $A_4$ :  $I = 1$  мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания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



5. Если два бильярдных шара встанут 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  $m$ .







Дата 27.02.2022.

Вариант № 2

Площадка написания:

Долгопрудный

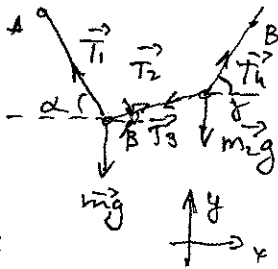
ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

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

1. Найти: Решение:

$$\frac{m_1}{m_2}$$



$$\sin(\alpha) = \frac{6}{\sqrt{45}}$$

$$\cos(\alpha) = \frac{3}{\sqrt{45}}$$

$$\sin(\beta) = \frac{1}{\sqrt{10}}$$

$$\cos(\beta) = \frac{3}{\sqrt{10}}$$

$$\sin(\delta) = \frac{4}{5}$$

$$\cos(\delta) = \frac{3}{5}$$

Грузы в равновесии:

$$m_1 g + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = 0$$

$$m_2 g + \vec{T}_3 + \vec{T}_4 = 0$$

$$0x: T_4 \cdot \cos(\delta) = T_3 \cdot \cos(\beta)$$

$$0y: m_2 g = T_4 \cdot \sin(\delta) - T_3 \cdot \sin(\beta)$$

$$T_3 = T_2$$

$$T_4 \cdot \frac{4}{5} = T_2 \cdot \frac{3}{\sqrt{10}}$$

$$T_4 = T_2 \sqrt{\frac{5}{2}}$$

$$m_2 g = T_2 \left( \sqrt{\frac{5}{2}} \cdot \frac{4}{5} - \frac{1}{\sqrt{10}} \right) = T_2 \left( \sqrt{\frac{5}{2}} - \frac{1}{\sqrt{10}} \right) = T_2 \left( \frac{1}{\sqrt{10}} \right) (4-1) = \frac{3}{\sqrt{10}} T_2$$

$$0x: T_1 \cos(\alpha) = T_2 \cos(\beta)$$

$$0y: m_1 g - T_1 \sin(\alpha) - T_2 \sin(\beta) = 0$$

$$T_1 \cdot \frac{3}{\sqrt{45}} = T_2 \cdot \frac{3}{\sqrt{10}}$$

$$\frac{T_1}{3} = \frac{T_2}{\sqrt{2}} \Rightarrow T_1 = T_2 \cdot \frac{3}{\sqrt{2}}$$

$$m_1 g = T_2 \left( \frac{3}{\sqrt{2}} \cdot \frac{6}{\sqrt{45}} + \frac{1}{\sqrt{10}} \right) =$$

$$= \frac{T_2}{\sqrt{10}} (7) = \frac{7}{\sqrt{10}} T_2$$

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

2. Найти: Решение.

k-?

Дано:

$N, 2N$

h.

Считаем, что при смещении ~~шестерки~~ <sup>шестерки</sup> 2 на один из зубьев она всегда сместится и на один вдоль пов-сти той шестерки.  
Тогда за один оборот ~~шестерки~~ <sup>шестерки</sup> 2 смещается на  $2N$  зубьев.  
и оборачивается  $\Delta k = \frac{2N}{N} = 2$  раза.

$$k = \Delta k \cdot n = 2n.$$

Ответ  $2n$ .  $\oplus$   $\oplus$





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Численная Олимпиада школьников

Работа по \_\_\_\_\_

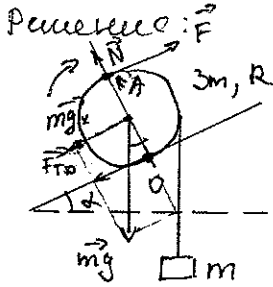
Дата 27.02.2022  
Вариант № 2  
Площадка написания:  
Дополнительной.  
ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

3. Найти:  
 $\alpha$  - ?

Дано:  
 $R, 3m, m$



Неизвестно, где находится точка, к которой прикреплять ките с грузом. Но т.к. это не имеет значения (так или иначе смысл назначения нести. Вытащить закнутить цилиндр по часовой стрелке. Обозначим A - точку приложения этой сил ( $\vec{F}$ ). Запишем правило моментов относительно O:

$$M_1 + M_2 + M_3 + M_4 = 0$$

$M_3, M_4 = 0$  (моменты сил трения и реакции опоры)

$$M_1 = 3mg \cdot \sin(\alpha) \cdot R$$

$$M_2 = 2R \cdot mg$$

$$M_2 \geq M_1 \Rightarrow 2R \cdot mg \geq 3mg \cdot \sin(\alpha) \cdot R$$

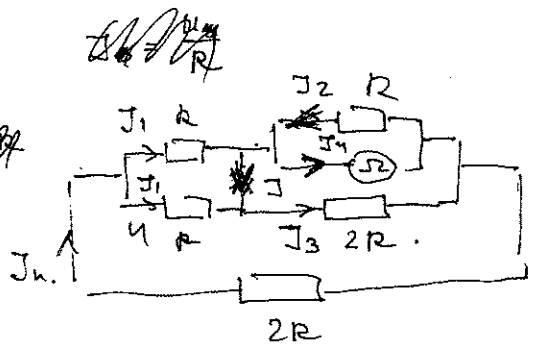
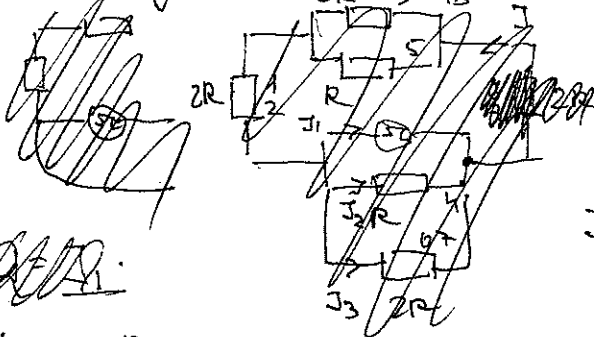
$$\sin(\alpha) \leq \frac{2}{3}; \alpha = \arcsin\left(\frac{2}{3}\right)$$

Ответ  $\alpha < \arcsin\left(\frac{2}{3}\right)$

4. Найти:  
 $\Omega$  - ?  
 $R$  - ?

Дано:  
 $U = 1В$   
 $J = 1мкА$

Решение:  
Перевысеем исходную схему -



$$J_2 = 2J_3 = 3J_1, U = J_1 \cdot R$$

$$R = \frac{U}{J_1} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-6}} \text{ Ом}$$

$$R = 5 \cdot 10^5 \text{ Ом}$$

$$\Omega = \frac{U \Omega}{J \Omega} = \frac{J_3 \cdot 2R}{J_n} = \frac{\frac{3}{2} J_1 \cdot 2R}{J_1 - \frac{1}{2} J_1 - 3J_1}$$

$$J_n = 2J_1$$

$$J_n \cdot 2R = J_1 \cdot R + J_3 \cdot 2R$$

$$4J_1 - J_1 = 2J_3; J_3 = \frac{3}{2} J_1$$

$$J_1 + J = \frac{3}{2} J_1; J = \frac{1}{2} J_1$$

Лист 2 из 3

$$\Omega = \frac{3 \cdot 5 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 10^{-6}}{10 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot 2} = 428571,4 \text{ Ом}$$

Ответ  $R = 5 \cdot 10^5 \text{ Ом}; \Omega = 428571,4 \text{ Ом}$





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

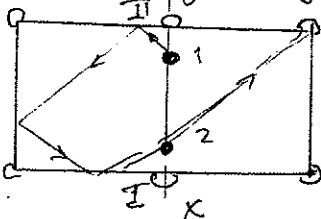
Инженерная олимпиада школьников  
Работа по \_\_\_\_\_

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

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

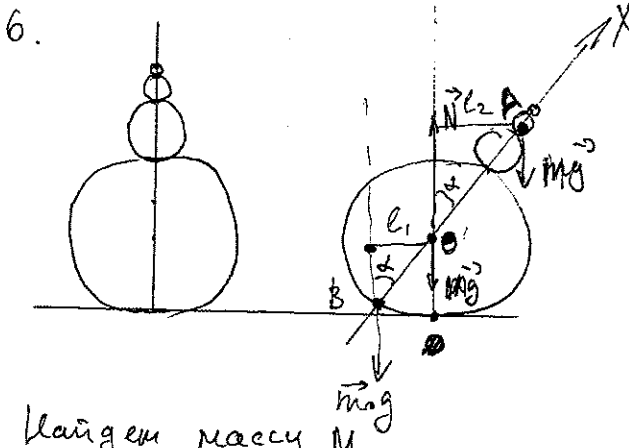
1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

5. 1) в направлении удара:



Если ударить достаточно сильно по шару 1 вдоль  $x$  то он попадет во в шар 2 и после центрального удара они либо попадут в лузу  $\text{I}$  (оба двинутся вперед) либо во в лузу  $\text{II}$ , первый в лузу  $\text{II}$ . (Исход зависит от материала шаров и сил удара)

2) один в направлении удара, второй - в противоположном.



Пусть мы сместим ось  $Ox$  на  $x$ . Пусть  $M$  - масса шаров кроме самого большого а  $A$  - точка их центра масс. Тогда относительно оси  $O$  момент силы действующей на объект не уравновесит и объект падает.

Теперь положим, что в точке  $B$  по совету закреплен массивный объект. ( $m_0$ )

Условие равновесия:

$$M_1 = M_2 \quad \text{или} \quad m_0 \cdot R_0 \cdot \sin(\alpha) = A \cdot \sin(\alpha) \cdot Mg$$

$$m_0 > \frac{A \cdot M}{R_0}$$

$$m_0 > \frac{26 \cdot 12}{g} \cdot \frac{27^3}{26} m$$

$$m_0 > 36 m.$$

Найдем массу  $M$

$$m_i \sim R^3 \quad \text{так} \quad m = \rho V = \rho \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$M = \frac{m_1}{1 - (\frac{1}{3})^3} = \frac{m}{(1 - \frac{1}{27})} = \frac{27}{26} m.$$

Найдем координату  $A$  центра

$$\text{масс:} \quad A = \frac{\sum m_i x_i}{M} \quad \text{где} \quad m_1 x_1 = \frac{m}{27} (R_0 + \frac{1}{3} R_0)$$

$$m_2 x_2 = \frac{m}{27 \cdot 27} (R_0 + \frac{2}{3} R_0 + \frac{1}{9} R_0)$$

как видим,  $m_i x_i$  быстро убывает и стремится к 0. Поэтому будем считать, что первый шар достаточно тяжелый, чтобы огенить  $A$ .

$$A \approx \frac{m}{27} (R_0 + \frac{1}{3} R_0) = 26 R_0 \cdot \frac{R}{g}.$$

Лист 3 из 3

Ответ  $m_0$  незначительно больше (ошибка меньше, чем  $m_0$ ), то есть,  $36 m$  в одну сторону.

