

371643

2

Регистрационный номер

МФТИ

Площадка написания

1580

Школа

Фамилия МИЩАКОВ

Имя АНАРЕЙ

Отчество СЕРГЕЕВНА

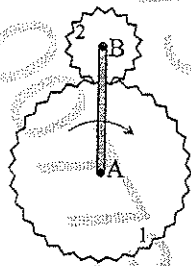
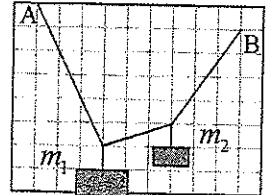
(не заполнять)

Подпись

«Утверждаю»  
Председатель оргкомитета олимпиады

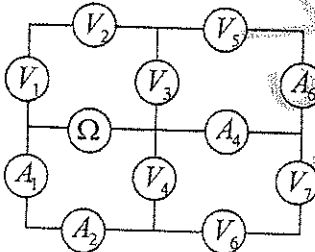
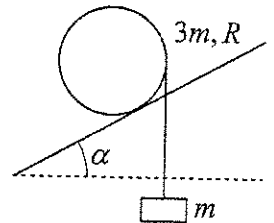
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», БГТУ им. В.Г. Шухова, ВлГУ  
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс  
2 вариант

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  $m_1/m_2$ .



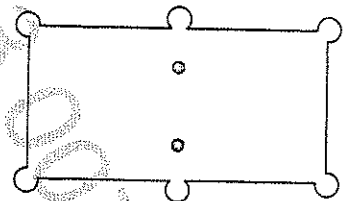
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

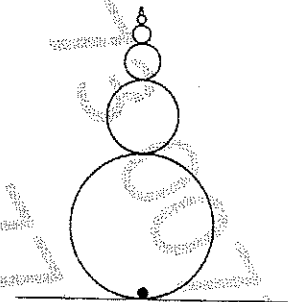


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра  $V_3$ :  $U = 1$  В и амперметра  $A_4$ :  $I = 1$  мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания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

5. Если два бильярдных шара 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 ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

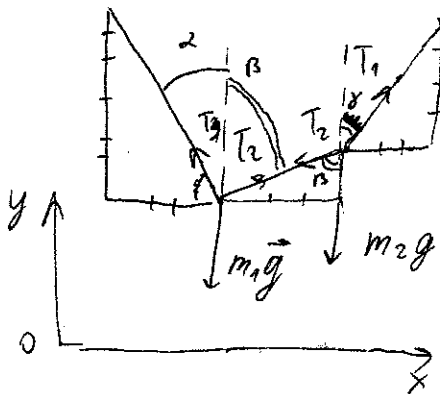
Дата 27.02.2022  
Вариант № 2  
Площадка написания:  
МФТИ

ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
22	14	14	14	14	14	70	<i>[Signature]</i>

N1



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

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

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

23Н для  $m_1$ :

$$Ox: T_3 \sin \alpha = T_2 \sin \beta \Rightarrow T_3 = \frac{T_2 \sin \beta}{\sin \alpha}$$

$$Oy: T_3 \cos \alpha + T_2 \cos \beta - m_1 g = 0$$

23Н для  $m_2$ :

$$Ox: T_2 \sin \beta = T_1 \sin \gamma \Rightarrow T_1 = T_2 \frac{\sin \beta}{\sin \gamma}$$

$$Oy: T_1 \cos \gamma - T_2 \cos \beta - m_2 g = 0$$

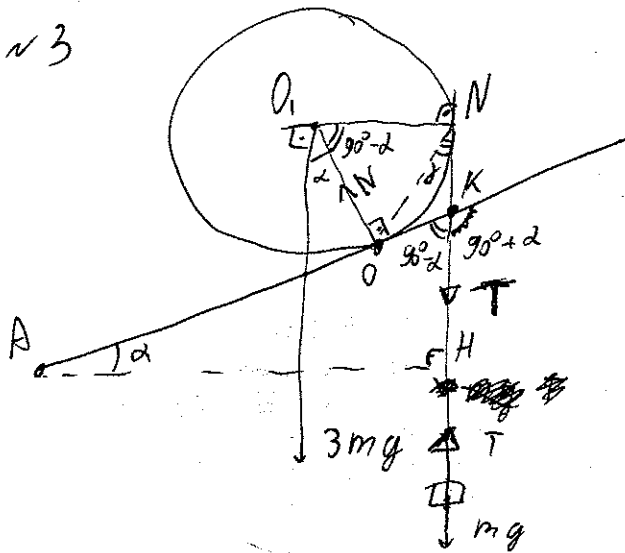
$$\Rightarrow T_2 \left( \frac{\sin \beta}{\sin \gamma} \cos \gamma - \cos \beta \right) = m_2 g$$

Откуда получим

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\sin \beta \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} + \cos \beta}{\sin \beta \frac{\cos \gamma}{\sin \gamma} - \cos \beta} = \frac{\frac{3}{\sqrt{10}} \cdot \frac{2}{\sqrt{5}} \cdot \frac{1}{1} + \frac{1}{\sqrt{10}}}{\frac{3}{\sqrt{10}} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{5}{3} - \frac{1}{\sqrt{10}}} = \frac{\frac{7}{\sqrt{10}}}{\frac{3}{\sqrt{10}}} = \frac{7}{3}$$

Ответ:  $\frac{m_1}{m_2} = \frac{7}{3}$  *(with circled 20)*

№ 3



23H:

Для  $m$ :  $mg - T = 0 \Rightarrow T = mg$

на тело  $3m$  действуют 3 силы

сила тяжести  $3mg$

реакц. опоры  $N$

натяжение нити  $T = mg$

моментальная точка вращения это  $T.O$

чтобы  $3m$  поднималось нужно чтобы

сумма моментов, вращающих вверх, была

$$M_T = mg \cdot NO \cdot \sin \gamma$$

$$M_N = N \cdot 0 = 0$$

Большее или равно моментов, вращ. вниз

$$N_{3mg} = 3mgR \cdot \sin \alpha$$

по т. косинусов

$$NO^2 = R^2 + R^2 - 2R^2 \cos(90^\circ - \alpha) \Rightarrow NO = R \sqrt{2 - 2\sin \alpha}$$

$NO > 0$

$$M_T + M_N \geq M_{3mg}$$

$$mgR (\sin \gamma) \sqrt{2 - 2\sin \alpha} \geq 3mgR \sin \alpha$$

$$\angle HAK = \alpha \Rightarrow$$

$$\angle AKH = 90^\circ - \alpha$$

(сумма острых углов =  $90^\circ$  в  $\triangle$  пр./пр.)  $\triangle AKH$

$$\angle NKO = 180^\circ - (90^\circ - \alpha) = 90^\circ + \alpha$$

(линемн)

в  $\triangle NKO$

$$\angle O_1N + \angle NKO = 180^\circ$$

(углы при 2 пр. паралл.)

$$\angle O_1N = 90^\circ - \alpha$$

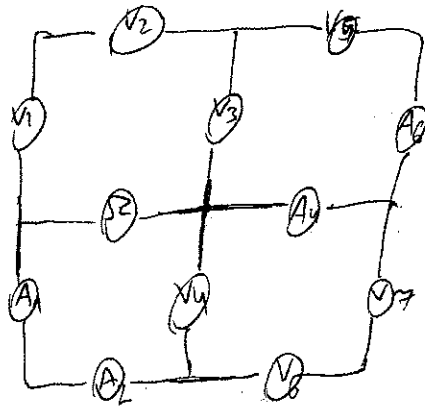
$$\gamma = \frac{\angle O_1N}{2} = 45^\circ - \frac{\alpha}{2}$$

(как  $\angle$  между хордой и кас.)

(15)



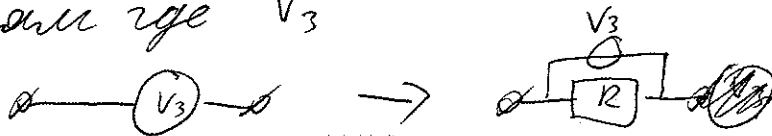
184



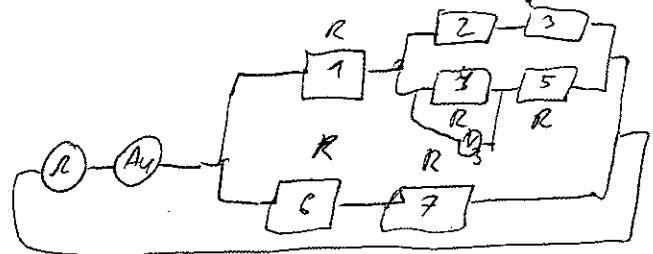
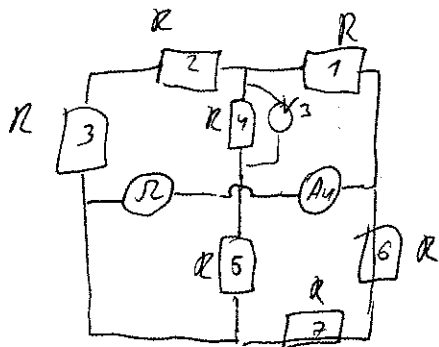
м.к. вольтметр не отключена тогда в цепи схемы знаешь как так как нет в цепи

м.к. амперметр со очень малым сопротивлением и заметим на прямоугольнике вправо \$A\_4\$

м.к. вольтметр единаковые, но заперемисл их с сопр. \$R\$, то тогда где \$V\_3\$



заметим на углах схему идеального вольтметра \$R\$ и результата



$$R_{23} = R_{45} = 2R ; R_{2-5} = R$$

$$\left. \begin{matrix} R_{45} = 2R \\ R_{67} = 2R \end{matrix} \right\} R_{1-7} = R$$

$$I_{1-5} = I_{67}, \text{ м.к. } R_{1-5} = R_{67}$$

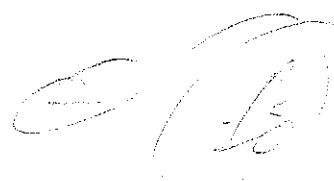
$$I = I_{1-5} + I_{67} \Rightarrow I = \frac{I_{1-5}}{2}$$

$$I_{1-5} = I_1 = I_{25} = I_{23} + I_{45}$$

$$I_{23} = I_{45} \text{ м.к. } R_{23} = R_{45} \Rightarrow I_{45} = \frac{I_{25}}{2} = \frac{I}{4}$$

$$\frac{U}{R} = I_u = I_{45} = \frac{I}{4} \Rightarrow R = \frac{4U}{I}$$

$$\text{Ответ: } R_v = \frac{4U}{I} ; R_{1-7} = \frac{4U}{I}$$





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

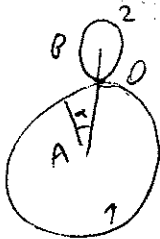
Дата 27.02.2022  
Вариант № 2  
Площадка написания:  
МФТИ

ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

N 2



В смт. отсчета с кривошипом АВ

если колесо 1 повернется  
на  $\alpha$ , то другой

$$\frac{\alpha}{2\pi} \cdot 2N = \frac{\beta}{2\pi} \cdot N \Rightarrow \beta = 2\alpha$$

кол-во зубьев прошедших через т.О  
одинаково

$$\frac{\alpha}{2\pi} \cdot 2N = \frac{\beta}{2\pi} \cdot N \Rightarrow \beta = 2\alpha$$

Возвращаясь в лад. с.о., видим что

само тело 2 наклонено на  $\alpha \Rightarrow$

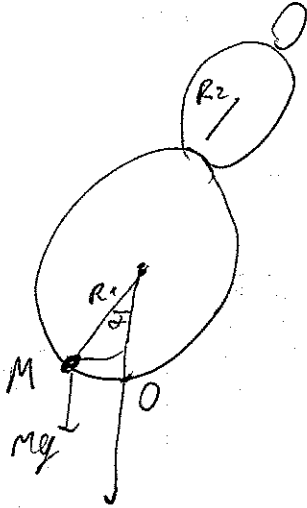
повернулось на  $2\alpha + \alpha = 3\alpha$

кол-во оборотов пройдет <sup>колесо 2</sup> ~~малая ось~~

$$N = \frac{3\alpha}{2\pi} \quad n = \frac{\alpha}{2\pi} \Rightarrow N = 3n$$

Ответ:  $N = 3n$

~ 6



elvin moome wa

2

no yuabue bozbr.

$$MgR_1 \sin \alpha \geq m_2 g (R_1 + R_2) +$$
$$+ m_3 g (R_1 + 2R_2 + R_3) +$$
$$+ m_4 g (R_1 + 2R_2 + 2R_3 + R_4) +$$

---

$$R_i = \frac{R_{i-3}}{3}$$

$$m \sim r^3 \Rightarrow m_i = \frac{m_{i-3}}{27} \quad (6.5)$$