

2

Регистрационный номер

928301

Ураа  
Площадка написания

Фамилия Лябич

Имя Андрей

Отчество Вадимович

(не заполнять)

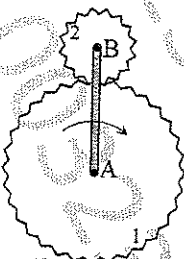
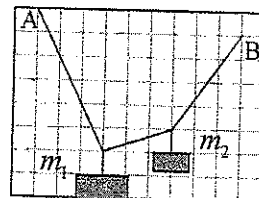
Андр.  
Подпись

МАОУ "Физико-математический лицей №25"  
Школа

«Утверждаю»  
Председатель оргкомитета олимпиады

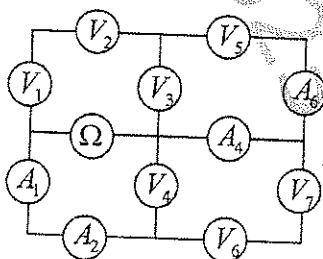
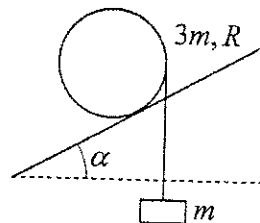
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», БГТУ им. В.Г. Шухова, ВлГУ  
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс  
2 вариант

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  $m_1/m_2$ .



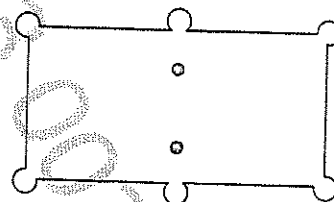
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

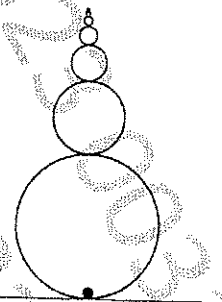


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра  $V_3$ :  $U = 1$  В и амперметра  $A_1$ :  $I = 1$  мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания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

Работа по физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 2

Площадка написания:

Уфа

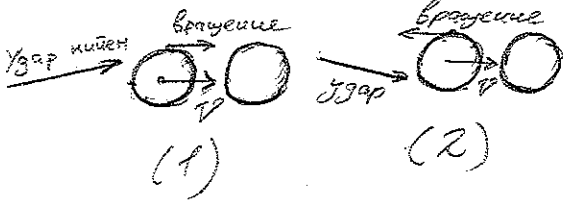
ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	5	2	2	2	1	9,5	<i>[Signature]</i>

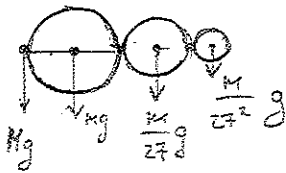
15.

Бильярдные шары достаточно упругие, кроме того, в обоих случаях они ударяются нейтрально. Чтобы оба шара закатились в одну лужу (1), бьют в верхнюю часть шара, задавая ему не только импульс, но и вращение в направлении лужи. Тогда после удара этот момент заставляет шару закатиться в лужу по направлению удара. Во втором случае бьют в нижнюю часть шара, задавая ему вращение с противоположным вращением в противоположную сторону, в результате которого шар незначительно закатывается "обратно" после удара.



16.

Поскольку  $m = \rho V$ , а  $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ , масса каждого шара в  $3^3$  раза меньше массы предыдущего шара. То есть массы шаров - бесконечно убывающая геометрическая последовательность. Расстояние между центрами первого и второго шаров -  $R + \frac{R}{3}$ , между у. 2 и 3 -  $\frac{R + \frac{R}{3}}{3}$  и т.д. Тогда длина плеча рычага (сейчас у  $k$ -го шара после первого



рассмотрим горизонтального рычага как рычага) - сумма  $k$  первых членов геом. прогрессии,  $l_k = \frac{4}{3}R \cdot \left(\frac{1}{3}\right)^{k-1}$ , а масса -  $\frac{3M}{3^k}$ . Тогда момент силы  $k$ -го шара равен  $\frac{1}{3^{k-1}} \cdot \frac{3M}{3^k} \cdot 2R \cdot \left(1 - \left(\frac{1}{3}\right)^k\right) = \frac{2MR}{3^{k-1}} \cdot \left(1 - \left(\frac{1}{3}\right)^k\right)$

$$= \frac{2MR}{3^{k-1}} - \frac{2MR}{3^k} = \frac{2MR}{3^{k-1}} - \frac{2MR}{3^k}$$

Лист 2 из 2

Бесконечно убывающие геом. прогрессии, для них  $S = \frac{k_1}{1-q}$ , у нас  $k_1 = 2MR$  и  $\frac{2}{3}MR$

16. (продолжение)

Тогда для бесконечного кол-ва шаров суммарный момент равен

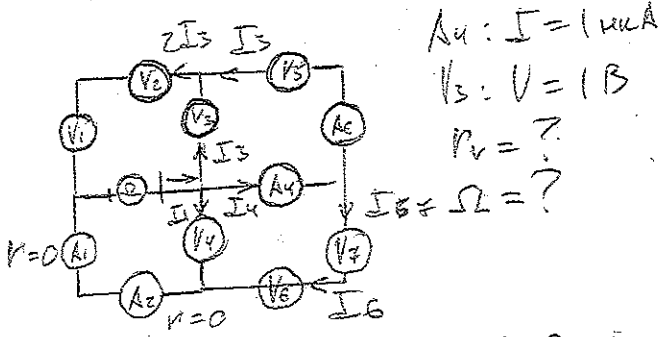
$$\frac{2MR}{\frac{2}{3}} - \frac{\frac{2}{3}MR}{\frac{8}{9}} = 3MR - \frac{3}{4}MR = 2\frac{1}{4}MR. \text{ Эквивалентный рычаг: } \downarrow R \quad R \quad 2\frac{1}{4}m$$

Тогда для равновесия  $M \geq 2\frac{1}{4}m$ .

Ответ:  $\geq (2\frac{1}{4})m$

14.

В омметр встроены источник  $\mathcal{E}$ , омметр измеряет  $r = \frac{\mathcal{E}}{I_{общ}}$



$I_4: I = 1 \mu A$   
 $V_3: V = 1 B$   
 $r_V = ?$   
 $I_6 \neq I_7 = ?$

$V_5$  и  $V_3$  подключены параллельно;

$$V_5 = V_3 = V;$$

$$I_3 = \frac{V}{r_V}; I_5 = I_3 = \frac{V}{r_V};$$

По I пр. Кирхгофа  $I_2 = 2I_3; I_1 = I_2$  (носа. соединены)

$$\text{Тогда } V_1 = V_2 = 2I_3 \cdot r_V \frac{2}{3} = \frac{2V}{r_V} = 2B;$$

$$\text{Тогда } V_{\Omega} = V_1 + V_2 + V = 5B;$$

~~по I пр.~~  $I_6 = I_7$  (носа-о. сог.)

$$I_6 = I_7 = \frac{V_{\Omega}}{2r_V} = \frac{5}{2} \frac{V}{r_V}; \text{ По I пр. } V_{V4} = V_{A4} + V_{V7} + V_{V6}; \frac{5}{2} \frac{V}{r_V} = \frac{5}{2} I_3;$$

$$I_4 = I_3 + I_6 = \frac{7}{2} I_3;$$

$$I_3 = \frac{2}{7} I_4 = \frac{2}{7} \cdot (1 \mu A) = \frac{2}{7} \mu A;$$

$$r_V = \frac{V_3}{I_3} = 1B : \frac{2}{7} \mu A = 3,5 \cdot 10^6 \Omega;$$

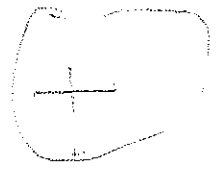
$$I_{\Omega} = I_3 + I_4 + I_1; I_1 = \frac{V_{\Omega}}{r_V} = \frac{5V}{r_V} = 5I_3;$$

$$I_{\Omega} = I_3 + \frac{7}{2} I_3 + 5I_3 = \frac{19}{2} I_3; \frac{19}{2} I_3 = \frac{19}{2} \cdot \frac{2}{7} \mu A = \frac{19}{7} \mu A$$

$$\frac{6 \cdot 2}{2} = \frac{12}{2}$$

$$\text{Тогда } R = \frac{V_{\Omega}}{I_{\Omega}} = \frac{5B}{\frac{19}{7} \mu A} = \frac{35}{19} \cdot 10^6 \Omega$$

(2)



Ответ:  $\frac{35}{19} \cdot 10^6 \Omega = R_{\Omega}$

$$r_V = 3,5 \cdot 10^6 \Omega$$



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 2

Площадка написания:

Ура

ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**

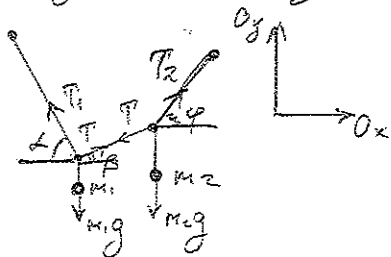
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

11 (2)

По клеткам можно найти косинус и синус углов веревки с горизонталью

Введем  $O_x$  и  $O_y$  (соотв. горизонтальная и вертикальная оси)



Запишем условие равновесия грузов. Простые

$$O_x: T_1 \cdot \frac{3}{\sqrt{36+9}} = T \cdot \frac{3}{\sqrt{2+1}}; T_1 = T \cdot \frac{3}{\sqrt{2}}$$

вычислим  
тригонометрич  
функции на  
черновике.

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

$$O_y: m_1 g = T_1 \cdot \frac{6}{3\sqrt{5}} + T \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} = \frac{6T}{\sqrt{10}} + \frac{T}{\sqrt{10}} = \frac{7T}{\sqrt{10}}$$

(II закон Ньютона)

$$m_2 g = T_2 \cdot \frac{4}{5} - T \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} = \frac{4}{\sqrt{10}} T - \frac{1}{\sqrt{10}} T = \frac{3T}{\sqrt{10}};$$

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

7/3 2

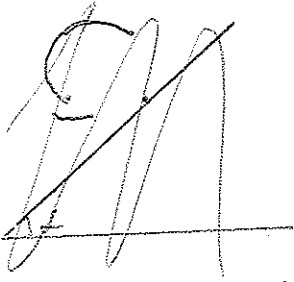
12.

Поняно, что оба колеса проколят по 1 зубу за раз. Тогда пройде  $2N$  зубьев, маленькому колесу придется совершить 2 оборота. Совершив  $N$  оборотов рычага, мы пройдем  $2N$  зубьев, тогда маленькому колесу придется совершить  $\frac{2Nn}{N} = 2n$  оборотов. Ответ:  $2n$ .

2n 0,5

13.

Раз нет проскальзывания, есть сила трения.



Запишем усл-е равновесия  
(правило моментов) для откос.  
точки O (для цилиндра)

$$F_{тр} \cdot r = mg \cdot r;$$

$$\text{Тогда } F_{тр} = mg$$

Когда цилиндр покатится  
вверх,  $F_{тр}$  также  
будет направлена  
вверх (в сторону O)

Тогда запишем крайний  
случай: (ИЗ.К.) по OX:

$$F_{тр} + mg \sin \alpha + 3mg \sin \alpha = 0;$$

$$F_{тр} = 4mg \sin \alpha;$$

$$\text{также } F_{тр} = mg;$$

$$mg = 4mg \sin \alpha;$$

$$\alpha = \arcsin \frac{1}{4}.$$

Если угол еще меньше,  
покатится вверх с ускорением.

Ответ: при углах,  $\leq \arcsin \frac{1}{4}$

