

**1**37.0368  
Регистрационный номерМФТИ  
Площадка написанияШкола №3  
Школа

Фамилия Ку Ван

Имя Хаам Хи

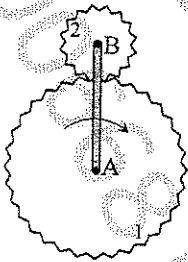
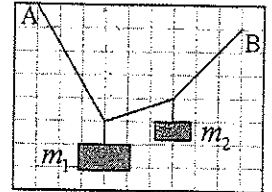
Отчество —

211  
(не заполнять)

Подпись

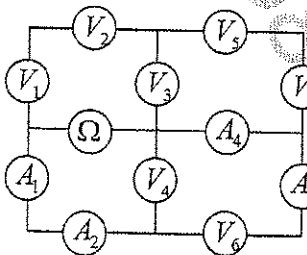
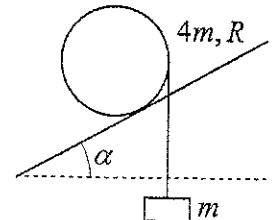
«Утверждаю»  
Председатель оргкомитета олимпиадыНИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ им. Р.Е.Алексеева, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,  
БГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ  
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс  
1 вариант

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  $m_1/m_2$ .



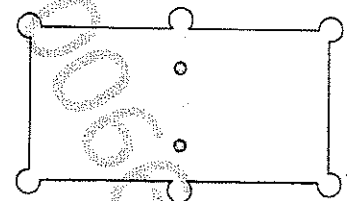
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг оси А неподвижного зубчатого колеса 1. Колесо 2 имеет  $N$  зубьев, колесо 1 –  $3N$  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  $4m$  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?

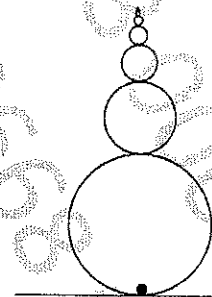


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра  $V_3$ :  $U = 1$  В и амперметра  $A_4$ :  $I = 1$  мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания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

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 вдвое. Незнайка скрепил шары так, что центры всех шаров лежат на одной прямой, а радиус каждого последующего меньше радиуса предыдущего в 2 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  $m$ .







ШИФР: 24  
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

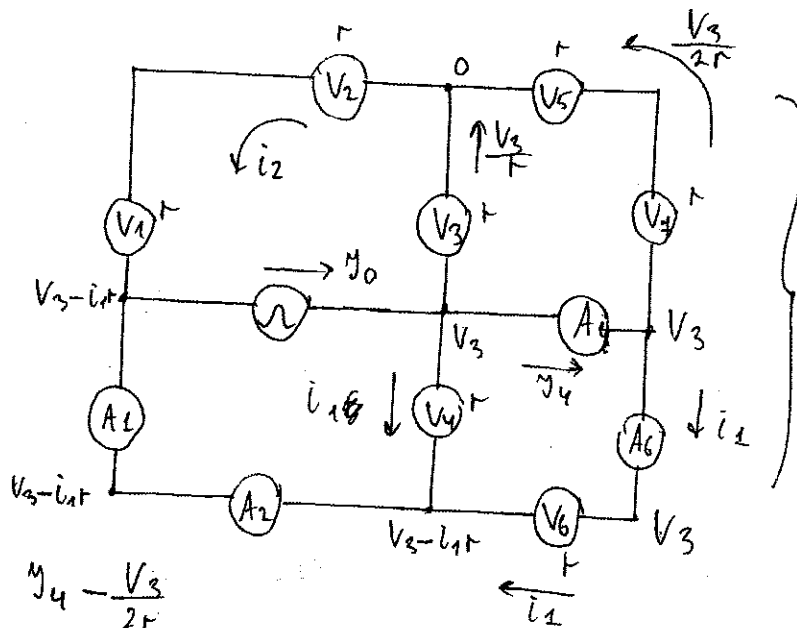
Работа по физике

Дата 24.02.22  
Вариант № 1  
Площадка написания:  
МФТИ  
ФИО и рег. номер не  
указывать!

ОЦЕНКА  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	7	0	1	0	1	6	<i>[Signature]</i>

№4  
 $V_3: U = 1\text{В}$   
 $A_4: y = 1\text{мкА}$   
 $r = ?$



$$1) i_1 = y_4 - \frac{V_3}{2r}$$

$$2) \begin{cases} i_2 = \frac{V_3}{r} + \frac{V_3}{2r} = \frac{3V_3}{2r} \\ i_2 = \frac{0 - (V_3 - i_1 r)}{2r} = \frac{i_1 r - V_3}{2r} = \frac{i_1}{2} - \frac{V_3}{2r} \end{cases}$$

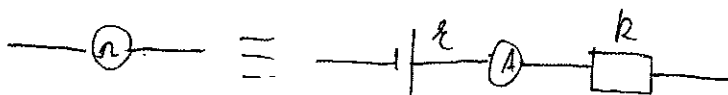
$$\frac{3V_3}{2r} = \frac{i_1}{2} - \frac{V_3}{2r}$$

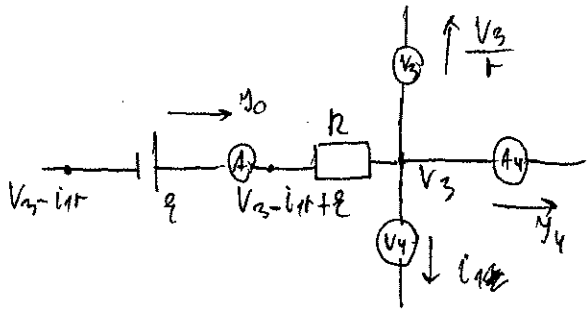
$$i_1 = 4V_3$$

$$y_4 - \frac{V_3}{2r} = 4V_3$$

$$y_4 = \frac{9V_3}{2r} \Rightarrow r = \frac{9V_3}{2y_4} = \frac{9U}{2y} = \frac{9 \cdot 1\text{В}}{2 \cdot 10^{-6}\text{А}} = 4,5 \cdot 10^6 \text{ Ом} = 4,5 \text{ Мом} \oplus$$

3) Рассм. ампер:





$$(V_3 - i_1 r + \mathcal{E}) - V_3 = I_0 \cdot R$$

$$\mathcal{E} - i_1 r = I_0 R$$



$$I_0 = \frac{V_3}{r} + i_1 + I_4 = \frac{1}{4.5 \cdot 10^{-6}} + =$$

$$= \frac{V_3}{r} + I_4 - \frac{V_3}{2r} + I_4 = \frac{V_3}{2r} + 2I_4$$

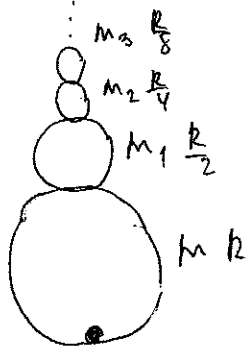
$$I_0 = \frac{1}{4.5 \cdot 10^{-6} \cdot 2} + 2 \cdot 10^{-6} = 2,11 \cdot 10^{-6} \text{ A}$$

№6

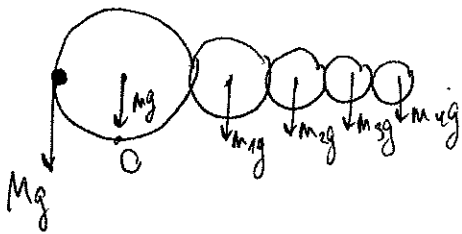
m

R < 6 2r

M = ?



Относительной системе



$$m = \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot \rho$$

$$m_1 = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi \left(\frac{R}{2}\right)^3$$

$$m_n = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi \left(\frac{R}{2^n}\right)^3 = \frac{m}{(2^n)^3} - \text{масса n-го шара}$$

на подвижный шар:

Т.к. шар в контакте с шаром m=0:

$$MgR \geq m_0 g (R + R_2) + m_2 g (2R + R_4) + \dots$$

$$MR \geq \frac{m}{2^3} \cdot \frac{5R}{2} + \frac{m}{2^6} \cdot \frac{9R}{4} + \frac{m}{2^9} \cdot \frac{21R}{8} + \dots$$

$$MR \geq \frac{m \cdot 5R}{2^4} + \frac{m \cdot 9R}{2^8} + \frac{m \cdot 21R}{2^{12}} + \dots$$

$$MR \geq mR \left( \frac{5}{2^4} + \frac{9}{2^8} + \frac{3^3}{2^{12}} + \dots \right)$$

$$M \geq m \left( \frac{5}{2^4} + \frac{9}{2^8} + \frac{3^3}{2^{12}} + \dots \right)$$

Бесконеч. ряд. Кр-ца





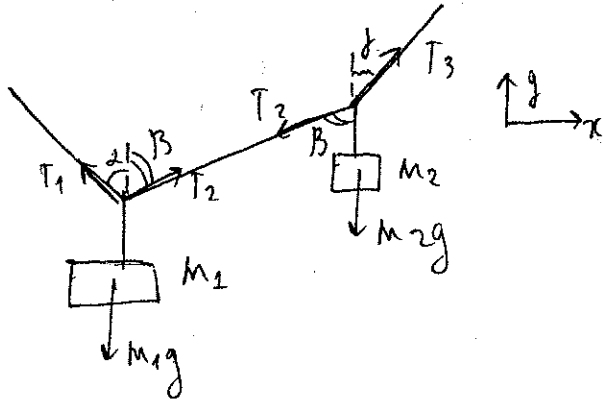
Работа по физике

Дата 24.02.22  
Вариант № 1  
Площадка написания:  
МФТИ  
ФИО и рег. номер не  
указывать!

ОЦЕНКА  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

№ 1  
 $\frac{m_1}{m_2} = ?$



$$1) \cos \alpha = \frac{5}{6} \Rightarrow \frac{5\sqrt{34}}{34} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{3\sqrt{34}}{34} \quad \text{ctg} \alpha = \frac{5}{3}$$

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

$$\cos \gamma = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \sin \gamma = \frac{\sqrt{2}}{2} \quad \text{ctg} \gamma = 1$$

2) II з-к Ньютона:

$$y: T_1 \cos \alpha + T_2 \cos \beta = m_1 g$$

$$T_3 \cos \gamma - T_2 \cos \beta = m_2 g$$



⇒

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{T_2 \sin \beta \cdot \cos \alpha + T_2 \cos \beta}{T_2 \sin \beta \cdot \cos \gamma - T_2 \cos \beta}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\sin \beta \cdot \text{ctg} \alpha + \cos \beta}{\sin \beta \cdot \text{ctg} \gamma - \cos \beta}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\frac{3\sqrt{10}}{10} \cdot \frac{5}{3} + \frac{1}{\sqrt{10}}}{\frac{3\sqrt{10}}{10} \cdot 1 - \frac{1}{\sqrt{10}}} = \frac{\frac{3\sqrt{10}}{10} \cdot \frac{5}{3} + \frac{1}{\sqrt{10}}}{\frac{3\sqrt{10}}{10} \cdot 1 - \frac{1}{\sqrt{10}}} = 3$$

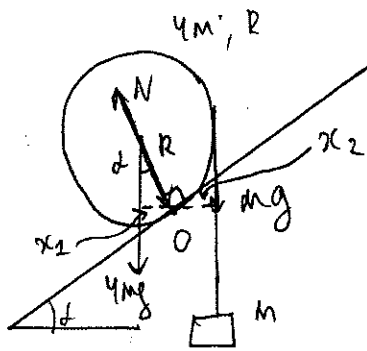
$$x: T_2 \sin \beta = T_1 \sin \alpha$$

$$T_2 \sin \beta = T_3 \sin \gamma$$



Ответ:  $\frac{m_1}{m_2} = 3$

№3  
R, 4m  
L=?



$$x_1 = R \sin \alpha; \quad x_2 = R - R \sin \alpha = R(1 - \sin \alpha)$$

Пр - по максимум для угла наклона  
отн-о М.О:

$$4mg x_1 \leq mg x_2$$

$$4(1 - \sin \alpha) \geq 4 \sin \alpha \cdot R$$

$$\sin \alpha \leq \frac{1}{5}$$

ответ:  $\alpha \in [0; \arcsin \frac{1}{5}]$

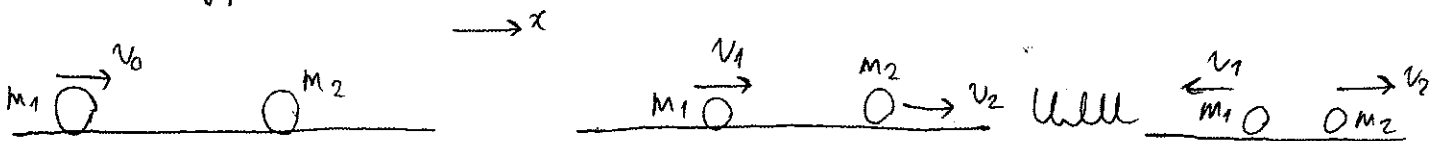
$\alpha \in [0; \arcsin \frac{1}{5}]$

1.55

№5

1) Удар нерезко наклонив вглубь линии, соединяющей оба шара. В таком случае, удар будет центральным.

2) Рассм. удар двух шаров: Пусть  $m_1 > m_2$



$$\text{ЗУИ: } x: m_1 v_0 = m_1 v_{1x} + m_2 v_2 = m_1(v_0 - v_{1x}) = v_2 \cdot m_2 \quad (1)$$

$$\text{ЗЭЭ: } \frac{m_1 v_0^2}{2} = \frac{m_1 v_{1x}^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2}$$

$$m_1(v_0 - v_{1x})(v_0 + v_{1x}) = m_2 v_2^2 \quad (2)$$

$$\left. \begin{array}{l} (1) \\ (2) \end{array} \right\} \Rightarrow v_0 + v_{1x} = v_2 \quad (3)$$

$$\left. \begin{array}{l} (1) \\ (3) \end{array} \right\} \Rightarrow m_1(v_0 - v_2 + v_0) = m_2 v_2$$

$$2v_0 - v_2 = \frac{m_2 v_2}{m_1} \Rightarrow v_2 = \frac{2v_0}{1 + \frac{m_2}{m_1}} > 0 \text{ всегда}$$

$$m_1(v_0 - v_{1x}) = m_2 \cdot (v_0 + v_{1x})$$

$$m_1 v_0 - m_1 v_{1x} = m_2 v_0 + m_2 v_{1x} \Rightarrow v_{1x} = \frac{v_0(m_1 - m_2)}{m_1 + m_2}$$

Если  $m_1 > m_2$ , то  $v_{1x} > 0$

Если  $m_1 < m_2$ , то  $v_{1x} < 0$

Значит, оба движущихся шара будут двигаться вправо в малом случае, если масса налетающего шара больше покоящегося. Если масса налетающего шара меньше, то после удара он пойдет назад

0.58