

1

217781

Регистрационный номер

МФТИ

Площадка написания

Церково

Школа

Фамилия Копышев

Имя Анастасия

Отчество Светлановна

155

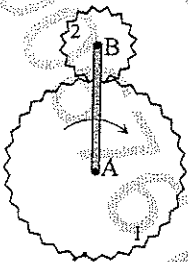
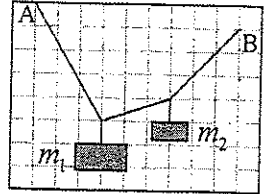
(не заполнять)

Подпись

«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиады

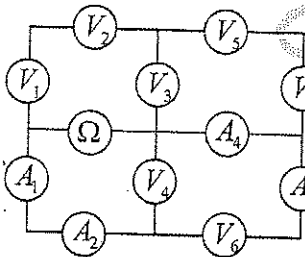
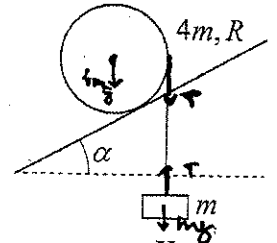
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ им. Р.Е.Алексеева, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,
БГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс
1 вариант

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 .



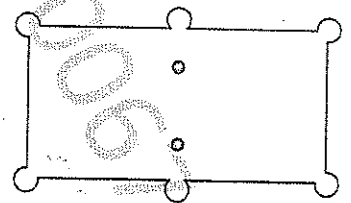
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрим модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

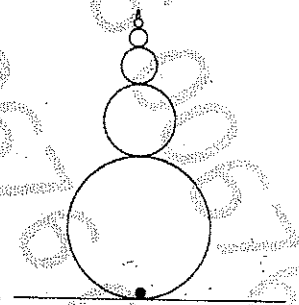


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра V_3 : $U = 1$ В и амперметра A_4 : $I = 1$ мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра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

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 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 .





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по Физике

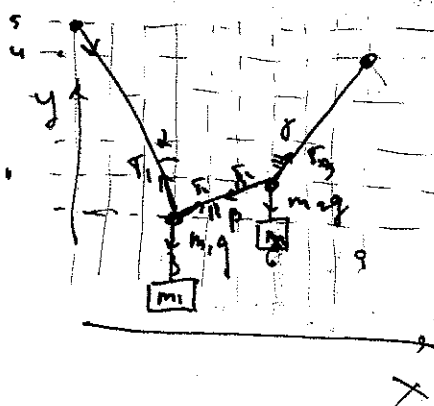
Дата 27.02.2022
Вариант № 1
Площадка написания:
МФТИ

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
1	2	3	4	5	6		

ФИО и рег. номер не
указывать!

NI



3. Ньютоном

$$m_1: m_1 g - T_1 \cos \alpha + T_2 \sin \beta$$

$$0X: T_1 \sin \alpha = T_2 \cos \beta$$

$m_2:$

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

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

$T_3 =$

$$\sin \alpha = \frac{3}{\sqrt{9+25}} = \frac{3}{\sqrt{34}}$$

$$\cos \alpha = \frac{5}{\sqrt{34}}$$

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

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

$$\sin \gamma = \frac{\sqrt{2}}{2} = \cos \delta$$

$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{\sin \gamma}{\cos \beta} = \frac{\frac{\sqrt{2} \sqrt{10}}{2}}{\frac{3}{\sqrt{10}}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$$

$$T_3 = \frac{3T_2}{\sqrt{5}}; T_1 = T_2 \sqrt{\frac{5}{7}}$$

$$m_1 g = T_2 \sqrt{\frac{5}{7}} \cdot \frac{5}{\sqrt{34}} + T_2 \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} = T_2 \left(\frac{5\sqrt{5}}{17\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{10}} \right)$$

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

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\frac{5\sqrt{5}}{17\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{10}}}{\frac{3\sqrt{2}}{2\sqrt{5}} - \frac{1}{\sqrt{10}}} = \frac{25 + 17}{17\sqrt{10} \cdot \left(\frac{3\sqrt{2} - \sqrt{2}}{2\sqrt{5}} \right)} = \frac{42 \cdot \sqrt{5}}{17 \cdot \sqrt{10} \cdot \sqrt{2}} = \frac{42}{17 \cdot 2} = \frac{21}{17}$$

Лист 1 из 2

Ответ: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{21}{17}$

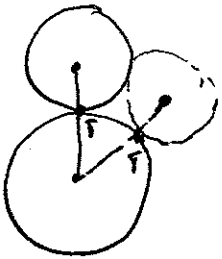
N2. 2: N, B-центр, r_B - радиус шара
 1: 3N, A-центр, r_A - радиус шара

конус 1 - n оборотов

~~$2\pi r_B = d \cdot 3N$~~
 ~~$2\pi r_A = d \cdot N$~~
 ~~$\frac{r_B}{r_A} = \frac{1}{3}$~~

~~$v = \omega R$, $\omega_A = \omega_B$ т.е. зубчики взаимодействуют~~
~~линейно у всех шестеренок.~~

~~$v_A = \omega_A r_A$~~
 ~~$v_B = \omega_B r_B$~~



~~$T = \frac{n \cdot 3Nd}{v_A} = \frac{n \cdot 3Nd}{\omega r_A} = \frac{3nNd}{\omega r_A}$~~

~~$n_2 \cdot dN = T \cdot v_B = T \cdot \omega r_B = \frac{3nNd}{\omega r_A} \cdot \omega r_B = nNd$~~
 ~~n_2 кол-во оборотов~~
~~второй шест.~~

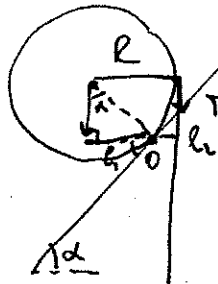
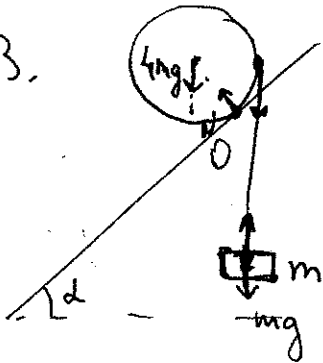
~~$n_2 \cdot Nd = T \cdot v_B = \frac{3nNd}{\omega r_A} \cdot \omega r_B = nNd$~~

$n \cdot 3N$ - зубчики взаимодействуют.

$\frac{n \cdot 3N}{N} = 3n$ - оборотов

Ответ: $3n$ - оборотов

N3.



l_1, l_2 нулеи сш
 $m\vec{g}$ и \vec{T} сш

$F \cdot O$
 $\sum M$ вода рывз бвс. бвср

$T \cdot l_2 - l_1 4mg > 0$

~~$T \cdot l_2 - Rmg + l_2 mg > 0$~~

$T(R - l_1) - l_1 mg > 0$

$TR - Tl_1 - l_1 mg > 0$; $TR > l_1(T + 4mg)$

$TR > R \sin \alpha (T + 4mg)$

$mg = \sin \alpha (4mg) = \sin \alpha \cdot 5mg$; $\sin \alpha = \frac{1}{5}$.

Ответ: $\sin \alpha = \frac{1}{5}$

(1.55)



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

Площадка написания:
МФТИ

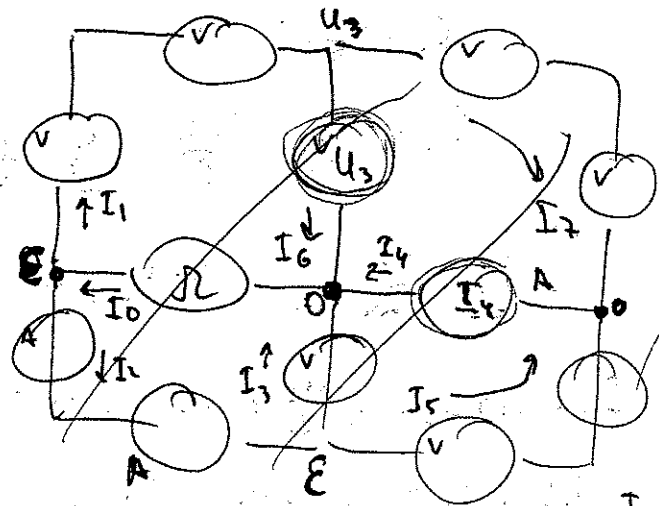
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

U_3 - вольтметр.
 I_1 - амперметр.
 I_2 - вольтметр.
 I_3 - омегаметр
 $U_3 : U_3 / R_x$
 $A_4 : I_4 \cdot 10^{-6} A$

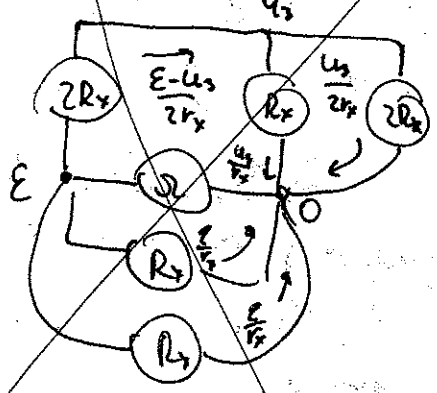
Найти: r_0 - ? R_x - ?
 $r_0 \ll r_x$
 r_0 - омметр.



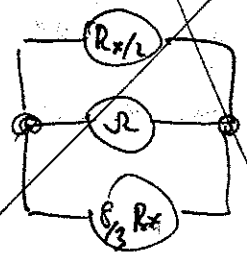
$I_6 = \frac{U_3}{R_x}$
 $I_1 = \frac{E - U_3}{2R_x}$
 $I_2 = \frac{U_2}{2R_x}$
 $I_5 = \frac{E}{R_x}$
 $I_3 = \frac{E}{R_x}$
 $I_4 = I_5 + I_2 = \frac{E}{R_x} + \frac{U_2}{2R_x}$

$I_6 = \frac{U_3}{R_x} ; E - U_3 = 2R_x I_1 ;$

места с амперметрами можно преобразовать

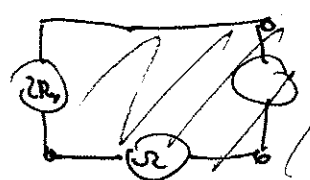


$\frac{2}{3} R_x + 2R_x = \frac{8}{3} R_x$



$\frac{R_x}{2} \cdot \frac{8}{3} R_x = \frac{4 \cdot 6^2}{3(19)} R_x =$
 $R_x \left(\frac{1}{2} + \frac{8}{3} \right) = \frac{8}{19} R_x$

$I_2 = I_3 + I_5 = \frac{2E}{R_x}$



$I_0 = \frac{U_3}{R_x} + \frac{U_2}{2R_x} + 2 \frac{E}{R_x} = \frac{3}{2} \frac{U_3}{R_x} + \frac{2E}{R_x} ; I_0 = I_1 + I_2 =$
 $\frac{E - U_3}{2R_x} + \frac{2E}{R_x} = \frac{3E - U_3}{2R_x}$

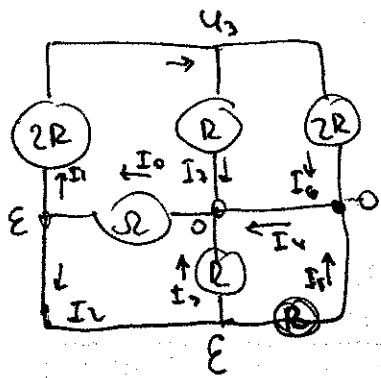
$\frac{3}{2} U_3 + 2E = 3E - U_3$
 $E = \frac{5}{2} U_3$

$\frac{8}{19} R_x = \frac{E}{\frac{3}{2} \frac{U_3}{R_x} + \frac{2E}{R_x}}$

$\frac{8}{19} = \frac{E}{\frac{3}{2} U_3 + 2E} ; 12U_3 + 16E = 19E$

Лист 2 из 2

N4 Соединяем, это амперметры как узлы проводки



$$I_7 = \frac{U_3}{R}$$

$$I_6 = \frac{U_3}{2R}$$

$$I_1 = I_7 + I_6 = \frac{U_3}{2R} + \frac{U_3}{R} = \frac{3}{2} \frac{U_3}{R}$$

$$\mathcal{E} - U_3 = I_2 R = \frac{3}{2} U_3 \cdot 2 = 3U_3$$

$$\mathcal{E} = 4U_3$$

$$I_3 = \frac{4U_3}{R}$$

$$I_5 = \frac{4U_3}{R}$$

$$I_6 + I_5 = I_4$$

$$I_4 = \frac{U_3}{2R} + \frac{4U_3}{R} = \frac{U_3}{R} \cdot \frac{9}{2}$$

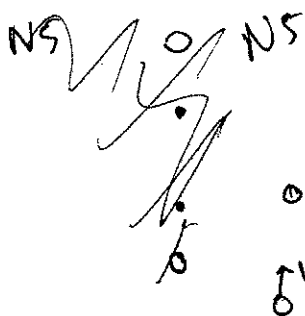
$$R = \frac{U_3}{I_4} \cdot \frac{9}{2} = 4,5 \cdot 10^6 \text{ Ом}$$

$$R = \frac{\mathcal{E}}{I_0} \quad I_0 = I_1 + I_2 = \frac{3}{2} \frac{U_3}{R} + I_2; \quad I_2 = I_3 + I_5 = \frac{8U_3}{R}$$

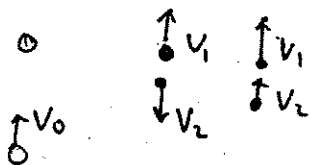
$$I_0 = \frac{3}{2} \frac{U_3}{R} + \frac{8U_3}{R} = \frac{U_3}{R} \cdot \frac{19}{2}$$

$$R = \frac{4U_3}{\frac{19U_3}{2}} \cdot 2R = \frac{8}{19} R = \frac{U_3}{I_4} \cdot \frac{9}{2} \cdot \frac{8}{19} = \frac{36}{19} \cdot \frac{U_3}{I_4} = \frac{36}{19} \cdot 10^6 = 1,9 \cdot 10^6 \text{ Р.}$$

Ответ: $R = 4,5 \cdot 10^6 \text{ Р.}; R = 1,9 \cdot 10^6 \text{ Р.}$ (+) (25)



Если привать марки 1 V_0 направленной в одну сторону соединяем
то после узла два марок: $mV_0 = mV_1 + mV_2$



если $V_1 > V_0$ то V_2 будет направлено в другую сторону

$V_1 < V_0$ то марки будут лежать в одну сторону

(25)



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

Дата 27.07.2021

Вариант № 1

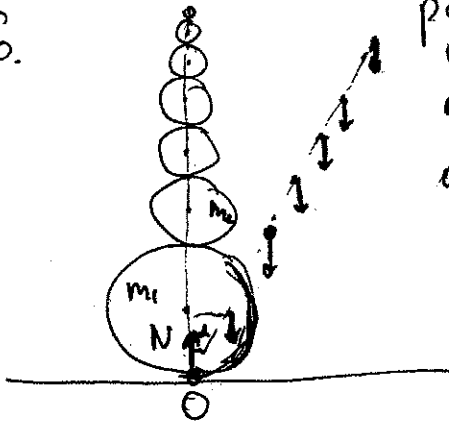
Площадка написания:
МФТИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

N6.



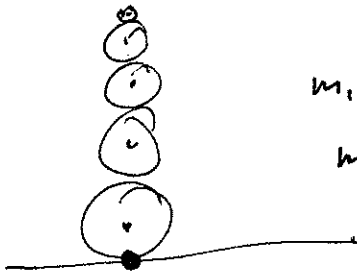
рассмотрим центр масс какого-то шара - центр шаров.
Заметим сумму моментов сил отн. с.о.

$$\sum M = m_2 r_2 + m_3 r_3 + \dots + m_n r_n = 0$$

→ эта конструкция продолжает поворачиваться по час. стрелке

→ конструкция не сможет вернуться в равновесие → неустойчиве

2)



$m_i = m \cdot \frac{1}{8^i} \cdot R^3$; Закон сохранения энергии. Все св. поле:
 $I \beta = \sum M$

$$m_i = \frac{m}{8^i}$$

$$\sum m_i = m + \frac{m}{8} + \dots + \frac{m}{8^n} = m \left(1 + \frac{1}{8} + \dots + \frac{1}{8^n} \right)$$

$$= m \left(\frac{\frac{1}{8^{n+1}} - 1}{\frac{1}{8} - 1} \right) = m \left(\frac{1 - \frac{1}{8^{n+1}}}{\frac{7}{8}} \right) = \frac{8}{7} m$$

$$\sum M = m R \sin \alpha + \frac{m}{8} \left(2R + \frac{R}{2} \right) \sin \alpha$$

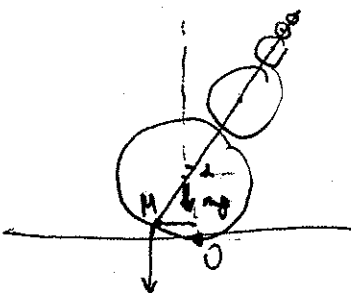
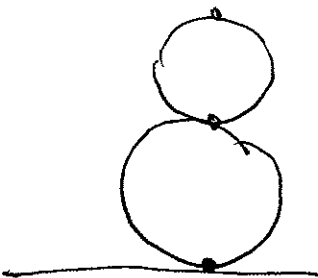
$$+ \frac{m}{8^2} \left(2R + R + \frac{R}{4} \right) \sin \alpha + \dots + \frac{m}{8^n} \left(2R + R + \dots + \frac{R}{2^{n-2}} + \frac{R}{2^n} \right) \sin \alpha$$

$$= \sin \alpha \cdot m R \left(1 + \frac{1}{8} \left(2 + \frac{1}{2} \right) + \frac{1}{8^2} \left(2 + \frac{1}{4} \right) + \dots + \frac{1}{8^n} \left(2 + \dots + \frac{1}{2^{n-2}} + \frac{1}{2^n} \right) \right)$$

Но M - масса пологого шара

$$M R \sin \alpha = \sum_{i=1}^n \frac{1}{8^i} \left(2 + \frac{1}{2^{i-2}} + \frac{1}{2^i} \right) \cdot m R \sin \alpha$$

$$M \geq m \sum_{i=1}^n \frac{1}{8^i} \left(2 + \frac{1}{2^{i-2}} + \frac{1}{2^i} \right) = m \left(2 \left(\frac{1}{8} + \dots + \frac{1}{8^n} \right) + \left(\frac{1}{8} \left(2 + \frac{1}{8^n} \right) + \dots \right) \right)$$



$$A = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(2 \cdot \left(\frac{1}{8^1} + \dots + \frac{1}{8^n} \right) + 1 \left(\frac{1}{8^1} + \dots + \frac{1}{8^n} \right) + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{8^1} + \dots + \frac{1}{8^n} \right) + \dots + 2^{-n} \left(\frac{1}{8^1} + \dots + \frac{1}{8^n} \right) \right)$$

$$\uparrow \sum_{i=1}^{\infty} \frac{1}{8^i} = \frac{1}{8} \left(\frac{1 - \frac{1}{8^n}}{1 - \frac{1}{8}} \right) = \frac{1}{8} \cdot \frac{8}{7} = \frac{1}{7}$$

$$A = \frac{1}{7} \left(2 + 1 + \frac{1}{2} + \dots + 2^{-n} \right) = \frac{2}{7} \left(\frac{1 - \frac{1}{2^n}}{1 - \frac{1}{2}} \right) = \frac{4}{7}$$

$$M \geq \frac{4}{7} m$$

Problem: $M \geq \frac{4}{7} m$ \ominus

\ominus

