

2

28 2089
Регистрационный номер

МФТИ
Площадка написания

1523

Школа

Фамилия Зюба

Имя Наталия

Отчество Наталиевна

177

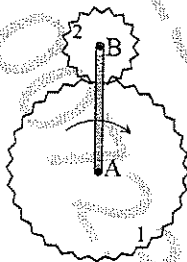
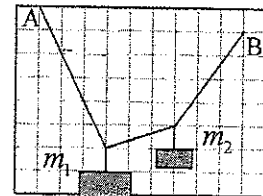
(не заполнять)

Подпись

«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиады

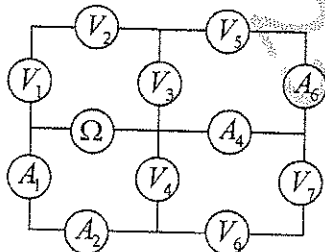
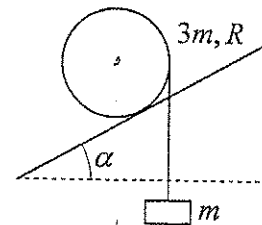
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», БГТУ им. В.Г. Шухова, ВлГУ
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс
2 вариант

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 .



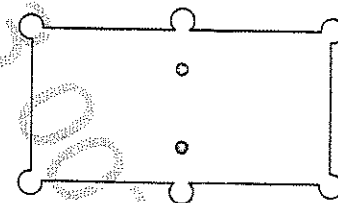
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

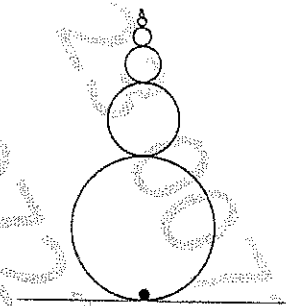


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра $V_3: U = 1$ В и амперметра $A_4: I = 1$ мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра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

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 Инженерной олимпиаде школьников

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

ОЦЕНКА
(не заполнять)

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

1) Дано: рисунок
Решение:

1) Спроектируем на ось y силы.

$$T_1 \cdot \frac{2}{\sqrt{5}} + T_M \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} - m_1 g = 0$$

спроектируем T_1 - сила натяжения на ось x:

$$T_1 \cdot \frac{1}{\sqrt{5}} + T_M \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} = 0$$

$$T_M = T_1 \cdot \frac{\sqrt{10}}{\sqrt{5}} = T_1 \cdot \frac{\sqrt{2}}{3} \Rightarrow T_1 \cdot \frac{2}{\sqrt{5}} + T_1 \cdot \frac{\sqrt{2}}{3} \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} = m_1 g$$

$$\frac{T_1}{\sqrt{5}} \left(2 + \frac{1}{3} \right) = m_1 g \Rightarrow \frac{7}{3} \frac{T_1}{\sqrt{5}} = m_1 g \Rightarrow T_1 = \frac{m_1 g \cdot 3\sqrt{5}}{7}$$

$$\Rightarrow T_M = m_1 g \frac{3\sqrt{5}}{7} \cdot \frac{\sqrt{2}}{3} = m_1 g \frac{\sqrt{10}}{7}$$

2) Аналогично спроектируем на ось y:

$$T_2 \cdot \frac{4}{5} = T_M \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} - m_2 g = 0$$

$$T_1 \cdot \frac{4}{5} - m_1 g \frac{\sqrt{10}}{7} \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} - m_2 g = 0$$

$$m_1 g \left(\frac{4}{5} - \frac{3\sqrt{5}}{7} - \frac{1}{7} \right) = m_2 g =$$

$$m_1 \left(\frac{4 \cdot 3\sqrt{5} - 5}{5 \cdot 7} \right) = m_2 = \left(\frac{12\sqrt{5} - 5}{5 \cdot 7} \right) m_1 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{m_1}{\left(\frac{12\sqrt{5} - 5}{5 \cdot 7} \right) m_1} = \frac{7 \cdot 5}{12\sqrt{5} - 5} \approx 1,6$$

0 ответ: 1,6

Задача 2

Дано: $2N$
 $3_1 = 2N$
 $3_2 = 2N$, где 3 —
 коэффициент трения.
 Найти:
 n_2 — ?
 $n_1 = 2N$.

Решение:
 Конус и цилиндр и кон. оберт
 тогда, когда $n_1 = 2N$
 коэффициент трения $\Rightarrow n_1 \Rightarrow$
 \Rightarrow тогда когда она прокатит
 $2N$ зведет, конус и оберт
 заведет вперёд обоим
 $\frac{2N}{N} = 2$ раза \Rightarrow когда пробо-
 ума АД обертит к конусу и
 обертит в н обертотел.



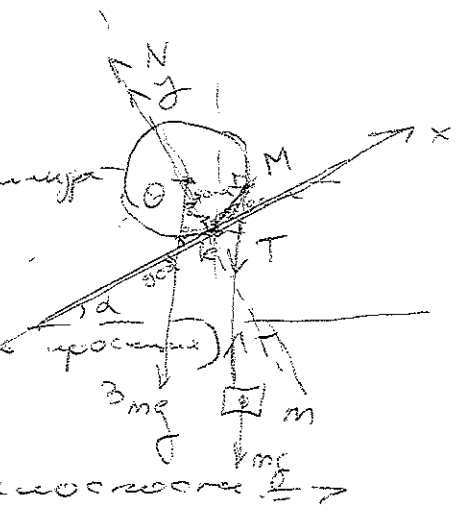
Ответ: $2N$



Задача 3

Дано: $m, 3m, R$
 Найти:
 α — ?

Путь конуса выдает \Rightarrow α
 в точке M (OM — горизонт).
 Путь K — точка касания
 цилиндра и конуса
 момент (к правому — по з.о.с. по часам)



Введём ось x — касательную к F и
 ось y — касательную к F и M
~~...~~

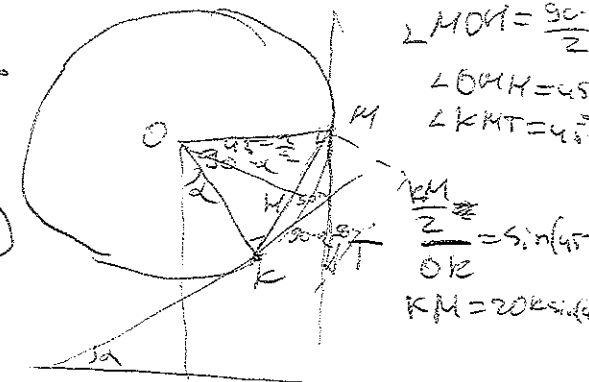
$F_T \sin \alpha \cdot OK$ — момент силы относительно $F.O$, вращающийся в одну сторону, где F_T — сила трения, действующая на цилиндр.

$F_T \sin \alpha \cdot KM$ — момент силы относительно $F.O$, вращающийся в другую сторону \Rightarrow

$\Rightarrow F_T \sin(\alpha - \alpha) \cdot 2OK \sin(\alpha - \alpha) \Rightarrow$

здесь $\sin(\alpha - \alpha) = 0$ начнём вращаться
 условие: $M_1 = M_2$

$3mg \cdot \sin \alpha = OK \leq mg \sin^2(\alpha - \alpha) \cdot 2OK$
 $3 \sin \alpha \leq 2 (\sin \alpha \cos \alpha - \cos \alpha \sin \alpha)$
 $3 \sin \alpha \leq \sqrt{2} \cos \alpha - \sqrt{2} \sin \alpha$
 $(3 + \sqrt{2}) \tan \alpha \leq \sqrt{2}$
 $\tan \alpha \leq \frac{\sqrt{2}}{3 + \sqrt{2}} \approx \frac{\sqrt{2}}{4.41} \approx 0.32$
 $\alpha \leq \arctg(0.32)$



$\angle MOK = \frac{90^\circ - \alpha}{2}$
 $\angle OKM = 45^\circ$
 $\angle KMT = 45^\circ - \alpha$
 $\frac{KM}{OK} = \sin(45^\circ - \alpha)$
 $KM = 2OK \sin(45^\circ - \alpha)$

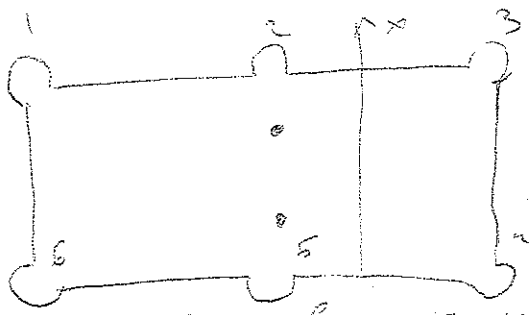
Ответ: при $\alpha \in [0; \arctg(0.32)] \in \mathbb{R}$

Задача 5

Дано: рисунок.

1), (2).

Решение:



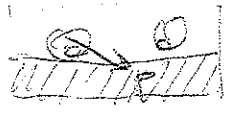
1) По рисунку видно, что два шарика могут быть в соприкосновении с поверхностью, если это

2 и 5 шары ось x , направим ось x и ось y так 2-5.

(3) Шары на ось x (имеется 4 шарика на оси x)
 $p_1 + 0 = 2p_2$
 $mV_1 = 2mV_2 \Rightarrow V_2 = \frac{V_1}{2}$; тогда момент импульса шаров в системе отсчета, тогда шары движутся вправо со скоростью $\frac{V_1}{2}$ относительно центра масс.

(2) Шары на ось x :
 $p_1 + 0 = -p_2 + p_2$
 $mV_1 = -mV_2 + mV_2$
 $V_1 = -V_2 + V_2$

В этом случае шары ударятся друг с другом и будут двигаться вправо со скоростью $\frac{V_1}{2}$.



$\frac{V_1}{2}$



ШИФР: 177
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по Физика

Дата 27.02.2022
Вариант № 2
Площадка написания:
МФТУ

ОЦЕНКА
(не заполнять)

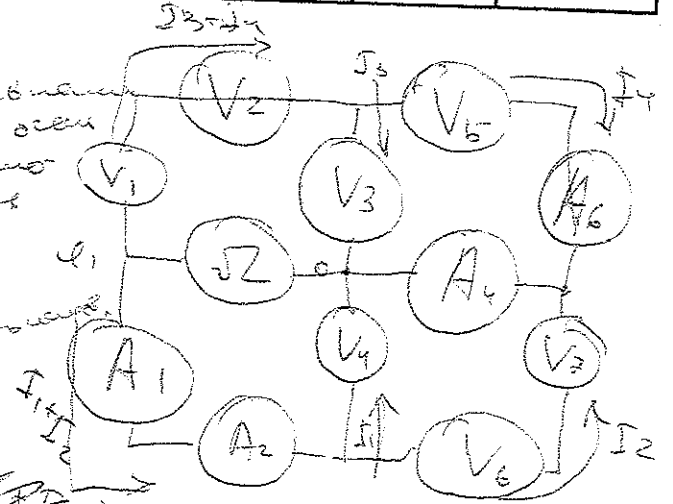
1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

ФИО и рег. номер не
указывать!

4 Задача

Дано: $V_3:U = 1B$
 $A_4: I = 1 \text{ мкА}$
Найти:
 $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7$

Т.к. сопротивления
амперметров осей
мала, то для
осей пренебреж
напряжением
на амперметрах
Различия потенциалов



$$\varphi_1 - (I_3 + I_4)(R_{V1} + R_{V2}) - I_3 R_{V3} = 0$$

$$\varphi_1 - (I_3 + I_4)(R_{V1} + R_{V2}) - I_4 R_{V5} = 0$$

$$\varphi_1 - (I_1 + I_2) \cdot 0 - I_1 \cdot R_{V4} = 0$$

$$\varphi_1 - I_2 (R_{V6} + R_{V7}) = 0$$

$$I_1 R_{A4} = I_2 \cdot 2R$$

$$I_1 = 2I_2$$

$$\varphi_1 - 2I_2 R = 0$$

$$\varphi_1 - I_3 \cdot 3R = 0$$

$$2I_2 R = I_3 \cdot 3R$$

$$I_2 = \frac{3}{2} I_3$$

$$I_1 = 3I_3$$

A_4 показывает $I_4 + I_2 = I_3 + I_2 = \frac{3}{2} I_3 + I_3 = \frac{5}{2} I_3 = 1 \text{ мкА}$
 $I_3 = \frac{2}{5} \text{ мкА}$
 $V_3:U = I_3 \cdot R = 1B \Rightarrow R = \frac{1}{\frac{2}{5} \cdot 10^{-6}} = \frac{5}{2} \cdot 10^6 \text{ Ом}$

$$I_2 \cdot 2R = \varphi_1 = \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{5} \cdot 10^{-6} \cdot \frac{5}{2} \cdot 10^6 = 3 \text{ В}$$

$$\Rightarrow 3 \text{ В} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_0 = \frac{\Delta \varphi_1}{I_1 + I_2 + I_3 + I_4} = \frac{3}{(3 \cdot \frac{2}{5} + \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{5} + \frac{4}{5}) \cdot 10^{-6}} = \frac{3}{10^{-6} \cdot (3 + \frac{3}{2} + 2)} = \frac{3}{10^{-6} \cdot \frac{13}{2}} = \frac{3 \cdot 2}{13 \cdot 10^{-6}} = \frac{6}{13} \cdot 10^6 \text{ Ом} \approx 0,46 \cdot 10^6 \text{ Ом}$$

Лист 3 из 3

Ответ: $0,46 \cdot 10^6 \text{ Ом}$; $R = \frac{5}{2} \cdot 10^6 \text{ Ом}$ — сопротивление вольтметра

