

1

367783
 Регистрационный номер

Фамилия Курин

210
 (не заполнять)

Имя Дмитрий

Отчество Игоревич

Подпись

г. Дзержинский
 Площадка написания

Лицей, Вторая школа
 Школа

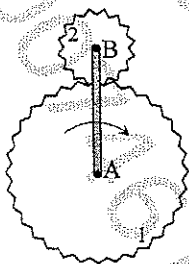
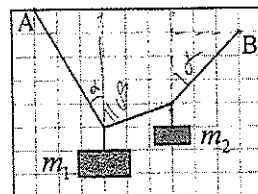
«Утверждаю»
 Председатель оргкомитета олимпиады

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

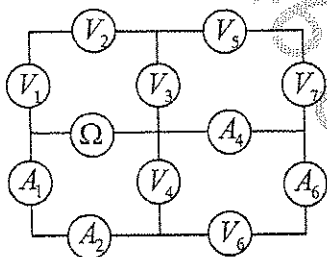
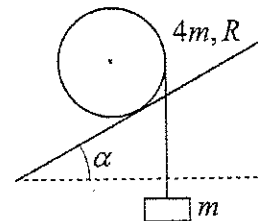
1 вариант

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 .



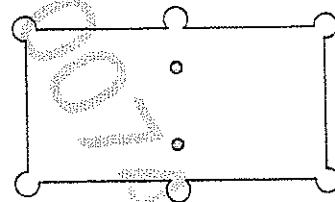
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

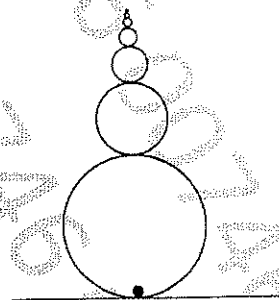


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра V_3 : $U = 1$ В и амперметра A_4 : $I = 1$ мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра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

Дата 27 февраля

Вариант № 1

Площадка написания:

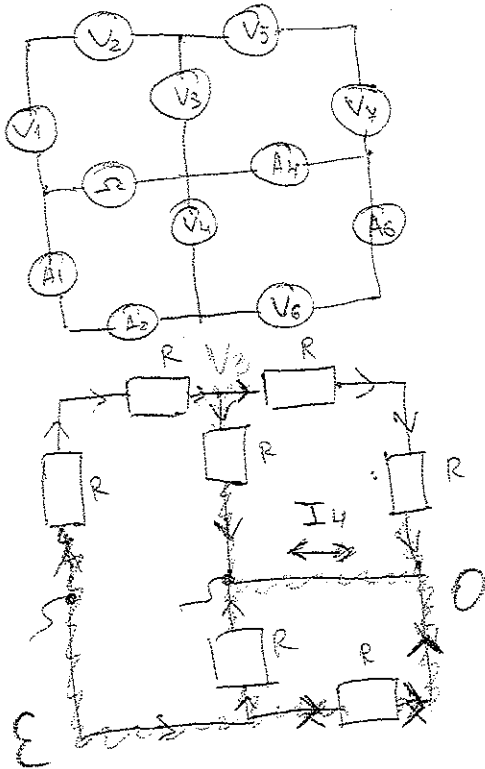
Долгопрудный

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	2	2	2	2	2	15	<i>[Signature]</i>



ИЧ.

$$V_3 = 3 \text{ В}$$

$$I_4 = 1 \text{ мкА}$$

По I пр. Кирхгофа: ~~$I_4 = \frac{V_3}{2R} + \frac{E}{R}$~~

$$I_4 = \frac{V_3}{2R} + \frac{E}{R}$$

$$\frac{E - V_3}{2R} = \frac{V_3}{2R} + \frac{V_3}{R} \Rightarrow E - V_3 = V_3 + 2V_3$$

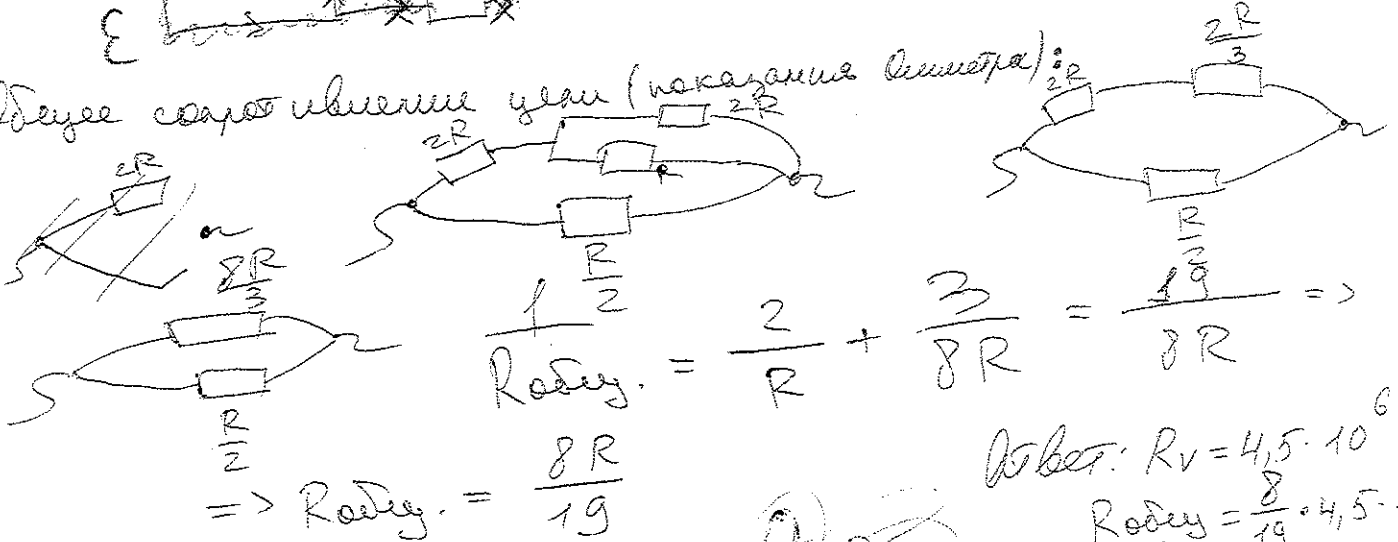
$$E = 4V_3 = 4 \text{ В} \Rightarrow \text{напряжение в}$$

оциметра $E = 4 \text{ В} \Rightarrow$

$$\Rightarrow I_4 = \frac{V_3}{2R} + \frac{4V_3}{R} = \frac{1}{R} \left(\frac{V_3}{2} + 4V_3 \right)$$

$$R = \frac{\frac{V_3}{2} + 4V_3}{I_4} = \frac{\frac{1}{2} + 4}{1 \cdot 10^{-6}} = 4,5 \cdot 10^6 \text{ Ом}$$

Общее сопротивление цепи (показание оциметра):



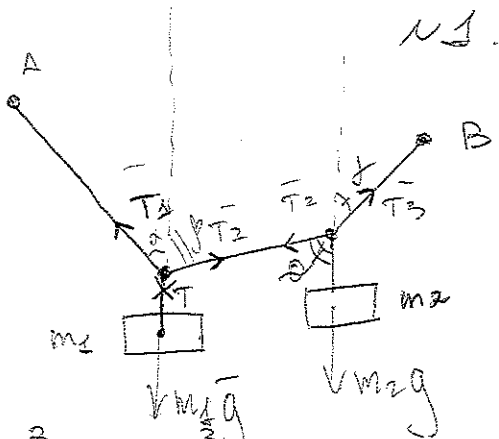
$$R_{\text{общ.}} = \frac{2}{R} + \frac{3}{8R} = \frac{19}{8R}$$

$$\Rightarrow R_{\text{общ.}} = \frac{8R}{19}$$

Ответ: $R_V = 4,5 \cdot 10^6 \text{ Ом}$

$$R_{\text{общ.}} = \frac{8}{19} \cdot 4,5 \cdot 10^6$$

25



$$\begin{cases} T_1 \sin \alpha = T_2 \sin \beta \\ m_1 g = T_1 \cos \alpha + T_2 \cos \beta \\ m_2 g + T_2 \cos \theta = T_3 \cos \delta \\ T_2 \sin \theta = T_3 \sin \delta \end{cases}$$

$\beta = \theta$

$$\sin \alpha = \frac{3}{\sqrt{25+9}} = \frac{3}{\sqrt{34}} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{5}{\sqrt{34}}$$

$$\sin \beta = \sin \theta = \frac{3}{\sqrt{9+1}} = \frac{3}{\sqrt{10}} \Rightarrow \cos \beta = \frac{1}{\sqrt{10}} = \cos \theta$$

$$\sin \theta = \sin \beta = \frac{3}{\sqrt{10}}$$

$$\sin \delta = \frac{3}{\sqrt{18}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \cos \delta = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$T_1 \cdot \frac{3}{\sqrt{34}} = T_2 \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} \Rightarrow T_2 = T_1 \sqrt{\frac{10}{34}}$$

$$m_1 g = T_1 \cdot \frac{5}{\sqrt{34}} + T_2 \cdot \frac{1}{\sqrt{10}}$$

$$m_2 g = T_3 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} - T_2 \cdot \frac{1}{\sqrt{10}}$$

$$T_2 \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} = T_3 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow T_3 = T_2 \cdot \frac{3\sqrt{2}}{\sqrt{10}} = T_1 \sqrt{\frac{10}{34}} \cdot \frac{3\sqrt{2}}{\sqrt{10}} =$$

$$\Rightarrow T_3 = T_1 \cdot \sqrt{\frac{18}{34}} = T_1 \cdot \sqrt{\frac{9}{17}} = T_3 \quad \checkmark$$

$$\Rightarrow m_1 g = T_1 \cdot \frac{5}{\sqrt{34}} + T_1 \cdot \sqrt{\frac{1}{34}} = T_1 \cdot \frac{6}{\sqrt{34}} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{6}{2} = 3$$

$$m_2 g = T_1 \cdot \sqrt{\frac{9}{34}} - T_1 \cdot \sqrt{\frac{1}{34}} = T_1 \cdot \frac{2}{\sqrt{34}}$$

Antwort: 3

(4) 25



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по _____

Дата 24.02.22

Вариант № 1

Площадка написания:

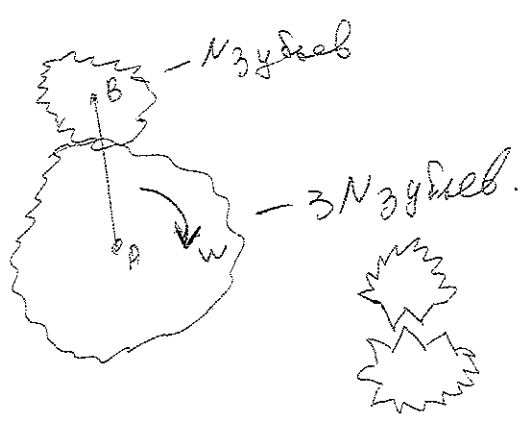
Должен выданы

ФИО и рег. номер не
указывать!

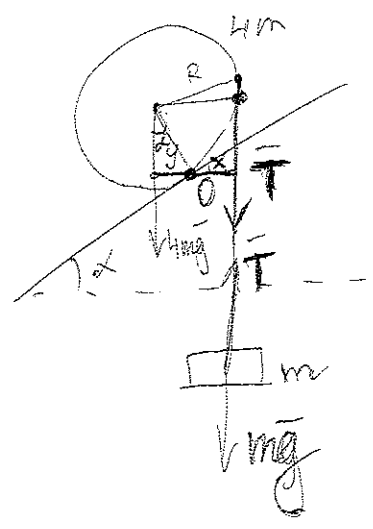
ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись



2
 оборотов совершит АВ.
 ↓
 3N·n зубьев пройдет Кассо 2
 Сколько зубьев, столько и пропусков
 между шестами ⇒ $K = \frac{3N \cdot n}{N} = 3n$
 ⇒ Ответ: 3n оборотов
 (Кр. 50)

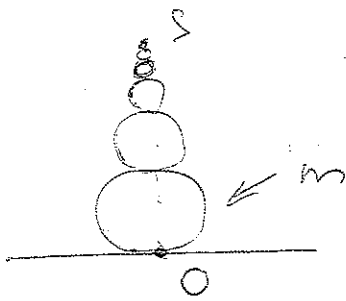


3
 $T = mg$
 Маммем ур-е моментов для
 точки O:
 $x \cdot T > y \cdot 4mg$ - условие того,
 что цилиндр
 будет вращаться по часовой, т.е.
 маммет негнмшатося.
 $R(1 - \sin \alpha) mg > R \sin \alpha \cdot 4mg$
 $1 - \sin \alpha > 4 \sin \alpha \Rightarrow 1 > \sin \alpha \cdot 5$
 $\Rightarrow \sin \alpha < \frac{1}{5} \Rightarrow$ Ответ: $\alpha < \arcsin \frac{1}{5}$ (+)

$y = R \sin \alpha$
 $x = R - R \sin \alpha$

$\Rightarrow \sin \alpha < \frac{1}{5} \Rightarrow$

(25)



№ 6.

$$R_i = \frac{R_{i-1}}{2}$$

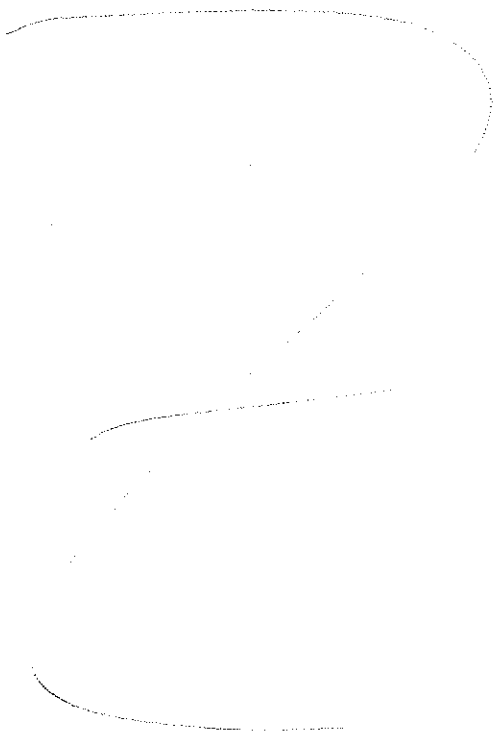
$$\frac{4}{3} \pi R^3 \rho = m \Rightarrow R^3 \rho = \frac{3m}{4}$$

$$\text{Масса } i \text{ шара: } m_i = \rho \cdot V = \frac{4}{3} \pi R_i^3 \cdot \rho = \frac{4}{3} \pi \rho \cdot R_i^3$$

\Rightarrow масса каждого последующего шара уменьшается в 8 раз

Проблема такого «вазочки-вазочка» в том, что центр масс данной системы находится на оси симметрии ΣO , из-за чего при отклонении появится момент сил тяжести, из-за чего «вазочка-вазочка» может упасть.

9/55





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по _____

Дата 24 февраля 2022г.

Вариант № 4

Площадка написания:

Делитеридуми

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

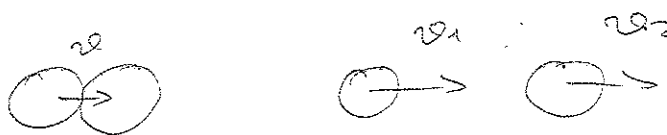
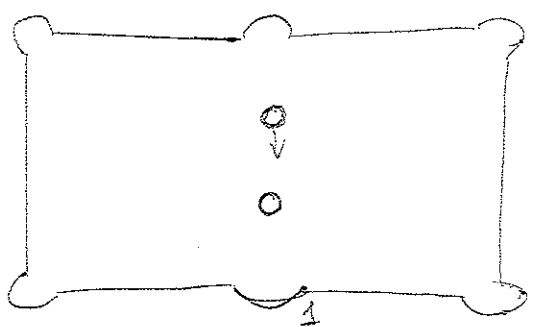
1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

нб.

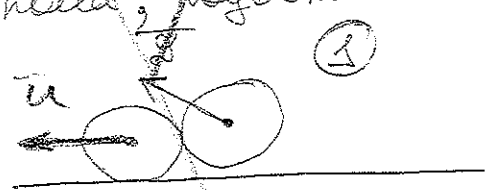
1) Оба шара попадут в 1 музу
Напишем з.с.и.

$$\begin{cases} m \cdot v = m v_1 + m v_2 \\ \frac{m v^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} - \text{з.с.з.} \end{cases}$$

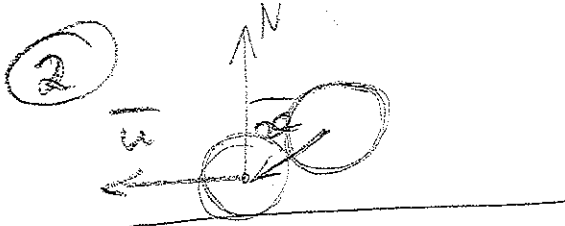
$$\begin{cases} v = v_1 + v_2 \Rightarrow v^2 = v_1^2 + v_2^2 + 2v_1 v_2 \\ v^2 = v_1^2 + v_2^2 \end{cases}$$



Если быть "горизонтально", т.е. без отрыва шара от пола, подобный случай невозможен.



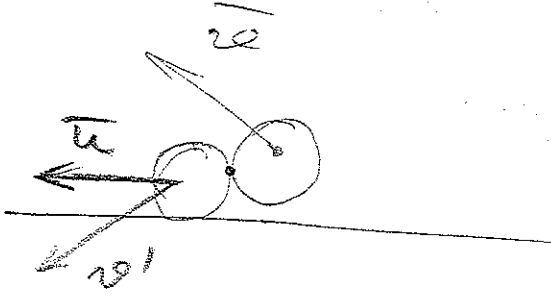
v_1 - скорости до соударения.
 v_2 - скорость после соударения



В случае 2) поверхность пола как бы мешает левому шару ехать вниз, из-за чего правый шарик может отскочить в обратную сторону

=> Для того, чтобы шарики полетели в разные стороны нужно, чтобы первый шари^к полетел^л на второй сверху так, чтобы скорость первого (велич^е, его вертикальная проекция) была направлена вниз

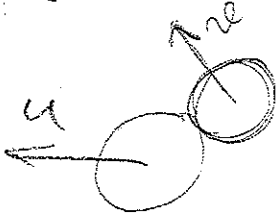
Продолжение 3 задачи.



v' — инерциальная скорость, т.е. скорость, которая была бы у шарика, если бы не было пола.

~~Если ударить по I шару так, чтобы точка соприкосновения I и II шаров была достаточно высоко, а скорость I направлена "вверх", то I может соскользнуть со второго, из-за чего его скорость по X не изменит своего направления, и он покатится влево вместе с II шаром.~~

~~Или $v^2 = u^2 + v'^2$~~



Если ударить по I шару так, чтобы точка соприкосновения I и II шаров была достаточно высоко, а скорость I направлена "вверх", то I может соскользнуть со второго, из-за чего его скорость по X не изменит своего направления, и он покатится влево вместе с II шаром.

0/55

