

2

432860  
Регистрационный номер

МФТИ  
Площадка написания

ГБОУ школа 1530  
Школа

Фамилия Чесин

262  
(не заполнять)

Имя Александр

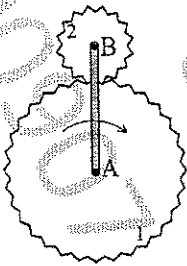
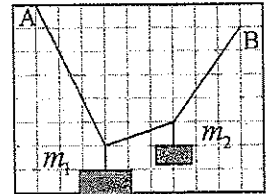
Отчество Дмитриевич

Подпись

«Утверждаю»  
Председатель оргкомитета олимпиады

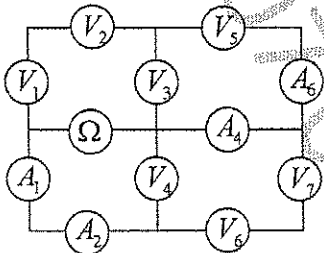
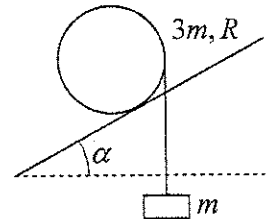
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», БГТУ им. В.Г. Шухова, ВлГУ  
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс  
2 вариант

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  $m_1/m_2$ .



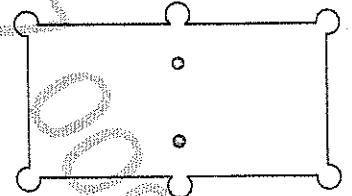
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

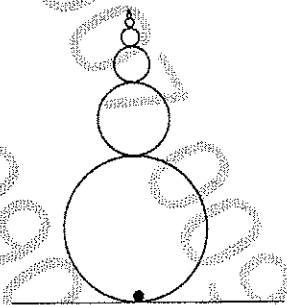


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра  $V_3$ :  $U = 1$  В и амперметра  $A_4$ :  $I = 1$  мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания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

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 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 интерактив амплитуде

Дата 27.09.2022

Вариант № 2

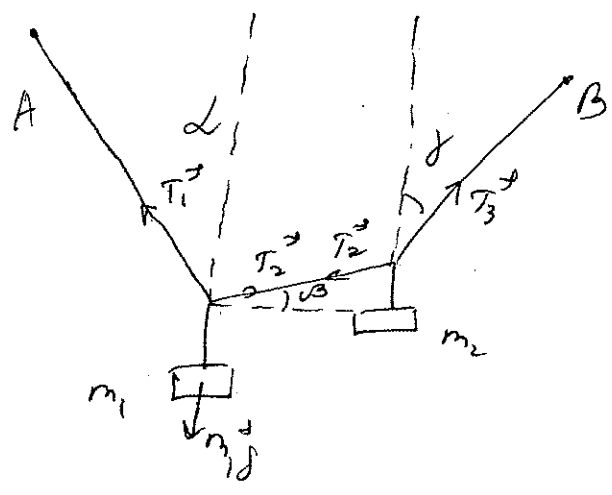
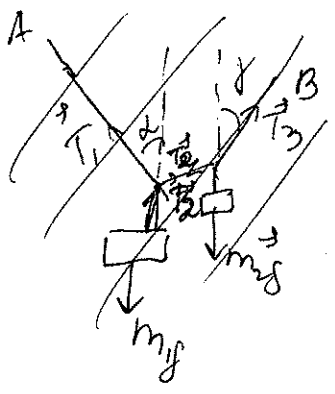
Площадка написания:  
МФТИ

ФИО и рег. номер не  
указывать!

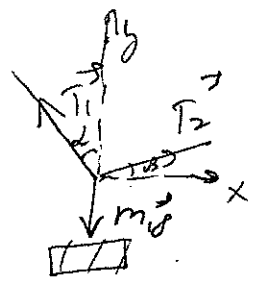
ОЦЕНКА  
(не заполнять)

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

1



1 узел:



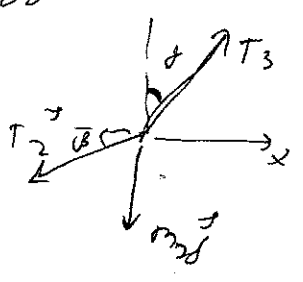
$$OX: T_1 \sin \alpha = T_2 \cos \beta$$

$$T_1 = T_2 \frac{\cos \beta}{\sin \alpha}$$

$$OY: m_1 g = T_1 \cos \alpha + T_2 \sin \beta = T_2 \frac{\cos \beta}{\sin \alpha} \cos \alpha + T_2 \sin \beta$$

$$m_1 g = T_2 \left[ \frac{\cos \beta}{\sin \alpha} \cos \alpha + \sin \beta \right]$$

2 узел



$$OX: T_2 \cos \beta = T_3 \sin \alpha$$

$$T_3 = T_2 \frac{\cos \beta}{\sin \alpha}$$

$$OY: m_2 g = T_3 \cos \alpha - T_2 \sin \beta$$

$$m_2 g = T_2 \left[ \frac{\cos \beta}{\sin \alpha} \cos \alpha - \sin \beta \right]$$

1 (пропорционально)

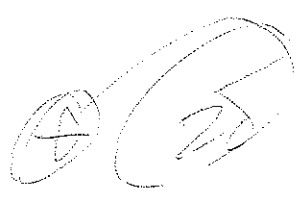
Решаем

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{m_1 g}{m_2 g} = \frac{\left[ \frac{1}{\tan \alpha \tan \beta} + 1 \right] \sin \beta}{\left[ \frac{1}{\tan \alpha \tan \beta} - 1 \right] \sin \beta}$$

где  $\tan \alpha = \frac{1}{2}$  ;  $\tan \beta = \frac{1}{3}$  ;  $\tan \gamma = \frac{3}{4}$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{6+1}{\frac{3 \cdot 1 - 1}{4 \cdot 3}} = \frac{7}{3}$$

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



2.

Дано:  $N$ ;  $2N$ ;  $n$

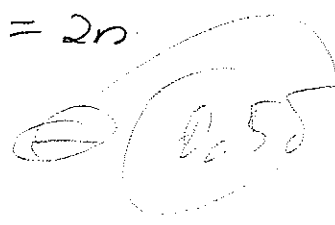
Решение:

При  $n$  оборотах кривошипа  
 колесо 2 проедет ~~2N~~  $2N$  зубьев колеса 1

Тогда второе колесо 2 должно совершить  
 $n_2$  оборотов

$$n_2 = \frac{2Nn}{N} = 2n$$

Ответ:  $n_2 = 2n$



ШИФР:

262  
(не заполнять)



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по синтезированной амплитуде

Дата 27.02.2022

Вариант № 2

Площадка написания:

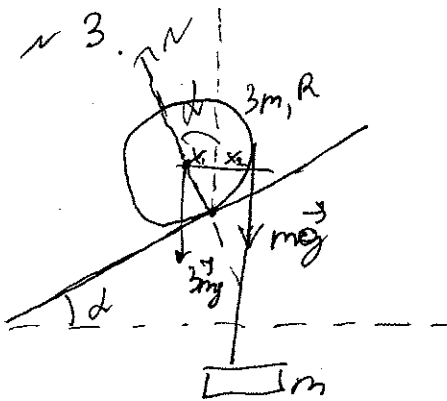
МФТИ

ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись



Условие, при котором  
система движется вверх:

$$M_{mg} > M_{3mg}$$

$$mg x_2 > 3mg x_1 \Rightarrow x_2 > 3x_1$$

Найдем  $x_1$  и  $x_2$

$$x_1 = R \sin \alpha$$

$$x_2 = R - R \sin \alpha = R(1 - \sin \alpha)$$

Получаем  $R(1 - \sin \alpha) > 3R \sin \alpha$

$$1 > 4 \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha < \frac{1}{4}$$

$$\alpha < \arcsin\left(\frac{1}{4}\right)$$

Ответ:  $\alpha < \arcsin\left(\frac{1}{4}\right)$

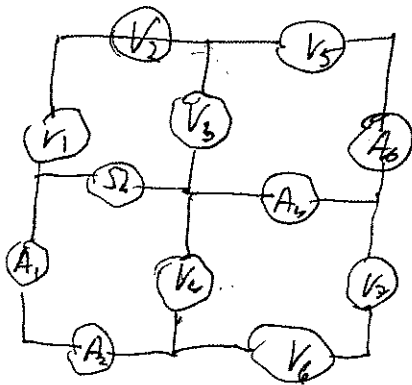
4.

Дано:

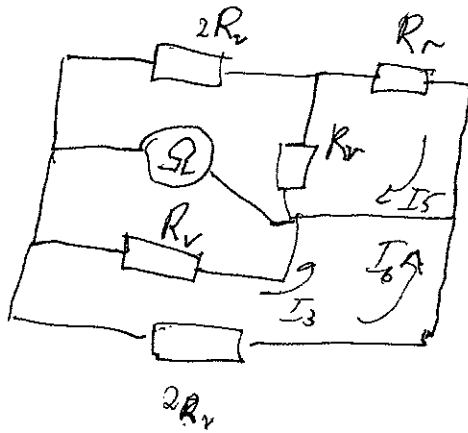
$U_3 = 18$

$I_4 = 1 \text{ mA}$

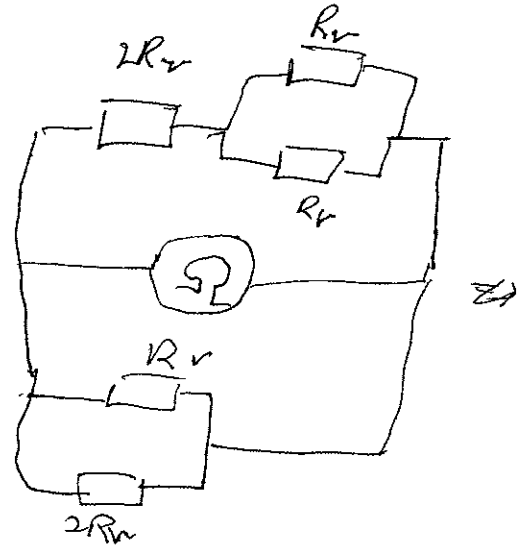
$R_1; R_2$



Упростите схему, заменив все вольтметры на резисторы, а амперметры на резисторы.



⇒



Сопоставление веток:

$2R_v + \frac{R_v}{2} = \frac{5}{2} R_v$

Сопоставление узлов:

$2R_v + \frac{R_v}{2} = \frac{5}{2} R_v$

$R_v \cdot \frac{2R_v}{3R_v} = \frac{2}{3} R_v$

Пусть  $I_0$  - общий ток, тогда  $I = \frac{5}{2} R_v \frac{I_0}{R_v (\frac{5}{2} + \frac{2}{3})} =$

$= \frac{5/2}{19/6} I_0 = \frac{15}{19} I_0$

$I_{\text{вет}} = I_0 - I_{\text{вет}} = \frac{4}{19} I_0$

$I_5 = \frac{R_v}{2R_v} I_{\text{вет}} = \frac{2}{19} I_0$

$I_0 = \frac{R_v}{3R_v} I_{\text{вет}} = \frac{1}{3} \frac{15}{19} I_0 = \frac{5}{19} I_0$

Пускаем  $I_4 = I_5 + I_6 = \frac{7}{19} I_0 \Rightarrow I_0 = \frac{19}{7} I_4$

$I_3 = \frac{2R_v}{3R_v} I_{\text{вет}} = \frac{10}{19} I_0 = \frac{10}{7} I_4$

Работа по инженерной физикеДата 27.02.2022Вариант № 2

Площадка написания:

МФТИФИО и рег. номер не  
указывать!

## ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

~ 4 (процелками)

Сопротивление вольтметра

$$R_V = \frac{U_3}{I_3} = \frac{7}{10} \frac{U_3}{I_4} - \text{закон Ома}$$

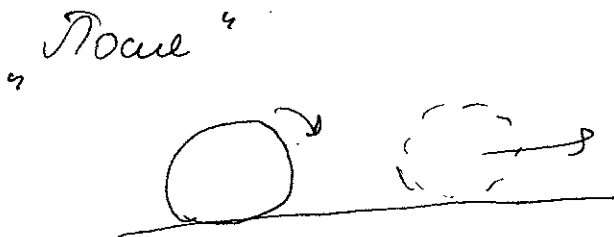
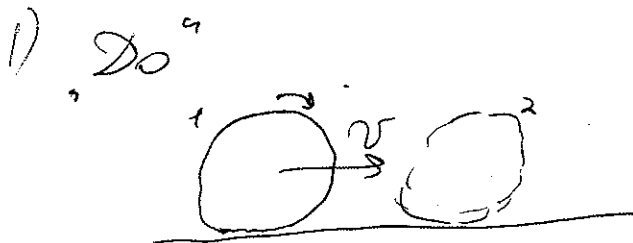
$$R_V = \frac{7}{10} \frac{13}{10^{-6} \text{ A}} = 700 \cdot 10^3 \text{ Ом} = 700 \text{ кОм}$$

Показание ~~интервала~~ омметра:

$$R_{\Omega} = \frac{U_3}{I_3} = \frac{7}{13} \frac{U_3}{I_4} = \frac{7}{13} \frac{13}{10^{-6} \text{ A}} = 368 \text{ кОм}$$

Ответ:  $R_V = 700 \text{ кОм}$ ;  $R_{\Omega} = 368 \text{ кОм}$ 

~ 5.



Если шар ударит сверху,  
то он будет при движении  
вращаться так, как указано  
на рисунке 1.

Во время столкновения  
1 шар пережёт полностью  
скорость шару 2. и остави.  
(уменьшенное вращение)

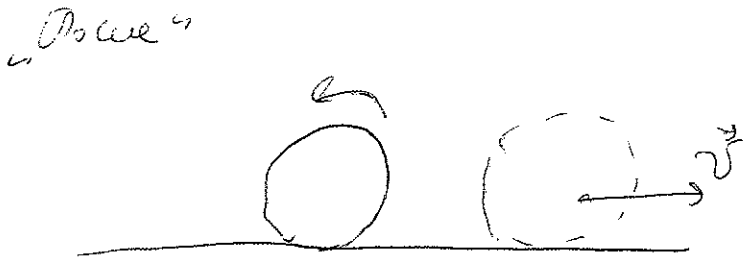
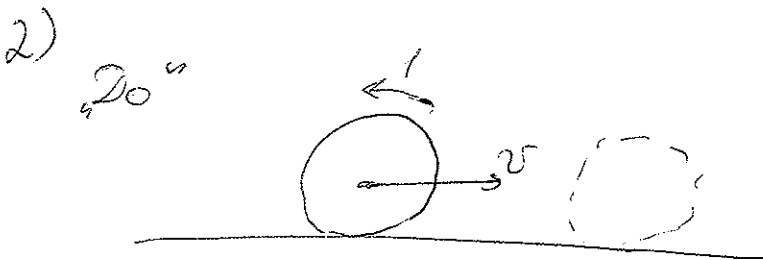
Но при этом шар 1 прокрутит  
вращаться в ту же сторону (т.е. все вращения не  
может пережаться, шары гладкие),  $\Rightarrow$

Лист 3 из 4

№5 (продолжение)

⇒ Шар ~~начинает~~ <sup>начинает</sup> двигаться в ту же сторону, что и сначала ⇒

⇒ Шар ударил сверху, оба шара ~~двигаются~~ <sup>двигаются</sup> в противоположные стороны  
оба шара движутся в одну сторону



Если шар ударил снизу, то он будет вращаться против движения.

После столкновения шар 1 остановится ⇒

⇒ шар начнет двигаться обратно

Шар 2 при этом летит ту же, куда двигался шар 1

⇒ Шар ударил "снизу", шары после столкновения движутся в противоположные стороны



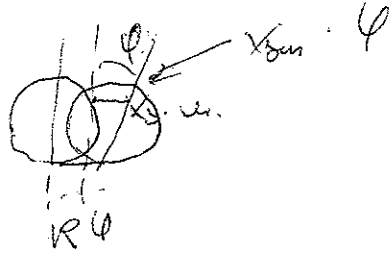




26 и 27

$$\begin{aligned} \ominus \quad mR \left[ \leq 3 \left( \frac{1}{27} \right)^{i-1} - \leq 2 \left( \frac{1}{81} \right)^{i-1} \right] \\ \frac{m}{(1 - \frac{1}{27})} \\ = mR \left[ \frac{3}{\frac{26}{27}} - \frac{2}{\frac{80}{81}} \right] = R \frac{26 \left[ \frac{81}{26} - \frac{81 \cdot 2}{80} \right]}{27} \\ = \frac{26}{27} \cdot \frac{3}{81} \frac{28 R}{80 \cdot 26} = \frac{28}{80} R \end{aligned}$$

Условие устойчивости системы:  $x_{sum} \varphi < R \varphi$   
 $x_{sum} < R$



Прообразы центра масс  
 с пружин M

$$x_{sum} = \frac{\frac{27}{26} m \frac{28}{30} R}{\frac{27}{26} m + M} < R$$

$$\frac{27}{26} m \frac{21}{20} < \frac{27}{26} m + M$$

$$M > \frac{27}{26} m \cdot \frac{1}{20} \Rightarrow M > \frac{270}{520} m = 0,519 m$$

Ответ:  $M > 0,519 m$

25