

2

274554
Регистрационный номер

МФТИ
Площадка написания

Александр Цыган
Школа

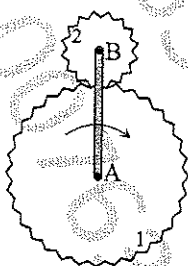
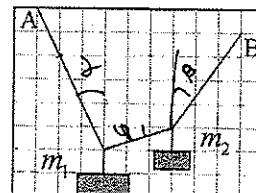
Фамилия Тракин
Имя Кирилл
Отчество Павлович

169
(не заполнять)
[Подпись]
Подпись

«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиады

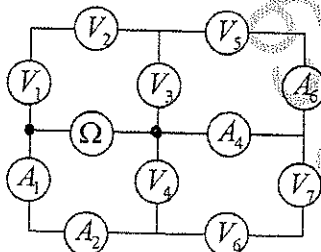
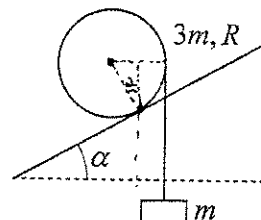
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», БГТУ им. В.Г. Шухова, ВлГУ
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс
2 вариант

- 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 .



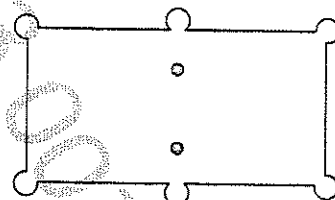
2) В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг оси А неподвижного зубчатого колеса 1. Колесо 2 имеет N зубьев, колесо 1 – $2N$ 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 быстреего спуска с плоскости (см. рисунок). При каком угле наклона плоскости α цилиндр будет двигаться вверх по плоскости?

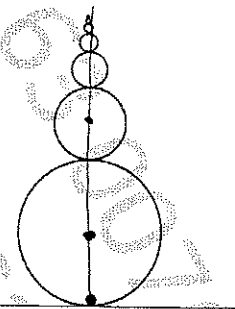


- 4) Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра V_3 : $U = 1$ В и амперметра A_4 : $I = 1$ мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра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

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 Физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 2

Площадка написания:

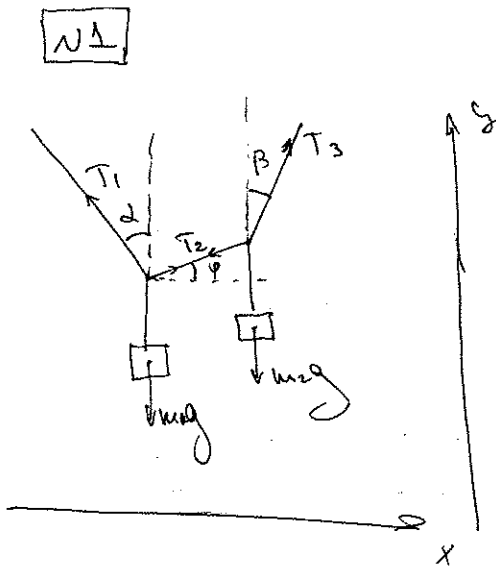
МФТИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	2	2	1	1	1	8,5	<i>[Signature]</i>



$$Ox: T_1 \cdot \sin \alpha = T_2 \cdot \cos \varphi \quad (1)$$

$$Oy: T_1 \cos \alpha + T_2 \cdot \sin \varphi = m_1 g \quad (2)$$

$$Ox: T_3 \cdot \sin \beta = T_2 \cdot \cos \varphi \quad (3)$$

$$Oy: T_3 \cdot \cos \beta - T_2 \cdot \sin \varphi = m_2 g \quad (4)$$

$$(2) + (4)$$

$$T_1 \cos \alpha + T_3 \cdot \cos \beta = m_1 g + m_2 g$$

$$(1) \Rightarrow$$

$$T_1 = T_2 \cdot \frac{\cos \varphi}{\sin \alpha} \rightarrow (2)$$

$$T_2 \cdot \frac{\cos \varphi}{\sin \alpha} \cdot \cos \alpha + T_2 \cdot \sin \varphi = m_1 g$$

$$(3) \Rightarrow T_3 = T_2 \cdot \frac{\cos \varphi}{\sin \beta} \rightarrow (4)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} T_2 \cdot \frac{\cos \varphi}{\sin \beta} \cdot \cos \beta = T_2 \cdot \sin \varphi = m_2 g \\ T_2 \cdot \frac{\cos \varphi}{\sin \alpha} \cdot \cos \alpha + T_2 \cdot \sin \varphi = m_1 g \end{array} \right.$$

$$\frac{1}{2} T_2 \cdot \cos \varphi \cdot \operatorname{ctg} \beta - T_2 \cdot \sin \varphi = m_2 g$$

$$T_2 \cdot \cos \varphi \cdot \operatorname{ctg} \alpha + T_2 \cdot \sin \varphi = m_1 g$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\cos \varphi \cdot \operatorname{ctg} \alpha + \sin \varphi}{\cos \varphi \cdot \operatorname{ctg} \beta - \sin \varphi} = \frac{\operatorname{ctg} \varphi \cdot \operatorname{ctg} \alpha + 1}{\operatorname{ctg} \varphi \cdot \operatorname{ctg} \beta - 1}$$

$$\operatorname{ctg} \alpha = \frac{6}{3} = 2$$

$$\operatorname{ctg} \beta = \frac{4}{3}$$

$$\sin \varphi = \frac{\sqrt{10}}{10}$$

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

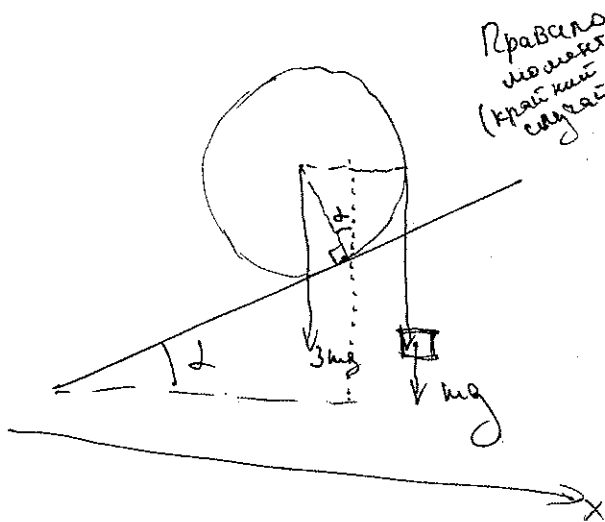
$$\operatorname{ctg} \varphi = 3$$

из рисунка

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

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

~3



Работа над телом
(кратчайший путь)

$$Dx: 3mg \cdot R \cdot \sin \alpha = mg \cdot (R - R \cdot \sin \alpha)$$

$$3mg \cdot R \cdot \sin \alpha = mgR - mgR \cdot \sin \alpha$$

$$4mgR \cdot \sin \alpha = mgR \quad | : mgR$$

$$4 \sin \alpha = 1$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{4}$$

$$\alpha = 14,48^\circ$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = \frac{1}{4}$$



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по Физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 2

Площадка написания:
МРТИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

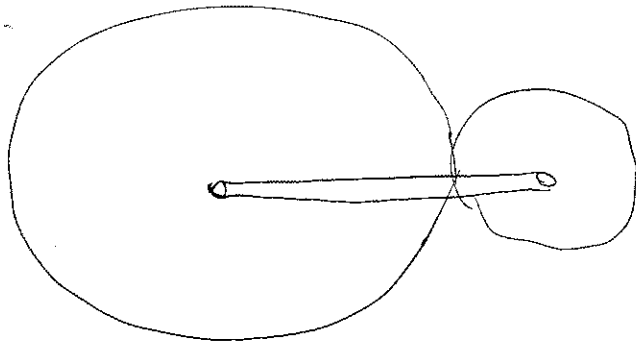
ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

2

$n' - ?$



~~2/3~~

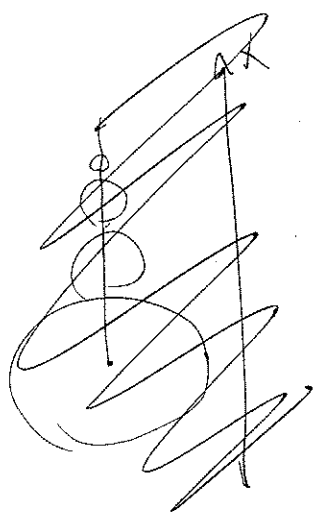
$$\frac{n'}{n} = \frac{2n}{n} + 1$$

не рассуждать

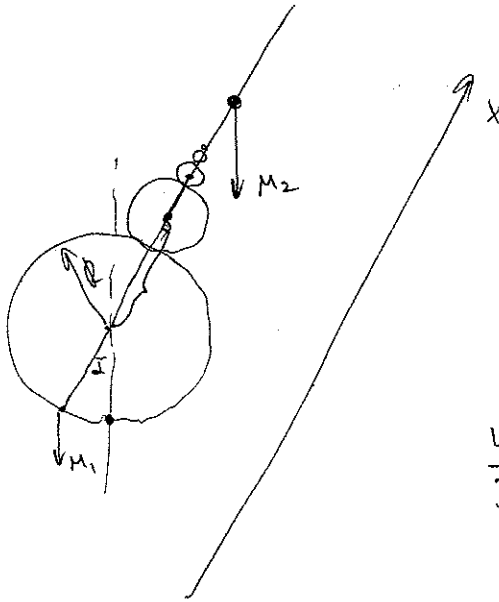
$$n' = 3n$$

4 1,50

~~2/3~~



№6



$$\frac{4}{3}$$

$$M_1 = M \cdot \sin \alpha \cdot g R$$

$$M_2 = \left(\sum_{x=2}^{\infty} \underbrace{\frac{m}{(n+1)^2}}_{\text{масса}} \cdot \underbrace{\frac{Q_i}{3}}_{\text{мере}} \right) \sin \alpha$$

$$Q_i = \left(1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{9} \dots \right) \frac{4}{3}$$

$$\frac{4}{3}$$

~~М~~

$$M_1 > M_2$$

$$M g R > \left(\frac{m}{9} + \frac{4}{3} R + \frac{m}{81} \cdot \left(\frac{4}{3} R + \frac{1}{3} \cdot \frac{4}{3} R \right) + \frac{m}{729} \left(\frac{4}{3} R + \frac{1}{3} \cdot \frac{4}{3} R + \frac{1}{3} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{1}{3} R \right) \right) g$$

$$M > 0,17 m$$





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по Физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 2

Площадка написания:

МФТИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

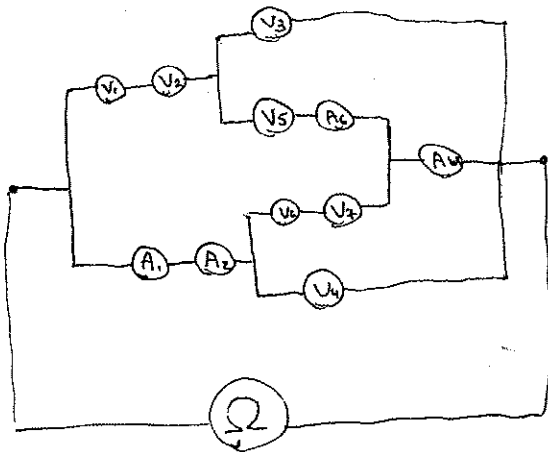
ОЦЕНКА

(не заполнять)

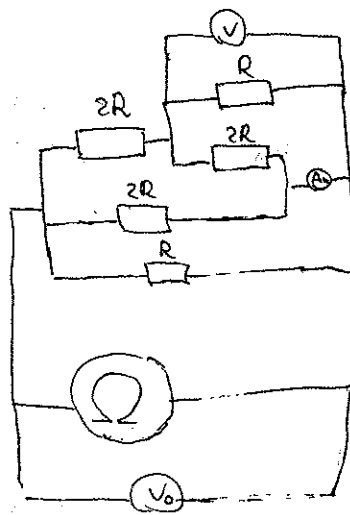
1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

№4

Перерисуем схему



Т.к. $V_3 = U$, то $V_5 = V_6 = \frac{U}{2}$



$U_0 : U_0$

R^* - показание Омметра.

$$I = \frac{U}{2R} + \frac{U_0}{2R}$$

$$2R \cdot I' + \frac{2}{3}R \cdot I' = U_0$$

$$I' = \frac{U}{\frac{2}{3}R}$$

$$2R \cdot \frac{3}{2} \frac{U}{R} + \frac{2}{3}R \cdot \frac{3}{2} \frac{U}{R} = U_0$$

$$3U + U = U_0 = 4U$$

$$\frac{1}{R^*} = \frac{1}{R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R + \frac{R \cdot 2R}{R+2R}}$$

$$\frac{U + U_0}{2R} = I$$

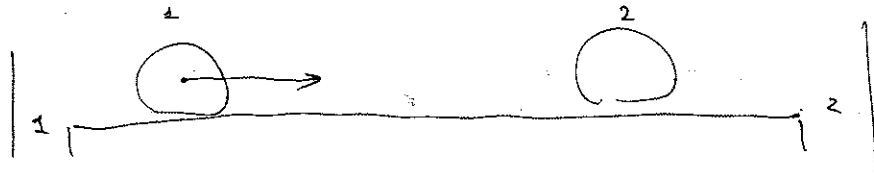
$$2R = \frac{U + 4U}{2I}$$

$$R = \frac{5U}{4I} = 1,25 \cdot 10^6 \text{ Ом}$$

$$R^* = \frac{8R}{15} = \frac{2}{3} \cdot 10^6 \text{ Ом}$$

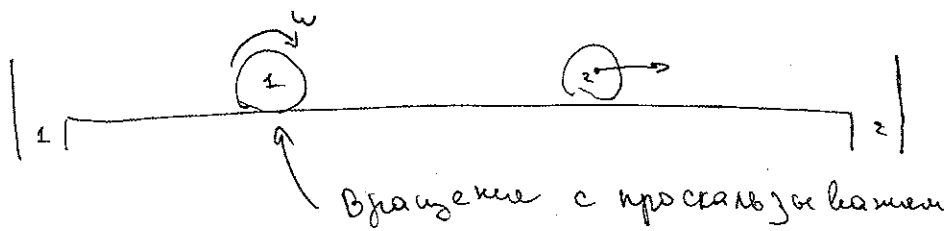
15

№5



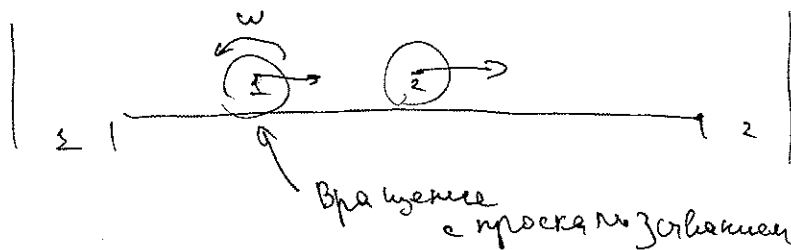
① Для того чтобы шар 1 покатился дальше, после удара его вращательная энергия не была равна нулю и вращение произошло сходило как показано на рис. 1 (если удар упругий)

после удара



но если удар не упругий, то хватит любого центрального удара.

② Для того чтобы шар 1 вернувшись в 1 раз куда надо чтобы после удара его энергия вращения преобразовалась кинетическую энергию (вращение указано на рис. 2.)



при абсолютно упругом ударе кинетическая энергия сразу после удара равна нулю.

⇓
Хватит не нулевой энергии вращения

не упруго, как будто по шершавой!!

15

Черновик

ШИФР: 169
(не заполнять)



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по Физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 2

Площадка написания:

МФТИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

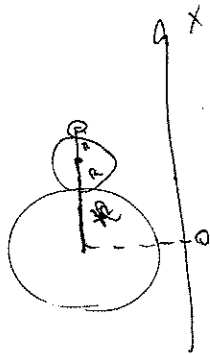
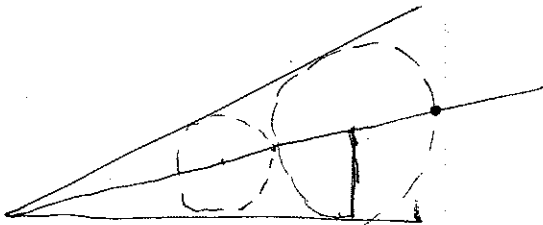
ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

№6

$$X_{cm} = \sum_{x=1}^{\infty} \frac{m}{n^2} \cdot \frac{4R}{n-1}$$



$$X_{cm} = m \cdot 0 + m/n \cdot \frac{4R}{n}$$

$$X_{cm} = \frac{\frac{m}{n^2} \cdot \frac{4 \cdot R}{n}}{\frac{m}{n^2}} = \frac{4R}{n}$$

$$X_{cm} = \sum_{x=1}^{\infty} \frac{4R}{3n^2}$$

$$m \sim S$$

$$S \sim h^2$$

$$mR > m_g \cdot \frac{1}{4}$$

