

# 1

290429

Регистрационный номер

МФТИ

Площадка написания

МОУ "Амфи 213"

Школа

Фамилия ПоклаевИмя АлександрОтчество Игоревич

173

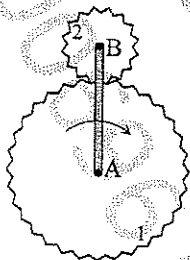
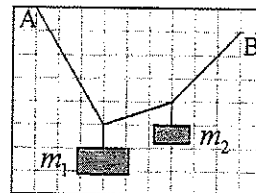
(не заполнять)

Подпись

«Утверждаю»  
Председатель оргкомитета олимпиады

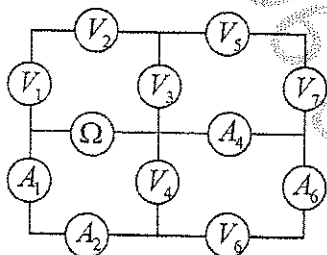
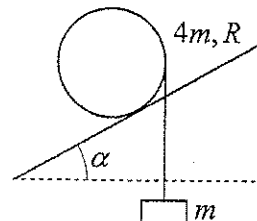
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ им. Р.Е.Алексеева, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,  
БГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ  
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс  
1 вариант

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  $m_1/m_2$ .



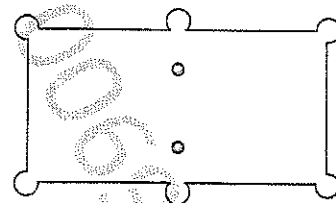
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

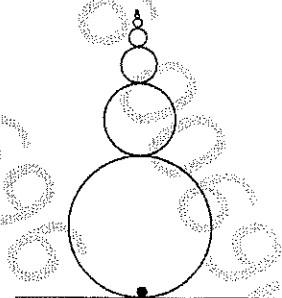


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра  $V_3$ :  $U = 1$  В и амперметра  $A_4$ :  $I = 1$  мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания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







ШИФР: 173  
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

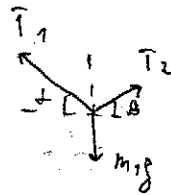
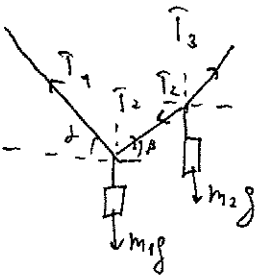
Работа по физике

Дата 27.02.2022  
Вариант № 1  
Площадка написания:  
МФТИ

ФИО и рег. номер не  
указывать!

ОЦЕНКА  
(не заполнять)

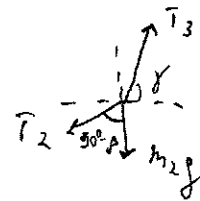
1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	2	2	2	2	1	7	<i>[Signature]</i>



$$m_1 g = T_1 \sin \alpha + T_2 \sin \beta$$

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

$$m_1 g = \frac{T_2 \cos \beta \sin \alpha}{\cos \alpha} + T_2 \sin \beta \quad (1)$$



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

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

$$T_3 = \frac{T_2 \cos \beta}{\cos \gamma}$$

$$m_2 g = \frac{T_2 \cos \beta \sin \gamma}{\cos \gamma} - T_2 \sin \beta \quad (2)$$

(1):(2)

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{\cos \beta \operatorname{tg} \alpha + \sin \beta}{\cos \beta \operatorname{tg} \gamma - \sin \beta} = \frac{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \gamma - \operatorname{tg} \beta} = \frac{\frac{5}{3} + \frac{1}{3}}{1 - \frac{1}{3}} = \frac{\frac{2}{3}}{\frac{2}{3}} = 3$$

Отв.: 3.

*[Handwritten marks]*

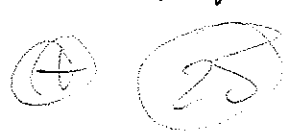
~~Если по направлению вправо~~  
~~Если по направлению влево~~

<sup>н5</sup>  
~~Итого импульсов и после столкновения~~  
~~профит~~

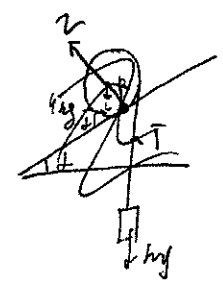
15

Чтобы дальнейший шар после столкновения продолжал двигаться вперед, надо ударить по его верхней части, тогда при столкновении весь импульс из-за вращения масс перейдет сразу шару, но из-за вращения первый продолжит двигаться вперед и оба пойдут в одну сторону.

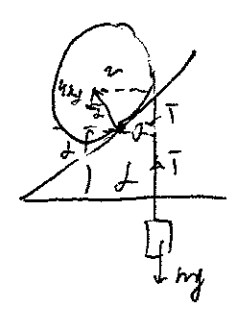
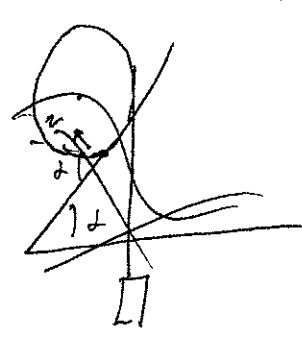
Чтобы первый шар начал двигаться в обратную сторону, надо ударить по нижней его части так, чтобы он двигался вперед, прокатываясь при этом в обратную сторону. Тогда импульс ~~перейдет~~ <sup>к</sup> шару полностью. Второму шару, из-за обратного вращения первый пойдет ~~в~~ <sup>обратно.</sup>



13



$$4mgR$$



$$0: 4mgR \sin \alpha \leq TR(1 - \sin \alpha)$$

$$4mg \sin \alpha \leq mg(1 - \sin \alpha)$$

$$4 \sin \alpha \leq 1 - \sin \alpha$$

$$5 \sin \alpha \leq 1$$

$$\sin \alpha \leq \frac{1}{5}$$

$$\alpha \leq \arcsin \frac{1}{5}$$

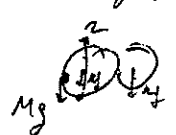
$$\text{Ans.: } \alpha \leq \arcsin \frac{1}{5}$$



16

~~Шар не может иметь свой собственный угол вращения с  $\dot{\alpha} = 2 \Rightarrow$  все шары пойдут в одну сторону и можно записать форму малой  $\mu$ . Без учета вращения:~~

~~Вращательное движение  $\mu$  направлено в одну сторону, противоположно вращению шаров, поэтому конструкция не работает. Чтобы установить равновесие, надо крутить шар, чтобы он вращался  $\mu$  в обратную сторону из крайнего положения:~~



$$MgR = mg \cdot 2R$$

$$M = 2m$$



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по формуле

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

26

(масса)  
Масса предположительно содействует увеличению скорости с моментом  $\frac{1}{8} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{m}{1 - \frac{1}{8}} = \frac{8m}{7} =$   
 $\Rightarrow$  Все шарики пойдут по первой дорожке замкнутой орбиты с  $v_1 = \frac{1}{7}$ . Без учета момента:

Нет сил, компенсирующих вращательный момент, поэтому конструкция падает.  
 Масса падает вместе с конструкцией абсолютно жесткой массой, иными словами она вращается ее в наименьшее положение из крайнего положения.

радиус минимального шарика равен половине радиуса большого (см. формулы)  
 $MgR = \frac{mg}{7} \cdot 1,5R$

$M = \frac{1,5m}{7}$



