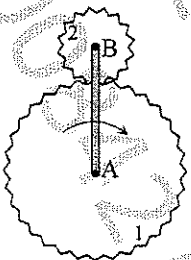
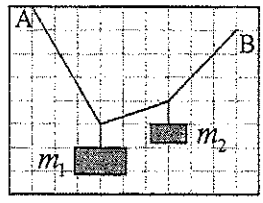


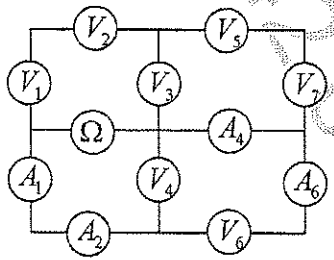
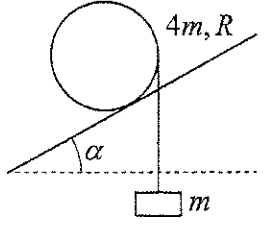
**1**424590  
Регистрационный номерМФТИ  
Площадка написанияАлександров  
ШколаФамилия ТимоваИмя ГеоргийОтчество Александрович230  
(не заполнять)У  
Подпись«Утверждаю»  
Председатель оргкомитета олимпиадыНИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ им. Р.Е.Алексеева, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,  
БГТУ им. 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  $m_1 / m_2$ .



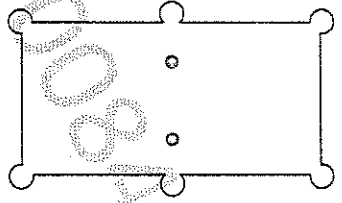
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

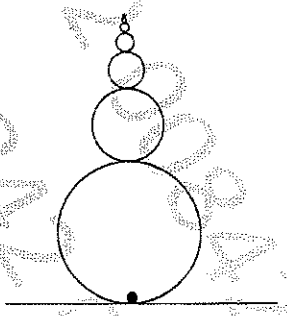


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра  $V_3: U = 1$  В и амперметра  $A_4: I = 1$  мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра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







НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Учительской олимпиады школьников

Работа по физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

Площадка написания:

МФТИ

ФИО и рег. номер не указывать!

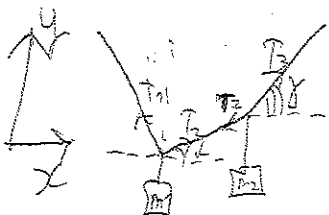
ОЦЕНКА

(не заполнять)

Table with columns for grades 1-6, total score, and signature. Total score is 7.5.

№1.

Запишем параметры в виде необходимых углов:



tg alpha = 1/3, tg beta = 5/3, tg gamma = 1 => gamma = pi/4

II З.Н.

Ox: T2 cos alpha = T1 cos beta

T3 sin pi/4 = T2 cos alpha

Oy: m1g = T1 sin beta + T2 sin alpha

m2g = T2 sin alpha = T3 sin 45

Отсюда:

T2 = m2g / (cos alpha sin alpha), T1 = m2g cos alpha / (cos beta (cos alpha - sin alpha)), T3 = m2g cos alpha sqrt(2) / (cos alpha - sin alpha)

(m1 + m2)g = (m2g cos alpha / (cos alpha - sin alpha) + m2g cos alpha tg beta / (cos alpha - sin alpha)) and n = m1/m2 = [7/7 - tg alpha + tg beta / 7 - tg alpha] - 1 = 3 - ответ.

№2.

Отношение количества зубьев:

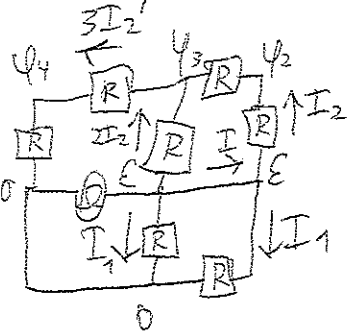
k = 3

За то время, пока кривошип делает 1/3 оборота, колесо 2 делает 1 оборот. Значит, когда кривошип сделает n оборотов...

N2 = 3n - ответ

№4.

Перерисуем схему, заменив все вольтметры \* резисторами с их сопротивлением, а все амперметры - перемычками:



$\epsilon$  - напряжение, подаваемое омметром

$I$  - направление Кирхгофа:  
 $\epsilon = I_1 R$        $U = I_2 R \Rightarrow I_2 = \frac{U}{R}$

$\epsilon = 8I_2 R = 8U \Rightarrow I_1 = \frac{8U}{R}$

$I = I_1 + I_2$  ( $I$  - направление Кирхгофа)

$R = \frac{9U}{I} = \boxed{9 \cdot 10^6 \text{ Ом}}$

Эквивалентное сопротивление цепи:

$\frac{1}{R_3} = \frac{2}{R} + \frac{3}{8R} \Rightarrow R_3 = \frac{8}{13} R = \boxed{3,8 \cdot 10^6 \text{ Ом}}$

Ответ:  $9 \cdot 10^6 \text{ Ом}; 3,8 \cdot 10^6 \text{ Ом}$ .  $\ominus$

№5.

1) В этом случае шар движется выше центра, чтобы придать ему вращение. В момент столкновения вся энергия поступательного движения передается второму шару, так же уменьшается вращение, но не полностью. Давление во время проскальзывания ~~еще~~ увеличивается вращение, ~~и~~ однако, когда проскальзывание прекратится, шарик покажется к лунке.  $\oplus$

2) В этом случае всё аналогично первому, но быть лунке ниже центра (шарик задает лунке вращение) и к моменту исчезновения проскальзывания он будет катиться к противоположной лунке (которая находится слева от него).  $\ominus$

№6.

Конструкция кустообразная потому, что при медленном отключении от положения равновесия масса всех шариков создает момент сил, который стремится опрокинуть эту



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Шмидткова Ольга Сергеевна Шмидткова  
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

№ 6 (продолжение).

Найдём суммарную массу шариков:

$$m_{\Sigma} = \rho \frac{4}{3} \pi R^3 \left( 1 + \frac{1}{8} + \frac{1}{64} + \dots \right) = \frac{7}{6} \rho \pi R^3$$

Найдём радиусы центра масс этих шариков:

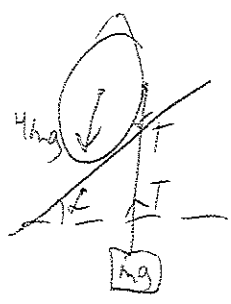
$$r_{\Sigma} = R \left( 1 + \frac{5}{16} + \frac{13}{256} + \dots \right)$$

Тогда масса точечная масса:

$$M \geq \frac{m_{\Sigma} R r_{\Sigma}}{R} = \rho \frac{7}{6} \pi R^3 \left( 1 + \frac{5}{16} + \frac{13}{256} + \dots \right) = \frac{7}{8} M \left( 1 + \frac{5}{16} + \frac{13}{256} + \dots \right)$$

Итак:  $M \geq \frac{7}{8} M \left( 1 + \frac{5}{16} + \frac{13}{256} + \dots \right)$  (15)

№ 3.



~~Крайний случай~~

$$T = mg$$

Крайний случай:

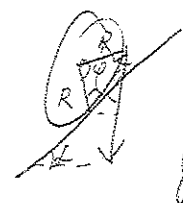
$$4mg \sin L \cdot R \leq mg \cdot R \cdot \sin \left( \frac{L}{2} - \frac{\pi}{4} \right)$$

$$4 \sin L \leq \sin \left( \frac{L}{2} - \frac{\pi}{4} \right)$$

$$4 \sin L \leq \sqrt{1 - \cos \left( L - \frac{\pi}{2} \right)}$$

$$16 \sin^2 L \leq 1 - \sin L$$

$$32 \sin^2 L + 2 \sin L - 1 \leq 0$$



$$\varphi = \frac{\pi}{2} - \frac{L}{2}$$

$$\gamma = -\frac{\pi}{4} + \frac{L}{2}$$

Лист 2 из 2

$$4 + 128 = 132 \sin L = \frac{-2 + \sqrt{132}}{64}$$

Sinh  $\in [0; \frac{155}{32} - 1]$  - ombem.  $\Rightarrow$  (15)

