

1

229352

Регистрационный номер

Демонстрация  
Площадка написания

Средства связи  
Школа

Фамилия Яковлев

Имя Антон

Отчество Мухоморова

158  
(не заполнять)

Яков  
Подпись

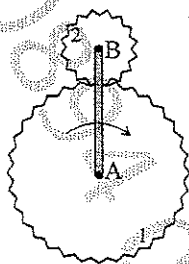
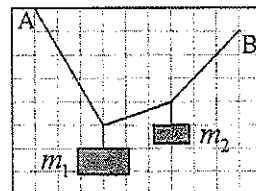
«Утверждаю»  
Председатель оргкомитета олимпиады

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

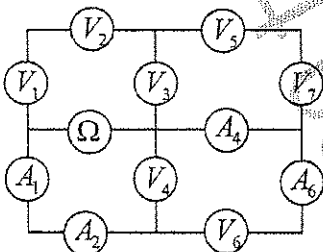
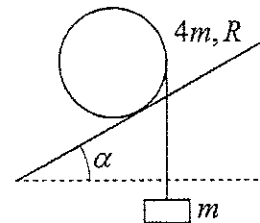
1 вариант

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  $m_1 / m_2$ .



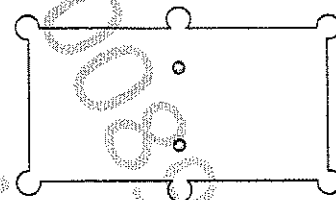
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

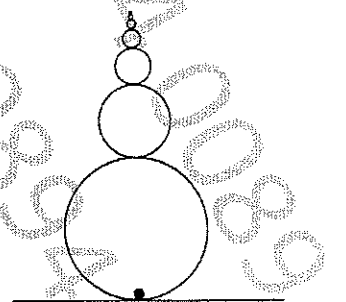


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра  $V_3: U = 1$  В и амперметра  $A_4: I = 1$  мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра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







НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

Дата 27 февраля

Вариант № 4

Площадка написания:

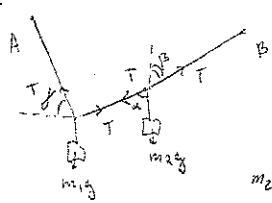
Дополнительный

ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2,05	2,05	1,05				6,5	<i>[Signature]</i>

№1



$$m_2 g + T \cos \alpha = T \cos \beta \quad \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{10}} \quad \cos \beta = \frac{3}{\sqrt{12}} \quad (\text{по рисунку}) \quad \sin \beta = \frac{5}{\sqrt{34}}$$

$$m_1 g = T \cos \alpha + T \sin \beta$$

$$m_2 g + \frac{T}{\sqrt{10}} = \frac{3T}{\sqrt{12}} = m_2 g + \frac{T}{\sqrt{12} \cdot 3} \quad m_2 g = \frac{T}{\sqrt{10}} + \frac{5T}{\sqrt{12} \cdot 3} = \frac{T}{\sqrt{10}} + \frac{5T}{12 \cdot \sqrt{3}} = \frac{25\sqrt{17} + 17\sqrt{5}}{25} \frac{T}{12}$$

$$m_2 g = \frac{T}{\sqrt{2}} (1 - \frac{1}{\sqrt{5}}) = \frac{T}{\sqrt{2}} \frac{5 - \sqrt{5}}{5}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{25\sqrt{17} + 17\sqrt{5}}{25(5 - \sqrt{5})} \approx 3$$

Ответ:  $\frac{m_1}{m_2} = 3$

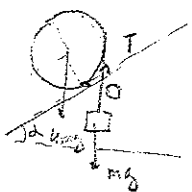
2,5

№2 для 1 оборота вокруг зубчатого колеса 1 колесо 2 придёт обогнуть вокруг своей оси 3 раза, так как  $\frac{N_1}{N_2} = 3 \Rightarrow$  исконое  $k = 3n$

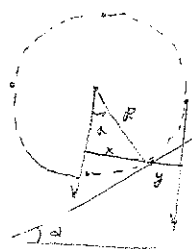
Ответ:  $k = 3n$

0,55

№3



пусть точка O - точка соприкосновения цилиндра с наклонной плоскостью. Тогда если трение, которое мешает цилиндру прокатываться, не имеет никакого влияния в направлении движения



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

$$4 \sin \alpha = 1 - \sin \alpha \quad 5 \sin \alpha = 1 \quad \sin \alpha = \frac{1}{5}$$

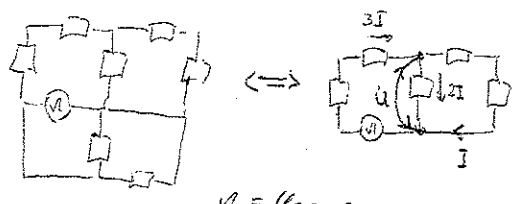
$$4mg \cdot R \sin \alpha = mg \cdot (R - R \sin \alpha)$$

чтобы цилиндр поехал вверх, нужно чтобы  $mg(R - R \sin \alpha) > 4mg R \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha < \frac{1}{5}$   
это крайний случай, когда шестерня будет в равновесии

Ответ:  $\sin \alpha < \frac{1}{5}$

2,5

№4 если сделать приближение, то в нашей схеме амперметры будут себя как проводка, то:



в данной цепи источником тока выступает амперметр, так как внутри него батарейка.

$$U = 2RI \Rightarrow R = \frac{U}{2I} = 5 \cdot 10^5 \text{ Ом} \quad 2R \cdot I = R \cdot I_2 \Rightarrow I_2 = 2I \quad I_0 = I + 2I = 3I$$

$$R = \frac{U_0}{I_0} = \frac{2R \cdot 3I + 2I \cdot R}{3I} = \frac{8R}{3} = 13,3(3) \cdot 10^5 \text{ Ом}$$

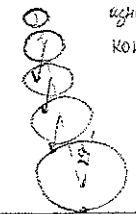
Ответ:  $R = 5 \cdot 10^5 \text{ Ом} \quad R = 13,3(3) \cdot 10^5 \text{ Ом}$

0,55

Если нанести удар, при этом не закручивая шар, то оба шара могут попасть в противоположные радиальносимметричные точки.  
 Если нанести удар так, что шар начнет вращаться, то при столкновении второй шар тоже начнет вращаться, и они будут двигаться в одну сторону.  
 Из-за вращения возмущают две составляющие кинетической энергии  $E_{\text{ко}} = E_{\text{пол}} + E_{\text{вращ}} = \frac{mv^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2} \leftarrow$  Теорема Кёнига.  
 После столкновения часть энергии вращения может перейти в энергию поступательного движения, и из-за ~~этого~~ ~~инерции~~ шар будет продолжаться  
 идти в изначальном направлении, что происходит из-за вращения.

15

$R_n = \frac{R}{2^{n-1}}$ , где  $n$  - номер шара начиная с низа (с самого большого)  $n$  - общее кол-во шаров.



исходная конфигурация изначально задается, так как нет ~~возвращающего момента~~ ~~инерции~~ ин. если рассматривать эту конфигурацию относительно точки  $O$ , то все шны (кроме самой тонкой самого нижнего шара) скроются опротивителю конфигурации влево.  
 Для того, чтобы сделать конфигурацию заданной, нужно взять зафиксировать массу  $M$  к самой нижней шарику, что создает тот самый недостающий возвращающий момент сил.

$MgR \sin \alpha \geq m_1(R_1 + R_2)g \sin \alpha + m_2g(R_1 + 2R_2 + R_3) \sin \alpha + m_3g(R_1 + 2R_2 + 2R_3 + R_4) \sin \alpha + \dots$

где  $l_i$  - расстояние от центра нижнего шара до точки приложения  $i$ -той силы

$\frac{2 \cdot R_n}{2^n} \quad R_n = \frac{R}{2^{n-1}} \quad R_{n-1} = \frac{R}{2^{n-2}} \quad R_{n-2} = \frac{R}{2^{n-3}} \quad \dots \quad R_1 = \frac{R}{2^0} = R$

$\frac{2 \cdot R}{3} \quad m_n = \frac{m}{(2^{n-1})^3} \quad MR \geq \sum_{i=1}^n m_i l_i$  посчитать это также можно, в итоге ~~в итоге~~ в ответе выйдет  $n$  - кол-во шаров.

$= R_{n-1} + 2^{n-1} = R_1 + 2 + 2^2 + 2^3 + \dots + 2^{n-1}$

0,55

