

2

433003  
Регистрационный номерМРТИ  
Площадка написания2107  
Школа

Фамилия Харитонов

Имя Никита

Отчество Александрович

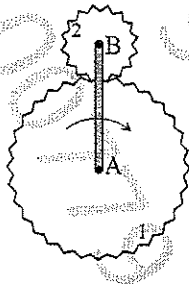
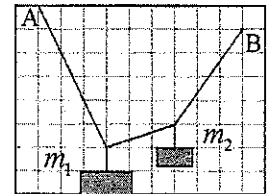
(не заполнять)

Подпись

«Утверждаю»  
Председатель оргкомитета олимпиады

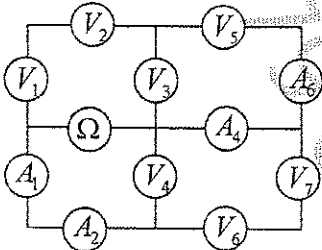
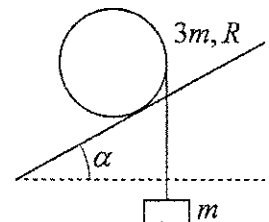
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», БГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ  
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс  
2 вариант

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  $m_1/m_2$ .



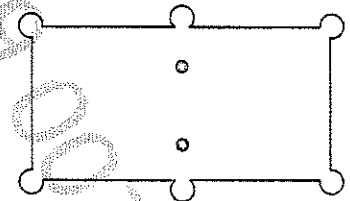
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

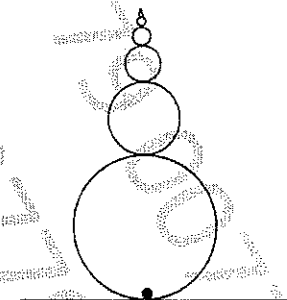


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра  $V_3$ :  $U = 1$  В и амперметра  $A_4$ :  $I = 1$  мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания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

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  $m$ .






 Работа по физике
Дата 27.02.2022Вариант № 2

Площадка написания:

МФТИ
 ФИО и рег. номер не  
 указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

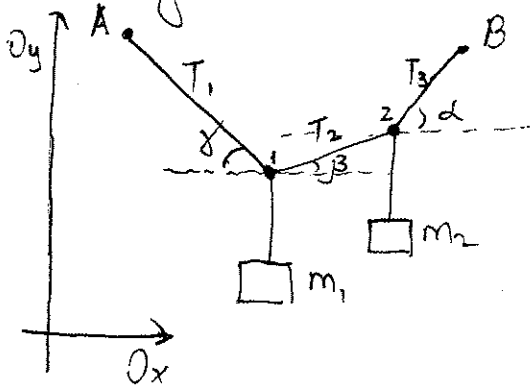
1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	2	2	2	2	2	9	<i>[Signature]</i>

Задача №2.

За  $n$  оборотов АВ колесо 2 пройдет  $2Nn$  зубьев.  
 Один оборот относительно АВ для второго колеса это  $N$   
 зубьев. Значит колесо 2 сделает  $\frac{2Nn}{N} = 2n$  оборотов  
 относительно АВ. И сам АВ сделает  $n$  оборотов.  
 Значит в лабораторной системе отсчета колесо 2  
 сделает  $2n + n = 3n$  оборотов вокруг своей оси.

Ответ:  $3n$ .

Задача №1



П.к. точки 1 и 2 неподвижны,  
 запишем 2-й з-н. Ньютона на оси  $x, y$   
 для этих точек:

$$\begin{cases} T_3 \cos \alpha = T_2 \cos \beta & (\text{на } O_x) \\ m_2 g + T_2 \sin \beta = T_3 \sin \alpha & (\text{на } O_y) \\ T_2 \cos \beta = T_1 \cos \gamma & (\text{на } O_x) \\ m_1 g = T_2 \sin \beta + T_1 \sin \gamma & (\text{на } O_y) \end{cases}$$

$$T_1 = \frac{T_3 \cos \alpha}{\cos \gamma} \quad \text{т.к. } T_3 \cos \alpha = T_1 \cos \gamma$$

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

$$\begin{cases} m_2 g + \frac{T_3 \cos \alpha \sin \beta}{\cos \beta} = T_3 \sin \alpha \\ m_1 g = \frac{T_3 \cos \alpha \sin \beta}{\cos \beta} + \frac{T_3 \cos \alpha \sin \gamma}{\cos \gamma} \end{cases}$$

$$\begin{cases} m_2 g = T_3 \left( \sin \alpha - \frac{\cos \alpha \sin \beta}{\cos \beta} \right) \\ m_1 g = T_3 \left( \frac{\cos \alpha \sin \beta}{\cos \beta} + \frac{\cos \alpha \sin \gamma}{\cos \gamma} \right) \end{cases}$$

$$\begin{cases} m_2 g = T_3 (\sin \alpha - \cos \alpha \operatorname{tg} \beta) \\ m_1 g = T_3 (\cos \alpha \operatorname{tg} \beta + \cos \alpha \operatorname{tg} \gamma) \end{cases}$$

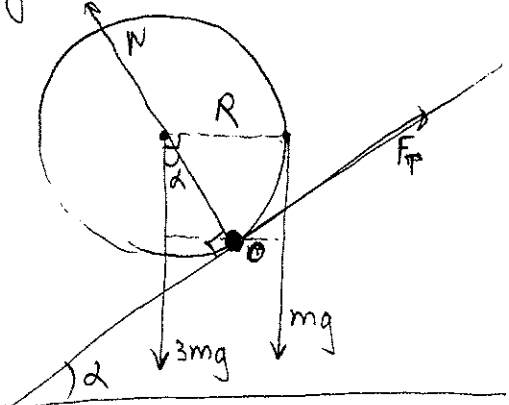
$$\frac{m_1 g}{m_2 g} = \frac{T_3 (\cos \alpha \operatorname{tg} \beta + \cos \alpha \operatorname{tg} \gamma)}{T_3 (\sin \alpha - \cos \alpha \operatorname{tg} \beta)}$$

Из условия  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{4}{3}$     знаем  $\sin \alpha = \frac{4}{5}$ ,  $\cos \alpha = \frac{3}{5}$   
 $\operatorname{tg} \beta = \frac{1}{3}$ ;  $\operatorname{tg} \gamma = 2$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\frac{3}{5} \cdot \frac{1}{3} + \frac{3}{5} \cdot 2}{\frac{4}{5} - \frac{3}{5} \cdot \frac{1}{3}} = \frac{7}{3}$$

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

Задача №3.



Запишем правую сторону моментов относительно точки O для пограничного состояния:

$$\begin{aligned} 3mg(R \sin \alpha) &= mg(R - R \sin \alpha) \\ 3R \sin \alpha &= R - R \sin \alpha \\ 4R \sin \alpha &= R \\ 4 \sin \alpha &= 1 \\ \sin \alpha &= \frac{1}{4} \\ \alpha &\approx 14,5^\circ \end{aligned}$$

При  $\alpha < 14,5^\circ$  шар будет двигаться вверх по наклонной.

Ответ:  $\alpha < 14,5^\circ$

№5. Если считать шар абсолютно упругим, бить ровно в центр (чтобы мячи сблизились по прямой соединяющей их центры) и пренебречь силой трения, изначально катящийся шар останавливается, а второй покатится в том же направлении с той же скоростью т.к. мячик взо все кинетическую энергию первого шара. В реальной жизни если сила трения, мы можем придать вращение шару. Если ударить в верхнюю часть шара <sup>оставим шарику</sup> ~~оставим~~ его <sup>вращать</sup> ~~вращать~~

23

ШИФР: \_\_\_\_\_  
(не заполнять)



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

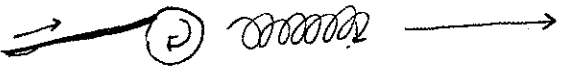
Работа по физике итм.

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

он закатится в лужу, расположенную по направлению удара.



Если ударить по нижней стороне шара, он отскочит назад, через некоторое время после соударения со второй



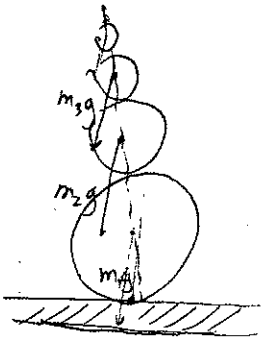
Происходит это потому, что шар не точечное тело, а имеет массу и энергию системы (шара) равна кинетической энергии центра масс и кинетической энергии вокруг центра масс.

Т.к. шары достаточно гладкие ~~шар ударяет~~ на разгон второго шара первой приходит кинетическую энергию центра масс, а кинетическая энергия вокруг центра масс почти полностью тратится на противодействие сил трения скольжения (силу трения кинетическую считаем пренебрежимо малой) которая и заставляет шар менять или сохранять направление движения. Стоит отметить, что при достаточно сильном ударе даже при отсутствии проскальзывания шар может продолжить катиться в том же направлении также из-за кинетической энергии вокруг ц.м. и сил трения, а вот назад нет.

Задача №.

1) Чтобы "ваньки - встаньки" были устойчивы от толчков возвращаются в исходное положение при малых отклонениях (находятся в состоянии устойчивого равновесия).

При малом отклонении влево центр масс системы слева от опоры (вм вращается в данный момент времени), справа же нет кинетого, поэтому системы не будет стремиться вернуться в исходное положение.



$$2) V_{ш} = \frac{4}{3} \pi R^3 \quad \rho = \frac{m}{V} \quad m = \rho V$$

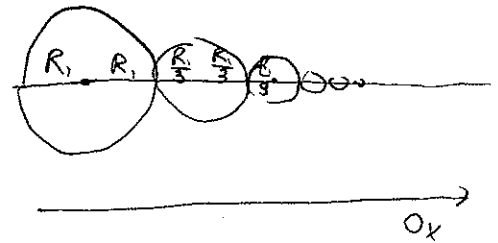
$$m_i = \frac{4 \rho \pi R_i^3}{3} \quad m_{i+1} = \frac{4 \rho \pi \left(\frac{R_i}{3}\right)^3}{3} = \frac{4 \rho \pi R_i^3}{3 \cdot 27}$$

$$\frac{m_i}{m_{i+1}} = \frac{4 \rho \pi R_i^3}{3} \cdot \frac{27 \cdot 3}{4 \rho \pi R_i^3} = 27 \quad \text{каждый следующий шар в}$$

27 раз меньше по массе, чем предыдущий.

$$X_{ц.м.} = \frac{X_1 m_1 + X_2 m_2 + \dots + X_n m_n}{m_{общ.}}$$

$$X_{ц.м.} = \frac{R_1 m + \left(2R_1 + \frac{R_1}{3}\right) \frac{m}{27} + \left(2\left(R_1 + \frac{R_1}{3}\right) + \frac{R_1}{9}\right) \frac{m}{27^2} \dots}{m + \frac{m}{27} + \frac{m}{27^2} + \frac{m}{27^3} \dots}$$



лучшим бесконечно убывающей прогр. у них есть предел следовательно можно найти конкретное значение  $X_{ц.м.}$  через  $R_1$ . В другой вариент, можно определить погрешность достаточно малю и пренебречь шариками с именьотом.

Угол отклонения мал, для малюх углов имеем:

$$\sin \alpha \approx \alpha \approx \tan \alpha \quad \cos \alpha = 1 - \frac{\alpha^2}{2}$$

Пусть масса массивного тела  $M$ .

Правильо моментов:

$$m_{общ} g \cdot X_{ц.м.} \cdot \alpha = \dots \text{вращ...}$$

