

1

432401
 Регистрационный номер

МФТИ
 Площадка написания

2077
 Школа.

Фамилия Сасун

Имя Алексей

Отчество Михайлович

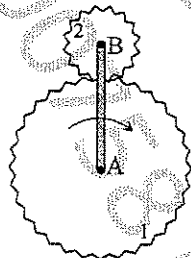
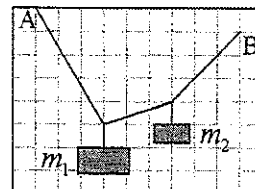
238
 (не заполнять)

Сасун
 Подпись

«Утверждаю»
 Председатель оргкомитета олимпиады

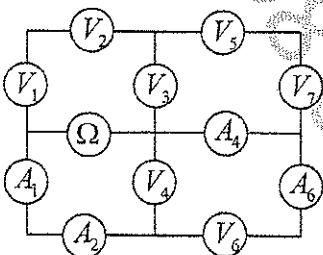
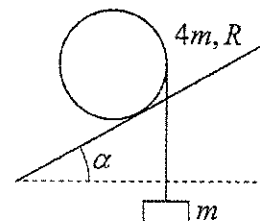
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ им. Р.Е.Алексеева, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,
 БГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ
 «Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс
1 вариант

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 .



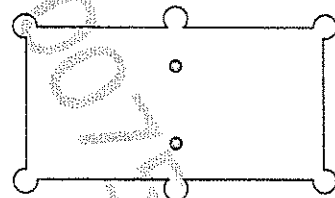
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

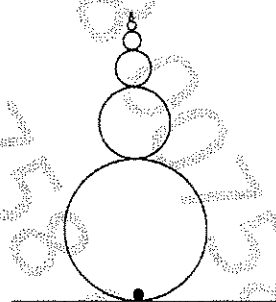


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра V_3 : $U = 1$ В и амперметра A_4 : $I = 1$ мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра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

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 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 Школьной олимпиаде школьников

Дата 27.02.2022г.

Вариант № 1

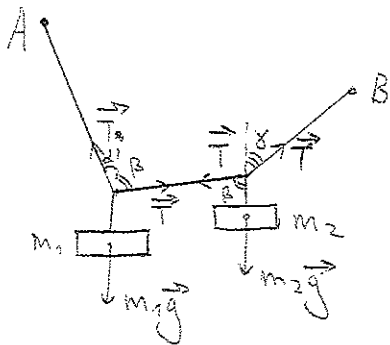
Площадка написания:

МФТИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
1	2	2	0	0	0	6	<i>[Signature]</i>



Ответ: 3

№1.

По второму закону = сила в проекции на ось Oy:

$$T \cos \alpha + T \cos \beta - m_1 g = 0$$

$$T \cos \gamma - T \cos \beta - m_2 g = 0$$

$$\Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{\cos \alpha + \cos \beta}{\cos \gamma - \cos \beta}$$

По рисунку: $\cos \alpha = \frac{5}{\sqrt{5^2+3^2}} = \frac{5}{\sqrt{34}}$

Получаем: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{\frac{5}{\sqrt{34}} + \frac{1}{\sqrt{10}}}{\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{\sqrt{10}}} \approx 3$

$\cos \beta = \frac{1}{\sqrt{3^2+1}} = \frac{1}{\sqrt{10}}$; $\cos \gamma = \frac{1}{\sqrt{2}}$

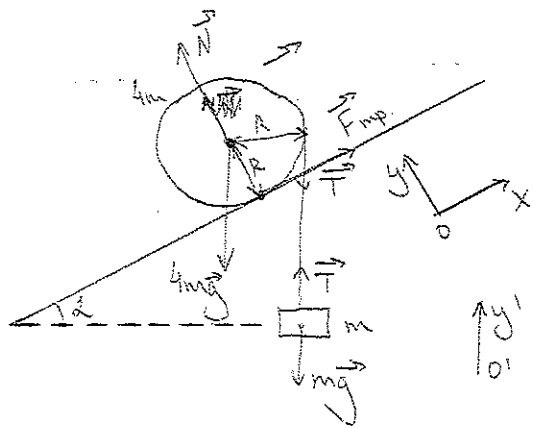
№2.

Колесо 2 делает один оборот, когда колесо 1 совершит $\frac{N}{3N} = \frac{1}{3}$ оборота. Значит, если колесо 1 совершит n оборотов, то колесо 2 совершит $3n$ оборотов.

Ответ: $3n$ оборотов.

$\left(\frac{1}{3} \right)$ $\left(\frac{1}{5} \right)$

№3. (расстояние ~~максимум~~, carga ~~уменьш~~
 масса)



1. Запишем баланс сил в направлении $O'y$ где масса "m":

$$T - mg = 0 \rightarrow T = mg$$

2. Запишем ~~правильно~~ баланс сил в направлении где уменьшится:

$$Oy: N - mg \cos \alpha - T \cos \alpha = 0 \rightarrow N = 5mg \cos \alpha$$

$$Ox: F_{frp} - mg \sin \alpha - T \sin \alpha = 0 \rightarrow F_{frp} = 5mg \sin \alpha$$

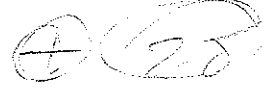
$$F_{frp} = \mu N \Rightarrow 5mg \sin \alpha = 5\mu mg$$

3. Запишем правильное соотношение где уменьшится ~~относительно~~ ero ocu . Она проходит через центр $ocp.$ $\Rightarrow TR = F_{frp} \cdot R \rightarrow F_{frp} = mg$

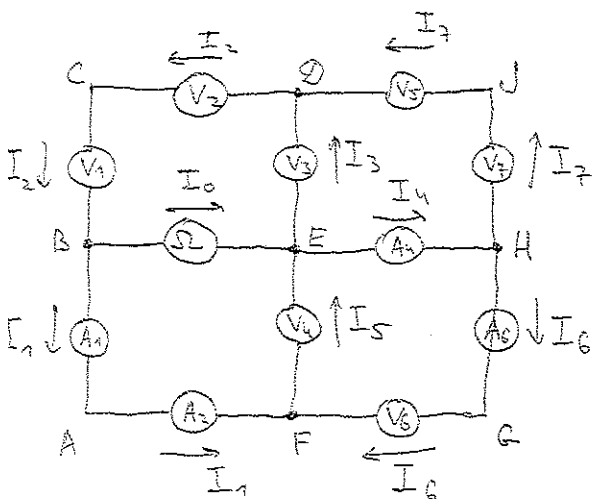
$$\text{Получаем: } mg = 5mg \sin \alpha \rightarrow \sin \alpha = \frac{1}{5}$$

Значит, при угле наклона, равном $\text{Arctg} \frac{1}{4}$, уменьшится ~~будем~~ $gluramice$ $blene$ по ~~наклонной~~ $pacocacmu$. $\Rightarrow 0 < \alpha < \text{Arctg} \frac{1}{4} \approx 12,8^\circ$

Ответ: $0 < \alpha < \text{Arctg} \frac{1}{4} \approx 12,8^\circ$



№4.



1) Пусть сопротивлением R (сопротивление ~~антенны~~ $bugetu$ $crumam$ $palbum$ O , $m.k.$ ocu $ocnu$ $uauo$ no $cpalmenno$ c R).

1. По правилу Кирхгофа:

$$\begin{aligned} I_2 &= I_3 + I_7; & I_2 &= I_1 + I_0 \\ I_4 &= I_6 + I_7; & I_3 + I_4 &= I_0 + I_5 \\ I_5 &= I_6 + I_1; \end{aligned}$$

2. По правилу Кирхгофа где контуры:

$$EHD: RI_7 + RI_7 - RI_3 = 0 \rightarrow I_3 = 2I_7 \Rightarrow I_2 = 2I_7 + I_7 = 3I_7$$

$$FEHG: RI_5 + RI_6 = 0 \rightarrow I_5 = -I_6 = -(I_5 - I_1) \rightarrow I_1 = 2I_5$$

$$CAFD: RI_2 + RI_5 + RI_3 + RI_2 = 0 \rightarrow I_5 = -(2 \cdot 3I_7 + 2I_7) = -8I_7 \Rightarrow I_6 = 8I_7$$

$$\text{Получаем: } I_4 = I_6 + I_7 = 8I_7 + I_7 = 9I_7 \rightarrow I_7 = \frac{I_4}{9}$$

$$\text{Значит, } R = \frac{V_3}{I_3} = \frac{U}{2I_7} = \frac{U}{2 \cdot \frac{I_4}{9}} = \frac{9U}{2I_4} = \frac{9 \cdot 1}{2 \cdot 10^{-6}} = 4,5 \cdot 10^6 \text{ (Om)}$$

2) $I_3 + I_4 = I_0 + I_5 \rightarrow I_0 = I_3 + I_4 - I_5 = 2I_7 + I_4 - (-8I_7) = 10I_7 + I_4 = \frac{10}{9}I_4 + I_4 = \frac{19}{9}I_4$

$$r = \frac{U_B - U_E}{I_0} = \frac{RI_3 + RI_2 + RI_4}{I_0} = \frac{R(2I_7 + 2 \cdot 3I_7)}{I_0} = \frac{8R \cdot \frac{I_4}{9}}{\frac{19}{9}I_4} = \frac{8R}{19} = \frac{8}{19} \cdot 4,5 \cdot 10^6 \approx 1,9 \cdot 10^6 \text{ (Om)}$$

Ответ: $4,5 \cdot 10^6 \text{ Ом}; 1,9 \cdot 10^6 \text{ Ом}$.





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по инженерной олимпиаде школьников

Дата 27.02.2022 г.

Вариант № 1

Площадка написания:
МФТИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

~~Масса~~ ^{N 6.} Сумма моментов относительно центра нижнего шара не ~~будет~~ равна 0 \Rightarrow «ваши-встанки» не устойчивы.
 Масса нижнего шара: $m = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho$
 Масса остальных шаров: $M = \frac{4}{3}\pi \rho \left(\left(\frac{R}{2}\right)^3 + \left(\frac{R}{4}\right)^3 + \left(\frac{R}{8}\right)^3 + \dots \right) =$
 $= \frac{4}{3}\pi R^3 \rho \left(\frac{1}{8} + \frac{1}{8^2} + \frac{1}{8^3} + \dots \right) = m \cdot \frac{\frac{1}{8} \left(\left(\frac{1}{8}\right)^\infty - 1 \right)}{\frac{1}{8} - 1} = m \cdot \frac{-\frac{1}{8}}{-\frac{7}{8}} = \frac{m}{7}$
 Чтобы «ваши-встанки» был устойчивым, ~~то~~ точечное массивное тело должно иметь массу M , т.е. $\frac{m}{7}$.
 Ответ: $\frac{m}{7}$. \Rightarrow (0,5)

~~Если~~ ^{N 5.} Если ударить по шару сильно, то шары отскокают друг от друга и попадут в противоположные лужи; если не сильно, то в одну. \Rightarrow (0,5)

