

2

229547
Регистрационный номерИИЯУ МИФЭ
Площадка написания

1547

Школа

Фамилия ЛебедевИмя ВячеславОтчество Михайлович

142

(не заполнять)

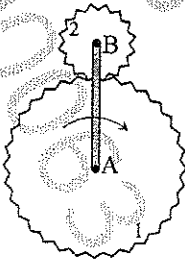
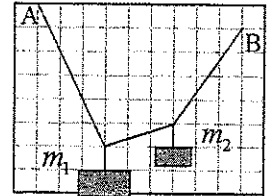
Лебедев
Подпись

«Утверждаю»

Председатель оргкомитета олимпиады

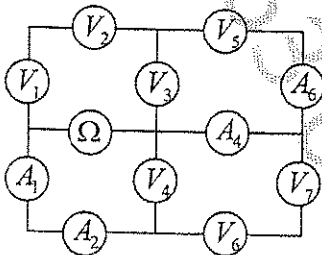
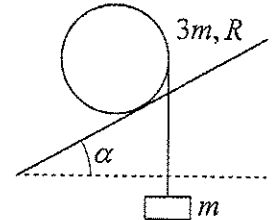
ИИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», БГТУ им. В.Г. Шухова, ВлГУ
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс
2 вариант

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 .



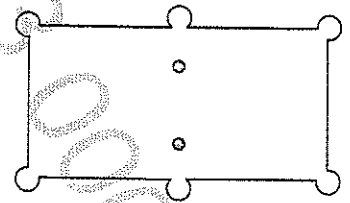
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

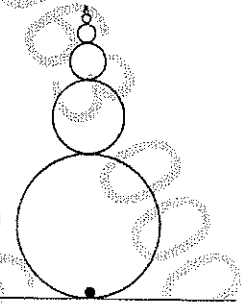


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра V_3 : $U = 1$ В и амперметра A_4 : $I = 1$ мА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра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

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 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 .



3

Дата 27.02.2022Вариант № 2

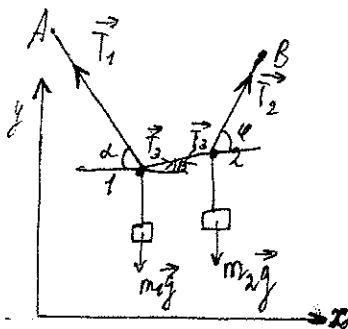
Площадка написания:

ИИЯЦ МИФИФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	1	2	0	7	6		<i>[Signature]</i>



НЧ.

Запишем Второй закон Ньютона для точки 1:

$$Ox: \cos \alpha \cdot T_1 = \cos \beta \cdot T_3$$

$$Oy: \sin \alpha \cdot T_1 + \sin \beta \cdot T_3 = m_1 g$$

Запишем Второй закон Ньютона для точки 2:

$$Ox: T_2 \cdot \cos \varphi = T_3 \cdot \cos \beta$$

$$Oy: T_2 \cdot \sin \varphi = T_3 \cdot \sin \beta + m_2 g$$

По рисунку видно, что: $\sin \alpha = \frac{2}{\sqrt{5}}$; $\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{5}}$; $\sin \beta = \frac{1}{\sqrt{10}}$; $\cos \beta = \frac{3}{\sqrt{10}}$; $\sin \varphi = \frac{4}{5}$;
 $\cos \varphi = \frac{3}{5}$.

Итого:

$$T_1 \cdot \frac{1}{\sqrt{5}} = \frac{3}{\sqrt{10}} T_3 \Rightarrow T_1 = \frac{3}{\sqrt{2}} T_3$$

$$T_2 \cdot \frac{3}{5} = \frac{3}{\sqrt{10}} T_3 \Rightarrow T_2 = \frac{5}{\sqrt{10}} T_3$$

$$m_1 g = \frac{2}{\sqrt{5}} \cdot T_1 + \frac{1}{\sqrt{10}} \cdot T_3 = \frac{6}{\sqrt{10}} T_3 + \frac{1}{\sqrt{10}} T_3 = \frac{7}{\sqrt{10}} T_3$$

$$m_2 g + T_3 \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} = T_2 \cdot \frac{4}{5} \Rightarrow m_2 g = \frac{4}{\sqrt{10}} T_3 - \frac{1}{\sqrt{10}} T_3 = \frac{3}{\sqrt{10}} T_3$$

$$\Rightarrow \frac{m_1 g}{m_2 g} = \frac{\frac{7}{\sqrt{10}} T_3}{\frac{3}{\sqrt{10}} T_3} = \frac{7}{3}$$

Ответ: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{7}{3}$ (A) (20)

N2.

Пусть ω - угловая скорость шестерни 1.

Перейдем в систему отсчета точки B; тогда: ω - угловая скорость шестерни 1; Пусть ω_2 - угловая скорость шестерни 2.

Тогда:

$$\omega \cdot 2N = \omega_2 \cdot N \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega_2 = 2\omega$$

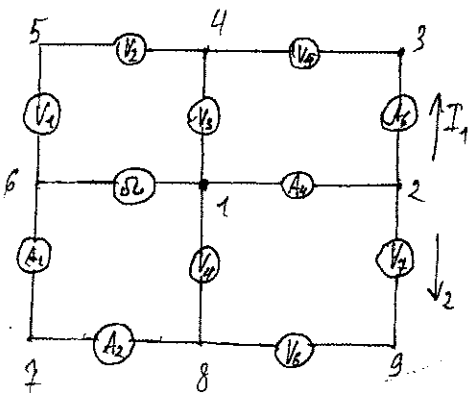
$$N = \omega \cdot t$$

$$n_2 = \omega_2 \cdot t = 2\omega \cdot t = 2N \text{ - , где } n_2 \text{ - кол-во оборотов шестерни 2.}$$

Ответ: $n_2 = 2N$ ⊕

15

N4.



сопротивление амперметров \ll сопротивлению вольтметров \Rightarrow т. 1,2,3 - одна точка; т. 6,7,8 - одна точка.
Значит схему можно переписать.

Ток через Амперметр 4 в таком случае будет равен сумме токов I_1 и I_2 .

$$I_1 \cdot R = U \Rightarrow \text{где } R \text{ - сопротивление вольтметров.}$$

$$I_3 = 2 \cdot I_1$$

$$I_2 \cdot 2R = I_3 \cdot (2R + \frac{R}{2}) = 2,5R \cdot 2 \cdot I_1$$

$$I_2 = \frac{5}{2} I_1$$

$$I = I_1 + I_2 = \frac{7}{2} I_1 = 1 \text{ мкА.} \Rightarrow I_1 = \frac{2}{7} \text{ мкА.}$$

$$I_1 R = U \Rightarrow R = \frac{U}{I_1} = \frac{1 \text{ В}}{\frac{2}{7} \text{ мкА}} = \frac{7}{2} \text{ Мом.}$$

$$R_{0 \neq} \frac{1}{R_0} = \frac{1}{R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R + \frac{R}{2}} = \frac{1}{R} + \frac{0,5}{R} + \frac{0,4}{R} \Rightarrow$$

$\Rightarrow R_0 = \frac{R}{1,9}$, где R_0 - общее сопротивление, которое покажет Омметр

$$R_0 = \frac{\frac{7}{2} \text{ Мом}}{1,9} \approx 1,84 \text{ Мом.}$$

Ответ: $R = 3,5 \text{ Мом; } R_0 = 1,84 \text{ Мом.}$ ⊕

20



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Инженерная олимпиада школьников
Работа по _____

Дата: 27.02.2022

Вариант № 2

Площадка написания:

КМЗУ МИФИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

№3.

Пусть цилиндр поднимется на небольшую высоту Δh ;
тогда $\Delta S = \frac{\Delta h}{\sin d}$ - расстояние, пройденное централь. осью цилиндра.

Запишем Закон Сохранения Энергии.

$3mg \cdot \Delta h = mg \Delta h_{гр}$ - где $\Delta h_{гр}$ - изменение высоты груза.

$$\Rightarrow \Delta h_{гр} = 3\Delta h.$$

Пусть φ - угол поворота цилиндра; Тогда: $\varphi = \frac{\Delta S}{2\pi R}$ $\Delta S \ll 2\pi R \Rightarrow \varphi \ll 1 \Rightarrow \sin \varphi = \varphi \Rightarrow \operatorname{tg} \varphi = \varphi$

$$\sin \varphi = \operatorname{tg} \varphi = \frac{\Delta h_{гр}}{R} \Rightarrow \varphi = \frac{\Delta h_{гр}}{R}$$

$$\varphi = \frac{\Delta S}{2\pi R} = \frac{\Delta h}{2\pi R \sin d}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta h_{гр}}{R} = \frac{\Delta h}{2\pi R \sin d} \Rightarrow 2\pi \cdot 3 \cdot \Delta h = \frac{\Delta h}{\sin d} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin d = \frac{1}{6\pi} \quad \frac{1}{6\pi} \ll \frac{1}{2} \Rightarrow d = \sin d$$

$$d = \frac{1}{6\pi} \approx 0,053 \text{ рад} \approx 1,5^\circ$$

Ответ: $d \approx 1,5^\circ$

Чтобы шары закатились в лунки так, как сказано в условии задачи, нужно нанести ^{упругий} центральный удар, чтобы их траектория лежала на одной прямой с лунками, чтобы шары смогли в них вкатиться.

Так как время удара очень маленькое, то изменение импульса первого шара будет недостаточным, чтобы развернуть его, поэтому, если ударить шар с слишком большой скоростью, то он не развернется, и произойдет неупругий удар. Если ударить по шару со скоростью $\leq \frac{Nt}{m}$, где N — сила упругого взаимодействия между шарами, t — время удара, m — масса шара, то импульс первого шара сможет измениться достаточно и развернуть своё направление, благодаря чему ~~оба~~ шары закатятся в разные лунки и удар будет упругим.

