2

369882
Регистрационный номер

г. Челябинск
Площадка написания

Фамилия Сафронова

Имя Ольга

Отчество Павловна

(не заполнять)

Саф'
Подпись

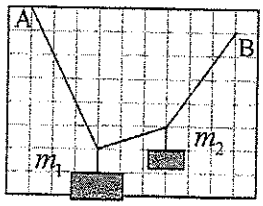
МАОУ «Академический лицей»
Школа

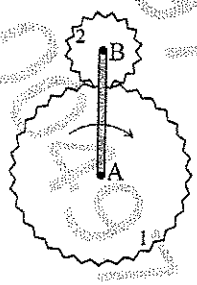
«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиады

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

2 вариант

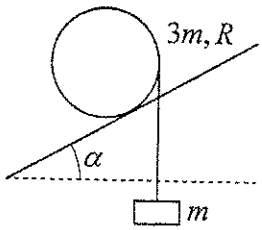
4. Концы невесомой веревки закреплены в точках А и В (см. рисунок). К веревке привязали два груза массами m_1 и m_2. По приведенному рисунку найти отношение масс грузов m_1/m_2.

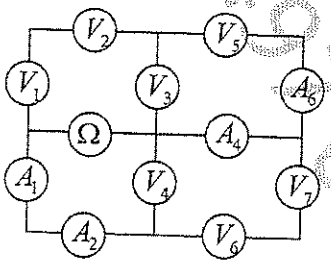




2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

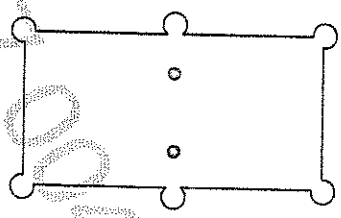
3. На однородный цилиндр радиуса R и массы $3m$ намотана невесомая нить, к концу которой привязано тело массы m. Цилиндр аккуратно кладут на наклонную плоскость, по которой он может катиться без проскальзывания, так, что его образующая перпендикулярна направлению быстрейшего спуска с плоскости (см. рисунок). При каком угле наклона плоскости α цилиндр будет двигаться вверх по плоскости?



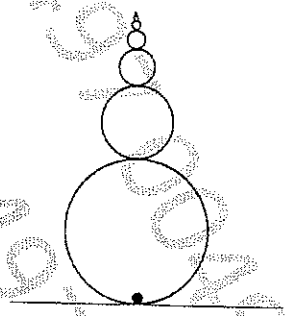


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра V_3: $U = 1$ В и амперметра A_4: $I = 1$ мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра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

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.



Председатель методической комиссии, 2022 год

ШИФР: _____
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Инженерная олимпиада

Работа по _____

Дата 27/02/2022
Вариант № 2
Площадка написания: г. Челябинск

ФИО и рег. номер не указывать!

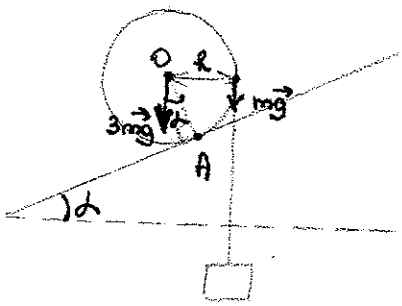
ОЦЕНКА
(не заполнять)

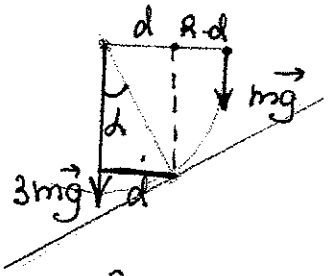
1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
1	1,5	2	1,5	1,5	1,5	8	

③ Дано: цилиндр на НП

$R, 3m, m$

$\alpha - ?$





Плечо сил $3m\vec{g}$: d
Плечо сил $m\vec{g}$: $R-d$

Рассмотрим момент устойчивости тела относительно точки A – точки касания ~~основ~~ основания цилиндра и НП ($OA \perp$ плоскости). На тело действуют: собственная сила тяжести $3m\vec{g}$, которая тянет вниз по НП, сила тяжести груза $m\vec{g}$, которая тянет вверх по НП, сила реакции опоры (плечо последней отн. A равно 0, поэтому мы её не учитываем).

По рисунку понятно, что $d = R\sin\alpha$. Тогда $R - d = R(1-\sin\alpha)$.
Тело будет двигаться вверх по НП, когда момент силы тяжести груза превысит момент собственной силы тяжести.

$$M_{с.с.тяж} < M_{с.тяж.г} \Rightarrow 3mg \cdot R\sin\alpha < mg \cdot R(1-\sin\alpha)$$

$$3\sin\alpha < 1 - \sin\alpha$$

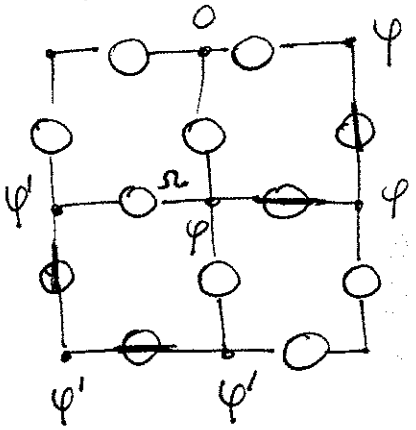
$$\sin\alpha < \frac{1}{4}$$

$$\alpha < \arcsin\frac{1}{4} \approx 14{,}5^\circ$$

Ответ: при угле α, меньшем $14{,}5^\circ$.

④. Дано: $U_3 = 1В$, $I_4 = 1мкА$

Т.к. сопротивления амперметров очень мало, то ими можно пренебречь и представить, что в цепи их вовсе нет:



~~Убрав из цепи U_3 и U_5, можно заметить, что оставшаяся схема симметрична:~~

$$\begin{cases} 0-\varphi = U_3 = 1В = U_5 \\ \varphi_1-\varphi = U_{12} = U_6 + U_7 = U_4 \\ \varphi_1 - 0 = U_1 + U_2 \end{cases}$$

ШИФР: _____
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Инженерная олимпиада

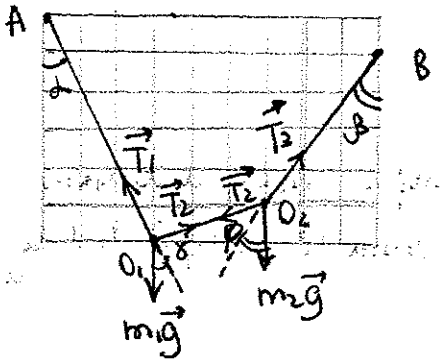
Работа по _____

Дата 27/02/2022
Вариант № 2
Площадка написания: г. Челябинск

ФИО и рег. номер не указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

① 

II ЗН: $\begin{cases} \vec{T_1} + \vec{T_2} + m_1\vec{g} = 0 \\ \vec{T_2} + \vec{T_3} + m_2\vec{g} = 0 \end{cases}$

В проекциях на O_1A и O_2B: $\begin{cases} T_1 = m_1 g\cos\alpha + T_2\cos\gamma \\ T_3 = m_2 g\cos\beta + T_2\cos\varphi \end{cases}$

По клеткам: $\cos\alpha = \frac{6}{3\sqrt{5}} = 2\frac{\sqrt{5}}{5}$

$\cos\beta = \frac{4}{5}$

$\cancel{\cos\gamma = \cos(\frac{\sqrt{130}}{7}} = \frac{\sqrt{13}}{7}$, $\cos\varphi = \frac{3}{5}\cdot\frac{3}{\sqrt{10}} + \frac{4}{5}\cdot\frac{1}{\sqrt{10}} = \frac{13}{5\sqrt{10}} = \frac{13\sqrt{10}}{50}$

$\cos\gamma = \frac{3}{\sqrt{10}}\cdot\frac{3}{3\sqrt{5}} - \frac{1}{\sqrt{10}}\cdot\frac{6}{3\sqrt{5}} = \frac{1}{\sqrt{50}} = \frac{\sqrt{50}}{50}$

$T_1 = T_2 = T_3 = T$:

$m_1 g\cdot 2\frac{\sqrt{5}}{5} + T\cdot\frac{\sqrt{50}}{50} = m_2 g\cdot\frac{4}{5} + T\cdot\frac{13\sqrt{10}}{50} \quad \Big| \cdot 50$

$g(m_1\cdot 20\sqrt{5} - m_2\cdot 40) = T(13\sqrt{10} - \sqrt{50}) = \sqrt{10}\,T(13-\sqrt{5})$

$T = \frac{20g(\sqrt{5}m_1 - 2m_2)}{\sqrt{10}(13-\sqrt{5})} = m_1 g\cdot\frac{2\sqrt{5}}{5} + \frac{20g(\sqrt{5}m_1 - 2m_2)}{\sqrt{10}(13-\sqrt{5})}\cdot\frac{\sqrt{50}}{50}$

$20\sqrt{5}m_1 - 40m_2 = 13\cdot 0{,}4\cdot\sqrt{50}\,m_1 - 0{,}4\cdot\sqrt{250}\,m_1 + 2\sqrt{5}\,m_1\cdot\frac{\sqrt{50}}{50} - 4m_2\cdot\frac{\sqrt{50}}{50}$

$20\sqrt{5}m_1 - 40m_2 = 5{,}2\sqrt{50}\,m_1 - \cancel{2\sqrt{10}\,m_1} + \cancel{2\sqrt{10}\,m_1} - 0{,}8\sqrt{50}\,m_2$

$m_1(20\sqrt{5} - 5{,}2\sqrt{50}) = m_2(40 - 0{,}8\sqrt{50})$

$\frac{m_1}{m_2} \approx 4{,}32$

Лист 2 из 2

Ответ: 4,32

② В СО „Рычаг", где кривошип неподвижен, а обе шестеренки крутятся в разных направлениях, ~~каждый~~ ~~ше~~ каждому зубцу шестерёнки 1 соответствует зубец шестерёнки 2. Поэтому пока ~~какая~~ большая шестерёнка обернётся вокруг своей оси 1 раз, то малая обернется вокруг своей оси 2 раза. Но в СО „Земля" добавится ещё один оборот, потому что в этой СО большая шестерёнка неподвижна. Итого 3 оборота. Аналогично, если большая шестерёнка в СО „Рычаг" сделает n оборотов, то малая в СО „Земля" совершит 3n оборотов.

Ответ: 3n

⑤. (1) Удар центральный, неупругий → шары продолжают движение, „слипнувшись", со скоростью u (требует меньшей силы)

ЗСИ: $mv = 2mu \Rightarrow u = \frac{v}{2}$

ЗСЭ: $\frac{mv^2}{2} = mu^2 + Q$

(2) Удар центральный, упругий, требует бо́льшей силы → шары, столкнувшись, приобретают новые скорости

ЗСИ: $mv = mu_1 - mu_2$

ЗСЭ: $\frac{mv^2}{2} = \frac{mu_1^2}{2} + \frac{mu_2^2}{2}$

⑥ $V = \frac{4}{3}\pi R^3$, $V_1 = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{R}{3}\right)^3 = \frac{1}{27}\cdot\frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{1}{27}V$

$m = \rho V$, $m_1 = \rho V_1 = \frac{1}{27}\rho V = \frac{1}{27}m$

Объем, как и масса каждого последующего шара, будет в 27 раз меньше. Т.о., центр масс конструкции будет находиться выше геометрического центра конструкции ~~$\left(\frac{4R}{3} + \frac{R}{27} + \frac{R}{9} + \frac{3}{3}\right)$ отмах~~ $\left(\frac{1}{2}\left(2R + \frac{2R}{3} + \frac{2R}{9} + \ldots\right)\right)$ отмах от центр, что не обеспечит стабильность конструкции.