2

282254
Регистрационный номер

НИЯУ МИФИ
Площадка написания

1523
Школа

Фамилия Александров
Имя Петр
Отчество Александрович

152
(не заполнять)

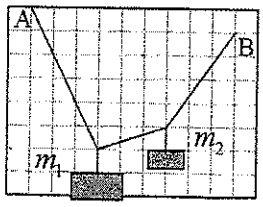
Подпись

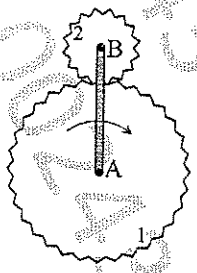
«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиады

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

2 вариант

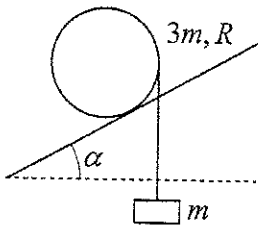
4. Концы невесомой веревки закреплены в точках А и В (см. рисунок). К веревке привязали два груза массами m_1 и m_2. По приведенному рисунку найти отношение масс грузов m_1/m_2.

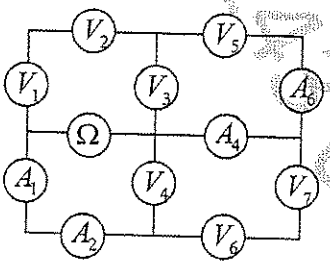




2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

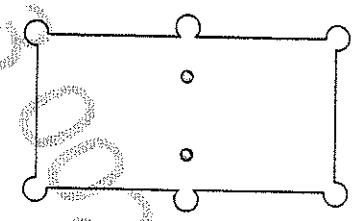
3. На однородный цилиндр радиуса R и массы $3m$ намотана невесомая нить, к концу которой привязано тело массы m. Цилиндр аккуратно кладут на наклонную плоскость, по которой он может катиться без проскальзывания, так, что его образующая перпендикулярна направлению быстрейшего спуска с плоскости (см. рисунок).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



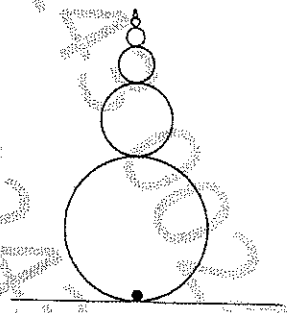


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра V_3: $U = 1$ В и амперметра A_4: $I = 1$ мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра 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: 152

(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по инженерная

Дата 27.02.2022

Вариант № 2

Площадка написания: НИЯУ МИФИ

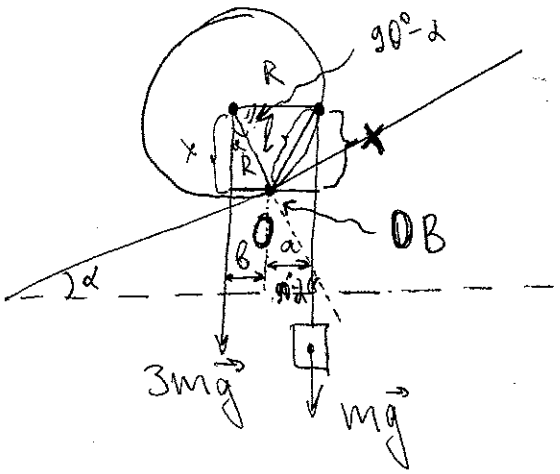
ФИО и рег. номер не указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
–	1	2	–	2	1	6	

№3 2



Рассмотрим мгновенную ось вращения O. Для того, чтобы цилиндр двигался вверх по плоскости, необходимо, чтобы момент силы тяжести, действующей на подвешенное тело, был больше момента силы, действующей на сам цилиндр.

Пусть у силы тяжести, действующей на цилиндр будет плечо b, а у силы тяжести, действующей на тело плечо a:

Тогда:

$$\begin{cases} a > 3b \\ a = \sqrt{l^2 - x^2} \\ b = \sqrt{R^2 - x^2} \\ l = \sqrt{R^2 + R^2 - 2\cdot R\cdot R\cdot\cos(90^\circ - \alpha)} \\ x = R\cdot\cos\alpha \end{cases}$$

$$\begin{cases} l = R\sqrt{2 - 2\cos(90^\circ - \alpha)} = R\sqrt{2 - 2\sin\alpha} \\ a = \sqrt{R^2\cdot(2 - 2\sin\alpha) - R^2\cos^2\alpha} = R(1 - \sin\alpha) \\ b = \sqrt{R^2 - R^2\cos^2\alpha} = R\sin\alpha \\ a > 3b \end{cases}$$

$\cancel{R}(1-\sin\alpha) > 3\cancel{R}\sin\alpha$

$1-\sin\alpha > 3\sin\alpha$

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

$\Rightarrow \alpha < \arcsin\frac{1}{4}$

Ответ: цилиндр будет катиться вверх по плоскости при $\alpha < \arcsin\frac{1}{4}$

№5 +

В данном эксперименте необходимо бить не точно в центр шара, а выше (1) или ниже (2) него, чтобы шар начал двигаться не только поступательно, но и вращательно. Таким образом, после столкновения, второму шару передастся горизонтальная часть импульса, т.к. бильярдные шары гладкие, вращательно второй шар двигаться не будет. Соответственно для случая (1) необходимо ударить выше центра шара и тогда после столкновения со вторым шаром продолжит двигаться к лузе за счет вращательного движения. Соответственно для случая (2) необходимо ударить ниже центра шара и тогда он закрутится в другую сторону, а следовательно попадет в противоположную лузу.

№2

За 1 оборот кривошипа AB вокруг оси A колесо 2 совершит $\frac{2N}{N} = 2$ оборота вокруг своей оси.

$\Rightarrow$ когда кривошип AB совершит n оборотов вокруг оси A, колесо 2 совершит 2n оборотов вокруг своей оси.

Ответ: 2n оборотов.

ШИФР: 152
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по инженерная

Дата 27.02.2022
Вариант № 2
Площадка написания: ИНЖЭК МИФИ

ФИО и рег. номер не указывать!

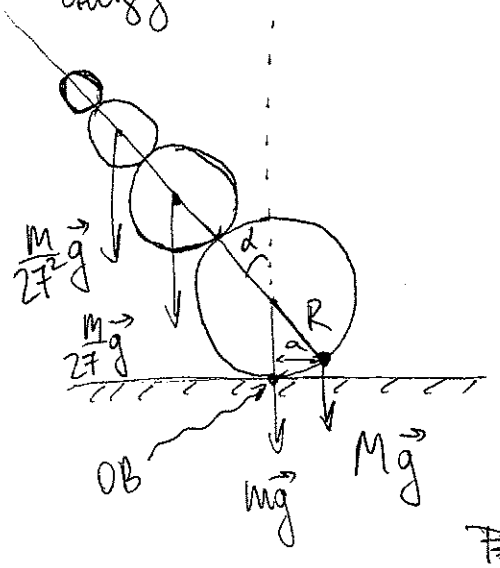
ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

№6 1

Конструкция, построенная Незнайкой не была устойчивой потому что если взять за ось вращения точку касания нижнего шара с Землёй, то при малейшем отклонении конструкции от положения равновесия все силы тяжести, действующие на шары, будут стремиться вращать конструкцию в одну сторону и сумма моментов не будет равной нулю.

M - масса тела, прикрепленного снизу



т.к. радиусы относятся в 3 раза, объёмы будут отличаться в 27 раз → массы также будут отличаться в 27 раз.

Допустим угол отклонения конструкции от вертикали α, тогда плеча для силы тяжести, действующей на прикрепленный снизу грузик будет

$a = R \cdot \sin\alpha$, где R — радиус большего шара

Тогда плечо для силы тяжести, действующей на больший шар будет = 0, т.к. прямая, содержащая вектор этой силы проходит через ось вращения

Плечо для силы тяжести, действующей на 2-й шар будет равно: $\frac{4}{3} R \cdot \sin\alpha$

аналогично для остальных шаров

Для того, чтобы конструкция была устойчива, момент силы тяжести, действующей на тело, прикрепленное снизу, должен быть больше суммы моментов сил тяжести, действующих на шары.

Тогда:

$$M \cdot R \cdot \sin\alpha > \frac{m}{27} \cdot \frac{4}{3} R \sin\alpha + \frac{m}{27^2} \cdot \frac{16}{9} R \cdot \sin\alpha + \frac{m}{27^3} \cdot \frac{52}{27} R \sin\alpha \ldots\ldots$$

$$M > m\left(\frac{4}{27 \cdot 3} + \frac{16}{(27 \cdot 3)^2} + \frac{52}{(27 \cdot 3)^3} \ldots\right)$$