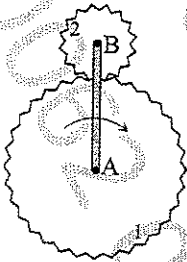
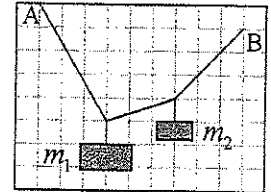


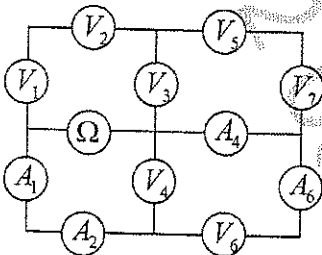
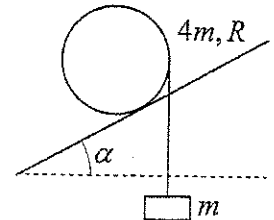
1367900
Регистрационный номерНИЯУ МИФИ
Площадка написанияМарт 15/11
Школа:Фамилия Марданов108
(не заполнять)Имя ТимурОтчество БаходировичТимур
Подпись«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиады
АлиевНИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ им. Р.Е.Алексеева, Самарский университет, СПБГЭТУ «ЛЭТИ»,
БГТУ им. В.Г.Шухова, 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 .



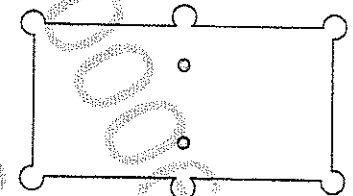
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

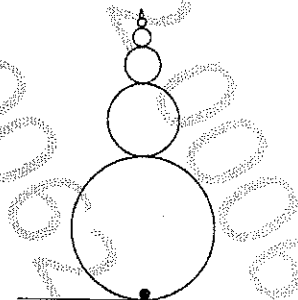


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра V_3 : $U = 1$ В и амперметра A_4 : $I = 1$ мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра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

5. Если два бильярдных шара 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 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 Инженерная Олимпиада
школьников

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

Площадка написания:

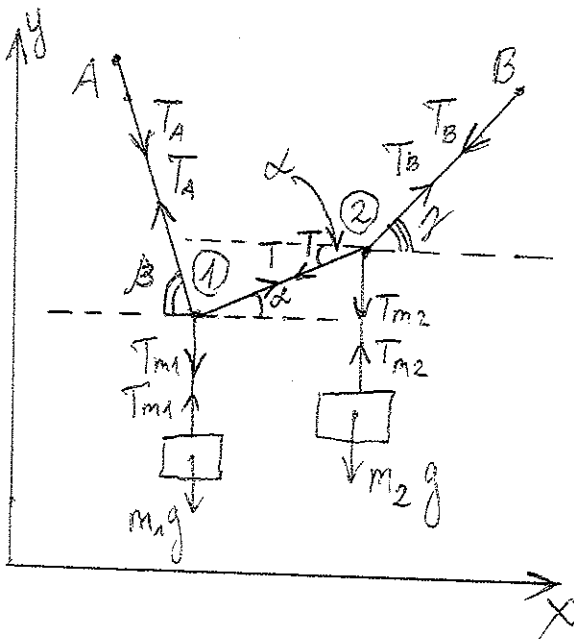
ИИЭУ МИФИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	4	2	-	15	15	75	<i>[Signature]</i>



1) ПЗ. П. для грузов в проекции на ось Oy :

$$m_1: 0 = T_{m1} - m_1 g \Rightarrow T_{m1} = m_1 g$$

$$m_2: 0 = T_{m2} - m_2 g \Rightarrow T_{m2} = m_2 g$$

2) ПЗ. П. для узлов веревки (указаны 1 и 2):

$$\textcircled{1}: \begin{cases} O_x: T \cos \alpha - T_A \cos \beta = 0 \\ O_y: T \sin \alpha + T_A \sin \beta - m_1 g = 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$\textcircled{2}: \begin{cases} O_x: T_B \cos \gamma - T \cos \alpha = 0 \\ O_y: T_B \sin \gamma - T \sin \alpha - m_2 g = 0 \end{cases} \quad (2)$$

3) Выразим $m_1 g$ и $m_2 g$ через спомощью систем (1) и (2):

$$(1): \begin{cases} T \cos \alpha - T_A \cos \beta = 0 \quad | \cdot T_A \sin \beta \\ T \sin \alpha + T_A \sin \beta - m_1 g = 0 \end{cases}$$

$$T \cos \alpha + T_A \sin \beta - T_A \sin \beta = 0$$

$$T \sin \alpha + T_A \sin \beta = m_1 g$$

Сложим уравнения:

$$T(\cos \alpha + \sin \alpha) + T_A \sin \beta = m_1 g \quad (*)$$

$$(2): T_B \cos \alpha - T \cos \gamma = 0$$

$$\begin{cases} T_B \cos \gamma - T \cos \alpha = 0 \\ T_B \sin \gamma - T \sin \alpha - m_2 g = 0 \end{cases}$$

По рисунку видно, что $\tan \alpha = 1 \Rightarrow \cos \alpha = \sin \alpha \Rightarrow$ вернем из вершины ~~ур-а~~ ~~масса~~: ~~масса~~ ур-а ~~вернее~~:

$$T(\cos \alpha - \sin \alpha) = m_2 g \quad (**)$$

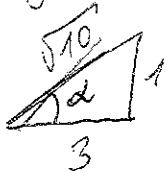
4) Разделим ур-е (*) на (**):

$$\frac{T(\cos \alpha \tan \beta + \sin \alpha)}{T(\cos \alpha - \sin \alpha)} = \frac{m_1 g}{m_2 g} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{\cos \alpha \tan \beta + \sin \alpha}{\cos \alpha - \sin \alpha}$$

Из рисунка можно узнать тангенсы углов и, соответственно, все необходимые тригонометр. ф-ии:

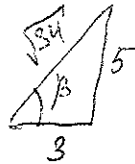
$$\tan \alpha = \frac{1}{3} : \sin$$

$$\tan \beta = \frac{5}{3} : \sin$$



$$\sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{10}}$$

$$\cos \alpha = \frac{3}{\sqrt{10}}$$



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

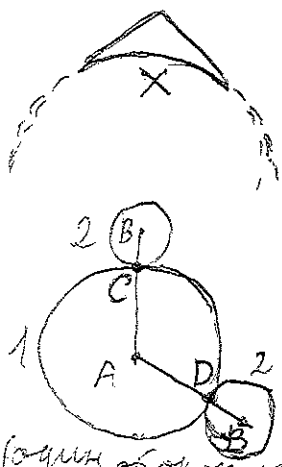
$$\cos \beta = \frac{3}{5}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\frac{3}{\sqrt{10}} \cdot \frac{4}{5} + \frac{1}{\sqrt{10}}}{\frac{3}{\sqrt{10}} - \frac{1}{\sqrt{10}}} = \frac{\frac{6}{\sqrt{10}}}{\frac{2}{\sqrt{10}}} = \frac{6}{2} = 3$$

Ответ: $\frac{m_1}{m_2} = 3 \quad \textcircled{+} 2$

✓ 2.

Зубья на колесах 1 и 2 должны иметь одинаковые формы и размеры:



Пусть X — длина дуги колеса 2, на к-ой расположена ~~одна~~ один зуб; тогда длина окружности колеса 2 равна $l = Nx$, а колеса 1 — $L = 3Nx$ (разницей между длинами дуг пренебрежем, т.к. механизм работает так, что каждый зуб одного колеса ~~на~~ в любой случай попадает в проём между двумя зубцами другого).

(один оборот колеса 2)



ШИФР: 108
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по Инженерная Олимпиада
Искальских

Дата 27.02.2022
Вариант № 1

Площадка написания:
МФУ МИФИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

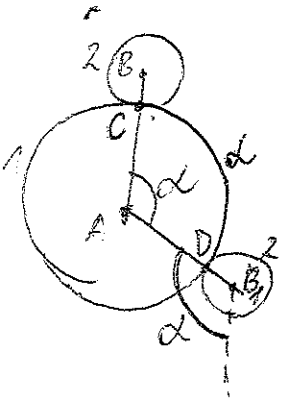
1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

№2 (продолжение)

Пусть r, R — радиусы 2 и 1 колёс соответственно.

$$l = 2\pi r = N \cdot x$$

$$L = 2\pi R = 3N \cdot x \quad \Rightarrow R = 3r$$

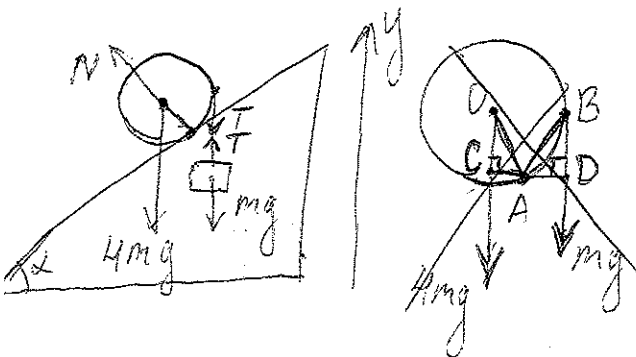


Когда 2-е колесо 2 описывает дугу CD, длина к-ой равна l или $\frac{L}{3}$, угловая величина этой дуги равна $\alpha = \frac{1}{3} \cdot 360^\circ = 120^\circ$, и эта величина равна углу между вертикалью и отрезком AB_1 (т.к. касает левая часть пути). Это значит, что к этому моменту колесо 2 совершило поворот вокруг своей оси на $360^\circ + \alpha = 480^\circ$.

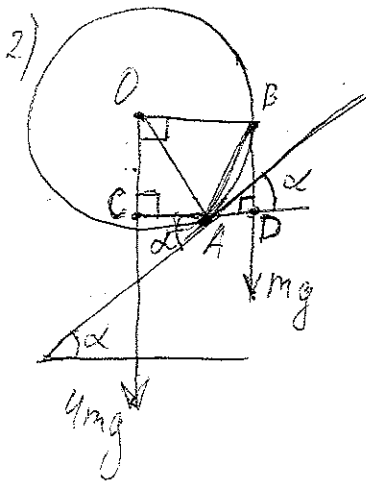
К моменту, когда криволиния AB совершит полный оборот, колесо 2 повернется на $3 \cdot 360^\circ + 3\alpha = 4 \cdot 360^\circ$, т.е. совершит 4 оборота. Соответственно, N оборотов криволинии AB соответствуют $4N$ оборотам колеса 2.

Ответ: $4N$ оборотов. $\oplus 2$

№3.



1) Из 2-х дуги груза m (показаны на Oy):
 $0 \geq T - mg \Rightarrow T \geq mg$ (α — минимальный)
 $\Rightarrow T = mg$



$DA \perp$ ~~плоскости~~ ^{наклона} $\Rightarrow \angle OAC = \frac{\pi}{2} - \alpha$; $\angle AOC = \alpha$

$CD = OB = R$ ($CD \parallel OB$, ~~а точка A ∈ CD~~)

$AC = OA \cos(\frac{\pi}{2} - \alpha) = OA \sin \alpha = R \sin \alpha$

$AD = CD - AC = R - R \sin \alpha = R(1 - \sin \alpha)$

По равенству моментов:

$$AC \cdot 4mg - AD \cdot mg = 0 \quad | : mg \quad \oplus$$

$$AC \cdot 4 - AD = 0$$

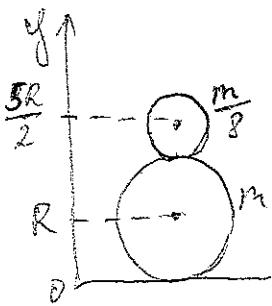
$$4R \sin \alpha - R(1 - \sin \alpha) = 0 \quad | : R$$

$$4 \sin \alpha - 1 + \sin \alpha = 0$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{5} \Rightarrow \alpha = \arcsin \frac{1}{5} \approx 11,54^\circ$$

$$\text{Ответ: } \alpha = \arcsin \frac{1}{5} \approx 11,54^\circ \quad \oplus 2$$

№ 6.



1) Центр масс ~~одного шара~~ ^{одного шара} на оси Oy находится в точке R, т.е. в его центре

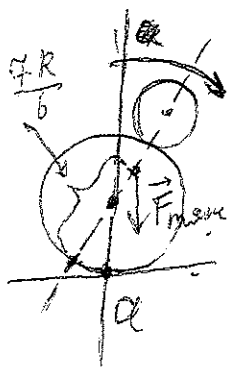
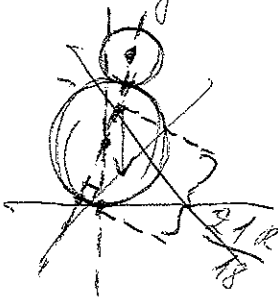
2) При добавлении шара с радиусом $\frac{R}{2}$ центр масс сместится:

$$\text{масса } m \cdot \left(\frac{V_1}{V_2}\right) = m \cdot \left(\frac{\frac{R}{2}}{R}\right)^3 = \frac{m}{8};$$

$$\text{центр шара в точке } 2R + \frac{R}{2} = \frac{5R}{2}$$

$$\text{центр масс: } \frac{mR + \frac{m}{8} \cdot \frac{5R}{2}}{m + \frac{m}{8}} = \frac{mR \cdot (1 + \frac{5}{16})}{m(1 + \frac{1}{8})} = \frac{21}{18} R = \frac{7}{6} R$$

выведение из вертикального положения:



При отклонении системы из верт. положения сила тяжести, приложенная к ~~точке~~ ^{центру} масс, создаёт момент силы, направленный в сторону отклонения, т.к. теперь центр масс находится в той же стороне от вертикали α , проведенной через центр системы наклонной.

При добавлении других шаров центр масс будет смещаться ещё выше от центра большого шара, т.е. момент силы тяжести, способствующий падению набок, будет лишь увеличиваться. Поэтому неважно неустойчива.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по механике. Динамика
Ижевский

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

Площадка написания:
КАУ МИФИ

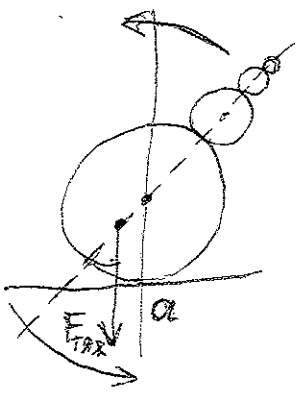
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

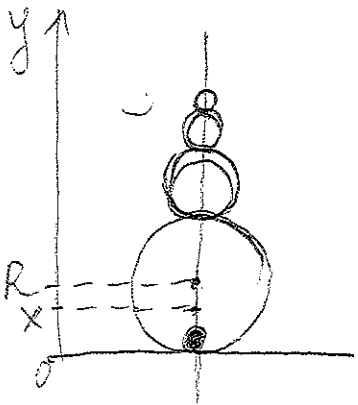
1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

№ (продолжение).



Чтобы система возвращалась в исходное положение, нужно, чтобы центр масс находился ~~в точке~~ ниже центра самого нижнего шара.

Большой по модулю сумме моментов сил тяжести, действующих на шары выше самого большого. То есть, он должен составлять центр масс ниже центра нижнего шара:



x - центр масс; $x < R$

M - масса груза

$$\frac{M \cdot 0 + m \cdot R + \frac{m}{8} \cdot \frac{5R}{2} + \dots + \frac{m}{2^{3n}} \cdot \sum_{i=0}^n \frac{R}{2^i}}{M + m + \frac{m}{8} + \dots + \frac{m}{2^{3n}}} < R$$

Но вычислим до третьего шара (далее масса слишком мала)

$$\frac{mR + \frac{5mR}{16} + \frac{m}{64} \cdot (R + 2R + R + \frac{R}{2})}{M + m + \frac{m}{8} + \frac{m}{64}} < R$$

$$\frac{R \cdot 1,367}{\frac{m}{m} + 1,141} < R \Rightarrow \frac{M}{m} > 1,367 - 1,141 \Rightarrow M > 0,226m$$

Ответ: $M > 0,226m$ 65

