

15:48

428784
Регистрационный номер

1

МФТИ
Площадка написания

Школа №15 Механизм

Фамилия Далева

Имя Наталья

Отчество Сергеевна

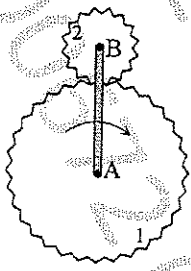
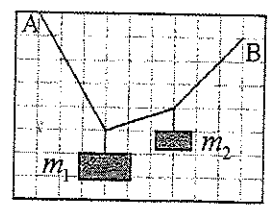
254
(не заполнять)

Далева
Подпись

«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиады

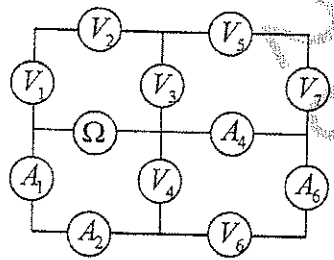
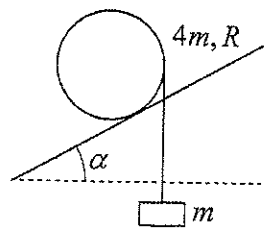
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ им. Р.Е.Алексеева, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,
БГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс
1 вариант

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 .



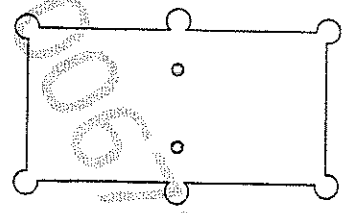
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

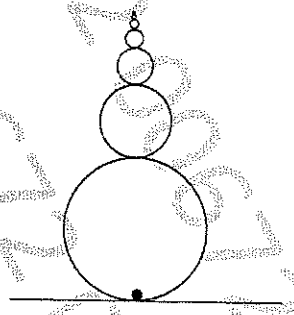


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра V_3 : $U = 1$ В и амперметра A_4 : $I = 1$ мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра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

5. Если два бильярдных шара 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 интерпретация олимпиада

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

Площадка написания:

МФТИ

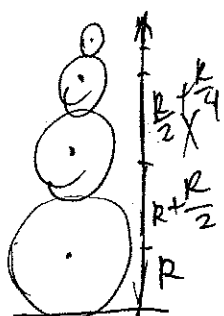
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	2	2	2	2	2	12	<i>[Signature]</i>

Устойчивость зависит от положения центра масс, поэтому важна еще и высота конструкции $m = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho$, поэтому каждый посл. шар легче предыдущего в $2^3 = 8$ раз.



$x_{ц.масс} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots}$

масса всех шаров равна $m(1 + \frac{1}{8} + \frac{1}{64} + \dots)$

S - сумма убывающей геометрической прогрессии, $S =$

$x_1 = R, x_2 = R + \frac{R}{2}; x_3 = R + \frac{R}{2} + \frac{R}{4} \dots$

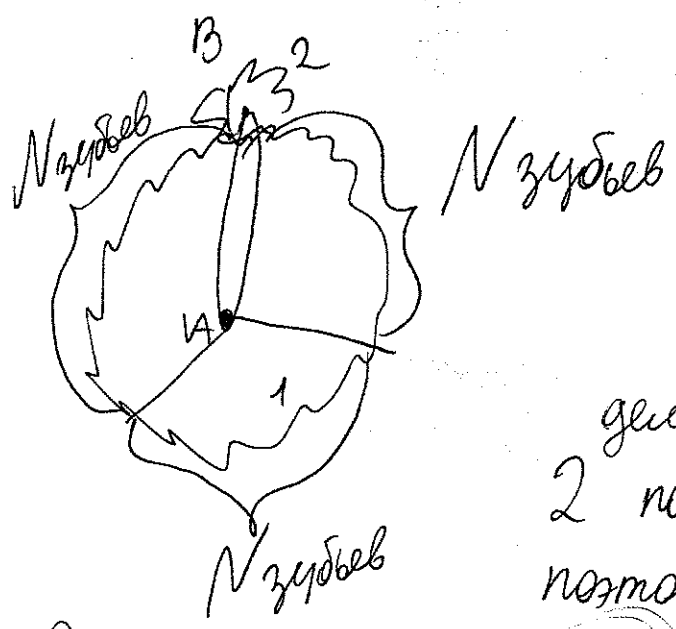
высота всей конструкции равна $2R(1 + \frac{1}{2} + \dots) = 2R \cdot 2 = 4R$

$x_{ц.масс} = \frac{R(m_1 + m_2 + \dots) + \frac{R}{2}(m_2 + m_3 + \dots) + \dots}{m_1 + m_2 + \dots} = R S$

$= \frac{S(R + \frac{R}{2} + \dots)}{S} = 2R$ - центр масс находится посередине

Получается, что масса точечного тела может

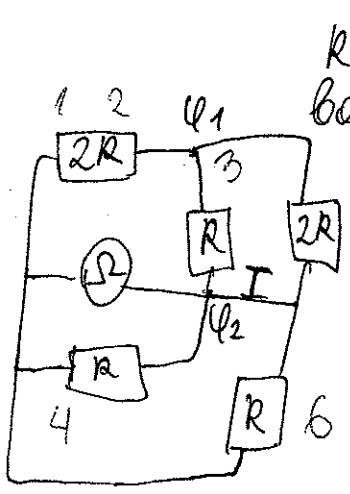
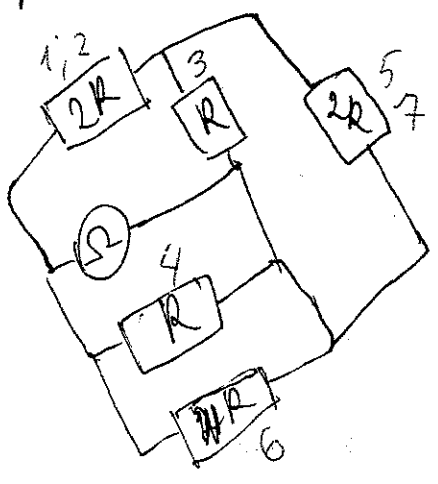
Быть вообще любой, но это зависит от того, что считать устойчивым. При любой массе точечного тела центр масс будет ниже середины ряда шаров (по длине)



52. за 1 оборот маленького колеса вокруг большого оно делает $\frac{3N}{N} = 3$ оборота вокруг своей оси. AB делает столько оборотов, сколько 2 поворачивается полностью вокруг 1, поэтому 2 повернется ~~3~~ 3n раз

Ответ: 3n

~~схема не подключена к источнику, но ток не равен 0, т.к. катушек ии конденсаторов нет, поэтому получен ветный элемент, а с ними возможно всякое внешнее магнитное поле пренебрегая сопротивлением амперметров, угол~~



R - сопротивление вольтметра
 U_1 и U_2 - потенциалы вокруг V_3
 $|U_1 - U_2| = I \cdot 2R$
 $V = 2IR$
 $R = \frac{V}{2I} = \frac{1B}{2 \cdot 1 \cdot 10^{-5} A} = 5 \cdot 10^5 \text{ Ом}$



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по мметерная амперметра

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

Площадка написания:

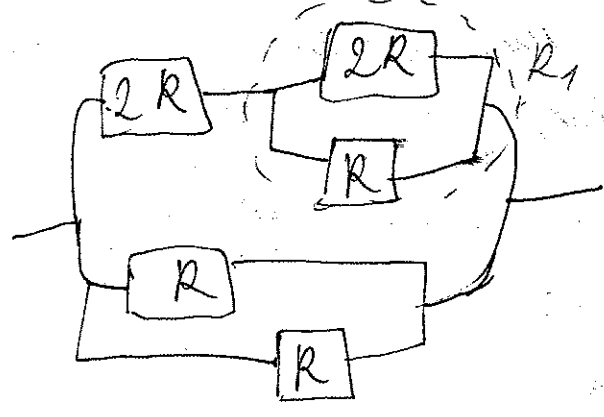
МФТИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

тогда показание амперметра - сопротивление
вот такой цепи



$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{R} = \frac{3}{2R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{2R}{3}$$

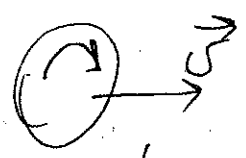
$$2R + \frac{2R}{3} = \frac{8R}{3}$$

$$\frac{1}{R_0} = \frac{3}{8R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{3+16}{8R}$$

$$R_0 = \frac{8R}{19} = \frac{40 \cdot 10^5}{19} \text{ Ом} \approx 210,5 \text{ кОм}$$

Ответ! сопротивление вольтметра $5 \cdot 10^5 \text{ Ом} = 500 \text{ кОм}$
показание амперметра около $210,5 \text{ кОм}$

если ткнуть шар выше середины, чтобы он
вертелся и катился в одну сторону, оба шара
туда покатятся.



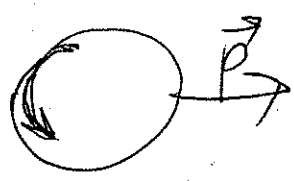
$$\vec{p} = m\vec{v} = m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 - \text{закон}$$

сохранения импульса.

Если шары не катятся, а только скользят, то после
удара первый останется, а так у него ещё есть вращательное движение, за счёт

которого он продолжит катиться в ту же сторону

2) Если ткнуть шар ниже середины, чтобы он вертелся в одну сторону, а скользя в другую, то после абсолютно упругого удара энергии поступательного движения передастся второму шару, а первый покатится назад.



Шары гладкие, поэтому вращательное движение на ударе сказывается незначительно

В обоих случаях вращательное движение должно быть достаточным, чтобы шар докатился до ямы.

$m\vec{v} = m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2$ (m - масса шара, v_1 и v_2 - скорости после удара)
 $\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$, направление вдоль стола (нет верт. составляющей)

$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} \Rightarrow v^2 = v_1^2 + v_2^2$

в проекции на горизонт. ось x

$v_{1x} = \pm |v_1|$

$v_{2x} = \pm |v_2|$

$v_x = v_{1x} + v_{2x}$

$(v_{1x} + v_{2x})^2 = v_{1x}^2 + v_{2x}^2$

$v_x^2 = v_{1x}^2 + v_{2x}^2$

$v_{1x}^2 + v_{2x}^2 + 2v_{1x}v_{2x} = v_{1x}^2 + v_{2x}^2$

$2v_{1x}v_{2x} = 0$

$\begin{cases} v_{1x} = 0 \\ v_{2x} = 0 \end{cases}$

одно из шаров после удара только катится и не скользит, изза этого всё работает.

и 3.



Рассмотрим "пограничный" случай. при $\mu = 0$, меньшее поперечного сцепления будет катиться вверх.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по цилиндрическая шиммигада

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

Площадка написания:
МФТИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

На ~~шар~~ цилиндр с трением действует кроме силы тяжести только сила трения покоя (сила натяж. нити - внутренняя), энергия дается сохраняется.

Если цилиндр делает 1 оборот и останавливается ($E_{кин} = 0$), то проходит путь $2\pi R$ и смещается вверх на $2\pi R \sin \alpha = H$, а нить разматывается на $2\pi R$, шизз оускается на $2\pi R - H = 2\pi R(1 - \sin \alpha) = h$

$4mgH = mgh$ (если учесть энергию цилиндра возрастает потеря энергии шизза уменьшается на столько же)

$2\pi R(1 - \sin \alpha) = 4 \cdot 2\pi R \sin \alpha$

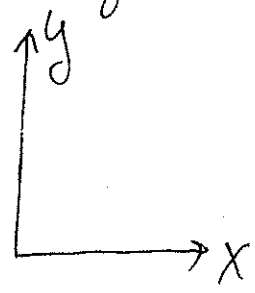
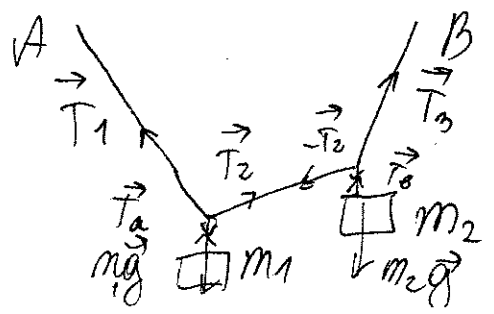
$1 - \sin \alpha = 4 \sin \alpha$

$5 \sin \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = \arcsin \frac{1}{5}$

Ответ: $\alpha \leq \arcsin \frac{1}{5}$ \oplus \odot

51.

спроецируем все силы на оси x и y и запишем 2й закон Ньютона для проекций



$T_A = m_1 g$
 $T_B = m_2 g$

$$m_1 g = T_{1y} + T_{2y}$$

$$m_2 g = T_{3y} - T_{2y}$$

$$T_{1x} = T_{2x}$$

$$T_{2x} = T_{3x}$$

отношения проекций на оси x и y
можно считать по клеточкам
(в условии)

$$\frac{T_{1y}}{T_{1x}} = \frac{5}{3} \quad ; \quad \frac{T_{2y}}{T_{2x}} = \frac{1}{3} \quad ; \quad \frac{T_{3y}}{T_{3x}} = \frac{1}{1}$$

$$T_{3y} = T_{3x} = T_{2x}$$

$$3T_{1y} = 5T_{1x}$$

$$T_{1y} = \frac{5}{3} T_{1x} = \frac{5}{3} T_{2x}$$

$$\rightarrow T_{2y} = \frac{1}{3} T_{2x}$$

$$k = \frac{m_1}{m_2} = \frac{\frac{5}{3} T_{2x} + \frac{1}{3} T_{2x}}{T_{2x} - \frac{1}{3} T_{2x}} = \frac{5+1}{3-1} = 3$$

Ответ: $\frac{m_1}{m_2} = 3$

