

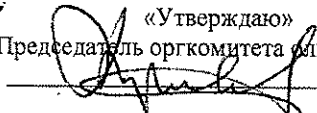
1

214578

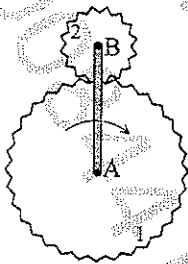
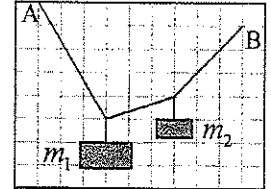
Регистрационный номер

МФТИ

Площадка написания

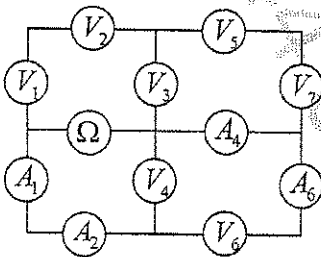
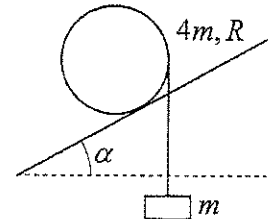
Фамилия БезухИмя АртёмОтчество Владимирович151
(не заполнять)
ПодписьКрединский университет НИЯУ МИФИ
Школа«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиады
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ им. Р.Е.Алексеева, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,
БГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ
«Инженерная олимпиада школьников», 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 .



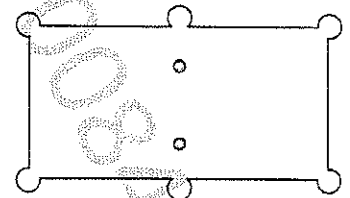
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

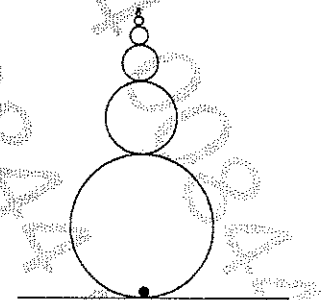


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра V_3 : $U = 1$ В и амперметра A_4 : $I = 1$ мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра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

Универсиада олимпиада школьников

Работа по физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

Площадка написания:
МФТИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

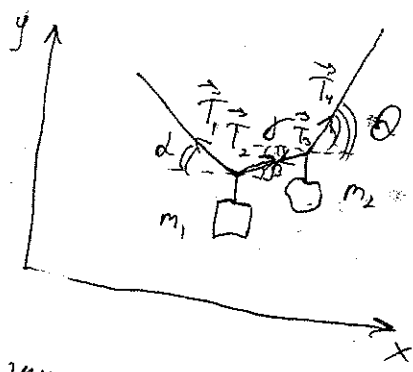
ОЦЕНКА
(не заполнять)

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

$\frac{m_1}{m_2} = ?$

Решение:

$\sin \alpha = \frac{5}{\sqrt{34}}$ $\cos \alpha = \frac{3}{\sqrt{34}}$
 $\sin \beta = \frac{1}{\sqrt{10}}$ $\cos \beta = \frac{3}{\sqrt{10}}$
 $\sin \gamma = \frac{1}{\sqrt{10}}$ $\cos \gamma = \frac{3}{\sqrt{10}}$
 $\sin \theta = \frac{\sqrt{2}}{2}$ $\cos \theta = \frac{\sqrt{2}}{2}$



1) $\vec{T}_1 + \vec{T}_2 + m_1 \vec{g} = 0$ где $|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2|$

x: $-T_1 \cos \alpha + T_2 \cos \beta = 0$

$T_1 = \frac{T_2 \cos \beta}{\cos \alpha} = \frac{T_2 \cdot 3 \sqrt{34}}{\sqrt{10} \cdot 3} = T_2 \sqrt{34}$

y: $T_1 \sin \alpha + T_2 \sin \beta - m_1 g = 0$

$\frac{T_2 \sqrt{34} \cdot 5}{\sqrt{34}} + \frac{T_2}{\sqrt{10}} = m_1 g$ $m_1 = \frac{T_2 \cdot 4}{g \sqrt{10}}$

2) $\vec{T}_3 + \vec{T}_4 + m_2 \vec{g} = 0$

x: $-T_3 \cos \gamma + T_4 \cos \theta = 0$

$T_4 = \frac{T_3 \cos \gamma}{\cos \theta} = \frac{T_3 \cdot 3 \cdot 2}{\sqrt{10} \sqrt{2}} = \frac{6}{\sqrt{20}} T_3$

y: $T_4 \sin \theta - T_3 \sin \gamma - m_2 g = 0$

$T_3 \cdot \frac{6 \sqrt{2}}{\sqrt{20} \cdot 2} - T_3 \frac{\sqrt{2}}{2} = m_2 g$

$m_2 = \frac{T_3}{g} \left(\frac{3}{\sqrt{10}} - \frac{\sqrt{2}}{2} \right) = \frac{T_2}{g} \left(\frac{3 - \sqrt{5}}{\sqrt{10}} \right)$

или про изменение)

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{T_2 g \sqrt{10}}{9 T_2 \sqrt{10} (3 - \sqrt{5})} = \frac{4}{3 - \sqrt{5}} \approx 5,24$$

Ответ: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{4}{3 - \sqrt{5}} \approx 5,24$

N2.

Решение

Главное условие контакта между шестернями обеспечивается тем, что на ^{одной} ~~каждой~~ колеса точка контакта шестерней смещается на равное число зубьев:

$$N_2 n_2 = N_1 n_1$$

$$n_1 = \frac{N_2 n_2}{N_1} = \frac{3N \cdot n}{N} = 3n$$

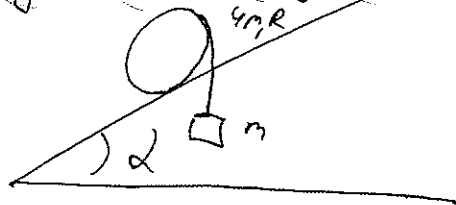
Ответ: $n_1 = 3n$

N3

Решение:

$\mathcal{E} = \text{const}$ (Внешние силы не действуют на систему \Rightarrow энергия не меняется)

Путь шарика прокатывается вверх на $dl > 0$



$$\Delta \Pi = \underbrace{4mg dl \sin \alpha}_{\text{шарик}} + \underbrace{mg dl \sin \alpha - mg dl}_{\text{шарик}}$$

$$\Delta \Pi = 5mg dl \sin \alpha - mg dl$$

$$\mathcal{E} = \Pi_0 + \Delta \Pi = \Pi_0 + \Delta \Pi + K$$

$$K > 0$$

$$K = -\Delta \Pi = mg dl - 5mg dl \sin \alpha > 0$$

$$5mg dl \sin \alpha < mg dl$$

$$5 \sin \alpha < 1$$

$$\sin \alpha < \frac{1}{5}$$

$$\alpha < \arcsin \frac{1}{5}$$

Ответ: $\sin \alpha < \frac{1}{5}; \alpha < \arcsin \left(\frac{1}{5}\right)$

Дано:

$$N_1 = 3N$$

$$N_2 = N$$

$$n_2 = n$$

$$n_1 = ?$$

Дано:

$$R$$

$$4m$$

$$m$$

$$\alpha = ?$$



если шарик движется вверх, кинетическая энергия $K > 0$

⊕ 20



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Инженерная олимпиада школьников
Работа по физике

Дата 27.02.2022
Вариант № 1
Площадка написания:
МФТИ

ОЦЕНКА
(не заполнять)

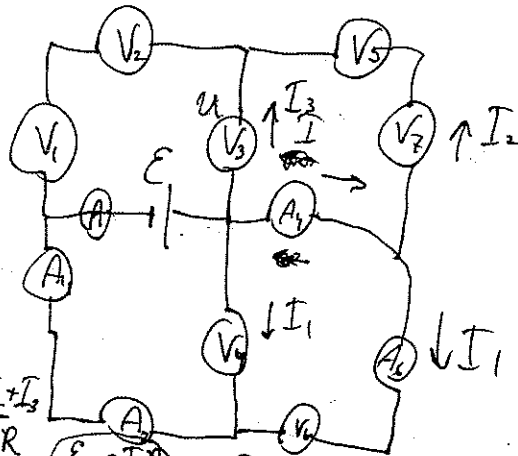
1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

ФИО и рег. номер не
указывать!

Дано: СИ
 $V_3 \text{ и } U = 1\text{В}$
 $A_4 \text{ и } I = 1\text{мкА} = 10^{-6}\text{А}$
 R_V
 $\Omega - ?$

Решение:

Представим вольтметр, как комбинацию источника ЭДС и амперметра.
Представим вольтметр, как резистор с сопротивлением R , тогда сопротивление



амперметра $\ll R$, и его можно не учитывать:

$$I_1 = \frac{E - 0}{R} = \frac{E}{R}$$

$$I = I_1 + I_2$$

в узле точки 1 на схеме:

$$E - 2I_2R = E - I_3R$$

$$2I_2R = I_3R$$

$$I_3 = 2I_2$$

$$I_2 + I_3 = 3I_2$$

$$E - 2I_2R - 2R(I_2 + I_3) = 0$$

$$E - 2I_2R - 6I_2R = 0$$

$$I_2 = \frac{E}{8R}$$

$$I_3 = 2I_2 = \frac{E}{4R}$$

$$I = I_1 + I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R} + \frac{\mathcal{E}}{8R} = \frac{9\mathcal{E}}{8R} \Rightarrow R = \frac{9\mathcal{E}}{8I}$$

$$U = I_3 R = 2I_2 R = \frac{\mathcal{E}}{4}$$

$$\mathcal{E} = 4U$$

$$R = \frac{9\mathcal{E}}{8I} = \frac{9U}{2I} = \frac{9 \cdot 1}{2 \cdot 1 \cdot 10^{-6}} = 4,5 \cdot 10^6 \text{ Ohm}$$

$$\Omega = \frac{\mathcal{E}}{I_4} = \frac{\mathcal{E}}{I + I_1 + I_2} = \frac{\mathcal{E}}{\frac{9\mathcal{E}}{8R} + \frac{2\mathcal{E}}{8R} + \frac{\mathcal{E}}{R}} = \frac{\mathcal{E} \cdot 8R}{19\mathcal{E}} = \frac{8R}{19} = \frac{8 \cdot 4,5 \cdot 10^6}{19} \approx 1,89 \cdot 10^6 \text{ Ohm}$$

Ответ: $R = 4,5 \cdot 10^6 \text{ Ohm}$; $\Omega \approx 1,89 \cdot 10^6 \text{ Ohm}$.



Решение: №6.

$$\rho = \text{const}$$

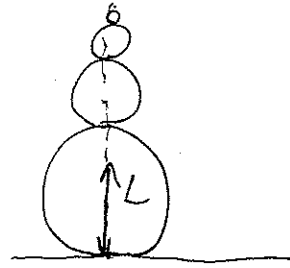
$$m_1 = \rho V_1 = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 = m$$

$$m_2 = \rho V_2 = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{m}{8}$$

$$m_3 = \frac{m}{64}$$

Центр масс находится на оси симметрии.

L - расстояние от центра масс до точки соприкосновения с полом



$$mR + \frac{5mR}{32} + \frac{25mR}{32 \cdot 832} = m_0 L$$

По формуле суммы бесконечно убывающей геометрической прогрессии m_0 - общая масса По сумме бесконечно убывающей геометрической прогрессии

$$\sum mR = \frac{mR}{1 - \frac{1}{8}}$$

$$m_0 = \frac{m}{1 - \frac{1}{8}} = \frac{8m}{7}$$

измеряя высоту центра масс от центра нижней сферы без, кроме нижней

$$\left(\frac{R+R}{2}\right) \frac{m}{8} + \left(\frac{R+R}{4}\right) \frac{m}{8^2} = m_1 L_1$$

$$\frac{3mR}{16} = \frac{1}{9} = \frac{1}{16}$$

$$\sum mR = \frac{3mR}{16(1 - \frac{1}{16})} = \frac{mR}{5} = m_1 L_1 = \frac{m L_1}{7}$$

$$m_1 = m_0 - m = \frac{m}{7}$$

$$\frac{7R}{5} m_1 + mR = m_0 L$$

$$L_1 = \frac{7R}{5}$$

$$\frac{7R \cdot m}{5 \cdot 7} + mR = \frac{8m}{7} L$$

$$\frac{R}{5} + R = \frac{8}{7} L$$

$$L = \frac{7 \cdot 6R}{8 \cdot 5} = \frac{21R}{20}$$



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Интернациональная олимпиада школьников
Работа по физике

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

№6 (продолжение)

при сведении конструкции оказалась проекция силы тяжести на вертикаль. По мере того как масса m в основании превращается в массивный диск, совершающий колебания в поле силы тяжести (аналог с электрическим диполем в магнитном поле). Пока центр масс конструкции находится выше R от земли, она будет переворачиваться.

$$m_0(L-l_1) = m(L-l_1)$$

$$l_1(m_0+m) = mL$$

$$l_1 = \frac{mL}{m_0+m}$$

$$L-l_1 < R$$

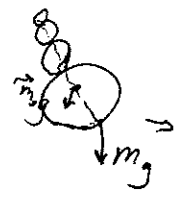
$$\frac{Lm_0}{m_0+m} < R$$

$$\frac{21m_0}{20(m_0+m)} < 1$$

$$m_0 < 20m$$

$$m > \frac{m_0}{20}$$

Ответ: $m > \frac{m_0}{20}$



⊖ 15

Если шар движется без проскальзывания, то соударение будет упругимⁿ (шары покатятся в разные стороны после соударения). Если же шар после удара о кий катится (без проскальзывания) то соударение будет неупругимⁿ, и шары попадут в одну лунку.

Ответ: чтобы два шара попали в одну лунку, надо ударить по шару, чтобы он стал двигаться с проскальзыванием и соударение шаров соответственно было неупругим. Чтобы шары попали в разные лунки, шар после удара не должен проскальзывать (соответственно соударение будет не упругим).

