

2

Регистрационный номер

МФТИ Волгоградский
Площадка написания

№ 1474

Школа

Фамилия БолшевИмя ДмитрийОтчество Андреевич

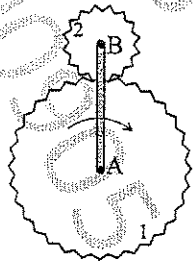
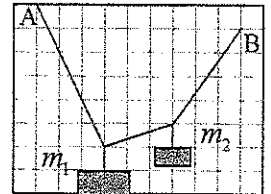
(не заполнять)

Подпись

«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиады

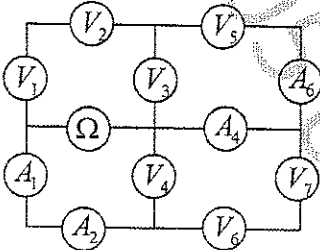
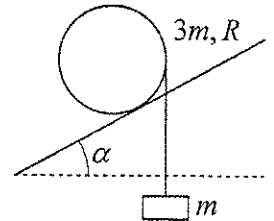
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», БГТУ им. В.Г. Шухова, ВлГУ
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс
2 вариант

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 .



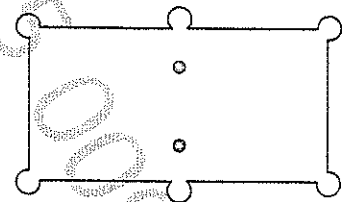
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг 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 быстреего спуска с плоскости (см. рисунок). При каком угле наклона плоскости α цилиндр будет двигаться вверх по плоскости?

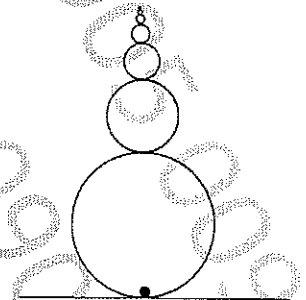


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра V_3 : $U = 1$ В и амперметра A_4 : $I = 1$ мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра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

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 .





Дата 27.02.2022

Вариант № 2

Площадка написания:

МФТИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

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

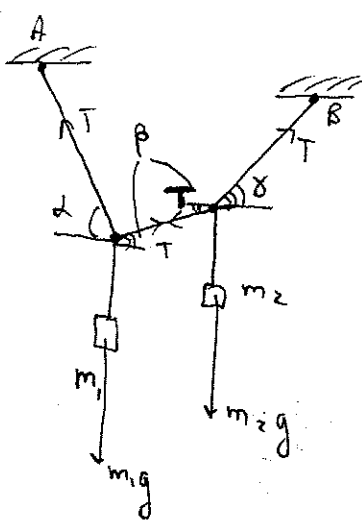
Задача №1

Дано

рисунки

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

Решение:



III. к. нить одна то она
натянется вправо
ее части одинакова, иначе
она порвется.

Из рисунка:

$$\sin \alpha = \frac{6}{\sqrt{45}}$$

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

$$\sin \gamma = \frac{4}{\sqrt{16+9}} = \frac{4}{5}$$

По 3.з. для первого груза на ось y:

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

По 3.з. для второго груза на ось y:

$$T \sin \beta + m_2 g = T \sin \gamma$$

$$m_2 g = T (\sin \gamma - \sin \beta)$$

$$m_1 g = T (\sin \alpha + \sin \beta)$$

$$\left. \begin{aligned} m_2 g &= T (\sin \gamma - \sin \beta) \\ m_1 g &= T (\sin \alpha + \sin \beta) \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{\frac{4}{5} - \frac{1}{\sqrt{10}}}{\frac{6}{\sqrt{45}} + \frac{1}{\sqrt{10}}} = \frac{0,483772234}{1,210654957} \approx 0,4 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{m_1}{m_2} = 2,5}$$

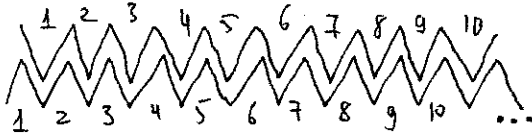
Ответ: 2,5.

Задача N2

Дано:

у колеса 1 $2N$ зубьев
у колеса 2 N зубьев

Решение:



Найти:

сколько оборотов
сделают 2 колеса,
когда АВ совершит
 n оборотов -?

т.к. кол-во зубьев отличается в 2 раза,
то когда кривошип совершит n оборотов,
колесо с центром В сделает 1 оборот \Rightarrow
 \Rightarrow за полный оборот кривошипа, колесо

с центром В совершит 2 оборота \Rightarrow когда кривошип
сделает n оборотов, то колесо 2 сделает $2n$ оборотов.

Ответ: $2n$ оборотов

Задача N3

Дано

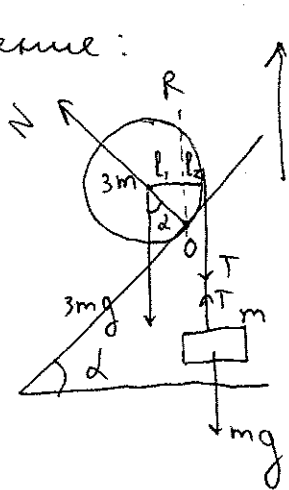
шарик массой $3m$; R

груз массой m

Найти:

при каком α -?

Решение:



4) т.к. мы рассматриваем
валы критический
случай, когда шарик
только начал двигаться
вверх, то ускорения
нет, а значит:

2 З.П. для груза на ось y :

$$T = mg$$

2) $l_1 = R \sin \alpha$, где R - радиус шарика
 $R - l_1 = l_2 = R(1 - \sin \alpha)$

т.к. движение равномерное, то работает правило моментов (0 - точка опоры)

$$3mg l_1 = T \cdot l_2 = mg l_2$$

$$3 l_1 = l_2 \Rightarrow 3R \sin \alpha = R(1 - \sin \alpha) \Rightarrow 3 \sin \alpha = 1 - \sin \alpha$$



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 2

Площадка написания:

МФТИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

$$\sin \alpha = \frac{1}{4} \Rightarrow \alpha = \arcsin \frac{1}{4} \approx 22,5^\circ \Rightarrow \text{от } 0 \text{ до } 22,5^\circ$$

Ответ: при α от 0° до $22,5^\circ$.

Задача №4

Дано:

схема

$$I = 1 \text{ мкА}$$

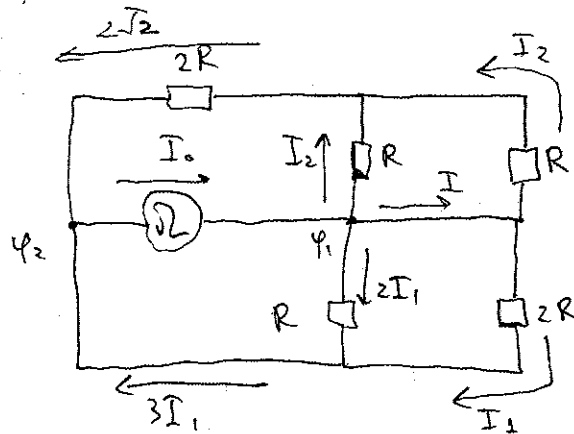
$$U = 1 \text{ В}$$

1) R -?

2) R_0 -?

Решение:

1) Пусть сопротивление вольтметра равно R , а амперметр - это маленький (маленький) сопротивление, тогда схема имеет вид:



Пусть ток течет так как показано на рисунке с учетом разности потенциалов и законом Кирхгофа

$$I = I_2 + I_1$$

$$I_2 R = U \Rightarrow \boxed{I_2 = \frac{U}{R}} \Rightarrow \boxed{I_1 = I - \frac{U}{R}}$$

$$\begin{aligned} \varphi_1 - \varphi_2 &= 5I_2 R \\ \varphi_1 - \varphi_2 &= 2I_1 R \end{aligned} \Rightarrow 5I_2 = 2I_1 \Rightarrow I_2 = 0,4 I_1$$

$$\frac{U}{R} = 0,4 I - 0,4 \frac{U}{R}$$

$$1,4 \frac{U}{R} = 0,4 I$$

$$\frac{14U}{R} = 4I \Rightarrow \boxed{R = \frac{7U}{2I}} = \frac{7B}{2 \cdot 10^{-6} A} = 3,5 \cdot 10^6 \text{ Ом}$$

$$2) \quad I_0 = 2I_2 + 3I_1 = \frac{2U}{R} + 3I - \frac{3U}{R} = 3I - \frac{U}{R}$$

$$\boxed{R_0 = \frac{U_1 - U_2}{I_0}} = \frac{5I_2 R}{3I - \frac{U}{R}} = \frac{5U}{3I - \frac{U}{R}} = \frac{5B}{3 \cdot 10^{-6} A - \frac{1B}{3,5} \cdot 10^{-6}} =$$

$$= 10^6 \cdot \frac{5}{2,714285} = 1,842 \cdot 10^6 \text{ Ом}$$

Ответ: 1) $R = 3,5 \cdot 10^6 \text{ Ом}$

2) $R_0 = 1,842 \cdot 10^6 \text{ Ом}$

Задача №6

Дано:

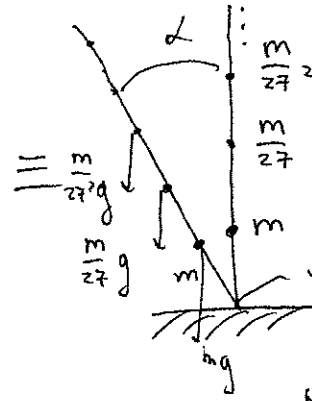
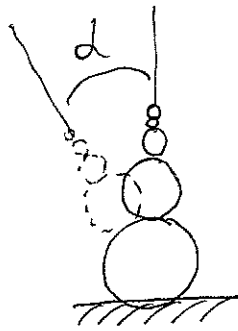
„Ванька-встанька“

английский носог. шарик

чешского рогульца в 3 раза

n-масса самого большого шара

Решение:



α - малый угол

маленький угол
уменьшим
углы
не учтем массу
шариков

Найти:

при каком M ?

$$\left. \begin{aligned} 1) m_1 &= \rho \cdot \frac{4}{3} \pi R_1^3 \\ m_2 &= \rho \cdot \frac{4}{3} \pi R_2^3 \\ R_1 &= 3R_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow m_1 = \frac{4}{3} \rho \pi \cdot 27 R_2^3 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = 27$$

Когда „Ванька-встанька“, которого сделан из пластилина повернется на малый угол, для него не будут выполнены условия моментов, и мы заметим все шары будут откатываться по поверхности его влево, в нашем случае.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 2

Площадка написания:

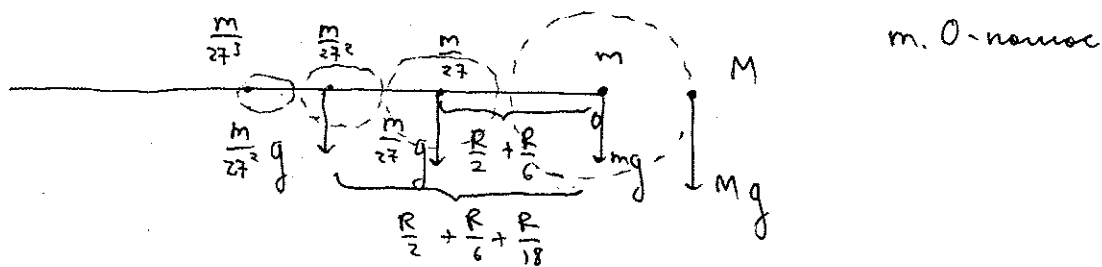
МФТИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

2) Рассмотрим мачту «Ванюша - встанюша» которого дополни-
ли знайка своей технологией в ^{критический} момент,
когда «Ванюша - встанюша» цепит.



П.ч. мы предполагаем, что Ванюша находится в
равновесии в этот критический момент, то для него верно
равенство моментов.

$$M g \frac{R}{2} = \frac{m}{27} g \left(\frac{R}{2} + \frac{R}{6} \right) + \frac{m}{27^2} g \left(\frac{R}{2} + \frac{R}{6} + \frac{R}{18} \right) + \dots$$

$$\left[M = \frac{m}{27} \left(1 + \frac{1}{3} \right) + \frac{m}{27^2} \left(1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{9} \right) + \dots \right]$$

В зависимости от того сколько маршей использовал
знайка при строительстве «Ванюши - встанюши», можно
рассчитать критическое значение M .

Лист 3 из 4

Ответ: при $M = \frac{m}{27} \left(1 + \frac{1}{3} \right) + \frac{m}{27^2} \left(1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{9} \right) + \dots$ и больше.

Задача 15

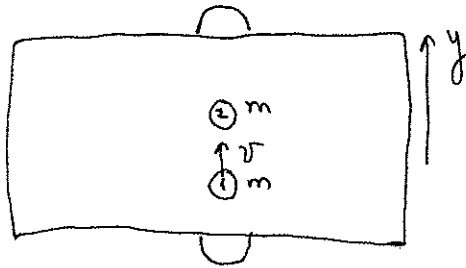
Дано:

два бильярдных шара

Описание

удары с разной скоростью и под углом?

Решение:



1) Со скоростью, когда вперед все не так. Когда нам нужно чтобы оба шара двигались вперед и прох.

должен ударить один шар центрально,

тогда в результате неупругого соударения движущийся шарик передаст часть импульса покоящемуся и тогда оба шара будут иметь положительное значение скорости по оси y.

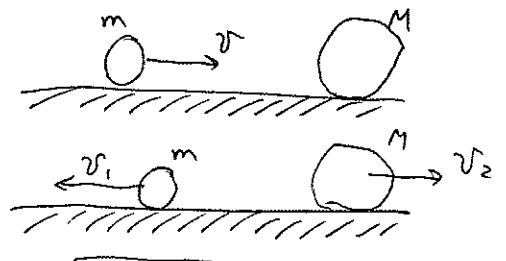
$$\text{ЗСИ: } mV = mV_1 + mV_2$$

$$V = V_1 + V_2$$

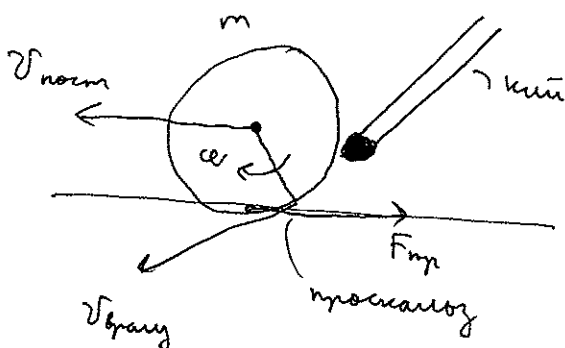
Если удар совершает шар с большей массой, а именно покоящийся $M >$ массы движущегося, значит у первого шара есть возможность после центрального удара начать движение против оси y:

$$\text{ЗСИ } mV = -mV_1 + MV_2$$

Но в нашем случае два одинаковых шара



противоположное движение на рисунке:



При правильно подобранной силе удара и ...

ШИФР: 151
(не заполнять)



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

Дата 27.02.2022
Вариант № 2
Площадка написания:
МФТИ
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

квант энергии заставить покоящийся шарик двигаться
вдоль оси до противоположной стенки.

4,50

