

1

278434

Регистрационный номер

МФТИ

Площадка написания

1533

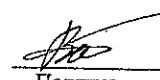
Школа

Фамилия ВАКШИН

Имя АЛЕКСАНДР

Отчество СЕРГЕЕВИЧ

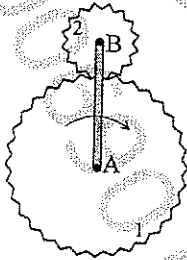
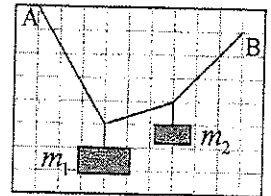
173
(не заполнять)


Подпись

«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиады

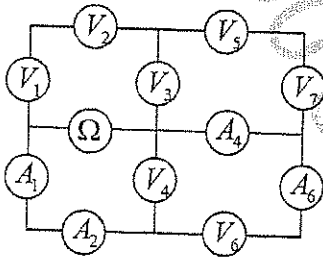
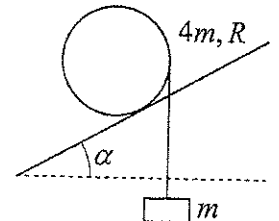
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ им. Р.Е.Алексеева, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,
БГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс
1 вариант

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 .



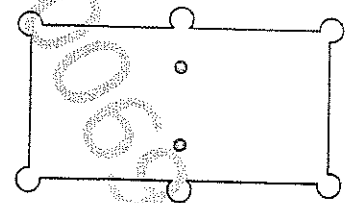
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

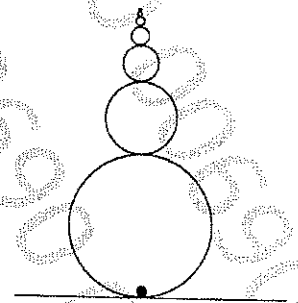


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра V_3 : $U = 1$ В и амперметра A_4 : $I = 1$ мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра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

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

Площадка написания:

МФТИ

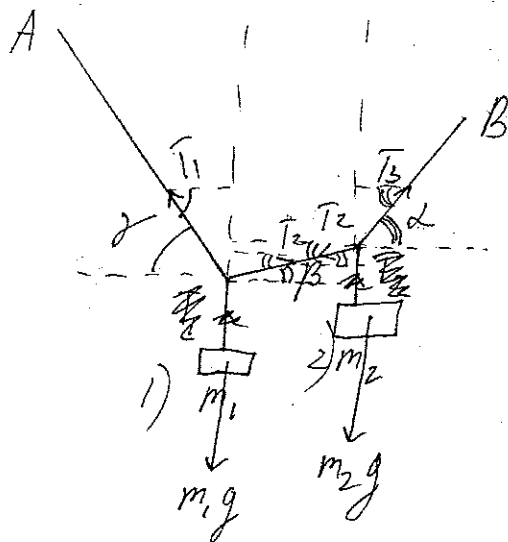
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	4.5	0.5	0.5	2	0.5	6	<i>[Signature]</i>

M1



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

Исконда из рилунка:

$$\beta: \sin \beta = \frac{1}{\sqrt{9+1}} = \frac{\sqrt{10}}{10}$$

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

$$\alpha: \sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\gamma: \sin \gamma = \frac{5}{\sqrt{25+9}} = \frac{5\sqrt{34}}{34}$$

$$\cos \gamma = \frac{3\sqrt{34}}{34}$$

по z_{My} :

$$1) \begin{cases} 0 = -m_1 g + T_1 \sin \alpha + T_2 \sin \beta \\ 0 = -m_2 g + T_3 \sin \alpha - T_2 \sin \beta \end{cases}$$

по z_{Kx} :

$$1) \begin{cases} 0 = -T_1 \cos \alpha + T_2 \cos \beta \\ 0 = -T_2 \cos \beta + T_3 \cos \alpha \end{cases}$$

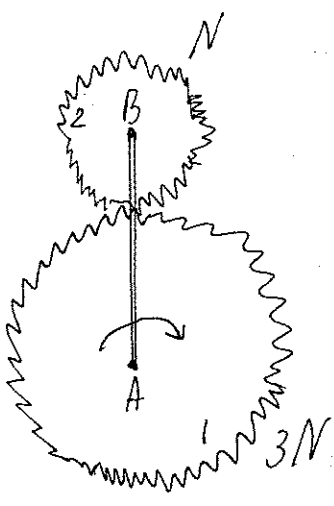
$$\begin{cases} m_1 g = T_2 \frac{\cos \beta \cdot \sin \gamma}{\cos \gamma} + T_2 \sin \beta \\ m_2 g = T_2 \frac{\cos \beta \sin \alpha}{\cos \alpha} - T_2 \sin \beta \end{cases}$$

$$\begin{cases} T_3 = T_2 \frac{\cos \beta}{\cos \alpha} \\ T_1 = \frac{T_2 \cos \beta}{\cos \gamma} \end{cases}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\frac{\cos \beta \cdot \sin \gamma}{\cos \gamma} + \sin \beta}{\frac{\cos \beta \sin \alpha}{\cos \alpha} - \sin \beta} = \frac{\frac{3\sqrt{10} \cdot 5\sqrt{34} \cdot 34}{10 \cdot 34 \cdot 3\sqrt{34}} + \frac{\sqrt{10}}{10}}{\frac{3\sqrt{10} \cdot \sqrt{2} \cdot 2}{10 \cdot 2 \cdot \sqrt{2}} - \frac{\sqrt{10}}{10}} = \frac{\frac{5\sqrt{10}}{10} + \frac{\sqrt{10}}{10}}{\frac{3\sqrt{10}}{10} - \frac{\sqrt{10}}{10}} = \frac{6}{2} = 3$$

Ответ: $m_1 : m_2 = 3 : 1$

N2



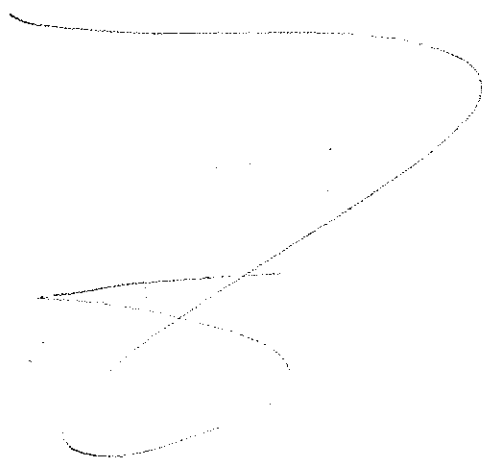
оборотов вокруг своей оси колесо 2,
 пока АВ n оборотов - ?

Заметим, что если зубья у
 колес одинакового размера, то
 для вращения необходимо прохождение
~~тех~~ зуб в зуб. Тогда за N зубцов колесо
 2 обернется вокруг своей оси и пройдет
 треть большого колеса. Значит для
 полного оборота кривошипа
 необходимо пройти 3N зубцов, т.е.
 для колеса 2 - обернуться 3 раза
 вокруг своей оси и оказаться
 в исходной точке. (т.е. частота
 вращения колеса 2 в 3 раза
 больше).

Значит, когда кривошип АВ совершит n оборотов вокруг
 оси А, колесо 2 совершит $3 \cdot n$ оборотов вокруг своей оси
 (исходя из одинакового размера зубьев, их количества и
 соответственных радиусов колес, частота, ^{меньшего} оборотов вокруг своей оси
 их как в 3 раза больше, чем частота большого колеса).

Ответ: $3n$ ←

2,55





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

Площадка написания:

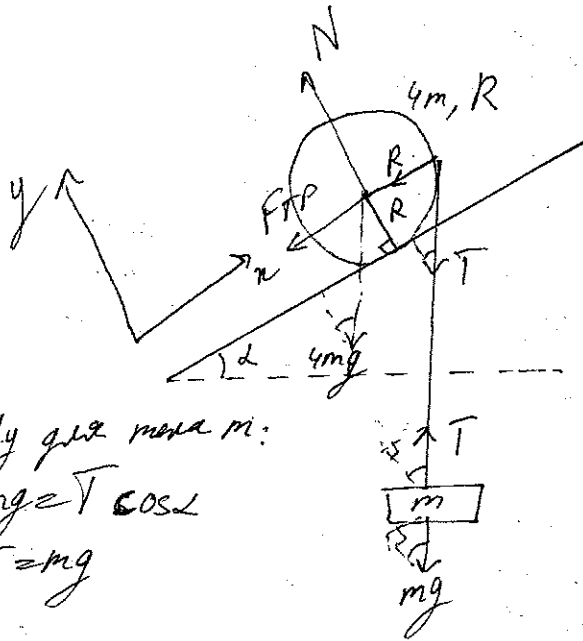
МФТИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

N 3



без проанализирования α ?
вверх по поверхности
23 Н для цилиндра по оси y :
 $-4mg \cos \alpha - T \cos \alpha + N = 0$

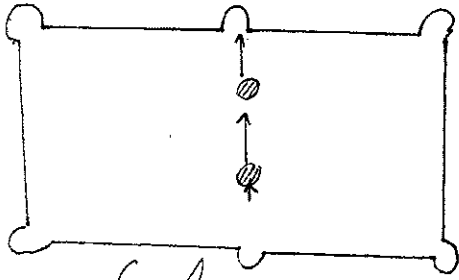
23 Н для цилиндра по оси x :
 $-4mg \sin \alpha - T \sin \alpha - \mu N = -4ma_{цел}$
 $-4mg \sin \alpha - mg \sin \alpha - \mu \cdot 5mg \cos \alpha = -4m \omega^2 R$
 $= -4m \omega^2 R$ *центростремительное ускорение, направлено вверх*
 $-5mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = -4m \omega^2 R$
 $g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = \frac{4}{5} a$

23 Н для тела m :
 $\cos \alpha mg \geq T \cos \alpha$
 $T = mg$

при таком α : $\sin \alpha + \mu \cos \alpha > 0$

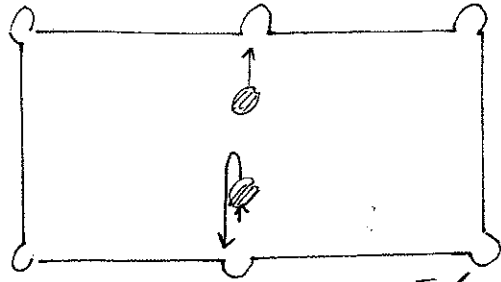
0,50

(1)



оба вперед

(2)



один-назад, другой вперед

Изменение направления дальнейшего движения шара делается спонтанно по закрутке при ударе.

Чтобы оба шара двинулись вперед после соударения, необходимо нанести удар по первому шару в его верхнюю часть.

В этом случае шар закрутится "на себя" и после неупругого соударения покатится в том же направлении.

Чтобы после соударения один из шаров двинулся вперед, а другой-назад, необходимо нанести удар в нижнюю часть шара. В этом случае шар закрутится "на себя" и после абсолютно упругого соударения покатится ровно в противоположном направлении.

До соударения будет происходить проскальзывание практически гладкого шара по поверхности бильярдного стола, а после соударения произойдет сцепление с поверхностью. Стоит отметить, что если нанести удар ровно в центр шара, то после неупругого соударения, второй шар покатится в лунку, а первый остановится в месте соударения.





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

Площадка написания:

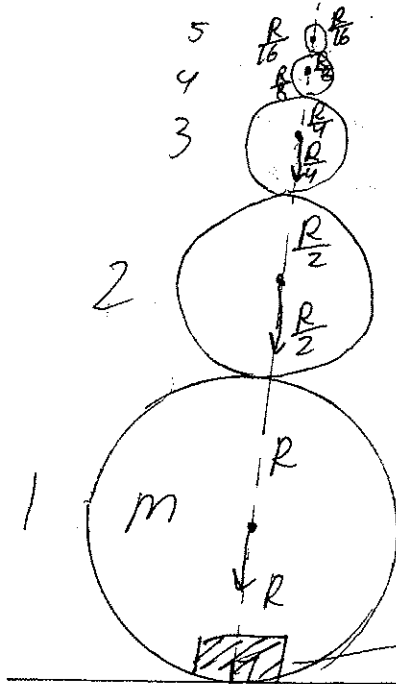
МФТИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

№6



$R \downarrow$ в 2 раза ρ_0 - одинаковая

$$\rho_0 = \frac{m}{V} \quad V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$m = \rho_0 \cdot \frac{4}{3} \pi R^3$$

M - чтобы был устойчивым?

т.е. масса каждого следующего шара
в 8 раз меньше предыдущего ($\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$)

Очень много шаров $\Rightarrow k \rightarrow \infty$

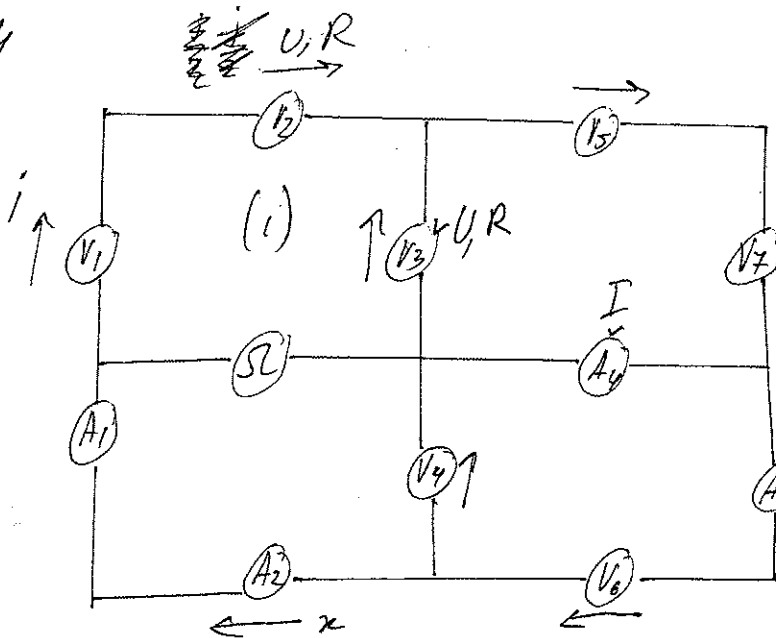
массивное тело M

~~Иногда за устойчивость~~

Данная конструкция без опоры внизу самого большого шара
крайне неустойчива, т.к. из-за круглой формы и большой
потенциальной энергии верхних шаров возникает неустойчивость
и небольшие колебания. Поэтому если твердо зафиксировать
нижний шар, на который действуют силы тяжести
верхних, то система будет устойчива.

0.50

N4



4A, $\neq V$, 1 Ω
амперметр - R

$\sum U_3 = 1V$
 $I_4 = 1 \mu A = 10^{-9} A$

$R_V - ?$ $R_\Omega - ?$
показания

водиманова

$R_A \downarrow \rightarrow 0$

Расставим на рисунке
направления тока
противоположно

Введем неизвестные величины
тока x, i и сопротивление
амперметров R.

$$-\frac{2U}{R} + i = 0 \quad (i)$$

$$\frac{3U}{R} + x = 3(I + i)$$

Р55