

1

384194
Регистрационный номер

МФТИ
Площадка написания

АМО ОШ №101
Школа

Фамилия Ваткин

225
(не заполнять)

Имя Илья

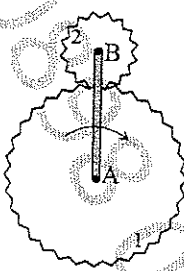
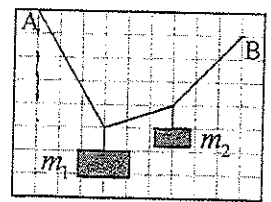
Отчество Александрович

[Подпись]
Подпись

«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиады

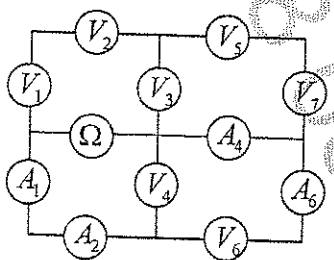
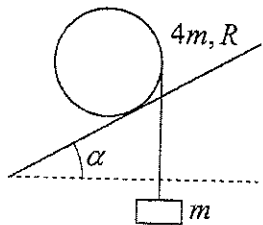
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ им. Р.Е.Алексеева, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,
БГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс
1 вариант

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 .



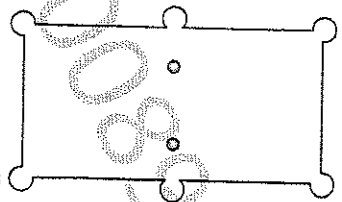
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

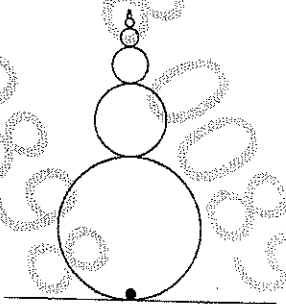


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра V_3 : $U = 1$ В и амперметра A_4 : $I = 1$ мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра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

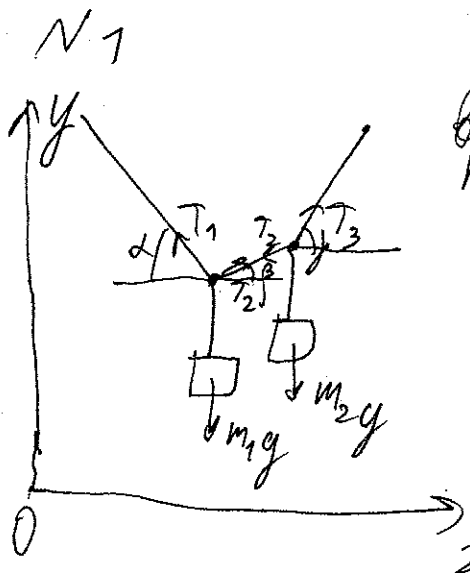
Дата _____
Вариант № 1

Площадка написания:
МФТИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	0	5	5	5	5	6	<i>[Signature]</i>



Введем обозначения, как показано
на рисунке
преобразуем
второй закон Ньютона для груза m_1 :

$$\begin{cases} 0y: T_1 \sin \alpha + T_2 \sin \beta = m_1 g \quad (1) \\ 0x: T_1 \cos \alpha = T_2 \cos \beta \end{cases}$$

для груза m_2 :

$$\begin{cases} 0y: T_3 \sin \gamma - T_2 \sin \beta = m_2 g \quad (2) \\ 0x: T_3 \cos \gamma = T_2 \cos \beta \end{cases}$$

разделим (1) на (2):

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{T_1 \sin \alpha + T_2 \sin \beta}{T_3 \sin \gamma - T_2 \sin \beta} = \frac{T_1 \sin \alpha + T_2 \cos \alpha \cos \beta}{T_1 \cos \alpha \cos \beta - T_2 \cos \alpha \cos \beta} = \frac{T_1 \sin \alpha + \cos \alpha \cos \beta}{\cos \alpha \cos \beta - \cos \alpha \cos \beta}$$

из рисунка:
 $\cos \alpha = \frac{2}{3}$
 $\cos \beta = \frac{1}{3}$
 $\cos \gamma = 1$

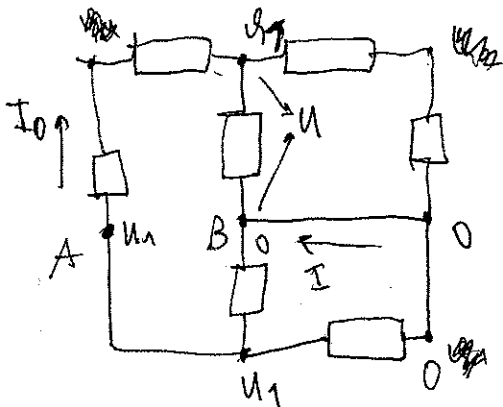
$$T_2 = T_1 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$T_3 = T_1 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{2}{\frac{2}{3}} = 3$$

№ 4

Заметим в схеме вольтметры на резисторы,
а амперметр на главный провод (т.к. $R_V \gg R_A$)



Задача сводится к нахождению
сопротивления между точками
A и B

Вспомогательная методика упрощения
используем: нуль в точке B
потенциал равен нулю, в точке A U_1

$$U_3 = U \quad U_3 - U_2 = U_2 \quad \frac{U_3}{2R} +$$

$$U_1 = U \quad U_3 = 2U_2$$

$$\frac{U_1}{2R} + \frac{U_1}{R} = I$$

$$\frac{U_1}{R} + \frac{U_1}{R} + I = I_0$$

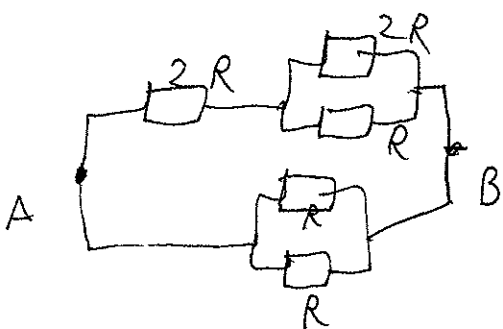
$$U + 2U_1 = 2IR$$

$$U + U_1 + IR = I_0 R$$

$$U_1 = IR - \frac{U}{2}$$

$$U \neq 2I \quad \left(2I \frac{U}{2} + \frac{U}{2R} = I_0 \right)$$

Эквивалентная схема:



одное сопротивление:

$$R_0 = \frac{8}{19} R$$

$$\frac{U_1}{R_0} = I_0 = 2I + \frac{U}{2R}$$

$$\frac{19}{8} \frac{U_1}{R} = 2I + \frac{U}{2R}$$

$$\frac{19}{8} IR - \frac{19}{16} U = 2IR + \frac{U}{2}$$

$$\frac{3}{8} IR = \frac{27}{16} U \quad R = \frac{8}{3} \cdot \frac{27}{16} \frac{U}{I} = \frac{9}{2} \frac{U}{I}$$

$$R_0 = \frac{8}{19} \cdot \frac{9}{2} \frac{U}{I} = \frac{36}{19} \frac{U}{I}$$

1,50

100 Значения в скобках!



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

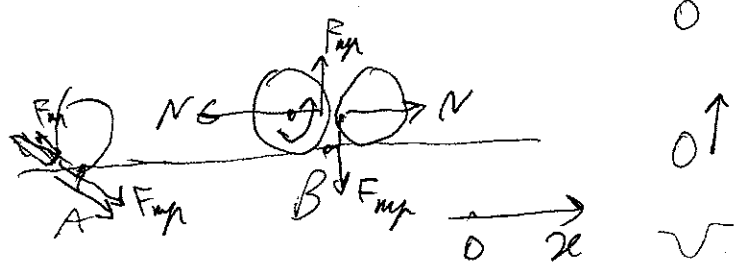
Дата 27.02.2022
Вариант № 1
Площадка написания:
МФТИ
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

N 5

~~В одном случае шары движутся в одну сторону,
в другом случае - в разные стороны. => мое
предположение~~



~
o
o ↑
~
радиусами удар двух
бильярдных шаров:
один движется с проскальз
и вращается, другой
покоится.

возможно ударить по шару таким образом, чтобы
сила трения на участке АВ и сила трения $F_{тр}$ между
шарами не ~~пошли~~ в момент удара были направлены
чтобы проскальзывание прекратилось.

Чтобы шары попали в разные лушки необходимо
бить в нижнюю часть шара (→ ~~туда~~ закрутить его),
соответственно, ~~на~~ чтобы шары попали в одну
и ту же лушку нужно бить в верхнюю часть
шара.

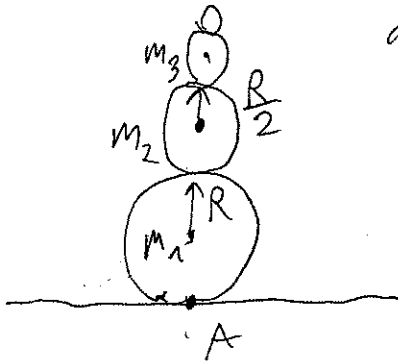
* при столкновении шаров скорость
по OX измеряет сила реакции опоры N,

на браузерельные диаметры введем одна единица.

(1.5)

N 6

Найдём расстояние центра масс для этого стержня считаем как измеряется масса каждого шарика и его расстояние до точки A



$$m_n = V_n \rho = \frac{4}{3} \pi R_n^3 \rho \quad \frac{m}{m_n} = \frac{R^3}{R_n^3}$$

$$\frac{m}{m_n} = \frac{R^3}{(2n)^3} = 8n^3$$

R_n - радиус n-ной шара

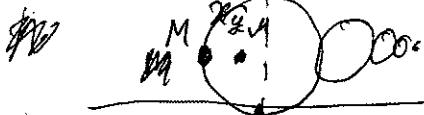
$$R_n = \frac{R}{2n} \quad n \in \mathbb{N}$$

$$\frac{m}{m_n} = \frac{R^3}{\left(\frac{R}{2n}\right)^3} = 8n^3$$

$$m_n = \frac{m}{8n^3}$$

$$x_n = \sum_n \sum_n \frac{1}{2^n} \quad \text{где } R_1 \text{ - радиус внешнего шара}$$

R - радиус внешнего шара (камера шарика)

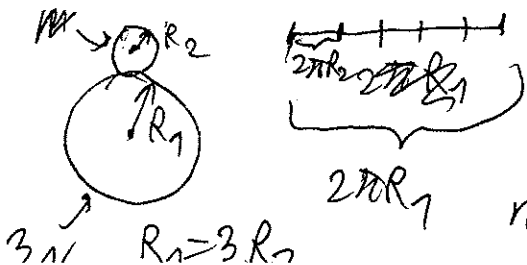


условие равновесия $x_{c.m.} < \frac{R}{2}$

$$x_{c.m.} = \frac{m \frac{R}{2} + \sum_n \frac{m}{8n^3} \cdot \sum_n \frac{1}{2^n}}{m_n + m + M} = \frac{m \frac{R}{2} + \sum_n \frac{m}{8n^3} \cdot \sum_n \frac{1}{2^n}}{m \frac{R}{2} + \sum_n \frac{m}{8n^3} \cdot \sum_n \frac{1}{2^n} + m + M}$$

$$M = \frac{m \frac{R}{2} + \sum_n \frac{m}{8n^3} \cdot \sum_n \frac{1}{2^n}}{\frac{R}{2}} - m - \sum_n \frac{m}{8n^3}$$

N 2



вы требуем условие, что центр масс R_2 внутри R_1

равно $x_{c.m.} = \frac{m R_1}{m R_2} = \frac{R_1}{R_2}$

m_n - масса шарика

Суммарно (шарика: 3N)