

1

317855

Регистрационный номер

Долгоруцкий, МФТИ
Площадка написания

СУНЦ МГУ
Школа

Фамилия БЛИНОВ

Имя ВИКТОР

Отчество АЛЕКСЕЕВИЧ

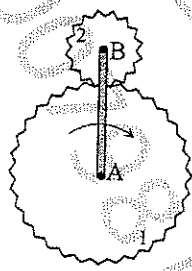
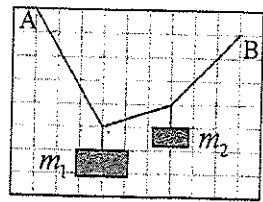
199
(не заполнять)

Блин
Подпись

«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиады

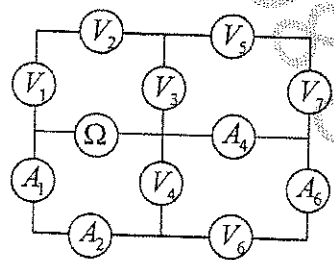
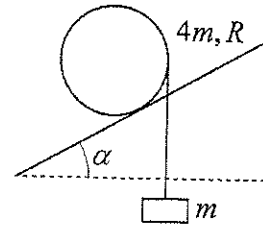
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ им. Р.Е.Алексеева, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,
БГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс
1 вариант

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 .



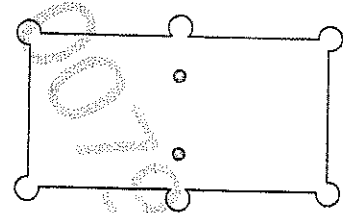
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

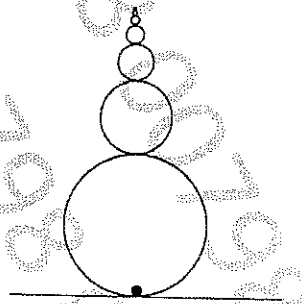


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра V_3 : $U = 1$ В и амперметра A_4 : $I = 1$ мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра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

5. Если два бильярдных шара встанут 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»

Инженерная олимпиада школьников
Работа по ФИЗИКЕ

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

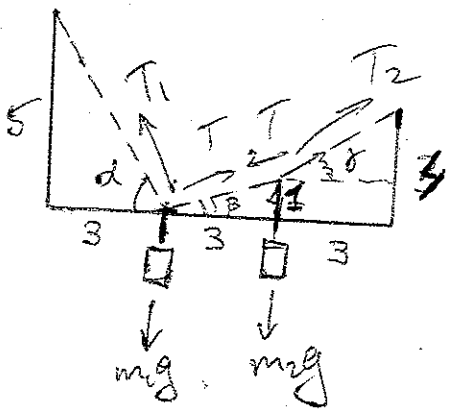
Площадка написания:
МФТИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	2	2	3	4	6	65	<i>[Signature]</i>

Задача №1.



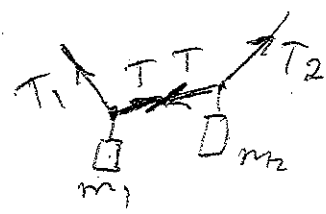
$$\sin \delta = \cos \delta = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\sin \alpha = \frac{5}{\sqrt{34}}$$

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

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

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



Из равновесия сил:

$$\begin{cases} m_1 g = T_1 \sin \alpha + T \sin \beta \\ m_2 g = T_2 \sin \alpha - T \sin \beta \\ T \cos \beta = T_1 \cos \alpha = T_2 \cos \delta \end{cases}$$

$$\frac{3}{\sqrt{10}} T = \frac{3}{\sqrt{34}} T_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} T_2$$

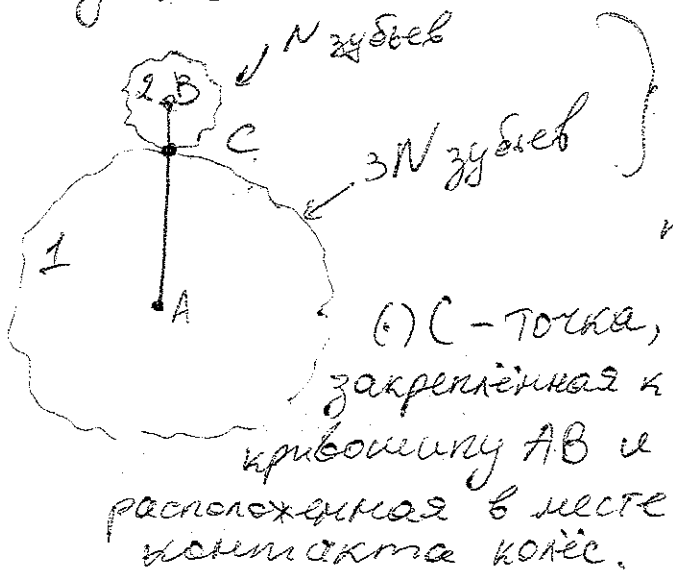
$$T_1 = \frac{\sqrt{34}}{\sqrt{10}} T, \quad T_2 = \frac{6}{\sqrt{20}} T$$

$$\begin{cases} m_1 g = \frac{\sqrt{34}}{\sqrt{10}} \cdot \frac{5}{\sqrt{34}} T + \frac{1}{\sqrt{10}} T = \frac{6}{\sqrt{10}} T \\ m_2 g = \frac{6}{\sqrt{20}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} T - \frac{1}{\sqrt{10}} T = \frac{2}{\sqrt{10}} T \end{cases} \Rightarrow$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{6T}{\sqrt{10}} \cdot \frac{\sqrt{10}}{2T} = 3 \quad \text{Лист } \underline{1} \text{ из } \underline{3}$$

Ответ: $\frac{m_1}{m_2} = 3$ (+) (Σ)

Задача №2



⇒ значит, когда
колесо 2 совершит
полный оборот (через точку
C пройдут N зубьев)
кривошип пройдет
 $\frac{1}{3}$ оборота, т.к.

N зубьев — это $\frac{1}{3}$ от
всех зубьев колеса 1.

Значит за 1 полный оборот кривошипа АВ
колесо 2 совершит 3 полных оборота вокруг
своей оси — [через точку C пройдут $3N$ зубьев

колеса 1 ⇒ C сделает полный оборот отн. оси А,
а также 3 раза по N зубьев колеса 2 ⇒
⇒ колесо 2 прокрутится 3 раза]

За n оборотов кривошипа колесо 2 совершит
 $3n$ оборотов вокруг своей оси.

Ответ: $3n$ оборотов $\leftarrow 0,5B$

Задача №3.

Рассмотрим случай, когда цилиндр покатится,
причем сила трения, направленная вниз,
принимает максимально возможное
значение, найдем угол α в этом случае,
цилиндр покатится вверх при всех $\alpha < \alpha_0$.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Инженерная олимпиада школьников
Работа по Физике

ШИФР: 130
(не заполнять)

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

Площадка написания:
МФТИ

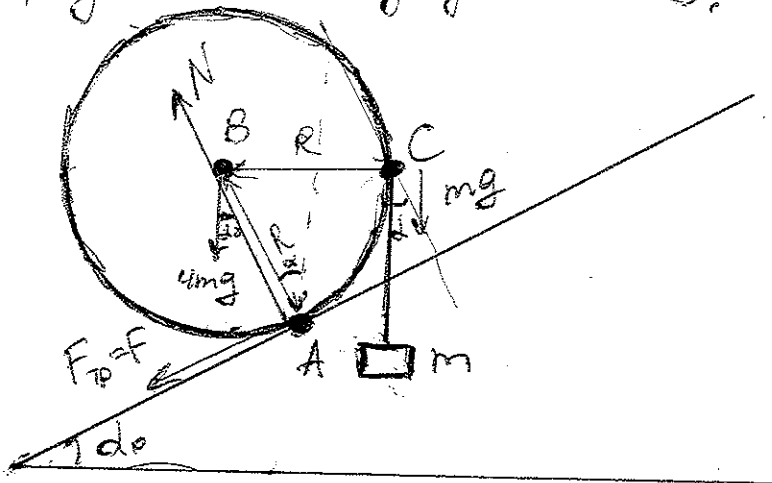
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

Продолжение задачи №3.



Запишем
равенство
моментов сил
для точек:

$$(*) B \Rightarrow mg R = F_{Tp} R \Rightarrow F_{Tp} = F = mg$$

$$(*) A \Rightarrow 4mg R \sin \alpha_0 = mg (R - R \sin \alpha_0)$$

~~$$4mg R \sin \alpha_0 = mg R - mg R \sin \alpha_0$$~~

~~$$5mg R \sin \alpha_0 = mg R$$~~

$$5 \sin \alpha_0 = 1 \Rightarrow \sin \alpha_0 = \frac{1}{5}$$

$$\alpha_0 = \arcsin\left(\frac{1}{5}\right)$$

Ответ: для $\forall d: d \in [0; \arcsin(\frac{1}{5})]$ цилиндр
камень движется вверх по плоскости.



Задача №6

~~Владелец конструкции, из оказалась нулевой~~

~~т.к. центр масс нулевой~~

Пусть нижний шарик — это ~~первый~~ шарик,
 тот, что сверху — ~~второй~~ и т.д.

Пусть радиус первого шара равен R .

Тогда его диаметр равен $2R$.

Известно, что радиус n -го шара равен

$$\frac{R}{2^n}, \text{ а диаметр } \frac{2R}{2^n}$$

Найдём высоту всей конструкции.

$$h = \lim_{m \rightarrow \infty} S_m, \text{ где } S_n = \sum_{n=0}^m \frac{2R}{2^n}$$

h — сумма геом. прогрессии с $b = 2R$ и $q = \frac{1}{2}$

$$h = 4R \quad V_{\text{шара}} = \frac{4}{3} \pi R_{\text{шара}}^3$$

$$V_n = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{2R}{2^n}\right)^3 = \frac{32 \pi R^3}{3 \cdot 2^{3n}} \quad m_n = \rho V = \frac{32 \rho \pi R^3}{3 \cdot 2^{3n}} = \frac{32 \rho \pi R^3}{3 \cdot 8^n}$$

Примем

$$m_0 = m = \frac{32 \rho \pi R^3}{3}$$

$$\text{тогда } m_n = \frac{m}{8^n}$$

Масса всей конструкции:

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

Введём ось x ,
 направленную вверх, проходящую через
 точку опоры конструкции и пола,
 в этой точке $x = 0$.

~~Центра масс =~~ $\sum_{n=0}^{\infty} m_n \cdot \sum_{n=0}^{\infty} 2R_n +$ найдём координату x
 центра n -го шара:

$$x_n = \sum_{n=0}^{n-1} 2R_n + R_n = \frac{2R \cdot 2^{\frac{n-1}{2}}}{2} + \frac{2R}{2} = 4R - \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{n-1}{2}} R + \frac{2R}{2}$$



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Инженерная олимпиада школьников
Работа по физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

Площадка написания:
МФТИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

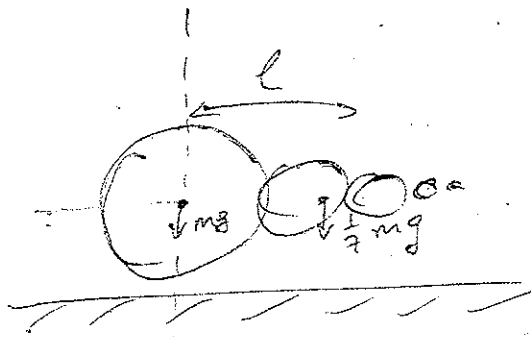
1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

$$x_n = R \left(4 - \frac{2}{2^{n-1}} + \frac{1}{2^{n+2}} \right) = R \left(4 - \frac{4}{2^n} + \frac{1}{2^n} \right) = R \left(4 - \frac{3}{2^n} \right)$$

$$X_{\text{центра масс}} = \frac{\sum_{n=0}^{\infty} m_n x_n}{\frac{8}{7} m} = \frac{7 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{mR}{8^n} \left(4 - \frac{3}{2^n} \right)}{8m} =$$

$$= \frac{7}{8} R \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{4}{8^n} - \frac{3}{2^n \cdot 2^{3n}} \right) = \frac{7}{8} R \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{4}{8^n} - \frac{3}{2^n \cdot 2^{3n}} \right) =$$

$$= \frac{7}{8} R \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{4}{8^n} - \frac{3}{64^n} \right) = \frac{7}{8} R, \quad \text{и т.д.}$$



Из-за того,
на конструкцию
действует рычаг

$\frac{1}{7} mg l$ она
не устоять сама

$$\frac{3}{2} R < l < 2R$$

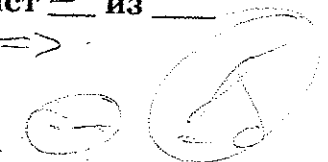
$$MgR = \frac{1}{7} mg l \Rightarrow$$

Лист 3 из 3

$$\Rightarrow M = \frac{ml}{7R}$$

$$l \approx \frac{7}{4} R$$

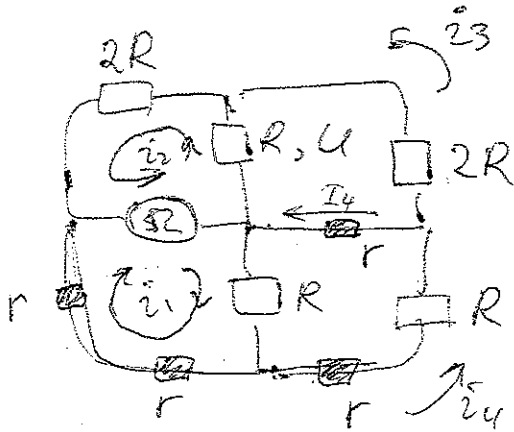
$$\text{Ответ: } M = \frac{m}{4}$$



Задача № 3.4

Пусты сопротивлением вольтметра равно R .

Перепиши схему:



$$r \ll R$$

$$I_4 = 1 \text{ mA}$$

$$U = 1 \text{ B}$$

$i_{1,2,3,4}$ - контурные токи

Запишем уравнения Кирхгофа:

$$I_4 = i_4 - i_3$$

$$i_4 r + i_4 R = I_4 r + (i_1 + i_4) R$$

$$i_1 \approx 0$$

$$i_3 R = I_4 r + (i_2 - i_3) R$$

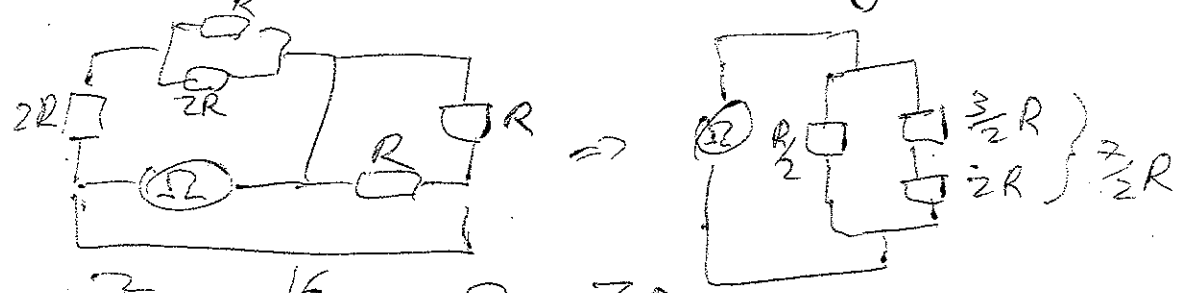
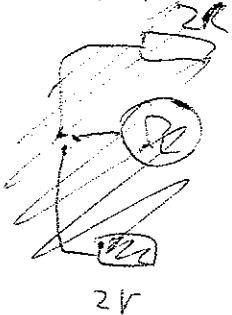
$$2 i_3 R = (i_2 - i_3) R$$

$$2 i_3 = i_2 - i_3 \Rightarrow i_2 \approx 3 i_3$$

~~$$I_4 = i_3 - i_2 = i_4 + i_3 \neq i_4 - i_2$$~~

~~Учти i_1 - не получается преобразование звезды~~

Пренебрегая сопротивлением r можно переписать схему:



$$\frac{1}{\Omega} = \frac{2}{R} + \frac{2}{7R} = \frac{16}{7R} \Rightarrow \Omega = \frac{7R}{16}$$

Из условия:

$$R = \frac{U}{I}$$

Ответ: $\Omega = \frac{7}{16} \frac{U}{I} \approx 432500 \text{ (Ohm)}$