

# 1

214356

Регистрационный номер

ИРТУ

Площадка написания

Фамилия Барсуков

Имя Темур

Отчество Алексеевич

144  
(не заполнять)

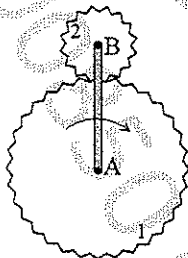
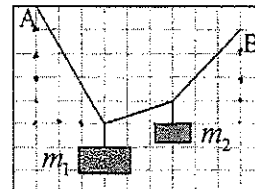
[Подпись]  
Подпись

АНОО «Физтех-Лицей» им. П.А.Камыгина  
Школа

«Утверждаю»  
Председатель оргкомитета олимпиады  
[Подпись]

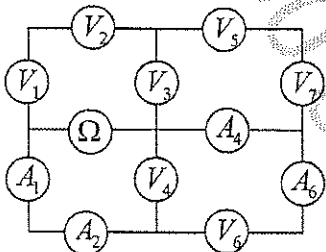
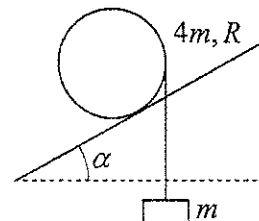
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ им. Р.Е.Алексеева, Самарский университет, СПБГЭТУ «ЛЭТИ»,  
БГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ  
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс  
1 вариант

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  $m_1 / m_2$ .



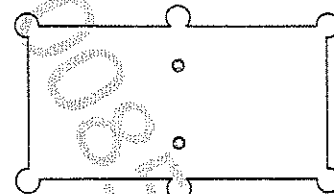
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

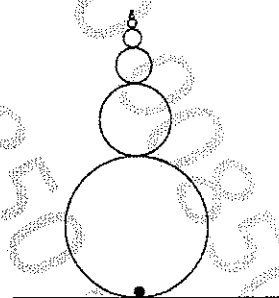


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра  $V_3$ :  $U = 1$  В и амперметра  $A_4$ :  $I = 1$  мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания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

ШИФР: 149  
(не заполнять)

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	2	2	2	12	<i>[Signature]</i>

$\text{ctg } \alpha = \frac{3}{5}; \text{ctg } \beta = 1; \text{ctg } \gamma = \frac{1}{3}$   
 углов.  $\alpha, \beta, \gamma$   
 23.4.6  $\text{ctg } \alpha \times \gamma$

$$\begin{cases} m_1 a_y = 0 = T_3 \cos \alpha - m_1 g + T_2 \sin \delta \\ m_1 a_x = 0 = T_2 \cos \gamma - T_3 \sin \alpha \\ m_2 a_y = 0 = T_1 \cos \beta - m_2 g - T_2 \sin \delta \\ m_2 a_x = 0 = T_1 \sin \beta - T_2 \cos \gamma \end{cases}$$

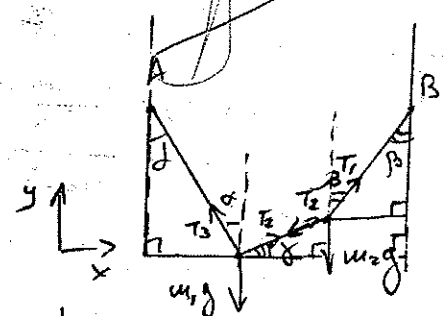
$$\begin{aligned} T_3 &= T_2 \cdot \frac{\cos \delta}{\sin \alpha} \Rightarrow T_3 = T_1 \cdot \frac{\sin \beta \cos \delta}{\cos \gamma \sin \alpha} \\ T_2 &= T_1 \cdot \frac{\sin \beta}{\cos \gamma} = T_1 \cdot \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} \end{aligned}$$

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

$$\begin{cases} m_1 g = T_1 (\sin \beta \text{ctg } \alpha + \sin \beta \text{ctg } \delta) \\ m_2 g = T_1 (\cos \beta - \sin \beta \text{ctg } \delta) \end{cases}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\sin \beta (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \delta)}{\cos \beta - \sin \beta \text{ctg } \delta} = \frac{\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \delta}{\text{ctg } \beta - \text{ctg } \delta} = 3$$

Ответ:  $\frac{m_1}{m_2} = 3$ .  $\oplus$   $\oplus$



$$\begin{aligned} \cos \alpha &= \frac{5}{\sqrt{5^2+3^2}} = \frac{5}{\sqrt{34}} \\ \sin \alpha &= \frac{3}{\sqrt{34}} \\ \sin \beta &= \frac{1}{\sqrt{2}} \\ \cos \beta &= \frac{1}{\sqrt{2}} \\ \sin \delta &= \frac{1}{\sqrt{1+9}} = \frac{1}{\sqrt{10}} \\ \cos \delta &= \frac{3}{\sqrt{10}} \end{aligned}$$





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

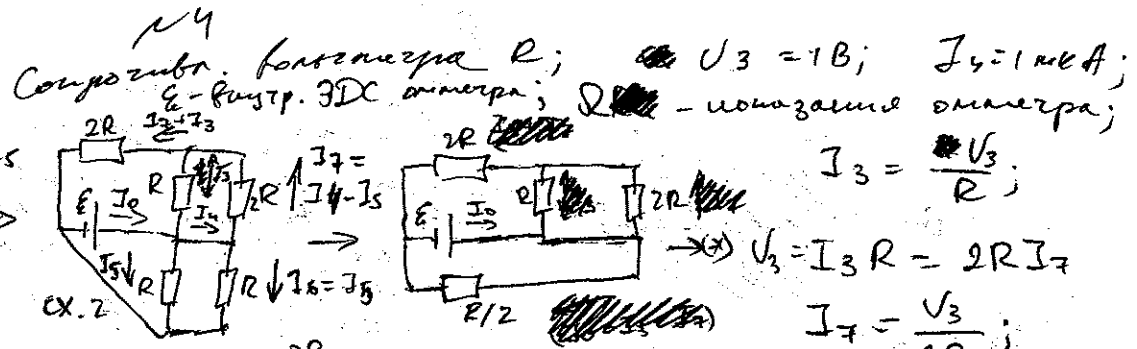
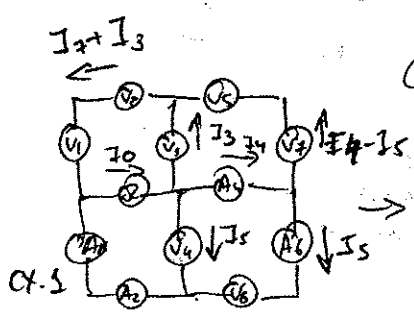
Площадка написания:  
МФТИ

ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись



$$I_0 = \frac{\epsilon}{R}$$

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

по схеме 2:  $R I_5 = R I_6 \Rightarrow I_6 = I_5$ ;

$$I_4 = I_7 + I_5; I_0 = I_3 + I_4 + I_5;$$

$$I_0 = \frac{19\epsilon}{8R}$$

$$I_7 = I_4 - I_5$$

$$\epsilon = R \cdot I_5 = \frac{8R}{19} I_5$$

$$\begin{cases} 2I_3 = 2R(I_4 - I_5) \\ I_3 = 2I_4 - 2I_5 \end{cases} \quad \begin{cases} I_5 = 2I_4 - 2I_5 + 3I_3 \\ = 2I_4 - 2I_5 + 6I_4 - 6I_5 \\ = 8I_4 - 8I_5 \\ I_5 = \frac{8}{9} I_4 \end{cases}$$

$$I_0 = I_3 + I_4 + I_5 = 2I_4 - 2I_5 + I_4 + I_5 = 3I_4 - I_5 = 3I_4 - \frac{8}{9} I_4 = \frac{19}{9} I_4$$

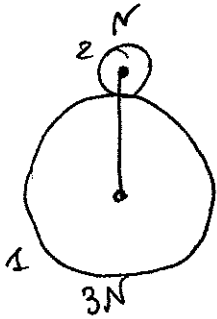
$$\frac{19}{9} I_4 = \frac{\epsilon}{8R}$$

$$U_3 = R \cdot I_3 = 2R(I_4 - I_5) = 2R(I_4 - \frac{8}{9} I_4) = \frac{2}{9} R I_4$$

$$\begin{cases} \frac{\epsilon}{R} = \frac{8}{9} I_4 \\ \frac{2}{9} R = \frac{U_3}{I_4} \end{cases} \Rightarrow R = \frac{U_3}{I_4} \cdot \frac{9}{2} = 4,5 (M\Omega)$$

Лист 2 из 3

Ответ:  $R \approx 4,89 M\Omega$ ;  $R_{вольтметр} = 4,5 (M\Omega)$

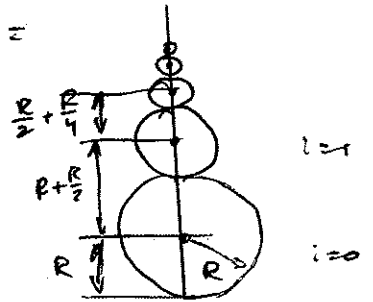


кон-то проходимых слоев интересней  $2 \dots - N_0$   
 $N_0 = 3N \cdot u$ ; тогда кон-то слоев  $2 - x = \frac{N_0}{N}$   
 $x = \frac{N_0}{N} = \frac{3N u}{N} = 3u$

Ответ:  $3u$ .

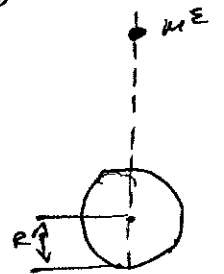
массы шаров:  $m_i = \rho V_i = \rho \frac{4}{3} \pi R_i^3 = \frac{4}{3} \pi \rho \left(\frac{R}{2^i}\right)^3 = \frac{m_0}{2^{3i}}$

Каждый шарик имеет у.м., размещенный от центра шарика, поэтому все шары, кроме нижнего, а его массу обнулили.



заменим точки центров шаров, чтобы получить закон распределения (внутренний)

$i=0 - R = \frac{3R}{2}$   
 $i=1 - 2R + \frac{R}{2} = \frac{3R}{2}$   
 $i=2 - 2R + 2 \cdot \frac{R}{2} + \frac{R}{4} = \frac{3R}{4}$   
 $i=3 - 2R + 2 \cdot \frac{R}{2} + 2 \cdot \frac{R}{4} = \frac{3R}{4}$   
 $i=4 = \frac{6R}{16} = \frac{3R}{8}$



~~Составим матрицу формул~~

заменим точки шаров

$$\begin{cases} h_{i+1} = h_i + \frac{R}{2^i} + \frac{R}{2^{i+1}} = h_i + \frac{R}{2^i} \cdot \frac{3}{2} \\ h_0 = R \\ X_{y.m.} = \frac{m \cdot R + \sum_{i=0}^{\infty} \left(\frac{m}{2^{3i}} \cdot h_i\right)}{\sum_{i=0}^{\infty} \frac{m}{2^{3i}}} \end{cases}$$

$m \sum_{i=0}^{\infty} \frac{1}{2^{3i}} = \frac{m}{1 - 1/8} = \frac{8m}{7}$

Бесконеч. ряд кон шар.

$h_i = \frac{1 + 2^2 + 2^3 + 2^4 + \dots}{2^i} = \frac{1 + 4 \cdot \frac{2^i - 1}{2 - 1}}{2^i} = \frac{1 + 4 \cdot \frac{2^i - 1}{2 - 1}}{2^i} = \frac{1 + 4 \cdot \frac{2^i - 1}{2 - 1}}{2^i} = 4 - \frac{3}{2^i}$

$X_{y.m.} = \frac{\sum_{i=0}^{\infty} \left(\frac{m}{2^{3i}} R \left(4 - \frac{3}{2^i}\right)\right)}{\sum_{i=0}^{\infty} \frac{m}{2^{3i}}} = \frac{4 \cdot \sum_{i=0}^{\infty} \frac{1}{2^{3i}} - 3 \cdot \sum_{i=0}^{\infty} \frac{1}{2^{4i}}}{\sum_{i=0}^{\infty} \frac{1}{2^{3i}}}$

$= R \left(4 - 3 \cdot \frac{1 - 1/16}{1 - 1/8}\right) = R \left(4 - 3 \cdot \frac{1 - 1/16}{1 - 1/8}\right) = R \left(4 - 3 \cdot \frac{1 - 1/16}{1 - 1/8}\right) = 1.2 R$

проходимые шары 3

принцип негодяйства

пуго, что при столкновении шаров возникает сила. Момент от Т.О

$M = X_{y.m.} \cdot m \cdot g \cdot \sin \varphi$ , направленный так, что при столкновении, за счет этого момента начнется вращение, причем  $\varphi$  будет увеличиваться, а значит и  $\sin \varphi$  и  $M$ , а  $M$  направлен в сторону противоположного направления поворота.

Т.е. процесс негодяйства



ШИФР: 140  
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

Дата 27.02.2022  
Вариант № 4  
Площадка написания:  
МФТИ

ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

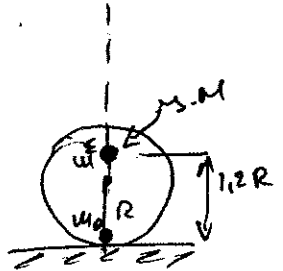
$$x_{y.m} = 1,2R;$$

$\mu$  в (средом.)

$$\omega^\Sigma = \frac{f}{7} \omega;$$

моменты отк. з.о.

$$M_\Sigma = \omega_0 g R \sin \varphi - \omega^\Sigma g (1,2R - R) \sin \varphi$$

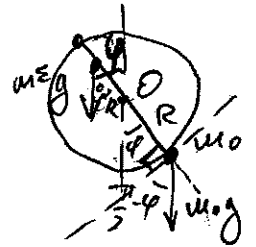


$$M_\Sigma \geq 0$$

$$\omega_0 g R \sin \varphi > \omega^\Sigma g \cdot 0,2R \sin \varphi$$

$$\omega_0 \geq 0,2 \cdot \frac{f}{7} \omega = \frac{f}{35} \omega$$

Ответ:  $\omega_0 \geq \frac{f}{35} \omega \approx 0,229 \omega;$



20

*[Large handwritten scribble]*

