

2

Регистрационный номер

МФТИ

Площадка написания

57

Школа

Фамилия Гундарин

Имя Реман

Отчество Александрович

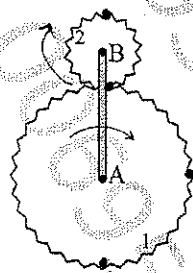
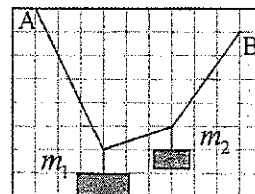
(не заполнять)

Подпись

«Утверждаю»  
Председатель оргкомитета олимпиады

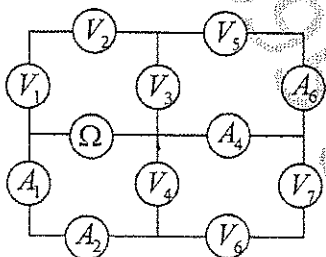
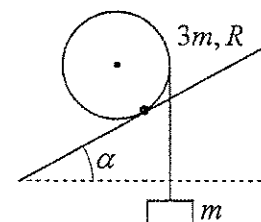
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», БГТУ им. В.Г. Шухова, ВлГУ  
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс  
2 вариант

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  $m_1/m_2$



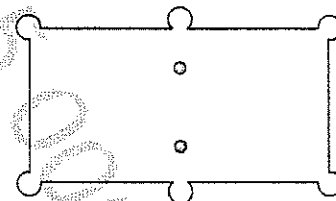
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

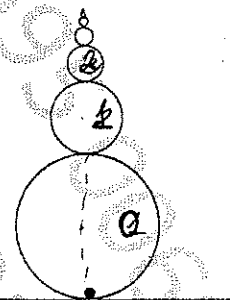


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра  $V_3$ :  $U = 1$  В и амперметра  $A_4$ :  $I = 1$  мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания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

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 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  $m$







НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по Физика

Дата 27 февраля 2022

Вариант № 2

Площадка написания:  
Демонстрационный (МФТИ)

ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

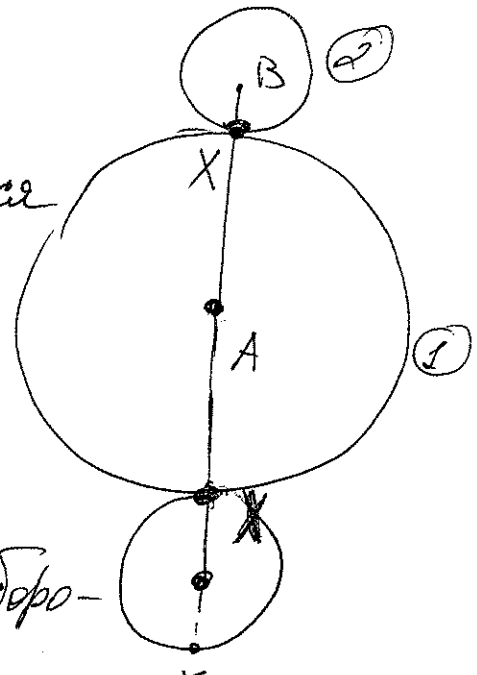
1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	2	2	1	3	1	8	<i>[Signature]</i>

~1.

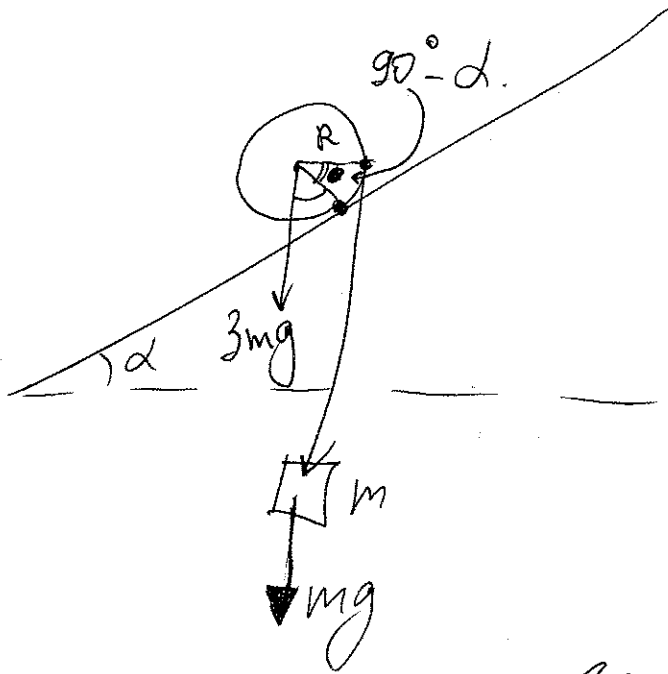
Т.к. грузы не движутся, горизонтальные проекции сил натяжения нитей равны. Значит вертикальные равны  $2T_x, \frac{1}{3}T_x, \frac{4}{3}T_x$  ( $T_x$  - гориз. проекция). Тогда  $m_1g = 2T_x + \frac{1}{3}T_x = \frac{7}{3}T_x, m_2g = \frac{4}{3}T_x - T_x \cdot \frac{1}{3} = T_x \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{7}{3}$  **(7) (25)**

~2.

Когда АВ проворачивается на  $n$  оборотах, <sup>малое колесо 2</sup> ~~какое~~ касается той же точки большого, что и ~~в начале~~ в начале, т.к.  $r_2$  в 2 раза меньше зубьев  $\Rightarrow$  за  $n$  оборотов АВ ~~какое~~ <sup>малое колесо 2</sup> делает  $\frac{3}{2}n$  оборотов вокруг своей оси  $\Rightarrow$  за  $n$  оборотов в кривошип он совершает **(3n) оборотов.** **(7) (25)**



№3.



Цилиндр поднимается вверх, когда момент силы, действующей со стороны тела  $m$ , больше, чем момент силы тяжести цилиндра,

т.е.  $R \cdot \sin d \cdot 3mg \leq (R - R \sin d) \cdot mg$

$$\sin d \leq \frac{1}{4}$$

$$d \leq \arcsin \frac{1}{4}$$

№4.

Задан  $n$  цепи амперметра (т.к. их сепр. преобразование мало) и  $\Phi$  построим эквивалентную схему:  $\Phi \rightarrow$



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

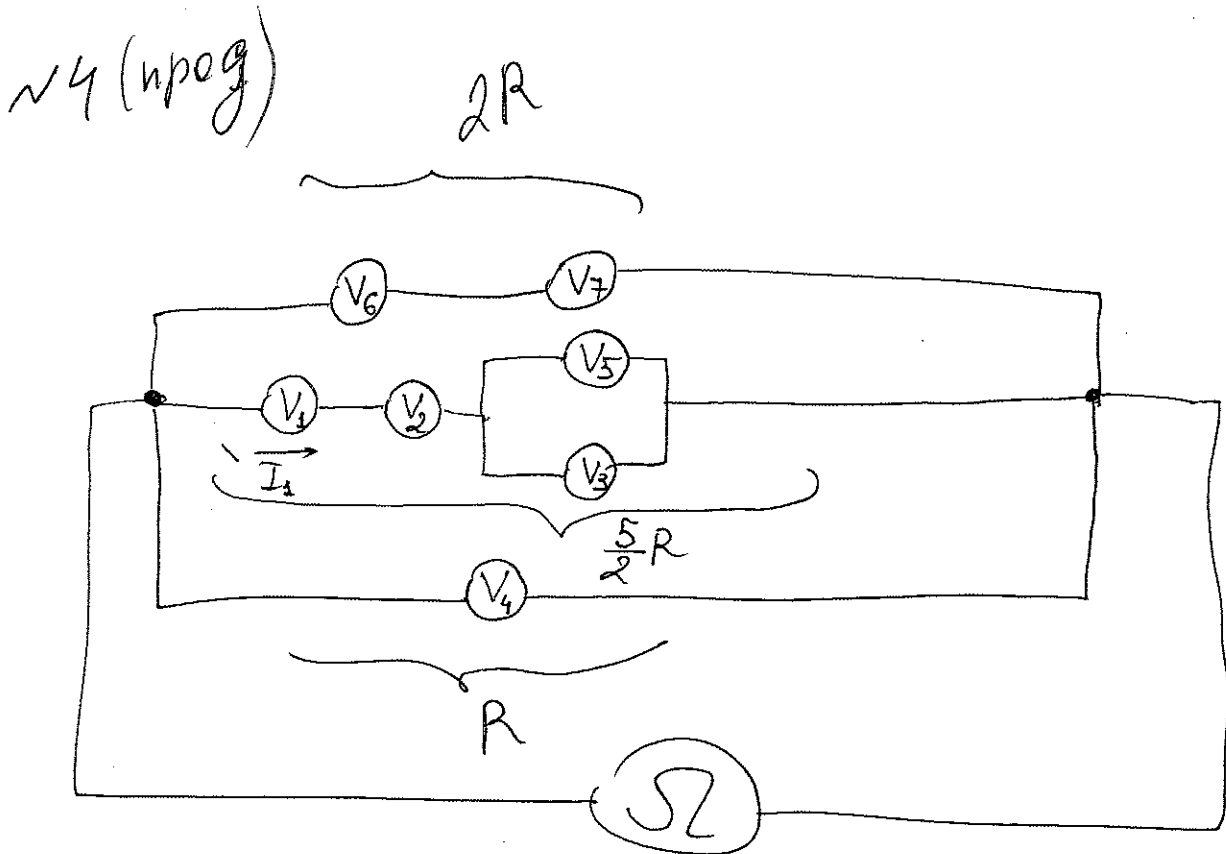
Работа по Физика

Дата 27.02.  
Вариант № 2  
Площадка написания:  
МФТИ

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

ФИО и рег. номер не  
указывать!



Что амперметр показывает суммарный ток через  
 $V_5$  и  $V_7 \Rightarrow I_5 + I_7 = I$ ,  $U_3 = U = 1V. \Rightarrow$   
 $\Rightarrow U_5 = U_3 = U = I_5 R = I_3 R = \frac{1}{2} I_2 R = \frac{1}{2} I_1 R$ , где  
 $R$  - сопр. вольтметра. Сопротивление средней  
 части цепи равно  $\frac{5}{2} R$ , нижней -  $R$ , верхней -  $2R \Rightarrow$   
 через них текут токи  $\frac{5}{2} I_1$  и  $\frac{5}{4} I_1 \Rightarrow \dots$





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по Физика

Дата 27.02.2022  
Вариант № 2  
Площадка написания:  
МФТИ

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

ФИО и рег. номер не  
указывать!

$$\begin{aligned}
 x_n &= 2R \cdot \frac{\left(\frac{1}{3}\right)^{n+1} - 1}{\frac{1}{3} - 1} - \frac{R}{3^n} = \\
 &= 2R \cdot \frac{\frac{1}{3^{n+1}} - 1}{\frac{2}{3}} - R \cdot \frac{1}{3^n} = \\
 &= R \left( \frac{3^{n+1} - 1}{3^n} - \frac{1}{3^n} \right) = R \cdot \frac{3^{n+1} - 2}{3^n}
 \end{aligned}$$

Масса n-го шара равна  $\frac{m}{3^{3n}}$ , м.к. плотность шаров одинакова, а  $\propto R^3$ . Тогда коэф. центра тяжести

$$\begin{aligned}
 x &= \frac{\sum_{i=0}^{\infty} m_i x_i}{\sum_{i=0}^{\infty} m_i} = \\
 &= \frac{Rm \sum_{i=0}^{\infty} \frac{3^{i+1} - 2}{3^i} \cdot \frac{1}{3^{3i}}}{m \cdot \sum_{i=0}^{\infty} \frac{1}{27^i}} = R \cdot \frac{\sum_{i=0}^{\infty} \left( \frac{3}{3^i} - \frac{2}{3^{4i}} \right)}{\frac{1}{1 - \frac{1}{27}}} =
 \end{aligned}$$

$$= R \cdot \frac{3 \cdot \frac{1}{1 - 1/3} - 2 \cdot \frac{1}{1 - 1/3^4}}{27/26} =$$

$$= R \cdot \frac{\frac{9}{2} - \frac{81}{40}}{27/26} =$$

$\frac{20-9}{40}$   
 $\frac{26}{120} R =$   
 $\frac{286}{120} R =$   
 $\frac{143}{60} R$

~~Handwritten scribbles and notes, possibly related to mass or volume calculations.~~

~~Handwritten scribbles and notes, possibly related to mass or volume calculations.~~

Ввиду этого закрепим такую массу  $M$ , чтобы центр тяжести оказался вне центра шара:

$$R \cdot \left( \sum_{i=0}^{\infty} m_i \right) < R \Leftrightarrow$$

$$M + \sum_{i=0}^{\infty} m_i < R$$

$$\frac{143}{60} R < M + \frac{27}{26} m < R$$

$$\Leftrightarrow M > \frac{27}{26} m \cdot \frac{83}{60} = 1.43654 m$$

$$R^4 = \frac{m v^2}{R^4} = \frac{1}{2} m v^2 = \int_0^R m r^3 v^2 dr = \int_0^R \frac{1}{2} m \frac{R^4}{r^2} \cdot v^2 dr = \frac{1}{2} m \frac{R^4}{R^2} \cdot v^2 = \frac{1}{2} m R^2 v^2$$

