

2

37558  
Регистрационный номер

МОТИ  
Площадка написания

САНТ ШКОЛА ЛЕНВО  
Школа

Фамилия Велетинцев

Имя Евгений

Отчество Сергеевич

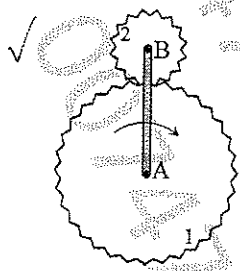
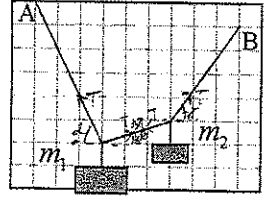
221  
(не заполнять)

B  
Подпись

«Утверждаю»  
Председатель оргкомитета олимпиады

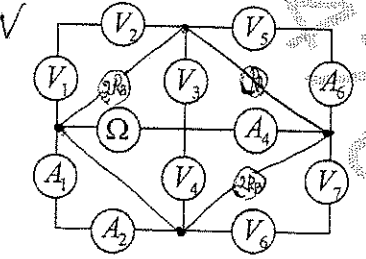
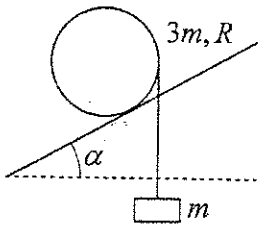
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ, Самарский университет, СПбЭТУ «ЛЭТИ», БГТУ им. В.Г. Шухова, ВлГУ «Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс  
2 вариант

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  $m_1/m_2$ .



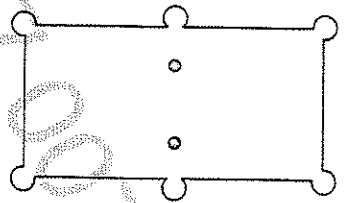
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

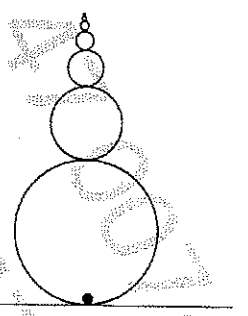


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра  $V_3$ :  $U = 1$  В и амперметра  $A_4$ :  $I = 1$  мА. Найти сопротивление вольтметра и показания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

Ильясмурза Садырбаев Исламов  
Работа по Физике

Дата 27.02.22

Вариант № 2

Площадка написания:

МФТИ

ФИО и рег. номер не  
указывать!

ОЦЕНКА  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
4	2	2	5	7	2	7	<i>[Signature]</i>

№1  
Поделим мить на 3 части и обозначим их углы наклона  
относительно горизонтали как (слева направо)  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ .  
Уравнение равновесия 1 груза по вертикальной оси:

$$m_1 g = T \sin \alpha + T \sin \beta$$

Уравнение равновесия 2 груза по вертикальной оси:

$$m_2 g + T \sin \beta = T \sin \gamma$$

Считаем синус углов по клеткам:

$$\sin \alpha = \frac{2}{\sqrt{1+4}} = \frac{2\sqrt{5}}{5} = \frac{2}{\sqrt{5}}; \sin \beta = \frac{1}{\sqrt{10}} = \frac{1}{\sqrt{10}}; \sin \gamma = \frac{4}{5}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\sin \alpha + \sin \beta}{\sin \gamma - \sin \beta} = \frac{\frac{2}{\sqrt{5}} + \frac{1}{\sqrt{10}}}{\frac{4}{5} - \frac{1}{\sqrt{10}}} = \frac{\frac{4\sqrt{5}}{10} + \frac{\sqrt{10}}{10}}{\frac{8}{10} - \frac{\sqrt{10}}{10}} = \frac{4\sqrt{5} + \sqrt{10}}{8 - \sqrt{10}}$$

Ответ:  $\frac{m_1}{m_2} = \frac{4\sqrt{5} + \sqrt{10}}{8 - \sqrt{10}}$

N2

d - сумма зыбса + расстояние между 2 зыбсами

$$d_1 = d_2$$

$$\begin{aligned} 2d_1 N &= 2\pi R \\ d_2 N &= 2\pi R \end{aligned} \Rightarrow \frac{2\pi R}{N} = \frac{2\pi R}{N} \Rightarrow R = 2r$$

$$L = n \cdot 2\pi R = n_m \cdot \frac{2\pi R}{r} \quad n_m = n \cdot \frac{R}{r} = 2n$$

Ответ:  $2n$  оборотов  $\oplus$   $\odot$  20

Дано:

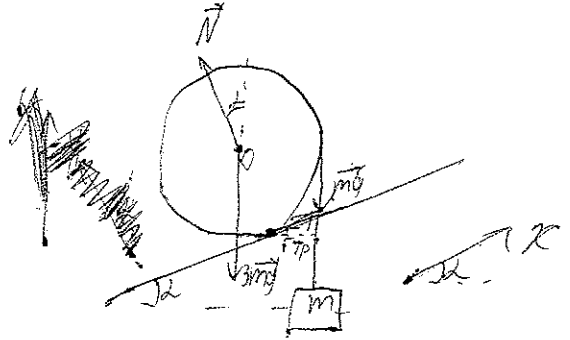
$$R; 3m; m$$

$\alpha = ?$

Решение:

Рассмотрим угол  $\alpha$  при котором маятник будет находиться в равновесии. При  $\alpha < \alpha_0$

пружина перевесит и маятник покажется вверх.



~~По закону сохранения энергии~~

II закон Ньютона по Ox, ось вверх - m:

$$F_{Tp} = 3mg \sin \alpha + mg \sin \alpha$$

$$F_{Tp} = 4mg \sin \alpha$$

Момент сил отн. центра масс O:

$$mg = F_{Tp} = 4mg \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{4} \Rightarrow \alpha = \arcsin \frac{1}{4}$$

Ответ: при  $\alpha < \arcsin \frac{1}{4}$   $\oplus$   $\odot$  20

2



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Интенсивная электротехника и компьютеры  
Работа по теории

Дата 27.02.22

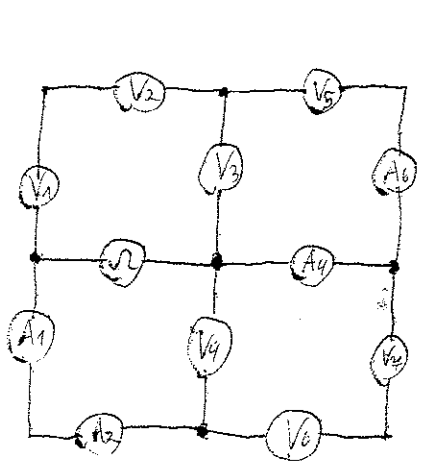
Вариант № 2

Площадка написания:  
МФТИ

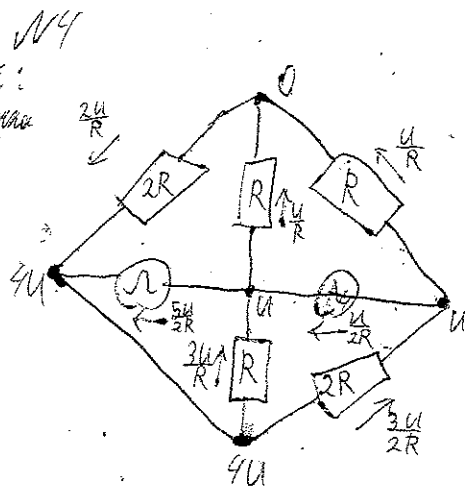
ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись



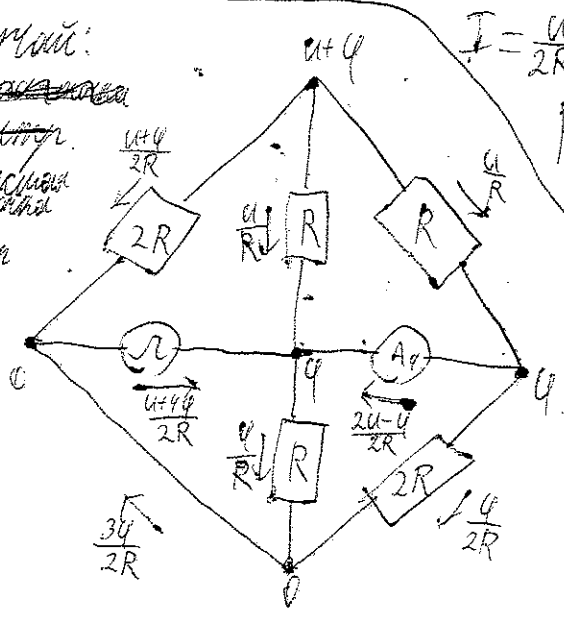
I случай:  
0 - высшая точка  
и - центр



R - сопротивление  
вольтметра

II случай:

~~...~~  
и+φ - высшая точка  
φ - центр  
и - центр



$$I = \frac{U}{2R} \Rightarrow R = \frac{U}{2I} = \frac{1B}{2 \cdot 6A} = 0,5 \text{ кОм}$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{3U}{\frac{5U}{2R}} = \frac{6}{5} R = 0,6 \text{ кОм}$$

I закон Кирхгофа в узле φ:

$$\frac{U}{R} + \frac{U+\phi}{2R} + \frac{2U-\phi}{2R} - \frac{\phi}{R} = 0$$

$$2U + U + \phi + 2U - \phi = 2\phi$$

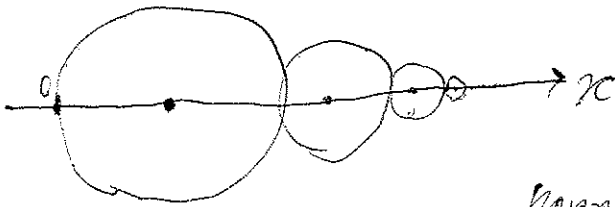
$$5U = 2\phi \Rightarrow \phi = 2,5U$$

$$\frac{2U-\phi}{2R} = \frac{7U}{2R} = I \Rightarrow R = \frac{7U}{2I} = \frac{7 \cdot 1B}{2 \cdot 6A} = 3,5 \text{ кОм}$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{5U}{\frac{U-2\phi}{2R}} = \frac{10}{19} R = \frac{35}{19} \text{ кОм}$$

ответ: 0,5 кОм и 0,6 кОм или 3,5 кОм и 1,34 кОм

№6



$$x_{ц.м.} = \frac{\sum m_i r_i}{\sum m_i}$$

Плотность  $\rho$  — постоянная масса  $n$ -ого шара

$L(n) = 2R + \frac{2}{3}R + \dots + \frac{2}{3^{n-1}}R$  — экв. последовательности

$b_1 = 2R; q = \frac{1}{3}$

$$S_n = \frac{b_1(1-q^n)}{1-q} \Rightarrow L(n) = \frac{2 \cdot (1 - \frac{1}{3^n})}{1 - \frac{1}{3}} = 3R - \frac{R}{3^{n-1}}$$

Координата центра масс  $n$ -ого шара:

$x(n) = L(n) - R_n = 3R - \frac{R}{3^{n-1}} - \frac{R}{3^{n-1}} = 3R - \frac{2R}{3^{n-1}}$

Масса  $n$ -ого шара:

$m(n) = \frac{4}{3}\pi R_n^3 \rho = \frac{4}{3}\pi \cdot \frac{R^3}{27^{n-1}} \rho$  — экв. послед.

$M = \frac{b_1}{1-q} = \frac{\frac{4}{3}\pi R^3 \rho}{1 - \frac{1}{27}} = \frac{\frac{4}{3}\pi R^3 \rho}{\frac{26}{27}} = \frac{18}{13}\pi R^3 \rho$

~~$x_{ц.м.} = 3R - \frac{2R}{3^{n-1}}$~~   $\frac{2R}{3^{n-1}} \cdot \frac{4}{3}\pi \frac{R^3}{27^{n-1}} \rho = \frac{8R^4 \pi \rho}{3 \cdot 81^{n-1}}$  — экв. послед.

$x_{ц.м.} = 3R - \frac{\frac{27}{10}\pi R^4 \rho}{\frac{18}{13}\pi R^3 \rho} = 3R - \frac{39}{20}R = \frac{21}{20}R$   $S = \frac{b_1}{1-q} = \frac{\frac{8}{3}\pi R^4 \rho}{1 - \frac{1}{81}} = \frac{8}{80}\pi R^4 \rho = \frac{27}{10}\pi R^4 \rho$

$\frac{21}{20}R > R \Rightarrow$  центр масс не находится  $\oplus$

Крайняя точка:  $x_{ц.м.} = R$

$x_{ц.м.} = 3R - \frac{\frac{27}{10}\pi R^4 \rho + 3M \cdot R}{\frac{18}{13}\pi R^3 \rho + M}$

$M = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho \Rightarrow \frac{27}{10}\pi R^4 \rho = \frac{27}{10} \cdot \frac{3}{4}M = \frac{81}{40}M$

$\pi R^3 = \frac{3}{4}M \quad \frac{18}{13}\pi R^3 = \frac{54}{52}M$

$x_{ц.м.} = R = 3R - \frac{\frac{81}{40}M + 3MR}{\frac{54}{52}M + M}$

$2 = \frac{\frac{81}{40}m + 3M}{\frac{54}{52}m + M}$

$2M + \frac{54}{26}m = \frac{81}{40}m + 3M \quad M = \frac{27}{73}m - \frac{81}{40}m = 2\frac{1}{13}m - 2\frac{1}{40}m = \frac{1}{13}m - \frac{1}{40}m = \frac{40-13}{520}m = \frac{27}{520}m$

Ответ:  $M = \frac{27}{520}m \approx 0,092m$   $\oplus$