

**1**

427 4296  
 Регистрационный номер

Самарский  
 Площадка написания

ИТОУ школа № 400  
 Школа

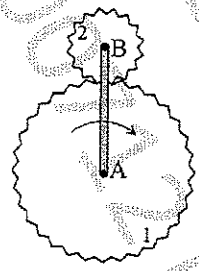
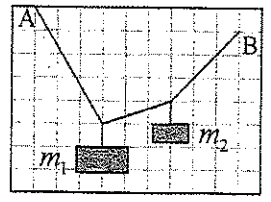
Фамилия Свастышев  
 Имя Артем  
 Отчество Евгеньевич

224  
 (не заполнять)  
 Подпись

«Утверждаю»  
 Председатель оргкомитета олимпиады

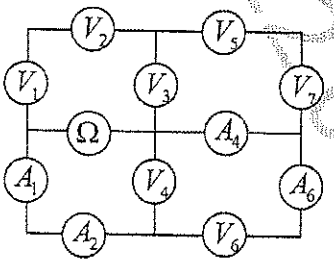
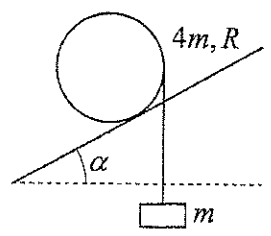
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ им. Р.Е.Алексеева, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,  
 БГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ  
 «Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс  
**1 вариант**

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  $m_1 / m_2$ .



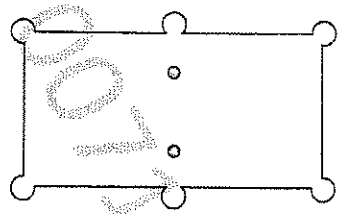
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

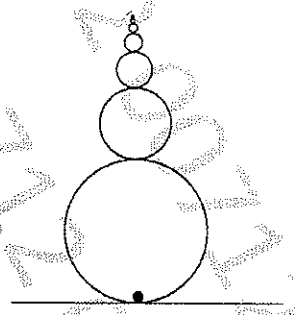


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра  $V_3$ :  $U = 1$  В и амперметра  $A_4$ :  $I = 1$  мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания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

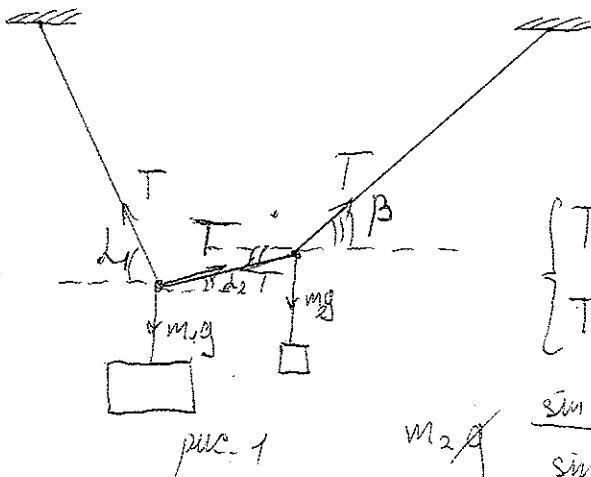
Работа по Физике

Дата 27.02.2022  
Вариант № 1  
Площадка написания:  
1. Осмотренный  
ФНО и рег. номер не  
указывать!

ОЦЕНКА  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	2	2	2	2	2	9	<i>[Signature]</i>

N 1



$$\cos \alpha_1 = \frac{3}{\sqrt{34}}; \quad \sin \alpha_2 = \frac{1}{\sqrt{10}};$$

$$\cos \beta = \frac{\sqrt{2}}{2}; \quad \sin \alpha_1 = \frac{5}{\sqrt{34}};$$

$$\begin{cases} T \sin \beta - T \sin \alpha_2 = m_2 g, & T(\sin \beta - \sin \alpha_2) = m_2 g \\ T \sin \alpha_1 + T \sin \alpha_2 = m_1 g \end{cases}$$

$$\frac{\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2}{\sin \beta - \sin \alpha_2} = m_1 g;$$

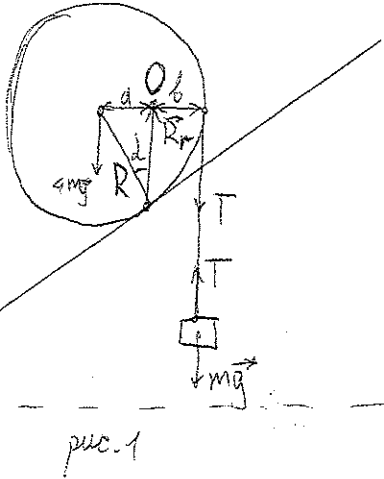
$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\frac{5}{\sqrt{34}} + \frac{1}{\sqrt{10}}}{\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{\sqrt{10}}} = \sim \text{2,125} \approx 3$$

Ответ:  $\frac{m_1}{m_2} = \text{2,125} \approx 3$ . *(Handwritten circled 3)*

N 2

За один поворот кривошипа АВ "2" шестерня совершает  $\frac{3N}{N} = 3$  оборота вокруг своей оси. Значит за n таких поворотов она совершит 3n оборотов.

Ответ: 3n. *(Handwritten circled 3n)*



$R_n = N + F_{тр}$  — суммарная сила реакции опоры.  
 По 3-му из трёх сил (если к телу приложены три силы, то они будут либо параллельны друг другу, либо будут пересекаться в одной точке)  $R_n$  будет направлена вертикально. Напишем 3-й закон моментов относительно (O):

(M от  $R_n$  равен нулю, т.к. его ~~плечо~~ <sup>плечо сил</sup> нулевое)

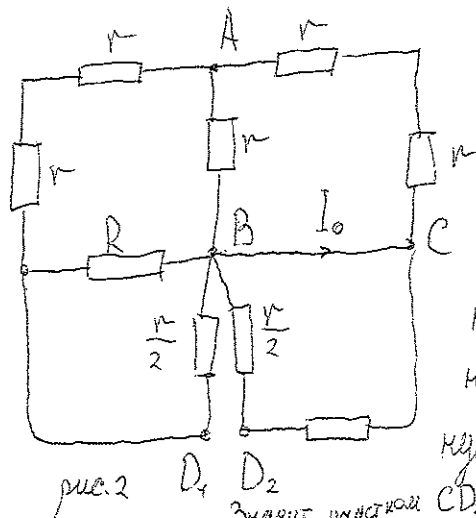
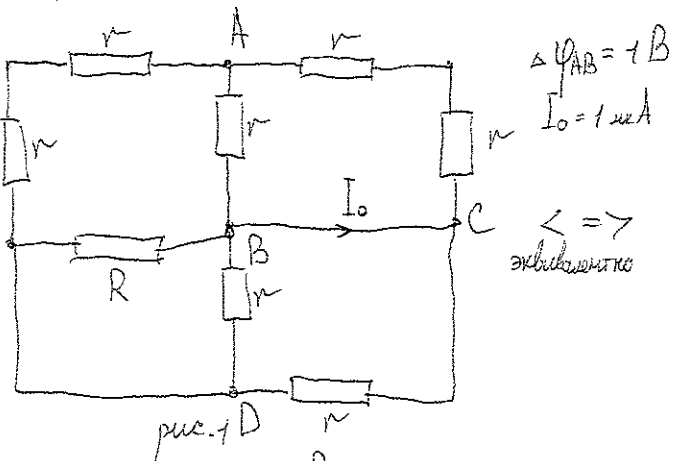
(O)  $4mg \cdot a \approx mg \cdot b$ ;  $\sin \alpha = \frac{a}{R}$ ;  $a = R \sin \alpha$ ;  
 $b = R - a = R(1 - \sin \alpha)$

$4mgR \sin \alpha \approx mgR(1 - \sin \alpha)$  M — момент силы

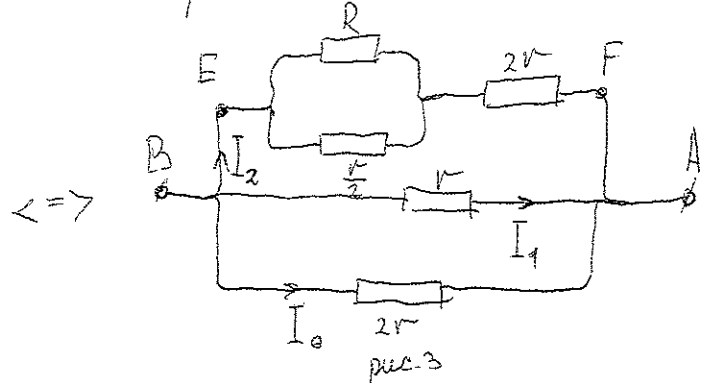
$5 \sin \alpha \approx 1$   $\sin \alpha \approx \frac{1}{5}$   $\alpha \approx \arcsin \frac{1}{5} \approx 11.5^\circ$

Шарик будет катиться вверх, если  $M(mg) > M(4mg)$ .  
 Ответ: при  $\alpha \leq \arcsin \frac{1}{5}$ .

№ 4



По участку  $CD_2$  ток идти не будет, т.к.  $\Leftrightarrow$  параллельно с ним соединён провод с нулевым сопротивлением. Значит, участок  $CD_2$  можно пропустить.



$\Delta \varphi_{AB} = I_0 \cdot 2r$ ;  $r = \frac{\Delta \varphi_{AB}}{2I_0} = 5 \cdot 10^5 \text{ (Ом)}$ .

$R_{EF} = \frac{rR}{R + \frac{r}{2}} + 2r = \frac{rR}{r+R} + 2r = \frac{2r^2 + 3rR}{r+R}$ ;

$I_1 = \frac{\Delta \varphi_{AB}}{r} = 2 \text{ (мкА)} = 2I_0$

Ответ:  $r = 0.5 \text{ МОм}$ .



ШИФР: 229  
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

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

ОЦЕНКА  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

N 5

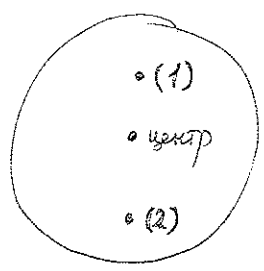


рис. 1

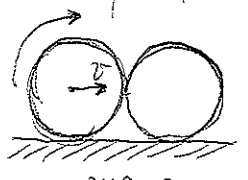


рис. 2

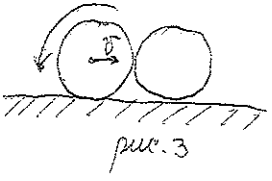


рис. 3

На рис. 1 показаны места удара для обоих случаев.

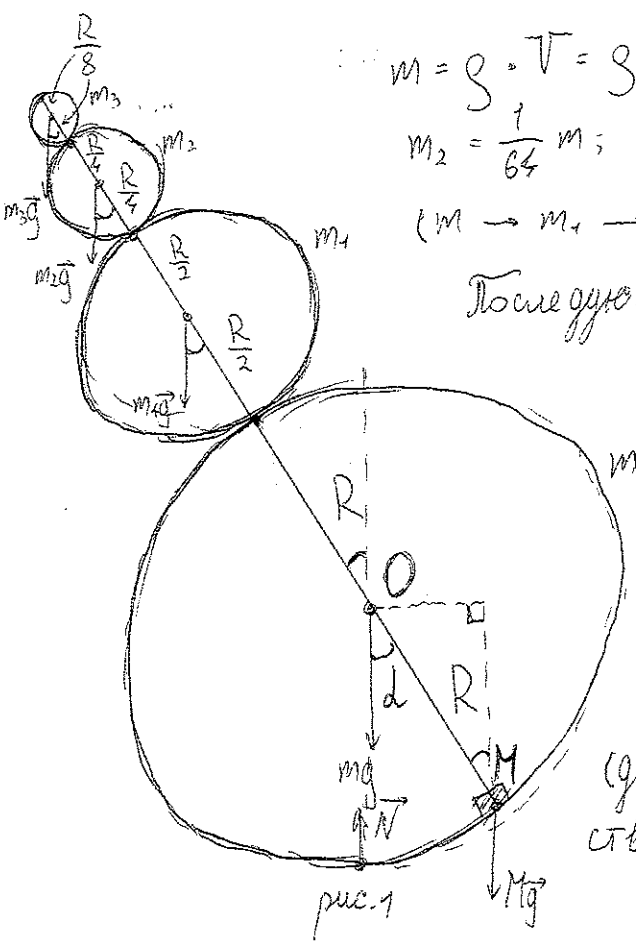
После удара в (1) шар с проскальзыванием, крутится, налетает на второй шар. После лобового удара шар замедляется, но по инерции продолжает крутиться в том же направлении. После этого энергия вращения переходит в кинетическую, из-за чего шарик приобретает дробную скорость. (рис. 2)

Во (2) случае шар с самого начала крутится в другую сторону, а после ~~этого~~ соударения энергия вращения частично компенсирует <sup>начальную</sup> предударную кинетическую энергию и её остаток преобразуется в скорость в обратном направлении (рис. 3).

\* Ответ: удар наносится выше (или ниже) (2) центра шара.

150

N 6



$m = \rho \cdot V = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi R^3$ ;  $m_1 = \rho V_1 = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi \frac{R^3}{8} = \frac{m}{8}$ ;  
 $m_2 = \frac{1}{64} m$ ;  $m_3 = \frac{1}{512} m$ ; Каждая последующая масса  
 $(m \rightarrow m_1 \rightarrow m_2 \rightarrow \dots)$  уменьшается в 8 раз.  
 Последующими шарами можно пренебречь.

Изначально невесомка не может стоять, потому что у нее не соблюдается правило моментов:

(O)  $M(m_3) + M(m_2) + M(m_1) \neq 0$

Для дроботанной невесомки:

(для точки O моменты  $N$  и  $mg$  отсутствуют, т.к. у них нет плеча силы).

$$m_3 g \cdot (R + R + \frac{R}{2} + \frac{R}{8}) \sin d + m_2 g \cdot (R + R + \frac{R}{4}) \sin d + m_1 g \cdot (R + \frac{R}{2}) \sin d \leq Mg \cdot R \sin d$$

$$\frac{1}{512} mg \cdot \frac{21}{8} R \sin d + \frac{1}{64} mg \cdot \frac{9}{4} R \sin d + \frac{1}{8} mg \cdot \frac{3}{2} R \sin d \leq Mg R \sin d$$

$$\frac{21 + 144 + 768}{4096} m \leq M; \quad \frac{933}{4096} m \leq M; \quad M \geq \approx 0,23 m.$$

Ответ:  $M \geq 0,23 m$ . (450)

N 4\* (дополнение)

$$R_{EF} = \frac{R \cdot \frac{r}{2}}{R + \frac{r}{2}} + 2r = \frac{rR}{r+R} + 2r = \frac{2r^2 + 3rR}{r+R}$$

$$R_{осл.} = \frac{R_{EF} \cdot \frac{2r^2}{r+2r}}{R_{EF} + \frac{2}{3}r} = \frac{\frac{2r^2 + 3rR}{r+R} \cdot \frac{2}{3}r}{\frac{2r^2 + 3rR}{r+R} + \frac{2}{3}r} = \frac{2r(2r^2 + 3rR)}{3(r+R)} = \frac{4r^2 + 6rR}{8r + 4R}$$

$$(I_0 + 2I_0 + I_2) R_{осл.} = \Delta \psi_{AB}$$

$$I_2 \cdot R_{EF} = \Delta \psi_{AB}$$



Работа по физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

Площадка написания:

1. Демонстрация

ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

$$I_2 = \frac{\Delta\psi_{AB}}{R_{EF}} = \frac{\Delta\psi_{AB}(r+R)}{2r^2 + 3rR};$$

$$(3I_0 + \frac{\Delta\psi_{AB}(r+R)}{2r^2 + 3rR}) \cdot \frac{4r^2 + 6rR}{8r + 4R} = \Delta\psi_{AB}$$

$$\frac{3I_0(4r^2 + 6rR) + 2\Delta\psi_{AB}(r+R)}{8r + 4R} = \Delta\psi_{AB}(8r + 4R)$$

$$12I_0r^2 + 18I_0rR + 2\Delta\psi_{AB}r + 2\Delta\psi_{AB}R = 8\Delta\psi_{AB}r + 4\Delta\psi_{AB}R$$

$$6I_0rR - 3\Delta\psi_{AB}R = 6\Delta\psi_{AB}r - 12I_0r^2$$

$$R = \frac{2\Delta\psi_{AB}r - 6I_0r^2}{6I_0r - 3\Delta\psi_{AB}} = \frac{2 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 10^6 - 6 \cdot 10^8 \cdot 0,25 \cdot 10^{-2}}{6 \cdot 10^6 \cdot 0,5 \cdot 10^6 - 3 \cdot 1} = \frac{(1 - 1,5) \cdot 10^6}{0};$$

Значит,  $R = \infty$ , проводка просто нет.

Ответ:  $r = 0,5 \text{ Мом}$ ,  $R = \infty$ .  $\ominus$   $\odot$   $0,55$

