

2

240350
Регистрационный номер

МФТИ

Площадка написания

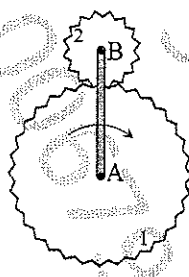
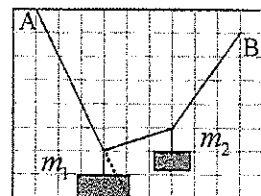
Лицей «Высшая школа»
ШколаФамилия МеньшиковИмя ВладимирОтчество Романович

(не заполнять)

Подпись

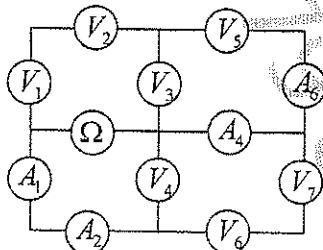
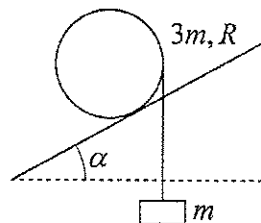
«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиадыНИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», БГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс
2 вариант

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 .



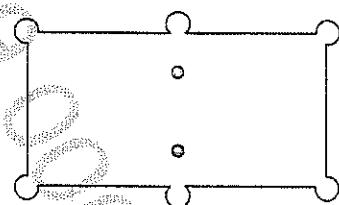
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

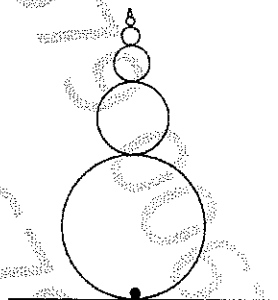


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из ~~пяти~~ амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра V_3 : $U = 1$ В и амперметра A_4 : $I = 1$ мА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра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

Работа по Физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 2

Площадка написания:

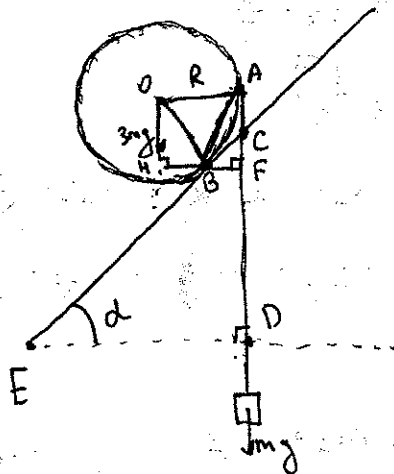
МФТИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

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

S 3



$\angle ECD = 90 - \alpha$
 $\angle ACD = 90 + \alpha$
 $OA \parallel ED$ и $AD \perp ED \Rightarrow OA \perp AC \Rightarrow$
 $\Rightarrow AC$ и BC - касательные к
 окружности $\Rightarrow ACB$ - p.d. \Rightarrow
 $\Rightarrow \angle BAC = \angle ABC = \frac{90 - \alpha}{2} \Rightarrow$
 $\Rightarrow \angle AOB = 2 \angle BAC =$
 (центр. угол = 2 угла между касат. и хордой)
 $= 90 - \alpha \Rightarrow \angle BOH = \alpha$

~~Находим центр масс AB.~~
 ~~$R \sin \alpha \cdot 3mg = mg \cdot (R - R \sin \alpha)$~~
 ~~$3 \sin \alpha < 1 - \sin \alpha$~~
 ~~$\sin \alpha < \frac{1}{4}$~~

Уравнение моментов относительно точки B:

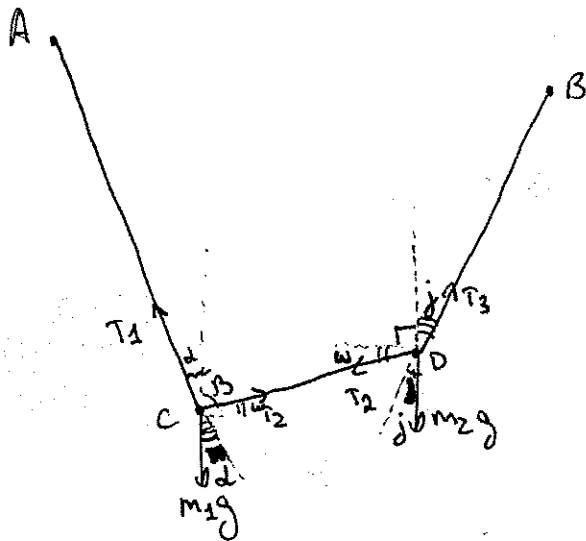
$$3mg \cdot \underbrace{R \sin \alpha}_{BH} < mg \cdot \underbrace{(R - R \sin \alpha)}_{BF}$$

$$3 \sin \alpha < 1 - \sin \alpha$$

$$\sin \alpha < \frac{1}{4}$$

Ответ: при $\sin \alpha < \frac{1}{4}$ \oplus \ominus

S1



Проекция сил на гор. ось : $T_1 \sin \alpha + T_2 \cos \omega - T_2 \cos \omega - T_3 \sin \beta = 0$

$$T_1 \frac{1}{\sqrt{5}} = T_3 \cdot \frac{3}{5}$$

$$T_1 = T_3 \frac{3\sqrt{5}}{5}$$

Проекция сил на ось AC : $T_1 = m_1 g \cdot \cos \alpha = m_1 g \cdot \frac{2}{\sqrt{5}}$

Проекция сил на ось BD : $T_3 = m_2 g \cdot \cos \beta = m_2 g \cdot \frac{4}{5}$

||

$$\begin{cases} T_3 \frac{3\sqrt{5}}{5} = m_1 g \cdot \frac{2}{\sqrt{5}} \\ T_3 = m_2 g \cdot \frac{4}{5} \end{cases}$$

$$\begin{cases} m_1 g = T_3 \cdot \frac{3}{2} \\ m_2 g = \frac{5}{4} T_3 \end{cases}$$

||

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\frac{3}{2} T_3}{\frac{5}{4} T_3} = \frac{12}{10} = 1,2$$

Ответ: $\frac{m_1}{m_2} = 1,2$



ШИФР: 141
(не заполнять)



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по Физике

Дата 29.02.2022

Вариант № 2

Площадка написания:

МФТИ

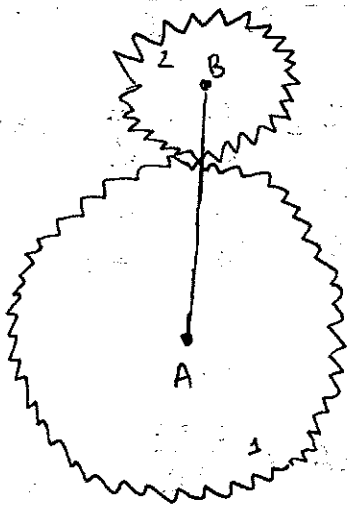
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

S_2



$$\begin{aligned} 1 \text{ оборот колеса с центром } A &= \\ &= \frac{2N}{N} \text{ оборота колеса с центром } B = \\ &= 2 \text{ оборота} \end{aligned}$$

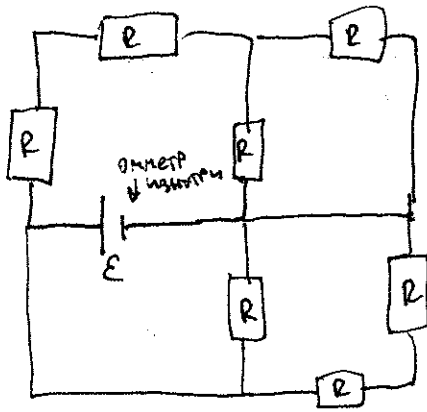
$$\begin{aligned} \Downarrow \\ 1 \text{ оборот кривошипа} &= 1 \text{ оборот колеса} \\ &\text{с центром } A \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Downarrow \\ n \text{ оборотов кривошипа} &= 2n \text{ оборотов} \\ &\text{колеса } 2 \end{aligned}$$

Ответ: $2n$



54

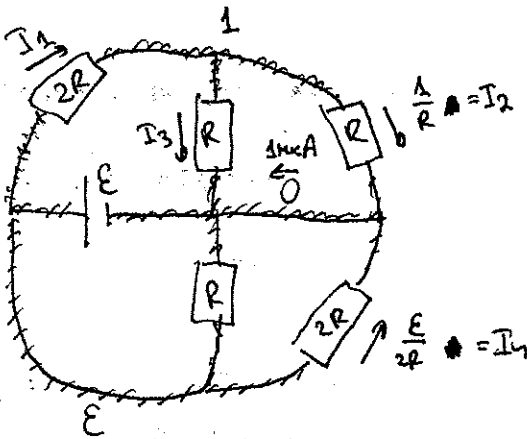


R - сопротивление
вольтметра

E - ЭДС батареи
внутр. омметра



Рассставим потенциалы в
схеме:



$$1 \text{ мкА} = \frac{1}{R} + \frac{E}{2R} = I_2 + I_4$$

$$\frac{E-1}{2R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \quad (\text{для части, где } \rho = 1\Omega)$$

$$\begin{cases} 1 \text{ мкА} = \frac{E+2}{2R} \\ E-1 = 4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \gamma = 0,002 R \\ E = 5 \text{ В} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} R = 3500 \text{ Ом} \\ E = 5 \text{ В} \end{cases}$$

Далее упростим схему:



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по _____

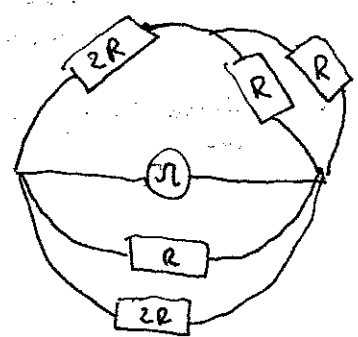
Дата 27.02.2022
 Вариант № 2
 Площадка написания:
МФТИ
 ФИО и рег. номер не
 указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

§4 (продолжение)

Упростим схему:



$$\frac{1}{R_{\text{на омметре}}} = \frac{1}{2R + \frac{R}{2}} + \frac{1}{R} + \frac{1}{2R}$$

$$\frac{1}{R_{\text{на омметре}}} = \frac{2}{5R} + \frac{5}{5R} + \frac{2,5}{5R}$$

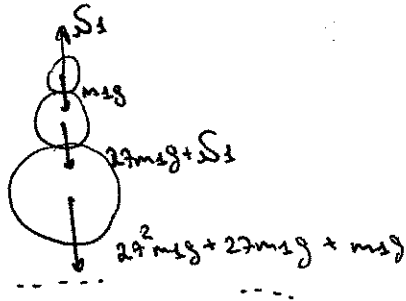
$$5R = 9,5 R_{\text{на омметре}}$$

$$R_{\text{на омметре}} = \frac{5R}{9,5} = \frac{10R}{19} = \frac{35000}{19} \text{ Ом}$$

Ответ: $R = 3500 \text{ Ом}$; $R_{\text{на омметре}} = \frac{35000}{19} \text{ Ом}$

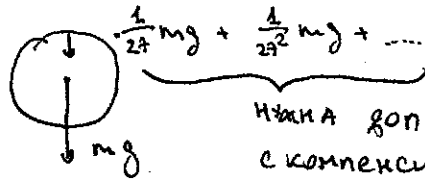
155

S6



МАССА КАЖДОГО СЛЕДУЮЩЕГО
ШАРИКА УВЕЛИЧИВАЕТСЯ
В 27 РАЗ, ТАККАК $\rho = \text{const}$
 $V = \frac{4}{3}\pi R^3$, R УВЕЛИЧ В 3 РАЗА \Rightarrow
 $\Rightarrow m \propto R^3$ УВЕЛИЧ. В 3^3 РАЗ = 27

В ЧТОБЕ НА САМЫХ НАСЛЕДВЕННЫХ ШАРАХ:



НИЖНЯ ГОЛ. СЛА РЕАКЦИИ ОПОРЫ, ЧТОБЫ
СКОМПЕНСИРОВАТЬ ЭТУ СЛУ ТЯЖЕСТИ ОСТАВШЕЙСЯ
ШАРОВ.

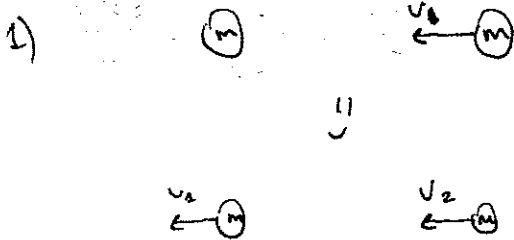
$$m_x g = \sum x = \frac{1}{27} mg + \frac{1}{27^2} mg + \dots$$

ЭТА ПРЕЖДЕ РЕАКЦИЯ
МАЛЕНЬКОЕ
ЧИСЛО

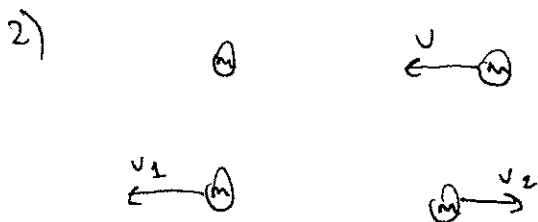
$$m_x \approx \frac{1}{27} m + \frac{1}{27^2} m = \frac{28}{729} m \approx 0,04 m$$

ОТВЕТ: 0,04 m

S5



$$\begin{cases} mV = mV_1 + mV_2 & (3C4) \\ \frac{mV^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} & (3C9) \end{cases}$$



$$\begin{cases} mV = mV_1 - mV_2 \\ \frac{mV^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} \end{cases}$$

0.58