

1

И 22469

Регистрационный номер

МФТИ

Площадка написания

МБОУ «Физик-лицей»
ШколаФамилия КоланИмя ВладиславОтчество Владимирович

233

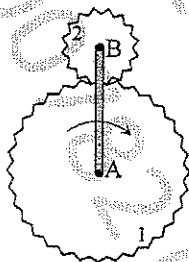
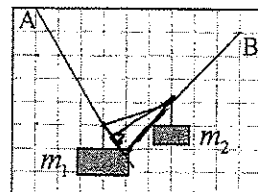
(не заполнять)

Подпись

«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиады

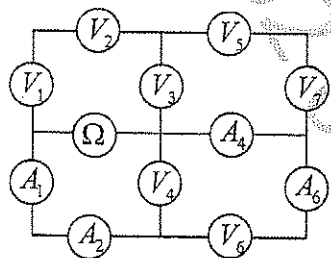
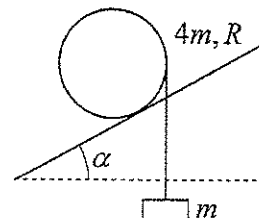
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ им. Р.Е.Алексеева, Самарский университет, СПБГЭТУ «ЛЭТИ»,
БГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс
1 вариант

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 .



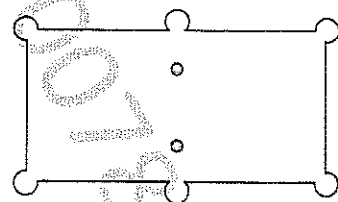
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

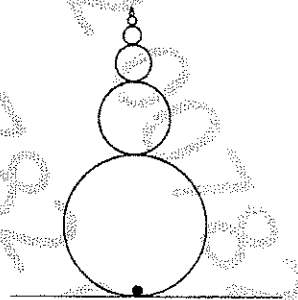


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра V_3 : $U = 1$ В и амперметра A_4 : $I = 1$ мА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра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





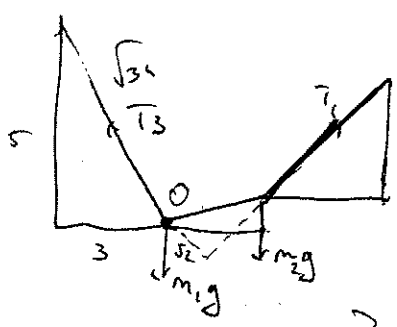
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по Физике

Дата 27.02.22
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 | 9 | <i>[Signature]</i> |



н1
пр. моменты отн. т. О:

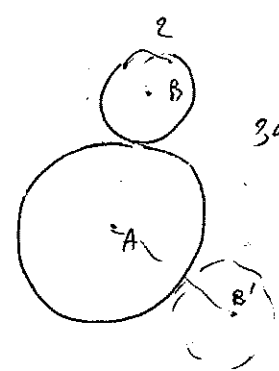
$$m_2 g \cdot 3 = T_1 \cdot \sqrt{2} \Rightarrow T_1 = \frac{3m_2 g}{\sqrt{2}}$$

и сил в узле: $T_3 \cdot \frac{5}{\sqrt{34}} = T_1 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{3m_2 g}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{3m_2 g}{2}$
 $\Rightarrow T_3 = \frac{m_2 g}{2} \sqrt{34}$

$$(m_1 + m_2)g = T_3 \cdot \frac{5}{\sqrt{34}} + T_1 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{m_2 g}{2} \cdot \sqrt{34} \cdot \frac{5}{\sqrt{34}} + \frac{3m_2 g}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\Rightarrow (m_1 + m_2) = \frac{5}{2} m_2 + \frac{3}{2} m_2 = 4 m_2 \Rightarrow m_1 = 3 m_2 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{3 m_2}{m_2} = 3$$

Ответ: 3 \oplus \oplus



н2
т.к. колесо 2 имеет $\sqrt{3}$ зубьев, а 1 - $3\sqrt{3}$ зубьев, то
за 1 оборот 2 колеса, оно скатится на 120° отн. т. А т.к.
 $\frac{3\sqrt{3}}{\sqrt{3}} = \frac{360}{120} \Rightarrow$ За 1 оборот край колеса 2 одернется
3 раза \Rightarrow за n оборотов - 3n раз

Ответ: 3n \ominus \oplus

Wegen r-Compendiume Ousepa! R-Compendiume Bobbi-Kespa!

W0 In Kapselung

$$\begin{aligned}
 (I_1 + I_2)R + I_1 \cdot 2R = 0 &\Rightarrow 3I_1 + I_2 = 0 \Rightarrow I_2 = -3I_1 \\
 (I_1 + I_2)R + I_2 \cdot 2R = r \cdot (I_1 - I_2) &\quad (1) \\
 (I_1 - I_1) \cdot R + (I_1 - I_1 - I_2)R = 0 &\Rightarrow 2I_1 + I_2 = 2 \cdot 10^{-6} \Rightarrow I_2 = 2 \cdot 10^{-6} - 2I_1 \\
 (I_1 + I_2)R = 18 - 10 \mu A &\Rightarrow -2I_1 R = 1 \Rightarrow I_1 = -\frac{2R}{1} \\
 (I_1 - I_2)R = (I_1 - I_1 - I_2)R &\quad (2) \Rightarrow I_2 = \frac{2R}{3}
 \end{aligned}$$

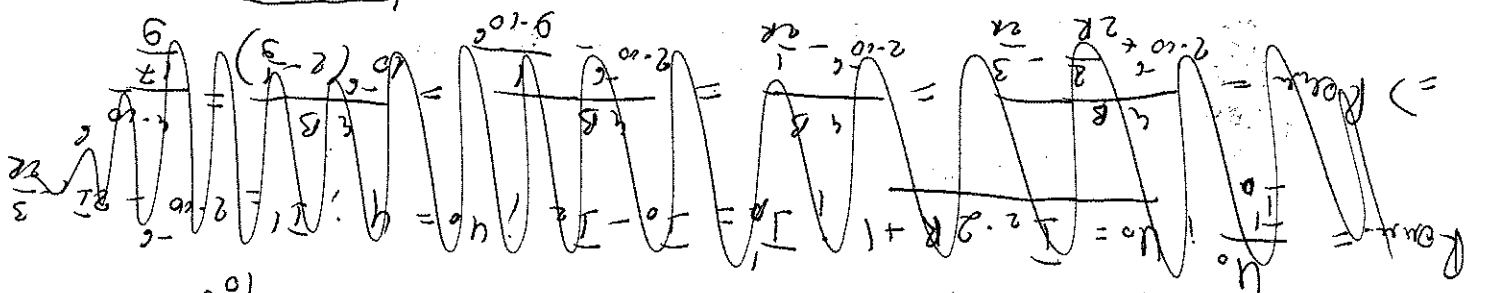
~~$$\begin{aligned}
 (I_1 + I_2)R + I_1 \cdot 2R = r \cdot (I_1 - I_2) \\
 (I_1 + I_2)R + I_1 \cdot 2R = r \cdot (I_1 - I_2)
 \end{aligned}$$~~

~~$$I_1 + I_2 = r \cdot (I_1 - I_2)$$~~

$$(1) \cdot (2) \Rightarrow (I_1 + I_2)R + I_2 \cdot 2R = (I_1 - I_1 - I_2)R$$

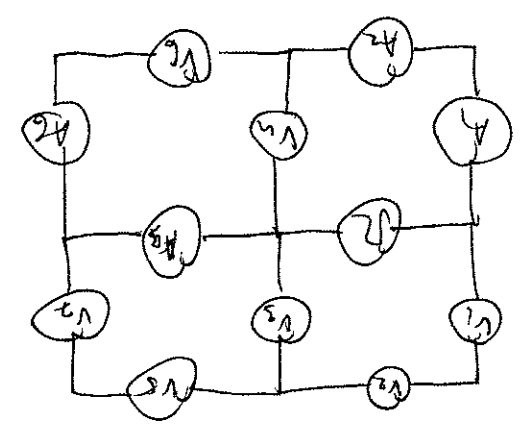
$$\left(-\frac{1}{3} + \frac{2R}{3}\right)R + \frac{2R}{3} \cdot 2R = \left(10 + \frac{2R}{3} - 2 \cdot 10^{-6} + 2 \cdot \left(-\frac{2R}{3}\right)\right)R$$

$$\Rightarrow 1 + 3 = \left(-10^{-6} - \frac{2R}{3}\right)R \Rightarrow +10^{-6} \cdot R = \frac{1}{3} \cdot R = \frac{2}{3} \cdot R = 10^{-6} \Rightarrow R = 10^{-6} \Rightarrow R = 10^{-6} \Rightarrow R = 10^{-6}$$

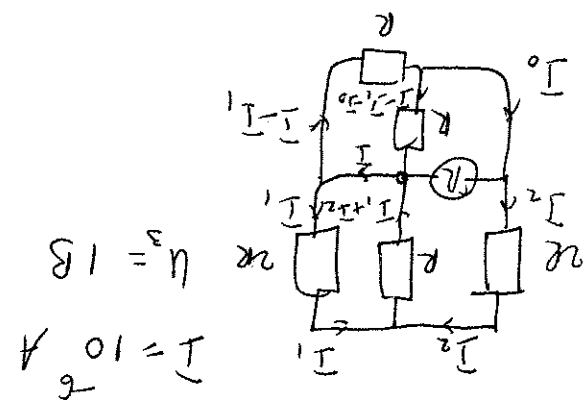


W0 3

~~W0 = 4.5 mA, R = 36 Ohm~~



W4



$$I = 10^{-6} A, U_3 = 18$$



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по Физике

Дата 27.02.22

Вариант № 1

Площадка написания:
МФТИ

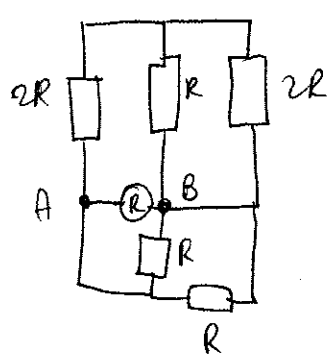
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

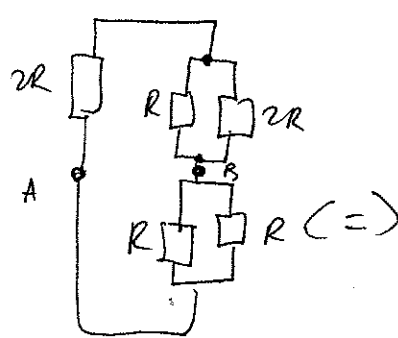
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ИТОГО | Подпись |
|---|---|---|---|---|---|-------|---------|
| | | | | | | | |

нч (процонт.)

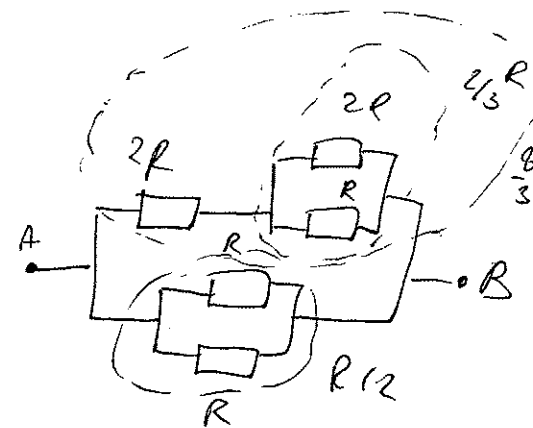
$R_{AB} - ?$



\Rightarrow



\Rightarrow



$$\Rightarrow R_{AB} = \frac{\frac{16}{3}R \cdot \frac{R}{2}}{\frac{8}{3}R + \frac{R}{2}} = \frac{\frac{4}{3}R}{\frac{8}{3} + \frac{1}{2}} = \frac{\frac{4}{3}R}{\frac{16}{6} + \frac{3}{6}} = \frac{\frac{4}{3}R}{\frac{19}{6}} = \frac{4}{3}R \cdot \frac{6}{19} = \frac{4 \cdot 6}{3 \cdot 19}R = \frac{8}{19}R$$

$$= \frac{8}{19} \cdot \frac{9}{2} \cdot 10^6 \text{ Ом} = \frac{36}{19} \cdot 10^6 \text{ Ом} \approx 2 \text{ МОм}$$

О.вет.: $R = 4,5 \text{ МОм}$; $R_{AB} \approx 2 \text{ МОм}$ ($\frac{36}{19} \cdot 10^6 \text{ Ом}$) \oplus 20



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по Физике

Дата 27.02.22

Вариант № 1

Площадка написания:

МФТИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

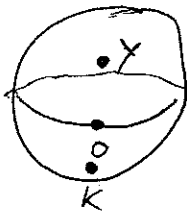
ОЦЕНКА

(не заполнять)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ИТОГО | Подпись |
|---|---|---|---|---|---|-------|---------|
| | | | | | | | |

~5

Чтобы шар после удара флигался вперед, нужно бить выше его центра:



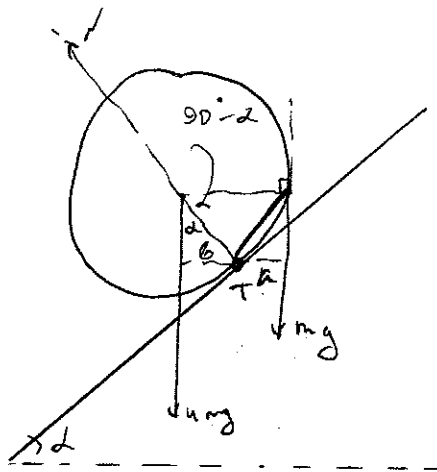
O - проекция центра, Y - место удара.

В таком случае после удара шар начнет катиться в направлении ^{своей} движения => после столкновения

направление движения не меняется, и он будет двигаться вперед. Наоборот, если ударить ниже центра шара (в т.к.) он будет крутиться против направления своего движения => после столкновения когда его скорость качения упадет в момент удара, движение будет определяться направлением кручения, т.е. он поедет в другую сторону.



~3



кр. момент об ОН. Т. Т :

$mg a \geq 4mg b$ - условие начала движения по накл. пов-ти

$a = R - R \cos \alpha$

$b = R \sin \alpha$

$\Rightarrow mg(R - R \cos \alpha) \geq 4mg R \sin \alpha$

$\Rightarrow 1 - \cos \alpha \geq 4 \sin \alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow 1 - \sin \alpha \geq 4 \sin \alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow \sin \alpha \leq \frac{1}{5} \Rightarrow \alpha \in [0; \arcsin \frac{1}{5})$

Ответ: $\alpha \in [0; \arcsin \frac{1}{5}) \approx [0; 11.5^\circ)$

~6



Т.к. радиусы уменьшаются в 2 раза, то объем в 8 раз с каждым шаром \Rightarrow масса тоже уменьш. в 8 раз $\Rightarrow m_n = \frac{m}{2^{3(n-1)}}$

Тогда: $\frac{m}{6} + \frac{m}{6^2} + \dots + \frac{m}{2^{3(n-1)}}$ - сумма беск. убыв. геом. прогр.

$S = \frac{b}{1-q} \quad q = \frac{1}{8} \Rightarrow S = \frac{m/6}{1-\frac{1}{8}} = \frac{m}{7}$

- масса всех шаров, начиная со 2. Конструкция не была устойчивой, потому что система находится в соот. неустойчивого равновесия, т.к. сферы соприкасаются в 1 точке. Конструкция была устойчивой, если приложить внешнюю точку массу $M \geq \frac{m}{7}$ - масса шаров сверху, чтобы при колебаниях компенсировать смещение оси.

Ответ: $M \geq \frac{m}{7} \approx [1.43]$