

1

246 225

Регистрационный номер

Долголучный
Площадка написания

1511

Школа

Фамилия Черняков

Имя Севастьян

Отчество Васильевич

165

(не заполнять)

С. Черняков
Подпись

«Утверждаю»

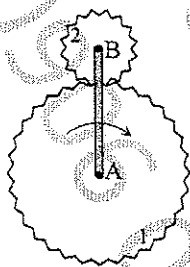
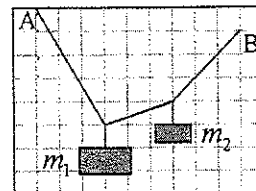
Председатель оргкомитета олимпиады

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

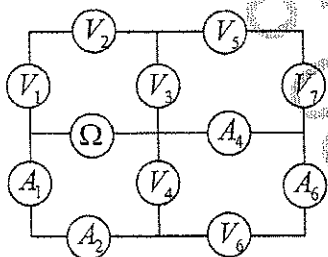
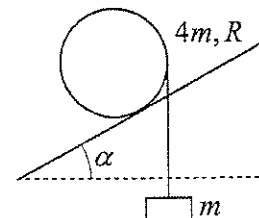
1 вариант

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 .



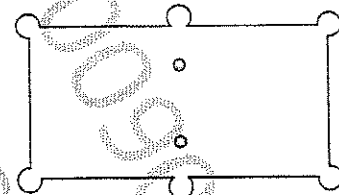
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

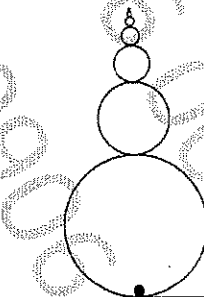


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра V_3 : $U = 1$ В и амперметра A_4 : $I = 1$ мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра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





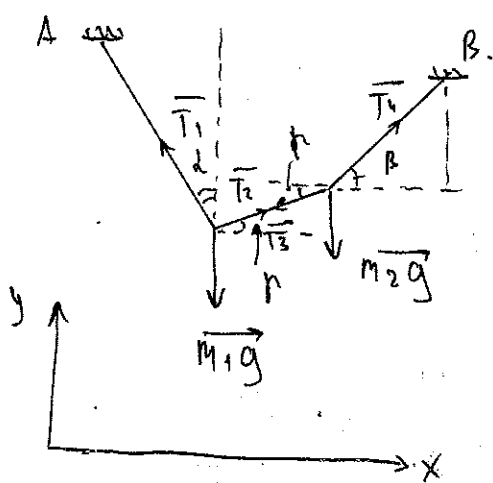
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

Дата 27.02.2021.
Вариант № 1
Площадка написания:
Договорудный
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	0	5	1	2	2	12	<i>[Signature]</i>



$N=1$

$$\vec{T}_1 + \vec{T}_2 + \vec{m}_1 \vec{g} = 0$$

$$\vec{T}_3 + \vec{T}_4 + \vec{m}_2 \vec{g} = 0$$

Тк движение нет, $a=0$.

$$\vec{T}_2 = -\vec{T}_3$$

Тк нить нерастяжима.

X: $T_1 \sin \alpha = T_2 \cos \beta$
 $T_2 \cos \beta = T_4 \cos \beta$

y: $m_1 g = T_1 \cos \alpha + T_2 \sin \beta$
 $m_2 g = -T_2 \sin \beta + T_4 \sin \beta$

по катетам:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{5} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{3}{\sqrt{25+9}} = \frac{3}{\sqrt{34}} \quad \cos \alpha = \frac{5}{\sqrt{34}}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{3}{3} = 1 \Rightarrow \beta = 45^\circ \Rightarrow \sin \beta = \cos \beta = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{1}{3} \Rightarrow \sin \gamma = \frac{1}{\sqrt{10}} \quad \cos \gamma = \frac{3}{\sqrt{10}}$$

Ответ: 3 \oplus \ominus 25

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{T_1 \cdot \frac{5}{\sqrt{34}} + T_2 \cdot \frac{1}{\sqrt{10}}}{T_4 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - T_2 \cdot \frac{1}{\sqrt{10}}}$$

$$T_2 = T_1 \cdot \frac{3}{\sqrt{34}} = T_1 \cdot \sqrt{\frac{10}{34}} = T_1 \cdot \sqrt{\frac{5}{17}}$$

$$T_4 = T_2 \cdot \frac{3}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = T_2 \cdot \frac{6}{\sqrt{2}} = T_2 \cdot \frac{3}{\sqrt{2}} = T_1 \cdot \frac{\sqrt{5}}{\sqrt{17}} \cdot \frac{3}{\sqrt{2}}$$

$$\Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{T_1 \cdot \frac{5}{\sqrt{34}} + T_1 \cdot \frac{\sqrt{5}}{\sqrt{17} \cdot \sqrt{10}}}{T_1 \cdot \frac{3}{\sqrt{17}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - T_1 \cdot \frac{\sqrt{5}}{\sqrt{17} \cdot \sqrt{10}}} = 3$$

№2

ТК колеса не проскальзывают, расстояния (в зубьях), которые прошла точка контакта равны \Rightarrow .

пусть d - размер зуба \Rightarrow .

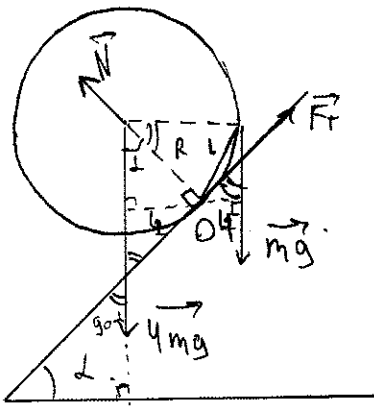
$$S = n \cdot 3N \cdot d.$$

$$S = m \cdot N \Rightarrow n \cdot 3N = m \cdot N \Rightarrow m = 3n$$

↑ кол-во оборотов колеса.

Ответ: $3n$ \Rightarrow $0,55$

№3.



1) ТК колесо не проскальзывает \Rightarrow ω -кинематика ω -мн. ось вращения.

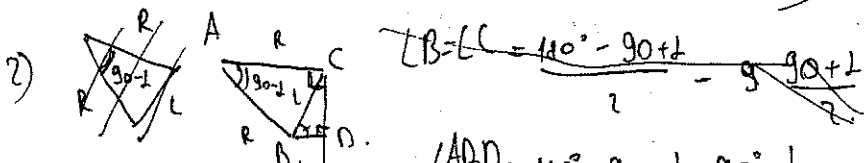
Рассмотрим случай когда колесо неограничено: если едет вверх \Rightarrow .

$$M_1 \vec{v} = M_2 \vec{v} \Rightarrow$$

$$mg \cdot l_1 = 4mg \cdot l_2 \Rightarrow l_1 = 4l_2.$$

$$l_2 = R \sin \alpha.$$

$$\left[\alpha \in \left(0; \frac{\pi}{2}\right) \right] \Rightarrow \begin{matrix} \sin > 0 \\ \cos > 0. \end{matrix}$$



$$\angle ABD = 90^\circ - \alpha + \alpha = 90^\circ + \alpha.$$

$$\angle ABC = \angle ACB = \frac{180^\circ - 90^\circ + \alpha}{2} = \frac{90^\circ + \alpha}{2} \Rightarrow l_1 = l \cdot \cos \angle CBD = l \cdot \cos \frac{90^\circ + \alpha}{2}$$

$$\angle CBD = \angle ABD - \angle ABC = 90^\circ + \alpha - \frac{90^\circ + \alpha}{2} = \frac{90^\circ + \alpha}{2}$$

$$\text{по Т. кос } l = \sqrt{R^2 + 2R^2 \cdot \cos(90^\circ - \alpha)} = R \sqrt{1 - 2 \sin \alpha}$$

$$l_1 = R \sqrt{1 - 2 \sin \alpha} \cdot \cos \frac{90^\circ + \alpha}{2} = R \sqrt{1 - 2 \sin \alpha} \cdot \sqrt{\frac{1 + \cos(90^\circ + \alpha)}{2}} = R \sqrt{\frac{(1 - 2 \sin \alpha)(1 - \sin \alpha)}{2}}$$

$$= R \sqrt{\frac{1 - \sin \alpha - 2 \sin \alpha + 2 \sin^2 \alpha}{2}} = R \sqrt{\frac{2 \sin^2 \alpha - 3 \sin \alpha + 1}{2}}$$

$$3) \quad R \sqrt{\frac{2 \sin^2 \alpha - 3 \sin \alpha + 1}{2}} > 4 R \sin \alpha$$

$$2 \sin^2 \alpha - 3 \sin \alpha + 1 > 32 \sin^2 \alpha$$

$$\alpha \in \text{arcsin} [0; \text{arcsin}(0,139)]$$

↑

$$\alpha \in \text{arcsin} (-0,24; 0,139) \Rightarrow$$

$$\left[\alpha \in [0; 8^\circ] \right] \quad \text{Ответ: } \alpha \in [0; 8^\circ]$$

15



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Чистовик

Работа по Физике.

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

Площадка написания:

Договорудный

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

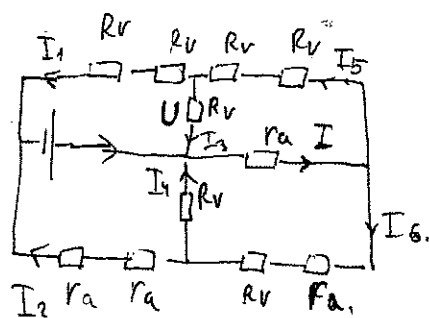
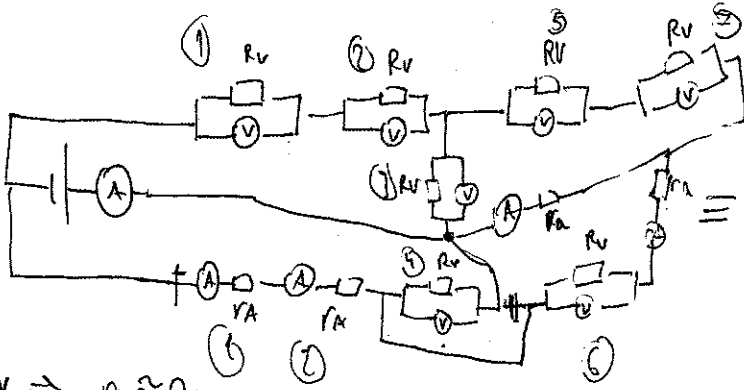
1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

$N=4.$

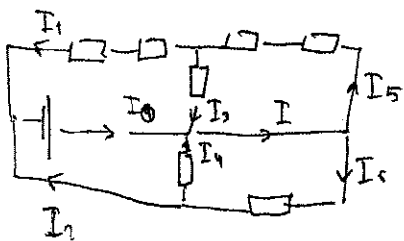
идеальный амперметр:

$\text{---}(\Omega)\text{---} \equiv \text{---}| | \text{---}(\text{A})\text{---}$; группа источников напряжения ε .

Схема аналогия данной (все A и V идеальны).



$r_a \ll R_v \Rightarrow r_a \approx 0.$



~~$$\begin{aligned} \varepsilon + I_3 R - 2I_1 R &= 0. \\ \varepsilon + I_4 R &= 0 \\ I_5 \cdot 2R + I_3 R &= 0 \\ I_6 R + I_4 R &= 0. \\ |I_3 R| &= IB \\ I &= 1 \mu\text{KA}. \end{aligned}$$~~

~~$$\begin{aligned} 0-0 \Rightarrow \begin{cases} I_3 - 2I_1 - I_4 = 0 \\ \varepsilon + I_4 R = 0 \\ 2I_5 + I_3 = 0 \\ I_6 + I_4 = 0 \\ R = \frac{IB}{|I_3|} \\ I_5 + I_6 = 1 \mu\text{KA} \end{cases} \end{aligned}$$~~

~~$$\begin{aligned} I_0 + I_3 + I_4 &= I = 1 \mu\text{KA}. \\ I_0 &= 1 \mu\text{KA} - I_3 - I_4 \end{aligned}$$~~

Итоговое уравнение $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{10R - I_3 - I_4}$

$I_3 - 2I_1 - I_4 = 0$ 1

$\mathcal{E} + I_1 R = 0$ 2

$2I_5 + I_3 = 0$ 3

$I_6 + I_4 = 0$ 4

$R = \frac{1B}{|I_3|}$ 5

$I_5 + I_6 = 1 \text{ mA}$ 6

$(3) - (1) \Rightarrow 2I_5 + I_3 - I_3 + 2I_4 + I_4 = 0$

$2I_5 + 2I_4 + I_4 = 0 \dots (4)$

\Downarrow

$2I_5 + 2I_4 - I_6 - I_4 = 0$

$2I_5 + 2I_4 - I_6 = 0 \dots (5)$

~~$2I_5 + 2I_4 - I_6 - I_5 - I_6 = 1 \text{ mA}$~~

$2I_5 + I_1 - I_6 + I_5 + I_4 = 1 \text{ mA}$

$I_1 = 1 \text{ mA} - 3I_5 \Rightarrow I_3 - 2 \text{ mA} + 6I_5 - I_4 = 0 \dots (7)$

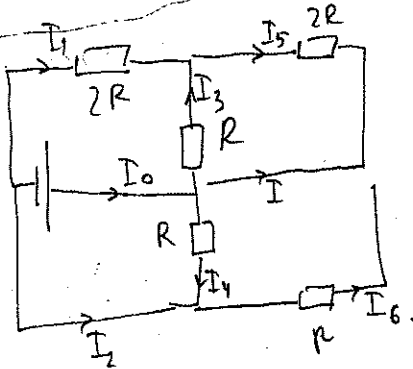
~~$I_6 = 1 \text{ mA} - I_5$~~

$I_3 - 2 \text{ mA} + 6I_5 - I_4 + 2I_6 + I_4 = 0$

на R

$R_0 = \frac{\mathcal{E}}{I_0} = ? R = ?$

$I_3 + I_4 = 2 \text{ mA} - 6I_5 - 2I_6$



$\begin{cases} \mathcal{E} + I_3 R + 2I_1 R = 0 \\ \mathcal{E} - I_4 R = 0 \\ I_3 R + I_5 \cdot 2R = 0 \\ I_4 R + I_6 R = 0 \\ I_1 + I_5 + I_6 = 0 \\ I = 1 \text{ mA} \\ |I_3 R| = 1B \end{cases}$

$\Rightarrow \mathcal{E} + R(2I_1 - I_3) = 0$

$\mathcal{E} - I_4 R = 0$

$I_3 + 2I_5 = 0$

$\Rightarrow \mathcal{E} + I_6 R = 0 \Rightarrow I_6 = -\frac{\mathcal{E}}{R}$

$I_4 + I_6 = 0 \Rightarrow I_4 = -I_6 \quad I_0 = I + I_3 - I_6$

$I_5 + I_6 = -1 \text{ mA}$

$I_3 + 2I_5 = I_3 - 2(1 \text{ mA} + I_6) = 0 \Rightarrow I_3 = 2 \text{ mA} + 2I_6$

$I_0 = I + I_3 + I_4$

\Downarrow

$|I_3 R| = 1B$

$\begin{cases} I_0 = I + 2 \text{ mA} + 2I_6 - I_6 = 3 \text{ mA} - \frac{\mathcal{E}}{R} \\ |I_3 R| = |(2 \text{ mA} \cdot R + 2 \cdot \frac{\mathcal{E}}{R} \cdot R)| = 2 \text{ mA} \cdot R - 2\mathcal{E} = 1B \end{cases}$



ШИФР: 165
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

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

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

$$\begin{cases} I_0 = 3 \text{ мкА} - \frac{\mathcal{E}}{R} \\ IB = 2 \text{ мкА} \cdot R - 2\mathcal{E} \\ IB = 2\mathcal{E} - 2 \text{ мкА} \cdot R \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \mathcal{E} = \frac{2 \text{ мкА} \cdot R - IB}{2} \\ \mathcal{E} = \frac{IB + 2 \text{ мкА} \cdot R}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_0 = 3 \text{ мкА} - \frac{1B}{2R} = 2 \text{ мкА} + \frac{B}{2R} \\ I_0 = 3 \text{ мкА} - \frac{1B}{2R} - 2 \text{ мкА} = 1 \text{ мкА} - \frac{1B}{2R} \end{cases}$$

$$I_1 + I_3 = I_5 \Rightarrow I_1 = I_5 - I_3 = -1 \text{ мкА} - I_6 - 2 \text{ мкА} - 2I_6 = -3(\text{мкА} + I_6)$$

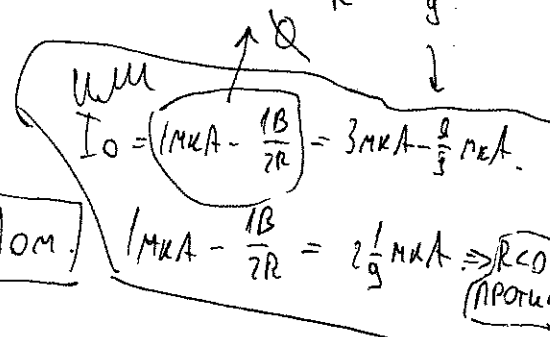
$$I_3 = 2 \text{ мкА} + 2I_6$$

$$\mathcal{E} + R(2I_1 - I_3) = 0 \Rightarrow \mathcal{E} + R(-6 \text{ мкА} - 6I_6 - 2 \text{ мкА} - 2I_6) = 0$$

$$\mathcal{E} = 8R(I_6 + 1 \text{ мкА})$$

$$I_6 = -\frac{\mathcal{E}}{R} \Rightarrow \mathcal{E} = 8R \cdot \left(-\frac{\mathcal{E}}{R} + 1 \text{ мкА}\right) \Rightarrow 9\mathcal{E} = 8R \text{ мкА} \Rightarrow \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{8}{9} \text{ мкА}$$

$$I_0 = 3 \text{ мкА} - \frac{\mathcal{E}}{R} = \left(3 - \frac{8}{9}\right) \text{ мкА} = 2,11 \text{ мкА} = \frac{19}{9} \text{ мкА}$$



$$\left(2 + \frac{1}{5}\right) \text{ мкА} = 2 \text{ мкА} + \frac{1B}{2R} \Rightarrow R = 4,5 \text{ МОм}$$

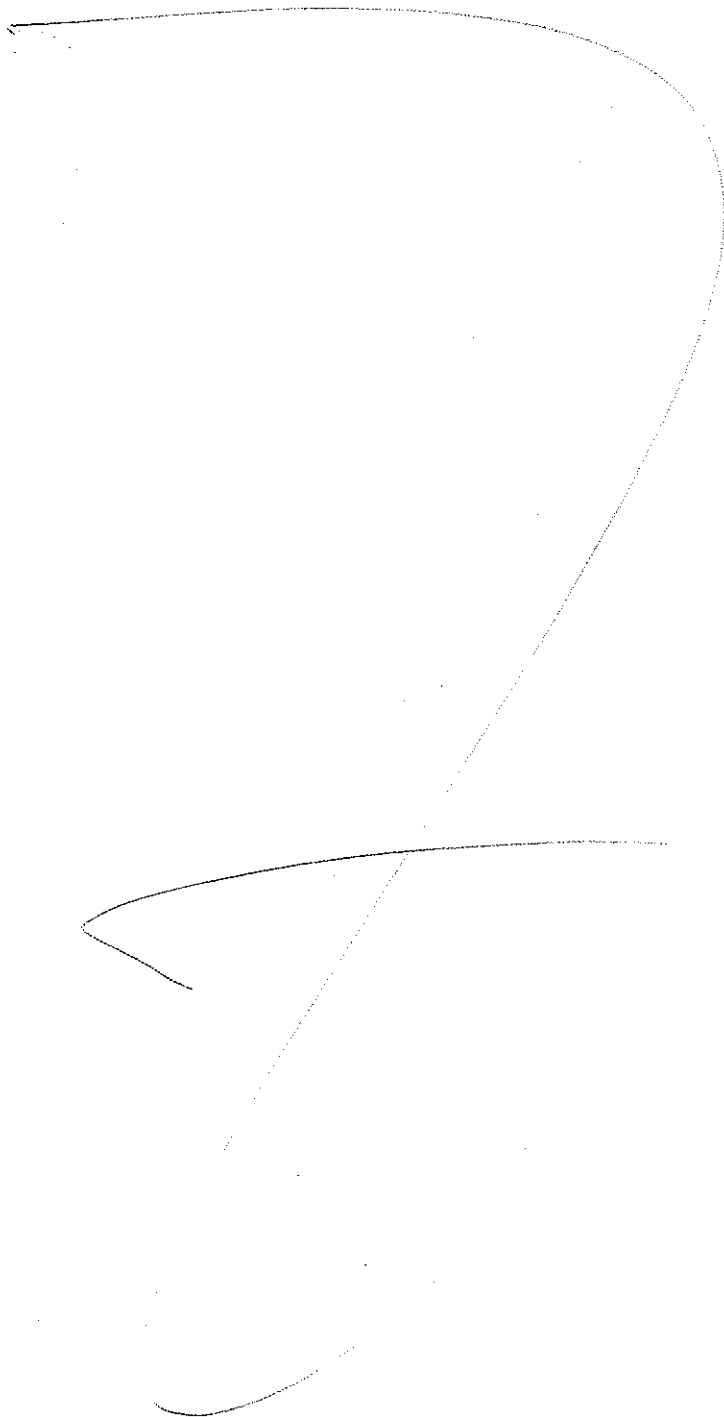
$$\mathcal{E} = \frac{2 \text{ мкА} \cdot 4,5 \text{ МОм} - 1B}{2} = 4B$$

$$\frac{1B + 2 \text{ мкА} \cdot 4,5 \text{ МОм}}{2} = 2B$$

$$I_0 = \frac{19}{9} \text{ мкА} \Rightarrow R_0 = \frac{\mathcal{E}}{I_0} = \frac{4B}{\frac{19}{9} \text{ мкА}} = \frac{36}{19} \text{ МОм} = 1,89 \text{ МОм}$$

Ответ: $R_V = 4,5 \text{ МОм}$; $R_{\text{ом}} = 1,89 \text{ МОм}$.

25





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

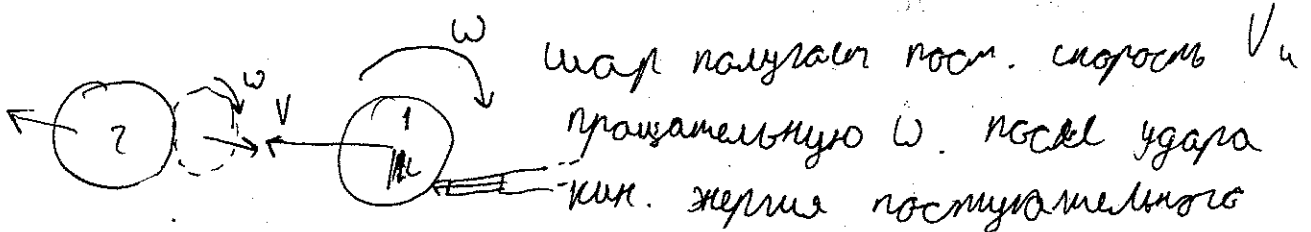
Работа по Физике

Дата 27.07.2021.
Вариант № 1
Площадка написания:
Доголаудный
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

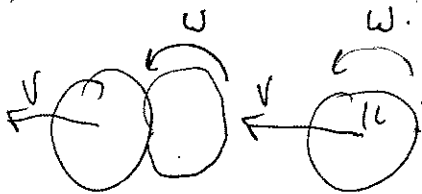
№5.
Если удар приходится в нижнюю часть:



шар получает пост. скорость V и
угловую ω . после удара
кин. энергия поступательного

движения передается шару 2, тот получает импульс, направленный
влево. До удара шар 1 прокатывался, после удара $E_{\text{пост.}} \rightarrow 0$,
осталась $E_{\text{вращ.}}$. Шар 1 теряет скорость V , за счет угловой
скорости ω и уменьшения поступательной шар перестает
прокатываться и откатывается назад.

2) удар в верхнюю часть, выше центра.



аналогично шар передает $E_{\text{пост.}}$,
сохраняет $E_{\text{вращ.}}$ шар катится в
том же направлении, тк удар в

верхнюю точку (вращение против часовой) шар откатывается в
ту же сторону.

3) если удар в центр, то шар получает только $E_{\text{пост.}}$ и
после соударения шар остается на месте.

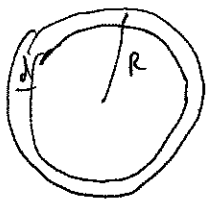
4) шар передает другому только $E_{\text{пост.}}$ тк удар центральный
рычаг $L=0$

Ответ: удар сверху - туда же, снизу - обратно.



$N=6.$

$d \ll R.$



1) d — толщина.

$$V = V_6 - V_n = \frac{4}{3}\pi R^3 - \frac{4}{3}\pi (R-d)^3 = \frac{4}{3}\pi (R^3 - R^3 + 3R^2d - 3Rd^2 + d^3)$$

$$= \frac{4}{3}\pi d (3R^2 - 3d + d^2) \approx 4\pi d R^2$$

$$M(R) = 4\rho\pi d R^2 \Rightarrow \frac{M(2R)}{M(R)} = \frac{4\rho\pi d (2R)^2}{4\rho\pi d R^2} = 4$$

мысли.
Если $R=2R_1$
 $d=2d_1$
то все пропорции масштаба сохраняются

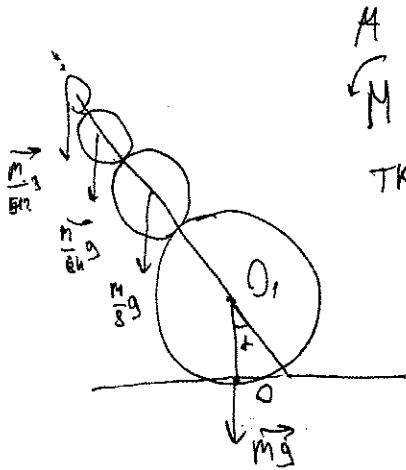
$\Rightarrow M(2R) = 4M(R).$

$$\frac{\rho \cdot 4\pi \cdot ndR^2 \cdot n^2}{\rho \cdot 4\pi dR} = n^3$$

$M(2R) = 8M(R) \Rightarrow$ каждый шар в 8 раз тяжелее предыдущего.
(если это сферы; если шары не полые, все равно в 8 раз)

рассмотрим 4 шара, ~~так как 5 шаров по массе след. шаро~~
~~превзойти.~~

2) при малом отклонении:



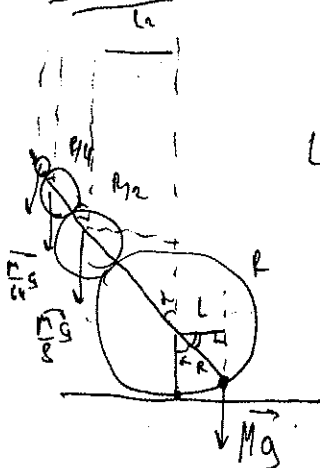
M
 $\vec{M}_1 + \vec{M}_2 = \vec{M}_1$

так $M_2 = 0$, так.

$m g \cdot L_1 = m g \cdot 0 = 0.$

так тогда опоры. O и центр O_1 : $OO_1 \parallel \vec{m g}$
 $\vec{m g}$ висит над O_1 . $\Rightarrow L_1 = 0.$

3) в этом положении начнутся колебания:



$L = R \cos(90-\alpha) = R \sin \alpha. \Rightarrow M_1 \leq M_2 \Rightarrow$ при малом отклонении или

в любую сторону вращения будет к положению равновесия.



ШИФР: 165
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Инженерная
Работа по Физике

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

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

$$Mg \cdot R \sin \alpha = \frac{mg}{8} \cdot l_2 + \frac{mg}{64} \cdot l_3 + \frac{mg}{512} \cdot l_4 \dots$$

~~$$MR \sin \alpha = \frac{m}{m} \left(\frac{R+E}{8} \right)$$~~

$$MR \sin \alpha = m \sin \alpha \left(\frac{R+E}{8} + \frac{R+E+\frac{E}{2}+\frac{E}{4}}{64} + \frac{R+E+\frac{E}{4}+\frac{E}{8}}{512} \dots \right)$$

$$M = m \left(\frac{1+0,5}{8} + \frac{1+1+\frac{1}{4}}{64} + \frac{1+1+\frac{1}{2}+\frac{1}{4}}{512} \dots \right) = \boxed{0,23m}$$

Ответ: $M \geq 0,23m$.

150

