

2

343452
Регистрационный номер

Ура
Площадка написания

«Инженерской Механики»
Школа

Фамилия Денисов

Имя Александр

Отчество Александрович

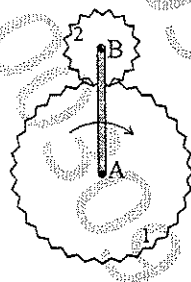
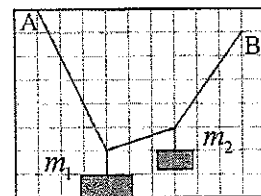
(не заполнять)

Подпись

«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиады

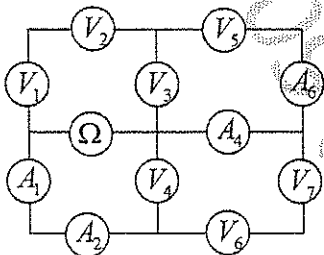
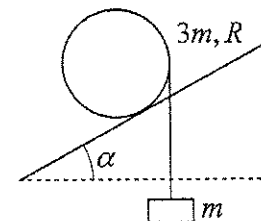
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», БГТУ им. В.Г. Шухова, ВлГУ «Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс
2 вариант

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 .



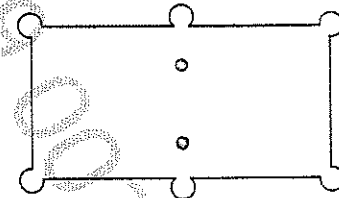
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи — планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

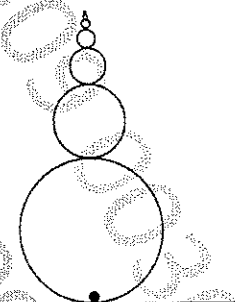


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра V_3 : $U = 1$ В и амперметра A_4 : $I = 1$ мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра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

5. Если два бильярдных шара встанут 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:

1. Чора

ФИО и рег. номер не
указывать!

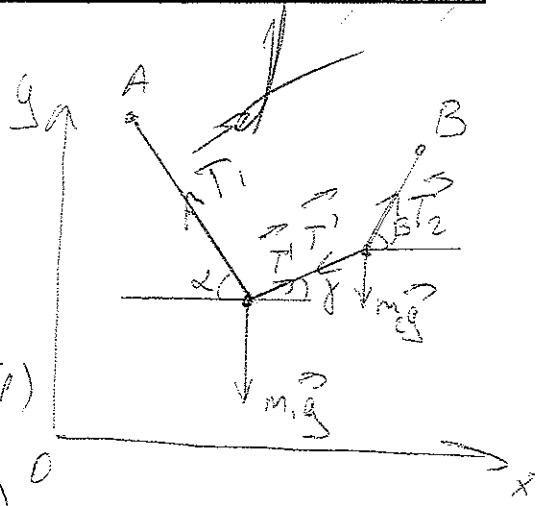
ОЦЕНКА
(не заполнять)

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

Затем ука-а равновесия на O_k для
белк узлов:

$$\left. \begin{aligned} T' \cos \gamma &= T_1 \cos \alpha \\ T' \cos \gamma &= T_2 \cos \beta \end{aligned} \right\} \Rightarrow T_1 = T_2 \cdot \frac{\cos \beta}{\cos \alpha} \quad (1)$$

$$T' = T_2 \frac{\cos \beta}{\cos \alpha} \quad (2)$$



Теперь ука-а равновесия на $O_{y'}$

$$\begin{cases} m_1 g = T_1 \sin \alpha + T' \sin \gamma \\ m_2 g = T_2 \sin \beta - T' \sin \gamma \end{cases} \text{ , учитывая } (1) \text{ и } (2):$$

$$m_1 g = T_2 \cdot \cos \beta \cdot \tan \alpha + T_2 \cos \beta \cdot \tan \gamma \quad (3)$$

$$m_2 g = T_2 \sin \beta - T_2 \cos \beta \cdot \tan \gamma \quad (4)$$

поделим (3) на (4). Получим:

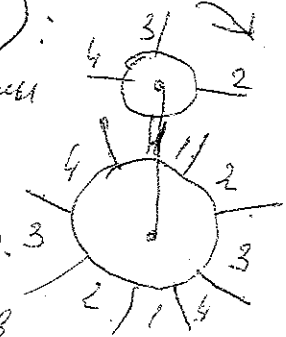
$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\tan \alpha + \tan \gamma}{\tan \beta - \tan \gamma} \text{ , Показателем из условия } \Rightarrow \tan \alpha = 2; \tan \gamma = \frac{1}{3}; \tan \beta = \frac{1}{3}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{2 + \frac{1}{3}}{\frac{1}{3} - \frac{1}{3}} = \frac{\frac{7}{3}}{0} = \frac{7}{3}$$

Ответ: $\frac{7}{3}$ (21)

N2

Очевидно, что на большой шестерне имеется $2N$ "пазов" или по-другому отверстий, предназначенных для зубьев меньшей шестерни. Таким образом отношение оборотов шестерни и малой шестерни k : $k = \frac{2N}{N} = 2$. Т.е. каждый зуб меньшей шестерни всегда будет находиться между сред. зубьями зубьями большой. Для наглядности рассмотрим, рисунок ($N=4$), например:



цифрами на меньшей шестерне обозначены зубья, а на большой — пазы, в соответствии с тем, какие зубья по камере в них попадают.

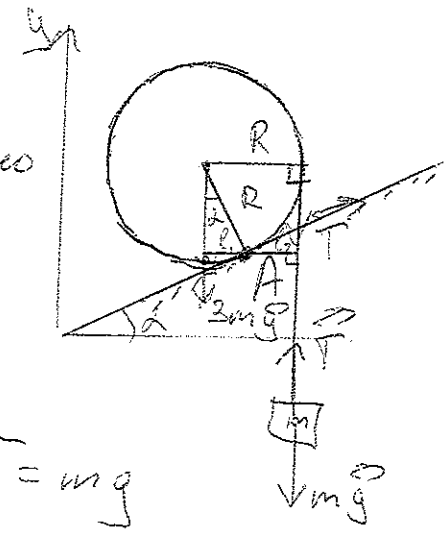
Тогда, так как $k=2$, кол-во оборотов меньшей шестерни за n оборотов шестерни равно: $N' = kn = 2n$

Ответ: $2n$. \ominus \oplus

N3

Нарисуем рисунок:

l_1 и l_2 — плечи сил $3mg$ и T
 Зависим правильно моменты относительно Т. силы А, с тем условием, что цилиндр находится на грани вверх по накл. пл-ти:



$T \cdot l_2 \geq 3mg \cdot l_1$,

из III з. Ньютона ~~на~~ на O_y : $T = mg$

$mg \cdot l_2 \geq 3mg \cdot l_1$,

$l_2 \geq 3l_1$,

из рисунка:

$l_1 = R \sin \alpha$; $l_2 = R - R \sin \alpha$ $l_2 = R - R \sin \alpha = R(1 - \sin \alpha)$. Тогда:

$R(1 - \sin \alpha) \geq 3 \cdot R \sin \alpha$

$1 \geq 4 \sin \alpha$

$\sin \alpha \leq \frac{1}{4} \Rightarrow \alpha < 14,47^\circ$

Ответ: $\alpha < 14,47^\circ$ \ominus \oplus



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 2

Площадка написания:

2. Чора

ФИО и рег. номер не
указывать!

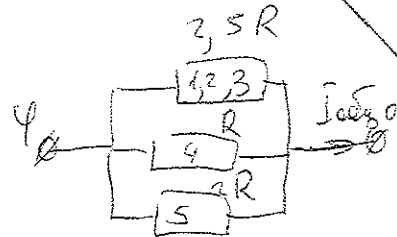
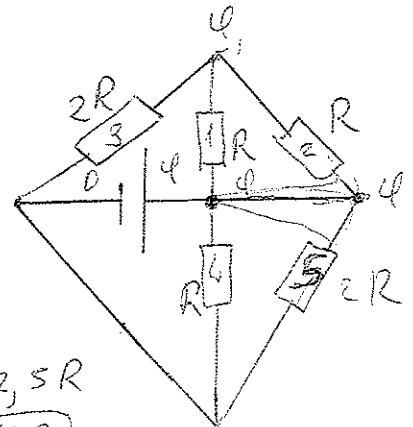
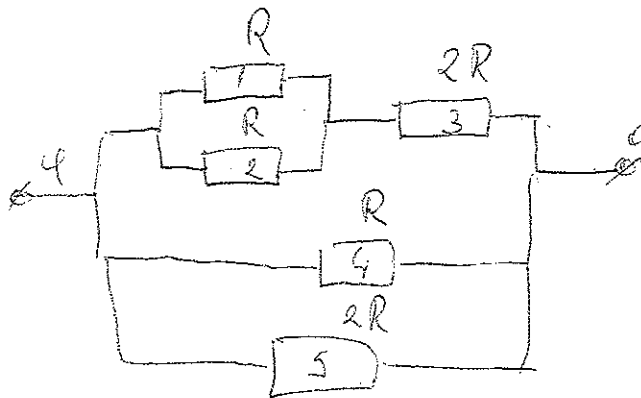
ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

Сначала отметим, что амперметр измеряет только сопротивляемые цепи. В нашем случае и вообще суть его работы в том, что он пропускает через систему n резисторов напряжение и по величине тока наводит n сопротивляемых. Тогда, преобразуя сопротивляемыми амперметр и принимая амперметр за источник тока, а вольтметр за резистор с сопротивлением R , то построим эквивалентную схему данной:

Из условия: $U_1 = 1В$; $I_{обш} = 1мА$
Расставим потенциалы и еще больше упростим схему, переисав ее:



Тогда общее сопротивляемое:

$$R_{обш} = \left(\frac{1}{2,5R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{R} \right)^{-1} = \frac{R}{1,9}$$

$$U_{обш} = R_{обш} \cdot I_{обш} = \frac{R}{1,9} \cdot I_{обш} = U_{123} = I_{123} \cdot R_{123} = I_{123} \cdot 2,5R$$

$$\frac{I_{обш} R}{1,9} = I_{123} \cdot 2,5R \Rightarrow I_{123} = \frac{I_{обш}}{4,75}$$

$$I_3 = I_{12} = I_{123}; \quad U_1 = U_2; \quad I_1 R = I_2 R \Rightarrow I_1 = I_2 = I_{12} = \frac{I_{12}}{2} = \dots$$

Тогда: $R = \frac{U_1}{I} = \frac{U_1 \cdot 9}{I_{обш}} = 95 \cdot 10^6 (Ом) \Rightarrow R_{обш} = \frac{95 \cdot 10^6}{1,9} = 5 \cdot 10^6 (Ом)$ Лист 2 из 2

показания амперметра, а R - сопр. вольтметра.

Ответ: $9,5 \cdot 10^6 Ом$; $5 \cdot 10^6 Ом$

Какаем с того, что все бильярдные шары имеют одну и ту же массу. Более того, чтобы оба шара казались условно одной точки, необходимо чтобы удар был центральный. Удар шар удар при столкновении шаров.

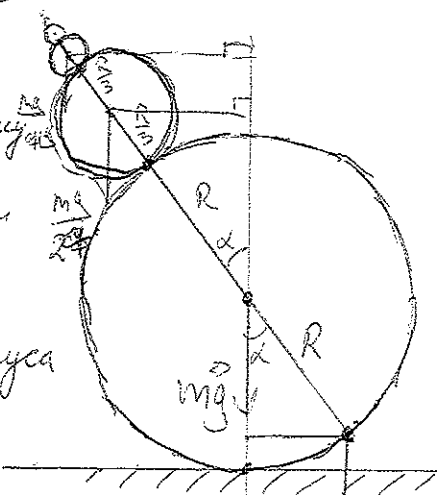
Теперь разберём первый случай, когда оба шара попадают в одну точку. Чтобы это произошло нужно придать шару лишнюю кинетическую энергию, еще и энергию при касании шара. То есть удар или нужно совершить, чтобы дополнительно разогнать шар в сторону удара. Тогда из той точки практической удара столкновения вся поступательная энергия перейдет во вращение шара, а дотеперьшнейшей энергии касания у первого шарика перейдет в вращение энергии поступательное движение и тоже будет добавиться до нуля. Другим словом шар в первый шар должен прокатываться вперед в момент удара, чтобы за счет силы трения это прокатывание помогло шарику разогнать шар.

Второй случай еще похож на первый, но отличие лишь в том, что в момент удара необходимо чтобы шарика звенели в противоположную сторону. В этот момент шарика прокатываются в одну и ту же. И, следовательно, шарика прокатываются. Для первого случая удар нужно совершить на верхней части шара и вообще желательно шарика сверху вверх, а во втором случае, соответственно наоборот.



№6

какая у Крайней точки не находится патологично центр масс самого большого шара находится в его центре и более того сила $m \cdot g$ направлена вдоль линии касания шара. Т.е. проходит через точку опоры, поэтому момент сил равен нулю. Вывод делаем из-за центрального момента сил верхние шары при малейшем толкании "рассекают" шарика - шарика.



Для случая определим, насколько каждый верхний шар сине продвигается. Так как $m = \rho V = \frac{4}{3} \rho \pi R^3$, то при уменьшении радиуса три раза, масса уменьшается в 27 раз. получаем массы (сверху вниз): $m, \frac{m}{27}, \frac{m}{729}, \frac{m}{19683}, \frac{m}{531441}, \dots$

где пусть шарика статическая ось на оси x от вертикали. Тогда шарика (где R - радиус самого большого шара) M - масса иная масса.

$$M g R \sin \alpha = \frac{m(R + \frac{R}{3}) \sin \alpha}{27} + \frac{m(R + \frac{2R}{3}) \sin \alpha}{729} + \frac{m(R + \frac{2R}{9} + \frac{2R}{27} + \frac{R}{81}) \sin \alpha}{19683} + \dots$$

$$M = \frac{4}{81} m + \frac{16}{6561} m + \frac{52}{531441} m + \frac{160}{43046721} m + \dots \approx 0,052 m$$

