

2

275485
Регистрационный номер

КАЗАНЬ
Площадка написания

КОТЛАХ ВГГ
Школа

Фамилия МОРЕВ

Имя ИЛЬЯ

Отчество ВЛАДИСЛАВОВИЧ

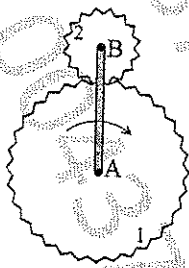
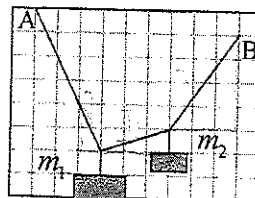
(не заполнять)

Морев
Подпись

«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиады

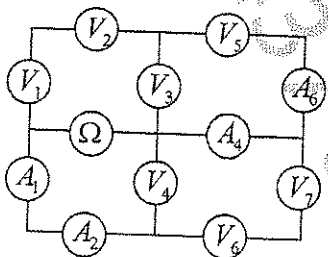
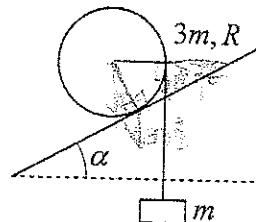
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», БГТУ им. В.Г. Шухова, ВлГУ
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс
2 вариант

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 .



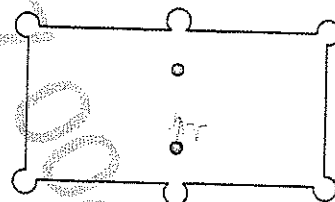
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг оси А неподвижного зубчатого колеса 1. Колесо 2 имеет N зубьев, колесо 1 – $2N$ 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?

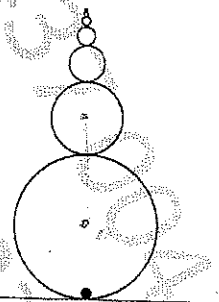


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из ~~шести~~ амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра V_3 : $U = 1$ В и амперметра A_4 : $I = 1$ мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра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



ШИФР: 021
(не заполнять)



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Работа по ФИЗИКЕ

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

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	0	1	2	0	1	7	<i>[Signature]</i>

№1. Пусть T_1, T_2, T_3 - силы натяжения веревки на участках А и m_1, m_2, m_3 в соответственно.
 α, β, γ - углы наклона веревки к горизонталю.

по рисунку: $\sin \alpha = \frac{2}{\sqrt{5}}; \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{5}}; \sin \beta = \frac{1}{\sqrt{10}}; \cos \beta = \frac{3}{\sqrt{10}}; \sin \gamma = \frac{4}{5}; \cos \gamma = \frac{3}{5}$

Тогда:

$$m_1 g = T_1 \sin \alpha + T_2 \sin \beta = \frac{T_1 \cdot 2}{\sqrt{5}} + \frac{T_2 \cdot 1}{\sqrt{10}}$$

$$m_2 g = T_3 \sin \alpha - T_2 \sin \beta = \frac{T_3 \cdot 4}{5} - \frac{T_2}{\sqrt{10}}$$

$$T_1 \cos \alpha = T_2 \cos \beta; \frac{T_1}{\sqrt{5}} = \frac{T_2 \cdot 3}{\sqrt{10}}; T_1 = \frac{3T_2}{\sqrt{2}}$$

$$T_3 \cos \gamma = T_2 \cos \beta; \frac{T_3 \cdot 3}{5} = \frac{T_2 \cdot 3}{\sqrt{10}}; T_3 = T_2 \sqrt{\frac{5}{2}}$$

$$m_1 g = \frac{3T_2 \cdot 2}{\sqrt{10}} + \frac{T_2}{\sqrt{10}} = \frac{7T_2}{\sqrt{10}}$$

$$m_2 g = \frac{4T_2}{\sqrt{10}} - \frac{T_2}{\sqrt{10}} = \frac{3T_2}{\sqrt{10}}$$

$$\Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{7}{3}$$

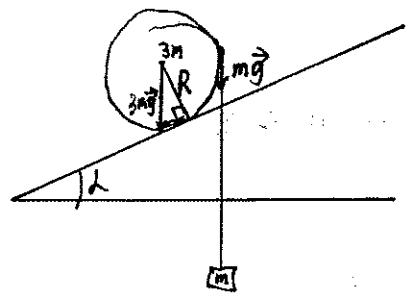
ОТВЕТ: $\frac{7}{3}$

+ 25

№2. КОЛЕСО 1 НЕПОДВИЖНО, А КОЛЕСО 2 АВИХУЕТСЯ ПО КОЛЕСУ 1. ЗА ОДИН ОБОРОТ 2 ВОКРУГ 1, ОНО ПРОХОДИТ $2N$ ЗУБЬЕВ, ПРИ ЭТОМ И САМО ОБОРАЧИВАЕТСЯ НА $2N$ ЗУБЬЕВ. ТАК КАК У КОЛЕСА 1 N ЗУБЬЕВ, ТО ОНО СОВЕРШИТ $\frac{2N}{N} = 2$ ОБОРОТА; ТОГДА ЗА n ОБОРОТОВ КОЛЕСА 1 ВОКРУГ 2, КОЛЕСО 2 СОВЕРШИТ $2n$ ОБОРОТОВ.

ОТВЕТ: $2n$ B5

№3. СИЛА $3mg$ ИМЕЕТ СОСТАВЛЯЮЩУЮ $3mg \sin \alpha$ ПАРАЛЛЕЛЬНУЮ ПЛОСКОСТИ, ДЕЙСТВУЮЩУЮ НА ЦЕНТРЕ ЦИЛИНДРА, ТОГДА В ТОЧКЕ СОПРИКОСНОВЕНИЯ ЦИЛИНДРА И ПЛОСКОСТИ ДЕЙСТВУЕТ СИЛА РАВНАЯ ПО МОДУЛЮ, ПРОТИВОПОЛОЖНАЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ.



ИТОГО ДВА МОМЕНТА СИЛ: $3mg \sin \alpha R$ И mgR ПРОТИВОПОЛОЖНЫЕ ПО НАПРАВЛЕНИЮ.

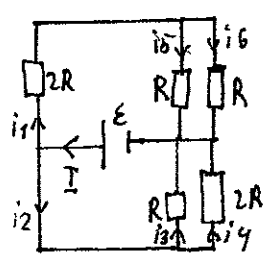
ЦИЛИНДР ПОКАТИТСЯ ВВЕРХ ПРИ $mgR > 3mg \sin \alpha R$.

$$\sin \alpha = \frac{1}{3}; \alpha = \arcsin \frac{1}{3}$$

ОТВЕТ: $\arcsin \frac{1}{3}$ B5

№4. ТАК КАК СОПРОТИВЛЕНИЯ АМПЕРМЕТРОВ МАЛЫ; ЗАМЕНИМ ИХ НА ПРОВОДНИКИ; А ВОЛЬТМЕТРЫ - НА РЕЗИСТОРЫ.

ОММЕТР - КАК ИСТОЧНИК ЭДС ϵ . СХЕМА СТАНЕТ ТАКОЙ:



ИЗВЕСТНО: $i_5 R = 1V$; $i_4 + i_6 = 1 \mu A = 10^{-6} A$
 $i_5 R \parallel i_6 R \Rightarrow i_6 R = i_5 R = 1V$; $i_5 = i_6$
 $i_1 = i_5 + i_6$; $\epsilon = i_1 \cdot 2R + i_5 R = (i_5 + i_6) \cdot 2R + i_5 R = 5i_5 R$
 $\epsilon = i_4 \cdot 2R \Rightarrow 2i_4 = 5i_5 = 5i_6$; $i_4 = \frac{5i_6}{2}$; $i_4 + i_6 = \frac{7i_6}{2} = 10^{-6} A$

$$i_6 = \frac{2}{7} \cdot 10^{-6} A$$

$$i_6 R = 1V \Rightarrow R = \frac{7}{2 \cdot 10^{-6}} = 3,5 \cdot 10^6 \Omega$$

ЕСЛИ РАССМОТРЕТЬ ЦЕПЬ ОТНОСИТЕЛЬНО ϵ И УПРОСТИТЬ: $i_5 R$ И $i_6 R \rightarrow \frac{R}{2}$; $i_3 R + i_4 \cdot 2R \rightarrow \frac{2}{3} R$

$$R_0 = \frac{\frac{5R}{2} \cdot \frac{2R}{3}}{\frac{5R}{2} + \frac{2R}{3}} = \frac{5R}{3(\frac{5}{2} + \frac{2}{3})} = \frac{10R}{19} = \frac{35}{19} \cdot 10^6 \Omega \approx 1,8 \cdot 10^6 \Omega$$

ОТВЕТ: $3,5 \cdot 10^6 \Omega$; $1,8 \cdot 10^6 \Omega$ A 25



ШИФР: _____
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Работа по ФИЗИКЕ

Дата 27.02.2022

Вариант № 2

Площадка написания:

КАЗАНЬ

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

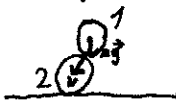
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

№5. Если ударить один шар прямо по горизонтали, то оба шара укатятся в одну сторону, обратное не возможно из-за закона сохранения энергии и закона сохранения импульса. Из второго, насколько замедлится первый шар при ударе - настолько ускорится другой, тогда если первый покатится обратно после удара, то второй покатится со скоростью большей скорости первого до соударения. Тогда $\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} + A$ невозможна, так как $\frac{mV_2^2}{2} > \frac{mV^2}{2}$, $\frac{mV_1^2}{2} + A$ неотрицательно, где $A \geq 0$ - потеря энергии при соударении.

Значит для выполнения второго случая необходима некоторая хитрость.

Если игрок опытен, то возможно сможет ударить так, чтобы первый шар прилетел и ударил второй при падении с обратной стороны:



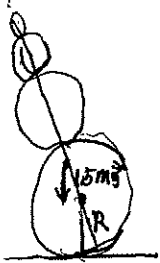
Тогда первый покатится дальше, а второй - от куда прилетел первый, так как сила их взаимодействия на первый шар - направлена по горизонтали со скоростью, а горизонтальная составляющая на второй - противоположна направлению скорости первого.

С.Б.Б.

н.б. ОБЩУЮ МАССУ И ВЫСОТУ КОНСТРУКЦИИ НАЙДЁМ ПО ФОРМУЛЕ ~~В~~ БЕСКОНЕЧНО УБЫВАЮЩЕЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОГРЕССИИ $b = 1,5 \text{ м}$ и $1,5R$ СООТВЕТСТВЕННО.

ПРИ НАКЛОНЕ КОНСТРУКЦИИ, ~~В~~ ЧАСТЬ ОСИ Соединяющей шары, НА НЕЙ ЛЕЖИТ ЦЕНТР МАСС, ПОВОРАЧИВАЕТСЯ ВОКРУГ ЦЕНТРА НИЖНЕЙ ОКРУЖНОСТИ R , ПРИ ЭТОМ ЦЕНТР МАСС СМЕЩЁН ВВЕРХ ПО ОСИ И ПРИ ЕЁ НАКЛОНЕ ПЕРЕВОРАЧИВАЕТ КОНСТРУКЦИЮ.

НАЙДЁМ ВЫСОТУ ЦЕНТРА МАСС. ТАК КАК ЗНАЧИМОСТЬ РАДИУСОВ СФЕР МАЛА, С ДОСТАТОЧНОЙ ТОЧНОСТЬЮ;



$$R_m = \frac{1 + \frac{1}{3}\left(2 + \frac{1}{3}\right) + \frac{1}{9}\left(2 + \frac{2}{3} + \frac{1}{9}\right) + \frac{1}{27}\left(2 + \frac{2}{3} + \frac{2}{9} + \frac{1}{27}\right)}{4,5} \cdot R = \frac{1 + \frac{7}{9} + \frac{25}{81} + \frac{77}{27^2}}{4,5} \cdot R = 1,5(R)$$

ДЛЯ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫСОТА ЦЕНТРА МАСС ДОЛЖНА БЫТЬ МЕНЬШЕ R

ИНАЧЕ: $\frac{1,5m^2 R}{1,5m + m_0} = R$

$2,25m = 1,5m + m_0 ; m_0 = 0,75m$

ОТВЕТ: $0,75m$

