245336
Регистрационный номер

2

г. Нововоронеж
Площадка написания

МКОУ „Нововоронежская СОШ №3"
Школа

Фамилия Терехов
Имя Артём
Отчество Сергеевич

(не заполнять)

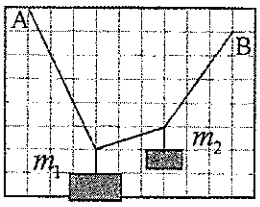
Подпись

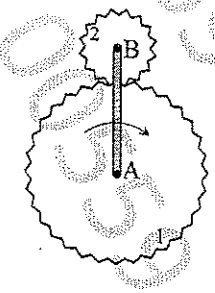
«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиады

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

2 вариант

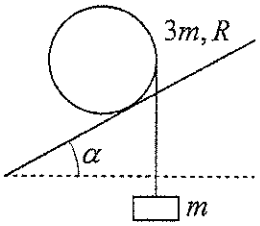
1. Концы невесомой веревки закреплены в точках А и В (см. рисунок). К веревке привязали два груза массами m_1 и m_2. По приведенному рисунку найти отношение масс грузов m_1/m_2.

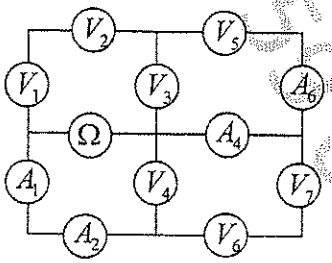




2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг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

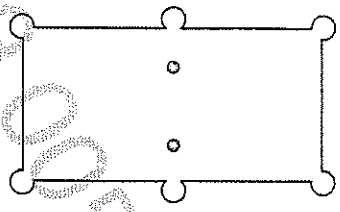
3. На однородный цилиндр радиуса R и массы $3m$ намотана невесомая нить, к концу которой привязано тело массы m. Цилиндр аккуратно кладут на наклонную плоскость, по которой он может катиться без проскальзывания, так, что его образующая перпендикулярна направлению быстрейшего спуска с плоскости (см. рисунок). При каком угле наклона плоскости α цилиндр будет двигаться вверх по плоскости?



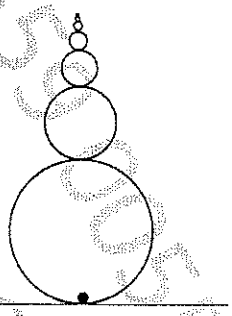


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра V_3: $U = 1$ В и амперметра A_4: $I = 1$ мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра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

5. Если два бильярдных шара 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.



Председатель методической комиссии, 2022 год

ШИФР: 721
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

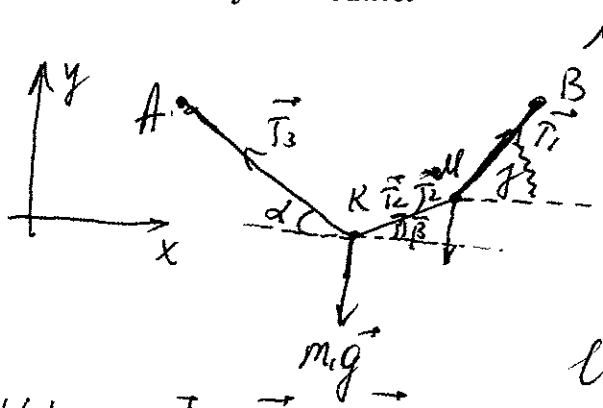
Работа по физике

Дата 27.02.22г
Вариант № 2
Площадка написания: г. Новоуральск
ФИО и рег. номер не указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

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

№1



Из схемы ~~на рисунке~~

$tg\alpha = 2$ | $\cos\alpha = 0{,}45$ | $\sin\alpha = 0{,}90$

$tg\beta = \frac{1}{3}$ | $\cos\beta = 0{,}95$ | $\sin\beta = 0{,}32$

$tg\gamma = \frac{4}{3}$ | $\cos\gamma = 0{,}6$ | $\sin\gamma = 0{,}8$

Из II закона Ньютона для т. K и M:

K: $m_1\vec{g} + \vec{T_2} + \vec{T_3} = 0$

OX: $T_3\cos\alpha = T_2\cos\beta \Rightarrow T_3 = T_2\frac{\cos\beta}{\cos\alpha}$

OY: $m_1 g = T_3\sin\alpha + T_2\sin\beta$

$m_1 g = T_2\cos\beta\cdot tg\alpha + T_2\sin\beta$

$m_1 = \frac{T_2}{g}(\cos\beta\cdot tg\alpha + \sin\beta)$

M: $m_2\vec{g} + \vec{T_2} + \vec{T_1} = 0$

OX: $T_1\cos\gamma = T_2\cos\beta$

$T_1 = \frac{\cos\beta}{\cos\gamma}T_2$

OY: $m_2 g = T_1\sin\gamma - T_2\sin\beta$

$m_2 g = T_2\cos\beta\cdot tg\gamma - T_2\sin\beta$

$m_2 = \frac{T_2}{g}(\cos\beta\cdot tg\gamma - \sin\beta)$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\cos\beta\cdot tg\alpha + \sin\beta}{\cos\beta\cdot tg\gamma - \sin\beta}$$

$\frac{m_1}{m_2} \approx 2{,}345$

Ответ: 2,345

1,5б

ШИФР: 724
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

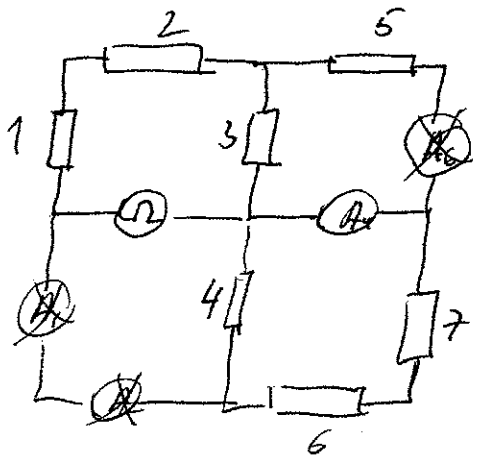
Работа по физике

Дата 27.02.22г
Вариант № 2
Площадка написания: г. Нововоронеж
ФИО и рег. номер не указывать!

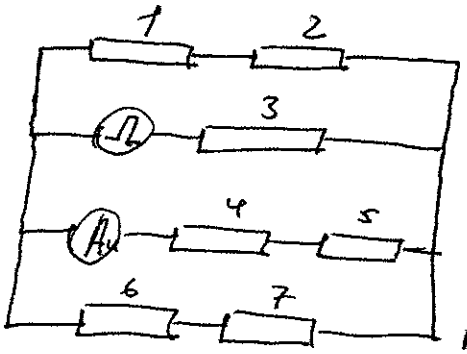
ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

№4



Перерисуем схему:



Исходя из схемы

$U_{12} = U_3 = U_{45} = U_{67} = 1В$

$I_{45} = 1 мкА$

$R_{45} = \frac{U_{45}}{I_{45}}$

$R_{45} = 1 МОм$

Т.к. R_4 и R_5 соединены посл-но, то:

$R_{45} = R_4 + R_5 = 2R$, где $R = R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = R_7$

$R = 500 кОм$ – сопротивление на каждом вольтметре

$\Omega = R_{об}$

$R_{12} = 2R$

$R_{123} = \frac{2R^2}{2R+R} = \frac{2}{3}R$

$R_{4-7} = R$

$R_{1-7} = \frac{\frac{2}{3}R^2}{\frac{5}{3}R} = \frac{2}{5}R = 0{,}4R$

$\Omega = 200 кОм$

Ответ: 500кОм – сопротивление вольтметра; 200кОм – показания омметра

ШИФР: 7-1
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

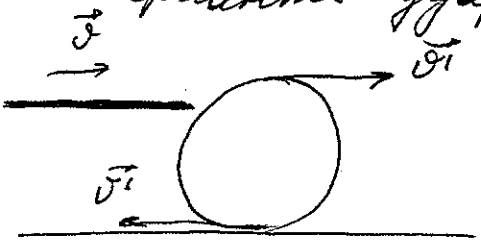
Дата 27.02.22
Вариант № 2
Площадка написания: г. Нововоронеж
ФИО и рег. номер не указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

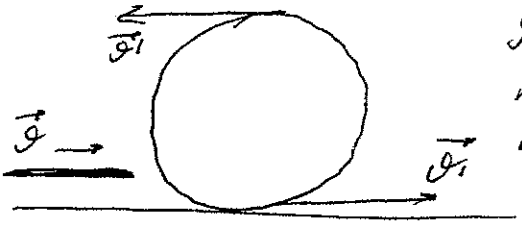
№5

В варианте удара (1) описан „Удар в верх шара":



Удар кием в верх шара заставляет шар крутиться по часовой стрелке. За счет этого после упругого взаимодействия с другим шаром, шар продолжает движение в ту же сторону, к той же лузе, немного медленнее, чем другой шар и закатывается туда вслед за ним.

В варианте удара (2) описан „Удар в низ шара":



Удар кием в низ шара заставляет шар крутиться против часовой стрелки, одно в направлении другого шара (создается „ускорение" против движения). Именно за счет этого после взаимодействия (упругого) с другим шаром то самое движение против час. стрелки заставляет шар начать движение против исходного направления и шар закатывается в противоположную лузу. В обоих описанных ударах ~~кистенем~~ кием бьется шар в направлении к другому шару

25

ШИФР: _____
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

Дата 27.02.22
Вариант № 2
Площадка написания: г. Нововоронеж
ФИО и рег. номер не указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

№2

k – количество оборотов колеса 2 вокруг своей оси.

$k = \frac{N_1}{N_2}$, где N_2 – кол-во зубьев на колесе 2, а N_1 – кол-во пройденных зубьев

$N_2 = N$

Выразим кол-во пройденных зубьев N_1 через количество оборотов кривошипа AB вокруг оси A n:

$N_1 = 2N \cdot n$, т.е. кол-во зубьев в колесе 1 на кол-во оборотов.

$k = \frac{2N \cdot n}{N} = 2n$

Ответ: $k = 2n$.

№6.

„Инновационный Ванька-встанька" имеет неустойчивое положение равновесия. Превосходства массы большого шара недостаточно для удержания равновесия, т.к. масса шара распределена равномерно, а значит и центр масс будет в центре шара. Для устойчивости необходимо максимально опустить центр масс.

ШИФР: _____
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

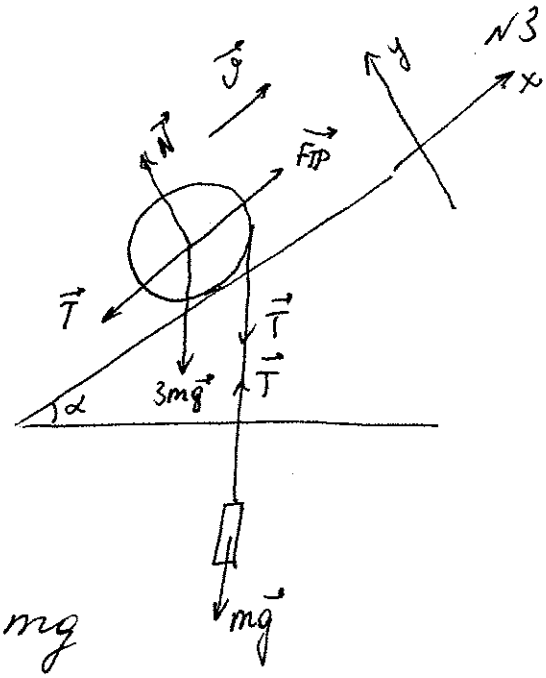
Работа по физике

Дата 27.02.22
Вариант № 2
Площадка написания: г. Нововоронеж
ФИО и рег. номер не указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

№3



$T = mg$

$\vec{N} + \vec{F_{тр}} + 3m\vec{g} + \vec{T} = 0$

OX: $F_{тр} = 3mg\sin\alpha - T$

Oy: $N = 3mg\cos\alpha$

$F_{тр} > 3mg\sin\alpha - mg$

$mg(3\sin\alpha - 1) < F_{тр}$

$3\sin\alpha - 1 < \frac{F_{тр}}{mg}$

$\sin\alpha < \frac{F_{тр} + mg}{3mg}$

$\alpha < \arcsin\left(\frac{F_{тр} + mg}{3mg}\right)$