

2

280209
Регистрационный номер

МФТИ
Площадка написания

ГАОУ МО ДКНД
Школа

Фамилия Горшков

Имя Александр

Отчество Евгеньевич

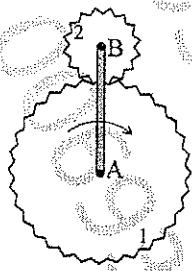
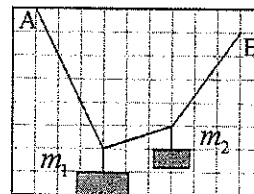
175
(не заполнять)

Подпись

«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиады

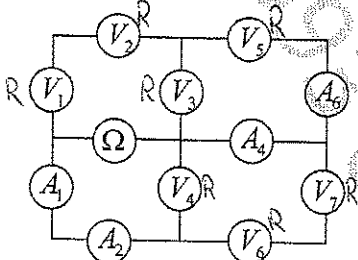
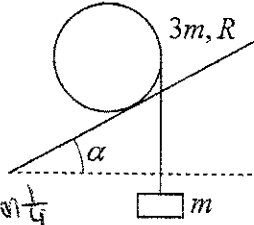
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», БГТУ им. В.Г. Шухова, ВлГУ
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс
2 вариант

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



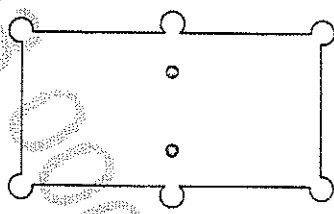
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг 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? $3n$

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? $\alpha < \arcsin \frac{1}{4}$

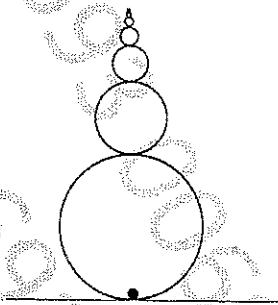


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра V_3 : $U = 1$ В и амперметра A_4 : $I = 1$ мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания омметра Ω . Все вольтметры одинаковы, сопротивления амперметров очень малы. $R = 3.5 \text{ МОм}$, $R_0 = \frac{7}{3} \text{ МОм}$

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 .



$M > 8m' \approx 0.0518m$



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по иккерной асиметрии иккерников

Дата 27.02.22

Вариант № 2

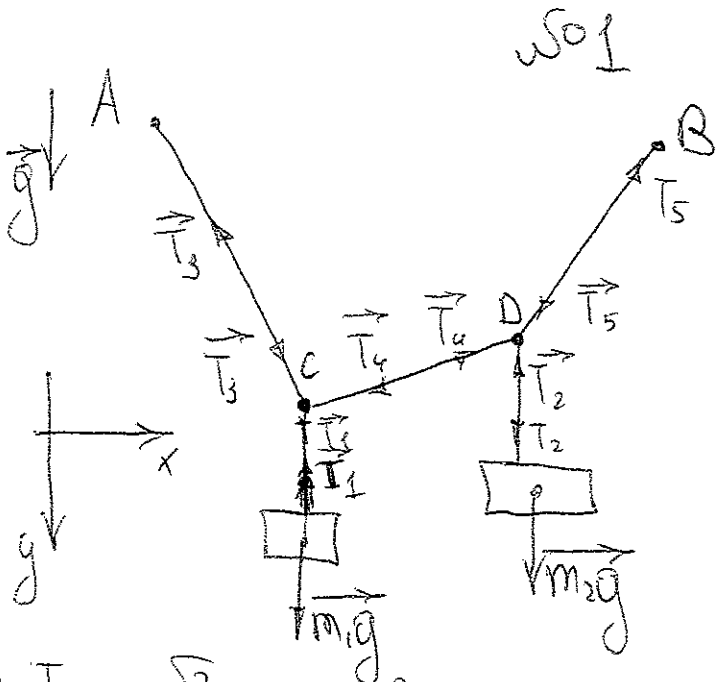
Площадка написания:

МФТИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

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



1) По II 3. Ньютона для
C: $0x: T_4 \cdot \frac{3}{\sqrt{3^2+1^2}} = T_3 \cdot \frac{3}{\sqrt{3^2+6^2}}$
 $0y: T_3 \cdot \frac{6}{\sqrt{3^2+6^2}} + T_4 \cdot \frac{1}{\sqrt{3^2+1^2}} = m_1 g$

D: $0x: T_5 \cdot \frac{3}{\sqrt{3^2+4^2}} = T_4 \cdot \frac{3}{\sqrt{3^2+1^2}}$
 $0y: T_5 \cdot \frac{4}{\sqrt{3^2+4^2}} = m_2 g + T_4 \cdot \frac{1}{\sqrt{3^2+1^2}}$

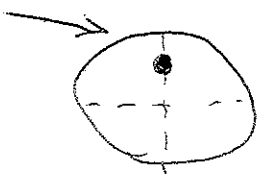
2) $\frac{T_4}{T_3} = \frac{\sqrt{2}}{3}; T_3 = \frac{3}{\sqrt{2}} T_4 \Rightarrow m_1 g = \frac{7}{\sqrt{10}} T_4$

3) $T_5 = \frac{5}{\sqrt{10}} T_4 = \frac{\sqrt{10}}{2} T_4 \Rightarrow m_2 g = \frac{3}{\sqrt{10}} T_4$

1) Если два шара одинаковой массы сталкиваются (упруго), то один из них полностью передает свой импульс другому.

2) Чуть после упругого удара шар продолжит движение, он должен вращаться, тем самым из-за силы трения о стол приобретает скорость в направлении вращения.

3) Чуть два шара попали в лузу, расположенную в направлении удара надо бить по верхней части шара



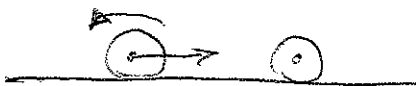
Тем самым при столкновении со вторым шаром он будет вращаться



и передав импульс продолжит вращаться → кабрируя скорость за счет вращения.

4) Чуть два шара попали в противоположные лузы, ~~они должны~~ надо бить по нижней части шара

Так шар будет вращаться в противоположную ← directionally сторону



И при ударе, отдав импульс, за счет вращения будет кабрировать скорость →

Handwritten signature or mark.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по иттеркерной олимпиаде школьников

Дата 27.02.22

Вариант № 2

Площадка написания:

МФТИ

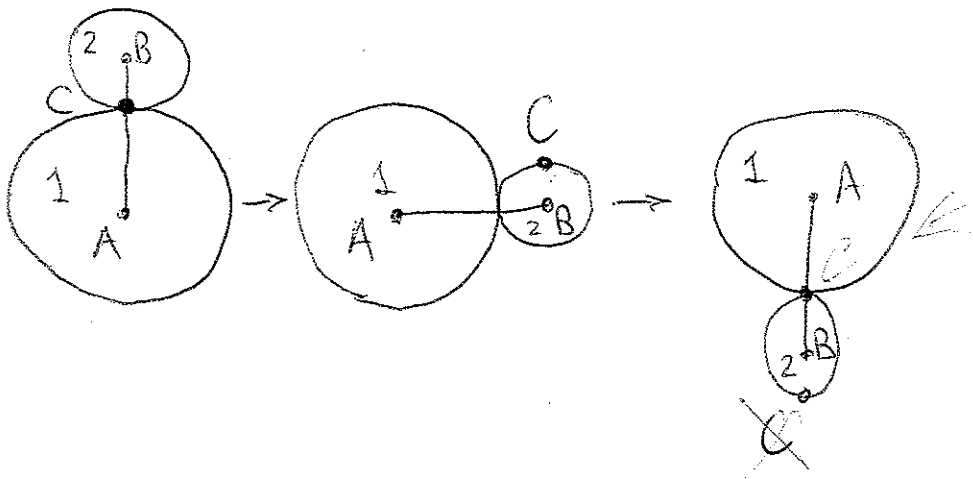
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

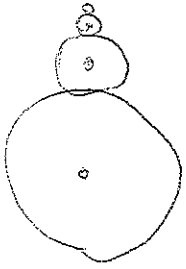
1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

№2.

1) Так как у 1 в 2 раза больше зубьев, чем у 2, то при прохождении кривошипом половины дуги окружности точка C вернется в то же положение относительно колеса 1. \Rightarrow (сделает полный оборот) колесо 2 сделает 1,5 оборота \Rightarrow при одном обороте кривошипа колесо 2 сделает 3 оборота \Rightarrow если кривошип сделает n оборотов, то колесо 2 сделает $3n$ оборотов.



1,5
3
4,5



1) Центр масс каждого шара находится в его центре, а центр масс всей конструкции будет выше центра масс нижнего шара.

Поэтому при отклонении от вертикали центр масс системы стремится занять как можно более низкое положение \Rightarrow конструкция падает кабак, а ц.м. опускается.

2) Разместив противовес с массой M , зная опустив центр масс ниже центра нижнего шара. Тем самым сделав положение равновесия устойчивым т.к. при отклонении от вертикали ц.м. будет хотеть вернуться в какизицию точку.

3) По прав. моментов

$$MgR > (R + \frac{R}{3}) \cdot \frac{mg}{3^3} + (R + \frac{2R}{3} + \frac{R}{9}) \cdot \frac{mg}{3^9} + \dots$$

$$M > (1 + \frac{1}{3}) \cdot m \cdot (\frac{1}{3})^3 + (1 + \frac{2}{3} + \frac{1}{9}) \cdot m \cdot (\frac{1}{3})^9 + \dots$$

$$M > \frac{4}{3} (\frac{1}{3})^3 m + \frac{4}{3} (1 + \frac{1}{3}) (\frac{1}{3})^9 m + \dots$$

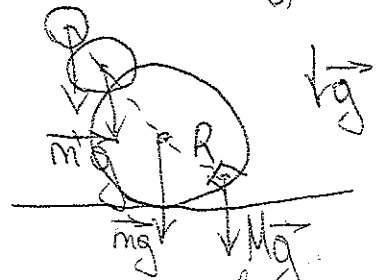
~~$$M > \frac{4}{3} (\frac{1}{3})^3 m + \frac{4}{3} (1 + \frac{1}{3}) (\frac{1}{3})^9 m + \dots$$~~

$$M > \frac{4}{3} \cdot m \cdot \left(\frac{1}{3} + \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{3} \cdot (\frac{1}{3})^{n-1} \right) = m'$$

$$m' \approx 0,0518m ; M > m'$$

Ответ: $M > m' \approx 0,0518m$ $\left(\frac{1}{55} \right)$ $\left(\frac{1}{55} \right)$

$$m = \frac{4}{3} \rho \pi R^3 \Rightarrow (\frac{1}{3})^3 m = \frac{4}{3} \rho (\frac{R}{3})^3$$



Пусть $f(n)$ — сумма членов ряда прогрессии с первым членом $b_1 = 1$ и разностью $q = \frac{1}{3}$



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по Кинематике Алгебре механике

Дата 27.02.22.

Вариант № 2

Площадка написания:

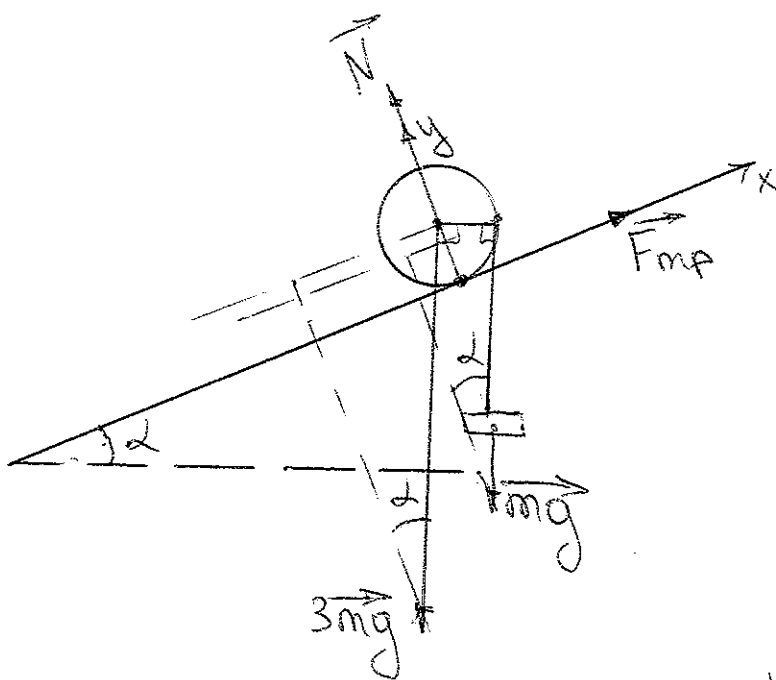
МФТИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

Дано: $R, 3m, m, \alpha = ?$ ^{503.}



3) Но, чтобы шарик
катился вверх
 $mg \geq F_{mp} \geq 4mg \sin \alpha$
 $\sin \alpha \leq \frac{1}{4}$.

Если считать, что началь-
ной скоростью у шарика
нет, то $\sin \alpha < \frac{1}{4}$.

4) При этом
 $F_{mp} = \mu 4mg \cos \alpha$
 $mg \geq \mu 4mg \cos \alpha \geq 4mg \sin \alpha$
 $1 \geq 4\mu \cos \alpha \geq 4 \sin \alpha$.

1) По II 3. Ньютона:

$$Ox: F_{mp} = mg \sin \alpha + 3mg \sin \alpha = 4mg \sin \alpha$$

$$Oy: N = 4mg \cos \alpha$$

2) По прав. моментов для центра шарика:

$$mg = F_{mp}$$

Отсюда

№3 (продолж.)

$\frac{1}{4\cos\alpha} \geq \mu \geq \operatorname{tg}\alpha$, но по условию цилиндр катится без проскальзывания \Rightarrow это выполняется

Ответ: при $\frac{1}{4} < \alpha < \arcsin \frac{1}{4}$ и ~~$\frac{1}{4\cos\alpha} \geq \mu \geq \operatorname{tg}\alpha$~~





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по кишечной амплитуде шкаликов

Дата 27.02.22.

Вариант № 2

Площадка написания:
МФТИ

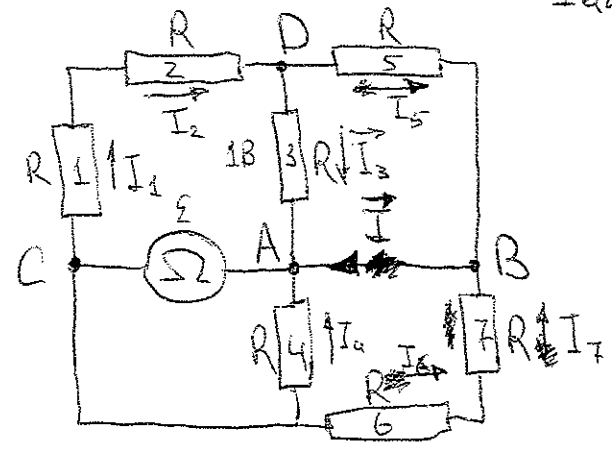
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

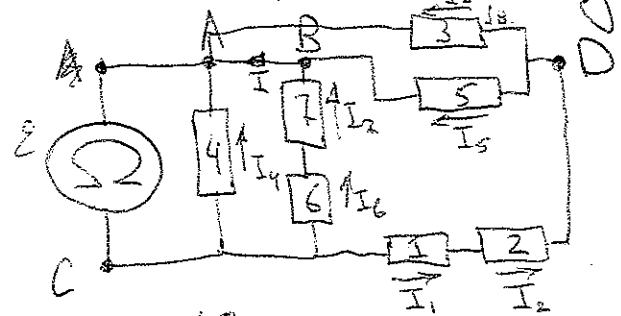
1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

504

1) Замена вольтметра на резистора с эквивалентным сопротивлением, а амперметра убрать т.к. их сопротивление очень мало.



2) Перестрою схему:



$$R_0 = \frac{10}{19} R$$

Тогда

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R + \frac{R}{2}}$$

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R} + \frac{1}{2R} + \frac{2}{5R} = \frac{10 + 5 + 4}{10R}$$

№4 (продолж.)

3) Т.к. все вольтметры одинаковы, а

$$I_1 = I_2 = I_3 + I_5, \text{ то } I_3 = I_5 = \frac{1}{2} I_1 = \frac{1}{2} I_2; U_3 = U_5 = U = 1\text{В}$$

из прав. Кирхгофа
для узла D.

4) По 3. Ома $I_1 = I_2 = \frac{\varepsilon}{2,5R} \Rightarrow I_3 = \frac{\varepsilon}{5R}$

5) $I_2 = I_6 = \frac{\varepsilon}{2R}$

6) $I = I_{AB} = I_2 + I_5 = \frac{\varepsilon}{2R} + \frac{\varepsilon}{5R} = \frac{\varepsilon}{R} \cdot 0,7$

7) $U_3 = I_3 \cdot R = \frac{\varepsilon}{5} \Rightarrow \varepsilon = 5U_3 = 5U$

8) $I = \frac{5U}{R} \cdot 0,7 \Rightarrow R = \frac{5U}{I} \cdot \frac{7}{10} = \frac{7U}{2I} = 3,5 \frac{U}{I}$

$$R = 3,5 \cdot \frac{1\text{В}}{1\mu\text{кА}} = 3,5 \cdot 10^6 \text{Ом} = 3,5 \text{МОм}$$

9) $R_0 = \frac{10}{19} R = \frac{35}{19} \text{МОм} \approx 1,842 \text{МОм}$

Ответ: $R = 3,5 \text{МОм}, R_0 = 1,842 \text{МОм}$