

1

276777

Регистрационный номер

Полтырский МЭТИ
Площадка написанияАНО ОШЭМ
Школа

Фамилия Терехов

Имя Артем

Отчество Станиславович

171

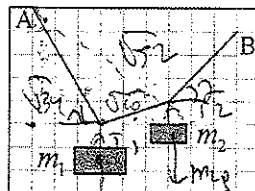
(не заполнять)

Терех

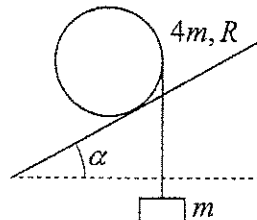
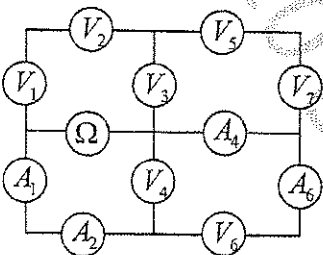
Подпись

«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиадыНИЯУ 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

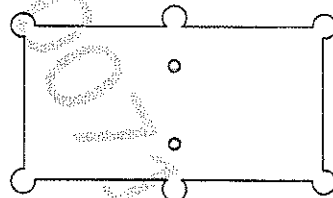
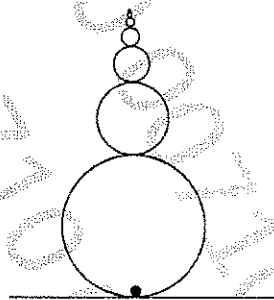
213

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 . m_1/m_2

$$\omega = 4 \frac{v_1}{R} = \frac{v_2}{R} \quad \omega_2 = \frac{v_2}{R}$$

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 27.02.2022

Вариант № 1

Площадка написания:

МФТИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

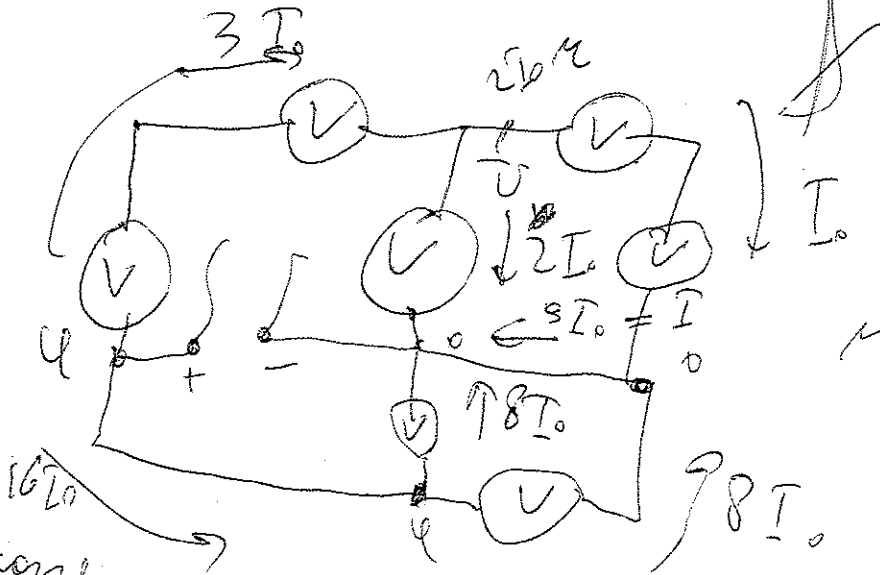
ОЦЕНКА

(не заполнять)

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

№4

Расставим
Токи в
ветвях
цети с
метком
закона



Пусть
сопротивле-
ние вольт-
метра равно
 μ .

Оммы, закон

сохранения энергии и метода потенциалов

$$\varphi = 3I_0 \cdot 4 + 2I_0 \cdot 2 = 8I_0 \cdot \mu$$

Общий ток в цепи $I_{э\text{кв}} = (16+3)I_0 = 19I_0$

$$R_{\text{экв}} = \frac{\varphi - 0}{I_{\text{э\text{кв}}}} = \frac{8}{19} \mu = \frac{9}{19} \cdot \frac{9 \text{ В}}{1 \text{ А}} = \frac{36}{19} \mu = 1,8 \mu$$

Показание
омметра

Заметим, что $\begin{cases} 9I_0 = I \\ U = 2I_0 \mu \end{cases}$

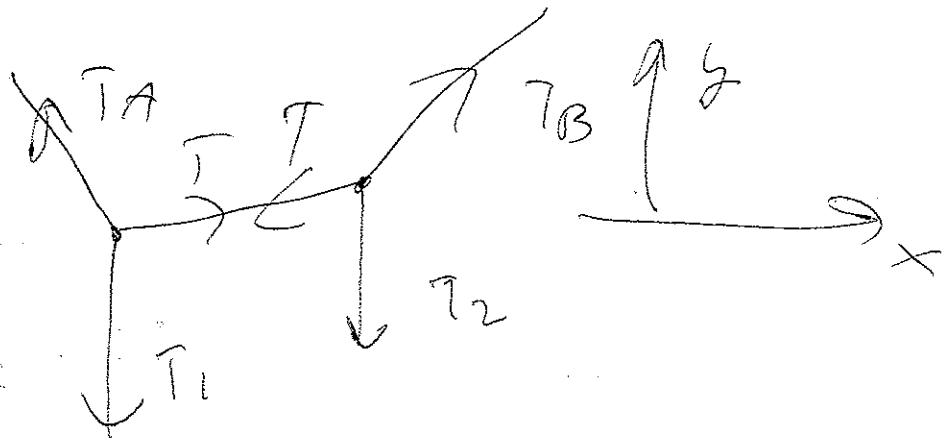
$$\frac{2}{9} \mu = \frac{U}{I}$$

$$\mu = \frac{9}{2} \frac{U}{I} = 4,5 \mu$$

Ответ: $\mu = 4,5 \mu$; $R_{\text{экв}} = 1,8 \mu$

171

1501



Усл. равновесия узлов на O_x и O_y :

$$\begin{cases} T_A \cdot \frac{3}{\sqrt{34}} = T \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} \\ T_1 = T_A \cdot \frac{5}{\sqrt{34}} + T \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} = T_A \cdot \frac{6}{\sqrt{34}} = T \cdot \frac{6}{\sqrt{10}} \\ T_B \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = T \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} \\ T_2 + T \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} = T_B \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = T \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} \end{cases}$$

$$T_2 = T \cdot \frac{2}{\sqrt{10}}$$

Итак, $\frac{T_1}{T_2} = 3 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = 3, \text{ г.к.}$

Ответ: $\frac{m_1}{m_2} = 3. \text{ (A)}$

(25)

(Усл. равновесия
ГР узел)



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

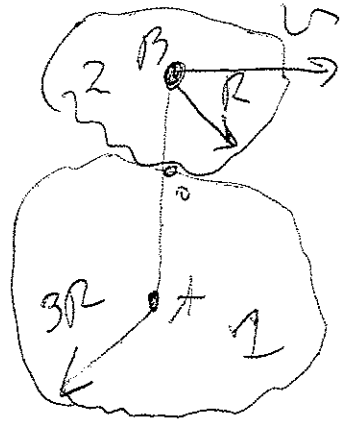
Работа по физике

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

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

№ 2.
n.
n₂ = ?
0



Решение:

Т.к. колесо 1 имеет в три раза больше зубьев, чем колесо 2, то радиус колеса 1 в 3 раза больше радиуса колеса 2.

Угловая скорость вращения кривошипа
 $\omega_{AB} = \frac{v}{4R}$.

Т.к. колесо 2 должно двигаться без проскальзывания, то $\omega_2 = \frac{v}{R} = 4 \omega_{AB}$

Угловая скорость вращения колеса 2
Т.к. ~~колесо 2~~, то $n_2 = \frac{\omega_2}{\omega_{AB}} \cdot n = 4n$.

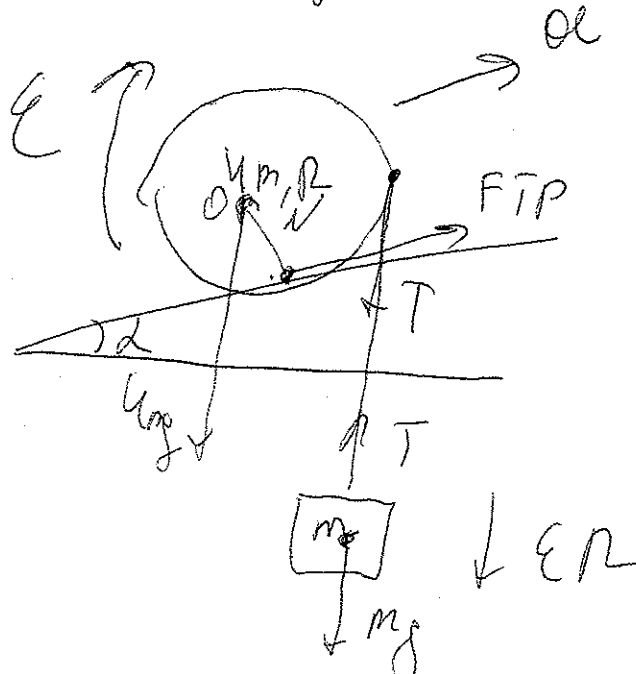
Отсюда: $n_2 = 4n$

①
②

№ 3

Т.О - центр цилиндра

$\alpha = ?$



Решение:

1. Т.О движение и центра масс для цилиндра:

$$4ma = FT - 4mg \sin \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{FT - 4mg \sin \alpha}{4m} \quad (1)$$

2. Перейдем в ИЦО цилиндра. Сум. кин. энергии запишем основное уравнение динамики вращательного движения (сум. кин. энергии вклада не даем): $(T - FT)R = \frac{4mR^2}{2} \cdot \epsilon$, где ϵ - угловое ускорение.

$$\epsilon R = \frac{(T - FT)R}{2m} \quad (2)$$

(1) момент инерции относительно центра цилиндра

$$\epsilon R = \alpha \sin \alpha$$

3. Заметим, что ускорение тела масс m равно ϵR , т.к. нить нерастяжима. Значит,

$$mg - T = m(\epsilon R - \alpha \sin \alpha) \quad (3)$$

4. Т.к. нить нерастяжима, то $\epsilon R = \alpha \Rightarrow$

$$\Rightarrow (1) = (2): 2(T - FT) = FT - 4mg \sin \alpha$$

$$2T - 2FT = FT - 4mg \sin \alpha$$

$$FT = \frac{2T + 4mg \sin \alpha}{3} \quad (X)$$



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

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

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

При $\alpha = 0$: $F_{TP} = 4mg \sin \alpha + \lambda_{кр} \cdot mg = T$.

$$\sin \alpha_{кр} = \frac{F_{TP}}{4mg}$$

Цу (*):

$$F_{TP} = \frac{2mg + 4mg \sin \alpha_{кр}}{3} = 2 + \frac{4 \sin \alpha_{кр}}{3} mg$$

$$\sin \alpha_{кр} = \frac{2 + 4 \sin \alpha_{кр}}{12} \Rightarrow 1 + 2 \sin \alpha_{кр} = 6$$

$$4 \sin \alpha_{кр} = 4 \Rightarrow \sin \alpha_{кр} = 1$$

$$\alpha_{кр} = \arcsin \frac{1}{4}, \quad \alpha < \alpha_{кр}$$

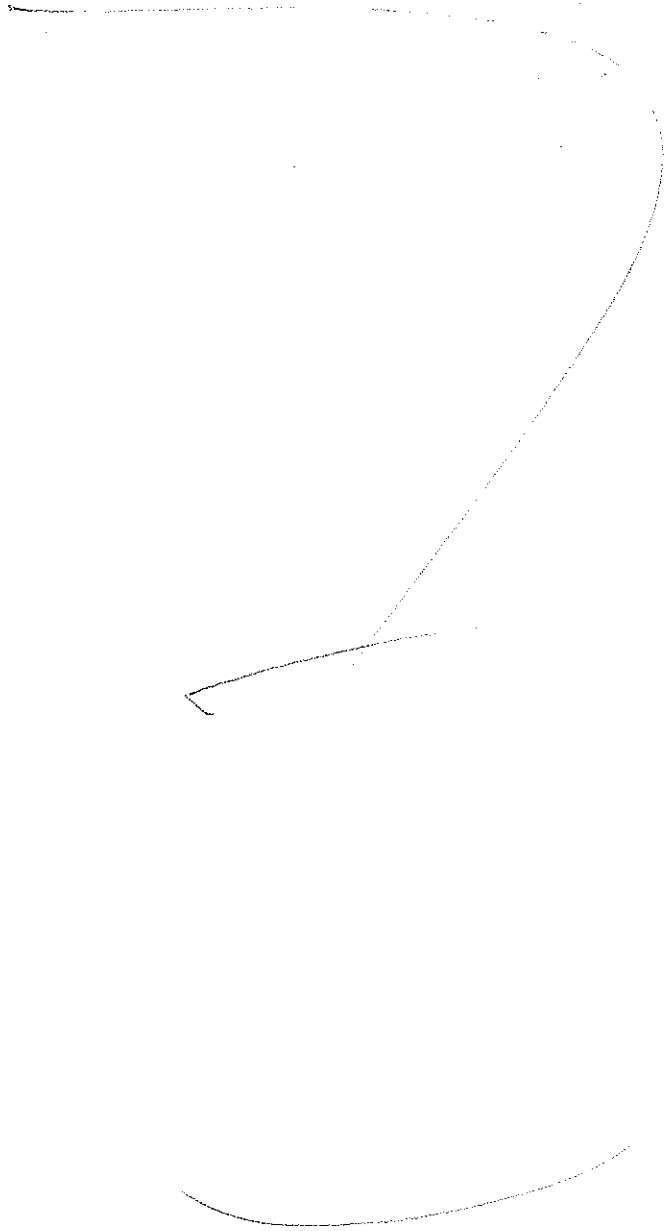
Значит, ~~нет~~ Ответ: при $\alpha < \arcsin \frac{1}{4}$.

№ 6.

«Вольта-встанки» не будут работать, т.к. при малом его отклонении

центр тяжести системы выйдет за пределы опоры, и

«вольта-встанки» прекратят работу.





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

Площадка написания:

МФТИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

*R - радиус шарика (объем)
M - общая масса шаров.*

Найдём расположение центра тяжести
"важки - вставки"

$$M \cdot x_{ц.т} = \frac{M}{8} (x_{ц.т} + 2R) + mR$$

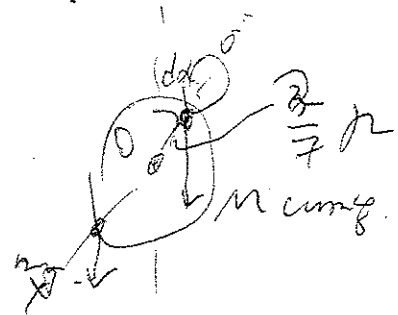
$$7M \cdot x_{ц.т} = 2MR + 8mR$$

$$x_{ц.т} = \frac{2MR + 8mR}{7M}$$



$$M = m + \frac{m}{8} \Rightarrow M = \frac{9}{8}m$$

Повернём ось
"важки вставки" на $d/2$



$$= \frac{16}{7}R + \frac{8}{7}R =$$

$$= \frac{72R}{7 \cdot 8}$$

$$= \frac{9}{7}R$$

Решено по формуле Ому. Т.О.:

$$\int_0^R \frac{Mg}{7} R dx = mg R dx.$$

$$\frac{P}{7} m$$

$$m_x = \frac{10}{48} m.$$

Ответ: $m_x = \frac{10}{48} m.$

№5.

Урок „Закругляем“ марш,

Водарем по кругу неуклончиво.

В таком случае марш может быть

Т.О. врезь или позад, а не

„Просто обменяем марши“

15



ШИФР: 171
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по впрыске

Дата 7.2.2020
Вариант № 1

Площадка написания:
МФТИ
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

Подставляем (x) в (1), и имеем:

$$a = \frac{2T + 4m_g \sin \alpha - 12m_g \sin^2 \alpha}{12m} = \frac{2T - 8m_g \sin \alpha}{12m} = T - \frac{4m_g \sin \alpha}{6m} \quad (**)$$

(3) ~~$m_g - T = m a (1 - \sin \alpha)$~~ (см. (**)):

~~$$m_g - T = m \left(T - \frac{4m_g \sin \alpha}{6m} \right) (1 - \sin \alpha) = \frac{4m_g \sin \alpha}{6} (1 - \sin \alpha)$$

$$m_g - T = \frac{T}{6} - \frac{T}{6} \sin \alpha - \frac{2m_g \sin \alpha}{3} + \frac{2m_g \sin^2 \alpha}{3}$$~~

~~$F_{тр} > 4m_g \sin \alpha$~~

~~$$F_{тр} = \frac{2T + 4m_g \sin \alpha}{3} = \frac{2m \left(\frac{2}{3}g - (R + a \sin \alpha) \right) + 4m_g \sin \alpha}{3}$$

$$= \frac{2m_g \left(\frac{2}{3}g + a(\sin \alpha - 1) \right) + 4m_g \sin \alpha}{3}$$~~

