

1

Регистрационный номер

Площадка написания

Школа

Фамилия

Имя

Отчество

(не заполнять)

Подпись

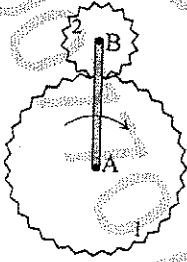
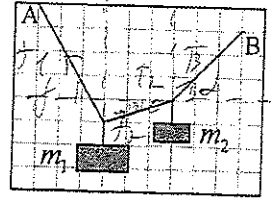
«Утверждаю»

Председатель оргкомитета олимпиады

НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ им. Р.Е.Алексеева, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», БГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ

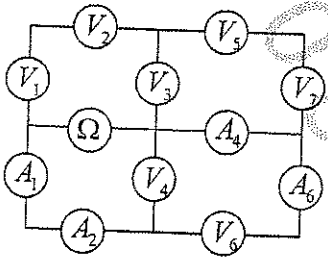
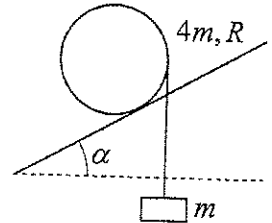
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 11 класс  
I вариант

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  $m_1/m_2$ .



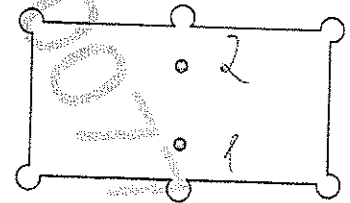
2. В дифференциалах автомобилей и автоматических коробках передач используются системы шестерней, в которых отсутствуют жесткие кинематические связи – планетарные передачи. Рассмотрите модель планетной передачи, в которой кривошип АВ (рычаг, вращающийся вокруг одного из своих концов) вращается вокруг оси А неподвижного зубчатого колеса 1. Колесо 2 имеет  $N$  зубьев, колесо 1 –  $3N$  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  $\alpha$  цилиндр будет двигаться вверх по плоскости?

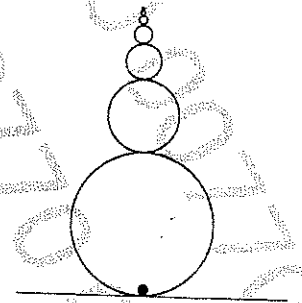


4. Собрана электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. Цепь состоит из шести амперметров, семи вольтметров и одного омметра (прибора для измерения сопротивлений). Известны показания вольтметра  $V_3$ :  $U = 1$  В и амперметра  $A_4$ :  $I = 1$  мкА. Найти сопротивление вольтметра и показания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

Дата 29.02.  
Вариант № 7  
Площадка написания:  
МФТИ

ФИО и рег. номер не  
указывать!

ОЦЕНКА  
(не заполнять)

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

II. б. система в равновесии, IЗН:

$$\begin{aligned} M_2 g &= T_1 \sin \alpha + T_3 \sin \alpha \\ M_1 g &= T_3 \sin \alpha + T_2 \sin \beta \\ T_3 \cos \alpha &= T_2 \cos \beta \\ T_2 \cos \beta &= T_3 \cos \alpha \end{aligned}$$

$$\frac{M_2}{M_1} = \frac{T_2 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} - T_2 \cdot \frac{3}{80}}{T_2 \cdot \frac{3}{80} + T_2 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}}$$

II. б. система в равновесии, IЗН:

$$\begin{aligned} M_2 g &= T_3 \sin \alpha - T_2 \sin \beta \\ M_1 g &= T_2 \sin \beta + T_1 \sin \alpha \\ T_1 \cos \alpha &= T_2 \cos \beta \\ T_3 \cos \alpha &= T_2 \cos \beta \end{aligned}$$

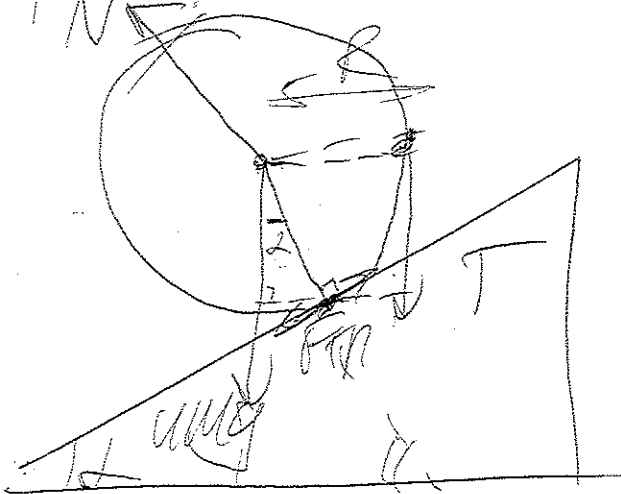
$$\frac{M_2}{M_1} = \frac{T_2 \cdot \frac{3}{80} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} - T_2 \cdot \frac{1}{80}}{T_2 \cdot \frac{1}{80} + T_2 \cdot \frac{3}{80} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}} = \frac{1}{3}$$

$\frac{M_1}{M_2} = 3$

Ответ: 3

N2.

Рассмотрим малый участок цепи, что  
находится в равновесии.



$$T = mg - T \sin \alpha$$

Так как масса шарика увеличивается  
с увеличением длины дуги, то  
длина участка увеличивается  
время. Когда масса участка  
будет в этот момент равна  
полной массе шарика

$$mg \sin \alpha = mg (1 - \sin \alpha)$$

$$\sin \alpha = 1 - \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{2}$$

Если шарик находится в равновесии,  
то очевидно, что высота дуги  
должна быть равна  
длине  $L > 0.5 \sin \alpha$

Ответ:  $L > 0.5 \sin \alpha$

(1.5)

ШИФР: 247  
(не заполнять)



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по Физика

Дата 27.02  
Вариант № 1  
Площадка написания:  
19911  
ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

№2.  
 Два шара в со колеса 2  
 Когда в шарах момент времени  
 скорость вращения  $\omega$  равна  $\omega_1$   
 $\omega_1 R_1 = \omega_2 R_2$   
 $2\pi R_2 = \pi R_1 \omega_1 t$  — длина окружности  
 $R_1 \omega_1 = 3\pi t$   
 $R_1 = 3R_2$   
 $\omega_2 = 3\omega_1$   
 Но сам шар АВ делает n оборотов,  
 но колесо 2 делает 3n оборотов  
 Ответ: 3n

*Сил*

N5.

Два шара на двух системах бревен  
3C2 и 3C7. Водяни корпус:

$$mV_0 = mV_1 + mV_2$$
  
$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} + Q$$
 - скорость шара-б  
зона движения  
гидравлический удар

Если  $V_1$  направлена  $> 0$ , то шар  
идет в одну сторону, если  $< 0$ ,  
в другую.

$$mV_1^2 - mV_0V_1 + Q = 0$$

Решим как квадратное  $< 0$   $V_1$

$$V_1 = \frac{mV_0 \pm \sqrt{m^2V_0^2 - 4mQ}}{2m} = \frac{V_0 \pm \sqrt{V_0^2 - 4Q/m}}{2}$$

Если  $Q=0$  и ~~уравнение~~  $\Rightarrow$   
удар упругий, но шар движется  
в одну сторону. Если  $Q \neq 0$ ,  
то  $Q > 0$ .  
Тогда удар неупруго-пластичный

$$V_1 = \frac{V_0 \pm \sqrt{V_0^2 - 4Q/m}}{2}$$

$V_2 = V_0 - V_1 = \frac{V_0 \pm \sqrt{V_0^2 - 4Q/m}}{2}$ . Движение  
шаров зависит только от того, насколько  
шары упруги на момент столкновения  
от места удара до бревна

- 1  $V_1$  - скорость шара
- 2  $V_2$  - скорость бревна

247

ШИФР: \_\_\_\_\_  
(не заполнять)



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по \_\_\_\_\_

Дата 27.02

Вариант № 1

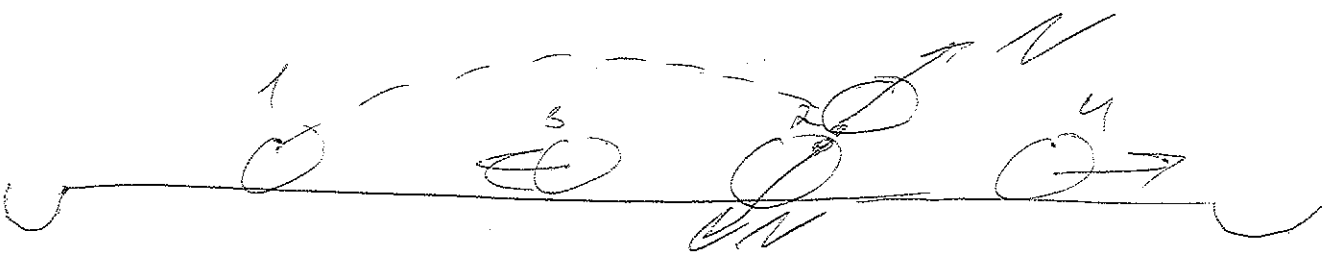
Площадка написания: \_\_\_\_\_

ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

Суть из научной сессии состоит  
в том что в результате эксперимента  
удалось возможно доказать наличие  
жидкости в противонаправленных сужах  
Засчет чего может происходить  
в основном вода как бы  
одна из жидкостей другой жидк.  
в воде стабильная сужающая:



(6,58)

ам

№6.

В газовой вентильной камере при отклонении на угол  $\alpha$  возмущает выхлопной клапан. При этом, если  $\alpha$  достаточно мало, в момент впуска, сжимаются отработавшие газы. Если же  $\alpha$  достаточно велико, клапан открывается на впуск, что приводит к образованию, по существу, смеси выхлопных газов с свежим зарядом (см. рис.)



Изменяется объем газа, соответственно по формуле:  $V = V_0 (1 - \alpha \cos \alpha)$ , где  $\alpha$  — угол отклонения.

$$V_1 = V_0 (1 - \alpha \cos \alpha) \Rightarrow \alpha = \frac{1}{3}$$

$$S = \frac{V_0 \alpha R^3}{1 - \frac{1}{3}} = \frac{32}{27} V_0 R^3 = M \text{одн}$$

$$\text{При этом } \frac{4}{27} V_0 R^3 = M, \quad V_0 R^3 = \frac{3}{4} M \Rightarrow$$

$$M \text{одн} = \frac{32}{27} \cdot \frac{3}{4} M = \frac{8}{9} M$$

Если клапан открыт,  $d \cos \alpha = R \sin \alpha$

$$V_2 = V_0 \cos \alpha = M \alpha, \quad d \cos \alpha = R \sin \alpha$$

$$M \alpha \cos \alpha = \frac{8}{9} M \alpha \sin \alpha \Rightarrow \cos \alpha = \frac{8}{9} \sin \alpha \Rightarrow \tan \alpha = \frac{9}{8} \cos \alpha$$

Ответ:  $\frac{8}{9} M$





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по олимпиада

Дата 29.02

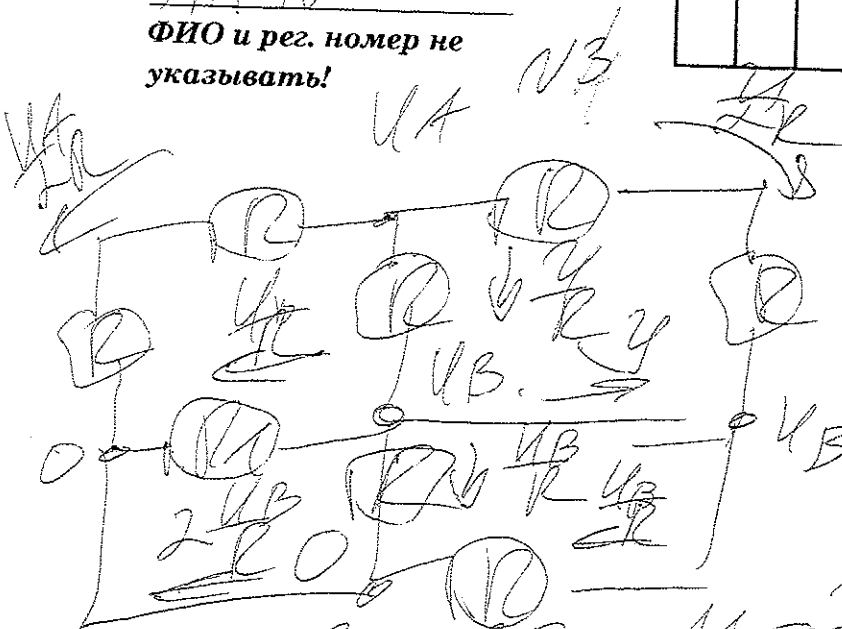
Вариант № 1

Площадка написания:

ФИО и рег. номер не  
указывать!

ОЦЕНКА  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись



В силу симметрии  
мы рассмотрим  
сплошную жёлтую-  
зелёную ветвь.

$$U_A - U_B = U = \sqrt{3}U$$

$$U_A - U_B = 2U_1 R = U \quad U_1 = \frac{U}{2R}$$

$$U_B = U_2 R \quad U_2 = \frac{U_B}{R}$$

$$U_A = 2U_3 R$$

$$U_B = U_4 R$$

$$U_C = \frac{U_B}{R}$$

$$2\left(\frac{U_A}{2R} + \frac{U}{2R} + \frac{U}{R}\right) = 0$$

$$U = U + 2U_B$$

$$U + 2U = U_B$$

$$\frac{U_A}{2R} + 2\frac{U_B}{R} + \frac{U_B}{R} = 0$$

$$U_A = -3U$$

$$U_B = -U$$

0,50

