Задания областной политехнической олимпиады 2012 г.

1. На горизонтальной плоскости лежит брусок массой m_1 и на нем — другой брусок массой m_2.

   Через систему блоков, изображенную на рисунке 1, перекинута нить. К подвижному блоку подвешен груз массой $M = m_1 + m_2$.

   При каком соотношении между массами m_1 и m_2 бруски не будут скользить друг по другу, если коэффициент трения между брусками равен μ, а коэффициент нижнего бруска о плоскость равен нулю? Нить считать невесомой и нерастяжимой, массой блоков и трением в них пренебречь. (10 баллов)

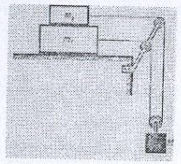


рис.1

2. Два капилляра разного диаметра опущены в сосуд (рис. 2). Капилляры соединены трубкой с краном. Что произойдет, если открыть кран? (8 баллов)

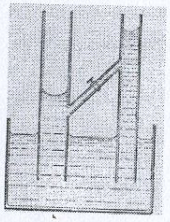


рис.2

3. Идеальный одноатомный газ, находящийся при нормальных условиях, переводят из состояния *1* в состояние *2* двумя, способами: *1→ 3→2* и *1→4→2* (рис. 3). Найти отношение количеств теплоты, которые необходимо сообщить 1 кмоль газа в этих двух процессах. (10 баллов)

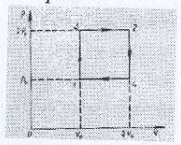


рис.3

4. На рисунке 4 схематически представлен процесс волочения, в результате которого из толстой проволоки получается более тонкая. Как видно из рисунка, после прохождения через волочильный глазок сечение заготовки уменьшается. Возникает естественный вопрос: почему, несмотря на то, что ей приходится передавать большие усилия, необходимые для осуществления процесса волочения, *тонкая* часть проволоки, прошедшая через глазок, не разрывается, тогда как *толстая* деформируется? (6 баллов)

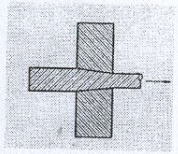


рис. 4

5. Определяя сопротивление стоваттной электрической лампочки с помощью омметра, ученик получил значение 35 Ом. Для проверки полученного результата он решил вычислить сопротивление по мощности и указанному на цоколе номинальному напряжению, оказавшемуся равным 220 В.

   Воспользовавшись формулой $R = U^2/N$, ученик, к собственному удивлению, получил величину 484 Ом, т. е. примерно в 14 раз больше, чем в первом случае.

   Как объяснить столь значительную разницу результатов? (8 баллов)

6. Три одинаковых шара А, Б, В (рис. 5) соединены трубками одинакового сечения. Внутри трубок находятся капельки ртути, которые в исходном положении (при температуре T_1) расположены посредине трубок. Объем воздуха в каждом шаре и трубке до капельки ртути V_1.

   Как передвинутся капельки, если шар Б нагреть на ΔT, а шар В – на 2ΔT?

   Поперечное сечение трубок S.

   Примечание: считать $\Delta T \ll T_1$ и следовательно слагаемые типа ΔTΔV во всех встречающихся при решении соотношениях отбрасывать, как величины второго порядка малости. (10 баллов)

рис.5

7. Два цилиндра различных радиусов вращаются в противоположные стороны вокруг горизонтальных параллельных осей с угловой скоростью = 2 с$^{-1}$. Расстояние между осями по горизонтали равно l= 4 м. В момент времени $t = 0$ на цилиндры перпендикулярно их осям кладут балку, так что она находится в горизонтальном положении и одновременно касается поверхностей обоих цилиндров, а ее середина расположена точно над осью цилиндра меньше радиуса r = 0,25 м, как показано на рисунке 6. Рассчитать и проиллюстрировать графически зависимость горизонтального смещения балки от времени. Коэффициент трения μ= 0,05, ускорение свободного падения g принять равным 10 м/с^2. (10 баллов)

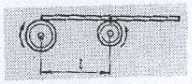


рис.6

8. В сирене звук получается прерыванием воздушного потока вращающимся колесом с отверстиями. Колесо сирены, вращающееся с частотой 510 об/мин, издает звук с длиной волны 2 м. Сколько отверстий имеет сирена? Скорость звука в воздухе c=340 м/с. (6 баллов)

9. В стальной пластинке диаметром 10 см просверлено отверстие диаметром 4 см. В отверстии с помощью воротка нарезают резьбу. Вращающий момент, приложенный к воротку M=40 Нм. Шаг резьбы 0,5 мм. Найти увеличение температуры пластинки At, если 60% затраченной энергии превратилось во внутреннюю энергию пластинки. Удельная теплоемкость стали 460 Дж/(К-кг), ее плотность р=7800 кг/м^3. (8 баллов)

10. Система рычагов, показанная на рисунке 7 позволяет поднимать равномерно груз массой 150 кг с помощью силы 100 Н. Найти длину рычага АВ, если b=0,5 м.Трением в подшипниках пренебречь.(6 баллов)

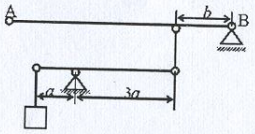
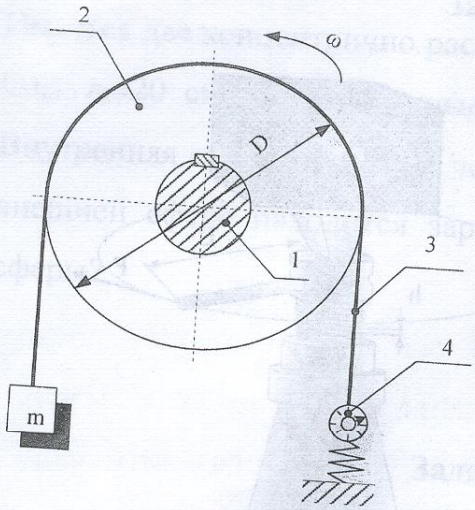


рис. 7

Задача №3 (10 баллов)



На рисунке показана *схема* установки для измерения мощности двигателя. На вал 1 двигателя надет шкив 2, который обхватывается гибкой лентой 3. Правая ветвь ленты подсоединена к пружинному динамометру 4. Левая ветвь ленты натягивается грузом массой m.

Определите мощность двигателя в Вт, если вращаясь равномерно он делает 145 об/мин; при этом

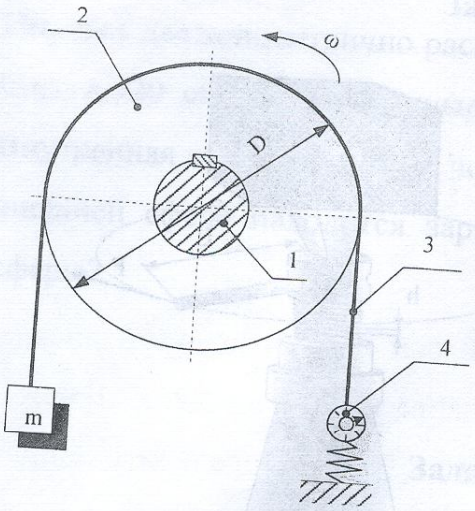
Задача №4 (4 балла)

Мячик бросили с начальной скоростью v_0 =15 м/с под некоторым углом к горизонту. Через время t_1 =1с расстояния, которые пролетел мячик по горизонтали и вертикали, оказались одинаковыми. Определите на какую наибольшую высоту над уровнем горизонта поднялся мячик.

Задача №5 (4 балла)

Замкнутый цилиндрический сосуд длиной L разделен на две части свободно перемещающимся поршнем, прикрепленным с помощью упругой пружины жесткостью k к левому торцу сосуда. В левой части сосуда вакуум, в правой – один моль идеального газа. При нагревании газа до температуры T поршень делит сосуд на две равные части. Найдите длину пружины в недеформированном состоянии. Толщиной поршня пренебречь.

Задача №3 (10 баллов)



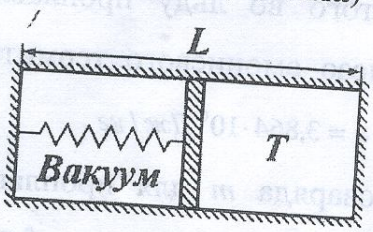
На рисунке показана *схема* установки для измерения мощности двигателя. На вал 1 двигателя надет шкив 2, который обхватывается гибкой лентой 3. Правая ветвь ленты подсоединена к пружинному динамометру 4. Левая ветвь ленты натягивается грузом массой *m*.

Определите мощность двигателя в Вт, если вращаясь равномерно он делает 145 об/мин; при этом

Задача №4 (4 балла)

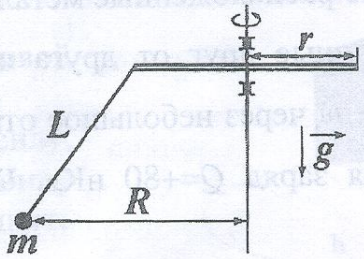
Мячик бросили с начальной скоростью v_0 =15 м/с под некоторым углом к горизонту. Через время t_1 =1с расстояния, которые пролетел мячик по горизонтали и вертикали, оказались одинаковыми. Определите на какую наибольшую высоту над уровнем горизонта поднялся мячик.

Задача №5 (4 балла)



Замкнутый цилиндрический сосуд длиной *L* разделен на две части свободно перемещающимся поршнем, прикрепленным с помощью упругой пружины жесткостью *k* к левому торцу сосуда. В левой части сосуда вакуум, в правой – один моль идеального газа. При нагревании газа до температуры *T* поршень делит сосуд на две равные части. Найдите длину пружины в недеформированном состоянии. Толщиной поршня пренебречь.

Задача №6 (10 баллов)



К краю равномерно вращающегося вокруг своей оси горизонтального диска радиусом r=1 м на нити длиной L=2 м привязан шарик массой m=200 г. Шарик движется по горизонтальной окружности радиуса R=2r. Определить силу натяжения F нити, скорость v, ускорение a и период T движения шарика. Ускорение свободного падения g=10 м/с^2.

Задача №7 (7 баллов)

Маленькая бусинка массой m, имеющая положительный заряд q, насажена на горизонтальную ось, вдоль которой она может скользить без трения. Над бусинкой неподвижно укреплен отрицательный точечный заряд Q на расстоянии h от горизонтальной оси. Бусинку отвели на небольшое расстояние $x<<h$ от положения равновесия и отпустили. Найдите период малых колебаний бусинки.

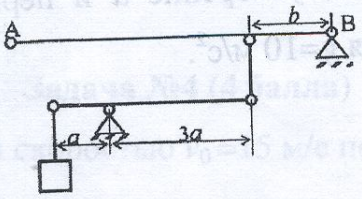
Задача №8 (5 баллов)

В комнате длины L и высоты H висит на стене плоское зеркало. Человек смотрит на него, находясь на расстоянии d от той стены, на которой оно висит. Какой должен быть минимальный размер зеркала по вертикали, чтобы человек мог видеть стену, находящуюся за его спиной, во всю высоту?

Задача №9 (8 баллов)

Имеется две концентрично расположенные металлические сферы радиуса r_1=10 см, r_2=20 см, изолированные друг от друга и удаленные от внешних тел. Внутренняя сфера заземлена через небольшое отверстие во внешней сфере. На внешней сфере находится заряд Q=+80 нКл. Чему равен заряд внутренней сферы?

Задача №10 (8 баллов)



Система рычагов, показанная на рис. позволяет поднимать равномерно груз массой 150 кг с помощью силы 100Н. Найти длину рычага АВ, если b=0,5 м. Трением в подшипниках пренебречь.