

9 класс, теоретический тур (30 баллов)

1. Однородный шар радиусом R раскрутили до угловой скорости ω_0 и отпустили с некоторой высоты так, что самая низкая точка шара находилась на высоте h . После отпускания шар падает на пол, ударяется и затем подскакивает на половину высоты h . Вещества, из которых состоят пол и шар таковы, что можно не учитывать их деформации при столкновении. Коэффициент трения скольжения между шаром и плоскостью μ , масса шара m . Считайте, что шар находится в вакууме и время столкновения очень мало (но не равно нулю). Используйте формулу $I = \frac{2}{5}mR^2$ для момента инерции шара относительно оси, проходящей через его центр. Предполагая, что трение недостаточно для того, чтобы за время соударения движение перешло в чистое качение, определите горизонтальное смещение центра шара между первым и вторым ударом о пол. При каком значении ω_0 это возможно? (7 баллов)
2. К свинцовому грузу, имеющему температуру $t_0 = 0^\circ\text{C}$, привязали кусок льда массой $M = 1\text{ кг}$ и температурой $t_0 = -30^\circ\text{C}$, после чего опустили их в большую бочку с водой температуры $t_0 = 0^\circ\text{C}$. При этом лед и груз сначала утонули, а через некоторое время всплыли. В каких пределах может находиться масса груза m ? Плотность свинца $\rho_c = 11\text{ г/см}^3$, плотность воды $\rho_v = 1\text{ г/см}^3$, плотность льда $\rho_l = 0,9\text{ г/см}^3$, удельная теплоемкость льда $c = 2,1\text{ Дж/г}\cdot\text{град}$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 340\text{ Дж/г}$. (8 баллов)
3. Вертушка (тонкая с большим количеством отверстий) прикреплена к вертикальной оси (рис.1). Вертушку раскрутили до угловой скорости ω_0 и отпустили. На любую единичную площадку пластины (но не на отверстия) действует сила сопротивления воздуха, создающая избыточное давление, которое из-за наличия в вертушке отверстий пропорционально скорости вертушки. Коэффициент пропорциональности α для всех элементарных площадок одинаков. Вычислите число оборотов N , которое совершит вертушка до полной остановки. Масса единичной площадки пластины (без отверстий) равна ρ . Трением в опорах пластин пренебречь. (8 баллов)
4. К батарее напряжением 10 В подключена схема, состоящая из большого количества одинаковых ячеек. Каждая ячейка состоит из трех одинаковых вольтметров, как показано на рис. 2. Найти показания вольтметров в первой ячейке. Что показывают вольтметры в ячейке номер пять? (7 баллов)