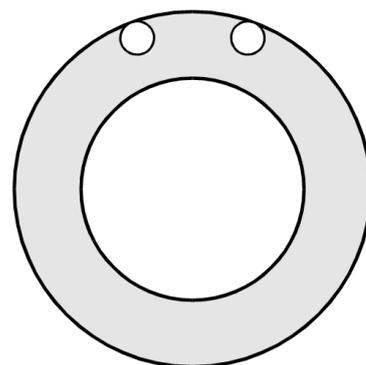


Задача 1.

Муравей бежит по вращающейся грампластинке с постоянной (относительно пластинки) скоростью v , направленной по радиусу от центра. Пластинка вращается с постоянной угловой скоростью ω . Найдите величину полного ускорения муравья относительно Земли в тот момент, когда расстояние от него до центра грампластинки равно r .

Задача 2.

а) Топливный бак орбитальной космической станции имеет форму тора, ось которого совпадает с осью симметрии всей станции. При заполнении его горючим в нем осталось два одинаковых пузырька воздуха. Как будут двигаться эти пузырьки — будут ли они сближаться или удаляться друг от друга? Жидкость в баке покоится, станция находится в невесомости.



б) Тот же вопрос, если в баке остались пузырек воздуха и такого же размера металлический шарик (его плотность больше, чем плотность топлива).

Задача 3.

Вследствие различных атмосферных процессов земной шар обладает отрицательным электрическим зарядом. Он создает у поверхности Земли вертикальное электрическое поле, средняя напряженность которого $E_0 \approx 130$ В/м. Это поле приводит к тому, что на поверхности любого проводящего тела (в частности, тела человека) возникают индукционные электрические заряды. Поскольку эти заряды — статические, мы их никак не чувствуем. Однако, когда мы изменяем положение своего тела в пространстве, они перетекают из одних мест в другие, то есть в нашем теле возникают электрические токи.

а) Оцените время, за которое лежащий человек должен вскочить с кровати, чтобы почувствовать удар электрического тока. Минимальный ток, который чувствует человек $I_0 \approx 1$ мА, электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м.

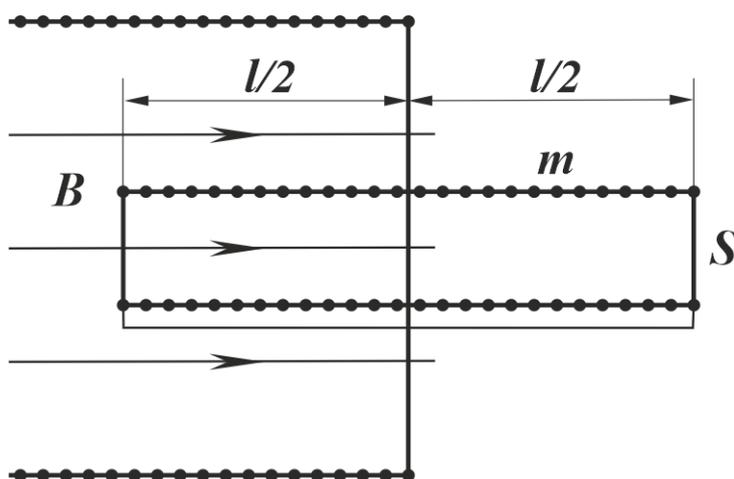
б) Оцените мышечное усилие, которое должен развить человек, чтобы выполнить подобное упражнение.

Задача 4.

По длинному прямому соленоиду течет ток, создающий внутри него магнитное поле индукции B . Второй соленоид — сверхпроводящий и короткозамкнутый. Его длина l , площадь поперечного сечения S , масса m , его толщина меньше, чем толщина первого соленоида. Вначале он находится далеко от первого соленоида и ток в нем равен нулю. Его подносят к первому соленоиду и вставляют в него так, как показано на рисунке. При этом в нем возника-

ет сверхпроводящий ток, из-за которого соленоиды начинают отталкиваться (как два магнита, обращенные друг к другу одноименными полюсами). Малый соленоид отпускают без начальной скорости. Никакие силы, кроме магнитных, на него не действуют. Найдите скорость, которую он приобретет, удалившись от первого соленоида на большое расстояние.

Первый соленоид закреплен, ток в нем поддерживают постоянным. Толщина обоих соленоидов мала по сравнению с длиной l .



Для справки. Индукция магнитного поля, создаваемого длинным соленоидом, равна $B = \mu_0 I n$, где μ_0 — магнитная постоянная, I — сила тока в соленоиде, n — плотность намотки (число витков на единицу длины соленоида).

Задача 5.

В планетарной модели атома, предложенной Резерфордом в 1911 году, электроны движутся по орбитам вокруг атомного ядра, удерживаемые силой электрического притяжения к нему. От этой модели физикам пришлось почти сразу отказаться — она оказалась совершенно нереалистичной. Электрон, находящийся на круговой орбите, движется с центростремительным ускорением, а любой ускоренно движущийся заряд излучает электромагнитную волну. Оценки показали, что такой электрон должен за ничтожные доли секунды излучить всю свою энергию и упасть на ядро.

Однако Земля, двигаясь вокруг Солнца, тоже излучает. Правда, не электромагнитную, а гравитационную волну. Но никакого влияния этого излучения на орбиту Земли не наблюдается. Небольшие деформации этой орбиты происходят из-за притяжения других планет Солнечной системы, а уменьшение ее радиуса из-за потерь энергии на излучение астрономы даже не обсуждают.

С чем связано такое различие? Сделайте численные оценки, из которых будет видно, что радиационные (излучательные) потери для электрона в атоме

имеют критически большое значение, а для Земли ничтожно малы.

Для справки. Интенсивность электромагнитного излучения (энергия, излучаемая в единицу времени) заряда q , движущегося по окружности, равна

$$I_{\text{эм}} = \frac{q^2 a^2}{6\pi\epsilon_0 c^3}$$

где a — центростремительное ускорение заряда, $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м — электрическая постоянная, $c = 3 \times 10^8$ м/с — скорость света в вакууме. Заряд электрона $e = 1,6 \times 10^{-19}$ Кл, его масса $m = 9,1 \times 10^{-31}$ кг, радиус его орбиты в атоме $r \sim 10^{-10}$ м.

Интенсивность гравитационного излучения планеты массы m , обращающейся вокруг звезды массы M ($M \gg m$) по круговой орбите радиуса R , равна

$$I_{\text{гр}} = \frac{32 G^4 m^2 M^3}{5 c^5 R^5}$$

где $G = 6,67 \times 10^{-11}$ Н·м²/кг² — гравитационная постоянная, c — скорость света в вакууме. Масса Земли $m = 6,0 \times 10^{24}$ кг, масса Солнца $M = 2,0 \times 10^{30}$ кг, среднее расстояние от Земли до Солнца $R = 1,5 \times 10^{11}$ м.