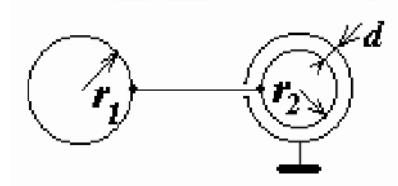


Условие

11-5. Два металлических шара радиусы которых r_1 и r_2 соединены тонкой проволокой. Второй шар окружен concentрической проводящей оболочкой, находящейся на расстоянии d от его поверхности, и соединенной с землей. Шарам сообщается заряд Q . Как распределится этот заряд между шарами? Считать, что $d \ll r_2$, и расстояние между шарами значительно больше их радиусов.

Решение

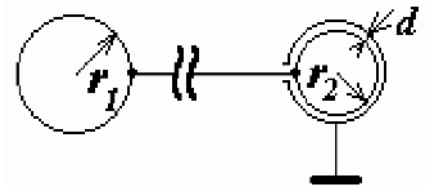
11-5. Перераспределение зарядов (т.е. электрический ток) в любой системе прекратится после выравнивания потенциалов всех ее частей. Строгий расчет приведенной системы (с учетом емкости провода, взаимного влияния и т. д.) в общем случае достаточно сложен, однако особенности данной схемы дают нам возможность считать, что взаимным влиянием шаров можно пренебречь, а на поверхности concentрической проводящей оболочки будет индуцирован заряд обратной по знаку и равный по модулю заряду Q_2 шара r_2 (как в плоском конденсаторе). Пусть заряд шара r_1 будет Q_1 . Тогда по закону сохранения заряда:



$$Q = Q_1 + Q_2. \quad (1)$$

Потенциал φ_1 первого шара:

$$\varphi_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1}{r_1},$$



второго (по принципу суперпозиции потенциалов):

$$\varphi_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{Q_2}{r_2} - \frac{Q_2}{r_2 + d} \right) = \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0} \frac{d}{r_2(r_2 + d)} \approx \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0} \frac{d}{r_2^2}.$$

Из условия $\varphi_1 = \varphi_2$ получаем второе уравнение:

$$\frac{Q_1}{r_1} = \frac{Q_2}{r_2} \cdot \frac{d}{r_2}. \quad (2)$$

Решая систему уравнений (1)-(2) имеем:

$$\begin{cases} Q_1 = \frac{r_1 d}{r_1 d + r_2^2} Q \\ Q_2 = \frac{r_2^2}{r_1 d + r_2^2} Q \end{cases}. \quad (3)$$

Заметим, что при $d \rightarrow 0$ система (3) дает:

$$\begin{cases} Q_1 = 0 \\ Q_2 = Q \end{cases} \quad (4)$$

что может быть прокомментировано следующим образом: емкость сферического конденсатора значительно возрастает, что позволяет ему сконденсировать на себе практически весь электрический заряд.