Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный технический университет»
Факультет электроники и вычислительной техники
Кафедра физики

Семестровая работа №1 по дисциплине «Электродинамика»

Выполнил:
студент группы Ф-369
Чечеткин И. А.

Проверил:
доцент Грецов М. В.

Оценка ___________

Волгоград, 2012

83. Заряд электрона распределен в атоме водорода, находящемся в нормальном состоянии, с плотностью

$$\rho(r) = -\frac{e_0}{\pi a^3} e^{-\frac{2r}{a}},$$

где $a = 0,529 \cdot 10^{-8}$ см – боровский радиус электрона, $e_0 = 4,80 \cdot 10^{-10}$ CGSE – элементарный заряд. Найти потенциал φ_e и напряженность E_{er} электрического поля электронного заряда, а также полные потенциал φ и напряженность поля $\vec{E}$ в атоме, считая, что протонный заряд сосредоточен в начале координат. Построить приблизительный ход величин φ и E.

Решение:

Из теоремы Гаусса:

$$E_{er}(r) = \frac{1}{\varepsilon_0 r^2} \int\limits_0^r \rho(r') r'^2 \, dr'.$$

Потенциал точечного заряда на бесконечности стремится к нулю, поэтому

$$\varphi_e(r) = \int\limits_r^\infty \frac{1}{\varepsilon_0 r^2} \int\limits_0^r \rho(r') r'^2 \, dr' = -\frac{1}{\varepsilon_0} \int\limits_r^\infty d\left(\frac{1}{r}\right) \int\limits_0^r \rho(r') r'^2 \, dr'.$$

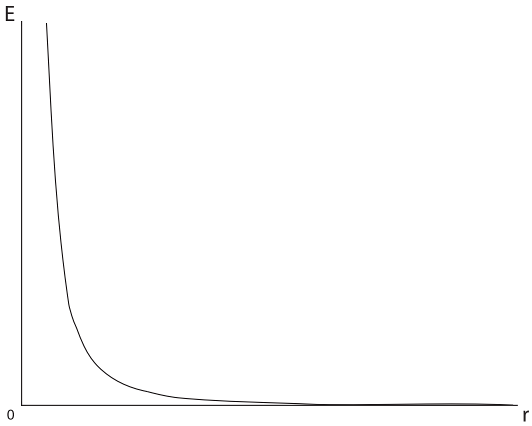
Взяв интеграл по частям, получим:

$$\varphi_e(r) = \frac{1}{\varepsilon_0 r} \int\limits_0^r \rho(r') r'^2 \, dr' + \frac{1}{\varepsilon_0} \int\limits_r^\infty \rho(r') r' \, dr'.$$

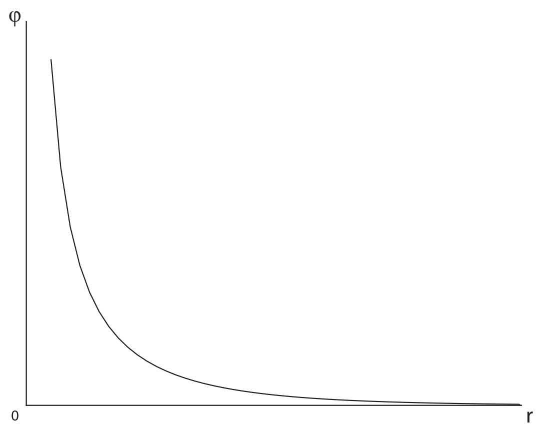
Подставляя плотность распределения заряда ρ в формулы для $E_{er}(r)$ и $\varphi_r(r)$, получим:

$$\varphi_e(r) = \frac{e_0}{r} \left[e^{-\frac{2r}{a}} - 1 \right] + \frac{e_0}{a} e^{-\frac{2r}{a}},$$
$$E_{er}(r) = \frac{e_0}{r^2} \left[\left(1 + \frac{2r}{a}\right) e^{-\frac{2r}{a}} - 1 \right] + \frac{2e_0}{a^2} e^{-\frac{2r}{a}}.$$

Воспользовавшись принципом суперпозиции, найдем потенциал $\varphi(r)$ и



Зависимость $E(r)$



Зависимость $\varphi(r)$

напряженность поля $E(r)$ в атоме:

$$\varphi(r) = \varphi_e(r) + \varphi_n(r) = \varphi_e(r) + \frac{e_0}{r} = e_0 e^{-\frac{2r}{a}} \left[\frac{1}{r} + \frac{1}{a}\right],$$
$$E(r) = E_{er}(r) + E_n(r) = E_{er}(r) + \frac{e_0}{r^2} = e_0 e^{-\frac{2r}{a}} \left[\frac{1}{r^2} + \frac{2}{ar} + \frac{2}{a^2}\right].$$

Ответ:

$$\varphi_e(r) = \frac{e_0}{r}\left[e^{-\frac{2r}{a}} - 1\right] + \frac{e_0}{a} e^{-\frac{2r}{a}},$$
$$E_{er}(r) = \frac{e_0}{r^2}\left[\left(1 + \frac{2r}{a}\right) e^{-\frac{2r}{a}} - 1\right] + \frac{2e_0}{a^2} e^{-\frac{2r}{a}};$$
$$\varphi(r) = e_0 e^{-\frac{2r}{a}} \left[\frac{1}{r} + \frac{1}{a}\right],$$
$$E(r) = e_0 e^{-\frac{2r}{a}} \left[\frac{1}{r^2} + \frac{2}{ar} + \frac{2}{a^2}\right].$$

253. Сфера радиуса a заряжена зарядом e равномерно по поверхности и вращается вокруг одного из своих диаметров с угловой скоростью $\vec{\omega}$. Найти магнитное поле внутри и вне сферы. Выразить напряженность поля $\vec{H}$ во внешней области через магнитный момент $\vec{m}$ сферы.

Решение:

Ответ:

548. Пусть для измерения времени используется периодический процесс отражения светового «зайчика» попеременно от двух зеркал, укрепленных на концах стержня длиной l. Один период – это время движения «зайчика» от одного зеркала до другого и обратно. Световые часы неподвижны в системе S' и ориентированы перпендикулярно направлению относительной скорости. Пользуясь постулатом о постоянстве скорости света, показать, что интервал собственного времени $d\tau$ выражается через промежуток времени dt в системе S.

Решение:

В системе S' имеем:

$$c\,d\tau = 2l.$$

В системе S:

$$c\,dt = 2\sqrt{l^2 + \left(\frac{v\,dt}{2}\right)^2}.$$

Возводя последнее равенство в квадрат и перенося $v^2\,dt^2$ в левую часть, получим

$$dt^2c^2\left[1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2\right] = 4l^2.$$

Разделив полученное выражение на c^2 и извлекая квадратный корень, получим:

$$d\tau = \frac{2l}{c} = dt\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}.$$

Ответ:

$$d\tau = \frac{2l}{c} = dt\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}.$$