

КОМПЬЮТЕРНАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРОННОЙ ЭМИССИИ»

доц. Брацыхин В.М., студ. Силка А.А.

Предлагаемая лабораторная работа является дальнейшим развитием компьютерной лабораторной работы по определению удельного заряда электрона.

В работе предусмотрена возможность исследования ВАХ вакуумного диода в режиме объемного заряда и в режиме насыщения, определения удельного заряда электрона методом магнетрона и из характеристик термоэлектронной эмиссии. Температура накала нити диода определяется методом пирометра по цвету излучения нити. Для устранения влияния краевых эффектов поля анода и неравномерности температуры накала вдоль нити катода предусмотрено использование защитных колец.

Алгоритмы расчетов построены на соотношениях:

– зависимость тока диода от напряжения анода в режи-

ме объемного заряда
$$I_a = \frac{8\sqrt{2}\pi\epsilon_0 l}{9r_a\beta^2} \sqrt{\frac{e}{m}} U_a^{\frac{3}{2}},$$

где: ϵ_0 – диэлектрическая постоянная вакуума, l – длина нити катода между защитными кольцами, r_a – радиус цилиндрического анода, β – поправочный коэффициент Богуславского, зависящий от отношения радиусов анода и катода r_a/r_k , e – заряд электрона, m – масса покоя электрона, U_a – напряжение на аноде;

– соответственно для определения удельного заряда электрона по ВАХ диода
$$\frac{e}{m} = \frac{81r_a^2 \beta^4}{128\pi^2 \varepsilon_0^2 l^2} \cdot \frac{I_a^2}{U_a^3};$$

– зависимость плотности тока насыщения от температуры
$$j_s = \frac{emk^2}{2\pi^2 \hbar^3} T^2 e^{-\frac{A}{kT}},$$

где: j_s – плотность эмиссионного тока насыщения, S – площадь катода, k – постоянная Больцмана, T – абсолютная температура катода, $\hbar = h/2\pi$ – постоянная Дирака, h – постоянная Планка;

– для построения кривых ВАХ во всем интервале напряжений анода используется склейка вышеприведенных зависимостей путем подбора оптимальных коэффициентов операции склейки;

– определение удельного заряда электрона методом магнетрона
$$\frac{e}{m} = \frac{8(4R^2 + L^2)b^2}{(\mu_0 N(b^2 - a^2))^2} \cdot \frac{U_a}{I_{Ckp}^2},$$

где: R, L – среднее значение радиуса соленоида и его длина, b – внутренний радиус анода, μ_0 – магнитная проницаемость вакуума, N – число витков соленоида; a – радиус нити катода, I_{Ckp} – критическое значение тока соленоида, при котором исчезает ток анода.

При выводе этого соотношения учтена зависимость скорости электрона от расстояния до нити анода.

Предусмотрено построение сбросовых кривых тока анода в ручном режиме – под управлением пользователя и в автоматическом режиме. Для сбросового участка предусмотрена возможность изменения масштаба осей.

Для работы с программой организован удобный для пользователя интерфейс.