

### Задача № 5.

Электрон, прошедший ускоряющую разность потенциалов  $U = 50B$ , попадает из вакуума в металл, внутренний потенциал которого  $\varphi = 5B$ . Найдите показатель преломления металла  $n_e$  для электронной волны де Бройля.

*Решение:*

Показатель преломления для дебройлевской волны электрона равен:

$$n_e = \frac{v_e}{v_c} \quad (1)$$

где  $v_e$ ,  $v_c$  - фазовые скорости дебройлевской волны в вакууме и среде соответственно.

Учитывая, что фазовая скорость равна  $v_\phi = \frac{\omega}{k}$ , а  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ , где  $\lambda$  - дебройлевская длина волны, получим:

$$n_e = \frac{v_e}{v_c} = \frac{k_c}{k_e} = \frac{\lambda_e}{\lambda_c} \quad (2)$$

По определению длина волны де Бройля:

$$\lambda_B = \frac{2\pi\hbar}{p} \quad (3)$$

где  $p$  – импульс электрона.

В вакууме кинетическая энергия электрона была равна  $K_1 = eU$ , его импульс:

$$p_1 = \sqrt{2mK_1} = \sqrt{2meU} \quad (4)$$

Дебройлевская длина волны электрона в вакууме:

$$\lambda_e = \frac{2\pi\hbar}{\sqrt{2meU}} \quad (5)$$

В металле энергия электрона увеличится на величину  $e\varphi$ . На рисунке 1 представлены графики зависимости  $\varphi(x)$  и  $U(x) = -e\varphi(x)$ . Из рисунка справа ясно, что  $K_2 = K_1 + e\varphi = e(U + \varphi)$ . Тогда длина волны де Бройля электрона в металле:

$$\lambda_c = \frac{2\pi\hbar}{\sqrt{2me(U + \varphi)}} \quad (6)$$

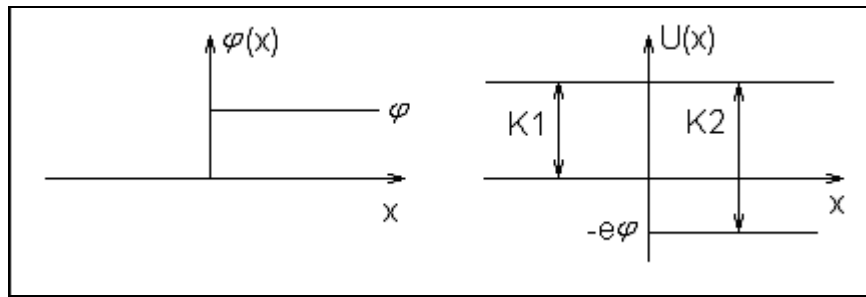


Рисунок 1

Используя (2), найдём показатель преломления:

$$n_e = \frac{\lambda_e}{\lambda_c} = \sqrt{\frac{U + \varphi}{U}} = \sqrt{1 + \frac{\varphi}{U}} \quad (7)$$

Подставляя числовые значения, получим:

$$n_e = 1.05$$

**Ответ:**

$$n_e = \sqrt{1 + \frac{\varphi}{U}}$$

$$n_e = 1.05$$