

MÜSTƏVİ DİODUN FƏZA YÜKLƏRİ OBLASTINDA VOLT-AMPER XARAKTERİSTİKASI

H.S.Məmmədov¹, A.K.Orucov
Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, III kurs

Katodu közərtdikdə onun ətrafında mənfi fəza yükləri (elektron buludu) yaranacaq və sürətləndirici elektrik sahəsində anoda doğru hərəkət edən elektron seli fəza yükləri ilə məhdudlanmış həcmdən keçəcəkdir. Baxılan hal üçün $E_{\text{ii}}=E_3=0$, $E=E_x=-\frac{d\phi}{dx}$ olduğundan Puasson tənliyi

$$\frac{d^2\phi}{dx^2} = -4\pi\rho \quad (1)$$

olar. Harada ki, ϕ x koordinatlı müstəvinin potensialı, ρ fəza yüklərinin həcmi sıxlığıdır. Kəsilməzlik tənliyi

$$j = env = \text{const} \quad (2)$$

olar. Emissiya etmiş elektronların başlanğıc sürətlərini nəzərə almasaq, işlə enerji arasındakı əlaqə düsturuna görə

$$\frac{mv^2}{2} = e(\phi - \phi_k) \quad (3)$$

yaza bilərik. Katodun potensialı $\phi_k = \text{const}$ olduğundan Puasson tənliyində ϕ -ni $\phi - \phi_k$ ilə əvəz etmək olar. Onda

$$\frac{d^2(\phi - \phi_k)}{dx^2} = -4\pi\rho \quad (4)$$

alırıq. $\phi - \phi_k = U$ və $\rho = -en$ olduğunu nəzərə alıb (2) və (3) tənliklərinin köməyi ilə (4)-dən

$$\frac{d^2U}{dx^2} = \frac{4\pi j}{\sqrt{2\frac{e}{m}}} U^{-\frac{1}{2}} \quad (5)$$

alırıq. (5) tənliyini hər iki tərəfdən $2\frac{dU}{dx}$ həddinə vuraraq onu

$$\frac{d}{dx}\left(\frac{dU}{dx}\right)^2 = A\frac{d}{dx}(U^{1/2}) \quad (6)$$

şəklində yaza bilərik. Harada ki, $A = \frac{16\pi j}{\sqrt{2\frac{e}{m}}}$ işarə edilmişdir. (6) tənliyini inteqrallasaq

$$\left(\frac{dU}{dx}\right)_x^2 - \left(\frac{dU}{dx}\right)_0^2 = A(U_x^{1/2} - U_0^{1/2}) \quad (7)$$

alırıq.

¹ huseynmammedov.461@gmail.com

Katodun səthində ($x=0$) elektrik sahəsinin intensivliyi olan $\left(\frac{dU}{dx}\right)_0 = 0$

olmalıdır. Doğrudan da bu hədd müsbət olsa idi, istənilən kiçik gərginlikdə cərəyan sonsuz böyük olar (doyma cərəyanı), bu hədd mənfi olsa idi, onda heç bir gərginlikdə katoddan bir dənə də elektron çıxma bilməzdi. Ona görə $\left|dU/dx\right|_0 = 0$ olmalıdır.

$U = \phi - \phi_k$ olduğundan $U|_{x=0} = 0$ olmalıdır. Bu sərhəd şərtlərini (7)-də nəzərə alsaq

$$\frac{dU}{dx} = \sqrt{AU}^{1/4} \quad (8)$$

olar. (8) tənliyini inteqrallasaq

$$U^{3/4} = \frac{3}{4} \sqrt{A} \cdot x \quad (9)$$

alarıq. (9) tənliyində A sabitinin qiymətini yerinə yazıb sadə cəbri çevrilmələrdən sonra

$$j = \frac{1}{9\pi} \sqrt{2 \frac{e}{m}} \cdot \frac{U^{3/2}}{x^2} \quad (10)$$

alarıq. (10) ifadəsində $x=d-y$ ə uyğun gərginliyi U ilə işarə edərək və alınmış ifadəni $J=j \cdot s$ düsturunda yerinə yazaraq

$$J = cU^{3/2} \quad (11)$$

alarıq. Harada ki, $c = \frac{s}{9\pi d^2} \sqrt{2 \frac{e}{m}} = const$ işarə edilmişdir və s – katodun səthinin sahəsidir.

(11) fəza yükləri oblastında diod lampasında anod cərəyanının anod gərginliyindən asılılığını ifadə edir və ona Boquslavski – Lenqümür düsturu və ya 3/2 qanun deyilir.

Gərginliyin, elektrik sahəsinin intensivliyinin və yüklərin həcmi sıxlığının koordinatdan asılılığını tapmaq. (10) ifadəsini 2/3 dərəcədən qüvvətə yüksəldərək

$$U = (9\pi j)^{2/3} \cdot \left(\frac{m}{2e}\right)^{1/3} \cdot x^{4/3} = const \cdot x^{4/3} \quad (12)$$

(12) ifadəsindən x -ə görə törəmə alaraq

$$E = -\frac{dU}{dx} = -\frac{4}{3} (9\pi j)^{2/3} \cdot \left(\frac{m}{2e}\right)^{1/3} \cdot x^{1/3} = const \cdot x^{1/3} \quad (13)$$

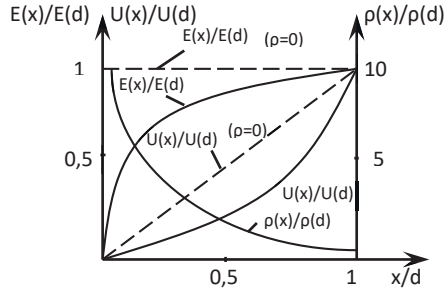
və (12)-ni Puasson tənliyində yerinə yazaraq

$$\rho = -\left(\frac{m}{2e}\right)^{1/3} \cdot \left(\frac{1}{9\pi}\right)^{1/3} \cdot j^{2/3} \cdot x^{-2/3} = const \cdot x^{-2/3} \quad (14)$$

alarıq. (12) – (14) ifadələrinə əsasən şəkil 1-də nisbi vahidlərdə intensivliyin, potensialın və fəza yüklərinin həcmi sıxlığının məsafədən asılılığı qrafikləri göstərilmişdir. (12) və (13) ifadələrində $x=d$ yazaraq

$$E_a = \frac{4}{3} \cdot \frac{U_a}{d} = 1,33E_0 \quad (15)$$

alarıq.



Şək. 1

Gərginliyin (12) ifadəsinə görə təyini istənilən U -da doyma cərəyanına gətirərdi. Bu onunla əlaqədardır ki, başlanğıc şərti $x=0$ -da, $v=0$ olması ancaq $\rho=\infty$ olduqda ödənilə bilər. Doğrudan da cərəyan sıxlığının $j=env=-\rho v$ ifadəsindən görüldüyü kimi, $v=0$ olması üçün $\rho=\infty$ olmalıdır. Praktiki olaraq kifayət qədər böyük ρ üçün $v=0$ şərtini qəbul etmək olar. Elektronların başlanğıc sürətlərinin nəzərə alınması ona gətirir ki, katodun səthi yaxınlığında potensial minimumdan keçib artır. Aydınır ki, elə elektronlar katod yaxınlığındakı mənfə fəza yükləri oblastına keçə biləcək ki, onların başlanğıc enerjisi $\left|mv_0^2\right|_2 \geq eU_{\min}$ şərtini ödəsin. Bu halda volt-ampere xarakteristikası üçün mürəkkəb asılılıq alınmasına baxmayaraq kifayət qədər böyük cərəyanlar üçün $3/2$ qanununun doğruluğunu qəbul etmək olar.

Ədəbiyyat

1. Kalaşnikov Q.S. Elektrik bəhsi. Elektrik sahəsi və maqnit sahəsi, Bakı, 2015, 340 s.
2. Д.В.Сивухин, Общий Курс Физики, том III, электричество, М., 1977, 688 с.