



Қатты денелерден зарядталған бөлшектерді шығару әдістері (эмиссия)

Орындаған: Аманжолов Е.

Жоспар:

- Шығару әдістері
- Эмиссия түрлері
- Қорытынды

- Қатты денелер көп түрлері үшін бүкіл аралықтың ойығы тек егер газ көлемінде иондалудан басқа катод бетінен электрондарды босату орын алған жағдайда мүмкін болады. Электр өрісінің ықпалымен иондалу болып жатқан газдық аралық ішіндегі катодтағы процестер келесідей болады:

газ сәулеленуінің
ықпалымен катод
бетінен екінші
электрондардың
босатылуы;

катодқа оң
иондардың
ықпалы кезінде
электрондардың
босатылуы;

катод бетінің қозған
атомдары
молекулалармен
өзара әрекеттесуі
кезінде
электрондардың
босатылуы;

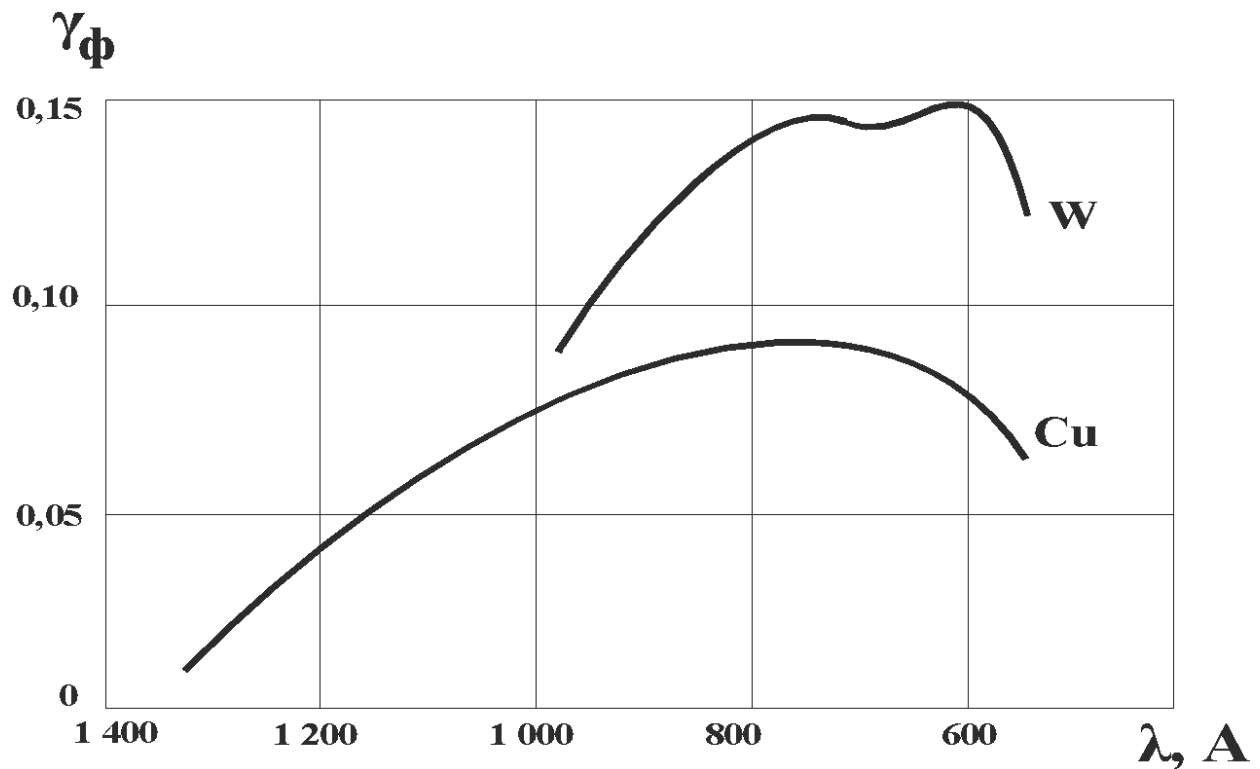
автоэлектрондық
эмиссия;

термоэлектронды
қ эмиссия.



Фотоэлектрондық ЭМИССИЯ.

- Сәулелену ықпалымен метал бетінен электрондарды босату фотондар энергиясына айтарлықтай тәуелді болады, бұл бапсыз катод кезінде кейбір металдар үшін, $\gamma_{\text{ф}}$ фотон энергиясына $h\nu$ немесе сәулелену толқынының ұзындығына тәуелдік графигінен көрініп тұр. Барлық жағдайларда катодтан фотоэлектрондық эмиссия үшін, фотон энергиясы келесідей болу қажет $h\nu > W_0$. Жарық квантының энергиясы тек бір электронға беріле алады, сондықтан да $h\nu$ жоғарлаған сайын, фотонның металға ену тереңдігі жоғарылайды, сол энергияны алған электронның шығу ықтималдығы төмендейді және $\gamma_{\text{ф}}$ біраз төмендейді.



**Әртүрлі материалдардағы катодтан
фотозмиссия коэффициентінің сәулелену
толқынының ұзындығына тәуелдігі.**

- Егер катод қатты диэлектрик қабатымен қапталған болса, онда фотоэмиссия коэффициенті өседі, өйткені жалпы жағдайда шығу жұмысы төмендейді.
- Метал бетінен электрондарды босата алатын сәулелену толқынының шекті ұзындығы $h\nu = W_0$ тепетендігімен анықталады. Мысалы, мыс катод үшін сәулелену толқынының шекті ұзындығы келесіге тең болады:
- $$\lambda_{\text{пред}} = \frac{ch}{W_0} = \frac{123 \cdot 10^{-8}}{5} = 2460 \text{Å}$$

АВТОЭЛЕКТРОНДЫҚ ЭМИССИЯ.

Термоэмиссия.

- Автоэлектрондық эмиссия 10^6 В/см мәнінен асатын кернеулігі бар электр өрісінің ықпалы астында орын алады. Кернеуліктің осындай үлкен мәндері тек вакуумда немесе дөңгелектенудің өте кіші радиусы бар электродта болуы мүмкін.
- Автоэлектрондық эмиссия механизмін тек электронның толқынды қасиеттерін есепке ала отырып түсіндіруге болады. Белгілі болғандай, электр өрісінің ықпалы астында потенциалдық бөгеттің тарылуы орын алады. Әдетте, анализ жүргізгенде, металды электрондық газбен потенциалдық шұңқырға модельдейді, оның W_a тереңдігі өрістері жоқ бос вакуумдағы және метал ішіндегі электрон энергиясына тең. Электронның металдан шығу жұмысы $W_0 = W_a - W_{f0}$, мұндағы W_{f0} — Ферми шекті энергиясы. Қарастырылып жатқан жағдайда электронның потенциалдық энергиясы металдан тыс (шексіз қашықтықтағы вакуум ішінде орналасқан электронның энергия мәнінен санақ бастағанда) келесі өрнекпен беріледі:

$$W_x = -\frac{e^2}{4\varepsilon_0 x} - eEx$$

- осы ретте екінші қосылғыш E кернеулігі бар сыртқы электр өрісінің ықпалын есепке алады. Бұл өріс бөгет формасын өзгертіп, оның биіктігін келесі (Шоттки әсері) шамаға қысқартады

- $$W_m = e \sqrt{\frac{eE}{\varepsilon_0}} = 3,79 \cdot 10^{-5} \sqrt{E} \text{ эВ},$$

- егер E кернеулігі В/м арқылы берілсе. Астындағы суретінде өріс кернеулігінің әртүрлі мәндерінде вольфрам үшін потенциалдық бөгеттің формалары берілген.

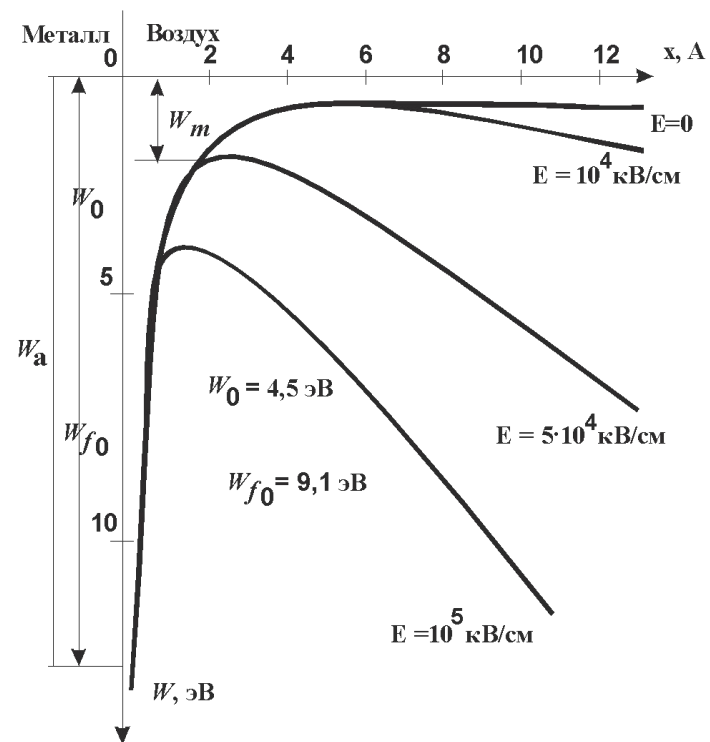
- Толқынды механика көріністерінен D потенциалдық бөгеттің анықтық коэффициентінің рөлі айтарлықтай маңызды болғаны айқын, ол электрондардың бөгет үстінен өткенде, $W_x > W_a - W_m$ энергиясы бар электрондардың көріну ықтималдығымен қатар, $W_x < W_a - W_m$ энергиясы бар электрондардың бөгет ішінен (туннель әсері) өту ықтималдығын есепке алады. Жалпы жағдайда D анықтық коэффициенті E өрісі кернеулігінің, W_x электрон энергиясының W_0 шығу жұмысының функциясы болып табылады.

- Тәжірибе зерттеулері көрсеткендей, автоэлектрондық эмиссия тогы электрод бетіндегі тегіс еместіктен пайда болады, мұндағы шынайы электр өрісі разрядтық аралықта өлшенгеннен біршама жоғары болуы мүмкін. Автоэлектрондық эмиссия тогының тығыздығын келесі формула бойынша бағалауға болады:

-

- $$j_{\text{э}} = A(T + CE)^2 e^{-\frac{B}{T+CE}},$$

- мұндағы T — катод температурасы; A , B — катод материалына тәуелді тұрақтылары; C — катод бетінің күйін сипаттайтын тұрақты.



**Электр өрісінің кернеулігіне
байланысты вольфрамның
потенциалдық бөгетінің формалары.**

- Катод бетінен электрондар эмиссиясы орын алатын кездегі температуралар мен өрістердің бүкіл диапазонын үш аймаққа бөлуге болады: автоэмиссиондық (күшті өрістер және салыстырмалы түрде жоғары емес температуралар), термоэмиссиондық (жоғары температуралар және әлсіз өрістер) және аралықтық.
- Жоғары температура мен өте әлсіз өріс кезінде ($E \rightarrow 0$) анықтық коэффициенті $W_x > W_a$ болғанда $D = 1$ және $W_x < W_a$ болғанда $D = 0$ болады.

- Осы жағдайда теңдеуі термоэмиссияның ток тығыздығын анықтайтын Ричардсон—Дэшман деп аталатын теңдеуіне айналады:

$$j = A_0 \exp\left(-\frac{B_0 W_0}{T}\right),$$

- мұндағы $A_0 = 2 \cdot 10^6 \text{ A/m}^2$, $B_0 = 1,16 \cdot 10^4 \text{ K/эВ}$, W_0 – эВ арқылы өлшенеді.
- Электр өрісі арқылы потенциалдық бөгеттің бұзылуы орын алатын кезде Шоттки әсерін есепке алып, анықтық коэффициенті $W_x > W_a - W_m$ болғанда $D = 1$ және $W_x < W_a - W_m$ болғанда $D = 0$ болады. Осы жағдайда эмиссия тогының тығыздығы үшін (A/m^2 арқылы) Ричардсон—Шоттки теңдеуін аламыз:

$$j = A_0 T^2 \exp\left[-\frac{B_0}{T} (W_0 - 3,79 \cdot 10^{-5} \sqrt{E})\right]$$

- Потенциалдық бөгеттің ұшы жағындағы оның ені қысқарып, туннель әсері байқалатындай E өріс кернеулігі өсетін болса, анықтық коэффициентін $W_x < W_a - W_m$ болғанда $D \neq 0$ нөлге тең деп есептей алмаймыз. Осы жағдайда эмиссияның ток тығыздығы:

-

- $$j = j_1 + j_2 = j_1 \frac{1}{(1-\eta)},$$

- осы ретте бұл теңдеу $\eta \ll 1$ болғанда дұрыс. Алдыңғы теңдеуінде j_1 — теңдеуі бойынша анықталатын термоэмиссиондық ток тығыздығы, ал j_2 — туннель әсерінің есебінен ток тығыздығы. η шамасы келесідей анықталады:

- $$\eta = 1,65 \cdot 10^{-4} \frac{E^{3/4}}{T}$$

- $j \approx j_1$ төмен болатын E мәндердің шамалас шегі былай анықталады $E_{\text{гр}} = 4,37 \cdot 10^4 T^{4/3}$ В/м.