

DETERMINAREA CONSTANTEI LUI PLANCK DIN STUDIUL EFECTULUI FOTOELECTRIC

(Referat)

1. Scopul lucrării

Determinarea constantei lui Planck din studiul efectului fotoelectric extern.

2. Teoria lucrării

Efectele fotoelectrice sunt E.F extern (absorbția radiațiilor electromagnetice incidente conduce la emisia de electroni în afara metalului iradiat din cauza interacției dintre cele două), E.F intern (absorbția radiațiilor electromagnetice incidente duce la mărirea numărului de electroni de conducție din metalul iradiat = micșorare a rezistenței electrice a materialului), E.F al radiațiilor X (radiația X duce la scoaterea în afara metalului a electronilor din interiorul atomului) și efectul fotogalvanic (aparitia unei tensiuni electromotoare la contactul dintre un semiconductor și un metal sau doi semiconductori dacă se trimite o radiație electromagnetică asupra suprafeței de contact).

Legile efectului fotoelectric extern:

- Intensitatea curentului fotoelectric de saturație este direct proporțională cu fluxul radiațiilor incidente la frecvența comandată
- Energia cinetică maximă a fotoelectronilor crește liniar cu frecvența radiațiilor și nu depinde de fluxul acestora
- Se produce dacă frecvența radiațiilor incidente \geq un prag specific fiecărui material
- Se produce instantaneu

Radiația electromagnetică constă dintr-un flux de particule (fotoni), iar efectul fotoelectric constă dintr-o ciocnire între un foton și electron aflat în metal. $E = h\nu$ unde h (factorul de proporționalitate) este constanta lui Planck, pe care dorim să o aflăm în această lucrare.

Ecuatie de conservare a energiei în ciocnire foton electron este: $E_c = h\nu - L_{extr}$

Constanta lui Planck poate fi determinată prin expunerea unei celule fotoelectrice la radiație electromagnetică monocromatică (are o singură lungime de undă) și măsurarea energiei cinetice a fotoelectronilor emisi.

Dacă o radiație electromagnetică este incidentă pe catodul dispozitivului fotoelectronii ies din catod. Tensiunea directă între catod și anod (anod mai pozitiv) duce la acoperirea anodului cu un fotocurent printr-un circuit închis (electronii emisi fiind atrași de anod). Tensiunea inversă (anod mai negativ) duce la mai puțin electroni către anod și va duce la anularea fotocurentului prin descreștere. Tensiunea aplicată la care se anulează fotocurentul se numește tensiune de stopare (U_0). Când este atinsă niciun electron nu mai ajunge la anod. Practic E_c este consumată de câmpul invers, deci: $E_c = eU_0$

Astfel putem calcula energia cinetică cu ecuația de conservare și cu $eU_0 = h\nu - L_{extr}$

Observăm că U_0 poate fi reprezentată ca o funcție de frecvență, ecuația anterioară fiind ecuația unei drepte: $U_0(v) = hv/e - L_{extr}/e$ cu panta $m = h/e$

Deci când e este cunoscută, putem afla constanta lui Planck, determinând panta din rezultatele experimentale. Pentru aceasta trebuie să realizăm mai multe măsurători cu valori diferite ale frecvenței radiației incidente.

Pentru o anumită frecvență mică (frecvență de prag), respectiv pentru o lungime de undă de prag (λ_p), energia cedată de fotonul incident este folosită de fotoelectron pentru a ieși din

metal fără energie cinetică. Astfel, viteza electronilor se anulează și avem:

$$hv_p = h \frac{c}{\lambda_p} = L_{extr}$$

(c = viteza luminii în vid = $3 \cdot 10^8$ m/s)

3. Modul de lucru

- 1 - Verificați conexiunile electrice (Figura 2).
- 2 - Setați amplificatorul universal pe Low drift mode, amplificarea 104, constantă de timp 0.3 s.
- 3 - Verificați zero-ul amplificatorului universal (fără a avea conexiune la intrare – deschiderea fotocelulei să fie ecranată, setați tensiunea de ieșire a amplificatorului la zero, cu ajutorul controlului de zero).
- 4 - Setați tensiunea sursei de alimentare la 3V, intensitatea curentului electric la 1A.
- 5 - Puneți fotocelula direct în fața sursei de radiații, utilizând deschiderea rotundă a glisorului.
- 6 - Montați filtrul de interferență de 578 nm între sursa de radiații și fotocelulă (montat la fotocelulă).
- 7 - Observați semnalul de ieșire al amplificatorului (pe ecranul multimetrului F1), care este proporțional cu intensitatea fotocurentului dependent de tensiunea de stopare a fotocelulei.
- 8 - Mutați cursorul reostatului până când intensitatea fotocurentului afișat pe multimetrul F1 devine zero.
- 9 - Notați tensiunea de stopare (afișată pe ecranul multimetrului F2) pentru intensitatea fotocurentului egală cu zero.
- 10 - Repetați măsurătoarea pentru acest filtru de 10 ori, notând de fiecare dată valoarea tensiunii de stopare într-un tabel ca cel de mai jos.
- 11- Repetați pașii 7, 8, 9 și 10 pentru filtrele: 546 nm, 436 nm, 405 nm, 366 nm.

4. Rezultate

Filtru	λ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	\bar{U}_0	$\nu \cdot 10^{14}$ (Hz)
galben	578	2,227	1,784	0,974	2,885	2,188	1,923	1,790	1,204	1,091	1,639	1,770	5,190
verde	546	1,340	1,826	1,558	1,997	2,472	2,201	1,207	1,801	2,004	2,402	1,889	5.494
albastru	436	2,112	1,530	1,628	2,239	2,546	2,740	2,861	2,623	2,241	1,886	2,240	6.880
violet	405	1,474	1,841	2,188	2,600	1,485	1,801	2,724	2,987	2,271	1,688	2,106	7.407
u-violet	366	1,575	2,032	2,624	3,159	2,269	2,754	1,743	2,551	2,621	2,289	2,362	8.196

Din care reiese panta aproximativ 0,4 si constanta lui Planck:
 $0,414 \cdot 1,6 \cdot 10^{-33} = 0,6624 \cdot 10^{-33} = \mathbf{6,624 \cdot 10^{-34}}$

$$\nu_p = 1$$

$$\lambda_p = c / \nu = 3 \cdot 10^8$$

$$\mathbf{L_{extr} = 6,624 \cdot 10^{-34}}$$