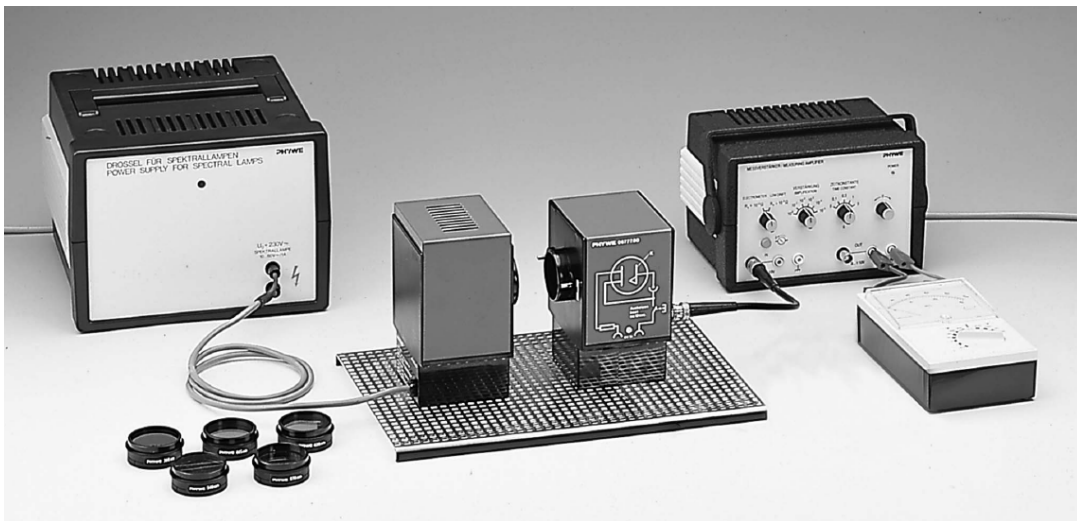


Efectul Fotoelectric

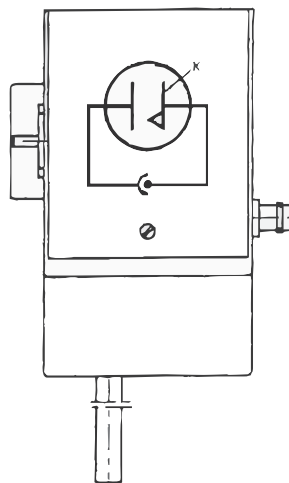
Scopul lucrarii

- Demonstrarea efectului fotoelectric;
- Determinarea constantei h a lui Planck;
- Determinarea lucrului de extractie si lungimii de unda de prag a fotocatodului.

Aparatura utilizata



Componenta principala in cadrul acestei lucrari o reprezinta *celula fotoelectrică*. Ea consta, in principal, dintr-un electrod, numit fotocatod, pe care este depus un strat subtire de sulfura de plumb (PbS) si un al doilea electrod – anod – care colecteaza cea mai mare parte a electronilor emisi de fotocatod.



Celula fotoelectrică este introdusă într-o carcasa metalică ce o ecranează electric și optic.

Fereastra prin care intră lumina este prevăzută cu un tub pe care se fixează filtre interferențiale și, în continuare, cu un obturator culisant.

Radiația incidentă pe fotocathod provine de la o lampă cu descărcare electrică în vapori de mercur (Hg). Ea se află plasată într-o carcasa metalică prevăzută cu o fereastră cilindrică ce se plasează în dreptul ferestrei de intrare a fotocelulei.

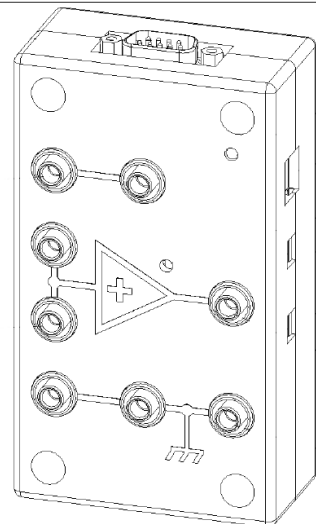


Lampa de mercur este alimentată de o sursă.



]

În urma efectului fotoelectric, între catod și anod apare o diferență de potențial ce trebuie măsurată. Deoarece sarcina electrică responsabilă pentru această diferență de potențial este foarte mică, aparatul de măsură al tensiunii trebuie să aibă o rezistență de intrare foarte mare, iar legătura între celulă și acesta din urmă se va face printr-un cablu ecranat.



Principiul lucrării:

Daca un fascicul luminos (monocromatic) atinge fotocatodul, acesta emite fotoelectroni in urma efectului fotoelectric, cu conditia ca energia unei cuante luminoase sa fie mai mare decat aceea necesara pentru extragerea unui electron din fotocatod (lucrul de extractie L_e). Energia cinetica a fotoelectronilor E_c creste cu energia $h\nu$ a cuantelor de lumina:

$$E_c = h\nu - L_e. \quad (1)$$

Fotoelectronii ajung pe anod si il incarca pe acesta cu sarcina electrica negativa. Diferenta de potential dintre cei doi electrozi creste pana la o valoare limita U_l , care se atinge atunci cand intreaga energie cinetica E_c a fotoelectronilor este utilizata pentru a invinge aceasta diferenta de potential:

$$E_c = eU_l \quad (2)$$

($e = 1.602 \times 10^{-19} C$).

Combinand relatiile (1) si (2) se obtine:

$$e \cdot U_l = h\nu - L_e. \quad (3)$$

Ar fi suficient sa se masoare U_l pentru doua lungimi de unda (frecvente) diferite ale luminii pentru a determina cele doua necunoscute h si L_e . Totusi, in mod normal, se masoara mai multe valori ale lui U_l ce se reprezinta grafic in functie de frecventa ν . Rescriind relatia (3) sub forma:

$$U_l = \frac{h}{e}\nu - \frac{L_e}{e}. \quad (4)$$

Se vede clar ca reprezentarea grafica este o dreapta cu panta $\frac{h}{e}$. Din aceasta

panta se poate determina imediat valoarea constantei h a lui Planck.

Prelungindu-se dreapta pana la intersectia cu axa absciselor se determina asa numita **frecventa de prag** ν_p (este mai mult utilizata lungimea de unda de prag $\lambda_p = c/\nu_p$), pentru care $U_l = 0$. In acest caz

$$L_e = h\nu_p. \quad (5)$$

In cazul catodului PbS aceasta valoare nu are sensul unei constante fizice, ea este semnificativ influentata de tehnologia utilizata in fabricarea fotocatodului.

Modul de lucru

Se verifica daca obturatorul fotocelulei este in pozitia inchis. Se aprinde lampa spectrala de Hg, manevrandu-se comutatorul sursei. Lampa are nevoie de 15 minute de incalzire prealabila. Se alimenteaza electrometrul de la o sursa de tensiune alternativa de 12V (de la un transformator). Dupa incalzirea lampii, se fixeaza pe suportul carcasei celulei primul filtru (preferabil intr-o anumita ordine – crescatoare sau descrescatoare – a lungimilor de unda). Se deschide obturatorul si se citeste valoarea tensiunii

la iesirea din electrometru, masurata cu un voltmetru obisnuit, pe scala de $2V=$.

Observatia 1 : electrometrul are factorul de amplificare 1, deci tensiunea masurata la iesirea sa va fi egala cu aceea de la intrare (transmisa dinspre fotocelula prin intermediul cablului coaxial). Rolul electrometrului este doar acela de a adapta rezistenta interna foarte mare a fotocelulei cu rezistenta mult mai mica a voltmetrului. In acest sens, impedanta de intrare a electrometrului este $>10^{13}\Omega$, dar cea de iesire este $\leq 500\Omega$.

Observatia 2 : lampa spectrala de Hg prezinta un spectru de linii. In absenta filtrelor, toata radiatia din aceste linii spectrale ajunge simultan pe fotocatod, deci lumina nu ar fi monocromatica. Cele cinci filtre sunt special alese asa incat sa izoleze cate o linie mai intensa a spectrului de Hg. Valorile lungimilor de unda λ scrise pe fiecare filtru corespund cu lungimile de unda ale radiatiilor Hg ce sunt lasate de catre filtru sa treaca.

Dupa ce se fac citiri de tensiune, se intocmeste reprezentarea grafica, inscriindu-se pe abscisa valorile frecventei (in $10^{14} Hz$) iar pe ordonata valorile tensiunii (in V) Se va tine cont de relatia simpla dintre frecventa luminii si lungimea de unda in vid. Pe grafic se determina panta si tensiunea de prag conform relatiei (4). In final, se calculeaza valoarea constantei h cat si lucrul de extractie L_e .

Observatia 3 : Daca se foloseste un program de reprezentari grafice, procedura *linear fit* sau *linear regression*, etc., da direct valoarea pantei si a tensiunii de prag. In caz contrar, panta si tensiunea de prag va fi calculata utilizandu-se formulele ce rezulta din metoda celor mai mici patrate.

Observatia 4 : Datorita caracteristicilor constructive ale fotocelulei, valoarea determinata experimental pentru h se va incadra intr-o banda de eroare destul de mare ($\pm 20\%$).