

Kísérleti feladat

A kísérleti feladatban egy vasoxid (Fe_2O_3) nanorészecske-láncokat tartalmazó vékonyréteg-félvezető tiltottsáv-szélességét és vastagságát kellett meghatározni optikai módszerrel.

A tiltottsáv-szélesség a félvezetők és a szigetelők esetében a vegyérték sáv teteje és a vezetési sáv alja közti energia-különbség. A vegyérték sáv teljesen be van töltve elektronokkal, a vezetési sáv pedig üres – azonban a vegyérték sávból elektronok juthatnak a vezetési sávba, ha elegendő (legalább a tiltottsáv-szélességgel megegyező nagyságú) energiát kapnak.

A tiltottsáv-szélesség megméréséhez az átlátszó vékonyréteg fényelnyelő-képességét (abszorpcióját) kellett vizsgálniuk a versenyzőknek a mintán áthaladó fény spektrumának segítségével. Kicsit leegyszerűsítve azt mondhatjuk, hogy az abszorpciós spektrumon hirtelen ugrás (növekedés) figyelhető meg, amikor a foton energiája eléri a tiltottsáv-szélességet.

Kísérletileg bebizonyították, hogy a tiltottsáv-szélességnél kicsit nagyobb fotonenergiák esetében a következő összefüggés teljesül:

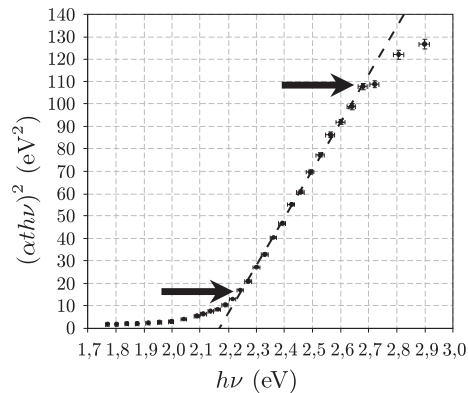
$$(1) \quad \alpha h\nu = A(h\nu - E_g)^\eta,$$

ahol α a vékonyréteg abszorpciós együtthatója, A egy anyagfüggő (a vékonyréteg anyagától függő) állandó, η pedig a vékonyréteg anyagától és szerkezetétől függő abszorpciós mechanizmusból meghatározható állandó. (A vizsgált vékonyrétegre $A = 0,071 \text{ eV}^{1/2}/\text{nm}$ és $\eta = 1/2$.) Az áteresztőképességet α értékével a jól ismert abszorpciós összefüggés kapcsolja össze:

$$T_{\text{film}} = e^{-\alpha t},$$

ahol t a vékonyréteg vastagsága.

A mérési összeállításban (lásd *ábra*) egy 5' pontossággal beállítható goniométerre (szögmérésre alkalmas eszköz egy rögzített és egy forgó karral) szerelt optikai ráccsal lehetett felbontani egy halogénlámpa fehér fényét. A mintán és a referenciának használt üveglemezen áthaladó fény erősségét fotoellenállás segítségével lehetett mérni. (A fotoellenállás elektromos ellenállása csökken, ha a rá eső fény intenzitása növekszik.)



A mérés elején a versenyzőknek hosszadalmas, bonyolult eljárással kellett beállítaniuk az egyes optikai elemeket, és meghatározniuk a spektrális felbontás pontosságát. Ezt követte a mérés elvégzése (a mintán, illetve az üres üveglemezen átmenő fény intenzitásának mérése a hullámhossz függvényében) és az adatok kiértékelése.

A kiértékeléshez az $x = h\nu$ és $y = (\alpha h\nu)^2$ értékpárokat kellett ábrázolni egy koordináta-rendszerben, és a pontokra az (1) egyenletet kielégítő tartományban egyenest kellett illeszteni (lásd *grafikon*). Az (1) egyenletet t -vel megszorozva és négyzetre emelve kapjuk:

$$(\alpha h\nu)^2 = (At)^2(h\nu - E_g),$$

amit összevetve x és y képletével:

$$y = (At)^2(x - E_g).$$

Ennek alapján az illesztett egyenes paramétereiből már könnyen meghatározható az E_g tiltottsáv-szélesség és (A ismeretében) a vékonyréteg t vastagsága. A vékonyréteg előállítás nehezen reprodukálható, így az egyes mintákon E_g értéke 2 eV és 2,2 eV között, t értéke 70 nm és 200 nm között változott. (A rendezők a versenyre készített mind a 616 mintát végigmérték!)

