

2. Nanofizika

2.1. feladat

Lepkeszárnyak (fotonikus nanoszerkezetek) fizikai színei

(Beküldési határidő: 2018. április 10.)

Közli: Márk Géza István

MTA Energiatudományi Kutatóközpont,

Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet, Nanoszerkezetek Labor

Vizsgáljuk meg egy kitin-levegő multiréteg szerkezet optikai visszaverődési spektrumát! Tételezzük fel, hogy n rétegből áll a szerkezet és mindegyik réteg egy a vastagságú, n_{kitin} törésmutatójú kitinlemezről ($n_{\text{kitin}} = 1,56$) és egy b vastagságú, $n_{\text{lev.}}$ törésmutatójú levegőrétegből ($n_{\text{lev.}} = 1,00$) áll. A beeső fény a kitin-levegő és levegő-kitin határfelületeken törést és visszaverődést szenved, az egyes határfelületekről visszaverődő komponensek interferenciája alakítja ki a mért spektrumot.

A lepkeszárnyak esetében, a kis törésmutató-eltérés és a kevés (tíznél kisebb) rétegszám miatt a fényelnyelés és a többszörös szórás hatása kicsi. Az úgynevezett *első Born-közelítésben* feltételezzük, hogy a visszavert spektrum úgy alakul ki, hogy a multirétegbe behatoló fény gyengülés nélkül áthalad a rendszeren, ám eközben mindegyik határfelületen létrejön egy visszavert hullámkomponens, amely (szintén gyengülés nélkül) a megfigyelő detektorába (vagy szemébe) jut. Feltételezzük továbbá, hogy a visszavert komponensek intenzitása egyforma, ám a fázisuk különbözni fog, mivel különböző mélységben lévő határfelületekről verődtek vissza. A visszavert komponensek interferenciája különböző hullámhosszokra különböző mértékű erősítést, illetve gyengítést (kioltást) fog okozni, tehát bizonyos színekre erősítés, más színekre gyengítés (kioltás) lép fel – így alakul ki a visszavert spektrum.

Számítsuk ki a fenti lepkeszárnymodell visszavert spektrumát az ún. *első Born-közelítésben*, merőleges beesési szög esetére! Vizsgáljuk meg, hogyan függ a spektrum az a , b , n paramétereiktől! Ábrázoljuk a spektrumot a hullámszám ($\frac{2\pi}{\lambda}$) függvényében, különböző – jellegzetes – a , b , n értékekre!

Numerikus példaként vizsgáljuk meg azt az esetet, mikor a kitin lemezek vastagsága 50 nm, az őket elválasztó levegőrétegek vastagsága 150 nm, és összesen 5 darab kitin-levegő rétegpárból áll a multiréteg!

Ábrázoljuk a visszaverődési spektrumot a hullámhossz függvényében a látható fény hullámhossztartományában! Milyen színű ez a lepkeszárny?