Optika és relativitáselmélet

Interferencia vékonyrétegeken

Szükséges előismeretek: Maxwell-egyenletek, Fresnel-formulák, Poynting-vektor, transzfermátrix leírás;

Tesztfeladatok órára:

1. $n = 1.4$ törésmutatójú szappanos vízből $d = 300$ nm vastagságú szappanhártyát készítettünk. Az optikai tartomány melyik színét veri vissza legintenzívebben a szappanhártya merőleges beesés esetében? Segítségül megadtuk a különböző színekhez tartozó vákuumban mért közelítő hullámhossz értékeket.

A) kék (430 nm) **B)** kékeszöld (480 nm) **C)** zöld (510 nm)
D) sárgászöld (560 nm) **E)** narancssárga (610 nm)

2. n=1.5-ös törésmutatójú szappanos vízből vékony szappanhártyát készítettünk. Maximálisan a bejövő fény intenzitásának hány százalékát verheti vissza, ha monokromatikus fénnyel merőlegesen megvilágítjuk?

A) 5 % **B)** 10 % **C)** 15 % **D)** 20 % **E)** 25 %

3. Akváriumom falát egy vékonyrétegrendszer alkotja, mely nem nyeli el a fényt. Az akvárium falát kintről, merőlegesen, E_0 maximális térerősségű fénnyel megvilágítva a bejövő fény intenzitásának 25%-á verődik vissza. Mekkora maximális elektromos térerősséget észlel a fal közelében úszkáló halacska? A víz törésmutatója legyen 1.5. A fény csak az akvárium faláról verődik vissza.

A) 0.5 E_0 **B)** 0.6 E_0 **C)** 0.7 E_0 **D)** 0.85 E_0 **E)** 0.9 E_0

További gyakorló feladatok:

GY1. Egy d vastagságú szappanhártya felületére merőlegesen ω körfrekvenciájú fény esik.
a) Határozzuk meg a komplex transzmissziós amplitúdót!
b) Hogyan függ a transzmisszió a fény frekvenciájától?
c) Milyen feltételek esetén maximális a reflexió?
d) Milyen feltételek esetén minimális a reflexió?

GY2. Egy vékonyréteg egyik oldalán n_1 a másik oldalán n_2 törésmutatójú közeg helyezkedik el. Az n_1 törésmutatójú közeg irányából besugározva r és t, másik irányból r' és t' amplitúdókat mérhetünk.
a) Konstruáljuk meg a rendszer transzfermátrixát!
b) Milyen feltételt ró ki az időtükrözési szimmetria?
c) Milyen feltételt ró ki az energiamegmaradás a reflexiós és transzmissziós együtthatókra, valamint a transzfermátrixra?
d) Milyen előnye van a transzfermátrix alkalmazásának?
e) Konstruáljuk meg a szabad terjedéshez és a közeghatárhoz tartozó transzfermátrixokat!

GY3. Hosszas számolás után sikerült meghatároznom vékonyrétegem transzfermátrixát merőleges beesésre, ha a vékonyréteg mindkét oldalán levegő ($n_0 = 1$) helyezkedik el:

$$\mathbf{M} = \begin{pmatrix} -\sqrt{2}i & 1 \\ 1 & \sqrt{2}i \end{pmatrix}.$$

a) Helyezzünk két ilyen vékonyréteget egymással párhuzamosan úgy, hogy a kettő között egy h vastagságú légrés alakuljon ki! Számoljuk ki a vékonyréteg-rendszer transzmissziós együtthatóját!
b) Milyen h vastagság esetén viselkedik ideális reflexiómentes eszközként a rendszer, ha ω körfrekvenciájú fénnyel sugározzuk be?