

## 1. Előadás ZH

1. Egy vákuum-beli elektromos térerősség-vektort komplex alakban az alábbi függvény ír le:

$$\underline{E}(x, y, z, t) = E_0 \begin{pmatrix} i \\ i+1 \\ i \end{pmatrix} e^{i(k(x-z) + \omega t)}$$

- Mekkora a  $\underline{k}$  vektor (azaz mik az egyes komponensek értékei)?
  - Lehet-e ez egy terjedő elektromágneses hullám elektromos térerőssége?
  - Mekkora az elektromos térerősség intenzitása (komplex alakban)!
2. Egy síkfelülettel kettéválasztott tartomány egyik oldalán víz van ( $n=4/3$ ), másik oldalán üveg ( $n=3/2$ ). Az üvegből fény halad a víz felé valamilyen szögben.
- Mekkora a teljes visszaverődés szöge?
  - Mekkora a Brewster-szög? (mindkettőt elég összefüggésként, nem numerikusan)
3. Egy elektromágneses hullám frekvenciája és hullámszáma között a következő összefüggés (diszperziós reláció) áll fenn, egy dimenzióban ( $c, \alpha$  valós paraméterek):
- $$\omega(k) = c k + \alpha k^2$$
- Mekkora a fázissebesség?
  - Mekkora a csoportsebesség?

## Megoldások

1. a. A  $k$  vektor komponensei  $(k, 0, -k)$  (1 pont)
- b. Az elektromos térerősség iránya és a  $k$  vektor merőleges, hiszen  $(i, i+1, i)$  és  $(k, 0, -k)$  skalár-szorzata zérus. (2 pont). Tehát a válasz: igen.
- c. Intenzitás konstans erejéig  $(E E^*)/2$  ahol a  $*$  komplex konjugálást jelent. Itt az  $E$  vektor és a komplex konjugált  $E^*$  vektor skalárszorzatát kell kiszámolni, a válasz tehát  $(1+2+1)/2 E_0$  (2 pont, helyes elvi felírás ebből 1 pont)

(megjegyzés: az, hogy komplex az  $E$  vektor, csak azt jelenti, hogy valamilyen fázissal el van tolva időben; ettől még nyugodtan lehet skalárszorozni vele. Akit ez zavar, vagy nagyon helyesen nem hiszi el, az kiszámíthatja az "igazi"  $E$  vektort valós részt véve, ami szintén merőleges a  $k$  vektorra).

2. A relatív törésmutató  $(4/3)/(3/2)=8/9$ , tehát a teljes visszaverődés szöge  $\arcsin(8/9)$ , a Brewster-szög  $\arctan(8/9)$ . (3 pont)

3. A csoportsebesség:  $d\omega/dk = c + 2\alpha k$  (2 pont)  
A fázissebesség:  $\omega/k = c + \alpha k$  (2 pont)

További megjegyzés: az eredeti kiírásban az  $i$  lemaradt az 1. feladat exponenséből; ezért mélységesen elnézést kérünk.

Még további megjegyzés: A ZH-n, bár ez nem derült ki egyértelműen, minden saját jegyzetet (órai, másolt, nyomtatott) lehet(ett) használni, ami igaz a jövőbeli ZH-kra is.