

# Optika előadás vizsgáráthelyi dolgozat, 2012. december 17. (12:15 – 13:45, 90 perc)

Használható: saját előadás- és gyakorlati jegyzet, Bronstein, zsebszámológép

Név	Neptun-azonosító	e-mail

Minden további lapon szerepeljen a név és/vagy az Neptun-azonosító!

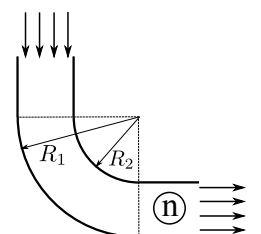
1. Üvegben (a törésmutatója  $n = 3/2$ ) terjedő elektromágneses hullám elektromos tere a következő alakú:

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}, t) = E_0 \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix} \cos [2\pi(2x + y + az) - \omega t].$$

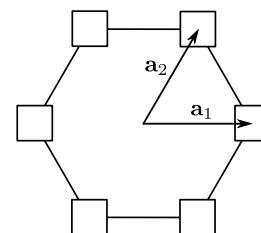
Milyen  $a$  és  $\omega$  értékeknél lesz az  $\mathbf{E}(\mathbf{r}, t)$  tér az elektromágneses síkhullám elektromos tere? Milyen irányban terjed a hullám? A távolság méterben, az idő másodpercben értendő, a fénysebesség vákuum-beli értékét jelöljük  $c$ -vel. Határozzuk meg a  $T$  periódus időt, az  $\omega$  körfrekvenciát, a  $\lambda$  hullámhosszt és a fázissebességet! Írjuk fel az  $\mathbf{E}(\mathbf{r}, t)$  teret komplex formában (azaz amelynek valós része éppen  $\mathbf{E}(\mathbf{r}, t)$ )! Mekkora az elektromos tér komplex amplitúdó-komponensei? Milyen irányú és nagyságú a  $\mathbf{B}$  mágneses indukció ( $E_0$  adott)?

2. Mi a különbség a síkhullám és gömbhullám között? Írjuk föl a képletüket és értelmezzük! Hol és miért vannak a képletekben vektorok illetve skalármennyiségek?

3. A mellékelt ábrán látható  $n$  törésmutatójú optikai szálba a felülről érkező párhuzamos fénynyaláb oldalt jön ki. Hogyan válasszuk meg az  $R_1/R_2$  arányt, hogy a nyaláb végig az optikai szálban haladjon?



4. Hat darab  $a$  oldalú kis négyzet van elhelyezve egy nagy hatszög csúcaiban, úgy, hogy az egyes négyzetek közepe a hatszög csúcaiban vannak, és a kis négyzetek egymáshoz képest azonos állásúak (lásd a mellékelt ábrát). Határozzuk meg az alakzat  $S(k_x, k_y)$  szerkezeti tényezőjét az  $\mathbf{a}_1$  és  $\mathbf{a}_2$  vektorokkal (a  $(k_x, k_y)$ -et jelölhetjük szokásosan  $(p, q)$ -val)! Határozzuk meg ezen alakzat-teljes Fraunhofer-diffrakciós amplitúdóját! ( $a < |\mathbf{a}_1| = |\mathbf{a}_2|$ .)



5. Az „Elsőprően nagy távcső” (OWL) eredeti tervei szerint 100 méter átmérőjű objektívvel rendelkezik majd, ami jelentősen nagyobb mint a Hubble űrtávcső a maga 2,4 méterével. Elvileg mennyivel jobb szögfelbontású lesz majd az OWL a Hubble-höz képest? Milyen távolságból (hány km-ről, illetve hány fényévnnyiről) lehetne egy ilyen távcsővel észrevenni a Holdat a Föld mellett (azaz az utóbbi, 400 ezer km-es távolságra lévő két fénypont mikor válik ketté?)

6. Bizonyítsuk a következő (igen egyszerű!) állításokat: a) egy polarizációs forgató a cirkulárisan polarizált fényt cirkulárisan polarizált fényként engedi át, b) ha egy polarizációs eszköz mátrixának elemei valósak, akkor a bemeneten lineárisan polarizált fény a kimeneten lineárisan polarizált fényként jelenik meg (de iránya más lehet)

7. Írjuk fel egy  $n = 2$  törésmutatójú, egységnyi sugarú gömb optikai mátrixát paraxiális közelítésben! Mekkora a fókusz távolság, hol van a két fősík? Mutassuk meg, hogy a két fősík egybeesik!

8. Készítünk egy vékonyréteg-interferencián alapuló eszközt, ami egy adott optikai transzfer-mátrixal rendelkezik. Az eszköz felépítése (rétegződése) jelen feladat szempontjából nem lényeges, kialakítása pedig olyan hogy lehetőség van több ilyen eszköz közvetlenül egymás mögött való elhelyezésére.

Mérésekből azt kapjuk, hogy az  $M_{11}$  elem értéke tisztán képzetes.

Mutassuk meg a transzfer-mátrixok elemeire vonatkozó, előadáson látott feltételek alapján, hogy ha két ilyen (egyforma) eszközt közvetlenül egymás mögé helyezünk el, akkor a teljes rendszer reflexiója zérus!

(Fordítsd meg a lapot!)

9. A verőfényes országúton haladó autóból 100 méterrel magunk előtt pocsolyát látunk az aszfalton. Persze, délibáb! Az égboltról kiinduló fénysugár az út nagy részét egyenes vonalban teszi meg, csak az aszfalt feletti vékony, felforrósodott rétegben hajlik el a pályája, így jut az autóban az úttest felett 1 m magasan levő szemünkbe. (Feltételezhetjük, hogy a levegő hőmérséklete, és így törésmutatója is csak az aszfalttól mért függőleges távolságtól függ.) Vajon hányszorosa lehet a levegő törésmutatója a szemmagasságunkban mérhetőhöz képest abban a pontban, ahol a fénysugár a legközelebb kerül az aszfalthoz?
10. Az  $A$  és  $B$  esemény közti időkülönbség 30 év, térbeli távolságuk 78 fényév. Milyen gyorsan mozgó űrhajóra kell átszállnunk, ha azt szeretnénk elérni, hogy a két esemény egyidejű legyen? Mekkora lesz ekkor a távolságuk? Mekkora látjuk a két esemény térbeli és időbeli távolságát, ha tévedésből egy ugyanilyen sebességű, de ellentétes irányba mozgó űrhajóra szálltunk fel? NE használj tizedes törteket!
11. Egy nyugalomban levő,  $M = 2210 m$  tömegű részecske két részre bomlik. Az egyik részecske  $594 m$  tömegű, és  $8v$  sebességgel repül balra. A másik részecske tömege ismeretlen, és  $9v$  sebességgel repül jobbra. Mekkora a  $v$  sebesség, és mekkora a második részecske tömege? Mennyi a relativisztikus tömegdefektus? NE használj tizedes törteket, csak közösleges törteket, esetleg gyökös kifejezéseket!

(Cserti József, Dávid Gyula, Varga Dezső)