

Optika előadás vizsgázárthelyi dolgozat, 2014. december 15. (14:00 – 15:30, 90 perc)

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

| Név | Neptun-azonosító | e-mail |
|-----|------------------|--------|
| | | |

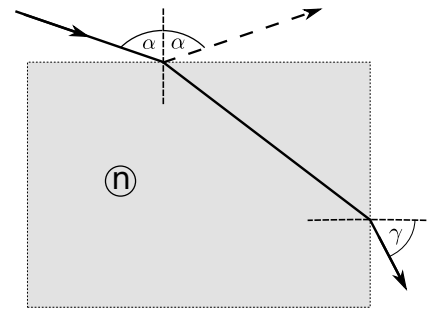
Minden további lapon szerepeljen a név és/vagy a Neptun-azonosító!

1. Vízben (a törésmutatója $n = 4/3$) terjedő elektromágneses hullám mágneses indukciójának a tere a következő alakú:

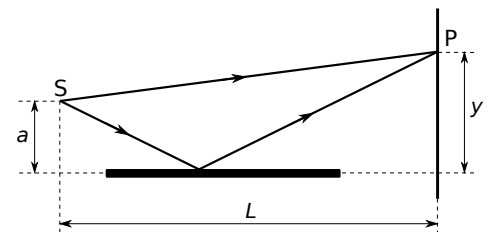
$$\mathbf{B}(\mathbf{r}, t) = B_0 \begin{pmatrix} 1 \\ a \\ -2 \end{pmatrix} \sin [2\pi(3x - y + 2z) - \omega t].$$

Milyen irányban terjed a hullám? Milyen a és ω értékeknél lesz a $\mathbf{B}(\mathbf{r}, t)$ tér az elektromágneses síkhullám mágneses tere? A távolság méterben, az idő másodpercben értendő, a fénysebesség vákuumbeli értékét jelöljük c -vel. Határozzuk meg a T periódus időt, a λ hullámhosszt és a fázissebességet! Írjuk fel az $\mathbf{B}(\mathbf{r}, t)$ teret komplex formában (azaz amelynek valós része éppen $\mathbf{B}(\mathbf{r}, t)$)! Mekkora a tér komplex amplitúdó-komponensei? Milyen irányú és nagyságú az elektromágneses hullám \mathbf{E} elektromos tere (B_0 adott)?

2. A mellékelt ábrán a téglalap alakú n törésmutatójú prizma a levegőből α szögben érkezik a fénysugár, és oldalt lép ki. a) Mekkora lehet a prizma maximális törésmutatója, hogy a fény egyáltalán kiléphessen oldalt? b) Legyen a továbbiakban a prizma törésmutatója $n = 1,2$! Mekkora lehet a beeső fénysugár legkisebb α szöge, hogy a fény egyáltalán kiléphessen oldalt? c) Legyen a beeső fénysugár α szöge éppen a Brewster-szög! Mekkora lesz az oldalt kilépő fénysugár γ szöge ebben az esetben? d) A Brewster-szögben beeső, tisztán TE módusú (a beeső fény elektromos tere merőleges a beesés síkjára) fény hány százaléka verődik vissza a prizmaról?

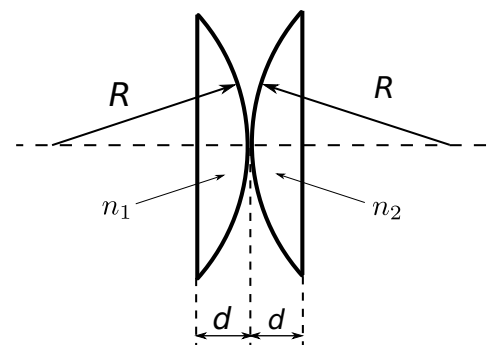


3. A mellékelt ábrán az ún. Lloyd-tükörről a távolságra lévő S forrásból λ hullámhosszú fényhullám egyrésze direkt irányból, másik része a tükröt érintve érkezik a távoli ernyőre, ahol interferál, ezért az y távolságtól függően sötét és világos interferenciacsíkok jelennek meg az ernyőn. Határozzuk meg az ernyőn egymást követő sötét csíkok Δy távolságát! Feltesszük, hogy a forrás messze van az ernyőtől, azaz $L \gg a$ és $L \gg y$.



4. A levegőben felfújt 500 nm vastag szappanbuborékról a merőlegesen beeső fehér fénynek melyik hullámhosszú komponensei fognak legerősebben visszaverődni a 300 – 700 nm közötti tartományban? (A szappanhártya törésmutatója $n = 1,33$.) *Segítség: lapozgassuk az előadásjegyzetet vagy gondolkodjunk!*

5. A mellékelt ábrán két azonos geometriájú féldomború lensét egymással szembe helyezünk el. A lensék törésmutatója n_1 és n_2 , a domború részük sugara R , és az optikai tengely mentén a vastagságuk d , ami nem elhanyagolható az R sugárhoz képest. Mekkora a kétlencses optika eszköz fókusz távolsága? Hol vannak a fősíkok?



(Fordítsd meg a lapot!)

6. Három polarizációs optikai eszköz Jones-mátrixa a következő:

$$K = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & i \end{pmatrix}, \quad F = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}, \quad \text{illetve} \quad P = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Válasszunk ki közülük pontosan kettőt megfelelő sorrendben úgy, hogy őket egymás után alkalmazva egy $(1, 0)$ Jones-vektorral jellemzett vízszintes polarizációjú fényt a) cirkuláris, b) 45° fokban polarizált, c) függőlegesen polarizált fénné alakít át. (A konstans szorzó természetesen nem számít a polarizáció szempontjából, tehát például a $(-i, 0)$ vízszintes polarizációjú).

A vonal alatti feladatok megoldásait külön lapra írjátok!

7. Egy gömb alakú kőzetbolygót sűrű, vastag (a bolygó átmérőjét többszörösen meghaladó vastagságú), ámde átlátszó légkör vesz körül. A levegő törésmutatója csak a bolygó középpontjától mért távolságtól függ. A bolygó felé közeledő űrhajóból már messziről jól látszik a bolygóttest, így optikai úton meghatározzák az átmérőjét. Leszállás után az űrhajósok meglepetten veszik tudomásul, hogy a bolygóttest valódi átmérője pont a fele a korábban mértnek. Lám, mit tesz a légkör fénytörése... Kérdés: mekkora a levegő törésmutatója a bolygó felszínén? *Segítség: foháskodjunk Fermat-hoz és Beltramihoz!*
8. Az A és B esemény közti időkülönbség a K inerciarendszerben Δt , térbeli távolságuk Δx . Ha felszállunk egy, a pozitív x tengely irányában V sebességgel mozgó űrhajóra (K' inerciarendszer), akkor a két eseményt egyidejűnek látjuk, térbeli távolságuk pedig 8 fényév lesz. Ha egy ugyanilyen V sebességű, de ellentétes irányba mozgó űrhajóra szállunk fel (K'' inerciarendszer), akkor a két esemény térbeli távolsága 17 fényév lesz. Mennyi a két esemény időkülönbsége a K'' inerciarendszerben? Mennyi a két esemény időkülönbsége és térbeli távolsága az eredeti K inerciarendszerben? Mennyi az űrhajók V sebessége a fénysebességhez viszonyítva? *A számolás során NE használj tizedes törteket, csak valódi törteket, esetleg gyökös kifejezéseket!*
9. Egy nyugalomban levő, $M = 14$ egységnyi tömegű részecske két részre bomlik. Az egyik részecske tömege $m = 9$ egység, és ismeretlen u sebességgel repül balra. A másik részecske tömege ismeretlen, és $v = (15/17)c$ sebességgel repül jobbra, ahol c a fénysebesség. Mekkora az első részecske u sebessége, és mekkora a második részecske tömege? Mennyi a relativisztikus tömegdefektus? Mekkora a két szétrepülő részecske relatív sebessége a fénysebességhez viszonyítva? *A számolás során NE használj tizedes törteket, csak közös törteket, esetleg gyökös kifejezéseket!*

(Cserti József, Dávid Gyula, Varga Dezső)