

Név	Neptun-azonosító	e-mail

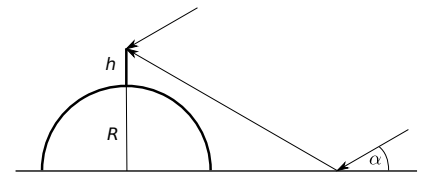
Minden további lapon szerepeljen a név és/vagy a Neptun-azonosító!

1. Az  $n = 1,25$  törésmutatójú közegben terjedő elektromágneses síkhullám  $\mathbf{B}(\mathbf{r}, t)$  mágneses tere a következő alakú:

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

ahol  $B_0$  egy mágneses térerősség dimenziójú konstans és  $K = \pi/(2\sqrt{6}) \cdot 10^7 \frac{1}{\text{m}}$ . Határozzuk meg az  $a$  dimenziótlan paraméter értékét! Határozzuk meg a síkhullám közegbeli hullámszámvektorának irányát és nagyságát! Számoljuk ki az síkhullám  $\nu = \omega/(2\pi)$  frekvenciáját THz-ben! Mennyi a síkhullám hullámhossza közegben és a vákuumban? Határozzuk meg az elektromágneses síkhullám  $\mathbf{E}(\mathbf{r}, t)$  elektromos térének az irányát! (A fény vákuumbeli sebessége  $c_0 = 300000 \text{ km/s}$ , és  $1 \text{ THz} = 10^{12} \text{ Hz}$ .)

2. Egy  $R$  sugarú gömb alakú bója éppen félig merül a vízbe. A tetején függőlegesen kiálló,  $h = 1 \text{ m}$  hosszúságú rúd végén lévő vevő-fej érzékeli a távoli pontból párhuzamosan érkező rádiójeleket. A megfigyelések szerint a vízszinteshez képest  $\alpha = 30^\circ$  szögben közvetlenül, illetve a vízről visszaverődő hullámok interferenciája adja az első erősítést.



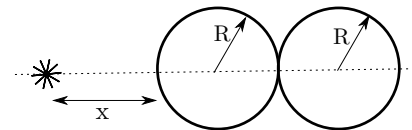
Mekkora a bója lehetséges  $R$  sugara, ha bejövő jel hullámhossza  $\lambda = 10 \text{ m}$ ? Az előbbiekben számolt  $R$  sugarat véve van-e még más irányban is erősítés? *Segítség:* A sima vízen a bója szépen tükröződik.

3. A levegőből a vízre beeső polarizálatlan fény intenzitásának hányadrésze verődik vissza merőleges beesésnél, illetve ha a beesési szög éppen a Brewster-szög? A levegő és a víz törésmutatója  $n_1 = 1$  és  $n_2 = 4/3$ .

*A vonal alatti feladatok megoldásait külön lapra írjátok!*

4. Két ideális polárszűrőt egymásra helyezünk és merőlegesen megvilágítjuk egy  $I_0$  intenzitású polarizálatlan fénysugárral. Azt tapasztaljuk, hogy az átjutó fény intenzitása megduplázódik, ha a két polárszűrőt egymáshoz képest  $90^\circ$ -kal elforgatjuk. Mekkora az átjutó fény intenzitása a forgatás előtt és után?

5. Két  $R$  sugarú  $n = 3/2$  törésmutatójú anyagból készült gömböt szorosan egymás mellé helyezünk. A két gömb középpontján áthaladó optikai tengelyen az egyik gömbtől  $x$  távolságra helyezünk el egy kisméretű karácsonyfa izzót. A gömbökön kívül levegő található, melynek törésmutatója 1.



a) Határozzuk meg a két gömbből álló összetett optikai rendszer fókusz távolságát, illetve a fősíkok helyét!

b) Hol keletkezik a karácsonyfa izzó képe, ha  $x = \frac{R}{2}$ ?

c) Hol keletkezik a karácsonyfa izzó képe, ha  $x = 5R$ ?

*Segítség:* Egy darab  $n$  törésmutatójú gömb leképezéséhez tartozó mátrixot az alábbiak alapján számolhatjuk ki:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1-n}{R} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & \frac{2R}{n} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{n-1}{-R} & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 + \frac{2}{n} & \frac{2R}{n} \\ \frac{2-2n}{nR} & -1 + \frac{2}{n} \end{pmatrix}.$$

Érdeemes  $n$  értékét behelyettesíteni.

*A vonal alatti feladatok megoldásait másik lapra írjátok!*

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

6. Egy sűrű légkörű bolygó légkörének törésmutatója csak a felszíntől mért  $z$  távolságtól függ. Lent a bolygó felszínén a törésmutató  $n_0 = 5$ . Vadállatok híján az űrhajósok lézerpisztolyaikkal a levegőbe lövöldöznek. A ködös légkörben jól kirajzolódik a ferdén kilőtt lézersugár pályája. A navigátor hamar kiméri, hogy az egyik lézersugár a  $z = 5 - (2/5)x^2$  egyenletű parabola mentén haladva eleinte emelkedik, majd visszatér a felszínre (a képletben a távolságokat kilométerben kell érteni).

Számítsuk ki, hogyan függ a levegő törésmutatója a felszíntől mért  $z$  magasságtól! Mekkora a törésmutató a parabolapálya csúcspontján?

Pótkérdés: milyen  $h$  magasságban kezdődik a világűr?

7. Két csillagászati esemény a Földről nézve az  $x$  tengely irányában 60 fényévre van egymástól, időkülönbségük ismeretlen. Ha felszállunk egy  $V$  sebességű, a pozitív  $x$  tengely irányába haladó űrhajóba, a két esemény ugyanazon a helyen látszik. Ha egy ugyanakkora sebességű, de a negatív  $x$  tengely irányába mozgó űrhajóba szállunk, a két esemény távolsága 312 fényév lesz.

Mekkora a két esemény időkülönbsége a Földről nézve, illetve a két űrhajó rendszeréből? Mekkora az űrhajó  $V$  sebessége?

Készítsünk táblázatot a három rendszerben mérhető idő- és távolságkülönbségekről! Ellenőrizzük az ívelemnégyzet invarianciáját!

*Tanács:* a számolás során NE használjunk tizedestörteket, csak egész számok hányadosait és gyökös kifejezéseket (a gyök alatti értékekből próbáljunk gyököt vonni, hátha sikerül)! A végeredményt is egész számok vagy törtek formájában kérem!

8. Egy  $m = 4$  egység tömegű, balról jobbra  $v = 3c/5$  sebességgel mozgó test beleütközik egy álló, ismeretlen tömegű testbe, majd a kölcsönhatás után visszapattan, és változatlan tömeggel, az eredetivel megegyező nagyságú, de ellenkező irányú sebességgel balra távozik az ütközés színhelyéről. A másik irányba egy 8 egység tömegű részecske mozog tovább.

Mekkora volt az álló részecske tömege? Mekkora a jobbra mozgó részecske sebessége?

*Tanács:* A számolás során NE használjunk tizedes törteket, csak egész számok hányadosait, illetve gyökös kifejezéseket! Még jobb, ha a hiperbolikus függvényekkel számolunk!

(Cserti József, Dávid Gyula és Széchenyi Gábor)