

Név	Neptun-azonosító	e-mail

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

1. a) verzió

Az $n = 3/2$ törésmutatójú közegben terjedő elektromágneses síkhullám $\mathbf{B}(\mathbf{r}, t)$ mágneses indukciója a következő alakú:

$$\mathbf{B}(\mathbf{r}, t) = B_0 \begin{pmatrix} 0 \\ 4 \\ 2 \end{pmatrix} \cos [K (2x - 3y + az) - \omega t],$$

ahol $B_0 = 10^{-5} \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2} = 10^{-5} \text{T}$ konstans mennyiség és $K = 6\pi \cdot 10^5 \frac{1}{\text{m}}$. 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 (nm egységben) közegben és a vákuumban? Határozzuk meg az elektromágneses síkhullám $\mathbf{E}(\mathbf{r}, t)$ elektromos tér nagyságát és irányát az anyagban! (A fény vákuumbeli sebessége $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $1 \text{ THz} = 10^{12} \text{ Hz}$ és $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$.) *Tanács:* a π -t és a négyzetgyököt ne közelítsd tizedestörttel!

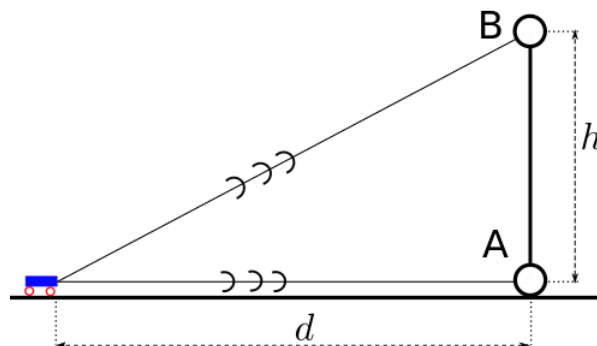
b) verzió

Az $n = 3/2$ törésmutatójú közegben terjedő elektromágneses síkhullám $\mathbf{B}(\mathbf{r}, t)$ mágneses indukciója a következő alakú:

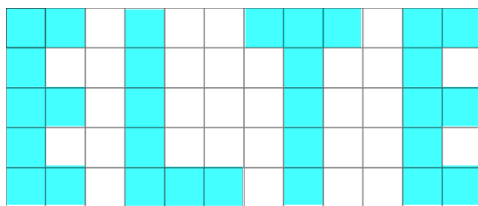
$$\mathbf{B}(\mathbf{r}, t) = B_0 \begin{pmatrix} 4 \\ 5 \\ 2 \end{pmatrix} \cos [K (x + ay + 8z) - \omega t],$$

ahol $B_0 = 10^{-5} \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2} = 10^{-5} \text{T}$ konstans mennyiség és $K = 6\pi \cdot 10^5 \frac{1}{\text{m}}$. 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 (nm egységben) közegben és a vákuumban? Határozzuk meg az elektromágneses síkhullám $\mathbf{E}(\mathbf{r}, t)$ elektromos tér nagyságát és irányát az anyagban! (A fény vákuumbeli sebessége $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $1 \text{ THz} = 10^{12} \text{ Hz}$ és $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$.) *Tanács:* a π -t és a négyzetgyököt ne közelítsd tizedestörttel!

2. Egy h magasságú torony alján és a tetején (A és B pontoknál) elhelyezett vevők a torony felé közeledő autó által kisugárzott λ hullámhosszúságú elektromágneses hullámot detektálják. A toronyban lévő fizikus hallgatók a két vevő által vett jel interferenciáját tanulmányozzák. Kiszámolták e két jel összegének intenzitását a torony és az autó közti d távolság függvényében. Számoljuk ki mi is! Milyen d távolságnál kaptak kioltást, illetve erősítést? *Adatok:* $\lambda = 2/3 h$.



3. A mellékelt ábra szerint az ELTE betűket egységnyi oldalhosszúságú négyzet alakú cellákból raktuk ki. Az egyetemre a következő években érkező hatalmas támogatásból a tervek szerint a lágymányosi két épület között gigantikus lézervető épül, amivel ezt a résrendszert átvilágítva kisugározzuk egyetemünk büszke nevét a világűrbe, remélve, hogy a kis zöld emberkék is ismerik a Fraunhofer-diffrakció jelenségét, és az érkezett jeleket megfejtve tisztelni fogják az adást küldő kiváló intézményt.



a) verzió

Ui: Izé. Szóval, hogy egyszerűen szóljunk: nem jött elég pénz. Ezért csak az első karakter, a nagy E betű készült el. Ezt fogjuk kisugározni. A továbbiak változatlanul érvényesek, bízunk a kis zöldek intelligenciájában és humorérzékében.

A ti feladatotok változatlan:

Számítsátok ki az alakzat (azaz az első E betű) Fraunhofer-diffrakciós képét meghatározó

$$U(p, q) \sim \int_D e^{i\mathbf{k}\mathbf{r}} dx dy$$

integrált, ahol D az alakzat tartományát jelöli, $\mathbf{k} = (p, q)$ és $\mathbf{r} = (x, y)$.

Segítség: Először számoljátok ki egy cella diffrakciós képét! A többi cella járulékát a szerkezeti tényező kiszámításával kaphatjátok meg. Az E betű szimmetriáját figyelembe véve, jól választott koordináta-rendszerrel jelentősen egyszerűsíthetitek a számolást.

b) verzió

Ui: Izé. Szóval, hogy egyszerűen szóljunk: nem jött elég pénz. Ezért csak a harmadik karakter, a nagy T betű készült el. Ezt fogjuk kisugározni. A továbbiak változatlanul érvényesek, bízunk a kis zöldek intelligenciájában és humorérzékében.

A ti feladatotok változatlan:

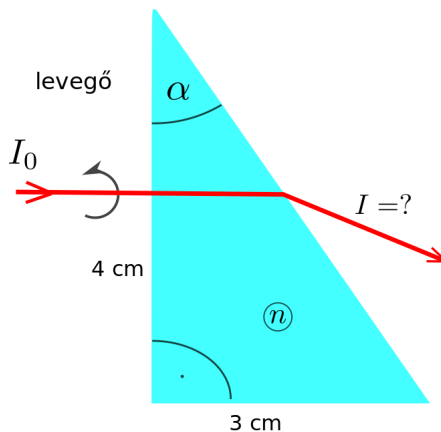
Számítsátok ki az alakzat (azaz a T betű) Fraunhofer-diffrakciós képét meghatározó

$$U(p, q) \sim \int_D e^{i\mathbf{k}\mathbf{r}} dx dy$$

integrált, ahol D az alakzat tartományát jelöli, $\mathbf{k} = (p, q)$ és $\mathbf{r} = (x, y)$.

Segítség: Először számoljátok ki egy cella diffrakciós képét! A többi cella járulékát a szerkezeti tényező kiszámításával kaphatjátok meg. A T betű szimmetriáját figyelembe véve, jól választott koordináta-rendszerrel jelentősen egyszerűsíthetitek a számolást.

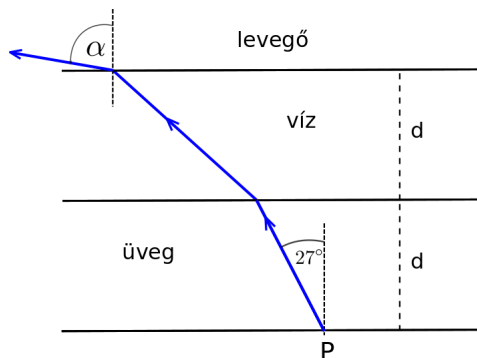
4. A vízszintes asztallapon egy derékszögű háromszög keresztmetszetű prizma fekszik, a háromszög befogói az ábra szerint 3 és 4 cm hosszúságúak. Az prizma törésmutatója $n = 4/3$. A prizmára az asztallappal párhuzamosan, a függőleges lapra merőlegesen egy I_0 intenzitású, cirkulárisan polarizált fénysugár esik. Milyen irányú és milyen intenzitású a prizma túlsó oldalán kilépő fénysugár?



5. a) verzió

Az ábrának megfelelően az üveglapot víz fedi. Megrajzoltuk a P pontban lévő pontszerű fényforrásból 27° -os irányban kilépő fénysugár menetét. Milyen α szögben lép ki a vízből a fénysugár? Mekkora lehet a maximális kilépési szög, hogy még éppen kijusson a fénysugár a vízből?

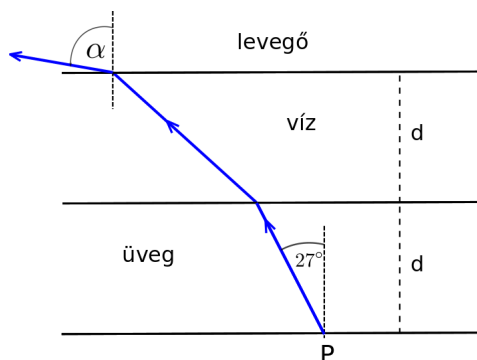
Az egyes közegek törésmutatója rendre $n_{\text{víz}} = 4/3$, $n_{\text{üveg}} = 1,5$ és $n_{\text{levegő}} = 1$.



b) verzió

Az ábrának megfelelően az flintüveglapot víz fedi. Megrajzoltuk a P pontban lévő pontszerű fényforrásból 27° -os irányban kilépő fénysugár menetét. Milyen α szögben lép ki a vízből a fénysugár? Mekkora lehet a maximális kilépési szög, hogy még éppen kijusson a fénysugár a vízből?

Az egyes közegek törésmutatója rendre $n_{\text{víz}} = 4/3$, $n_{\text{flintüveg}} = 1,6$ és $n_{\text{levegő}} = 1$.



6. Két darab tökéletes polárszűrő segítségével szeretnénk a beérkező lineárisan polarizált fény polarizációs síkját 45° -kal elforgatni úgy, hogy az intenzitásveszteség a legkisebb legyen. Hogyan kell elhelyezni a polárszűrőket, és mekkora a minimális intenzitásveszteség?

7. Egy 15 mW-os hélium-neon lézer fénye ($\lambda = 632,8 \text{ nm}$) egy 2 mm átmérőjű körkörös apertúrán lép ki a lézer dobozából.

a) Mekkora az elektromos térerősség maximális értéke a lézernyalámban?

b) Mekkora lesz a lézernyaláb keresztmetszete az apertúrától 1 km távolságra?

Adatok: $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ és a vákuum dielektromos állandója $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$.

A most következő két feladatot csak azoknak kell megoldania, akik nem a heti két órás Modern optika, hanem a heti három órás Optika és relativitáselmélet tárgyat vették fel. Nekik viszont a két relativitáselméleti tárgyú feladat közül legalább az egyik megoldása szükséges az elégségeshez!

8. Két űrbeli eseményt vizsgálunk különböző inerciarendszerekből. A két esemény időkülönbsége a Földről nézve $\Delta t = 6 \text{ év}$, térbeli távolságuk pedig $\Delta x = 10 \text{ fényév}$. A Földhöz képest az x tengely irányában V sebességgel mozgó A űrhajóból nézve a két esemény időkoordinátája megegyezik, csak az x koordinátájuk különbözik. Kérdések:

a) Mennyi a két esemény térbeli távolsága az A űrhajóból nézve? b) Mekkora az űrhajó V sebessége? c) Pistike véletlenül egy ellenkező irányba menő, ugyancsak V sebességű B űrhajóra szállt fel. Mekkoraának látja a két kozmikus esemény térbeli és időbeli koordinátáinak különbségét?

Tanácsok: dolgozz a $c = 1$ egységrendszerben! A számolás során ne használj tizedestörtet, csak valódi törtet, és gyökös kifejezéseket!

9. Egy $M = 28$ kg tömegű objektum egy $m_1 = 5$ kg tömegű és egy $m_2 = 9$ kg tömegű testre esik szét. Mekkora a két szétrepülő test egymáshoz képesti relatív sebessége?

Tanácsok: Dolgozz a $c = 1$ egységrendszerben! Válassz célszerűen vonatkoztatási rendszert! A számolás során ne használj tizedestörtet, csak valódi törtet, és gyökös kifejezéseket! Használd a hiperbolikus függvényeket!

(Cserti József, Dávid Gyula, Rakyta Péter, Széchenyi Gábor és Varga Dezső)