

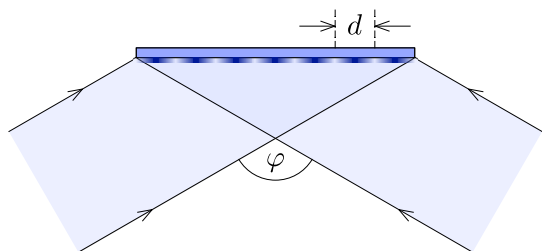
Fizika 2i, 2019 tavaszi félév, 7. gyakorlat

Szükséges előismeretek: interferencia vékonyrétegen, fázisugrás visszaverődéskor, a Huygens–Fresnel-elv, diffrakció Young-féle kettősrezen, rácson, résen, optikai eszközök felbontóképessége (Rayleigh-kritérium), polarizáció;

Órai munkára javasolt feladatok

F1*. A napelemeket gyakran vékony, 1,45 törésmutatójú szilícium-monoxidból (SiO) készült bevonattal látják el, hogy csökkentsék a felületről visszaverődő (és ezáltal nem hasznosuló) fény intenzitását. Tegyük fel, hogy a 3,5 törésmutatójú szilíciumból (Si) készült napelem olyan SiO réteggel van bevonva, amely (merőleges beesés esetén) legjobban a látható spektrum közepén lévő, 550 nm hullámhosszú fény reflexióját csökkenti le. Mekkora lehet a bevonat vastagsága?

F2*. Holografikus rácsot úgy készítenek, hogy egy párhuzamos lézernyalábot két egyenlő intenzitású nyalábra osztanak, majd φ szögben interferenciát hoznak létre egy fényérzékeny lemez (fotolemez) felületén. Mekkora φ szögben találkozott a két nyaláb, ha az így elkészült optikai rács rácsállandója $d = 1,52 \mu\text{m}$? A rács előállításához $\lambda = 632 \text{ nm}$ hullámhosszú He-Ne lézert használtak.



F3*. Egy hagyományos, vékony résekből álló optikai rács rácsállandója $50 \mu\text{m}$. A rácsot a síkjára merőlegesen keskeny, párhuzamosított fénynyalábbal világítjuk meg, amely 600 nm hullámhosszú narancs és 500 nm hullámhosszú zöld fény keveréke. A diffrakciós képet a 10 m távolságra lévő ernyőn észleljük. Mekkora az első elhajlási rendben a narancs és zöld foltok távolsága az ernyőn?

F4*. Egy hagyományos optikai rácstra 535 nm hullámhosszú lézert fényt ejtünk. Mekkora a rácsállandó, ha 35° -os szögben látható egy elhajlási maximum, és a megfigyelhető legmagasabb elhajlási rend az ötödik?

F5*. Egy átlátszatlan lapon három egyforma vékony rés található, a szomszédos rések távolsága azonos, d . A réseket a lap síkjára merőlegesen λ hullámhosszú lézernyalábbal világítjuk meg, a diffrakciós képet az L távolságra lévő ernyőn észleljük. Tegyük fel, hogy $\lambda \ll d \ll L$!

a) A nulladrendű ($\alpha = 0^\circ$ -os) elhajlási maximumtól milyen távolságra van az ernyőn az első nulla intenzitású (azaz teljes kioltásnak megfelelő) pont? (Segítség: Használjunk fázisvektorokat!)

b) Ha két rést letakarunk, a távoli ernyőn a legfényesebb pont intenzitása I_1 . Mekkora lesz a legfényesebb pont intenzitása, ha mindhárom rést szabaddá tesszük?

F6*. A szirti sas (*Aquila chrysaetos*) pupillája 3 mm átmérőjű kör. A fizikai optika törvényei szerint legfeljebb mekkora távolságból veheti észre a sas a 40 cm hosszúságú nyulat? (A sas akkor veszi észre a nyulat, ha a préda legelső és leghátsó pontját a szeme fel tudja bontani. A látható fény átlagos hullámhosszát vegyük 500 nm -nek!)

F7*. Merőleges állású polárszűrőkön nem jut át a fény. Ha a két polárszűrő közé egy harmadik, az elsővel 30° -os szöget bezáró orientációjú polarizátort helyezünk be, akkor valamennyi fény átjut a rendszeren. Határozzuk meg az átjutó fény intenzitását, ha az első polárszűrőn átjutó fény intenzitása I_0 .

Otthoni gyakorlásra szánt feladatok

H1. Egy fényképezőképek objektívjének lencséje 1,52 törésmutatójú üvegből készült. A lencsén d vastagságú rétegben 1,38 törésmutatójú MgF_2 bevonat található. A bevonatos lencsére a felületre merőlegesen látható fény esik.

Legalább mekkora legyen d értéke, hogy a visszaverődő fényben minimális legyen az 540 nm hullámhosszúságú összetevő? Milyen más d esetén lehetséges ez?

H2. Egy átlátszatlan lapon lévő a szélességű rést merőleges lézernyalábbal világítunk meg, a keletkező elhajlási képet pedig egy távoli ernyőn észleljük. Hányszorosára változik a nulladrendű diffrakciós csúcs intenzitása, ha a rést szélességét $2a$ -ra növeljük? (A lézernyaláb szélessége nagyobb $2a$ -nál.)

H3. Egy átlátszatlan lapon három vékony rést található, a szomszédos rések távolsága d . A középső rést szélessége $\sqrt{2}$ -ször nagyobb, mint a szélső két rést szélessége. A réseket a lap síkjára merőlegesen λ hullámhosszú lézernyalábbal világítjuk meg, a diffrakciós képet az L távolságra lévő ernyőn észleljük. A nulladrendű ($\alpha = 0^\circ$ -os) elhajlási maximumtól milyen távolságra van az ernyőn az első nulla intenzitású (azaz teljes kioltásnak megfelelő) pont? Tegyük fel, hogy $\lambda \ll d \ll L$! (Segítség: Próbálkozzunk fázisvektorokkal, és használjuk fel, hogy a hullám amplitúdója arányos a rést szélességével!)

H4. Egy átlátszatlan lapon négy egyforma, vékony rést található, a szomszédos rések távolsága d . A réseket a lap síkjára merőlegesen λ hullámhosszú lézernyalábbal világítjuk meg, a diffrakciós képet az L távolságra lévő ernyőn észleljük. A nulladrendű ($\alpha = 0^\circ$ -os) elhajlási maximumtól milyen távolságra van az ernyőn az első nulla intenzitású (azaz teljes kioltásnak megfelelő) pont? Tegyük fel, hogy $\lambda \ll d \ll L$! (Segítség: Próbálkozzunk fázisvektorokkal!)

H5. Becsüljük meg, hogy mekkora lehet a Hold felszínén lévő két objektum minimális távolsága, ha azokat még éppen fel tudjuk bontani egy földi, 5 méter átmérőjű tükrös teleszkóppal. A látható fény átlagos hullámhosszát vegyük 550 nm-nek, a Föld és a Hold távolsága 384 000 km.

H6. Éjjel, tiszta időben az országúton egy jármű közeledik felénk. Körülbelül milyen távolságra van a jármű, amikor el tudjuk dönteni, hogy motorkerékpárról vagy személyautóról van-e szó? A személyautó fényszóróinak távolsága 1,5 m, pupillánk átmérője 3 mm, a látható fény átlagos hullámhosszát vegyük 500 nm-nek!

H7. Egy hagyományos optikai rácsra merőlegesen olyan bíbor színű fényt bocsátunk, amely 600 nm hullámhosszú vörös és 450 nm hullámhosszú kék fény keveréke. A 2 m távolságra lévő ernyőn megfigyelhető bíbor színű fényfoltok távolsága 6 cm. Mekkora a rács-állandó?

H8. Egy iPhone 7-es mobiltelefon kamerájának ún. f -száma $f/1.8$, ami azt jelenti, hogy az f fókusztávolság a lencse D átmérőjének 1,8-szerese. A lencse a tőle fókusztávolságnyira lévő szenzorra képezi le a távoli tárgyakat. Milyen közel legyenek egymáshoz a szenzor pixeljei, ha a hullámoptika szerint lehetséges legnagyobb felbontást szeretnénk elérni? (A látható fény átlagos hullámhosszát vegyük 500 nm-nek!)

H9. Egy polárszűrőre merőlegesen I_0 intenzitású fény esik. Mekkora az átjutó fény intenzitása, ha a beeső fény a) polarizálatlan; b) cirkulárisan polarizált?

H10. Merőleges állású polárszűrőkön nem jut át a fény. Ha a polárszűrők közé két másik, az elsőhöz képest (azonos körüljárási irányban) 30° -kal és 60° -kal elforgatott orientációjú polarizátort helyezünk be, akkor valamennyi fény átjut a rendszeren. Határozzuk meg az átjutó fény intenzitását, ha az első polárszűrőn átjutó fény intenzitása I_0 .