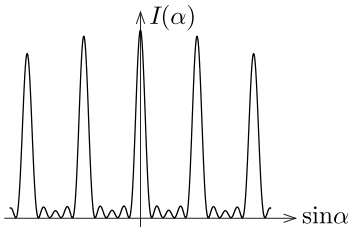
Optika és relativitáselmélet

5. gyakorlat

Szükséges előimeretek: Fraunhofer-diffrakció, optikai rács diffrakciós képe, erősítés feltétele, rács felbontóképessége, szerkezeti és alaki tényező;

Tesztfeladatok órára:

F1. Az ábrán N darab azonos szélességű, egyenlő közönként elhelyezkedő rés diffrakciós képének intenzitáseloszlása látható. Mekkora N értéke?



A) 2 **B)** 3 **C)** 4

D) 5 **E)** 7

F2. Egy adott szélességű lézernyalábbal vékony résekből álló, hagyományos optikai rácsot világítunk meg. Hányszorosára változik a diffrakciós csúcsok (főmaximumok) intenzitása, ha a rácsot ugyanilyen résekből álló, de kétszeres rácsállandójú optikai rácsra cseréljük? (Mindkét rács kiterjedése nagyobb a lézernyaláb szélességénél, de a rácsállandó sokkal kisebb annál.)

A) 1/4 **B)** 1/2 **C)** 1 **D)** 2 **E)** 4

F3. Egy hagyományos optikai ráccsal előállítjuk egy nátriumgőzlámpa fényének diffrakciós képét. Hány vékony résből áll a rács, ha első rendben *éppen hogy csak* fel tudjuk bontani a nátriumlámpa két, 589,6 nm és 590,0 nm hullámhosszú spektrumvonalát? (A Rayleigh-kritériumhoz hasonlóan két spektrumvonalat akkor tudunk megkülönböztetni, ha az intenzitáscsúcsok közepének távolsága legalább akkora, mint a csúcsok szélességének a fele.)

A) kb. 750 **B)** kb. 1000 **C)** kb. 1500 **D)** kb. 2000 **E)** kb. 3000

F4. Átlátszatlan lapon lévő apertúrára (a lapra merőlegesen) monokromatikus fénynyalábot ejtünk. A távoli ernyőn kialakuló diffrakciós képet mutatja az ábra. (Világosabb részek nagyobb intenzitású pontokat jelölnek.) Milyen alakú az apertúra?

A) **B)** **C)** **D)** **E)**

F5. Egy átlátszatlan lapon egyforma, kicsiny lyukak vannak négyzetrács elrendezésben. Ha ezt az optikai rácsot merőlegesen megvilágítjuk lézerrel, a diffrakciós kép szintén négyzetrács lesz. Hogyan változik a diffrakciós kép, ha a rácsot a négyzetek egyik oldalával párhuzamos irányban (x irányban) N-szeresére nyújtjuk?

A) x irányban N-edrészére zsugorodik

B) x irányban N-szeresére nyúlik

C) y irányban irányban N-edrészére zsugorodik

D) y irányban N-szeresére nyúlik

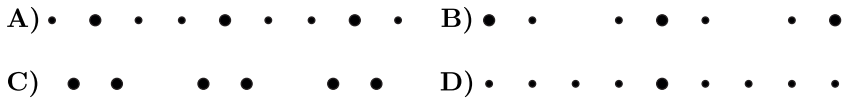
E) a négyzetek átlója mentén N-edrészére zsugorodik

További gyakorló feladatok:

Gy1. 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 rácsállandó?

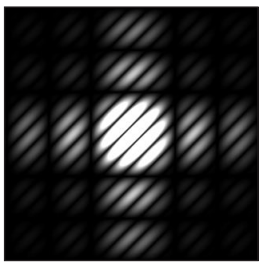
A) 15 μm **B)** 17,5 μm **C)** 20 μm **D)** 60 μm **E)** 80 μm

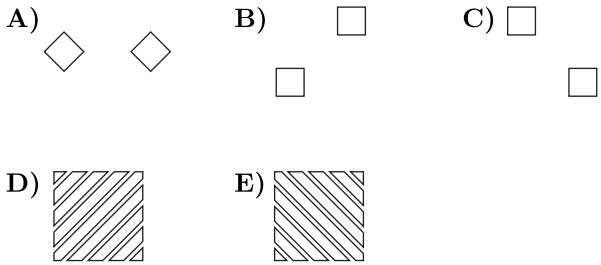
Gy2. Egy furcsa optikai rács sok egyforma résből áll, melyek távolsága felváltva d és $2d$. A rácsot merőlegesen megvilágítjuk lézerrel. Melyik ábra mutatja a rács távoli ernyőn látható elhajlási képét? (Nagyobb pöttyök nagyobb intenzitásokat jelölnek.)



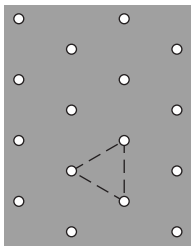
E) egyik sem

Gy3. Átlátszatlan lapon lévő apertúrára (a lapra merőlegesen) monokromatikus fénynyalábot ejtünk. A távoli ernyőn kialakuló diffrakciós képet mutatja a bal oldali *ábra*. A világosabb részek nagyobb intenzitású pontokat jelölnek. Milyen alakú az apertúra?

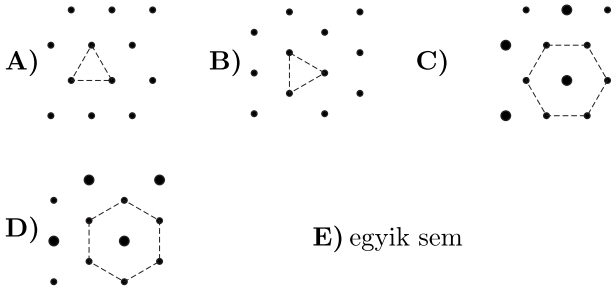




Gy4. Egy átlátszatlan lapon egyforma, kicsiny lyukak vannak a bal oldali ábrán látható háromszögrács elrendezésben. Ezt az optikai rácsot merőlegesen megvilágítjuk lézerrel. Melyik ábra mutatja a rács távoli ernyőn látható elhajlási képét? (Nagyobb pöttyök nagyobb intenzitásokat jelölnek.)



optikai rács



E) egyik sem

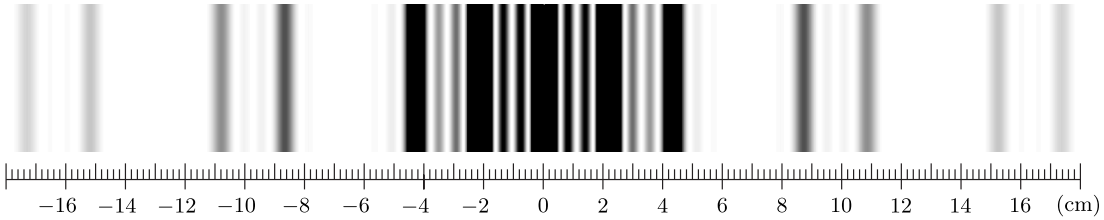
Gy5. Egy optikai rácsot alkotó rések szélessége a rácsállandó n-ed része. Monokromatikus, λ hullámhosszúságú lézerfénnyel merőlegesen világítjuk meg a d rácsállandójú rácsot, és egy $L \gg d$ távolságra lévő ernyőn vizsgáljuk a diffrakciós (elhajlási) képet. Adjuk meg az elhajlási vonalak helyzetét az ernyőn!

Gy6. Számítsuk ki egy a és b oldalhosszú, téglalap alakú rés diffrakciós képét! A megvilágító lézerfény hullámhossza λ, az ernyő távolsága L, és $\lambda \ll a, b \ll L$.

Gy7. Egy átlátszatlan lapon egyforma, kicsiny lyukak vannak szabályos hatszögrács elrendezésben, a hatszög oldala a. Milyen elhajlási kép alakul ki a rácstól L távolságra lévő ernyőn? A megvilágító lézerfény hullámhossza λ, valamint $\lambda \ll a, b \ll L$.

Gy8. Egy optikai rácsra, rá merőlegesen, λ hullámhosszúságú lézerfényt bocsátunk. A rács, melynek szomszédos rései d távolságra vannak egymástól, nem egészen szokványos: szélesebb és keskenyebb rések felváltva követik egymást. (Például a páratlan sorszámúak szélessége a, a párosaké b, ahol $b < a$ és mindkettő sokkal kisebb, mint d.)

A rács fenti sajátsága jellegzetes, könnyen észrevehető módon mutatkozik meg az elhajlási képben. Hogyan? Milyen lesz az elhajlási kép a $b \ll a$ és $b \approx a$ esetekben? (A rács és az ernyő távolsága L, és $\lambda \ll d$.)

Gy9. Egy átlátszatlan lapon N darab párhuzamos, egyforma d szélességű rés található egymástól a távolságra. A résekre a lap síkjára merőlegesen $\lambda = 650$ nm hullámhosszúságú lézerfényt ejtünk, a keletkező elhajlási képet pedig az $L = 2$ m távolságra lévő ernyőn észleljük. Az ernyőn mérhető intenzitáseloszlás és a kialakuló kép látható az *ábrán* (a sötét sávok nagy intenzitású helyeket jelölnek).

Határozzuk meg N, d és a értékét!