

Oppgaver for gruppeundervisningen i FYS2130. Uke 16 2009.

Diskusjons/forståelsesspørsmål

1. Er det mulig å gjennomføre et Youngs dobbeltspalteeksperiment med lyd? Drøft mulig eksperimentelt oppsett og hvorvidt det er forskjell på longitudinell og transversell bølge i denne sammenheng.
2. Vi bruker superposisjonsprinsippet “på amplitudenivå” i stedet for “på intensitetsnivå”. Forklar hvorfor.
3. Du har et teleskop og ønsker å sjekke om et objekt du observerer er en dobbeltstjerne eller ikke. Du trenger med andre ord større oppløsning, og vi antar at teleskopet har såkalt “diffraksjonsbegrenset” optikk. Hva mener vi med dette uttrykket? Kan du øke oppløsningsevnen ved å “blende ned” slik at du bare bruker en sentral del av objektivet? Eller kan du øke oppløsningsevnen ved å sette inn et filter som slipper gjennom lys enten i det blå området eller i det røde området?
4. I et diffraksjonseksperiment med en enkeltspalt og lys med bølgelengde λ er det ikke noe intensitetsminimum. Hva kan vi da si om bredden på spalten?
5. En vanlig regnbue får vi når dråpene er over en viss størrelse. For svært små dråper blir regnbuen nesten hvit. Hvor små tror du dråpene må være for at det skal skje?
6. I en stereohøytaler brukes gjerne en basshøytaler med relativt stor diameter men en diskant-høytaler som er bare noen få cm i diameter. Forsøk å gi en forklaring på dette valget ut fra det du vet om diffraksjon.
7. Hvorfor er et optisk gitter (med mange spalter) bedre enn en dobbeltspalt dersom den skal brukes i et spektrometer hvor vi skal kunne måle bølgelengder?
8. Diffraksjon fra en enkeltspalt har betydning også for interferensbildet fra et optisk gitter. Forklar sammenhengen.
9. Forsøk å beskrive essensen i figur 11.9 i kompendiet. Legg spesiell vekt på hva som er likhet og ulikheter mellom de øvre to deler av figuren.

Regneoppgaver

10. To koherente kilder for radiobølger er plassert 5.00 m fra hverandre, og bølgene har en bølgelengde på 6.00 m. Finn punkter på *en linje som går gjennom de to kildene* hvor vi har konstruktiv og destruktiv interferens (dersom slike punkter finnes).
11. Vi har nå to lyskilder som sender ut monokromatisk lys. De to kildene ligger i samme synsretning fra oss, den ene 2.04 μm direkte bak den andre (men begge synlig). Bølgelengden på lyset kan varieres i intervallet 400 - 700 nm. Ved en gitt bølgelengde synes vi lyset fra de to kildene blir ekstra sterkt. Ved hvilken bølgelengde skjer dette?
12. To spalter med innbyrdes avstand 0.450 mm plasseres 75.0 m fra en skjerm. og belyses med koherent lys med bølgelengde 500 nm. Hvor stor avstand er det mellom andre og tredje mørke linje i interferensstripene på skjermen?
13. Et antirefleksbelegg på en linse har brytningsindeksen $n=1.42$ (og glassets er 1.52). Hva er minste tykkelse belegget kan ha for at rødt lys med bølgelengde 650 nm skal ha minimal refleksjon?

14. I et Young dobbeltspaltforsøk plasseres et stykke glass med brytningsindeks n og tykkelse L foran én av spalene. Beskriv kvalitativt hva som skjer med interferensmønsteret, og utled dernest et matematisk uttrykk som viser intensiteten til interferensmønsteret ut fra vinkel θ (definert som vanlig).

15. Vi bruker en 10 cm diameter bikonveks linse med brennvidde 50 cm for å fokusere lyset fra sola slik at linsen fungerer som "brenn glass". Lyset samler seg ikke i ett punkt, men i en skive med diameter d . Det er to bidrag til størrelsen på skiven, nemlig at sola bli avbildet av linsen og at linsen fører til diffraksjon. Bestem de to bidragene for å se hvilket som er viktigst.

16. Et digitalt speilreflekskamera har en CCD-brikke som er 15.8 x 23.6 mm stor og har 2592 x 3872 pixler. Et 35 mm objektiv brukes med blender 3.3 til 22. Hvor stor er største og minste Airy-skiven fra objektivet? Angi svaret både i absolutt mål og relativt til pixelstørrelsen.

17. Vi betrakter diffraksjonsbildet fra et menneskehår holdt i strålen til en grønn laserpenn med bølgelengde 532 nm. Det er 16.2 cm mellom to minimumspunkter med 11 lyse områder mellom når laserpennen (håret) er 185 cm fra skjermen hvor målingene ble foretatt. Hvor stor diameter har håret? Er verdien du kommer fram til rimelig ut fra tilgjengelig info om diammere til menneskehår?

18. Et optisk gitter har sin tredjeordens lyse bånd ved vinkelen 78.4 grader for lys med bølgelengde 681 nm. Bestem hvor mange linjer gitteret har pr centimeter. Bestem også vinklene for første og andre ordens bånd. Finnes et fjerde ordens bånd?

19. Vi lyser med en vanlig He-Ne laser med bølgelengde 632.8 nm vinkelrett inn på en CD. "Rillene" i en CD ligger 1.60 μm fra hverandre. For hvilke vinkler kommer refleksjonene fra CDen?

20. Hubbel Space Teleskopet har en apertur (åpning) på 2.4 m og brukes for synlig lys (400 - 700 nm). Arecibo radioteleskopet på Puerto Rico er 305 m i diameter (bygget i en dal) og brukes for radiobølger med bølgelengde 75 cm. a) Hva er minste kraterstørrelse på Månen man kan skille fra et natokrater med de to teleskopene? (Avstanden til Månen er om lag ti omkretser rundt Jorden, nærmere bestemt 3.84×10^8 m.) b) Anta at vi ønsket å gjøre Hubbel om til en spionsatellitt som gikk i en ny bane rundt Jorda. Dersom man skulle kunne lese av nummerskilt til biler med teleskopet, hva ville da den maksimale høyden for den nye banen til Hubbel måtte være?