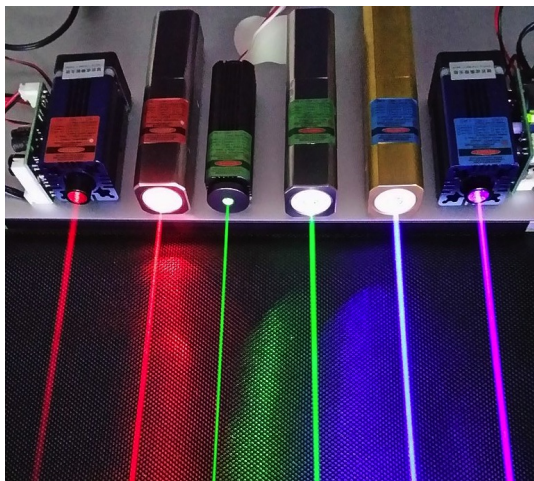


2 Ljus



Lasrar som ger ljus med olika våglängder. Bild tagen från <https://en.wikipedia.org/wiki/Laser>

Målsättningar

Ämnesplanen säger att undervisningen i kursen ska behandla följande:

- Reflektion, brytning och interferens av ljus, ...
- Våg- ...beskrivning av elektromagnetisk strålning. Orientering om elektromagnetiska vågors utbredning.

Detta, tillsammans med övriga ämnesplanen, innebär att du ska

- ...ha kännedom om strålmодellen för ljus och i stora drag förstå hur det går till när vi ser saker,
- ...kunna använda reflektionslagen och brytningslagen vid problemlösning,
- ...känna till fenomenet totalreflektion (samt kunna lösa problem),
- ...känna till begreppet dispersion,
- ...förstå hur ljus kan beskrivas med en vågmodell,
- ...känna till vad som händer när ljus passerar en enkelspalt, dubbelspalt respektive gitter,
- ...kunna räkna på ljusavböjning i dubbelspalt och gitter,
- ...ha kännedom om olika typer av elektromagnetisk strålning.

Innehåll

[1] För att beskriva ljus och ljusfenomen använder vi olika modeller (modellerna listas här i historisk ordning):

- I strålmодellen (geometrisk optik) ser vi ljus som strålar.
- I vågmodellen ser vi ljus som elektromagnetiska vågor. Olika sorters ljus har olika frekvens f .
- I fotonmodellen ser vi ljus som energikvanta, fotoner, med energin hf , där h är Plancks konstant och f ljusets frekvens.

Strålmодellen kan ses som ett specialfall av vågmodellen. Vågmodellen och fotonmodellen som den presenteras i gymnasiekurserna kan ses som specialfall av en mer allmän teori för ljus som kallas kvantelektrodynamik, men som ligger en bra bit utanför gymnasiekurserna.

I Fysik 1-kursen introducerades fotonmodellen. Vi ska nu stifta bekantskap med strålmодellen och se hur vi kan använda det vi lärt oss om vågrörelser för att beskriva ljus som en vågrörelse.

Boken: s. 57 (2.1)

Bra uppgifter: –

Strålmодellen för ljus (geometrisk optik)

[2] Hur ljus reflekteras i en gränssyta kan beskrivas med **reflektionslagen**.

Boken: s. 58 (2.1)

Web: [PhET: Reflektions- och brytningslagen](#)

Bra uppgifter: **2.01**, **2.03**, 2.04, 2.05, ReF-1.

[3] När ett ljus passerar från ett ämne till ett annat kommer en del av ljuset att reflekteras i gränssytan mellan de två ämnena. Resterande ljus genomgår **brytning**. Ett ämnes **brytningsindex** definieras som kvoten mellan ljushastigheten i vakuum och utbredningshastigheten för ljus i ämnet. Med hjälp av brytningslagen kan vi förutsäga hur ljus kommer att brytas. Observera att vinklar mäts till normalen till gränssytan.

Boken: s. 59–62 (2.1)

Web: [PhET: Reflektions- och brytningslagen](#)

Bra uppgifter: **2.06**, 2.07, **2.08**, 2.09, 2.10, 2.11, 2.12, ReF-2.

[4] Om ljus går från ett ämne med högre brytningsindex till ett ämne med lägre brytningsindex kan fenomenet **totalreflektion** uppstå.

Boken: s. 63–64 (2.1)

Web: [PhET: Reflektions- och brytningslagen](#)

Bra uppgifter: **2.13**, 2.14, 2.15, 2.16.

[5] Brytningsindex för ett ämne är i allmänhet något olika för ljus med olika frekvens (och därmed olika våglängd). Detta fenomen, frekvensberoendet hos brytningsindex, kallas **dispersion**. Om vitt ljus passerar genom ett prisma kommer det vita ljuset att delas upp efter våglängd i ett **spektrum**.

Boken: s. 65–66 (2.1)

Web: [PhET: Reflektions- och brytningslagen](#)

Bra uppgifter: –

Vågmodellen för ljus

[6] Om vi tittar noggrant när ljus passerar genom ett smal spalt ser vi att ljuset böjer av åt sidorna. Fenomenet, som kallas **böjning** eller diffraktion, kan förklaras om vi tänker oss ljus som en vågrörelse.

Boken: s. 69 (2.2)

Bra uppgifter: –

[7] Om vi på en skärm betraktar ljuset från två vågkällor som utsänder ljus i fas och med samma frekvens kan vi observera ett **interferensmönster**. Vågkällorna kan till exempel vara två spaltöppningar i en **dubbelspalt** som belyses med laserljus. Om avståndet mellan skärmen och dubbelspalten är mycket större än avståndet d mellan spaltöppningarna kan formeln

$$d \sin \theta_n = n\lambda$$

användas för att beräkna vinkeln θ_n till interferensmax av ordning n .

Observera att anledningen till att vi ser starkt ljus i punkter där villkoret för konstruktiv interferens är uppfyllt är att det elektriska fältet i dessa punkter svänger med stor amplitud. Så egentligen varierar ljusintensiteten i interferensmax. Men tack vare att frekvensen är så hög (typiskt 10^{16} Hz för synligt ljus) så uppfattar inte ögat dessa ljusvariationer, utan ljuset i ett interferensmax ser ut att vara ihållande starkt.

Boken: s. 69–72 (2.2)

Daniel Barker 2.2

Web: [PhET: Olika vågrörelser](#)

Bra uppgifter: **2.17, 2.18**, DiF-9, DiF-12.

[8] En dubbelspalt består av två smala spaltöppningar på avståndet d . Ett **gitter** består av många, många smala spaltöppningar där avståndet mellan två närläggna spalter överallt är d . I praktiken görs gitter genom att smala, parallella spår, eller ritsar, ritsas in i genomskinlig glas eller plast. Ett sådant gitter fungerar dock på liknande sätt som ett gitter med öppningar (av anledningar vi inte går in på i gymnasiekursen), och

för både gittertyperna kan $d \sin \theta_n = n\lambda$ användas för beräkningar.

Notera att gitter kan användas för att noggrant bestämma våglängder för ljus. En **spektrometer** är ett instrument för denna typ av mätningar.

Boken: s. 69–75 (2.2)

Bra uppgifter: **2.19, 2.20**, 2.21, 2.22, 2.23, 2.24, ReF-4, ReF-7.

[9] Det synliga spektret utgör bara en liten del av hela det **elektromagnetiska spektret**.

Boken: s. 82–84.

Demobladd: Elektromagnetiska strålningens spektrum

Web: [Demo: Plan EM-våg](#)

Bra uppgifter: **2.25, 2.26**.

Om man vill uppnå riktigt god fysikförståelse så kan det avslutningsvis vara bra att också arbeta igenom följande (gärna tillsammans med kamrater):

Diskutera fysik 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11.

Resonera fysik 3, 6.

Uppskatta fysik 1, 3.

Testa dig i fysik 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

Uppgift 2.02 och sidorna 79–80 utgår.

Vad vi inte gör: Interferens i tunna skikt. Polarisation. Spridning. Ljusabsorption. (Boken tar upp lösryckta delar av detta på s. 76–78, vilket kan läsas översiktligt.)