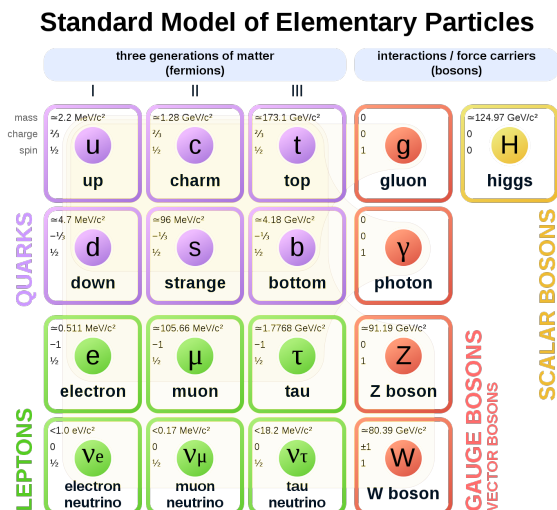


10, 12 Strålning och materia



Elementarpartiklarna enligt standardmodellen. Bild från https://en.wikipedia.org/wiki/Standard_Model

Målsättningar

Efter att ha arbetat med det här området ska du

- ... översiktligt förstå hur ljus kan beskrivas som en vågrörelse i elektriska (och magnetiska) fält,
- ... känna till att det finns olika sorters elektromagnetisk strålning, varav synligt ljus är en,
- ... vänja dig vid att ljus också kan beskrivas som fotoner, och kunna beräkna fotonenergin när strålningens frekvens är känd (samt kunna lösa problem),
- ... känna till vad röntgenstrålning är, vad röntgenstrålning kan användas till och hur röntgenstrålning kan alstras i ett röntgenrör,
- ... ha översiktlig kännedom om partikelfysikens standardmodell och om de fyra grundläggande krafterna.

Innehåll

[1] **Ljus** kan beskrivas som en vågrörelse i elektriska och magnetiska fält. Vi kommer att arbeta mycket mer med detta i Fy 2-kursen. Det vi behöver känna till nu är att **våglängden** är avståndet mellan två vågtoppar (eller vågdalar). Synligt ljus har våglängder mellan ungefär 400 nm (blått) och 700 nm (rött). Ljusets **frekvens**, som mäts i Hz (hertz, s^{-1}) talar om hur många gånger per sekund elektriska fältstyrkan i en punkt svänger

fram och tillbaka. Vi behöver också känna till att vågrörelser transporterar energi. Ljus bär alltså med sig strålningsenergi.

Boken: Står inget särskilt om detta i boken.

Kompletterande text: Lite om ljus

Demo (Geogebra): Plan EM-våg

[2] År 1900 antog Planck att föremål som sänder ut eller tar emot ljus avger eller tar upp energin endast i bestämda energimängder. Vi säger att energi är **kvantiserad**. Tidigare har vi stött på en annan storhet, nämligen elektrisk laddning, som också är kvantiserad.

År 1905 antog Einstein att själva ljuset är kvantiserat. Han tänkte sig ljus som en ström av diskreta energikvanta snarare än en kontinuerlig vågrörelse. Dessa energikvanta kom att kallas **fotoner**. En fotonens energi ges av $W_f = hf$, där h är en naturkonstant (Plancks konstant) och f är ljusets frekvens.

Fotonmodellen visade sig vara fruktbar för att förklara en del experiment och utvecklades succesivt. Fotoner visade sig (på 1920-talet) ha rörelsemängd, vilket gör det naturligt att betrakta dem som partiklar. De har dock ingen massa.

Det kan verka konstigt att ljus har både våg- och partikelegenskaper, men det behöver inte vara så konstigt. Idag tror man sig ha en god förståelse av ljus, och man ser ljus som något som kan beskrivas matematiskt (dock inte med gymnasiekunskaper¹), och som har visat sig ha både våg- och partikelegenskaper. Huruvida man observerar våg- eller partikelegenskaperna i experiment beror på vilken sorts experiment man gör. Det finns experiment som visar båda, men mer om detta i Fy 2-kursen.

Kompletterande text: Lite om ljus

Boken: s. 310–311 (10.2)

Bra uppgifter: 10.04, 10.05, 10.06.

[3] **Atom** består av en liten, liten kärna och elektroner. Det var bara för drygt hundra år sedan som man upptäckte detta. Avsnittet kan läsas översiktligt.

Boken: s. 305–309 (10.1)

[4] **Bohrs atommodell** som kom 1913 var ett viktigt mellansteg till kvantmekaniken som utvecklades på 1920-talet. Vi kommer att göra mer av detta i Fy 2-kursen, och detta avsnitt innehåller inget nytt utöver det

¹ Se *QED The Strange Theory of Light and Matter* av R. P. Feynman för en formelfri presentation.

man gör i Ke 1-kursen. Avsnittet kan läsas översiktligt.

Boken: s. 312–315 (10.1)



[5] Ljus är bara en typ av **elektromagnetisk strålning**. Det finns andra. **Röntgenstrålning** upptäcktes i slutet av 1800-talet och är elektromagnetisk strålning med hög frekvens och kort våglängd.

Boken: s. 316–319 (10.4)



Avsnitt 10.5 återkommer vi till när vi ska göra kärnfysik (kapitel 11).

[6] Under 1900-talet utvecklades förståelsen av ljus och materia enormt. Man upptäckte att atomkärnor består av protoner och neutroner (1932), och allt eftersom man lärde sig accelerera partiklar (i första hand elektroner och protoner) till allt högre energier och sedan låta dem krocka med varandra upptäcktes många fler partiklar som inte tidigare observerats (1950-talet och framåt). Efter hand (1960- och 1970-talet) utvecklades **partikelfysikens standardmodell**, som är en samling teorier som mycket väl beskriver naturens grundläggande beståndsdelar. Matematiken är alldeles för svår för oss, men vi kan ändå prata lite grann om det som matematiken beskriver. Det har bland annat visat sig att protoner och neutroner är uppbyggda av kvarkar, och att det i grund och botten bara finns fyra sätt varpå naturens beståndsdelar växelverkar.

Boken: s. 393–400 (12.2, 12.3)

Daniel Barker 12.2



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

Diskutera fysik (DiF) 2 (kap. 10).

Resonera fysik (ReF) 1 (kap. 10).

Uppskatta fysik (UpF) 1 (kap. 10).

Testa dig i fysik (TDIF) 4 (kap. 12).