

Övning 13

Övning 13 anknyter till kapitel 40 och 41 samt avsnitt 42.3 i Serway, 6th ed.

Mål för övningen

Du skall förstå innebörden av Plancks hypotes om energins kvantisering och de Broglies hypotes om materievågor.

Du skall känna till grunddragen i Bohrs atommodell och med den som utgångspunkt kunna räkna på atomära spektra.

Praktiska, vetenskapliga och tekniska tillämpningar som anknyter till denna övning.

Spektralanalys.

Fotoceller.

Spridningsexperiment med elektroner, neutroner eller andra partiklar.

Lösta exempel i kapitel 40 och 42 att begrunda i anslutning till övning 12

Exempel 40.1, sid. 1290: Värmestrålning från olika objekt.

Exempel 40.5, sid. 1302: Våglängd för elektroner.

Exempel 40.8, sid. 1311: Lokalisering av en elektron.

Exempel 40.9, sid. 1311: Bredden hos en spektrallinje.

Exempel 42.2, sid. 1361: Elektronövergångar i väteatomen.

Som koll på din förståelse av grundprinciperna rekommenderas i första hand följande testfrågor i kap 40 och 42

Question 40.3, sid. 1313: Strålning i ett mörkt rum.

Question 40.18, sid. 1313: Partikel eller våg?

Question 40.21, sid. 1313: Materievågor i vardagen.

Question 42.4, sid. 1391: Jonisering av väteatomen.

Question 42.5, sid. 1391: Vad menas med att väteatomens energi är negativ?

Question 42.8, sid. 1391: Antal nödvändiga kvanttal.

Question 42.9, sid. 1391: Bohrs och Schrödingers modeller för väteatomen.

När du tränar på att lösa problem rekommenderas i första hand följande uppgifter i kap 40 och 42

Problem 40.8, sid. 1315: Ögats ljuskänslighet.

Problem 40.33, sid. 1316: de Broglie-våglängd för proton.

Problem 40.42, sid. 1317: de Broglie-våglängd för person.

Problem 41.7, sid. 1345: Partikel i låda.

Problem 41.21, sid. 1346: Sannolikhetsfördelning.

Problem 42.7, sid. 1392: Bohratom i första exciterade tillståndet.

Problem 42.8, sid. 1392: Jonisering av väteatom.

Problem 42.9, sid. 1392: Foton, utsänd från väteatom.

Uppgifter under övningen

1. Vi har tidigare räknat på upplösningssförmågan hos optiska instrument med cirkulär objektivöppning. Jämför upplösningen hos ett mikroskop som arbetar med blått ljus och ett elektronmikroskop, i vilket elektronerna accelereras över en spänning på 10 kV (d.v.s. varje elektron uppnår den kinetiska energin 10 keV), för instrument med lika stor objektivöppning.
2. Bohrs modell för väteatomen bygger på antagandet att elektronens rörelsemängdsmoment endast kan anta värdena $n\hbar$, där n är ett heltal. Modellen ger dock ingen förklaring till varför just dessa banor och inga andra är stabila.

En alternativ modell som direkt grundar sig på materiens vågnatur är följande: Antag att elektronen kretsar i en cirkulär bana runt kärnan och att varje stabil bana är associerad med en stående våg, som i överensstämmelse med de Broglies hypotes har våglängden $\lambda = h / p$, där p är elektronens rörelsemängd. Stående vågor längs banan kan endast uppkomma vid konstruktiv interferens, d.v.s. om banans omkrets är ett helt antal våglängder. Undersök vilka banradier som är möjliga enligt denna hypotes och jämför resultatet med Bohrs modell!
3. En partikel är bunden till en potentiallåda med oändligt höga väggar på avståndet L från varandra. Beräkna sannolikheten att påträffa partikeln inom avståndet $L/3$ från en av väggarna
 - a) om partikeln befinner sig i grundtillståndet
 - b) om partikeln är i det första exciterade tillståndet
 - c) om partikeln är i ett mycket högt exciterat tillstånd
 - d) enligt klassisk fysik.
4. I vanligt väte utgörs atomkärnan av en ensam proton, men det finns också två tyngre isotoper, där kärnan består av en proton och en neutron (deuterium) eller en proton och två neutroner (tritium).
 - (a) Kan man se någon skillnad i atomära spektra mellan dessa olika former av väte?
 - (b) Tritiumkärnan är radioaktiv och kan genom β -sönderfall omvandlas till en heliumkärna (isotopen He_3), vilket betyder att tritiumatomen plötsligt blir en positivt laddad heliumjon. På vilket sätt skiljer sig heliumjonens spektrallinjer från tritiumatomens?