

21 juni 2011

Examen Kwantumelectrodynamica

1) In de les hebben we verstrooiing van fotonen aan elektronen bekeken, maar beperkt tot vrije elektronen en de  $\vec{A} \cdot \vec{A}$  storingsterm.

(a) Stel de algemene formule op voor de differentiële werkzame doorsnede  $\frac{d\sigma}{d\Omega}$  voor foton-elektron verstrooiing voor elektronen gebonden in een atomair systeem (Kramers-Heisenberg formule). Hou rekening met alle processen tot orde  $e^2$  in de amplitude. Het atomair systeem maakt een overgang  $A \rightarrow B$ .

(b) Bekijk elastische verstrooiing ( $A = B$ ) en de limiet  $\hbar\omega$  veel groter dan de specifieke bindingsenergie van elektronen in een atoom. Ga over op de dipoolbenadering (beargumenteer eerst of dit zinvol is in deze limiet). Toon aan dat enkel de  $\vec{A} \cdot \vec{A}$  term een bijdrage levert en leg contact met de Thomson verstrooiing werkzame doorsnede die we in de les gevonden hadden.

(c) In dezelfde limiet, toon aan dat het mogelijk is startend van een initiëel niet gepolarizeerde foton bundel, een eindtoestand te realiseren die voor 100% bestaat uit lineair gepolarizeerde fotonen.

(d) Bekijk de andere limiet van elastische verstrooiing met  $\hbar\omega$  veel kleiner dan de atomaire bindingsenergie, en toon aan dat  $\frac{d\sigma}{d\Omega}$  evenredig is met  $\omega^4$  (zogenoemde Rayleigh verstrooiing). Beargumenteer waarom de hemel blauw is.

2) In de les hebben we een schatting gemaakt voor 2s naar 1s verval in waterstof via twee-foton emissie. Bekijk dit nu wat gedetailleerder en bestudeer de 2-foton processen (zowel tweede orde in  $\vec{p} \cdot \vec{A}$  als eerste orde in  $\vec{A} \cdot \vec{A}$ ) via invoering van de dipoolbenadering. Bereken de afhankelijkheid van de hoek en polarizatie van de uitgestuurde fotonen. Bereken de hoekcorrelatie (de waarschijnlijkheid dat de hoek tussen de uitgestuurde fotonen  $\theta$  bedraagt).