

Kwantumfysica I

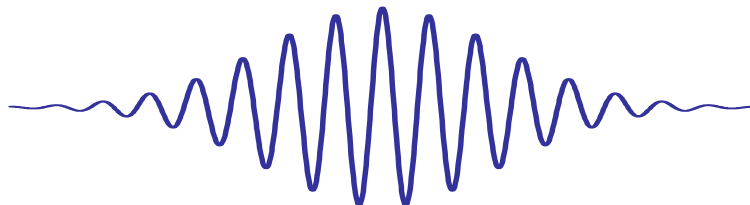
2008-2009

Hoorcollege dinsdag 25 november 2008

Vragen n.a.v. stof vorige week of werkcollege?

Vragen n.a.v. boek hoofdstukken 1, 2, 3, 4 ?

Wave packets and Heisenberg



Size (e.g. in space)

Velocity PHASE velocity

GROUP velocity

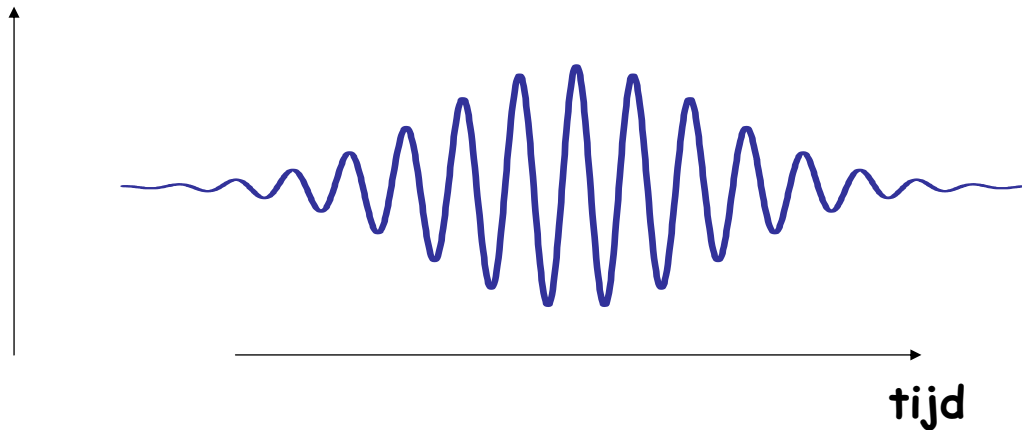
Shows that Heisenberg uncertainty relation

follows from wave nature of quantum states

Eerst: Heisenberg onzekerheids-game

Stel, je hebt een systeem om fluit-tonen van eindige duur te maken, die altijd een "zachte" omhullende (envelope function) hebben. Je kunt de frequentie en het uitzend-tijdstip controleren.

Amplitude

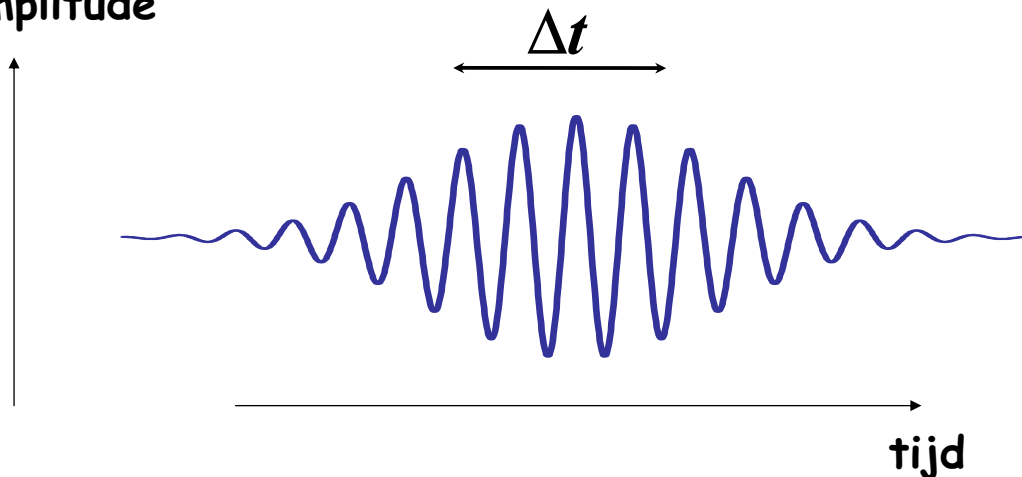


Aan een luisterende partij de vraag:

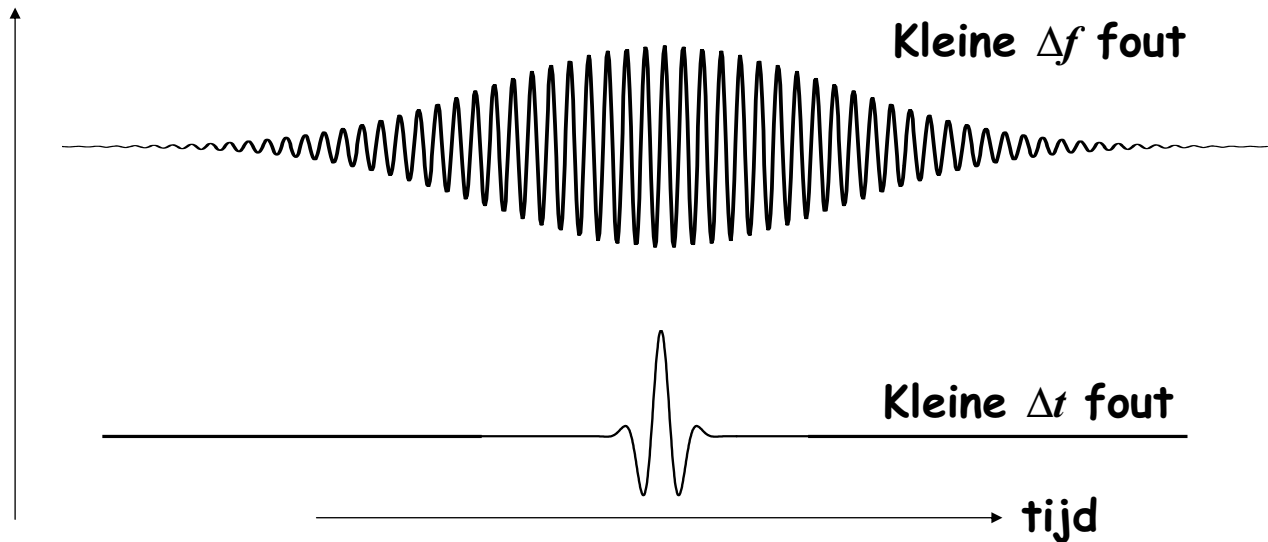
Bepaal zo precies mogelijk

- Wanneer hoorde je de fluittoon?
- Wat is de frequentie van de fluittoon?

Amplitude



Amplitude



Δt fout is FWHM van Gaussian envelope

$$\Delta f \text{ fout is } \frac{(N_{\text{period}}+1) - N_{\text{period}}}{\Delta t} = 1/\Delta t$$

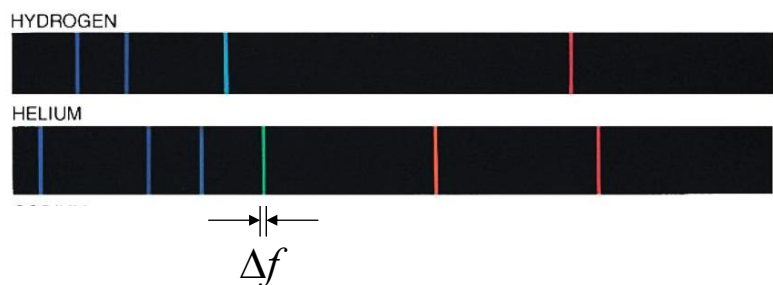
$$\Delta f \Delta t \approx 1$$

Heisenberg onzekerheidsrelatie voor Energie - tijd

$$\Delta f \Delta t \approx 1$$

$$h\Delta f \Delta t \approx h$$

$$\Delta E \Delta t \geq \hbar/2$$



Bepaalt b.v. breedte van spectraallijnen Δf .

Een electron in een atoom dat van een aangeslagen toestand naar de grondtoestand verval, zendt maar voor een korte tijdsduur Δt optische golven uit door oscillaties van het elektrische dipool. De frequentie van deze oscillaties kan dus niet preciezer zijn dan Δf .

Samenvatting:

1. Toestand van quantum deeltje is vaak in de vorm van een golfpakket (wave packet)
2. Heisenberg onzekerheidsrelatie volgt direct uit golfkarakter van toestanden.

Vervolg:

Groep en fase snelheid van golfpakket

Deeltje opgesloten in een klein volume