

Fitopgave

Practicum natuurkunde, KU Leuven

Iedere student krijgt een dataset toegewezen (zie lijst en bestanden op Toledo) waar een Lorentz-functie door gefit moet worden. De dataset bestaat uit twee kolommen (gescheiden door een spatie), waarbij de eerste kolom een positie $x[\text{mm}]$ is, en de tweede kolom bevat een intensiteit I met arbitraire eenheden [arb. eenh.]. Het Lorentz profiel is gegeven door [1]

$$I(x|\underbrace{x_0, \gamma, A, y_0}_{\theta}) = \frac{A}{\pi} \frac{\gamma}{(x - x_0)^2 + \gamma^2} + y_0 \quad (1)$$

met x_0 de verschuivingsparameter, γ de schaalparameter, A de vermenigvuldigheidsfactor en y_0 de offset. Voor deze taak nemen we aan dat de intensiteit I gemeten is door fotonen te detecteren, wat een Poisson verdeling volgt. De 1σ -fout op I is dus $\sigma_I = \sqrt{I}$. De fouten op de fitwaarden ($\sigma_{x_0}, \sigma_\gamma, \sigma_A, \sigma_{y_0}$) worden als volgt berekend:

1. Begin bij de best fittende waarde.
2. Selecteer één van de parameters θ en varieer de waarde ervan rond de optimale waarde (maximum likelihood estimation $\hat{\theta}$).
3. Voor elke van deze waarden bereken je de χ^2 . Laat hiervan een plot zien (denk aan labels en leesbaarheid!).
4. Zoek de 2 waarden van de parameter die de snijpunten zijn met de 1σ -hypercontour van de χ_μ^2 verdeling (met μ het aantal fitparameters). Zie hiervoor de fitles en de bijhorende jupyter notebook.
5. Rapporteer deze onzekerheden op een correcte manier: $\theta_{-\sigma_l}^{+\sigma_r}$ voor asymmetrische onzekerheden en $\theta \pm \sigma$ voor symmetrische.
6. Herhaal dit voor alle fitparameters.

Opdracht 1

De deadline is maandag 1 november om 9u 's ochtends. Concreet willen we, van iedereen individueel (dus niet per groep) een PDF bestand die de volgende elementen bevat:

- a) Eén figuur met een plot van de data met error bars én de plot van de beste fit, i.e. vergelijking (1) met de best fittende parameters. *Verzorg de opmaak van de plots!*
- b) De gevonden beste fitwaarden met hun fouten.
- c) Plots van de χ^2 -waarde rond het minimum voor elke fitparameter afzonderlijk, waarbij je laat zien voor welke waarden van deze parameter de χ^2 -waarde de hypercontour snijdt. Dit is dus de illustratie van de methode om de fouten op de fitwaarden af te schatten.
- d) De gebruikte code moet ook in de PDF.
- e) De gereduceerde χ_{red}^2 -waarde en een korte bespreking van de kwaliteit van de fit.
- f) De p-waarde en een conclusie over het gebruiken van het Lorentz model.



Info: De opdrachten in deze taak moet je altijd gebruiken bij het maken van fits voor dit vak. Punten c) en d) moeten in komende practica niet expliciet gemaakt/getoond worden, maar mogen eventueel in een bijlage.



Info: Deze taak hoeft niet in de vorm van een wetenschappelijk verslag (inleiding, theorie, etc.) - zolang je alle punten a)-f) oplost en de antwoorden duidelijk zijn! Je mag ook voor deze taak je jupyter notebook exporteren als PDF en zo doorsturen. De stijlgids regels over beduidende cijfers en eenheden van onzekerheden blijven uiteraard geldig!

Referenties

- [1] N. Johnson, S. Kotz en N. Balakrishnan, *Continuous univariate distributions*, Wiley, New York (N.Y.), 2nd edition, 1995.