

Handleiding

Statistische Dataverwerking

Muon levensduurmetingen

en

Handleiding Histofit

Colofon

Het muon levensduurexperiment is ontwikkeld aan het NIKHEF te Amsterdam onder leiding van Prof.Dr. Frank Linde. Ook de detectoren en elektronica zijn aan het NIKHEF ontworpen en gefabriceerd.

Vanuit het Project Moderne Natuurkunde (PMN, Universiteit Utrecht) zijn de bijbehorende lesmaterialen en HistoFit ontwikkeld door:

Michel Takes en Piet Molenaar, Amstel Instituut, UvA,

David Fokkema, Kaj Munk College en

Gerrit Kuik, Kaj Munk College/Vrije Universiteit.

Het AMSTEL Instituut heeft een speciale Coach 6 versie beschikbaar gemaakt voor experimentaansturing (met dank aan Marijn van Eupen).

Ed van den Berg (PMN, Universiteit Utrecht) en Cor de Beurs (Amstel Instituut, UvA) hebben het project logistiek ondersteund en begeleid.

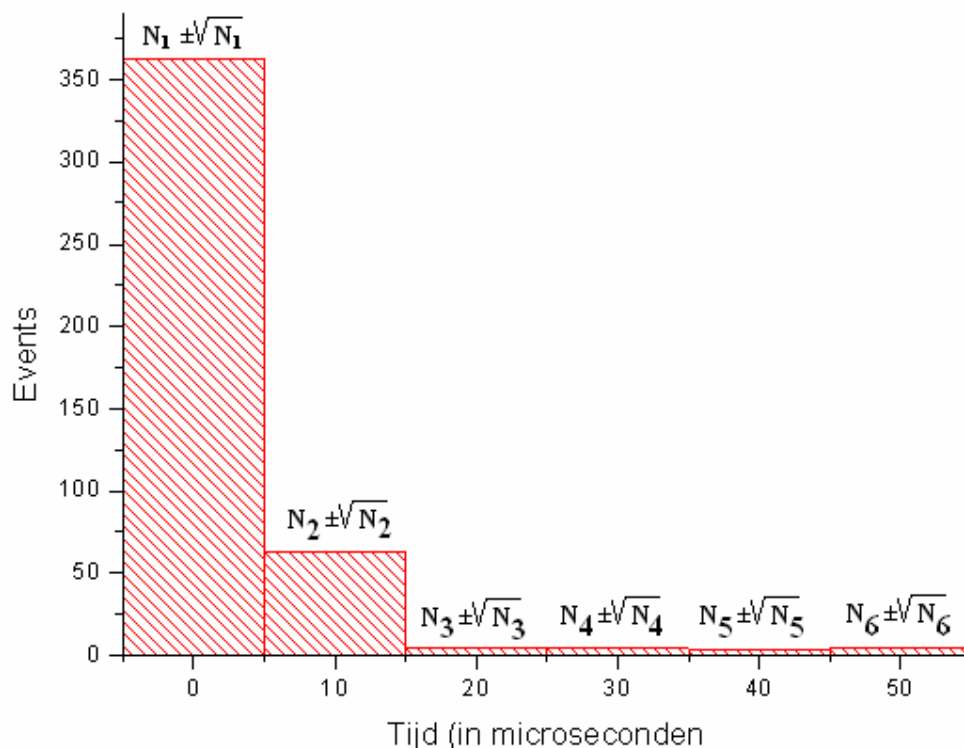
Het muon levensduurexperiment is tot stand gekomen met financiële ondersteuning van de Stichting Weten.



Het muon levensduurexperiment kan uitgevoerd worden met behulp van de muondetectoren die bij verschillende scholen geleend kunnen worden. Scholen dienen alleen in het bezit te zijn van een PC en een CoachLab II of ULAB interface.

STATISTISCHE DATAVERWERKING

Wanneer de tijdmetingen verdeelt worden over verschillende bins met die een tijdsduur Δt representeren dan is met N_1 events de statistische fout $\sqrt{N_1}$ in bin 1 (zie figuur 1).



Figuur 1: meetdata weergegeven als histogram

Voor de bepaling van de levensduur worden de events per bin eerst omgezet in meetpunten (events, tijd), waarbij tijd = $\frac{1}{2}\Delta t$ voor de eerste bin, en waar voor iedere volgende bin Δt bij opgeteld wordt. Daarna wordt een exponent gefit aan deze data om de levensduur te bepalen.

Om dit goed te doen moet je statistische fouten meenemen. Dat is lastig omdat dit alleen mag als $N_n \geq 10$. Dat betekent dat je zoveel mogelijk meetpunten moet zien te verzamelen om tot goede resultaten te komen!

Als een offset meegenomen moet worden moet je fitten aan $A + Be^{-Ct}$. Je hebt dan 3 fitparameters, en dus tenminste 4 data-punten nodig voor fit (als geen offset meegenomen moet worden vervalt A en kun je met 3 data-punten volstaan). Ga je voor het minimale aantal bins, dan heb je per bin het grootste mogelijke aantal events, en per bin de relatief kleinste mogelijke statistische fout. Omgekeerd, als je voor zoveel mogelijk bins kiest, dan is de relatieve fout per bin groter, maar beschik je over veel meer data-punten om op te fitten.

Omdat $\bar{N}_{tot} = (N_1 + N_2 + \dots)$ en $\sigma_{\bar{N}_{tot}} = \sqrt{N_1 + N_2 + \dots} = \sqrt{N_{tot}}$, en het vergroten van een bin niets anders is dan het gemiddelde nemen van afzonderlijke bins waarvoor geldt dat de totale onzekerheid gelijk is aan $\sqrt{N_{tot}}$ maakt het voor de kwaliteit van de fit niets uit of je uitgaat van weinig bins met kleine relatieve fouten, of veel bins met grote relatieve fouten! In hoeverre dit opgaat kun je onderzoeken door een zo groot mogelijk aantal datasets van muonen levensduurmetingen samen te voegen en te analyseren met statische foutenvlaggen voor verschillend aantal bins. Dit kan gedaan worden met Histofit (zie hiervoor de *Histofit handleiding*).

Wanneer de datasets uitgepakt worden komen er in de map *C:\Histofit data* 19 datasets van muon levensduurmetingen te staan verkregen met allemaal verschillende muon detectoren. Deze datasets kunnen aangevuld worden met één of meerdere datasets die zelf gemeten worden.

Hieronder volgt een instructie voor het gebruik van Histofit.

HANDLEIDING HISTOFIT

Installatie Histofit

Op de CD die bijgeleverd is bij het muondetectiesysteem staan installatiebestanden waarmee Histofit.exe en de daarbij benodigde LabVIEW 7.1 run time engine en Histofit datasets geïnstalleerd kunnen worden. Wanneer de CD in de CD-ROM speler gestopt wordt verschijnt automatisch een menu waarin de keuze geboden wordt Histofit te installeren.

Na installatie kan Histofit aangeroepen worden vanuit het startmenu. De datasets verkregen uit 19 meetseries met verschillende muondetectiesystemen komen te staan in de map *C:\Histofit data* na uitpakken van de databestanden.

Wat doet het programma?

Histofit kan gebruikt worden om een enkele dataset met muonen vervalevents te analyseren. Histofit genereert automatisch een histogram en fit de datapunten verkregen uit het histogram aan een e-macht. Hieruit wordt de levensduur van het muon bepaald. Dit wordt verder uitgelegd in het document *Muonen*.

Histofit bepaald ook uit de datapunten verkregen uit het histogram de bijbehorende statische fouten. Die zijn gelijk aan $\pm\sqrt{\text{aantal events per bin}}$. Eigenlijk mogen statistische fouten alleen meegenomen worden als er per bin minimaal 10 events beschikbaar zijn. Het programma houdt hiermee geen rekening. Als er 0 events in een bin zitten wordt de fout op $1,0 \cdot 10^{-6}$ gezet omdat anders de fit-routine vast loopt. De uitkomst rekening houdend met statistische fouten heeft dus alleen betekenis wanneer meerdere datasets samengevoegd worden om per bin aan voldoende events te komen.

Genereren van datasets als input voor Histofit

Wanneer een meting verricht is met behulp van Coach 6 is er een tabel beschikbaar in Coach 6 met de volgende informatie: tijd (s), spanning (V) en levensduur (μs) (zie figuur 1). Deze informatie moet weggeschreven worden als een tekstbestand. Dat gaat als volgt:

- ❖ Klik op de hamer in de menubalk van het venster met de tabel en selecteer *Export data* → *Text file*.
- ❖ Laat alle voorkeursinstellingen staan en klik op *OK*.
- ❖ Er verschijnt nu een scherm waarbij de map gekozen kan worden waarin het bestand opgeslagen wordt en er kan een naam gegeven worden aan het bestand. Kies zelf waar het bestand opgeslagen moet worden en kies ook zelf een naam. Het maakt niet uit of aan de naam de extensie *.txt* meegegeven wordt.

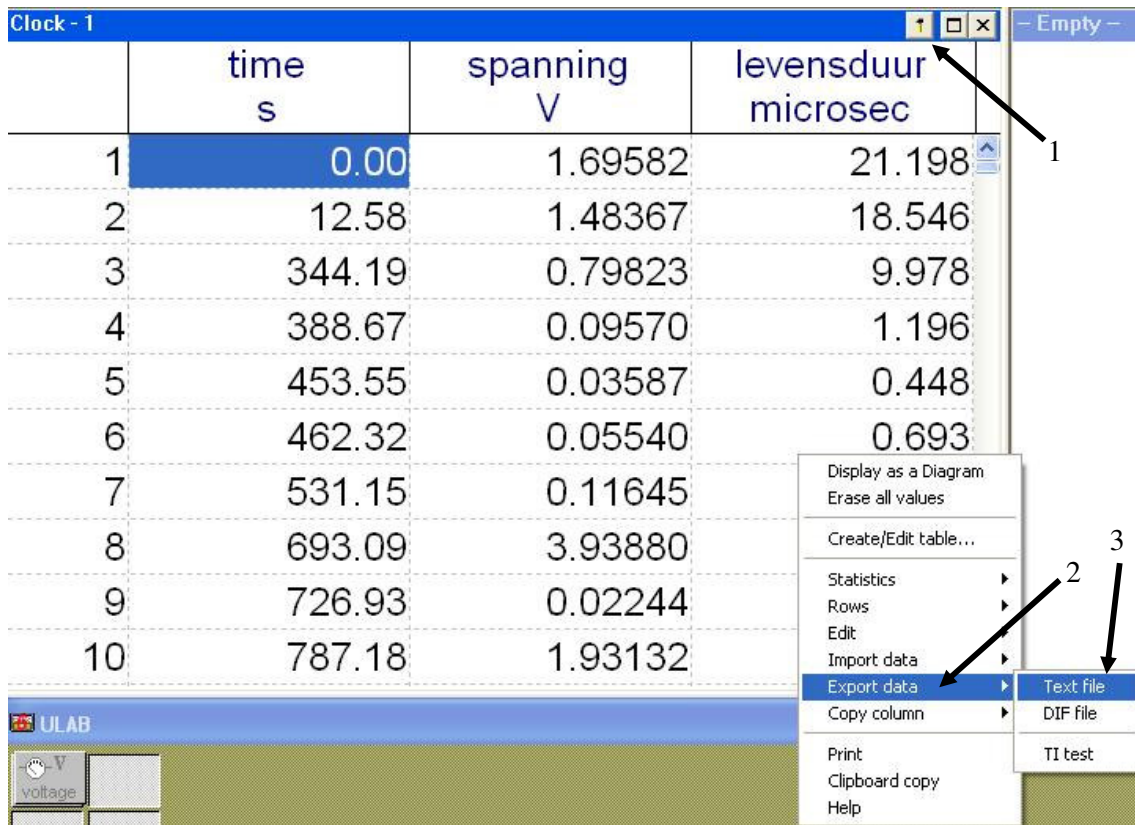


Fig. 1: Exporteren van data vanuit Coach 6.

Er zijn in totaal 19 datasets met ieder 4000 events beschikbaar die gemeten zijn met verschillende detectoren in de map *C:\Histofit data*. Deze bestanden kunnen tezamen met eigen verkregen data geanalyseerd worden.

Analyseren van datasets met Histofit

Wanneer het programma gestart wordt verschijnt onderstaand scherm:

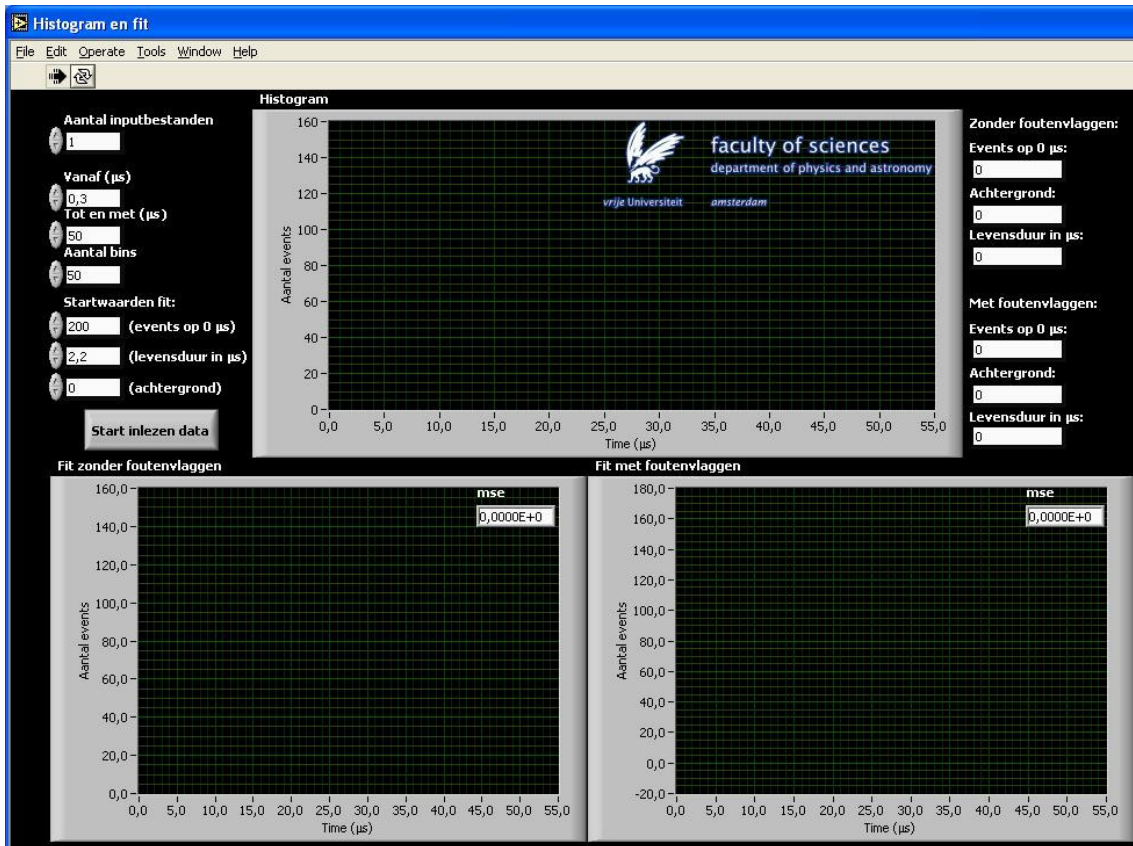


Fig. 2: Histofit programmavenster

Het zwarte pijltje onder de menubalk duidt aan dat het programma actief is.

Links op het scherm kunnen de volgende parameters ingesteld worden:

- ❖ Linksboven kan ingesteld worden hoeveel databestanden ingelezen dienen te worden (staat standaard op 1). Instellingen kunnen aangepast worden door een ander getal in te typen of door links van 1 te klikken om het aantal in stapjes van 1 op te hogen/te verlagen.
- ❖ Omdat de fotomultiplier uit gemeten ruis soms data doorgeeft aan Coach 6 bij hele korte tijden is het verstandig om niet alle data mee te nemen in de analyse. De eerste 0,3 μs wordt standaard niet meegenomen in de analyse. Deze instelling kan aangepast worden.
- ❖ Ook de eindwaarde van het bereik waarvoor data meegenomen wordt in de analyse kan ingesteld worden. Staat standaard ingesteld op 50 μs .
- ❖ Het aantal bins waarover de events verdeeld worden voor het genereren van een histogram kan ingesteld worden. Standaard staat de waarde op 50. Kies je meer bins dan krijg je meer datapunten om een e-macht aan te fitten maar de statistische fout per bin neemt

daarbij relatief wel toe. Kies je minder bins wordt de relatieve statistische fout per bin kleiner maar heb je minder datapunten voor de e-macht die gefit wordt.

- ❖ Er zijn 3 startwaarden voor de fits. Deze startwaarden hoeven alleen aangepast te worden als de fits niet gevonden kunnen worden. In een eerste run dus niets aanpassen aan de startwaarden. Mogelijk wanneer er vele bestanden tezamen gefit worden moet het aantal events op 0 μ s aangepast worden.

Wanneer alle parameters ingesteld zijn moet je op *Start inlezen data* klikken. Er verschijnt dan een scherm waarbij je een map en vervolgens een bestand kunt selecteren. Klik het bestand met de dataset aan en klik vervolgens op *OK*.

Als je voor meerdere bestanden gekozen hebt, bijvoorbeeld 5 bestanden, dan komt nadat je op *OK* geklikt hebt opnieuw het scherm terug om het volgende bestand te selecteren. Dit herhaalt zich tot alle bestanden geselecteerd zijn.

Nadat het laatste bestand ingelezen is verschijnt het histogram met daaronder twee grafieken met de fits. De linker grafiek toont de fit zonder dat er statistische foutenvlaggen meegenomen zijn, de rechter grafiek toont de fit met statistische foutenvlaggen. De resultaten voor beide fits staan rechtsboven op het scherm vermeld. In de grafieken staat de waarde van de *Mean Squared Error (mse)* vermeld. Voor ieder datapunt wordt bekeken wat het verschil is tussen de y-waarde van het datapunt en de gefitte lijn. Voor sommige punten ligt de y-waarde er iets onder, voor andere punten erboven. Voor alle punten worden de verschillen gekwadrateerd, opgeteld en dan door het totaal aantal datapunten gedeeld. De zo verkregen *mse* is een maat voor de kwaliteit van de fit: hoe kleiner de waarde van de *mse* hoe beter de fit is.

Afdrukken resultaten

Net als bij ieder ander programma kan vanuit het menu *File* de optie gekozen worden om de resultaten af te drukken.

Opnieuw runnen en afsluiten van Histofit

Om opnieuw een fit uit te voeren (bijvoorbeeld met andere instellingen of op andere data) moet het programma opnieuw geactiveerd worden. Doe dit door op het pijltje (dat nu niet meer zwart is) onder de menubalk te klikken.

Als je het programma wil beëindigen moet je of het kruisje rechtsboven in het venster aanklikken of vanuit het *File* menu *Quit* kiezen.