

Een proefschrift zonder knippen en plakken

Henk de Haan

Ghanastraat 1
2622 GJ Delft
haan@fgbbs.iaf.nl

29 september 1994

Abstract

\LaTeX wordt voor veel verschillende soorten drukwerk gebruikt. In dit artikel wordt het vormgeven van een proefschrift met behulp van $\text{\LaTeX}2_{\epsilon}$ beschreven. Hierbij spelen de persoonlijke voorkeuren van de auteur een belangrijke rol, zonder dat daarbij de krachtige mogelijkheden van \LaTeX onbenut blijven.

Eén van de belangrijkste onderdelen van het schrijven van een proefschrift is het onderwerp. In mijn geval betrof dat ‘Muon catalyzed fusion’ (MCF, letterlijk vertaald: ‘*door muonen gekatalyseerde kernfusie*’)¹. Ik zal niet verder op de materie ingaan, afgezien van de vermelding dat het hier om een interessant stukje natuurkunde gaat.

De randvoorwaarden

In de beginperiode van m’n promotieonderzoek (i.e. in 1988) kreeg ik, samen met een collega, de beschikking over een fonkelnieuwe set computerapparatuur, te weten een MicroVAX-II met daarbij een flinke hoeveelheid schijfgeheugen, een LN03+ laserprinter, een LJ250 kleuren inktjetprinter en een tweetal VT340 (kleuren) terminals. Deze apparatuur was voornamelijk bedoeld voor de analyse van experimentele data en het tonen van mooie plaatjes.

De mogelijkheden voor tekstuele presentatie met deze computer waren beperkt tot platte tekst of het door DEC geleverde `RunOff`. Onze vakgroep beschikte weliswaar over een tweetal Olivetti-PC’s, maar daarop draaide slechts, het toen al archaïsche programma, `WordMarc`. Na een speurtocht op het Bitnet (het World Wide Web moest nog uitgevonden worden en van een internetaansluiting konden we alleen dromen) stuitte ik op \TeX en \LaTeX . Doordat ik genoeg schijfruimte tot mijn beschikking had, kon ik al snel andere mensen op ons instituut overtuigen van de voordelen van \LaTeX .

Ik heb eigenlijk geen moment nagedacht over andere programma pakketten voor het schrijven van mijn proefschrift. Ik had weliswaar thuis intussen de beschikking over een Personal Computer met daarop `WordPerfect 5.1`, maar ik gaf toch de voorkeur aan de \LaTeX -mode van de Language

Sensitive Editor op de VAX en aan de \emTeX /Multi-Edit combinatie op mijn PC. Aangezien ik een flinke kater over had gehouden aan het schrijven van mijn afstudeerverslag (m.b.v. `PC-Write`) had ik me verder voorgenomen om mijn proefschrift zonder knippen en plakken te verwezenlijken.

Uiteindelijk is het proefschrift geschreven met behulp van de \emTeX programmatuur op een onder OS/2 draaiende PC en is het afgedrukt op een HP Laserjet 4MP. Tijdens het schrijven ben ik overgestapt op de pre-release van $\text{\LaTeX}2_{\epsilon}$, aangezien dit een aantal voor mijn interessante innovaties bevatte. In de rest van dit artikel zal ik verder ingaan op de keuzen die ik heb gemaakt².

Het skelet

Op de TU-Delft worden er geen typografische eisen gesteld aan een proefschrift³. De uitgever stelt alleen een bepaald formaat voor ($239 \times 164\text{mm}^2$), waarbij ook enkele eisen aan de afdrukkwaliteit worden gesteld.

Als basisfont heb ik voor Computer Modern gekozen. Sommige mensen vinden het een lelijk font, maar ik krijg persoonlijk de kriebels bij het zien van een Times New Roman font (alles staat net ietsjes te dicht op elkaar). Andere fonts geven problemen bij het weergeven van formules. Een uitzondering hierop vormt het Lucida Bright font, maar dat is voor particulieren bijna onbetaalbaar. De corpgrootte voor de normale tekst bedraagt 10 punten.

Ik ben uitgegaan van de standaard `Report` class, maar heb daar een paar vrij ingrijpende wijzigingen op losgelaten. Zo heb ik het `\@makechaphead` commando flink veranderd:

```
\def\chapapp{}
\newfont{\chapfont}{cmsbx10 scaled 2074}
```

¹H. de Haan, *Direct Sticking Measurements in Muon Catalyzed Fusion*, Delft University Press 1994, ISBN 90-6275-993-9.

²Liefhebbers kunnen een kopie van mijn `thesis.sty` krijgen. Deze stijl file voldoet echter niet aan de esthetische eisen die aan een $\text{\LaTeX}2_{\epsilon}$ -stijl file gesteld dienen te worden.

³Uit het promotiereglement 1993: ‘Het proefschrift wordt uitgevoerd in boekvorm van een handzaam formaat, tenzij een andere uitvoering wenselijk is, zulks ter beoordeling van de promotor. De promovendus draagt zorg voor een verdere vormgeving die passend is bij de in Nederland in dezen heersende gebruiken.’

```
\def\@makechapterhead#1{
  \vspace*{1pt}
  { \parindent 0pt \raggedright
    \par
    \shbox{\chapfont
      % IF secnumdepth > -1 THEN...
      \ifnum \c@secnumdepth > \m@ne
        \chapapp{} \thechapter . \fi
      #1} \par
    \nobreak
    \vskip 30pt
  } }
```

Dit commando verzorgt de eigenlijke layout van het kopje aan het begin van elk hoofdstuk. Ik heb de referentie aan `\chaptername` (in de `\def\chapapp` regel) verwijderd, heb de verticale ruimte flink verkleind en heb een ander font gebruikt. De meest opvallende aanpassing is echter het `\shbox` commando (uit een eigen variant van het SHADOW pakket). Hiermee wordt een zogenaamde *shadow box* gemaakt waarin het hoofdstuknummer en de hoofdstuktitel vermeld staan.

De breedte en de hoogte van de tekst zijn bepaald door middel van enkele proefdrukken. Het nauwkeurig definiëren van `\textheight` is gedaan met behulp van het voorbeeldje op pagina 88 van *The L^AT_EX Companion* (waarbij ook gebruik is gemaakt van `calc.sty`):

```
\setlength{\textheight}{190mm-\topskip}
\newcounter{tempc}
\setcounter{tempc}{\textheight}
\newcounter{tempcc}
\setcounter{tempcc}{\baselineskip}
\setcounter{tempc}{\value{tempc}/\value{tempcc}}
\setlength{\textheight}{%
  {\baselineskip*\value{tempc}+\topskip}
```

De standaard vormgeving van de verschillende `list-`achtige environments is aangepast aan mijn eigen wensen met behulp van de commandos:

```
\newcommand{\deflists}{
\def\@listI{\leftmargin\leftmarginI
  \parsep 2pt plus 1pt minus 0.5pt
  \topsep 9pt plus 3pt minus 5pt
  \itemsep 2pt plus 1pt minus 0.5pt}
\let\@listi\@listI
\@listi}
\deflists
```

Het inkleuren

Zoals al eerder vermeld wilde ik niet *knippen en plakken* bij de produktie van mijn proefschrift. Aangezien de meeste figuren tegenwoordig met behulp van computers worden gemaakt, leek me dit een haalbare doelstelling. Uiteindelijk heb ik geen fysieke schaar en lijn nodig gehad, maar ik heb wel elektronische equivalenten van deze hulpmiddelen gebruikt.

De figuren in het proefschrift zijn van verschillende bronnen afkomstig:

- VAX/VMS programma's die o.a. HP-plotter uitvoer kunnen produceren;
- het interactieve functie-plot programma GNUPLOT;
- figuren of tekeningen die m.b.v. een scanner zijn ingelezen;
- zelf gemaakte/overgetekende figuren.

Alle figuren zijn hierna met het programma CORELDRAW! verder bewerkt. Hierbij is veel aandacht besteed aan een consequente vormgeving van de lijnen en de tekst (i.e. 8-punts Helvetica).

In eerste instantie stuurde ik de figuren als bitmaps (.PCX of .MSP) naar de printer, maar nadat ik mogelijkheden kreeg om afdrucken op een Postscriptprinter te maken ben ik overgeschakeld op het .EPS formaat. Dit had ook weer gevolgen voor gedraaide teksten langs de assen in grafieken. Hiervoor heb ik gebruik gemaakt van het pakket ROTATING van Sebastian Rahtz en Leonor Barroca.

Het eigenlijke opnemen van de figuren heeft ook nog aardig wat voeten in de aarde gehad. In eerste instantie gebruikte ik hiervoor het oude PSFIG pakket. Dit pakket had echter te weinig mogelijkheden om plaatjes (relatief) te schalen. Naar aanleiding van een berichtje op de TEX-NL mailinglijst ben ik overgeschakeld op het BOXEDEPS pakket:

```
\input boxedeps.tex
\SetEPSFDirectory{c:\\boek\graph\\}
\SetRokickiEPSFSpecial
\HideDisplacementBoxes
\newcommand{\plotfile}[2][1000]{%
  {\bBoxedEPSF{#2 scaled #1}}
```

Hierbij is `\plotfile` een commando met een optioneel argument, dat de relatieve schaalfactor aangeeft (de defaultwaarde hiervan is 1000)⁴.

De onderschriften van de figuren en tabellen zijn in de schreefloze variant van Computer Modern weergegeven. Korte onderschriften worden gecentreerd weergegeven, terwijl langere onderschriften in een `\parbox` worden gezet:

```
\def\fnun@figure%
  {\sffamily\bfseries Figure \thefigure}}
\def\fnun@table%
  {\sffamily\bfseries Table \thetable}}
\newcommand{\mycap}[1]{%
  \begin{center}%
    \parbox{11.8cm}{\caption{\sffamily #1}}%
  \end{center}}
```

Vaak wordt de plaatsing van de zogenaamde floats (figuren en tabellen) aangemerkt als een van de zwakkere punten van L^AT_EX. Ik heb dit oorspronkelijk 'opgelost' d.m.v.:

```
\setcounter{topnumber}{3}
\setcounter{bottomnumber}{2}
\def\bottomfraction{.7}
\setcounter{totalnumber}{4}
\def\textfraction{.05}
\def\floatpagefraction{.95}
```

⁴De mogelijkheden om optionele argumenten bij een zelf gedefiniëerd commando te gebruiken is nieuw in L^AT_EX₂ ϵ .

Gelukkig heeft $\text{\LaTeX}2_{\epsilon}$ een betere behandeling van floats. Met behulp van het uitroepteken in de lokatiestring (b.v. `\begin{figure}[t!]`), het `\enlargethispage` commando en de AFTERPAG stijl heb ik uiteindelijk een goede plaats voor alle figuren en tabellen kunnen vinden.

De belangrijke details

Ik ben niet zo te spreken over de door het tabular environment gegenereerde tabellen. Gelukkig biedt het ARRAY pakket, in combinatie met het HHLINE pakket, wat meer mogelijkheden om tabellen naar m'n eigen inzicht te maken. Met behulp van een tip van Claudio Beccari uit het *TeX and TUG NEWS* (Vol. 2, No. 3, 1993) heb ik verticale ruimte in de tabellen iets bij kunnen stellen, bijvoorbeeld:

```
\newcommand{\Bstrut} {\rule[-1.2ex]{0pt}{0pt}}
\newcommand{\Tstrut} {\rule{0pt}{2.6ex}}
\addtolength{\tabcolsep}{6pt}
\begin{tabular}{|c|c|c|c|c|}
\hline{|--||---|}
\multicolumn{2}{|c|}{Drift\Tstrut} &
\multicolumn{3}{c|}{\mathcal{B}\$-factor\Bstrut} \\
\hline{|--||---|}
\mathcal{D}\delta\$ (cm)\Tstrut & \mathcal{S}\sigma\$ (cm)\Bstrut
& 1 bar & 2 bar & 3 bar \\
\hline{:==:===:}
0.0 & \Tstrut & 0.144 & 0.137 & 0.139 \\
0.5 & & & & 0.151 \\
1.0 & & & & 0.167 \\
& 0.25 & & & 0.146 \\
& 0.33 & 0.149 & 0.144 & \\
& 0.50 & 0.153 & 0.145 & 0.150 \\
& 0.75 & & & 0.155 \\
\Bstrut & 1.00 & 0.156 & 0.155 & 0.157 \\
\hline{|--||---|}
\end{tabular}
```

Ik wilde de headings van de pagina's in dezelfde stijl hebben als in het boek van Leslie Lamport. Met behulp van het FANCYHEADINGS pakket van Piet van Oostrum was dit gelukkig niet al te moeilijk:

```
\pagestyle{fancyplain}
\renewcommand{\chaptermark}[1]{%
{\markboth{#1}{}}}
\renewcommand{\sectionmark}[1]{%
{\markright{\thesection\ #1}}}
\lhead[\fancyplain]{\bfseries\thepage}}%
{\fancyplain}{\bfseries\boldmath%
\rightmark\unboldmath}}
\rhead[\fancyplain]{\bfseries\leftmark}}%
{\fancyplain}{\bfseries\thepage}}
\cfoot{\fancyplain{\bfseries\thepage}}{}
\chead{} \lfoot{} \rfoot{}
```

Doordat het wenselijk is dat een nieuw hoofdstuk op een oneven (i.e. rechter) pagina begint kan het voorkomen dat laatste pagina van het voorafgaande hoofdstuk leeg moet zijn. Het standaard `\cleardoublepage` commando zet op deze pagina echter nog wel een header. Dit probleem kan opgelost worden met behulp van het uit *'The LaTeX Companion'* geleende commando `\clearemptydoublepage`:

```
\newcommand{\clearemptydoublepage}{%
{\newpage{\pagestyle{empty}\cleardoublepage}}}
```

Ik wilde in mijn boekenlijst graag een referentie naar een niet-vertaald Russisch Artikel opnemen. Ik heb dit opgelost m.b.v. van de volgende NFSS2 commandos:

```
\DeclareFontEncoding{OT2}{}{}
{\fontencoding{OT2}\selectfont
Reakcii, vyzyvaemye  $\mu$ -mezonami v vorodode}
```

De standaard symbolenset van \LaTeX was net iets te beperkt voor mijn werk. Gelukkig kon ik een aantal symbolen lenen uit het WASY font (b.v. `\apprle`, `\apprge` en `\diameter`).

Aangezien ik in de platte tekst en in de formules consequent dezelfde commandos wilde gebruiken voor de weergave van mathematische symbolen heb ik veel gebruik gemaakt van het nieuwe $\text{\LaTeX}2_{\epsilon}$ commando `\ensuremath`, b.v.:

```
\newcommand{\ws}{\ensuremath{\omega_{\mrm{s}}}}
```

Om enig inzicht in de uiteindelijk vormgeving van mijn proefschrift te krijgen heb ik proefafdrukken gemaakt waarbij, met behulp van het PAGEFRAME pakket, de uiteindelijke randen van het papier door een rechthoek worden weergegeven. Ditzelfde pakket zorgde ook voor de crop-marks in het uiteindelijke versie van het document.

Het resultaat

Ik ben tevreden over de uiteindelijke vormgeving van mijn proefschrift (ik laat me hier niet over de inhoud uit...). Hierbij waren *'The LaTeX Companion'* en de hulp van Frans Goddijn onontbeerlijk. Het resultaat van al deze arbeid is een boekje van 116 pagina's wat in een oplage van 300 stuks gedrukt is en waarmee ik op 6 juni 1994 mijn doctorstitel heb behaald.

Direct Sticking Measurements in Muon Catalyzed Fusion

PROEFSCHRIFT

Ter verkrijging van de graad van doctor
aan de Technische Universiteit Delft,
op gezag van de Rector Magnificus, Prof. ir. K.F. Wakker,
in het openbaar te verdedigen ten overstaan van een commissie
door het College van Dekanen aangewezen,
op maandag 6 juni 1994 te 10.30 uur.

door

HENDRIK DE HAAN

doctorandus in de natuurkunde
geboren te Buitenpost

Table 4.2: Overview of the new Monte Carlo simulations using the simulated muon stopping distributions [93] and using several delta (δ specified) and gaussian (σ specified) drifts. The statistical error in the B -factor is about 0.003.

Drift		B -factor		
δ (cm)	σ (cm)	1 bar	2 bar	3 bar
0.0		0.144	0.137	0.139
0.5				0.151
1.0				0.167
	0.25			0.146
	0.33	0.149	0.144	
	0.50	0.153	0.145	0.150
	0.75			0.155
	1.00	0.156	0.155	0.157

4.8 The off-line acquisition software

In section 4.5.5 the computer interface used in the actual experiments was described. The experimental data is stored in histogram files and in specialized event data files. The exact format of these two file types is explained in [96]. Generally one single event file is used to store the event data of one specific run.

An event file contains a series of sequential numbered blocks of 512 bytes. There are three kinds of blocks in the event file:

- Header block:** the first block of the event file, containing general information on the current run;
- Scaler block:** a block containing the contents of the scalers used in the experiments (see section 4.5.5);
- Event block:** a block containing the actual data of maximal 14 single events.

Scaler blocks are normally stored at 5 minute time intervals during a measurement (see section 4.5.5). An event block contains a small header and a number of records with the actual event data. The header consists of the block number, the number of events in the block, an indication of the time the block was written and a number for the accumulated muon intensity since the start of the experimental run.

An event data record contains the contents of the pattern unit, the various ADC readings, the muon intensity since the previous event and the spill number. The pattern unit and ADC signals are already described in the section on the computer interface (section 4.5.5). The spill number is defined as the number of beam pulse packets since the start of the experimental run.

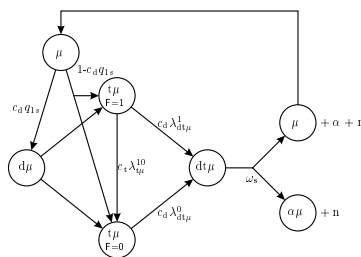


Figure 24: Simplified scheme of the kinetics of the μ CF cycle in a deuterium-tritium mixture.

2.2.1 Simplified scheme

A simplified scheme of the kinetics involved in $dt\mu$ fusion, with thermalized $t\mu$ atoms, is shown in figure 2.4. A fraction $c_d q_{1s}$ of the muons reaches the ground state of the $d\mu$ atom and is transferred to a tritium atom with rate $c_t \lambda_{dt}$, the rest of the muons are either transferred rapidly from an excited state of the $d\mu$ atom (not shown in figure 2.4) or are captured directly by a tritium atom. The time necessary for one fusion cycle can be written as a sum of the time the muon spends in the $d\mu$ ground state and the times in the $t\mu$ triplet and singlet ground states.

The steady state cycling rate λ_c , neglecting the fusion time in $dt\mu$ and the slowing down time of the muon, can be written as [33]:

$$\frac{1}{\lambda_c} = \frac{c_d q_{1s}}{c_t \lambda_{dt}} + \frac{3/4}{c_t \lambda_{dt}^0 + c_d \lambda_{dt}^1} + \frac{1/4 + 3/4\chi}{c_d \lambda_{dt}^0} \quad (2.8)$$

where the $t\mu$ -triplet quenching rate is represented by λ_{dt}^0 ; λ_{dt}^0 and λ_{dt}^1 are the molecular formation rates, which contain contributions from both DT and D_2 molecules. The branching ratio χ is defined as:

$$\chi \equiv \frac{c_t \lambda_{dt}^1}{c_t \lambda_{dt}^0 + c_d \lambda_{dt}^1} \quad (2.9)$$

The decay rate of the muons (i.e. the inverse of the lifetime) is represented by λ_0 , the density is represented by the symbol φ and the total muon loss per cycle by

Samenvatting

'Muon catalyzed fusion' (MCF, letterlijk vertaald: 'door muonen gekatalyzeerde kernfusie') is een manier om fusie te bewerkstelligen tussen de kernen van twee lichte atomen. Bij een kernfusie komt een hoeveelheid energie vrij doordat er een minime verschil is tussen de massa van het systeem voor en na de fusiereactie. Kernfusie is de energiebron van de zon. Het gebruikelijke fusie-onderzoek richt zich voornamelijk op het creëren van extreme omstandigheden waarbij kernen dicht bij elkaar worden gebracht in een omgeving met een hoge druk en een hoge temperatuur.

In MCF worden de kernen van twee waterstof isotopen zeer dicht bij elkaar gebracht door een negatief muon, dat (in een simplistische voorstelling) een elektron in een waterstof molecule vervangt. Het muon is een elementair, geladen deeltje met een massa equivalent aan die van 207 elektronen. Door de grotere massa van het muon (vergeleken met een elektron) worden de dimensies in het molecule drastisch verkleind, hetgeen tot een relatief grote fusiewaarschijnlijkheid leidt. Het muon komt na de fusie weer vrij en kan, in z'n eindige levensduur van 2.2 μ s, meer fusies katalyseren.

Er bestaat echter een kleine mogelijkheid dat het muon aan de nieuwe kern vast blijft plakken. Dit effect wordt aangeduid met 'sticking' en het vormt een fundamentele beperking voor de hoeveelheid energie die één muon kan produceren (alhoewel sommige van de oorspronkelijk vastgeplakte muonen weer vrij kunnen komen door het zogenaamde reactivatie effect). De sticking factor ω_s wordt gedefinieerd als de fractie van de fusiereacties waarbij het muon niet in staat is om een nieuwe fusie te veroorzaken doordat het vastgeplakt zit aan een kern.

In dit proefschrift worden experimenten beschreven met betrekking tot sticking in mengsel van deuterium en tritium gas met een lage druk. De kernfusiereactie tussen een deuteriumkern en een tritiumkern, waarbij een helium atoom, een neutron en 17.6 MeV aan energie worden geproduceerd, is van groot belang door de hoge fusiesnelheid en de relatief lage sticking factor.

Bij de voorgaande experimenten werd meestal een indirecte methode gebruikt om de sticking factor vast te stellen (waarbij de fusie-neutronen of de röntgenstraling van het fusieproces werden gebruikt). In onze experimenten worden de verschillende fusieproducten rechtstreeks gemeten, hetgeen de gevoeligheid voor systematische fouten aanzienlijk kleiner maakt.

De kernfusies vinden plaats in een cel van $7 \times 7 \times 7 \text{ cm}^3$, die gevuld is met een mengsel van deuterium en tritium op een druk van een paar atmosfeer, waarin muonen uit een gepulste bundel gestopt worden. De helium kernen waaraan wel of niet een muon is blijven hangen ($\alpha\mu$ en α) worden met een silicium sensor gedetecteerd, terwijl de fusie-neutronen met behulp van vloeibare scintillatoren worden waargenomen.

Figuur 1: Enkele 'typische' pagina's uit het proefschrift