

University of Groningen

Viscosities and flow in nematic liquid crystals

Beens, Wietze Willem

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

1984

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Beens, W. W. (1984). *Viscosities and flow in nematic liquid crystals*. s.n.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

S A M E N V A T T I N G

7AB		
(Pa.s)	$T_c - T$ (K)	γ_1 (Pa.s)
019	0.7	0.016
021	1.9	0.024
024	3.0	0.018
026	4.1	0.023
033	7.2	0.032
053	10.7	0.038
062	12.8	0.040
078	15.9	0.054

(Pa.s)
014
019
023
032
045
058

8CB		
γ_1 (Pa.s)	$T_c - T$ (K)	γ_1 (Pa.s)
0.020	0.1	0.031
0.022	0.6	0.035
0.026	1.6	0.041
0.039	3.1	0.053
0.051	4.5	0.072
0.071	5.5	0.112
0.096		
0.118		

Sommige organische verbindingen vertonen in een beperkt temperatuur-gebied tussen kristallijne en isotrope vloeibare fase één of meerdere tussen- of mesofasen, aangeduid als vloeibaar kristallijne fasen. Men spreekt ook vaak van vloeibare kristallen, veelal bekend van LCD's (Liquid Crystal Displays). De verbindingen, in de regel bestaand uit langwerpige molekulen, gedragen zich in de vloeibaar kristallijne fase enerzijds als een vloeistof, maar anderzijds vertonen zij anisotropie in fysische eigenschappen, evenals een kristal. De vloeibaar kristallijne fasen worden gekenmerkt door het feit, dat de lange assen van de molekulen gemiddeld dezelfde richting hebben. Deze richting heet de direktor. Met behulp van uitwendige middelen (velden, randvoorwaarden) kunnen we de direktor vast leggen. Hebben de molekulen verder dezelfde translatie vrijheid als in de isotrope vloeibare fase, dan spreken we van de nematische fase. In het geval van beperkte positie orde, in de vorm van lagen, hebben we te maken met een smectische fase.

Interessant en nog weinig onderzocht zijn de stromingseigenschappen van vloeibare kristallen; deze eigenschappen worden in dit proefschrift onderzocht, waarbij we ons beperken tot nematische vloeibare kristallen. De hydrodynamische eigenschappen van nematische vloeibare kristallen kunnen worden beschreven met behulp van vijf coëfficiënten met de dimensie van viscositeit. Deze viscositeiten zijn belangrijk voor de dynamica van verschillende fysische effecten, zoals de schakeltijden van display devices. De eigenlijke bepaling van de viscositeiten is gecompliceerd, daar rekening gehouden moet worden met de richting van de direktor. Teneinde een volledig stel van vijf viscositeitscoëfficiënten te bepalen voor diverse verbindingen is een nieuwe meetopstelling gebouwd en een bestaande optische detectiemethode aangepast.

Vier coëfficiënten (de Miesowicz-coëfficiënten η_1, η_2, η_3 en daarnaast η_{12}) zijn bepaald met de nieuwe opstelling waarbij het vloeibare kristal door middel van een drukverschil door een rechthoekig capillair wordt geperst. De afmetingen van het capillair zijn nauwkeurig bekend. Door het capillair in een magneetveld te plaatsen wordt de richting van de direktor vastgelegd. Vergelijking van resultaten met viscositeiten verkregen met andere meetmethoden (bv. ultrageluid of lichtverstrooiing) toont aan, dat met deze opstelling deze vier coëfficiënten nauwkeurig gemeten kunnen worden.

Ter bepaling van de vijfde coëfficiënt, γ_1 , de viscositeit geassocieerd met rotatie van de direktor, wordt gebruik gemaakt van de zgn. Frederiks-overgang in een magneetveld. Een opstelling ter bepaling van de elastische constante voor twist maakt gebruik van optische detectie van deze overgang via een conoscoop. Na uitschakeling van het veld relaxeert de conoscopische figuur naar de evenwichtssituatie. De hierbij behorende relaxatie-

tijd is een direkte maat voor γ_1 . De opstelling is aangepast voor het meten van deze relaxatietijd. Voor een aantal verbindingen is γ_1 gemeten, waaronder ook een mengsel van een vloeibaar kristal met een kleine hoeveelheid van een polymeer. Volgens literatuurgegevens zou deze toevoeging een aanzienlijke toename van γ_1 geven. Onze metingen hebben echter uitgewezen dat dit niet het geval is.

Een interessant verschijnsel bij stroming van langwerpige molekulen is stromingsuitrichting (flow alignment). Bij de twee-dimensionale stroming ligt de direktor in het vlak gevormd door de snelheidsrichting en de snelheidsgradiënt. Tengevolge van hydrodynamische koppels ontstaat een evenwichtssituatie, waarin de direktor een hoek ϑ_0 maakt met de snelheidsrichting. Het tot dusver beperkte aantal metingen van de hoek ϑ_0 laat zien dat in enkele gevallen ϑ_0 alleen boven een bepaalde temperatuur bestaat. Ter bepaling van ϑ_0 is een speciale opstelling gebouwd. Met behulp van een gepolariseerde laserbundel kunnen in het geval van stroming van een vloeibaar kristal door een rechthoekig capillair veranderingen van de direktorrichting optisch gemeten worden. Deze verandering wordt bepaald tussen een beginsituatie met de direktor parallel aan de snelheid (magneetveld in deze richting) en de evenwichtssituatie (zonder magneetveld), waarbij de direktor een hoek ϑ_0 maakt met de snelheid. Op deze manier is voor een groot aantal verbindingen ϑ_0 gemeten. Het blijkt dat vervanging van een methoxy-groep door een sterk polaire cyano-groep, welke anti-parallelle dipool-associatie geeft, geen invloed heeft op ϑ_0 . Verder blijkt bij toenemende molekuullengte ϑ_0 kleiner te worden, tot uiteindelijk geen evenwichtssituatie met een bepaald ϑ_0 meer mogelijk is. Dit wordt toegeschreven aan de invloed van pré-smectische effecten, waarvoor ϑ_0 een zeer gevoelige maat is. Eén en ander kan dan ook optreden bij verbindingen waarvoor geen fase-overgang nematisch-smectisch is waargenomen.

6336
1984