การศึกษาทางแสงของเท็กซ์เจอร์ในผลึกเหลวที่เป็นชั้นบางๆ

นางสาว อัจฉรา ศิวตารภิสิษฐ์

006500

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
แผนกวิชาฟิสิกส์
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย
พ.ศ. ๒๕๑๖

OPTICAL STUDIES OF TEXTURES IN THIN LAYERS OF LIQUID CRYSTALS

Miss Archara Sivatanpisit

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
Department of Physics
Graduate School
Chulalongkorn University
1973

i 18286768

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science.

S. Tamthai
.....
Dean of the Graduate School

Thesis Committee Wijit Suyhpha..... Chairman
Vichai Hayodom.....
Preedeporn Limcharoen.....
Pongtip Wimolsri.....

Thesis Supervisors Dr. Preedeeporn Limcharoen
Dr. Kopr Kritayakirana

Thesis Title Optical Studies of Textures in Thin Layers of Liquid Crystals

Name Miss Archara Sivatanpisit Department: Physics

Acedemic Year 1972

ABSTRACT

Schlieren texture has been observed in thin layers of nematic liquid crystals near the nematic-isotropic transition temperature. From the experiments on a number of nematic liquid crystals, it has been found that nematogenic compounds can differ widely in their tendencies to exhibit the schlieren texture. Rather pure compounds, especially those containing the azo group, do not always show the schlieren texture. It is proposed that the molecular structure and the presence of impurities have important effects on the formation and the optical appearance of textures. The nematogenic molecules with strong lateral dipole moments always exhibit the schlieren texture. The nematic textures can also arise from the strains created in the sample, e.g., when the slides have been rubbed or when the impurities present can give rise to a significant stress field in the sample. It is possible that the change from the marbled to the schlieren texture should correspond to a pre-transition in the heat capacity curve.

At the isotropic-nematic transition, droplets with a dark cross or with black brushes have been observed. It is remarkable that these droplets exist only in the compounds which have much tendency to exhibit the schlieren texture. The growth rate of these droplets have been determined by means of a polarizing microscope. The relations between their radii and time at the initial stage of growth have been analyzed in terms of a power law, with the exponent of time varying from 0.1 to 0.8. It is suggested that these droplets grow under the influence of the dislocations created by thermal fluctuation and impurities, co-operating with the diffusion process and surface reaction.

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาทางแสงของเท็กซ์เจอร์ในผลึกเหลวที่เป็นชั้นบางๆ
ชื่อ นางสาว อัจฉรา ศิวตารภิสิษฐ์ แผนกวิชา ฟิสิกส์
ปีการศึกษา 2515

บทคัดย่อ

ลวดลาย(หรือเท็กซ์เจอร์)ชนิดชลีเรนที่เกิดในสารนีมาติคที่เป็นชั้นบางๆ จะเกิดที่อุณหภูมิซึ่งสารใกล้จะเปลี่ยนจากสภาวะนีมาติคไปเป็นของเหลวธรรมดา จากการศึกษาสารนีมาติคหลายตัว พบว่า ผลึกเหลวนีมาติคมีความโน้มเอียงที่จะแสดงลวดลายชลีเรนต่างกันสารที่ค่อนข้างบริสุทธิ โดยเฉพาะพวกที่มีกลุ่มอะตอมชนิดเอโซเป็นองค์ประกอบมักไม่ให้ลวดลายชนิดนี้ อาจเป็นได้ว่า ลักษณะโครงสร้างของโมเลกุลและสิ่งแปลกปลอมที่แทรกอยู่จะมีส่วนทำให้เกิดลวดลายชลีเรน โมเลกุลของพวกสารนีมาติคที่มีโมเมนต์ของคู่ขั้วทางด้านข้างสูง มักจะให้ลวดลายชลีเรนเสมอ ลวดลายของสารนีมาติคอาจเกิดจากความเครียดที่มีอยู่ในสาร เช่น จากการถูแผ่นสไลด์ อาจเป็นไปได้ว่า การเปลี่ยนจากลวดลายหินอ่อนไปเป็นลวดลายชลีเรนนั้น สอดคล้องกับปรากฏการณ์ก่อนการเปลี่ยนสภาวะในกราฟของความจุความร้อน

เมื่อสารเปลี่ยนจากของเหลวธรรมดาไปเป็นผลึกเหลว จะมีหยดเล็กๆซึ่งมีกากบาดสีดำหรือแถบเส้นสีดำเกิดขึ้น เป็นที่น่าสังเกตว่า หยดพวกนี้จะเกิดเฉพาะในสารที่แสดงลวดลายชลีเรนเท่านั้น อัตราการโตของหยดเหล่านี้ หาได้โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ ความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีกับเวลาที่หยดนีมาติคเริ่มโต ได้วิเคราะห์ออกมาในรูปที่มีเวลาเป็นตัวแปร โดยเลขกำลังอยู่ในช่วง 0.1-0.8 เข้าใจว่า หยดเล็กๆพวกนี้เกิดขึ้นจากขบวนการของดิสโลเคชั่น อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงขึ้นๆลงๆของความร้อนและสิ่งแปลกปลอม รวมถึงขบวนการแพร่กระจายและปฏิกริยาของผิวผลึกด้วย

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to express her gratitude to Dr.Kopr Kritayakirana for his supervision of the author's graduate programme and for his helpful guidance and encouragement.

She is deeply grateful to Dr. Preedeeporn Lincharoen for his helpful guidance, suggestions, discussions and for providing facilities for experimental works in the Physical Chemistry Laboratories, Department of Chemistry, Faculty of Science, Mahidol University, throughout the research.

The author wishes to acknowledge the kind support of the University Development Commission, National Education Council, and its director in providing a graduate scholarship.

The author would like to thank Dr.Bernhard Bonn for his helps and suggestions in taking the photomicrographs.

Finally, she would like to thank the students in the Department of Chemistry, Faculty of Science, Mahidol University, for their discussions and their helps.

CONTENTS

	Page
ABSTRACTS	iii
ACKNOWLEDGEMENTS	v
LIST OF TABLES	viii
LIST OF FIGURES	ix
ABBREVIATIONS	xii
CHAPTER I INTRODUCTION	
I.1 Historical Review	1
I.2 Purpose of the Present Experiments	13
CHAPTER II INSTRUMENTS, MATERIALS, AND METHODS	
II.1 Instruments	15
II.2 Materials	15
II.3 Preparation of samples	18
II.3.1 Preparation of mixtures	18
II.3.2 Preparation of slides	19
II.4 Experimental Methods	19
II.4.1 Determination of transition temperatures	19
II.4.2 Observation of mesomorphic textures	21
II.4.3 Observation of schlieren texture	21
II.4.4 Investigation of the growth rate of nematic droplets	22

Page

II.5 Experimental Results..... 23

II.5.1 Transition temperatures..... 23

II.5.2 Observation of the mesomorphic textures..... 24

i. Observation of nematic textures..... 24

ii. Observation of schlieren texture..... 31

iii. Observation on nematic-nematic mixtures..... 37

iv. Observation of nematic droplets..... 42

II.5.3 Investigation of the growth of nematic droplets..... 44

i. Tables of growth rates of nematic droplets..... 45

ii. Graphs of diameter of droplets versus time..... 49

II.5.4 Limits of inaccuracy..... 59

CHAPTER III DISCUSSION

III.1 General Theoretical Considerations.. 60

III.2 Discussion of Experimental Results 66

III.2.1 Formation of schlieren texture in nematic liquid crystals. 66

III.2.2 Observation of the mesomorphic textures..... 71

III.2.3 Growth of nematic droplets 74

III.3 Concluding Remarks..... 78

REFERENCES..... 80

VITA..... 84

LIST OF TABLES

Table Page

1. Names, formulae, abbreviations and the nematic temperature ranges of the liquid crystals used... 17
2. The transition temperatures of the nematic liquid crystals that readily exhibited the schlieren texture..... 23
3. The transition temperatures of nematic liquid crystals that did not exhibit the schlieren texture in the pure state..... 24
4. Growth rates of nematic droplets of PAP at 165.9°C 45
5. Growth rates of nematic droplets of PDBAB at 135.8°C..... 46
6. Growth rates of nematic droplets of PAD at 161.9°C 46
7. Growth rates of nematic droplets of PAA at 134.2°C 47
8. Growth rates of nematic droplets of EPP-Hep/PAA 30% at 112.6°C..... 47
9. Growth rates of nematic droplets of EPP-Hep/PAA 50% at 114.9°C..... 48
10. Growth rates of nematic droplets of EPP-Hep/PAA 80% at 122.7°C..... 48

LISTS OF FIGURES

Figure — Page

1 Molecular alignment near the centres of point singularities..... 7

2 Elements of the structures of point disclinations... 9

3 A three-dimensional view of the structure around a -1 point..... 9

4 Molecular alignment in an inversion wall of the first kind..... 11

5 The internal structure of a droplet sample..... 12

6a Texture of EPP-Hex (recryst.) in the solid phase (i) and the corresponding marbled texture at 65.8°C (ii) 26

6b Texture of EPP-Hex (recryst.) at the nematic-isotropic transition at 128.4°C, under crossed polarizers..... 27

6c Isotropic-nematic transition of EPP-Hex (recryst.) at 128.5°C under crossed polarizers..... 28

6d Marbled texture formed on dirty slide of EPP-Hex(recry (recryst.)..... 28

6e Schlieren texture formed on dirty slide of EPP-Hex (recryst.) at 128.5°C..... 29

7a Marbled texture of EPPV at 122.6°C..... 29

7b Nematic-isotropic Transition ofEPPV at 127.2°C..... 30

7c Isotropic-nematic transition of EPPV on dirty slide at 127.1°C..... 30

8a Marbled texture of PDBAB at 129.2°C..... 32

8b Schlieren texture of PDBAB at 135.6°C, exhibited by the same sample as that shown in Fig.8a..... 33

Figure | Page

8c Schlieren texture in PDBAB at 135.8°C with a pair of point singularities about to annihilate each other 33

8d The same pair of point singularities as that shown in Fig.8c, just before the complete annihilation.. 34

8e Complete annihilation of the pair of point singularities shown in Fig.8c and 8d..... 34

9a Inversion walls of the first kind formed by PDBAB at 135.3°C..... 36

9b Inversion walls of the second kinds joining the $+\frac{1}{2}$ and $-\frac{1}{2}$ point singularities of MBBA(dirty) at 41.35°C 36

10 Schlieren texture of PDBAB at 134.9°C on dirty slide..... 37

11 Texture of EPP-Hex/EPP-Hep 80% at 125.25°C..... 39

12a Texture of EPP-Hep/PAA 20% at 113.55°C..... 40

12b Texture of EPP-Hep/PAA 20% at 113.7°C..... 40

13a Partially pseudo-isotropic texture of EPP-Hep/PAA 50% at 114.3°C..... 41

13b Spherulites formed in the partially pseudo-isotropic state of EPP-Hep/PAA 50% at 114.6°C..... 41

14 Nematic droplets of PDBAB at 136.3°C..... 44

15a Time-diameter curves of PAP..... 49

15b Time-diameter curves of PAP (cont.)..... 50

16a Time-diameter curves of PDBAB..... 51

16b Time-(diameter)^m curves of PDBAB..... 51

Figure Page

17a Time-diameter curves of PAD..... 52
17b Time-(diameter)^m curves of PAD..... 53
18a Time-diameter curves of PAA..... 54
18b Time-(diameter)^m curves of PAA..... 54
19a Time-diameter curves of EPP-Hep/PAA30%..... 55
19b Time-(diameter)^m curves of EPP-Hep/PAA 30%..... 56
20a Time-diameter curves of EPP-Hep/PAA 50%..... 57
20b Time-(diameter)^m curves of EPP-Hep/PAA 50%..... 57
21a Time-diameter curves of EPP-Hep/PAA 80%..... 58
21b Time-(diameter)^m curves of EPP-Hep/PAA 80%..... 58

ABBREVIATIONS

BEPCPC	n-Butyl p-(p-Ethoxyphenoxycarbonyl)phenyl carbonate
EPP-Hep	p-(p-Ethoxyphenylazo) phenyl n-heptanoate
EPP-Hex	p-(p-Ethoxyphenylazo) phenyl n-hexanoate
EPPC	p-(p-Ethoxyphenylazo) phenyl crotonoate
EPPV	p-(p-Ethoxyphenylazo) phenyl valerate
MBAPA	p-((p-Methoxybenzylidine)amino) phenyl acetate
MBPPA	N-(p-Methoxybenzylidine)-p-phenylazoaniline
MBAB	p-((p-Methoxybenzylidine) amino) benzonitrile
PAA	p-Azoxyanisole
PAD	p,p'-Azodiphenetole
PAP	p-Azoxyphenetole
PASA	p-Anisaldazine
PBHAB	p,p'-Bis(heptyloxy) azoxybenzene
PBPAB	p,p'-Bis(pentyloxy) azoxybenzene
PDBAB	p,p'-Dibutoxyazoxybenzene
PDPAB	p,p'-Dipropoxyazoxybenzene
PHAB	p,p'-di-Hexyloxyazoxybenzene
EPPU	p-(p-Ethoxyphenylazo) phenyl n-undecylenate