



สวทช.
NSTDA



ด้วยสำนึกในพระมหากรุณาธิคุณในสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
ที่ได้พระราชทานโอกาสแก่เยาวชนไทยเพื่อเข้าร่วมกิจกรรมนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี
ประจำปี 2560

นางสาวจิวรรณ บัวกอ
ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

โดยการสนับสนุนของ
สถาบันวิจัยเดซี (Deutsches Elektronen-Synchrotron, DESY)
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
และสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

คำนำ

โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี เป็นโครงการที่เปิดโอกาสให้นักศึกษาจากทุกประเทศได้เข้าร่วมปฏิบัติการวิจัยระยะสั้นกับนักวิจัยในสถาบันเดซี ซึ่งในทุกปี สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) จะดำเนินการรับสมัครและคัดเลือกนิสิต นักศึกษาที่มีศักยภาพและคุณสมบัติเหมาะสมในขั้นต้นเพื่อเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี แล้วจึงนำความขึ้นกราบบังคมทูลสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารีทรงคัดเลือกชั้นตอนสุดท้าย และในปี 2560 นี้ ข้าพเจ้าและนักศึกษาจำนวนทั้งหมด 4 คนได้รับพระราชทานโอกาสนี้ ในการเป็นตัวแทนประเทศไทยเพื่อเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี ณ สถาบันเดซี เมืองฮัมบูร์กหรือเมืองชอยเจน สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี ระหว่างวันที่ 18 กรกฎาคม ถึง 7 กันยายน 2560

รายงานฉบับนี้ได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับประสบการณ์ของข้าพเจ้าในการเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซีซึ่งประกอบไปด้วย ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสถาบันเดซี งานวิจัยระยะสั้นที่ข้าพเจ้าได้เข้าร่วมประโยชน์ที่ได้รับจากการเข้าร่วมกิจกรรมและบันทึกประจำวันระหว่างการเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี

ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่าประสบการณ์ของข้าพเจ้าที่ได้รวบรวมในรายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่นักเรียน นักศึกษา และผู้สนใจวิทยาศาสตร์ต่อไป

นางสาวชวีวรรณ บัวกอ
ผู้แทนประเทศไทยโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี ประจำปี 2560

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้ารู้สึกสำนึกในพระมหากรุณาธิคุณล้นเกล้าล้นกระหม่อมอันหาที่สุดมิได้ในสมเด็จพระเทพพระรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ที่ได้พระราชทานโอกาสให้ข้าพเจ้าเป็นผู้แทนประเทศไทยเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี ประจำปี 2560

ขอขอบพระคุณ คุณ Stefan Krohn ท่านกงสุลกิตติมศักดิ์ไทย ณ เมืองฮัมบูร์ก สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี ที่ได้ให้โอกาสนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซีได้เข้าพบและต้อนรับเป็นอย่างดี ทั้งยังให้คำแนะนำและข้อคิดอันเป็นประโยชน์ในการเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซีในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่คัดเลือกและมอบโอกาสให้โอกาสข้าพเจ้าได้เข้าร่วมโครงการฯนี้ รวมถึงผู้เจ้าหน้าที่สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติและสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ที่ช่วยในการประสานงาน จัดการอบรม ตลอดจนดูแลข้าพเจ้าตลอดการเตรียมตัวและการเข้าร่วมกิจกรรมในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ Dr. Konstantin Glazyrin และ Dr. Hanns-Peter Liermann นักวิจัยจากสถาบันเดซีซึ่งเป็นทีปรึกษางานวิจัยตลอดการเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซีนี้ นี้ได้ดูแล ให้คำปรึกษาและให้ความรู้กับข้าพเจ้า ทั้งเทคนิคการทำปฏิบัติการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนการใช้โปรแกรมและเครื่องมือทุกอย่าง ข้าพเจ้ารู้สึกยินดีและดีใจเป็นอย่างยิ่งที่มีโอกาสได้ร่วมทำวิจัยและได้รับคำแนะนำแนวทางการเป็นนักวิจัยที่ดีในอนาคต

ขอขอบคุณนายราชลิส มหารักษ์จิต นักศึกษาโครงการภาคฤดูร้อนเดซีเมืองฮัมบูร์ก และรุ่นพี่นักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี ที่ได้เป็นเพื่อน ให้คำปรึกษาในเรื่องต่างๆเป็นอย่างดี รวมถึงเพื่อนนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี เมืองฮัมบูร์ก ที่ทำให้การโครงการฯในครั้งนี้ เป็นไปด้วยมิตรภาพและความทรงจำที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ รวมถึงห้องปฏิบัติการวิจัยฟิสิกส์ของพลาสมาและลำอนุภาค ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้ข้าพเจ้า ทำให้มีความพร้อมในการเข้าร่วมโครงการฯในครั้งนี้

และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ชายและเพื่อนๆ ที่ให้คำปรึกษาและกำลังใจที่ดีตลอดการเข้าร่วมกิจกรรมนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซีในครั้งนี้

นางสาวชวีวรรณ บัวกอ

ผู้แทนประเทศไทยโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี ประจำปี 2560

สารบัญ

	หน้า
1. ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสถาบันเดซี	5
2. โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี ประจำปี 2560	7
3. งานวิจัยระยะสั้นระหว่างเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี	11
4. ประโยชน์ที่ได้รับจากการเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี	13
5. บันทึกประจำวัน	14
ภาคผนวก	41

1. ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสถาบันเดซี

สถาบันเดซี (Deutsches Elektron-Synchrotron, DESY) เป็นสถาบันวิจัยแห่งชาติในประเทศเยอรมนีซึ่งก่อตั้งขึ้นเมื่อปี 1959 สถานที่ตั้งของสถาบันเดซีอยู่ที่เมืองฮัมบูร์กและเมืองชอยเรน โดยปัจจุบันสถาบันเดซีถือเป็นสถาบันที่มีชื่อเสียงในระดับนานาชาติในด้านการทำวิจัยวิทยาศาสตร์พื้นฐาน โดยเฉพาะงานวิจัยเกี่ยวกับโครงสร้างของสสาร ซึ่งสถาบันเดซีเป็นหนึ่งในสมาชิกของ Helmholtz Association อีกด้วย โดยงานวิจัยภายในสถาบันเดซีแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักได้แก่

1. งานวิจัยเกี่ยวกับเครื่องเร่งอนุภาค :เป็นงานวิจัยในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาและปฏิบัติการของเครื่องเร่งอนุภาค

2. งานวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้รังสีซินโครตรอน: เป็นการประยุกต์ใช้แสงซินโครตรอนที่ได้จากเครื่องเร่งอนุภาคในสถาบันเดซี โดยเฉพาะในย่าน x-rays ซึ่งใช้ในการทำวิจัยเกี่ยวกับโครงสร้างระดับอะตอมและปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในระดับเล็กมาก

3. งานวิจัยเกี่ยวกับฟิสิกส์ของอนุภาคและฟิสิกส์ดาราศาสตร์อนุภาค: เป็นงานวิจัยอนุภาคมูลฐานและทฤษฎีต่างๆเกี่ยวกับการกำเนิดของสสารต่างๆในจักรวาล



รูปที่ 1 ภาพของสถาบันเดซี เมืองฮัมบูร์กจากมุมสูง (ที่มา: <http://m.desy.de/>)

ปัจจุบันภายในสถาบันเดซี มีเครื่องเร่งอนุภาคต่างๆที่ใช้งานเกี่ยวกับงานวิจัยทางด้านโครงสร้างของสสาร ดังนี้

1. PETRA III (Positron-Elektron-Tandem-Ring-Anlage)

เครื่องเร่งอนุภาคนี้เริ่มใช้งานเมื่อปี ค.ศ.2009 ซึ่งเป็นเครื่องเร่งอนุภาคซึ่งประยุกต์ใช้งานเป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ให้รังสี x-rays ที่มีความเข้มมากที่สุดในโลก PETRA III นี้มีความยาว 2,304 เมตร และมีสถานีทดลอง (Experimental station) 30 สถานี มีความยาวรวมกว่า 300 เมตร ซึ่งสามารถปฏิบัติการทดลองได้ตลอด 24 ชม. โดยเครื่องเร่งนี้ถูกใช้ประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสสารที่มีขนาดเล็กมากเนื่องจากขนาดของรังสีมีขนาดเล็กถึงประมาณ 5000 เท่าของเส้นผม จึงสามารถใช้ศึกษาสสารที่มีขนาดเล็กมากๆได้

2. FLASH (Free-electron Laser in Hamburg)

เป็นเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระ (Free Electron Laser) ซึ่งอยู่ให้กำเนิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในย่านความถี่ soft x-rays เป็นเครื่องแรกของโลก เปิดใช้งานเมื่อปี ค.ศ. 2005 FLASH มีความยาวของแม่เหล็กอันดูลเลเตอร์ (Undulator) 27 เมตรซึ่งทำจากแม่เหล็กถาวร มีค่าสนามแม่เหล็กสูงสุด 0.47 เทสลา x-rays ที่ได้จากเครื่องนี้มีความยาวพัลส์ที่สั้นมาก คือน้อยกว่า 30 เฟมโตวินาที

3. The European XFEL (X-ray Free-Electron Laser)

The European XFEL ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของสถาบันเดซี เมืองฮัมบูร์ก มีความยาว 3.4 กิโลเมตรอยู่ในชั้นใต้ดิน เลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระนี้ผลิตรังสีในย่าน x-rays ที่มีความยาวพัลส์สั้นมาก โดยเริ่มเปิดใช้งานไปเมื่อเดือนกันยายน ปีค.ศ.2017 ที่ผ่านมา

4. PITZ (Photo Injector Test Facility)

PITZ ตั้งอยู่ที่สถาบันเดซีเมืองชอยเรน ถูกใช้สำหรับการทดสอบและหาค่าที่เหมาะสมสำหรับเป็นแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอนเพื่อใช้ในเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระ เป้าหมายคือการทำให้อิเล็กตรอนมีคุณภาพที่ดีและเหมาะสมในการใช้งาน

2. โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี ประจำปี 2560

โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี (DESY Summer Student Program) เป็นโครงการที่จัดขึ้นโดยสถาบันเดซีในทุกปีในช่วงฤดูร้อนของประเทศเยอรมนี (ช่วงเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน) ซึ่งโครงการนี้จะเปิดโอกาสให้นักศึกษาระดับปริญญาตรีถึงปริญญาโทในสาขาฟิสิกส์และสาขาที่เกี่ยวข้อง ได้เข้าร่วมฝึกปฏิบัติการวิจัยกับนักวิจัยในสถาบันเดซี นอกจากนี้ยังมีกิจกรรมอื่นๆ ได้แก่ การเข้าร่วมฟังบรรยายในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง โดยกิจกรรมนี้จะจัดที่สถาบันเดซีทั้งสองแห่งคือที่ เมืองซอยเรนและเมืองฮัมบูร์ก โดยในปี 2560 นี้ มีนักศึกษาที่เข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซีทั้งหมด 102 คนจากทั้งหมด 28 ประเทศ สำหรับกิจกรรมของนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซีที่เมืองฮัมบูร์กจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลักคือ กลุ่ม Photon Sciences และกลุ่ม Particle Physics



รูปที่ 2 นักศึกษาและผู้ประสานงานโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี ประจำปี 2560 ณ เมืองฮัมบูร์ก

1. กลุ่ม Photon Sciences : งานวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์การใช้แสงซินโครตรอน

งานวิจัยในกลุ่มนี้จะเกี่ยวกับการใช้แสงซินโครตรอนสำหรับการทำงานในสาขาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา วัสดุศาสตร์และธรณีวิทยา ซึ่งนักศึกษาที่เข้าร่วมจะได้เตรียมการทดลองและปฏิบัติการทดลองโดยอาศัยเทคนิคต่างๆ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องมือและโปรแกรมที่ใช้ในการทดลองอีกด้วย ตัวอย่างกลุ่มวิจัยย่อยในสาขา Photon Sciences เช่น PETRA III เป็นกลุ่มงานวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้แสงซินโครตรอนที่ได้จากเครื่องเร่งอนุภาค PETRA III รวมถึงการพัฒนา

เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ CFEL เป็นกลุ่มงานวิจัยที่มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องเร่งอนุภาคสำหรับใช้งานทางแสง (Light source) และเลเซอร์ในอนาคต และ Detector System (DS) เป็นกลุ่มวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาและออกแบบ Detector เพื่อใช้ในสาขา Photon sciences ของสถาบันเดซี

2. กลุ่ม Particle Physics : งานวิจัยเกี่ยวกับฟิสิกส์อนุภาค และเครื่องเร่งอนุภาค

งานวิจัยในกลุ่มนี้จะเกี่ยวกับการศึกษาอนุภาคมูลฐานทั้งทางด้านทฤษฎีและการทดลอง โดยมีกลุ่มวิจัยทั้งในสถาบันเดซี เช่น ALPS II และกลุ่มวิจัยซึ่งเป็นความร่วมมือกับเซิร์น (CERN) เช่น ALICE CMS ATLAS นอกจากนี้ยังมีกลุ่มวิจัยซึ่งเป็นความร่วมมือพัฒนาเครื่องเร่งอนุภาคในเอเชีย ได้แก่ The International Linear Collider (ILC) และ Belle II

สำหรับข้าพเจ้าได้เข้าร่วมกิจกรรมวิจัยระยะสั้นและเข้าร่วมฟังบรรยายในสาขา Photon Sciences ซึ่งหัวข้อบรรยายในแต่ละวันแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หัวข้อการบรรยายและผู้บรรยายสำหรับนักศึกษาในกลุ่ม Photon Sciences ตั้งแต่วันที่ 17 กรกฎาคม ถึง 25 สิงหาคม 2560

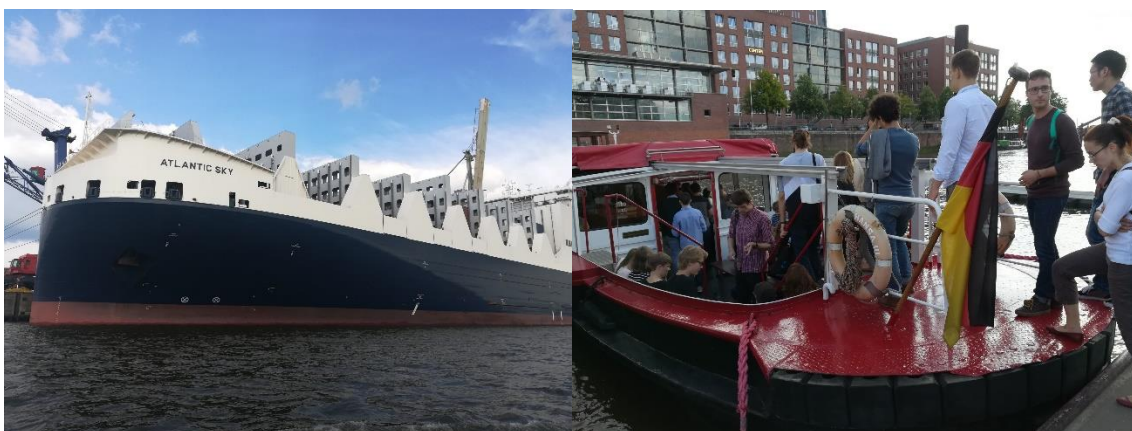
วันที่	หัวข้อ	ผู้บรรยาย
18 ก.ค.	Welcome Session	Olaf Behnke et al.
	Introduction to DESY Library	Kirsten Sachs
	Welcome Session for the Photon Science Summer Students	Rainer Gehrke
19-21 ก.ค.	Particle Physics Introduction	Achim Geiser
	Photon Science Introduction	Leif Glaser
24-25 ก.ค.	Accelerator Physics	Pedro Castro-Garcia
27,31 ก.ค.	Synchrotron Radiation - Production and Properties	Rainer Gehrke
	Characterization of Light	Sven Toleikis
3, 7 ส.ค.	Molecular Science	Jochen Küpper, Andrea Trabattoni
	Fundamentals of X-Ray Interaction with Matter	Sang-Kil Son
9 ส.ค.	Dark Matter	Axel Lindner

10 ส.ค.	Processes at High Radiation Intensity	Robin Santra
11 ส.ค.	Alps II	Axel Lindner
14,16 ส.ค.	Lasers and Optics	Uemit Demirbas
	X-Ray Diffraction	Martin Tolkiehn
21,24 ส.ค.	Development of Experimental Techniques	Christian Schroer
	Solid State Physics and Nanoscience	Ralf Röhlsberger, Andreas Stierle
25 ส.ค.	Astroparticle Physics	Gernot Maier

นอกจากกิจกรรมทางวิชาการแล้ว นักศึกษาที่เข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี ประจำปี 2560 นี้จะได้ทำกิจกรรมอื่นๆ เช่น งานเลี้ยงต้อนรับ กิจกรรมเยี่ยมชมสถาบันเดซี รวมถึง European X-FEL และกิจกรรมล่องเรือชมเมืองฮัมบูร์ก



รูปที่ 3 กิจกรรมบรรยายในสาขา Photon Sciences (ซ้าย) และบรรยากาศงานเลี้ยงต้อนรับ (ขวา)



รูปที่ 4 กิจกรรมล่องเรือชมเมืองฮัมบูร์ก



รูปที่ 5 กิจกรรมเยี่ยมชมสถาบันเดซี

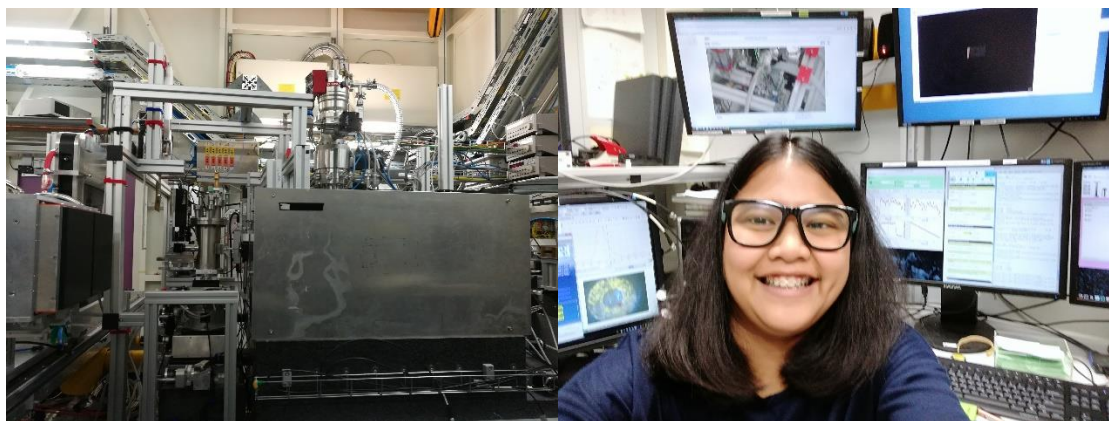
3. งานวิจัยระยะสั้นระหว่างเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงขอบเขตของกลุ่มงานวิจัยที่ข้าพเจ้าได้ร่วมปฏิบัติการวิจัยและรายละเอียด โดยสังเขปของงานวิจัยที่ข้าพเจ้าได้เข้าร่วมศึกษาในโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซีนี้ โดยกลุ่มวิจัยที่ข้าพเจ้าได้เข้าร่วมคือ PETRA II: Extreme Condition Beamline ซึ่งจะกล่าวถึงดังต่อไปนี้

3.1 PETRA II: Extreme Condition Beamline

สำหรับห้องปฏิบัติการวิจัย PETRA II: Extreme Condition Beamline นี้จะใช้สำหรับการศึกษาวัสดุ ภายใต้สภาวะแวดล้อมแบบยิ่งยวด (Extreme environments) กล่าวคือ อยู่ภายใต้สภาวะความดันสูงและอุณหภูมิต่ำ/สูง ขึ้นอยู่กับงานวิจัยหรือวัสดุที่สนใจ โดยในการศึกษาโครงสร้างต่างๆของวัสดุ จะใช้รังสีซินโครตรอนในย่าน Hard x-ray ฉายลงบนวัสดุที่ต้องการศึกษา ซึ่งสามารถศึกษาได้ทั้งวัสดุแบบเป็นผลึกเดี่ยวและแบบผง จากนั้นจะเกิดสัญญาณจากการเลี้ยวเบนและแทรกสอด(Diffraction pattern) ซึ่งสัญญาณที่ได้จากแต่ละวัสดุจะมีลักษณะที่แตกต่างกันหรือมีลักษณะเฉพาะตัว ซึ่งสามารถระบุได้ภายหลังว่ามีความเป็นไปได้ที่จะเป็นสารชนิดใด

หัวข้อในการทำวิจัยของกลุ่มวิจัยนี้ในปัจจุบัน จะเน้นการประยุกต์ทางธรณีวิทยา ซึ่งเกี่ยวกับการศึกษาแร่ที่อยู่ภายใต้ผิวโลกเกี่ยวกับการเปลี่ยนสภาพต่างๆภายใต้สภาวะความดันสูงซึ่งจำลองถึงสภาวะจริงที่อยู่ใต้พื้นผิวโลก รวมถึงการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้อีกด้วย โดยอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยของข้าพเจ้าในการเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนนี้คือ Dr. Konstantin Glazyrin และ Dr. Hanns-Peter Liermann



รูปที่ 6 ห้องปฏิบัติการวิจัยและห้องควบคุมของ PETRA II: Extreme Condition Beamline

3.2 บทคัดย่อ

ข้าพเจ้าได้ร่วมปฏิบัติการวิจัยในหัวข้อ Experimental Investigation of the Phase Stability in Ringwoodite and Wadsleyite งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความคงตัวของแร่ Ringwoodite และ Wadsleyite ซึ่งเป็นแร่ที่เป็นองค์ประกอบของโลกส่วนเนื้อโลก ซึ่งจะเปลี่ยนเฟสไปเป็นแร่ Bridgmanite ซึ่งเป็นแร่ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของชั้นเนื้อโลกและเป็นแร่ที่ทางกลุ่มวิจัยฯ กำลังสนใจศึกษา โดยในการศึกษานี้จะนำตัวอย่างของแร่ทั้งสองชนิดที่อยู่ในรูปแบบผงวางลงไปในเซลล์ความดันสูง (Diamond anvil cell) ซึ่งใช้สำหรับการให้ความดันแก่แร่ตัวอย่างและสามารถให้สัญญาณ x-rays ผ่านไปยังแร่ตัวอย่าง เพื่อเก็บข้อมูลของโครงสร้างของแร่เมื่อให้ความดันได้ หลังจากนั้นจะให้ความดันแก่แร่ตั้งแต่ 0 ถึง 34 GPa และอุณหภูมิตั้งแต่ 300 ถึง 1305 เคลวิน นอกจากการเก็บข้อมูลสัญญาณของแร่ตัวอย่าง เรายังได้ใช้ Ruby และ Tungsten สำหรับการคำนวณค่าความดันแต่ละชุดการทดลองของแร่ตัวอย่างด้วย ซึ่ง Ruby จะใช้ได้สำหรับช่วงความดันต่ำ ส่วนในช่วงความดันสูงจะใช้ Tungsten ในการบอกถึงค่าความดันโดยการคำนวณจากสมการสถานะ ผลที่ได้จากการทดลองพบว่า Ringwoodite นั้นเสถียรส่วน Wadsleyite นั้นมีโอกาสเปลี่ยนไปเป็น Akimotoite

ในส่วนของงานวิจัยฉบับเต็มนี้ ข้าพเจ้าได้รวบรวมไว้ในส่วนภาคผนวก

4. ประโยชน์ที่ได้รับจากการเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี

ในการเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซีนี้ ข้าพเจ้าได้รับประสบการณ์และเรียนรู้ในหลายเรื่อง ได้แก่ แนวทางการทำวิจัยในอนาคตของข้าพเจ้า การใช้ภาษาอังกฤษและการใช้ชีวิตที่ต่างประเทศ

ก่อนอื่นข้าพเจ้าขอกล่าวถึงการสมัครเป็นนักศึกษาภาคฤดูร้อนในปีนี้ เนื่องจากข้าพเจ้าเป็นนักศึกษาซึ่งทำงานวิจัยอยู่ในสาขาฟิสิกส์ของเครื่องเร่งอนุภาค ที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ข้าพเจ้าจึงมีความสนใจในด้านการประยุกต์ใช้ประโยชน์ของเครื่องเร่งอนุภาคในด้านต่างๆ โดยเฉพาะการใช้ประโยชน์จากแสงซินโครตรอนที่ผลิตได้ และเนื่องจากข้าพเจ้าเรียนอยู่ในสาขาฟิสิกส์ร่วมกับธรณีวิทยา ข้าพเจ้าจึงมีความสนใจในการประยุกต์ใช้แสงซินโครตรอนในด้านธรณีวิทยาว่าจะสามารถทำได้อย่างไรบ้าง จนข้าพเจ้าได้มีโอกาสอ่านบทความหนึ่งของสถาบันเดซีซึ่งเกี่ยวกับงานวิจัยที่เป็นการประยุกต์ใช้แสงซินโครตรอนทางด้านธรณีวิทยาเกี่ยวกับการค้นพบแร่ชนิดหนึ่งซึ่งเป็นส่วนประกอบภายในโลก และกำลังศึกษาคุณสมบัติของแร่ชนิดนี้ ข้าพเจ้าจึงรู้สึกตื่นเต้นและสนใจเกี่ยวกับงานวิจัยทางด้านนี้มาก ข้าพเจ้าจึงได้สมัครโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซีนี้ ดังนั้นการได้เข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซีนี้ จึงเป็นการได้มีโอกาสทำตามความฝันของข้าพเจ้า ซึ่งข้าพเจ้ารู้สึกประทับใจการทำงานวิจัยชิ้นนี้มากและอยากที่จะศึกษาต่อไปในอนาคต ถึงแม้ว่าตัวข้าพเจ้าเองจะไม่ได้มีความถนัดหรือมีความรู้พื้นฐานมากนัก ดังนั้นข้าพเจ้าจึงได้รับแรงบันดาลใจให้กลับมาเรียนรู้พื้นฐานต่อไปก่อนที่จะไปเรียนต่อในสาขานี้อย่างจริงจังในปีหน้า

นอกจากได้เรียนรู้ในงานวิจัยที่ได้ฝึกปฏิบัติการแล้ว ข้าพเจ้ายังได้เรียนรู้การใช้ชีวิตในต่างประเทศ ทั้งทางด้านภาษา ความเป็นอยู่ การแบ่งเวลาในการทำงานกับการใช้ชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมากสำหรับข้าพเจ้าซึ่งได้รับทุนการศึกษาในการเรียนต่อต่างประเทศ ซึ่งการปรับตัวกับการใช้ชีวิตในต่างประเทศเป็นสิ่งที่ไม่ง่ายนัก เนื่องจากภาษาท้องถิ่นที่ใช้อยู่ยังเป็นภาษาเยอรมัน และจำเป็นที่จะต้องมีการใช้ภาษาอังกฤษที่ดีด้วย ข้าพเจ้าจึงตั้งใจว่าจะกลับมาฝึกฝนการใช้ภาษาอังกฤษให้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้การใช้ชีวิตในต่างประเทศ การแบ่งเวลาเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ซึ่งควรจะแบ่งเวลาในการอยู่ร่วมกับเพื่อนๆ ทำกิจกรรมต่างๆ ทำอาหารรับประทานและไม่ควรหักโหมงานจนหนักเกินไป

สิ่งที่ข้าพเจ้าได้รับจากการเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซีที่สำคัญคือ ความสัมพันธ์อันดีระหว่างข้าพเจ้าและอาจารย์ซึ่งเป็นนักวิจัยในกลุ่มวิจัยที่ข้าพเจ้าได้เข้าร่วม รวมถึงเพื่อนๆ นักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี ซึ่งสิ่งนี้จะมีค่าสำคัญในอนาคตสำหรับการศึกษาต่อและกลับมาทำงานที่ประเทศไทยในอนาคตของข้าพเจ้าต่อไป

5. บันทึกประจำวัน

สัปดาห์ที่ 1 (16 - 23 กรกฎาคม 2560)

16 กรกฎาคม 2560

วันนี้เป็นวันออกเดินทางวันแรกของข้าพเจ้าและธราลิสไปยังประเทศเยอรมันนี้ เราทั้งสองคนได้จองตั๋วของสายการบินเวียดนามแอร์ไลน์ ซึ่งมีกำหนดการเดินทางเวลา 19.05 น. ในวันนี้ ข้าพเจ้าและครอบครัวได้แก่ คุณพ่อ คุณแม่และพี่ชาย ได้มาถึงสนามบินสุวรรณภูมิเวลาประมาณ 16.30 น. โดยมีพี่ศุภเกษมมารอส่ง ข้าพเจ้าและธราลิสที่สนามบินด้วย ความรู้สึกของข้าพเจ้าในวันนี้มีหลากหลาย ทั้งรู้สึกตื่นเต้นที่ได้พบเจอกับสิ่งใหม่ๆที่รออยู่ข้างหน้า และรู้สึกกังวลใจถึงงานวิจัยที่จะได้ทำที่สถาบันเดซีเนื่องจากข้าพเจ้ามีประสบการณ์ไม่มาก ทำให้เกรงว่าจะทำออกมาได้ไม่ดี ซึ่งทำให้ข้าพเจ้าระลึกถึงคำพูดของพี่ฤทัยที่ได้บอกให้ข้าพเจ้า ‘ทำปัจจุบันให้ดีที่สุดและอย่าวิตกกังวลกับสิ่งที่ยังไม่มาถึง’ และข้าพเจ้าสัญญากับตัวเองเช่นกันว่าจะทำให้ได้

ในการเดินทางเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนที่สถาบันเดซีในครั้งนี้ถือเป็นการเดินทางไปต่างประเทศที่นานที่สุดในชีวิตของข้าพเจ้า แต่ครอบครัวของข้าพเจ้าไม่ได้กังวลในเรื่องนี้มากนักเนื่องจากสามารถติดต่อกันได้อย่างสะดวกสบาย ส่วนตัวข้าพเจ้าเองคงจะคิดถึงทุกคนในครอบครัว เพื่อนๆ รวมถึงกับข้าวฝีมือของคุณแม่อย่างแน่นอน เมื่อถึงเวลาประมาณ 18.00 น. ข้าพเจ้าและธราลิสก็ร่ำลาทุกคนที่มาส่ง และเตรียมตัวออกเดินทางไปยังสนามบินแฟรงเฟิร์ต โดยเครื่องจะหยุดพักที่สนามบินฮานอย ประเทศเวียดนาม

อาหารมื้อแรกของการเดินทางบนเครื่องบินของสายการบินเวียดนามแอร์ไลน์ของข้าพเจ้าคือ ข้าวและพะแนงหมูซึ่งมีหน้าตาน่ารับประทานและมีรสชาติดี หลังจากนั้นประมาณ 2 ชั่วโมงเครื่องบินก็ได้หยุดพักที่สนามบินฮานอย และมีกำหนดออกเดินทางจากสนามบินฮานอย ประเทศเวียดนาม ไปยังสนามบินแฟรงเฟิร์ต ประเทศเยอรมนี เวลา 23.40 น. ซึ่งเป็นการเดินทางที่ยาวนานถึงประมาณ 11 ชั่วโมง



รูปที่ 7 ข้าพเจ้าและครอบครัวที่สนามบินสุวรรณภูมิ

17 กรกฎาคม 2560

ข้าพเจ้าและภริยาเดินทางมาถึงสนามบินแฟรงก์เฟิร์ตเวลาประมาณ 6.00 น. โดยใช้เวลาผ่านด่านตรวจคนเข้าเมืองไม่นานเท่าที่วางแผนการเดินทางเอาไว้ ทำให้ข้าพเจ้าและภริยาต้องวางแผนการเดินทางใหม่ ซึ่งโชคดีมากที่สนามบินแฟรงก์เฟิร์ตมีอินเทอร์เน็ตให้ใช้ฟรี เราทั้งสองคนตัดสินใจเดินทางด้วยรถบัสสาย 61 บริเวณหน้าประตู 9 เพื่อเดินทางไปยังสถานีรถไฟแฟรงก์เฟิร์ตใต้ (Südbahnhof) เพื่อต่อรถไฟไปยังเมืองฮัมบูร์ก (Hamburg-Altona) โดยในการเดินทางครั้งนี้ได้รับคำแนะนำเป็นอย่างดีจากพี่จอมพจน์ซึ่งเป็นรุ่นพี่นักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซีและเป็นรุ่นพี่นักศึกษาที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จึงทำให้การเดินทางเป็นไปอย่างราบรื่น โดยข้าพเจ้าและภริยาสมานั่งรถบัสมาถึงสถานีรถไฟเวลาประมาณ 7.40 น. และรถไฟ ICE มีกำหนดการออกเดินทาง 8.01 น. ข้าพเจ้าและภริยาสวางแผนที่จะเดินทางด้วยตั๋วโปรโมชันสำหรับผู้มีอายุต่ำกว่า 26 ปี ซึ่งมีราคา 96 ยูโรต่อการเดินทาง 4 ครั้งตามคำแนะนำของพี่จอมพจน์ โดยครั้งนี้เป็นการหัดใช้ตั๋วกดตั๋วรถไฟครั้งแรกของข้าพเจ้า จึงเป็นไปอย่างทุลักทุเลแต่ยังสามารถไปขึ้นรถไฟได้ทันเวลา โดยรถไฟ ICE เป็นรถไฟความเร็วสูง ภายในตู้รถไฟสะอาดและนั่งได้สะดวกสบาย ซึ่งใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง 45 นาทีจากสถานีรถไฟแฟรงก์เฟิร์ตใต้ถึงสถานีรถไฟเมืองฮัมบูร์ก

ข้าพเจ้าและภริยาเดินทางมาถึงสถานีรถไฟเมืองฮัมบูร์กเวลาประมาณ 11.50 น. โดยหลังจากรับประทานอาหารกลางวันเรียบร้อยแล้ว ข้าพเจ้าและภริยาก็ได้เดินทางไปยังสถาบันเดซีโดยรถบัสสาย 1 และติดต่อกับฝ่าย

ห้องพักที่สถาบันเดซี ห้องพักของข้าพเจ้านั้นอยู่ในอาคาร 7a ซึ่งมีห้องพักเพียง 18 ห้อง สำหรับข้าพเจ้านั้นชอบห้องพักที่นี้มาก เพราะร่มรื่น สงบและมีความเป็นส่วนตัว โดยในอาคารจะมีห้องครัวและห้องน้ำรวมแบบแยกชายหญิง ซึ่งสิ่งที่ข้าพเจ้าชอบมากที่สุดคือตู้เย็นในห้องครัวที่จะแบ่งเป็นช่องทั้งหมด 18 ช่องมีกุญแจเฉพาะสำหรับผู้เข้าพักแต่ละคน ส่วนภายในห้องพักจะมีเฟอร์นิเจอร์ครบทุกอย่างทั้งเตียง โต๊ะทำงาน ตู้เสื้อผ้า และอ่างล้างหน้า พร้อมผ้าขนหนูที่จะเปลี่ยนทุกๆสัปดาห์และชุดงานซ้อน โดยบริเวณอาคารที่พักมีนักศึกษาหลายๆคนมาที่มาถึง ช่วงเย็นวันนี้ข้าพเจ้าและรชาลิสได้เดินสำรวจรอบๆที่พักและสถาบันเดซี ซึ่งมีสถานตำรวจและซูเปอร์มาเก็ตในบริเวณใกล้เคียง ข้าพเจ้าได้ซื้ออาหารเย็นและอาหารเช้าเพื่อเตรียมสำหรับวันพรุ่งนี้ พร้อมทั้งตั้งใจว่าในวันพรุ่งนี้จะมาซื้อวัตถุดิบสำหรับทำอาหารที่ซูเปอร์มาเก็ต



รูปที่ 8 ข้าพเจ้าและรชาลิสกับการนั่งรถไฟความเร็วสูงในเยอรมันครั้งแรก



รูปที่ 9 ข้าพเจ้ามาถึงสถาบันเดซี เมืองฮัมบูร์ก

18 กรกฎาคม 2560

วันนี้ข้าพเจ้าตื่นตั้งแต่ 5.00 น. เนื่องจากรู้สึกตื่นเต้นที่จะได้เข้าร่วมกิจกรรมและพบกับอาจารย์ที่ปรึกษา เวลาประมาณ 10.15 น. ได้เริ่มกิจกรรมต้อนรับนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซีที่ DESY Main Auditorium ซึ่งในกิจกรรมนี้เป็นการกล่าวแนะนำการใช้ชีวิตที่สถาบันวิจัยเดซีและตารางกิจกรรมอื่นๆ นอกจากนี้ข้าพเจ้าได้พบกับเพื่อนชาวต่างชาติหลายคน แต่ยังไม่พบเพื่อนที่อยู่กลุ่มวิจัยเดียวกันคือ กลุ่ม Photon Science

หลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมข้าพเจ้าได้พบกับอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย คือ Dr. Konstantin Glazyrin ซึ่งในงานวิจัยระยะสั้นที่สถาบันเดซีนี้ ข้าพเจ้าได้ทำในกลุ่มวิจัย Extreme Condition สำหรับประยุกต์กับความรู้ทางธรณีวิทยา โดยเนื้อหาคร่าวๆจะเกี่ยวกับการนำผลึกธาตุที่เป็นส่วนประกอบบริเวณใต้ผิวโลกซึ่งได้จากการสังเคราะห์มาจำลองสภาวะความดันสูงและตรวจสอบลักษณะของธาตุที่เกิดขึ้นโดยการประยุกต์ใช้รังสีซินโครตรอนในย่าน X-rays อาจารย์ได้พาข้าพเจ้าเดินชมรอบๆห้องปฏิบัติการและห้องทำงาน พร้อมทั้งแนะนำเกี่ยวกับการใช้ชีวิตอยู่ที่นั่นและนัดหมายสำหรับการพบกันในวันพรุ่งนี้ ข้าพเจ้าได้มารับประทานอาหารกลางวันที่โรงอาหารและเข้าร่วมกิจกรรมในตอนบ่ายคือ กิจกรรมแนะนำห้องสมุดและกิจกรรมต้อนรับสำหรับนักศึกษาในกลุ่ม Photon Science ซึ่งในกิจกรรมต้อนรับนี้ ได้มีการเล่าถึงประวัติของกลุ่ม Photon Sciences สถานที่ตั้งของห้องปฏิบัติการวิจัยและกิจกรรมอื่นๆ ส่วนในช่วงเย็นวันนี้ ได้มีงานเลี้ยงต้อนรับนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี มีอาหารแบบบุฟเฟ่ต์ให้ข้าพเจ้าได้ลองรับประทาน โดยข้าพเจ้าได้ถามชื่ออาหารต่างๆกับเพื่อนชาวเยอรมันและพูดคุยกันถึงความสนใจต่างๆจนถึงเวลาประมาณ 21.00 น. ข้าพเจ้าได้กลับเข้าที่พัก



รูปที่ 10 บรรยากาศบริเวณห้องพักของนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี



รูปที่ 11 กิจกรรมต้อนรับนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี

19 กรกฎาคม 2560

วันนี้เป็นวันแรกของการเรียนในโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซีของของข้าพเจ้า วิชาแรกที่ได้เรียนคือ Particle Physics ซึ่งเกี่ยวกับอนุภาคและอันตรกิริยาระหว่างอนุภาค โดยเริ่มเรียนตั้งแต่เวลา 10.30 น. โดยเนื้อหาในการเรียนวันนี้มีความน่าสนใจเกี่ยวกับการค้นพบต่างๆในทาง Particle Physics ซึ่งข้าพเจ้าพอจะเข้าใจในเนื้อหาบางส่วนที่ไม่ได้ใช้ความรู้เชิงลึกมากนัก โดยในวันนี้การเรียนการสอนมีเฉพาะในช่วงเช้า หลังจากนั้นข้าพเจ้าได้ไปรับประทานอาหารที่โรงอาหาร ซึ่งรสชาติอาหารที่ผ่านมาทั้งสองวันนี้ต้องยอมรับว่าไม่ถูกปากเลย จึงตั้งใจว่าช่วงเย็นของวันนี้หลังจากเรียนภาษาเยอรมันเสร็จแล้ว ข้าพเจ้าและรชาลิสจะไปซูเปอร์มาเก็ต เพื่อซื้อวัตถุดิบมาปรุงอาหาร

ในช่วงบ่ายข้าพเจ้ามีนัดพบปะกับอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งอาจารย์ยังคงช่วยจัดการเรื่องห้องทำงานและคอมพิวเตอร์ รวมถึงการเข้าระบบอินเทอร์เน็ตของทางเดซี โดยมีเวลาพบกันไม่มากนักและได้นัดหมายสำหรับวันพรุ่งนี้ในการมอบหมายให้ศึกษาเนื้อหาบางส่วนที่จะใช้สำหรับการทำงานวิจัย หลังจากนั้นข้าพเจ้าได้เข้าเรียนภาษาเยอรมัน ซึ่งในส่วนตัวของข้าพเจ้าเองคิดว่าสนุกและช่วยให้ผ่อนคลายจากการเรียนและการทำงานได้ดี แต่ค่อนข้างยากทั้งการออกเสียงและการสะกดคำ ช่วงเย็นวันนี้ ข้าพเจ้าและรชาลิสได้ไปที่ซูเปอร์มาร์เก็ต ALDI เพื่อซื้อวัตถุดิบสำหรับปรุงอาหารได้แก่ เนื้อไก่ ผัก เครื่องปรุงต่างๆ รวมถึงข้าวสาร และเดินทางกลับที่พัก



รูปที่ 12 ข้าพเจ้าไปเลือกซื้อวัตถุดิบสำหรับปรุงอาหารที่ ALDI

20 กรกฎาคม 2560

วันนี้ข้าพเจ้าตื่นมาตอนเช้าเพื่อปรุงอาหารสำหรับมื้อเช้าและมื้อกลางวัน คือ ไข่เจียวและผัดผัก แต่ด้วยความไม่เคยชินกับอุปกรณ์ จึงทำให้การทำอาหารในวันนี้เป็นไปอย่างทุลักทุเล แต่สุดท้ายแล้วออกมา ก็ไม่สามารถรับประทานได้ถึงแม้รสชาติจะไม่ดีนัก ในวันนี้ข้าพเจ้ามีเรียนตอนเช้ากว่าทุกวันคือเวลา 9.30 น. เป็นเนื้อหา Particle Physics และ Photon Science ตลอดทั้งเช้าวันนี้ เนื้อหา Photon Science ในช่วงแรกเป็นเรื่องการผลิตรังสี ซึ่งข้าพเจ้าเคยได้เรียนมาก่อนหน้านี้ในวิชา Accelerator Physics ที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จึงไม่ยากสำหรับการทำความเข้าใจ และเรื่องต่อไปจะเกี่ยวกับ Interaction ของรังสี

ในช่วงบ่ายเป็นเวลาที่ข้าพเจ้าไปที่ห้องทำงานเพื่อรับเอกสารที่อาจารย์ต้องการให้ศึกษา ซึ่งเป็นเรื่องเกี่ยวกับ X-rays and their interaction with matter อาจารย์ให้ข้าพเจ้าศึกษาด้วยตนเองและหากมีข้อสงสัยก็สามารถสอบถามอาจารย์ที่ห้องทำงานหรือทางอีเมลล์ได้ โดยอาจารย์นัดหมายอีกครั้งในวันจันทร์เพื่อตรวจสอบว่าข้าพเจ้าเข้าใจเอกสารที่ให้อ่านแล้วจริงๆเพื่อที่จะไม่มีปัญหาในการทำงานวิจัยต่อไป ในเรื่องเนื้อหานั้นหลังจากที่ข้าพเจ้าศึกษาได้สักพักก็พบว่า ค่อนข้างยากพอสมควรเนื่องจากข้าพเจ้ามีพื้นฐานความรู้ที่ไม่มาก แต่ต้องยอมรับว่าเนื้อหานั้นน่าสนใจและจำเป็นที่จะต้องรู้เพื่อการใช้งานวิจัยนี้ ส่วนในช่วงเย็นข้าพเจ้าได้ออกไปเดินชมบรรยากาศรอบๆสถาบันเดซีและกลับที่พัก



รูปที่ 13 ห้องทำงานของข้าพเจ้าตลอดการเป็นนักศึกษษภาคฤดูร้อนที่สถาบันเดซี

21 กรกฎาคม 2560

เช้าวันนี้ข้าพเจ้ามีเรียนวิชา Particle Physics และ Photon Science ในช่วงเช้าตั้งแต่เวลา 9.30 – 12.15 น. ซึ่งวันนี้เป็นวันสุดท้ายของวีการเรียนการสอนสองวิชานี้ รวมถึงเป็นวันทำงานวันสุดท้ายของสัปดาห์ด้วย เพื่อนๆนักศึกษษภาคฤดูร้อนหลายคนเริ่มวางแผนสำหรับการท่องเที่ยวในคืนวันศุกร์และวันเสาร์-อาทิตย์ มีทั้งไปเที่ยวเกาะ Sylt ไปชมสวน ส่วนข้าพเจ้าและรชาลิสวางแผนที่จะไปที่ Miniatur Wunderland กันในวันเสาร์และพักผ่อนอยู่ที่พักในวันอาทิตย์ ส่วนในช่วงบ่าย ข้าพเจ้าไม่มีนัดกับอาจารย์ แต่มีเอกสารที่ต้องอ่านซึ่งทำให้ข้าพเจ้าอยู่ที่ห้องทำงานถึงประมาณ 6 โมงเย็น โดยที่ไม่รู้เลยว่าเวลาผ่านไปนานเท่าไร เนื่องจากที่นี้ห้องฟ้าจะเริ่มมืดในช่วงเวลาสามทุ่ม ซึ่งเหมาะสำหรับคนที่ติดนิสัยการทำงานล่วงเวลาอย่างข้าพเจ้ามาก ส่วนในช่วงเย็นนี้ข้าพเจ้าทำแกงมัสมั่นรับประทานและพักผ่อนอยู่ที่ห้องพัก

22 -23 กรกฎาคม 2560

วันนี้ข้าพเจ้าตื่นค่อนข้างสายเนื่องจากเป็นวันหยุด เมื่อตื่นมาข้าพเจ้าก็เริ่มวางแผนการเดินทางที่จะไป Miniatur Wunderland ซึ่งข้าพเจ้าได้ทำการจองบัตรเข้าชมทางเว็บไซต์ไว้ที่เวลาบ่ายสองโมง ซึ่งข้าพเจ้าและรชาลิสตั้งใจไว้ว่าจะเดินทางออกจากที่พักเวลาประมาณเกือบเที่ยงวัน โดยจากการหาข้อมูลทำให้ทราบว่าเราจะใช้เวลาเดินทางประมาณครึ่งชั่วโมงถึงหนึ่งชั่วโมง โดยในการเดินทางข้าพเจ้าและรชาลิสต้องเดินจากป้ายรถบัสหน้าสถาบันเดซีไปอีก 2 ป้ายและเดินทางโดยใช้รถบัสสาย 3 ไปประมาณ 15 ป้าย ซึ่งในครั้งนี้นักการศึกษษข้อมูลทำให้ทราบว่าหากซื้อตั๋วแบบ One-Day Group Ticket จะได้ราคาที่ถูกกว่าคือคนละ 5.9 ยูโร โดย

สามารถใช้ตัวนี้ได้กับรถทุกชนิดตั้งแต่เวลา 9.00 น. ถึง 6.00 น. ของอีกวัน โดยข้าพเจ้าและรชาลิสเดินทางไปถึงประมาณ 13.00 น. และได้รับประทานอาหารกลางวันเพื่อรอเวลาเข้าชม

ภายในพื้นที่จัดแสดงของ Miniatur Wunderland แบ่งออกเป็นสองชั้น โดยส่วนที่ข้าพเจ้าคิดว่าเป็นจุดเด่นคือส่วนที่เป็น Knuffingen Airport ซึ่งมีเครื่องบินกำลังบินขึ้น ข้าพเจ้าคิดว่าส่วนจัดแสดงต่างๆของที่นี่มีความละเอียดลออ สวยงามและน่าทึ่งมากๆ ข้าพเจ้าเดินดูรอบๆเป็นเวลาเกือบ 2 ชั่วโมงซึ่งนับเป็นช่วงเวลาที่ประทับใจมากๆ โดยหลังจากนั้นข้าพเจ้าและรชาลิสได้ขึ้นรถบัสเพื่อไปซื้อซิมีโทรศัพท์ ซึ่งร้านอยู่บริเวณใกล้ๆกับสถานีรถไฟหลักของเมืองฮัมบูร์ก (Hauptbahnhof) ซึ่งในการซื้อซิมีโทรศัพท์ของที่เยอรมันนี้จำเป็นต้องใช้ทั้ง Passport และที่อยู่ในประเทศเยอรมัน นอกจากนี้ข้าพเจ้ายังได้ไปที่ร้านขายของเอเชียเพื่อซื้อวัตถุดิบสำหรับทำอาหาร ซึ่งร้านอยู่ใกล้ๆบริเวณร้านขายซิมีโทรศัพท์ ข้าพเจ้าได้ซื้อน้ำมันหอย พริกแห้งและน้ำปลา หลังจากนั้น ข้าพเจ้าได้เดินเล่นบริเวณรอบๆ และรับประทานอาหารเช้าในร้านเอเชียสำหรับมือเย็น

ในวันอาทิตย์นี้ข้าพเจ้าไม่ได้ออกไปสถาบันเดซี อยู่เพียงแต่ในอาคารห้องพัก เนื่องจากในวันนี้ร้านค้าส่วนใหญ่ทั้งซูเปอร์มาร์เก็ตจะปิดทำการเกือบทั้งหมด ยกเว้นซูเปอร์มาร์เก็ตที่อยู่ในบริเวณสถานีรถไฟ ซึ่งค่อนข้างไกลจากบริเวณสถาบันเดซี วันนี้จึงเป็นวันพักผ่อนและอ่านหนังสือเตรียมตัวสำหรับการทำงานวิจัยในวันจันทร์



รูปที่ 14 บรรยากาศภายใน Miniatur Wunderland

สัปดาห์ที่ 2 (24 - 30 กรกฎาคม 2560)

24 กรกฎาคม 2560

วันนี้ในตอนเช้าข้าพเจ้ามีเรียน Accelerator Physics ซึ่งเป็นหัวข้อใหม่แตกต่างจากสัปดาห์ที่แล้ว ในการเรียน Accelerator Physics นั้นข้าพเจ้าเองพอที่จะมีพื้นฐานความรู้จากการที่ข้าพเจ้าได้ทำงานค้นคว้า

อิสระของระดับปริญญาตรีในหัวข้อซึ่งอยู่ในสาขานี้ จึงทำให้ไม่มีปัญหาสำหรับการทำความเข้าใจ ซึ่งในการเรียนนั้นอาจารย์ผู้สอนนั้นสอนได้น่าสนใจมาก มีการเล่าเรื่องราวที่เกิดขึ้นจริงนำมาผูกกับความรู้หัวข้อต่างๆ และยังให้ออกมานำเสนอเรื่องเครื่องเร่งอนุภาคในมหาวิทยาลัยและประเทศของตนเอง ข้าพเจ้าเองก็ได้รับฟังรายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องเร่งอนุภาคในประเทศอื่นๆ

ในตอนบ่าย เนื่องจากอาจารย์เลื่อนนัดข้าพเจ้าเป็นวันพุธ จึงทำให้ช่วงเวลาที่บ่ายนี้ ข้าพเจ้าใช้ในการอ่านหนังสือและเอกสารต่างๆเพิ่มเติม เนื่องจากตัวข้าพเจ้าเองมีพื้นฐานความรู้ที่ไม่มากจึงพยายามที่จะเตรียมพร้อมให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยช่วงเวลาประมาณ 17.00 น. ข้าพเจ้ามีเรียนภาษาเยอรมัน ซึ่งในวันนี้ค่อนข้างจะสนุกมากๆ ตัวข้าพเจ้าเองก็ได้อู้จักกับเพื่อนที่นั่งด้านข้าง เนื่องจากมีแบบฝึกหัดที่ต้องพูดโต้ตอบกันในภาษาเยอรมัน ซึ่งนักศึกษาทุกคนที่อยู่ในห้องเรียนล้วนแต่เป็นผู้ที่ไม่มีพื้นฐานทางด้านภาษาเยอรมันเลย จึงสนุกสนานกับการสอบถามอาจารย์ผู้สอนเกี่ยวกับวิธีการพูดบทสนทนาต่างๆ ที่จำเป็นต้องนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ข้าพเจ้าเลิกเรียนที่เวลาประมาณ 18.30 น. และได้ไปซูเปอร์มาร์เก็ตเพื่อซื้อวัตถุดิบสำหรับปรุงอาหารและขนมสำหรับตลอดทั้งสัปดาห์นี้ ซึ่งในมือนี้ข้าพเจ้าจึงได้ทำผักกะเพราไข่ดาวสำหรับรับประทานในมื้อเย็นนี้ ซึ่งมีรสชาติน่าพึงพอใจและพอที่จะทำให้ข้าพเจ้าลดความคิดถึงอาหารที่ประเทศไทยลงไปบ้าง

25 กรกฎาคม 2560

ในวันนี้ข้าพเจ้ามีเรียนตอนเช้าในหัวข้อ Accelerator Physics ส่วนในตอนบ่ายเป็นการเยี่ยมชมสถาบันวิจัยเดซีบริเวณรอบๆ ซึ่งเริ่มในเวลาประมาณบ่ายสองโมง ข้าพเจ้าได้ได้ลงไปเยี่ยมชมในอุโมงค์ซึ่งมีเครื่องเร่งอนุภาค HERA สามารถเร่งโปรตรอนและอิเล็กตรอน และได้ยังได้เข้าชม PETRA III แต่เนื่องจากในวันนี้ สภาพอากาศไม่ดีนัก และฝนตกหนัก ทำให้การเยี่ยมชมเป็นไปอย่างยากลำบาก

26 กรกฎาคม 2560

วันนี้สำหรับนักศึกษาในกลุ่ม Photon Science นั้นไม่มีเรียน แต่ข้าพเจ้ามีนัดกับอาจารย์คอนสแตนตินตั้งแต่เก้าโมงเช้า อาจารย์ได้นัดข้าพเจ้าเพื่อสอบถามและพูดคุยถึงเรื่องที่ได้มอบหมายให้ข้าพเจ้าไปอ่าน ซึ่งจากการพูดคุย มีหลายส่วนที่ข้าพเจ้ายังเข้าใจไม่ดีนัก อาจารย์จึงได้สอนและอธิบายเพิ่มเติม ข้าพเจ้ารู้สึกประทับใจอาจารย์มาก เพราะอาจารย์สอนเข้าใจและทำให้เห็นภาพ จนทำให้ข้าพเจ้านึกถึงอาจารย์ที่ปรึกษาของข้าพเจ้าที่ไทยคือ อาจารย์สาคร เพราะในช่วงแรกของการทำวิจัยในด้านเครื่องเร่งอนุภาคนั้น ข้าพเจ้าไม่มีความถนัดในด้านนี้เท่าใดนัก อาจารย์สาครจึงได้ช่วยสอนให้ข้าพเจ้าตั้งแต่เริ่มแรกซึ่งทำให้ข้าพเจ้ารู้สึก

ประทับใจมาจนถึงทุกวันนี้ หลังจากนั้นอาจารย์ได้พาข้าพเจ้าไปที่ห้องปฏิบัติการเพื่อสอนวิธีการเตรียม High-pressure cell สำหรับใช้ในการทดลอง ซึ่งทำให้ข้าพเจ้าได้ทราบว่า การทำงานในด้านนี้ต้องใช้ความละเอียดและฝีมือค่อนข้างสูงมาก อีกทั้งยังต้องใจเย็นด้วย ทำให้ข้าพเจ้าต้องคิดหนักเนื่องจากที่ผ่านมาข้าพเจ้าทำงานฝีมือได้ไม่ดีนัก แต่อย่างไรก็ตามข้าพเจ้าเองก็รู้สึกสนุกและจะพยายามทำให้ดีที่สุด

ในตอนเย็นนี้มีความพิเศษมากๆสำหรับนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี เนื่องจากจะมีกิจกรรม Harbour Boat Trip โดยจะได้ไปล่องเรือเป็นเวลาสองชั่วโมง ได้ชมบรรยากาศที่สวยงามและได้พูดคุยกับเพื่อนๆ ซึ่งหลังจากนั้น ข้าพเจ้าและเพื่อนๆรวม 10 คนได้ไปรับประทานอาหารที่ร้านอาหารสไตล์เมดิเตอร์เรเนียน โดยข้าพเจ้าได้ลองรับประทานสเต็กแบบโปรตุเกสซึ่งมีแฮม ไข่ดาวและมันฝรั่งทอด ซึ่งมีรสชาติอร่อยและข้าพเจ้าชอบมาก



รูปที่ 15 สเต็กแบบโปรตุเกส

27 กรกฎาคม 2560

วันนี้ข้าพเจ้ามีเรียนวิชาเฉพาะกลุ่ม Photon Science ในตอนเช้า ซึ่งถือเป็นการเรียนวิชาเฉพาะกลุ่มเป็นครั้งแรก ซึ่งทำให้ข้าพเจ้าได้ทราบว่านักศึกษาในกลุ่มนี้มีเพียงประมาณหนึ่งในสามของนักศึกษาทั้งหมด ซึ่งในวันนี้ได้เรียนในหัวข้อ Synchrotron Radiation Production and Properties และ Characterization of Light ในตอนบ่าย ข้าพเจ้ามีนัดกับอาจารย์ตอนบ่ายสอง โดยอาจารย์ได้มอบหมายให้ข้าพเจ้าลองเตรียมการทดลองเอง ซึ่งสิ่งที่ข้าพเจ้าต้องทำที่ข้าพเจ้าคิดว่ายากที่สุดคือ การนำผลึก Ruby ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 20 ไมโครเมตร มาวางไว้ตรงกลาง Diamond cell ให้สำเร็จ โดยในการเตรียมการทดลองทั้งหมดนี้จะต้อง

ทำโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ตลอด ซึ่งข้าพเจ้าได้ใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมงและยังไม่สามารถทำสำเร็จได้ ซึ่งอาจารย์ก็เข้าใจว่าสำหรับคนที่เพิ่งฝึกทำใหม่ๆย่อมเป็นเรื่องยาก



รูปที่ 16 การนำผลึก Ruby มาวางไว้ตรงกลาง Diamond cell

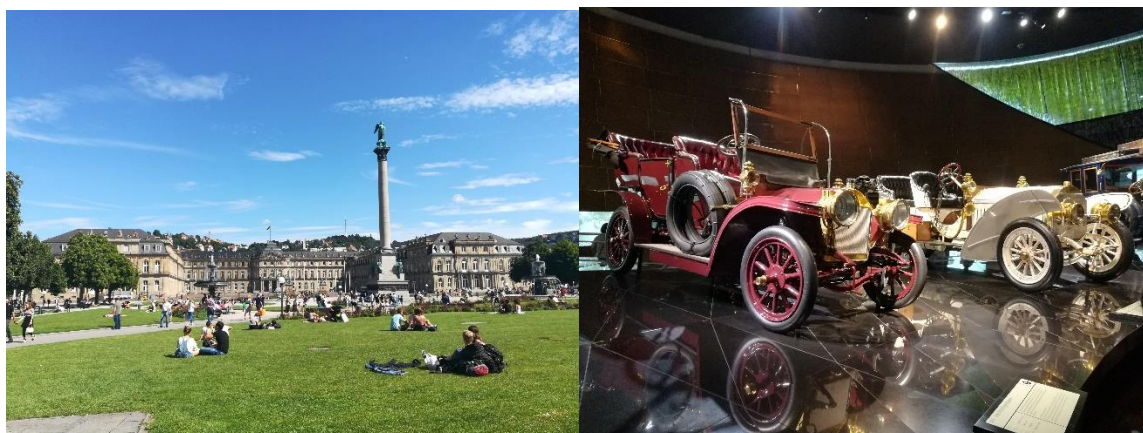
28 กรกฎาคม 2560

วันนี้อาจารย์นัดข้าพเจ้าตอนสิบโมงเช้า อาจารย์ได้สอนเนื้อหาที่จะใช้ในการทำวิจัยให้กับข้าพเจ้าเกี่ยวกับ Diffraction และการอธิบายลักษณะของคริสตัล พร้อมทั้งได้ให้ทำรายงานและโจทย์ปัญหาทำเป็นการบ้านด้วย เนื่องจากในสัปดาห์หน้าอาจารย์จะต้องไปสอนที่มหาวิทยาลัย จึงไม่สามารถมาพบข้าพเจ้าได้ และได้ทำการนัดข้าพเจ้าในวันอังคารของสัปดาห์ถัดไป เมื่ออาจารย์สอนเนื้อหาและพูดคุยกับข้าพเจ้าเสร็จแล้ว จึงให้ข้าพเจ้าเลือกว่าอยากจะทำงานต่อหรือว่าอยากกลับไปพักผ่อน ซึ่งข้าพเจ้ารู้สึกตกใจเนื่องจากเวลาในตอนนั้นยังไม่ถึงเที่ยงวันเลย เมื่ออาจารย์เห็นสีหน้าของข้าพเจ้า อาจารย์จึงได้อนุญาตให้ข้าพเจ้าได้ฝึกใช้เครื่องมือ ในวันนี้ข้าพเจ้าสามารถนำผลึกเดี่ยว Ruby มาวางไว้ตรงกลางของ diamond cell ได้สำเร็จ ข้าพเจ้าดีใจมากเพราะไม่คิดว่าจะทำได้ จนเวลาประมาณเที่ยงครึ่งข้าพเจ้าจึงออกมาพักรับประทานอาหารกลางวัน ในตอนบ่าย ข้าพเจ้าได้กลับเข้าไปทำงานที่ห้องทำงาน ข้าพเจ้าเจอกับพี่อัลบาและได้พูดคุยเกี่ยวกับเรื่องที่ข้าพเจ้าจะไปสตูดิโอ ซึ่งข้าพเจ้าสัญญาว่าจะมาเล่าประสบการณ์การเดินทางให้ฟังในสัปดาห์หน้า

29-30 กรกฎาคม 2560

ในวันเสาร์และวันอาทิตย์นี้ ข้าพเจ้าได้มาเยี่ยมชมเมืองสตูดิโอ ซึ่งอยู่ทางตอนใต้ของเยอรมัน เพื่อมาพบกับน้องจิรายุ ซึ่งมาเป็นนักศึกษาภาคฤดูร้อนที่เชิร์นและน้องวทีญญา ซึ่งมาเป็นนักศึกษาภาคฤดูร้อนของ GSI

ข้าพเจ้าและน้องๆได้ไปเยี่ยมชมรอบๆเมืองสตูดการ์ด และ Mercedes Benz Museum ซึ่งภายในพิพิธภัณฑ์นั้นมีความน่าสนใจมาก และได้บอกเล่าเรื่องราวของรถเบนซ์ในแต่ละยุคสมัยจนถึงปัจจุบัน



รูปที่ 17 การเยี่ยมชมเมืองสตูดการ์ดรวมถึงพิพิธภัณฑ์เบนซ์

สัปดาห์ที่ 3 (31 กรกฎาคม – 6 สิงหาคม 2560)

31 กรกฎาคม 2560

ในวันนี้ข้าพเจ้ามีเรียนตอนเช้าในหัวข้อ Synchrotron Radiation Production and Properties และ Characterization of Light และเป็นวันที่นักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซีจะได้รับเงินเดือนเป็นครั้งแรก ในตอนบ่ายข้าพเจ้าได้ทำงานอยู่ที่ห้องเนื่องจากมีปัญหาเกี่ยวกับข้อเท้าจึงทำให้ไม่สามารถเดินได้สะดวก (ข้าพเจ้าเพิ่งหายจากอาการขาหักบริเวณใกล้กับข้อเท้าเนื่องจากอุบัติเหตุได้ไม่ถึงหนึ่งปี ทำให้มีปัญหาบ้างในเวลาที่ได้เดินมากๆ) ซึ่งข้าพเจ้าได้ทำรายงานที่อาจารย์มอบหมายไว้รวมถึงโจทย์ปัญหาจนสำเร็จ

1 สิงหาคม 2560

ข้าพเจ้าได้ส่งรายงานและการบ้านทั้งหมดให้กับอาจารย์ทางอีเมลล์ในวันนี้ โดยเวลาประมาณเที่ยงอาจารย์ได้ส่งอีเมลล์กลับมาชมว่า Really good job ซึ่งข้าพเจ้ารู้สึกดีใจมาก โดยในวันนี้ ข้าพเจ้าได้มาทำงานที่ห้องทำงานและอ่านสมุดบันทึกของตนเองที่ใช้ในเวลาเรียนกับอาจารย์ ซึ่งข้าพเจ้าได้บันทึกหัวข้อต่างๆที่ต้องอ่านเพิ่มไว้ ในวันนี้ข้าพเจ้าจึงใช้เวลาทั้งหมดกับการทำความเข้าใจและคาดว่าจะใช้เวลาทั้งหมดในสัปดาห์นี้กับการอ่านเนื้อหาต่างๆเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการทดลองในสัปดาห์หน้า และในวันนี้ข้าพเจ้าได้ทำกับข้าวใส่กล่องเพื่อมาอุ่นรับประทานมื้อกลางวันด้วย ซึ่งเป็นอาหารง่ายๆคือไข่เจียวและไส้กรอกทอด

2 สิงหาคม 2560

ในวันนี้ข้าพเจ้าไม่มีเรียนจึงเข้ามางานที่ห้องทำงานตั้งแต่เช้า ข้าพเจ้าได้เจอกับพี่อัลบาและได้พูดคุยกันเล็กน้อยก่อนที่จะแยกย้ายกันทำงาน ข้าพเจ้าได้อ่านหนังสือต่อจากเมื่อวาน ส่วนในวันนี้ข้าพเจ้าได้ทำอาหารมารับประทานเป็นต้มพะโล้ ซึ่งข้าพเจ้าได้ลงมือทำตั้งแต่เมื่อคืนสำหรับสองมือ ต้มพะโล้ที่ข้าพเจ้าทำในครั้งนี่ยังมีรสชาติที่ไม่ลงตัวนัก จึงตั้งใจไว้ว่าครั้งหน้าจะทำให้ดีขึ้น ส่วนในตอนเย็น ข้าพเจ้ารู้สึกอยากรับประทานสุกี้และอาหารไทยต่างๆซึ่งข้าพเจ้าได้จัดบันทึกไว้ จึงได้ไปที่ร้านขายของเอเชียอีกร้านหนึ่ง ซึ่งข้าพเจ้าพบว่าร้านขายของเอเชียนี้มีราคาของที่ถูกกว่าร้านอื่นในบริเวณนั้นและมีผักสดชนิดต่างๆด้วย ข้าพเจ้าได้ซื้อน้ำจิ้มสุกี้รวมถึงเครื่องปรุงต่างๆกลับมาที่หอพัก



รูปที่ 18 ต้มพะโล้ที่ข้าพเจ้าได้ลงมือทำด้วยตัวเองเป็นครั้งแรก

3 สิงหาคม 2560

ข้าพเจ้ามีเรียนในตอนเช้าในหัวข้อ Molecular Sciences ซึ่งข้าพเจ้าพบว่าเนื้อหามีความน่าสนใจมากและยากมากด้วยเช่นกัน และยังได้เรียนอีกหัวข้อคือ X-ray interaction with matter ซึ่งหัวข้อนี้ข้าพเจ้าต้องใช้ในการทำวิจัยที่นี่ โดยอาจารย์ได้สอนเนื้อหาในเชิงทฤษฎี มีการพิสูจน์ในเชิงควอนตัมอีกด้วย ส่วนในตอนบ่ายข้าพเจ้าได้เข้าไปทำงานที่ห้องทำงานอย่างเช่นทุกวัน และกลับหอพักในช่วงเย็น โดยในวันนี้ข้าพเจ้าได้ทำสุกีน้ำไก่ สำหรับรับประทานในมื้อเย็นด้วย

4 สิงหาคม 2560

ในวันนี้ข้าพเจ้าตื่นมาทำอาหารเช้ารับประทานคือ ผัดซีอิ้ว แต่เนื่องจากข้าพเจ้าไม่สามารถหาเส้นใหญ่ และผักคะน้าได้ จึงใช้เส้นกวยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้และผักกาดขาวแทน ซึ่งเมื่อออกมาข้าพเจ้าก็ไม่สามารถเรียกว่าผัดซีอิ้วได้อยู่ดี ข้าพเจ้าเข้าไปที่ห้องทำงานเพื่ออ่านหนังสือและกลับมาในช่วงสี่โมงเย็นเพื่อเตรียมของใช้สำหรับการเดินทางไปมิวนิค เพื่อพบกับพีชลิทและน้องกันตภณ ซึ่งเราได้นัดหมายจะไปพบกันเจ็ดโมงเช้าของวันเสาร์ที่มิวนิค ซึ่งข้าพเจ้าต้องออกเดินทางจากที่ฮัมบูร์กประมาณหนึ่งทุ่มและถึงที่หมายเวลาประมาณเกือบเจ็ดโมงเช้า



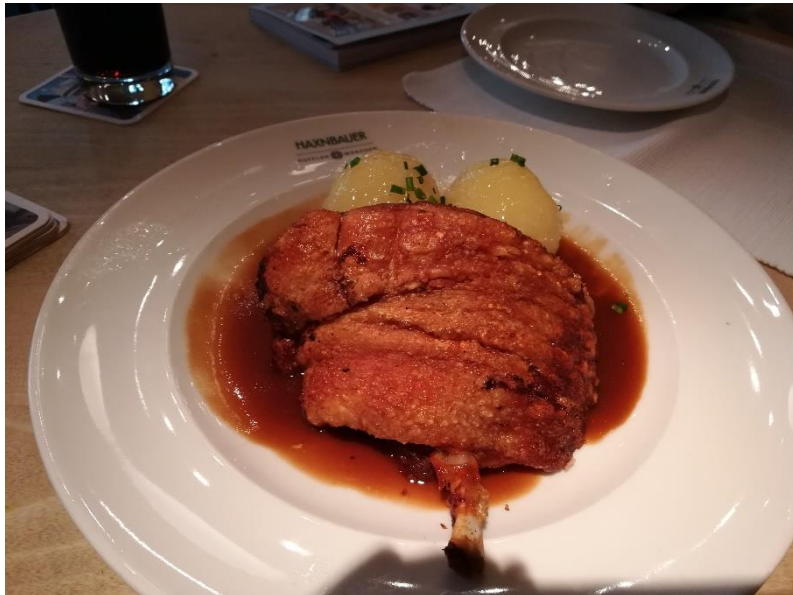
รูปที่ 19 ผัดซีอิ้วฝีมือของข้าพเจ้า

5-6 สิงหาคม 2560

ในวันหยุดสุดสัปดาห์นี้ ข้าพเจ้า พีชลิท และน้องกันตภณได้มาที่มิวนิค โดยได้เยี่ยมชมพระราชวัง Nymphenburg สนามฟุตบอล Allianz arena จัตุรัสเมืองเก่า Marianplatz และ Deutches museum ซึ่งเป็นพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่ใหญ่ที่สุดในโลก ซึ่งภายในมีการจัดแสดงหลากหลายหมวดทั้งดาราศาสตร์ ชีววิทยา ฟิสิกส์ ภูมิศาสตร์ พลังงานทดแทน และอื่นๆ นอกจากนี้ข้าพเจ้ายังได้ลองรับประทานขนมเยอรมันที่เมืองมิวนิค ซึ่งมีรสชาติที่ดีมาก



รูปที่ 20 ข้าพเจ้า พี่ชลิต และน้องกันตภณ ที่พระราชวัง Nymphenburg เมืองมิวนิค



รูปที่ 21 ขาหมูเยอรมันที่อร่อยที่สุดที่ข้าพเจ้าเคยรับประทาน

สัปดาห์ที่ 4 (7-13 สิงหาคม 2560)

7 สิงหาคม 2560

วันนี้ในตอนเช้าข้าพเจ้ามีเรียนตั้งแต่ 9 โมงเช้า วิชา Molecular Sciences และ X-ray interaction with matter ซึ่งเปลี่ยนอาจารย์ผู้สอนเนื่องจากอาจารย์ที่เคยมาสอนนั้นติดภารกิจ ในตอนพักเที่ยงข้าพเจ้าได้ไปที่ห้องทำงานและรับประทานอาหารร่วมกับพี่อัลบา พี่อัลบาเป็นนักศึกษาปริญญาเอกสาขาเคมีและพี่อัลบา

ได้เล่าเรื่องต่างๆเกี่ยวกับอาจารย์และงานวิจัยที่พี่อัลบาได้ทำในห้องปฏิบัติการนี้ และบอกว่า ห้องปฏิบัติการที่นี่มีทุกอย่างที่เราจินตนาการว่าจะมีและมีบรรยากาศการทำงานที่ดี ซึ่งจากที่ข้าพเจ้าได้สัมผัสผืนนั้น ข้าพเจ้าเองก็เห็นด้วย หลังจากนั้นข้าพเจ้าและพี่อัลบาได้แยกย้ายกันไปทำงานในช่วงบ่าย ซึ่งข้าพเจ้าได้อ่านหนังสือที่เนื้อหาเกี่ยวข้องกับงานวิจัย ในช่วงเย็นข้าพเจ้าได้ไปที่ซูเปอร์มาร์เก็ตเพื่อซื้อวัตถุดิบสำหรับทำอาหาร โดยข้าพเจ้าได้ซื้อกระทะเล็กๆสำหรับทอดไข่มาด้วย เนื่องจากกระทะที่หอพักนั้นข้าพเจ้าไม่สามารถใช้ทอดไข่ดาวได้ เพราะจะติดกระทะ ดังนั้นมี้อเย็นสำหรับข้าพเจ้า คือ ข้าวกะเพราไก่ไข่ดาว ซึ่งมีรสชาติที่ดี

8 สิงหาคม 2560

ในช่วงเช้าและบ่ายของวันนี้เป็นกิจกรรมเกี่ยวกับการเยี่ยมชม XFEL โดยในช่วงเช้าเวลาประมาณ 10.30 เป็นการบรรยายเกี่ยวกับ XFEL และตอนบ่ายจะมีการแบ่งนักศึกษาออกเป็น 3 กลุ่มเพื่อเข้าเยี่ยมชม XFEL ซึ่งข้าพเจ้าได้ลงชื่อไว้ที่กลุ่มแรก โดยจะเดินทางออกจากที่สถาบันเดซีประมาณบ่ายโมง และนั่งรถบัสไปจนสุดสาย ซึ่งข้าพเจ้าและเพื่อนอีก 4 คนจะได้ใช้ Group Ticket ด้วยกันเพราะจะมีราคาถูกกว่า เมื่อไปถึงที่หมายคุณโอลาฟได้มารอรับพวกเราและพาพวกเราเดินเข้าไปอีก ซึ่งเป็นระยะทางที่ค่อนข้างไกลและมีบรรยากาศระหว่างทางที่เต็มไปด้วยต้นไม้ จนทำให้เพื่อนๆคิดว่าพวกเราอาจจะหลงทาง แต่สุดท้ายแล้วทุกคนก็มาถึงที่หมาย โดยมีเวลาเยี่ยมชมประมาณ 1 ชั่วโมง ซึ่ง XFEL นั้นอยู่ในระหว่างการก่อสร้างจึงมีบางส่วนของห้องเข้าไปเยี่ยมชมไม่ได้ เมื่อถึงเวลาขากลับ ข้าพเจ้าและเพื่อนชาวจีนคือ ทิอิง ได้เดินคุยกันมาตลอดทางจนทำให้เราทั้งสองคนพลัดหลงจากเพื่อนกลุ่มด้านหน้าซึ่งมี Group Ticket อยู่ แต่โชคดีที่มีเพื่อนกลุ่มด้านหลังพาเราไปจนถึงป้ายรถบัส และเจอกับเพื่อนอีกกลุ่มหนึ่งทันเวลา ในช่วงเย็นนี้ข้าพเจ้ามีนัดกับอาจารย์ โดยวันนี้ข้าพเจ้าจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการให้ความร้อนกับสารตัวอย่างและอาจารย์ได้ให้ข้าพเจ้าหัดทำขดลวดที่ใช้สำหรับการให้ความร้อนที่ไม่สูงมากนัก ซึ่งข้าพเจ้าสามารถทำได้สำเร็จ



รูปที่ 22 การเยี่ยมชม The European XFEL

9 สิงหาคม 2560

วันนี้ข้าพเจ้ามีเรียนเลคเชอร์ในหัวข้อ Dark Matter ซึ่งเป็นหัวข้อที่ข้าพเจ้าไม่คุ้นเคยนัก แต่น่าสนใจ โดยในตอนบ่ายข้าพเจ้ามีนัดกับอาจารย์ โดยในวันนี้ข้าพเจ้ามีนัดกับอาจารย์ในตอนบ่ายเพื่อเรียนรู้เรื่องเทคนิค Raman โดยอาจารย์ได้มอบหมายให้ข้าพเจ้าไปอ่านรายละเอียดของทฤษฎีที่ใช้ก่อนมาพบอาจารย์ในวันนี้ โดยอาจารย์ได้สาธิตให้เห็นถึงความแตกต่างของสัญญาณที่ได้จากเซลล์ก่อนและหลังให้ความดัน และอาจารย์ได้สอนรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับเทคนิค Raman อีกด้วย

10 สิงหาคม 2560

ในวันนี้ข้าพเจ้ามีเรียนในตอนเช้าในหัวข้อ Processes at High Radiation Intensity ส่วนในตอนบ่ายข้าพเจ้าได้พบกับอาจารย์ ซึ่งในวันนี้จะได้เตรียมแร่ที่ใช้ในการทดลองจริงคือ Ringwoodite และ Wadsleyite โดยอาจารย์ได้สาธิตให้ข้าพเจ้าดูและให้ข้าพเจ้าลองทำด้วยตนเอง ส่วนตัวของข้าพเจ้าคิดว่างานนี้เป็นงานที่ค่อนข้างละเอียดและต้องใช้ความระมัดระวังอย่างมาก เนื่องจากข้าพเจ้าได้ทำผิดพลาดไปหลายครั้งจนไม่สามารถทำสำเร็จได้ในวันนี้ อาจารย์จึงให้ข้าพเจ้ามาทำใหม่ในวันพรุ่งนี้

11 สิงหาคม 2560

วันนี้ ในตอนบ่าย ข้าพเจ้าได้พบกับอาจารย์เพื่อเตรียมเซลล์ที่จะใช้ในการทดลองต่อจากเมื่อวาน ซึ่งในวันนี้ข้าพเจ้าทำได้สำเร็จ แต่เนื่องจากตัวอย่างที่ข้าพเจ้าเลือกมีขนาดใหญ่เกินไป อาจารย์จึงต้องมานั่งแก้งานที่ข้าพเจ้าทำบางส่วนและได้ปลอบใจข้าพเจ้าว่าอย่าเสียใจที่ยังไม่สามารถทำได้สมบูรณ์แบบ ทำให้ข้าพเจ้าคิดว่าอาจารย์นั้นเป็นคนใจดีมาก หลังจากนั้นอาจารย์ได้คุยกับข้าพเจ้าเรื่องที่จะต้องทำการทดลองในวันหยุดสุดสัปดาห์นี้ เพราะการทดลองนั้นใช้เวลานานมากและอาจารย์เกรงว่าจะมีเวลาในการทำการทดลองไม่เพียงพอในสัปดาห์หน้าซึ่งอาจจะทำให้ข้าพเจ้าไม่สามารถทำงานทั้งหมดให้เสร็จได้ทัน ในตอนเย็นวันนี้ข้าพเจ้าและรชชลิศได้ไปรับประทานอาหารเย็นที่ร้านอาหารไทยชื่อว่าสมุย ซึ่งมีรสชาติที่อร่อยมากและให้บรรยากาศความเป็นไทย ซึ่งข้าพเจ้าได้สั่งไอศกรีมกล้วยทอดมารับประทานด้วย หลังจากนั้นพวกเราเดินทางกลับที่พักกัน แต่โชคร้ายที่เส้นทางที่เราเลือกใช้ถูกยกเลิก ซึ่งนานมากกว่าที่พวกเราจะหาทางกลับสถาบันเดซีได้ เราจึงถึงที่พักค่อนข้างดึก



รูปที่ 22 ข้าพเจ้าและรชาลีสร้บประทานอาหารเย็นที่ร้านสมุย

12 สิงหาคม 2560

เนื่องจากวันนี้เป็นวันหยุดสุดสัปดาห์และเป็นวันแม่แห่งชาติ ข้าพเจ้าจึงได้วิติโอคอลไปหาคุณแม่อย่างเช่นทุกวัน ทำให้ข้าพเจ้าได้ทราบว่าพี่ชายข้าพเจ้ากลับมาที่บ้านมาหาคุณแม่ด้วย ในวันนี้เราทั้ง 4 คนจึงได้อยู่กันพร้อมหน้าพร้อมตา(ในโทรศัพท์) แต่เพียงเท่านี้ก็ดีมากสำหรับข้าพเจ้าและเป็นกำลังใจในการทำงานต่อไป ในตอนเย็นวันนี้ ข้าพเจ้าได้เดินสำรวจในบริเวณสถาบันเดซี ทำให้ทราบว่าในบริเวณ 1 กิโลเมตรจากที่พักมีห้างสรรพสินค้าอยู่

13 สิงหาคม 2560

ในวันนี้ข้าพเจ้ามีนัดกับอาจารย์ที่จะทำการทดลอง ซึ่งจะมีพี่แอนนามาช่วยด้วยอีกคน โดยการทดลองในวันนี้เป็นการให้ความดันสูงและความร้อนแก่เซลล์ จากนั้นใช้เทคนิค X-ray diffraction เพื่อตรวจหาคุณสมบัติที่เปลี่ยนไปของสารตัวอย่าง การทดลองนี้ใช้เวลาค่อนข้างนานคือตั้งแต่ 10 โมงเช้าจนถึงหนึ่งทุ่ม นอกจากนี้วันนี้ยังเป็นวันเกิดของพี่ชายข้าพเจ้าด้วย ซึ่งข้าพเจ้าได้วิติโอคอลไปหาพี่ชายของข้าพเจ้าตั้งแต่มานาน

สัปดาห์ที่ 4 (14 – 20 สิงหาคม 2560)

14 สิงหาคม 2560

ในวันนี้ข้าพเจ้ามีเรียนในตอนเช้าในวิชา Lasers and Optics และ X-ray diffraction แต่เนื่องจากวิชาหลังถูกยกเลิก ทำให้ข้าพเจ้ามีเวลามากกว่าเดิมก่อนที่จะไปพบอาจารย์ในตอนบ่ายสองโมงของวันนี้ วันนี้ข้าพเจ้าได้เรียนรู้การเตรียมข้อมูลก่อนที่จะวิเคราะห์ผลการทดลอง คือ อาจารย์ได้สอนให้ข้าพเจ้าใช้โปรแกรมในการแปลงข้อมูลที่ได้จากการทดลองเมื่อวาน เป็นข้อมูลที่เตรียมพร้อมสำหรับการวิเคราะห์ผล

15 สิงหาคม 2560

วันนี้ในกลุ่ม Photon Science มีกิจกรรมการให้ไปร่วมการทดลองของห้องปฏิบัติการอื่น โดยข้าพเจ้าได้ลงชื่อไว้กับกลุ่มทดลอง P24 Chemical Crystallography ซึ่งเป็นกลุ่มทดลองเดียวที่ถูกยกเลิกเนื่องจากปัญหาของอุปกรณ์ ข้าพเจ้าจึงได้ทำการเตรียมข้อมูลต่อจากเมื่อวานจนสำเร็จ ในวันนี้ข้าพเจ้าได้ทดลองทำสเปกโตรสโกปีเพราไทด์เป็นครั้งแรก และพบว่ามีการสเปกตรัม



รูปที่ 23 สเปกโตรสโกปีเพราไทด์ของข้าพเจ้า

16 สิงหาคม 2560

ในวันนี้ข้าพเจ้ามีเรียนในตอนเช้าเช่นเดียวกับวันจันทร์คือ วิชา Lasers and Optics และ X-ray diffraction ส่วนในตอนบ่าย ข้าพเจ้ามีนัดกับอาจารย์เพื่อที่จะทำการวิเคราะห์ผลข้อมูลที่ได้ ซึ่งมีข้อมูลบางส่วนที่ข้าพเจ้าได้ทำมาต้องแก้ไข และหลังจากนั้น อาจารย์ได้สอนให้ข้าพเจ้าวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากสาร

ตัวอย่างว่ามีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร และเป็นแร่ชนิดใด ซึ่งโปรแกรมที่ใช้นั้นมีค่อนข้างหลากหลายและมีขั้นตอนที่ต้องใช้ความรู้ค่อนข้างมาก ข้าพเจ้าเองก็ได้พยายามฝึกทำแม้จะยังทำได้ไม่ดีมากนัก แต่อาจารย์เองก็บอกกับข้าพเจ้าว่าเป็นเรื่องปกติสำหรับผู้เริ่มฝึกฝน

17 สิงหาคม 2560

ในวันนี้ข้าพเจ้ามีนัดพบอาจารย์ในตอนสี่โมงเย็น อาจารย์ได้สอนให้ข้าพเจ้าทำการวิเคราะห์ผลต่อจากเมื่อวาน ซึ่งในวันนี้ข้าพเจ้าได้ฝึกการแปลงสัญญาณและนำผลการทดลองในแต่ละชุดมาเปรียบเทียบกัน ซึ่งในวันนี้ข้าพเจ้าได้เตรียมผลสำหรับวิเคราะห์จนสำเร็จที่จะใช้วิเคราะห์ผลในวันพรุ่งนี้

18 สิงหาคม 2560

วันนี้ข้าพเจ้าไปพบอาจารย์ตอน 10 โมงเช้า ซึ่งอาจารย์ได้สอนให้ข้าพเจ้าทำการวิเคราะห์ค่าความดันในแต่ละชุดการทดลองจากสัญญาณ X-ray diffraction ของแร่ทั้งสแตน ซึ่งข้าพเจ้ายอมรับว่ายากพอสมควร และต้องไปศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเยอะมาก โดยอาจารย์ได้ให้ข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องให้ข้าพเจ้าไปศึกษาก่อนที่จะมาพบอาจารย์ในวันอังคารหน้า

19-20 สิงหาคม 2560

วันหยุดสุดสัปดาห์นี้ข้าพเจ้าไม่ได้ไปเดินทางไปไหนและใช้เวลาส่วนใหญ่อยู่ที่หอพัก พักผ่อนและอ่านงานวิจัยที่อาจารย์ของข้าพเจ้ามอบหมายให้ไปศึกษามา นอกจากนี้ข้าพเจ้ายังได้ลงมือทำอาหารซึ่งก็คือ บะหมี่หมูแดง ในครั้งนี้เป็นครั้งแรกที่ข้าพเจ้าได้ลองทำหมูแดงโดยการอบซึ่งพบว่าไม่ได้ยากอย่างที่ข้าพเจ้าคิด ข้าพเจ้ายังได้ไปที่ซูเปอร์มาเก็ตเพื่อซื้อเครื่องปรุงและเนื้อไก่สำหรับใช้ในการทำอาหารอาทิตย์หน้า ซึ่งข้าพเจ้าทดลองใช้เครื่องรับซื้อขวดพลาสติกและข้าพเจ้าประทับใจมาก



รูปที่ 23 บะหมี่หมูแดงซึ่งข้าพเจ้าได้ลองทำหมูแดงเป็นครั้งแรก

สัปดาห์ที่ 5 (21- 27 สิงหาคม 2560)

21 สิงหาคม 2560

ในวันนี้ข้าพเจ้า รชาลิส ได้นัดหมายกับพีชลิต น้องกันตภณ และพี่จอมพจน์ที่สถานีรถไฟกลาง เพื่อพบคุณสเตฟาน ซึ่งท่านเป็กงสุลกิตติมศักดิ์ไทย ณ เมืองฮัมบูร์ก เราทุกคนได้พบคุณสเตฟานเวลา 15.00 น. ซึ่งคุณสเตฟานท่านใจดีมากและได้เลี้ยงกาแฟและชา พร้อมทั้งพูดคุยกับพวกเราอย่างเป็นกันเอง ซึ่งข้าพเจ้ารู้สึกดีใจมาก นอกจากนี้คุณสเตฟานยังได้นัดพบพวกเราเพื่อที่จะเลี้ยงอาหารเย็นที่ร้านอาหารเยอรมัน ซึ่งมีเพียงข้าพเจ้าและรชาลิสที่สามารถมาได้ หลังจากนั้นข้าพเจ้าและรชาลิสได้พาทุกคนไปเยี่ยมชมเมืองฮัมบูร์ก พร้อมทั้งรับประทานอาหารว่างและส่งพีชลิตและน้องกันตภณขึ้นรถไฟเพื่อกลับเมืองฮอยเชิน



รูปที่ 23 คุณสเตฟานและนักศึกษษภาคฤดูร้อนเดซีจากประเทศไทย ประจำปี 2560

22 สิงหาคม 2560

วันนี้ข้าพเจ้าได้มาพบอาจารย์ตามที่ได้นัดหมายไว้ เนื่องจากวันนี้มีผู้เข้ามาใช้ห้องทดลอง อาจารย์จึงได้เปลี่ยนแผนจากเดิมที่จะให้ข้าพเจ้าคำนวณค่าความดันมาเป็นเตรียมรูปภาพผลึกสำหรับใส่ในรูปเล่มรายงาน แทน วันนี้ข้าพเจ้าจึงได้ใช้โปรแกรมสำหรับการสร้างรูปร่างโมเลกุลหรือผลึก ซึ่งวันนี้ข้าพเจ้าได้ทำสำเร็จ

23 สิงหาคม 2560

วันนี้ข้าพเจ้าไม่ได้นัดหมายกับอาจารย์เนื่องจากในช่วง 3 วันที่เหลือของอาทิตย์นี้อาจารย์ของข้าพเจ้าไม่ว่าง แต่อาจารย์ได้มอบหมายให้ข้าพเจ้าเขียนรายงานในส่วนของการเตรียมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ผลและข้าพเจ้าได้ทำงานที่ห้องทำงานตลอดทั้งวัน ซึ่งนอกจากนี้ยังมีการบ้านของข้าพเจ้าที่เรียนที่ไทยอีกด้วย ข้าพเจ้าจึงวางแผนไว้ว่าตลอด 3 วันนี้ข้าพเจ้าจะทำงานที่ได้รับมอบหมายทั้งหมดให้สำเร็จ

24 สิงหาคม 2560

วันนี้นักศึกษาภาคฤดูร้อนจากฮอยเรนได้มาที่ฮัมบูร์ก ข้าพเจ้าจึงได้พบกับพีชลิทและน้องกันตภณและพูดคุยกันในช่วงรับประทานอาหารกลางวัน ส่วนในช่วงเย็นจะมีการจัดงานเลี้ยงเพื่อแนะนำทุนสำหรับนักศึกษาปริญญาเอกของมหาวิทยาลัยฮัมบูร์กให้กับนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี และมีอาหารเย็นเลี้ยง ทุกคนสนุกกันมากและมีการเต้นรำกันจนถึงเวลาประมาณเกือบเที่ยงคืน และได้แยกย้ายกันไปพักผ่อน

25 สิงหาคม 2560

วันนี้ข้าพเจ้ามีเรียนในช่วงเช้าในหัวข้อ Astroparticle Physics ร่วมกับนักศึกษาภาคฤดูร้อนจากเมืองฮอยเรน ซึ่งเป็นหัวข้อที่ใหม่มากสำหรับข้าพเจ้าซึ่งไม่เคยได้ฟังบรรยายมาก่อน ในช่วงเย็นข้าพเจ้า พีชลิทและน้องกันตภณได้ไปรับประทานอาหารเย็นกัน ซึ่งในตอนแรกเราตั้งใจว่าจะไปที่ร้านอาหารอิตาลีแต่เนื่องจากมีคนเยอะมาก จนสุดท้ายเราได้ไปรับประทานอาหารที่ร้านเบอร์เกอร์คิง

26-27 สิงหาคม 2560

ในวันหยุดสุดสัปดาห์นี้ น้องวทัญญูได้มาเยี่ยมเยียนข้าพเจ้าที่เมืองฮัมบูร์ก ข้าพเจ้าจึงได้พาไปเยี่ยมชมบริเวณรอบๆเมืองด้วยกัน ข้าพเจ้าและน้องวทัญญูได้ไปที่ท่าเรือและรับประทานอาหารกลางวันกัน ส่วนในช่วง

เย็นวันเสาร์ข้าพเจ้า รชาลิส พี่ชลิต น้องกันตภณและน้องวฑฺฒณู ได้ไปเที่ยวงานประจำปีของเมืองฮัมบูร์ก น้องกันตภณและรชาลิสได้เล่นเครื่องเล่น และเราทั้งหมดได้ไปเยี่ยมชมรอบๆบริเวณเมืองฮัมบูร์กในช่วงกลางคืนกันด้วย และในเช้าวันอาทิตย์ข้าพเจ้าได้ไปรับประทานอาหารบุฟเฟต์ที่โรงอาหารของสถาบันเดซีร่วมกับทุกคน ซึ่งเป็นครั้งแรกตลอดเวลาที่อยู่มา 5 สัปดาห์



รูปที่ 23 เบอร์เกอร์กุ้งที่จำหน่ายในร้านอาหารบริเวณท่าเรือ ซึ่งมีผู้ซื้อเป็นจำนวนมาก เพราะมีรสชาติที่อร่อย

สัปดาห์ที่ 6 (28 สิงหาคม – 3 กันยายน 2560)

28 สิงหาคม 2560

ตลอดสัปดาห์นี้ข้าพเจ้าและนักศึกษาภาคฤดูร้อนในกลุ่ม Photon Sciences ไม่มีเรียนแล้ว ซึ่งในวันนี้ข้าพเจ้าได้มีนัดพบอาจารย์ โดยในวันนี้อาจารย์ได้พูดคุยกับข้าพเจ้าเกี่ยวกับงานที่ได้ทำมาทั้งหมด ทั้งวิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผลการทดลองทั้งหมด โดยจริงๆแล้วงานชิ้นนี้ยังไม่เสร็จสมบูรณ์นัก แต่เนื่องจากระยะเวลาที่ไม่มากนัก จึงทำการสรุปผลทั้งหมดเท่าที่ได้ทำสำเร็จ โดยในสัปดาห์นี้ข้าพเจ้าจะต้องเริ่มเขียนรายงานส่งทางโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี โดยมีกำหนดส่งให้อาจารย์ภายในวันศุกร์ ในตอนเย็นข้าพเจ้าและรชาลิสได้เข้าพบคุณสเตฟานและได้รับประทานอาหารเย็นที่ร้านอาหารเยอรมัน ซึ่งข้าพเจ้าและรชาลิสได้ล

องรับประทาน Schineizel ซึ่งเป็นเนื้อลูกวัวชุบแป้งทอด มีรสชาติที่อร่อยและรับประทานง่าย นอกจากนี้คุณ สเตฟานได้สั่งขนมหวานให้พวกเราลองรับประทานซึ่งเป็นโยเกิร์ตบลูเบอร์รี่

29 สิงหาคม - 1 กันยายน 2560

ในช่วงตลอด 4 วันนีถือเป็นเวลาที่ข้าพเจ้าต้องใช้สมาธิเป็นอย่างสูงในการทำรูปเล่มรายงานทั้งหมด ซึ่งจะต้องมีความยาวไม่เกิน 15 หน้า โดยข้าพเจ้าโชคดีอยู่บ้างเนื่องจากบางส่วนของเนื้อหารายงานข้าพเจ้าสามารถนำมาจากรายงานที่ข้าพเจ้าได้ส่งให้อาจารย์ทั้งหมด แต่ก็มีในส่วนของทฤษฎีการทดลอง ผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง ซึ่งเป็นส่วนที่ยากที่สุด ซึ่งข้าพเจ้าต้องใช้เวลาไปกับการอ่านงานวิจัยอื่นๆ โดยสุดท้ายแล้วมีบางส่วนของข้าพเจ้ายังไม่เข้าใจนัก ทำให้งานทั้งหมดยังไม่เสร็จสมบูรณ์เท่าไร แต่ข้าพเจ้าก็ได้ชี้แจงให้อาจารย์ได้รับรู้และได้ส่งอีเมลล์งานและนัดพบกับอาจารย์ในวันจันทร์

2-3 กันยายน 2560

เนื่องจากในวันหยุดสุดสัปดาห์นี้เป็นวันหยุดครั้งสุดท้ายที่ข้าพเจ้าจะได้อยู่ที่เมืองฮัมบูร์ก ข้าพเจ้าจึงใช้เวลาในวันหยุดนี้ในการเที่ยวชมรอบๆเมืองฮัมบูร์ก ทั้งซื้อของฝากให้แก่คุณพ่อ คุณแม่ พี่ชาย รวมถึงเพื่อนๆของข้าพเจ้าที่เมืองไทย นอกจากนี้ข้าพเจ้ายังใช้เวลานี้ในการพักผ่อนจากการทำงานตลอดสัปดาห์ที่ผ่านมา

สัปดาห์ที่ 7 (4 – 11 กันยายน 2560)

4 กันยายน 2560

ในวันนี้ข้าพเจ้ามีนัดพบอาจารย์เพื่อทำความเข้าใจและแก้ไขงานที่ได้รับมอบหมาย โดยจากที่อาจารย์ได้ตรวจทานให้ข้าพเจ้าแล้วพบว่ามีส่วนที่ต้องแก้ไข และอธิบายเพิ่มเติมโดยในวันนี้ข้าพเจ้าได้กลับไปแก้ไขและส่งให้อาจารย์อีกครั้งหนึ่ง โดยอาจารย์จะนัดพบข้าพเจ้าอีกครั้งในวันพรุ่งนี้

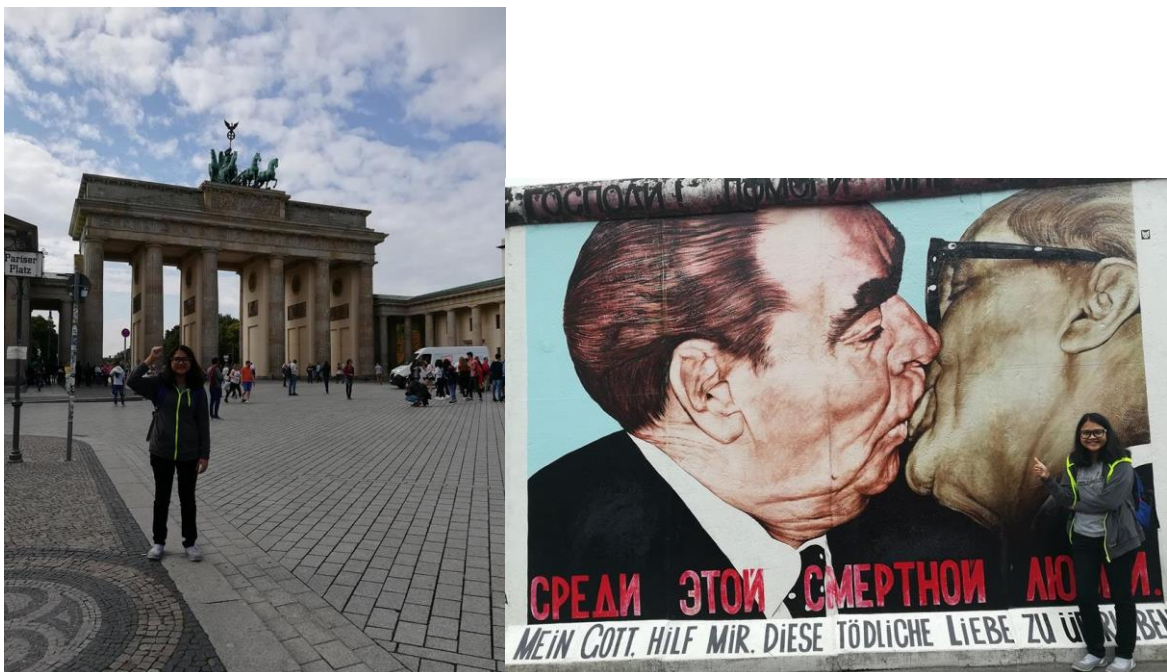
5 กันยายน 2560

วันนี้ข้าพเจ้าได้มาพบอาจารย์ และอาจารย์ได้ตรวจดูเล่มรายงานของข้าพเจ้าอีกครั้ง ข้าพเจ้ารู้สึกดีใจมากที่ได้ทำงานกับอาจารย์คอนสแตนติน เพราะอาจารย์เป็นคนที่ละเอียดและเอาใจใส่ข้าพเจ้าเป็นอย่างดี โดย

อาจารย์ได้แนะนำข้าพเจ้าในเรื่องต่างๆ รวมถึงเรื่องงาน ซึ่งข้าพเจ้าตั้งใจว่าจะต้องทำรายงานให้สำเร็จในวันนี้ เนื่องจากพรุ่งนี้ข้าพเจ้าและรชาลิสวางแผนที่จะใช้ตัวเที่ยวสุดท้ายในการไปเยี่ยมชมเมืองเบอร์ลิน และข้าพเจ้าก็ทำสำเร็จสามารถทำการแก้ไขเล่มรายงานจนเสร็จสมบูรณ์พร้อมส่ง

6 กันยายน 2560

ข้าพเจ้าและรชาลิสได้ออกจากสถาบันเดซีตั้งแต่เช้าเพื่อเดินทางไปยังเมืองเบอร์ลิน เราตั้งใจจะใช้เวลาทั้งวันในการเที่ยวชมสถานที่สำคัญในเบอร์ลิน เช่น กำแพงเบอร์ลิน ประตูรันเดินบวร์ค นอกจากนี้ข้าพเจ้ายังได้ลองชิมชาหมูเยอรมัน แต่ข้าพเจ้าคิดว่าชาหมูเยอรมันที่เมืองมิวนิคมีรสชาติดีกว่า



รูปที่ 24 การเยี่ยมชมเมืองเบอร์ลิน

7 กันยายน 2560

วันนี้เป็นวันนำเสนอของนักศึกษาภาคฤดูร้อนเมืองฮัมบูร์ก เริ่มตั้งแต่ 9 โมงเช้าจนถึงประมาณ 4 โมงเย็น ซึ่งวันนี้ก็เป็นบรรยากาศของหาร่ำลาของข้าพเจ้าและเพื่อนๆในโครงการ ซึ่งวันนี้ ทิอิงเพื่อนชาวจีนของข้าพเจ้าได้มาร่ำลาเนื่องจากทิอิงจะต้องเดินทางกลับสวีเดนในช่วงเย็นของวันนี้ ข้าพเจ้ารู้สึกใจหายที่ต้องจากเพื่อนๆ รวมถึงบอกลาที่ห้องทำงานและงานวิจัย รวมถึงอาจารย์ที่ปรึกษาของข้าพเจ้าโดยข้าพเจ้าตั้งใจว่าข้าพเจ้าจะไปลาอาจารย์ในช่วงตอนบ่าย พอดีกับที่อาจารย์ได้ส่งอีเมลล์มาหาข้าพเจ้าเพื่อให้ไปคุยกันเรื่องงาน

ตอน 4 โมงเย็น ซึ่งเมื่อข้าพเจ้าได้ไปพบอาจารย์ก็พบว่า อาจารย์ไม่ได้มีเรื่องงานที่จะคุยแต่ได้บอกลาข้าพเจ้า และพูดถึงการทำงานที่ผ่านมา ข้าพเจ้าได้ใช้โอกาสนี้บอกกับอาจารย์ว่าข้าพเจ้าอยากจะทำงานในสาขาที่ข้าพเจ้าได้มาทำงานวิจัยที่โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซีนี้ อาจารย์ได้แนะนำมหาวิทยาลัยให้กับข้าพเจ้า รวมถึงแนะนำแนวทางการเรียนและการทำวิจัยในอนาคตต่อไป ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งมากที่ได้มาพบอาจารย์ ได้ทำงานร่วมกับอาจารย์และได้มาเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซีนี้ ซึ่งในช่วงเย็น ที่หอพักของข้าพเจ้า มีงานเลี้ยงเล็กๆ พวกเราเล่นเกมและรับประทานอาหารร่วมกัน ซึ่งเพื่อนๆของข้าพเจ้าได้ออกไปเที่ยวรอบเมืองฮัมบูร์กกัน ส่วนข้าพเจ้านั่งง่วงนอนและต้องการพักผ่อนเพื่อเตรียมเดินทางในวันรุ่งขึ้น

8 กันยายน 2560

วันนี้ข้าพเจ้าและรชาลิสจะต้องออกเดินทางไปเมืองดุสเซิลดอร์ฟ เพื่อไปขึ้นรถบัสไปยังเมืองปารีส โดยข้าพเจ้าได้พบกับพี่จอมพจน์และน้องวทัญญูซึ่งได้พาพวกเราไปเที่ยวที่เมืองโคโลญจน์ รับประทานอาหารญี่ปุ่น และทดลองชิมขนมไข่มุก (ข้าพเจ้าตกใจมากที่มีขนมไข่มุกขายที่เยอรมัน) จากนั้นในช่วงเวลาประมาณ 22.00 ข้าพเจ้าไปขึ้นรถบัสไปยังปารีสและบอกลาพี่จอมพจน์ ส่วนน้องวทัญญูจะได้เจอกันอีกครั้งที่เชียงใหม่



รูปที่ 25 ข้าพเจ้า รชาลิส พี่จอมพจน์และน้องวทัญญู ที่สถานีรถไฟเมืองโคโลญจน์

9 กันยายน 2560

เมื่อคืนเราทั้งสองคนหลับกันมาตลอดทางและมาถึงที่ปารีสประมาณ 6 โมงเช้า ข้าพเจ้าและรชาลิสไปที่โรงแรมและได้ฝากกระเป๋าไว้ จากนั้นก็ไปเที่ยวสถานที่สำคัญต่างๆในกรุงปารีส รวมถึงหอไอเฟล ซึ่งในตอนเย็นพวกเราได้ไปรับประทานอาหารฝรั่งเศส และเดินทางกลับโรงแรม



รูปที่ 26 การเยี่ยมชมเมืองปารีส

10-11 กันยายน 2560

ในตอนเช้า ข้าพเจ้าและรชาลิสได้ออกเดินทางไปยังสนามบิน Charles de Gaulle ซึ่งข้าพเจ้าก็ลุ้นระทึกไปตลอดการเดินทางว่าเราจะไปเช็คอินได้ทันเวลาหรือไม่ เนื่องจากพี่ๆทุกคนเล่าให้ข้าพเจ้าฟังว่าสนามบินนี้มีความซับซ้อน แต่สุดท้ายข้าพเจ้าและรชาลิสก็ไปได้ทันเวลา เครื่องบินได้ออกจากสนามบินที่เวลาประมาณ 13.00 และถึงสนามบินสุวรรณภูมิในเวลาประมาณ 10.00 ของวันที่ 11 กันยายน 2560 อย่างปลอดภัย

ภาคผนวก



Experimental Investigation of the Phase Stability in Ringwoodite and Wadsleyite

Khachiwan Buakor

Chiang Mai University, Thailand

Supervisor: Dr. Konstantin Glazyrin and Dr. Hanns-Peter Liermann

July 18 - September 7, 2017

Abstract

The objective of this project is to explore the phase stability of olivine polymorphs which are Ringwoodite and Wadsleyite from the high-pressure experiments. Powder mixture of Wadsleyite and Ringwoodite were loaded into a 4-pin diamond anvil cell and were performed at the pressure from 0 to 33.4 GPa and the temperature between 300 to 1305 K. We obtained information on the compression induced behavior of these phases in the metastable region of the phase diagram by X-ray diffraction at P02.2 beamline, PETRA III. Moreover, Ruby(Al_2O_3 doped with Cr^{3+}) and pieces of Tungsten(W) were used as pressure standards. The pressures at an ambient and low temperatures were estimated using the former sensor and with the latter at elevated temperatures we calculated from the tungsten diffraction data by the equation-of-state. The phase stability of Ringwoodite and Wadsleyite was then inspected. We have found that Ringwoodite was stable at all P-T conditions of our study, while Wadsleyite may have converted to Akimotoite.

Contents

1	Introduction	3
2	Theory	4
2.1	X-ray diffraction	4
2.2	Equation-of-state at various P-T conditions	5
3	Method	6
3.1	High-pressure diamond anvil cell preparation	6
3.2	X-ray diffraction technique for the high-pressure experiments	8
3.3	Conversion of 2D to 1D X-ray diffraction data	9
3.4	Pressure identification from equation-of-state of Tungsten at elevated P-T	10
4	Results	13
5	Conclusion	15

1 Introduction

The silicate mantle of the Earth is separated into two major layers called the upper and the lower mantle. This major stratification occurs at the depth of about 670 kilometers and is related with a pressure induced transformation of a mineral Ringwoodite (Mg_2SiO_4) doped by Al and Fe) into minerals ferropericlase ($(Mg, Fe)O$) and Bridgmanite ($MgSiO_3$ doped by Al and Fe) shown in Fig. 1 [1] [2]. From the phase diagram at about 17.5 GPa or 520 kilometres depth, Wadsleyite transforms into Ringwoodite. At approximately 24 GPa or 660 kilometres, Ringwoodite breaks down to an assemblage of perovskite-structured $(Mg, Fe)SiO_3$ and Ferropericlase $(Mg, Fe)O$, which marks the beginning of the lower mantle [1].

The aim of this project is to explore the phase stability of polymorphs which are Ringwoodite and Wadsleyite in the metastable regime of the phase diagram. A synthesized powder mixture of Wadsleyite and Ringwoodite was loaded into a 4-pin diamond anvil cell and compressed to 30 GPa. X-ray diffraction was used to measure phase evolution in the metastable regime under varying P-T condition. The high-pressure experiments were performed at P02.2 beamline, PETRA III.

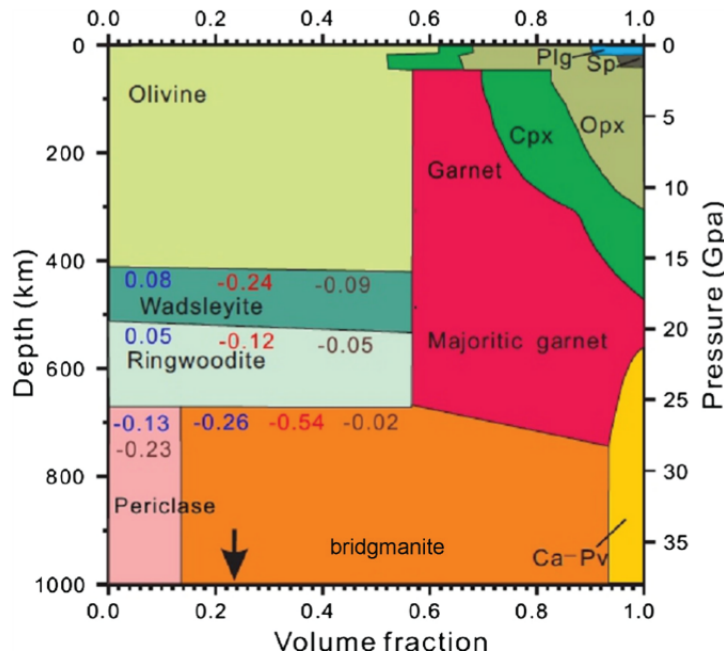


Figure 1: Phase diagram indicating the most abundant minerals of the Earth's upper (< 670km depth) and lower mantle (> 670km depth) together with corresponding phase transformations upon compression. Temperature scale is omitted [1] [2].

2 Theory

2.1 X-ray diffraction

X-ray diffraction has been a useful technique for investigating molecular or crystal structures. This phenomena originates from the interaction of X-ray with electron cloud of atoms arranged in a long range manner and results in coherent scattering. Therefore, the physical observation of the X-ray diffraction signal for solids exhibiting long range order is manifested through the Bragg's law,

$$2d \sin(\theta) = n\lambda, \quad (1)$$

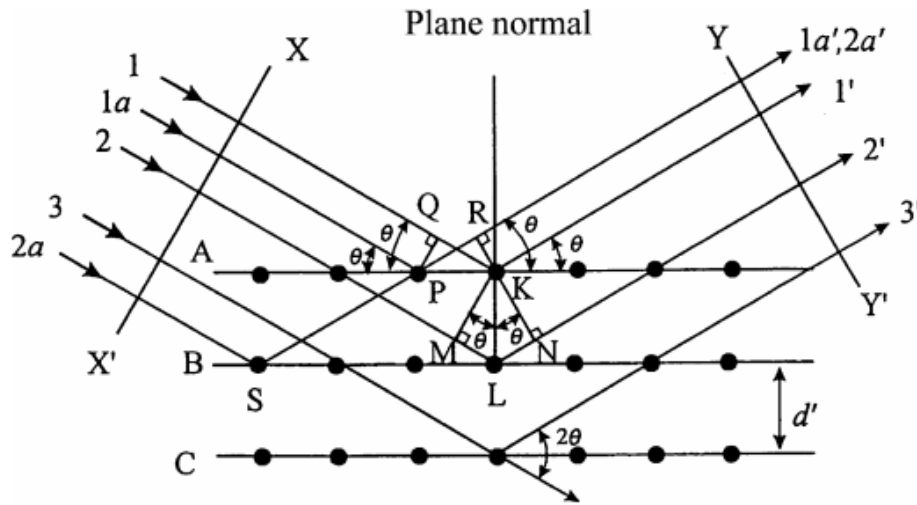


Figure 2: Schematic diagram of diffraction of X-rays by a crystal illustrating the Bragg's law [3].

where n is the order of reflection and 2θ is the diffraction angle shown in Fig. 2. In general, the n th order reflection from a certain crystal plane ($h k l$) with the interplanar spacing of d could be considered the first-order reflection from a plane [3]. For a cubic system, the relation between the crystal plane, lattice parameter (a) and the interplanar spacing can be calculated as

$$d = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}} \quad (2)$$

2.2 Equation-of-state at various P-T conditions

An equation-of-state (EoS) is an equation used to describe the relationship between pressure, volume and temperature at different conditions of a state close to thermodynamic equilibrium. In Mineral Physics, EoSs are used to determine experimental conditions or unit-cell volumes as functions of different thermodynamic parameters, such as pressure and temperature. There are many approximations which can be used to describe material behavior as a function of P and T. In this study, we will use the literature data available for Tungsten and implement the procedure described below. We take an ambient temperature equation of state and use it as reference ($P(V, T_0)$). In order to calculate a pressure at elevated temperature, we add a term described in literature as 'thermal pressure' (ΔP_{th}) [4]:

$$P(V, T) = P(V, T_0) + \Delta P_{th}(V, T). \quad (3)$$

The thermal pressure beyond the $T_0 = 300\text{K}$ is conveniently evaluated by integration at constant volume of the thermodynamic identity [4] expressed as

$$\Delta P_{th} = \int_{T_0}^T [\alpha K_T]_V dT, \quad (4)$$

where α is the thermal expansion and K_T is the bulk modulus. However, αK_T is generally temperature and pressure dependent. Thus, the thermal pressure is then rewritten as [4],

$$\Delta P_{th} = \int_{T_0}^T [\alpha K_T](P_0, T) dT + \overline{(\partial K_T / \partial T)}_V \left\{ \ln(V/V_0)(T - T_0) + \int_{T_0}^T \int_{T_0}^T \alpha dT dT \right\}, \quad (5)$$

where $\overline{(\partial K_T / \partial T)}_V$ is an average value for the V-T range of integration. Following the Ref. [4], we can further rewrite the equation as:

$$\Delta P_{th}(V, T) = a_1(T - T_0) + \overline{(\partial K_T / \partial T)}_V \ln(V/V_0)(T - T_0) + a_2(T - T_0)^2 + a_3(T - T_0)^3. \quad (6)$$

Considering on the first term of equation 3, we will use the Birch-Murnaghan isothermal equation-of-state. The third-order Birch-Murnaghan equation-of-state is given as [5]

$$P(V) = \frac{3K_{T0}}{2} \left[\left(\frac{V_0}{V} \right)^{\frac{7}{3}} - \left(\frac{V_0}{V} \right)^{\frac{5}{3}} \right] \left\{ 1 + \frac{3}{4}(K'_T - 4) \left[\left(\frac{V_0}{V} \right)^{\frac{2}{3}} - 1 \right] \right\} \quad (7)$$

The choice of the equation-of-state is dictated by the data (i.e. Tungsten) available in literature.

3 Method

3.1 High-pressure diamond anvil cell preparation

High-pressure diamond anvil cell (DAC) is an environment used for material compression and at the same time allowing probing material properties at conditions away from the room pressure (shown in Fig. 3). To prepare the high-pressure cell in this experiment, we prepared a gasket from the rhenium plate ($250\ \mu\text{m}$) and put the starting material and pressure standards (W and Al_2O_3). The starting material (powder mixture of Ringwoodite and Wadsleyite) was synthesized in the multianvil apparatus at 17 GPa and 1100°C by Robert Farla in the Bayerisches Geoinstitute, University of Bayreuth. To measure pressure during the experiment, we used pieces of Tungsten and Ruby as pressure standards. Besides, the high-pressure cell was capable to create high temperature conditions by adding heating circuit and the two thermocouples were used for measuring the temperature. The Baysilone oil was added to be pressure medium. This oil provides good quasihydrostatic conditions at all P-T conditions of our study. We measured the initial pressure plus pressures at moderate temperature of the cell via Ruby chip fluorescence signal by means of visual light spectrometry. By applying pressure to the cell, we shift ambient pressure Ruby chip fluorescence signal ($694.29\ \text{nm}$) to higher wavelengths. For pressure calibration at ambient and slightly elevated temperatures, we have used procedure described in Ref. [6] and [7]. The measured initial pressure is about 4 GPa. Finally, the high-pressure cell was installed in the vacuum vessel with the cooling system designed to work with DAC at high P-T conditions (in order to avoid diamond graphitization).

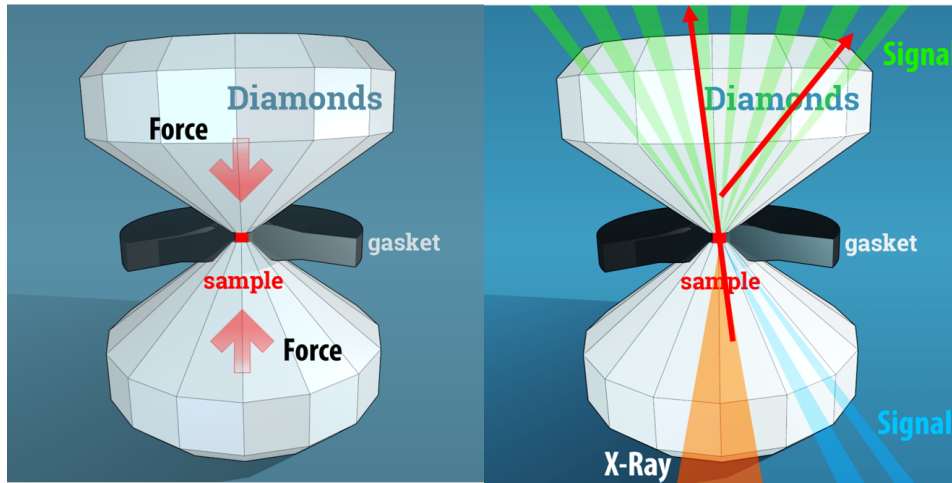


Figure 3: Schematics of high-pressure diamond anvil cell.

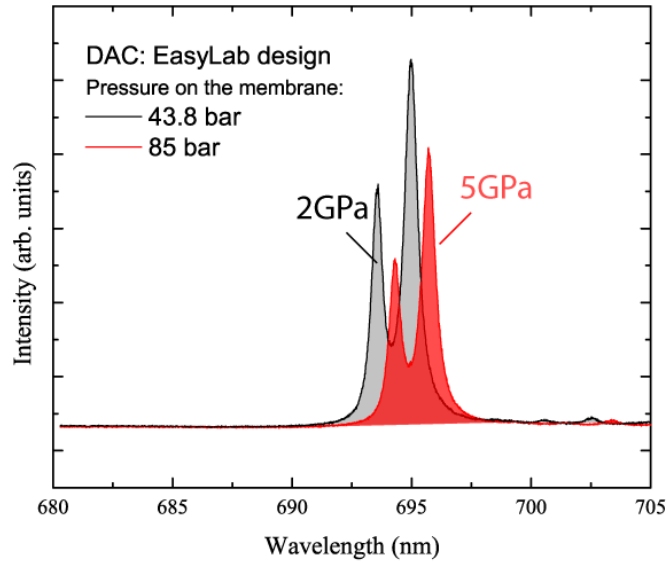


Figure 4: Example of Ruby chip fluorescence signal shifted to higher wavelengths due to applied pressure.

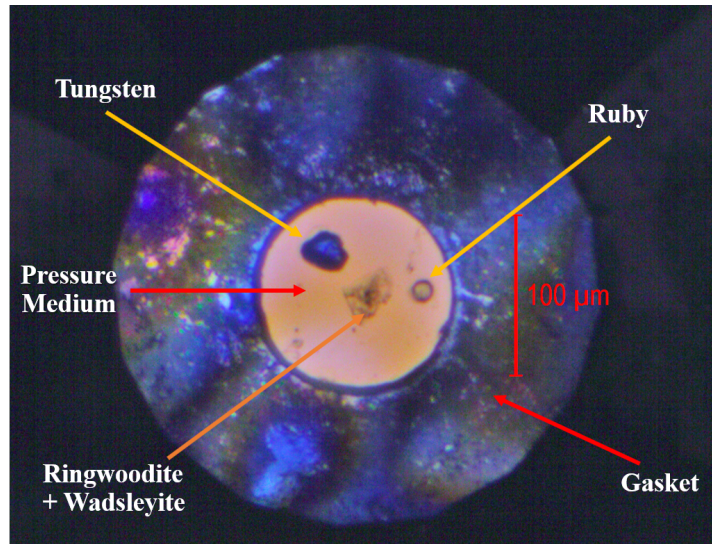


Figure 5: The Ringwoodite and Wadsleyite sample and chips of Tungsten and Ruby used as sensors under the pressure of about 4 GPa.

3.2 X-ray diffraction technique for the high-pressure experiments

The X-ray diffraction experiments were performed at the Extreme Condition Beamline (P02.2), PETRA III. The X-ray generated from the P02.2 insertion undulator device pass through the optical devices (double crystal monochromator, optical slits, focusing elements, such as compound refractive lenses) and reach the sample, which is illustrated by a snapshot of the beamline software shown in Fig. 6. The diffraction pattern was detected at the PerkinElmer XRD1621 detector. Moreover, the position of each sample was inspected and recorded using the microscope which was in addition used for spectroscopy. Here, this microscope was used for measurement of pressures as reported by the ruby ship. In the experiment, the high-pressure was generated by the membrane and high-temperature was generated from the DC power supply (Agilent 6671: 220A, 8V).

For this experiment, we collected the x-ray diffraction data from both the sample and tungsten during an oscillation of $\pm 5^\circ$ and $\pm 10^\circ$. The experiments were performed at the pressure from 0 to 33.4 GPa and the temperature between 300 to 1305 K. We used the X-ray with the wavelength of 0.2907 \AA and the sample-to-detector distance is 433.39 mm. After achieving the required goals, we quenched the sample to ambient temperature. This quenching has resulted in a higher pressure on the sample (36 GPa) shown in Fig. 7.

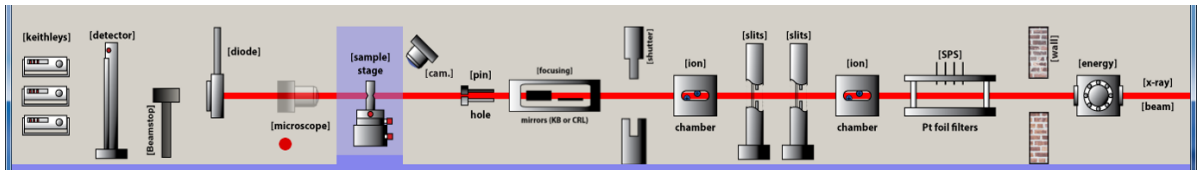


Figure 6: Layout of the Extreme Condition Beamline (P02.2), PETRA III.

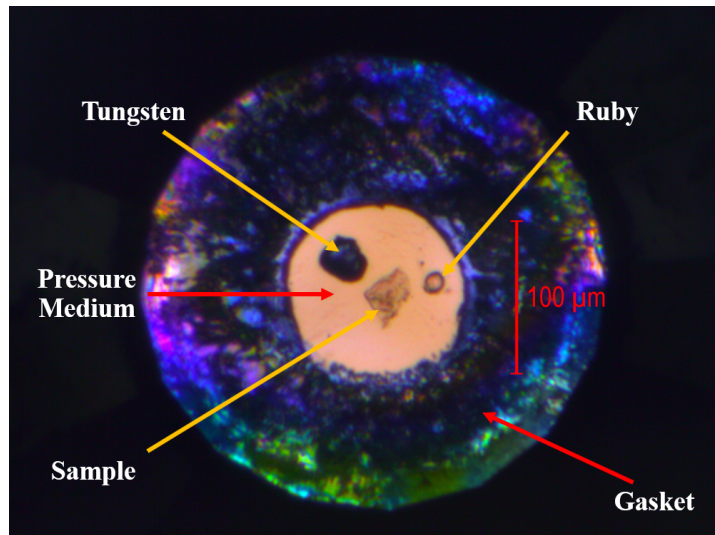


Figure 7: The sample chamber quenched from the high temperature conditions. Slightly deformed gasket illustrates effect of compression on the sample chamber. This example also illustrates compressibility of the pressure medium. Please note the change of sample transparency after annealing.

3.3 Conversion of 2D to 1D X-ray diffraction data

The collected diffraction data were integrated via Dioptas program [8]. We firstly used the data of CeO_2 for calibration. Prior to integration of 2D patterns into 1D, we masked undesirable background signal coming from diffuse scattering from the diamonds and Bragg peaks originating from their single crystal nature. After that we extracted signal from our sample removing a contribution from undesirable scattering (i.e. Compton, X-ray fluorescence).

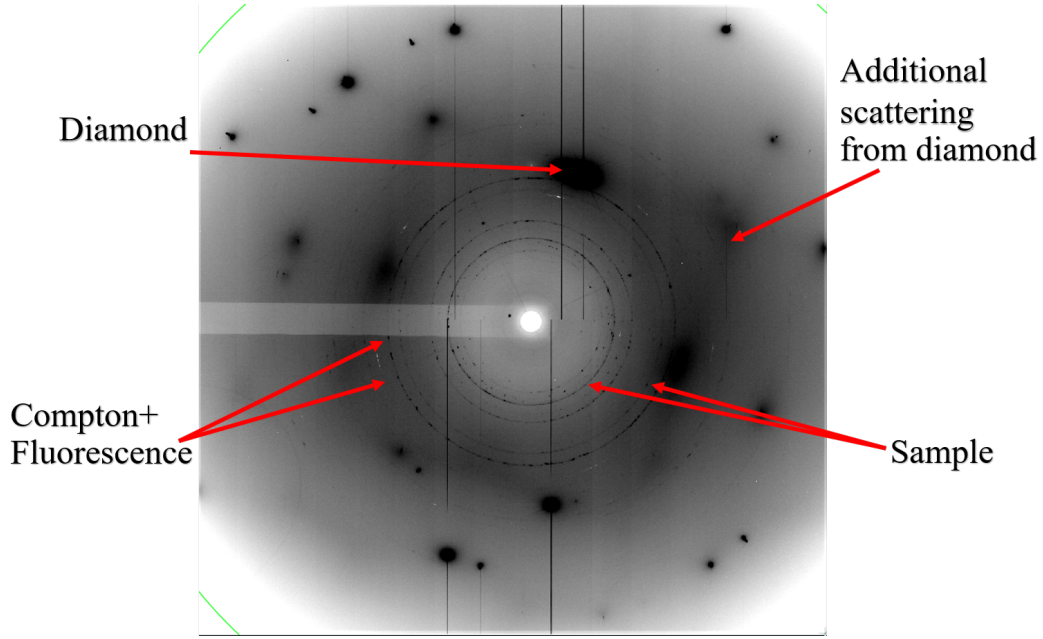


Figure 8: Example of 2D pattern of diffraction data from the Ringwoodite and Wadsleyite sample under the pressure of about 33 GPa.

3.4 Pressure identification from equation-of-state of Tungsten at elevated P-T

During the experiment, we estimated the pressure from fluorescence of Ruby chip. To obtain more precise pressures at higher temperatures, we have to calculate from equation-of-state of Tungsten with a procedure described in Chapter 2.2. We took an ambient temperature equation of state. We include the thermal pressure until the second order rewritten Eq. 6 as

$$\Delta P_{th}(V, T) = a_1 (T - T_0) + a_2 (T - T_0)^2 - \overline{(\partial K_T / \partial T)} \ln(V/V_0) (T - T_0). \quad (8)$$

In this study, we used the parameters $V_0, K_{T0}, K'_T, a_1, a_2$ from Ref. [9] shown in Table 1. Considering on the above equations, we collected the necessary information as a X-ray diffraction signal (V) and as a thermocouple signal (T). A unit cell of Tungsten has cubic shape, so the volume can be calculated from $V = a^3$, where a is the lattice parameters. From the diffraction pattern of Tungsten in Fig. 9, we used WinPLOTR program [10] to detect the position (2θ) of each peak and then to calculate the lattice parameters via Treor program [11].

Table 1: Thermoelastic parameters for Tungsten [9]

Parameter	Value
V_{0T} (\AA^3)	31.71 ± 0.02
K_{T0} (GPa)	307 ± 1
K'_T	4.20 ± 0.05
a_1 ($10^{-5} K^{-1}$)	1.35 ± 0.04
a_2 ($10^{-8} K^{-2}$)	0.21 ± 0.05
$(\partial K_T / \partial T)_P$ (GPa K^{-1})	0.018 ± 0.001

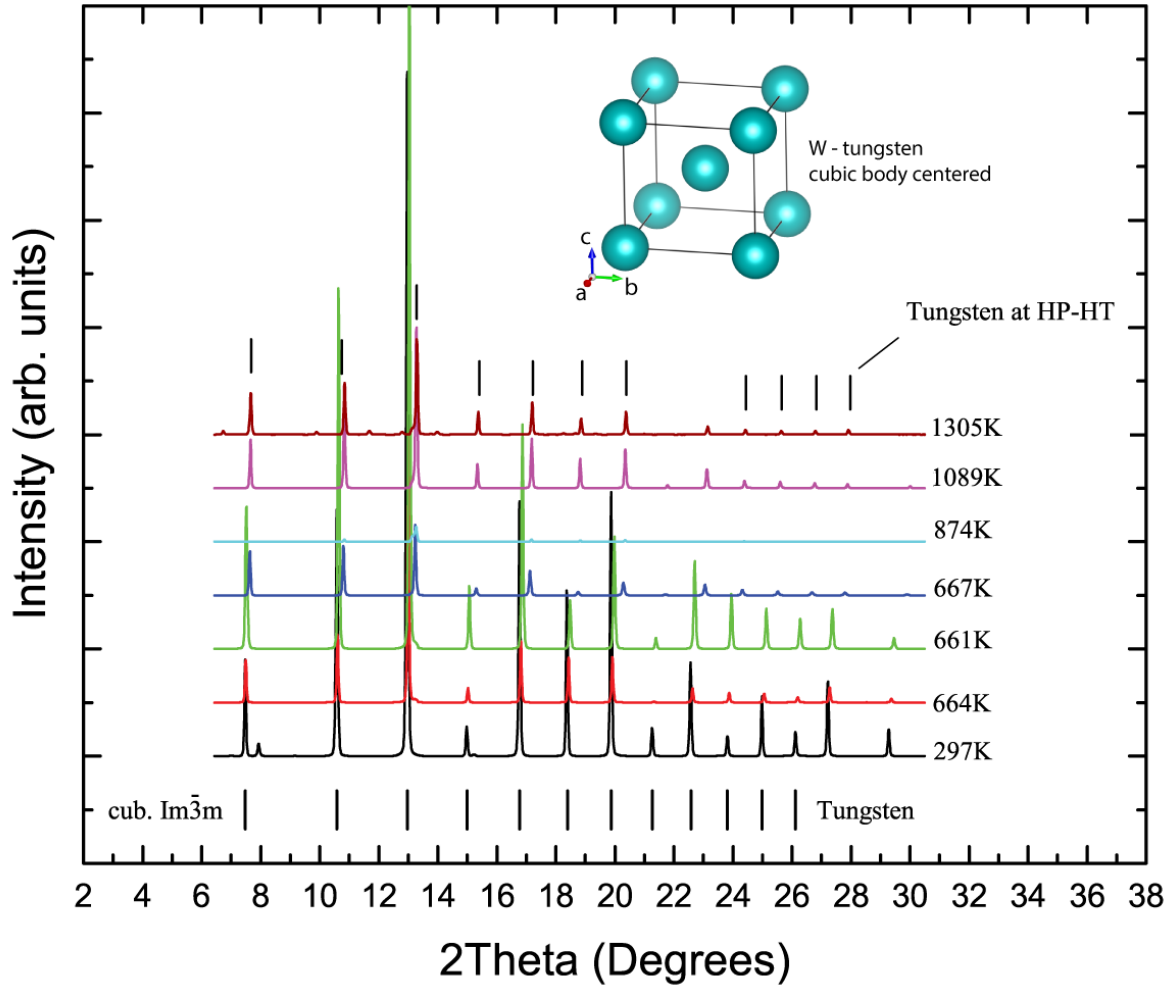


Figure 9: The diffraction patterns of Tungsten piece at different temperature and pressure. Small peaks observed at 1305K correspond to a formation of W2C phase.

After obtaining the volumes, we calculated the pressure at each condition and plotted the relationship between the pressure and volume of Tungsten unit cell shown in Fig. 10. The dash line refer to the reference room temperature Birch-Murnaghan equation-of-state.

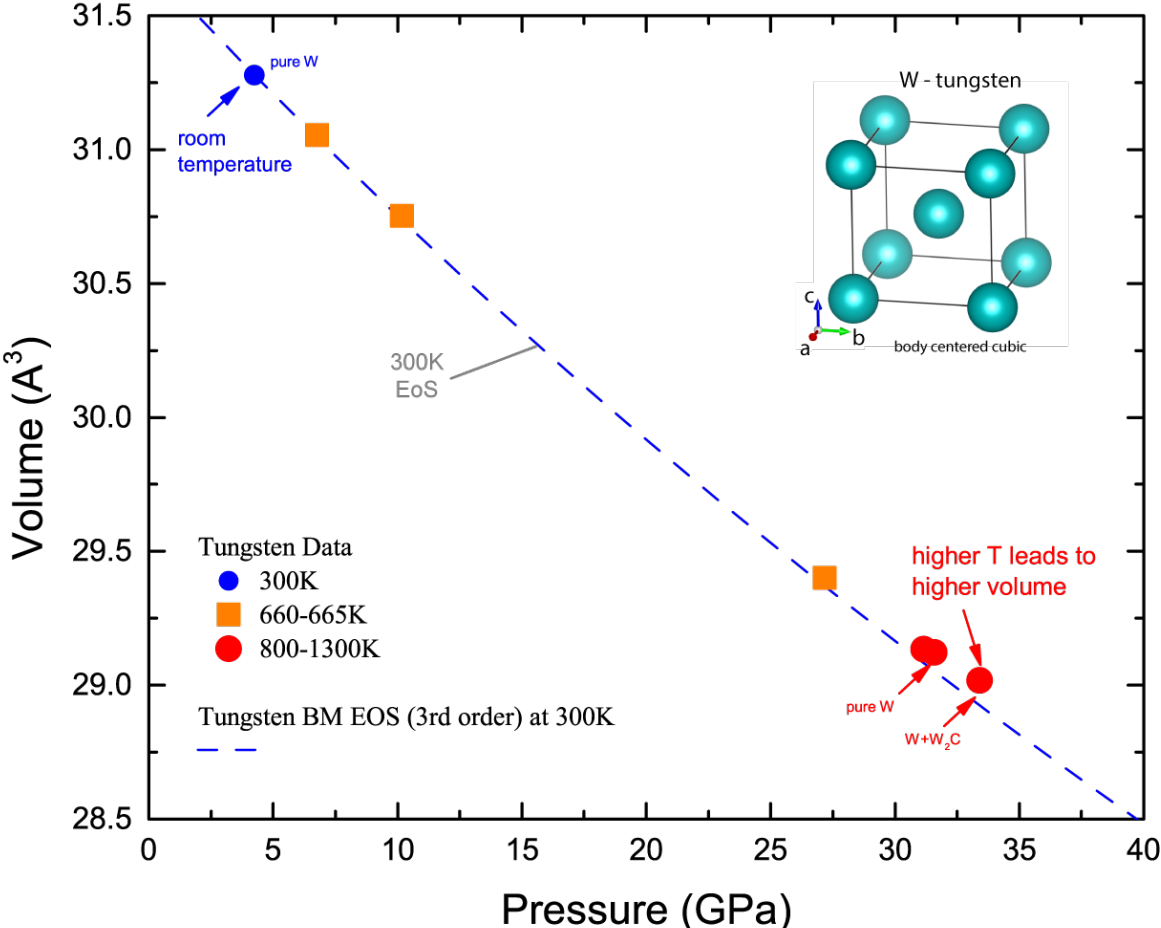


Figure 10: The relation between the calculated volume and pressure of tungsten from the experiment and the Birch-Murnaghan equation-of-state of Tungsten at 300K.

4 Results

As described in the Chapter 3, we got the pressures, temperatures and the diffraction pattern for the sample with starting phase composition: Ringwoodite and Wadsleyite. The phase stability was then investigated. We overlaid the temperature and pressure path of our study on the phase diagram (Fig. 11). The initial goal of the experiment was to test metastability of the Ringwoodite and Wadsleyite versus known stability field of the bridgemanite. For this we chose the path shown in Fig. 11. In order to resolve phase composition of the sample at each P-T conditions we have indexed patterns.

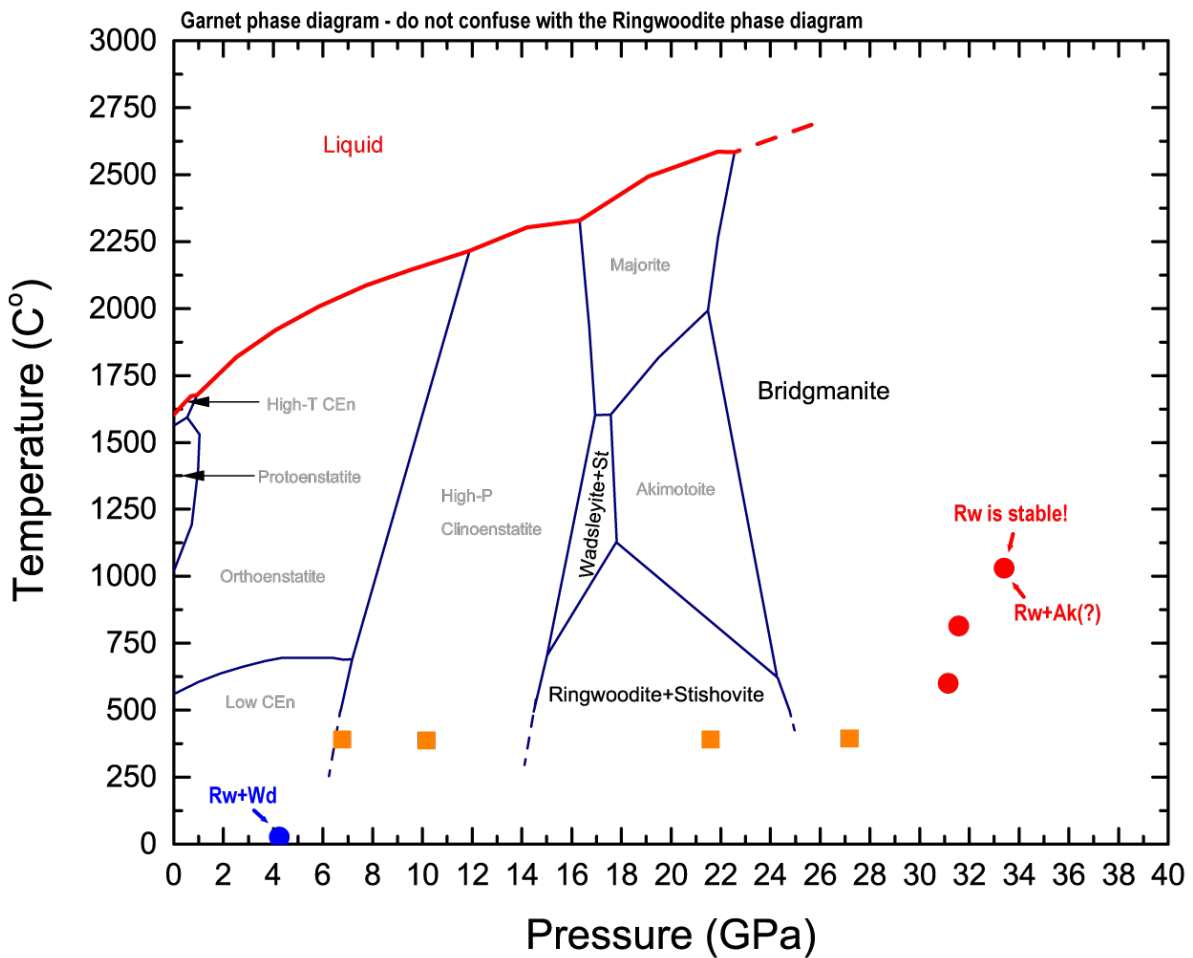


Figure 11: The experimental path overlay with an illustrative text book phase diagram.

Comparing our ambient temperature data with data at high P-T we could come to the following conclusions. A stable, high intensity response from the Ringwoodite indicates its stability even at 1305K and 33.4 GPa. Wadsleyite, on the other hand could convert to Akimotoite (see Fig. 11 and Fig. 12). Unfortunately, the weak signal from Wadsleyite/Akimotoite prevents unambiguous conclusions. However, the probability for such transformation is high and supported by the peaks emphasized in Fig. 12 and the phase diagram shown in Fig. 11.

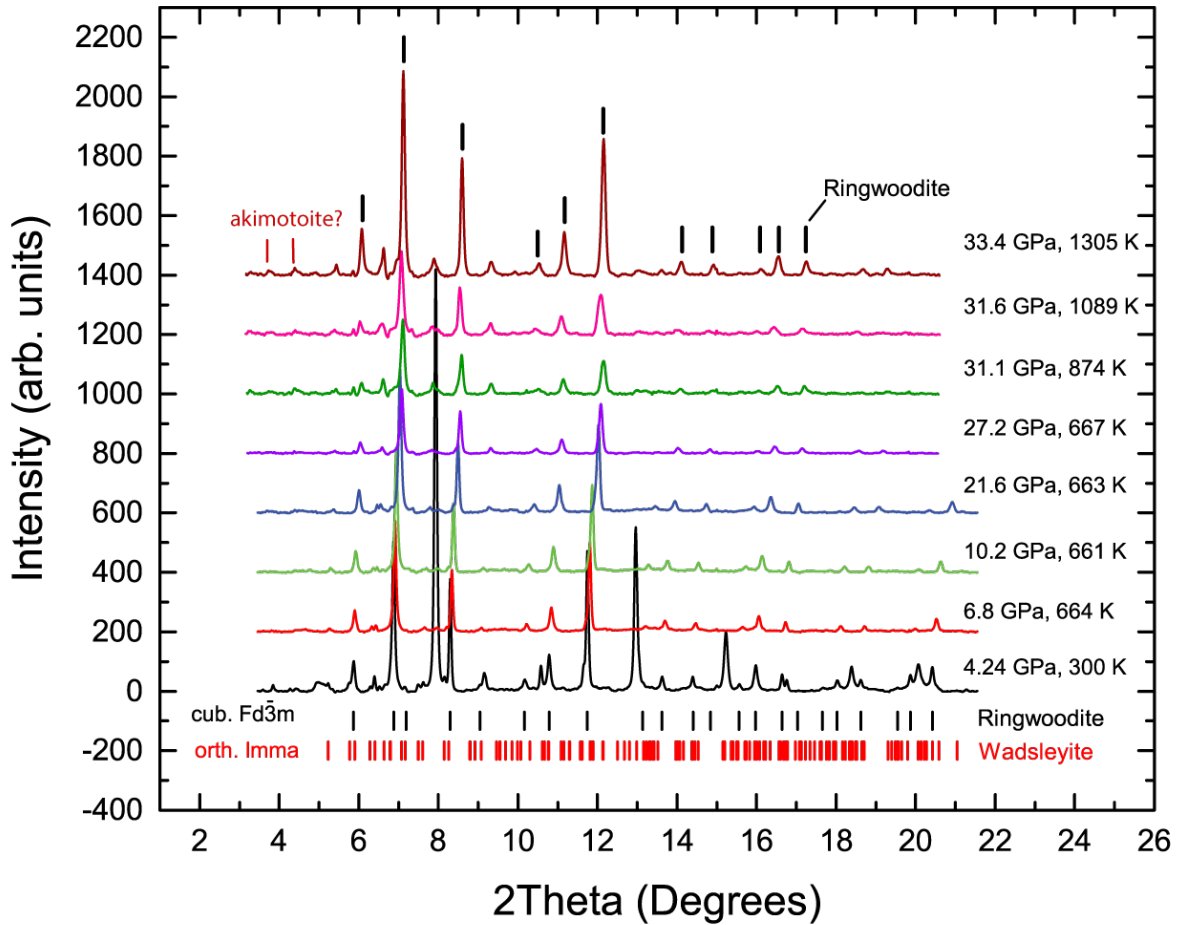


Figure 12: The diffraction patterns collected on the sample under the different pressure and temperature. By means of the tickmarks shown at the bottom of the figure we illustrate a X-ray diffraction response at 4.2 GPa.

5 Conclusion

The phase stability of Ringwoodite and Wadsleyite had been experimentally investigated at high pressure and high temperature. In a contrast to previous studies, for the first time we have investigated the problem of phase stability by approaching the phase stability field of Bridgmanite from a metastable region. The region of metastability is related to the suppressed kinetics preventing the chemical reaction and material disproportionation. This is a first study of the kind paving a way to future studies focused on *in situ* grain growth of lower mantle minerals and the respective crystallographic relations between the corresponding phases. The experiments were performed in a 4-pin diamond anvil cell at the pressure from 0 to 33.4 GPa and the temperature between 300 to 1305 K. Pieces of Ruby and Tungsten were used as pressure standards. The pressures at an ambient and low temperatures were estimated using the former sensor. For elevated temperatures, we calculated from the Tungsten diffraction data by the equation-of-state. By indexing the diffraction pattern from the possible transformed polymorphs, we have found that Wadsleyite may have converted to Akimotoite, while Ringwoodite was stable at all P-T conditions of our study.

Acknowledgement

This research would not be completed, if I did not receive many kind of supports from many kind people. Therefore, I would like to use this section to acknowledge those aids. First of all, I would like to express my gratitude to Dr. Konstantin Glazyrin for your guidances and inspiring me. I have learned many things from working with you. I would like to express my gratitude to Dr. Hanns-Peter Liermann for giving me a chance to work here and supporting for this research. I would like to thank Dr. Anna Pakhomova and other staffs at the P02.2 beamline, PETRA III for your kind support in the experiments. There are also another corporation that I would like to mention that are DESY and Thai DESY Summer Student program organizers from giving this great opportunity to me.

References

- [1] D. J. Frost, *The Upper Mantle and Transition Zone*, Elements 4, 171-176, (2008).
- [2] Z. Wu, F. Huang and S. Huang, *Isotope fractionation induced by phase transformation: First-principles investigation for Mg₂SiO₄*, Earth and Planetary Science Letters 409, 339-347, (2015).
- [3] Y. Waseda, E. Matsubara, and K. Shinoda, *X-Ray Diffraction Crystallography Introduction, Examples and Solved Problems*, Berlin: Springer Berlin, (2014).
- [4] I. Jackson and S. M. Rigden, *Analysis of P-V-T Data: Constraints on the Thermoelastic Properties of High-Pressure Minerals*, Physics of the Earth and Planetary Interiors 96, 85-112, (1996).
- [5] F. Birch, *Finite Elastic Strain of Cubic Crystals*, Physical Review 71, 809, (1947).
- [6] A. Dewaele, M. Torrent, P. Loubeyre and M. Mezouar, *Compression curves of transition metals in the Mbar range: Experiments and projector augmented-wave calculations*, Physical Review B 78, 104102, (2008).
- [7] S. Rekhi, L. S. Dubrovinsky and S. K. Saxena, *Temperature-induced ruby fluorescence shifts up to a pressure of 15 GPa in an externally heated diamond anvil cell*, High Temperatures - High Pressures 31, 299, (1999).
- [8] C. Prescher, Dioplas, (<http://www.clemensprescher.com/programs/dioplas>).
- [9] K. D. Litasov et al., *Thermal Equation of State to 33.5 GPa and 1673 K and Thermodynamics Properties of Tungsten*, Journal of Applied Physics 113, 133505, (2013).
- [10] Ed. R. Delhez and E.J. Mittenmeijer, WinPLOT, (<https://www.ill.eu/sites/fullprof/php/reference.html>).
- [11] P.-E. Werner, Treor, Department Of Structural Chemistry, Arrhenius Laboratory, University of Stockholm, S-106 91 Stockholm, Sweden.