

รายงานการเข้าร่วมโปรแกรมภาคฤดูร้อน GSI Helmholtz Centre for Heavy Ion Research

ตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

ประจำปี ๒๕๖๐



จัดทำโดย

นายกฤตศักดิ์ นาเอี่ยม และ นายวศัญญ์ พูแสง



สวทช.
NSTDA



คำนำ

รายงานฉบับนี้ เป็นการสรุปผลที่ได้จากการเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนที่สถาบันวิจัยไอออนหนัก GSI ประจำปี พ.ศ. 2560 ณ ประเทศเยอรมนี ระหว่างวันที่ 21 กรกฎาคม ถึง 14 กันยายน พ.ศ. 2560 ของนาย กฤตภัค นาเอี่ยม และนายวทีญญ พูแสง โดยประกอบด้วยส่วนที่เป็นการบอกเล่าประสบการณ์ที่ได้พบเห็น และส่วนที่เป็นรายงานเชิงวิชาการที่ได้จากการร่วมงานกับ GSI ตลอดแปดสัปดาห์ เนื้อหาในรายงานฉบับนี้อ้างอิงจากการจัดบันทึกระหว่างเข้าร่วมกิจกรรมเป็นส่วนใหญ่ และผู้จัดทำพยายามรวบรวมข้อมูลให้ครบถ้วนรอบด้านที่สุด โดยหวังว่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจในโครงการนี้ ที่ต้องการพัฒนาทักษะการทำวิจัยและเก็บเกี่ยวประสบการณ์การใช้ชีวิตในต่างประเทศ

นายกฤตภัค นาเอี่ยม
ภาควิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นายวทีญญ พูแสง
ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในพระมหากรุณาธิคุณของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี ที่ทรงพระราชดำริให้จัดทำโครงการนี้ขึ้น และทรงพระราชทานโอกาสแก่ข้าพเจ้านิสิตนักศึกษาไทยให้ได้ไปเรียนรู้ การทำงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับสถาบันชั้นนำของโลก ซึ่งนับเป็นประสบการณ์อันล้ำค่าที่จะติดตัวข้าพเจ้าตลอดไป ทำให้ข้าพเจ้าได้ พัฒนาตนเองและสามารถนำมาพัฒนาประเทศชาติได้ต่อไป

ขอขอบคุณคณะกรรมการคัดเลือก และหน่วยงานทุกภาคส่วนที่ได้ผลักดันให้เกิดความร่วมมือระหว่างประเทศไทยและสถาบัน GSI ขอขอบคุณมูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี โครงการความร่วมมือไทย-เชิร์น สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ที่ได้สนับสนุนองค์ความรู้ในการเตรียมตัวก่อนเดินทาง สนับสนุนงบประมาณ ค่าเดินทางและค่าใช้จ่ายประจำวันตลอดระยะเวลาของโครงการ และขอบคุณสถาบัน GSI ที่ทำให้ข้าพเจ้าได้มีโอกาสเรียนรู้ประสบการณ์อันมีค่าในครั้งนี้

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

บทที่ 1 GSI & Summer Student Program

1	การฟังบรรยาย	1
2	การเยี่ยมชมสถานที่	4
3	การนำเสนอผลงาน	9
4	กิจกรรมอื่นๆ	9

บทที่ 2 สรุปงานวิจัยที่ทำร่วมกับ GSI

1	GSI Pulsed gas stripper โดยนายวาทัญญู พุแสง	11
2	กักตักไอออนเลเซอร์ความเข้มสูง (HILITE) โดยนายกฤตภัค นาเอี่ยม	12

บทที่ 3 บันทึกประสบการณ์

1	นายวาทัญญู พุแสง	15
2	นายกฤตภัค นาเอี่ยม	25

ภาคผนวก (รายงานเชิงวิชาการ)

A	Assembly and commissioning of a test stand for pulsed gas valve for a new UNILAC gas stripper โดยนายวาทัญญู พุแสง	i
B	Electron Beam Ion Trap Preparation For The HILITE Penning Trap Experiment โดยนายกฤตภัค นาเอี่ยม	vi

บทที่ 1

GSI & Summer Student Program

สถาบันวิจัยไอออนหนัก GSI (อังกฤษ : GSI Helmholtz Centre for Heavy Ion Research) เป็นสถาบันที่ใช้งานเครื่องเร่งอนุภาคขนาดใหญ่สำหรับการศึกษาวิจัยด้านไอออนหนัก ตั้งอยู่ที่เมือง ดาร์มสตัด ประเทศเยอรมนี ถูกก่อตั้งขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1969 มีบุคลากร 1,350 คน โดยเป็นนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรรวม 750 คน มีความร่วมมือกับสถาบันต่างๆ ทั่วโลกประมาณ 400 สถาบัน จาก 50 ประเทศ มีการวิจัยใน 5 สาขาหลัก ได้แก่ nuclear and particle physics, atomic physics, plasma physics, bio physics and medical science และ materials research

โครงการ Summer Student Program ที่ GSI จัดขึ้นอย่างต่อเนื่องมาถึง 37 ปี เป็นโครงการที่เปิดโอกาสให้นักศึกษาปีสุดท้ายระดับปริญญาตรี และนักศึกษาปริญญาโทจากมหาวิทยาลัยทั่วโลกได้เข้ามาสัมผัสกับชีวิตการเป็นนักวิจัยอย่างเข้มข้นเป็นเวลาสองเดือน โดยสามารถเลือกสาขาของงานวิจัยที่ต้องการทำได้จากสาขาทั้งหมดที่กล่าวไปตอนต้น และยังสามารถเลือกรูปแบบการทำงานได้ไม่ว่าจะเป็นทำการทดลอง ทำส่วนทฤษฎี หรือสร้างแบบจำลองคอมพิวเตอร์ โดยนักศึกษาที่ได้รับคัดเลือกประมาณ 30 - 35 คน จะถูกมอบหมายงานให้คนละหนึ่งชิ้นและแต่ละคนจะอยู่ในความดูแลของนักวิจัยหนึ่งคน เรียกว่า ตัวเตอร์ ตลอดระยะเวลาระหว่างโครงการ นักศึกษาจะได้เข้าร่วมงานอย่างใกล้ชิดกับตัวเตอร์ของตัวเอง เพื่อทำการทดลอง เก็บข้อมูล วิเคราะห์ผลและนำเสนอต่อผู้ร่วมโครงการ

กิจกรรมภายในโครงการมีทั้งการฟังบรรยาย การเยี่ยมชมสถานที่และการทำงาน โดยในสัปดาห์แรกจะเป็นการฟังบรรยายทั้งหมด หลังจากนั้นจะเริ่มลดวันบรรยายลงเหลือสัปดาห์ละ 1-2 วันและที่เหลือเป็นวันทำงาน ส่วนตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 เป็นต้นไปจะเป็นเวลาของการทำงานทั้งหมด สำหรับบางวันจะมีการสอนภาคปฏิบัติ ได้แก่ การฝึกใช้โปรแกรม ROOT เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่และการฝึกใช้โค้ด Latex สำหรับการเขียนรายงานเชิงวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีกิจกรรมสันทนาการสวดแทรกอยู่ตลอดระยะเวลาของโครงการ ไม่ว่าจะเป็นงานเลี้ยงปิ้งย่าง (grill party) เพื่อกระชับความสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษากับตัวเตอร์และระหว่างนักศึกษาด้วยกันเอง การแข่งขันฟุตบอลภายในชิงถ้วยรางวัล ซึ่งมีทั้งบุคลากรของ GSI และนักศึกษาจาก Summer Student Program ลงแข่ง กิจกรรมแรลลียภายในเมืองดาร์มสตัดที่ช่วยแนะนำสถานที่ต่างๆ ให้เรารู้จักได้เป็นอย่างดี ต่อไปจะเป็นการนำเสนอรายละเอียดของแต่ละกิจกรรมที่ได้เข้าร่วมตลอดสองเดือน

1. การฟังบรรยาย

การฟังบรรยายจัดขึ้นหัวข้อละ 1.5 ชั่วโมง โดยในวันหนึ่งจะมีการบรรยายมากที่สุดสามหัวข้อ คือภาคเช้าสองหัวข้อและภาคบ่ายหนึ่งหัวข้อ วิทยาการที่มาให้ความรู้ล้วนเป็นนักวิจัยภายใน GSI โดยหัวข้อการบรรยายสามารถแบ่งตามสาขาได้ดังนี้

1.1 Accelerators ประกอบด้วยการบรรยายในหัวข้อต่อไปนี้

Accelerators : from the source to the target

เป็นหัวข้อแรกของการบรรยายทั้งหมด โดยกล่าวถึงหลักฟิสิกส์ของการเร่งอนุภาคตั้งแต่การดึงไอออนออกจากแหล่งกำเนิดจนไปถึงการบังคับให้พุ่งชนเป้าหมาย และยักรวมถึงส่วนประกอบและการทำงานของเครื่องเร่งอนุภาคที่ GSI มีเครื่องเร่งอนุภาคเชิงเส้นขนาดใหญ่ เรียกว่า UNILAC มาจาก Universal Linear Accelerator เนื่องจากมันสามารถเร่งได้ตั้งแต่ไอออนเบาอย่างโปรตอนไปจนถึงไอออนหนักอย่างยูเรเนียมได้ โดยพลังงานสูงสุดของลำอนุภาคขาออกอยู่ที่ 11.4 MeV/u หลังจากผ่านการเร่งที่ UNILAC แล้ว ลำอนุภาคจะถูกส่งต่อไปยังหน่วยถัดไปเพื่อใช้ในการทดลอง ได้แก่ ระบบ SIS 18 ซึ่งเป็นเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนจากไอออนหนักและระบบ ESR ซึ่งเป็นวงแหวนกักเก็บลำอนุภาคสำหรับการทดลองต่างๆ

1.2 Nuclear and Particle Physics ประกอบด้วยการบรรยายในหัวข้อต่อไปนี้

Compressed Nuclear Matter I (Collision Dynamics and Flow)

Compressed Nuclear Matter II (Dilepton & Strangeness Production)

Compressed Nuclear Matter III (Results from ALICE at LHC)

Hadron Physics with Anti-Protons I (Hadron Spectroscopy)

Hadron Physics with Anti-Protons II (Instrumentation)

Nuclear Structure and Astrophysics I

Nuclear Structure and Astrophysics II

Nuclear Structure and Astrophysics III

งานวิจัยในสาขานี้มุ่งเน้นไปที่การศึกษาโครงสร้างนิวเคลียสของธาตุชนิดต่างๆ และนิวเคลียสที่มีจำนวนโปรตอนมหาศาล (exotic nuclei) ซึ่งจะนำไปสู่ความเข้าใจในธาตุที่พบได้ในดาวฤกษ์ หัวข้อนี้จัดว่ามีการบรรยายมากที่สุด เนื่องจากเป็นสาขางานวิจัยของ GSI มาตั้งแต่อดีต โดยในช่วงปี ค.ศ. 1980 - 1996 มีการสังเคราะห์ธาตุหนัก 6 ชนิดถึงเลขอะตอม 112 ได้ที่ GSI คือ bohrium (Bh), Hassium (Hs), Meitnerium (Mt), Darmstadtium (Ds), Roentgenium (Rg) และ Copernicium (Cn) และยังมีอีก 5 ธาตุที่ได้รับการยืนยันว่ามีอยู่จริงโดยเครื่องมือของ GSI ในช่วงปี ค.ศ. 2009 - 2012 ได้แก่ nihonium (Nh), flerovium (Fl), moscovium (Mc), livermorium (Lv) และ tennessine (Ts)

1.3 Plasma Physics ประกอบด้วยการบรรยายในหัวข้อต่อไปนี้

Plasma Physics with Intense Ion Beams

Plasma Physics with Intense Laser Beams

เป็นการกล่าวถึงวิธีสร้างสถานะพลาสมาโดยการฉายลำไอออนพลังงานสูงหรือลำเลเซอร์ลงบนเป้าหมายที่เป็นแก๊ส งานวิจัยในสาขานี้ถูกนำไปใช้ในการสร้างสภาวะเสมือนภายในดาวเคราะห์ขนาดใหญ่

1.4 Biophysics and Medical Science ประกอบด้วยการบรรยายในหัวข้อต่อไปนี้

Biophysics & Cancer Therapy with Heavy Ions

งานวิจัยในสาขานี้จัดว่าเป็นอีกหนึ่งสาขาที่สร้างชื่อเสียงให้กับ GSI เป็นอย่างมาก นั่นคือการคิดค้นการรักษา มะเร็งโดยการฉายอนุภาคฮาดรอน เรียกว่า hadron therapy ซึ่งถูกนำมาใช้แทนการฉายรังสีเอกซ์ตามวิธีดั้งเดิม เนื่องจากอนุภาคฮาดรอนจะไม่ทำลายเนื้อเยื่อที่อยู่ก่อนหน้าเซลล์มะเร็ง ทำให้แพทย์สามารถเลือกจุดที่ต้องการรักษา ได้อย่างเฉพาะเจาะจง และอนุภาคฮาดรอนยังให้พลังงานความเข้มสูงกว่ารังสีเอกซ์มาก จึงทำให้การรักษาได้ผลดีกว่า จนถึงปัจจุบันมีผู้ได้รับการรักษาโดยวิธี hadron therapy ไปแล้วมากกว่า 40 คน และไม่มีรายงานการเสียชีวิตหรือ ป่วยเนื่องจากการฉายรักษาด้วยวิธีนี้

1.5 Atomic Physics ประกอบด้วยการบรรยายในหัวข้อต่อไปนี้

Atomic Physics at GSI : current and future research

เป็นการพูดถึงงานวิจัยด้านฟิสิกส์อะตอมที่ GSI รวมถึงแนวโน้มของงานวิจัยในอนาคต สรุปได้ว่าที่ผ่านมา มี การศึกษาด้านโครงสร้าง (structure) เป็นจำนวนมากซึ่ง

- ยึดติดอยู่กับหลัก quantum electro dynamics (QED)
- เป็นการศึกษาผลของสัมพัทธภาพต่อโครงสร้างอะตอม
- มีการศึกษาลักษณะของอิเล็กตรอนใน strong field
- คาบเกี่ยวระหว่าง atomic และ nuclear physics

สำหรับแนวโน้มในอนาคต GSI ให้ความสนใจไปที่การศึกษพลวัต (dynamics) ของอะตอมซึ่ง

- ศึกษาเวลาของการเกิดกระบวนการระดับอะตอม
- ศึกษาอันตรกิริยาระหว่างแสงและสสาร
- ศึกษาผลของ strong field

1.6 Materials Research ประกอบด้วยการบรรยายในหัวข้อต่อไปนี้

Material Research

การศึกษาในสาขานี้จะเน้นไปทางด้านการสังเคราะห์เยื่อบาง (membrane) และการดัดแปลงโครงสร้างวัสดุ (modification of materials) โดยการฉายลำไอออนหนักลงไปยังตัววัสดุ ลำไอออนที่ใช้จะมีทั้งแบบพลังงานสูงและ พลังงานต่ำ การฉายไอออนพลังงานสูงจะทำให้พันธะเคมีบางส่วนของวัสดุถูกทำลายและเปลี่ยนแปลงทำให้มี คุณสมบัติที่เปลี่ยนไปได้ ส่วนการฉายไอออนพลังงานต่ำจะเป็นการสังเคราะห์สารประกอบตัวใหม่ที่เกิดจากไอออนไป จับกับโครงสร้างของวัสดุเดิม ทำให้คุณสมบัติโดยรวมของวัสดุเปลี่ยนแปลงไปได้เช่นกัน งานวิจัยทางวัสดุศาสตร์ที่น่าสนใจคือการสร้างหลอดแคปิลารีที่เล็กมากระดับไมครอนเรียงกันเป็น array ประกอบกันขึ้นเป็น membrane เพื่อใช้ เป็นฟิลเตอร์กรองเฉพาะสารที่ต้องการออกจากสารประกอบ

1.7 อื่นๆ ประกอบด้วยการบรรยายในหัวข้อ

Scientific Presentations Tutorial

Fundamental Research and Impact to the Society

การบรรยายในหัวข้อนี้ไม่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์หรือวิทยาศาสตร์โดยตรง แต่เป็นส่วนประกอบเพิ่มเติมที่จะทำให้ชีวิตการเป็นนักวิจัยดีขึ้น หัวข้อแรกเป็นการพูดถึงวิธีนำเสนองานที่ควรทำ ใจความสำคัญกล่าวถึงการดึงความสนใจจากผู้ชมให้อยู่ที่พูดนำเสนอ โดยการนำเสนอที่ไม่น่าสนใจไม่มีข้อจำกัดของสื่อที่ใช้ เราอาจพูดปากเปล่า เขียนกระดานหรือยกอุปกรณ์จริงมาแสดงให้ผู้ชมดูก็ได้ トラบเท่าที่เราสามารถดึงความสนใจจากผู้ชมได้ แต่หากพูดถึงวิธีที่เป็นที่นิยมที่สุดก็คือการใช้สไลด์ฉายภาพ เพราะมนุษย์จะตอบสนองต่อภาพได้ดีกว่าการฟังเพียงอย่างเดียว ผู้พูดหลายคนเลือกที่จะใส่ข้อความตัวอักษรเข้าไปในสไลด์เพื่อหวังจะให้มียารละเอียดยศครบที่สุด ซึ่งนั่นเป็นการกระทำที่ผิด เพราะผู้ชมจะให้ความสนใจกับการอ่านข้อความโดยไม่สนใจฟังผู้พูดและทำให้การนำเสนอไม่น่าเบื่อ และวิทยากรยังได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการพูดที่จะส่งสารได้อย่างมีประสิทธิภาพคือต้องสบตาผู้ชม และพูดให้มีจังหวะพักด้วย

หัวข้อที่สองเป็นการพูดสรุปปิดท้ายส่วนการบรรยายทั้งหมด มีเนื้อหาเกี่ยวกับการสร้างแรงบันดาลใจให้แก่วิศวกรทุกคนที่จะมุ่งหน้าสู่การเป็นนักวิจัย ซึ่งเป็นหัวข้อที่เรียกได้ว่าดีที่สุดของกิจกรรมส่วนนี้ เพราะเราได้เรียนรู้ฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์กันมานานแล้ว การพูดถึงผลกระทบต่อสังคมเป็นเสมือนการเติมพลัง ทำให้เรารู้สึกว่าสิ่งที่กำลังทำอยู่มีความสำคัญมากเพียงใด และอนาคตของนักวิจัยนั้นมีเส้นทางให้ไปได้มากมายเพื่อเป็นพลังขับเคลื่อนสังคม

2. การเยี่ยมชมสถานที่

ในโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนที่สถาบัน GSI ได้มีการจัดให้นักศึกษาได้มีโอกาสได้เข้าเยี่ยมชมสถานที่ต่างๆ ภายในสถาบัน GSI ซึ่งมีสถานที่สำหรับการทดลองอยู่หลายที่มาก ทางสถาบันจึงจัดให้นักศึกษาเข้าชมสถานที่ที่พร้อมจะให้นักศึกษาได้เข้าไป และเป็นสถานที่ที่มีการทดลองที่โดดเด่น โดยสถานที่ต่างๆ ที่ได้ไปเยี่ยมชม ได้แก่ UNILAC, Material Science Cave, SHIP-SHIPTRAP, Green Cube, Medical Cave, CRYRING, HADES, และ ESR

2.1 UNILAC

UNILAC (Universal Linear ACcelerator) เป็นเครื่องเร่งอนุภาคแบบเส้นตรง ถูกใช้เป็นเครื่องเร่งอนุภาคตั้งต้นสำหรับการเร่งอนุภาคที่มีประจุที่ถูกสร้างในแหล่งกำเนิดไอออน (ion source) ซึ่งไอออนดังกล่าวถูกเร่งให้มีความเร็วประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ของความเร็วแสง ก่อนที่จะถูกส่งให้เร่งต่อไปในเครื่องเร่งอนุภาคแบบวงกลมที่เรียก



(a)

(b)

(c)

รูปที่ 1.1 (a) วิทยากรกำลังบรรยายเกี่ยวกับ UNILAC หน้าเครื่องกำเนิดไอออน (b) รูปถ่ายพาโนรามาของ UNILAC (c) ห้องควบคุม UNILAC

ว่า SIS18 นักศึกษาในโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนได้เข้าเยี่ยมชมในส่วนหนึ่งของแหล่งกำเนิดไอออน บริเวณนอกเครื่องเร่งอนุภาค UNILAC และห้องควบคุมหลักของเครื่องเร่งอนุภาคนี้

2.2 Material Science Cave

Material Science Cave เป็นสถานที่สำหรับวิจัยด้านวัสดุศาสตร์ที่อยู่ใกล้กับเครื่องเร่งอนุภาค UNILAC ซึ่งเป็นแหล่งจ่ายไอออนที่ใช้ในการวิจัยนี้ ที่นี่ยังมีการทดลองอยู่ 3 การทดลอง การทดลองแรก คือ การทดลองสเปกโตรสโคปี เป็นการทดลองที่ศึกษาการแผ่รังสีของวัสดุที่สนใจ การทดลองถัดมา คือ การศึกษาการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ เพื่อศึกษาโครงสร้างของวัสดุ และการทดลองสุดท้าย คือ การศึกษาพื้นผิวของวัสดุด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน



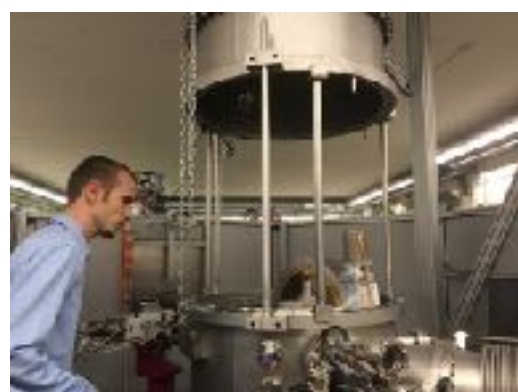
(a)



(b)



(c)



(d)

รูปที่ 1.2 (a) บรรยากาศในห้องทดลองที่ Material Science Cave (b) อุปกรณ์การทดลองสเปกโตรสโคปี (c) ส่วนของการทดลองการศึกษาพื้นผิววัสดุด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (d) อุปกรณ์การทดลองการศึกษาการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์

2.3 SHIP-SHIPTRAP

Separator for Heavy Ion reaction Products (SHIP) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างไอออนหนักมาก (superheavy ion) ด้วยวิธีการที่เรียกว่ากระบวนการฟิวชันเย็น (Cold Fusion) โดยในอดีตได้มีการสร้างนิวเคลียสที่มีเลขอะตอมตั้งแต่ 107 ถึง 112 และในปัจจุบันยังมีความพยายามในการสร้างนิวเคลียสที่มีเลขอะตอมสูงขึ้น

SHIPTRAP เป็นกับดักไอออนที่เป็นส่วนเพิ่มเติมของการทดลอง SHIP เพื่อให้การวัดสมบัติของไอออนหนัก มาก เช่น มวล สเปกตรัม การเกิดปฏิกิริยาเคมีไอออน และการสลายตัวของนิวเคลียส สามารถทำได้แม่นยำมาก ขึ้น นอกจากนี้ยังใช้ในการส่งนิวเคลียสของธาตุหลังยูเรเนียม (transuranium nucleus) ให้แก่การทดลองอื่นๆ ได้ด้วย



(a)



(b)



(c)



(d)

รูปที่ 1.3 (a) รูปของเครื่อง SHIP (b) ห้องควบคุม SHIP (c) วิทยากรบรรยายเกี่ยวกับอุปกรณ์ SHIPTRAP (d) วิทยากรบรรยายในห้องทดลองเกี่ยวกับสเปกโตรสโคปีเลเซอร์

2.4 Green Cube

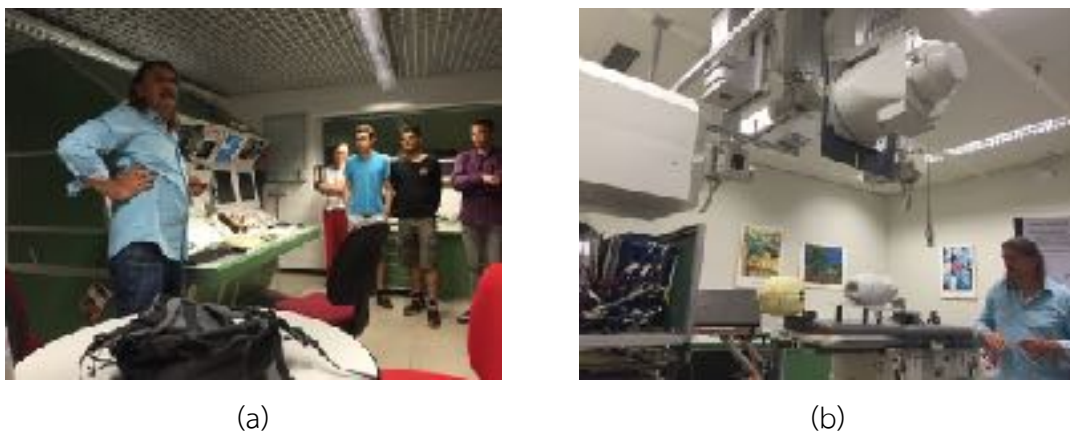
Green Cube เป็นชื่อเรียกของอาคารที่เป็นศูนย์กลางในการเก็บฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ เป็นอาคารที่มีเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ ซึ่งถูกใช้เป็นศูนย์กลางของซูเปอร์คอมพิวเตอร์ของสถาบัน GSI อาคารนี้มีทั้งหมด 6 ชั้น แต่ส่วนที่ให้นักศึกษาในโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเยี่ยมชมจะมีแค่ห้องเซิร์ฟเวอร์ที่เป็นแหล่งเก็บหน่วยประมวลผลกลาง และห้องควบคุมระบบทำความเย็นของอาคาร

2.5 Medical Cave

Medical Cave เป็นสถานที่วิจัยการใช้รังสีรักษาในทางการแพทย์ โดยรังสีดังกล่าว คือ ลำไอออนหนัก โดยการรักษาด้วยวิธีดังกล่าวเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อยๆ และในตอนนี้ได้มีการวิจัยเกี่ยวกับการรักษาเนื้องอกและมะเร็งด้วยวิธีนี้มากมายทั้งในประเทศเยอรมนีและประเทศอื่นๆ



รูปที่ 1.4 (a) อาคาร Green Cube (b) วิทยากรกำลังบรรยายเกี่ยวกับห้องเซิร์ฟเวอร์ (c) ภายในห้องควบคุมระบบทำความเย็น



รูปที่ 1.5 (a) ห้องควบคุมภายใน Medical Cave (b) ภายในห้องทดลองใน Medical Cave

2.6 CRYRING

CRYRING เป็นวงแหวนกักเก็บไอออน ถูกใช้ในการกักเก็บและลดพลังงานของไอออนหนักที่มาจาก การทดลองอื่น ไอออนที่มีพลังงานสูงจะถูกลดพลังงานลงจนเหลือประมาณ 100 keV/อนุภาค และยังทำให้อายุไขของลำ ไอออนเพิ่มขึ้นอีกด้วย



รูปที่ 1.6 (a) วิทยากรกำลังบรรยายเกี่ยวกับวงแหวน CRYRING (b) วิทยากรพาไปเยี่ยมชมส่วนต่างๆ ของวงแหวน CRYRING Cave

2.7 HADES

HADES เป็นสเปกโตรมิเตอร์ที่มาหน้าตัดกว้าง ใช้ในการตรวจวัดอนุภาคที่เกิดจากการสลายตัว เนื่องจากพื้นที่หน้าตัดที่มีขนาดใหญ่ ทำให้ตรวจวัดอนุภาคที่มีโอกาสพบยากได้มากขึ้น HADES ประกอบด้วยอุปกรณ์หลายส่วน ทั้งท่อร้อยนำไฟฟ้ายิ่งยวด ระบบตรวจวัดรังสี Cherenkov และระบบอื่นๆ ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของ HADES



รูปที่ 1.7 ส่วนหนึ่งของเครื่อง HADES

2.8 ESR

ESR เป็นวงแหวนกักเก็บไอออนที่สามารถรักษากระแสไฟฟ้าของลำไอออนได้มากที่สุด เป็นวงแหวนกักเก็บไอออนเดียวที่สามารถกักเก็บอนุภาคได้หลายชนิดตั้งแต่นิวเคลียสของฮีเลียมไปจนถึงยูเรเนียม และความเร็วของอนุภาคในช่วงตั้งแต่ 10 เปอร์เซ็นต์ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ของความเร็วแสง ดังนั้น ESR เป็นวงแหวนที่สามารถทำการทดลองกับไอออนหนักชนิดใหม่ได้



รูปที่ 1.8 วิธยากอธิบายเกี่ยวกับอุปกรณ์ส่วนต่างๆ ของวงแหวน ESR

3. การนำเสนอผลงาน

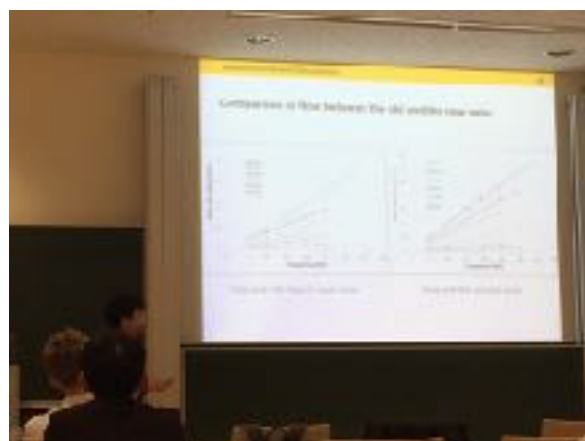
นักศึกษาที่เข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนทุกคนจะต้องจัดทำสรุปโครงงานที่ร่วมทำกับเจ้าหน้าที่ของสถาบัน GSI ในรูปแบบของรายงานและการนำเสนอหน้าห้อง

รายงานสรุปโครงงานของแต่ละคนต้องความยาวไม่เกิน 4 หน้ากระดาษ โดยใช้ต้นแบบของเอกสารตามไฟล์ที่ให้ไว้ในหน้าเว็บไซต์ของโครงการที่สามารถเข้าถึงได้จากภายในสถาบัน GSI เท่านั้น เมื่อนักศึกษาแต่ละคนจัดทำรายงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องมื่อนักศึกษาในโครงการสองคนเป็นผู้รวบรวมรายงานทั้งหมด และออกแบบรูปแบบของเล่มกันเอง ทั้งปกหนังสือรายงานและรูปภาพท้ายเล่ม เมื่อถึงเวลาที่กำหนดจะต้องส่งต้นฉบับให้โรงพิมพ์เพื่อพิมพ์เล่มเอกสารให้นักศึกษาทุกคน

นอกจากนี้ ในสัปดาห์สุดท้ายของโครงการจะมีการนำเสนอสรุปโครงงานดังกล่าว เป็นการนำเสนอในรูปแบบการบรรยาย โดยให้เวลา 20 นาทีในการบรรยาย และมีช่วงถาม-ตอบท้ายการบรรยายเป็นเวลา 5 นาที นักศึกษาที่เข้าร่วมโครงการทุกคนจะต้องจัดเวลาตนเอง และในแต่ละวันจะต้องมีนักศึกษาหนึ่งคนทำหน้าที่เป็นประธาน (chairman) ของการสัมมนา ทำหน้าที่ประกาศหัวข้อและอำนวยความสะดวกให้ผู้บรรยายก่อนที่จะเริ่มการบรรยาย



(a)



(b)

รูปที่ 1.9 การนำเสนอผลงานของนักศึกษาไทย (a) นายกฤตภัค นาเอี่ยม (b) นายวทีญญ พูลแสง

4. กิจกรรมอื่นๆ

นอกจากกิจกรรมทางวิชาการแล้ว ทางสถาบัน GSI ยังมีกิจกรรมอื่นๆ ให้นักศึกษาที่เข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนได้เข้าร่วม ดังนี้

4.1 กิจกรรมวอร์คแรल्ली

กิจกรรมวอร์คแรल्ली (Pedestrian rally) เป็นกิจกรรมให้นักศึกษาที่เข้าร่วมโครงการทุกคนได้ทำความรู้จักกับสถานที่ต่างๆ ภายในเมือง Darmstadt และให้นักศึกษาได้เรียนรู้เกี่ยวกับประวัติศาสตร์และความเป็นมาของสถานที่ต่างๆ จัดขึ้นในวันที่ 29 กรกฎาคม พ.ศ. 2560 โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็นกลุ่มย่อย แต่ละกลุ่มจะได้รับเอกสารกลุ่มละ

หนึ่งชุด เป็นเอกสารที่มีคำบรรยายเกี่ยวกับสถานที่ต่างๆ แต่มีช่องว่างให้นักศึกษาไปหาคำตอบ นอกจากนี้ในเอกสารยังระบุภารกิจที่ต้องทำสำหรับแต่ละกลุ่ม กลุ่มที่สามารถหาคำตอบได้มากที่สุดและปฏิบัติตามภารกิจได้สำเร็จจะได้รับรางวัลจากสถาบัน GSI

4.2 กิจกรรมปิ้งย่าง

งานเลี้ยงปิ้งย่าง (Grill party) เป็นกิจกรรมที่นักศึกษาในโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนทุกคนเป็นเจ้าของภาพในการจัดงานเลี้ยงบาร์บีคิว โดยมีแขกร่วมงานเป็นที่ปรึกษาโครงการงาน ผู้บรรยายแลกเปลี่ยนต่างๆ เจ้าหน้าที่และอดีตนักศึกษาในโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อน กิจกรรมนี้จัดขึ้นในวันที่ 10 สิงหาคม พ.ศ. 2560 เป็นงานเลี้ยงที่ทุกคนมีส่วนร่วมกันเพื่อเป็นเจ้าภาพงานเลี้ยงที่ดี มีการพลัดกันทำบาร์บีคิว และมีคอนเสิร์ตที่แสดงโดยนักวิจัยของสถาบัน GSI

4.3 การแข่งขันฟุตบอล

ในวันที่ 26 สิงหาคม พ.ศ. 2560 ได้มีการจัดแข่งขันฟุตบอลของสถาบัน GSI ขึ้น โดยผู้เข้าแข่งขันมีทั้งนักวิจัยเจ้าหน้าที่ และนักศึกษาในโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อน ซึ่งจัดเป็นประจำทุกปี สถานที่จัดการแข่งขันอยู่ในสนามกีฬาใกล้กับสวนสาธารณะที่อยู่ไม่ห่างจาก Arheilgen มากนัก

นอกจากกิจกรรมที่นักศึกษาทุกคนที่เข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนมีส่วนร่วมดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังมีชมรมกีฬาประเภทต่างๆ ที่นักศึกษาสามารถเข้าร่วมได้ เช่น ชมรมไคโด ชมรมป้องกัน เป็นต้น นักศึกษาสามารถใช้สนามฟุตบอลได้โดยมีการจองเวลาไว้ นอกจากนี้ยังมีชมรมภาพยนตร์ที่นักศึกษาในโครงการเป็นผู้ดูแล โดยมีการชมภาพยนตร์และรับประทานอาหารเย็นร่วมกันทุกวันพุธ



รูปที่ 1.10 ภาพหมู่ของนักศึกษาหลังจบกิจกรรมแรลลี่



รูปที่ 1.11 ขณะเตรียมอาหารสำหรับกิจกรรมปิ้งย่าง



รูปที่ 1.12 การแสดงดนตรีสดของวงดนตรีจาก GSI



รูปที่ 1.13 ทีมฟุตบอล The Broken Bones ของนักศึกษาภาคฤดูร้อน

บทที่ 2

งานวิจัยที่ทำร่วมกับ GSI

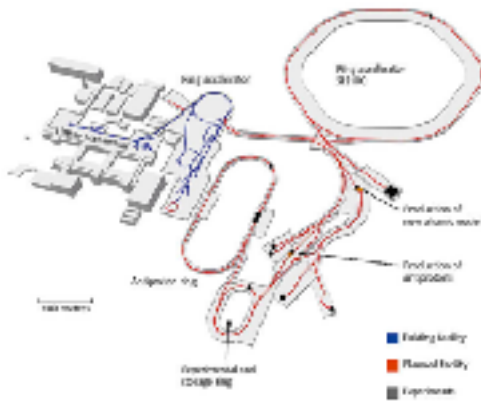
1. GSI Pulsed gas stripper โดย นายวาทัญญู พุแสง

โครงการสถานีวิจัยแอนติโปรตอนและไอออน (Facility for Antiproton and Ion Research : FAIR) ที่กำลังก่อสร้าง ณ สถาบัน GSI นั้นต้องการลำอนุภาคไอออนหนักที่มีความเข้มสูง โดยเครื่องเร่งอนุภาคเชิงเส้น UNILAC ได้ถูกวางแผนให้เป็นระบบป้อน (injector system) ลำอนุภาคแก่ FAIR การที่จะไปถึงเงื่อนไขนั้นได้ gas stripper จึงถูกพัฒนาให้ใช้ระบบจ่ายแก๊สแบบห้วง เรียกว่า pulsed gas stripper

หลักการทำงานของ pulsed gas stripper คือการดึงอิเล็กตรอนบางส่วนออกจากไอออนโดยใช้การชนระหว่างไอออนกับโมเลกุลของแก๊ส เรียกว่ากระบวนการ charge stripping ทำให้ไอออนมีค่าประจุสูงขึ้น การที่ไอออนมีค่าประจุสูงขึ้นทำให้มันถูกเร่งได้ง่ายขึ้น เนื่องจากแรงลอเรนซ์ระหว่างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและอนุภาคมีค่าแปรผันตรงตามขนาดประจุ ผลคือการเร่งอนุภาคประจุสูงไปยังพลังงานคงที่ค่าหนึ่งจะใช้พลังงานที่น้อยกว่าอนุภาคที่มีประจุต่ำ หรือเรียกอีกอย่างว่าประสิทธิภาพการเร่ง (acceleration efficiency) มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อสถานะประจุเพิ่มขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ข้าพเจ้าได้ศึกษานี้คือการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวาล์วแก๊สสองชนิดเนื่องจาก การใช้งาน pulsed gas stripper กับ UNILAC ที่ผ่านมาได้ถูกตรวจพบว่ามีกรั่วไหลของแก๊สไฮโดรเจนผ่านวาล์วที่อยู่ภายใน ดังนั้นเพื่อให้อุปกรณ์นี้ยังคงใช้งานได้กับ FAIR จึงจำเป็นต้องศึกษาการทำงานของวาล์วแก๊สตัวใหม่ และด้วยเหตุนี้ หน่วยทดสอบวาล์วได้ถูกสร้างขึ้นและเริ่มดำเนินการทดลองด้วยแก๊สไนโตรเจนในขั้นแรก (สาเหตุที่ยังไม่ใช้ไฮโดรเจนเพราะการใช้งานไฮโดรเจนต้องการระบบลำเลียงที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อไม่ให้เกิดการระเบิดเมื่อรวมกับออกซิเจนในอากาศ) โดยมีเป้าหมายคือจำลองเงื่อนไขการทำงานจริงจาก UNILAC แล้วนำอัตราการไหลของแก๊สผ่านวาล์วตัวเก่ากับวาล์วตัวใหม่มาเปรียบเทียบกัน ตัวแปรที่ทำการศึกษา ได้แก่ ช่วงเวลาเปิดวาล์ว ความถี่และความดันบนวาล์ว

รายละเอียดของการจัดการทดลองและผลการทดลองสามารถอ่านเพิ่มเติมได้จากรายงานเชิงวิชาการในส่วนของภาคผนวก B



รูปที่ 2.5 โครงการ FAIR ที่กำลังก่อสร้าง (สีแดง) เพิ่มเติมจากระบบ UNILAC และระบบกักเก็บอนุภาคที่มีอยู่แล้ว (สีน้ำเงิน)

รูปที่ 2.6 ภาพถ่าย stripper chamber ซึ่งเป็นส่วนที่เกิดกระบวนการ charge stripping

2. กักตักไอออนเลเซอร์ความเข้มสูง (HILITE) โดย นายกฤตภัก นาเอี่ยม

โครงการที่ข้าพเจ้ามีส่วนร่วมในโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนที่สถาบัน GSI เป็นส่วนหนึ่งของโครงการที่เรียกว่าการทดลองกักตักไอออนเลเซอร์ความเข้มสูง (High Intensity Laser Ion Trap Experiment, HILITE) เป็นการทดลองที่ศึกษาอันตรกิริยาระหว่างไอออนและอนุภาคโฟตอน ในสถานะที่ไอออนอยู่ในบริเวณที่มีโฟตอนอยู่เป็นจำนวนมาก ในปัจจุบัน การทดลองนี้แบ่งออกเป็นสองส่วนย่อย ส่วนแรก คือ การประกอบกับดักเพนนิ่ง (Penning Trap) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการกักเก็บอนุภาคที่ต้องการจะทำการทดลองไว้ และส่วนที่สอง คือ การสร้างแหล่งกำเนิดไอออนที่เรียกว่ากักตักไอออนลำอิเล็กตรอน (Electron Beam Ion Trap, EBIT)



รูปที่ 2.1 ชุดอุปกรณ์การทดลองกับดักเพนนิ่ง

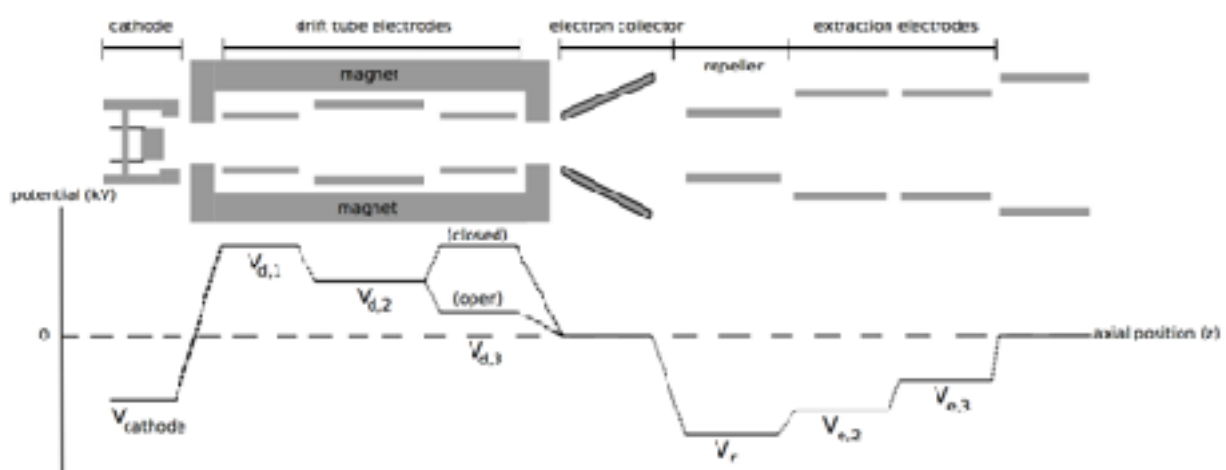


รูปที่ 2.2 ชุดอุปกรณ์กับดักไอออนลำอิเล็กตรอน

ข้าพเจ้าได้มีส่วนร่วมในการทดลองนี้ทั้งสองส่วน ส่วนมากข้าพเจ้าได้รับมอบหมายให้ศึกษาและทำการทดลองเกี่ยวกับกับดักไอออนลำอิเล็กตรอน เนื่องจากกับดักเพนนิ่งยังไม่พร้อมใช้งาน แต่กับดักไอออนลำอิเล็กตรอนมีความพร้อมในการใช้งานมากกว่า ในที่นี้จะกล่าวถึงการมีส่วนร่วมของข้าพเจ้ากับการทดลองทั้งสองส่วน ดังต่อไปนี้

1. กับดักไอออนลำอิเล็กตรอน

กับดักไอออนลำอิเล็กตรอน คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตและกักเก็บไอออนไว้ภายใน โดยทั่วไปถูกใช้งานในด้านการผลิตไอออนและการศึกษาสมบัติของไอออนในด้านสเปกโตรสโคปี เนื่องจากความคล่องตัวในการขนย้าย และใช้พื้นที่ในการจัดเก็บน้อย กับดักไอออนลำอิเล็กตรอนจึงถูกใช้ในการทดลองนี้



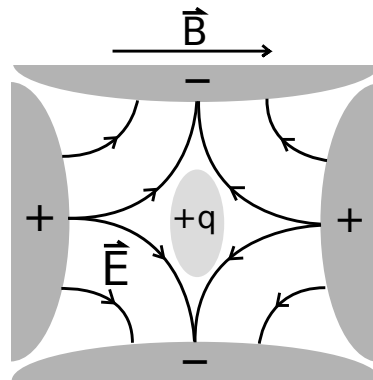
รูปที่ 2.3 รูปร่างง่ายของโครงสร้างกับดักไอออนลำอิเล็กตรอนและศักย์ไฟฟ้าที่ให้แก่วัสดุแต่ละชิ้น

กับดักไอออนลำอิเล็กตรอนแบ่งออกเป็นสามส่วนประกอบย่อย ส่วนแรก คือ ปืนอิเล็กตรอน (electron gun) เป็นหัวไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอน เมื่อให้กระแสไฟฟ้าจะทำให้อิเล็กตรอนในหัวไฟฟ้านี้หลุดออกมาเป็นอิเล็กตรอนอิสระ ส่วนที่สอง คือ ท่อลอยเลื่อน (drift tube) ประกอบไปด้วยหัวไฟฟ้าสามหัวและแม่เหล็ก ทำหน้าที่เป็นบริเวณที่ผลิตไอออนและกักเก็บไอออนที่มีประจุบวกให้อยู่ภายใน และส่วนสุดท้าย คือ ส่วนที่ใช้ในการปรับ

เส้นทางการเคลื่อนที่ของไอออน เมื่อไอออนออกมาจากบริเวณท่อลอยเลื่อน ไอออนจะออกมาผ่านส่วนนี้และเส้นทางการเคลื่อนที่ของไอออนจะเปลี่ยนแปลงไป ลักษณะของลำไอออนจะเปลี่ยนแปลงไปด้วยการเปลี่ยนศักย์ไฟฟ้าที่ให้ แก่ขั้วไฟฟ้าแต่ละขั้ว

ข้าพเจ้าได้มีส่วนร่วมในการทำงานกับกับดักไอออนลำอิเล็กตรอนตั้งแต่การหาสาเหตุที่ทำให้ไม่พบสัญญาณของไอออน การแยกส่วนประกอบของกับดักไอออนลำอิเล็กตรอน การประกอบกับดักไอออนลำอิเล็กตรอน การแยกส่วนประกอบของชุดอุปกรณ์ทดสอบลำไอออน การประกอบชุดอุปกรณ์ทดสอบลำไอออน รวมไปถึงการวัดสัญญาณไอออนหลังจากที่ปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ทดสอบลำไอออนจนกระทั่งวัดสัญญาณไอออนได้ จากนั้นเราได้ทำการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ที่ให้แก่วัสดุไฟฟ้าใน Wien filter กับความเร็วของไอออนที่ตกกระทบด้วยฟาราเดย์ นอกจากนี้ เรายังได้มีส่วนช่วยในการทดลองอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับกับดักไอออนลำอิเล็กตรอนและชุดอุปกรณ์ทดสอบลำไอออน เช่น สเปกโตรสโคปีรังสีเอ็กซ์ การหาความสัมพันธ์ระหว่างศักย์ไฟฟ้าที่ให้แก่วัสดุไฟฟ้าใกล้ด้วยฟาราเดย์ กับความแรงของสัญญาณของไอออน และการหาความสัมพันธ์ของศักย์ไฟฟ้าที่ให้แก่วัสดุไฟฟ้าสะท้อนอิเล็กตรอนในกับดักไอออนลำอิเล็กตรอนกับกระแสไฟฟ้าของลำอิเล็กตรอน เป็นต้น

2. กับดักเพนนิ่ง



รูปที่ 2.4 รูปอย่างง่ายของกับดักเพนนิ่ง

กับดักเพนนิ่ง คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการกักเก็บอนุภาคที่มีประจุเนื่องจากผลของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก ประกอบด้วยขั้วไฟฟ้าสี่ขั้วและแม่เหล็ก โดยสนามไฟฟ้าทำให้อนุภาคที่มีประจุถูกกักตามแนวแกนและสนามแม่เหล็กทำให้อนุภาคนั้นถูกกักตามแนวรัศมีของกับดักเพนนิ่ง

โดยทั่วไป กับดักเพนนิ่งถูกใช้ในการวัดสมบัติของอนุภาคที่มีประจุได้อย่างแม่นยำ แต่ในการทดลองนี้ กับดักเพนนิ่งถูกใช้ในการกักเก็บไอออน และฉายเลเซอร์เพื่อศึกษาปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นกับไอออนในบริเวณที่มีโฟตอนจำนวนมาก เช่น การไอออไนซ์หลายโฟตอน (multi-photon ionization) เป็นต้น

ข้าพเจ้าได้มีส่วนร่วมในการทำงานเกี่ยวกับกับดักเพนนิ่ง คือ การช่วยประกอบกับดักเพนนิ่งและการซ่อมแซมส่วนที่เสียหาย ซึ่งในส่วนนี้ ข้าพเจ้าได้รับประสบการณ์การทำงานในด้านการใช้เครื่องมือในด้านงานช่าง เช่น เครื่องเจาะ สว่าน เครื่องกลึง เครื่องตัดเหล็ก เลื่อย และอื่นๆ ข้าพเจ้าได้ทำงานประเภทนี้เป็นครั้งแรก จึงอาจทำได้ไม่ดี แต่ทุกคนในกลุ่มวิจัยได้ให้คำแนะนำเรื่องการทำงานช่างอย่างใกล้ชิด นับว่าเป็นประสบการณ์อันล้ำค่าอย่างหนึ่งในชีวิตของข้าพเจ้า

บทที่ 3

บันทึกประสบการณ์

1. นายวาทัญญู พูแสง

สัปดาห์ที่ 1 (22 ก.ค. - 30 ก.ค. 2560)

- การปรับตัว

สัปดาห์นี้เป็นช่วงของการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่ ในตอนแรกผมคิดว่าการมาอยู่ที่นี่ (เยอรมนี) ไม่น่าจะเป็นเรื่องใหญ่ เพราะมีประสบการณ์การใช้ชีวิตในต่างประเทศมากพอสมควร แต่แล้วผมก็ต้องประหลาดใจเมื่อพบว่าประเทศนี้มีอะไรหลายอย่างที่ไม่เหมือนกับในประเทศอื่นๆ สิ่งแรกคือระบบจำหน่ายตั๋วรถที่ค่อนข้างซับซ้อน มีหลาย option ให้เลือกมากมาย เช่น เดินทางคนเดียวหรือเป็นกลุ่ม เดินทางเที่ยวเดียวหรือเหมาเป็นวัน ต้องการเฉพาะบัส เฉพาะรถไฟหรือรวมกัน ต้องการเส้นทางที่เร็วที่สุดหรือถูกที่สุด เป็นต้น ซึ่งต่างจากในหลายๆ ประเทศรวมถึงไทย ที่สามารถใช้บัตร smart pass จ่ายค่าตัวโดยสารได้เลยโดยไม่ต้องต่อแถวซื้อ ซึ่งผมคิดว่าเป็นสิ่งที่ควรมีในเยอรมนี นอกจากนี้การใช้บัตร smart pass ยังจะเป็นการลดภาระในการวางแผนการเดินทาง เพราะผู้โดยสารไม่ต้องกังวลว่าจะเดินทางไปไหน จะต้องซื้อตั๋วแบบใด เพียงแค่แตะบัตรตอนขึ้นรถและแตะอีกทีตอนลงรถเท่านั้น สิ่งที่สองที่ทำให้ผมตกใจก็ยังไม่พ้นเรื่องระบบขนส่ง ในตอนแรกผมคิดว่าประเทศที่ระบบขนส่งมวลชนดีและครอบคลุมมากอย่างเยอรมนีนั้นค่าโดยสารจะมีราคาถูก แต่เมื่อได้พบกับความจริงที่ว่าการนั่งรถไฟเพียง 1 สถานีนั้นคิดเป็นเงินถึง 2.6 ยูโร หรือประมาณ 100 บาท ก็เริ่มทำให้ผมหยุดความคิดที่ว่าจะนั่งรถไฟไปทำงานได้เลย

อีกสิ่งหนึ่งที่ต่างจากไทยอย่างมากคือค่าโทรศัพท์ ซึ่งถือว่าแพงมากเมื่อเทียบกับปริมาณ data ที่ได้ โดยทั่วไป 2 GB นั้นมีราคาสูงถึง 15 ยูโร ยิ่งไปกว่านั้นคือสัญญาณที่ไม่ครอบคลุมเท่าไร เช่นที่ GSI แทบจะไม่มีสัญญาณเลย ซึ่งหากเป็นไทยแล้ว ราคานี้สามารถใช้อินเทอร์เน็ตได้มากถึง 10 GB และต่อให้ไปแถบชนเมืองก็ยังมีสัญญาณ 4G อยู่

- เริ่มโครงการ

ส่วนภาระงานในสัปดาห์นี้ส่วนใหญ่เป็นเพียงการเข้าฟังบรรยายเท่านั้น โดยใน 5 วัน จัดเป็นการบรรยาย 4 วัน ส่วนอีก 1 วันเป็นการพบปะกับติวเตอร์¹ การบรรยายมีบรรยากาศเหมือนกับการเรียนที่มหาวิทยาลัยไม่ผิดเพี้ยน คือมีอาจารย์พูดถึงเรื่องบางอย่างที่ยากมากและมีบางคนแอบหลับ โดยแต่ละวันจะมีหัวข้อบรรยายอย่างมากที่สุด 3 เรื่องต่อวัน เรื่องละ 1 ชั่วโมง 30 นาที และจะปิดท้ายด้วยการเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการต่างๆ ภายในสถาบัน สำหรับการพบปะติวเตอร์สำหรับผมนั้นเป็นไปด้วยความสังสรรค์อย่างมาก เนื่องจากหนึ่งในติวเตอร์ (จากทั้งหมด 3 คน) เป็นคนมีอารมณ์ขันชอบพูดตลกตลอดเวลา ส่วนอีกสองคนที่เหลือก็มีอัธยาศัยดี ช่วยเหลือและคอยดูแลเป็นอย่างดี

¹ ติวเตอร์ (tutor) หมายถึง ที่ปรึกษางานวิจัย (advisor) โดยในโปรแกรมนี้มีการใช้คำว่าติวเตอร์อย่างแพร่หลาย

ทำให้ผมรู้สึกว่าการกำลังทำงานกับเพื่อนร่วมงานไม่ใช่หัวหน้าหรืออาจารย์ โดยสิ่งที่ได้ทำในวันแรกนั้นก็แค่เป็นเพียงการพาไปรู้จักห้องทำงาน ห้องทดลองและสถานที่ติดต่องานต่างๆ รวมถึงอธิบายงานที่ผมต้องทำ

สัปดาห์ที่ 2 (31 ก.ค. - 6 ส.ค.)

- การใช้ชีวิตในเยอรมนี

สัปดาห์นี้การใช้ชีวิตเริ่มลงตัวมากขึ้น ในส่วนของการบริหารเงินตั้งเป้าไว้วันละไม่เกิน 15 ยูโร เพื่อให้มีเหลือเก็บและมีเหลือพอสำหรับท่องเที่ยวในบางโอกาส ซึ่งถ้าคำนวณจริงๆ แล้วจำนวนเงินเท่านี้ถือว่าเพียงพอสำหรับวันทำงานที่ไม่จำเป็นต้องซื้ออะไรมาก ข้าวเช้ามีบริการที่โรงแรม ไปทำงานโดยการปั่นจักรยาน (ได้ทั้งความประหยัดและออกกำลังกายไปในตัว) ข้าวกลางวันที่ร้านอาหารเฉลี่ยแล้วมื้อละ 6 ยูโร กาแฟแก้วละ 1.4 ยูโร น้ำเปล่ามีบริการฟรีที่ร้านอาหาร หรือหากต้องการซื้อเป็นขวดก็เพียง 1 ยูโรเท่านั้น ตกเย็นมากก็สามารถไปซื้อของที่ซูเปอร์มาเก็ตมาตุ๋นไว้ทำอาหารเย็นได้อีกอย่างสบายๆ ซึ่งราคาของที่ซูเปอร์มาเก็ตจะถูกมาก ประมาณว่า 7 ยูโร สามารถซื้อน้ำขวดลิตร ได้ 2 ขวด โยเกิร์ต 1 แพ็ค เส้นสปาเก็ตตี้ 1 ซอง พร็อมซอส 1 ขวด และผลไม้อีก 2 อย่าง และถือเป็นการออกกำลังกายไปในตัว ทั้งยังสามารถควบคุมเวลาเองได้ โดยใช้เวลาเพียง 15 นาที จากโรงแรม หากขึ้นรถไฟจะใช้เวลาเดินทางรวมเวลาต่อรถทั้งหมด 30 นาที จึงเก็บทางเลือกนี้ไว้เฉพาะวันที่จักรยานเสียหรือวันที่ฝนตกเท่านั้น

- เริ่มทำงาน

การทำงานในสัปดาห์นี้มีความคืบหน้าเป็นอย่างมาก เนื่องจากการฟังบรรยายลดลงเหลือเพียง 2 วัน เวลาส่วนใหญ่จึงถูกใช้ไปกับการทำงาน โดยงานที่ผมทำเป็นการศึกษาเกี่ยวกับส่วนประกอบหนึ่งของเครื่องเร่งอนุภาค เรียกว่า gas stripper โดยเป็นส่วนที่เพิ่มความเป็นประจุ (charge state) ให้กับลำอนุภาคที่ต้องการเร่ง เนื่องจากที่ GSI นี้ทำการศึกษาไอออนหนักเป็นหลัก การเร่งอนุภาคที่มีมวลมากนั้นจำเป็นต้องใช้สนามไฟฟ้าความเข้มสูง การเพิ่มความเข้มประจุจะทำให้อันตรกิริยาระหว่างสนามไฟฟ้าและอนุภาคเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้อนุภาคถูกเร่งได้ง่ายขึ้น ขอบเขตของงานคือเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหัวฉีด 2 ชนิด คือชนิดที่ออกแบบมาสำหรับน้ำมัน และชนิดที่ออกแบบมาสำหรับแก๊ส สิ่งที่ได้ทำในสัปดาห์นี้เป็นการออกแบบระบบท่อลำเลียงแก๊สใหม่ จากเดิมที่ท่อเชื่อมระหว่างถังแก๊สเข้าสู่ระบบ² โดยตรง แต่เนื่องจากต้องติดอุปกรณ์วัดอัตราการไหลของแก๊ส เรียกว่า flowmeter เพิ่มเข้าไประหว่างถังแก๊สกับระบบ และด้วยความที่อุปกรณ์ตัวนี้มีน้ำหนักมาก เส้นทางลำเลียงแก๊สจึงต้องถูกเปลี่ยนให้ขนานไปกับรางเหล็ก เพื่อให้สามารถยึดจับ flowmeter ได้อย่างมั่นคง และสืบเนื่องจากการเปลี่ยนเส้นทางลำเลียงใหม่นี้ ผมจึงได้มีโอกาสวัด ตัด ดัด เชื่อมท่อเหล็ก ซึ่งทำไม่ยากเลย ชุดอุปกรณ์ที่เรียกว่า Swagelok ทำให้เราสามารถทำทุกอย่างได้เอง

² ระบบ ในที่นี้หมายถึง ระบบ gas stripper

สัปดาห์ที่ 3 (7 ส.ค. - 13 ส.ค.)

- แรงบันดาลใจ

สัปดาห์นี้ชั่วโมงบรรยายลดน้อยลงยิ่งกว่าสัปดาห์ที่แล้ว โดยมีเพียงหนึ่งวันเท่านั้นและเป็นเรื่องเกี่ยวกับการใช้เครื่องเร่งอนุภาคศึกษาฟิสิกส์ดาราศาสตร์ หัวข้อนี้เป็นหัวข้อที่ผมให้ความสนใจเป็นพิเศษ เนื่องจากมันเป็นการพบกันระหว่างฟิสิกส์สองแขนงที่ผมชอบ ดาราศาสตร์เป็นสิ่งที่เปิดโลกทัศน์ให้กับมนุษยชาติ การได้เรียนรู้ความลับของจักรวาลอันยิ่งใหญ่เป็นเรื่องที่น่าตื่นตาตื่นใจเสมอ แต่ลำพังวิชาดาราศาสตร์อาจทำให้เราแค่ “รู้จัก” จักรวาล แต่ไม่สามารถนำพลังของมันมาใช้สร้างความก้าวหน้าให้กับโลกได้ เครื่องเร่งอนุภาคคือสิ่งที่เข้ามาต่อยอดองค์ความรู้จากวิชาดาราศาสตร์ เหตุที่ผมกล่าวเช่นนี้เป็นเพราะเครื่องเร่งอนุภาคสามารถพาเราเข้าไปสู่กลไกพื้นฐานที่ควบคุมจักรวาลอย่าง อะตอม นิวเคลียสหรือแม้กระทั่งควาร์กได้ และเนื่องจากทุกสิ่งในจักรวาลต่างประกอบขึ้นจากสิ่งพื้นฐานเหล่านี้ ดังนั้นหากเรามีความรู้ที่จะควบคุมมัน ก็เท่ากับว่าเราสามารถสร้างสรรค์สิ่งที่ใดก็ตามที่เราปรารถนาขึ้นมาได้ เมื่อดาราศาสตร์ได้แนะนำดาวฤกษ์มากมายให้เราได้รู้จัก เครื่องเร่งอนุภาคก็พร้อมที่จะจำลองมันขึ้นมา เหมือนยกดาวมาไว้ในมือเรา ดังคำขวัญของโครงการ Facility for Antiproton and Ion Research หรือ FAIR ที่กำลังก่อสร้างว่า “Das Universum im Labor” แปลเป็นไทยได้ว่า “จักรวาลในห้องแล็บ”

- งานเลี้ยงพิเศษ

กิจกรรมพิเศษในสัปดาห์นี้คืองานเลี้ยงบาร์บีคิวหรือที่เรียกกันว่า grill party เป็นงานเลี้ยงที่พวกเรา Summer Student จัดการกันเองเป็นส่วนใหญ่โดยได้รับการสนับสนุนจาก GSI บางส่วน คืออุปกรณ์เครื่องเสียง เตาบาร์บีคิว เต้นท์และสไลด์บาร์ นอกจากนั้นเป็นการร่วมมือกันของนักศึกษาทั้งหมด ทั้งการสรรค์หาวัตถุดิบโดยมีการรวบรวมเงินจากทุกคน คนละ 20 ยูโร และมีตัวแทน 3-4 คนรับหน้าที่ไปซื้อของ เช่น หมู เนื้อ ไส้กรอก ถ่านไม้ จากซูเปอร์มาเก็ตตั้งแต่เช้ามืดเริ่มทำงานมาใส่ไว้ในตู้เย็น เมื่อถึงตอนเย็นที่ทุกคนเลิกงานแล้วก็มาช่วยกันเตรียมงานอย่างเต็มที่ บางคนขนของ บางคนเตรียมภาชนะใส่อาหาร บางคนก็ไปจุดไฟเตรียมย่างเนื้อไว้แล้ว ส่วนผมรับหน้าที่เป็นดีเจจึงต้องไปเช็คเครื่องเสียงและลิสต์เพลงไว้สำหรับเปิดในงาน

งานนี้ไม่ได้จัดเพื่อนักศึกษาเท่านั้น แต่เพื่อตัวเตอร์ของพวกเราด้วย ซึ่งคุณ Jörn Knoll ผู้ดูแล Summer Student Program ได้ยั้หนักหนาว่าให้เชิญตัวเตอร์มาให้ได้ อาจเพื่อต้องการให้เสริมสร้างมิตรสัมพันธ์ในบรรยากาศพักผ่อนบ้าง ซึ่งถือว่าได้ผลมากทีเดียว เพราะผมรู้สึกว่าได้คุยกับพอลซึ่งเป็นตัวเตอร์ของผมมากเป็นพิเศษ ทั้งที่เราเจอกันทุกวันและเขาก็เป็นคนอัธยาศัยดี แต่เรากลับแทบไม่มีโอกาสได้คุยเรื่องอื่นเลยนอกจากเรื่องงาน ในงานเลี้ยงครั้งนี้เราคุยกันอย่างถูกคอและมันทำให้ผมสนิทกับเขามากขึ้นนอกจากสรรพอาหารและเครื่องดื่มที่เตรียมไว้มากมายแล้ว ยังมีการแสดงดนตรีสดจากวงของนักวิจัยที่ GSI ด้วย ซึ่งเมื่อได้รู้ครั้งแรกว่าเหล่านักร้องนักดนตรีเป็นใคร ทำเอาผมตกใจเป็นอย่างมาก เพราะไม่คิดว่านักวิจัยที่ต้องทุ่มเทเวลาให้กับงานอันแสนยากนั้นจะมีเวลาไปเล่นดนตรีที่ก็ต้องฝึกไม้น้อยเช่นกัน มันทำให้ผมเห็นว่าเราสามารถเป็นนักวิจัยที่ทำงานให้ดีไปพร้อมกับทำสิ่งที่เราชอบให้เก่งได้ นับเป็นสิ่งที่ช่วยเติมไฟให้กับอนาคตการทำงานของผมอย่างมาก

สัปดาห์ที่ 4 (14 ส.ค. - 20 ส.ค.)

- คลาสเยอรมัน

สัปดาห์นี้มีสิ่งที่น่าสนใจเพิ่มเติมเข้ามาในตารางเวลาประจำของผม นั่นคือการเข้าชั้นเรียนภาษาเยอรมันอย่างเป็นทางการ ต้องขอขอบคุณ GSI ที่จัดชั้นเรียนพิเศษนี้ขึ้นมาไม่ว่าด้วยสาเหตุใดก็ตาม เพราะนี่คือสิ่งที่ผมคาดหวังมาตลอดตั้งแต่เริ่มทำงานที่นี่ เนื่องจากโดยส่วนตัวผมรู้สึกว่าการรู้ภาษาท้องถิ่นจะทำให้เรากลมกลืนเข้ากับผู้คนที่นี่ เข้าไปในอีกระดับ การพูดคุยจะง่ายขึ้น ปฏิกริยาของคนท้องถิ่นเมื่อคุยกับเราจะเปลี่ยนไปและยังทำให้เราสามารถรับข้อมูลที่ไม่ใช่ภาษาอังกฤษได้อีกด้วย ถือเป็นการลดช่องว่างทางความรู้สึกรู้สึกของการเป็นคนต่างถิ่นลงไปได้ดีทีเดียว

วันแรกของการเริ่มเรียนภาษา สิ่งแรกที่ทำให้ผมตกใจกลับไม่ใช่ภาษา แต่คือการที่มีนักเรียนทั้งหมด 4 คน รวมผม ซึ่งจัดว่าน้อยกว่าที่คิดไว้มาก ผมประมาณไว้ว่าน่าจะมีนักเรียนสัก 10 คน เป็นอย่างน้อย เพราะลำพัง summer student ก็เป็นคนต่างชาติถึง 31 คน และตอนที่มีการประกาศคลาสเรียนออกมาทุกคนก็ดูตื่นเต้นและแสดงความสนใจเป็นพิเศษ แต่มองอีกมุมคือการที่คนน้อยก็ถือเป็นสิ่งที่ดี เพราะอาจารย์จะได้ฝึกให้เราอย่างเต็มที่ และก็เป็นอย่างนั้นจริงๆ เพราะมีคำหนึ่งที่ผมออกเสียงไม่ชัด คือคำว่า 'Ich' ที่แปลว่า 'ฉัน' คำนี้จะออกเสียง ค ควายก็ไม่ใช่ จะ ช ช้างก็ไม่ถูก ต่อให้ออกเสียง ค ควายแล้วปิดท้ายด้วย ช ช้างก็ยังผิด แต่มันคือทุกอย่างที่มารวมกัน เมื่ออาจารย์เห็นดังนั้นจึงจัดการเทรนดัมเสียเป็นการใหญ่ ให้ออกเสียงซ้ำๆ จนกว่าจะถูก จนตอนนี้คำว่า Ich จึงกลายเป็นคำที่ผมเชี่ยวชาญเป็นพิเศษ

การเรียนในวันแรกเป็นไปอย่างมีความสุข เรายังไม่ได้เรียนอะไรกันมากนัก มีเพียงวลีและประโยคพื้นฐานที่ใช้ในการกล่าวทักทาย เช่น สวัสดีตอนเช้า คุณชื่ออะไร พักที่ไหน มาทำอะไรที่นี่ และแน่นอนเราเรียนคำว่าขอบคุณ ก่อนหน้านั้นผมมักจะกล่าวทักทายและขอบคุณเป็นภาษาอังกฤษ แต่หลายครั้งพนักงานในร้านอาหารมักจะพูดขอบคุณเราเป็นภาษาเยอรมัน เทียงวันนั้นหลังจากเลิกคลาสผมจึงกล่าวขอบคุณพนักงานที่ร้านอาหารด้วยสำเนียงที่ดีที่สุดกลับไปว่า 'ดังเก้อ ชุน' นั่นทำให้การสั่งอาหารดูเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย เพราะเราพูดภาษาเดียวกัน

- แนะนำตัวกับกลุ่มวิจัย

ถึงแม้การทำงานของผมที่นี่จะเริ่มมาเกือบหนึ่งเดือนแล้ว แต่ยังไม่มีความรู้ที่ผมได้แนะนำตัวให้กลุ่มอย่างเป็นทางการ เนื่องจากช่วงนี้เป็นช่วงวันหยุดของคนเยอรมัน และเป็นวันหยุดที่ยาวมากถึง 7 สัปดาห์ ในช่วงปลายเดือนกรกฎาคมที่ผมเริ่มงานจึงแทบไม่มีใครในกลุ่มมาทำงาน แต่หลายคนเริ่มทยอยกลับมาในช่วงสัปดาห์ที่แล้ว สัปดาห์นี้สมาชิกจึงอยู่กันอย่างพร้อมหน้า หัวหน้าจึงขอให้ผมพูดแนะนำตัวสั้นๆ ว่ามาจากไหน กลุ่มวิจัยที่ทำอยู่คืออะไร และงานที่เคยทำมาเกี่ยวกับอะไร ซึ่งถึงจะเป็นการพูดสั้นๆ แต่มันทำให้ผมรู้สึกว่าการที่เขาสนใจอยากรู้จักเรานั้นแปลว่าเขาให้ความสำคัญกับเรา ไม่ใช่คิดว่าเป็นเพียงนักศึกษาภาคฤดูร้อนที่มาทำงานเพียงชั่วคราว นั่นทำให้ผมพยายามมาทำงานให้ตรงเวลาตอน 9 โมงเช้าและกลับหลัง 4 โมงเย็น ถึงแม้ว่าจะไม่มีข้อบังคับจากส่วนใดออกมาว่านักศึกษาภาคฤดูร้อนต้องทำงานอย่างไร แต่ผมคิดว่ามันเป็นการแสดงถึงความรับผิดชอบ และเนื่องจากผมนั่งในห้องทำงานเดียวกับหัวหน้าใหญ่ของกลุ่ม การมาทำงานให้ตรงเวลาคงเป็นเรื่องพื้นฐานอย่างแรกที่คนเป็นหัวหน้าจะคาดหวังจากทีมงาน

สัปดาห์ที่ 5 (21 ส.ค. - 27 ส.ค.)

- ทำการทดลองมากมาย

สัปดาห์นี้เป็นสัปดาห์ที่สามารถพูดได้ว่าการทดลองเข้มข้นที่สุด ช่วงที่ผ่านมานอกจากจะมีฟังบรรยาย สัปดาห์ละ 2-3 วันแล้ว การทดลองก็ยังทำได้ไม่มากนัก เนื่องจากต้องรอของมาส่งหรือไม่ก็รอโรงงานกลผลิตชิ้นส่วน บางอย่างให้ จึงได้ขึ้นไปยังแลปเพียงวันละ 1 - 1.5 ชั่วโมงต่อวัน เพราะเมื่อจะลงมือทดลองก็มักจะพบส่วนที่ใช้การไม่ได้ บางส่วนถึงกับต้องออกแบบกันใหม่ เช่นกรณีของตัวยัดวาล์วแก๊ส ที่ต้องถอดวาล์วตัวจริงออกจากเครื่องไปให้ graphic engineer ใช้เป็นแบบในการเขียนรูปแล้วจึงส่งต่อไปให้โรงงานกลผลิต แต่โชคร้ายตรงที่คนงานหลายคนยังอยู่ในช่วงวันหยุดยาว เราจึงต้องรอไปอีกหนึ่งอาทิตย์กว่าจะได้ของ อาจดูเป็นช่วงเวลาที่ไม่น่าหนัก แต่เมื่อเทียบกับเวลาที่เหลืออยู่ของผมที่นั่นพบว่าหายใจไม่ทั่วท้องทีเดียว เมื่อเราได้ของทุกอย่างครบในสัปดาห์นี้เราจึงลงมือทำการทดลองอย่างบ้าคลั่ง มีอยู่วันหนึ่งที่ Paul กับผมปิดตัวอยู่ในแลปตลอดทั้งบ่าย เพราะมีตัวแปรหลายตัวให้ต้องศึกษา เพียงบ่ายวันนั้นเราได้ข้อมูลการทดลองที่สมบูรณ์ของสองชุด รวมแล้วกว่า 70 จุด นับเป็นวันทำงานคืบหน้ามหาศาล

- งานวันเกิด

ในสัปดาห์นี้มีวันเกิดเพื่อนชาวเยอรมันชื่อว่าเอสเตอร์ เธอออกความคิดว่าจะจัดงานเลี้ยงเล็กๆ สำหรับพวกเราที่โรงแรม โดยเธอรับผิดชอบเครื่องดื่ม ส่วนอาหารการกินขอให้ทุกคนทำอาหารประจำชาติตัวเองแล้วนำมาแบ่งกัน ส่วนตัวผมนั้นช่างไม่ถนัดการทำอาหารไทยที่แสนซับซ้อนเอาเสียเลย ส่วนใหญ่อาหารที่ทำเองก็จำพวกเนื้อทอดกับไข่ หรือไม่ก็สปาเก็ตตี้ราดซอสสำเร็จรูปกับไส้กรอก โจทย์งานวันเกิดในครั้งนี้จึงทำให้ผมถอดใจอย่างไม่ต้องสงสัย โดยคิดว่าจะหาซื้อเครื่องดื่มอื่นๆ ไปสมทบกับของเอสเตอร์น่าจะดีกว่า

แต่แล้วในขณะที่ผมกำลังคิดว่าอะไรคืออาหารไทยที่มีชื่อเสียงที่สุด สิ่งแรกที่คิดได้มีเพียงต้มยำกุ้งเท่านั้น เพราะผมมักจะเห็นมันบ่อยๆ เวลาเลือกซื้อบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป และที่สุดท้ายที่ผมเห็นบะหมี่รสต้มยำกุ้งคือซูปเปอร์มาเก็ตแถวโรงแรมที่ผมไปซื้อประจำนั่นเอง เหมือนเสียงบิงโกดังขึ้นในหัว เย็นวันนั้นผมจึงตรงไปที่ Edeka ซูปเปอร์มาเก็ตที่ว่า แล้วจัดแจงซื้อบะหมี่รสต้มยำกุ้งห่อใหญ่ 3 ห่อ พร้อมไข่หนึ่งแผงและเนื้อหมูสไลด์อีกหนึ่งห่อใหญ่ ตอนเตรียมอาหารผมใส่น้ำมากกว่าปกติเล็กน้อย เพื่อรักษารสชาติให้อยู่กลางๆ ไม่เผ็ดจนเกินไป (ถึงแม้ว่าสำหรับชาวไทยอย่างเราจะไม่รู้สึกว่ามันเผ็ดเลยก็ตาม)

เมื่อถึงเวลางานแต่ละคนก็ยกอาหารที่ตัวเองทำไปแข่งกันเต็มที่ บางคนทำมาถึงสองอย่างทั้งอาหารคาวและอาหารหวาน ส่วนผมก็ยกหม้อใบใหญ่ไปทั้งใบ บะหมี่ในน้ำซุปลีแดงเข้มข้นรสชาติจัดจ้านที่มีเนื้อหมูสไลด์บางและไข่ลวกสีส้มลอยอยู่บนหน้าก็ส่งกลิ่นหอมคลุ้งทันทีที่เปิดฝาดอก ระหว่างงานเลี้ยงพวกเราก็ผลัดกันชิมอาหารของเพื่อนๆ ทุกคนดูตื่นเต้นเมื่อเห็นบะหมี่ของผม มีเพื่อนชาวยูเครนคนหนึ่งชอบมันมาก ถึงขนาดดักน้ำซุปรมาซดหลายถ้วยและยังพยายามเอาไปป้อนเพื่อนสนิทร่วมชาติอีกคนหนึ่ง แต่ทว่าเมื่อเพื่อนคนนั้นชิมน้ำซุปลีได้หนึ่งช้อนก็ถึงกับต้องสุดปากอย่างแรงและทำหน้าเหวอ เขาบอกว่านี่คืออาหารเผ็ดที่สุดในชีวิตที่เคยกิน ผมและเพื่อนชาวอินเดียที่เรากินเผ็ดกันจนชินจึงได้แต่หัวเราะด้วยความสงสาร

- ไปหาพี่เบนซ์ที่เดซี

การมาเยอรมนีครั้งนี้ผมได้พบกับเพื่อนชาวไทยที่อยู่ต่างเมืองมากมาย หนึ่งในนั้นคือรุ่นพี่ที่สนิทกันมากจาก มช ชื่อพี่เบนซ์ เธอเป็นนักศึกษาภาคฤดูร้อนที่เดซี สุดสัปดาห์ที่ผ่านมาผมจึงนั่งรถไฟไปเที่ยวหาเธอที่ฮัมบูร์ก รถไฟที่ นั่งไปเป็นรถไฟความเร็วสูง เรียกว่ารถไฟ ICE ซึ่งเป็นรถไฟที่ตรงเวลามาก เรียกได้ว่ากำหนดการออกต้นทางและถึงปลายทางนั้นแจ้งได้ในหน่วยนาที

ตั้งแต่ขาไปจากแฟรงก์เฟิร์ตถึงฮัมบูร์กรวมเที่ยวในเมือง 2 วัน นั้นทุกอย่างเป็นไปได้ด้วยความเรียบร้อย แต่เมื่อ ถึงขากลับจากฮัมบูร์กมุ่งหน้าแฟรงก์เฟิร์ตเกิดมีผู้ป่วยฉุกเฉินกลางทาง ขณะนั้นรถไฟอยู่ห่างจาก แฟรงก์เฟิร์ตเพียง 1 ชั่วโมง เราเกือบถึงที่หมายแล้วแต่โชคไม่ดีที่ดันเกิดเหตุสุดวิสัยขึ้น เราต้องจอดอยู่กับที่อีกเกือบ 1 ชั่วโมงเพื่อรอ ขบวนรถของหน่วยแพทย์พิเศษ ความโชคร้ายข้อต่อมาคือหลังจากผู้ป่วยถูกขนย้ายลงไปแล้ว รถไฟของเราไม่สามารถ วิ่งต่อไปด้วยเส้นทางเดิมได้ ต้องใช้เส้นทางอ้อมที่เพิ่มเวลาไปอีกเกือบชั่วโมง และจากปกติที่รถไฟ ICE วิ่งได้ถึง 240 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แต่กลับวิ่งได้ด้วยความเร็วพอกๆกับรถ BTS บนเส้นทางใหม่นี้ ผมคิดว่าข้อนี้มิสาเหตุมาจากศูนย์ ควบคุมรถไฟต้องจำกัดไม่ให้ขบวนของเราไปส่งผลกระทบต่อรถ ICE ขบวนอื่นที่วิ่งอยู่อย่างหนาแน่นอยู่แล้ว และการจะเปิด ทางให้รถของเราผ่านไปได้อีกก็ต้องแก้ไขการเดินรถของรถไฟท้องถิ่นอีก

เวลา ณ ขณะนั้นประมาณสี่ทุ่มครึ่ง ซึ่งควรจะเป็นเวลาถึงแฟรงก์เฟิร์ตตามกำหนดเดิม กับต้นได้ประกาศเวลาที่ คาดว่าจะถึงที่หมายหลายรอบแต่ก็ต้องซ้ำกว่ากำหนดออกไปทุกรอบ ทำให้ผมเริ่มกังวลว่าจะถึงแฟรงก์เฟิร์ตก่อนรถไฟ ไปดาร์มสตัดท์ที่สุดท้ายจะหมดหรือไม่ และถึงแม้ว่าการรถไฟเยอรมนีหรือ DB จะแจกใบคำร้องชดเชยค่าเสียหาย กรณีที่รถไฟล่าช้าจนทำให้การเดินทางต่อเสียหาย แต่ผมก็ไม่ได้รู้สึกอุ่นใจขึ้นนัก เพราะถ้าผมตกรถไฟเที่ยวต่อจริง ผม จะต้องหาโรงแรมแถวสถานีอยู่ และด้วยสถานีที่แฟรงก์เฟิร์ตที่ผมไปลงไม่ใช่สถานีหลักแต่เป็นสถานีที่อยู่นอกเมือง โอกาสที่จะมีโรงแรมที่เคาเตอร์เช็คอินเปิด 24 ชั่วโมงคงมีน้อยนัก

เมื่อเริ่มกังวลผมจึงเริ่มเปิด Google maps ดูตำแหน่งของรถตลอดเวลา จุดสีน้ำเงินบนแผนที่ค่อยๆ ขยับไปที่ ละนิด สองข้างทางมืดสนิทเนื่องจากไฟในรถสว่างกว่าข้างนอกมากและกระจกรถเป็นกระจกสะท้อนแสง ผมไม่รู้ว่เรา กำลังวิ่งผ่านอะไร ไม่เห็นบ้านเรือน ไม่เห็นผู้คน มีเพียงแผนที่ที่เป็นความหวังของผมได้ในตอนนั้น แต่สัญญาณ wifi ก็ ขาดหายไปบางช่วง ในใจรู้สึกกลัวเพราะเหมือนกับว่าผมกำลังเฝ้ารอโดยไม่รู้ชะตากรรม ได้แต่นั่งนิ่งๆ รับรู้ความ เคลื่อนไหวของรถไฟไปเรื่อยๆ

กว่าผมจะมั่นใจได้ว่าเราน่าจะถึงแฟรงก์เฟิร์ตประมาณเที่ยงคืนก็ตอนห้าทุ่มครึ่งแล้ว ณ จุดนั้นความสงบทาง จิตใจเริ่มกลับมา เมื่อรู้ว่เรากำลังเข้าสู่ที่ที่คุ้นเคย และรู้ว่ทุกอย่างจะเรียบร้อย ในที่สุดเราก็ถึงแฟรงก์เฟิร์ตตอนเวลา ประมาณเที่ยงคืนพอดี และผมทันตกรถไฟไปดาร์มสตัดท์รอบ 00.19 อย่างสบายๆ นับเป็นความตื่นเต้นที่สุดนับตั้งแต่ มาอยู่เยอรมนี

สัปดาห์ที่ 6 (28 ส.ค. - 3 ก.ย.)

- ทำการบ้าน รายงานและสไลด์

สัปดาห์นี้น่าจะเป็นสัปดาห์สุดท้ายของการทำงาน เนื่องจากสัปดาห์หน้าพอต้องการให้ผมซ่อมนำเสนอให้กับที่ประชุมกลุ่มฟังก่อน ประกอบกับวันพฤหัสบดีหน้าคือวันที่ต้องส่งรายงานฉบับเต็มของทุกคนเพื่อที่จะนำไปเข้าเล่มรวมข้อคิดที่ผมเก็บข้อมูลเสร็จหมดแล้ว เหลือเพียงต้องวิเคราะห์ผล เขียนรายงานและทำสไลด์ให้เสร็จภายในวันอาทิตย์ที่ 3 ที่ผ่านมา จริงๆ แล้วผมเริ่มเขียนรายงานมาตั้งแต่ต้นเดือนสิงหาคมแล้ว โดยทำไปเรื่อยๆ ไม่รีบร้อน เริ่มจากส่วนทฤษฎีที่สามารถทำได้โดยไม่ต้องรอผล แต่กระนั้นก็ยังรู้สึกว่าการทุกอย่างมาอัดกันในสัปดาห์นี้ไม่ดี ปัญหาหลักสำคัญคือเรื่องการเขียน ผมเป็นคนที่มีประสิทธิภาพในการเขียนต่ำมาก มักจะเขียนแล้วลบบ่อยตลอดเพราะหลายครั้งไม่รู้ว่าจะเรียงเนื้อหาอย่างไรให้สอดคล้องกัน ประกอบกับต้องใช้ภาษาเขียนที่ไม่คุ้นหูเท่าภาษาพูด จึงต้องใช้เวลานานกว่าปกติในการประดิษฐ์สำนวนขึ้นมา รายงานเพียง 4 หน้ากระดาษเอสี่แต่ผมใช้เวลาไปมากถึง 3 สัปดาห์ นั่นทำให้รู้ว่าผมยังต้องพัฒนาเรื่องภาษาอีกมาก

ความโชคร้ายของสัปดาห์นี้คือทุกวิชาที่ผมลงเรียนที่มหาวิทยาลัยนัดส่งการบ้านในเวลาไล่เลี่ยกันหมด ดังนั้นนอกจากทำงานที่ GSI แล้วผมยังต้องแบ่งเวลาไปทำการบ้านอีกด้วย โดยส่วนใหญ่จะทำตอนกลางคืนก่อนกำหนดส่งหนึ่งคืน เพราะเพื่อนๆ ที่ไทยจะต้องส่งการบ้านตอนเริ่มคาบเรียนของวันที่กำหนดส่งนั้น หากวิชานั้นเรียนเวลา 9.30 ที่ไทย หมายความว่าผมจะต้องส่งรูปการบ้านให้อาจารย์ภายในเวลา 4.30 ตามเวลาที่เยอรมนี จริงๆ แล้วผมเชื่อว่าอาจารย์จะผ่อนปรนให้ผมถ้าหากผมขออนุญาตส่งการบ้านย้อนหลัง แต่ผมคิดว่าถ้าทำอย่างนั้นแล้วจะยังต้องทำงานหนักมากขึ้น เพราะงานจะทับถมมากในภายหลัง ผมจึงคิดว่ายอมเหนื่อยเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในแต่ละวัน ดีกว่าต้องไปโหมหนักทีเดียว เวลาที่ทำการบ้านเสร็จส่วนใหญ่คือประมาณตีสอง ยังนับว่าเป็นเวลาที่ไม่เลวร้ายเกินไปเพราะผมยังสามารถนอนหลับได้ 6 ชั่วโมง และตื่นตอนแปดโมงเช้าทันไปทำงานตอนเก้าโมง แต่ก็ถือว่าเป็นเวลาที่ตึกมากของคนที่นี่ เพื่อนร่วมห้องผมมักจะหยอกผมเสมอว่าผมจะเป็นวิทยาศาสตร์ผู้ยิ่งใหญ่ เพราะอ่านหนังสือตึกแทบทุกวัน

- เที่ยวในเมืองสงท่าย

ถึงแม้สัปดาห์นี้จะต้องทำงานเยอะมาก แต่งานก็เสร็จไปตามเวลาที่วางไว้ ทำให้บ่ายวันอาทิตย์ผมมีโอกาสดำเนินเข้าไปเที่ยวในเมืองดาร์มสตัดแบบจริงจังเสียที จริงๆ แล้วผมเข้ามาในเมืองก่อนหน้านี้หลายรอบแล้ว แต่ส่วนใหญ่จะไปห้างหรือไม่ก็มานั่งทำงานที่ร้านสตาร์บัคเพื่อเปลี่ยนบรรยากาศบ้าง แต่วันนี้ผมตัดสินใจเดินเที่ยวคนเดียว เดินไปเรื่อยๆ แวะเก็บภาพอาคารบ้านเรือนนานเท่าที่ต้องการ ดาร์มสตัดเป็นเมืองที่เล็กมาก มีประชากรเพียง 150,000 คน ไม่มีรถไฟใต้ดิน มีเพียงรถบัสและแทรม นั้นทำให้เมืองดูไม่วุ่นวายและเป็นระเบียบมาก อาคารในเยอรมนีส่วนใหญ่จะมีลักษณะเหมือนกันหมดแบบทรงยุโรป ส่วนอาคารที่สร้างใหม่ตามสถาปัตยกรรมโมเดิร์นจะดูล้ำสมัยสวยงามมากแม้จะเป็นในเมืองเล็กๆ ภายในเมืองมีส่วนสาธารณะหลายแห่งให้เดินพักผ่อนหย่อนใจ มีพื้นที่เปิดโล่งสำหรับทำกิจกรรมต่างๆ ของคนในพื้นที่ ทางเท้าที่สะอาดและกว้างช่วยส่งเสริมให้เราเดินได้อย่างสะดวก ผมเชื่อว่าการออกแบบเมืองที่ดีจะช่วยให้ประชาชนมีความสุขมากขึ้น เพราะประชาชนจะรู้สึกว่าการเมืองที่อยู่นั้นถูกสร้างมาเพื่อพวกเขาจริงๆ

สัปดาห์ที่ 7 (4 ก.ย. - 10 ก.ย.)

- นำเสนองานกับกลุ่มและแก้รายงาน

ยังเหลือเวลาที่เยอรมนีอีกหนึ่งสัปดาห์ แต่สัปดาห์นี้เป็นสัปดาห์ที่งานทุกอย่างเสร็จหมดแล้ว เพราะผมได้ซ้อมนำเสนอให้กับที่ประชุมกลุ่มฟังไปแล้วเมื่อวันอังคารที่ผ่านมา และส่งรายงานฉบับเต็มไปเมื่อวันพฤหัสบดี การพูดว่างานเสร็จนั้นพูดง่าย แต่ความจริงแล้วว่ามันจะเสร็จได้นั้นก็รัดพลังไปมากทีเดียว เริ่มจากรายงานซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่สุดของโปรแกรมนี้อย่างที่ได้เขียนไว้ในบันทึกของสัปดาห์ที่แล้วว่าผมมักมีปัญหาเกี่ยวกับการเขียน ทำให้รายงานที่ออกมาครั้งแรกถูกแก้ไขเกือบทั้งฉบับ โดยพอลบอกว่าผมไม่ได้ผิดที่ภาษาแต่ผิดที่การจัดเรียงเนื้อหา ซึ่งผมเองเมื่อกลับมาดูก็เห็นด้วยกับพอลอย่างมาก มันเหมือนกับว่าผมพยายามจะยัดทุกอย่างที่รู้ลงไปโดยเนื้อหาไม่ปะติดปะต่อกัน หรือบางทีก็ใส่สิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องลงไปแล้วทำให้งานดู “ด้อยค่าลง” พอลบอกกับผมอย่างนี้ ต้องขอบคุณพอลอย่างมากที่ช่วยตรวจให้ผมอย่างละเอียด ถึงแม้เขาจะเป็นนักศึกษา ป.เอก ที่ยังไม่จบด้วยซ้ำ แต่เขามีจิตวิญญาณของการเป็นอาจารย์ที่เต็มเปี่ยม หลังจากพอลได้บอกแนวทางการเขียนมาให้แล้ว ผมรู้สึกว่าจะสามารถเขียนได้ลื่นไหลมากขึ้นกว่าเดิมจริงๆ ผมตัดสินใจเขียนใหม่ทั้งหมดสองส่วน คือบทนำกับการจัดอุปกรณ์ รวมทั้งทุกอย่างแล้วเสร็จได้ภายในหนึ่งวันครึ่ง แสดงว่าปัญหาการเขียนของผมน่าจะอยู่ที่การเรียงเนื้อหาจริงๆ

สำหรับการซ้อมนำเสนอให้กับที่ประชุมกลุ่มฟัง ผลออกมาเป็นที่น่าพอใจคือทุกคนไม่มีข้อโต้แย้งอะไรกับสิ่งที่ผมพูด มีเพียงคำแนะนำเล็กน้อยเท่านั้น เช่น ควรเปลี่ยนจากคำนี้เป็นอีกคำหนึ่ง ควรเพิ่มคุณภาพรูปภาพของกราฟที่แสดง เป็นต้น และที่น่ายินดีที่สุดคือหัวหน้ากลุ่มคนที่ผมนั่งทำงานในห้องเดียวกับเขาได้ออกปากชมด้วยเองว่าพูดได้ดีมาก สมาชิกคนอื่นบอกผมว่าถ้าหัวหน้าชมใครแปลว่าคนนั้นทำได้ดีจริงๆ เพราะเขาไม่เคยโกหกชมใครว่าดี นับว่าเป็นสิ่งที่ทำให้ผมหายเหนื่อยไปได้ทั้งวัน

- เที่ยวต่างเมืองส่งท้าย

นอกจากรุ่นพี่ที่เดซีแล้ว ผมยังมีรุ่นพี่ที่สนิทมากอีกหนึ่งคนเรียนอยู่ที่บอนน์ ชื่อว่าฟัฏมิ อันที่จริงฟัฏมิก็เคยเป็นนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซีเมื่อปีที่แล้วและตัดสินใจหาทุนเรียนต่อเองที่นี่ เขาเป็นคนที่อึดอัดน้อย เข้าถึงง่าย ประกอบกับเป็นเลขาของสมาคมนักเรียนไทยในเยอรมนี ยิ่งทำให้ฟัฏมิรู้จักเพื่อนคนไทยหลายคน การมาเที่ยวหาฟัฏมิในครั้งนี้จะเป็นการเที่ยวส่งท้ายของการมาเยอรมนีของผม เพราะสัปดาห์หน้าผมก็ต้องกลับไทยแล้ว สุดสัปดาห์นี้จึงขอเก็บเกี่ยวประสบการณ์นอกห้องแล็บให้เต็มที่ 3 วัน 3 คืน

สิ่งที่ดีมาของการเป็นนักศึกษาที่เยอรมนีคือสิทธิการนั่งรถบัส แทรม และรถไฟภูมิภาคของทุกเมืองภายในรัฐที่เรียนอยู่แบบฟรี และยังสามารถพาเพื่อนนั่งไปได้ด้วยอีกหนึ่งในวันเสาร์อาทิตย์ การไปเที่ยวครั้งนี้ผมจึงได้ไปสามเมือง คือบอนน์ โคโลญจ์และดึสเซิลดอร์ฟ โดยไม่ต้องเสียเงินค่าเดินทางเลยแม้แต่หนึ่งเซ็นต์ (ไม่นับรถไฟ ICE ขาไปและกลับที่ต้องซื้อตัวเอง) เพราะผมนั่งไปกับฟัฏมิ

บ่ายวันเสาร์ฟัฏมิพาผมไปทำความรู้จักกับเพื่อนคนไทยในบอนน์ซึ่งผมจำชื่อไม่ได้ วันนั้นเป็นวันเกิดของพี่คนนั้นพอดี เขาจึงทำอาหารไทยที่บ้านและเชิญเพื่อนๆ มา ผมได้มีโอกาสชิมขนมจีนน้ำเงี้ยวที่อร่อยมากเป็นครั้งแรกในรอบหลายเดือน นอกจากนี้เรายังทำขนมคลุกทอดสโตล์อีสานแท่งกันแบบสดใหม่แล้วแจกจ่ายเป็นของฝากติดมือกันไปด้วย

พอตกเย็นผมกับพี่ภูมิก็นั่งรถไฟไปยังโคโลนจ์ ใช้เวลาเพียงครึ่งชั่วโมงก็ถึงสถานีกลางโคโลนจ์ พี่ภูมิพาผมไปรู้จักกับพี่คนไทยอีกคนชื่อพี่ล้อม เขาเรียน ป.เอก อยู่ที่นี่และกำลังจะจบในสิ้นปีนี้ การมาที่นี่พี่ภูมิตั้งใจให้ผมได้คุยกับพี่ล้อมเรื่องการเรียนต่อ เพราะผมสนใจที่จะเรียนต่อด้านนิเวศลิยร์ และโคโลนจ์เป็นพื้นที่ที่มีหลักสูตรนิเวศลิยร์เปิดสอน เมื่อมาถึงเราก็พบกับหม้อสุกี้หม้อใหญ่เตรียมไว้แล้ว มารู้ทีหลังว่าวันนี้แก๊งค์รุ่นน้องไว้อีกสองคน ทั้งสองคนก็เพิ่งมาอยู่โคโลนได้ไม่นาน เราคุยกันอย่างสนุกสนานระหว่างทานม้อคั่ว เนื่องจากผมอายุน้อยสุดในกลุ่ม ผมจึงโดนชักประวัติเป็นการใหญ่ เมื่อพวกเขาเห็นว่าผมกำลังจะต่อ ป.โท และกำลังหาที่เรียนอยู่จึงได้ที่แนะนำกันอย่างเต็มที่ ที่น่าแปลกใจคือไม่มีใครแนะนำให้ไปเรียนอังกฤษเลย ทั้งที่เป็นสถานที่ในใจผมคู่กับอเมริกาตลอด เขาให้เหตุผลว่าที่อังกฤษเรียนโทแคปเดียวทำให้อาจได้พื้นฐานไม่แน่นพอ ประกอบกับค่าครองชีพที่สูงทำให้ต้องใช้จ่ายอย่างระมัดระวังที่สุด ผมก็ได้แต่รับฟังไว้ก่อนเพราะยังไม่อยากตัดใจจากอะไรง่าย ๆ เพียงเพราะฟังคนอื่นเล่า เราคุยกันนานมาก คุยไปเรื่อย ๆ ถึงเรื่องคนที่นี่ที่คนนั้นที่ผลัดเปลี่ยนกันอยู่ในวง จนถึงเวลาประมาณเที่ยงคืนผมและพี่ภูมิจึงขอตัวกลับ

สรุปแล้วในวันเสาร์นี้ผมไม่ได้ใช้เงินเลย ตอนแรกผมอาสาหารค่าวัตถุดิบทำสุกี้ด้วย แต่พี่ๆ ทุกคนไม่รับและบอกว่าถือว่าเป็นการรับน้องใหม่ หลังจากจบทริปนี้แล้วทำให้ผมรู้สึกว่ามันช่างเป็นเรื่องที่ดีเหลือเกินที่ผมได้รู้จักกับคนไทยมากมายในอีกฟากหนึ่งของโลก มันทำให้ผมได้เครือข่ายติดตัวไปอีกนานและต้องเป็นประโยชน์อย่างแน่นอน ถ้าวันหนึ่งผมตัดสินใจกลับมาเรียนที่เยอรมนี

สัปดาห์ที่ 8 (11 ก.ย. - 16 ก.ย.)

- การนำเสนองาน

การนำเสนองานอย่างเป็นทางการของ Summer Student Program ได้ผ่านพ้นไปแล้ว การนำเสนอแบ่งออกเป็นสามวัน วันละ 12 คน คนละ 30 นาที โดยแบ่งเป็นนำเสนอ 20 นาที และซักถามอีก 10 นาที โดยภาพรวมถือว่าน่าสนใจ เพราะทุกคนทำงานกันอย่างเต็มที่และรู้สึกได้ถึงความตั้งใจ แต่สำหรับผมนั้นไม่ค่อยพอใจตัวเองเท่าไรนัก เพราะรู้สึกว่าการพูดติดขัดกว่าวันที่ซ้อมนำเสนอ อีกทั้งยังตอบคำถามได้ไม่หมดซึ่งเป็นคำถามที่ง่าย ๆ เห็นชัดเจนแต่ผมไม่ทันลืกดคิด จนในที่สุดหนึ่งในที่ปรึกษาร่วมต้องอธิบายเสริมคำตอบของผม ถ้าย้อนไปได้ผมคงไม่พลาดที่จะอ่านประเด็นนั้นอย่างแน่นอน แต่สิ่งที่มันผ่านไปแล้วเราทำอะไรไม่ได้ จึงได้แต่เรียนรู้ไว้ว่าเราควรทำความเข้าใจเพิ่มเติมที่จุดใด แล้วจึงทำมันให้ดีขึ้นในครั้งต่อไป

- การจากลา

สัปดาห์นี้เป็นสัปดาห์สุดท้ายของผมในเยอรมนีแล้ว ทุกอย่างผ่านไปรวดเร็ว ผมรู้สึกตัวเองโตขึ้นแม้จะเป็นเวลาเพียงสองเดือน โตขึ้นเพราะเป็นครั้งแรกที่ต้องบริหารเงินเองอย่างเข้มงวด ทุกๆ ครั้งที่อยู่ไทยจะมีครอบครัวช่วยเหลือเสมอหากเดือนไหนเงินไม่พอ แต่ครั้งนี้ผมไม่ยอมรับกวนทางบ้านจึงใช้เงินที่ได้รับอย่างระมัดระวังที่สุด เป็นครั้งแรกที่ผมใช้เงินจากแรงที่หามาได้จริงๆ สรุปแล้วเงินที่เหลือจากการไปเยอรมนีครั้งนี้เป็นจำนวนเจ็ดพันกว่าบาท เสียหายว่าถ้าไม่หายไป 100 ยูโรช่วงใกล้จะกลับ คงจะมีเงินเหลือเกินหนึ่งหมื่นบาทอย่างแน่นอน แต่ก็ถือว่าย่างประสบความสำเร็จในการจัดการตัวเองเพราะยังมีเงินเหลือ

ตลอดสองเดือนนี้ผมได้กินอยู่อย่างมีความสุข ได้ความรู้ ได้ทักษะ ได้เที่ยว ได้เจอเพื่อนทั้งใหม่และเก่า ได้เรียนรู้ว่าเราจะสามารถอยู่ในโลกที่ไม่คุ้นเคยได้อย่างไร ผมไล่เก็บภาพสถานที่ใน GSI ไว้ก่อนกลับ เพื่อวันหนึ่งที่เปิดมาดูรูปจะได้แน่ใจว่ายังจดจำความรู้สึกเหล่านี้ได้ ประสบการณ์อันล้ำค่าของเด็กอายุ 21 ปีที่ได้ออกมาใช้ชีวิตในโลกกว้าง

เช้าวันที่ 15 กันยายน ทุกคนลงมาพร้อมหน้ากันที่ห้องอาหารเช้าเหมือนทุกวัน ทุกคนยังคงคุยกันสนุกสนานเหมือนทุกครั้งราวกับว่าวันนี้ยังเป็นวันธรรมดาวันหนึ่ง ที่พวกเราจะไปเจอกันตอนอาหารเที่ยง แล้วกลับมาเจอกันในตอนเย็นและไปนั่งรวมกลุ่มกันที่ล็อบบี้เพื่อเล่นเกม แต่จริงๆแล้ววันนี้คือวันสุดท้ายของพวกเราส่วนใหญ่ที่นี่ บางคนอาจจะกลับวันพรุ่งนี้หรือมะรืน แต่เราก็จะไม่มีทางได้อยู่กันพร้อมหน้าอีกแล้ว บางคนอาจจะไม่ได้พบกันอีกเลยในชีวิตด้วยซ้ำไปเพราะระยะทางที่ไกลกันมาก พวกเราผลัดกันเขียนบันทึกความทรงจำให้แก่กัน โผเข้ากอดกันทั้งชายและหญิง เรายิ้มให้กันและบอกลากัน แล้วผมก็ลากกระเป๋าไปใหญ่ออกจากโรงแรมมา โดยไม่ทันได้เหลียวมองโรงแรมเป็นครั้งสุดท้าย เพราะไม่อย่างนั้นผมจะตกรถไฟ

2. นายกฤตภัค นาเอี่ยม

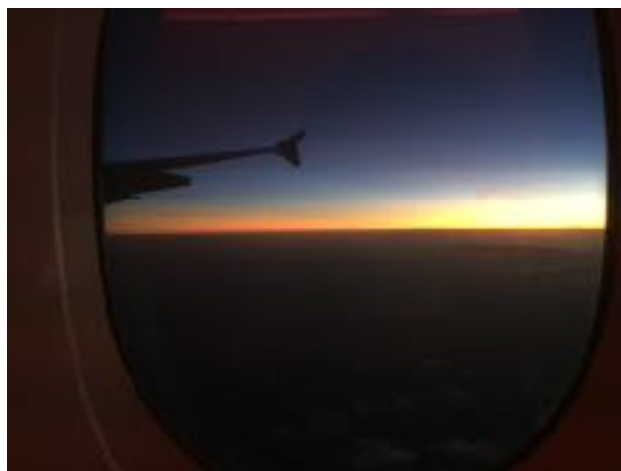
วันที่ 21 กรกฎาคม 2017

วันนี้เป็นวันเดินทางไปเที่ยวที่เยอรมนี ในตอนเช้า เราและด็อกเตอร์ไปที่ สวทช. เพื่อไปเซ็นเอกสาร หลังจากนั้นก็แยกย้ายกันไปเตรียมตัวเก็บของ เราต้องไปจัดการธุระที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยให้เสร็จเรียบร้อย ก่อนที่จะไปเก็บของที่จำเป็นต้องใช้ ตัดผม และเดินทางไปสนามบิน ระหว่างทางไปสนามบิน ด็อกเตอร์สอนวิธีการเช็คอินออนไลน์ เพื่อลดเวลาในการเช็คอินกระเป๋าที่สนามบิน ที่สนามบิน เราเช่ารถพ่อแม่ และพี่สาว แล้วเข้าไปรอขึ้นเครื่องตอนเวลาตีสอง



รูปถ่ายกับครอบครัว

วันที่ 22 กรกฎาคม 2017

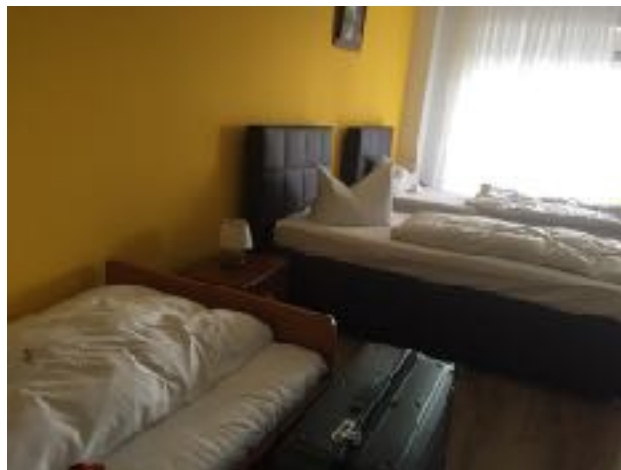


รูปดวงอาทิตย์กำลังขึ้นจากขอบฟ้า



รอกระเป๋าสานามบินแฟรงค์เฟิร์ต

วันนี้เดินทางถึงที่สนามบินดูไบตอนหกโมงเช้า เราก็กะเข้าห้องน้ำ น้ำในสนามบินร้อนมาก จากนั้นเราก็นั่งขึ้นเครื่องบินเพื่อเดินทางไปสนามบินแฟรงค์เฟิร์ต พวกเราเดินทางถึงสนามบินแฟรงค์เฟิร์ตเวลาประมาณบ่ายโมงครึ่ง หลังจากที่เราผ่านด่านตรวจคนเข้าเมือง เราก็นั่งรอกระเป๋าเป็นเวลาสองชั่วโมง เมื่อออกมาจากบริเวณนั้น วินโดว เพื่อนของดอกเตอร์ที่มาเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของ CERN มารับที่สนามบิน เขาพาไปนั่งรถไฟเพื่อเดินทางไป Arheilgen เพื่อไปที่โรงแรม



บรรยากาศห้องนอนในโรงแรม

เมื่อไปถึงโรงแรม เจ้าหน้าที่โรงแรมมอบเอกสารที่สถาบัน GSI แจกให้ บอกข้อตกลงที่จะอยู่ในโรงแรม ก่อนที่จะให้กุญแจห้องมา เราได้อยู่ห้องเลขที่ 35 กับ Andrii จากยูเครนและ Yitao จากจีน เมื่อไปถึงห้องก็เจอกับ Andrii พวกเราพูดคุยกันเล็กน้อยก่อนที่จะลงไปหาวินโดวที่ชั้นหนึ่ง จากนั้นพวกเราก็ไปขึ้นรถไฟเพื่อเข้าเมือง Darmstadt



อาหารมื้อแรกใน Darmstadt

เมื่อไปถึง Darmstadt วินโดวพาเราเดินไปที่โรงแรมที่เราได้จองไว้เพื่อจะเช็คอิน จากนั้นก็เดินชม Luisenplatz และสถานที่ต่างๆ แล้วเราก็ไปรับประทานอาหารเย็นที่ Ratskeller ก่อนที่เราจะแยกออกมากลับโรงแรม ในขณะที่ตึกเตอร์พักกับวินโดวในเมือง Darmstadt

เมื่อเรากลับมาถึงโรงแรม เราก็นอนพักผ่อนจนถึงตอนกลางคืน Yitao เพิ่งเดินทางมาถึงที่พัก พวกเราก็คุยกันเล็กน้อยก่อนที่จะพักผ่อนเนื่องจากเหนื่อยล้าจากการเดินทาง

วันที่ 23 กรกฎาคม 2017



บรรยากาศเมืองแฟรงก์เฟิร์ต ฝนกำลังจะตก

วันนี้ เราไปเที่ยวกับตึกเตอร์และวินโดวที่แฟรงก์เฟิร์ต เนื่องจากวันนี้เป็นวันอาทิตย์ ร้านค้าส่วนใหญ่จะไม่เปิดทำการ พวกเราเดินไปตามสถานที่ต่างๆ แวะรับประทานอาหารกลางวันบริเวณห้างสรรพสินค้า MyZeil จากนั้นก็เดินไปบริเวณริมแม่น้ำ ก่อนที่จะไปส่งวินโดวขึ้นรถไฟกลับไปที่พักที่ฝรั่งเศส และพวกเราก็เดินทางกลับโรงแรม

วันที่ 24 กรกฎาคม 2017

วันนี้เป็นวันแรกที่จะได้เริ่มโครงการ เมื่อรับประทานอาหารเช้าและเตรียมตัวออกไปเริ่มโครงการวันแรกเรียบร้อยแล้วก็ลงมาที่ล็อบบี้ของโรงแรมเพื่อรอเวลาที่รถเมล์จะมารับ ในขณะที่รถเมล์ Prof. Jörn Knoll ก็มาทักทายผู้เข้าร่วมโครงการทุกคน พร้อมทั้งพูดคุยอย่างเป็นมิตร ไม่นานนักรถเมล์ก็มาถึงที่พัก พวกเราทุกคนพากันไปขึ้นรถเมล์ที่จอดอยู่หน้าโรงแรมอย่างรีบร้อนเนื่องจากฝนตก เมื่อทุกคนขึ้นรถแล้ว รถเมล์ก็ออกจากที่พักไปยัง GSI

เมื่อเดินทางมาถึง GSI แล้ว ทุกคนก็มารวมตัวกันที่ห้องโถงในอาคาร KBW ซึ่งจะเป็นห้องเลกเชอร์ตลอดทั้งโครงการ เมื่อทุกคนมาพร้อมกันแล้ว Prof. Knoll ก็พาไปสถานที่เข้าจักรยาน ภายในนั้นให้พวกเราได้ทดลองขี่จักรยานและปรับสภาพจักรยานให้พร้อมใช้งาน จากนั้นก็ขี่จักรยานมาที่หน้าอาคาร KBW



Prof. Knoll กล่าวต้อนรับนักเรียนในโครงการ

หลังจากที่เข้ามาที่ห้องเลกเชอร์แล้ว พวกเราจะต้องส่งใบลงทะเบียนที่ได้รับจากเคาน์เตอร์ที่פקโดยต้องกรอกข้อมูลให้เรียบร้อย หลังจากส่งแล้ว Prof. Knoll ได้กล่าวต้อนรับผู้เข้าร่วมโครงการภาคฤดูร้อน เริ่มแนะนำผู้เข้าร่วมโครงการแต่ละคนให้รู้จักกัน กล่าวถึงงานวิจัยต่างๆ ของสถาบัน GSI และความร่วมมือกับสถาบันอื่นๆ อย่างคร่าวๆ และได้ชี้แจงรายละเอียดต่างๆ ของโครงการทั้งตารางกิจกรรมต่างๆ การรับเงิน การทำวิจัย การใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตในสถาบัน และการนำเสนอผลงานตอนท้ายโครงการ นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงกิจกรรมอื่นๆ นอกเหนือไปจากการทำงานวิจัย เช่น การทัศนศึกษา ชมรมกีฬา และกิจกรรมอื่นๆ ที่จะได้ทำร่วมกันทั้งนักเรียน ที่ปรึกษา และผู้สอนในเลกเชอร์ต่างๆ และเรื่องสำคัญอื่นๆ เพื่อให้โครงการเป็นไปอย่างราบรื่น จากนั้นก็เป็นเวลารับประทานอาหารกลางวัน

หลังจากที่รับประทานอาหารกลางวันเรียบร้อยแล้วก็เริ่มการบรรยายครั้งแรกในโครงการ หัวข้อในการบรรยายครั้งนี้ คือ Accelerators: from the source to the target โดย Dr. Lars Bozyk โดยเริ่มจากที่มา ความสำคัญ และประวัติศาสตร์การศึกษาและพัฒนาเครื่องเร่งอนุภาคตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ต่อด้วยหลักการทำงานพื้นฐานและส่วนประกอบของเครื่องเร่งอนุภาค และปิดท้ายด้วยการแนะนำเครื่องเร่งอนุภาคของสถาบัน GSI และเครื่องเร่งอนุภาคที่กำลังสร้างขึ้นสำหรับ FAIR

หลังจากที่เลกเชอร์จบลง Prof. Knoll ก็พาไปที่เรือนรับรองของสถาบัน GSI เพื่อไปงานเลี้ยงต้อนรับผู้เข้าร่วมโครงการ โดยที่เราจะเจอกับ Nils ที่ปรึกษาของเราที่นี่ เมื่อเราพบ Nils และ Jessie ที่ปรึกษาของ Michael ที่อยู่กลุ่มเดียวกันกับเราแล้ว พวกเขาก็พาไปที่สถานที่ปฏิบัติงานที่เรียกว่า HITRAP ซึ่งเป็นสถานที่ที่มีอุปกรณ์ที่ใช้ในการลดพลังงานของไอออนและเป็นที่ตั้งของการทดลองที่เกี่ยวข้องกับไอออนพลังงานต่ำ เขาได้เล่าเรื่องเกี่ยวกับงานวิจัยที่เขาทำอยู่ให้ฟังอย่างคร่าวๆ ก่อนที่จะกลับไปรับประทานอาหารที่เรือนรับรองและแยกย้ายกันกลับที่พัก

วันที่ 25 กรกฎาคม 2017

วันนี้มีเลกเชอร์ทั้งหมด 3 หัวข้อ หัวข้อแรก คือ Biophysics & Cancer Therapy with Heavy Ions โดย Dr. Thomas Friedrich โดยเริ่มจากความสำคัญของงานวิจัยนี้ ประวัติศาสตร์ของการศึกษาในสาขาชีวฟิสิกส์รังสี จากนั้นได้กล่าวถึงนิยามคำศัพท์ต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษาด้านนี้ ต่อด้วยหลักการพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับรังสีรักษาโดยใช้ไอออนหนัก และตัวอย่างงานวิจัยต่างๆ ที่กำลังศึกษาในปัจจุบัน

หัวข้อต่อมา คือ Compressed Nuclear Matter ครั้งที่หนึ่ง โดย Dr. Christian Sturm โดยเริ่มจากอันตรกิริยาอย่างเข้ม ซึ่งเป็นอันตรกิริยาพื้นฐานของอนุภาคในนิวเคลียส นิยามคำศัพท์และหลักการพื้นฐานของสมบัติของอนุภาค และหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับอุณหพลศาสตร์ พลังงาน การเปลี่ยนเฟส ต่อด้วยทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษานิวเคลียสในสถานะพื้นหรือเข้าใกล้สถานะพื้น หลังจากนั้นได้กล่าวถึงสสารนิวเคลียร์ควบแน่นในอวกาศ คือ ดาวฤกษ์ และกล่าวถึงงานวิจัยที่มีการพยายามทำให้เกิดสภาวะสสารนิวเคลียร์ควบแน่นและความพยายามทำให้เกิดสสารนิวเคลียร์ควบแน่นที่มีความหนาแน่นแปรผันสูงสุดในห้องทดลอง

หลังจากที่รับประทานอาหารกลางวันเสร็จ ได้มีการอบรมเกี่ยวกับความปลอดภัยโดย Natascha Dausend และ Dr. Alexandra Knapp โดยหัวข้อที่อบรมเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยต่างๆ ทั้งด้านการปฏิบัติงาน สัญลักษณ์ และป้ายเตือนต่างๆ และความปลอดภัยในการทดลองเกี่ยวกับกัมมันตรังสี ตอนท้ายของการอบรม นักเรียนบางคนที่ทำงานวิจัยเกี่ยวกับกัมมันตรังสีได้รับแจกเครื่องวัดรังสีเพื่อวัดปริมาณรังสีที่ได้รับ

หลังจากที่การอบรมจบลง ได้มีการเยี่ยมชมแหล่งจ่ายไอออน เครื่องเร่งอนุภาค และห้องควบคุมของ UNILAC ถ้ำวัสดุศาสตร์ (Material Science Cave) และ การทดลอง SHIP-SHIPTRAP หลังจากนั้นก็แยกย้ายกันกลับที่พัก แต่วันนี้จักรยานเสีย จะต้องไปส่งซ่อมในวันรุ่งขึ้น

วันที่ 26 กรกฎาคม 2017

วันนี้เป็นวันเริ่มทำโปรเจกต์วันแรก สำหรับนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการบางคนจะต้องไปตรวจร่างกายตั้งแต่ตอนเช้า แต่เราไม่ต้องตรวจร่างกาย แต่ต้องเดินทางตั้งแต่เช้าเนื่องจากจักรยานเสีย เมื่อไปถึงศูนย์ซ่อมจักรยานก็ไม่เจอใคร จึงจอดจักรยานไว้ที่ที่จอดจักรยานหน้าอาคาร KBW และเดินไปรอ Nils ที่คาเฟ่ ระหว่างที่นั่งรอก็เจอเพื่อนหลายคนที่ตรวจร่างกายเสร็จแล้วมารอที่ปรึกษาของพวกเขาเช่นเดียวกับเรา นั่งรอได้ไม่นาน Nils ก็มาถึงและพาเรากับ Michael ไปที่ออฟฟิศ ซึ่งอยู่ที่ชั้น 5 อาคาร KBW เพื่อไปทำการทดสอบคำแนะนำเพื่อความปลอดภัย ซึ่งเราต้องเข้าสู่ระบบและอ่านคำแนะนำอย่างละเอียดก่อนที่จะเริ่มทำแบบทดสอบ

ในการทำแบบทดสอบ ผู้ที่ทำการทดสอบจะต้องอ่านคำอธิบายต่างๆ เกี่ยวกับความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน สัญลักษณ์ และข้อควรปฏิบัติต่างๆ ให้เข้าใจก่อนเริ่มทำแบบทดสอบ โดยที่เรากับ Michael จะต้องทำแบบทดสอบคนละสองชุด คือ การทดสอบทั่วไป สำหรับทุกคนที่มาปฏิบัติงานใน GSI และการทดสอบความปลอดภัยเฉพาะผู้ที่ปฏิบัติงานใน HITRAP หลังจากที่ได้ทำแบบทดสอบหลายครั้ง เราและ Michael ก็สอบผ่านและได้เซ็นเอกสารรับรองว่าสอบผ่าน หลังจากนั้นก็นำเอกสารไปยังฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศของ GSI ก่อนไปรับประทานอาหารกลางวัน



การทดลอง ARTEMIS การทดลองที่สูงที่สุดใน GSI

หลังจากรับประทานอาหารกลางวัน เราและ Michael ได้ไปที่สถานที่ปฏิบัติงานของเราและได้อธิบายเกี่ยวกับการทดลอง HILITE อย่างละเอียด โดยเริ่มจากหลักการของกับดักไอออน ส่วนประกอบต่างๆ ของการทดลอง HILITE ทั้งในส่วนของการผลิตไอออน และกับดักไอออน

จากนั้น Jessie ก็ได้พาไปดูการทดลอง ARTEMIS ที่อยู่ข้างการทดลอง HILITE ซึ่งเป็นการทดลองที่สูงที่สุดใน GSI เนื่องจากโครงสร้างของอุปกรณ์การทดลองที่ถูกจัดให้อยู่ในแนวตั้ง ทั้งระบบแม่เหล็ก ระบบทำความเย็น และกับดักไอออน หลังจากที่ได้ดูการทดลองทั้งสองแล้วก็ได้กับมาที่ออฟฟิศเพื่อรับหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเกี่ยวกับกับดักไอออนและการผลิตไอออนมาอ่านก่อนที่จะกับที่พักโดยที่ยังไม่ได้ซ่อมจักรยาน

วันที่ 27 กรกฎาคม 2017



บรรยากาศการอบรมการใช้โปรแกรม ROOT

วันนี้เป็นมีการอบรมการใช้โปรแกรม ROOT ที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ อาคาร SB3 ซึ่งอยู่ติดกับคาเฟ่ ROOT เป็นโปรแกรมที่ CERN เป็นผู้พัฒนา ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล จำลองปรากฏการณ์การชนกันของอนุภาค ในการอบรมนี้แบ่งออกเป็นสองช่วง ในช่วงเช้ามีการกล่าวถึงข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโปรแกรม และได้มีการสอนการใช้งานพื้นฐานและทำแบบฝึกหัดตลอดทั้งวัน แต่เนื่องจากจำนวนคอมพิวเตอร์ที่มีไม่เพียงพอต่อการใช้งาน พวกเราจึงต้องจับกลุ่มกับเพื่อนเพื่อช่วยกันคิดและทำแบบฝึกหัดด้วยกัน หลังจากฝึกอบรมเสร็จก็กลับที่พัก

วันที่ 28 กรกฎาคม 2017

วันนี้มีการบรรยายทั้งหมด 3 หัวข้อ หัวข้อแรก คือ Hadron Physics with Anti-Protons ครั้งที่หนึ่ง โดย Dr. Frank Nerling โดยเริ่มจากการทบทวนความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับอันตรกิริยาในธรรมชาติ ควอนตัมโครโมไดนามิกส์ (Quantum chromodynamics, QCD) สถานะจำกัดเขตทางควอนตัมโครโมไดนามิกส์ (QCD bound state) แบบจำลองศักย์ (Potential model) และแลตทิซควอนตัมโครโมไดนามิกส์ (QCD lattice) จากนั้นก็ได้กล่าวถึงเทคนิคการทำการทดลอง ไม่ว่าจะเป็นการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น วิธีการสร้างแอนติโปรตอน และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง หลังจากนั้นได้กล่าวถึงนิยามของแฮดรอนเหนือธรรมชาติ (exotic hadron) รวมถึงการสร้างและตัวอย่างของแฮดรอนชนิดนี้ สุดท้ายได้กล่าวถึงการทดลองเกี่ยวกับแฮดรอนที่ GSI

หัวข้อต่อมา คือ Compress Nuclear Matters ครั้งที่สอง โดย Prof. Dr. Tetyana Galatyuk โดยเริ่มจากที่มาและความสำคัญของการศึกษาปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับอันตรกิริยาระหว่างเลปตอนสองอนุภาค เช่น ไมโครเวฟพื้นหลังของจักรวาล (Cosmic microwave background, CMB) อนุภาคมูลฐาน แบบจำลองมาตรฐาน (Standard Model) กลไกฮิกส์-ฮิกส์ (Englert-Higgs mechanism) ความสมมาตรต่างๆ ต่อมาได้กล่าวถึงการทดลอง HADES ที่ศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ของเลปตอนสองอนุภาค ทั้งด้านวิธีการทดลอง ความท้าทายที่เกิดขึ้น

เกี่ยวกับการทดลองนี้ และสุดท้ายได้กล่าวถึงการสร้างอนุภาคชนิดสเตรนจ์ (strange) และสิ่งที่จะศึกษาต่อไปในอนาคต จากนั้นก็เป็นเวลาพักกลางวัน

เมื่อรับประทานอาหารเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็ได้เวลาสำหรับการบรรยายสุดท้ายของวันนี้ในหัวข้อ Computing for Experiment เริ่มจากความสำคัญของการใช้คอมพิวเตอร์ในการทำงานในการวิเคราะห์ข้อมูลทางการทดลองของฟิสิกส์สาขาต่างๆ ประวัติศาสตร์ของคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ระบบเลขฐานสองและพีชคณิตบูลีน (Boolean algebra) กฎของมัวร์ (Moore's law) หลักการพื้นฐานเกี่ยวกับ CPU โปรเซสเซอร์แบบหลายคอร์ การทำงานแบบคู่ขนานของคอมพิวเตอร์และคอมพิวเตอร์คลัสเตอร์ (Computer cluster) และปิดท้ายด้วยระบบคอมพิวเตอร์ของสถาบัน GSI พร้อมกับตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้การคำนวณโดยคอมพิวเตอร์จำนวนมาก

หลังจากจบการบรรยายแล้ว พวกเราทุกคนได้ไปเยี่ยมชม Green Cube เป็นอาคารที่เก็บ CPU และ GPU ที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆที่ได้จากการทดลอง โดยการเยี่ยมชมจะแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย 3 กลุ่ม จากนั้นก็แยกย้ายกันกลับที่พัก



Yitao หน้าอาคาร Green Cube

วันที่ 29 กรกฎาคม 2017

วันนี้เป็นวันเสาร์แรกหลังจากที่เริ่มโปรแกรมภาคฤดูร้อนและเป็นวันที่มีกิจกรรมวอล์คแรลลี่รอบเมือง Darmstadt ซึ่งเป็นกิจกรรมหนึ่งของสถาบัน GSI สำหรับนักเรียนในโปรแกรมภาคฤดูร้อน โดยพวกเราถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยและได้รับการกิจให้หาข้อมูลต่างๆ ภายในเมือง คนที่หาข้อมูลได้ถูกต้องมากที่สุดจะได้รับรางวัล

ในตอนเช้า พวกเราทุกคนขึ้นจักรยานจากโรงแรมไปยังตัวเมือง Darmstadt ด้วยกันโดยขึ้นจักรยานผ่านเขต Arheilgen จนกระทั่งเข้าเขตเมือง พวกเราไปพบ Prof. Knoll ที่หน้าทางเข้าสวนสาธารณะ Harrngarten เพื่อรอให้นักเรียนทุกคนมาถึง เมื่อมาถึงแล้ว Prof. Knoll ได้พาเดินตัดสวนสาธารณะ Harrngarten ไปที่ Technische Universität Darmstadt เพื่อไปจอดจักรยาน แบ่งกลุ่ม และรับโจทย์คำถามที่จะต้องหาคำตอบภายในเขตเมือง เมื่อทุกคนได้เข้ากลุ่มของตัวเองแล้วก็ได้แยกย้ายกันไปหาคำตอบตามที่โจทย์ได้ถามไว้

กลุ่มของพวกเราได้อ่านคำถามให้ครบถ้วนก่อนเพื่อจะได้วางแผนการเดินทาง โดยเราเริ่มตอบคำถามเกี่ยวกับสวนสาธารณะ Harrngarten และ Prinz-Georg Garten ซึ่งเป็นสวนสาธารณะที่อยู่ใกล้กัน นักเรียนในโครงการส่วนใหญ่ก็อยู่ที่บริเวณนั้นเพื่อตอบคำถามเช่นเดียวกันกับเรา จากนั้นพวกเราไปที่ Old State Theater ซึ่งในปัจจุบันนี้ได้กลายเป็นพิพิธภัณฑ์สำหรับจัดแสดงเรื่องราวเกี่ยวกับเมือง Darmstadt ต่อด้วย Hessisches Landesmuseum เป็นพิพิธภัณฑ์เกี่ยวกับรัฐ Hesse ก่อนที่จะรับประทานอาหารกลางวัน พวกเราได้ไปสถานที่ที่สำคัญในบริเวณกลางใจเมือง



Prinz-Georg Garten



Old State Theater

อีกหลายแห่ง ได้แก่ Luisenplatz เป็นศูนย์การค้าขนาดใหญ่ Sankt-Ludwigs-Kirche เป็นโบสถ์ที่มีลักษณะเป็นครึ่งทรงกลม และ Staatstheater Darmstadt เป็นโรงละครที่อยู่ใกล้กับโบสถ์

หลังจากที่รับประทานอาหารกลางวันเสร็จ พวกเราได้เดินทางไปหาคำตอบของโจทย์ในเอกสารกันต่อที่ Schloßmuseum Darmstadt ซึ่งในตอนนี้กำลังปรับปรุงอยู่ เราจึงสามารถเข้าชมได้แค่บางส่วน จากนั้น พวกเราไปที่ Market Square เป็นตลาดที่จัดตั้งกลางเมืองและมีร้านอาหารที่มีชื่อเสียงของเมืองที่มีชื่อว่า Ratskeller

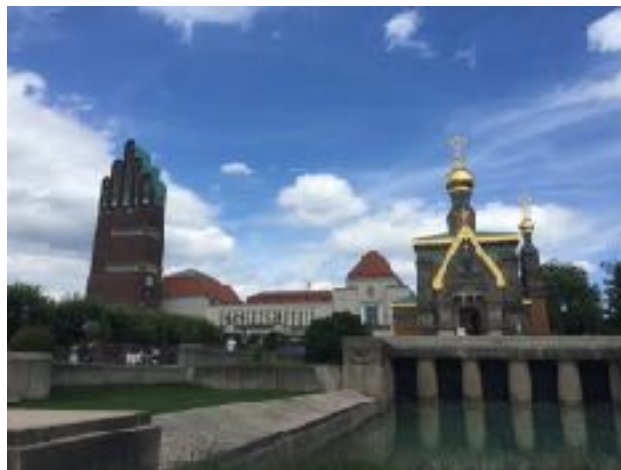
เวลาผ่านไปไม่นานก็ถึงเวลานัดส่งกระดาษคำตอบคืน Prof. Knoll ที่ Platanenhain สวนสาธารณะอีกแห่งหนึ่ง บริเวณรอบๆ Platanenhain มีสถานที่สำคัญอีกหลายแห่ง เช่น Mathildenhöhe เป็นสถานที่จัดแสดงภาพวาด Hochzeitsturm อาคารที่เป็นสถานที่จัดงานแต่งงาน Russische Kapelle โบสถ์ที่มีการออกแบบแบบรัสเซีย และ Plane Tree Grove เป็นรูปปั้นที่อยู่ในสวน Platanenhain



Sankt-Ludwigs-Kirche



Staatstheater Darmstadt



Hochzeitsturm Mathildenhöhe และ Russische Kapelle



'Photobombing is my life.' - Krittapak Naiam, 2017



รูปถ่ายรวม

เมื่อนักเรียนส่งกระดาษคำตอบให้ Prof. Knoll แล้ว เขาก็ได้พาพวกเราไปสังสรรค์ที่ลานเบียร์แห่งหนึ่ง ก่อนที่จะแยกย้ายกันกลับที่พัก

วันที่ 30 กรกฎาคม 2017

วันนี้เราออกไปเที่ยวที่เมือง Heidelberg กับเพื่อนต่างประเทศ โดยออกจากโรงแรมประมาณ 10 โมง ไปยังสถานีรถไฟ Arheiligen นั่งรถไฟไปลงที่ Darmstadt HBF แล้วต่อรถไฟไปที่ Heidelberg HBF รวมเวลาเดินทางประมาณหนึ่งชั่วโมงสามสิบนาที

เมื่อออกจากสถานีรถไฟก็ได้และที่จุดสอบถามข้อมูลเพื่อไปขอแผนที่ในเมืองและรอลูกพี่ลูกน้องของเพื่อนคนหนึ่งในกลุ่ม ก่อนที่จะเดินไปที่ Universität Heidelberg เพื่อไปเยี่ยมชม Kirchhoff-Institut für Physik หลังจากนั้นพวกเราเดินไปตามถนน Ladenburger เพื่อไปที่ Philosophenweg เป็นทางขึ้นเขาที่ชันมาก ตามทางขึ้นก็มีสถานที่สำคัญหลายแห่ง เช่น Physikalisches Institut der Universität Heidelberg เป็นสถาบันที่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์ของ Universität Heidelberg และจุดชมวิวที่สามารถมองเห็น Heidelberg ได้ทั่วทั้งเมืองจากจุดชมวิวนี้นี้

หลังจากที่ถ่ายรูปและนั่งพักที่จุดชมวิวแล้ว เราก็ได้เดินลงจากเขาผ่านทาง Schlangenweg จนสุดทางและเดินข้ามแม่น้ำ Neckar ผ่านสะพานเก่าของเมือง Heidelberg ก่อนที่จะไปที่ Marktplatz เพื่อไปรับประทานอาหารกลางวัน



ทางขึ้น Philosophenweg



Universität Heidelberg Physikalisches Institut



วิวเมือง Heidelberg ถ่ายจาก Philosophenweg



สะพานเก่าของเมือง Heidelberg

เมื่อรับประทานอาหารเสร็จแล้วก็ได้เดินไปที่ Schloß Heidelberg ซึ่งเป็นปราสาทเก่าแก่และเป็นสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญของเมืองนี้ และ Schloßgarten Heidelberg ซึ่งเป็นสวนสาธารณะที่อยู่ติดกับปราสาท เนื่องจากวันนี้เป็นวันหยุดสุดสัปดาห์ ทำให้มีนักท่องเที่ยวทั้งชาวเยอรมันและชาวต่างประเทศเดินทางมาที่แห่งนี้เป็นจำนวนมาก พวกเราได้ถ่ายรูปปราสาทและสถานที่รอบข้างก่อนที่จะออกจากเขตปราสาท ผ่านห้องสมุดของ Universität Heidelberg และเดินผ่าน Plöck ซึ่งเป็นตรอกที่เป็นแหล่งค้าขายที่นักท่องเที่ยวนิยมมารับประทานอาหารและถ่ายรูป



Schloß Heidelberg



หนังสือในห้องสมุดของ Universität Heidelberg



Plöck



ไอศกรีมโคนแรกที่เยอรมนี

หลังจากที่เดินเล่นบริเวณ Plöck แล้วก็เดินไปส่งลูกพี่ลูกน้องของเพื่อน และขึ้นรถเมล์กลับสถานีรถไฟเพื่อจะเดินทางกลับไปที่ Arheilgen

วันที่ 31 กรกฎาคม 2017

วันนี้เป็นวันที่เราจะต้องทำงานโปรเจกต์ ในช่วงเช้า เราไปหา Nils ที่ออฟฟิศ แต่เขาไม่อยู่ จึงไปหา Jessie เขาบอกว่าทุกวันจันทร์ Nils จะเข้ามาที่ GSI ชำกว่าปกติ จากนั้นเราก็กลับมาอ่านหนังสือที่ Nils ให้มาอ่านที่ออฟฟิศ ผ่านไปพักหนึ่ง Nils ก็มาถึง พอพูดคุยกันเกี่ยวกับแผนงานวันนี้ ได้ความว่าจะลองทดสอบเครื่องมือที่เขาและ Tino และ

Bela นักเรียนปริญญาโทที่ทำโปรเจกต์ร่วมกับ Nils ได้ทำกันเมื่อวันศุกร์ที่แล้ว จากนั้นก็นั่งอ่านเอกสารเกี่ยวกับกับดักไอออนลำอิเล็กตรอน จากนั้น Nils ก็บอกให้ไปที่สถานที่ปฏิบัติงาน



ชุดอุปกรณ์การทดลอง HILITE

พอไปถึงที่นั่น ปรากฏว่ากับดักไอออนลำอิเล็กตรอนยังไม่สามารถใช้ได้ คาดว่าสาเหตุมาจากลำไอออนที่ออกมาจากกับดักไอออนลำอิเล็กตรอนชนกับส่วนประกอบบางอย่างก่อนที่จะไปถึงถ้วยฟาราเดย์ (Faraday cup) วัตถุที่ใช้ในการตรวจวัดไอออน ระหว่างนี้ Nils และ Tino ได้อธิบายหลักการฟิสิกส์พื้นฐานและถามตอบข้อสงสัยต่างๆ เกี่ยวกับกับดักไอออนลำอิเล็กตรอน ก่อนจะออกไปรับประทานอาหารกลางวัน



สูบอากาศออกจากช่องทำความเย็น

หลังจากที่รับประทานอาหารกลางวันเสร็จก็ได้มานั่งพักผ่อนจนกระทั่งบ่ายสองเราก็ไปทำงานกันต่อ คราวนี้เราได้ช่วย Bela ตรวจสอบความถูกต้องวงจรของหัววัดอุณหภูมิที่จะใส่ในช่องสุญญากาศสำหรับทำความเย็นแก่อุปกรณ์ของการทดลอง HILITE และต่อเครื่องสูบอากาศกับอุปกรณ์การทดลอง HILITE เพื่อสูบอากาศให้ช่องทำความเย็นอยู่ในสภาพสุญญากาศ แต่เนื่องจากเกิดเหตุขัดข้องทำให้ต้องเริ่มทำการสูบอากาศอีกครั้ง จนถึงเวลาประมาณหกโมงเย็นก็ออกจากสถานที่ปฏิบัติงานโดยปล่อยให้เครื่องสูบอากาศทำงานต่อไปตลอดทั้งคืนแล้ว Nils จะกลับมาดูในวันรุ่งขึ้น

วันที่ 1 สิงหาคม 2017

วันนี้มีเลกเชอร์ทั้งหมด 3 หัวข้อ หัวข้อแรก คือ Nuclear Structure and Astrophysics ครั้งที่หนึ่ง โดย Dr. Haik Simon กล่าวถึงระบบที่เรียกว่าระบบนิวเคลียสเหนือธรรมชาติ (exotic nuclear systems) โดยเริ่มจากทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับโครงสร้างของนิวเคลียส จากนั้นได้กล่าวถึงวิธีการสร้างนิวเคลียสเหนือธรรมชาติในห้องทดลอง การกระเจิงแบบยืดหยุ่น และการศึกษานิวเคลียสเหล่านี้ด้วยวิธีสเปกโตรสโคปี

หัวข้อถัดมา คือ Atomic Physics โดย Dr. Danyal Winters เขาได้กล่าวถึงการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับฟิสิกส์อะตอมที่สถาบัน GSI ในหัวข้อต่างๆ รวมถึงหลักการพื้นฐานต่างๆ ที่เป็นที่มาของงานวิจัย คือ การศึกษาการกักเก็บไอออนและการทำให้ไอออนเย็นลง (cooling) หมายถึง การทำให้ไอออนมีพลังงานลดลง จากนั้นเขาได้กล่าวถึง Electron Storage Ring (ESR) ซึ่งเป็นการทดลองหนึ่งในสถาบัน GSI เป็นการทดลองเกี่ยวกับการกักเก็บไอออนและการทำให้ไอออนเย็นลง และปิดท้ายด้วยการทดลองต่างๆ ได้แก่ สเปกโตรสโคปีอิเล็กตรอน (Electron spectroscopy) การรวมไดอิเล็กตรอนิก (Dielectronic recombination) สเปกโตรสโคปีมวล (Mass spectroscopy) สเปกโตรสโคปีรังสีเอ็กซ์ (X-ray spectroscopy) และสเปกโตรสโคปีเลเซอร์และการทำความเย็นเลเซอร์ (Laser spectroscopy and laser cooling)

และหัวข้อสุดท้าย คือ Materials Research โดย Dr. Ina Schubert ได้กล่าวถึงการทำวิจัยด้านวัสดุศาสตร์ที่สถาบัน GSI โดยใช้ความรู้ด้านฟิสิกส์พลังงานสูง ฟิสิกส์อะตอม และทัศนศาสตร์มาช่วยในการทำงานวิจัย ทำให้งานวิจัยมีหลากหลายมากขึ้น

หลังจากนั้น พวกเราก็ได้ไปเยี่ยมชม Medical cave เป็นสถานที่วิจัยเกี่ยวกับการใช้ไอออนในการรักษาทางการแพทย์ โดยเราได้เยี่ยมชมทั้งห้องควบคุมรังสี และห้องจำลองการรักษา จากนั้นพวกเราไปที่ CRYRING เป็นสถานที่เก็บไอออนที่จะใช้ในการทดลองต่างๆ และ HADES เป็นเครื่องตรวจวัดอนุภาคขนาดใหญ่

วันที่ 2 สิงหาคม 2017

เมื่อมาถึงสถานที่ปฏิบัติงาน Nils เล่าว่าเมื่อวานได้แกะ Wien filter และเอารูเปิด (Aperture) ออก ทำให้เราสามารถมองเห็นแสงบนฉวดยฟาราเดย์ที่เกิดจากขั้วแคโทดของกับดักไอออนล่ออิเล็กตรอนแล้ว แต่ด้วยเหตุผลบางประการทำให้ยังไม่สามารถตรวจจับสนุญาณของไอออนได้ นอกจากนี้ยังได้ลดความยาวของท่อที่ต่อระหว่างเครื่องสูบอากาศและอุปกรณ์สำหรับการทดลอง HILITE ลง ทำให้การสูบอากาศออกจากอุปกรณ์ดังกล่าวทำได้ดีขึ้นและความดันลดลงไปจนถึงระดับที่ใช้การได้แล้ว

ในช่วงเช้า พวกเราได้ลองหาสาเหตุที่ยังตรวจจับสนุญาณไอออนไม่ได้ โดยลองเปลี่ยนวงจรขยายสัญญาณที่ต่อกับฉวดยฟาราเดย์ ปรากฏว่าไม่มีอะไรเปลี่ยนแปลง และเมื่อลองปรับตำแหน่งของฉวดยฟาราเดย์ ก็ยังไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง จึงคาดว่าอาจเกิดจากลำไอออนไม่ทะลุผ่านช่องรูเปิดที่อยู่ทางออกของ filter หลังจากนั้น Tino จะแก้ปัญหาต่อไปด้วยตัวเอง

จากนั้นเราได้ช่วยเอาสายไฟชุดหนึ่งออกจากเครื่องดักจับเพื่อจะติดเซนเซอร์อุณหภูมิที่สายไฟดังกล่าว แต่เนื่องจากรูใส่นี้ออตของเซนเซอร์กับสายไฟมีขนาดไม่เท่ากัน Nils จึงพาเราไปที่ห้องผลิตสิ่งของขนาดเล็กเพื่อไปขอยาถูใส่นี้ออตของสายไฟ เขาบอกว่าการทำงานในห้องดังกล่าวได้จะต้องได้ทำแบบทดสอบความปลอดภัย และเขียนหนังสือทำเรื่องเพื่อขอคีย์การ์ดสำหรับเข้าห้องทำงานช่าง ซึ่งใช้เวลานานและอาจทำให้งานหยุดชะงักได้

เมื่อมาถึงห้องทำงานช่างแล้ว Nils ได้สอนวิธีการใช้เครื่องเจาะ ขั้นตอนแรกเราต้องเลือกหัวเจาะที่มีขนาดตามที่เราต้องการมา จากนั้นก็นำมาติดหัวเจาะกับเครื่องเจาะ เอาที่ยึดมาจับให้วัสดุที่ต้องการเจาะอยู่ในตำแหน่งที่เราต้องการ กดหัวเจาะลงมาเพื่อดูว่าอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมหรือไม่ เมื่อทุกอย่างเรียบร้อยแล้วเอาน้ำมันทาตรงบริเวณที่ต้องการจะเจาะ แล้วเปิดเครื่องเจาะ หัวเจาะจะหมุนด้วยความเร็วที่กำหนดไว้โดยเครื่องเจาะ แล้วเราก็กดหัวเจาะลง

ไปตรงวัสดุที่ต้องการ เมื่อเจาะเรียบร้อยแล้วก็เอาหัวเจาะออกจากวัสดุแล้วปิดเครื่อง เอาหัวเจาะออกมาทำความสะอาดและเก็บเข้าตู้เก็บอุปกรณ์ แต่เนื่องจากบริเวณที่วัสดุถูกเจาะมีความคม เราจึงต้องกลึงให้เรียบเพื่อป้องกันอุบัติเหตุโดยใช้เครื่องเจาะเดิม แต่เปลี่ยนหัวเจาะเป็นหัวสำหรับกลึง ทำคล้ายกับการเจาะวัสดุแต่คราวนี้ให้หัวเจาะสัมผัสกับบริเวณที่ต้องการจะกลึง เมื่อกลึงเรียบร้อยแล้วก็ทำความสะอาดให้เรียบร้อยด้วยการเช็ดน้ำมันด้วยทิชชูและเป่าด้วยลมแรงๆ เมื่อสะอาดดีแล้วก็กลับมาที่สถานที่ปฏิบัติงาน จากนั้นได้ต่อสายไฟที่เจาะรูเรียบร้อยแล้วไว้ที่เดิมก่อนที่จะไปรับประทานอาหารกลางวัน

เวลาประมาณบ่ายสองก็ไปทำงานต่อ Tino ได้ลองวัดสัญญาณที่ขั้วไฟของ Wien filter ด้วยออสซิลโลสโคป พบว่ามีสัญญาณเกิดขึ้น แสดงว่าเราสามารถสร้างลำไอออนได้แล้ว แต่ไม่สามารถวัดสัญญาณที่ถ่วงฟาราเดย์ได้ คาดว่าเกิดจากลักษณะของลำไอออนไม่เหมาะสม Tino จึงเปลี่ยนลักษณะของลำไอออนด้วยการปรับความต่างศักย์ของขั้วไฟฟ้าในกับดักไอออนลำอิเล็กตรอน ในขณะที่เราและ Nils ไปหาสายไฟเพื่อมาเชื่อมต่อระหว่างถ่วงฟาราเดย์กับออสซิลโลสโคปเพื่อที่จะวัดสัญญาณทั้งใน Wien filter และถ่วงฟาราเดย์ แต่เนื่องจากทำการทดลองมาเป็นเวลานาน ทำให้แหล่งจ่ายไฟสำหรับกับดักไอออนลำอิเล็กตรอนเริ่มทำงานได้ไม่เต็มที่ จึงหยุดการทำการทดลองเพียงเท่านี้

ก่อนที่จะออกจากสถานที่ปฏิบัติงาน Nils ได้สอนการทำบัดกรี เพื่อให้เราได้มีทักษะการทำงานด้านงานช่างมากขึ้น เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วก็ออกมาจากที่นั่น

วันนี้มีชมรมภาพยนตร์ของ GSI Summer Program เป็นวันแรก หนึ่งที่น่ายคือ Kill the Messenger เป็นเรื่องราวของนักข่าวท้องถิ่นคนหนึ่งที่ต้องการจะเปิดโปงเรื่องราวการค้ายาเสพติดของรัฐบาลสหรัฐอเมริกา แล้วต้องพบอุปสรรคต่างๆ มากมาย



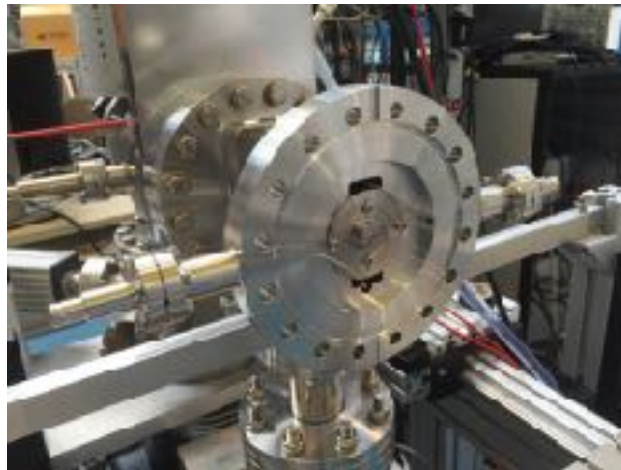
อาหารเย็นขณะชมภาพยนตร์

วันที่ 3 สิงหาคม 2017

เมื่อเดินทางไปถึงที่ออฟฟิศ เราได้ไปอ่านเอกสารการประกอบและการทำงานของกับดักไอออนลำอิเล็กตรอนก่อนที่จะไปสถานที่ปฏิบัติงาน เมื่อไปถึงที่นั่น Nils และ Bela บอกให้เราช่วยนำแผ่นรูเปิดออกจากทางออกของ Wien filter เพื่อจะทดสอบว่าลำไอออนถูกตรวจวัดที่ถ่วงฟาราเดย์ได้หรือไม่ หลังจากที่ได้ปิดลั่นกับดักไอออนลำอิเล็กตรอนเพื่อรักษาสภาพสุญญากาศแล้ว พวกเราก็เตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการถอดส่วนประกอบกับดักไอออนลำอิเล็กตรอน และถอดสายไฟและส่วนประกอบบางอย่างออกก่อนที่จะไปรับประทานอาหารกลางวัน



ถ้วยฟาราเดย์ (Faraday cup)



ปลายขาออกของ Wien filter ที่มีแผ่นรูเปิดปิดอยู่

หลังจากที่รับประทานอาหารกลางวันเสร็จแล้ว พวกเราก็กลับมาถอดชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ออกเพื่อที่จะได้อาแผนรูเปิดออก แต่หลังจากที่ประกอบชิ้นส่วนต่างๆ คืบแล้ว ความดันภายในกับดักไอออนลำอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นมากเกินไป คาดว่าเกิดจากลื่นไถลกับดักไอออนลำอิเล็กตรอนปิดไม่สนิท เราจึงต้องทำการสูบอากาศออกจากออกจกชุดอุปกรณ์ทั้งหมดก่อนที่จะทำการทดลองต่อไป พวกเราจึงต้องปล่อยให้อากาศถูกสูบออกเป็นเวลอย่างน้อยหนึ่งคืน

วันที่ 4 สิงหาคม 2017

วันนี้มีเลกเชอร์ทั้งหมด 3 เรื่อง หัวข้อแรก คือ Compressed Nuclear Matter ครั้งที่สาม โดย Dr. Ralf Averbeck กล่าวถึงผลการทดลองที่ได้จากการทดลอง ALICE ของ CERN โดยเริ่มจากความเป็นมาของการทดลอง หลักการพื้นฐานต่างๆ เช่น QCD อันตรกิริยาอย่างเข้ม เป็นต้น จากนั้นได้กล่าวถึงขอบเขตการศึกษาของการทดลอง ALICE และสรุปผลการศึกษากันของไอออนตะกั่ว ปิดท้ายด้วยการกำหนดเป้าหมายการทดลองในอนาคต

หัวข้อถัดมา คือ Hadron Physics with Anti-Proton ครั้งที่สอง โดย Dr. Anastasios Belias เป็นการบรรยายเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่างๆที่เป็นส่วนประกอบของเครื่องตรวจจับอนุภาค โดยเริ่มจากเครื่องเร่งอนุภาคชนิดต่างๆ การทดลองแบบเป้าหมายอยู่นิ่ง (fixed target) และแบบชนกัน (collider) ตัวอย่างการทดลองที่ CERN ได้แก่ COMPASS และ ATLAS และการทดลองที่ GSI เรียกว่า PANDA จากนั้นได้กล่าวถึงเงื่อนไขในการทดลอง วิธีการตรวจ

วัดอนุภาค หลักการพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับอันตรกิริยาระหว่างแสงและอิเล็กตรอนกับสสารอื่นๆ ปิดท้ายด้วยการนำเสนอส่วนต่างๆ ของการทดลอง PANDA

หลังจากนั้น Prof. Knoll มาบอกให้พวกเรากลับมาห้องเลกเชอร์ภายในเวลาเที่ยงครึ่ง เพราะทางสถาบันจะแจกเสื้อแจ็กเก็ตสะท้อนแสงสำหรับใส่เดินทางในเวลากลางคืน และหมวกกันน็อกก่อนที่จะเริ่มการบรรยายสุดท้ายของวันนี้



รอรับหมวกกันน็อกและเสื้อแจ็กเก็ต



‘Andrii uses Headbutt, it’s not very effective.’

เมื่อทุกคนได้รับหมวกกันน็อกเรียบร้อยแล้วก็เริ่มการบรรยายในหัวข้อสุดท้ายในเรื่อง Nuclear Structure and Astrophysics ครั้งที่สอง โดย Dr. Yuri Litvinov กล่าวถึงการทดลองที่ Electron Storage Ring (ESR) ที่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์ดาราศาสตร์ โดยเริ่มจากการสร้างนิวเคลียสที่มีความเสถียร กระบวนการการเกิดนิวเคลียส การศึกษามวลของนิวเคลียส หลักการพื้นฐานของการทดลองที่ ESR การลดพลังงานไอออน และปิดท้ายด้วยการทดลองต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาฟิสิกส์ดาราศาสตร์ภายใน ESR

หลังจากที่ฟังการบรรยายจบ พวกเราก็ได้ไปเยี่ยมชม ESR ในส่วนของวงแหวนเก็บไอออน (Ion storage ring) และส่วนทำความเย็นอิเล็กตรอน (electron cooler) ก่อนที่จะกลับที่พัก

วันที่ 5 สิงหาคม 2017

วันนี้เป็นวันเสาร์ ตั้งใจจะไปเที่ยวปราสาทแฟรงเกนสไตน์ (Schloß Frankenstein) แต่เตรียมตัวไปพร้อมกับเพื่อนไม่ทัน จึงจะขี้จักรยานไปตามเพื่อนไป พอขี่จักรยานได้พักหนึ่งก็รู้สึกว่าจะตัวเองไม่น่าจะไปทันเพื่อนและกลัวหลงทาง จึงจะเดินทางกลับโรงแรม แต่เพื่อนอีกกลุ่มหนึ่งจะเดินทางไปเที่ยวที่แฟรงค์เฟิร์ต เราจึงตามเพื่อนกลุ่มนั้นไป



ห้างสรรพสินค้า MyZeil



ร้าน Elbenwald

เราไปถึงที่สถานีรถไฟตอนประมาณ 11 นาฬิกา ใช้เวลาเดินทางประมาณครึ่งชั่วโมงถึงที่แฟรงค์เฟิร์ต หลังจากที่เราลงรถไฟแล้ว พวกเราก็เดินทางไปห้างสรรพสินค้า MyZeil ซึ่งเป็นห้างสรรพสินค้าแห่งใหม่ในเมืองนี้ โดยเป้าหมายของพวกเรา คือ ร้าน Elbenwald เป็นร้านขายสินค้าเกี่ยวกับการ์ตูนและภาพยนตร์ จากนั้นพวกเราก็แยกย้ายกันเดินเล่นในบริเวณนั้นและกลับมาเจอกันที่หน้าร้าน Elbenwald ตอนบ่ายโมง

หลังจากนั้น พวกเราก็เดินทางไป Main Tower เป็นอาคารชมเมืองที่เปิดให้บริการให้นักท่องเที่ยวขึ้นไปบนดาดฟ้าเพื่อไปชมวิวและถ่ายรูปทิวทัศน์ของเมืองแฟรงค์เฟิร์ต แต่ตอนที่กำลังขึ้นไปบนอาคาร ฝนก็ตกลงมา ทำให้ต้องรอให้ฝนหยุดก่อนแล้วจึงออกมาถ่ายรูปได้

หลังจากที่ชมวิว ถ่ายรูป และพักผ่อนเรียบร้อยแล้ว เป้าหมายต่อไปคือจัตุรัสกลางเมือง Römerberg เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีของฝากให้เลือกซื้อ และในวันที่ไปก็มีเทศกาลพอดี จึงได้เห็นการเล่นดนตรีสดแบบพื้นเมืองของชาวเยอรมัน พวกเราแยกย้ายกันรับประทานอาหารและจะเจอกันอีกครั้งตอนเวลาประมาณห้าโมงเย็น



ต่อแถวซื้อตั๋วขึ้น Main Tower



ตั๋วขึ้น Main Tower



รูปถ่ายบน Main Tower



ดนตรีสดที่

เมื่อพวกเราวมตัวกันอีกครั้ง พวกเราก็ไปข้ามสะพาน Iron Bridge เป็นสะพานเก่าข้ามแม่น้ำ Main พวกเราได้เจอเพื่อนอีกกลุ่มที่นั่นก่อนที่จะไปดื่มด้วยกัน หลังจากที่ได้ดื่มเสร็จ พวกเราบางส่วนก็พากันกลับที่พัก แต่อีกกลุ่มหนึ่งก็นั่งเล่นที่ริมแม่น้ำ Main ก่อนที่จะกลับโรงแรม

วันที่ 6 สิงหาคม 2017

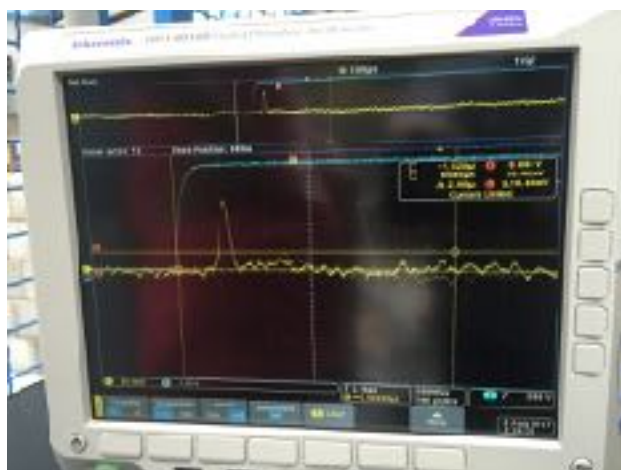
เนื่องจากเหนื่อยล้าจากการทำงานในวันทำงานและการท่องเที่ยวเมื่อวาน วันนี้จึงพักผ่อนอยู่ที่โรงแรม อ่านหนังสือและเอกสารต่างๆ ในตอนเย็นได้ลองทำหมูสามชั้นทอดแต่ก็ไม่อร่อยอย่างที่คาดหวังไว้



หมูสามชั้นทอด

วันที่ 7 สิงหาคม 2017

วันนี้เป็นวันทำโปรเจกต์อีกวันหนึ่ง หลังจากที่เราเอาแผ่นรูเปิดออกจากปลายด้านหนึ่งของ Wien filter และสูบลำอากาศออกจากกับดักไอออนลำอิเล็กตรอนแล้ว วันนี้เราได้ทดลองวัดสัญญาณโดยที่ยังไม่ได้ให้ความต่างศักย์และสนามแม่เหล็กแก่ Wien filter เพื่อดูว่าสัญญาณถูกตรวจจับได้หรือไม่ พบว่ามีสัญญาณเกิดขึ้นที่ออสซิลโลสโคป จึงสรุปได้ว่ามีไอออนชนกับถ้วยฟาราเดย์



สัญญาณที่วัดได้

จากนั้น Nils บอกเราเกี่ยวกับวิธีการเปิด-ปิดและข้อควรระวังในการปรับค่าศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่ขั้วไฟฟ้าแต่ละชิ้นที่อยู่ภายในกับดักไอออนลำอิเล็กตรอน เช่น ไม่ควรปรับให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขั้วแคโทดมี

ค่ามากเกินไป เพราะจะทำให้ความดันภายในกับดักไอออนล้าอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นมาก และไม่ควรมีปรับให้ศักย์ไฟฟ้าของตัวสะท้อนอิเล็กตรอน (electron repeller) มีค่าต่ำกว่าศักย์ไฟฟ้าของแคโทด เพราะจะทำให้อิเล็กตรอนหลุดเข้าไปใน Faraday cup เป็นต้น หลังจากที่ยอธิบายเรื่องเหล่านี้เสร็จแล้ว พวกเราก็ไปรับประทานอาหารกลางวันกัน

เมื่อกลับมาที่สถานที่ปฏิบัติงาน เราได้ลองเปิดเครื่องอีกครั้ง พร้อมกับปรับค่าศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าตามที่ได้ระบุไว้ในสมุดจดการทดลอง ซึ่งเป็นค่าที่เคยใช้ในการทดลองอื่น เมื่อปรับค่าเรียบร้อยแล้ว เราได้บันทึกสัญญาณที่วัดได้จากออสซิลโลสโคปลงในแฟลชไดรฟ์ หลังจากนั้นก็กลับไปโรงแรม

วันที่ 8 สิงหาคม 2017

วันนี้มีเลกเชอร์ทั้งหมด 4 หัวข้อ หัวข้อแรก คือ Nuclear Structure and Astrophysics ครั้งที่สาม โดย Dr. Haik Simon กล่าวถึงเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาระบบนิวเคลียสเหนือธรรมชาติ โดยเริ่มจากเครื่องตรวจวัดอนุภาค วิธีการบันทึกข้อมูล การออกแบบระบบและวิธีการดำเนินการของระบบ

หัวข้อถัดมา คือ Plasma Physics with Intense Ion Beam โดย K. Weyrich โดยเริ่มจากการอธิบายว่าพลาสมาคืออะไร มีสมบัติและตัวแปรต่างๆที่สำคัญอะไรบ้าง ปฏิิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชั่นคืออะไร จากนั้นก็บรรยายเกี่ยวกับการทดลองฟิสิกส์พลาสมาที่ GSI ในบริเวณที่เรียกว่า Experimental area Z6 เป็นการทดลองที่เป็น weak coupled plasmas และ Experimental area HHT เป็นการทดลองที่เป็น strong coupled plasmas โดยใช้ Uranium beams เพื่อศึกษาการเกิดพลาสมา และ Proton beams เพื่อศึกษาการเกิดพลาสมาจากแหล่งกำเนิดภายนอก และกล่าวถึงภารกิจต่างๆที่กลุ่มการทดลองนี้รวมถึงแผนการในอนาคต

หัวข้อที่สาม คือ Plasma Physics with Intense Laser Beam โดย V. Bagnoud โดยเริ่มจากการบรรยายประวัติศาสตร์และความสำคัญของเลเซอร์ โดยเน้นไปที่ mode-locking technology ที่ใช้สร้าง femtosecond laser pulse รวมถึงเทคนิค chirp-pulse amplifier (CPA) ซึ่งเป็นการสร้าง petawatt laser ต่อมาได้อธิบายถึงการทดลอง PHELIX ซึ่งเป็นอีกการทดลองหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์พลาสมา โดยใช้เลเซอร์เป็นแหล่งให้พลังงานแก่พลาสมา

และหัวข้อสุดท้าย คือ Technology Transfer: Impact to the Society โดย T. Engert กล่าวถึงความสำคัญของการศึกษาและพัฒนาองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่นำไปสู่การสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ สังคม และเศรษฐกิจ และตัวอย่างของผลประโยชน์จากการศึกษาฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับไอออนหนักของ GSI ที่ถูกนำไปใช้ในการพัฒนาด้านต่างๆ

วันที่ 9 สิงหาคม 2017

วันนี้ตลอดช่วงเช้า เราช่วย Nils และ Bela แก่ชิ้นส่วนของชุดอุปกรณ์การทดลองเพื่อใส่แผ่นรูเปิดที่ทางออกของ Wien filter โดยมีความคาดหวังว่าจะสามารถวัดสัญญาณของไอออนได้ หลังจากนั้นพวกเราก็ออกไปรับประทานอาหารกลางวัน

หลังจากที่พวกเรารับประทานอาหารกลางวันเรียบร้อยแล้ว พวกเราก็ไปนั่งพักผ่อนที่ออฟฟิศก่อนที่จะไปสถานที่ปฏิบัติงาน Nils บอกให้เราเปิดแหล่งจ่ายไฟและทดสอบว่าสามารถตรวจวัดไอออนเมื่อใส่แผ่นรูเปิดได้หรือไม่พบว่าเราวัดสัญญาณของไอออนได้ ซึ่งเป็นสัญญาณที่ดีในการทดลองนี้

เมื่อถึงเวลาบ่ายสาม Nils ชวนเราไปฟังการบรรยายเกี่ยวกับกับดักไอออนล้าอิเล็กตรอนโดยนักวิจัยงานที่ฝึกงานกับกลุ่มวิจัยอีกกลุ่มหนึ่งที่ต้องใช้กับดักไอออนล้าอิเล็กตรอนเช่นเดียวกับพวกเรา ในห้องประชุมมีนักวิจัยจากกลุ่มวิจัยฟิสิกส์อะตอมของสถาบัน GSI ร่วมฟังเป็นจำนวนมาก เมื่อการบรรยายจบลง ทุกคนเคาะโต๊ะซึ่งมีความหมายเดียวกันกับการปรบมือ ก่อนที่จะเข้าสู่ช่วงถาม-ตอบ



การบรรยายของนักเรียนฝึกงาน

หลังจากที่การประชุมจบลง ทุกคนก็แยกย้ายกลับบ้าน เรารอชมภาพยนตร์ที่ชมรมภาพยนตร์ ซึ่งวันนี้ได้ชมภาพยนตร์เรื่อง Grave Encounter เป็นภาพยนตร์แนวตลกสยอง เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับกลุ่มวัยรุ่นที่ล่าท้าผีตามสถานที่ต่างๆ จนกระทั่งไปที่อาคารแห่งหนึ่งซึ่งเคยเป็นโรงพยาบาลบำบัดจิตมาก่อน พวกเขาได้เจอปรากฏการณ์แปลกๆ มากมาย จนทุกคนเสียชีวิตในอาคารแห่งนั้น

วันที่ 10 สิงหาคม 2017

วันนี้ในช่วงเช้า เราได้ช่วย Nils และ Bela ติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิกับท่อทำความเย็นสำหรับอุปกรณ์การทดลอง HILITE และประกอบท่อทำความเย็นกับกับดักเพนนิ่ง (Penning trap) เข้าด้วยกัน เมื่อทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว พวกเราก็ไปรับประทานอาหารกลางวัน

หลังจากที่รับประทานอาหารเรียบร้อยแล้ว ได้ทำการเปิดแหล่งจ่ายไฟของอุปกรณ์กับดักไอออนลำอิเล็กตรอน จากนั้นลองวัดสัญญาณไอออน เมื่อพบสัญญาณแล้ว Nils ได้นำแท่งแม่เหล็กมาวางไว้ที่แท่นวางแม่เหล็กสำหรับ Wien filter พบว่าสัญญาณไอออนหายไป จากนั้น Nils ได้บอกวิธีการใช้แหล่งจ่ายไฟสำหรับขั้วไฟฟ้าใน Wien filter ข้อควรระวังของการใช้งานนี้ คือ การให้ศักย์ไฟฟ้าแก่ขั้วไฟฟ้าสองขั้วจะต้องให้ศักย์ที่มีค่าเท่ากันเสมอ โดยที่ทั้งสองขั้วเป็นขั้วตรงข้ามกัน หลังจากนั้น เราได้ลองปรับค่าศักย์ไฟฟ้าของขั้วไฟฟ้างดไว้เพื่อลองหาสัญญาณไอออนที่วัดได้

หลังจากที่ออกจากสถานที่ปฏิบัติงาน เราต้องไปช่วยเตรียมสถานที่สำหรับงานเลี้ยงบาร์บีคิวที่จะจัดขึ้นเย็นนี้ โดยเราช่วยจัดที่นั่งภายในคาเฟ่ ในขณะที่เพื่อนบางคนไปช่วยวงดนตรีจัดอุปกรณ์ และบางคนจัดเตรียมอาหารและตั้งเตาทำบาร์บีคิว เมื่อถึงเวลางานมีพนักงานของ GSI เข้าร่วมงานเป็นจำนวนมากรวมถึงกลุ่มวิจัยของเรา พวกเรานั่งคุยกันเรื่องทั่วไป กีฬาพื้นเมืองของประเทศไทย สถานที่ท่องเที่ยวต่างๆ จนถึงเวลาที่เรจะต้องไปดูแลเรื่องการปิ้งบาร์บีคิว เราปิ้งอาหารเป็นเวลาหนึ่งชั่วโมงกับเพื่อนชาวญี่ปุ่น หลังจากทั้งหมดเวลาครุ่อาหาร เราก็ไปนั่งดูคอนเสิร์ตและดื่มก่อนที่จะถึงเวลาที่เรจะต้องเก็บงานที่ใช้แล้วไปไว้ในตะกร้าเพื่อจะรอล้าง เมื่อเสร็จงานแล้วก็ถึงเวลาที่คอนเสิร์ตเลิก นักร้องนำของวงดนตรีบอกว่าเขาให้เราเข้าไปเล่นเครื่องดนตรีได้จนกว่างานจะเลิก พวกเราจึงเข้าไปเล่นกันอย่างสนุกสนาน จนถึงเวลาเที่ยงคืนครึ่ง พวกเราช่วยกันเก็บของ จัดสถานที่ให้พร้อมใช้งานในวันรุ่งขึ้น ก่อนที่จะกลับโรงแรม



เตรียมตัวสำหรับงานเลี้ยง



ปลัดกันอย่างเนื่อ



วงดนตรีสด



'Shunki loves drums.'



'Let me try it!!!'

วันที่ 11 สิงหาคม 2017



การอบอุปกรณ์การทดลอง

วันนี้ในตอนเช้าเราอ่านหนังสือและเอกสารอยู่ที่โรงแรม เนื่องจาก Nils บอกให้เราเข้าไปที่ GSI ในช่วงบ่าย เราจึงรอเวลาจนถึงตอนเที่ยงจึงไปรับประทานอาหารกลางวัน

ในช่วงบ่าย เราไปที่สถานที่ปฏิบัติงาน Nils บอกว่าเราจะต้องทำการอบ (baking) ชุดอุปกรณ์กับดักไอออนลำอิเล็กตรอนทั้งหมดเนื่องจากเราแกะอุปกรณ์เหล่านั้นออกทำให้อาจมีฝุ่นเข้าไปอยู่ภายในชุดอุปกรณ์ ซึ่งฝุ่นเหล่านั้นอาจรบกวนการทดลองได้ และทำให้ความดันภายในอุปกรณ์มีค่าเปลี่ยนไป ในวันนี้เราจึงช่วยกันขนานกันความร้อนและหุ้มอุปกรณ์ทั้งหมดด้วยแผ่นพอลิเอทิลีนเพื่อป้องกันไม่ให้ความร้อนออกจากชุดอุปกรณ์มาก โดยเราต้องอบอุปกรณ์ไว้ที่ช่วงอุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นก็แยกย้ายกันไปพักผ่อน

วันที่ 12 สิงหาคม 2017

วันนี้วันเสาร์ และเป็นวันแม่ที่ไทยด้วย เป็นวันที่ได้พักผ่อนได้เต็มที่มาก อากาศเย็นและฝนตก ไม่ได้ทำอะไรมากนักนอกจากนอนเล่น อ่านหนังสือและเอกสาร และไปหาวัตถุดิบมาทำกับข้าวกินตอนเย็น ในวันนี้ทำผัดซีอิ๊วใส่กุ้งและไส้กรอกเหลือง (Grabwurst)

วันที่ 13 สิงหาคม 2017

วันนี้ก็เป็นวันพักผ่อนอีกวันหนึ่ง ไม่ได้ไปไหน แต่ในช่วงเย็น เพื่อนๆ ได้นำเนื้อ ไส้กรอก และอาหารที่เหลือจากวันงานเลี้ยงมาที่โรงแรมพร้อมกับเตาถ่าน จึงได้กินบาร์บีคิวตอนเย็น



บาร์บีคิว

วันที่ 14 สิงหาคม 2017

วันนี้เป็นวันหยุดชดเชยที่ไทย แต่เราไม่หยุด มาถึงตอนเช้าได้ปิดระบบทำความร้อนหลังจากที่อุปกรณ์กับดักไอออนลำอิเล็กตรอนตลอดทั้งวันหยุดสุดสัปดาห์เพื่อปรับปรุงสุญญากาศให้ดีขึ้น เนื่องจากต้องใช้เวลาพักหนึ่งในการรอให้อุปกรณ์ทดลองเย็นลงจึงได้กลับมาที่ออฟฟิศ Nils ได้ให้ข้อมูลที่บันทึกจากเครื่องออสซิลโลสโคปเพื่อทำการพล็อตสัญญาณที่ได้จากการทดลองเมื่อสัปดาห์ก่อน

หลังจากกินข้าวเสร็จ อุปกรณ์ทดลองได้เย็นลงแล้วจึงแกะฟอยล์ลুমินีเยมออกจากอุปกรณ์การทดลองและประกอบอุปกรณ์ต่างๆ ให้สมบูรณ์ จากนั้นปล่อยให้เครื่องปั๊มอากาศปั๊มสารปนเปื้อนในห้องสุญญากาศออกเป็นเวลานานขึ้นก่อนที่จะเริ่มทำการทดลองอีกครั้ง จนถึงเวลาประมาณห้าโมงก็เตรียมตัวกลับที่พัก

วันที่ 15 สิงหาคม 2017

วันนี้มีการอบรมเชิงปฏิบัติเกี่ยวกับการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดย Prof. Dr. Henner Büsching เราได้เรียนรู้เกี่ยวกับการวางแผนการนำเสนอ การเตรียมและการลำดับเนื้อหา โครงสร้างของสไลด์นำเสนอ เทคนิคการใช้สิ่งต่างๆ บนสไลด์ เช่น สี ฟอนต์ รูปภาพ เป็นต้น วิธีการพูดในการนำเสนอ

จากนั้นก็ไปทำงานต่อ โดยวันนี้ได้ลองปรับค่าความต่างศักย์เพื่อหาสัญญาณอีกครั้งหลังจากที่ทำการอบระบบเพื่อปรับปรุงความเป็นสุญญากาศ ปรากฏว่าความดันในห้องสุญญากาศไม่ดีขึ้นไปกว่าเก่า เมื่อเปิดแหล่งจ่ายไฟและปรับค่าศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเรียบร้อยแล้ว ได้ลองปรับค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ให้แก่อิเล็กตรอนใน Wien filter แล้ว พบว่าเราสามารถตรวจวัดสัญญาณของไอออนได้ที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้าค่าต่างๆ แสดงว่าเราตรวจวัดได้สัญญาณของไอออนหลายชนิด หมายถึง เราสามารถสร้างไอออนในสถานะต่างๆ ของแก๊สชนิดต่างๆ ที่อยู่ภายในกับดักไอออนลำอิเล็กตรอนได้

ในตอนเย็นก่อนที่จะกลับโรงแรม Nils ได้หาข้อมูลการทดลองของการสร้างไอออนสถานะต่างๆ ของอาร์กอน ได้ว่าจะต้องปรับศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าตามที่มีข้อมูลให้ไว้ Nils จึงบอกให้เราลองปรับค่าต่างๆ ตามที่บันทึกไว้ก่อนที่จะฉีดแก๊สอาร์กอนเข้าไปในกับดักไอออนลำอิเล็กตรอน เมื่อลองปรับค่าต่างๆ แล้ว Nils ให้เราปรับความต่างศักย์ของขั้วไฟฟ้าใน Wien filter เพื่อลองดูว่าจะพบสัญญาณหรือไม่ ปรากฏว่าเราสามารถพบสัญญาณของไอออนได้เมื่อปรับค่าความต่างศักย์เป็นค่าต่างๆ ซึ่งแตกต่างจากค่าความต่างศักย์ที่ทำก่อนหน้านี้

วันที่ 16 สิงหาคม 2017

วันนี้ Nils บอกให้เราทำการบันทึกค่าความต่างศักย์ที่ให้แกขั้วไฟฟ้าของ Wien filter ที่ทำให้เราสามารถวัดสัญญาณของไอออนที่ออกมาจากกับดักไอออนลำอิเล็กตรอนได้ ตลอดช่วงเช้า เราก็ทำการวัดค่าความต่างศักย์ดังกล่าวโดยเปลี่ยนความต่างศักย์ตั้งแต่ 1 V จนถึง 500 V โดยค่อยๆเพิ่มทีละ 1 V ก่อนที่จะออกไปรับประทานอาหารกลางวัน

หลังจากที่รับประทานอาหารกลางวันเสร็จแล้ว เราก็ไปทำการวัดค่าความต่างศักย์ที่ให้แกขั้วไฟฟ้าของ Wien filter ต่อ โดยในคราวนี้ เราได้ใส่แก๊สอาร์กอนเข้าไปในกับดักไอออนลำอิเล็กตรอนด้วย ก่อนทำการทดลอง เราเปลี่ยนค่าศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ให้แกส่วนต่างๆ ของชุดอุปกรณ์การทดลอง และเปลี่ยนความต่างศักย์ที่ให้แก Wien filter โดยเริ่มตั้งแต่ 1 V จนถึง 500 V เช่นเดียวกับตอนเช้า แต่ในคราวนี้เราได้บันทึกรูปแบบสัญญาณลงในแฟลชไดรฟ์ด้วย หลังจากทำการทดลองเสร็จ เราได้คัดลอกไฟล์ที่บันทึกได้ลงในคอมพิวเตอร์ก่อนที่จะกลับโรงแรม

วันที่ 17 สิงหาคม 2017

วันนี้ได้มีการพยายามติดตั้งเครื่องวัดรังสีเอกซ์เพื่อจะทำ X-ray spectroscopy เพื่อหาสเปกตรัมของอาร์กอน เราได้ศึกษาการใช้งานโปรแกรมแสดงความเข้มของรังสีที่พลังงานต่างๆ และได้ศึกษาอุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับ X-ray spectroscopy เพื่อตรวจสอบว่าเหตุใดโปรแกรมจึงไม่แสดงผลการวัดออกมา

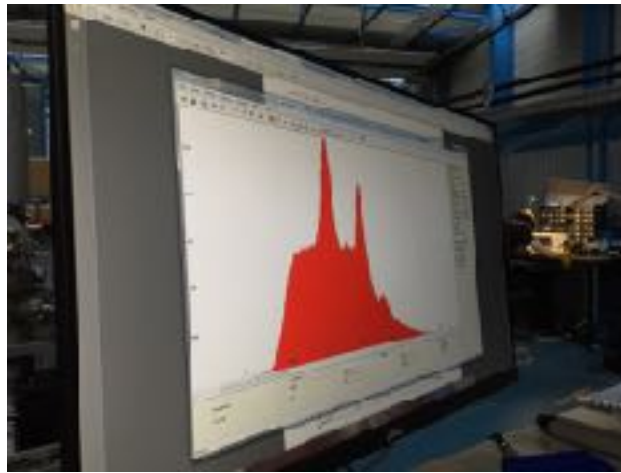
ในช่วงบ่าย หลังจากที่ทำให้โปรแกรมสามารถแสดงผลได้แล้ว แต่มีปัญหาว่าผลการวัดในขณะที่มีและไม่มีอาร์กอนให้ผลไม่แตกต่างกัน จึงพยายามหาสาเหตุและวิธีแก้ปัญหาต่อไป โดยเราทำหน้าที่หาขอบเขตของพลังงานที่เครื่องวัดสามารถอ่านได้ และข้อมูลเกี่ยวกับสเปกตรัมของอาร์กอน พบว่าพลังงานของสเปกตรัมของอาร์กอนอยู่นอกขอบเขตของพลังงานที่เครื่องวัดอ่านได้

ตอนเย็น Nils ชวนไปตีปิงปองที่ชมรมกีฬาของสถาบัน GSI ซึ่งเป็นครั้งแรกที่เราออกมาออกกำลังกายตั้งแต่มาอยู่ที่เยอรมนี โดยที่ชมรมดังกล่าวอยู่ห่างออกไปจากสถาบันเป็นระยะทางประมาณ 500 เมตร เป็นอาคารอเนกประสงค์ที่มีสนามฟุตบอลอยู่ข้างๆ เราตีปิงปองจนถึงเวลาประมาณสองทุ่มก็กลับโรงแรม

วันที่ 18 สิงหาคม 2017

วันนี้ควรจะมีการอบรมเชิงปฏิบัติเกี่ยวกับการเขียนรายงานทางวิทยาศาสตร์ แต่เนื่องจากผู้สอนไม่สบายจึงยกเลิกไป Nils บอกให้เราทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองเมื่อวันพุธที่ผ่านมา โดยคำนวณหาความเร็วของประจุที่วัดสัญญาณได้จากความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ของขั้วไฟฟ้าที่ให้แก Wien filter กับขนาดของสนามแม่เหล็ก จากนั้นได้หาค่าอัตราส่วนประจุต่อมวลของสัญญาณที่วัดได้ โดยคำนวณจากความเร็วที่หามาได้ข้างต้น และเราได้ลองหาอัตราส่วนประจุต่อมวลและความเร็วของไอออนสถานะต่างๆ ของอาร์กอน พบว่าได้ค่าไม่ตรงกับค่าที่ได้จากการทดลองเลย หลังจากนั้น พวกเราก็ก้อออกไปรับประทานอาหารกลางวัน

หลังจากที่กลับมาจากโรงอาหาร เราช่วย Nils และ Tino หาข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งานของส่วนประกอบต่างๆ ของวงจรที่ใช้สำหรับการทดลอง X-ray spectroscopy ทั้งรุ่นของเครื่องมือ วิธีการต่อชิ้นส่วนต่างๆ จนกระทั่งเราสามารถวัดค่าสเปกตรัมที่ออกมาจากกับดักไอออนลำอิเล็กตรอนได้ แต่สัญญาณที่วัดได้ไม่ตรงกับค่าที่ควรจะวัดได้จากแก๊สชนิดใดๆ เลย ทำให้ยังไม่สามารถทำการทดลอง X-ray spectroscopy ได้ หลังจากนั้นก็แยกย้ายกันไปพักผ่อน



สัญญาณที่วัดได้ไม่ตรงกับสมบัติของแก๊สชนิดใดเลย

วันที่ 19 สิงหาคม 2017

วันนี้วันเสาร์ เราตัดสินใจไปเที่ยว Heidelberg อีกครั้ง โดยครั้งนี้เราเริ่มออกเดินทางจากสถานีรถไฟ Heidelberg HBF ไปยัง Plöck จากนั้นก็เดินผ่านห้องสมุดของ Universität Heidelberg ก่อนที่จะเดินขึ้นไปยังปราสาท Schloß Heidelberg



‘Sleeping in the library is boring.’

เมื่อไปถึงที่ปราสาท พวกเราเข้าไปในบริเวณข้างในปราสาท ซึ่งต้องเสียเงินคนละ 4 ยูโร (สำหรับนักเรียน) ภายในนั้นมีร้านอาหารหลายร้าน ทั้งร้านอาหารธรรมดาที่อยู่ด้านนอก และร้านเบียร์ที่ข้างในมีถึงเบียร์ขนาดใหญ่มากที่เปิดให้นักท่องเที่ยวได้เดินขึ้นไปบนถึงเบียร์เพื่อไปถ่ายรูป นอกจากนี้ยังมีพิพิธภัณฑ์เกี่ยวกับเภสัชกรรม โดยภายในมีป้ายที่บรรยายประวัติศาสตร์ของการรักษาโรค การปรุงยา และการใช้ยาตั้งแต่ยุคโบราณจนถึงปัจจุบัน และมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรุงยา ผสมยา และอุปกรณ์ทางการแพทย์มากมายจัดแสดงภายใน ใกล้กับทางออกมีร้านขายของที่ระลึกของทางพิพิธภัณฑ์อีกด้วย

หลังจากที่พวกเราเดินเล่นภายในปราสาทแล้ว พวกเราก็เดินไปขึ้นรถรางเพื่อจะขึ้นไปยอดเขา แต่พอไปถึงที่จอดรถราง มีนักท่องเที่ยวเยอะมาก พวกเราบางคนจึงกลับไปที่ดินเขา ในขณะที่บางคนก็เดินทางขึ้นไปบนยอดเขา เราที่ลงมาก่อนก็รอคนที่ขึ้นไปบนยอดเขา ก่อนที่จะเดินไปที่สะพานเก่า แล้วพวกเราก็ไปที่ Philosophenweg ผ่านทาง Schlangenweg และแวะไปพักที่จุดชมวิวบนนั้น



'Sleeping here is too hot.'



ถังเปียร์ขนาดใหญ่



บรรยากาศภายในพิพิธภัณฑ์



บรรยากาศภายในบริเวณปราสาท



ที่จอดรถราง

จากนั้นพวกเราก็เดินเข้ามาที่ตัวเมือง เราและเพื่อนอีกคนแยกตัวออกมาเพื่อที่จะกลับโรงแรม ในขณะที่คนอื่นๆ จะรับประทานอาหารเย็นก่อนแล้วค่อยกลับโรงแรม



รูปถ่ายรวม

วันที่ 20 สิงหาคม 2017

วันนี้วันอาทิตย์ เราพักผ่อนเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับงานที่จะมาในวันรุ่งขึ้น ไม่ได้ทำอะไรนอกจากนอนพักผ่อน ทำอาหาร และอ่านหนังสือ

วันที่ 21 สิงหาคม 2017

วันนี้มาถึงออฟฟิศก็ได้มีการอภิปรายผลการคำนวณจากสัปดาห์ที่แล้ว หลังจากที่ได้อภิปรายผลดังกล่าวกับ Nils แล้ว ได้ความว่าค่าที่ได้จากการทดลองอาจเป็นค่าประจutomวลของไอออนของธาตุชนิดอื่นๆ ที่ไม่ใช่อาร์กอน ซึ่งอาจเป็นไนโตรเจน ออกซิเจน คาร์บอน หรืออื่นๆ

เมื่อไปถึงสถานที่ปฏิบัติงาน เราได้ช่วย Bela แกะอุปกรณ์ทำความสะอาดของกับดักเพนนิ่ง และแก้ปมสายไฟ เนื่องจากสายไฟเส้นหนึ่งขาดไป และสายไฟที่เชื่อมระหว่างเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและหัวส่งสัญญาณเข้าคอมพิวเตอร์พันกันจนไม่สามารถแยกได้ ทำให้ยากต่อการทำงาน เราช่วยทำงานถึงเวลาพักกลางวัน

หลังจากที่รับประทานอาหารกลางวันเรียบร้อยแล้ว พวกเราอภิปรายเรื่องผลของ breeding time ต่อการเกิดไอออนสถานะต่างๆ ก่อนที่จะไปทดสอบกันที่สถานที่ปฏิบัติงาน เมื่อมาถึง เราเปิดแหล่งจ่ายไฟสำหรับกับดักไอออนลำอิเล็กตรอน พบว่า breeding time ส่งผลต่อขนาดของสัญญาณ บางสัญญาณมีขนาดน้อยลง ในขณะที่บางสัญญาณมีค่ามากขึ้น

ในตอนเย็น เมื่อกลับมาที่ออฟฟิศ เราได้เพิ่มข้อมูลของค่าประจutomวลของธาตุต่างๆ ที่เป็นไปได้ทุกสถานะประจุ เพื่อเปรียบเทียบค่าที่วัดได้จากการทดลองว่าตรงกับสถานะประจุของธาตุอะไรก่อนที่จะกลับโรงแรม

วันที่ 22 สิงหาคม 2017

วันนี้ได้อภิปรายถึงผลของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการวัดว่าส่งผลต่อค่าประจutomวลของไอออนสถานะต่างๆ อย่างไร คาดว่ามาจากความคลาดเคลื่อนของค่าบางอย่างที่เราไม่สามารถระบุได้ เช่น ระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าใน Wien filter หรือสนามแม่เหล็ก เป็นต้น โดยมีแนวโน้มว่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าสองขั้วมีผลต่อค่าประจutomวลมากที่สุด โดยทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของค่าประจutomวลถึง

หลังจากที่รับประทานอาหารกลางวันเสร็จแล้วก็ได้มาเปิดกับดักไอออนลำอิเล็กตรอนอีกครั้ง และลองทดสอบว่าเรายังพบสัญญาณที่ค่าความต่างศักย์เดิมอยู่หรือไม่ และเตรียมจะทำการวัดสัญญาณของไอออนสถานะต่างๆ หลังเติมอาร์กอนอีกครั้งเพื่อนำไปคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านถ้วยฟาราเดย์ แต่เนื่องจากการแก้ปัญหาการทำ X-ray spectroscopy และลองทำการวัดสัญญาณด้วยวิธีดังกล่าวเป็นเวลาหนึ่งคืน จึงต้องเลื่อนการวัดไปก่อน

วันที่ 23 สิงหาคม 2017

เมื่อมาถึงที่ออฟฟิศ Nils บอกกับเราว่าสัญญาณที่วัดได้ด้วยวิธีการ X-ray spectroscopy ให้ผลไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม และด้วยเหตุผลบางประการ ทำให้ความต่างศักย์ที่ให้แก่ drift tube ลดลงและความดันในห้องสุญญากาศเพิ่มขึ้น ทำให้ต้องรอให้ความดันลดลงก่อนจึงจะเริ่มทำการทดลองต่อไปได้

หลังจากที่รับประทานอาหารกลางวันเสร็จเรียบร้อยแล้ว Nils บอกว่าเขาต้องการจะทดสอบการวัดค่าสัญญาณที่เกิดจากไอออนด้วยวิธีการวัดสัญญาณไฟฟ้าโดยใช้มัลติมิเตอร์ (multimeter) ที่สามารถวัดสัญญาณได้ละเอียดถึงระดับนาโนแอมแปร์ พวกเราจึงช่วยกันศึกษาวิธีการใช้งานมัลติมิเตอร์ที่มีอยู่ตลอดช่วงบ่าย

ในตอนเย็น Nils Jessie และเพื่อนนักวิจัยในกลุ่มฟิสิกส์อะตอมอีกคนหนึ่ง ได้ชวนเราไปที่ Kalkofen ซึ่งเป็นลานเบียร์ที่อยู่ใกล้กับสถาบัน GSI โดยนักวิจัยจากสถาบันนี้มักจะไปดื่มหลังเวลาเลิกงานเป็นประจำ เรารับประทานอาหารเย็นที่นั่นก่อนที่จะกลับโรงแรม



อาหารเย็นที่ Kalkofen



นกยูงใน Kalkofen

วันที่ 24 สิงหาคม 2017

วันนี้ในช่วงเช้าได้อภิปรายเกี่ยวกับผลของการให้ศักย์ไฟฟ้าแก่ขั้วไฟฟ้าขั้วหนึ่งภายในถ้วยฟาราเดย์ ที่ทำหน้าที่ดึงให้อิเล็กตรอนที่หลุดออกจากแผ่นโลหะไม่ให้เคลื่อนที่ย้อนกลับเข้าไปในกับดักไอออนล่ออิเล็กตรอน เมื่อไปถึงสถานที่ปฏิบัติงานก็ทำการเปิดกับดักไอออนล่ออิเล็กตรอน เพื่อทดสอบสมมติฐานว่าการให้ศักย์ไฟฟ้าลบจะทำให้เราสามารถวัดสัญญาณของไอออนได้มากขึ้น แต่ผลการทดลองที่ได้กลับตรงข้ามกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ในช่วงบ่าย Tino ได้ขอปรับแต่งวงจรที่ให้ความต่างศักย์แก่ขั้วไฟฟ้าของ Wien filter เพื่อที่จะทำให้การทำงานสะดวกมากขึ้น เราจึงอ่านเอกสารเกี่ยวกับกับดักไอออนล่ออิเล็กตรอนเพื่อเตรียมไปเขียนรายงาน ก่อนที่จะออกจากสถาบัน GSI ไปตีปิงปองก่อนกลับโรงแรม

วันที่ 25 สิงหาคม 2017

วันนี้ในช่วงเช้า Nils มีธุระในช่วงเช้า เราจึงช่วย Tino ทำสายเคเบิลสำหรับแผงวงจรควบคุมกับดักไอออนล่ออิเล็กตรอน เพื่อที่จะทำให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น โดยเราทำหน้าที่ช่วยตัดปอกสายไฟ และบัดกรีสายไฟเพื่อเคลือบให้เส้นลวดทองแดงหลายเส้นติดอยู่ด้วยกัน และ Tino ก็นำไปประกอบกับหัวต่อรับสัญญาณ

หลังจากรับประทานอาหารกลางวันเรียบร้อยแล้วก็เป็นช่วงที่ Nils ทำธุระเสร็จพอดี เลยได้ทำการวัดสัญญาณที่เกิดจากไอออนชนกับถ้วยฟาราเดย์ ในรูปแบบของกระแสไฟฟ้าต่อจากเมื่อวาน แต่ไม่สามารถวัดสัญญาณได้ แม้ว่า

จะทำตามขั้นตอนในคู่มือการใช้งานเครื่องวัดแล้วก็ตาม จึงต้องหาสาเหตุต่อไปในสัปดาห์หน้า จากนั้นก็ได้ช่วย Nils ประกอบกับดักเพนนิ่งต่อ โดยเราไปช่วยตัดสกรูให้มีขนาดเหมาะสม ทำความสะอาดด้วยโพรพานอล แล้วนำแท่งทองแดงไปติดกับดักเพนนิ่ง หลังจากนั้นก็ทำการตรวจสอบความถูกต้องของวงจรด้วยวิธีการวัดความต้านทานจากสายเคเบิล พบว่ามีปัญหาบางอย่าง ทำให้ค่าความต้านทานที่วัดออกมาไม่ถูกต้อง

วันนี้เป็นวันเกิดเพื่อน พวกเราจึงจัดปาร์ตี้วันเกิดกันที่โรงแรม จนถึงเวลาประมาณตีหนึ่งก็แยกย้ายกันกลับบ้านพักของตัวเอง



การวัดอวยพรขนาดใหญ่

วันที่ 26 สิงหาคม 2017

วันนี้วันเสาร์ มีกิจกรรมในการแข่งฟุตบอลของสถาบัน GSI ซึ่งผู้เข้าร่วมมีทั้งนักเรียนในโครงการภาคฤดูร้อน และนักวิจัยของสถาบัน โดยทีมของนักเรียนโครงการภาคฤดูร้อน Broken Bones ได้รับรางวัล Wooden spoon (ตกรอบแรก)



การแข่งขันฟุตบอลของสถาบัน GSI

จากนั้นช่วงบ่าย เราได้ไปเที่ยวที่แฟรงค์เฟิร์ตกับเพื่อน ซึ่งในวันนี้มีเทศกาล Museumsuferfest เป็นเทศกาลที่พิพิธภัณฑ์ที่อยู่ตามริมแม่น้ำไมน์จะเปิดให้บริการนานกว่าปกติ มีร้านอาหารและคอนเสิร์ตมากมายตามริมแม่น้ำ เราและเพื่อนๆก็ได้ไปเยี่ยมชมบรรยากาศงาน รับประทานอาหารเย็น และดูคอนเสิร์ตจนถึงเที่ยงคืน และเดินทางกลับมาที่พักด้วยรถไฟขบวนสุดท้าย



บรรยากาศงาน Museumsuferfest ริมน้ำไมน์



ถ่ายรูปรวมก่อนไปดูคอนเสิร์ต

วันที่ 27 สิงหาคม 2017

เนื่องจากเหนื่อยล้าจากเมื่อวาน วันนี้จึงไม่ได้ทำอะไรมากนักนอกจากทำอาหาร อ่านเปเปอร์ และทำรายงาน และออกไปรับประทานอาหารเย็นกับเพื่อนๆ ที่ Wixhausen



อาหารเย็นวันอาทิตย์

วันที่ 28 สิงหาคม 2017

วันนี้เราช่วย Bela แก้ปัญหาเกี่ยวกับวงจรของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ หลังจากที่เราวัดค่าความต้านทานของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิแต่ละตัวแล้วได้ลองวัดค่าความต้านทานที่พบปัญหาเมื่อวันศุกร์ที่ผ่านมาทั้งจากภายใน trap พบว่าสามารถวัดได้ปกติ จึงสรุปได้ว่าการเชื่อมต่อน่าจะมีปัญหาจากปลั๊กจึงทำการเปลี่ยนหัวปลั๊ก แต่ปรากฏว่าไม่สามารถวัดค่าความต้านทานที่มีปัญหาได้อยู่ดี

หลังจากที่รับประทานอาหารกลางวันก็กลับมาแก้ปัญหา กับ Bela ต่อ เมื่อลองเปลี่ยนหัวปลั๊กและตรวจสอบวงจร พบว่าสามารถวัดวงจรได้แล้ว แต่เกิดอุบัติเหตุทำให้สายไฟที่อยู่ภายในเซนเซอร์วัดอุณหภูมิขาดออกมา เนื่องจาก Nils ไม่อยู่ จึงต้องรอจนกว่าเขากลับมา เมื่อเขากลับมาเราจึงแจ้งปัญหาที่เกิดขึ้น Nils และ Bela พยายามเอาเซนเซอร์ออกจากก้นตู้เพนนิ่งแต่ก็ไม่เป็นผล จึงตัดสินใจว่าจะทำในวันพรุ่งนี้



สายไฟหลุดจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

วันที่ 29 สิงหาคม 2017

วันนี้ Tino ให้เราเปิดระบบกับดักไอออนลำอิเล็กตรอนและหาความสัมพันธ์ระหว่างศักย์ไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่ตัวสะท้อนอิเล็กตรอนกับกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านแคโทด และกระแสไฟฟ้าของลำอิเล็กตรอน ซึ่งวัดค่าอย่างละเอียด จึงทำให้การวัดค่านี้ใช้เวลาตลอดทั้งช่วงเช้า



อาหารเย็นอีกมื้อที่ Kalkofen

หลังจากที่รับประทานอาหารกลางวันเรียบร้อยแล้วก็มาช่วย Nils แก้ปัญหาเรื่องเซนเซอร์วัดอุณหภูมิต่อ Nils ได้ซ่อมสายไฟที่หลุดออกมาจากเซนเซอร์เรียบร้อยแล้ว เหลือแค่ต้องติดกลับเข้าไปซึ่งต้องมีคนช่วยจับให้อุปกรณ์ทุกอย่างเข้าที่ หลังจากที่ยช่วย Nils เสร็จแล้วก็ลองทำการตรวจสอบก็ยังพบปัญหาอยู่ แต่เราต้องไปทำการวิเคราะห์ข้อมูลการวัดที่ได้มาตอนช่วงเช้าจึงกลับมาที่ออฟฟิศ หลังจากนั้น Nils ก็ชวนไปลานเบียร์เลยไปรับประทานอาหารเย็นที่นั่นก่อนกลับที่พัก

วันที่ 30 สิงหาคม 2017

วันนี้มีนัดถ่ายรูปที่อาคาร KBW ตอน 10:00 น. จึงนั่งเขียนรายงานรอในออฟฟิศ หลังจากถ่ายรูปรเสร็จก็ไปที่สถานที่ปฏิบัติงาน เมื่อไปถึงก็ไม่ได้ทำอะไรเนื่องจาก Tino กำลังวัดสเปกตรัมอยู่ Nils เลยบอกให้เรากลับไปเอาคอมพิวเตอร์มาจากออฟฟิศเพื่อดูกราฟความสัมพันธ์ระหว่างศักย์ไฟฟ้าที่ให้แกตัวขั้วอิเล็กตรอนกับกระแสอิเล็กตรอน

หลังจากรับประทานอาหารกลางวันเสร็จก็ไปช่วย Nils กลึงเหล็ก ซึ่งเป็นครั้งแรกที่เราได้ทำ จึงทำได้ไม่ดีเท่าไร แต่ก็ไม่ได้ให้อุปกรณ์เกิดปัญหา จากนั้นก็ช่วยติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวในกับดักเพนนิ่ง แต่เกิดปัญหาเนื่องจากสายไฟที่อยู่ภายในกับดักเพนนิ่งหลุดออกมา ทำให้ต้องรื้อออกมาทำใหม่ทั้งหมด จนถึงตอนเย็นก็แยกย้ายกันไปพักผ่อน

วันที่ 31 สิงหาคม 2017

เนื่องจากเหลือเวลาอีกหนึ่งสัปดาห์จะถึงเส้นตายของการส่งรายงาน เราจึงขอ Nils ทำรายงานอยู่ที่ออฟฟิศในช่วงเช้า ก่อนที่จะออกไปรับประทานอาหารกลางวัน

ในช่วงบ่าย Nils ได้แนะนำโปรแกรมสำหรับวาดรูปที่มีชื่อว่า inkscape เป็นโปรแกรมฟรีที่สามารถใช้วาดรูปอย่างง่าย สามารถสร้างรูปเป็นไฟล์ประเภทต่างๆ ได้ เหมาะกับการใช้งานกับ LaTeX เราก็นั่งทำงานทั้งช่วงบ่ายก่อนที่จะออกไปตีปิงปองแล้วกลับโรงแรม

วันที่ 1 กันยายน 2017

วันนี้ Nils บอกว่าให้พิมพ์รายงานส่วนบทนำและหัวข้อเกี่ยวกับกับดักไอออนลำอิเล็กตรอนให้เสร็จในวันเสาร์เพื่อจะให้เขาตรวจในช่วงสุดสัปดาห์ เราจึงพิมพ์งานอยู่ที่ออฟฟิศทั้งวัน และในตอนเย็น เราได้รับประทานพิซซ่ากับ Nils และ Jessie ก่อนกลับโรงแรม

วันที่ 2 กันยายน 2017



เพื่อนจากประเทศไทย

วันนี้ในช่วงเช้า เรานั่งทำงานอยู่ในโรงแรมจนถึงเวลาบ่ายสองก็ส่งเมลล์ไปให้ Nils ตรวจสอบ เนื่องจากเพื่อนที่มาจากประเทศไทยมาเที่ยวที่เมือง Darmstadt เราจึงไปหาเขา พวกเราเดินเล่นที่สวนสาธารณะ Harrngarten และ Prinz-Georg Garten จากนั้นก็ไปที่บริเวณ Luisenplatz และ Sankt-Ludwigs-Kirche ซึ่งเป็นสถานที่จัดเทศกาลไวน์ประจำปีของเมือง Darmstadt จากนั้น พวกเราก็ไปหาร้านขายยาเพื่อซื้อยาให้เพื่อนอีกคนหนึ่งที่ไม่สบายและนอนพักผ่อนอยู่ในโรงแรม เมื่อซื้อยาให้เพื่อนเสร็จแล้วก็พาเพื่อนไปรับประทานอาหารที่ Ratskeller ก่อนที่จะแยกย้ายกันไปพักผ่อน

วันที่ 3 กันยายน 2017

วันนี้ Nils ได้ส่งอีเมลล์ตอบกลับมาแล้ว ในรายงานมีจุดที่ต้องแก้ไขเยอะมาก เราจึงนั่งแก้ไขรายงานตลอดทั้งวันในโรงแรม

วันที่ 4 กันยายน 2017

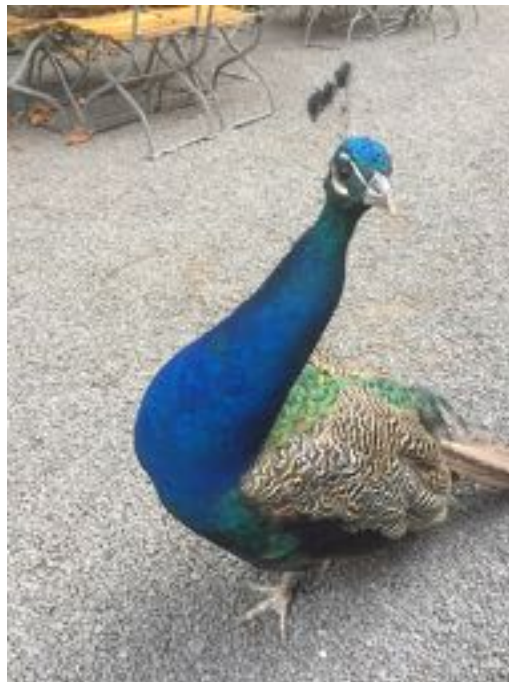
ในวันนี้เรายังแก้รายงานต่อ จนถึงตอนเย็น เราก็ส่งไปให้ Nils ตรวจสอบอีกรอบ และในตอนเย็น Nils ก็ส่งมาให้แก้เพิ่ม

วันที่ 5 กันยายน 2017

วันนี้ก็เป็นเช่นเดิม เรานั่งแก้รายงาน เมื่อแก้เสร็จก็ส่งให้ Nils และในตอนเย็น เขาก็ตอบเมลกลับมาให้แก้เพิ่มเติม

วันที่ 6 กันยายน 2017

วันนี้ก็เป็นอีกวันหนึ่งที่ต้องนั่งแก้งานทั้งวัน หลังจากที่เราส่งเมลล์ให้ Nils เขาก็ชวนไปที่ Kalkofen แต่วันนี้ที่นั่นไม่มีอาหารเนื่องจากครัวปิด จึงได้แค่ดื่มก่อนที่จะกลับโรงแรม



ถ่ายรูปนกยูงอย่างใกล้ชิด

วันที่ 7 กันยายน 2017

วันนี้เป็นวันส่งรายงาน เรานั่งทำงานและส่งให้ Nils ตรวจสอบ จนกระทั่งตอนสี่โมงเย็น Nils ได้ส่งการแก้ครั้งสุดท้ายมาให้ เราก็กักงานและส่งให้กับคนที่รวบรวมทำเล่ม จากนั้นพวกเราไปตีปิงปองจนถึงสองทุ่มก็กลับโรงแรม

วันที่ 8 กันยายน 2017

แม้ว่าวันนี้จะไม่มีรายงานมากวนใจแล้ว แต่ก็มีสไลด์นำเสนอที่ต้องเตรียม วันนี้จึงนั่งทำสไลด์ทั้งวัน และตอนเย็นไปถ่ายรูปที่สถานที่ปฏิบัติงานเพิ่มเติมก่อนที่จะกลับโรงแรม

วันที่ 9 กันยายน 2017

วันนี้วันเสาร์ เรานั่งทำสไลด์ทั้งวัน แต่วันนี้เป็นวันเกิดเพื่อน เราและเพื่อนๆ จึงจัดปาร์ตี้วันเกิดจนถึงเวลาตีหนึ่งก่อนที่จะแยกย้ายกันเข้านอน



ถ่ายรูปหมู่กับเจ้าของวันเกิด

วันที่ 10 กันยายน 2017

วันนี้วันอาทิตย์ เราพยายามรีบทำสไลด์นำเสนอให้เสร็จ ก่อนที่จะออกไปเที่ยวปราสาทแฟรงเกนสไตน์ แต่หลงทาง จึงยอมแพ้เดินทางกลับโรงแรม



ทางเข้าปราสาทแฟรงเกนสไตน์ เรามาได้แค่เท่านั้น

วันที่ 11 กันยายน 2017

วันนี้เป็นวันแรกของการสัมมนา หรือการนำเสนอสิ่งที่เราทำมาตลอดเกือบสองเดือนที่ผ่านมา ในช่วงเช้ามีการนำเสนอสามหัวข้อ หัวข้อแรก คือ การศึกษาประสิทธิภาพการชนกันของประจุของเซมิคอนดักเตอร์ซิลิกอนและการทดสอบอิเล็กทรอนิกส์ Alibava โดย Kostiantyn Sakhatskyi หัวข้อถัดมา คือ การวัดโดสด้วยชั้นของห้องไอออนในเซชันหลายครั้ง โดย Cecilia Colla Ruvolo และหัวข้อสุดท้ายก่อนพักรับประทานอาหารกลางวัน คือ การอพยพที่ไม่ใช่ค่าความไม่แน่นอน RBE สำหรับการรักษาด้วยลำคาร์บอนไอออน โดย Magda Juszczuk

หลังจากที่รับประทานอาหารกลางวัน เราได้ไปหา Nils เพื่อให้เขาดูว่าสไลด์นำเสนอของเราเป็นอย่างไร เขาได้ให้คำแนะนำในการปรับเนื้อหาเล็กน้อย ก่อนที่เราจะกลับมาฟังการบรรยายในช่วงบ่าย ซึ่งมีทั้งหมด 7 หัวข้อ โดยแบ่งออกเป็นสองช่วง ช่วงแรกมีการบรรยายทั้งหมดสี่หัวข้อ หัวข้อแรก คือ การแก้ปัญหาการสั่นของอุปกรณ์ทำความเย็นของการทดลอง DEGAS โดย Ewa Adamska หัวข้อที่สอง คือ การประยุกต์การศึกษาของแผนการรักษามะเร็งของ GSI โดย Anastasiia Myronenko หัวข้อถัดมา คือ การพัฒนาเรโซเนเตอร์ตามแนวแกนของการทดลอง ARTEMIS โดย Michael Kaygorodov และหัวข้อสุดท้ายก่อนพัก คือ การรบกวนสนามแม่เหล็กของแม่เหล็กใน Collector Ring โดย Serhii Cholak

หลังจากที่พักรับประทานอาหารกลางวัน เข้าห้องน้ำ ก็กลับมาฟังการบรรยายอีกสามหัวข้อ หัวข้อแรก คือ การประยุกต์การควบคุมศูนย์กลางข้อมูลโดยใช้โมเดล โดย Charul Rathore หัวข้อถัดมา คือ การหาข้อจำกัดของความเที่ยงของระบบสร้างเส้นทางของอนุภาคในการทดลอง HADES โดย Andrei Variu และหัวข้อสุดท้ายของวันนี้ คือ การหาการเลื่อนของไอโซโทปของ โบรอน-10 และ โบรอน-11 ด้วยวิธีการสเปกโตรสโคปีเลเซอร์ โดย Valeriia Kosheleva

หลังจากที่จบการบรรยายในวันนี้ ฝนตกกระหน่ำทางไปที่สถานีรถไฟ Arheilgen และหยุดเมื่อเดินทางไปถึงสถานีรถไฟพอดิ เราเข้าไปซื้อของในเมือง Darmstadt ก่อนที่จะกลับไปพักผ่อนที่โรงแรม



รุ้งกินน้ำเหนือ Arheilgen หลังฝนหยุดตก

วันที่ 12 กันยายน 2017

วันนี้เป็นวันที่สองของการสัมมนา ในช่วงเช้ามีการบรรยายห้าหัวข้อ โดยแบ่งเป็นก่อนพักสามหัวข้อและหลังพักอีกสองหัวข้อ หัวข้อแรกของวันนี้ คือ การศึกษาโมเมนตัมแนวขวางของประจุที่มีพลังงานรวม 13 TeV โดย Tania Martinez Cortes หัวข้อถัดมา คือ การสร้างไฮเพอร์นิวเคลียสของอนุภาคแลมบ์ดาในการทดลอง CBM โดย Florian

Atteneder และหัวข้อสุดท้ายก่อนพัก คือ การปรับแต่งกับดักไอออนลำอิเล็กตรอนสำหรับการศึกษารังสีเอกซ์ของไอออนประจุสูง โดย Eric McNeil

ในช่วงพัก เราได้ไปหา Nils และ Tino เพื่อให้เขาดูว่าสไลด์นำเสนอของเราเป็นอย่างไร พวกเขาได้ให้คำแนะนำในการปรับการใช้คำศัพท์ ก่อนที่เราจะกลับมาฟังการบรรยายต่อ หัวข้อแรกหลังจากช่วงพักในตอนเช้า คือแบบจำลองเครื่องตรวจจับอนุภาคสำหรับการทดลอง R³B โดย Áron Kripkó และ Alicia Wongel และหัวข้อถัดมา ก่อนไปรับประทานอาหารกลางวัน คือ การพัฒนาสเปกโตรสโคปีเลเซอร์สำหรับการใช้งานกับธาตุที่หนักที่สุด โดย Chane Moodle

หลังจากที่รับประทานอาหารกลางวัน เรายังไปเตรียมตัวพูดในหัวข้อการเตรียมกับดักไอออนลำอิเล็กตรอนสำหรับการทดลองกับดักเพนนิ่ง HILITE ในตอนนั้นเรารู้สึกกดดันและไม่มั่นใจว่าตัวเองจะทำได้ดีไหม จนกระทั่งถึงเวลาที่เรจะต้องพูดบรรยาย เราพยายามทำให้ดีที่สุดแล้ว สุดท้ายก็ผ่านพ้นไปได้ด้วยดี



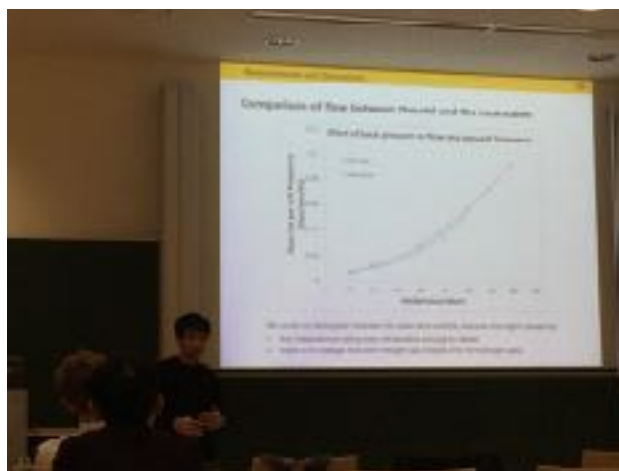
เรากำลังนำเสนองาน เป็นช่วงเวลาที่ดีที่สุดในการเข้าร่วมโครงการครั้งนี้

จากนั้นก็มีบรรยายต่ออีกสามหัวข้อ หัวข้อแรก คือ การสร้าง Primary vertex โดย Andrii Hrybok หัวข้อถัดมา คือ โปรแกรมการวิเคราะห์ข้อมูล Schottky โดย Qian Wang และหัวข้อสุดท้ายก่อนไปพักช่วงบ่าย คือภารกิจของ CRYRING กับแหล่งกำเนิดไอออนเฉพาะที่ โดย Victoria Sánchez

หลังจากที่พักดื่มกาแฟ เข้าห้องน้ำ ก็กลับมาฟังการบรรยายอีกสามหัวข้อ หัวข้อแรก คือ การศึกษาระบบรักษาสถียรภาพของเลเซอร์สำหรับระบบทำความเย็นเลเซอร์ของ FAIR SIS100 โดย Gabriele Carozzi หัวข้อถัดมา คือ การทำให้เส้นทางของ Kalman filter เรียบขึ้นด้วยข้อมูลเวลา โดย Julián Lombo Castro และหัวข้อสุดท้ายของวันนี้ คือ การประยุกต์ใช้อัลกอริทึม Machine Learning สำหรับการสร้างเส้นทางอนุภาค โดย Alok Jadhav

หลังจากที่จบการบรรยายในวันนี้ เราเข้าไปซื้อของในเมือง Darmstadt อีกครั้ง ก่อนที่จะกลับไปพักผ่อนที่โรงแรม

วันที่ 13 กันยายน 2017



ด็อกเตอร์นำเสนอผลงาน

วันนี้เป็นวันสุดท้ายของการสัมมนา ในช่วงเช้ามีการบรรยายห้าหัวข้อ โดยแบ่งเป็นก่อนพักสามหัวข้อและหลังพักอีกสองหัวข้อ หัวข้อแรกของวันนี้ คือ การประกอบและหน้าที่ของแท่นทดสอบสำหรับลิ้นปี่อากาศสำหรับ UNILAC โดยด็อกเตอร์ หัวข้อถัดมา คือ การประเมินประสิทธิภาพของเครื่องตรวจวัดซิลิกอน โดย Rieko Tsunoda และหัวข้อสุดท้ายก่อนพัก คือ การรับรองคุณภาพของเซนเซอร์ซิลิกอนสำหรับการทดลอง CBM-STs โดย Yitao Wu

การบรรยายหัวข้อแรกหลังจากช่วงพักในตอนเช้า คือ การวัดกำลังการหยุดของอนุภาคแอลฟาในแผ่นคาร์บอนและทองบาง โดย Shunki Ishikawa และหัวข้อถัดมาก่อนไปรับประทานอาหารกลางวัน คือ การพัฒนาระบบ MR-TOF MS โดย Takuma Koiwai และ Gabriella Koncz

หลังจากที่รับประทานอาหารกลางวัน มีการบรรยายหกหัวข้อ โดยแบ่งเป็นก่อนพักสี่หัวข้อและหลังพักอีกสองหัวข้อ หัวข้อแรก คือ การติดตั้งและหาลักษณะเฉพาะของเครื่องตรวจวัดอนุภาคใน CRYRING โดย Esther Menz หัวข้อที่สอง คือ การควบคุมการเติบโตของเส้นลวดนาโน Cu_2O โดย Jan Muggenburg หัวข้อถัดมา คือ การวัดองค์ประกอบใหม่สำหรับเซลล์การหยุด CryoCell ที่ SHIPTRAP โดย Joaquín Berrocal และหัวข้อสุดท้ายก่อนไปพักช่วงบ่าย คือ ลักษณะเฉพาะของซินทิลเลเตอร์พลาสติก โดย Elidiano Tronchin

หลังจากที่พักดื่มกาแฟ เข้าห้องน้ำ ก็กลับมาฟังการบรรยายอีกสองหัวข้อ หัวข้อแรก คือ การสั่นพ้องในการกระเจิงของ คาร์บอน-12 และ ฮีเลียม-4 โดย Theodoros Soultanis และ Michail Chabanov และหัวข้อสุดท้ายของโครงการนี้ คือ การศึกษาเครื่องตรวจวัดอนุภาคซิลิกอนสำหรับการวัดเวลาในการบินในโครงการ EXPERT/FAIR โดย Ivan Muzalevskii

หลังจากที่จบการบรรยายในวันนี้ เราเข้าไปซื้อของในเมือง Darmstadt อีกครั้ง ก่อนที่จะกลับไปพักผ่อนที่โรงแรม

วันที่ 14 กันยายน 2017

วันนี้เป็นวันส่งท้ายของโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของสถาบัน GSI ในตอนเช้า พวกเรามีนัดกับ Prof. Knoll เพื่อจะสรุปโครงการ มีการมอบรางวัลรูปถ่ายดีเด่น โดยมีเสื้อ “das Universum im LABOR” ของสถาบัน

GSI และมีการแจกประกาศนียบัตรและหนังสือรวมเล่มรายงาน หลังจากนั้นแต่ละคนก็แยกย้ายกันไปตามกลุ่มวิจัยของตัวเองเพื่อไปพูดคุย และกลับมาเจอกันหลังรับประทานอาหารเสร็จ



Prof. Knoll กล่าวสรุปงาน

เมื่อรับประทานอาหารเสร็จแล้ว พวกเราจะต้องคืนรถจักรยาน โดยที่จะได้รับเงิน 50 ยูโรคืน หลังจากที่คุณได้รับเงินคืนแล้วก็ต่างไปทำธุระของตัวเอง

เราได้เข้าเมือง Darmstadt เพื่อไปซื้อของที่ยังขาดอยู่ โดยนั่งรถเมล์จาก GSI ไปที่ป้ายรถเมล์ที่รถรางที่จะไป Darmstadt จอดอยู่ จากนั้นเราก็นั่งรถรางไปในเมือง เมื่อถึง Luisenplatz ก็ลงมาซื้อของอย่างเร่งรีบ ก่อนที่จะขึ้นรถเมล์ไปที่สถานีรถไฟ Darmstadt HBF แล้วนั่งรถไฟกลับโรงแรมเพื่อไปเก็บของ

เมื่อเก็บของเสร็จเราก็เปลี่ยนชุดเพื่อเตรียมตัวไปงานเลี้ยงอำลา หลังจากที่เราแต่งตัวเรียบร้อยแล้ว เราก็ง่วงไปที่สถานีรถไฟ Arheilgen แต่ไม่ทันรถไฟ จึงวิ่งไปที่ป้ายรถเมล์ที่ใกล้ที่สุดเพื่อไปต่อรถรางแล้วต่อรถเมล์อีกรอบเพื่อไปที่สถาบัน GSI

ก่อนไปงานเลี้ยง เราไปเก็บของที่ทิ้งไว้ที่ออฟฟิศ จากนั้นเราก็ไปที่คาเฟ่ซึ่งเป็นสถานที่จัดงานเลี้ยง เมื่อไปถึงที่งานเลี้ยง เราก็รับประทานอาหาร พูดคุยกับคนอื่นๆ หลายคนนำหนังสือรายงานของตัวเองมาให้คนอื่นๆ เขียน เราถ่ายรูปรวมกลุ่มวิจัย HILITE และถ่ายรูปคู่กับ Nils และ Bela นอกจากนี้ยังถ่ายรูปคู่กับ Prof. Knoll อีกด้วย



รูปถ่ายจากออฟฟิศก่อนไปงานเลี้ยง



รูปถ่ายคู่กับ Nils



รูปถ่ายคู่กับ Prof. Knoll



รูปถ่ายคู่กับ Bela

เมื่องานเลี้ยงใกล้จบลง พวกเราเซอร์ไพรส์ Prof. Knoll ด้วยการเปิดเพลงของวง The Rolling Stone ซึ่งเป็นวงโปรดของเขา เขาร่วมเต้นกับพวกเราอย่างสนุกสนานก่อนที่จะถึงเวลาอันสมควรที่พวกเราทุกคนจะกลับไปพักผ่อนเพื่อเตรียมตัวเดินทางกลับบ้านของตัวเอง



รูปถ่ายรวมนักเรียนและติวเตอร์ในกลุ่มฟิสิกส์อะตอม



รูปถ่ายรวมของนักเรียน GSI

Prof. Knoll พาทุกคนไปขึ้นรถเมล์ที่เตรียมไว้สำหรับส่งพวกเรากลับโรงแรม เรารู้สึกใจหายว่าโครงการจบลงแล้วจริงๆ เมื่อพวกเราทุกคนถึงโรงแรม พวกเราก็ขอบคุณคนขับรถแล้วเข้าโรงแรม ก่อนที่จะแยกย้ายกันไปพักผ่อน เพื่อนบางคนก็ไปเที่ยวใน Darmstadt ต่อ บางคนก็นอนพักผ่อนที่โรงแรม และบางคนก็ไปดูหนังด้วยกันในห้องเพื่อน เราเลือกที่จะไปนอนหลับพักผ่อนเพราะเหนื่อยล้าจากกิจกรรมที่ทำมาทั้งวัน



บรรยากาศในรถบัสหลังงานเลี้ยงอำลา

วันที่ 15 กันยายน 2017

วันนี้ในช่วงเช้า เราเก็บของเพื่อที่จะเตรียมตัวกลับประเทศไทย ร่ำลาเพื่อนๆ ก่อนที่จะออกจากโรงแรมเวลาประมาณบ่ายสองครึ่ง ตอนออกจากโรงแรม ฝนก็ตกลงมา เมื่อเดินมาถึงสถานีรถไฟ Arheiligen ฝนก็หยุดตก รอจนกระทั่งรถไฟมาถึง ใช้เวลาประมาณครึ่งชั่วโมงก็มาถึงที่แฟรงค์เฟิร์ต เราเอากระเป๋าฝากไว้ในล็อกเกอร์ที่สถานีรถไฟ จากนั้นก็เดินไปหาเพื่อนที่ Römerberg เพื่อไปซื้อของฝาก ก่อนที่จะไปที่ห้างสรรพสินค้า MyZeil เพื่อหาน้ำดื่ม จากนั้นก็อยู่คุยกับเพื่อนที่ริมแม่น้ำไมน์จนถึงเวลาที่สมควรก็แยกย้ายกันกลับ เราและด็อกเตอร์ไปที่สนามบินและเช็คอิน จากนั้นก็ไปซื้อของที่ร้านค้าปลอดภาษีก่อนที่จะขึ้นเครื่องบินกลับประเทศไทย



สถานีรถไฟ Frankfurt HBF

วันที่ 16 กันยายน 2017

วันนี้พวกเราแวะเปลี่ยนเครื่องที่สนามบินดูไบ เข้าห้องน้ำที่สนามบิน น้ำยังร้อนเหมือนเดิม ก่อนขึ้นเครื่องบินเพื่อเดินทางกลับประเทศไทย เดินทางถึงสนามบินสุวรรณภูมิเวลาประมาณหนึ่งทุ่ม

ภาคผนวก
(รายงานเชิงวิชาการ) A

Assembly and commissioning of a test stand for pulsed gas valves for a new UNILAC gas stripper

Watanyu Foosang

Plasma and Beam Physics Research Facility

Department of Physics and Materials Science, Faculty of Science, Chiang Mai University

Chiang Mai 50200, Thailand

email : watanyu.f @ cmu.ac.th

The pulsed gas stripper has been used in the previous operation of the GSI UNILAC and a leakage flow of hydrogen gas through a valve was observed. To be able to implement the pulsed gas stripper setup into the UNILAC permanently, the use of a new type of gas valve is envisaged. For this, a test stand was built and first measurements with nitrogen gas were conducted. The aim was to test the operation with pulsed gas valves and reproduce the behavior, observed at the UNILAC. The flow rates from a heavy-utilized valve were compared to that of an unused identical one to check for a leakage flow, varying the opening time, frequency, and back pressure on the valve. The results showed that the valves cannot be distinguished by measuring the flow or the pressure, using nitrogen. During these measurements, an error in the flow measurement was found around frequencies of 16-20 Hz at 70 bar back pressure.

1 Introduction

The project Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR) is under construction at GSI and it requires high-intensity heavy-ion beams. The current UNiversal Linear ACcelerator (UNILAC) is planned to be a part of injector system. In order to meet the high requirements, an upgrade of the gas stripper is ongoing.

An overview configuration of UNILAC is shown in Fig. 1. The gas stripper is located between the high current injector (HSI) and the Alvarez-type Drift Tube Linac (Alvarez-DTL). It is used to enhance the acceleration efficiency by utilizing charge-changing processes. In collisions between neutral gas molecules and heavy ions, electrons are stripped off the ions, resulting in an increased charge of the ions. The consequence of a stripping process is the distribution of ions over different charge states. Only one specific charge state is selected before being accelerated further.

The improvements achieved with the pulsed gas stripper are, a more narrow charge state distribution, which allows for higher beam intensities utilizing the populated charge states, and a slightly increased mean charge state.

The pulsed gas stripper setup has been previously used for UNILAC operation and a great improvement of the beam intensity was made with a hydrogen gas target. Nevertheless, a leakage of hydrogen through the gas valve has been observed. One of the solutions is to replace the broken valve with a new one. The objective of this work is to construct and commission the test stand for testing the functionality of the new valve.

2 Experimental Setup

The overview of the test stand setup that has been built is shown in Fig.2. The pulsed gas stripper which is shown in Fig.3 consumes N₂ from the gas storage tank and power supply for valves from the valve control device. The gas, injected into the chamber by the valves, is pumped out by a Roots Vacuum Pump (RVP). It is attached at the bottom of the chamber. To measure the rate of gas intake, a flow meter is installed on the gas track between the storage tank and the stripper. The back pressure gauge next to the gas tank is used as a readout of the pressure inside the chamber. The following sections will provide further details of each

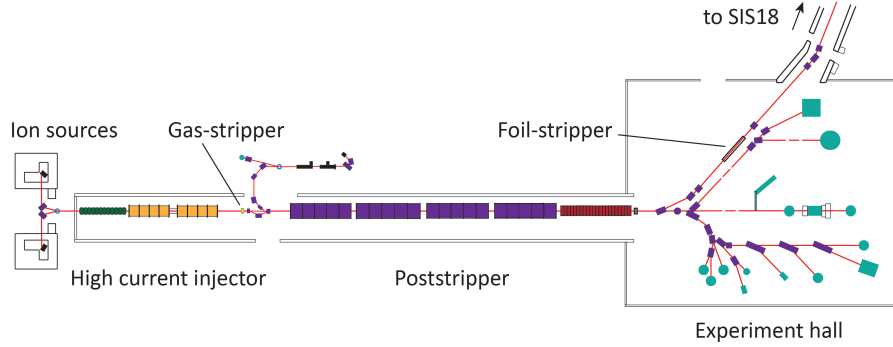


Fig. 1: Schematic of the UNILAC configuration. A heavy-ion beam is accelerated by the HSI up to 1.4 MeV/u before reaching the gas stripper and is boosted to 11.4 MeV/u by the post stripper (Alvarez-DTL) before being delivered to experimental stations.

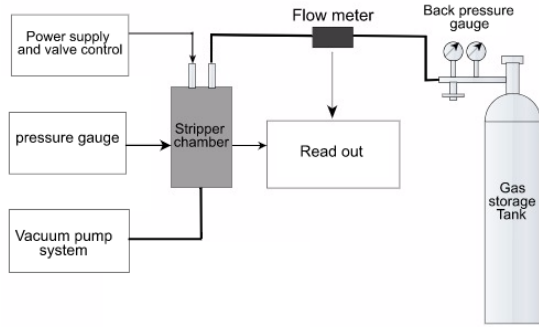


Fig. 2: Schematic of the test stand (status : September 2017); The solid lines indicate the gas pipe track, while the arrows show the connection of control or measuring devices.

apparatus.

2.1 Gas Stripper

Fig. 3 shows the graphic of the gas stripper setup. Two pulsed gas valves are used as a gas inlet. The nozzle of each valve is pointed to the interaction zone in the middle of the stripper chamber. They both are hung with the flange which is put on top of the chamber and are also connected to the gas supply and valve control unit.

Three types of valve were used throughout the experiment :

1. a previously utilized valve, which will be referred to as the *old valve* in this report.
2. A new valve of identical design, which will be referred to as the *new valve*.
3. A gas valve of new design, which is designed for operation with gaseous fuel, will be referred

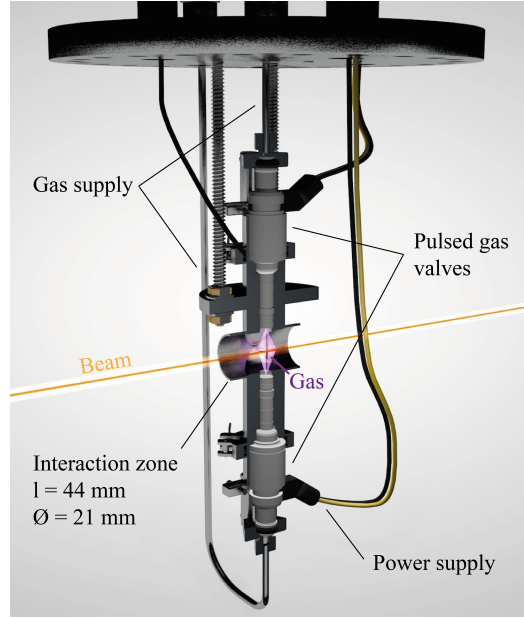


Fig. 3: The setup of the pulsed gas stripper

to as the *new gas valve*.

All valves were used with nitrogen gas in this study and only one valve was operated at a time. The measurements with hydrogen gas, to validate the performance of the valves for the application in the gas stripper, will be conducted after commissioning. The purpose of retesting the old valve is to examine whether a leakage will also occur with nitrogen or not. Therefore, the gas's behavior through the new valve is necessary as it can be a reference of a leakage-free system.

2.2 Power Supply and Valve Control

For valve operation, the opening time determines how long a valve's nozzle is opened. It comprises two parts : *lead time* is the time it takes to get the nozzle fully opened and *holding time* is the duration that the nozzle is held opened. The opening time will be expressed in the form *lead time + holding time* hereafter.

The opening time and the frequency of gas injection are governed by the valve control unit. The power supply is fed to open or to close the valves following the trigger signal generated by a pulse generator. However, the maximum total opening time that provided by this control unit is only 4,500 μs . Meanwhile, The valve itself is capable of extremely short opening time from a few microseconds to milliseconds and high repetition rate of 10 kHz which are much beyond the requirements for FAIR ($\leq 200 \mu\text{s}$ -long beam pulses, $\leq 3 \text{ Hz}$ repetition rate)[2].

2.3 Flow Measurement

A flow meter was used to measure the flow rate of the gas from the storage tank to the stripper chamber. Its precision and the maximum limit is 0.01 l/min and 20.00 l/min, respectively. The flow rate is displayed on a real-time readout device which is very sensitive so that it is difficult to take only one value from the measurement. Thus, at any circumstance, the data was manually recorded in a range from the minimum to the maximum. The mid-range is used as the representative value and the error is the size of that range. Flow behavior through both valves was studied by varying opening time, valve frequency and back pressure.

at high opening times. Therefore, further measurement series after this were performed at the fixed opening time of $270+100 \mu\text{s}$, which is also closer to the opening times used in the application at the UNILAC.

The flow behavior of both valves are well consistent as shown in Fig.5. The flow rate per unit frequency (i.e., the rate of change in gas flow with respect to frequency) increased with the power of two as a function of back pressure for both valves. The slight difference between them occurs in the quadratic term at the order of 10^{-5} which is at least 1000 times smaller than the precision of the flow meter and, therefore, is negligible. It can be implied that, for nitrogen, the old valve is still operational and is comparable to a new one of the same type.

Despite the well-agreed data of both valves, we noticed that at high back pressures $\geq 60 \text{ bar}$ the flow seemed to be significantly dispersed. So, we repeated the experiment at 70 bar and finely adjusted the valve frequency. The results

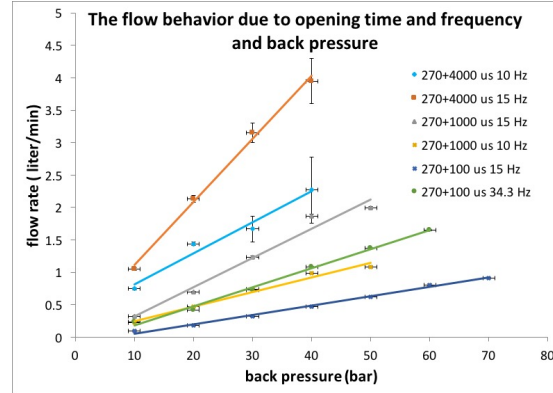


Fig. 4: Measured flow rate through the old valve at various conditions

3 Measurements and Discussion

Before the first measurement was performed, we had observed that the flow rate at the frequency of 1 Hz was too fluctuated to secure an accurate readout. Therefore, every measurement were made starting from 5 Hz to increase the precision.

The functionality test of the old valve was done after the frequency check and the result is shown in Fig.4. The flow has a positive linear correlation to back pressure. At a longer opening time or a higher frequency, the flow also increases. However, the errors are much larger

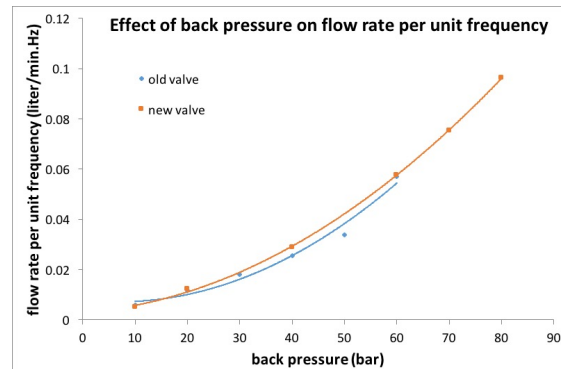


Fig. 5: The flow rate per frequency as a function of back pressure

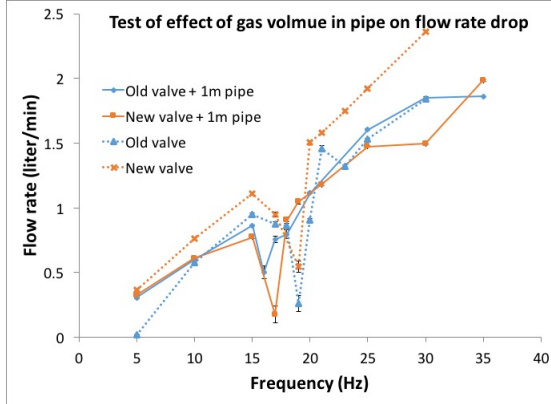


Fig. 6: Measured flow rates at 70 bar of back pressure with fine frequency adjustment

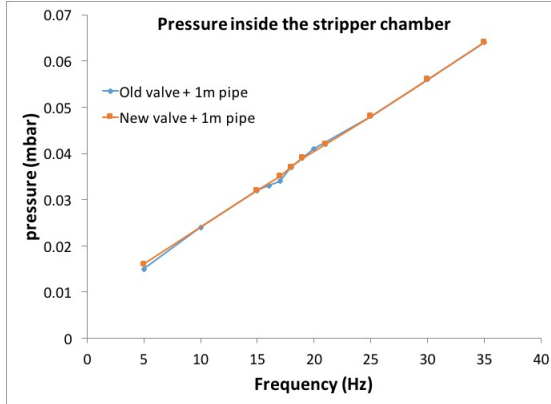


Fig. 7: The pressure inside the chamber that was recorded along with the flow measurement in Fig.6

are presented in Fig.6 with dash lines. The flow rate approximately drops by 77% of the previous value around 19 Hz for both valves. This behavior could be caused by turbulence in the gas flow. This effect should be influenced by the volume of gas between the valve and the flow meter. To verify that, a 1 m long pipe was augmented to the system as a buffer volume and the measurement series were repeated. The results are also shown in Fig.6 with solid lines. It is clearly seen that the effect is still observable exist but is shifted from 19 Hz down to 16-17 Hz. After checking with the pressure inside the chamber which is shown in Fig. 7, it became clear that the flow through the valve is increasing linearly with the frequency and the flow measurement is wrong. To be able to measure the flow accurately, which is required for the test of the new gas valve, this has to be investigated more in details and the flow measurement has to be

improved.

4 Conclusions

The test stand for the new pulsed gas valve was built. Yet, only measurements with the old and the new valve were performed. The results showed that the old valve is functional for nitrogen gas comparable to the new one since no leakage of nitrogen was observed. Furthermore, a problem with the measurement of the flow meter was discovered.

5 Acknowledgements

I appreciate the great support of Paul Scharer who was my main advisor throughout the work. I would like to thanks to Peter Gerhard and GSI linac group who offered me a good place for working. I am also grateful of GSI Summer Student Program for this best experience of doing research.

References

- [1] P. Scharer et al., *Applications of the pulsed gas stripper technique at the GSI UNILAC*, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 863 (2017), pp : 20-25, DOI : 10.1016/j.nima.2017.05.015
- [2] P. Scharer et al., *Measurements of charge state distributions of 0.74 and 1.4 MeV/u heavy ions passing through dilute gases*, Phys. Rev. Accel. Beams. 20.4 (2017), DOI : 10.1103/PhysRevAccelBeams.20.043503.

ภาคผนวก
(รายงานเชิงวิชาการ) B

Electron Beam Ion Trap Preparation For The HILITE Penning Trap Experiment

Krittapak Naiam

Chulalongkorn University, n.krittapak@gmail.com

An Electron Beam Ion Trap (EBIT) is under commissioning as an ion source for the HILITE experiment. The setup uses a Wien filter to select different q/m ratios of passing particles according to their velocity. The working principle, experimental setup, as well as the first measurements and results are presented.

1 Introduction

The High Intensity Laser Ion Trap Experiment (HILITE) is a Penning trap experiment, which is currently under construction at the HITRAP facility at GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH. The scientific purpose of the HILITE is to study laser-ion interactions in extreme laser fields - for instance multi-photon ionization processes. A Penning trap, in general, is used as a tool for precise measurements of physical properties of charged particles. It combines an electrostatic field with a superimposed magnetic field to confine those particles in axial, as well as in radial direction [1]. A schematic view is shown in Fig. 1.

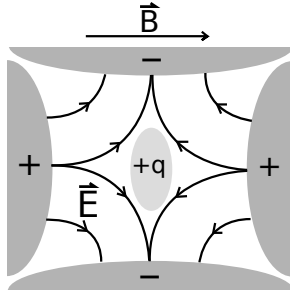


Fig. 1: Schematic view of a Penning trap.

In most cases, the production of such ion targets cannot be realized within the Penning trap itself. This leads to the necessity of having either a beamline attached to the setup, or using an “offline” ion source close by. In order to be flexible and independent from external sources, a compact ion source is applied and realized by a commercially available Dresden EBIT [2].

2 EBIT operating principles

2.1 EBIT structure

An EBIT usually consists of five main parts. An electron source (cathode), an ionization area (drift tube electrodes), an electron collector, an extraction system (extraction electrodes), and a magnet system. Fig. 2 shows a schematic view of those components.

The cathode material of the electron source, in our case, is made out of IrCe and has a diameter of 0.5 mm. By applying a heating current, electrons are emitted from the surface by thermionic emission. Due to the applied negative potential of the surrounding electrode, the electrons are accelerated towards the first drift tube electrode and enter the ionization area. While the beam passes the drift tubes, it is compressed due to the magnetic field of the permanent magnets. Because of that, the overlap of the electron beam and the gas target, and therefore the cross section for ionization is increased.

The two outermost drift tubes, i.e. the first and third one, have a higher positive potential than the center drift tube. By that, the produced ions are confined axially. A typical parameter set of potentials applied to the different electrodes can be seen in Fig. 2. The potential of the third drift tube can be switched quickly in order to extract the ions out of the drift tubes.

Right behind the third drift tube, the electron collector is placed, which is set to ground potential. The setup ends with the electron repeller followed by two extraction electrodes. The electron beam passes the drift tubes and the electron collector, and is reflected by the applied

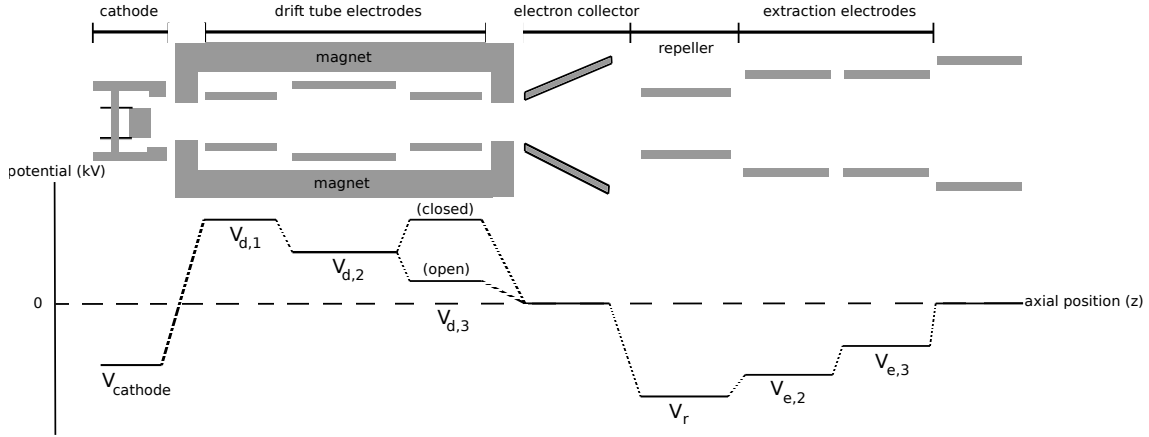


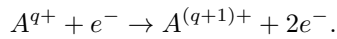
Fig. 2: Schematic diagram of the essential parts of an EBIT and their potential. The horizontal dashed line indicates the ground of the system.

negative potential of the electron repeller. By that, the electrons hit the collector and are absorbed. In the meantime, the extracted ions are accelerated by the potential difference of the drift tube in comparison to ground and leave the EBIT.

Beside the above mentioned components, other minor parts are essential for a successful operation of an EBIT. For example, a gas injection system is needed for providing different (gas) targets. A beryllium window can be used in order to carry out x-ray spectroscopy of the created ions.

2.2 Ion creation

When electrons are removed from or added to a neutral target atom, an ion is created. For a positive charged ion, the most important process for ionization inside an EBIT is the electron impact ionization, in which an electron from the beam hits and knocks out an electron of the target atom/ion. This process can be described by the following equation,



When the electron beam is emitted from the cathode, it is accelerated by the potential difference between the cathode and the anode (the first drift tube), and enters the ionization area. There, the ionization takes place due to electron-atom/ion collision. Depending on electron energy (electron current density) and breeding time, which is defined as the time duration in which the ions are confined in the potential well before they are released from the

EBIT, highly charged ions can be produced.

The created ions are confined inside the drift tube, axially due to the potential of the first and third drift tube, and radially due to the negative space charge generated by the electron beam. While the ions are trapped inside the chamber, their energy is increased (heated up) due to plasma instabilities and elastic collision of electrons and ions [3]. Thereby, they can escape from the trap as soon as they have reached a sufficiently high energy level (higher than the depth of the well).

It is predicted that the ion confinement inside the drift tubes is stable, if either the resonance region is small enough to prevent the instabilities to grow, or the Debye length, the length in which the electric potential of the ions is decreased by $1/e$, is larger than the electron beam radius [3].

In order to create an equilibrium state of the ion cloud inside the trap, ions' energy must be limited. The so-called "evaporative cooling" is purposed [3]. This method describes the loss of energy due to the loss of the low charged ions from the trap. The boiling temperature, the energy at which ions can escape from the trap, depends on the charge of the ions [3]. Because of that, the low charged ions escape first, and the leftovers are highly charged ions. By this method, the total number and the trapping lifetime of the highly charged ions can be increased [5].

Although the ion cloud satisfies the conditions stated above, its energy can, nevertheless, rise by electron-ion collision. As the electron energy increases, the accessible charge state, which can

be produced within the EBIT, becomes higher. The final state depends mainly on the ionization factor, the product of electron beam current density j_e , and breeding time τ . This factor can be calculated by the following equation,

$$j_e \tau = e \sum_q \frac{1}{\sigma_q}, \quad (1)$$

where e is the elementary charge and σ_q is the ionization cross section of charge state q . The higher the ionization factor, the higher charge states can be created [3, 4].

2.3 Ion extraction

Ion extraction occurs as soon as one of the potential walls is opened, i.e. the potential of the third drift tube is lower than the second one (see Fig. 2). The ions, which have a positive charge, are accelerated by the potential difference between the center drift tube and the extraction electrodes and leave the drift tube area. The last two extraction electrodes can be used as a kind of Einzel lens, an element in ion optics to focus the ion beam. The electrons, on the other hand, are repelled due to the negative potential of the electron repeller and hit the electron collector.

3 Ion classification method and results

3.1 Ion classification

The extracted ion cloud consists of many different charge states due to competing effects of several atomic processes, causing an ionization or a recombination. Therefore a selection of charge states after the EBIT extraction is needed. A block diagram of the principle setup is shown in Fig. 3.

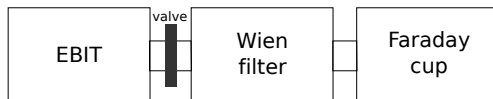


Fig. 3: Block diagram of the q/m measurement setup.

The means of choice is the so-called Wien filter, which selects the passing charged particles by its velocity. The Wien filter consists of a pair of parallel electrodes and a permanent magnet,

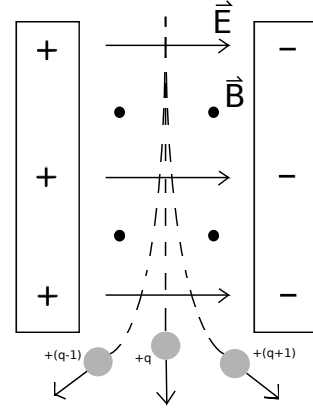


Fig. 4: Schematic diagram of the Wien filter.

which are creating the static electric and magnetic field, respectively. They are assembled in a way that the fields are perpendicular in respect to each other, as it is shown in Fig. 4. Once charged particles (ions, in our case) enter the filter, they experience an electric force $F_{el} = qE$, where q is the charge of the particle and E is the electric field, as well as a magnetic force $F_{mag} = qvB$, where v is the velocity of the particle and B is the magnetic field. In order to pass the filter on the opposite side, a specific velocity

$$v = \frac{E}{B} \quad (2)$$

is needed, which is dependent on the electric and magnetic field.

From conservation of energy in the non-relativistic case, the potential energy of an ion is converted to kinetic energy when it is extracted from the EBIT. The charge per mass ratio q/m of the ion can be calculated as follows,

$$\frac{q}{m} = \frac{n}{a} \underbrace{\left(\frac{e}{u} \right)}_{9.65 \times 10^7 C/kg} = \frac{v^2}{2V_{d,2}}. \quad (3)$$

Thereby, q/m can be expressed in terms of charge state n over mass unit a , times the ratio of elementary charge e and atomic mass unit u . $V_{d,2}$ is the potential difference between the center drift tube and ground potential, accordingly.

After passing the Wien filter, the ions will hit a Faraday cup, a detection system designed to collect charged particles. At this point, the beam is neutralized and the charge is converted into an electric current. By passing this current to a current-to-voltage amplifier, the signal can be read out and displayed on an oscilloscope.

In this setup, the potential difference between the two electrodes of the Wien filter, and therefore the q/m ratio of passing ions, can be controlled. The distance between the two electrodes is 2 mm, while the magnetic field has a strength of 0.5 T. By inserting these values in equation (2), one can calculate the velocity of passing particles and afterwards with equation (3) their specific q/m ratio.

3.2 Measurement and results

The measurements have been carried out with a gaseous argon target and the EBIT settings shown in Tab. 1, specified for the creation of several argon charge states.

Parameters	value
Breeding time	170 ms
Electron current	-9.64 mA
Cathode potential	-802 V
Center drift tube potential	4.016 kV

Tab. 1: Parameters set for Ar creation.

A set of time of flight, signals and corresponding Wien filter potentials is shown in Fig. 5.

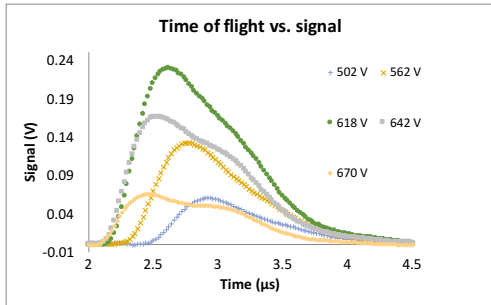


Fig. 5: Faraday cup signal.

One can see an increase in the electrode potential leads to a decrease in time of flight. Accordingly, the velocity of the ions increases.

However, since the parameters of the EBIT haven't been changed, this implies that the q/m value is different. This can be either caused by a different charge state, or a different ion species.

On the other hand, the signal amplitude is related to the number of ions of a specific q/m ratio. The most pronounced peak, for example, belongs to a Wien filter potential of 618 V and a $q/m \approx 1/2 \times (9.65 \times 10^7)$ C/kg. This rather fits

with O^{8+} or N^{7+} than with any Ar charge state, which is surprising, although argon was injected. A possible explanation could be an uncertainty of parameters, such as the electrode distance of the Wien filter or the strength of the magnetic field, leading to a difference in assumed and real velocity.

4 Conclusion and outlook

An EBIT ion source was introduced, to create ions for the HILITE Penning trap experiment. A key part, in order to provide ion charge states of interest, was the installation of a Wien filter. First ion extractions have been performed. Unfortunately, the measured signals are not in agreement with theoretical predictions, regarding species and q/m ratio. Further effort has to be invested to address this issue.

Acknowledgments

I would like to thank my adviser, Nils Stallkamp, and his team, including Tino Morgenroth and Bela Arndt. Additionally, I would like to express my appreciation to Prof. Jörn Knoll, the head of the summer program who takes care of me, and others, from the beginning of the registration to the end of the program. Last but not least, I would like to thank the National Science and Technology Development Agency (NSTDA) and the Synchrotron Light Research Institute (SLRI) for covering travel and additional daily expense.

References

- [1] F.G. Major, V.N. Gheorghe, and G. Werth *Charged Particle Traps*, (Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany, 2005).
- [2] www.dreebit-ibt.com/product/dresden-ebit.html.
- [3] M.A. Levine et al., *Phys. Scripta* **T22**, 157 (1988).
- [4] G. Vorobjev et al., *Rev. Sci. Instrum.* **83**, 053302 (2012).
- [5] M.B. Schneider et al., *AIP Conference Proceedings* **188**, 158 (1989).