ด้วยสำนึกในพระมหากรุณาธิคุณในสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารีที่ได้พระราชทานโอกาสแก่เยาวชนไทยเข้าร่วมกิจกรรมนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี ประจำปี 2566

นายณัฐวัตร คำมาตา

ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

โดยการสนับสนุนของ

สถาบันวิจัยเดซี (Deutsches Elektronen-Synchrotron: DESY)

มูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

และสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

ด้วยสำนึกในพระมหากรุณาธิคุณในสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรม
ราชกุมารีที่ได้พระราชทานโอกาสแก่เยาวชนไทยเข้าร่วมกิจกรรมนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี ประจำปี 2566

นายณัฐวัตร คำมาตา
ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

โดยการสนับสนุนของ
สถาบันวิจัยเดซี (Deutsches Elektronen-Synchrotron: DESY)
มูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)
และสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

คำนำ

รายงานฉบับนี้ข้าพเจ้าได้รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประการณ์จากการเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี ประจำปี 2566 ณ สถาบันเดซี เมืองฮัมบูร์ก สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี โดยเนื้อหาในรายงานมีดังนี้ ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสถาบันเดซี รายละเอียดของกิจกรรมนักศึกษาภาคฤดูร้อน งานวิจัยระหว่างเข้าร่วมโครงการ ประโยชน์ที่ได้รับจากการเข้าร่วมโครงการ บันทึกความทรงจำ ข้อคิดและประสบการณ์ตลอดการเข้าร่วมโครงการ

ข้าพเจ้าหวังว่ารายงานฉบับนี้จะให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจไม่มากก็น้อย หากมีความผิดพลาดประการใด ขอภัยมา ณ ที่นี้

นายณัฐวัตร คำมาตา
ผู้แทนประเทศไทยโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี 2566

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าน้อมสำนึกในพระมหากรุณาธิคุณ ในสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี อย่างหาที่สุดไม่ได้ ที่ได้พระราชทานโอกาสให้ข้าพเจ้าเข้าร่วมกิจกรรมนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี ประจำปี 2566 ณ สถาบันเดซี สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่มีส่วนให้ข้าพเจ้าได้รับโอกาสในการเป็นผู้แทนประเทศไทยเข้าร่วมกิจกรรมครั้งนี้ อีกทั้งขอขอบพระคุณบุคลากรจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติและสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) สำหรับการจัดอบรมเตรียมความพร้อมก่อนเข้าร่วมกิจกรรม และคอยประสานงาน ช่วยเหลือในด้านต่างๆ ตั้งแต่ก่อนเข้าร่วมกิจกรรมจนถึงหลังเข้าร่วมกิจกรรม

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ คุณ Mahdi Mohammadi Bidhendi นักศึกษาปริญญาเอกและ Dr. Stefan Duesterer นักวิจัยของสถาบันเดซี และบุคลากรทุกๆท่านที่ให้ความรู้และให้ความช่วยเหลือ ดูแลทั้งด้านการวิจัยและการใช้ชีวิตตลอดการเข้าร่วมกิจกรรม

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณคณาจารย์จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ทุกท่านรวมถึงครอบครัว เพื่อนๆ เจ้าหน้าที่จากฝ่ายส่งเสริมและพัฒนาเด็กและเยาวชนที่มีศักยภาพสูง สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติที่มีส่วนในการสนับสนุนข้าพเจ้าในหลายๆ ด้านมาตลอด

นายณัฐวัตร คำมาตา

ผู้แทนประเทศไทยโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี 2566

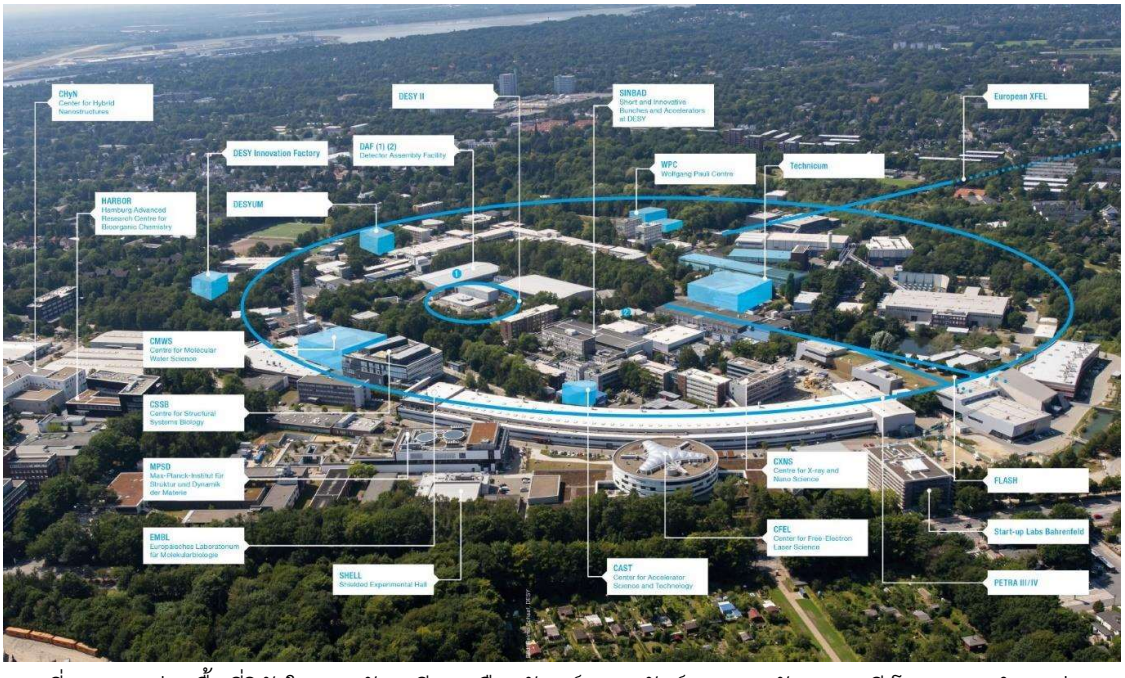
สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสถาบันเดซี	1
2. กิจกรรมของนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี ประจำปี 2566	2
3. งานวิจัยระหว่างเข้าร่วมโครงการ	4
4. ประโยชน์ที่ได้รับจากการเข้าร่วมโครงการ	5
5. บันทึกความทรงจำ ข้อคิดและประสบการณ์ตลอดการเข้าร่วมโครงการ	6
ภาคผนวก	38

1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสถาบันวิจัยเดซี

Deutsches Elektronen-Synchrotron: DESY หรือสถาบันเดซีเป็นหน่วยงานวิจัยด้านเครื่องเร่งอนุภาคที่ใหญ่ที่สุดในโลก โดยตั้งอยู่ที่ เมืองฮัมบูร์กและเมืองซอยเธน สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี โยมีจุดประสงค์ในการใช้เครื่องเร่งอนุภาคในการศึกษาฟิสิกส์อนุภาคมูลฐานโดยแนวทางการวิจัยของสถาบันเดซีมุ่งเน้นใน 4 งานวิจัยหลักคือ ฟิสิกส์ของเครื่องเร่งอนุภาค (Accelerators physics), ฟิสิกส์ของแสง (Photon science), ฟิสิกส์อนุภาค (Particle physics) และฟิสิกส์ดาราศาสตร์อนุภาค (Astro particle physics) ภายใต้การมุ่งเน้นเพื่ออธิบายธรรมมชาติมูลฐานซึ่งจะนำไปสู่ความเข้าใจและความรู้ใหม่ของธรรมชาติ ซึ่งจะมีบทบาทในการขับเคลื่อนวงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมาก ทำให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้สถาบันเดซียังมีการทำวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความต้องการของสังคม ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาเครื่องตรวจจับในเครื่องเร่งอนุภาค เพื่อความแม่นยำในการนำไปประยุกต์ใช้งานทั้งด้านการเกษตร การแพทย์ ฯ การศึกษาพลศาสตร์และโครงสร้างของโมเลกุลเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์ต่อไป

สถาบันเดซี ณ เมืองฮัมบูร์กเป็นที่ตั้งของวงแหวนเครื่องเร่งอนุภาคขนาดใหญ่ที่รายล้อมไปด้วยสถานีทดลองย่อย ๆ และอาคารสำนักงานต่างๆ โดยในสถานที่นี้จะเน้นวิจัยทางด้านเครื่องเร่งอนุภาค การทดลองและทฤษฎีทางฟิสิกส์อนุภาค รวมไปถึงการศึกษาฟิสิกส์ของแสงที่นำแสงซินโครตรอนไปใช้ประโยชน์โดยจะเน้นการผลิตรังสีเอ็กซ์ (X-ray) ที่มีความเข้มสูงและอยู่ในห้วงเฟมโตวินาทีเพื่อใช้ในการศึกษาโครงสร้างและพลศาสตร์ของอะตอม



ภาพที่ 1: ภาพถ่ายพื้นที่วิจัยในสถาบันเดซี ณ เมืองฮัมบูร์ก สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี โดยแสดงตำแหน่งของหน่วยวิจัยย่อยภายในสถาบัน (https://photon-science.desy.de)

2. กิจกรรมของนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี ประจำปี 2566

กิจกรรมหลักของนักศึกษาที่เข้าร่วมโปรแกรมนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซีจะมีอยู่ 2 ส่วนคือการเข้าฟังบรรยายในช่วงเช้าและบ่ายของบางวัน และการร่วมทำวิจัยระยะสั้นตามความสนใจซึ่งแต่ละคนจะได้รับมอบหมายหัวข้อในการทำวิจัยจากที่ปรึกษาของตนเองจากสถาบันเดซีและมหาวิทยาลัยฮัมบูร์ก นอกจากนี้โครงการยังมีการจัดกิจกรรมสานสัมพันธ์นักศึกษาภาคฤดูร้อนด้วยกันทั้งการจัดกิจกรรมงานเลี้ยงต้อนรับให้นักศึกษาจากหลากหลายประเทศได้เข้ามาพูดคุย พบปะ สังสรรค์กันโดยมีงานหลากหลายเช่น งานเลี้ยงกาแฟและเค้กที่จัดขึ้นในวันที่ 18 กรกฎาคม 2566, ถ่ายภาพร่วมกันในวันที่ 19 กรกฎาคม 2566, กิจกรรมล่องเรือในวันที่ 21 กรกฎาคม 2566, กิจกรรมเยี่ยมชมพื้นที่ หน่วยงานวิจัยภายในสถาบันเดซีในวันที่ 24 กรกฎาคม 2566, กิจกรรมงานเลี้ยงต้อนรับมื้อเย็นในวันที่ 28 กรกฎาคม 2566, กิจกรรมเยี่ยมชมพื้นที่ หน่วยงานวิจัยของ European XFEL ในวันที่ 14 สิงหาคม 2566 และกิจกรรมงานเลี้ยงบาร์บีคิวในวันที่ 5 สิงหาคม 2566

ตลอดเวลาของการเข้าร่วมกิจกรรมข้าพเจ้าได้รวบรวมกิจกรรมการบรรยายในส่วนของกิจจกรรมในกลุ่มฟิสิกส์ของแสงตามตารางด้านล่าง ซึ่งแสดงถึงหัวข้อบรรยายในแต่ละวันซึ่งเป็นเนื้อหาที่เฉพาะเจาะจงสำหรับกลุ่มฟิสิกส์และแสง และในช่วงบ่ายของแต่ละวันนักศึกษาก็จะแยกย้ายไปทำวิจัยตามห้องทดลองและสำนักงานตามที่ตัวเองสังกัดอยู่

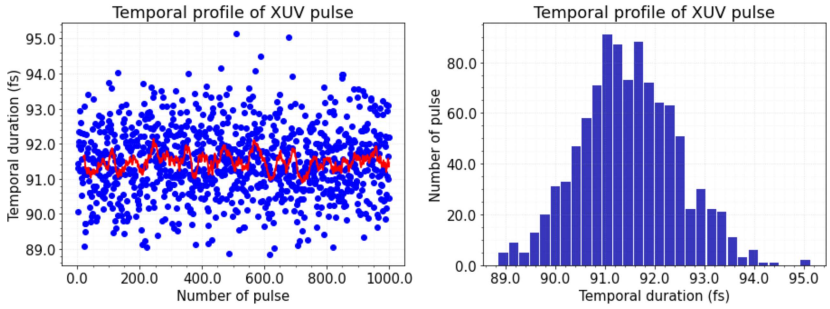
ตารางที่ 1: เนื้อหาการบรรยายของนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซีในกลุ่มฟิสิกส์ของแสงประจำปี 2566

วันที่	เนื้อหา/การบรรยาย	ผู้บรรยาย
18 กรกฎาคม 2566	กล่าวต้อนรับและแนะนำโครงการ	Friederike Januscheck และ DESY satffs
19 กรกฎาคม 2566	Introduction to Photon Science 1 & 2 Introduction to High Energy Physics 1	Lucas Schwob Achim Geiser
20 กรกฎาคม 2566	Introduction to Photon Science 3 & 4 Introduction to High Energy Physics 2	Lucas Schwob Achim Geiser
21 กรกฎาคม 2566	Introduction to High Energy Physics 3 & 4	Achim Geiser
24 กรกฎาคม 2566	Accelerator Physics 1 & 2	Pedro Castro-Garcia
25 กรกฎาคม 2566	Accelerator Physics 3 & 4	Pedro Castro-Garcia
26 กรกฎาคม 2566	Reciprocal Space and Principles of Diffraction	Oleksandr Yefanov
28 กรกฎาคม 2566	Astro particle Physics 1 & 2	Gernot Maier
31 กรกฎาคม 2566	Modern Crystallography: Processing Petabytes of Data	Oleksandr Yefanov

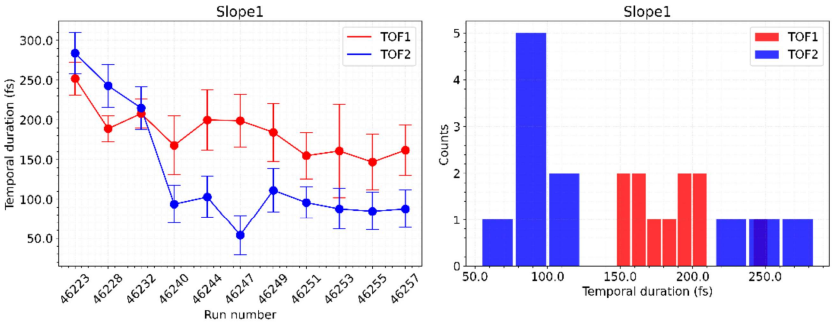
วันที่	เนื้อหา/การบรรยาย	ผู้บรรยาย
1 สิงหาคม 2566	X-ray Spectroscopy of Quantum Materials	Markus Scholz
3 สิงหาคม 2566	Scattering Methods for Investigation of Sustainable Materials	Stephan Roth
8 สิงหาคม 2566	Fundamentals of X-ray Matter Interaction 1	Sang-Kil Son
9 สิงหาคม 2566	Fundamentals of X-ray Matter Interaction 2	Sang-Kil Son
10 สิงหาคม 2566	Phenomena at High X-ray Intensity 1	Robin Santra
11 สิงหาคม 2566	Phenomena at High X-ray Intensity 2	Robin Santra
14 สิงหาคม 2566	XFEL Tour	XFEL Staffs
15 สิงหาคม 2566	Diagnostic of Light	Ulrike Fruehling
16 สิงหาคม 2566	Plasma Weke field Acceleration 1 & 2	Jens Osterhoff
17 สิงหาคม 2566	X-Ray Nano-Analytics and Microscopy 1 Introduction to Ultrafast lasers and Nonlinear Optics	Christian Schroer Giulio Maria Rossi
18 สิงหาคม 2566	X-Ray Nano-Analytics and Microscopy 1	Christian Schroer
1 กันยายน 2566	The PIER Graduate School Presents Itself to the DESY Summer Students	Stefanie Tepass
6-7 กันยายน 2566	Final Student Session	DEST Staffs & Summer Students

3. งานวิจัยระหว่างเข้าร่วมโครงการ

ในการเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี ข้าพเจ้าได้ร่วมการทำวิจัยระยะสั้นกับหน่วยวิจัยด้านฟิสิกส์ของแสง (Photon Science) ในกลุ่มวิจัยด้านเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระ ในกลุ่มย่อยการควบคุมและการวินิจฉัยแสง (FLASH Photon Diagnosis and Control) โดยกลุ่มวิจัยนี้จะเน้นการวินิจฉัยคุณสมบัติเฉพาะตัวของแสงที่ผลิตได้จากเทคนิคเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระย่านอัลตราไวโอเลตความเข้มสูง โดยหัวข้อที่ข้อพเจ้าได้รับมอบหมายคือการวิเคราะห์คุณสมบัติเฉพาะตัวของพัลส์สั้นพิเศษในย่านอัลตราไวโอเลตความเข้มสูงที่ผลิตจากเทคนิคเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระ (Analysis of Ultra-Shrot XUV-FEL Pluses) ในการวิจัยในครั้งนี้เน้นการใช้ 2 เทคนิคในการวิเคราะห์คือเทคนิคการจำลองพัลส์สั้นที่เกิดขึ้นจากเทคนิค FEL ที่จะมีสมบัติเฉพาะตัวจากวิธี Partial Coherence ซึ่งจะสามารถสร้างพัลส์แบบจำลองนี้โดยมีความกว้างของพัลส์อยู่ในห้วงเฟมโตวินาทีใช้ในการเปรียบเทียบกับผลการทดลองและอีกวิธีคือการเก็บผลการทดลองโดยใช้เทคนิค Terahertz Streaking ซึ่งจะใช้แสงในช่วงเทระเฮิรตซ์ขับเคลื่อนกลุ่มอิเล็กตรอนจากแก๊สเฉื่อยที่ทำอันตรกิริยากับพัลส์ของ XUV-FEL ที่บรรจุข้อมูลความกว้างของพัลส์เอาไว้ ซึ่งจะสามารถตรวจวัดความกว้างที่เปลี่ยนไปจากการใช้เทคนิคนี้และย้อนกลับไปหาค่าความกว้างที่แท้จริงได้ โดยงานวิจัยนี้มีประโยชน์ในการวินิจฉัยความกว้างของพัลส์ที่ต้องการแบบเฉพาะเจาะจงในการใช้ในการทดลองที่เฉพาะซึ่งจะสามารถบ่งบอกผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์จากการผลิตโดยใช้เทคนิค FEL และเครื่องเร่งอิเล็กตรอนแบบเชิงเส้นได้ สำหรับผู้ที่สนใจสามารถอ่านรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับงานวิจัยระยะสั้นของข้าพเจ้าที่ได้ภาคผนวก



ภาพที่ 2: ความกว้างของพัลส์ที่ได้จากแบบจำลอง Partial Coherence Method



ภาพที่ 3: ความกว้างของพัลส์ที่ได้จากการทดลอง THz Streaking

4. ประโยชน์ที่ได้รับจากการเข้าร่วมโครงการ

ในการเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซีในครั้งนี้ ข้าพเจ้าได้รับประโยชน์มากมายในการเข้าร่วมโครงการในครั้งนี้ ประการแรกที่เด่นชัดคือการได้ร่วมวิจัยกับสถาบันเดซี ที่มีผู้เชี่ยวชาญและนักวิทยาศาสตร์ที่มีความรู้ความสามารถ รวมไปถึงสถานที่และอุปกรณ์ที่เพรียบพร้อมสำหรับการทำวิจัยโดยไม่มีเงื่อนไขมาขวางกั้นการทำวิจัย ซึ่งทำให้ได้ความรู้ ประสบการณ์ แนวคิด มุมมองการใช้ชีวิตและการทำวิจัยในแวดวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากผู้คนที่มีความสามารถและจะสามารถนำมาปรับใช้ได้กับตัวเอง และในประเทศได้ ประการที่สองคือการได้ฝึกทักษะภาษาอังกฤษทั้งการพูด การอ่าน การเขียน และการฟัง ซึ่งต้องใช้ในการสื่อสารทั้งการทำวิจัย การเรียน และการสื่อสารในชีวิตประจำวัน ซึ่งปกติข้าพเจ้าเป็นคนที่ไม่ได้ใช้ภาษาอังกฤษบ่อยในชีวิตประจำวันแต่เมื่อได้ไปที่สถาบันเดซี ต้องใช้ภาษาอังกฤษในทุกๆ ด้านซึ่งสามารถพัฒนาทักษาเหล่านี้ได้อย่างเต็มที่ ถัดมาคือการอยู่ร่วมกับผู้อื่นที่มีความหลากหลาย ในโปรแกรมนักศึกษาภาคฤดูร้อนมีผู้คนหลากหลายเชื้อชาติ วิถีชีวิตที่แตกต่างกันซึ่งเป็นเรื่องปกติในสังคม ซึ่งที่ข้าพเจ้าได้เรียนรู้คือฝึกการอยู่ร่วมกันกับผู้อื่น และยอกมรับในความหลากหลายทั้งวิถีชีวิต ความคิดซึ่งช่วยให้ข้าพเจ้ามีทัศนคติที่ดีสามารถปรับตัวเข้ากับผู้คนได้ และประการสุดท้ายคือการปรับตัวให้เข้ากับสถานที่และความเป็นอยู่ เนื่องจากสถาบันเดซีตั้งอยู่ที่สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมันซึ่งมีเขตเวลาและสภาพอากาศที่แตกต่างกับประเทศไทยโดยสิ้นเชิงซึ่งในตอนแรกค่อนข้างใช้ชีวิตที่ยากเนื่องจากยังไม่ชินกับสภาพอากาศเวลาที่มืดเร็ว ชีวิตที่ไม่มีอาหารไทยที่ทานเป็นประจำ แต่เมื่ออยู่นานขึ้นจำเป็นที่ต้องปรับตัวให้เข้ากับสถานที่กลายเป็นว่าเริ่มมีความสสุข และสนุกไปกับบรรยากาศของสิ่งแวดล้อมรอบข้าง ปรับตัวกับเวลา อาหารและวัฒนธรรมได้อย่างดี ซึ่งได้บทเรียนของการเรียนรู้ที่จะยอมปรับตัวเข้ากับสิ่งที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน และรู้จักการจัดการตัวเองและเวลาได้ดีขึ้น ซึ่งส่งผลให้สามารถใช้ชีวิตได้ดีขึ้น และเติบโตขึ้น

ทั้งหมดที่ข้าพเจ้าได้พูดถึงนี้เป็นประโยชน์จากการเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซีและประโยชน์จากการไปสหพันธ์สาธารณะรัฐเยอรมัน ทั้งนี้สิ่งต่างๆที่ได้รับจากการเข้าร่วมกิจกรรมในครั้งนี้ล้วนจะเป็นพื้นฐานในการพัฒนาตัวเองต่อไปในอนาคต

5. บันทึกความทรงจำ ข้อคิดและประสบการณ์ตลอดการเข้าร่วมโครงการ

วันอาทิตย์ ที่ 16 กรกฎาคม 2566

วันนี้ได้เวลาออกเดินทางของข้าพเจ้าโดยข้าพเจ้าออกเดินทางจากหอพักของข้าพเจ้าในตัวเมืองเชียงใหม่ไปยังสนามบินเชียงใหม่เพื่อเดินทางไปรวมกับเพื่อนๆ ที่สนามบินสุวรรณภูมิมีกำหนดไฟล์ที่เวลา 17.05 น. จากนั้นหลังจากถึงสนามบินสุวรรณภูมิแล้วได้พบปะพี่รักษ์ เจ้าหน้าที่ของ สวทช. เพื่อรับของที่ระลึกจากประเทศไทยไปฝากให้ผู้ประสานงานของสถาบันเดซี จากนั้นจึงได้เจอกับเพื่อนๆอีก 2 คนคือตองและวาวา ที่จะเดินทางไปสถาบันเดซีด้วยกันและกำหนดไฟล์ทคือจากสนามบินสุวรรณภูมิถึงสนามบินมิวนิกที่เวลา 00.50 น. ของวันจันทร์ที่ 17 กรกฎาคม 2566

วันจันทร์ ที่ 17 กรกฎาคม 2566

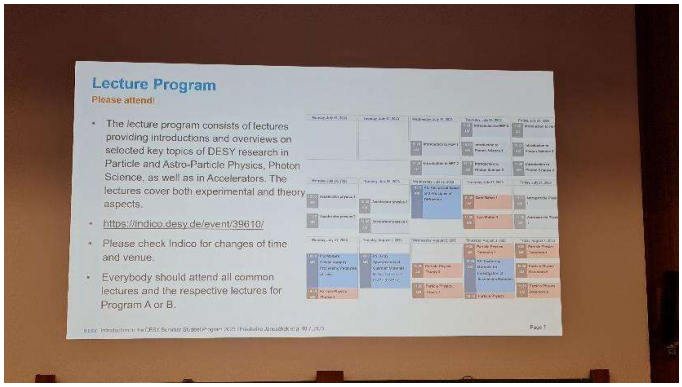
ในวันนี้เป็นวันที่ผมและเพื่อนๆอยู่บนเครื่องของสายการบินไทยที่กำลังบินข้ามเขตเวลาและสถานที่ไปยังสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมันด้วยเวลา 10 กว่าชั่วโมงซึ่งเป็นเวลาที่ยาวนานมากสำหรับข้าพเจ้าที่ไม่เคยออกนอกประเทศไทยเลย หลังจากถึงสนามบินมิวนิกแล้วพวกเราทั้ง 3 คนก็ต้องรีบเพื่อไปเปลี่ยนเครื่องที่มีเวลาห่างกันเพียงแค่ 45 นาที ซึ่งแน่นอนครับพวกเราตกเครื่องในเที่ยวที่จองไปเนื่องจากความล่าช้าของเครื่องบินที่ออกจากประเทศไทยและผู้คนที่รอตรวจคนเข้าเยอรมันที่เยอะมากๆ จนทำให้เราใช้เวลาก่อนถึงเคาน์เตอร์ปราสัมพันธ์ของสายการบิน Lufthansa ประมาณ 1 ชั่วโมงครึ่ง ซึ่งเครื่องออกไปนานแล้วแต่ทางสายการบินไทย

กับ Lufthansa ได้ประสานงานกันจนทำให้เราได้เที่ยงบินไปยังสนามบินฮัมบูร์กได้ แต่ต้องรออีกประมาณ 1 ชั่วโมง เป็นประสบการณ์ครั้งแรกที่ตกเครื่องและอยู่ที่ต่างประเทศด้วยแต่พวกเราก็สามารถแก้ปัญหานี้ได้ ถึงแม้จะมีความเพลียจากการเดินทาง 10 กว่าชั่วโมง ทำให้พอขึ้นเครื่องครั้งถัดมาพวกเราสลบกันระนาวตลอดเที่ยวบินลืมตาอีกทีพวกเราก็ถึงสนามบินฮัมบูร์กโดยสวัสดิภาพ โดยที่มีพี่ฟร็องค์ รุ่นพี่ที่เคยร่วมโปรแกรมนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซีมารอรับพวกเราที่สนามบินฮัมบูร์กและพาพวกเราขึ้นรถไฟฟ้าและรถบัสไปยังสถาบันเดซีได้อย่างเรียบร้อย จากนั้นพวกเราก็พากันไปทานข้าวในเมืองฮัมบูร์กและใช้เวลาซื้อของใช้ส่วนตัวที่ไม่ได้พกมาด้วยบางส่วน และเดินทางกลับที่พักที่อยู่ภายในสถาบันเดซีเพื่อรอเข้ากิจกรรมในวันรุ่งขึ้น

วันอังคาร ที่ 18 กรกฎาคม 2566

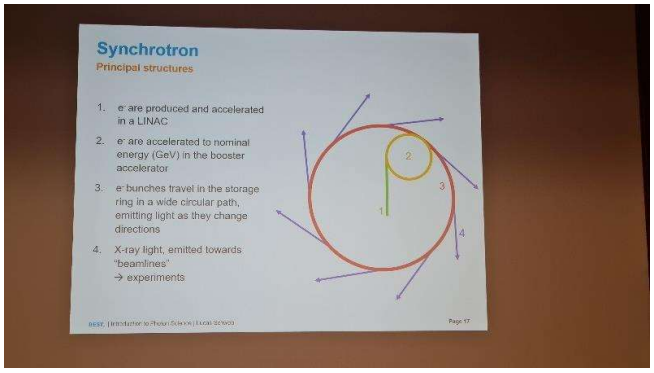
วันแรกของการเข้าร่วมโปรแกรม ข้าพเจ้ารู้สึกตื่นเต้นมากๆที่จะได้เข้าร่วมโปรแกรมที่ใช้ภาษาอังกฤษทั้งหมด และในตอนเช้าก็มีการกล่าวต้อนรับและชี้แจงเรื่องๆต่างที่นักศึกษาภาคฤดูร้อนควรทำตลอดกิจกรรม จากนั้นก็แยกย้ายไปเจอที่ปรึกษาของแต่ละคนซึ่งจะมารอรับที่หน้าอาคารโดยการชูชื่อของเราในการตามหาตัวเราและผม ก็เจอได้พูดคุยกับที่ปรึกษาซึ่งเขาชื่อว่า Mahdi Mohammadi Bidhendi เขาเป็นนักศึกษาปริญญาเอกของมหาวิทยาลัยฮัมบูร์กที่มาทำวิจัยที่เดซีและพาไปเอากุญแจออฟฟิศที่เลขาของกลุ่มวิจัย จากนั้นพวกเราก็คุยกันเรื่องประวัติการทำงานกันเพื่อให้สามารถทำงานกันได้อย่างราบรื่น ช่วงพักกลางวันที่ปรึกษาที่ก็พาไปทานข้าว

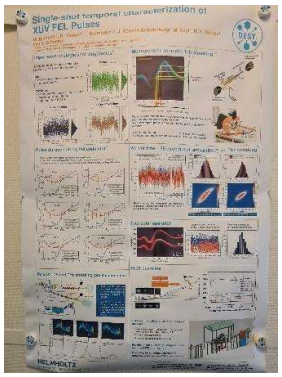
ที่โรงอาหารกลางและพูดคุยกันต่อ ช่วงบ่ายก็มอบหมายงานวิจัยให้ไปอ่านและทำความเข้าใจเป็นการบ้าน พอตกเย็นพวกเราชาวไทย 4 คนก็พากันไปเดินเล่นข้างนอกและซื้อของสำหรับทำอาหารเย็นร่วมกัน



วันพุธ ที่ 19 กรกฎาคม 2566

วันนี้เป็นวันแรกของการเรียนบรรยาย เนื้อหาการบรรยายค่อนข้างแน่นเนื่องจากนักวิจัยจากทางเดซีเป็นบรรยายพอเวลาของการบรรยายหมด ข้าพเจ้าก็แยกย้ายกับเพื่อนๆ ไปยังออฟฟิศของตัวเองเพื่ออ่านงานวิจัยต่อ และเลิกงานเวลา 17.00 น. พวกเราก็พากันไปซื้อของที่ Lidl ซึ่งเป็นซุปเปอร์มาร์เก็ตที่ใกล้เราสามารถเดินไปได้อย่างสบายจากนั้นก็กลับมาทำอาหารเย็นและนั่งพูดคุยกันจนดึกแล้วแยกย้ายกันไปนอน



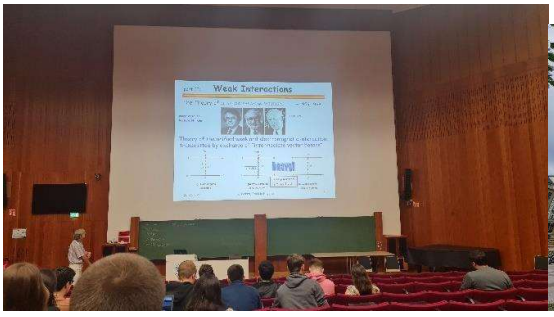


วันพฤหัสบดี ที่ 20 กรกฎาคม 2566

เช้าวันใหม่เริ่มต้นด้วยการเข้าฟังบรรยายในช่วงเช้าต่อ และพักกลางวันข้าพเจ้าและเพื่อนๆ ไปทานข้าวกันที่โรงอาหารกลางของเดซีซึ่งอาหารไม่ค่อยจะถูกปากพวกเราสักเท่าไหร่ จึงทำให้อาหารกลางวันได้เป็นไส้กรอกกับเฟรนช์ฟรายซึ่งถือว่าได้อร่อยที่สุดในโรงอาหารแล้ว หลังจากนั้นก็แยกย้ายกันไปทำงานวิจัยของตัวเอง เมื่อข้าพเจ้าเดินมาที่หน้าห้องออฟฟิศก็พบกับชื่อของข้าพเจ้าที่ติดอยู่หน้าห้องพร้อมกับตำแหน่ง Summer Student ซึ่งทำให้ข้าพเจ้าประทับใจมากเพราะที่นี่เขาใส่ใจรายละเอียดเล็กๆ น้อยๆ ทำให้ข้าพเจ้าใช้ชีวิตในการทำวิจัยที่นี่อย่างมีความสุข พอถึงเวลาเลิกงานพวกเราก็นัดกันไปเดินเล่นรอบๆ เดซีเนื่องจากบรรยากาศดีมาก แสงอาทิตย์ในยามเย็นที่คล้ายกับช่วงบ่ายๆของที่ไทย

วันศุกร์ ที่ 21 กรกฎาคม 2566

เช้าวันศุกร์ที่แสนสดใส เนื่องจากพรุ่งนี้จะได้พักผ่อน เริ่มต้นวันด้วยการเข้าฟังบรรยายในช่วงเช้าและยังคงไปทำวิจัยต่อในช่วงบ่ายแต่ในวันนี้ได้เลิกค่อนข้างเร็วเนื่องจากมีทริปล่องเรือที่ทางเจ้าหน้าที่ของทางเดซีจัดให้พวกเรา โดยออกเดินทางจากเดซีไปยังท่าเรือโดยรถบัสและเดินนิดหน่อย ได้ลงเรือล่องแม่น้ำ ดูบ้านเมืองของฮัมบูร์กที่ขึ้นชื่อว่าเมืองท่าของเยอรมัน และทางกัปตันเรือก็มาเล่าประวัติของการขนส่งทางน้ำจากหลากหลายซีกโลกที่เข้ามาสู่เยอรมัน แต่ข้าพเจ้าค่อนข้างเวียนหัวเนื่องจากวันนั้นคลื่นค่อนข้างแรง พอจบทริปล่องเรือแล้วพวกเรา 4 คนก็พากันเดินเที่ยวเล่นในเมืองกันโดยไม่มีจุดหมาย พอเวลาผ่านไปเรื่อย ๆ จะเรียกว่าความบังเอิญอาจจะเป็นได้พวกเราลงที่สถานีรถไฟฟ้าที่มีสวนสนุกมาจัดงานพอดีในชื่อ Hamburger dom ซึ่งล้อกับชื่อเมืองฮัมบูร์กภายในงานจะมีขายของกินมากมายและมีเครื่องเล่นมากมายที่เด่นสุดที่เห็นก็คงจะเป็นชิงช้าสวรรค์ แต่พวกเราเดินกันได้นิดหน่อยก็กลับแล้วเพราะเราซื้อของกันที่ซุปเปอร์มาร์เก็ตมาเยอะมากทำให้ไม่สะดวกที่จะอยู่นานจึงนั่งรถบัสกลับไปเดซีแล้วแยกย้ายกันไปพักผ่อน



วันเสาร์ ที่ 22 กรกฎาคม 2566

วันนี้เป็นวันพักผ่อนวันแรกที่ได้มาถึงเยอรมันพวกเราจึงตื่นสายกัน ใช้ชีวิตแบบไม่เร่งรีบ โดยในช่วงบ่ายนัดกันไปเดินเล่นที่ห้างสรรพสินค้าใกล้เดซี และซื้อของกินของใช้มาทำกับข้าวต่อ จากนั้นเราก็พากันนั่งคุยกันเรื่อยเปื่อยและวางแผนการเที่ยวในวันพรุ่งนี้ซึ่งก็ได้ข้อสรุปคือไปสวนสาธารณะในตอนเย็น จากนั้นก็แยกย้าย

วันอาทิตย์ ที่ 23 กรกฎาคม 2566

วันพักผ่อนอีกหนึ่งวันที่ตื่นสายเนื่องจากบรรยากาศค่อนข้าวหนาวเย็น เนื่องจากมีฝนตกในตอนดึกและช่วงเช้า เวลาในวันหยุดผ่านไปเร็วมากๆ จนถึงตอนเย็นพวกเราทั้ง 4 คนก็พากันไปเดินสวนสาธารณะที่ใกล้เดซีอยู่ห่างออกไปประมาณ 4 กิโลเมตรซึ่งโดยสารรถบัสไปใช้เวลา 10 นาทีก็ถึงแล้ว ข้างในสวนสาธารณะก็มีการจัดแต่งสวนตามรูปแบบต่างให้มีความสวยงาม มีโซนประเทศต่างๆ มีโซนเอเชียด้วย มีความสวยงามและมีความเป็นธรรมชาติมากๆ ถือว่าคุ้มค่าที่มาได้ทั้งความสวยงามและสดชื่นภายในตัว จากนั้นก็พากันเข้าเมืองไปซื้อของกินในตอนเย็น เนื่องจากวันอาทิตย์ร้านค้าและซุปเปอร์มาร์เก็ตส่วนใหญ่ในเยอรมันปิดกันหมด เนื่องจากเขาถือว่าเป็นวันพักผ่อนของเขา จึงมีแค่บางร้านในตัวเมืองที่เปิด เราก็หาซื้อของกินเล็กน้อยจากนั้นก็พากันกลับเดซีและแยกย้ายเตรียมตัวในการเรียนและการทำงานในวันพรุ่งนี้ต่อไป

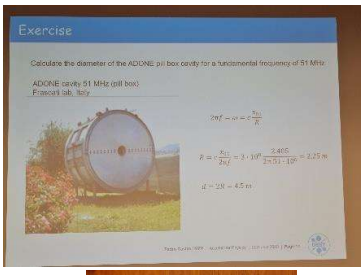
วันจันทร์ ที่ 24 กรกฎาคม 2566

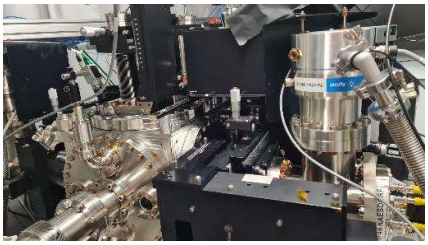
เช้าวันจันทร์ที่สดใสมากๆ ไม่มีคราบของเมฆฝน เริ่มต้นวันด้วยเข้ารับฟังบรรยายในช่วงเช้า และช่วงบ่ายมีวิทยาการจากทางเดซีพาพวกเราเยี่ยมชมสถานที่ต่างๆ และหน่วยวิจัยต่างๆ ภายในสถาบันเดซี ซึ่งใช้เวลาทั้งบ่ายของวันนี้

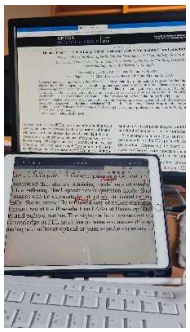
วันอังคาร ที่ 25 กรกฎาคม 2566

เริ่มต้นด้วยการเข้าฟังบรรยายในช่วงเช้าเช่นเคย และพักเที่ยงมีเมนูใหม่ในโรงอาหารจึงลองทาน รสชาติก็เฉยๆ พอกินได้มากกว่าอาหารอื่นๆที่มีอยู่ เนื่องจากมีความเค็มน้อยกว่า หลังจากนั้นช่วงบ่ายข้าพเจ้าก็เข้าไปทำวิจัยและเล่าเรื่องการเยี่ยมชมเดซีเมื่อวานให้ที่ปรึกษาฟัง ซึ่งเขาก็ยินดีที่จะพาข้าพเจ้าไปชมตึกปฏิบัติการที่ข้าพเจ้าสังกัดอยู่และแนะนำให้รู้จักกับ Dr. Stefan Duesterer นักวิจัยของสถาบันเดซี ซึ่งเป็นที่ปรึกษาร่วมของข้าพเจ้าอีกหนึ่งท่านก็พาเยี่ยมชมตึกปฏิบัติการ FLASH1 และ FLASH2 ที่เป็นเครื่องเร่งอิเล็กตรอนเชิงเส้นที่ผลิตรังสีในย่านอัลตร้าไวโอเลตความเข้มสูงและรังสีเทระเฮิรตซ์ จากนั้นก็พาไปชมส่วนที่เรียกว่า THz

Streaking ซึ่งเป็นส่วนการทดลองที่ข้าพเจ้าจะได้ทำการทดลองที่นั้น จากนั้นก็กลับมานั่งอ่านงานวิจัยต่อจนถึงเวลาเลิกงาน และวันนี้ก็นำผ้าไปซักที่ห้องใต้ดินของที่พักที่ทางเข้าค่อนข้างลึกลับคล้ายกับยังสร้างไม่เสร็จและเครื่องซักผ้าที่แสนมึนงง แต่ข้าพเจ้าก็สามารถใช้งานได้ต้องขอบคุณเพื่อนจากอิตาลีที่แนะนำวิธีการใช้เครื่องซักผ้ารุ่นนี้

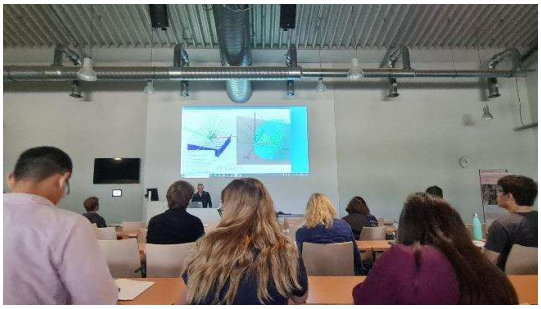






วันพุธ ที่ 26 กรกฎาคม 2566

วันนี้เป็นวันแรกที่เราแยกกลุ่มกันเรียน ซึ่งข้าพเจ้าอยู่ในกลุ่ม Photon Science ก็เดินมาเรียนที่ตึก FLASH ระยะทางประมาณ 1 กิโลเมตร ค่อนข้างไกลแต่ก็ถือว่าได้ออกกำลังกายไปในตัว จากนั้นในช่วงบ่ายก็ไปทำวิจัยที่ออฟฟิศเหมือนเดิม และตอนเย็นพวกเราชาวไทยก็พากันทำเมนูอาหารไทยทานกัน

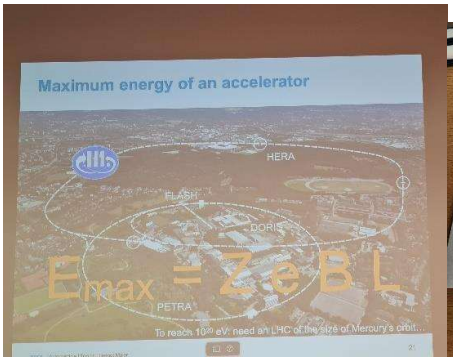


วันพฤหัสบดี ที่ 27 กรกฎาคม 2566

วันนี้ไม่มีคาบการบรรยาย ข้าพเจ้าจึงไปออฟฟิศเพื่อทำวิจัยและอ่านงานวิจัยตั้งแต่ช่วงเช้าจนถึงช่วงเย็น หลังจากนั้นก็กลับมาทำอาหารกับเพื่อน ๆ กันต่อ

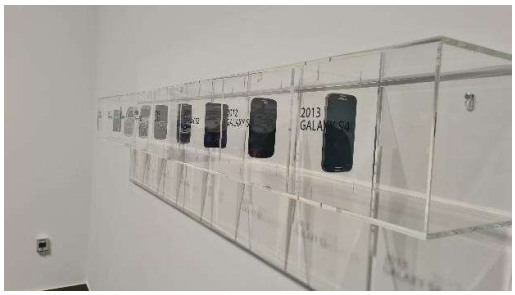
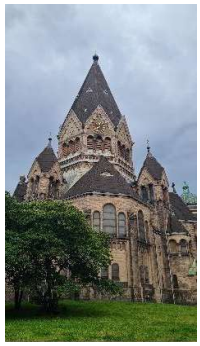
วันศุกร์ ที่ 28 กรกฎาคม 2566

วันนี้เริ่มต้นวันด้วยการบรรยายเช่นเคย และตอนบ่ายก็ไปทำวิจัยที่ออฟฟิศซึ่งพบว่ามีซองจดหมายสีขาวระบุชื่อของข้าพเจ้าวางอยู่บนโต๊ะซึ่งเป็นเงินเดือนแรกของข้าพเจ้า หลังจากนั้นในช่วงเย็นทางคณะผู้จัดงานมีงานเลี้ยงต้อนรับนักศึกษาภาคฤดูร้อนด้วยบุฟเฟต์อาหาร และพวกเราก็ได้พูดคุยกับเพื่อนๆ จากหลากหลายประเทศและคณะผู้จัดงาน



วันเสาร์ ที่ 29 กรกฎาคม 2566

วันนี้เป็นวันหยุดที่พวกเราวางแผนกันไปเที่ยวพิพิธภัณฑ์ศิลปะและหัตถกรรมในตัวเมืองฮัมบูร์กซึ่งมีค่าเข้าพิเศษสำหรับนักเรียนนักศึกษาซึ่งพวกเราก็ได้รับสิทธินั้นโดยการแสดงบัตรประจำตัวนักศึกษาของพวกเรา ภายในพิพิธภัณฑ์ค่อนข้างใหญ่มาก มีการจัดแสเงทั้งภาพวาด งานหัตกรรม ประวัติศาสตร์ งานศิลปะแบบทันสมัยซึ่งเราใช้เวลาทั้งวันในการดูแต่ก็ยังไม่ครบแต่พวกเราเหนื่อยกับการเดินแล้วจึงตัดสินใจออกจากพิพิธภัณฑ์และไปยังร้านแฮมเบอร์เกอร์ที่มีรีวิวว่าอร่อยมากๆ ซึ่งพอเราไปถึงก็ต้องตะลึงกับคิวที่ค่อนข้างยาวแต่พวกเราก็ตัดสินใจที่จะรอคิว จนได้ทานแฮมเบอร์เกอร์ซึ่งถือว่าอร่อยมากๆ ตามคำรีวิวถือว่าคุ้มค่ากับการรอคอย

วันอาทิตย์ ที่ 30 กรกฎาคม 2566

วันนี้ไม่ได้ทำอะไรมากเนื่องจากเมื่อวานใช้พลังงานค่อนข้างมาก ทำให้วันนี้ข้าพเจ้ากับเพื่อนๆ พักผ่อนกันและทำอาหารเย็นร่วมกัน จากนั้นก็พูดคุยกันเรื่อยเปื่อยและแยกย้ายกันไปพักผ่อน

วันจันทร์ ที่ 31 กรกฎาคม 2566

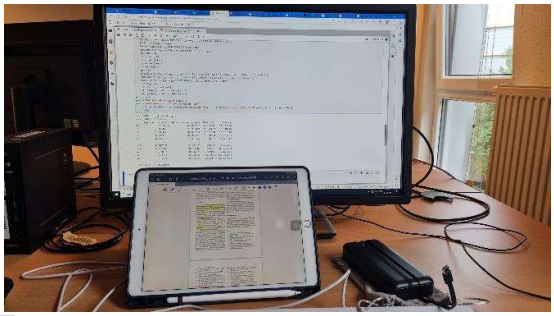
วันนี้เป็นวันที่ข้าพเจ้าง่วงนอนมาก เนื่องจากบรรยากาศข้างนอกค่อนข้างมืด ฝนตกปรอยๆ ตลอดทั้งวันซึ่งตอนเช้าก็ยังคงต้องไปฟังการบรรยายเหมือนเดิม และช่วงบ่ายก็ตามด้วยอ่านงานวิจัยและยังคงทำงานเหมือนเดิมที่ออฟฟิศจนถึงเวลาเลิกงาน

วันอังคาร ที่ 1 สิงหาคม 2566

เริ่มต้นวันใหม่ด้วยการบรรยายของกลุ่มฟิสิกส์ของแสงและช่วงบ่ายไปทำวิจัยโดยอ่านเปเปอร์และเริ่มเขียนโค้ดโดยใช้ Jupyter ในการเขียน ซึ่งบรรยากาศวันนี้ยังคงมท้องฟ้าที่ครึ้มมากๆ เหมือนฝนจะตก และตอนเย็นข้าพเจ้ากับเพื่อนๆ พากันไปทำอาหารเย็นทานกันและนั่งคุยกันเหมือนในทุกๆ วัน

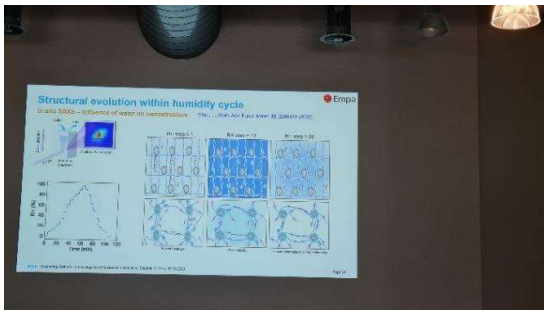
วันพุธ ที่ 2 สิงหาคม 2566

วันนี้ไม่มีการบรรยาย จึงเริ่มต้นวันด้วยการไปทำวิจัยที่ออฟฟิศ โดยยังคงเขียนโค้ดเพื่อสร้างแบบจำลองสำหรับการสร้างพัลส์จากวิธีเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระ และวันนี้มีการเปลี่ยนผ้าปู ผ้าห่ม ผ้าเช็ดตัวที่ต้องหาเวลากลับที่ห้องพักเพื่อเปลี่ยนผ้า เนื่องจากเปิดให้เปลี่ยนแค่ช่วงเช้า ตกเย็นข้าพเจ้าและเพื่อนๆ พากันไปเดินเล่นและซื้อของกินของใช้ที่ห้างสรรพสินค้าใกล้กับเดซีเหมือนเดิม



วันพฤหัสบดี ที่ 3 สิงหาคม 2566

เริ่มต้นวันหใม่ด้วยการเข้าฟังการบรรยายในช่วงเช้าเหมือนเดิม และช่วงบ่ายไปทำวิจัยที่ออฟฟิศจากนั้นตอนเย็นพวกเราทั้ง 4 คนตัดสินในนั่งรถไฟฟ้าเข้าตัวเมืองเพื่อไปเดินเที่ยวกันที่สวนสนุกอีกครั้งเนื่องจากครั้งก่อนมีสัมภาระเยอะจึงเที่ยวเล่นไม่สนุก วันนี้จึงถือโอกาสไปเที่ยว และเดินเล่นอีกครั้งในบรรยากาศที่ค่อนข้างเย็น แต่ก็เดินเล่นได้สบาย



วันศุกร์ ที่ 4 สิงหาคม 2566

วันนี้ไม่มีโปแกรมการบรรยายจึงเข้าออฟฟิศตั้งแต่เช้าและนั่งทำค็ดและทำวิจัยตั้งแต่เช้าจนถึงเย็นและตกเย็นก็พากันเข้าครัวทำกับข้าว และวางแผนสำหรับการไปเที่ยวในวันพรุ่งนี้ที่เป็นวันหยุด

วันเสาร์ ที่ 5 สิงหาคม 2566

เริ่มต้นเดินทางในตอนสายๆ เพื่อไปยังสถานีรถไฟฟ้ากลางของเมืองฮัมบูร์กซึ่งในวันนี้มีกิจกรรมส่งเสริมความเท่าเที่ยมจึงได้ธงสีรุ้งก่อนเดินทางขึ้นรถไฟไปยังเมืองชเวรินซึ่งใช้เวลาเดินทางประมาณ 2 ชั่วโมงหลังจากถึงสถานีรถไฟกลางเมืองชเวรินแล้วก็เดินเท้ากันไป โดยมีจุดมุ่งหมายคือปราสาทชเวริน เมื่อถึงแล้วบรรยากาศดีมาก ไม่ร้อนเกินไปและสถานที่ทั้งปราสาทและสวนสาธารณะริมปราสาทก็สวยงามมากๆ เช่นกัน หลังจากพวกเราใช้เวลาสักพักใหญ่ๆ ประมาณ 16.00 น. ก็ตัดสินใจเดินทางกลับเมืองฮัมบูร์ก ซึ่งก่อนกลับเดซีก็เดินเที่ยวรอบเมืองได้เจอกับงานไพร์ดพาเรดจึงเข้าร่วมแวะชมนิดหน่อยและเดินทางกลับที่พัก

วันอาทิตย์ ที่ 6 สิงหาคม 2566

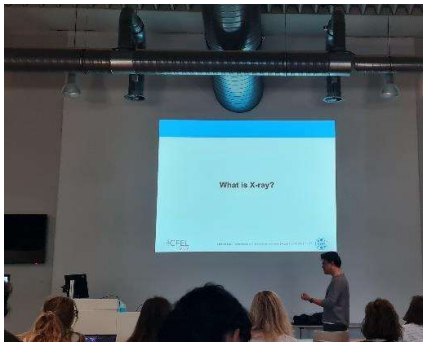
จากเมื่อวานที่เดินเที่ยวกันทั้งวันวันนี้ก็กลับกลายเป็นวันพักผ่อนของทุกๆ คนโดยปริยาย และตอนเย็นก็นัดพบกันที่ห้องครัวเพื่อทำกับข้าวและนั่งคุยกันเหมือนเดิม

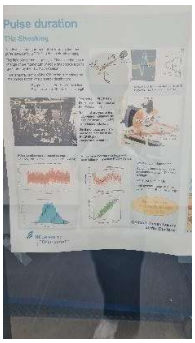
วันจันทร์ ที่ 7 สิงหาคม 2566

เริ่มต้นสัปดาห์ด้วยการไม่มีคาบการบรรยาย จึงใช้เวลาในตอนเช้าเดินไปที่ตึกการเงินของสถาบันเดซีซึ่งอยู่ข้างนอกเดซี เพื่อไปรับเช็คเงินแล้วนำไปเบิกเงินที่ธนาคาร หลังจากนั้นตอนบ่ายก็กลับเข้าไปที่ออฟฟิศเพื่อทำวิจัยของตัวเองต่อ ตอนเย็นไปซื้อของที่ซุปเปอร์มาร์เก็ตใกล้เดซี Lidl เหมือนเดิมแล้วพากันเข้าครัวทำอาหารเย็นกัน

วันอังคาร ที่ 8 สิงหาคม 2566

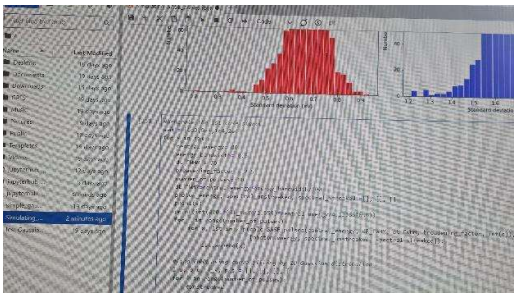
กลับมาเริ่มต้นวันด้วนการรับฟังการบรรยายเช่นเคยในช่วงเช้าและช่วงบ่ายก็ไปออฟฟิศนั่งทำวิจัยต่อ วันนี้บรรยากาศค่อนข้างครึ้ม ให้ความรู้สึกที่ไม่สดใสเท่าไหร่ในการใช้ชีวิตในวันนี้ แต่ทุกอย่างก็ผ่านไปได้ราบลื่น





วันพุธ ที่ 9 สิงหาคม 2566

วันนี้ยังคงมีการบรรยายนช่วงเช้า และเข้าทำวิจัยในช่วงบ่ายเหมือนเดิม เพิ่มเติมคือบรรยากาศในวันนี้สดใสมากๆทำให้มีความรู้สึกที่อยากจะออกไปใช้ชีวิตและทำงานมากๆ ตกตอนเย็นพวกเราทั้ง 4 คนพากันทำเมนูแปลกใหม่โดยใช้เส้นพาสต้าผัดกับเครื่องเทศ เครื่องงบปรุงแบบไทยก็อร่อยไปอีกแบบ

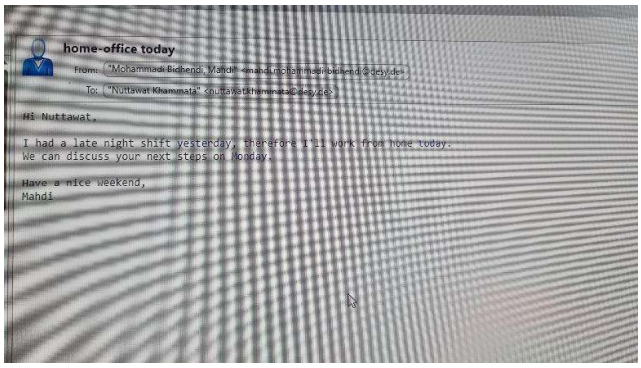


วันพฤหัสบดี ที่ 10 สิงหาคม 2566

ช่วงเช้าของวันนี้มีคาบการบรรยาย และตอนบ่ายก็ไปออฟฟิศเพื่อทำวิจัยเหมือนเดิม เพิ่มเติมคือตอนเย็นแวะไปห้างสรรพสินค้าเพื่อซื้อของกินของใช้ และเจอร้านชานมไข่มุกที่ค่อนข้างหวานมากๆ และที่ไม่เหมือนกับที่ไทยคือเขาทำเป็นเมนูปั่นทั้งหมด เลยทำให้ไม่มีน้ำแข็งที่จะมาเจือจางรสชาติ รสชาติหวานคงเส้นคงวา

วันศุกร์ ที่ 11 สิงหาคม 2566

วันนี้เริ่มต้นวันด้วยการบรรยายเหมือนเดิมและพอถึงตอนบ่ายเข้าออฟฟิศไปทำงานวิจัยเหมือนเดิมแต่ได้รับอีเมลล์จากที่ปรึกษาว่าวันนี้เขาทำงานที่บ้าน จะไม่เข้าทำงานที่ออฟฟิศ จึงทำให้ไม่มีใครอยู่ที่ออฟฟิศเลยมีเพียงข้าพเจ้าคนเดียว แต่ข้าพเจ้าก็นั่งทำงานจนถึง 17.00 น. แล้วจึงกลับที่พักไปซื้อของและทำอาหารเย็นกับเพื่อนๆ ต่อ



วันเสาร์ ที่ 12 สิงหาคม 2566

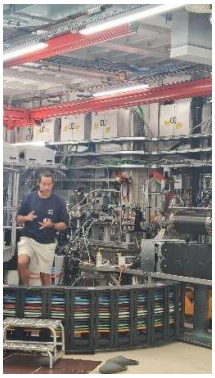
วันนี้พวกเราไม่มีแผนที่จะไปเที่ยวเนื่องจากมีธุระที่ไทยนิดหน่อยจึงเป็นวันพักผ่อนของพวกเรา แต่ก็นัดเจอกันตอนเย็นเหมือนเดิม ทำอาหารเย็นและยังคงพูดคุยกันก่อนแยกย้ายกลับห้องนอน โดยห้องนอนที่ใช้ในการรวมตัวคือห้องนอนของข้าพเจ้าเนื่องจากได้ห้องพักที่มีขนาดใหญ่กว่าเพื่อนๆ

วันอาทิตย์ ที่ 13 สิงหาคม 2566

วันนี้เป็นวันพักผ่อนอีกวันที่ให้เวลาอยู่กับตัวเอง และให้ตัวเองได้พักผ่อนหลังจากเริ่มรู้สึกว่าใช้ชีวิตแบบวังวนแต่ก็สามารถกลับมาสู่สภาวะปกติได้ด้วยการพักผ่อน

วันจันทร์ ที่ 14 สิงหาคม 2566

วันนี้ไม่มีคาบการบรรยายเนื่องจากมีการพาไปเยี่ยมชม European XFEL ซึ่งเป็นหน่วยวิจัยภายในเครือของเดซี ซึ่งอยู่ห่างจากเดซีประมาณ 4 กิโลเมตรใช้เวลาเดินทางประมาณ 30 นาทีโดยการโดยสารรถบัส เมื่อไปถึง XFEL ทางเจ้าหน้าที่ก็มีการนำเสนอเกี่ยวกับสถาบันและพาเยี่ยมชมทั้งภายนอกและภายในของส่วนการทดลองของสถาบันซึ่งมีการนำแสงในย่านรังสีเอ็กซ์ไปใช้ประโยชน์มากมาย ผ่านการสร้างเครื่องมือด้วย



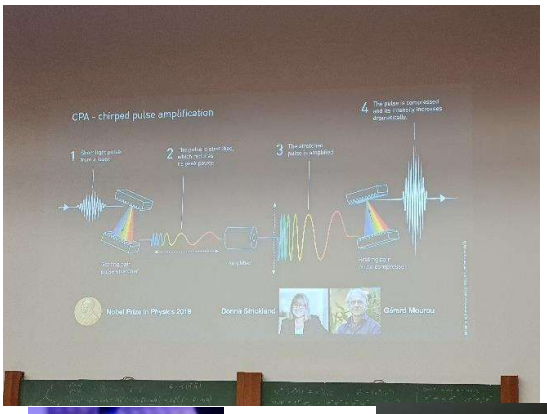
วันอังคาร ที่ 15 สิงหาคม 2566

วันนี้หลังจากรับฟังการบรรยายในช่วงเช้าแล้ว ช่วงบ่ายได้มาทำวิจัยต่อโดยได้มีการอภิปรายและความก้าวหน้าของงานให้กับที่ปรึกษาฟังและมอบหมายงานถัดไปให้ทำต่อไป

วันพุธ ที่ 16 สิงหาคม 2566

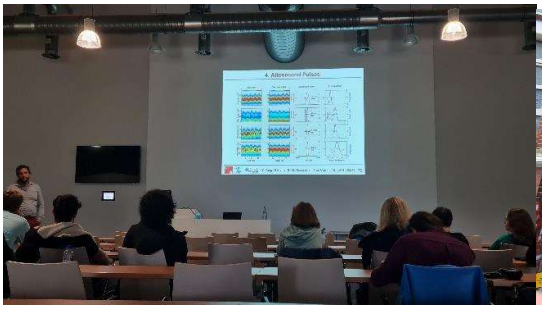
วันนี้ยังคงมีการบรรยายเหมือนเช่นเคย ตอนบ่ายก็ทำวิจัยต่อและทำงานที่ได้รับมอบหมายเพิ่มเติม แต่ตอนเย็นพวกเราทั้ง 4 คนพากันไปเที่ยวสวนสนุกอีกครั้งเพื่อจะไปขึ้นชิงช้าวรรค์ดูวิวของเมือง ซึ่งวิวของเมืองในตอน

กลางคืนค่อนข้างเงียบ และข้าพเจ้ารู้สึกกลัวเนื่องจากชิงช้าสรรค์โยกเยกไม่ค่อนมั่นคงจึงทำให้ไม่ค่อยสนุกเท่าไหร่กับการขึ้นชิงช้าสวรรค์



วันพฤหัสบดี ที่ 17 สิงหาคม 2566

วันนี้ยังคงใช้ชีวิตเหมือนกันวันก่อนๆ ที่ผ่านมาคือช่วงเช้าเข้ารับฟังการบรรยาย ช่วงบ่ายเข้าทำวิจัยกับที่ปรึกษา แต่พิเศษตรงที่ตอนเย็นพวกเราตัดสินใจกันไปเดินซื้อของที่ร้านขายของเอเชียที่ชื่อว่าสุโขทัยที่เรามั่นใจมากว่าจะต้องเจอคนไทย และเราก็เจอคนไทยในร้านตามที่หวังไว้ ซึ่งค่อนข้างรู้สึกดีใจที่มีคนไทยมาอยู่เมืองเดียวกับพวกเราด้วยเพราะตั้งแต่อยู่มาพวกเรายังไม่เคยเจอคไทยในเมืองนี้เลย เลยได้ของไทย ขนมไทย อาหารไทยกลับมาด้วย ใช้จ่ายที่ร้านนี้ค่อนข้างเยอะเพราะเริ่มคิดถึงอาหารไทย



วันศุกร์ ที่ 18 สิงหาคม 2566

วันนี้ยังคงเป็นเหมือนเดิมคือช่วงเช้าเข้าฟังบรรยาย ช่วงบ่ายเข้าทำวิจัย ช่วงเย็นทำอาหารเย็นทานกันแต่ไม่มีการนั่งคุยกันดึกแบบวันอื่นๆ เนื่องจากมีแผนว่าพรุ่งนี้จะต้องตื่นเช้าเพื่อไปเที่ยวเบอร์ลิน เมืองหลวงของประเทศเยอรมัน

วันเสาร์ ที่ 19 สิงหาคม 2566

เริ่มต้นวันด้วยการตื่น 5.30 น. เนื่องจากพวกเรานัดกันขึ้นรถบัสหน้าเดซีที่ 6.00 เพื่อให้ไปถึงที่สถานีกลางก่อน 7.00 น. เพื่อขึ้นรถไฟรอบ 8.00 น. ไปยังกรุงเบอร์ลิน ทุกอย่างเป็นไปตามแผนแต่เมื่อเราขึ้นรถไฟเพื่อไปเบอร์ลิน แต่พวกเรารอจนถึงเวลาออกของรถไฟ รถไม่ออกสักทีจนมีประกาศถึงความล่าช้าและเปลี่ยนขบวนใช้เวลากว่า 2 ชั่วโมงในการรอรถไฟออกจากเมืองฮัมบูร์ก หลังจากรอได้สักพักเปลี่ยนขบวนแล้วพวกเราก็ได้ออกเดินทาง พอถึงกลางทางมีประกาศที่เป็นภาษาเยอรมันว่ารถไฟขบวนนี้จะไปไม่ถึงเบอร์ลิน จึงทำให้ต้องเปลี่ยนขบวนอีกครั้งหนึ่งใช้เวลาในการรออีก 1 ชั่วโมงซึ่งจากเดิมที่เราวางแผนไว้ว่าจะเดินทางไป กรุงเบอร์ลินแค่ 4 ชั่วโมงกลักลายเป็นใช้เวลา 7 ชั่วโมงในการเดินทางพอเราไปถึงก็ 15.00 น. แต่พวกเราก็ยังมีความมุ่งมั่นที่จะเที่ยวในกรุงเบอร์ลินโดยสถานที่หลักที่ไปคือรัฐสภา ประตูชัย กำแพงเบอร์ลิน พวกเราใช้เวลาเพียงแค่ 3 ชั่วโมงที่กรุงเบอร์ลินและตัดสินใจกลับเนื่องจากเราต้องใช้เวลาเดินทางกลับอีก 5 ชั่วโมงกว่าจะถึงที่พัก สรุปพวกเราถึงที่พักกันเวลา 1.00 น. ของวันอาทิตย์ เป็นการเที่ยวที่สู้ชีวิตแต่ก็มีความสนุกและท้าทายมากๆ ถือเป็นการออกไปใช้ชีวิตของพวกเรา ต้องขอบคุณคนเยอรมันที่แปลให้พวกเราไม่อย่างนั้นพวกเราคงไม่ถึงเบอร์ลิน

วันอาทิตย์ ที่ 20 สิงหาคม 2566

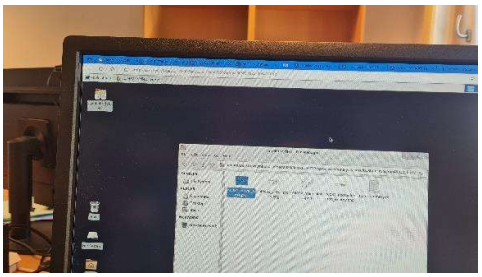
หลังจากกลับมา 1.00 น. พวกเราก็พากันนอนยาวซึ่งวันยนี้กลายเป็นวันพักผ่อนไปเลย เนื่องจากกว่าจะตื่นก็บ่ายๆ ลัตอนเย็นยังคงนัดกันไปทำกับข้าวและพูดคุยกันเหมือนเดิม

วันจันทร์ ที่ 21 สิงหาคม 2566

วันนี้ไม่มีคาบการบรรยายในตอนเช้าแล้ว จึงทำให้ข้าพเจ้าใช้เวลาทั้งวันที่ออฟฟิศเพื่อค้นหว้าและทำวิจัยของตัวเองต่อไป

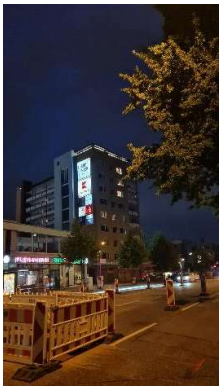
วันอังคาร ที่ 22 สิงหาคม 2566

วันนี้ข้าพเจ้าทำวิจัยตั้งแต่ช่วงเช้าจนถึงช่วงเย็นซึ่งพอออกห้องออฟฟิศมาก็พบว่าทุกคนภายในอาคารกลับกันหมดแล้วเลยทำให้ไปทางเดินมืด



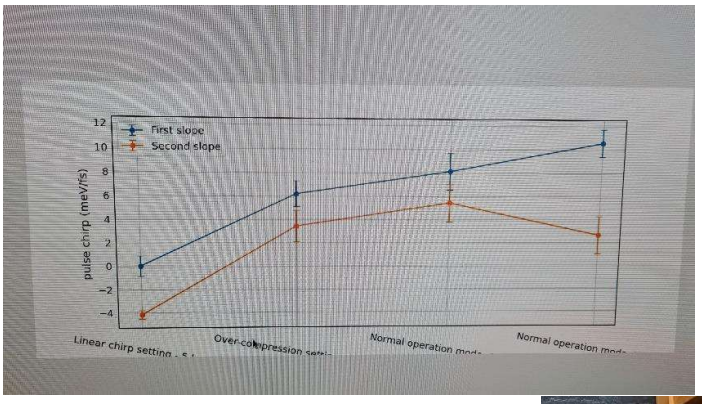
วันพุธ ที่ 23 สิงหาคม 2566

วันนี้เริ่มต้นวันด้วยการทำวิจัยตั้งแต่เช้าจนถึงเย็น และหลังเลิกงานพวกเราก็พากันไปที่ห้างอีกฝั่งหนึ่งของเดซีซึ่งใช้เวลาเดินทางไม่นานเท่าไหร่แต่ก็กลับค่ำเลย ตอนนี้ข้าพเจ้ารู้สึกว่าจะมืดเร็วกว่าช่วงกรกฎาช่วงแรกที่ข้าพเจ้ามาถึง และหลังจากนั้นก็พากันเข้าครัวทำอาหารเย็นกัน



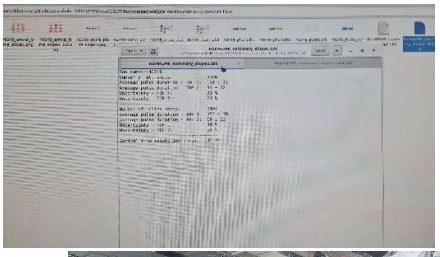
วันพฤหัสบดี ที่ 24 สิงหาคม 2566

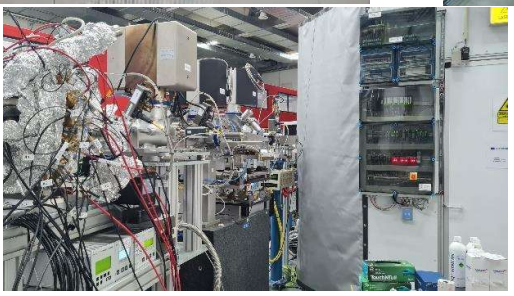
วันนี้ที่ปรึกษาของข้าพเจ้าแจ้งว่าพรุ่งนี้ข้าพเจ้าจะได้ไปดูการทดลองจริงที่ห้องปฏิบัติการจริงซึ่งเป็นเวลาของกลุ่มวิจัยที่ได้ไปใช้ลำแสงจึงมีการแนะนำการจัดการข้อมูลจากการวัด การวิเคราะห์ไปด้วย และตกเย็นพวกเราพากันไปฟังออร์แกนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการจัดสัมมนาฟิสิกส์อนุภาคที่เมืองฮัมบูร์ก ซึ่งมีการบรรยายให้ความรู้ทางด้านฟิสิกส์ที่เกี่ยวกับเครื่องดนตรีออร์แกน และมีการล่นเครื่องออร์แกนในโบสถ์ให้หังด้วยซึ่งเป็นการฟังสดของข้าพเจ้าครั้งแรก หลังจากนั้นพวกเราก็เดินเที่ยวเล่นในเมืองตอนกลางคืนซึ่งค่อนข้างเงียบสงบ



วันศุกร์ ที่ 25 สิงหาคม 2566

เช้าวันนี้เริ่มต้นด้วยการไปห้องปฏิบัติการที่ใช้ในการเก็บข้อมูลการทดลองในเทคนิคที่ชื่อว่า THz Streaking มีจอภาพสำหรับควบคุมและแสดงผลหลายจอมาก ทั้งที่ปรึกษาของข้าพเจ้าและที่ปรึกษาร่วมช่วยกันอธิบายถึงสิ่งที่ห้องปฏิบัติทำอยู่ตอนนี้และวิธีการเก็บข้อมูลการทดลอง





วันเสาร์ ที่ 26 สิงหาคม 2566

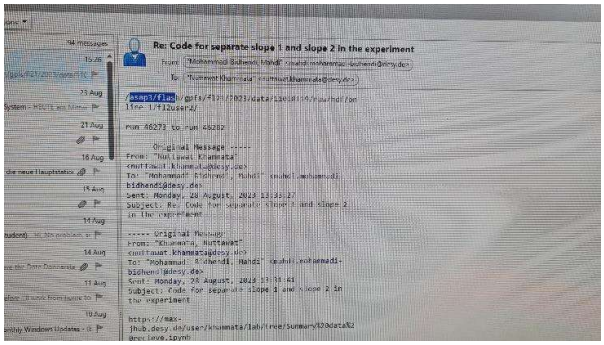
วันนี้เป็นวันหยุดอีกวันที่พวกเราตัดสินใจไปเที่ยวนอกเมืองฮัมบูร์ก โดยมีเป้าหมานที่เมืองลือเบคก์ ใช้เวลาเดินทางประมาณ 2 ชั่วโมงซึ่งภายในเมืองมีสิ่งปลูกสร้างที่น่าสนใมมากอีกทั้งเมืองแห่งนี้ยังตั้งอยู่บนเกาะ ซึ่งสามารถเดินรอบๆเมืองได้ แต่เราใช้เวลาในเที่ยวในเมืองเพียงนิดหน่อยและมุ่งหน้านั่งรถบัสออกนอกเมืองเพื่อไปชมทะเลลือเบคก์ ซึ่งสวยงามมากๆ และคุ้มค่ามากๆที่ต่อรถบัสไปเที่ยวที่ทะเล พวกเราใช้เวลาพักใหญ่ในที่อยู่ทะเลทำกิจกรรมทั้งนั่งชิล กับเดินลงน้ำทะเลเป็นการผ่อนคลายและมีความสุขมากๆ สำหรับข้าพเจ้าจากนั้นพวกเราก็พากันกลับไปยังเมืองฮัมบูร์กและทานข้าวเย็นในร้านอาหาร และแวะชมน้ำพุกลางเมืองก่อนกลับเข้าที่พัก

วันอาทิตย์ ที่ 27 สิงหาคม 2566

วันนี้เป็นวันพักผ่อน และนัดรวมตัวกันทำอาหารเย็นและนั่งพูดคุยกันนิดหน่อยหลังจากนั้นแยกย้ายกันไปทำรายงานเพื่อส่งให้กับทางเดซี

วันจันทร์ ที่ 28 สิงหาคม 2566

เช้าวันจันทร์ ข้าพเจ้ายังคงปทำวิจัยที่ออฟฟิศตั้งแต่เช้าจนถึงเย็นเช่นเคย และเพิ่มเติมคือปรึกษาเนื้อหาที่จะใส่ในรายงานกับที่ปรึกษา

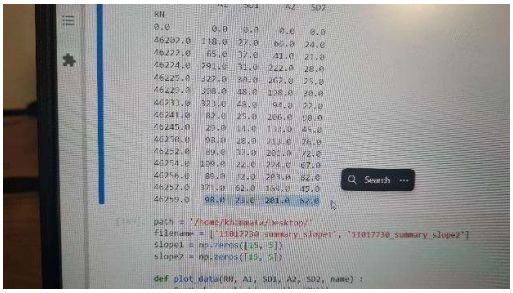


วันอังคาร ที่ 29 สิงหาคม 2566

วันนี้ข้าพเจ้าใช้วลาทั้งวันไปกับการทำวิจัยและการทำรายงาน

วันพุธ ที่ 30 สิงหาคม 2566

ช่วงเช้า และช่วงบ่ายยังคงใช้เวลาทุ่มกับการทำวิจัย ทำให้งานสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น หลังเลิกงานก็พากันเข้าครัวทำหารเย็นเช่นเคย



วันพฤหัสบดี ที่ 31 สิงหาคม 2566

วันนี้ยังคงทำงานวิจัย และเตรียมข้อมูลสำหรับการนำเสนอให้กลุ่มวิจัยฟังว่าข้าพเจ้าได้รับหัวข้องานวิจัยอะไร แล้วทำอะไรบ้างในช่วง 7 สัปดาห์ที่ผ่านมาและตอนเย็นข้าพเจ้ากับเพื่อนๆก็ไปเดินซุปเปอร์มาร์เก็ตเพื่อซื้อของกินและของฝากสำหรับกลับไทย

วันศุกร์ ที่ 1 กันยายน 2566

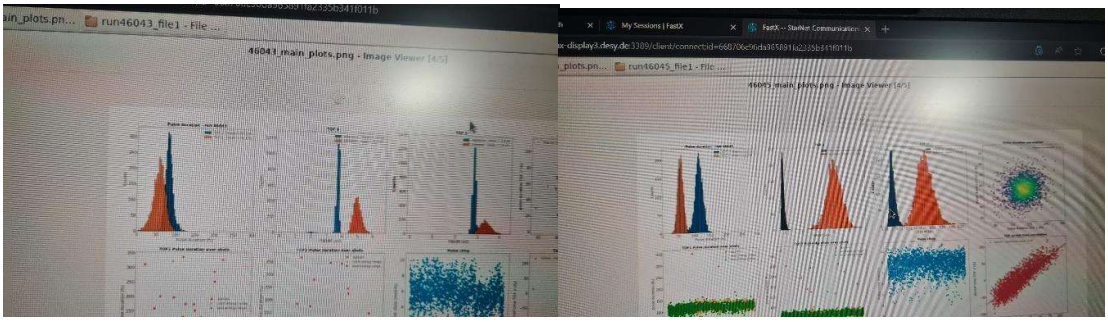
ข้าพเจ้าใช้เวลาทั้งวันในการวิเคราะห์ผลการทดลอง และรวบรวมข้อมูลทั้งเขียนรายงานและทำสไลด์นำเสนอ

วันเสาร์ ที่ 2 กันยายน 2566

วันพักผ่อนสุดท้ายที่ฮัมบูร์ก พวกเราเลยตัดสินใจกันไปเดินย่านการค้าของเมืองฮัมยบูร์กเพื่อเลือกซื้อของใช้ของฝากก่อนกลับประเทศไทย และแวะทาน KFC ที่นี่เพื่อพิสูจน์ว่ารสชาติจะเหมือนกันหรือไม่ สรุปคือพวกเราทั้ง 4 คนชอบรสชาติที่ประเทศไทยมากกว่าที่นี่

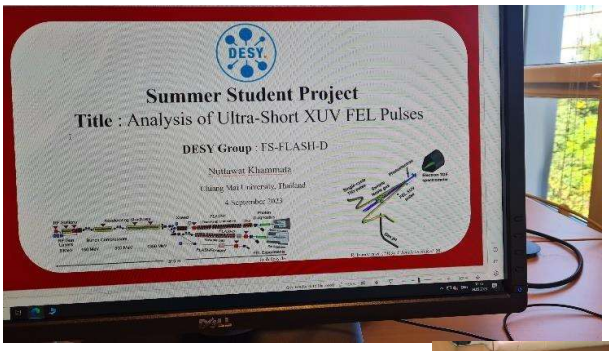
วันอาทิตย์ ที่ 3 กันยายน 2566

วันนี้ถือเป็นพักผ่อนอีกหนึ่งวัน แต่ข้าพเจ้าก็มิได้พักผ่อนแต่เตรียมข้อมูลและสไลด์นำเสนอผลงานในวันพรุ่งนี้ให้กับกลุ่มวิจัยฟัง



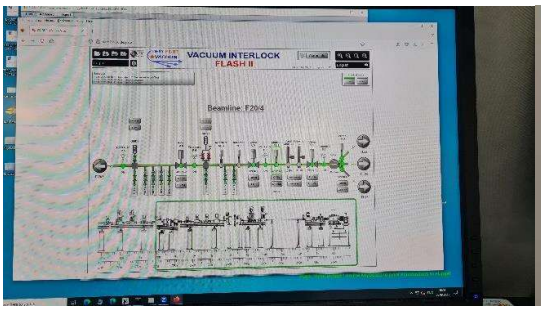
วันจันทร์ ที่ 4 กันยายน 2566

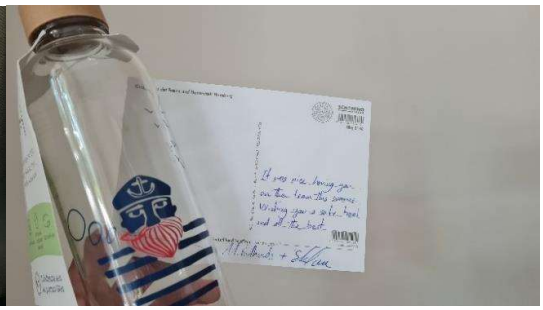
วันสุดท้ายที่ได้อยู่ที่อฟฟิศเนื่องจากเป็นวันนำเสนอผลงานการวิจัยที่ผ่านมา ซึ่งข้าพเจ้าตื่นเต้นมากๆ ในการนำเสนอเนื่องจากผู้คนที่รับฟังล้วนเป็นนักวิจัยที่ผ่านการศึกษาและวิจัยเรื่องนี้มาแล้ว แต่ทุกอย่างก็เป็นไปได้ด้วยดี มีคำชมจากผู้คนมากมายทั้งนี้ข้าพเจ้าถือโอกาสขอบคุณที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือข้าพเจ้ามาตลอดโครงการและมอบของที่ระลึกที่ข้าพเจ้าเตรียมมาจากเชียงใหม่มอบให้แก่ที่ปรึกษาและผู้คนที่เข้ารับฟังการนำเสนอผลงานของข้าเจ้า ตกเย็นพวกเราทั้ง 4 คน มีนัดทานอาหารเย็นกับท่านกงสุลกิตติมศักดิ์ ณ นครฮัมบูร์ก ท่านชเตฟัน คาร์สเทิน โครห์น โดยท่านนัดพบพวกเราที่ร้านอาหารไทยที่ชื่อว่าไทยทานในตัวเมืองฮัมบูร์ก หลังจากนั้นก็พบปะ พูดคุยกัน และมอบของที่ระลึกจากไทยให้แก่ท่าน นอกจากนี้ข้าพเจ้ายังได้ทำความรู้จักกับเข้าของร้านอาหารซึ่งเป็นคนเชียงใหม่เหมือนกับข้าพเจ้าทำให้ข้าพเจ้าได้ใช้ภาษาท้องถิ่นในการสื่อสารอีกด้วย



วันอังคาร ที่ 5 กันยายน 2566

วันนี้ข้าพเจ้ายังคงต้งไปห้องปฏิบัติการอีกครั้งเนื่องจากเป็นเวลาที่หน่วยวิจัยนี้ได้รับช่วงเวลาทดลองกับลำแสงที่ปรึกษาของข้าพเจ้าจึงให้มานั่งสังเกตการณ์การเก็บข้อมูลรวมไปถึงมอบของที่ระลึกให้กับข้าพเจ้าและถามถึงชีวิตในอนาคตและหลังจากจบโครงการ และแนะนำให้ข้าพเจ้าใช้ชีวิตให้มีความสุข





วันพุธ ที่ 6 กันยายน 2566

วันนี้เป็นวันรองสุดท้ายก่อนจบโครงการเป็นวันนำเสนองานวิจัยของนักศึกษาภาคฤดูร้อนที่ได้รับเลือกและสมัครใจที่จะแบ่งปันงานวิจัยให้กับคนอื่นๆได้ฟังกัน ข้าพเจ้าเข้าร่วมฟังการนำเสนอซึ่งมีหลายหัวข้อที่น่าสนใจมากๆ

วันพฤหัสบดี ที่ 7 กันยายน 2566

วันสุดท้ายของโครงการช่วงเช้ายังคงเป็นการนำเสนอผลงานวิจัยของนักศึกษาภาคฤดูร้อนและหลังจากจบการนำเสนอแล้วพวกเราทั้ง 4 คนได้มอบของที่ระลึกจากหน่วยงานไทยให้กับผู้ประสานงานโครงการจากทางเดซีเพื่อขอบคุณที่ดูแลและประสานงานให้กับนักศึกษาชาวไทยมาอย่างยาวนาน พอตกเย็นก็พากันทำกับข้าวเพื่อเคลียร์ของที่เหลืออยู่ในตู้เย็น หลังจากนั้นก็พากันเดินชมรอบเดซีก่อนแยกย้ายกันเก็บของ

วันศุกร์ ที่ 8 กันยายน 2566

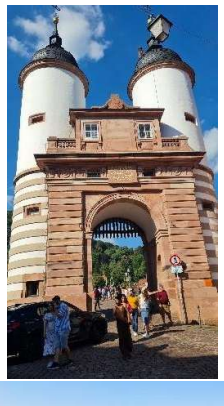
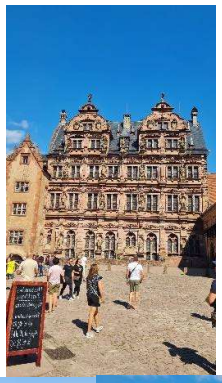
วันนี้เป็นวันจบโครงการแล้ว พวกเราพากันออกเดินทางจากสถาบันเดซีโดยรถบัสและรถไฟ โดยที่จุดหมายของพวกเรา 3 คนคือเมือแฟรงค์เฟิร์ตเพื่อไปเที่ยวต่อ แต่อีกคนตัดสินใจกลับก่อนพวกเราจึงลากันที่สถานีรถไฟกลางของเมืองฮัมบูร์ก หลังจากนั้นพวกเรา 3 คนนั่งรถไฟความเร็วสูงข้ามเมืองโดยใช้เวลาเพียงแค่ 4 ชั่วโมงไปถึงเมืองแฟรงก์เฟิร์ตและเข้าที่พักเก็บสัมภาระและพักผ่อนกันเพื่อเตรียมตัวไปเที่ยวต่อในวันพรุ่งนี้

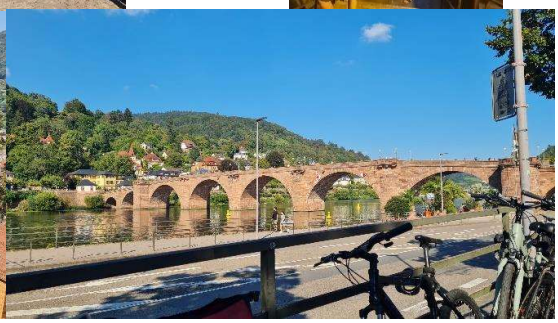
วันเสาร์ ที่ 9 กันยายน 2566

เช้าแรกของพวกเรา 3 คนที่เมืองแฟรงก์เฟิร์ต วันนี้พวกเราตัดสินใจไปเที่ยวที่เมืองเวือทซ์บวร์ค ซึ่งอยู่ทางตอนใต้ของแฟรงก์เฟิร์ต ใช้เวลาเดินทางประมาณ 3 ชั่วโมงจากที่พัก โดยนัดพบกับพี่ฟร็องค์เพื่อพูดคุยและบอกลาก่อนกลับไทย พี่ฟร็องค์เลยอาสาเป็นไกด์พาเที่ยวเมืองโดยการเดินจากสถานีรถไฟกลางของเมือง ไปยังสถานที่สำคัญ และสถานที่ท่องเที่ยวเด่นๆของเมืองทั้งสะพานข้ามแม่น้ำ โบสถ์และปราสาท จากนั้นพวกเราก็นั่งรถไฟกลับที่พักที่แฟรงก์เฟิร์ต ซึ่งใช้เวลาที่นานเนื่องจากรอรถบัสจากในตัวเมืองกลับที่พักนาน

วันอาทิตย์ ที่ 10 กันยายน 2566

วันนี้เป็นอีกวันที่พวกเราไปเที่ยวกันต่อ โดยไปเที่ยวกันที่เมืองไฮเดลเบิร์ก โดยใช้เวลาเดินทางประมาณ 2 ชั่วโมง สถานที่หลักๆที่เราไปก็คือปราสาทที่อยู่บนเนินเขาของเมืองโดยขึ้นรถไฟฟ้าไปปราสาท ซึ่งพบว่าที่นี่มีคนไทยเยอะค่อนข้างเยอะ เนื่องจากพวกเรา 3 คนพูดภาษาไทยกันและมีคนไทยมาพูดด้วยในบางครั้ง ปราสาทบนเนินเขานี้มีปะติมากรรมที่สวยงามและมีโรงบ่มไวน์ที่ใหญ่มากๆ และเมื่อมองลงมาก็จะเห็นเมืองทั้งเมือง พอเราเที่ยวบนปราสาทได้สักพักก็ตัดสินลงมาเที่ยวในเมืองทั้งจตุรัสกลางเมืองและสะพานข้ามแม่น้ำของเมืองที่สวยมากแต่วันนี้ร้อนมากๆ เลยไม่เดินข้ามกันไป พอสักพักพวกเราก็พากันกลับที่พักที่แฟรงก์เฟิร์ต



วันจันทร์ ที่ 11 กันยายน 2566

วันสุดท้ายของการเที่ยวในเยอรมัน พวกเราตัดสินใจเที่ยวในตัวเมืองแฟรงก์เฟิร์ต ทั้งสถานที่สำคัญ จตุรัสกลางเมืองและห้างสรรพสินค้าของเมืองแฟรงก์เฟิร์ตที่ขึ้นชื่อว่าเป็นเมืองธุรกิจซึ่งเป็นห้างฯ ที่ใหญ่มากและมีความทันสมัยมากๆ พวกเราจึงได้ของฝากติดไม้ติดมือกันมา หลังจากนั้นก็กลับที่พักไปเก็บของเพื่อเตรียมตัวกลับประเทศไทย

วันอังคาร ที่ 12 กันยายน 2566

วันนี้เป็นวันเดินทางกลับประเทศไทยของพวกเรา 3 คนซึ่งรู้สึกว่าเวลาผ่านไปเร็วมากๆ และยังไม่อยากกลับซึ่งแตกต่างจากที่มาแรกที่คิดถึงประเทศไทย พวกเราเดินทางด้วยกระเป๋า 6 ใบของทั้ง 3 คนด้วยรถบัสที่นั่งต่อเดียวถึงสนามบินเลยและเช็คอินเข้าประตูตรวจคนออกนอกเมือง จากนั้นก็แวะศูนย์ขายของปลอดภาษีของเมืองแฟรงก์เฟิร์ตเพื่อซื้อของฝาก เนื่องจากเรามาก่อนเวลาเยอะมาก หลังจากนั้นสักพักก็ไปนั่งรอขึ้นเครื่องจากแฟรงก์เฟิร์ตไปยังสนามบินสุวรรณภูมิ กรุงเทพมหานครฯ ถือว่าการได้เข้าร่วมโครงการครั้งนี้เป็นประสบการณ์ที่ดีมากๆได้ทั้งความรู้ ความสนุกและมิตรภาพจากพวกเราทั้ง 4 คนที่ต่างไม่รู้จักกันมาก่อน เป็นประสบการณ์ที่หาได้ยากมากๆ และเราก็ใช้เวลาทั้งหมด 10 กว่าโมงในการเดินทางกลับประเทศไทย

วันพุธ ที่ 13 กันยายน 2566

ข้าพเจ้าตื่นมาด้วยคำพูดของพนักงานต้อนรับบนเครื่องว่าอีกสักครู่จะนำเครื่องลงที่สนามบินสุวรรณภูมิ ข้าพเจ้าก็รู้สึกดีใจที่ได้กลับมายังประเทศไทยได้อย่างปลอดภัย ซึ่งเวลาในการถึงอยู่ที่ประมาณ 7 โมงเช้า เราก็พากันไปรับกระเป๋าที่โหลดใต้ท้องเครื่องและข้าพเจ้าก็รอส่งตองกีบวาวากับครอบครัวที่มารอรับที่สนามบินสุวรรณภูมิ พอทั้งคู่กลับบ้าน ข้าพเจ้าที่ไปเช็คอินต่อเพื่อบินต่อจากกรุงเทพฯ ไปยังเชียงใหม่เพื่อกลับบ้านของข้าพเจ้า และข้าพเจ้าก็ถึงสนามบินเชียงใหม่ในเวลา 12.00 น. อย่างปลอดภัย

ภาคผนวก

งานวิจัยระยะสั้นที่สถาบันเดซี

หัวข้อ การวิเคราะห์พัลส์สั้นพิเศษในย่านอัลตราไวโอเลตความเข้มสูงที่ได้จากวิธีเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระ

Analysis of ultra-short XUV FEL pulses

Nuttawat Khammata, Chiang Mai University, Thailand

Supervisors: Mahdi Mohammadi Bidhendi and Dr. Stefan Duesterer

DESY Group: FS-FLASH-D

September 6, 2023

Abstract

A free-electron laser in Hamburg (FLASH) can generate a femtosecond pulse with an ultra-short wavelength in the extreme ultraviolet (XUV) range. In the nature of light radiation, the duration profile fluctuates from shot to shot due to the fluctuation in electron bunches, which is difficult to characterize. A well-established technique is THz streaking, which has a powerful diagnostic that enables the shot-to-shot characterization of the temporal duration of self-amplified spontaneous emission-based free electron lasers (SASE-FELs) pulses. In this work, we employ a method to generate the complex temporal structure of the FEL pulse using the partial coherence simulation method to calculate the temporal duration of the pulse generated by the simulation and summarize the temporal duration from the many runs time of the FLAH's beamtime. This approach makes it possible to know the temporal profile of the pulse and adjust this value for specific experiments, such as the pump-probe experiment.

Contents

1. Introduction 41
1.1 The Free electron LASer in Hamburg (FLASH) 41
1.2 Self-amplified spontaneous emission (SASE) 42
2 Simulation 43
2.1 Partial coherence method 43
2.2 SASE Pulse simulation 44
3 Experiment Method 45
3.1 Terahertz streaking method 45
3.2 Experimental 46
4 Results & Discussion 47
4.1 Partial Coherence Method 47
4.2 THz Streaking 51
5 Conclusion & Outlook 53
6 Acknowledgements 53
References 53

1. Introduction

1.1 The Free electron LASer in Hamburg (FLASH)

FLASH is the first extreme ultraviolet (XUV) and soft X-ray free-electron laser in the world [1]. Self-amped spontaneous emission (SASE), a technique for laser amplification without mirrors, involves a single electron passing through an undulator. As shown in figure 1, a laser-driven photoinjector based on an RF-gun is used to produce electron bunches, which are then accelerated using a superconducting linear accelerator to energies ranging from 0.35 to as high as 1.25 GeV. The peak current for lasing increases with bunch compression. FLASH1's undulator system consists of 6 undulators with a period of 27 mm and a fixed gap of 12 mm, whereas FLASH2's undulator system consists of 12 variable-gap undulators with a period of 31 mm. These undulators produce coherent microbubbles that result in ultra-short femtosecond laser pulses [1, 2].

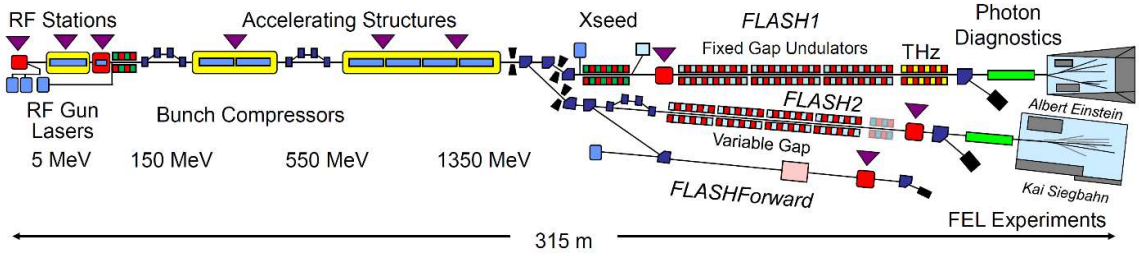


Figure 1: The schematic layout of FLASH [1]

The FL21 beamline is in the FLASH2 experimental hall (follow figure 2). The FEL beam was divided by a cutting mirror (CM) into the THz streaking beamline. The beam goes to the streaking interaction chamber for testing the functionality of a temporal diagnostics experiment those measures accurately while causing a minimum of disturbance to the FEL beam at the end of FL21 beamline [2].

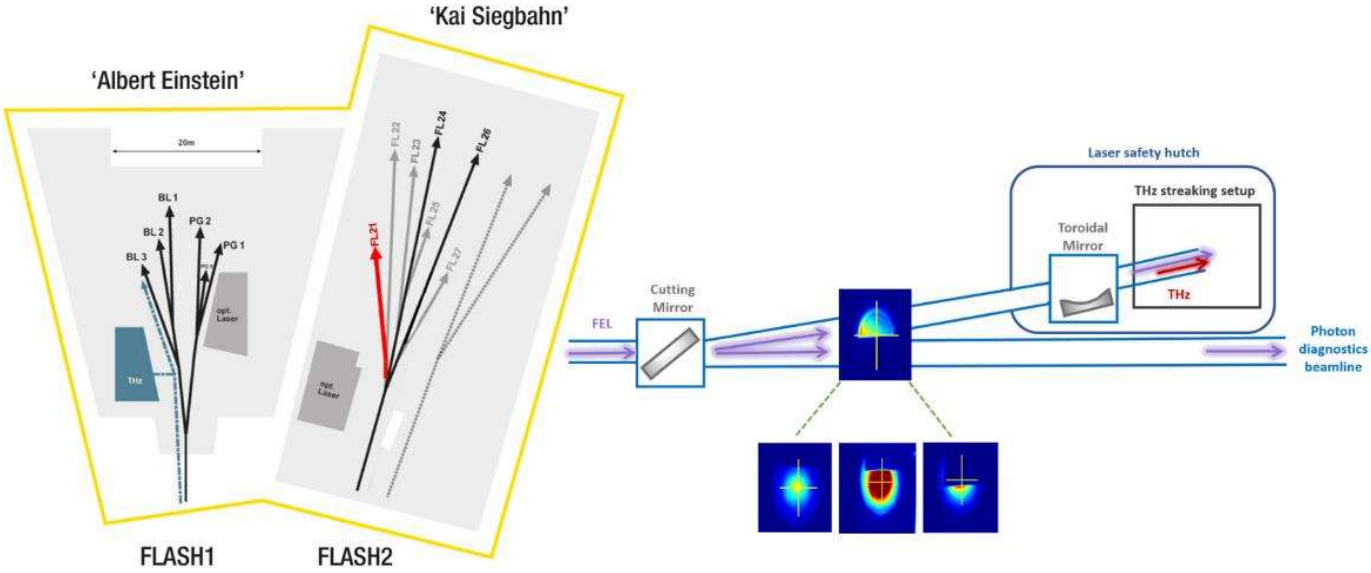


Figure 2: FL21 beamline at FLASH2 [2]

1.2 Self-amplified spontaneous emission (SASE)

The electron bunches are accelerated to relativistic energies and sent through undulators [3]. The magnetic field deflects them and forces them on an oscillating curve, which leads to radiation being emitted at the beginning of the undulator. Emission at the resonant wavelength follows [2]:

$$\lambda_r = \frac{\lambda_u}{2\gamma^2}\left(1+\frac{K^2}{2}+\gamma\varphi^2\right),$$

where $K = \frac{eB_0\lambda_u}{2\pi m_e c}$ is the dimensionless undulator parameter, B_0 is the peak magnetic field on the undulator axis, λ_u is the undulator period, γ is the Lorentz factor and φ is the observation angle to the undulator z-axis. The emitted radiation can be tuned by changing the gap of undulators by adjusting the magnetic field. The radiation emitted in the forward direction:

$$\lambda_1 = \lambda_r(\varphi = 0) = \frac{\lambda_u}{2\gamma^2}\left(1 + \frac{K^2}{2}\right) = \frac{2\pi c}{\omega_r},$$

where ω_r is the fundamental undulator frequency. The emitted radiation at the beginning of the undulator overlaps with the electron bunch, leading to a density modulation (microbunching), as shown in figure 2, where the electrons in each microbunching emit radiation in phase, which enhances the power and coherence of the radiation to the downstream part [4]. The fluctuation of the initial spontaneous radiation leads to a fluctuation of all pulse parameters [3]. The behaviour of a SASE FEL in the one-dimensional (1D) limit can be well characterized by the FEL Pierce parameter.

$$\rho = \left[\frac{\lambda_u^2\, j_0 K^2 A_{JJ}^2}{16\pi I_A \gamma^3}\right]^{\frac{1}{3}},\ N_c = \frac{I}{e\rho\omega_r}$$

where N_c is the number of cooperating electrons, γ is the relativistic factor, j_0 is the beam current density, $I_A = \frac{mc^3}{e} \approx 17\,kA$, K is the rms undulator parameter. The coupling factor is $A_{JJ} = 1$ for a helical undulator, and $A_{JJ} = [J_0(Q) - J_1(Q)]$ with $Q = \frac{K^2}{[2(1+K^2)]}$ for a planar undulator, J_0 and J_1 are the Bressel function, I is the electron bunch current and $\omega_r = \frac{2\pi c}{\lambda_r}$ is the frequency of the amplified wave. The radiation power grows exponentially with the distance z along the undulator, as follows:

$$P(z) = P_0\, A\, \exp\left(\frac{2z}{z_g}\right)$$

where z_g is the field gain length, P_0 is the affective input power and $A = \frac{1}{9}$ in one-dimensional FEL theory with an ideal electron beam [2,4]. The exponential growth continues until the energy of the electron bunch is decreased to saturation length as:

$$z_{sat} = \frac{\lambda_u}{4\pi\rho}\left(3+\frac{\ln(N_c)}{\sqrt{3}}\right),$$

The initial modulation of the electron beam is defined by the shot noise, which has a white spectrum, and the high-gain FEL amplifier cuts and amplifies only a narrow frequency band of the initial spectrum. Also, a single-shot spectrum of the pulse having duration (T) should contain spikes with a typical width about 1/T and the number of spikes should be about $\rho\omega_r T$ [5].

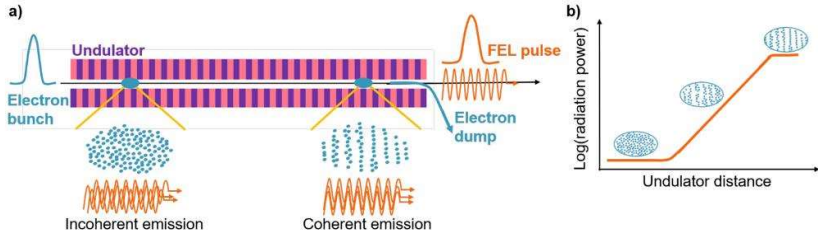


Figure 3: (a) The schematic of a high-gain SASE FEL. (b) The growth of radiation power and evolution of the microbunching within the electron bunch as a function of the undulator distance [2].

2 Simulation

2.1 Partial coherence method

The partial coherence method is a numerical top-down approach for generating a non-saturated SASE FEL pulse that exactly matches the measured spectrum without using accelerator-specific parameters [9]. Consider the electric fields as:

$$E_0(\omega) = A_0(\omega)\exp\big(i\varphi_0(\omega)\big)$$

where $\varphi_0(\omega)$ is a discrete random spectral phase independent random number between -2π and 2π at each sampled frequency and $A_0(\omega_i) = \sqrt{I(\omega_i)}$ is a discrete spectral amplitude function at sampling intervals $|\omega_i - \omega_{i+1}| \ll 2\pi/\tau$ with τ given by the average FEL pulse duration. The initial temporal electric filed $E_0(t)$ is infinitely long (Nyquist limited) calculate from taking Fourier transform (FT). Using the average pulse duration of the FEL for Gaussian temporal amplitude filtering function $F_0(t)$ multiply with the initial temporal electric field $E_0(t)$. The final temporal field is:

$$E_f(t) = E_0(t)F_0(t)$$

The temporal filtering will be different for each random of the initial phase function. So, the final field in frequency domain is:

$$\widetilde{E_f}(\omega) = \widetilde{A_f}(\omega)\exp\left(i\widetilde{\varphi_f}(\omega)\right) = FT^{-1}[E_f(t)]$$

The spectral phase $\tilde{\varphi}_f$ is bounded in time, implying partial spectral coherence, which is a characteristic property of SASE FEL. The pulse energies (P) observed for a set of FEL shot in the SASE process follow by a gamma distribution:

$$p(P) = \frac{M^M}{\Gamma(M)}\left(\frac{P}{\langle P\rangle}\right)^{M-1}\frac{1}{\langle P\rangle}exp\left(-M\frac{P}{\langle P\rangle}\right)$$

where $M = \frac{\langle P\rangle^2}{\langle(P-\langle P\rangle)^2\rangle}$ is the number of modes.

2.2 SASE Pulse simulation

The SASE process begins with shot noise in the electron bunch. As a result, the photon pulses indicate characteristic spectral and temporal intensity profiles consisting of multiple random spikes with random phase fluctuations between each spike [10]. Four parameters (the central energy, the energy bandwidth for calculating the full width at half maximum of the energy spectral (unstreak pulse), the full width at half maximum of the average temporal spectral, and the broadening factor for the streak pulse) require initial input to generate the energy spectral of the SASE FEL pulse. The photon energy is then calculated using the Gaussian envelope with the information from the parameter input and multiplied by the exponential of the random phase in the imaginary part. Then, taking the Fourier transform of the photon energy multiplied by the filtering Gaussian function, which contains information for the FWHM of the average temporal spectrum, constructs the amplitude in the time domain. The reference's amplitude in the frequency domain is received by taking the inverse Fourier transform of the amplitude in the time domain. The same method is used to determine the amplitude of the streak pulse in the frequency domain at the same time, with the FWHM of the photon energy being larger than that of the unstreak pulse and both pulses having the same integral area under the energy pulse. The next step is to determine the temporal duration of the FEL pulse, which is around 1000 pulses, by applying the algorithm shown in Figure 4 and the relevant parameters found using the 1D Gaussian fit, such as the amplitude, center frequency, and FWHM of the pulse.

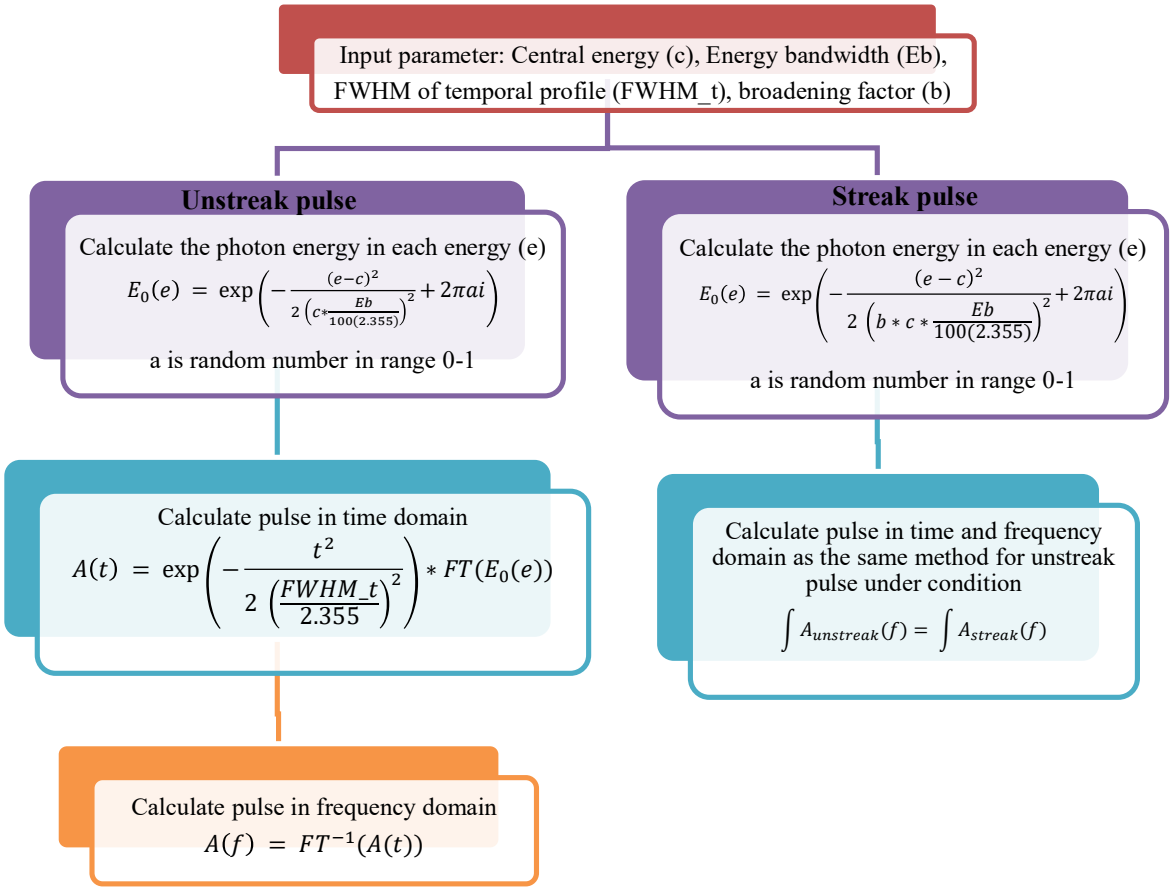


Figure 4: Algorithm for generate the SASE pulses

3 Experiment Method

3.1 Terahertz streaking method.

In light-field streak cameras, they are used for probing the temporal properties of the photon pulse in the energy spectrum of the photoelectrons created by the ultrashort pulse and have single-pulse capability. The XUV pulse interacts with a noble gas and generates the photoelectron via photoionization with the same temporal profile as the photon pulse. The kinetic energy of the photoelectrons is modified by their interaction with the THz electric field, and their final energy is determined by the instant THz-field vector potential at the moment of ionization. The streaking field is taken as a linearly polarized THz wave [2, 3, 6–8].

$$E_{THz}(t) = E_0 \cos(\omega_{THz} t + \varphi)$$

where E_0 is the fields amplitude, t is the time, ω_{THz} is the THz frequency and φ is the phase. The final kinetic energy when the momentum changes of the photoelectron due to acceleration in this field is:

$$W_f = W_0 + 2U_p \sin^2(\varphi_i) \pm \sqrt{8W_0 U_p \sin(\varphi_i)}$$

where W_0 is the initial kinetic energy without the THz fields, φ_i is its phase at the instant of ionization and $U_p = \frac{e^2 E_0^2(t)}{4 m_e \omega_{THz}^2}$ is the pondermotive potential of the THz filed with e and m_e being the electron charge and mass, respectively. For $U_p \ll \frac{W_0}{2}$ and observation angle along the polarization direction ($\theta = 0$). The measured kinetic energy change upon scanning the time delay between both pulses is:

$$\Delta W(t) = W_f - W_0 = e A_{THz}(t) \sqrt{\frac{2W_0}{m_e}}$$

where $A_{THz}(t) = \int_t^\infty E_{THz}(t')dt'$ is the vector potential of the streaking THz field. So can directly map the vector potential of the THz field by measuring the kinetic energy change of streaked photoelectrons show in figure 5.

The widths of streaked spectra depend on the sign of the streaking field. Where the delay between a positively chirped XUV pulse and the THz streaking field is set such that the slope of $A_{THz}(t)$ is positive, the slower electron of the pulse will be decelerated, and the faster electron will be accelerated. This effect leads to the streaked spectrum being broader than the chirped XUV pulse for the same pulse duration. If the slope of $A_{THz}(t)$ is negative, the streaked spectrum will be narrower than the chirped XUV pulse.

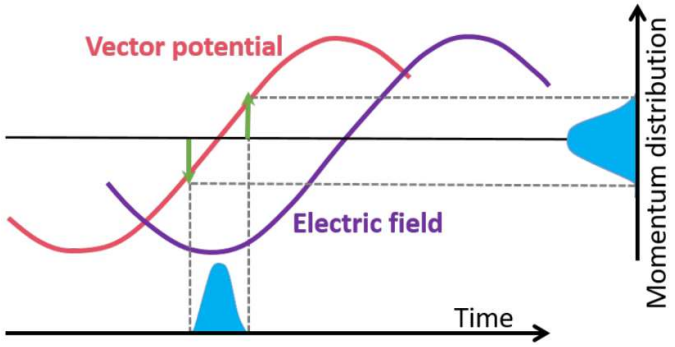


Figure 5: The photoelectron distribution produced via photoionization is probed by the streaking vector potential [2].

The width of the streaking observation angle along the polarization direction of the streaking field in the XUV spectrum has a Gaussian shape with a width determined.

In general, XUV pulses have a linear chirp (time dependence of their instantaneous frequency) and a Gaussian envelope.:

$$E_{XUV}(t) = E_{XUV}\cos(\omega t + ct^2)$$

where E_{XUV} is the envelop of the pulse, ω is the central frequency of the XUV field and c is the linear chirp parameter. The width of streaking spectrum becomes [2]:

$$\sigma_{streak} = \sqrt{\sigma_0^2 \pm \sigma_{XUV}^2(s^2 + 4cs)}$$

where σ_0 is the width of the pulse without streaking field (unstreak), $s = \frac{\partial(\Delta W)}{\partial t} = e\sqrt{\frac{2W_0}{m_e}}E_{streak}$ is the streaking speed independent of λ_{streak} and the sign $\pm$ depend on the slope of the vector potential are positive or negative for an observation direction parallel or antiparallel to the streaking field respectively. Assuming the linear chirp to be constant, the duration of the XUV pulse can be calculated:

$$\tau_{XUV} = \sqrt{\frac{\sigma_{streak\pm}^2 - \sigma_0^2}{s^2 \pm 4cs}}$$

$$\tau_{XUV} = \frac{\sqrt{\sigma_{streak\pm}^2 - \sigma_0^2}}{s}$$

Therefore, by simultaneously measuring of the streaked and unstreak spectra for two opposite streaks, can exclude the term containing the chirp $(c = 0)$.

3.2 Experimental

The experiment was performed at FLASH's plane grating (PG) beamline [2, 7, 8]. The PG beamline enables the utilization of the zero-diffraction order of the FEL photon beam (at the PG0 beamline branch). The FEL was operated in single bunch mode at 10 Hz, with the electron bunch charges ranging from 0.08 nC up to 0.44 nC, leading to different XUV pulse durations as well as XUV pulse energies ranging from only a few μJ at 7 nm to >100 μJ per pulse at 20 nm. FLASH was tuned to a wavelength of 6.8 nm (180 eV) and for a second set of measurements to 20 nm (62 eV). The Ti:sapphire laser produces single-cycle THz pulses with a repetition frequency of 10 THZ via pulse front tilt optical rectification in a lithium niobate (LiNbO3) crystal, and the pulses have a width of 100 fs (FWHM) and a pulse energy of 6.5 mJ. The obtained THz pulse energy is around 15 J, resulting in a THz field strength of up to 300 kV cm1. a single-cycle THz pulse with a duration of around 3 ps, centered at 0.6 THz, and a vector potential linear slope of at least 500 fs. The acceptable time window is determined by this range of the THz field, which also determines the streaking speed (s). A UHV interaction chamber (Cube 250 CF) and THz generation and transfer to the interaction region are also included. The XUV pulse focuses on a noble gas target, ionizing it to produce photoelectrons. When the gas atoms are ionized by XUV, an electron time-of-flight (TOF) detector mounted on a 3D manipulator that has a high collection efficiency (Kaesdorf ETF11) and an energy

resolution of around 1% records the time-of-flight of photoelectrons. Between the contact region and the entrance cone, the target operates for 3 mm. Neon was selected as the target gas because it has the 2p and 2s photoelectron spectral lines in the desired energy range. 21.7 eV (2p) and 48.5 eV (2s) are the electron binding energies, respectively. Figure 6 shows an experimental setup in this experimental measure: a single shot over 2000 pulses for each time in the beamtime.

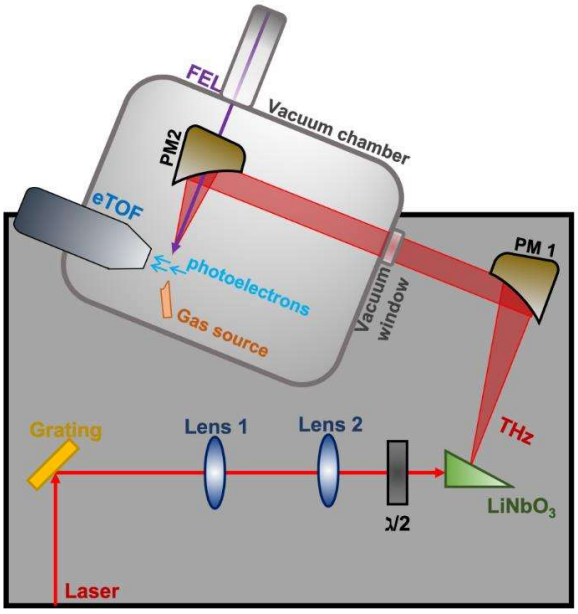


Figure 6: Schematic of the THz-streaking set up [2].

4 Results & Discussion

4.1 Partial Coherence Method

The generated single-shot SASE XUV pulse is shown in Figure 7 by inputting the parameter as follows: The central energy is 95.43 eV, the FWHM of the average temporal profile is 30 fs, an energy bandwidth of 2% can be calculated the FWHM of the unstreak pulse energy is 1.9086 eV. The broadening factor is 3.5, so the FWHM of the unstreak pulse energy is 6.6501 eV. The spike peak within the pulse can be determined by the phase fluctuation adjusted by the imaginary part of the photon energy. If this has a small amount of imaginary part, the spike peak will be less; on the other hand, if it has a large amount of imaginary part, the spike will be much more, so we can consider the pulse in two cases: one spike and multiple spikes. Moreover, the unstreak and streak pulses show two cases where the FWHM of the streak pulse is larger than the unstreak pulse in the same condition and has the same integral under the pulse; therefore, the amplitude of the streak pulse is less than the unstreak pulse.

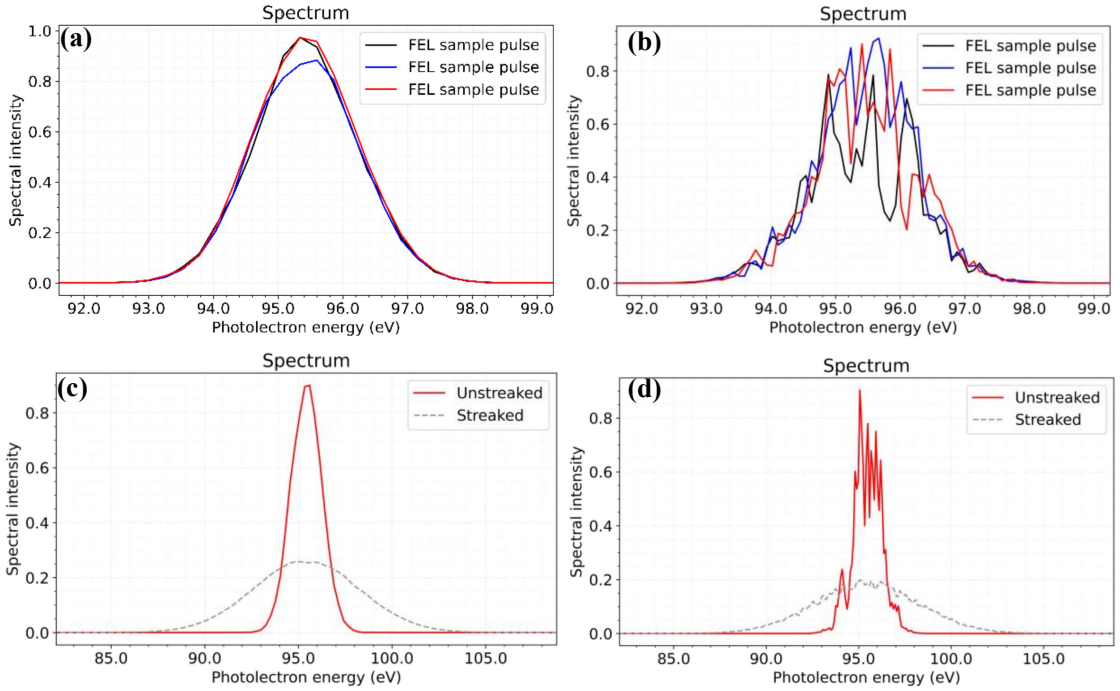


Figure 7: The FEL pulse from the simulation method for (a) one spike case and (b) multiple spikes case, and the unstreak and streak pulse for (c) one spike case and (d) multiple spikes case

1D Gaussian was used for fitting with the pulse shown in figure 8; determine the parameter following Table 1. The central frequency and FWHM of the four pulses from the fitting method are close to the real value (parameters input). Therefore, this method can be used for exacting the related parameter of the pulse.

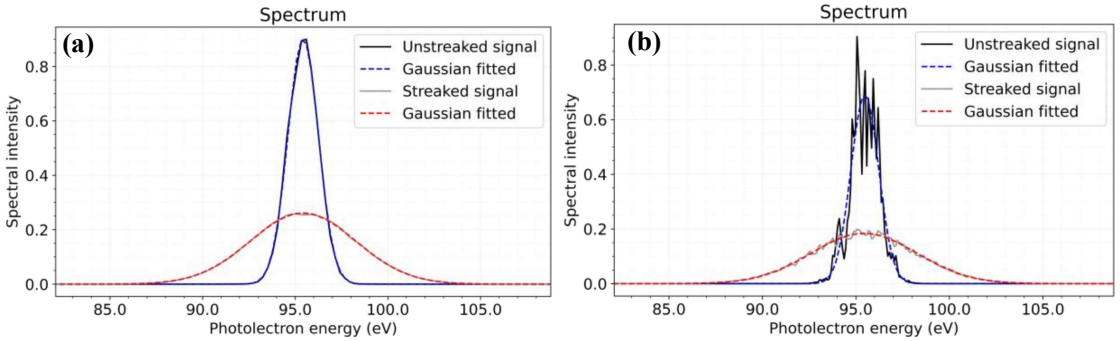


Figure 8: The gaussian fit with the unstreak and streak pulse for (a) one spike case and (b) multiple spikes case.

Table 1: The parameters from using Gaussian fit the pulse data.

1.	Pulse	2.	Parameter	3.	One spike	4.	Multiple spikes
5.	Unstreak	6.	Amplitude	7.	0.9 ± 0.02	8.	0.7 ± 0.07
		9.	Central frequency	10.	95.4 ± 0.02	11.	95.4 ± 0.07
		12.	FWHM	13.	1.9 ± 0.03	14.	1.9 ± 0.13
15.	Streak	16.	Amplitude	17.	0.3 ± 0.01	18.	0.2 ± 0.01
		19.	Central	20.	95.4 ± 0.01	21.	95.4 ± 0.03

	frequency		
	22. FWHM	23. 6.7 ± 0.02	24. 6.9 ± 0.06

Figure 9 shows the sigma, or standard deviation, from the parameter in the histogram's Gaussian function plot for all 1000 pulses. The data behaves similarly in all four pulses as a result of the normal distribution, which prefers values which are close to the mean and fewer outliers (max and min value). The integral values and sigma value of the streak pulse should also be taken into consideration. As seen in figure 10, the data has a lower distribution are concentrated around the mean or center point. This behavior suggests that the method's error is reduced.

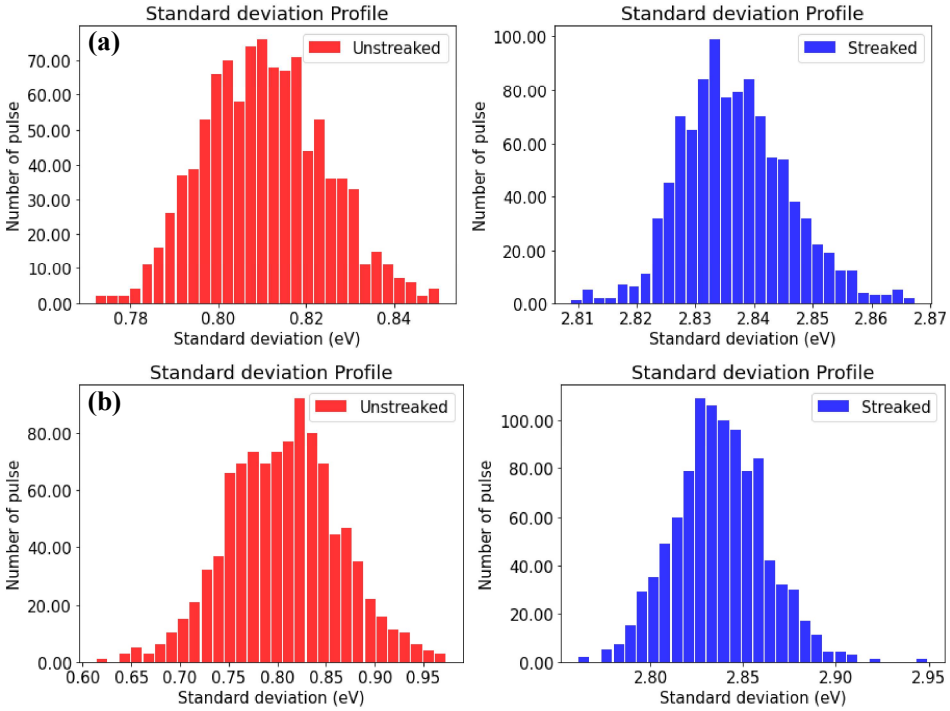


Figure 9: Histogram of the sigma value from gaussian fit for (a) one spike case and (b) multiple spikes case.

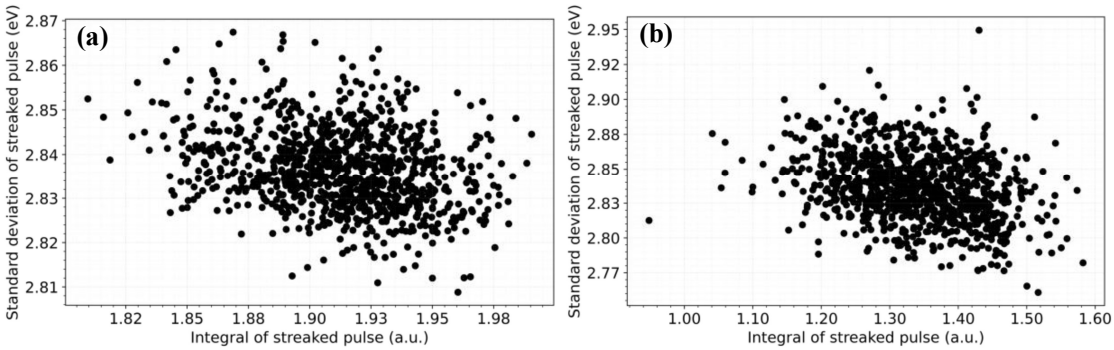


Figure 10: The relation between the integral and sigma of the streak pulses for (a) one spike case and (b) multiple spikes case.

The temporal duration of a single pulse over 1000 pulses can be calculated by using streaking speed is 0.07 $eV.fs^{-1}$ [3] and shown in figure 11. The pulse duration of both cases has a normal

distribution, with an average pulse duration of 91.45 ± 0.34 fs and 91.48 ± 0.99 fs for one spike and multiple spike cases, respectively.

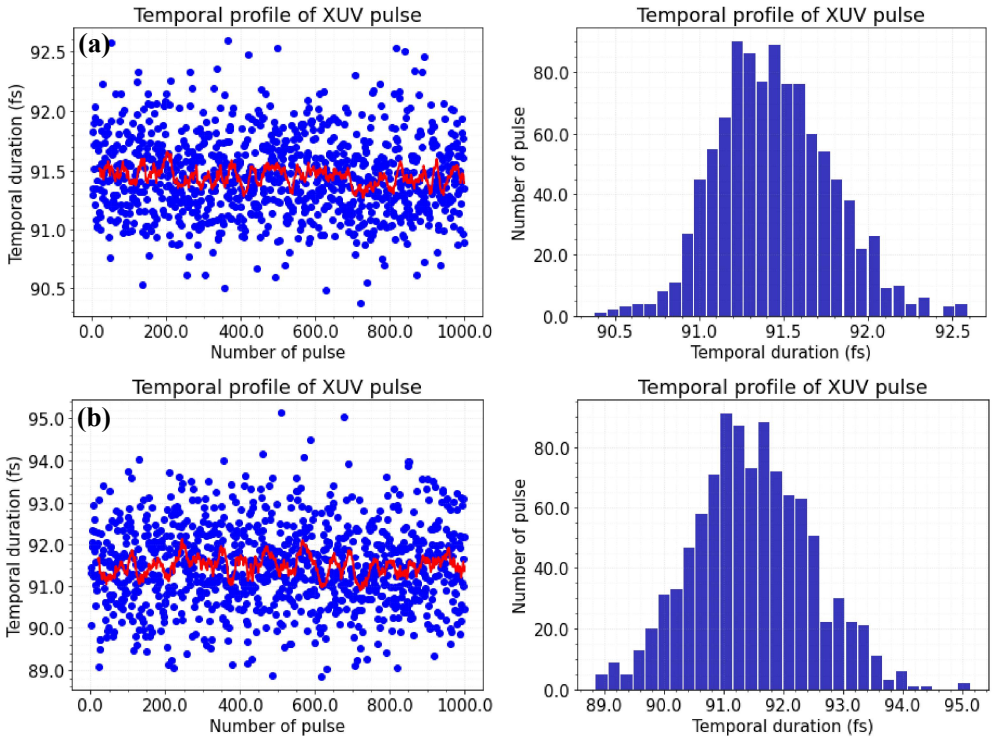


Figure 11: The temporal duration of (a) one spike case and (b) multiple spikes case show in plot and histogram distribution.

The relation of input parameters with the temporal duration is shown in figures 12 and 13. The energy bandwidth has a linear relationship with the temporal duration because the energy bandwidth depends on the FWHM of the unstreak pulse, and the FWHM of the streak pulse has the same relationship too.

Figures 12 and 13 show how input parameters relate to temporal duration. The temporal duration linearly increased when the energy bandwidth increased too, because of the energy bandwidth's dependence on the FWHM of the unstreak pulse. The relationship between the FWHM of the streak pulse and the temporal duration as well as the same trend of energy bandwidth. This shows that the temporal duration depends on the FWHM of both unstreak and streak energy pulses.

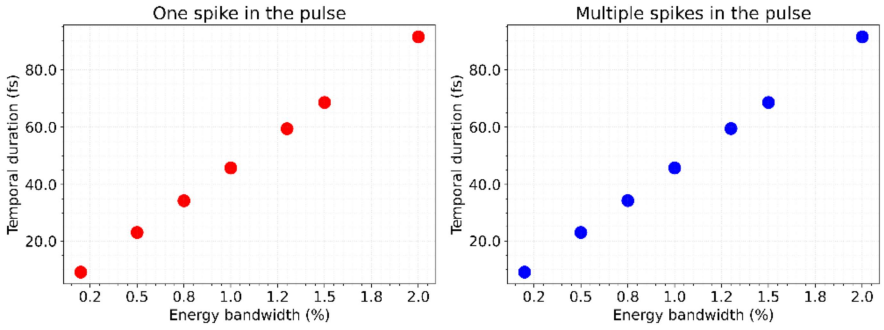


Figure 12: The relation of energy bandwidth and the temporal duration

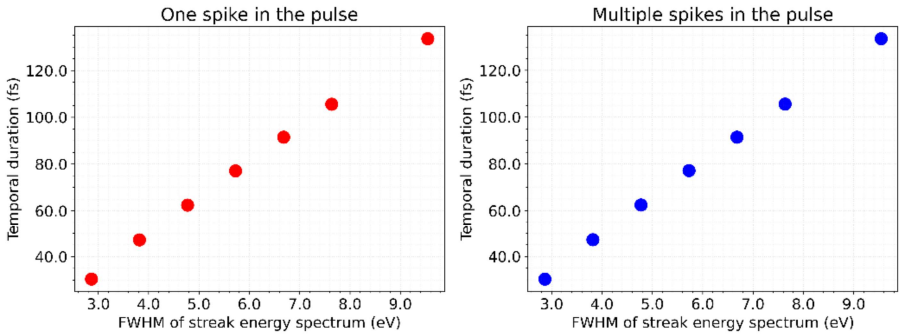


Figure 13: The relation of FWHM of the streak pulse energy and the temporal duration

4.2THz Streaking

The experiment's SASE pulse in the beamtime of FLASH, which is shown in Figure 14-15, it has multiple spikes. Due to streaking fields, the streak pulse has a wider FWHM than the unstreak pulse, a smaller amplitude, and a shifted peak. For around 2000 pulses, the TOF1 and TOF2 detectors' sigma of unstreak and streak indicates that they have a normal distribution.

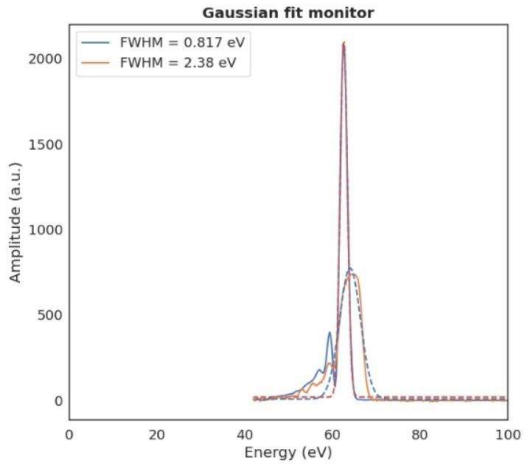


Figure 14: The SASE pulse from FLASH

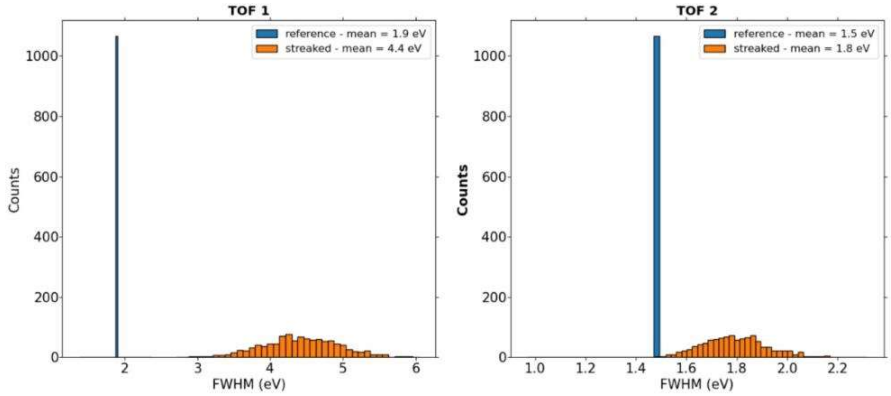


Figure 15: The sigma of unstreak and streak pulse of TOF1 and TOF2

The temporal duration from the example run time of FLASH's beamtime is presented in figure 16 and have a normal distribution for both detectors. TOF1 and TOF2 have average temporal

durations of 322.6 fs and 94 fs, respectively. The temporal duration of this run time in the FLASH's beamtime in the range of 50-350 fs.

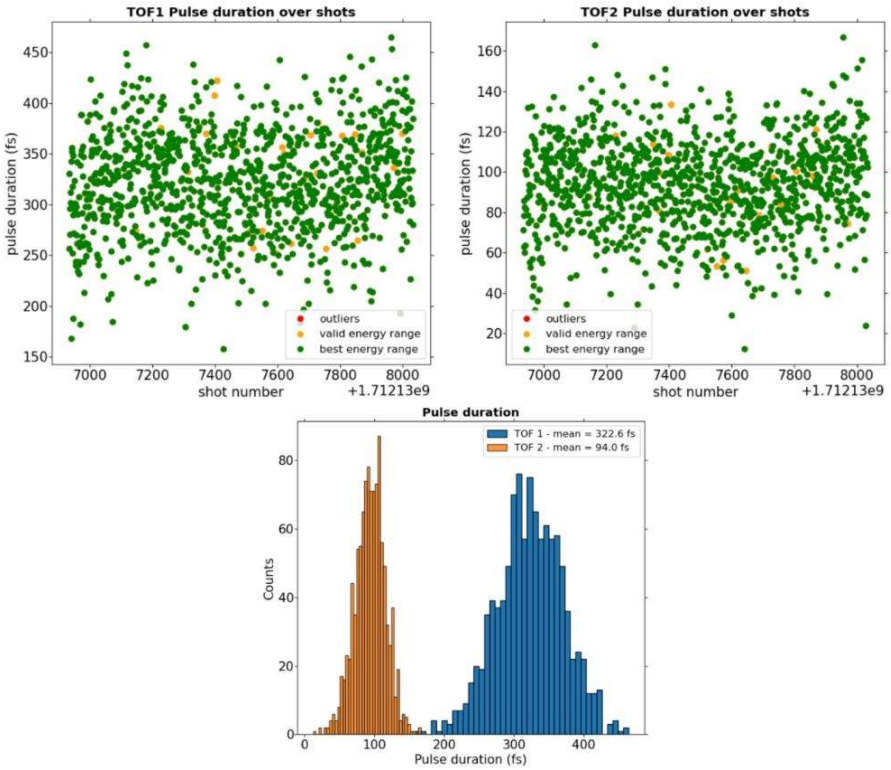
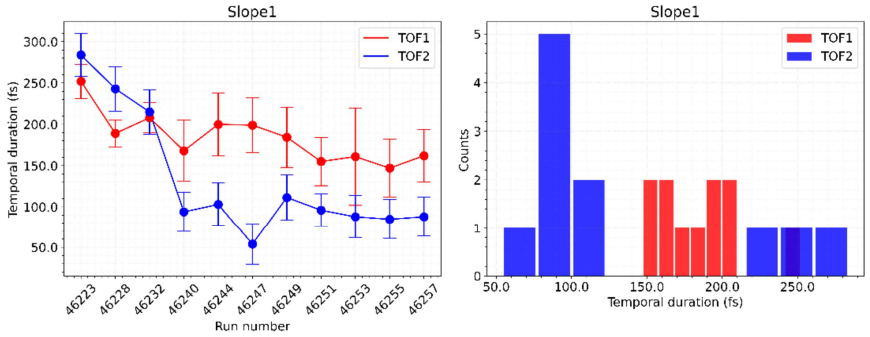


Figure 16: The temporal duration of TOF1 and TOF2

Figure 17 presents the temporal duration's average and standard deviation of many runs time of the FLASH's beamtime. The THz streaking field has a positive slope called slope 1, and both TOF1 and TOF2 have temporal durations of 50–300 fs. The negative slope, called slope 2, has a temporal duration of 20–400 fs for TOF1 and TOF2.



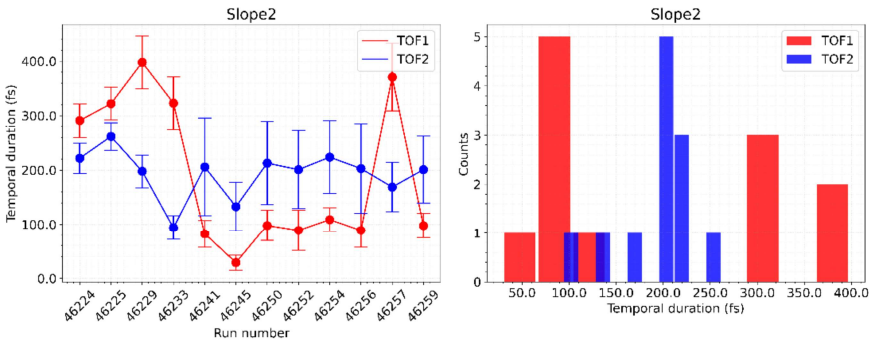


Figure 17: The average temporal duration of TOF1 and TOF2 for both slope1 and slope2 of many runs time of the FLASH's beamtime

5 Conclusion & Outlook

The temporal duration of the simulation depends on the FWHM of both unstreak and streak pulses. The parameters in the simulation depend on the input parameters (central energy, energy bandwidth, and broadening factor). This method can calculate the SASE pulse and the exact pulse duration precisely. The data from many runs time of FLASH's experiment beamtime show the pulse duration of XUV FEL is about 50–400 fs with a fluctuation of around 20%.

6 Acknowledgements

I would like to extend my sincere thanks to Mahdi Mohammadi Bidhendi, my supervisor, and Dr. Stefan Duesterer, co-supervisor, for their patience, generous support, and always helping and answering all the questions that I asked. Another thanks to the lecturers and the whole summer student organizing team for the excellent experience in the DESY summer student program 2023.

References

[1] Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, "Free-electron laser FLASH", from https://flash.desy.de/.

[2] I. J. B. Macias (2022), "Free electron laser pulse characterization by THz streaking", *Doctoral Thesis*, Universität Hamburg.

[3] U. Frühling (2011), "Tutorial light-field streaking for FELs", *J. Phys.B: At. Mol. Opt. Phys*. **44.**

[4] P. Castro (2000), "Overview of SASE experiments", *20th Int. Linac Conf. California*, 696-700.

[5] E. L. Saldin *et al.* (1999), "The physics of free electron lasers", 1st Ed. *Springer*.

[6] U. Frühling et al. (2009), "Single-shot terahertz-field-driven X-ray streak camera", *Nature Photon* **3**, 523–528.

[7] I. Gorgisyan *et al.* (2016), "Simulation of FEL pulse length calculation with THz streaking method", *J. Synchrotron Rad.* **23**, 643–651.

[8] R. Ivanov *et al.* (2020), "Single-shot temporal characterization of XUV pulses with duration from ~10 fs to ~350 fs at FLASH", *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.* **53**, 184004.

[9] T. Pfeifer *et al.* (2010), "Partial-coherence method to model experimental free-electron laser pulse statistics", *J. Opt. Lett.* **35**, 20, 3441-3443.

[10] T. Oelze *et al.* (2020), "THz streak camera performance for single-shot characterization of XUV pulses with complex temporal structures", *J. Opt. Express.* **28**, 14, 20686-20703.