CERN

INTERNATIONAL HIGH SCHOOL TEACHER PROGRAMME 2023

รายงานการเข้าร่วมโครงการครูวิทยาศาสตร์ภาคฤดูร้อนเซิร์น
ระหว่างวันที่ 2 - 15 กรกฎาคม 2566
ณ เซิร์น กรุงเจนีวา สมาพันธรัฐสวิส

นางสาวพัชรพร บุญกิตติ

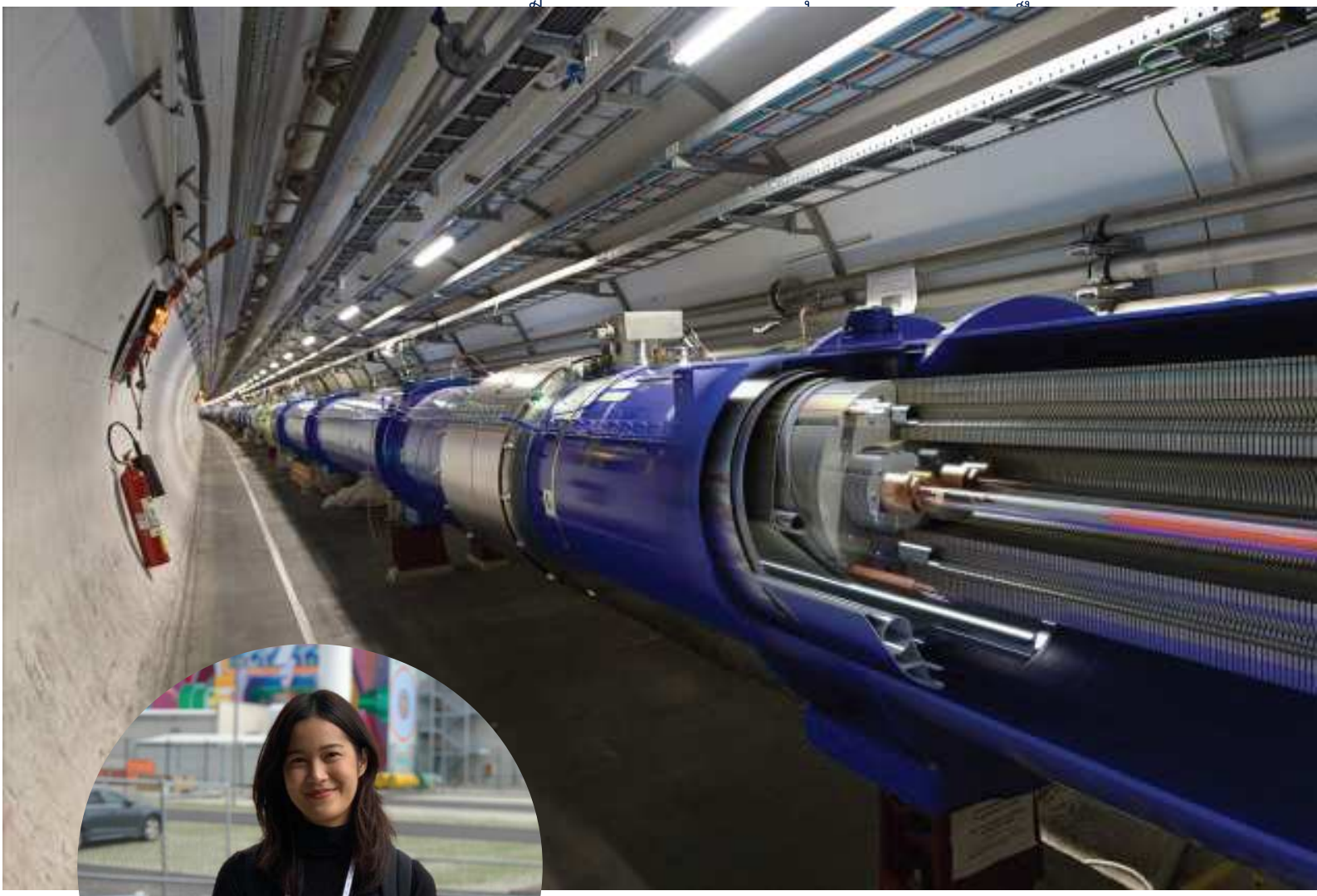
โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย
จังหวัดชลบุรี

รายงานการเข้าร่วมโครงการ

ครูวิทยาศาสตร์ภาคฤดูร้อน

International High School Teacher Programme 2023

ระหว่างวันที่ 2 – 15 กรกฎาคม 2566 ณ เซิร์น กรุงเจนีวา สมาพันธรัฐสวิส



จัดทำโดย ครูพัชรพร บุญกิตติ

ครูโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี

โครงการความร่วมมือไทยเซิร์น THAI-CERN

“ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยีเป็นปัจจัยสำคัญ
ที่นำมาซึ่งความเจริญของประเทศชาติ
ในทุก ๆ ด้าน ตลอดจนคุณภาพชีวิต
ที่ดีของประชาชน”

พระราชดำรัสสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า
กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี
เนื่องในการเสด็จ ฯ เป็นองค์ประธานการประชุมวิชาการ
ประจำปี 2561 ของ สวทช. วันที่ 9 มีนาคม พ.ศ. 2561

อ้างอิงจาก หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ 20 ปี ความสัมพันธ์ ไทย- เซิร์น
โดยมูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริ
สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี

กิตติกรรมประกาศ

การเข้าร่วมการอบรมครั้งจะเกิดขึ้นไม่ได้ถ้าไม่ได้รับความอนุเคราะห์จากโครงการความร่วมมือไทย-เซิร์น ภายใต้พระราชดำริสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี และสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ที่ได้ดำเนินการคัดเลือกรวมถึงให้คำแนะนำและดูแลข้าพเจ้าเป็นอย่างดีตั้งแต่ต้นจนจบโครงการ และหน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนากำลังคน และทุนด้านการพัฒนาสถาบันอุดมศึกษา การวิจัยและการสร้างนวัตกรรม (บพค.) เป็นผู้สนับสนุนค่าใช้จ่ายในการเข้าร่วมกิจกรรม

ขอขอบคุณคณะกรรมการคัดเลือกผู้ทรงคุณวุฒิในทุกขั้นตอนที่ได้ให้โอกาสข้าพเจ้าได้มีโอกาสเรียนรู้และได้รับประสบการณ์ที่ล้ำค่ายิ่ง

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.นรพัทธ์ ศรีมโนภาษ ที่ได้แนะนำให้รู้จักโครงการครูวิทยาศาสตร์ภาคฤดูร้อนเซิร์น ให้คำแนะนำด้านการเตรียมความพร้อมทุกด้านทั้งทางวิชาการและการประพฤติตนขณะที่เข้าร่วมโครงการ

ขอขอบคุณ ดร.ทวีศักดิ์ เจริญเตีย ผู้อำนวยการโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี และครูเพ็ญสุดา มังกร หัวหน้าสาขาฟิสิกส์ โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี ครูสาขาเคมี และเพื่อนครูที่โรงเรียนทุกท่าน ที่ได้สนับสนุนในทุกโอกาสการเรียนรู้ และให้โอกาสข้าพเจ้าได้สมัครเข้าร่วมโครงการนี้

ขอขอบคุณองค์การวิจัยนิวเคลียร์ยุโรป หรือ เซิร์น (CERN) ที่ได้จัดตั้งโครงการนี้ ทำให้ข้าพเจ้าและครูวิทยาศาสตร์ทั่วโลกได้มีโอกาสเรียนรู้เกี่ยวกับฟิสิกส์และการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้อง ทำให้ได้รับความรู้และประสบการณ์เป็นอย่างมาก

ขอขอบคุณครูครูผู้เข้าร่วม International High School Teacher Programme 2023 จากทั่วโลกที่ได้ร่วมทำกิจกรรม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ตลอดจนมอบมิตรภาพที่ดีแก่ข้าพเจ้าเสมอมา

ขอขอบคุณครอบครัว เพื่อนครู นักเรียน รวมถึงผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่คอยให้กำลังใจและแรงผลักดันในการเข้าร่วมโครงการนี้ รวมถึงเป็นแรงบันดาลใจให้ข้าพเจ้าเป็นครูที่ดี ยึดมั่นในคุณธรรม และมุ่งมั่นในการพัฒนานักเรียนและการศึกษาไทยต่อไป

“ข้าพเจ้านางสาวพัชรพร บุญกิตติ ขอน้อมรำลึกในพระมหากรุณาธิคุณ
ของสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพพระรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี
ที่ได้มีพระราชปณิธานก้าวไกล มองเห็นความสำคัญของการศึกษา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ทรงเป็นประธานในพิธีลงนามความร่วมมือระหว่างประเทศไทยและเซิร์น
ส่งผลให้ประเทศได้มีโอกาสส่งนักวิจัย นักเรียน นักศึกษา และครู
ไปฝึกประสบการณ์และศึกษาดูงาน ก่อให้เกิดความรู้และประสบการณ์ที่ล้ำค่ายิ่ง
นับจากนี้ข้าพเจ้ามีความตั้งใจที่จะถ่ายทอดองค์ความรู้ที่ได้รับ
รวมถึงมุ่งมั่นพัฒนากระบวนการจัดการศึกษาให้เป็นประโยชน์สูงสุดแก่นักเรียนไทยสืบต่อไป”

ครูพัชรพร บุญกิตติ
ครูโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี

สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ

สารบัญ

CERN 1

CERN HST 2023 3

บันทึกประจำวัน

DAY 0 The journey begins … 5

DAY 1 Welcome to CERN! 7

DAY 2 introduction and the first lecture 10

DAY 3 Higgs boson 14

DAY 4 Engineering and medical application 18

DAY 5 The S^{J}cool lab 21

DAY 6 The Compact Muon Solenoid (CMS) 24

DAY 7 Hotel edelweiss and the cheese fondue 31

DAY 8 My sound has changed 33

DAY 9 Small block 35

DAY 10 Dave & Sean 39

DAY 11 The ghost particle 42

DAY 12 In the future… 46

DAY 13 The most impressive day 48

DAY 14 – 15 Time to say goodbye 51

การพัฒนาสื่อการเรียนการสอน 52

การขยายผลโครงการ 53

เกี่ยวกับผู้เขียน 54

CERN –

THE EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH

องค์กรระหว่างประเทศในยุโรป มีบทบาทสำคัญในการสร้างความตระหนักและเผยแพร่ความรู้ด้านฟิสิกส์อนุภาค เป็นแหล่งรวมนักวิจัย วิศวกร และนักฟิสิกส์ชั้นนำของโลกในการออกแบบ จัดสร้างเครื่องเร่งอนุภาค เครื่องตรวจวัดอนุภาค และวิจัยทั้งทางทฤษฎีและการทดลองด้านฟิสิกส์อนุภาค รวมถึงการวิจัยที่เป็นฟิสิกส์แนวหน้า

CMS Detector (The Compact Muon Solenoid) เป็นส่วนประกอบหนึ่งของเครื่องเร่งอนุภาค LHC (Large Hadron Collider) อันโด่งดัง มีเส้นรอบวง 27 กิโลเมตรอยู่ในอุโมงค์ลึกใต้ผิวดิน 100 เมตร ในพรมแดนทั้งสวิตเซอร์แลนด์และฝรั่งเศส

CERN HIGH SCHOOL TEACHER PROGRAM 2023

CERN HST 2023 จัดขึ้นระหว่างวันที่ระหว่างวันที่ 2 – 15 กรกฎาคม 2566 ณ เซิร์น กรุงเจนีวา สมาพันธรัฐสวิส มีผู้เข้าร่วมจำนวน 44 คน จาก 35 ประเทศ เพื่อส่งเสริมให้ครูได้นำความรู้ด้านฟิสิกส์อนุภาคไปพัฒนาเยาวชนในแต่ละประเทศต่อไป กิจกรรมประกอบด้วยการบรรยาย การเยี่ยมชมสถานที่จริง นิทรรศการ และกิจกรรมลงมือปฏิบัติ นอกจากนี้ยังมีกิจกรรมเชื่อมความสัมพันธ์และแลกเปลี่ยนเรียนรู้วัฒนธรรมอีกด้วย มีรายชื่อครูผู้เข้าร่วม ดังนี้

#	First Name(s)	Nickname	Family Name(s)	Nationality	Email
1	Kafiye		Atay	United States	kafiye.b@gmail.com
2	Stephanie Mireille		Beyalla	Cameroon	beyalla.stephanie.m@gmail.com
3	Madhu Sudhan		Bhusal	Nepal	binalmsb@gmail.com
4	Aminurrashid	Amin	Bin Abu Bakar	Singapore	amin.bakar@isnsz.com
5	Patcharaporn	A	Boonkitti	Thailand	patcharaporn.boonkitti@gmail.com
6	Jānis		Bukins	Latvia	janis.bukins@svg.lv
7	Carol		Burns	United States	cburns@saintursula.org
8	Laura		Cordova Matte	Brazil	lauracmatte@gmail.com
9	Dorottya	Dora	Csonka	Hungary	csonkadora@gmail.com
10	Edward		Csuka	Canada	ECsuka@sd43.bc.ca

#	First Name(s)	Nickname	Family Name(s)	Nationality	Email
11	Matthew	Matt	Dodds	Australia	matt.dodds.md@gmail.com
12	Rajesh Kumar		Dubey	India	professordubey@gmail.com
13	Donovan Clayton	Don	Duffield	South Africa	dduffield@parklands.co.za
14	Fatma Güzin	Güzin	Dulkadiroğlu	Türkiye	guzin.dulkadiroglu@blisankara.orgguzinbayram@gmail.com
15	Falk		Ebert	Germany	falk.ebert@gmail.com
16	Ludivine		Emeric	France	emeric.ludivine@gmail.com
17	Francis		Emralino	Philippines	fmemralino@cbzrc.pshs.edu.ph
18	Eva Holthe		Enoksen	Norway	evena001@osloskolen.no
19	Anila		Farid	Pakistan	anilakhan8842@gmail.com
20	Alex		Gellersen	United Kingdom	alexgellersen@gmail.com
21	Daniel		Glowinski	Poland	daniel.gl@standrews.ac.th
22	Nikolaos	Nikos	Goktsis	Greece	nikgoktsis@gmail.com
23	Sarina		Hanifah	Indonesia	hanifah.sarina@gmail.com
24	Bruno		Hartmann	Germany	brunohartmannjr@gmail.com
25	Mark		Hermano	United States	mhermano@hotmail.com
26	Carmen Eva		Hernández Romero	Spain	carme.hernandez@creixenterrassa.cat
27	Shea		James	United States	shea.christine22@gmail.com
28	Arnaud Thierry François		Jutier	France	arnaud.jutier@teacher.eursc.eu
29	Daniela		Marconi	Italy	daniela.marconi@davinciliceo.edu.it
30	Luca		Marinatto	Italy	marinatto@gmail.com
31	Aina		Marquez Marti	Spain	ainasea2@gmail.com
32	Adam		Mills	Canada	adam_mills@wecdsb.on.ca
33	Sarah		Momani	Austria	momanialsarah@gmail.com
34	Valle		Morel	Estonia	valle_morel@hotmail.com
35	Maria		Niland	United States	NilandM@calvertnet.k12.md.us
36	Jodie		O'Connor	Australia	jodie.oconnor@carey.com.au
37	Kristina		Pahor	Slovenia	kri.pahor@gmail.com
38	Eva		Paňková	Slovakia	pankovaeva8@gmail.com
39	Arthur		Satarkulov	Kyrgyzstan	a.m.satarkulov@gmail.com
40	Milisav		Šćepanović	Montenegro	milisav.scepanovic@gim-pg.edu.me
41	Sarah		Shaw	New Zealand	shaws@trident.school.nz
42	Zorah Devi		Thanimalay	Malaysia	zorahdt@gmail.com
43	Janice		Valletta	United States	janice.valletta@gmail.com
44	Mary		Yarbray	United States	myarbray1@kleinisd.net

DAY 0

THE JOURNEY BEGINS ...

Geneva Airport Strike

Getting Lost in The Middle of The Night.

Sat 1st July 2023

เวลาเช้าตรู่วันที่ 1 กรกฎาคม 2566 คุณแม่และเพื่อนครูโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี มาร่วมส่งและอวยพร ณ สนามบินสุวรรณภูมิ การเดินทางครั้งนี้เป็นครั้งแรกที่ข้าพเจ้าเดินทางออกนอกประเทศเพียงลำพัง

ข้าพเจ้าเดินทางด้วยสายการบิน TURKISH AIRLINE ใช้เวลาเดินทางเที่ยวบินแรก 10 ชั่วโมง ก่อนเปลี่ยนเครื่องที่**สนามบินอิสตันบูล** เที่ยวบินที่สองล่าช้าสามชั่วโมงเนื่องจากเกิดการปิดสนามบินเจนีวาจากการเรียกร้องขอขึ้นค่าแรงของพนักงาน และใช้เวลาบินเที่ยวบินที่สอง 3 ชั่วโมง ก่อนถึงสนามบินเจนีวา ในเวลา 21:30 น.

หลังจากถึง**สนามบินเจนีวา** ข้าพเจ้ามีความตื่นเต้นเป็นอย่างมากเนื่องจากต้องเดินทางไปเซิร์นเองตามลำพังตอนกลางคืนพร้อมกระเป๋าใบใหญ่ขนาด 28 นิ้ว ผลลัพธ์ที่ได้คือข้าพเจ้าใช้เวลา 2 ชั่วโมงในการไปที่สถานีรถรางและหลงอยู่ที่สถานีกลางดึก

ภาพครูที่โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี
ร่วมส่งข้าพเจ้า ณ สนามบินสุวรรณภูมิ

ภาพห้องพักที่ CERN Hotel

ในตอนนั้นข้าพเจ้ารู้สึกค่อนข้างกลัว แต่ยังนับว่าเป็นความโชคดีที่น้องนิสิตโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเซิร์นติดต่อมา และพบว่าน้องกำลังจะผ่านสถานีนั้นพอดี จึงแวะรับและอาสาส่งข้าพเจ้าถึงหน้าโรงแรมกลางดึก ข้าพเจ้าซึ้งน้ำใจเป็นอย่างมาก มิเช่นนั้นแล้วข้าพเจ้าอาจต้องนอนสถานีรถรางหรืออาจจะเป็นป้อมยามก็เป็นได้

โรงแรมของข้าพเจ้าคือ **CERN Hostel** ตั้งอยู่ภายในเซิร์นที่ตึกหมายเลข 39 หลังจากข้าพเจ้าเช็คอินเข้าโรงแรมก็ได้ขึ้นมาพักผ่อนที่ห้องพัก ข้าพเจ้าได้พักแบบห้องเดี่ยว ในห้องมีเตียงนอน โต๊ะอ่านหนังสือ ตู้เสื้อผ้า และห้องน้ำแยกของตนเอง ห้องพักของข้าพเจ้าไม่มีเครื่องปรับอากาศดังนั้นจึงต้องใช้วิธีเปิดหน้าต่างและพัดลมพกพาที่นำมาจากประเทศไทย

หลังจากข้าพเจ้าจัดของเข้าที่ และอาบน้ำเสร็จก็เป็นเวลาตีสอง ข้าพเจ้าดีใจมากที่ในที่สุดการเดินทางก็ผ่านไปด้วยดี ไหว้พระเสร็จแล้วก็รีบพักผ่อน เตรียมตัวพบปะเพื่อน ๆ และร่วมกิจกรรมในวันถัดไป

DAY 1

WELCOME TO CERN!

Observe Geneva,

Welcome Reception, CERN Treasure Hunt

Sun 2nd July 2023

ภาพ Wandering the Immeasurable

ในวันแรกของโครงการมีนัดหมายอย่างเป็นทางการครั้งแรกในตอนเย็น ดังนั้น ในตอนเช้าข้าพเจ้าและครูจากประเทศต่าง ๆ จึงได้มาร่วมกันทานอาหารเช้าที่โรงอาหาร หลังจากนั้นจึงพากันไปสำรวจเซิร์นและนั่งรถไฟไปเจนีวา

จุดแรกที่พวกเราแวะสำรวจคือ Globe of Science and Innovation หรือรู้จักกันในชื่อ **Palais de l'Equilibre** ด้านนอกเป็นสถาปัตยกรรมไม้รูปทรงครึ่งวงกลมเปรียบเสมือนโลกของเรา ซึ่งด้านในเป็นนิทรรศการ **"Universe of Particles"** ซึ่งพวกเราตกลงกันว่าจะมาเดินชมกันในภายหลัง

ข้าง ๆ ของ The Globe เป็นงานโลหะขนาดใหญ่สีเงินชื่อว่า **“Wandering the Immeasurable”** ที่ด้านนึงแกะสลักถึงเรื่องเล่าของการค้นพบอนุภาคในยุคต่าง ๆ จนปัจจุบันมีการค้นพบสมการ Standard Model Lagrangian ส่วนอีกด้านเป็นสมการคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ ที่นำไปสู่การค้นพบต่าง ๆ ทีมครู HST ให้ความสนใจงานโลหะชิ้นนี้กัน หยุดศึกษาและร่วมกันวิเคราะห์เป็นเวลาหลายสิบนาที ข้าพเจ้าเองก็เป็นหนึ่งในนั้นที่ให้ความสนใจเพราะกว่าครึ่งนึงของการค้นพบมีส่วนเกี่ยวข้องกับวิชาเคมี ซึ่งเป็นหนึ่งในวิชาหลักที่ข้าพเจ้าสอนอยู่ ณ ปัจจุบัน เช่น แบบจำลองอะตอมของนีลส์โบร์ รัทเทอร์ฟอร์ท ตารางธาตุของเมนเดเลเยฟ สมการชเรอดิงเงอร์ เป็นต้น

ภาพการท่องเที่ยวในเมือง Geneva

พวกเราตัดสินใจซื้อตั๋วรถรางนั่งชมบรรยากาศระหว่างทางไปเจนีวา และลงรถรางที่ตัวเมืองเจนีวา วันนี้อากาศค่อนข้างดี แดดอ่อน ๆ จุดแรกที่พวกเราเดินชม คือ **ทะเลสาบเจนีวา (Lake Geneva)** ที่มีลักษณะเป็นทะเลสาบขนาดใหญ่คล้ายรูปพระจันทร์เสี้ยว น้ำใสสะอาดสีฟ้าอมเขียว มีสัตว์น้ำ เช่น เป็ด ห่าน และนกน้ำว่ายน้ำและร้องทักทายกันเป็นบรรยากาศที่ดี และน่าประทับใจเป็นอย่างนัก

หนึ่งในจุดสำคัญของทริปวันนี้ คือ **น้ำพุแฌโด (Jet d'Eau)** เป็นน้ำพุขนาดใหญ่ตั้งอยู่ในกลางทะเลสาบเจนีวาบริเวณปากแม่น้ำโรน ใช้ปั๊มขนาด 500 kw 2 ตัวในการปั๊มน้ำให้สูงถึง 140 เมตร ซึ่งเป็นที่ชื่นชอบของนักท่องเที่ยวและผู้คนที่นั่นเป็นอย่างมาก ข้าพเจ้าและเพื่อนครู พากันถ่ายรูปและด้านผ่านน้ำพุกันอย่างสนุกสนาน หลังจากนั้นพวกเราเดินสำรวจ Old Town Geneva กันสักพักจึงพากันกลับที่พัก

กิจกรรม **Welcome Reception** จัดที่ 500/1-201 – Mezzanine ด้านบนโรงอาหาร ที่งานจะดำเนินรายการโดย **Dr Jeff Wiener** ผู้ประสานงานหลักของโปรแกรมนี้ **Milena Vujanovic** ผู้ช่วยผู้ประสานงาน และหนึ่งในผู้บริหารของเซิร์น

ในกิจกรรมจะมีเครื่องดื่มและอาหารว่างสำหรับคุณครูทุกคน นอกจากนี้ Jeff จะให้เราเดินทำความรู้จักกับครูในประเทศอื่น ๆ ข้าพเจ้าเองได้ทำความรู้จักเพื่อนใหม่เพิ่มอีกประมาณ 8 คน จากประเทศต่าง ๆ

กิจกรรมถัดไปคือ **CERN Treasure Hunt** ข้าพเจ้าได้ร่วมกลุ่มกับ Zorah จากมาเลเซีย Sarina จากอินโดนีเซีย Aina จากสเปน และ Guzin จากตุรกี แต่ละกลุ่มจะได้แผนที่ขนาดใหญ่ และรายการสถานที่ที่ต้องตามหาเพื่อไขคำปริศนา จากกิจกรรมนี้ทำให้พวกเราได้รู้จักเซิร์นมากยิ่งขึ้น ได้เดินผ่านจุดแบ่งระหว่างประเทศสวิสเซอร์แลนด์และฝรั่งเศส ได้รู้จักโรงแรม ตึกเรียน โรงอาหารที่ต่าง ๆ รวมถึงสถานที่สำคัญใน CERN เช่น **Dipole**, **Main Auditorium**, **ห้องทำงานของผู้คิดค้น WWW** เป็นต้น

หลังจากทานข้าวเย็นแล้ว Jeff ได้ชี้แจงข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการอบรม รวมถึงข้อปฏิบัติในการเข้าอบรมที่ CERN สุดท้าย Jeff ได้แนะนำว่าที่ Main Auditorium สถานที่ที่ใช้ประกาศสำคัญต่าง ๆ ของ CERN รวมถึงชี้เก้าอี้ที่ Prof. Peter Higgs เคยนั่ง จึงเป็นการจบวันอย่างสดใสด้วยภาพที่คุณครูผลัดกันถ่ายรูปขณะนั่งบน **Higgs's chair**

ภาพกิจกรรม CERN Treasure Hunt

DAY 2

INTRODUCTION AND THE FIRST LECTURE

CERN HST, Concept map, and CERN Particle Physics, Synchrocyclotron

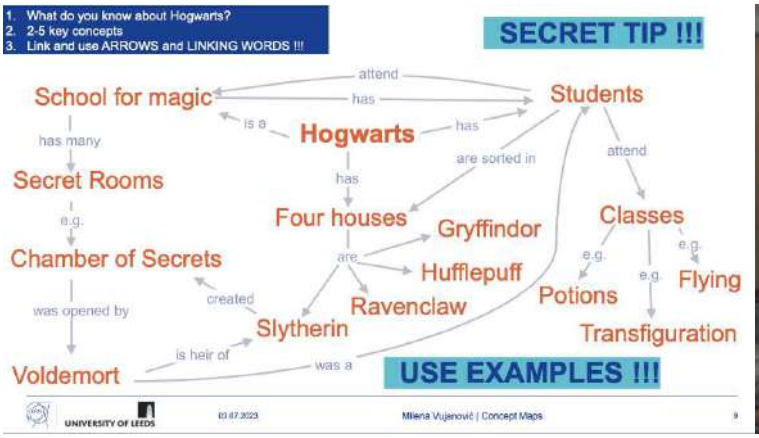
Mon 3rd July 2023

CERN ID card

7:00 น. หลังจากกดกาแฟจากตู้ด้านล่างโรงแรมเสร็จ ข้าพเจ้าและเพื่อนนำหนังสือเดินทางไปทำบัตรประจำตัวเซิร์นที่ตึก 55 บัตรที่ได้เป็นบัตรแข็งสีขาว สามารถใช้ยืนยันตัวตนเข้าออกที่ประตูทางเข้าเซิร์นได้ ทุกคนที่อยู่ที่เซิร์นควรแขวนบัตรยืนยันตัวตนตลอดเวลา

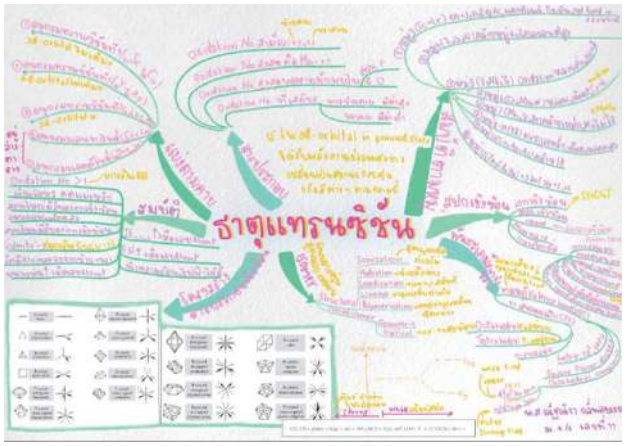
9:45 **Jeff Wiener** ผู้ประสานงานหลักของเราได้เล่าถึงวัตถุประสงค์ของโครงการ CERN HST ว่าต้องการให้ครูได้รับความรู้ด้านฟิสิกส์ยุคใหม่ และนำไปถ่ายทอดต่อให้นักเรียนซึ่งจะเติบโตไปเป็นกำลังสำคัญในอนาคตต่อไป โดยเน้นให้ครูมี **PCK (Pedagogical Content Knowledge)** คือมีทั้งความรู้ผนวกกับศาสตร์การสอนเพื่อสร้างให้นักเรียนมี **Scientific Awareness** หรือความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง โดยเซิร์นมีความคาดหวังว่า หลังจากจบโครงการครูผู้เข้าร่วมจะนำความรู้ไปเผยแพร่ให้กับนักเรียน เพื่อนครู หรือสังคมรอบข้าง

10:30 น. **Concept Map** Session 1 โดย **Milena Vujanovic** หนึ่งในผู้ประสานงานโครงงาน Milena เล่าถึงลักษณะและความสำคัญของแผนผังความคิดต่อการเรียนและการใช้ชีวิตและแนะนำว่า แผนผังความคิดที่ดีควรมีคำสำคัญ คำเชื่อม ลูกศรเชื่อมโยงความสัมพันธ์ที่ถูกต้องชัดเจน ตอนนี้ Milena กำลังศึกษาเกี่ยวกับการใช้แผนผังความคิด พวกเราจึงเป็นหนึ่งในอาสาสมัครผู้ร่วมทดสอบ โดยทุกคนจะได้สร้างแผนผังความคิดอธิบาย **“What would you like your student about PARTICLE PHYSICS and CERN”** ซึ่ง 1 คน จะได้ทำ 3 ครั้ง คือตอนเริ่ม กลาง และหลังอบรม



กิจกรรม Concept Map โดย Milena

ข้าพเจ้าค่อนข้างดีใจที่เรียนรู้เรื่อง Concept Map เนื่องจากใน**เนื้อหาวิชาเคมี** มีรายละเอียด หลักการและการจำแนกหมวดหมู่ค่อนข้างมาก ข้าพเจ้าและนักเรียนจึงมักใช้ผังมโนทัศน์ในการสรุปเนื้อหาก่อนสอบ ข้อแตกต่างคือไม่ได้ใส่คำเชื่อม และเรียงลำดับขั้นจากบนลงล่าง ไม่ได้ใช้เพื่อวัดความเข้าใจของนักเรียน และไม่ได้ให้คำสำคัญนำไว้ แต่สิ่งที่ข้าพเจ้าได้ทำมากกว่าสิ่งที่ Milena สอนคือการใช้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ และการใช้สีในผังมโนทัศน์ ดังนั้นจึงถือว่าการได้เรียนผังมโนทัศน์ในครั้งนี้ข้าพเจ้าจะนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน



Concept Map ที่นักเรียนของข้าพเจ้าสร้างขึ้นในวิชาเคมี

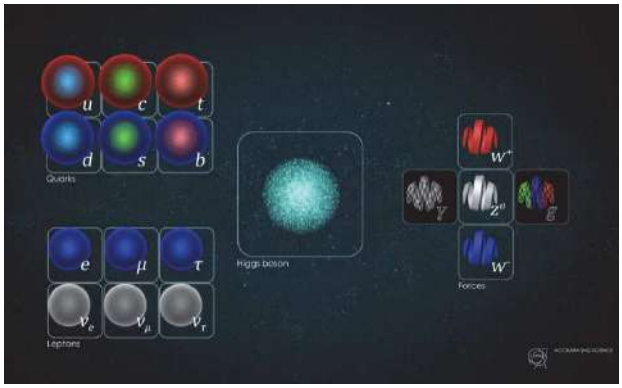
หลังจากนั้น Jeff ได้แนะนำเพิ่มเติมกี่ยวกับ **Introduction to CERN** คร่าว ๆ ว่าเป็นองค์กรความร่วมมือในประเทศยุโรปที่ก่อตั้งขึ้นโดยมี 4 จุดเน้น คือ

1. International Collaboration 2. Education

3. Fundamental Research 4. New Technology

โดยในปัจจุบันเซิร์นได้พยายามทำวิจัยเพื่อตอบโจทย์คำถามหลักที่เกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่ของมนุษยชาติ ได้แก่ **1 Where do we come from? (The universe) 2. What are we made of? (Elementary particle)**

3. Where are we going (New answer and technology)

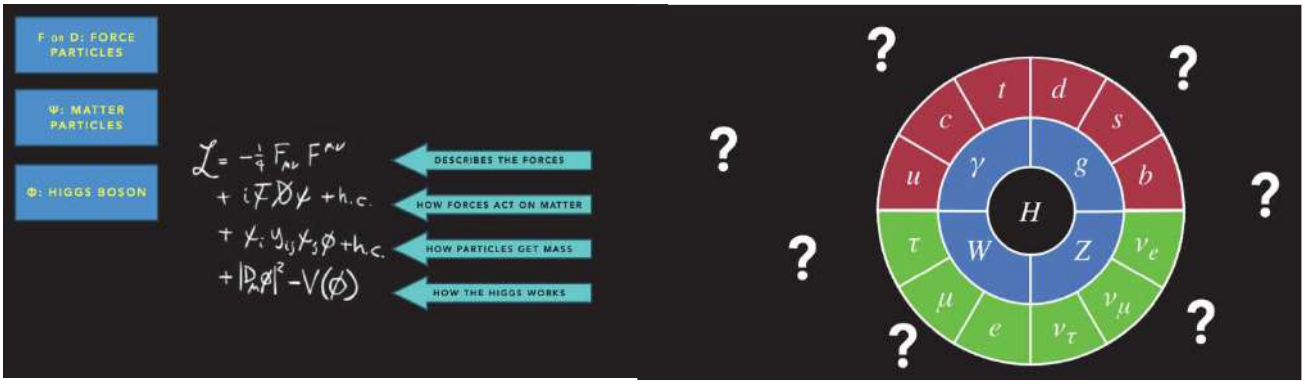


ภาพแสดง Elementary Particle

Introduction to Particle Physics by **Dr Claire Lee** นักวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคที่ Fermi Lab และ CERN เริ่มต้นการบรรยายด้วยการเล่าถึง**การกำเนิดเอกภพ Big bang and Inflation** การบรรยายนี้พิเศษกว่าในหนังสือเรียนทั่วไปคือมีการเปรียบเทียบขนาดอนุภาคและพลังงานแต่ละขั้นของการเกิด Big bang กับการศึกษาอนุภาคในเครื่องเร่งอนุภาค ทำให้เราเห็นภาพว่ายิ่งเรามีเครื่องเร่งอนุภาคที่มีประสิทธิภาพมากเท่าไหร่ ยิ่งศึกษาอนุภาคได้ชัดเจนมากขึ้นเท่านั้น

การบรรยายครั้งนี้ทำให้ข้าพเจ้าเห็นภาพชัดขึ้นว่าทุกสิ่งบนโลกของเรานอกจากจะประกอบด้วยอะตอมแล้ว ยังประกอบด้วย **Quarks**, **Gluon**, **Higgs boson**, **Anti-particle** และยังมี **Missing Pieces** อีกกว่า 95% ที่เรายังไม่ได้ค้นพบ ณ ขณะนี้ เช่น Dark matter, Dark energy เป็นต้น

ภาพแสดงการบรรยาย Introduction to Particle Physics by Dr Claire Lee



ภาพแสดง Standard Model Lagrangian Equation และ Universe Missing Piece

Claire ยังได้เกริ่นถึงเรื่องอื่น ๆ ที่น่าสนใจเกี่ยวกับฟิสิกส์อนุภาคเพิ่มเติม ได้แก่ Antimatter (สสารที่มีประจุตรงข้ามกับสสารทั่วไป), Neutrinos (อนุภาคผี) เป็นต้น Claire เป็นนักวิจัยหญิงระดับหัวหน้า ที่บุคลิกดี มีความความรู้และความสามารถในการถ่ายทอดสูง เรียกได้ว่าเป็นการบรรยายเปิดที่น่าประทับทั้งผู้บรรยายและเนื้อหาเลยทีเดียว

ในช่วงเย็น เป็นการเยี่ยมชม **Synchrocyclotron (SC)** Jeff นัดพวกเราที่หน้าตึก 13 ก่อนพาไปที่นิทรรศการที่ฝั่งตรงข้าม SC ถือ เป็นเครื่องเร่งอนุภาครุ่นบุกเบิกของ CERN สร้างขึ้นในปี 1957 โดยสามารถให้พลังงานขนาด 600 MeV ในการเร่งอนุภาค โดยผลงานปรกของเครื่อง SC คือการศึกษาการสลายตัวของอนุภาคไพออน (pion) รอบ ๆ นิทรรศการเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานวิจัย ณ ยุคบุกเบิกของเซิร์น ไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์เครื่องหนา การประยุกต์ใช้หม้อโลหะในการทำการทดลองเป็นต้น ทำให้ข้าพเจ้าระลึกได้ว่าความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์นั้นสำคัญ ถึงแม้ว่าจะต้องใช้ระยะเวลาและงบประมาณมาก หากแต่สิ่งที่ได้จะช่วยพัฒนาสิ่งรอบตัวเราได้อย่างทวีคูณ

ภาพ Synchrocyclotron (SC)

DAY 3

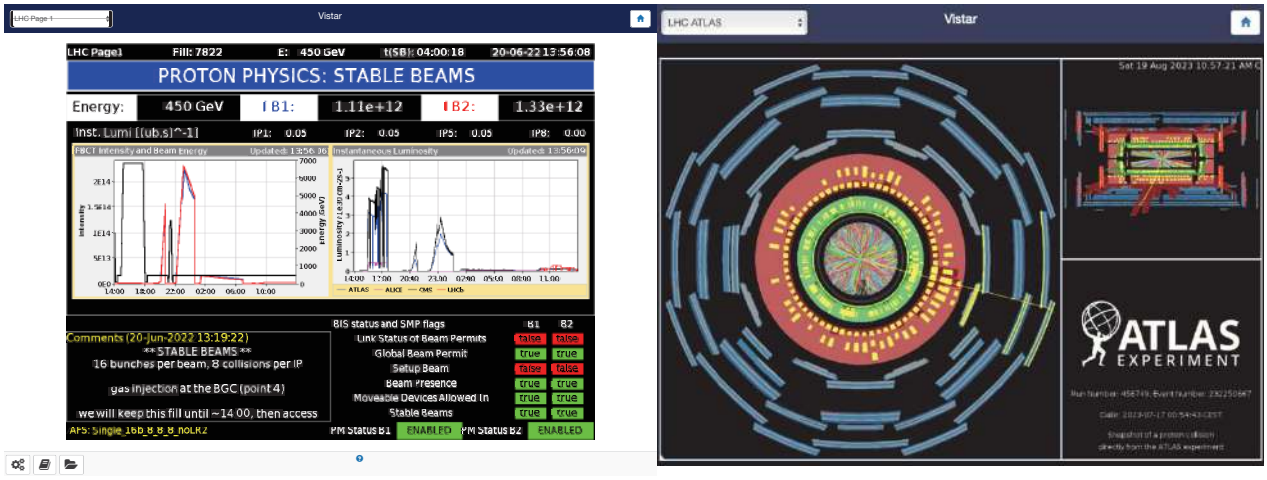
HIGGS BOSON

Particle Accelerators, Intro to study group, Higgs Boson, Bowling and Pizza

Tue 4th July 2023

ช่วงเช้าวันนี้เป็นการบรรยายเกี่ยวกับ **Particle Accelerators** โดย **Dr Simone Gilardoni** นักฟิสิกส์ที่ทำงานที่ CERN ที่ตึก 40/S2-A01 – Salle Anderson การบรรยายวันนี้ค่อนข้างลงลึกในด้านหลักการฟิสิกส์ เครื่องมือ และการใช้โปรแกรมในการศึกษาข้อมูลของเครื่องเร่งอนุภาค ทำให้พวกเราเข้าใจแนวทางของนักวิทยาศาสตร์ในการใช้เครื่องเร่งอนุภาคอย่างแท้จริง

Dr. Simone เริ่มด้วยการให้พวกเราลองเข้าเว็บไซต์ **“Vistars”** ของเซิร์น ซึ่งจะแสดงสถานะและข้อมูลที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของเครื่องเร่งอนุภาคในส่วนที่สามารถเปิดเผยได้ ทำให้เราได้เห็นการแสดงข้อมูลในระบบของเซิร์นที่อย่างหลากหลาย เช่น สถานะ กราฟ สถิติ กราฟิก เป็นต้น

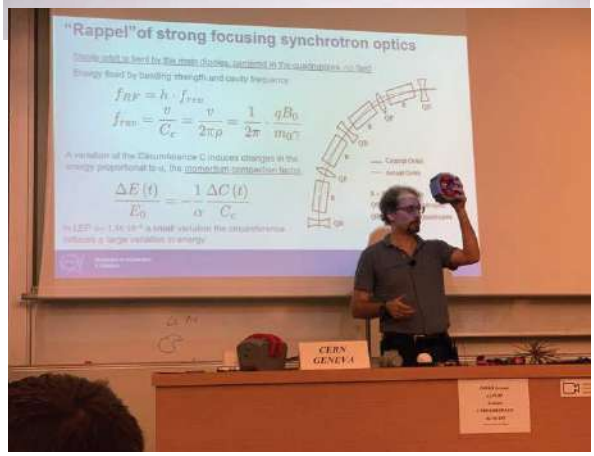


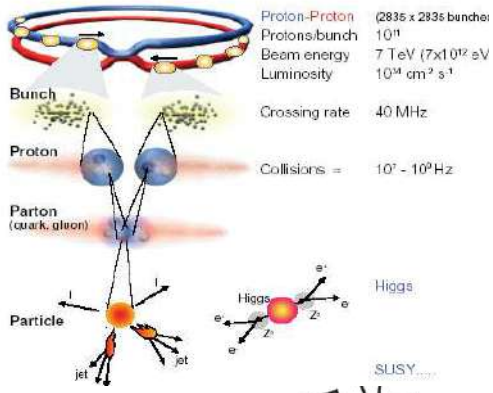
ภาพเว็บไซต์ Vistar

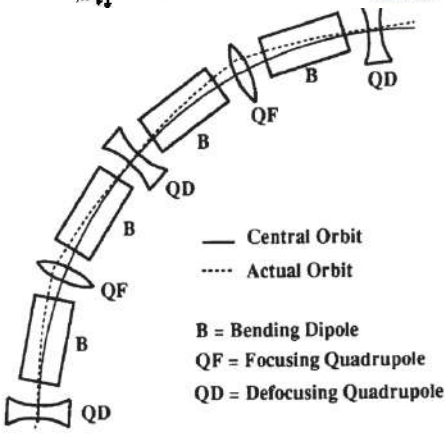
Dr. Simone เปรียบเทียบการชนกันของอนุภาคในเครื่องเร่งอนุภาคว่าเปรียบเสมือนกับการเกิด มหานวดารา หรือ Supernova ซึ่งเป็นการระเบิดของดาวเคราะห์มวลมากเกิดแสงสว่างและพลังงานมหาศาล นอกจากนี้ยังได้ชี้ให้เห็นว่าในการสร้างเครื่องเร่งอนุภาคยังมีปัจจัยอีกหลายอย่างให้คำนึงถึง ไม่ว่าจะเป็นขนาด พื้นที่ ความปลอดภัย ภัยธรรมชาติที่อาจเกิดขึ้น ธรรมชาติของอนุภาคที่สนใจ

เครื่องเร่งอนุภาคประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ 1. A particle source แหล่งกำเนิดโปรตอนจากแก๊สไฮโดรเจน 2. An accelerating system ส่วนของการเร่งอนุภาค ควบคุมโดยสนามไฟฟ้าจากคลื่นวิทยุ 3. A series of guiding and storage device แบ่งออกเป็นสองส่วน สนามแม่เหล็กควบคุมทิศทางและสนามไฟฟ้าควบคุมความเร็วอนุภาค

หนึ่งสิ่งที่ข้าพเจ้าชอบมาก ๆ ในการบรรยายครั้งนี้คือ Dr. Simone นำ **model ของเครื่องเร่งอนุภาค**นี้มาให้ครูได้ผลัดกันสังเกต ทำให้ครูได้สัมผัสด้วยประสาทสัมผัสจริงและเห็นภาพได้ชัดเจนมากขึ้น





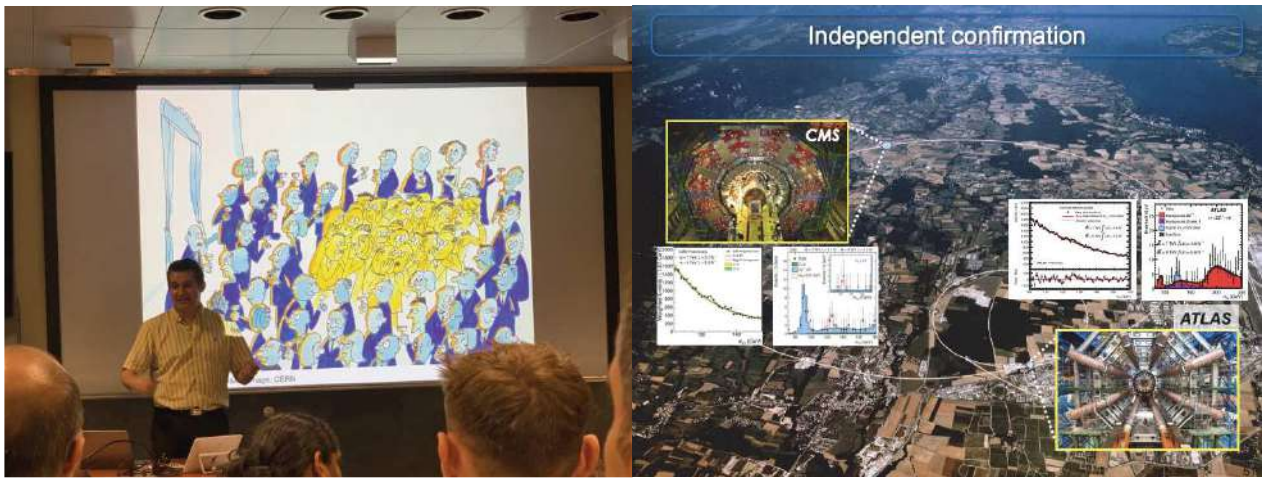


ภาพการบรรยาย Particle Accelerators โดย Dr Simone Gilardoni

ก่อนพักกลางวัน Jeff ได้แนะนำให้รู้จักกับ**กิจกรรม Study group** ที่คุณครูในโครงการต้องมีการศึกษาและนำเสนอโปรเจคเกี่ยวกับการสอนร่วมกันในประเด็นต่าง ๆ โดย Jeff ทำการสุ่มชื่อโดยใช้ ChatGPT จำนวน 9 ชุด และให้ครูทำการเลือกชุดที่จะใช้งาน ในการทำ Study group จะมีเวลาให้ครั้งละประมาณ 2-3 ชั่วโมง จำนวน 3 ครั้ง แต่ละกลุ่มจะต้องศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับหัวข้อที่ได้รับ และนำเสนอแนวทางการนำไปใช้สอนนักเรียนในห้องเรียนในวันสุดท้ายก่อนปิดการอบรม ซึ่งกลุ่มของข้าพเจ้าได้ทำในหัวข้อ **“Particle Detector”**

ในภาคบ่ายเป็นการบรรยาย **The discovery of the Higgs Boson** โดย **Luis Roberto Flores Castillo** นักวิจัยจาก The Chinese University of Hong Kong ที่มีความร่วมมือด้านการวิจัยอยู่กับ ATLAS Luis ถือเป็นสุดยอดนักเล่าเรื่องแห่ง HST ก่อนที่จะมาบรรยาย Luis ได้มานั่งสังเกตการสอนในคลาสของ Claire เพื่อเตรียมการสอนของตนเองให้เหมาะกับคุณครูรุ่นนี้

Luis เริ่มการสอนโดยการเกริ่นถึงจักรวาล โลก สิ่งแวดล้อม ตารางธาตุ สแตนดาร์ทโมเดล แต่ยังมาสามารถอธิบายการเกิดมวลของอนุภาคมูลฐานต่าง ๆ ได้จนกระทั่งในปี 1964 Higgs, Englert+Brout, Guralnik+Hagen+Kibble ได้ค้นพบอนุภาคใหม่ที่เป็นต้นกำเนิดมวลของทุกอนุภาคพื้นฐานและตั้งชื่อว่า **“Higgs boson”** หลังจากนั้น Luis ได้โชว์ภาพการ์ตูนแสดงภาพงานเลี้ยงที่แทนการมีอยู่ของ Higgs Mechanism โดยเปรียบเทียบการการที่คนดังเข้ามาในงานแล้วแล้วโดนห้อมล้อมจากคนในห้องเปรียบเสมือนการมีมวล และ Higgs Boson โดยการเปรียบเทียบการกระจายข่าวคนดังก่อนเข้างานเลี้ยง ซึ่งสามารถอ่านเพิ่มเติมได้จากงานเขียนของ **David J. Miller**



ภาพการบรรยาย The discovery of the Higgs Boson โดย Luis Roberto Flores Castillo

กิจกรรมสุดท้ายของวันนี้ คือ **Bowling & Pizza** จัดที่ **The Bowling Balexert** ที่ฝั่งสาธารณรัฐฝรั่งเศส ถือเป็นครั้งแรกที่ได้สัมผัสสาธารณรัฐฝรั่งเศสประเทศในฝันของข้าพเจ้าอย่างแท้จริง ข้าพเจ้าได้พบปะพนักงานชาวฝรั่งเศส และได้ทาน pizza แบบฉบับฝรั่งเศสที่จะปิดท้ายด้วยกาแฟเสมอไม่ว่าจะทานเสร็จดึกแค่ไหน

ภาพสมาชิก Study Group 2

กลุ่มที่เล่นโบว์ลิ่งเป็นกลุ่มเดียวกับ Study group โดยประกอบด้วยข้าพเจ้า A จากประเทศไทย Don จากศอเมริกาใต้ Falk จากเยอรมัน Daniela จากอิตาลี และ Shea จากอเมริกา ระหว่างกิจกรรมแต่ละกลุ่มมีการผลัดกันสอน แข่งขัน และให้กำลังใจกันอย่างสนุกสนาน ถือเป็นอีกหนึ่งกิจกรรมละลายพฤติกรรมที่ดีม

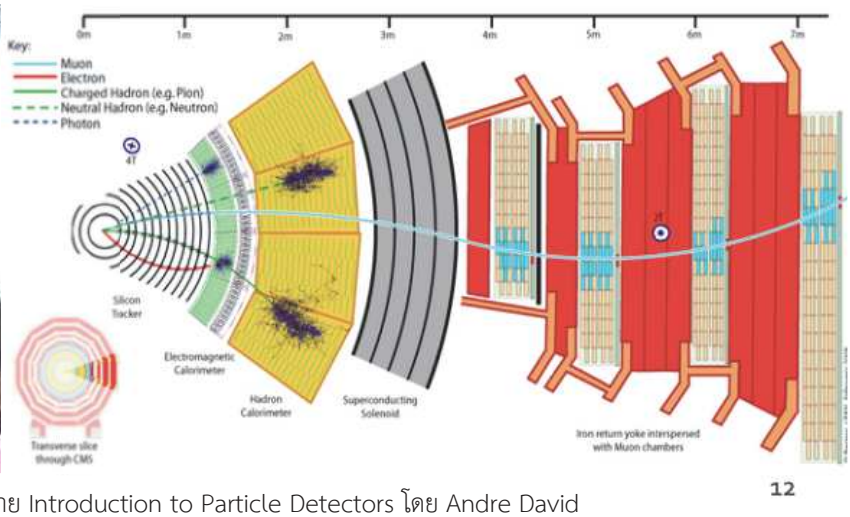
ภาพกิจกรรม Bowling & Pizza ที่ The Bowling Balexert ฝั่งประเทศฝรั่งเศส

DAY 4

ENGINEERING AND MED APP. @ CERN

Particle Detectors, Engineering, Medical Applications

Wed 5th July 2023



ภาพการบรรยาย Introduction to Particle Detectors โดย Andre David

กิจกรรมแรกของวันนี้คือ **Introduction to Particle Detectors** โดย **Andre David** หนึ่งในทีมนักฟิสิกส์ผู้สร้าง Detector ของ CERN ที่ตึก 13 David การจะสร้างเครื่องตรวจวัดได้ เราต้องทราบก่อนว่าเราจะวัดอะไร คุณสมบัติเป็นอย่างไร ทางเดินของอนุภาคนั้นเป็นอย่างไร อนุภาคนั้นปลดปล่อยพลังงานในปริมาณมากแค่ไหน และอนุภาคนั้นจะสามารถคงสภาพได้นานหรือไม่

อนุภาคที่สามารถตรวจวัดได้โดยตรงได้แก่ Electrons, Muons, Photons หรือ Hadrons ประเภทที่เป็นกลางต่าง ๆ เช่น Pions, Protons, Kaons, Neutrons ส่วนอนุภาคที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ง่าย ได้แก่ Neutrinos

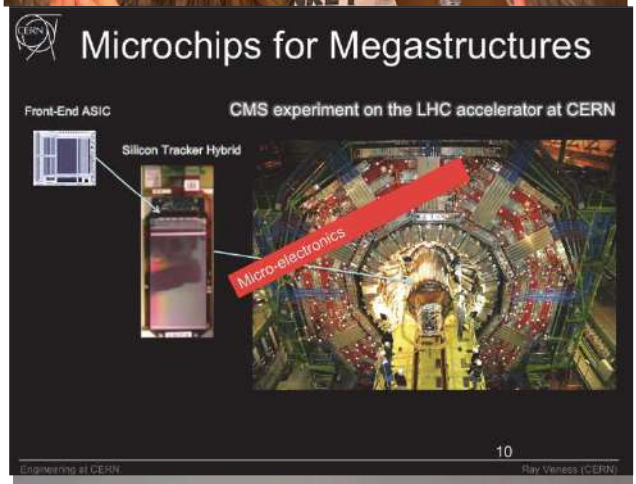
David เปรียบเปรยว่าเครื่องตรวจวัดก็เหมือนหอมหัวใหญ่ คือเป็นทรงกลมและมีลักษณะเป็นชั้น ๆ ประกอบไปด้วย 1. Inner tracking ตรวจวัดอนุภาคที่มีประจุ 2. Calorimetry ตรวจวัดพลังงาน 3. Outer tracking ตรวจหามิวออน

หลังพักเบรกช่วงเช้าเป็นการบรรยายในหัวข้อ **Engineering at CERN** โดย **Raymond Veness** วิศวกรที่เซิร์น

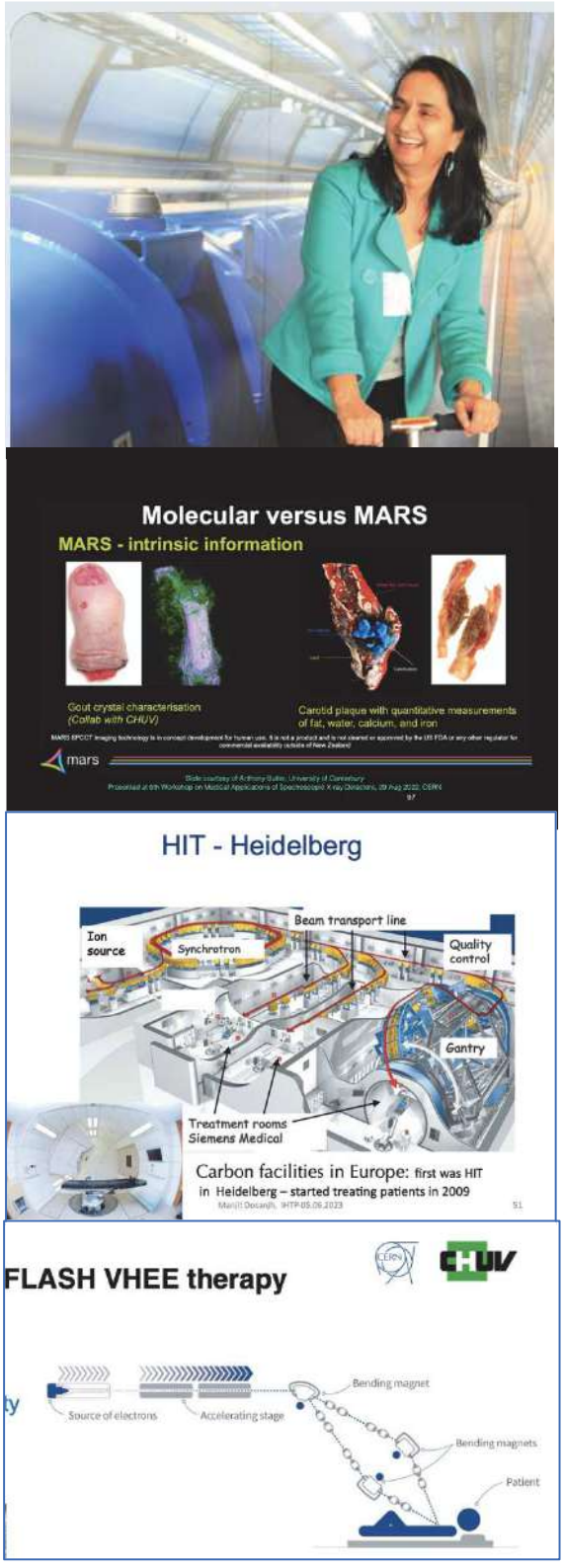
Raymond กล่าวว่า ตามพจนานุกรม วิศวกร เป็นสาขาหนึ่งในวิทยาศาสตร์ที่มีหน้าที่สร้างตลอดจนปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเครื่องยนต์ โครงสร้าง หรือระบบต่าง ๆ ดังนั้นหน้าที่จริง ๆ ของวิศวกรจึงมีดังนี้ 1. Make something real out of dreams (creativity) 2. Discussion, negotiation, consensus (communication) 3. Need to be ready for lifelong learning 4. Based, of course, on good science (from principles to design) 5. Get it done, on time and on budget!

หลังจากนั้น Raymond ได้เล่าถึงแนวทางการทำงานของตนเองว่าความยากของการทำงานเป็นวิศวกรที่เซิร์นคือต้องออกแบบระบบให้สามารถประกอบเครื่องมือขนาดใหญ่แต่ต้องมีความละเอียดในระดับไมโครสเกล ซึ่งถือเป็นอีกหนึ่งงานหินของวิศวกร

ในการฟังบรรยายเกี่ยวกับ Engineering เป็นอีกหนึ่งหัวข้อที่ตรงกับสิ่งที่ข้าพเจ้าได้เรียนมาตอนเรียน**สะเต็มศึกษา (STEM education)** และ หนึ่งในหัวข้อวิจัยของกลุ่มวิจัยในเรื่อง Nature Of Engineering ในระดับปริญญาโทซึ่งการได้มาฟังประสบการณ์ตรงของวิศวกรที่เซิร์นทำให้ข้าพเจ้าได้เรียนรู้ในแง่มุมอื่น ๆ มากขึ้น และยังสามารถนำไปให้คำปรึกษานักเรียนของข้าพเจ้าที่อยากเป็นวิศวกรได้อีกด้วย



ภาพการบรรยาย Engineering at CERN โดย Raymond Veness



ภาพสื่อMedical Applications of Particle Physics
โดย Prof. Manjit Dosanjh

กิจกรรมการบรรยายช่วงบ่ายเป็นเรื่อง **Medical Applications of Particle Physics** โดย **Prof. Manjit Dosanjh** นักชีววิทยาฟิสิกส์จากมหาวิทยาลัยออกฟอร์ด ที่ทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาอาวุโสที่เซิร์น

ในปัจจุบันมีเครื่องมือทางการแพทย์ที่ใช้หลักการของฟิสิกส์อนุภาคได้แก่ **CT**, **PET**, **PET-CT**, **electron LINAC**, **MRI** ซึ่งเครื่องมือเหล่านี้จะช่วยแก้ไขปัญหาผู้ป่วยมะเร็งซึ่งเพิ่มขึ้นทุกปีทั่วโลกได้โดยมีหลักการสำคัญคือต้อง kill เนื้อร้าย และ protect เนื้อเยื่อรอบ ๆ

Prof. Manjit ได้เล่าถึงการดำเนินงานของสถาบันวิจัยด้านเครื่องมือแพทย์ที่มีประสิทธิภาพว่าแต่ละโปรเจคต้องมีการร่วมมือกันในหลายฝ่าย ทั้งด้านความรู้ ทุน หน่วยงาน อุปกรณ์ จึงทำให้สร้างเครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น HIT – Heidelberg, FLASH VHEE therapy – CHUV เป็นต้น

นอกจากนี้ในอนาคตยังมีการพัฒนาการรักษาแบบ Radiotherapy ซึ่งมีข้อดีคือ **Cure, Conservative, and cheap** ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยอาจกลายเป็น **Hadron therapy** ในอนาคต

การฟังบรรยายครั้งนี้ถือเป็นอีกหนึ่งหัวข้อที่เป็นเรื่องใกล้ตัวและสำคัญต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ ข้าพเจ้าเชื่อว่าถ้านักเรียนได้ฟังบรรยายเรื่องนี้ต้องมีแรงบันดาลใจและเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะในด้านฟิสิกส์อนุภาคมากขึ้นอีกมากแน่ ๆ

DAY 5

THE SJCOOL LAB

Particle Physics in Classroom

Feynman, Lagrangians and Stuff Part1

Cloud Chamber Workshop

Thu 6th July 2023

กิจกรรมแรกของวันนี้คือ **Introducing Particle Physics in the Classroom** by **Dr. Jeff Wiener** ผู้ประสานงานการอบรมของเรานั่นเอง

Jeff เริ่มบทเรียนโดยการให้พวกเราหา **Particle identity** ผ่าน cern.ch/identities ข้าพเจ้าได้เป็น Muon neutrino สีเหลืองน่ารักและไม่ค่อยมีอันตรกิริยากับใคร ^^’

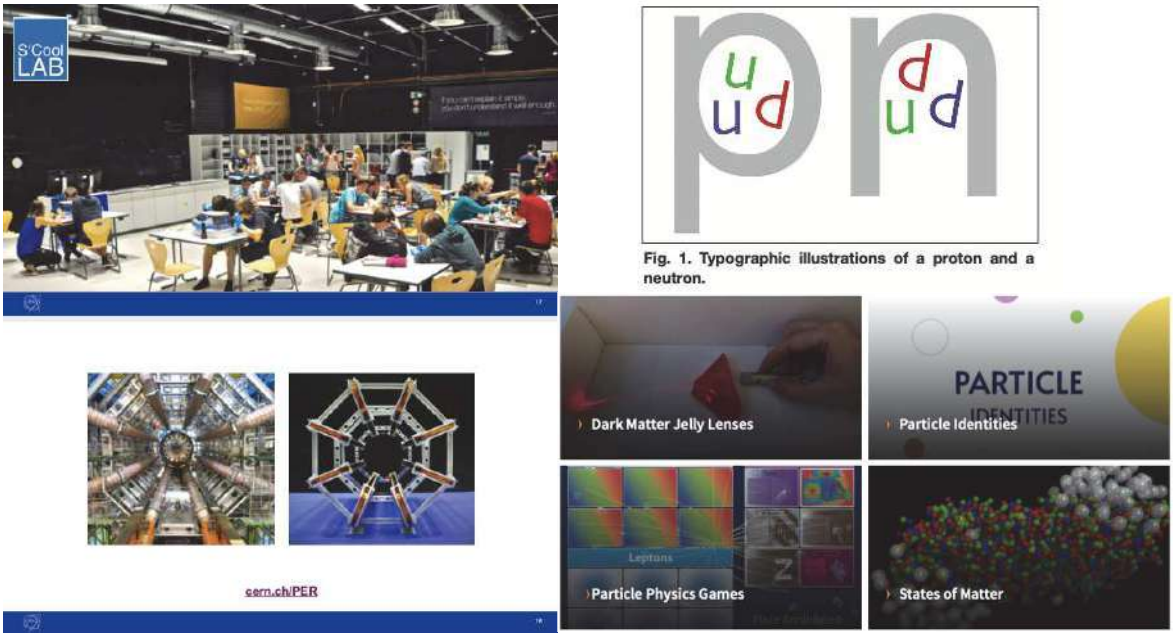
ภาพการบรรยาย Introducing Particle Physics in the Classroom by Dr. Jeff Wiener

ภาพแสดงแอปพลิเคชัน The Particle Zoo

Jeff เล่าถึงงานวิจัยที่เคยทำเกี่ยวกับการ **Misconception** ของเด็ก ๆ เกี่ยวกับฟิสิกส์อนุภาคและแนวทางแก้ไข ซึ่ง Jeff ได้ให้นักเรียนสร้างโมเดลอธิบายอนุภาคพื้นฐานแต่ละอนุภาคผ่านการสร้าง **Typographic illustration** หรือการใช้อักษรเป็นตัวแทนสิ่งต่าง ๆ ซึ่งทำให้นักเรียนได้อธิบายหลักการผ่านกราฟิกที่นักเรียนสร้างขึ้น โดยใช้ขนาดตัวอักษร สี และลวดลายที่แตกต่างอธิบายถึงคุณสมบัติที่ต่างกันของอนุภาค ถือเป็นแนวทางที่สร้างสรรค์และเรียบง่ายอีกหนึ่งแนวทางการ สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากงานวิจัยชื่อ “An Alternative Proposal for the Graphical Representation of Anticolor Charge” โดย Gerfied j. Wiener, Sascha M. Schmeling จาก CERN และ Martin Hopf จากมหาวิทยาลัยเวียนนา

นอกจากนี้ Jeff ได้แนะนำแนวทางการสอนฟิสิกส์อนุภาคในห้องเรียนผ่านโปรเจค **S’Cool LAB** ซึ่ง Jeff เป็นหนึ่งในทีมงานที่สร้างแหล่งเรียนรู้นี้ (ปัจจุบันได้ปิดโครงการนี้แล้วแต่ยังสามารถเข้าถึงได้) มีสื่อให้ครูดาวน์โหลดไปใช้สอนเด็ก ๆ ได้ เช่น 3D-printable Quark Puzzle, DIY Cloud Chamber, Dark Matter Jelly Lenses, Particle Physics Boardgame เป็นต้น สามารถเข้าถึงได้จาก scoollab.web

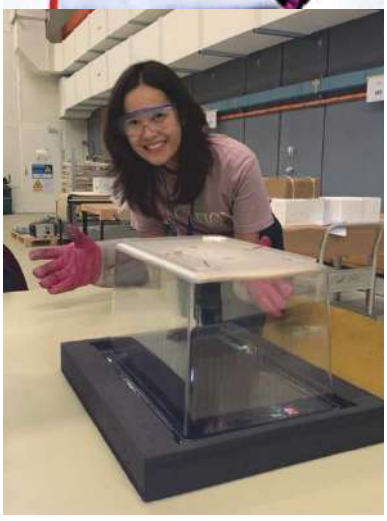
หลังจากนั้น Jeff ได้แนะนำให้พวกเราได้รู้จักกับ **Charlotte Warakaulle, CERN Director for International Relations** และได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการสนับสนุนการศึกษาของเซิร์นและโครงการที่เกี่ยวข้อง ถือเป็นโอกาสดีในการได้รับฟังแนวคิดในการบริการการศึกษาจากหน่วยงานวิจัยที่มีชื่อเสียงเช่นนี้



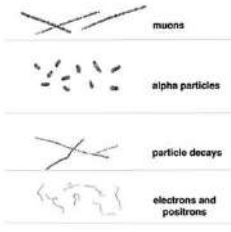
ภาพการบรรยาย Introducing Particle Physics in the Classroom by Dr. Jeff Wiener

กิจกรรมที่สองของวันนี้ได้แก่ **Feynman, Lagrangians and Stuff Part1** by **Frederik Van Der Veken** (CERN) Frederik ถือเป็นวิทยากรที่มีความสร้างสรรค์และมีความเป็นศิลปินในตัวเองสูง สามารถแนะนำตัว ประวัติ และเล่าเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับคณิตศาสตร์และฟิสิกส์ได้ในเวลากว่า 1 ชั่วโมงโดยใช้แค่ปกสไลด์ประกอบการเล่าเรื่อง ถือเป็นอีกหนึ่งสีสันในการเข้าอบรมครั้งนี้ ‘ถึงเวลาจะใกล้หมดก็ไม่เป็นไร เพราะยังมี Part 2 อีกในวันถัดไป’ Frederik กล่าว

ช่วงบ่ายเป็นกิจกรรม **Cloud Chamber Workshop** ที่ตึก 31 โดย **Virginia Azzolini**, CERN Research Scientist and experienced Data Manager กิจกรรมนี้เป็นการใช้อุปกรณ์ที่สามารถหาได้ง่ายในประเทศไทยในการ**ตรวจสอบอนุภาค**ต่าง ๆ ในอากาศ โดยในระบบจะที่มีความอิ่มตัวของแอลกอฮอล์แบบ Supersaturated คือเมื่อไอแอลกอฮอล์ตกจากด้านบนสู่ด้านล่างและระเหยขึ้นไปด้านบนอีกครั้งเมื่อถูกรบกวนด้วยอนุภาคในรังสีคอสมิกจะทำให้เกิดร่องรอย โดยอนุภาคต่างกันจะมีร่องรอยต่างกัน โดยอนุภาคที่มักพบ ได้แก่ อิเล็กตรอน มิวออน



ถือเป็นกิจกรรมที่น่านำไปให้นักเรียนได้ลองทำเป็นอย่างมาก โดยครูสามารถเข้าไปดูคู่มือการทำได้ที่ S’Cool LAB ซึ่งจะมีเวอร์ชันอุปกรณ์อย่างง่ายหรือ DIY อีกด้วย



ภาพกิจกรรม Cloud Chamber Workshop โดย Virginia Azzolini

DAY 6

THE COMPACT MUON SOLENOID (CMS)

Feynman, Lagrangians and Stuff Part2

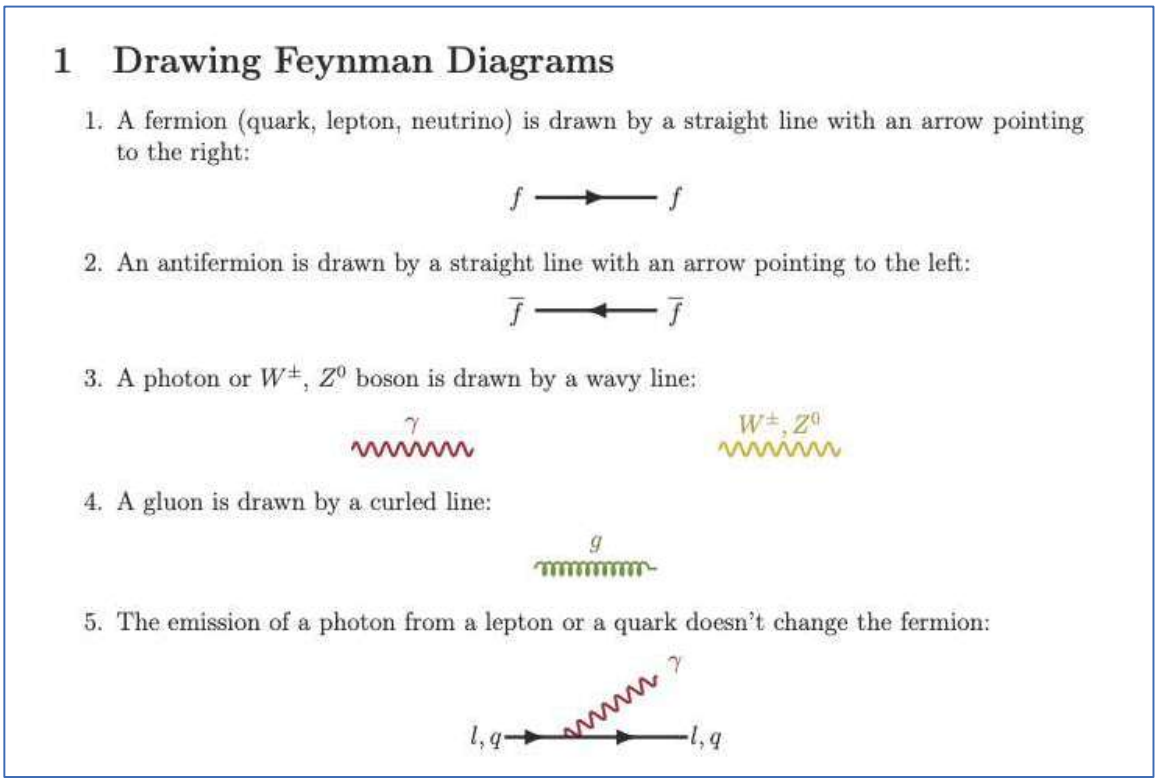
Visiting CMS

Fri 7th July 2023

การบรรยาย Feynman diagrams, Lagrangians and stuff part 2 โดย Frederik Van Der Veken

เช้าวันนี้ **Frederik Van Der Veken** เริ่มการบรรยาย Part 2 โดยเน้นให้ครูเข้าใจหลักการของ Lagrangian, Symmetries, Feynman diagram และ Standard model. คร่าว ๆ

Feynman Diagram หรือแผนภาพไฟน์แมน คิดค้นโดย Richard Feynman เป็นนิพจน์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้อธิบายพฤติกรรมและการเกิดปฏิสัมพันธ์ของอนุภาคใน Space-time plane โดยอนุภาคต่างกันจะมีลักษณะเส้นสายและตัวอักษรต่างกัน การบรรยายครั้งนี้เป็นการบรรยายที่ทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจ Feynman Diagram ครั้งแรก ซึ่งทำให้ข้าพเจ้าปลื้มใจมาก หลังจากจบการอบรม Frederik ได้ให้แบบฝึกหัดและเฉลยแบบฝึกหัด ซึ่งง่ายแก่การทำความเข้าใจและการนำไปสอนนักเรียนต่ออีกด้วย



1 Drawing Feynman Diagrams

1. A fermion (quark, lepton, neutrino) is drawn by a straight line with an arrow pointing to the right:

2. An antifermion is drawn by a straight line with an arrow pointing to the left:

3. A photon or $W^{\pm}$, Z^0 boson is drawn by a wavy line:

4. A gluon is drawn by a curled line:

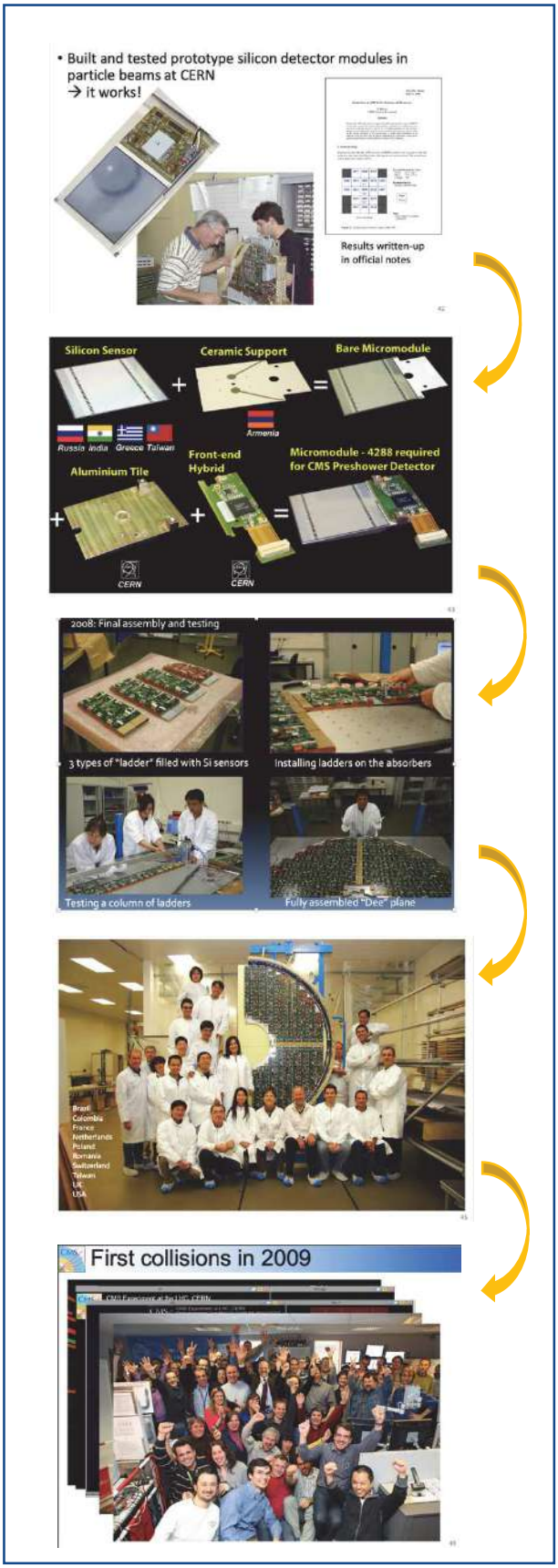
5. The emission of a photon from a lepton or a quark doesn't change the fermion:

ภาพสื่อประกอบการบรรยาย Feynman diagrams, Lagrangians and stuff part 2 โดย Frederik Van Der Veken

หลังเบรกเช้าเป็นการบรรยายเรื่อง **Introduction to CMS** โดย **David Barney** เริ่มต้นโดยการเกริ่นว่าสิ่งที่ CMS ทำก็เหมือนกับการเอาสิ่งของมาชนกันแล้วดูว่าจะเกิดอะไรขึ้น หลังจากนั้น Braney ก็แสดงรูปภาพการวาด CMS บนกระดานดำ ทำให้เห็นว่าที่จริงแล้ว การสอนเกี่ยวกับเครื่องตรวจวัดอนุภาคสามาระทำได้ด้วยวิธีง่าย ๆ

Barney เล่าให้ฟังว่าเริ่มเข้ามาทำงานที่ CERN ในปี 1994 โดยมีโปรเจคคือการสร้างส่วน Preshower ใน CMS detector เริ่มตั้งแต่การสร้าง prototype ของ detector

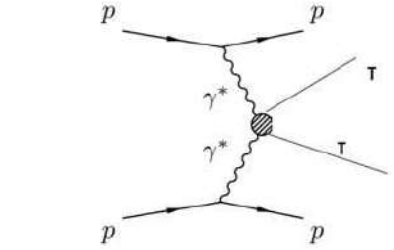
ภาพการบรรยาย Introduction to CMS โดย David Barney

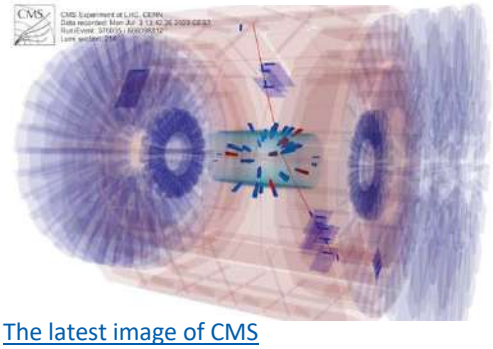


จนได้ prototype ของ silicon detector ในเวลา 3 ปี หลังจากนั้นจึงร่วมมือกันผลิตชิ้นส่วนร่วมกับนักวิทยาศาสตร์จากประเทศต่าง ๆ จนสามารถทดสอบและใช้ได้จริงในปี 2008 จนประกอบเข้า CMS และเริ่มทดลองให้มีการชนของอนุภาคครั้งแรกในปี 2009 รวมระยะเวลาถึง 15 ปี ทำให้ข้าพเจ้าพึงระลึกอีกครั้งว่าความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแต่ละครั้งต้องใช้เวลา ทรัพยากร และความมุ่งมั่นตั้งใจสูงมาก

นอกจากการชนกันของ Proton-Proton, Gluon-Gluon แล้ว LHC ยังพยายามนำอนุภาคอื่น ๆ มาชนกันอีก เช่น W,Z boson และ Photon-Photon การนำอนุภาคใหม่ ๆ มาชนกันไม่ใช่เรื่องง่าย แต่จะทำให้ได้ความรู้ใหม่ ๆ (New Physics) ดังนั้นการพัฒนาเครื่องเร่งอนุภาคและเครื่องตรวจวัดที่มีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญ เช่นเดียวกับการพัฒนาเยาวชนให้กลายเป็นนักวิจัยรุ่นใหม่ที่จะขับเคลื่อนความรู้ต่อไปในอนาคต

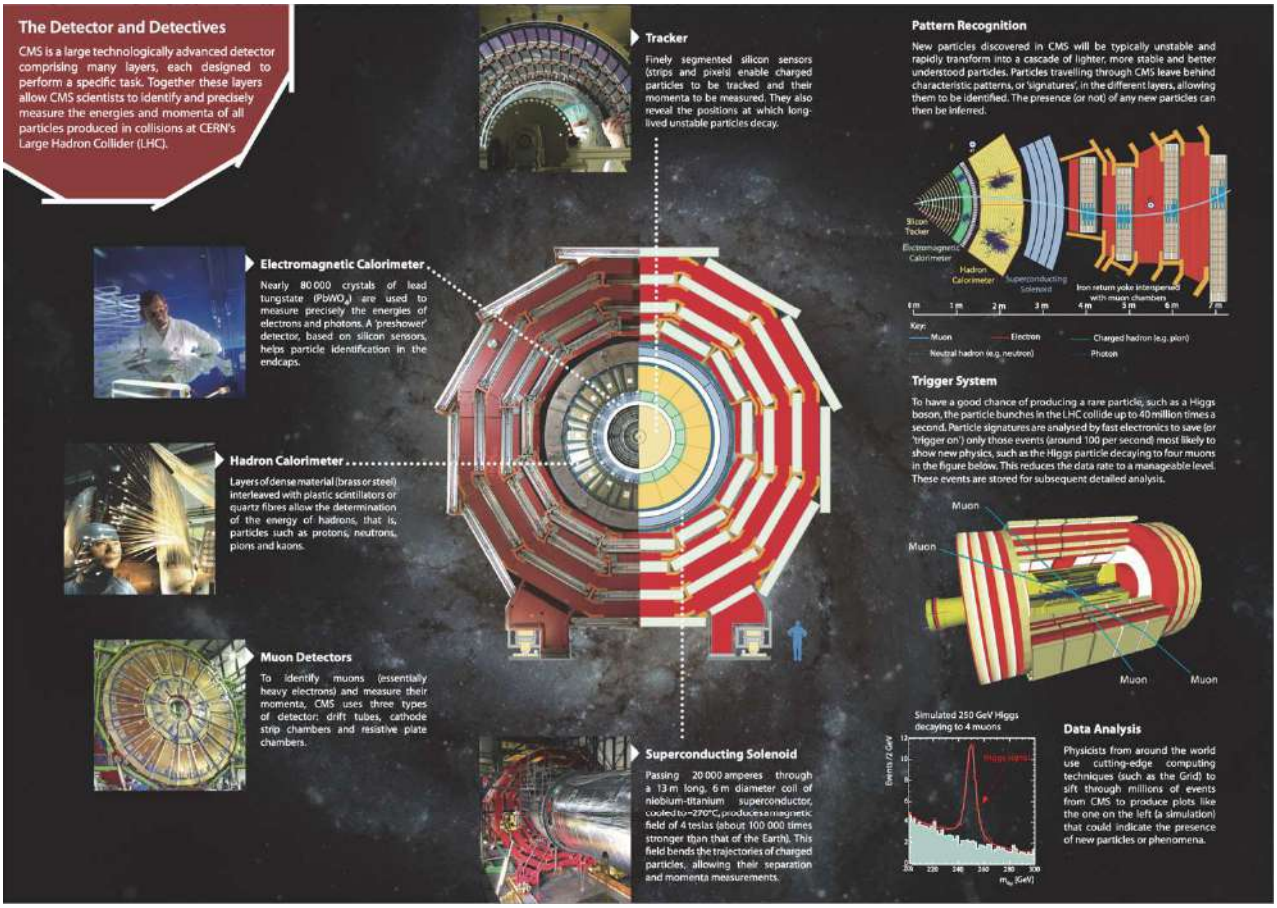
And it also collides photons!





The latest image of CMS

ภาพสื่อประกอบการบรรยาย Introduction to CMS โดย David Barney 1. การผลิต silicon detector 2. Feynman diagram แสดงการชนของโปรตอน 3. กราฟิกแสดงการทำงานของ CMS



ภาพโมเดลแสดงส่วนประกอบของ CMS Detector

CMS Service Cavern เป็นกิจกรรมที่พวกเรารอคอยกันมากที่สุด Jeff นัดพวกเราที่หน้าโรงแรม แล้วนั่งบัสไปยัง CMS ถ่ายรูปหน้าสถานีและรอเข้าเยี่ยมชม

ภาพการเดินทางไปยัง CMS Service Cavern

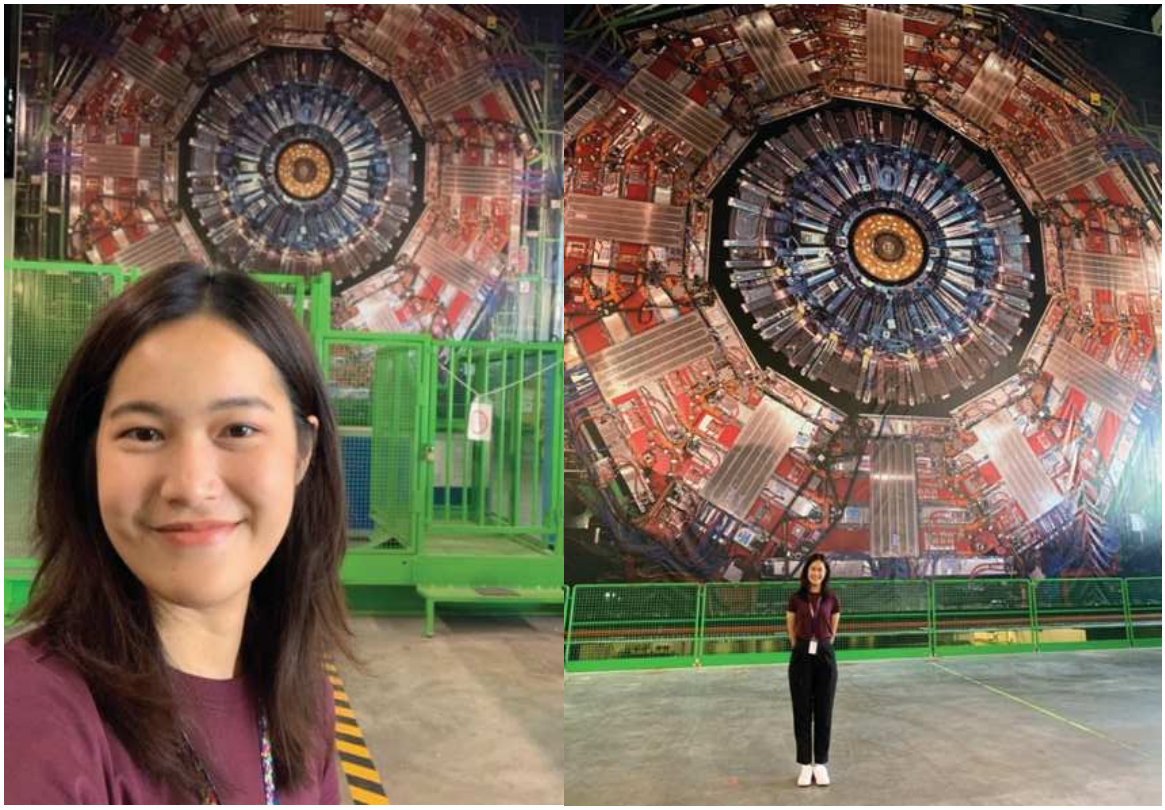
ภาพนิทรรศการและห้องควบคุมใน CMS Service Cavern

ด้านใน CMS service พวกเรานั่งรอกันในโถงต้อนรับ มีคณะวิศวกรของ CMS มาให้ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและรายการเยี่ยมชม พวกเราถูกแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละประมาณ 4 คน

ในวันนี้เป็นวันที่เปิดการทำงานของเครื่องตรวจวัดอนุภาค (Detector) ที่ใช้ตรวจจับอนุภาคหลังเกิดการชนกัน ทำงานทำให้พวกเราไม่สามารถเข้าไปเยี่ยมชมเครื่องจริงได้ ดังนั้นจึงได้ถ่ายรูปกับรูปจำลอง Detector ขนาดใหญ่เท่ารูปจริง และชมแผนผังการวิ่งของลำอนุภาค ตั้งแต่แหล่งกำเนิดไปถึงเครื่องตรวจวัด

หลังจากนั้นพวกเราเดินผ่านท่อนำส่งอนุภาค และผ่านไปยัง **CMS control room** โดยสามารถมองเห็นการทำงานของเจ้าหน้าที่ที่นั่น ที่สามารถมองการประมวลผลต่าง ๆ ผ่านทางหน้าจอได้ หลังจากนั้นพวกเราเดินไปสวมหมวกนิรภัยเตรียมตัวลงไปชมชั้นใต้ดิน ระหว่างรอลิฟต์ พวกเราได้ชมนิทรรศการรูปภาพของเครื่องจักรแต่ละส่วน รวมถึง**บุคลากร**ที่ทำงานที่ CMS และ**โมเดลแสดงการทำงาน**ของ CMS แต่ละส่วน หลังจากนั้นพวกเราจึงลงลิฟต์ไปยังชั้นล่างสุด สิ่งแรกที่เราเจอคือตู้สีฟ้าที่เป็นแหล่งพลังงานหล่อเลี้ยงสถานี โดยที่หน้าตู้จะมีสวิซท์เปิดปิด และปุ่มแจ้งเตือนภัยแยกเป็นส่วน ๆ ทำให้ง่ายต่อการควบคุม ระหว่างทางมีป้ายอุปกรณ์ป้องกันอยู่ตลอดทางเพื่อให้ผู้มาเยือนและพนักงานที่ทำงานที่นั้นมีความปลอดภัยสูงสุด ก่อนจะขึ้นมาด้านบน พวกเราได้เข้าชมส่วนนิทรรศการส่วนสุดท้าย โดยทาง CMS ได้จัดรูปจำลองท่อทางเดินอนุภาคสีน้ำเงินไว้ให้เราถ่ายภาพ

ภาพการเยี่ยมชม CMS Detector ที่ชั้นใต้ดิน



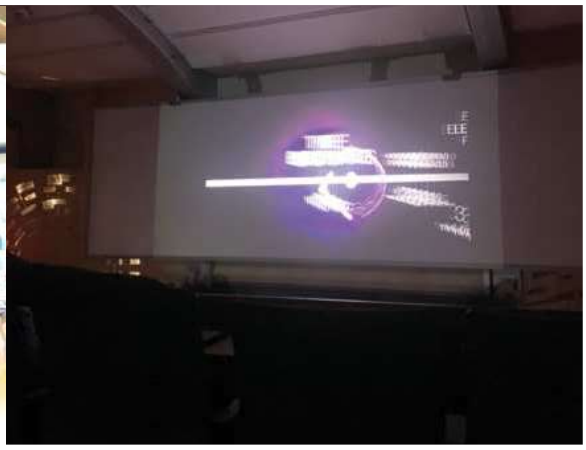
ภาพถ่ายข้าพเจ้าคู่กับโมเดล CMS Detector ขนาดจริง

นอกจากนี้วิศวกรยังให้พวกเราลองถือคลิปหนีบกระดาษที่นำมาต่อกันลักษณะคล้ายโซ่ ซึ่งสามารถสังเกตได้ว่า คลิปหนีบกระดาษนั้นเบี่ยงเบนไปทางผนังห้องที่มีป้ายเตือนสนามแม่เหล็ก เป็นการยืนยันว่ามีสนามแม่เหล็กจริง แต่วิศวกรรมได้ย้ำเราว่า ขนาดของสนามแม่เหล็กถูกกั้นด้วย ระบบป้องกัน (คอนกรีตหนา 5 เมตร) เรียบร้อยแล้วดังนั้นจึงไม่มากพอที่จะส่งผลกระทบอัตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน

ในการมาเยือน CMS ครั้งนี้ถึงแม้ว่าข้าพเจ้าจะมีความเสียดายที่ไม่ได้เห็นเครื่องตรวจวัดอนุภาคของจริง แต่ถือว่ายังโชคดีที่ได้ร่วมเดินกับเจ้าหน้าที่นำทางอย่างใกล้ชิด ทำให้ได้ถามข้อสงสัยหลายอย่างจนมีความกระจ่างมากขึ้น เช่น 1. LHC มีการรันระบบถี่มากแค่ไหน (มีการรันระบบเป็นช่วง ๆ โดย อ.นรพัทธ์ ได้ให้แหล่งข้อมูลเพิ่มเติมโดยสามารถเข้าดูการเดินเครื่องของ LHC ได้ผ่าน http://lhc-commissioning.web.cern.ch/schedule/LHC-long-term.htm) 2. ทำไมถึงเกิดอันตรายและข้อผิดพลาดในสถานี CMS น้อยมาก (เพราะในแต่ละสถานีที่มีเครื่องตรวจวัดอนุภาค เช่น ATLAS หรือ CMS จะมีระบบความปลอดภัยและเจ้าหน้าที่ที่ดูแลเป็นของตัวเอง ดังนั้นจึงสามารถตรวจสอบระบบการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ) เป็นต้น

ในตอนทานข้าวเย็นข้าพเจ้าพบน้องนิว (ภูริณัฐ เลิศนิมิตรธรรม) หนึ่งในนิสิตจากประเทศไทยที่มาฝึกงานที่เซิร์น จึงทักทายสอบถามความเป็นอยู่ และถามข้อมูลการเดินทางและรายละเอียดการเดินทางไปเยี่ยมชมมงบลังในช่วงวันหยุด จึงถือว่าเป็นความโชคดีที่เครือข่าย ครู นิสิต และนักวิจัยคนไทย ให้ความช่วยเหลือและดูแลกันเป็นอย่างดี

ในช่วงกลางคืน เป็นกิจกรรม **Movie Screening: Particle Fever** จัดขึ้นเวลา 10:00PM ที่ **Main Auditorium** ภาพยนตร์เรื่องนี้เป็นสารคดีเกี่ยวกับการรัน LHC ครั้งแรกของ CERN (มีเผยแพร่ใน YouTube) พวกเราสามารถเลือกที่นั่งได้ตามอัธยาศัย ข้าพเจ้าและเพื่อนเลือกที่นั่งที่ถ้าเทียบกับโรงหนัง ก็ถือว่าเป็นที่นั่งที่แพงที่สุด ซึ่งก็คือที่นั่งด้านบนสุด เมื่อปิดไฟแล้วการรับชมจึงได้อรรถรสเป็นอย่างมาก



ภาพข้าพเจ้าถ่ายคู่กับน้องนิว CERN Summer student
และภาพกิจกรรม Movie Screening: Particle Fever

DAY 7

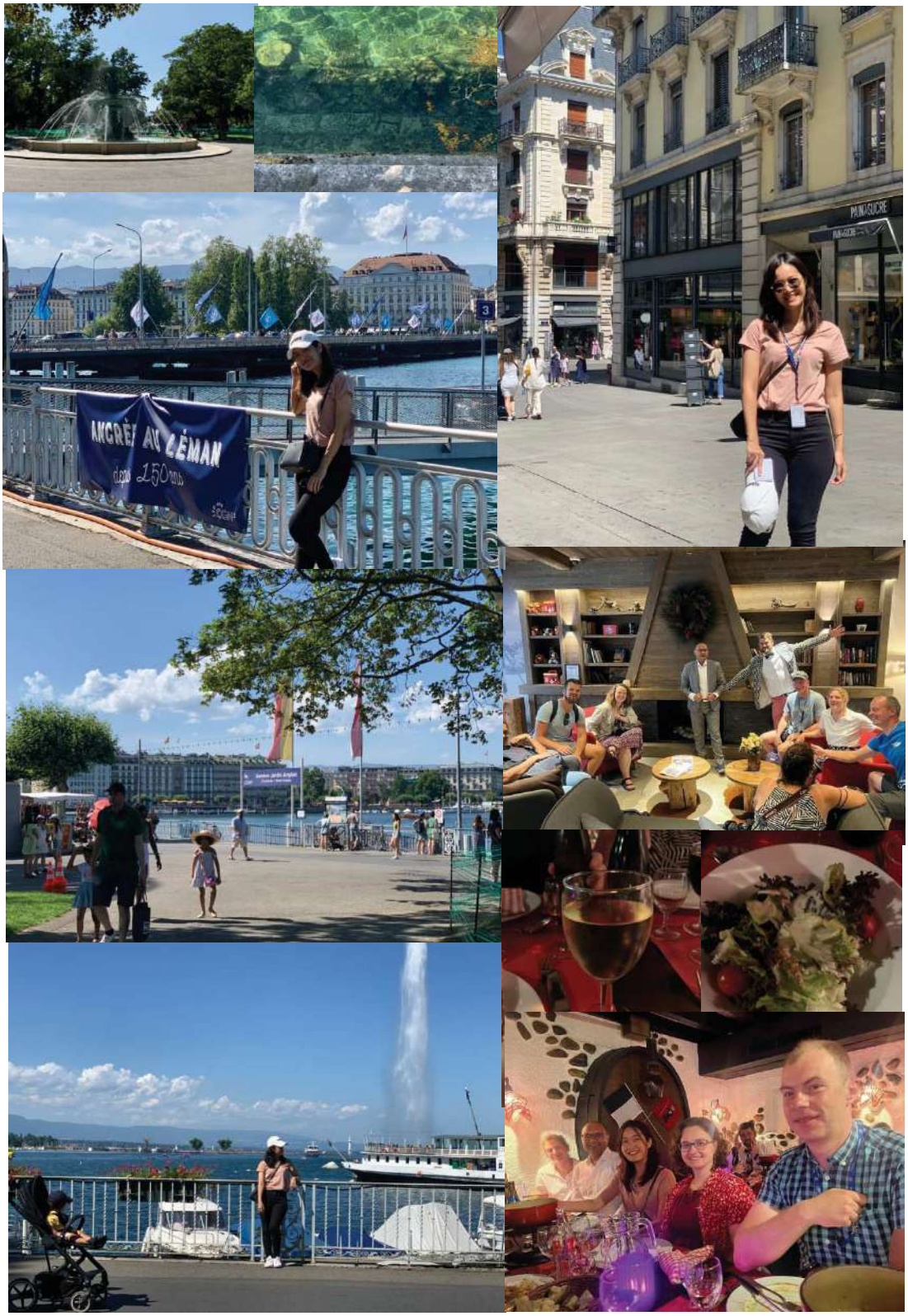
HOTEL EDELWEISS AND THE CHEESE FONDUE

Geneva Treasure Hunt, The Official Dinner

Sat 8th July 2023

ภาพกิจกรรม Geneva Treasure Hunt

วันนี้เป็นวันเสาร์ Jeff ได้ให้ภารกิจเรา คือ **Geneva Treasure Hunt** โดยในใบภารกิจจะมีคำใบ้ให้ไปที่สถานที่ต่าง ๆ และให้หาคำตอบแต่ละคำถามจากสถานที่นั้น โดยแต่ละที่จะเป็นสถานที่สำคัญในเมืองเจนีวา เช่น **อนุสาวรีย์ Jean-Jacques Rousseau** นักปรัชญาชาวเจนีวา, **มหาวิหาร Saint Pierre**, **Parc Des Bastions**, **Musee D'Art Et D'Histoirek**, **Mont Blanc Bridge**, **รูปปั้น A Jean Piaget**, **Reformation wall**, **Geneva Lake** เป็นต้น ในตอนเย็น พวกเรารวมตัวกันที่ **Hotel Edelweiss** เพื่อร่วมงาน **Official Dinner** ในมื้อนี้เราทาง white wine, salad และ **cheese fondue**. ซึ่งมีถิ่นทำเนิดที่สวิสเซอร์แลนด์ ในร้านอาหารมีการบรรเลงเพลงสดด้วยเครื่องดนตรีหลากชนิด เป็นที่น่าประทับใจเป็นอย่างมาก



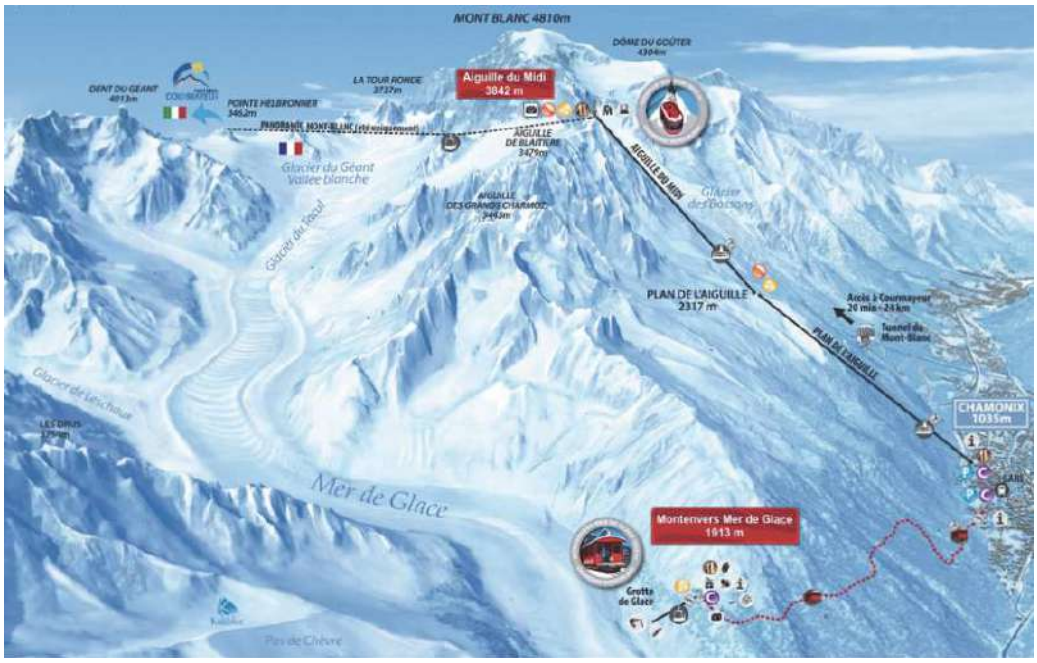
ภาพกิจกรรม Geneva Treasure Hunt และกิจกรรม The Official Dinner ที่ Hotel Edelweiss

DAY 8

MY SOUND HAVE CHANGED

Chamonix-Mont-Blanc, Aiguille du Midi, Pointe Helbronner

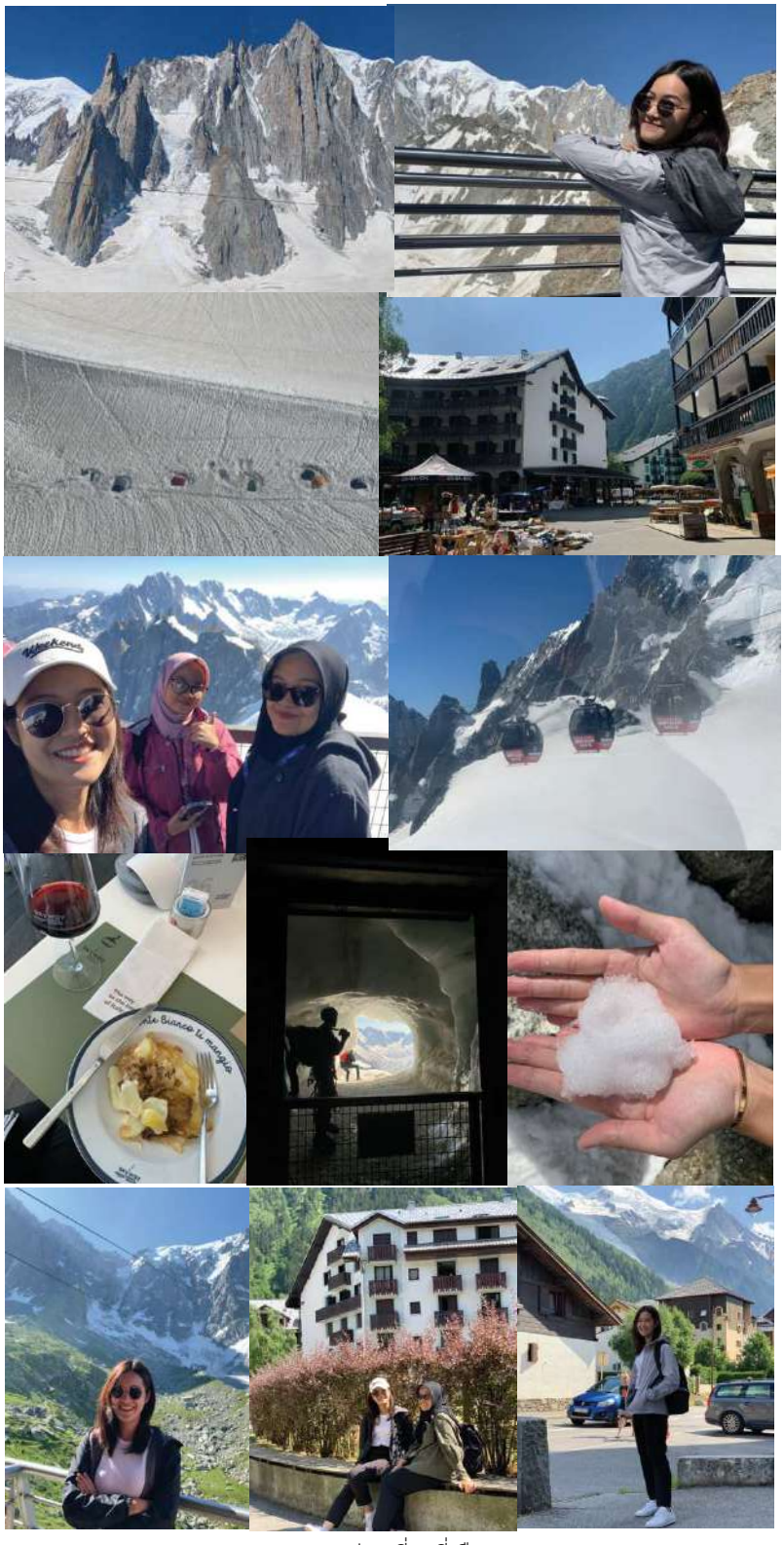
Sun 9th July 2023



ภาพแสดงแผนที่เส้นทาง Cable Car จากสถานีเมือง Chamonix

ในวันนี้ข้าพเจ้าและเพื่อนครู HST ได้นัดหมายและตัดสินใจไปสัมผัสหิมะกันที่เมือง **Chamonix** ฝั่งสาธารณรัฐฝรั่งเศส นัดกันที่หน้าโรงแรมตอน 6 AM พวกเรานั่งรถรางจาก CERN ไปลง Gare Cornavin ไปยังสถานี Flixbus ซึ่งพวกเราได้จองตั๋วรอบ 7:35 AM ล่วงหน้าจากแอพลิเคชัน Flixbus และไปถึง Chamonix ในเวลา 9 AM ที่นี่มีกิจกรรมให้เลือกทำมากมาย เช่น นั่งรถไฟชมรอบหมู่บ้าน ชมถ้ำน้ำแข็ง ปีนเขา เป็นต้น ข้าพเจ้าและเพื่อน ๆ อยากสัมผัสหิมะถึงได้เลือกนั่ง Cable car โดยเลือกเส้นทางที่ยาวที่สุดของที่นั่น คือเริ่มขึ้นจาก Chamonix 1035m ไปยัง **Aiguille du Midi** 3842m และไปสถานีสุดท้ายที่ **Pointe Helbronner** 3462m ตั้งอยู่ในเขตอิตาลี

ในวันนั้นเพื่อนชาวสเปนได้เตือนแล้วว่าถ้ามา Chamonix ให้เตรียมตัวมาอย่างดี โดยควรมีหมวก ครีมกันแดด แว่นกันแดด และเสื้อกันหนาวหนา ๆ ถึงทำให้ข้าพเจ้าอยู่ใน Cable car ในสถานี Chamonix-Mont-Blanc, Aiguille du Midi ได้แบบสบาย ๆ



ภาพบรรยากาศการท่องเที่ยวที่เมือง Chamonix

ระหว่างทางไป Pointe Helbronner เราเปลี่ยนเป็น Cable car ขนาดเล็กนั่งได้ 2-4 คน ระหว่างทางผ่าน**ภูเขาน้ำแข็งและธารน้ำแข็ง** (Glacier) ขนาดใหญ่ ได้เห็นลักษณะหิน และหิมะที่ทับถมกันเป็นชั้น ๆ บ้างก็มีร่องรอยของการถล่ม และยุบตัว ได้ชมทิวทัศน์ของ **Mont Blanc** ได้เห็นเต็นท์หลากสีของนักปีนเขากลางหิมะสีขาว เพื่อนของข้าพเจ้าจึงพูดว่า “So peaceful” ซึ่งทุกคนเห็นด้วยเป็นอย่างยิ่ง

พอถึง Helbronner อากาศที่นั่นค่อนข้างหนาว แต่ทิวทัศน์ที่ได้เห็นนั้นสวยเกินบรรยาย พวกเราตัดสินใจทานอาหารที่ร้านอาหารที่นั่นและชมบรรยากาศอยู่ประมาณ 2-3 ชั่วโมง ก่อนตัดสินใจกลับเพื่อให้ทันรอบรถบัสที่จองไว้

ระหว่างหากลับข้าพเจ้าได้เจอส่วนที่มีให้นักท่องเที่ยวไว้ฝึกใช้อุปกรณ์ปีนเขากับหิมะ ถึงทำให้ข้าพเจ้าได้มีโอกาสสัมผัส **“My first snow”** ถึงแม้ว่าสภาพอากาศของการเดินทางครั้งนี้จะทำให้ข้าพเจ้าเป็นหวัดและเสียงหายไปหลายวัน และมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างมาก แต่ก็ถือว่าคุ้มค่าเป็นอย่างมาก

DAY 9

SMALL BLOCK @ CERN

Computing at CERN, Data centre, Data analysis

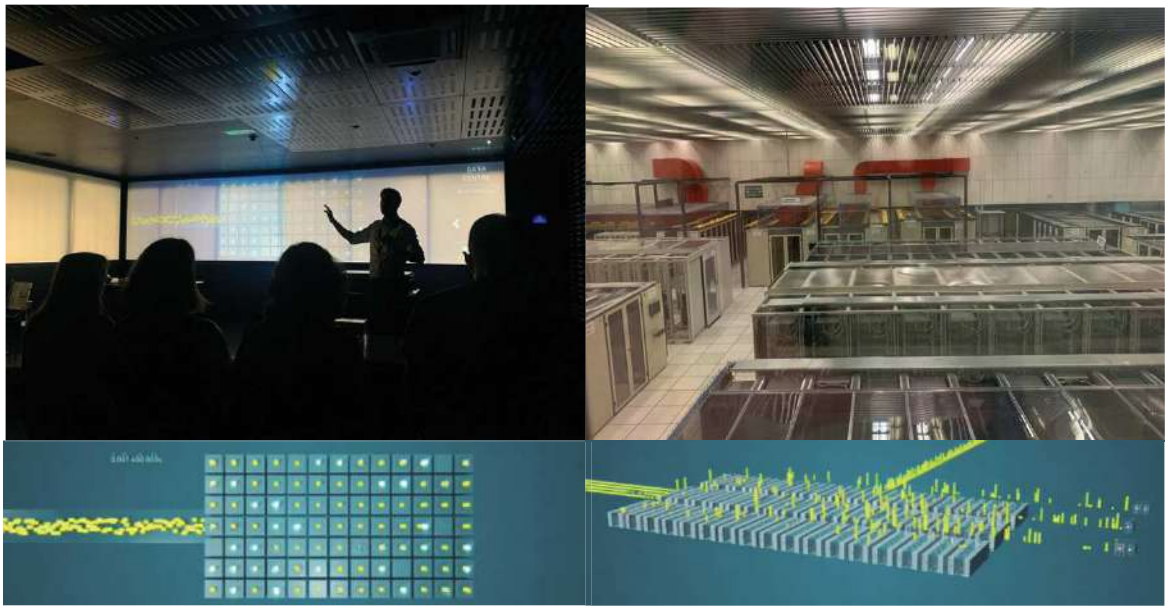
LEGO Detectors workshop

Meet&Greet with Dave&Sean

Mon 10th July 2023

ภาพการบรรยาย Computing at CERN
โดย Markus Joos

เช้าวันนี้เป็นการบรรยายหัวข้อ **Computing at CERN** โดย **Markus Joos** โดยการเริ่มต้นให้ความรู้เกี่ยวกับ Computer เบื้องต้น ทั้ง **Computing units, Data achiving (Hard disk, Magnetic tape), Network (eg. Glass fibre, WiFi, internet, WWW), Quantum Computers, Computing Languages** นอกจากนี้ Markus ยังยกตัวอย่างโครงการใหญ่ ๆ เกี่ยวกับ Computing เช่น **GEANT4** ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มที่ใช้จำลองการเดินทางของอนุภาคผ่านสสารต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากการพัฒนาร่วมกันระหว่าง CERN, Japan, USA, UK และประเทศอื่น ๆ เป็นแพลตฟอร์มแบบเปิดและใช้ได้ในระบบที่หลากหลาย โดยมี input เป็น Beam, Geometry&material ผ่าน Geant จะได้ผลลัพธ์พลังงานหรือขนาดของสิ่งที่ต้องการ หรือตัวอย่างที่สอง คือ **Indico** แพลตฟอร์มหลักที่ HST ใช้ในการจัดการอบรมหรือการประชุมต่าง ๆ เป็นแบบ open source เช่นกัน พัฒนาโดยใช้ภาษา Python และ Java-script เรียกได้ว่าเป็นการบรรยายเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ที่ได้ความรู้แน่นและเปิดโลกวิศวคอมพิวเตอร์อย่างแท้จริง สุดท้าย Markus ยังแนะนำด้วยว่า หากสนใจเกี่ยวกับ Coding สามารถศึกษาได้จาก Code.org, www.python.org, www.arduino.cc ได้เลย



ภาพนิทรรศการแสดงการรับส่งข้อมูลใน CERN

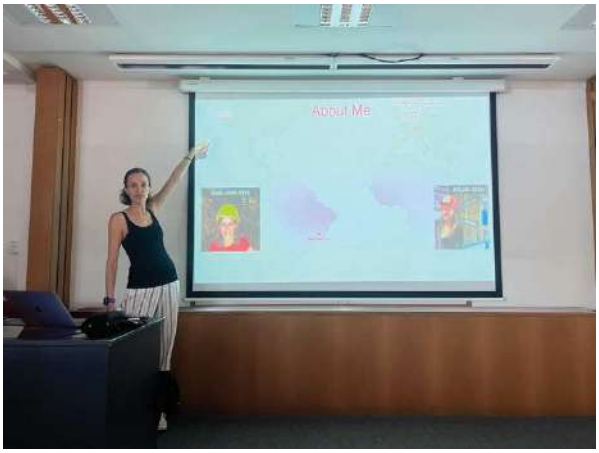
Session ที่สองเป็นการเข้า**เยี่ยมชม CERN Data Center** ซึ่งจะมีวิดีโอแสดงการเก็บข้อมูลของแต่ละการทดลอง และบรรยายโดย Jeff โดยในทุกสถานทีจะส่งข้อมูลมารวมที่ CERN data center ทำการคัดลอกข้อมูล แบ่งเข้าเก็บถาวร และแบ่งเข้าลงระบบให้กับผู้ใช้งานได้ใช้งานกัน ซึ่งในห้องแสดงนิทรรศการจะสามารถมองผ่านไปเห็นตู้เก็บข้อมูลได้เลย

กิจกรรม LEGO Detectors Workshop นำโดย **Julia Woithe** โดยให้จับคู่และร่วมกันประกอบโมเดล **LEGO** ของเครื่อง LHC ซึ่งประกอบด้วย เครื่องตรวจวัดอนุภาค 4 ชนิด ได้แก่ ALICE, ATLAS, CMS และ LHCb ซึ่งเชื่อมต่อกันด้วยท่อนำส่งอนุภาคสีน้ำเงิน ซึ่งการต่อจะเป็นการนำเลโก้ที่มีสีและรูปร่างต่างกันแทนส่วนประกอบแค่ละส่วนของเครื่องเร่งและเครื่องตรวจวัดอนุภาคมาประกอบกันทีละชิ้น

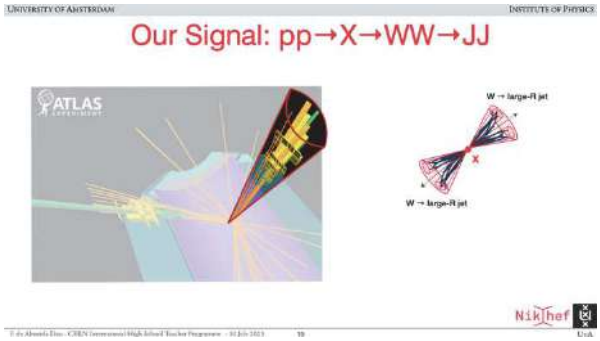
ภาพแสดงการต่อ LEGO ของเครื่อง CMS

ทำให้เข้าใจการสร้างและส่วนประกอบของ Detector แต่ละชนิดมากขึ้น อย่างไรก็ตาม Julia บอกว่าโมเดลนี้ไม่มีแจก ถ้าอยากให้นักเรียนได้ลองเล่น Detector คุณครูอาจต้องสั่งซื้อผ่านเว็บไซต์ของ LEGO โดยตรง ข้าพเจ้าและเพื่อน ๆ จึงผิดหวังเล็กน้อยเหมือนว่าเป็นเด็กที่อยากได้ของเล่น

ภาพชุด LEGO ของ LHC และผู้ร่วมกิจกรรม LEGO Detectors Workshop



ภาพการเปิดการบรรยาย Data Analysis in Particle Physics โดย Flavia De Almeida Dias



ภาพแสดง Jets จากการชนกันของโปรตอน

ภาพสมาชิก HST2023 ร่วมกับ Flavia

Data Analysis in Particle Physics โดย **Flavia De Almeida Dias** เป็นนักวิจัยที่ทำงานอยู่ที่ ATLAS

Flavia อธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์ผลการวิจัย ดังนี้ 1. Define process of interest 2. Simulate how it would look like in the detector 3. Select events of interest 4. Estimate number of background events 5. Estimate uncertainties 6. Plot observable of interest 7. Perform statistical analysis to extract parameter of interest 8. Peer-review โดย Flavia ได้ยกตัวอย่างผ่านกระบวนการชนกันของ **pp (proton-proton) -> X (unknown particle) -> WW (W bosons)-> JJ (Jets of many particle)** ถือเป็นการอธิบายที่ละเอียดมาก ๆ และทำให้ทราบว่ากว่าเราจะได้ผลที่แม่นยำนั้นต้องผ่านหลายขั้น

ก่อนที่จะหมดวันเป็น **Social event** จาก **Dave & Sean จาก Perimeter** โดย Dave & Sean เลี้ยงแมกนั่มพวกเราคนละแท่งและชวนคุยเกี่ยวกับผลกระทบของ COVID-19 และการจัดการเรียนการสอน ซึ่งคุณครูได้ผลัดกันแสดงความคิดเห็นและแนวทางการแก้ปัญหาที่เคยเจอร่วมกัน

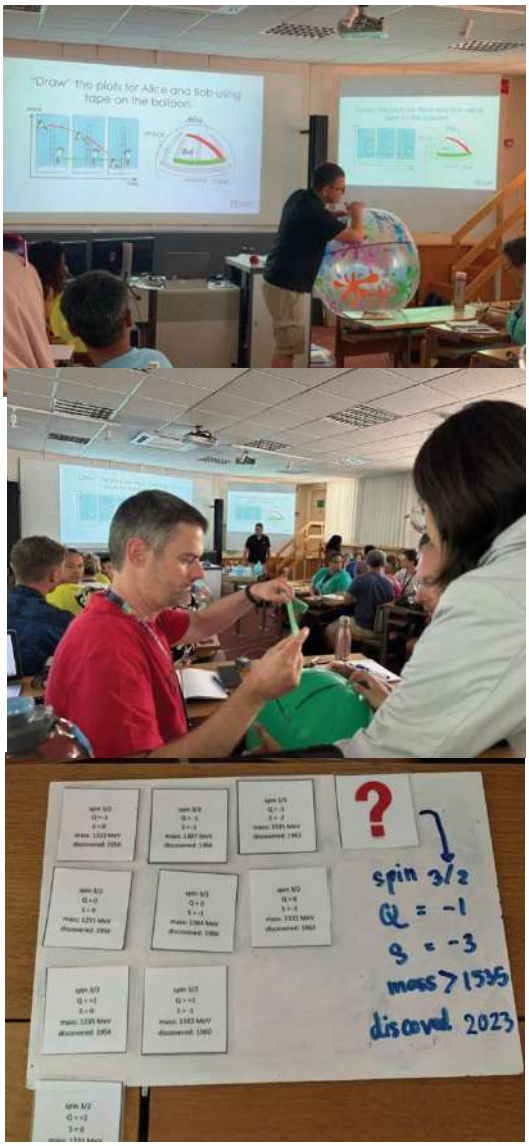
DAY 10

DAVE & SEAN

Perimeter Institute workshop

Gift Swapping Game

Tues 11th July 2023



ภาพแสดงกิจกรรมการเรียนรู้ของ Perimeter Institute

1.-2. เป็น กิจกรรมเกี่ยวกับ Curved Spacetime

3. กิจกรรม Particle Prediction

ในวันนี้เป็นกิจกรรม **Perimeter Institute Workshop** ที่ตึก 593/R-010 – Salle 11 นำโดย **Dave Fish and Sean Jackson** กิจกรรมในวันนี้จะเน้น Hands-on activities โดยแบ่งออกเป็นหัวข้อย่อย 3 หัวข้อหลัก สรุปคร่าว ๆ ดังนี้

1. Process of Science and Curved Spacetime โดยเริ่มจากกิจกรรม Black Box ให้นักเรียนทำนายหน้าของลูกเต๋าที่หายไป หลังจากนั้นเป็นกิจกรรม Particle Prediction (Finding Pattern) โดยการให้จัดเรียงตารางอนุภาคตาม spin, charge, strangeness, mass, date พาร์ทที่สอง Dave and Sean อธิบายโมเดลของแรงโน้มถ่วงแบบต่าง ๆ เช่น Newton มองว่าแรงโน้มถ่างเป็นแรงโดยใช้การอธิบายการงอของ Bungee Cord ส่วนไอสไตน์มองว่าเป็น Acceleration model ในตอนแรก และเปลี่ยนเป็นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการโค้งงอของปริภูมิเวลา (Spacetime is curved) จากผลของ time dilation (Gravitational Redshift) อธิบายผ่านการใช้ลูกบอลชายหาด และกระดาษแสดงวงโคจรของดาวพุธ

ภาพแสดงกิจกรรมการเรียนรู้ของ Perimeter Institute

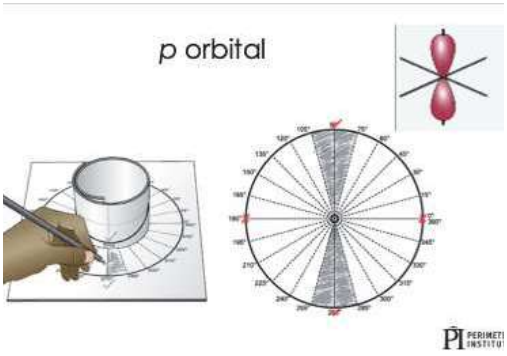
1.-3. เป็น กิจกรรม Climate Change

3. กิจกรรม The Nature of Electron

2. Climate Change เริ่มจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณ CO_2 ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โลกร้อนขึ้น ระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์ โดย Dave and Sean สาธิตการสอนโดยใช้เทคนิค POE (Predict-Observe-Explain) 2.1 การแตกของลูกโป่งเปล่าและลูกโป่งใส่น้ำ (อธิบายการที่โลกปกคลุมด้วยน้ำ 70% ดูดซับความร้อนจากดวงอาทิตย์) 2.2 การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำของหลอดน้ำในขวดหลังให้ความร้อน (การขยายตัวของน้ำที่ได้รับความร้อนทำให้ปริมาณน้ำเพิ่ม) 2.3 การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำในโหลที่ใส่น้ำแข็งโดยเปรียบเทียบระหว่างน้ำแข็งในน้ำ (sea ice – ice berg) และน้ำแข็งบนก้อนหิน (land ice - glacier) (การละลายของน้ำแข็งบนพื้นโลกส่งผลต่อระดับน้ำมากกว่าน้ำแข็งในมหาสมุทร) หลังจากการทดลองแต่ละตอนจะมีการแสดงสถิติหรือกราฟที่เป็นข้อมูลจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมนั้นเสมอเพื่อแสดงหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ และสร้างความตระหนักรู้เกี่ยวกับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

3. The Nature of the Electron

- The Challenge of Quantum Reality เริ่มจากกิจกรรม Black-box (pulling several string in the pipe) หลังจากนั้นจึงอธิบายลักษณะของอิเล็กตรอน โดยมีการมองว่าอิเล็กตรอนประพฤติตัวได้ 2 ลักษณะ คือ 3.1 classical particle ผ่านการทดลองการตกของทรายสีผ่านช่องสลิต 2 ช่อง 3.2 classical wave การแทรกสอดของคลื่นผ่านสลิต 2 ช่อง



ภาพแสดงสื่อการสอนเกี่ยวกับ
Shape of Electron Orbital

ในปัจจุบันจึงมีการมองอิเล็กตรอนว่ามีคุณสมบัติของทั้งอนุภาคและคลื่นสลับกันขึ้นอยู่กับแต่ละสถานการณ์ของการทดลอง (Wave-Particle Duality) โดยมีการใช้คุณสมบัติทวิภาคของคลื่น-อนุภาคกับอนุภาคอื่น ๆ เช่น นิวตรอน โปรตอน อะตอม แสง เป็นต้น นอกจากนี้ในท้ายสไลด์ยังมีการให้แนวทางการจำลองออบิทัลชนิดต่าง ๆ โดยใช้ลักษณะกราฟคลื่นที่สอดคล้องกับออบิทัลชนิดนั้น ๆ

ช่วงเย็น เป็นกิจกรรม **International Gift Swapping Game** จัดขึ้นที่บริเวณลานข้างโรงอาหาร ที่งานจะมีเครื่องดื่มและขนมที่เพื่อนจากประเทศต่าง ๆ นำมาแบ่งปันกัน หลังจากกล่าวเปิดครู แต่ละประเทศจะมีการจับสลากมอบของขวัญต่อกัน ข้าพเจ้าได้รับของขวัญจาก Janice ครูจาก USA โดยได้รับแก้วกาแฟลายวิวสะพาน San Francisco ส่วนข้าพเจ้าได้มอบกางเกงช้างและกางเกงมัดย้อมให้ Sarah M. เพื่อนครูจากออสเตรีย โดยในวันถัดไปซาร่าได้ใส่กางเกงมาทานข้าวที่โรงอาหารอีกด้วย

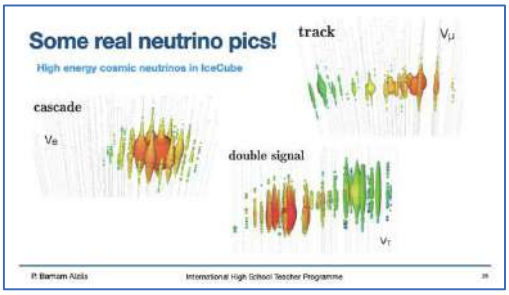
ภาพกิจกรรม International Gift Swapping Game

DAY 11

THE GHOST PARTICLE

Neutrino Physics, Antimatter Factory

Wed 12th July 2023



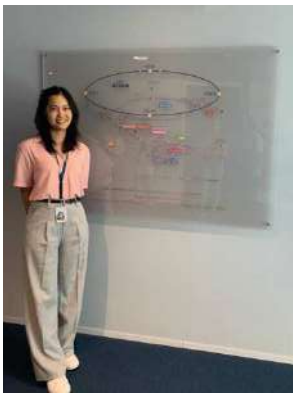
Introduction to Neutrino Physics by Pablo Samuel Barham Alzas นักวิจัยที่ CERN เริ่มจากการค้นพบนิวทริโนจากการสลายตัวของรังสีเบต้า โดยนิวทริโนบางครั้งถูกเรียกว่า Ghost particle เนื่องจากมีมวลน้อยและมีความสามารถในการทะลุทะลวงสูง

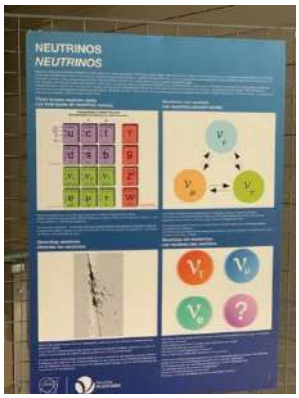
“There are 3 Flavors of neutrinos: electron, muon, and tau” อนุภาคทั้ง 3 ชนิดนี้สามารถเกิด Oscillation คือเมื่อมีการเคลื่อนที่ผ่านสถานที่ต่าง ๆ จะมีการเปลี่ยนจากชนิดหนึ่งไปเป็นอีกชนิดหนึ่งได้ โดยนิวทริโนที่ได้จากดวงอาทิตย์จะเป็นชนิด Electron neutrino

ในปัจจุบันมีการศึกษาเกี่ยวกับนิวทริโนอยู่ทั่วโลก เช่น **IceCube** (South Pole) ศึกษาเกี่ยวกับนิวทริโนจากรังสีคอสมิกที่ขั้วโลกใต้ **DUNE** (The Deep Underground Neutrino Experiment) เป็นการศึกษาการเดินทางของนิวทริโนใต้พื้นพิภพ โดยมีสถานีปล่อยนิวทริโนอยู่ที่ Fermilab

ภาพการบรรยาย Introduction to Neutrino Physics by Pablo Samuel Barham Alzas

ภาพหมู่ที่ Neutrino Platfrom

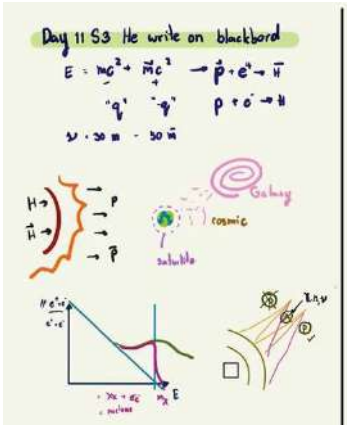




ภาพบรรยากาศ Cite visit ที่ CERN Control Center and Neutrino Platform

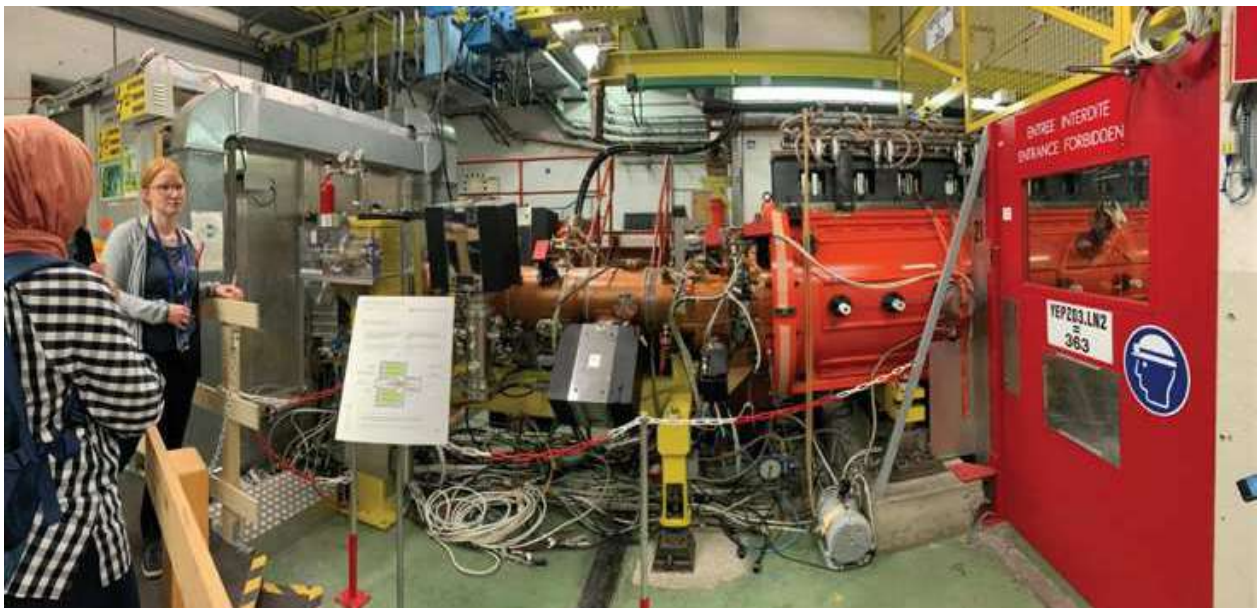
และด้านรับอนุภาคที่ Sanford โดยหลัก ๆ จะศึกษาเกี่ยวกับ Neutrino oscillations, Beyond the SM, Neutrino detection from core-collapse supernovae เป็นต้น และตัวอย่างสุดท้ายคือ **ProtoDUNEs** (The CERN Neutrino Platform) โดยมีจุดประสงค์หลักคือการสร้างและทดสอบเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยด้านนิวทริโน เช่น การสร้าง The Time-of-Flight detector (ToF now in Japan) ICARUS (now at Fermilab)

หลังเบรกพวกเราได้ไป **Cite visit ที่ CERN Control Center and Neutrino Platform** โดยได้เดินสำรวจดู DUNE ของจริง เห็นถึงการจัดวางเครื่องมือ ระบบความปลอดภัย และการแบ่งตำแหน่งวางอุปกรณ์ต่าง ๆ



ภาพการบรรยายเรื่อง Antimatter โดย Michael Doser

ภาคบ่ายเป็นการบรรยายเรื่อง **Antimatter** โดย **Michael Doser** นักฟิสิกส์ที่เชี่ยวชาญด้านปฏิอนุภาคของ CERN Michael บรรยายโดยใช้เทคนิค Chalk and talk ซึ่งถือว่าเป็นการสอนฟิสิกส์โดยใช้กระดานดำที่น่าประทับใจมาก เพราะเป็นการเล่าเรื่องอย่างเป็นสเตปและให้ทุกคนค่อย ๆ ทำความเข้าใจคอนเซปไปพร้อม ๆ กัน โดยเริ่มบรรยายจากสมมุติฐานที่ว่าสสารทุกชนิดจะมีคู่ปฏิสสารด้วยเสมอ เช่น ดวงอาทิตย์ประกอบด้วย hydrogen และ anti-hydrogen และหากมี proton จะมี anti-proton โดย antimatter จะมีคุณสมบัติทุกอย่างเหมือนกับ matter แต่จะมีประจุไฟฟ้าตรงข้ามกัน หากสองอย่างนี้เกิดปฏิกิริยากันจะให้พลังงานมหาศาลหรือที่เรียกว่า Anniliation ในโลกของเราส่วนมากจะพบแค่ matter แต่ไม่ค่อยพบ anti-matter แต่ในปัจจุบันมีการค้นพบปฏิสสารบางตัวแล้ว เช่น anti-electron (positron) anti-hydrogen เป็นต้น



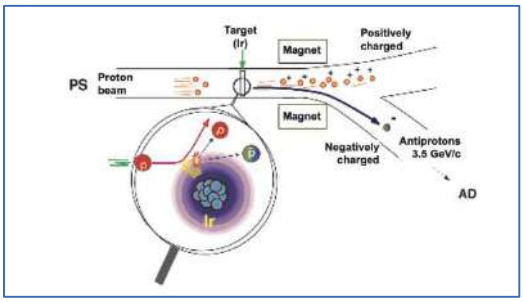
ภาพ Anja กำลังอธิบายหลักการทำงานของแหล่งกำเนิดโปรตอน

Low Energy Ion Ring (LEIR) by **Anja Kranjc Horvat**, ชิ้นส่วนของ LEIR ถูกดัดแปลงมาจาก Low Enery Antiproton Ring (LEAR) โดย LEIR เป็นเครื่องเร่งอนุภาคที่ใช้เร่งไอออนพลังงานสูง โดยรับไอออนตะกั่วจากเครื่อง Linear accelerator (LINAC3) ก่อนส่งไปยังเครื่อง Proton Synchrotron (PS) ก่อนที่จะนำไอออนที่ได้ไปใช้ในเครื่อง Large Hadron Collider (LHC) และ Super Proton Synchrotron (SPS)

นอกจาก LEIR Anja ยังพาพวกเรามาดูเครื่อง **LINAC2** ของจริงแบบใกล้ชิด ทำให้เห็นส่วนประกอบต่าง ๆ รวมถึงแหล่งกำหนดโปรตอนจากแก๊สไฮโดรเจนอีกด้วย

AD Antimatter Factory โดย **Milena Vujanovic** ประกอบไปด้วยส่วนวิจัยเล็ก ๆ หลายส่วน เช่น ALPHA ศึกษา Hydrogen/AntiHydrogen มีผลงานโดดเด่นคือสามารถคงสภาพ antiprotons ได้เป็นเวลา 16 นาที, ASACUSA ศึกษาโครงสร้าง Hydrogen/AntiHydrogen โดยมีผลงานหลัก ๆ คือ หามวลของ Antiproton ได้, AEGIS และ GBAR ศึกษาผลของแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทบกับ antimatter เป็นต้น

Antimatter ที่พบได้ในธรรมชาติได้แก่ โพซิตรอนจากการ disintegration ของ K-40 ในร่างกายมนุษย์ และจาก K ในกล้วย ในปัจจุบันได้มีการนำ หลักการของปฏิอนุภาคมาใช้ในเครื่อง PET (Positron Emission Tomography)



ภาพแสดงการแยก Antiproton จากลำแสง Proton

ภาพกิจกรรม Cite Visiting ที่ Antimatter Factory

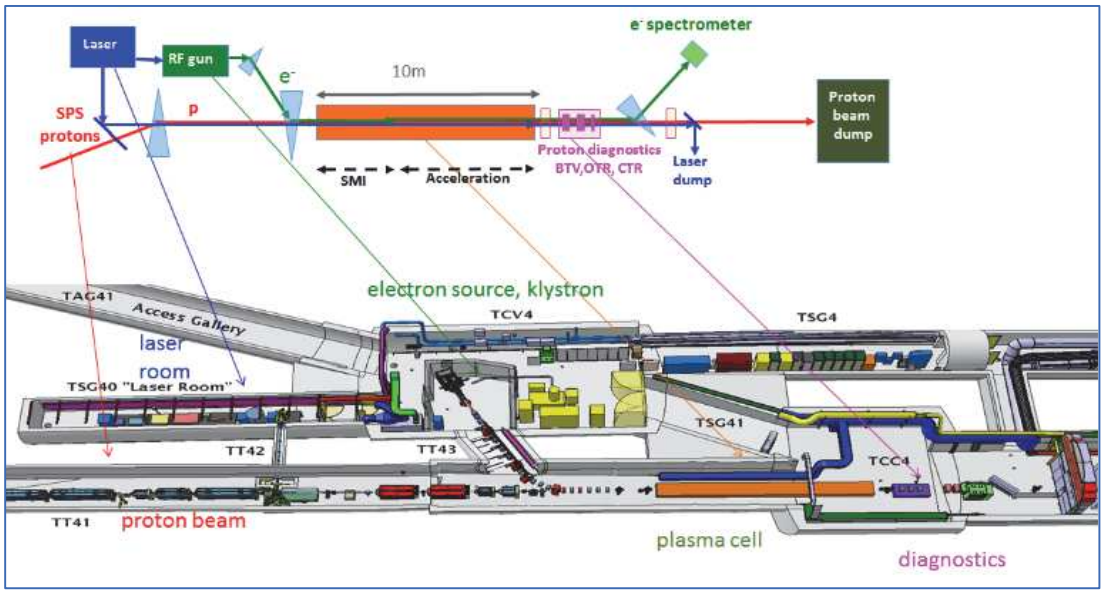
DAY 12

IN THE FUTURE...

Future Accelerators, Final Questions & Final Answers

Study Group

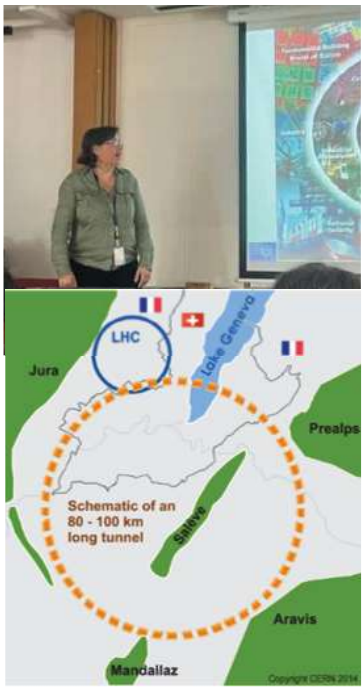
Thu 13th July 2023



ภาพแสดงแผนผังการทำงานของ Plasma Wakefield Acceleration

Plasma Wakefield Acceleration AWAKE Experiment at CERN โดย **Marlene Turner**, AWAKE ย่อมาจาก Advanced Proton Driven Plasma Wakefield Acceleration Experiment มีวัตถุประสงค์หลักคือการศึกษาการใช้พลาสมาเพื่อเร่งอนุภาคให้มีพลังงานสูงภายใต้ระยะทางที่สั้น

โดยหลักการคร่าว ๆ ของกลุ่มวิจัยนี้คือต้องใช้ 1. Plasma (vapor source + laser) 2. Proton bunch (wakefield driver) 3. Electron bunch (witness – to be accelerated) นอกจากมีอุปกรณ์ในการสร้าง wakefield แล้วในตอนตรวจวัดยังต้องมีอุปกรณ์จำเพาะที่เหมาะสมด้วยเช่น Screens, Streak camera, Electron spectrometer เพื่อตรวจดูลักษณะของลำแสงและพลังงานในขั้นตอนต่าง ๆ ตัวอย่าง งานวิจัยของ AWAKE เช่น ศึกษาเกี่ยวกับ proton, photon, partons, Leptoquark เป็นต้น



ภาพการบรรยาย Future Particle Accelerators โดย Isabel Bejar

ภาพกิจกรรม Final Questions & Final Answers โดย Pippa

หลังเบรกเช้าเป็นการบรรยายเกี่ยวกับ **Future Particle Accelerators** โดย **Isabel Bejar Alonso**: Isabel เริ่มจากการเล่าประโยชน์ของเครื่องเร่งอนุภาคในแง่มุมต่าง ๆ หลังจากนั้นได้พูดถึงข้อจำกัดของ LHC และแนวทางในงานวิจัยในอนาคต ทั้งโปรเจคใหม่ การปรับปรุงระบบเร่งอนุภาคที่มีอยู่เดิมให้ดีมากขึ้น และการสร้างเครื่อง The Future Circular Collider (FCC) ซึ่งเป็นการเติมเต็มข้อจำกัดของเครื่อง LHC

กิจกรรม **Final Questions & Final Answers** โดย **Pippa Wells** โดยเป็นการเปิดโอกาสให้ครูถามได้ในทุกประเด็นที่เกี่ยวข้องกับ CERN ทั้งในแง่ของการวิจัย การบริหารจัดการงบประมาณ การขยายผลเกี่ยวกับการศึกษาในโรงเรียน เป็นต้น Pippa ตอบได้ดีในเกือบทุกคำถามทำให้บรรยากาศการบรรยายครั้งสุดท้ายเป็นไปด้วยความราบรื่นและสามารถไขข้อสงสัยในเรื่องต่าง ๆ ของครูผู้เข้าร่วมได้เป็นอย่างดี

ในช่วงหลังเบรกบ่ายเป็นการเข้า **Study Group รอบสุดท้าย** รอบนี้พวกเราตั้งใจระดมไอเดียในการทำนำเสนอและสรุปรายงานของกลุ่ม หลังจากแบ่งพาร์ทกันรับผิดชอบ พวกเรายังคงนั่งทำงานร่วมกันและช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมเพื่อให้การนำเสนอเป็นไปด้วยความราบรื่น น่าสนใจ และเป็นประโยชน์กับผู้ฟังมากที่สุด

กลุ่มของข้าพเจ้าเป็นกลุ่มที่ทุกคนตั้งใจการทำงาน และมีประสบการณ์สูง จึงถือว่าเป็นโอกาสอันดีของข้าพเจ้าที่ได้เรียนรู้การสอนฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ในแง่มุมต่าง ๆ จากเพื่อนร่วมกลุ่ม ในทางกลับกัน ข้าพเจ้าก็ได้แชร์ประสบการณ์สอนของข้าพเจ้าให้เพื่อน ๆ ฟังเช่นกัน ทำให้เรามองเห็นจุดเชื่อมต่อระหว่างวิชาฟิสิกส์และเคมีใน เนื้อหา Particle physics ได้เป็นอย่างดี

ภาพกิจกรรม Study Group รอบสุดท้ายก่อนนำเสนอ

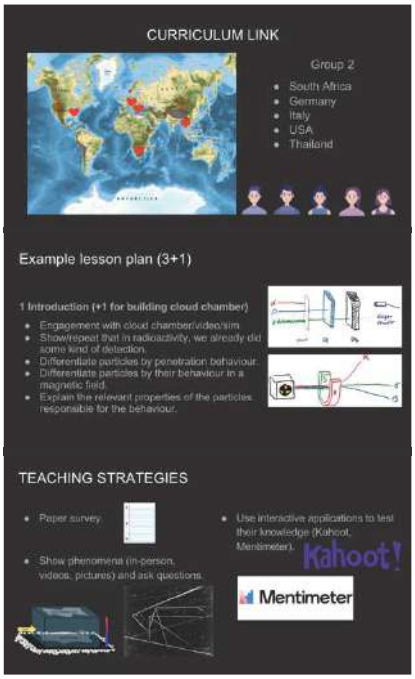
DAY 13

THE MOST IMPRESSIVE DAY

Study Group Presentation, Farewell Dinner

Fri 14th July 2023

ภาพการนำเสนอของ Group2 ข้าพเจ้าได้นำเสนอในส่วนของ Curriculum link และ Pre knowledge



ภาพแสดงสื่อนำเสนอของ Group2

Highlight - “ข้าพเจ้าและเพื่อนได้นำเสนอ **Topic 2 : Particle Detector** จาก Daniela แนะนำการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยกิจกรรม Cloud Chamber, วัดพื้นฐานความรู้ด้วย Mentimeter *หลังจากนั้นข้าพเจ้านำเสนอด้านการวิเคราะห์ความรู้พื้นฐาน และการเชื่อมโยงหลักสูตร ซึ่งเห็นได้ชัดว่านักเรียนจะได้เรียนความรู้พื้นฐานเกือบทั้งหมดในชั้นม. 4-5 ดังนั้นหากจะบรรจุเรื่องนี้ไว้ในหลักสูตรควรบรรจุในชั้น ม. 6* ต่อด้วย Don อธิบาย learning outcome, misconception, และ challenge ต่อด้วย Falk อธิบายหลักการฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง เริ่มจากธาตุกัมมันตรังสี แม่เหล็ก ไฟฟ้า เป็นต้น และสุดท้ายปิดด้วยการวัดความรู้นักเรียนด้วยกิจกรรม LEGO detector และ ระบุเส้นทางของอนุภาคใน CMS Detector “

ภาพบรรยากาศการนำเสนอของ Study Group กลุ่มต่าง ๆ

9:00-12:30 เป็นการนำเสนอของคุณครูแต่ละกลุ่ม โดยแบ่งหัวข้อดังนี้

1. Particle Accelerators
2. Particle Detectors
3. Engineering at CERN
4. Medical Applications of Particle Physics
5. Theoretical Physics & Higgs Physics
6. Computing & Data Analysis
7. Neutrino Physics
8. Antimatter Research
9. Future Accelerators

บรรยากาศของการนำเสนอเต็มไปด้วยความสดใสโล่งใจ (คนที่นำเสนอแล้ว) และตื่นเต้น (คนที่ยังไม่ได้นำเสนอ) พวกเราตั้งใจฟังและผลัดกันให้กำลังใจเพื่อนกลุ่มอื่นอยู่ตลอด การนำเสนอส่วนใหญ่จะเน้นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและสนุก เพื่อให้นักเรียนมีความตั้งใจในการเรียนตามที่เจฟต้องการ

ข้าพเจ้าประทับใจการนำเสนออยู่หลายกลุ่ม เช่น กลุ่ม Accelerator มีการนำ GIF มาใช้ค่อนข้างมาก ทำให้เห็น Process การเปลี่ยนแปลงชัดเจน และยังมีการแสดงบทบาทสมมุติของเครื่องเร่งอนุภาคอีกด้วย กลุ่ม Engineering มีการแสดงบทบาทสมมุติถึงการทำงานของวิศวกรที่เซิร์น กลุ่ม Future Accelerator และ Medical Application มีการเปรียบเทียบ กับภาพยนตร์และการ์ตูนที่เป็นที่นิยม กลุ่ม Neutrino Physics มีการเต้นประกอบเพลงเปิดการสอน กลุ่ม Theoretical & Higgs Physics มีการเตือนให้อย่าลืมมี Empathy ตอนสอนเพราะเนื้อหาเหล่านี้เป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างหนักสำหรับเด็ก ๆ

หลังจากที่ทุกกลุ่มนำเสนอเสร็จ ภายบ่ายพวกเรามาร่วมพิธีปิดกันที่ตึก 13/2-005 โดยพวกเราแอบเซอร์ไพรส์ Jeff & Milena โดยกายเขียนกระดาษอวยพรให้ทั้งสอง เพื่อเป็นการให้กำลังใจและขอบคุณที่ดูแลพวกเราเป็นอย่างดี หลังจากนั้น เป็นการมอบ **Certificate and Goodie bag** ซึ่งด้านในเป็นของที่ระลึกของ CERN เช่น โปสการ์ด โปสเตอร์ สมุดบันทึก แบตเตอรี่สำรอง สารคดี Higgs Boson เป็นต้น ข้าพเจ้าประทับใจมากและเก็บแต่ละอย่างไว้ในที่ต่าง ๆ แยกกัน เช่น ห้องนอน โต๊ะทำงาน เพื่อให้สามารถระลึกถึง CERN และแรงบันดาลใจในการเป็นครูจากการร่วมกิจกรรมครั้งนี้

ตอนเย็นเป็น **Farewell Dinner** โดยทางโครงการได้เลี้ยงอาหารที่ทำจากเชฟชาวฝรั่งเศสอีกรอบ หลังจากจบงานเลี้ยง พวกเราได้นั่งพูดคุยและดื่มเครื่องดื่มเย็น ๆ ที่เพื่อนครูนำมาจากประเทศต่าง ๆ กันที่โรงอาหาร พวกเราแลกเปลี่ยนความประทับใจ แลกช่องทางติดต่อ และบอกลากัน เป็นบรรยากาศที่เต็มไปด้วยหลายความรู้สึกยิ่งนัก ทั้งภูมิใจในตนเอง ดีใจที่ได้พูดคุยกับเพื่อน และแอบใจหายที่ต้องจากเพื่อนครูและสถานที่นี้ไปแล้ว แต่อย่างที่ Jeff ได้กล่าวไว้ก่อนหน้าว่า เรายังอาจได้เจอกันใหม่ในโอกาสหน้า จึงได้กล่าวคำว่า **À bientôt** – See you soon แทน Good bye ข้าพเจ้าก็หวังอย่างนั้นเช่นกัน

ภาพกิจกรรม Certificate and Goodie bag และ Farewell Dinner

DAY 14 - 15

TIME TO SAY GOODBYE

Sat 15th July 2023 and Sun 16th July 2023

ภาพบรรยากาศที่ CERN วันสุดท้าย

ข้าพเจ้ามีไฟล์ทบินในตอนบ่ายวันที่ 16 ดังนั้นในวันที่ 15 ข้าพเจ้าและเพื่อนจึงได้พากันไปเดินเล่นในเมืองเจนีวาอีกรอบ รอบนี้ข้าพเจ้าได้นั่งแช่ขาใน Lake Geneva อยู่นาน และได้เดินชมเมืองแบบชิล ๆ กับเพื่อน ทานอาหารและซื้อของฝาก พอกลับมาที่เซิร์นข้าพเจ้าและเพื่อนครูที่ยังอยู่ที่ CERN ได้ทานอาหารร่วมกัน และผลัดกันส่งเพื่อนกลับประเทศตนเอง

ตอนสายวันที่ 16 ข้าพเจ้าเดินทางไปสนามบินเจนีวาพร้อมกับ Milisav เพื่อนจากประเทศ Montenegro การเดินทางเป็นไปอย่างราบรื่น ข้าพเจ้าเดินทางกลับโดยสวัสดิภาพพร้อมกับความรู้ใหม่ ๆ และความประทับใจ สิ่งแรกที่อยู่ในใจข้าพเจ้าคือ**ต้องกลับมาทบทวนเนื้อหาอีกมาก เพื่อให้สามารถนำไปถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียนและเพื่อนครูได้ต่อไป**

การพัฒนาสื่อการเรียนการสอน

จากการเข้าร่วมกิจกรรมข้าพเจ้าได้รวบรวมสื่อการสอนที่สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอน ดังนี้

สื่อการสอนจาก CERN

1. เว็บไซต์ CERN: https://home.cern/
2. Indigo CERN HST 2023: https://indico.cern.ch/e/HST2023

สื่อการสอนจาก S^{J}Cool LAB

1. เว็บไซต์ S^{J}Cool LAB: https://scoollab.web.cern.ch/
2. Classroom Activities: https://scoollab.web.cern.ch/classroom-activities
    a. DIY Cloud Chamber: https://scoollab.web.cern.ch/cloud-chamber
    b. Quark Puzzle: https://scoollab.web.cern.ch/quark-puzzle
    c. Dark Matter Jelly Lenses: https://scoollab.web.cern.ch/darkmatter-jelly
    d. Particle Identities: https://scoollab.web.cern.ch/particle-identities
    e. Particle Physics Board Game: https://scoollab.web.cern.ch/particle-physics-games
    f. Digital PET Learning Module: https://digital-learning-modules.web.cern.ch/pet-digital-learning-module

สื่อการสอนจาก Perimeter

1. เว็บไซต์ Perimeter Institute: https://perimeterinstitute.ca/
2. Quantum to Cosmos: https://quantumtocosmos.ca/#/landing
3. Classroom Simulations: https://perimeterinstitute.ca/classroom-simulations
4. Lesson Compilation: https://resources.perimeterinstitute.ca/collections/lesson-compilations
5. Individual Lessons: https://resources.perimeterinstitute.ca/collections/individual-lessons
6. Posters: https://resources.perimeterinstitute.ca/collections/posters

ข้าพเจ้าจะนำสื่อการสอนเหล่านี้มาปรับให้เข้ากับบริบทของโรงเรียน ทดลองใช้ และเผยแพร่ให้กับเพื่อนครูต่อไป

การขยายผลโครงการ

การเข้าร่วม CERN High School Teacher ถือเป็นอีกหนึ่งโอกาสสำคัญในการไปเรียนรู้การสอนเกี่ยวกับเซิร์นและฟิสิกส์อนุภาค ดังนั้น ข้าพเจ้าจึงตั้งใจที่จะเผยแพร่ความรู้ให้นักเรียน และเพื่อนครูให้ได้ประโยชน์ที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ โดยมีแนวทางการขยายผลดังนี้

1. เผยแพร่ประสบการณ์และเชิญชวนผู้สนใจสมัครเข้าร่วมโครงการผ่านสื่อโซเชียลมีเดียส่วนตัว
2. เผยแพร่ประสบการณ์และเชิญชวนผู้สนใจสมัครเข้าร่วมโครงการผ่านวารสารแก้วเจียระนัย วารสารของโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี
3. รวบรวมและสรุปองค์ความรู้และสื่อการสอนเกี่ยวกับฟิสิกส์อนุภาค
4. ส่งต่อและแลกเปลี่ยนความรู้รวมถึงการใช้สื่อการสอนกับครูฟิสิกส์ที่โรงเรียน
5. เปิดชุมนุม Fun with CERN, quark, and particle physics
6. เผยแพร่สื่อและประสบการณ์สอนผ่านเว็บไซต์ Inskru
7. เผยแพร่สื่อและประสบการณ์สอนผ่านการเขียนบทความในวารสารวิชาการของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
8. เผยแพร่ประสบการณ์เข้าร่วม CERN HST องค์ความรู้ และการใช้สื่อการสอนในโอกาสอื่นต่าง ๆ

ความคืบหน้าของการขยายผลเป็นดังนี้

1. ดำเนินการแล้วในข้อที่ 1.
2. กำลังอยู่ระหว่างการดำเนินการในข้อที่ 2. 3. 4. 5.
3. จะดำเนินการต่อไปในอนาคตในข้อที่ 6. 7. 8.

ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการขยายผลโครงการของข้าพเจ้าจะเป็นประโยชน์แก่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องต่าง ๆ บ้างไม่มากก็น้อย

เกี่ยวกับผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นางสาวพัชรพร บุญกิตติ

ชื่อเล่น เอ

วัน เดือน ปี เกิด 14 สิงหาคม 2538

การศึกษา

1. โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี
2. วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี มหาวิทยาลัยมหิดล
3. ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4. Master of Education (STEM), Curtin University

ประวัติการรับทุน

ทุนสนับสนุนการเรียนการสอนเต็มจำนวนภายใต้ความร่วมมือระหว่างโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์และโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย

ทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค) รุ่น 6 ประเภท Premium

ทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค) รุ่น 6 ประเภท Super Premium

ที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี

ผลงานตีพิมพ์

Anion identification using silsesquioxane cages. ในวารสาร chemical science (ได้รับเลือกเป็นหน้าปกวารสาร)

การจัดการเรียนรู้แบบสอดแทรกผนวกกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานภายใต้กรอบแนวคิดสะเต็มเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณในเนื้อหาเรื่อง กรด-เบส กับวารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น TCI ฐาน1 (ได้รับเลือกเป็นหน้าปกวารสาร)

รางวัลที่ได้รับ

ได้รับรางวัล science learning design ระดับเหรียญทองในโครงการวิทย์ยายุทธ จัดโดย InsKru ร่วมกับสภาการศึกษา ในหัวข้อ “Tie Dye Envi Friendly: มัดย้อมหลากสีเคมีจากธรรมชาติ”

CERN

โครงการความร่วมมือไทยเซิร์น
THAI-CERN

CERN

ไทยเซิร์น
Siam Photon
สดทช
NSTDA
NARIT
PMU-B