

รายงานการเข้าร่วมโครงการครูสอนฟิสิกส์ภาคฤดูร้อน

The International Teacher Weeks Programme 2019

ระหว่างวันที่ 4 - 17 สิงหาคม 2562

ณ เซิร์น กรุงเจนีวา สมาพันธรัฐสวิส

นายจตุพร พันตรี

โรงเรียนมหิตลวิทยานุสรณ์

จังหวัดนครปฐม



Author's note

การเดินทางของผู้เขียนในครั้งนี้จะเกิดขึ้นไม่ได้ถ้าไม่ได้รับความช่วยเหลือและความกรุณาจากบุคคลจำนวนมาก เริ่มตั้งแต่ ดร.สมพร บัวประทุม หัวหน้าสาขาวิชาฟิสิกส์ โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ (องค์การมหาชน) ที่สนับสนุนในทุกโอกาสการเรียนรู้ที่เข้ามา รวมไปถึงการแนะนำให้ผู้เขียนสมัครเข้ารับการคัดเลือกเข้าร่วมโครงการนี้

ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ (องค์การมหาชน) รศ. ดร.วิวัฒน์ เรืองเลิศปัญญากุล ที่สนับสนุนให้บุคลากรได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ที่ให้โอกาสและสนับสนุนตั้งแต่การคัดเลือก การเตรียมตัวก่อนเดินทาง ในระหว่างเดินทางไปอบรม และหลังเดินทางกลับจากการอบรม

ขอขอบคุณองค์การวิจัยนิวเคลียร์ยุโรปหรือเซิร์น (CERN) ที่มอบโอกาสในการเรียนรู้และประสบการณ์ที่จะจดจำไปชั่วชีวิต

ที่สำคัญที่สุดขอขอบคุณโครงการความร่วมมือไทย-เซิร์น ภายใต้พระราชดำริสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ที่มอบโอกาสให้ครูฟิสิกส์ไทยได้พัฒนาตนเองในองค์การวิจัยระดับแนวหน้าของโลก เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์และแรงบันดาลใจให้กับตนเองเพื่อที่จะนำกลับมาถ่ายทอดให้กับนักเรียน เพื่อนครูและสังคม

ผู้เขียนขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ครูสาขาวิชาฟิสิกส์ โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ (องค์การมหาชน) ที่รับอาสาดูแลนักเรียนแทนผู้เขียนในระหว่างเดินทางไปอบรมที่สมาพันธ์รัฐสวิส

ขอขอบคุณเพื่อนใหม่แห่ง International Teacher Weeks 2019 (ITW 2019) กับมิตรภาพได้ก่อตัวขึ้นอย่างสมบูรณ์

ขอขอบคุณครูบาอาจารย์ พ่อแม่ ที่สนับสนุนในทุกการเดินทางบนโลกและเชื่อมั่นในตัวผู้เขียนเสมอมา ท้ายที่สุดขอขอบคุณเด็กนักเรียนทุก ๆ คนที่สร้างแรงบันดาลใจ คอยเติมเชื้อไฟแห่งชีวิตให้กับผู้เขียนเสมอ คุณค่าและความหมายในการดำรงอยู่ของผู้เขียนคือการได้อยู่ และได้สนุกกับการเรียนรู้ไปด้วยกันกับพวกเขา

ศาลายา, นครปฐม

กันยายน 2562

Preface

เซิร์น คือเมกะแห่งวงการฟิสิกส์อนุภาคและเครื่องเร่งอนุภาค นี่คือการปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ที่มีมูลค่าสูงสุดบนพื้นโลก ผู้คนนับหมื่นและรัฐบาลกว่าร้อยประเทศมีส่วนร่วมต่อการศึกษาวิจัยที่นี่เพื่อร่วมกันแสวงหาคำตอบที่ยังไม่ได้คิดว่าจะมีมูลค่าทางเศรษฐกิจเท่าไร แต่เหนือสิ่งอื่นใดเพื่อตอบคำถามเชิงปรัชญาของมนุษย์ จักรวาลมาจากไหน จักรวาลคืออะไร และจักรวาลกำลังจะพาเราไปไหนกัน

ในฐานะนักเรียนฟิสิกส์ ที่นี่คือสถานที่อันดับต้นๆ ในโลกที่อยากไปเยือน การได้รับโอกาสเข้าไปใช้ชีวิต ได้เรียนรู้ กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่เซิร์น กำลังทำอยู่นั้น ถือเป็นช่วงเวลาล้ำค่าที่สร้างประสบการณ์สร้างแรงบันดาลใจ กระตุ้นต่อมอยากรู้อยากเห็น และลุ่มหลงต่อการแสวงหาคำตอบของจักรวาล นี่คือการบันทึกตลอดการเดินทางเข้าร่วมฝึกอบรมในโครงการ International Teacher Weeks 2019 ของข้าพเจ้าตลอดสองสัปดาห์เต็ม ทั้งเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ ทักษะที่ได้ฝึก การทดลอง และการเยี่ยมชมสถานีวิจัย เป็นประสบการณ์ที่ไม่อยากเก็บเอาไว้กับคนเดียวหรือเพียงถ่ายทอดให้กับนักเรียนของข้าพเจ้าเองเท่านั้น แต่อยากถ่ายทอดให้กับผู้อื่นให้มากที่สุดเช่นกัน นอกจากความตื่นตาตื่นใจที่ได้สัมผัสกับการทดลองระดับรากฐานแล้ว เซิร์นยังแฝงไปด้วยแนวคิดและปรัชญาที่เชื่อในมนุษยภาพที่อยากแลกเปลี่ยนและเล่าสู่กันฟัง

ความสงสัยของมนุษย์นั้นมีไม่จำกัด และเราได้ผลักดันตนเองไปสู่ขอบจักรวาลเพื่อแสวงหาคำตอบที่เราสงสัยกันเสมอมาตลอดสายธารแห่งอารยธรรมมนุษย์เซิร์น สะท้อนศักยภาพของมนุษย์อย่างแจ่มชัดในการทำทายความสามารถของตน ตั้งคำถาม ทดลอง สืบเสาะ แสวงหา เพื่อให้ได้คำตอบถึงเบื้องหลังการเกิดขึ้นของสรรพสิ่งซึ่งมนุษย์ให้ความหมายว่าเป็นผลงานของพระเป็นเจ้า Fritjof Capra กล่าวไว้ว่า หลายพันปีก่อนศิลปินในอินเดียสร้างรูปหล่อสำริดอันวิจิตรของศิวนาฏราชเพื่ออธิบายกำเนิดและการดำเนินไปของจักรวาล ในยุคสมัยของเรา นักฟิสิกส์ใช้เทคโนโลยีและองค์ความรู้ที่ก้าวหน้าที่สุดของอารยธรรมเพื่ออธิบายกำเนิดและการดำเนินไปของจักรวาลเช่นเดียวกัน ข้าพเจ้าคิดว่าเซิร์น ยังคงสานต่อภารกิจของบรรพบุรุษของเราอย่างเคร่งครัด และสะท้อนความไม่ยอมจำนนต่อข้อจำกัดในการเรียนรู้จักรวาลของมนุษย์

นายจตุพร พันตรี

Contents

<i>Author's note</i>	<i>I</i>
<i>Preface</i>	<i>II</i>
<i>Contents</i>	<i>III</i>
<i>Day 0 – The Journey</i>	<i>1</i>
<i>Day 1 – Prelude</i>	<i>4</i>
<i>Day 2 – What is Particle Physics?</i>	<i>9</i>
<i>Day 3 – Particle (Physics, Physics) Education</i>	<i>21</i>
<i>Day 4 – Particle Accelerators</i>	<i>33</i>
<i>Day 5 – Particle Detectors</i>	<i>36</i>
<i>Day 6 – The Particle Heaven's Underworld</i>	<i>41</i>
<i>Day 7 – Fellowship of the ‘Fondue’</i>	<i>48</i>
<i>Day 8 – From the Hit to the Bit</i>	<i>52</i>
<i>Day 9 – Physics for Fun</i>	<i>57</i>
<i>Day 10 – Antimatter</i>	<i>62</i>
<i>Day 11 – Future Accelerators</i>	<i>67</i>
<i>Day 12 – The Focus Shows</i>	<i>70</i>
<i>Day 13 – Epilogue</i>	<i>75</i>
<i>Essential Guidelines</i>	<i>78</i>
<i>About Author</i>	<i>81</i>

Day 0

2 – 3 August 2019

--The Journey--

ข้าพเจ้าออกเดินทางจากประเทศไทยในคืนวันศุกร์ที่ 2 สิงหาคม 2562 โดยเที่ยวบินที่ EY401 ของสายการบิน Etihad Airways โดยเปลี่ยนเครื่องที่เมืองอาบูดาบี สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์และเดินทางต่อด้วยเที่ยวบินที่ EY51 ไปยังเมืองเจนีวา สมาพันธรัฐสวิส

หลังจากการเดินทางกว่า 14 ชั่วโมง ข้าพเจ้าเดินทางถึงท่าอากาศยานนานาชาติเจนีวา ในเช้าวันเสาร์ที่ 3 สิงหาคม 2562 โดยวางแผนในตอนแรกว่าจะเดินทางไปที่เซิร์นด้วยตนเอง อย่างไรก็ตาม ธนัท นักศึกษาจากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่เดินทางมาร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อน ภายใต้โครงการความร่วมมือไทย-เซิร์น เช่นเดียวกัน อาสามารับที่สนามบิน



The Globe of Science and Innovation, CERN

พิธีการแรกเมื่อเดินทางมาถึงเซิร์น คือ การรับป้ายชื่อผู้เข้าร่วมโครงการอบรมจากเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย ที่ป้อมหน้าประตู B ซึ่งเป็นประตูเข้า-ออกหลักของผู้มาเยือนทุกคน หลังจากนั้นจึงเดินเท้าต่อไปยังที่พัก ณ โรงแรมภายในเซิร์นเองโดยใช้เวลาไม่นาน ตลอดเส้นทางเดินที่ธนัทนำไป ข้าพเจ้าพบว่าตึกส่วนใหญ่ในเซิร์นนั้นไม่ได้ดูทันสมัยมากนัก คิดว่าส่วนใหญ่น่าจะถูกสร้างมาตั้งแต่ 10 – 20 ปีแรกของการก่อตั้งลักษณะสถาปัตยกรรมจึงดูละม้ายคล้ายคลึงกับตึกเรียนในมหาวิทยาลัยของประเทศไทย ที่ถูกสร้างขึ้นมาตั้งแต่ยุคครูบาอาจารย์ยังเป็นนักเรียนนั่นเอง

แม้ี่นี่คือครั้งที่ 3 แล้วของการเดินทางมาเยือนเซิร์นของข้าพเจ้า แต่ก็ยังอดขบขันไม่ได้ว่าที่นี่คงเต็มไปด้วยคนที่จริงจังและหลงใหลกับการแสวงหาความจริงของจักรวาลจากการทดลองทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง

ตึกอาคารทั้งหลายจึงถูกให้ความสำคัญเฉพาะประโยชน์ใช้สอยที่ตรงต่อการสนับสนุนงานอันเป็นลมหายใจของที่นี่เท่านั้น ตึกใหม่สวยงามทันสมัย จึงดูจะเป็นการลงทุนที่ไม่คุ้มค่าเอาเสียเลยสำหรับผู้ที่ได้เดินทางมาถึงเป็นครั้งแรกและคาดหวังที่จะเห็นตึกวิจัยสวยงามทันสมัยสมฐานะการเป็นศูนย์วิจัยทางฟิสิกส์ที่ใหญ่ที่สุดในโลกที่ทำงานวิจัยระดับรากฐาน เพื่อตอบคำถามพื้นฐานที่สุดของการกำเนิดจักรวาลคงจะผิดหวังไม่น้อย



ถนนหนทางและตึกภายใน CERN

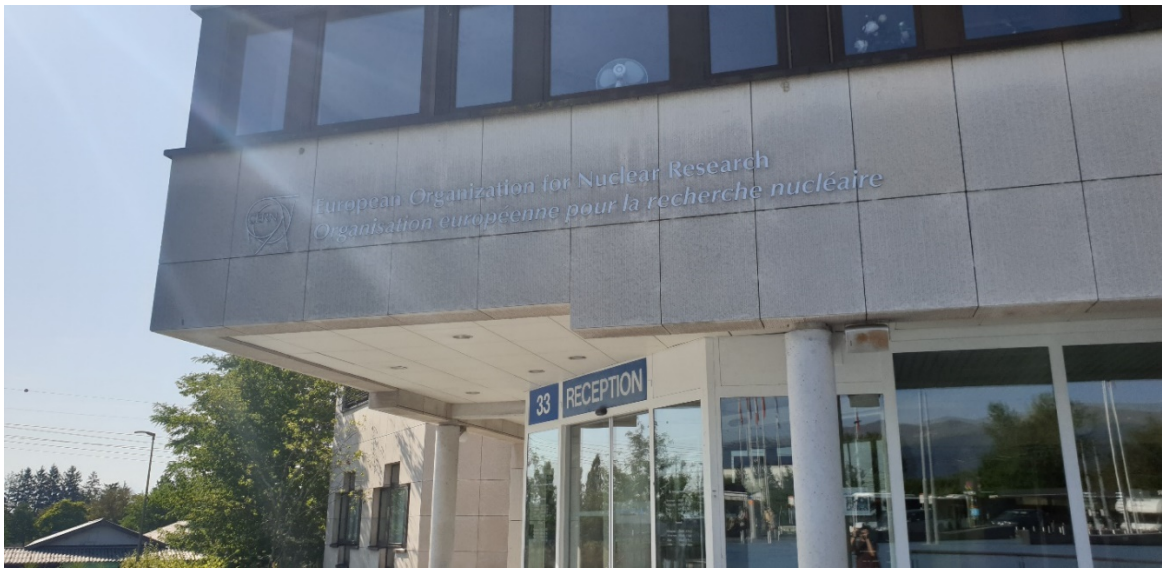


ภาพบรรยากาศภายในเซิร์น

Day 1

04 August 2019

--Prelude--



ตึก 33 อาคาร Reception
ที่ต้อนรับผู้มาเยือนหลายแสนคน
ในแต่ละปี

ตามโปรแกรมการอบรม รายการแรกจะเกิดขึ้นในเวลา 17.00 น. ของวันอาทิตย์ที่ 4 สิงหาคม 2562 เป็นการกล่าวต้อนรับผู้เข้าอบรม โดยหัวหน้าโครงการ Dr. Jeff Wiener พร้อมกับการเสิร์ฟอาหารว่างอย่างไม่เป็นทางการ เพื่อละลายพฤติกรรมของกลุ่มครูและทำความรู้จักกันในเบื้องต้น จากนั้นทุกคนได้รับภารกิจแรก คือ แบ่งกลุ่มทำกิจกรรม CERN treasure hunt เพื่อสร้างความคุ้นเคยกับพื้นที่ภายในศูนย์วิจัย ได้แก่ ห้อง lecture ห้องประชุม ห้องสมุด Fire brigade ตึกวิจัย และห้องแล็บ ที่เราจะต้องใช้ในสองสัปดาห์ต่อจากนี้



ยอดเขา Montblanc ที่สามารถมองเห็นได้จาก CERN



ซ้าย: John Adams
อดีต Director
General ของ CERN

ขวา: แผ่นโลหะ
หน้าห้องทำงานเก่าที่
Tim Berners-Lee
สร้าง WWW ขึ้นมา

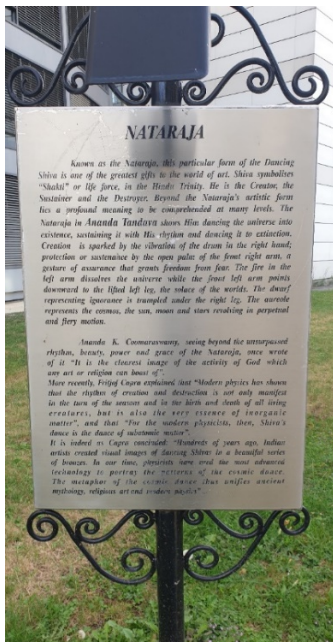


ข้าพเจ้านั่งที่นั่งเดียวกับที่
Peter Higgs นั่งใน Main
Auditorium ในวันที่แถลงข่าว
การค้นพบ Higgs boson

ข้าพเจ้าจับกลุ่มกับครูจากเนเธอร์แลนด์ อังกฤษ ตุรกี และ เวียดนาม พวกเราเดินสำรวจตามจุดต่าง ๆ ภายในศูนย์วิจัยเพื่อเก็บ ตัวอักษรและนำมาจัดเรียงใหม่เป็นคำปริศนา กิจกรรมนี้นอกจากจะ ช่วยให้พวกเราสร้างความคุ้นเคยกันในกลุ่มและสร้างความคุ้นเคยกับ สถานที่ที่ได้เป็นอย่างดีแล้ว ยังนำเราไปยังสถานที่สำคัญในประวัติศาสตร์ การค้นพบทางวิทยาศาสตร์และการคิดค้นเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นที่นี่ เริ่ม ตั้งแต่ Main Auditorium ที่ซึ่งล่าสุดถูกใช้ในการประกาศยืนยันการ ค้นพบ Higgs boson แน่ใจว่าที่นั่งในตำแหน่งที่ Prof. Peter Higgs นั่งในวันนั้นได้รับความสนใจอย่างสูงอย่างมาก และข้าพเจ้าก็ไม่พลาด โอกาสนั้นเช่นกัน จากนั้นเราเดินไปที่หน้าห้องที่เคยเป็นห้องทำงานของ Sir Tim Berners-Lee ที่ซึ่ง World Wide Web ถูกสร้างขึ้นครั้งแรก เมื่อออกไปนอกอาคารเราพบว่าสามารถมองเห็นยอดเขา Montblanc ได้จากสนามหญ้าข้างร้านอาหารนี้เอง



ประติมากรรมศิวนาฏราช ของขวัญจากรัฐบาลอินเดียมอบให้แก่ CERN



ข้าพเจ้าพบสิ่งที่น่าสนใจบริเวณที่ว่างระหว่างตึก 39 และ 40 คือ ประติมากรรมศิวนาฏราช ของขวัญที่รัฐบาลอินเดียมอบให้แก่เชิร์น จากข้อมูลด้านข้างและการค้นคว้าเพิ่มเติม ข้าพเจ้าขอตีความว่า การร่ายรำของพระศิวะคือการดำเนินไปของจักรวาล เมื่อใดพระศิวะเริ่มร่ายรำ จักรวาลจะก่อกำเนิดขึ้น พระหัตถ์ขวาต้านบนถือกลองอันเป็นสัญลักษณ์ของการก่อกำเนิดสรรพสิ่งในจักรวาล พระหัตถ์ซ้ายต้านบนถืออัคนี คือไฟ เพื่อทำลายล้างในบั้นปลาย ทั้งสองพระหัตถ์ยกขึ้นในตำแหน่งเดียวกันแสดงถึงความเท่าเทียมกันของการก่อกำเนิดและดับสูญ อีกทั้งแสดงนัยยะถึงความธรรมดาของการเกิดขึ้นและดับไปของสรรพสิ่งในจักรวาล พระหัตถ์ขวาล่างแบออก สื่อความหมายให้มนุษย์จงอย่ากลัวต่อการดำเนินไปอันเป็นธรรมชาติของจักรวาล พระหัตถ์ซ้ายล่างที่ชี้ไปยังพระบาทซ้ายที่ยกขึ้นนั้นตีความกันว่าเป็นการชี้ทางไปสู่การหลุดพ้นแห่งสังสารวัฏ อสุรที่ถูกเหยียบอยู่ด้วยพระบาทขวา คืออริชา อันบดบังความรู้แจ้ง เมื่อถูกเหยียบ ความรู้แจ้งจึงปรากฏ ส่วนวงกลมโดยรอบนั้นคือไฟอันเป็นของเขตของจักรวาล ที่ซึ่งดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และสรรพสิ่งทั้งมวลวิวัฒนาการไป ป้ายข้อมูลยังแสดงข้อความของ Fritjof Capra ที่กล่าวถึงศิวนาฏราชไว้ว่า

“Hundreds of years ago, Indian artists created visual images of dancing Shivas in a beautiful series of bronzes. In our time, physicists have used the most advanced technology to portray the patterns of the cosmic dance. The metaphor of the cosmic dance thus unifies ancient mythology, religious art and modern physics”

เขายังกล่าวอีกว่า

“Modern physics has shown that the rhythm of creation and destruction is not only manifest in the turn of the seasons and in the birth and death of all living creatures, but is also the very essence of inorganic matter.”

ในความคิดของข้าพเจ้า ข้าพเจ้าคิดว่าไม่มีที่ไหนอีกแล้วในโลกที่เหมาะสมที่สุดกับการประดิษฐาน ประติมากรรมศิวนาฏราชเท่าที่เชิร์นแห่งนี้



ท่อเครื่องเร่งอนุภาค LHC จัดแสดงที่บริเวณข้างโรงอาหารกลาง



Montblanc เมื่อมองจากอีกมุมหนึ่งในเจิร์น

Day 2

05 August 2019

--What is Particle Physics?--

Registration



Slot 1
7:30-9:45
(Slot 2)
16:00-17:30



5

เข้าวันจันทร์ที่ 5 สิงหาคม 2562 ซึ่งเป็นวันแรกของโปรแกรมการอบรมอย่างเป็นทางการ ทุกคนได้รับการนัดหมายให้ไปลงทะเบียนที่ตึก 55 ที่ด้านหน้าประตู B และเปลี่ยนป้ายชื่อที่เราได้รับในวันแรก ที่มาถึงให้เป็นป้ายชื่อแบบ RFID ที่สามารถใช้สแกนเพื่อเข้าออกประตูและตึกต่าง ๆ ได้ การรักษาความปลอดภัยภายในเซิร์นค่อนข้างแน่นหนา ผู้ที่จะเข้า-ออกทุกคน รวมถึงรถจักรยาน มอเตอร์ไซด์ รถยนต์ รถบัส รถบรรทุก หรือแม้แต่รถแท็กซี่จะต้องได้รับการตรวจตราทั้งขาเข้าและขาออกอย่างเข้มงวด โดยเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยที่ด้านหน้าประตูหลัก ดังนั้นในวันแรก ๆ ที่เรายังไม่มีป้ายชื่อแบบ RFID จึงเข้า-ออกได้เฉพาะประตู B ที่มีเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยคอยตรวจตราอยู่เท่านั้น ไม่สามารถผ่านเข้าออกประตูที่มีเครื่องสแกนแบบอิเล็กทรอนิกส์ (ใช้บัตรสแกนเปิด-ปิด) ได้ บัตร RFID นี้ยังสามารถจำกัดวัน เวลาและอาณาบริเวณ ห้อง หรือตึกที่แต่ละคนสามารถเข้าถึงได้อีกด้วย

จากนั้นพวกเราเข้า lecture ที่ตึก 13 ใน session แรก คือ Introduction to the International Teacher Weeks Programme 2019 และต่อด้วย Introduction to CERN โดย Dr. Jeff Wiener นั่นเอง เพื่อปูพื้นฐานให้แก่พวกเราถึงเป้าหมายของโครงการ กิจกรรมและพันธกิจของเซิร์น

Jeff เน้นให้เห็นถึงสาเหตุ 3 ข้อ อันเป็นต้นกำเนิดของเซิร์น คือ การเป็นองค์กรความร่วมมือระหว่างชาติในยุโรปที่กำลังขึ้น เพื่อใช้วิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการช่วยฟื้นฟูสภาพบ้านเมืองของยุโรปหลัง

ถูกทำลายไปอย่างมากจากสงครามโลกครั้งที่ 2 เพื่อเป็นการดึงนักวิทยาศาสตร์ที่ลี้ภัยสงครามให้กลับมาทำงานในแผ่นดินเกิด และเพื่อการแสวงหาคำตอบถึงต้นกำเนิดของจักรวาลและสสารทั้งมวล Jeff ยังกล่าวถึงพันธกิจของเชิร์น คือการทำวิจัยอย่างเข้มข้นในระดับ frontier เพื่อตอบคำถาม 3 ข้อ ที่สำคัญที่สุดของมนุษย์ คือ

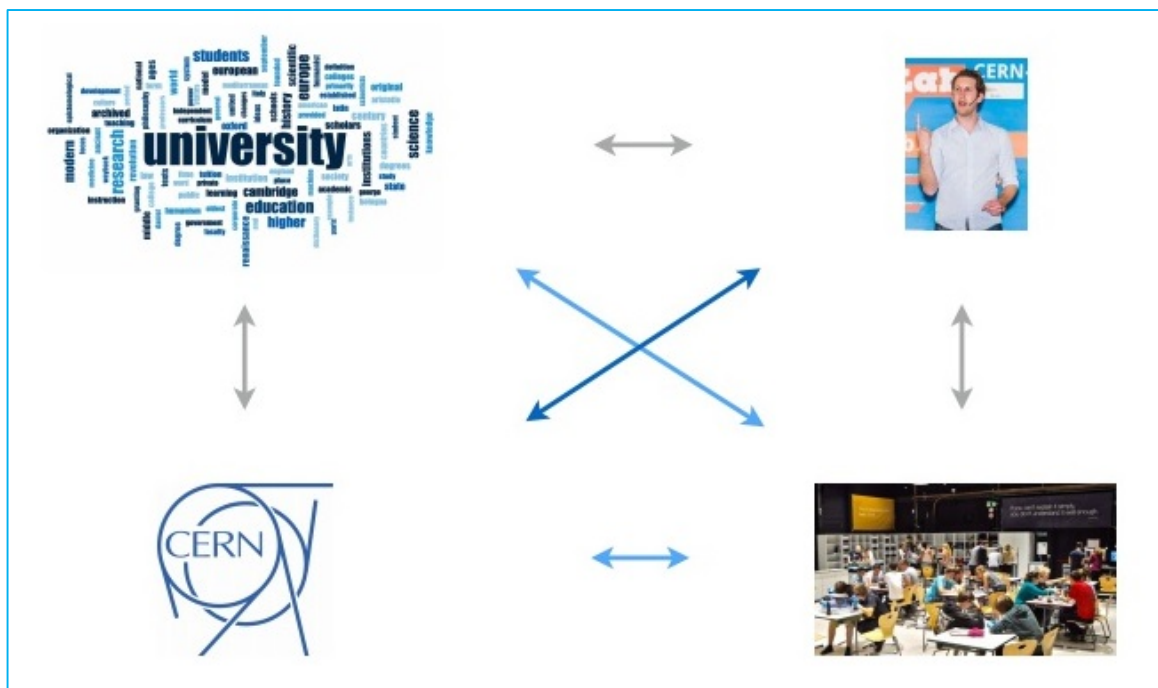
1. Where do we come from?
2. What are we?
3. Where are we going?

ในการแสวงหาคำตอบดังกล่าว สิ่งสำคัญที่สุดในกระบวนการนี้ก็คือ มนุษย์ การสร้างบุคลากรในรุ่นถัดไปเพื่อสานต่องานการค้นคว้าดังกล่าวจึงมีความสำคัญเป็นที่สุด ในแต่ละปีนักศึกษาระดับปริญญาเอกหลายพันคนเดินทางมาที่เชิร์น เพื่อทำงานวิจัยและเก็บข้อมูลในหัวข้อวิทยานิพนธ์ของแต่ละคน และกว่า 3,000 คนสำเร็จการศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเชิร์น โดยปกติแล้วมหาวิทยาลัยในประเทศที่เป็น Member States ของเชิร์น จะมีความร่วมมือทางวิชาการกับเชิร์น ในการส่งนักศึกษาในแต่ละระดับมาทำวิจัย ต่อมาความร่วมมือนี้ขยายขอบเขตไปสู่ประเทศในกลุ่ม Associate Members และ Observers รวมทั้งประเทศที่ไม่ได้เป็นสมาชิก (Non-member States) เช่น ประเทศไทยด้วย

นอกจากการบ่มเพาะนักวิจัยรุ่นใหม่ในระดับมหาวิทยาลัยแล้ว อีกหนึ่งส่วนที่สำคัญไม่แพ้กันคือ การพยายามผลักดันให้คนรุ่นใหม่หันมาสนใจงานทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะการค้นคว้าที่เป็นงาน Frontier Research ที่เชิร์น ตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษา โครงการอบรมครูมัธยมศึกษาจึงถือกำเนิดขึ้นเพื่อเป็นเสมือนสะพานเชื่อมโดยตรงระหว่างงาน Hard Research ที่เชิร์นกับโรงเรียนและเพื่อให้ครูได้นำองค์ความรู้และเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ถูกสร้างขึ้นที่เชิร์น ไปสู่การปฏิบัติให้ห้องเรียนให้นักเรียนได้เรียนรู้และสัมผัสกับงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ระดับแนวหน้าของโลกอย่างจริงจัง จำต้องได้ เพื่อสร้างแรงบันดาลใจ กระตุ้นความสงสัยใคร่รู้ และกระตุ้นให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษาเกิดความสนใจที่จะศึกษาต่อให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้นในระดับอุดมศึกษาต่อไป

โครงการอบรมครูระดับมัธยมศึกษาจึงถือเป็นภารกิจสำคัญยิ่งยวดของงาน Outreach Programme ของเชิร์น เพราะถือเป็นการนำเอาความรู้ความสามารถในการจัดการเรียนการสอนของครู (Pedagogical Knowledge) มาพบกันกับองค์ความรู้ทางด้านฟิสิกส์อนุภาค และด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยที่เชิร์น (Content Knowledge)

เกิดเป็น Pedagogical Content Knowledge ที่สามารถนำเข้าสู่รั้วโรงเรียนเพื่อป้อนบุคลากรรุ่นใหม่ให้กับวงการวิจัยได้



ความคาดหวังของโครงการที่มีต่อพวกเรา กลุ่มครูมัธยมศึกษา ก็คือ

1. การนำประสบการณ์ที่ได้จากการเข้าอบรม ทั้งตัวเนื้อหา เทคนิค กิจกรรม Hands-on การทดลอง การเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการ และสถานีวิจัย รวมทั้งการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นกับผู้เชี่ยวชาญตัวจริงในงานวิจัยนั้น ๆ ถ่ายทอดไปสู่นักเรียน เพื่อนร่วมงาน ตลอดจนสังคมในวงกว้าง
2. ทำหน้าที่เป็นทูตทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะทางด้านฟิสิกส์อนุภาค
3. เพื่อตอบสนองต่อความคาดหวังในสองข้อแรกคือการมีส่วนร่วมในการจัดการ follow-up programme เพื่อเผยแพร่องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี โดยเฉพาะทางด้านฟิสิกส์อนุภาคต่อไป Jeff ให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่า หากเราต้องการที่จะจัดกิจกรรมดังกล่าว สามารถติดต่อขอความร่วมมือจากเซิร์น โดยตรงได้ โดยเซิร์นจะประสานกับมหาวิทยาลัยหรือสถาบันวิจัยในประเทศนั้น ๆ เพื่อส่งผู้เชี่ยวชาญมาให้คำปรึกษา นอกจากนั้น ยังสามารถบริหารจัดการเพื่อเชิญนักวิจัยผู้เชี่ยวชาญจากเซิร์น โดยตรงมาให้การบรรยายและให้คำปรึกษาในการจัดกิจกรรมได้

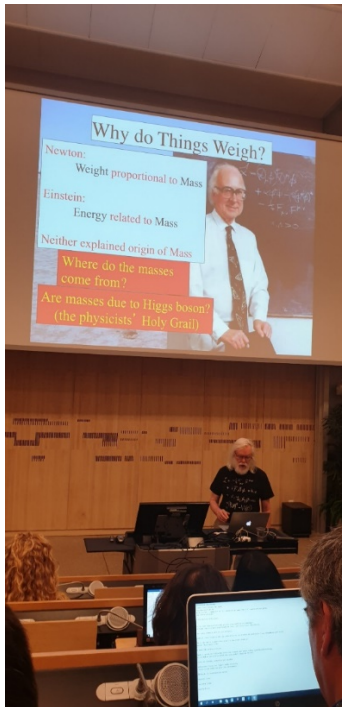
สำหรับข้าพเจ้า ความคาดหวังดังกล่าวของโครงการมีทิศทางเดียวกันกับทั้งความมุ่งมั่นโดยส่วนตัวและหน้าที่ที่รับผิดชอบในโรงเรียนเป็นอย่างมาก ในฐานะครูฟิสิกส์ของโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ นอกจากงานสอนและงานวิจัยที่เป็นงานในความรับผิดชอบหลักแล้ว การบริการวิชาการยังเป็นอีกหนึ่งในความรับผิดชอบหลักที่ครูทุกคนต้องมีในฐานะที่เป็นโรงเรียนวิทยาศาสตร์ต้นแบบของประเทศ ข้าพเจ้าพบว่ากิจกรรมที่ได้เรียนรู้จากโครงการอบรมสามารถนำไปเผยแพร่ให้กับโรงเรียนอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี โดยปัจจุบันโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์มีโรงเรียนที่เป็นเครือข่ายซึ่งจัดอบรมร่วมกันไม่ต่ำกว่า 4 ครั้ง ในแต่ละปี กว่า 120 โรงเรียนทั่วประเทศ อีกทั้ง ยังมีโครงการอบรมที่จัดขึ้นในช่วงปิดเทอมที่เปิดรับอบรมแก่ครูผู้สนใจทั่วประเทศ ซึ่งกำลังได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นในแต่ละปี นอกจากนี้ข้าพเจ้าคิดว่า กิจกรรมหลายกิจกรรมและประสบการณ์ที่ได้ยังน่าสนใจที่จะนำไปเผยแพร่ต่อผ่านทางช่องทางออนไลน์ใน Youtube channel ที่ข้าพเจ้าตั้งใจจะสร้างขึ้นเพื่อเป็นช่องทางในการเผยแพร่ความรู้ทางฟิสิกส์ ในภาษาและรูปแบบที่เข้าถึงได้ง่ายซึ่งน่าจะเป็นรูปเป็นร่างขึ้นในอนาคตอันใกล้



John Ellis อธิบายพจน์ต่าง ๆ ของสมการอันโด่งดังที่ถูกนำมาเขียนบน เสื้อยืดชิ้นนี้เป็นของที่ระลึกที่ได้รับความนิยมอย่างมากจากผู้มาเยือน

ในช่วงบ่ายพวกเราตื่นเต้นมากที่จะได้ฟังการบรรยายที่เป็นหัวใจของงานวิจัยที่เชิร์น คือเรื่อง Introduction to Particle Physics โดยผู้มาบรรยายนั้นเป็นนักฟิสิกส์ทฤษฎีผู้มีชื่อเสียงเป็นอย่างมากในฐานะผู้คาดการณ์ปรากฏการณ์ที่เรียกกันว่า “Higgs-strahlung” คือ

การที่ Higgs boson ถูกแผ่ออกมาจาก Z-boson ซึ่งแนวคิดนี้ถูกนำไปใช้ในการสร้างการทดลองเพื่อสังเกตการณ์การมีอยู่จริงของ Higgs boson ซึ่งก็คือ Large Electron Positron Collider หรือ LEP นั่นเอง



John Ellis ปัจจุบันอายุ 73 ปี เคยดำรงตำแหน่งหัวหน้าฝ่ายทฤษฎี (“TH” division) ของเซิร์นและเป็นผู้ผลักดันโครงการ LEP และ LHC อีกด้วย และถือเป็นปูชนียบุคคลคนสำคัญในวงการฟิสิกส์อนุภาคและฟิสิกส์ทฤษฎีที่มีชื่อเสียงไปทั่วโลก เป็นคณะกรรมการการศึกษาการสร้างเครื่องเร่งอนุภาคใหม่ในอนาคตเพื่อการศึกษา “New Physics” และยังเป็น steering committee ของ CLIC (Compact Linear Collider) โครงการเครื่องเร่งอนุภาคเครื่องใหม่ของเซิร์น นอกจากการเป็นนักวิจัยระดับแนวหน้าที่เซิร์นแล้ว John ยังดำรงตำแหน่ง Clerk Maxwell Professor of Theoretical Physics ที่ King’s College, London ตำแหน่งศาสตราจารย์ที่ตั้งขึ้นเพื่อเป็นเกียรติแก่ James Clerk Maxwell เสาหลักแห่ง Electromagnetic theory และวงการฟิสิกส์ ซึ่งเคยเป็นศาสตราจารย์สอนอยู่ที่มหาวิทยาลัยแห่งนี้

John ยังคงกระฉับกระเฉงและสนุกกับงานอยู่ตลอดเวลาตลอดการบรรยาย เขาสอดแทรกมุกตลกและความขำขันแบบอังกฤษอยู่เสมอโดยเฉพาะเมื่อมีเรื่องราวที่พัวพันกับ King’s College London มหาวิทยาลัยอันเป็นที่รักของเขา

การบรรยายของ John สร้างความเข้าใจในที่มาที่ไปของ Particle Physics เป็นอย่างมาก ตั้งแต่การปูพื้นฐานการค้นคว้าเพื่อศึกษาธรรมชาติของสรรพสิ่ง การสร้างทฤษฎี การทดลอง ไปจนถึงค้นพบอนุภาคต่าง ๆ และการสร้าง Standard Model ที่เสมือนกับเป็นแบบแผนองค์ประกอบของสสารในจักรวาล

1975 **A Phenomenological Profile of the Higgs Boson**

- First attempt at systematic survey

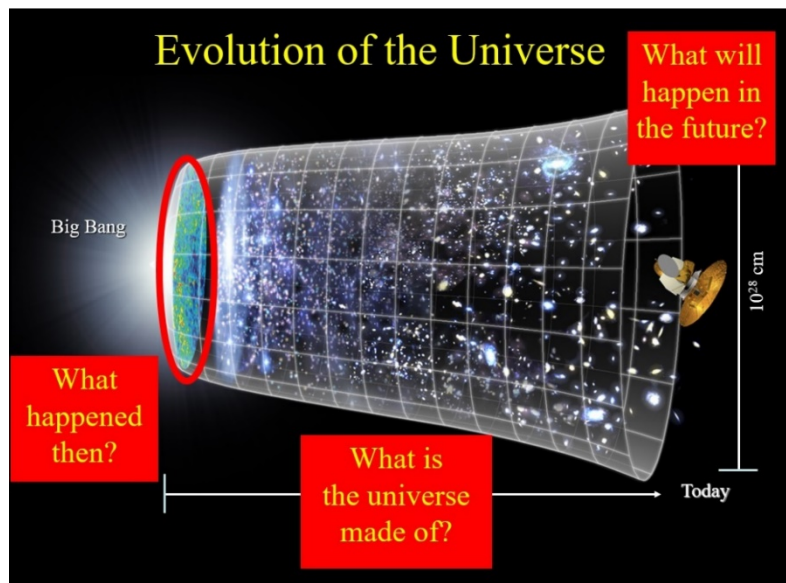
A PHENOMENOLOGICAL PROFILE OF THE HIGGS BOSON

John ELLIS, Mary K. GAILLARD * and D.V. NANOPOULOS **
CERN, Geneva

Received 7 November 1975

A discussion is given of the production, decay and observability of the scalar Higgs boson H expected in gauge theories of the weak and electromagnetic interactions such as the Weinberg-Salam model. After reviewing previous experimental limits on the mass of

We should perhaps finish with an apology and a caution. We apologize to experimentalists for having no idea what is the mass of the Higgs boson, unlike the case with charm [3,4] and for not being sure of its couplings to other particles, except that they are probably all very small. For these reasons we do not want to encourage big experimental searches for the Higgs boson, but we do feel that people performing experiments vulnerable to the Higgs boson should know how it may turn up.



Think of a Snowfield



The LHC discovered
the snowflake:
The Higgs Boson

Skier moves fast:
Like particle without mass
e.g., photon = particle of light

Snowshoer sinks into snow,
moves slower:
Like particle with mass
e.g., electron

Hiker sinks deep,
moves very slowly:
Particle with large mass

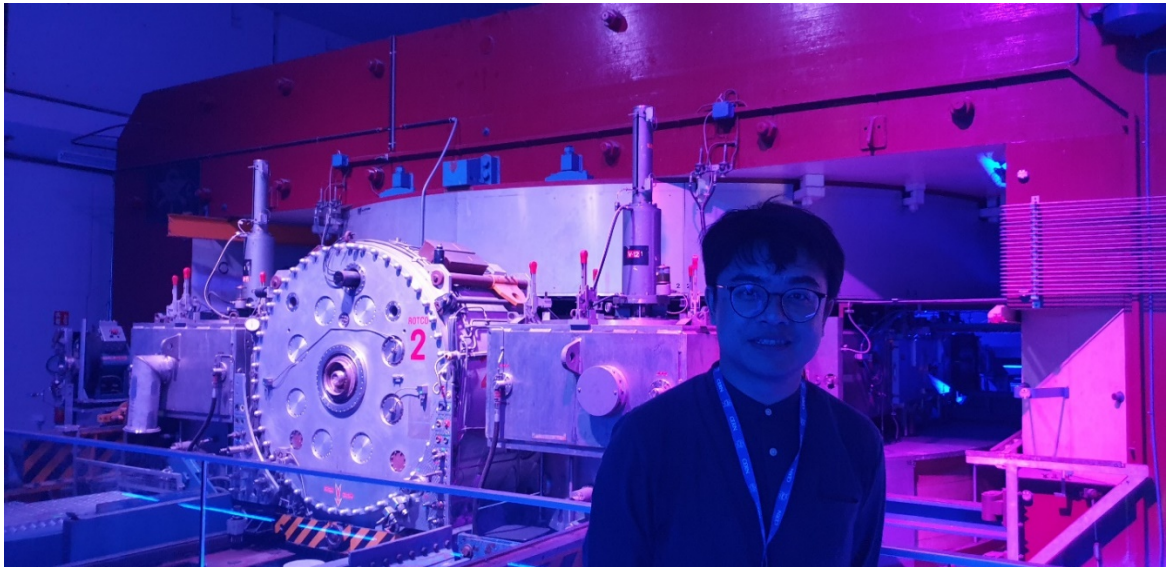




อย่างไรก็ตาม Standard Model นั้นยังไม่สามารถให้คำอธิบายเกี่ยวกับสสารทั้งหมดได้เพราะยังขาดส่วนสำคัญที่สุดซึ่งก็คือ มวล Standard Model นั้นไม่สามารถให้คำอธิบายได้ว่ามวลคืออะไร และอนุภาคใด ๆ มีมวลได้อย่างไร นี่คือการมาของการศึกษาเพื่อค้นหา Higgs boson และเป็นจุดประสงค์ของการสร้าง LHC หรือ Large Hadron Collider นั่นเอง

John ให้คำอธิบายเกี่ยวกับ Higgs boson ไว้ที่น่าสนใจ เขาเปรียบเทียบ Higgs boson กับเกล็ดหิมะ เกล็ดหิมะจำนวนมากรวมตัวกันกลายเป็นหิมะหรือลานที่เต็มไปด้วยหิมะ อนุภาคที่ไม่มีมวล เช่น โฟตอนนั้นจะสามารถเคลื่อนที่ผ่านไปได้อย่างรวดเร็วเหมือนคนเล่นสกีบนลานหิมะที่แทบไม่ถูกหน่วงด้วยหิมะเลย อนุภาคที่มีมวลน้อย เช่น อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ไปบนลานหิมะได้โดยโดนหน่วงเล็กน้อยเหมือนเท้าของนักสกีที่จะจมลงไปบนหิมะเล็กน้อย ขณะที่อนุภาคมวลมากจะเคลื่อนที่ไปบนลานหิมะได้ช้ามากเหมือนเท้าของนักสกีที่จมลงไปบนหิมะลึกลงไปอีก Higgs boson ไม่ใช่อนุภาคชนิดใหม่ที่เกิดรวมตัวกับอนุภาคชนิดใดแล้วจะก่อให้เกิดมวล แต่ Higgs boson คือ ความเข้มข้นของ Higgs field ที่ก่อเกิดขึ้นแล้วมีผลต่อความยากง่ายในการเปลี่ยนแปลงสถานะการเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือก็คือมวลนั่นเอง ส่วน Higgs field คืออะไร คุณสมบัติเป็นอย่างไร เกิดขึ้นได้อย่างไร แล้วมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไรกับปัจจัยแวดล้อมนั้น ยังคงเป็นปริศนาและเป็นโจทย์ถัดไปของนักฟิสิกส์

แม้ Higgs boson ยังไม่ให้คำตอบที่ชัดเจนต่อการเกิดขึ้นหรือความพัวพันกับแรงโน้มถ่วง แต่ความสำเร็จในการพบการมีอยู่ของ Higgs boson นั้น เป็นประตูด่านแรกที่เปิดออกสู่การค้นหาคำหมายของแรงพื้นฐานหนึ่งในสี่แรงที่อยู่กับมนุษย์มานานที่สุดแต่เราแทบจะ 모르จักมันเลย คือ แรงโน้มถ่วงนั่นเอง

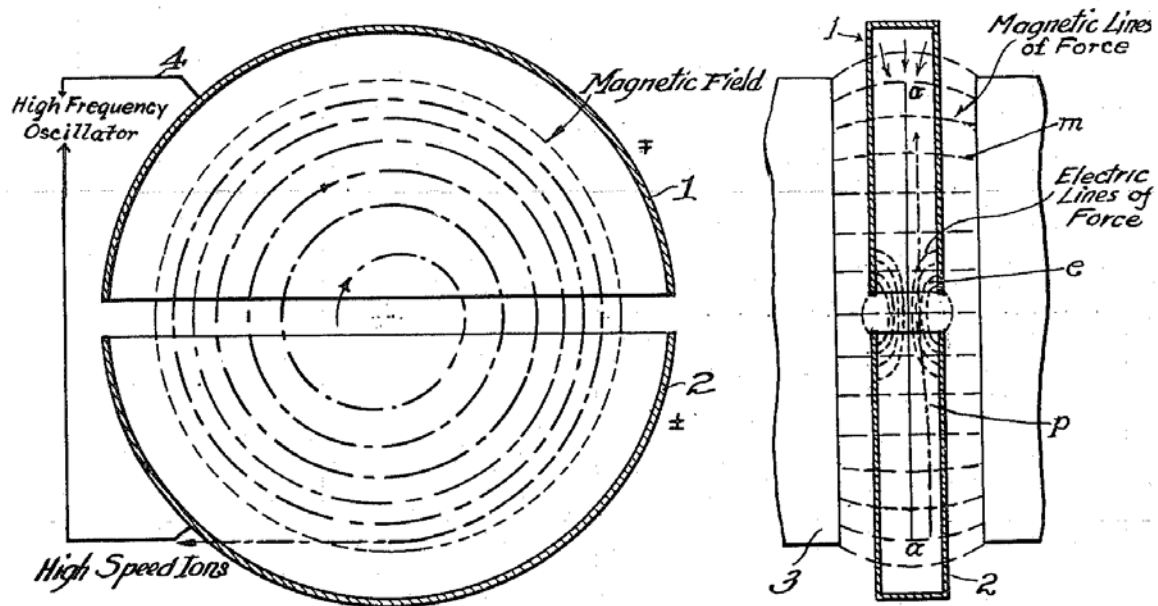


เครื่อง Synchrocyclotron (SC)
เครื่องเร่งอนุภาคเครื่องแรกของ
เซิร์น

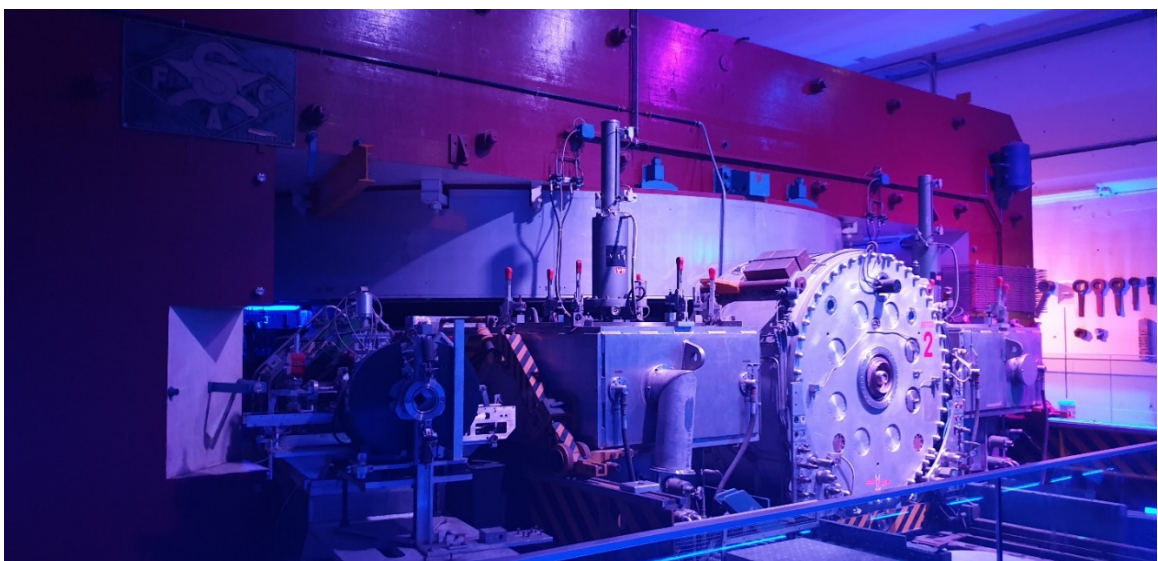
หลังจบการบรรยาย ในช่วงเย็นมีโปรแกรมการทัศนศึกษา รายการแรก คือการไปเยือน Synchrocyclotron (SC) เครื่องเร่งอนุภาคเครื่องแรกของเซิร์น เครื่องเร่งอนุภากดังกล่าวเดินเครื่องครั้งแรกในปี 1957 ถูกสร้างขึ้นด้วยหลักการเร่งอนุภาคโปรตอนโดยใช้คลื่นในย่าน radio frequency ที่ถูกคิดค้นโดย Edwin McMillan ปูชนียบุคคลของวงการเครื่องเร่งอนุภาคที่นักศึกษาทางด้านฟิสิกส์ของเครื่องเร่งอนุภาคทุกคนต้องรู้จัก เหตุที่เรียกว่า Synchrocyclotron นั้นก็เนื่องมาจากอนุภาคมีประจุจะถูกปล่อยเข้าไปในช่องว่างระหว่างโลหะรูปตัว D (ซึ่งมีชื่อเล่นว่า “Dee” จริง ๆ เหมือนรูปร่างของมัน) ในระหว่างช่องว่างของ Dee ทั้งสองชิ้นจะใส่สนามไฟฟ้าเข้าไปเพื่อเร่งอนุภาค อนุภาคจะวิ่งเข้าไปใน Dee ด้านบน ซึ่งจะอยู่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กคงที่จาก dipole ตลอดเวลา ทำให้อนุภาคมีประจุได้รับแรง Lorentz และวิ่งโค้งเป็นส่วนโค้งของวงกลม เมื่ออนุภาควิ่งมาถึงช่องว่างระหว่าง Dee อีกครั้ง สนามไฟฟ้าที่ใส่จะสลับขั้วพอดีเพื่อทำให้อนุภาคถูกเร่งอีก อนุภาคจะวิ่งเข้าไปใน Dee ตัวล่างด้วยความเร็ว (พลังงานจลน์) ที่เพิ่มขึ้นแต่ยังคงได้รับสนามแม่เหล็กขนาดเท่าเดิมจึงทำให้รัศมีวงโค้งนั้นใหญ่ขึ้นกว่าครั้งแรก จากนั้นเมื่อมาถึงช่องว่างระหว่าง Dee อีกครั้ง สนามไฟฟ้าก็จะ

สลับขั้วพอดิเพื่อเร่งอนุภาคอีก และเป็นเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ สนามไฟฟ้าที่สลับไปมาจะมีความถี่ในย่านคลื่นวิทยุ (RF frequency) พอดิ

การที่อนุภาคถูกเร่งโดยมีการเคลื่อนที่เป็นวงกลม เครื่องเร่งอนุภาคนี้จึงถูกเรียกว่า cyclotron ประกอบกับสนามไฟฟ้าที่ใช้เร่งจะสลับขั้วเพื่อ “synchronous” กับการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่าง Dee พอดิ เครื่องเร่งอนุภาคนี้นี้จึงถูกเรียกว่า Synchrocyclotron เทคนิคการเร่งอนุภาคนี้นี้เป็นต้นแบบของเครื่องเร่งอนุภาคแบบวงกลมทุกเครื่องในปัจจุบัน



ที่มา: Image of the principles of a cyclotron. Cropped from U.S. Patent 1,948,384
-- Ernest O. Lawrence -- Method and apparatus for the acceleration of ions (1934).



ปัจจุบันห้องทดลอง Synchrocyclotron (SC) นี้ถูกเปลี่ยนเป็น นิทรรศการจัดแสดง ณ ตำแหน่งเดิมตั้งแต่ติดตั้งครั้งแรก เพราะการ เคลื่อนย้ายยากมากเนื่องจากมีน้ำหนักหลายร้อยตัน นิทรรศการที่จัด แสดงที่นี้น่าสนใจมาก เชียร์นใช้การตั้งอยู่ของ SC ให้เป็นประโยชน์ด้วย การใช้ประกอบการอธิบายส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องเร่งอนุภาค ซึ่งสามารถรับชมได้ที่เว็บไซต์

<https://indico.cern.ch/event/743767/sessions/305158/attachments/1890494/3117600/SC.mp4>

นิทรรศการนี้เป็นนิทรรศการหลักที่ผู้มาเยือนทุกคนควรมาชม เป็นที่แรก เพราะด้วยความที่เป็นเครื่องมือในการวิจัยเครื่องแรกของ เชียร์น จึงมีการเล่าเรื่องราวประวัติศาสตร์การก่อตั้งของเชียร์น ตลอดจน พัฒนาการจนถึงปัจจุบัน โดยสามารถรับชมได้ที่เว็บไซต์

<https://videos.cern.ch/record/1710382>

หนึ่งในไฮไลท์ของพิพิธภัณฑ์ คือ การสัมภาษณ์ Giuseppe และ Maria Fidecaro สองสามีภรรยา นักฟิสิกส์ที่ทำงานที่นี่ตั้งแต่ก่อตั้ง โดยทั้งสองมีส่วนสำคัญต่อการค้นพบการแผ่รังสีเล็ตรอนของอนุภาคไพออน (Pion) เมื่อชมพิพิธภัณฑ์จบทุกคนถึงกับช็อคเมื่อ Anja ลูกศิษย์ของ Jeff ที่พาเราไปบอกเราว่า Giuseppe และ Maria ยังคงทำงานอยู่จนถึง ทุกวันนี้

นอกจากนั้นเรายังสามารถพบเจอทั้งคู่ได้ที่ร้านอาหารในช่วงพัก เที่ยงเพราะทั้งคู่จะลงมารับประทานอาหารกลางวันที่ร้านอาหารทุกวัน ทั้งคู่เคยให้สัมภาษณ์เอาไว้ในโอกาสครบรอบ 60 ปีของเชียร์น เมื่อปี 2014 สามารถเข้าไปทำความรู้จักกับทั้งคู่ได้ที่เว็บไซต์

<https://home.cern/news/news/cern/maria-and-giuseppe-lives-intertwined-cerns-history>

เท่านั้นยังไม่พอ ในวันถัดมา Marco เพื่อนครูชาวอิตาลีเลียนของ พวกเราพบ Giuseppe และ Maria ร้านอาหารและได้ถ่ายเซลฟี่กับทั้งคู่ ด้วยสำหรับตัวข้าพเจ้าเอง ข้าพเจ้าพบทั้งคู่ตอนกลางวันวันหนึ่งเช่นกัน แต่ไม่ทันได้ขอถ่ายรูปด้วยเนื่องจากความเกรงใจ ทั้งคู่ยังคงยิ้มแย้ม แจ่มใสต่อทุกคนเสมอ Maria ยังยิ้มแย้มและทักทายข้าพเจ้าเป็นภาษา ฝรั่งเศสในระหว่างต่อคิวกดตู้กาแฟอีกด้วย



Marco เพื่อนครูชาวอิตาลีเล่นถ่ายรูปกับ Maria และ Giuseppe Fidecaro ตำนานที่มีชีวิตของเชิร์น
และวงการ ParticlePhysics

Day 3

06 August 2019

--Particle (Physics, Physics) Education--



ด้านหน้า S'Cool Lab



Typographic Illustration ของโปรตอน ซึ่งเป็น “ระบบอนุภาค” ประกอบไปด้วย u-quark 2 ตัว d-quark 1 ตัว และ gluon

ในวันนี้ประเด็นสำคัญในช่วงเช้าจะเน้นไปที่การนำ Particle Physics เข้าสู่ห้องเรียนในระดับมัธยมศึกษา บรรยายโดย Jeff นั่นเอง Jeff เคยเป็นครูสอนในโรงเรียนมัธยมเช่นเดียวกับพวกเรา จนวันหนึ่งเขาได้รับโอกาสให้มาทำงานที่เซิร์นและได้รับหน้าที่ให้รับผิดชอบงาน outreach programme ในการเผยแพร่องค์ความรู้ของเซิร์นเข้าสู่ห้องเรียนในระดับมัธยมศึกษา เขาตีพิมพ์ผลงานวิจัยมากมายทางด้าน Physics Education โดยเฉพาะประเด็นทางด้าน Particle Physics นอกจากนี้ เขายังเป็นผู้ก่อตั้ง S'Cool LAB โครงการเผยแพร่องค์ความรู้ทางด้าน Particle Physics ไปสู่นักเรียนและครูในระดับมัธยมศึกษา

Jeff พูดถึง misconception ในการเรียนการสอนฟิสิกส์ในระดับมัธยม ซึ่งอาจมีที่มาจากหลายสาเหตุ เช่น การอนุมานเอาความเคยชินจากประสบการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันไปอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ การมีองค์ความรู้พื้นฐานที่ไม่เพียงพอและการพยายามอธิบายปรากฏการณ์ด้วยภาพหรือสัญลักษณ์ที่หลายครั้งมักจะเกิดการ misconception เช่น การวาดภาพของโปรตอนเป็นก้อนทรงกลมที่ข้างในมีก้อนทรงกลมสามก้อนแทน u-quark และ d-quark ที่เป็นองค์ประกอบ เป็นต้น เขาเสนอแนวคิดให้ใช้สัญลักษณ์ที่เป็นตัวอักษร (Typographic Illustration) แทนมโนภาพของ particles แทนที่จะใช้การวาดภาพทรงกลมดังกล่าวที่อาจจะเกิด misconception ได้มาก นอกจากนี้ เราศึกษา Particle Physics ด้วยการสร้าง model เพื่ออธิบายปรากฏการณ์นั้นๆ แต่ตัว model นั้นเป็นเพียง “ตัวแทน” ไม่ใช่ “ตัวจริง” ที่ particle นั้นๆ เป็น เราพยายามให้คำอธิบายต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในหลาย ๆ วิธีเพื่อให้เราสื่อสารและเข้าใจสิ่งที่ particles “แสดง” ออกมา เราไม่รู้และไม่มีใครรู้ว่ามันคืออะไร เรารู้เพียงแต่ว่ามันแสดงปรากฏการณ์อะไรออกมาเท่านั้น

ในระหว่างการบรรยายพวกเราแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในการเรียนการสอนที่พบเจอกันอย่างหลากหลาย จากประสบการณ์ของครูในโลกตะวันตก ข้าพเจ้าสังเกตพบอย่างหนึ่งว่า นักเรียนของพวกเขามีลักษณะของ misconception ที่แตกต่างไปจากนักเรียนของเรา (นักเรียนไทย) ในขณะที่นักเรียนไทยตระหนักดีว่าเราไม่สามารถอนุมานเอาปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นรอบตัวในระดับ macroscopic ไปอธิบายปรากฏการณ์ในระดับ microscopic ได้ แต่นักเรียนตะวันตกกลับเกิด misconception นี้ขึ้น ในทางกลับกัน ขณะที่นักเรียนในตะวันตกกล้าที่จะสงสัยและตั้งคำถามอย่างเสรี ซึ่งหลายครั้งเป็นคำถามในระดับ

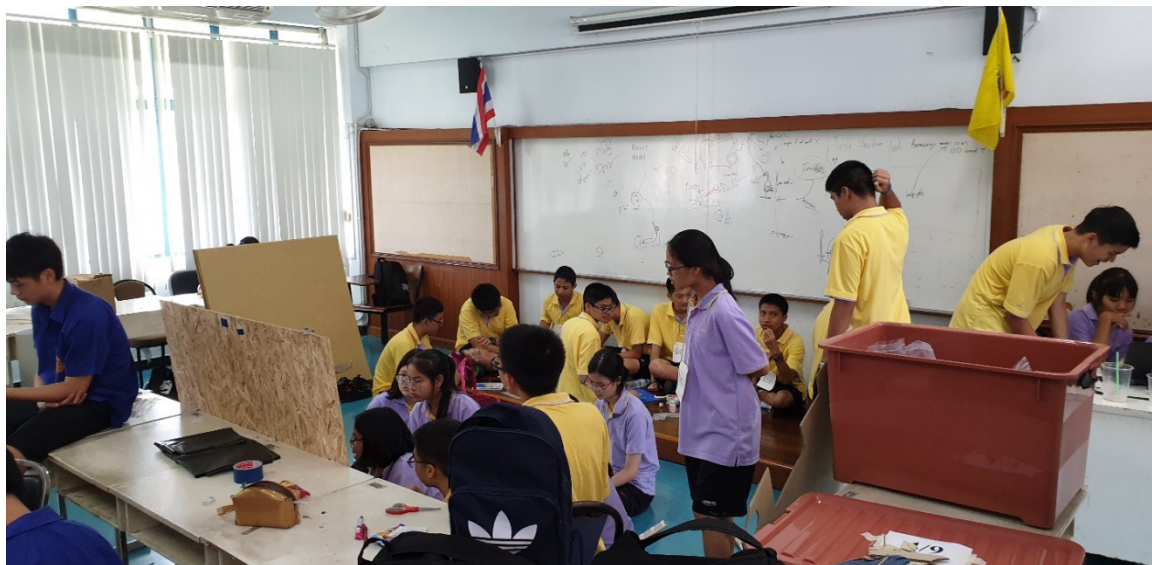
fundamental ที่ต้องใช้เวลาและความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในการแสวงหาคำตอบ นักเรียนของเรากลับไม่กล้าที่จะทำเช่นนั้น

นักเรียนไทยดูเหมือนจะยอมรับการอธิบายบางอย่างเพียงให้ผ่านไปก่อนได้ทั้ง ๆ ที่ยังสงสัย แต่เลือกที่จะเก็บความสงสัยไว้และปล่อยให้มันจางหายไปกับกาลเวลา แต่นักเรียนต่างชาติมักยอมไม่ได้และกัดไม่ปล่อยกับความสงสัยนั้นนำไปสู่การแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง ไปจนถึงการสร้างแรงขับเคลื่อนภายในตนเอง เพื่อศึกษาค้นคว้าต่อจนได้ผลลัพธ์ ซึ่งข้าพเจ้าคิดว่านี่คือคุณสมบัติเบื้องต้นของการเป็นนักคิด นักวิเคราะห์ นักวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง และเป็นสิ่งที่นักเรียนไทยมักจะขาด

ในประเด็นนี้ แม้กับนักเรียนของข้าพเจ้าที่โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ซึ่งน่าจะถือได้ว่าเป็นนักเรียนระดับหัวกะทิใน generation ของเขา ปัญหาที่พบบ่อย คือ นักเรียนจำนวนหนึ่งขาดแรงขับเคลื่อนในตนเอง นักเรียนกลุ่มนี้เก่งกาจมากในการปฏิบัติภารกิจใด ๆ ให้สำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพและคุณภาพสูง แต่ขาดความสามารถในการสร้างภารกิจด้วยตนเอง จากประสบการณ์ของข้าพเจ้านักเรียนกลุ่มนี้มักเติบโตมาจากสภาพแวดล้อมที่พ่อแม่วางแผนไว้ให้เสร็จสรรพในทุก ๆ อริยาบถของชีวิต เด็ก ๆ มีหน้าที่เดินไปตามทางที่พ่อแม่ปูทางเอาไว้ให้สำเร็จเท่านั้นโดยไม่ให้อีกาสเด็กได้คิด ได้สังเกต ได้สงสัย กับสรรพสิ่งที่อยู่รอบตัว ซึ่งข้าพเจ้าคิดว่านี่คือการปิดกั้นศักยภาพที่แท้จริงของมนุษย์ และเป็นโศกนาฏกรรมอย่างร้ายแรงต่ออนาคตของโลกผู้มีความสามารถ และศักยภาพที่เอกอูเยี่ยงนี้

อย่างไรก็ตามโรงเรียนพยายามอย่างเต็มที่ในการผลักดันให้นักเรียนได้สังเกต ได้คิด ได้สงสัย ได้ตั้งคำถามกับทุกสิ่งรอบตัวอย่างเสรี นักเรียนสามารถรวมกลุ่มกันเพื่อสร้างกิจกรรมที่พวกเขาสนใจจัดตั้งเป็นชมรม รวมทั้งบริหารจัดการทรัพยากรทั้งคนและเงินให้สามารถดำเนินกิจกรรมต่อไปรุ่นต่อรุ่นได้ นักเรียนสามารถลงมือออกแบบและบริหารจัดการโครงการที่เชื่อมโยงกับชุมชนภายนอกทั้งการจัดการแข่งขันทางวิชาการ การจัดกิจกรรมเพื่อสังคมที่เราเรียกว่า Community Design Project ที่สนับสนุนให้นักเรียนใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการเป็นนวัตกร และผู้ประกอบการในการออกแบบ solution ในการแก้ไขปัญหาในสังคมอย่างยั่งยืน นอกจากนี้ นักเรียนยังได้ร่วมกันทำงานเป็นทีมเพื่อผลิตงานนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ที่ช่วยแก้ไขปัญหาหรือส่งเสริมให้การดำเนินชีวิตสะดวกสบายมากขึ้นได้ เราพบว่าเมื่อนักเรียนมีเสรีภาพทางความคิดและได้รับแรงเสริมจากผู้ใหญ่ ปฏิบัติต่อกันด้วยความเคารพซึ่งกันและกัน นักเรียนจะกล้าคิด กล้าสงสัย กล้าลงมือทำมากขึ้น

ครูจึงไม่ใช่ผู้ถ่ายทอดความรู้แต่มีหน้าที่เป็นโค้ชในการเรียนรู้ของนักเรียนที่คอยสนับสนุน ให้คำปรึกษา คำแนะนำชี้แนะแหล่งข้อมูลเพื่อให้นักเรียนได้แสวงหาตัวตนและเรียนรู้อย่างเต็มที่ตามศักยภาพของตนเอง สิ่งเหล่านี้ช่วยเป็นตัวผลักดันให้นักเรียนได้ใช้ศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ และแสดงออกในรูปการ “สร้างภารกิจ” อย่างสร้างสรรค์ได้ด้วยตนเอง



ที่มา: Facebook page “MWIT OCamp” (<https://www.facebook.com/groups/1853993167972913/>)



ภาพกิจกรรมภายใน
S'Cool Lab

Session ถัดไปซึ่งสำหรับข้าพเจ้าเป็นกิจกรรมที่สนุกที่สุดของการอบรมครั้งนี้ คือ การเรียนรู้กิจกรรม Hands-on ณ S'Cool LAB กิจกรรมนี้้นำโดย Alexandra และทีมงานของ Jeff ซึ่งประกอบไปด้วยนักศึกษาปริญญาเอกและนักวิจัยที่ทำงานทางด้าน Physics Education

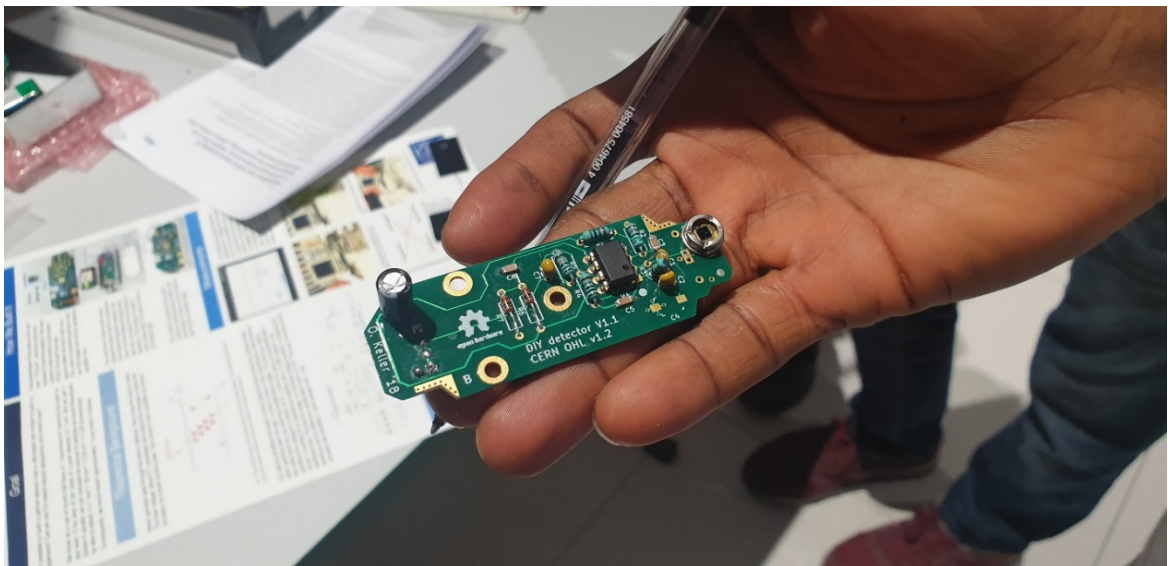
กิจกรรมทั้งหมดมีจุดประสงค์สร้างการเรียนรู้ในด้านการทดลองทางฟิสิกส์อนุภาคและสามารถถ่ายทอดไปสู่ห้องเรียนได้ประกอบด้วย

1. Cloud Chamber:
2. ATLAS Magnet Model
3. Bubble Chamber
4. Quadrupole Ion Trap
5. Quark Puzzle:
6. Particle Physics Games
7. Mystery Box
8. Scattering Experiment:
9. การสร้างชุดสาธิตหลักการของเครื่องเร่งอนุภาคทั้งแบบแนวตรง (Linac) และแบบแนววงกลม (Synchrotron)
10. ชุด Interferometer อย่างง่าย
11. Electron detector อย่างง่ายโดยใช้ microcontroller

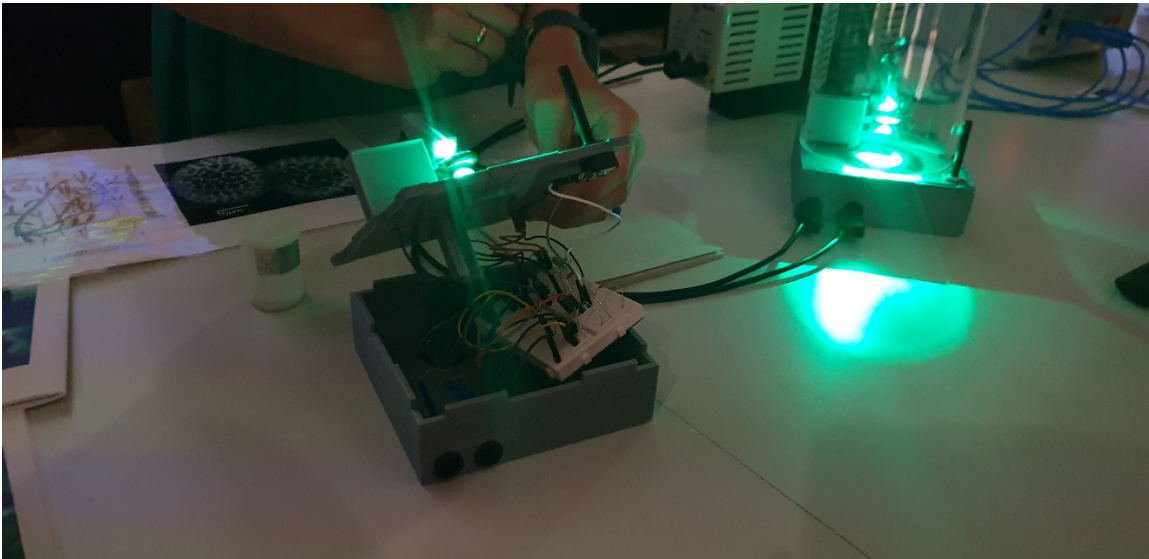
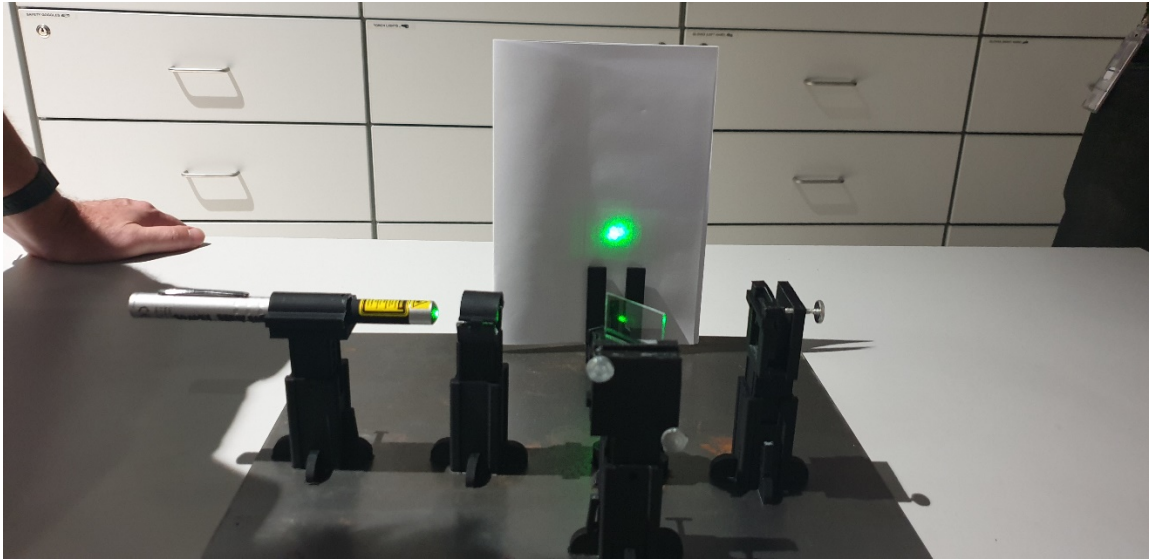
ทุกชุดเปิดให้ทุกคนสามารถเข้าไปศึกษาหลักการสร้างและการทำงานเพิ่มเติมได้จากเว็บไซต์ <https://scool.web.cern.ch/> โดยมีทั้งคู่มือและไฟล์การสร้างชิ้นงานด้วย 3D printer ให้โหลดและสามารถนำไปพิมพ์ได้ทันที

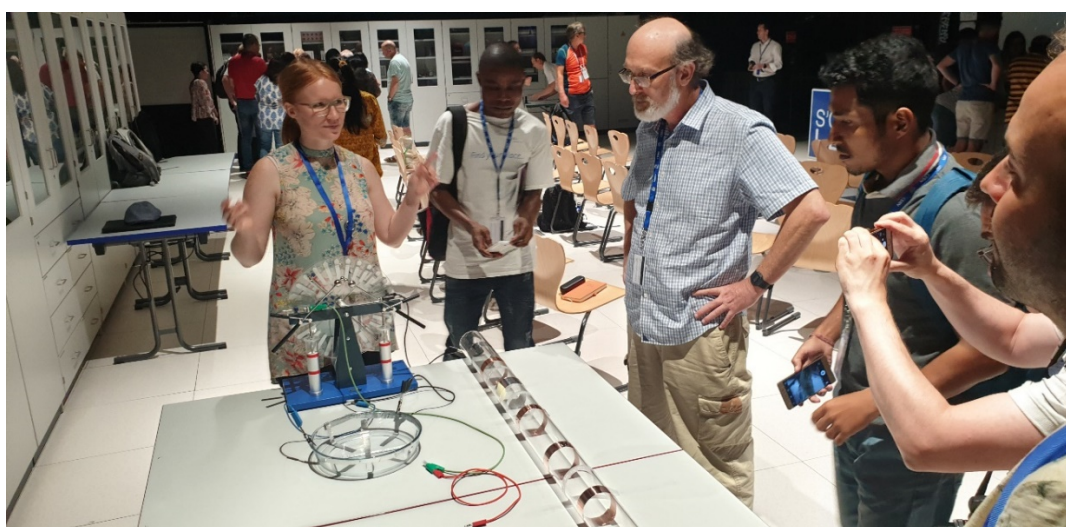
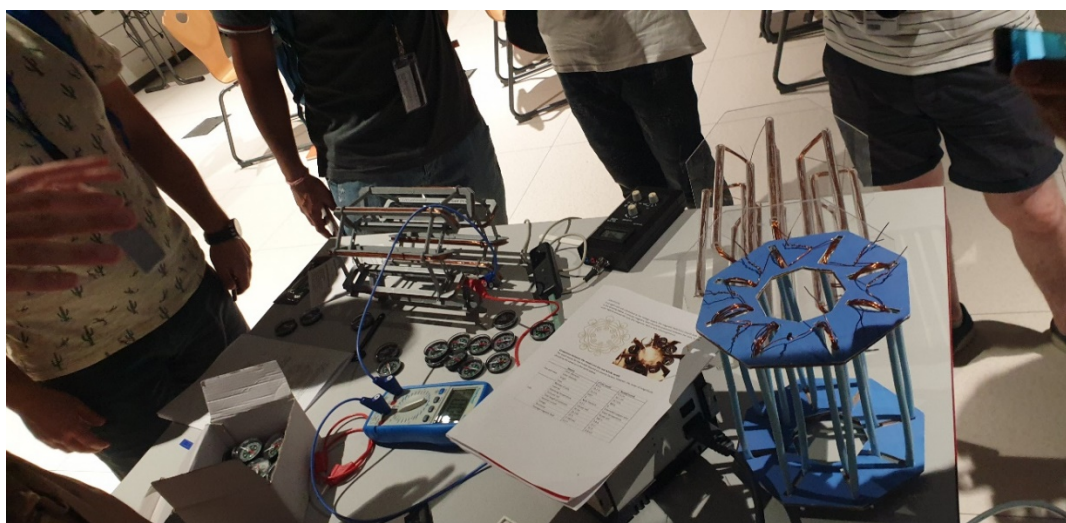
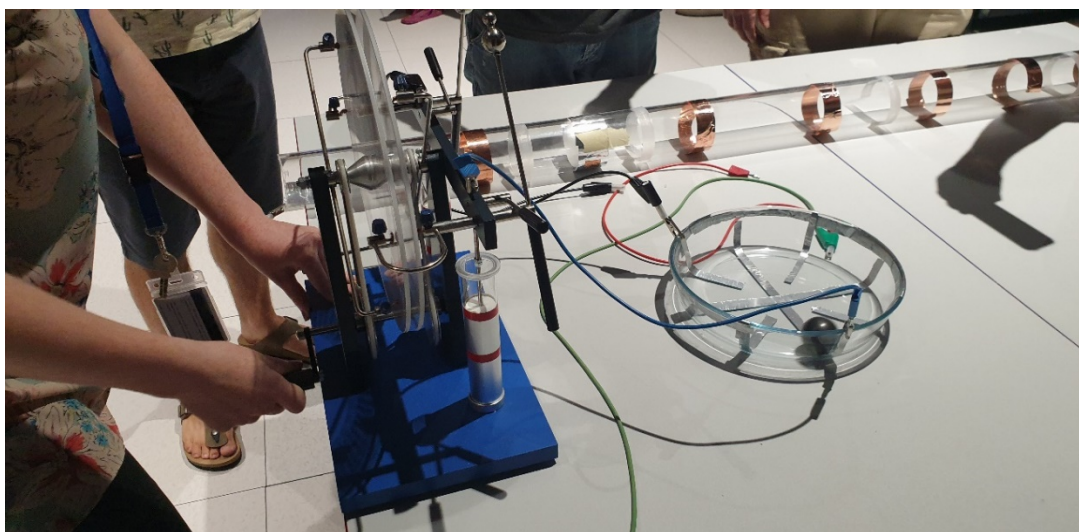


Julia นำพวกเราเข้าสู่กิจกรรม



DIY Electron detector ที่ถูกสร้างขึ้นอย่างง่ายเพื่อนำไปใช้ทดลองในห้องเรียนได้





กิจกรรมต่าง ๆ ใน S'Cool Lab ที่สามารถนำไปใช้ในห้องเรียนได้ ทั้งการสร้างInterferometer, Ion Trapping device, Particle Puzzle Game และแบบจำลองแม่เหล็กของ ATLAS อย่างง่ายด้วย 3D printer รวมทั้งการสาธิตหลักการของเครื่องเร่งอนุภาค

ทุกกิจกรรมน่าสนใจมากและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ใน ห้องเรียนตลอดจนเผยแพร่ให้กับโรงเรียนอื่น ๆ โดยเฉพาะโรงเรียน ขนาดใหญ่ทั่วประเทศได้

เป็นกิจกรรมที่ข้าพเจ้าเห็นว่าสามารถนำไปขยายผลต่อได้ทันที มีดังนี้

1. การจำลองการทดลอง Scattering ของ Rutherford

กิจกรรมนี้ทำการปล่อยลูกเหล็กกลมที่เป็นตัวแทนของ alpha particle ไหลลงไปชนกับแบบจำลองอะตอมที่ถูกพิมพ์ด้วย 3D Printer ในแนวต่างๆ จากนั้นสังเกตการกระเจิงในมุมต่าง ๆ ของลูกเหล็ก กิจกรรมนี้มุ่งให้นักเรียนเรียนรู้เทคนิคในการวัดสิ่งที่ไม่สามารถวัดได้ โดยตรงแต่สามารถวัดได้โดยอ้อมจากพฤติกรรมของการเกิด interaction กับสิ่งที่เราใส่ให้กับระบบ โครงสร้างอะตอม เปรียบเสมือนกล่องดำ (Black box หรือ Mysterious box) ที่ไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่เราสามารถวัดโดยอ้อมได้จากการใช้ความรู้ทางสถิติเพื่อจัดการข้อมูลจากการกระเจิงของ alpha particle เพื่อสร้างแบบจำลองภายในอะตอม ขึ้นมาได้

2. ชุดสาธิตหลักการเครื่องเร่งอนุภาค Linac และ Synchrotron

กิจกรรมชุดนี้ต้องการเพียง ลูกปิงปอง ท่อ ขามขนาดใหญ่ เทปอลูมิเนียม สีส่นไฟฟ้า และแหล่งกำเนิดความต่างศักย์แบบมือหมุน หลักการนั้นง่ายมากเพียงหาลูกปิงปองด้วยสีสนไฟฟ้าเป็นตัวแทนของ อนุภาคมีประจุ พ่นเทปอลูมิเนียมเป็นข้อ ๆ ห่างกันที่ด้านในของท่อตรง จากนั้นใช้ศักย์ไฟฟ้าที่เกิดจากเครื่องมือหมุนเป็นตัวสร้างสนามไฟฟ้า ระหว่างแถบเทปเพื่อให้ลูกปิงปองวิ่งเร็วขึ้นเรื่อย ๆ ในขณะที่ใช้ขามแปะเทปอลูมิเนียมเป็นข้อ ๆ ใส่ความต่างศักย์จากมือหมุนเข้าไปโดยให้ ขั้วสลับกันเมื่อหมุนเร็วขึ้น ความต่างศักย์มากขึ้น สนามไฟฟ้าระหว่าง แถบอลูมิเนียมมากขึ้นก็จะเร่งให้ลูกปิงปองวิ่งเร็วขึ้นเรื่อย ๆ

3. Cloud Chamber

การทดลองนี้ข้าพเจ้าเคยทำเมื่อครั้งเข้าอบรม Modern Physics ที่ภาควิชาฟิสิกส์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อุปกรณ์สามารถหาได้ไม่ยาก อีกเช่นกัน นั่นคือ กล่องใส น้ำแข็งแห้ง แผ่นโลหะ และแอลกอฮอล์ (Isopropyl alcohol ความเข้มข้น 90% ให้ผลดีที่สุด) วิธีการคือสร้าง บรรยากาศแอลกอฮอล์ที่อิ่มตัวขึ้นภายในกล่องใส โดยใช้ น้ำแข็งแห้งช่วยลดอุณหภูมิภายในกล่อง (จะเห็นเป็นฝอย ๆ แอลกอฮอล์ตกลงมาสู่เบื้องล่าง) เมื่ออนุภาคลำงานสูงจากอวกาศ (Cosmic particles) ชนกับอนุภาค ในชั้นบรรยากาศจะ decay หรือ transform เป็น Secondary particles

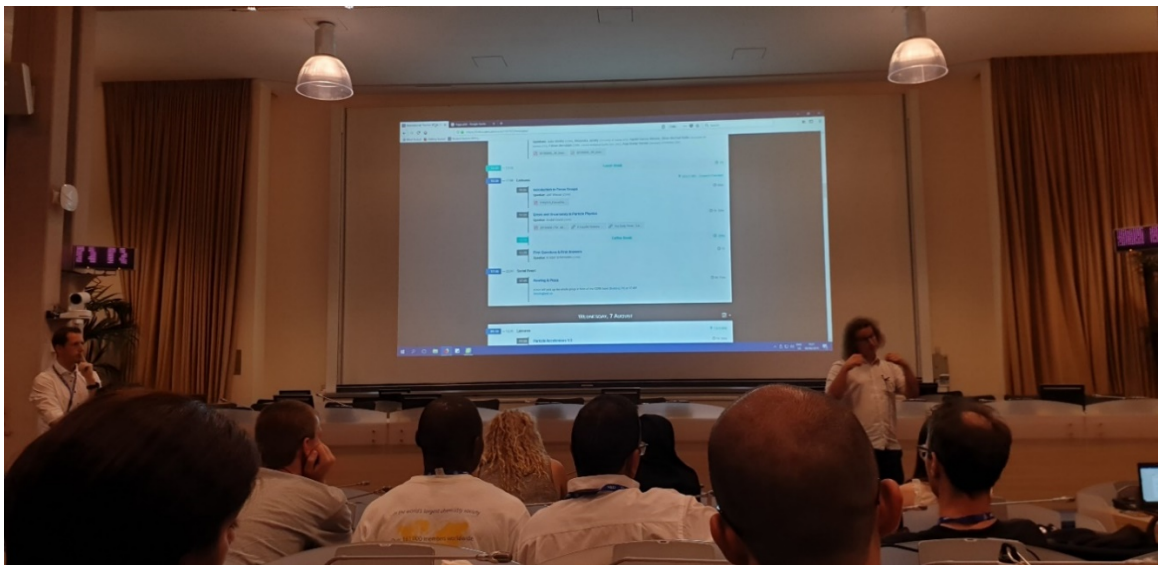
อื่น ๆ เช่น อิเล็กตรอน นิวตรอน หรือ alpha เป็นต้น เมื่ออนุภาคเหล่านี้วิ่งเข้าไปในกล่องจะ ionize แอลกอฮอล์ เห็นเป็นฟองอากาศตามทางที่ผ่าน ทำให้เราสามารถมองเห็นทางเดินของมันได้ ซึ่งนี่คือหลักการของ Particle Tracker

ในช่วงบ่ายของวันนี้เป็นการบรรยายเรื่อง Error and Uncertainty in Particle Physics บรรยายโดย Dr. Andre David นักวิจัยหนุ่มอารมณ์ดีของ CMS การบรรยายสนุกและเรียกเสียงหัวเราะได้ตลอดเวลา Andre ทำให้พวกเราเกิดมโนภาพที่ลึกซึ้งมากขึ้นต่อการทดลองทางด้านฟิสิกส์อนุภาคว่าการทดลองกับสิ่งที่มองไม่เห็นและจับต้องแทบไม่ได้ระดับ elementary particles นั้น เราต้องใช้องค์ความรู้ในการจัดการกับมหาสมุทรของข้อมูลเพื่อกรองเอาเฉพาะข้อมูลที่เป็นไปในแนวทางที่ทฤษฎีได้ทำนายเอาไว้เพื่อสนับสนุนการมีอยู่จริงของอนุภาคนั้น ๆ เหมือนกับที่ LHC ได้ทำและประมวลผลข้อมูลเป็นเวลาหลายปีเพื่อยืนยันการมีอยู่จริงของ Higgs boson (ยืนยันด้วยความเชื่อมั่นเชิงสถิติ)



จากนั้นเป็น Q&A session ครั้งแรกของโปรแกรม โดยสามารถถามคำถามใดก็ได้ตลอดการอบรม ผู้มาตอบคำถามในวันนี้คือ Dr. Kristof Schmieden จาก ATLAS หนุ่มเนิร์ดผมยาวที่สามารถตอบได้เกือบจะทุกข้อสงสัยของพวกเรา บุคลิกของ Kristof ทำให้ข้าพเจ้านึกถึงนักเรียนของข้าพเจ้าหลายคน มีความชัดเจนในตัวตน หมกมุ่นกับสิ่งที่ชอบ หายใจเข้าออกเป็นงานที่รัก สื่อสารด้วยเหตุและผลอย่างตรงไปตรงมา และพยายามอย่างสูงยิ่งในการทำความเข้าใจเพื่อนมนุษย์

Kristof เก่งมากในการพยายามย่อยเรื่องยากๆ ให้เป็นเรื่องง่าย ๆ และถ่ายทอดออกมาให้พวกเราเข้าใจได้ ที่สำคัญที่สุดเขาใจเย็นและใจกว้างมาก ๆ ที่พยายามเข้าใจคำถามของพวกเรา แม้ว่าหลายคำถามของพวกเราจะยากในการถ่ายทอดจนแม้แต่เราเองยังรู้สึกลำบากในการสร้างคำถามก็ตาม ตลอด session จึงเต็มไปด้วยความสนุกและเสียงหัวเราะ พวกเราเห็นพ้องต้องกันว่า Kristof เป็น Man of the match ของพวกเราในวันนี้อย่างแท้จริง



เมื่อเย็นวันนี้ Jeff พาพวกเราไปเล่นโบว์ลิ่งและรับประทานอาหารพิชซ่า พวกเราถูกจัดเป็น 9 กลุ่ม ซึ่งเป็นกลุ่มเดียวกันกับกลุ่มที่เราถูกแบ่งเพื่อการทำงาน Focus group และนี่ถือเป็นกิจกรรมละลายพฤติกรรมครั้งแรกของแต่ละกลุ่ม

Focus group เป็นภารกิจที่พวกเราจะถูกแบ่งเป็นกลุ่มย่อย ๆ เพื่อศึกษาประเด็นต่าง ๆ ตลอดการอบรมอย่างละเอียด และช่วยกันคิดสร้างกิจกรรมที่จะสามารถนำประเด็นนั้นๆ ไปใช้ในห้องเรียนได้จริง โดยในวันสุดท้ายแต่ละ Focus group จะต้องเตรียม presentation และ 1-page report เพื่อนำเสนอต่อที่ประชุมรวมในประเด็นที่กลุ่มได้รับ (ซึ่งจะทำการสุ่ม 1 วันก่อนการนำเสนอ นั้นหมายความว่าทุก ๆ ครั้งที่พวกเราเรียนรู้หัวข้อใดจบไป พวกเราจะต้องมาระดมความคิดกันเพื่อสรุปข้อมูลเอาไว้ ซึ่งนับว่าทำให้สิ่งที่พวกเราเรียนรู้มาองกามขึ้นไปอีกจากการช่วยกันคิดร่วมกัน) โดยจะมีการบันทึกเทปและออกอากาศสดผ่านช่องทางออนไลน์ของเซิร์น ด้วย ประเด็นที่จะต้อง “focus” ประกอบไปด้วย

1. Particle Physics & Error and Uncertainty
2. Particle Accelerators
3. Particle Detectors
4. Data Analysis in Particle Physics
5. Computing in Particle Physics
6. Medical Applications of Particle Physics
7. Higgs Physics
8. Antimatter Research
9. Future Accelerators

ซึ่งทั้งหมดนี้คือหัวข้อที่เราจะได้เรียนรู้ทั้งหมดตลอดการอบรม

Focus group ของข้าพเจ้ามี 6 คนประกอบไปด้วย Alicia ครูวิทยาศาสตร์จาก Miami สหรัฐอเมริกา Betty ครูฟิสิกส์ชาวกรีกที่ไปสอนในราชอาณาจักรสวีเดน, Moises ศาสตราจารย์ทางด้านดาราศาสตร์ที่ผันตัวมาสอนหนังสือระดับมัธยมชาวสเปน, Jean ครูฟิสิกส์จากแอฟริกาใต้ และ Bruno ครูเคมีและคอมพิวเตอร์จากฝรั่งเศส โบว์ลิ่งนัดนี้กลุ่มพวกเราทำคะแนนไปร้อยละคะแนนเศษ ซึ่งนับว่าไม่ชี้เหรเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น แต่ยังห่างชั้นกับกลุ่มที่อยู่ห่างไปสามเลน กลุ่มนั้นทำไปเกือบสองร้อยแต้ม เพราะในทีมมียอดฝีมือชาวเยอรมันและอเมริกันถึงสองคนอยู่ด้วยกัน



สมาชิกกลุ่ม Focus group ของข้าพเจ้า

Day 4

07 August 2019

--Particle Accelerators--

ในวันนี้เราเริ่มต้นด้วยการฟังบรรยายเรื่อง Particle Accelerators โดย Dr. Simone Gilardoni จาก Accelerators & Beams Division แม้ในระหว่างที่ข้าพเจ้าทำวิทยานิพนธ์ทางด้านฟิสิกส์ของเครื่องเร่งอนุภาคอยู่ที่ประเทศอังกฤษเคยได้ยินชื่อเสียงของ S. Gilardoni อยู่บ้างผ่าน paper และงาน conference ต่าง ๆ ที่เข้าร่วม อย่างไรก็ตาม งานของเราอาจเรียกได้ว่ามีระยะห่างเล็กน้อยเนื่องจาก Simone ทำเครื่องเร่งอนุภาคที่ใช้ในงาน Particle Physics มากกว่า โดยเฉพาะงานศึกษาทางด้านนิวทริโน (neutrinos) ในขณะที่งานของข้าพเจ้านั้นไปที่เครื่องเร่งอนุภาคเพื่อการเป็น Light Source

Simone เป็นครูที่ยอดเยี่ยม แม้ขณะนี้เขามีตำแหน่งในมหาวิทยาลัยด้วยแต่ข้าพเจ้าคิดว่าเขาสามารถสอนนักเรียนมัธยมศึกษาได้สบาย ๆ Simone ถ่ายทอดจินตนาการในหลักการของเครื่องเร่งอนุภาคออกมาได้อย่างเยี่ยมยอด และหลายครั้งตลอดการบรรยายมีหลายจุดเกี่ยวกับเครื่องเร่งอนุภาคที่ข้าพเจ้าเพิ่งจะเข้าใจจริง ๆ หลังจากได้ฟังการบรรยาย อย่างไรก็ตาม ด้วยความที่เวลาจำกัดและเครื่องเร่งอนุภาคมีรายละเอียดทางด้านฟิสิกส์มากมาย ทำให้หลายครั้งเพื่อนร่วมอบรมตามไม่ทันใน session นี้ข้าพเจ้าอาจได้เปรียบคนอื่นเล็กน้อยเนื่องจากมี background มาก่อน

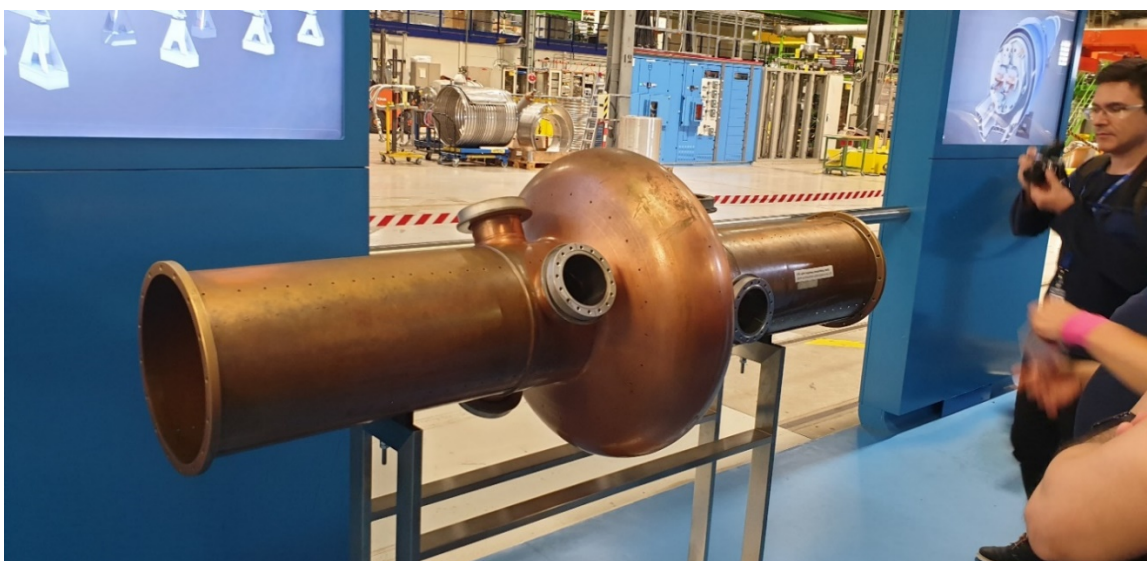
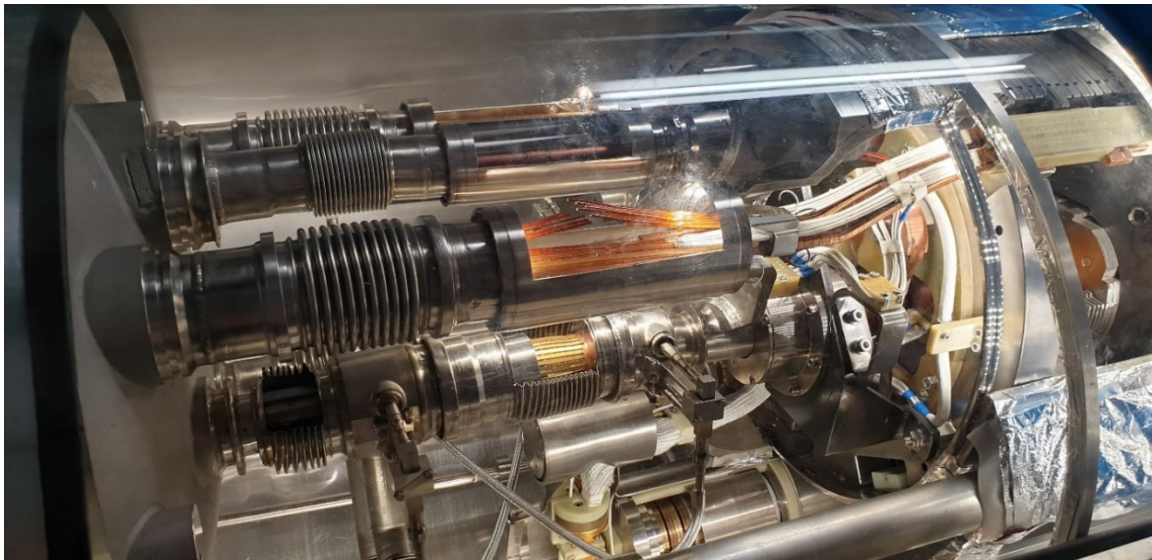
ข้าพเจ้าจึงขอฝากข้อแนะนำสำหรับครูผู้จะเข้าร่วมอบรมต่อไปในอนาคตให้ทำการบ้านมาก่อนในเรื่องนี้จะทำให้เข้าใจเนื้อหาได้เร็วมากขึ้น



ด้านหน้าอาคาร Cryogenic test

บริเวณรอยต่อของท่อ
เครื่องเร่งอนุภาค LHC
ล่าง: RF Cavity

ช่วงบ่ายเราเดินทางไปที่ Cryogenic Test Facility ซึ่งตั้งอยู่ใน
ฝั่งประเทศฝรั่งเศส ที่นี่เป็นที่พักผลิตและทดสอบชิ้นส่วนแทบทุกชิ้นของ
เครื่องเร่งอนุภาค LHC ก่อนนำลงไปประกอบในอุโมงค์ใต้ดิน ชิ้นส่วน
ต่าง ๆ ถูกถอดออกมาเพื่อตั้งแสดง เราจึงได้เห็นเทคโนโลยีระดับ
Frontier ของอารยธรรมมนุษย์ ทั้ง superconducting RF cavity,
magnet coil เทคนิคทางวิศวกรรมในการต่อเชื่อมต่อเครื่องเร่งอนุภาค
ที่บรรจุไนโตรเจนเหลวที่ชั้นนอกและฮีเลียมเหลวที่ชั้นในเพื่อสร้าง
อุณหภูมิเกือบ 0 เคลวิน (ซึ่งเย็นที่สุดในจักรวาลเท่าที่มนุษย์รู้จัก)
เพื่อให้ตัวนำอยู่ในสภาพ superconductor เทคนิคในการแบ่ง coil
เป็นส่วนเล็ก ๆ เพื่อให้ฮีเลียมเหลวที่อยู่ในสถานะ superfluid สามารถ
แทรกซึมเข้าไปนำความร้อนออกมาได้ เป็นต้น



Day 5

08 August 2019

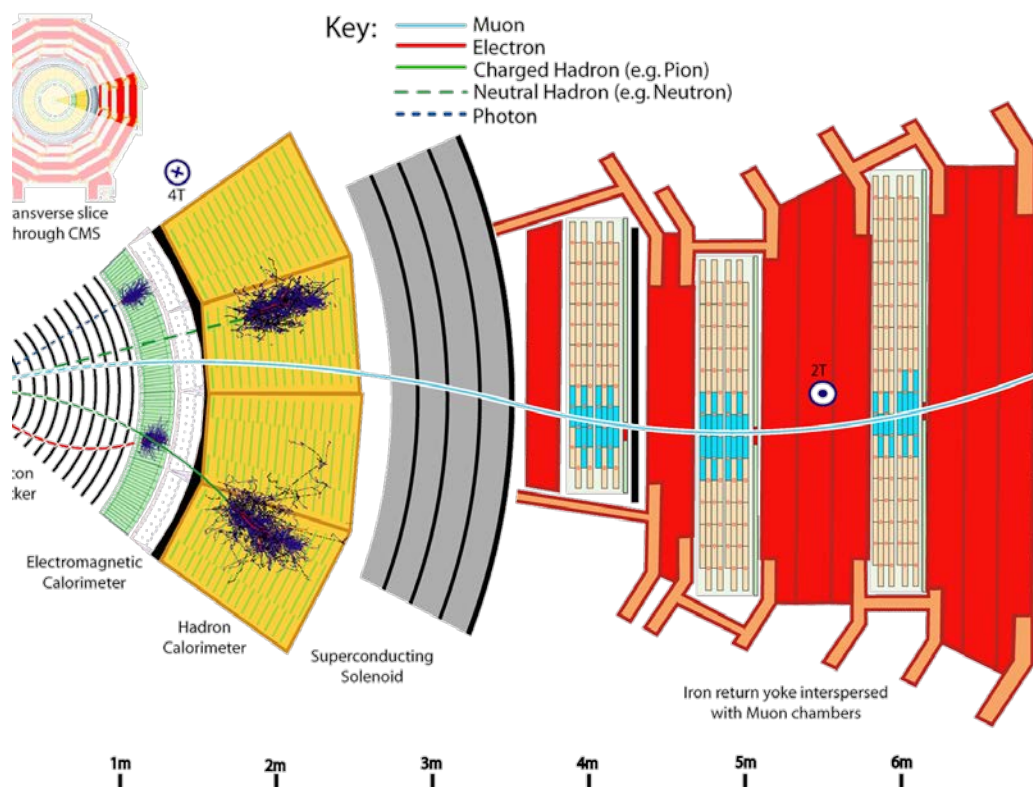
--Particle Detectors--

หลังจากเมื่อวานเราทำความรู้จักกับเครื่องเร่งอนุภาคไปแล้ว
วันนี้เรามาทำความรู้จักกับ Detectors อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับ
อนุภาค ณ จุดที่เกิดการชนกันของโปรตอน

โปรตอนเป็นระบบอนุภาคที่ประกอบไปด้วยควาร์ก (quarks)
และกลูออน (gluon) ถูกเร่งให้มีพลังงานสูงและชนกัน ดังนั้นจึงเกิดการ
ชนหลายแบบ กล่าวคือ

- u-quark กับ u-quark
- u-quark กับ d-quark
- d-quark กับ d-quark
- d-quark กับ gluon
- u-quark กับ gluon และ
- gluon กับ gluon

โดยการชนแต่ละแบบนั้นได้ผลผลิตที่เหมือนกันบ้างต่างกันบ้าง
และผลผลิตนั้นไม่ได้มีแค่ Primary particles แต่ยังมี Secondary
particles หรือแม้แต่ Tertiary particles ที่เกิดจากการ decay หรือ
transform ไปเป็นอนุภาคชนิดอื่น อย่างไรก็ตาม แทบทุก interaction
มีทฤษฎีรองรับคือ Standard Model



ภาพ Cross section ของเครื่อง CMS

ในวันนี้มีการบรรยายโดย Prof. Freya Blekman จาก CMS การบรรยายเล่าถึงองค์ประกอบโดยทั่วไปของ Detectors ซึ่งมักแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ Calorimeter ซึ่งใช้ในการวัดพลังงานของอนุภาค และ Tracker เพื่อใช้ติดตามแนวทางเดินของอนุภาคภายใต้สนามแม่เหล็ก ซึ่งนำไปสู่การวัดโมเมนตัมของอนุภาคได้

Calorimeter นั้นยังแบ่งออกเป็น Electromagnetic calorimeter ซึ่งใช้ในการวัดพลังงานของอิเล็กตรอน โพสิตรอนและโฟตอนที่เกิดจากการชน และ Hadron calorimeter ซึ่งใช้ในการวัดพลังงานของ hadron หรือระบบอนุภาคที่เกิดจากการชน

สำหรับ CMS หรือ Compact Muon Solenoid นั้น ถ้านับจากจุดที่เกิดการชนกันของโปรตอน detector ชนิดแรกคือ Silicon tracking detector ซึ่งมีลักษณะเหมือนเซลล์รับภาพในกล้องถ่ายรูปดิจิทัลแทบจะทุกประการเพียงแต่มีจำนวนเซลล์รับภาพเยอะกว่ามาก (แต่ละชั้นมีจำนวนเซลล์ประมาณ 100 ล้านพิกเซล) และสามารถบันทึกภาพด้วยความเร็วสูงกว่ามาก (ประมาณ 40 ล้านครั้งต่อวินาที) วัตถุประสงค์ของ detector ชนิดนี้ คือ การตรวจจับทางเดินของอนุภาคเพื่อวัดโมเมนตัม

ในชั้นถัดไปจะเป็น Electromagnetic calorimeter ทำหน้าที่เป็น Scintillator ซึ่งทำงานโดยจะปลดปล่อยแสง (โฟตอน) ออกมาเมื่อได้รับพลังงานจากอิเล็กตรอน โพสิตรอนและโฟตอน แสงที่ปลดปล่อยออกมานั้นจะมีความเข้มแปรผันโดยตรงกับพลังงานของอนุภาคที่เข้ามา ความน่าสนใจคือ detector ชนิดนี้ผลิตจาก ผลึก PbWO_4 ซึ่งเป็นโลหะที่นำไฟฟ้า แต่เมื่อมองด้วยตาเปล่าจะมีลักษณะไม่ต่างจากแท่งแก้วธรรมดาทั่วไป ต้องลองยกดูจึงจะรู้ว่ามันน้ำหนักเยอะกว่าแก้วธรรมดาตามที่ขนาดเท่ากัน

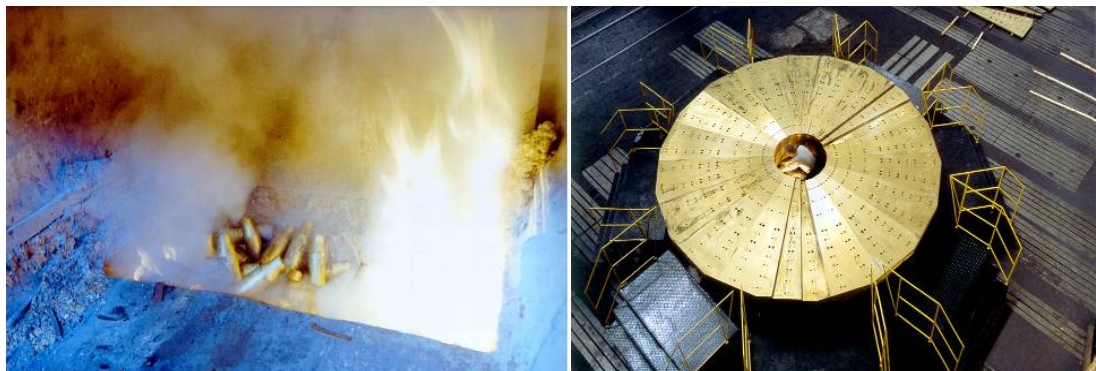
ในชั้นถัดไปจะเป็น Hadron calorimeter ซึ่งทำจากชั้นของ Scintillator สลับกับทองเหลือง ความน่าสนใจอย่างมากอยู่ที่ detector นี้มีหน้าที่ในการตรวจวัดพลังงานของ hadron ซึ่งโดยปกติแล้วสามารถเกิดขึ้นได้จากกระบวนการ nuclear decay และปัญหาก็คือหลังจากมนุษย์คิดค้นอาวุธนิวเคลียร์ขึ้นมาก็มีการทดสอบออกมา อีกทั้งยังเคยเกิดอุบัติเหตุโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ระเบิดและปลดปล่อยกัมมันตภาพรังสีไปทั่วโลก กัมมันตภาพรังสีที่ปนเปื้อนไปในชั้นบรรยากาศจากการใช้อาวุธนิวเคลียร์และอุบัติเหตุทำให้เกิดการปนเปื้อนในธาตุโลหะที่ใช้ในการผลิตทองเหลือง และสามารถกระตุ้นให้อะตอมอื่น ๆ เกิดความไม่เสถียรและเกิดกระบวนการ nuclear decay ที่ผิดปกติได้ ดังนั้น ทองเหลือง

ทุกชิ้นที่ผลิตขึ้นในโลกตั้งแต่สงครามโลกครั้งที่สองเป็นต้นมาจะนำมาใช้ผลิต Hadron detector ไม่ได้

ทางแก้อันชาญฉลาดคือ พวกเขาใช้ทองเหลืองที่เป็นปลอกกระสุนปืนใหญ่ที่ถูกใช้ในสงครามโลกครั้งที่ 1 เมื่อร้อยปีก่อน โดยได้รับบริจาคมากจากประเทศรัสเซีย หนึ่งในประเทศคู่สงครามซึ่งมี stock ปลอกกระสุนปืนใหญ่ตั้งแต่สมัยสงครามโลกครั้งที่ 1 มากมาย เหลือพอนำมาหลอมทำ detector ได้



ซ้าย: ตัวอย่างกระสุนปืนใหญ่ ขวา: ปลอกกระสุนปืนใหญ่ที่รัสเซียบริจาคให้



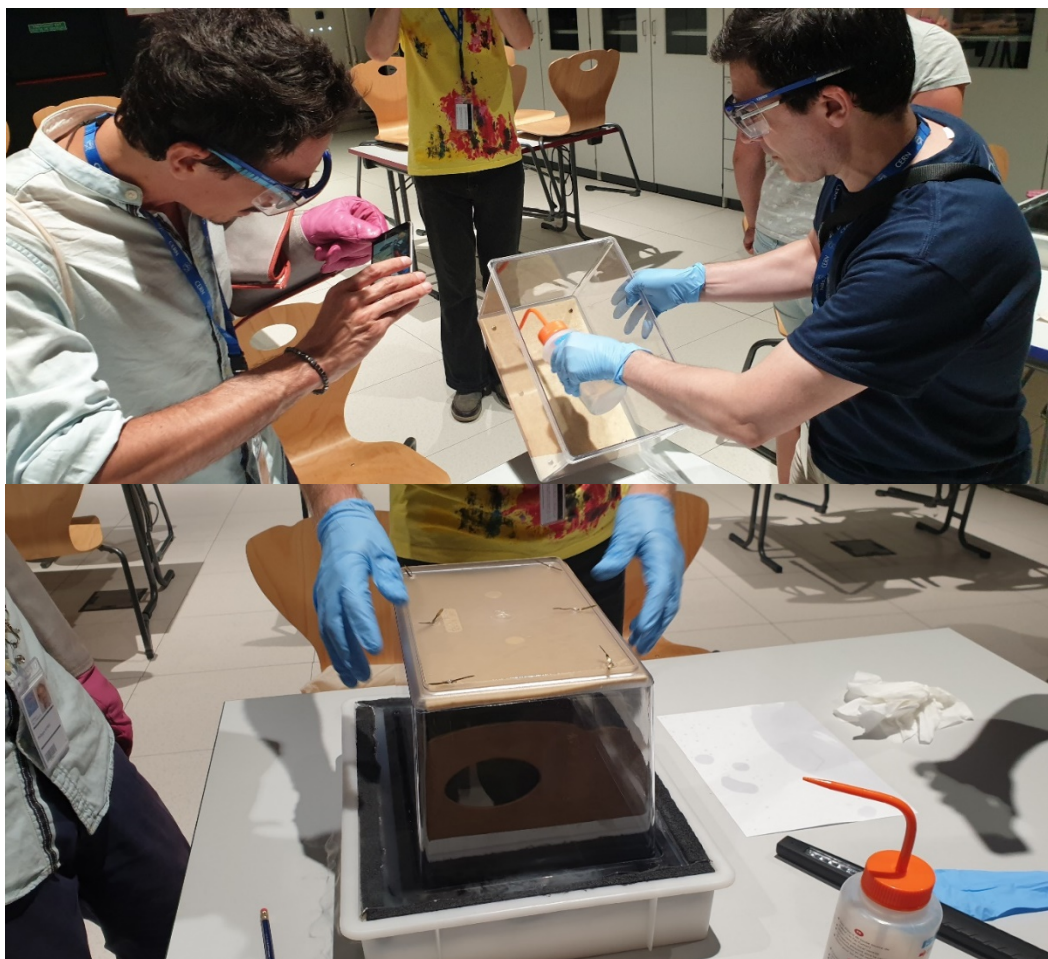
ซ้าย: การหลอมปลอกกระสุนปืนใหญ่ ขวา: ชิ้นทองเหลืองที่ขึ้นรูปแล้วเตรียมนำไปประกอบกับ detector

ในขั้นสุดท้ายจะเป็น Muon detector อันเป็นที่มาของชื่อในส่วนนี้จะแผ่นเหล็กสลับกับ “Multi-wire detector” ซึ่งคิดค้นโดย Georges Charpak

Detector ชนิดนี้อาศัยหลักการที่เมื่อมีวออน (muon) ซึ่งเป็น elementary particle ที่มีประจุชนกับเส้นตัวนำ จะทำให้เกิดกระแสไหลก่อให้เกิดความต่างศักย์กับแผ่นโลหะที่อยู่รอบข้างซึ่งเราสามารถวัดความต่างศักย์นี้ได้อย่างจำเพาะเจาะจงในแต่ละบริเวณ ทำให้เมื่อนำ detector นี้ซ้อนกันเป็น array จะทำให้เราสามารถสังเกตแนวทางการเดินของมีวออน ผ่านแนวที่เกิดความต่างศักย์ในชั้นต่าง ๆ ของ detector ได้ ผลงานนี้ทำให้ Georges Charpak ได้รับรางวัลโนเบล สาขาฟิสิกส์ ในปี 1992

นอกจากนี้ ยังมี Cherenkov detector ซึ่งถูกติดตั้งใน LHCb เพื่อตรวจจับปรากฏการณ์ Cherenkov อันเนื่องมาจากอนุภาคพลังงานสูงอีกด้วย

จากการบรรยายเรื่อง Particle Detector จะเห็นว่าเมื่อเกิดการชนของโปรตอน อนุภาคที่เกิดขึ้นจะมีจำนวนมหาศาล ประกอบกับการเก็บข้อมูลด้วยความถี่ 40 ล้านครั้งต่อวินาที (40 MHz) จาก detectors จำนวนมากก่อให้เกิดข้อมูลปริมาณมหาศาล ดังนั้นกระบวนการถัดจากนี้คือการจัดการข้อมูลจึงมีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าการสร้างเครื่องเร่งอนุภาคและ detectors เพื่อก่อให้เกิดการชนกันและได้ข้อมูลจากการชนแบบที่ต้องการ



พวกเรากำลังสร้าง Cloud chamber เพื่อทดลองการตรวจจับทางเดินของ cosmic particles

ในช่วงบ่ายพวกเรากลับไป S'Cool LAB เพื่อลองทำ Cloud Chamber ซึ่งสามารถทำได้ง่าย ๆ ในห้องเรียน และยังพบว่าสามารถเห็นแนวทางเดินของอนุภาคพลังงานสูงจากอวกาศได้อย่างชัดเจน

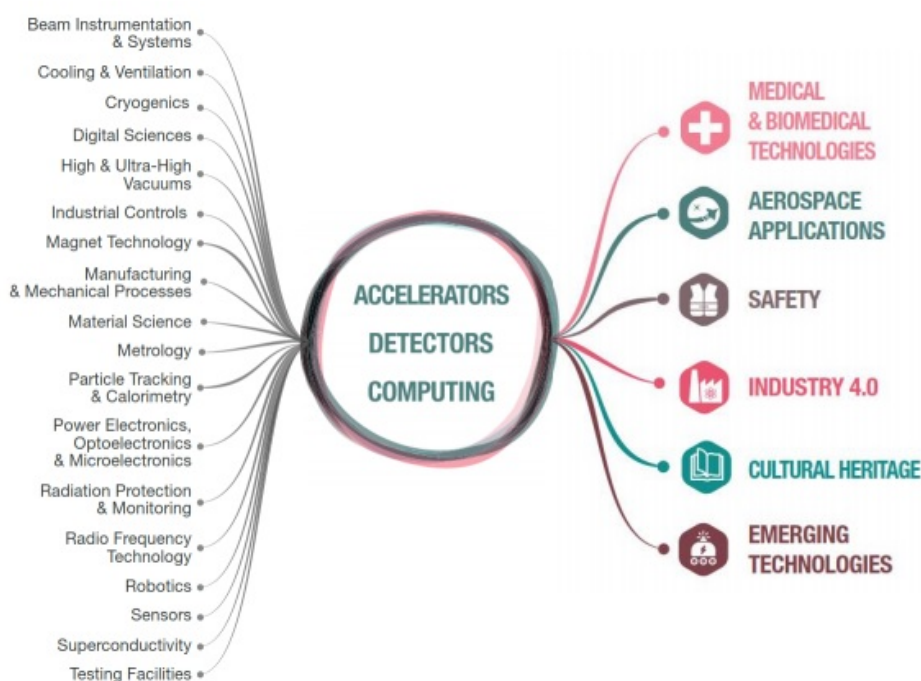
Day 6

09 August 2019

--The Particle Heaven's Underworld--

และแล้ววันที่ทุกคนรอคอยก็มาถึง วันนี้ในช่วงบ่ายเราจะได้ลงใต้ดินเพื่อไปดู CMS detector แต่ก่อนอื่นช่วงเช้าเป็นการบรรยายในเรื่องที่เป็นจุดสนใจของข้าพเจ้าพอดี นั่นคือ Medical Applications ของ accelerators

ในช่วงเช้าเป็นการบรรยายเรื่อง Medical Applications of Particle Physics โดย Dr. Rita Ferreira จาก Knowledge Transfer Group ด้วยความที่เชิร์นเป็นองค์กรที่ทำงานวิจัยระดับแนวหน้า ดังนั้นความต้องการเทคโนโลยีระดับสูงสุดของอารยธรรมมนุษย์จึงมีสูงมาก ด้วยเหตุนี้เทคโนโลยีที่ถูกคิดค้นขึ้นเพื่อช่วยให้การทดลองทางฟิสิกส์อนุภาคได้ผลดีและแม่นยำมากขึ้นนี้จึงมักถูกขยายผลออกสู่โลกภายนอกเพื่อสร้างประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรมให้แก่มวลมนุษย์ ยกตัวอย่างเช่น อินเทอร์เน็ต และหน้าจอ touch screen ที่ผู้คนเกือบทั้งโลกแทบจะขาดไม่ได้ในปัจจุบัน



Knowledge Transfer | *Accelerating Innovation*

อย่างไรก็ตามจุดมุ่งหมายของการดำเนินงานของเชิร์น คือการแสวงหาความจริงของธรรมชาติเพื่อมวลมนุษยชาติ ไม่มีเป้าหมายเพื่อผลิตเทคโนโลยีเพื่อการค้า ทำให้ตลอดการดำเนินงานเป็นศูนย์วิจัยชั้นนำของโลกกว่าศตวรรษ เชิร์นจดสิทธิบัตรผลงานของตนเพียง 47 ชิ้น

Medical Applications อันเป็นผลพลอยได้จากงานวิจัยอันเข้มข้นของ เซิร์นแบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

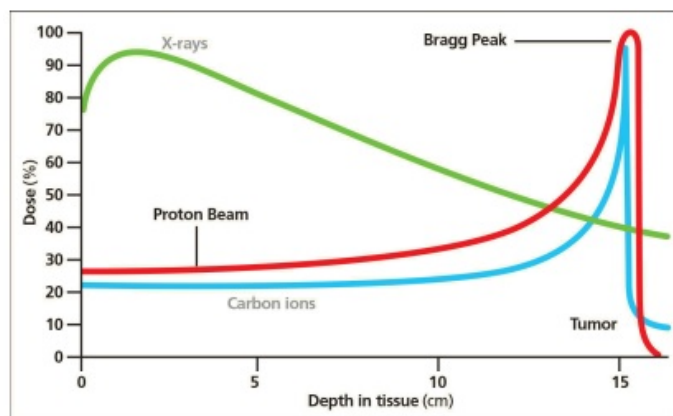
1. Medical Imaging ที่ขยายผลจากเทคโนโลยี particle detectors
2. Cancer Treatment ที่ขยายผลจากเทคโนโลยีระบบเครื่องเร่งอนุภาค
3. Medical Data Management and Analysis ที่ขยายผลจากความเชี่ยวชาญในการจัดการข้อมูล

Medipix

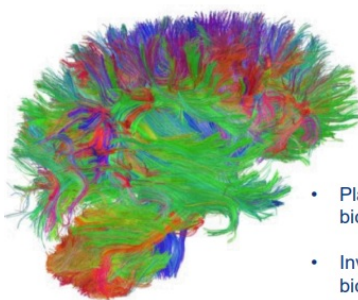
- Fast fully digital device sensitive to X-rays instead of visible light
- Good conversion efficiency of low energy X-rays
- Can create the first true colour images with X-rays



Protons vs X-rays

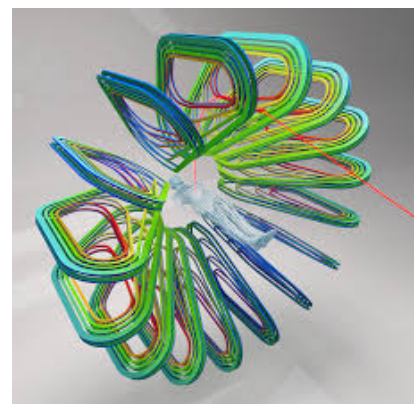


BioDynaMo – The Biology Dynamic Modeller



- Platform for high-performance simulations of biological dynamics
- Involves detailed physical interactions in biological tissue
- Highly optimized and parallelized code
- To be on hybrid (multi-core, manycore) cloud environments

GaToroid



เมื่อถึงช่วงบ่าย พวกเราเดินทางไปสถานีวิจัย CMS ซึ่งตั้งอยู่ในฝั่งฝรั่งเศส การลงไปที่สถานีวิจัยใต้ดินมีมาตรการรักษาความปลอดภัยอย่างเข้มงวด ในภาวะปกติที่เดินเครื่องจะต้องไม่มีมนุษย์อยู่ด้านล่างแม้แต่คนเดียว ดังนั้น จึงเป็นโอกาสดีของพวกเราที่ LHC อยู่ในช่วง Long Shutdown (LS) พอดี ซึ่งครั้งนี้นับเป็นครั้งที่ 2 (LS2) ตั้งแต่สร้าง LHC ขึ้นมา โดย LS1 นั้นเกิดขึ้นเมื่อปี 2014 ซึ่งเป็นครั้งก่อนที่ข้าพเจ้ามาเยือนเซิร์น ในขณะที่กำลังศึกษาอยู่ที่ประเทศอังกฤษพอดี ในครั้งนั้นข้าพเจ้าได้ลงไปที่สถานีวิจัย ATLAS

เซิร์นมีแผนในการเดินเครื่อง LHC เพื่อเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องประมาณครั้งละ 4 ปี จากนั้นจะเข้าสู่ช่วง Long Shutdown เพื่อ upgrade ศักยภาพของเครื่อง โดยใน LS2 ครั้งนี้ นอกจากจะมีการ upgrade ระบบสายสัญญาณ upgrade ระบบ detector บางส่วน และระบบ data analysis แล้ว ยังมีการ upgrade ระบบเครื่องเร่งอนุภาคเพื่อเพิ่ม “Luminosity” ซึ่งเป็น parameter ที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับอัตราการชนกันของโปรตอน ให้เป็น HL-LHC (High Luminosity LHC) เพื่อให้ได้ผลการทดลองเกี่ยวกับ Higgs boson ที่ละเอียดขึ้น และเพื่อขยายศักยภาพของเครื่องให้ศึกษาประเด็นทาง Particle Physics ซึ่งเป็นโจทย์ต่อไปของมนุษย์ด้วย

การลงใต้ดินจะมีการจำกัดจำนวนคนที่ลงไปในแต่ละครั้ง เนื่องจากหากเกิดภาวะฉุกเฉินจะต้องแน่ใจว่าสามารถอพยพทุกคนขึ้นมาได้อย่างรวดเร็วด้วยลิฟท์ ลิฟท์ในการลงใต้ดินของที่นี้ยังจัดได้ว่าเป็นหนึ่งในลิฟท์ที่ปลอดภัยที่สุดในโลกอีกด้วย



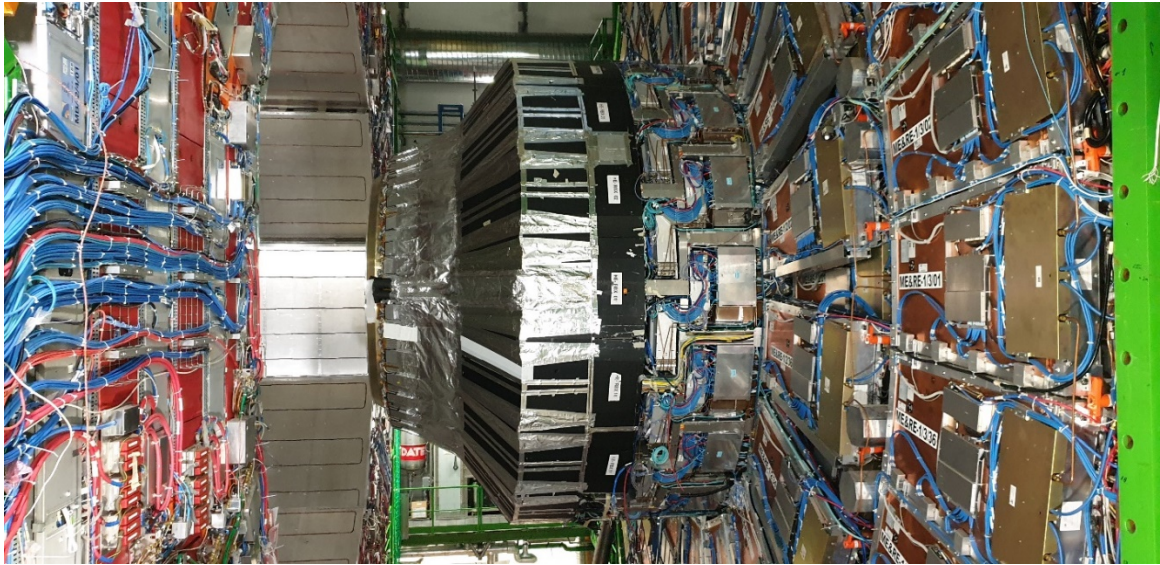
ด้านหน้าของ CMS



ประตูนิรภัยที่ต้องใช้การสแกน
ม่านตาเพื่อเปิด

พวกเราถูกแบ่งเป็น 4 กลุ่ม เพื่อให้จำนวนคนเหมาะสมแก่การเดินทางลงใต้ดินอย่างปลอดภัย โดยก่อนลงไปใต้ดิน Anja ผู้นำของกลุ่มเราพาพวกเราเดินชมโดยรอบทั้งห้อง control ห้อง server ที่ใช้สำหรับการจัดเก็บข้อมูลในขั้นแรกที่ได้จาก CMS detectors และบริเวณปากอุโมงค์ที่ใช้สำหรับหย่อนอุปกรณ์ลงไปใต้ดิน ซึ่งทุกส่วนประกอบของ CMS ก็ถูกหย่อนลงที่ช่องนี้เช่นกัน

เมื่อถึงคิวของกลุ่มเรา Anja นำเราผ่านประตูนิรภัยที่ต้องใช้การสแกนม่านตาเพื่อระบุตัวตนเฉพาะผู้ได้รับอนุญาตเท่านั้น เพื่อใส่หมวกและลงลิฟท์ไปใต้ดิน ชั้นที่เราไปลงจอดอยู่ลึก 84 เมตร จากผิวดิน จากนั้นต้องผ่านประตูนิรภัยที่ต้องใช้การสแกนม่านตาอีกครั้งหนึ่งจึงจะเข้าไปถึงบริเวณเครื่องได้ พวกเราเดินผ่านบริเวณที่เต็มไปด้วย server ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของส่วนต่าง ๆ ของเครื่อง เมื่อเราเดินพ้นกำแพงไปจึงพบกับ CMS detector ที่วางอยู่เกือบจะเต็มช่องว่างในชั้นหินใต้ดินนี้อย่างสมบูรณ์ ทางเดินที่ทำขึ้นถูกจัดวางในตำแหน่งที่ทำให้เราได้เห็นด้านข้าง detector พอดี ประกอบกับขณะนี้อยู่ในช่วง LS2 ส่วนตัว body ของ detector กับส่วน Endcap นั้นถูกเลื่อนออกจากกัน ทำให้เราสามารถสังเกตเห็น detectors ในชั้นต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน



Anja อธิบาย detectors แต่ละส่วนเปรียบเทียบกับที่เราเคยเห็นจากเลเซอร์ ซึ่งตอนนี้เราได้เห็นด้วยตาตนเองแล้ว ข้าพเจ้าพบว่าทางเดินของ CMS เป็นมิตรต่อนักทัศนจรรมากกว่าทางเดินของ ATLAS ข้าพเจ้าจำได้ว่าเมื่อเดินลงไปถึง ATLAS (ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า CMS ประมาณ 2 เท่า) ทางเดินนั้นไปโผล่ตรงด้านข้างของเครื่องพอดี ทำให้มองไม่เห็นองค์ประกอบด้านในของตัว detector ในขณะที่ทางเดินของ CMS นั้น นำนักทัศนจรรให้มาถึงบริเวณที่สามารถมองเห็นองค์ประกอบภายในได้อย่างละเอียด



ส่วน body และ endcap ของ CMS นั้นถูกเลื่อนออกจากกันด้วยไฮดรอลิกขนาดยักษ์ น่าทึ่งเป็นอย่างมากที่มันสามารถเลื่อนของน้ำหนักประมาณ 14,000 ตัน เข้าไปประกอบกันด้วย precision ในระดับ micron ได้

ขากลับเราเดินผ่านประตูที่สามารถเดินเข้าไปในอุโมงค์ของ LHC ได้ ซึ่งถูกปิดไว้อย่างแน่นหนา เมื่อประกอบกับป้ายเตือนต่าง ๆ จำนวนมาก เหมือนจงใจให้ผู้พบเห็นรู้สึกถึงอันตรายที่อยู่เบื้องหลังประตู รวมถึงเบื้องหลังการกระทำหากเปิดประตูเข้าไปโดยไม่ได้รับอนุญาต นอกจากนี้ทั้งแผงประตูยังใช้สีแดง ตอกย้ำความอันตรายเบื้องหลังประตูอยู่ในที่แห่งนี้ นับว่าเป็นที่ที่มีความมหัศจรรย์ในทุก ๆ ตารางเซนติเมตร เป็น Heaven's underworld อย่างแท้จริง



Day 7

10 August 2019

--Fellowship of the ‘Fondue’--

วันเสาร์วันนี้เป็นวันกึ่งพักผ่อนของเรา ที่ว่ากึ่งพักผ่อนเพราะ เราได้รับการกิจ Treasure hunter ภายในเมืองเก่าของเจนีวา พวกเรา จับกลุ่มกันเริ่มภารกิจหลังอาหารกลางวัน เดินสำรวจจุดสำคัญของเมือง ทั้งทะเลสาบเจนีวา, อนุสาวรีย์ Jean-Jacques Rousseau, นักปรัชญานามกระเดื่องชาวเจนีวา, มหาวิทยาลัยเจนีวา, มหาวิหาร St. Pierre, ศาลาว่าการ เมือง Hôtel de Ville, สำนักงานสหประชาชาติ, รูปประติมากรรม Broken Chair และที่หมายสุดท้ายคือการตามหาร้านอาหาร ณ Hotel Edelweiss ที่ Jeff จะพาเราไปชิม Cheese Fondue อาหารประจำชาติของชาวสวิสเซอร์แลนด์





ระหว่างพูดคุยในงานเลี้ยง Jeff มอบของขวัญให้กับทุกคน เป็นฟิล์มภาพจาก Bubble Chamber ซึ่งเป็นแนวทางเดินของอนุภาค จากการชนกันของอิเล็กตรอนและโพสิตรอน ซึ่งเราสามารถนำไปคำนวณต่อได้เพื่อหาว่าอนุภาคดังกล่าวคืออนุภาคชนิดใด จัดว่าเป็นของขวัญแบบ exclusive มาก ๆ เพราะฟิล์มดังกล่าวเป็นฟิล์มจากการทดลองตั้งแต่เครื่อง LEP (Large Electron Positron Collider) เมื่อสิบกว่าปีก่อน และแน่นอนมีจำนวนเหลืออยู่อย่างจำกัด

สำหรับ Cheese Fondue นั้น ข้าพเจ้าให้นิยามคล้าย ๆ กับทุเรียนของประเทศไทยเราว่า สำหรับคนที่ได้ลองครั้งแรก น่าจะมีสองประเภท คือ ชอบไปเลยกับไม่ชอบไปเลย สำหรับโต๊ะของข้าพเจ้าเห็นพ้องต้องกันว่า ขอลองครั้งเดียวก็พอ ซึ่ง Cheese Fondue มื้อนี้ยังทำข้าพเจ้าต้องใส่ปูนปาวต้องรีบกลับที่พักอีกด้วย

Day 8

12 August 2019

--From the Hit to the Bit--

เมื่อพูดถึงเครื่องเร่งอนุภาค detectors และ applications ต่าง ๆ ไปแล้ว สิ่งสำคัญต่อมาที่ขาดไม่ได้ คือ การประมวลผลข้อมูลจากการบรรยายเรื่อง detectors เราพบแล้วว่าข้อมูลจากการชนกันของโปรตอนที detectors ชนิดต่าง ๆ เก็บได้ จะถูกเก็บไปด้วยความถี่ 40 ล้านครั้งต่อวินาที นั่นเสมือนกับว่าเราถ่ายภาพ “snapshot” ของ particles ต่าง ๆ ที่เกิดจากการชนกันของโปรตอนจำนวน 40 ล้านภาพในแต่ละวินาที ทำให้ข้อมูลจาก LHC มีขนาดประมาณ 1 PB ต่อวินาที (1 PB = 1,000,000 TB) ด้วยข้อมูลปริมาณมหาศาลเช่นนี้ หากถูกเก็บไว้ทั้งหมดจะทำให้พื้นที่เก็บข้อมูลทั้งหมดของเซิร์ฟเวอร์ เต็มในเวลาไม่กี่นาที

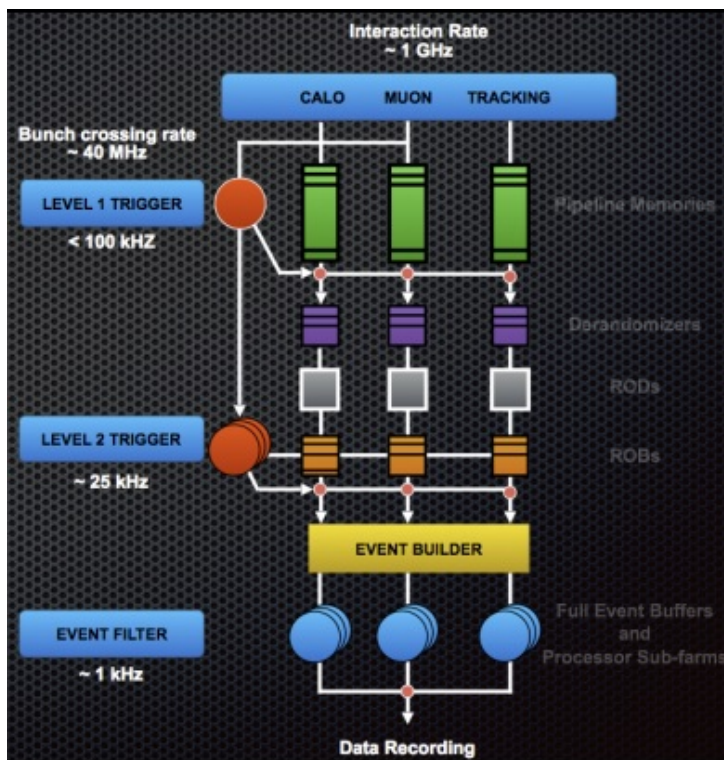


ดังนั้นการจัดการข้อมูลจึงจำเป็นอย่างยิ่งยวด เซิร์ฟเวอร์จึงมีวิธีการในการเลือกเก็บข้อมูลเอาไว้ หรือที่เรียกว่า Filtering ในหลายระดับด้วยกัน วิธีการเก็บข้อมูลนั้น ในขั้นแรกหรือ ข้อมูลในระดับ Level 1 จะถูกเก็บโดยตรงจาก detectors ต่างๆ โดย hardware จะถูกสั่งให้เก็บข้อมูลด้วยความถี่ 40 MHz ข้อมูลส่วนนี้เป็นข้อมูลดิบ มีขนาดประมาณ 1 PB ต่อวินาที ซึ่งถ้าเก็บทั้งหมดนี้เอาไว้ ในเวลา 1 ปี จะต้องใช้งบประมาณในการเก็บข้อมูลหลายล้านล้านยูโร

จากนั้น software จะทำการกรองข้อมูลให้เหลือ snapshot ที่ความถี่ประมาณ 1 แสนครั้งต่อวินาที (1 kHz) แบบ realtime ข้อมูลในระดับนี้ คือ Level 2 ที่จะเก็บไว้เฉพาะข้อมูลที่น่าสนใจเท่านั้น โดยมีอัตราส่วนเหลือประมาณ 1 ในล้านจากข้อมูลทั้งหมด นั่นหมายความว่า ข้อมูลอีก 99.9999% จะถูกทิ้งไป ข้อมูลระดับ Level 2 นี้ จะถูกเก็บใน

server บริเวณสถานีวิจัยแต่ละที่ ยกตัวอย่างเช่น server farm ที่เราเห็นที่ CMS นั้นเอง

จากนั้นข้อมูลจะถูกกรองอีกครั้งให้อยู่ในระดับ Event Filter (EF) คือเหลือประมาณไม่กี่ร้อย snapshot ต่อวินาที จากนั้นจะถูกบันทึกเก็บไว้ที่ CERN Data Centre



CERN Data Centre แห่งนี้ ถูกสร้าง ขึ้นตั้งแต่ทศวรรษที่ 1970s ตัวอาคารมีปริมาตรเหลือ ในบริเวณใต้หลังคา ลงมา เนื่องจากว่า server ในสมัยนั้นมี ขนาดใหญ่มากจนเต็มอาคาร เมื่อเทคโนโลยีพัฒนามากขึ้น server มีขนาดเล็กลง จึงเหลือ ปริมาตรว่าง ๆ ดังกล่าวไว้ ซึ่งในทางปฏิบัติแล้ว ปริมาตรทั้ง อาคารยังคงต้องถูกควบคุม อุณหภูมิเพื่อให้ server เดินเครื่อง ได้อย่างราบรื่น ปริมาตรว่างเปล่า นี้จึงค่อนข้างสิ้นเปลือง

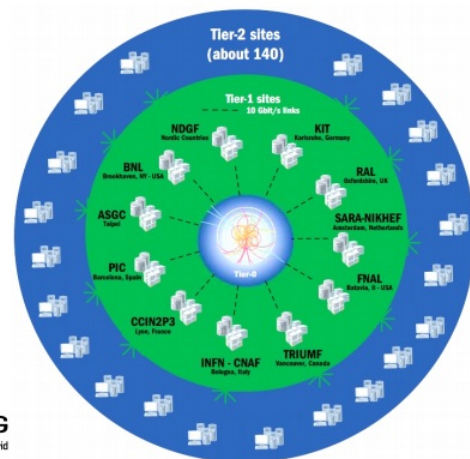
ในปัจจุบันเซิร์นได้สร้าง Data Centre แห่งที่สองเสร็จเรียบร้อยแล้ว และเริ่มใช้งานแล้วที่เมืองบูดาเปสต์ ประเทศฮังการี



ข้อมูลจำนวนมากดังกล่าวที่ถูกเก็บเอาไว้ที่ Data Centre ทั้งสองแห่ง จะสามารถถูกดึงไปวิเคราะห์โดยศูนย์วิจัยต่าง ๆ ทั่วโลก นอกจากนี้ ด้วยความร่วมมือกับนานาชาติ The Worldwide LHC Computing Grid จึงถูกจัดตั้งขึ้นเพื่อระดมทรัพยากรในการวิเคราะห์ข้อมูลจากศูนย์วิจัยทั่วโลกมาทำงานร่วมกัน เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณมหาศาลเพื่อศึกษาปรากฏการณ์ระดับพื้นฐานนี้

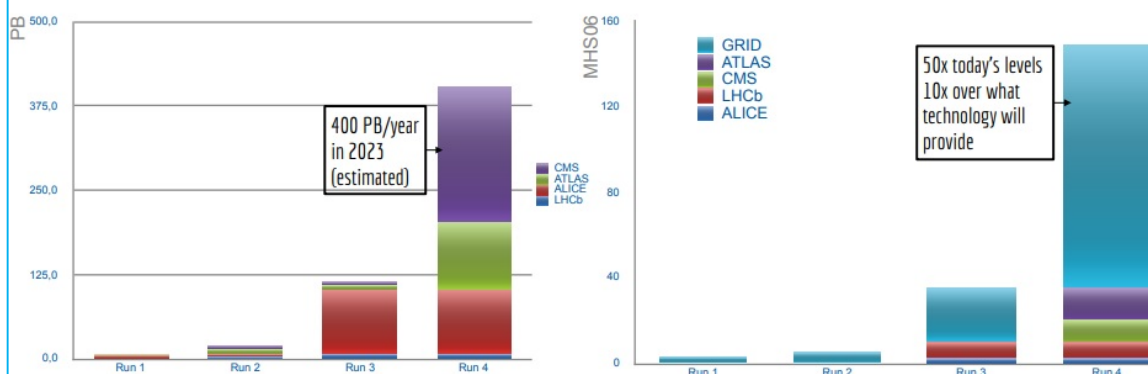
The Worldwide LHC Computing Grid

- The Worldwide LHC Computing Grid (WLCG) is a global collaboration of more than 170 data centres around the world, in 42 countries
- The CERN data centre (Tier-0) distributes the LHC data worldwide to the other WLCG sites (Tier-1 and Tier-2)
- WLCG provides global computing resources to store, distribute and analyse the LHC data



Computing at CERN - International Teachers Week, 12th August 2019 - xavier.espinalecern.ch

HL-LHC: a computing challenge



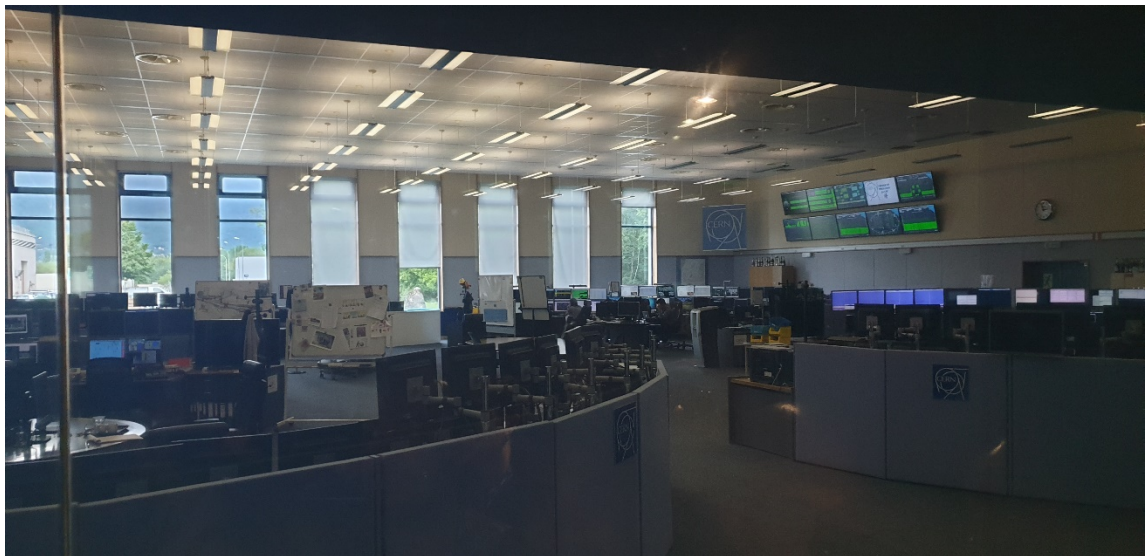
Computing at CERN - International Teachers Week, 12th August 2019 - xavier.espinalecern.ch



คอมพิวเตอร์ของ Tim Berners-Lee ที่ใช้เป็น web server และถือเป็น web server เครื่องแรกของโลก

ความท้าทายในก้าวต่อไปก็คือ การเตรียม infrastructure ในการจัดการข้อมูลเพื่อรองรับการทดลองใน phase ต่อไป LHC จะถูก upgrade ให้เป็น HL-LHC (High Luminosity LHC) ซึ่งจะทำให้ปริมาณข้อมูลจากการทดลองเพิ่มขึ้นอย่างทวีคูณ

จากนั้นเราเยี่ยมชมการจัดแสดงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับประวัติศาสตร์การจัดการข้อมูลของเซิร์นตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน รวมทั้งคอมพิวเตอร์ของ Tim Berners-Lee ที่เขาเคยใช้ในการสร้าง World Wide Web ขึ้นเป็นครั้งแรก และถือว่าเป็น web server เครื่องแรกของโลก ในช่วงบ่ายพวกเราเดินทางไปที่ CERN Control Centre (CCC) ที่เป็นห้องควบคุมกลางที่ใช้ในการควบคุม LHC



บริเวณ Control Room

Day 9

13 August 2019

--Physics for Fun--



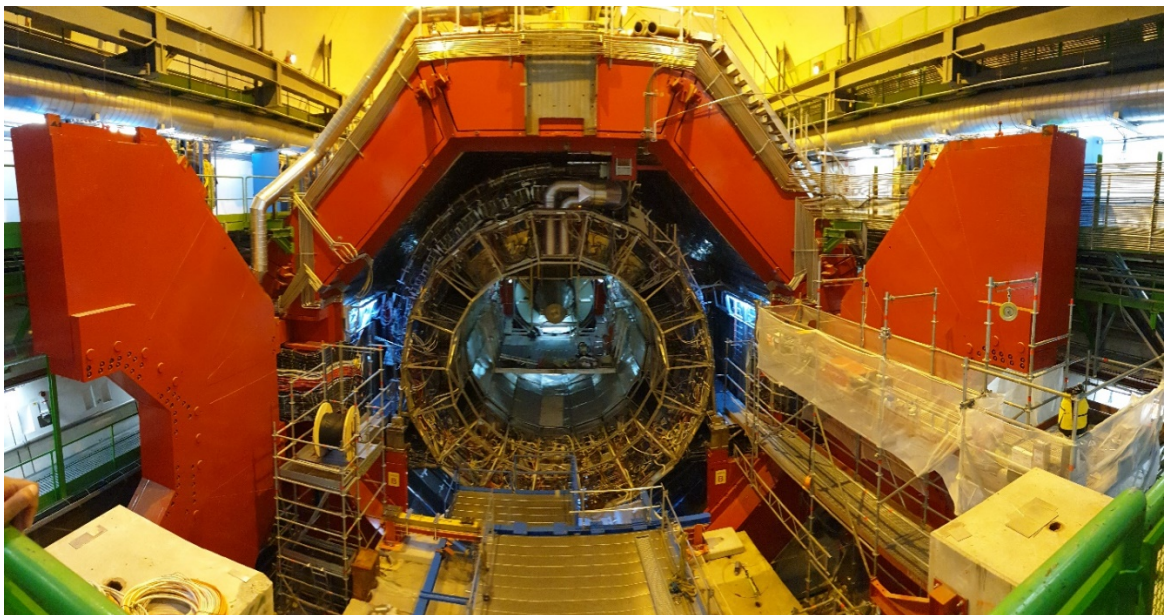
Neil Atkin กับการบรรยายแบบ
active learning

ภาคเช้าในวันนี้เรามีวิทยากรรับเชิญ ซึ่งเป็นทรนเนอร์ครูฟิสิกส์ชื่อดังชาวอังกฤษ Neil Atkin เขาเชี่ยวชาญเป็นอย่างมากในการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนุกสนานในห้องเรียนและใช้ Hands-on ที่ใช้อุปกรณ์ง่ายๆ ในการสร้างการเรียนรู้ เขาเดินทางไปทั่วโลกเพื่อจัด training ให้แก่ครูวิทยาศาสตร์ และยังเปิดเว็บเพจ Twitter Facebook และ Youtube Channel เพื่อเผยแพร่กิจกรรมการเรียนรู้มากมายด้วย

ตลอดการทำกิจกรรมพวกเราสนุกสนานมาก Neil มีของเล่นง่าย ๆ มากมาย เช่น กล้องปริศนาที่หาทางเปิดไม่ได้ หรือเทคนิคแปลก ๆ เช่น การยัดเหรียญเข้าไปทางก้นกล่องไม้ขีดแล้วใช้ทริคทางฟิสิกส์ ในการทำให้เหรียญค่อย ๆ เลื่อนขึ้นมาข้างบนกล่องได้ ในช่วงบ่าย เราเดินทางไปเยือน ALICE อีกหนึ่งในสี่สถานี่ Detector หลักของเซิร์นที่นี้มีวัตถุประสงค์หลักของการวิจัยต่างออกไปจาก CMS และ ATLAS ที่ CMS และ ATLAS ภารกิจหลักคือการตรวจจับโปรตอน ที่มีพลังงานประมาณ 125 GeV ที่ถูกทำนายเอาไว้ว่าเกิดจากการสลายตัวของ Higgs boson หรือจะพูดให้ง่ายก็คือ CMS และ ATLAS ถูกสร้างขึ้นเพื่อศึกษาและตรวจจับปฏิกิริยาที่เกิดจาก Higgs boson ซึ่งนำไปสู่การค้นพบการมีอยู่จริงนั่นเอง

ALICE หรือ A Large Ion Collider Experiment ถูกสร้างขึ้นเพื่อศึกษาสสารที่อยู่ในสถานะ quark-gluon plasma ซึ่งเป็นสภาวะของสสารในจักรวาลภายในช่วงไม่กี่ไมโครวินาทีหลังการเกิด Big Bang การทดลองที่ ALICE ใช้การชนกันของนิวเคลียสของตะกั่วที่ถูกเร่งด้วย LHC เพื่อให้เกิดสภาวะดังกล่าวและศึกษาการก่อตัวของสสารกระบวนการก่อตัวของระบบ quark-gluon และธรรมชาติของ strong

force เราได้ลงไปชั้นใต้ดินอีกครั้งเพื่อสัมผัสตัว detector อย่างใกล้ชิด เราพบว่า ALICE น่าจะเป็น detector ที่มีมุมให้ผู้เยี่ยมชมเดินดูได้ดีที่สุด เราสามารถเห็นทุกอย่างอย่างละเอียดจากด้านหน้าของ detector โกวัดที่พาเราไปอธิบายอย่างแจ่มแจ้งทีละส่วน ๆ ทั้งจากด้านหน้า ด้านข้าง และบริเวณโดยรอบ รวมทั้งนิทรรศการที่ตั้งอยู่บนปากปล่อง อุโมงค์ก็สามารถให้ความรู้แก่ผู้มาเยือนได้อย่างดีเยี่ยม





ด้านหน้าของ ALICE

Silicon detector ตัวเก่าของ ALICE

เมื่อคำวันนี้เรามีกิจกรรมสร้างสรรค์เป็นพิเศษ คือ International Gift Swapping Game ก่อนเดินทางมา พวกเราทุกคนได้รับนัดหมายว่าให้เตรียมของขวัญเล็ก ๆ น้อย ๆ เพื่อนำมาแลกกันในวันนี้ด้วย ก่อนการแลกของขวัญ Neil นำเกมสนุก ๆ มาให้เราเล่นซึ่งก็คือ การเอาธนบัตรที่ถูกวางไว้ระหว่างปากขวดออกมาโดยห้ามให้ขวดหล่นโดยเด็ดขาด ด้วยความที่ข้าพเจ้าเคยเห็นเกมนี้มาแล้วและเคยนำไปเล่นในการอบรมครูในโรงเรียนเครือข่ายในโครงการบริการวิชาการของโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ด้วย ข้าพเจ้าจึงเป็นคนแรกที่สามารถนำธนบัตรออกมาได้โดยที่ขวดไม่ขยับแม้แต่นิดเดียว สร้างเสียงเฮฮาให้กับเพื่อน ๆ ทุกคนเป็นอย่างมาก

ข้าพเจ้าเตรียมผลิตภัณฑ์สมุนไพรเพื่อเป็นของที่ระลึกในการแลกทั้งยาต้ม ยาหม่องน้ำ น้ำมันนวด aroma เพื่อนฝรั่งจะชอบมาก นอกจากนี้ข้าพเจ้ายังเตรียมยาต้มขนาดเล็กที่ทำเป็นรูปหนูมาน ทศกัณฐ์ และนางสีดา ไปให้กับเพื่อนคนอื่น ๆ ด้วย ผู้โชคดีที่ได้ไปคือคุณครูจากรัสเซีย ส่วนข้าพเจ้าได้ของขวัญจากคุณครูชาวลัตเวีย



ข้าพเจ้ากับ Elina ครูจากลัตเวีย

Day 10

14 August 2019

--*Antimatter*--

เช้าวันพุธที่ 14 สิงหาคม 2562 ค่อนทางของการอบรม เราเริ่มต้นเช้าวันนี้ด้วยเลคเชอร์จาก Hector ด็อกเตอร์ทางด้านฟิสิกส์ หมด ๑ Hector เป็นรุ่นน้องของข้าพเจ้าที่ Oxford เรามาจาก Sub-department of Particle Physics เช่นเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตามเราไม่เคยพบกันมาก่อน เนื่องด้วยเขาทำงานทางด้าน Particle Physics ส่วนข้าพเจ้าทำ Accelerator Physics และในช่วงที่เขาเพิ่งเข้าข้าพเจ้ากำลังอยู่ในช่วงจำศีล หมกตัวเขียนเล่มวิทยานิพนธ์และไม่ค่อยพบปะมนุษย์ตัวเท่าไหร่นัก

ประเด็นของ Hector วันนี้คือการนำฟิสิกส์ออกสู่โลกเพื่อเข้าถึงเพื่อนมนุษย์ผ่านช่องทาง Youtube ในหัวข้อ Youtube in Science Education หัวข้อนี้ถูกใจข้าพเจ้าเป็นที่สุด เพราะกำลังวางแผนจะสร้าง Youtube Channel เพื่อเสนอ content ทางฟิสิกส์แบบง่าย ๆ ที่ทุกคนเข้าถึงได้เช่นกัน Hector เป็น Youtuber มือโปรเจ้าของ Channel ชื่อ CERNtripetas ซึ่งมีคนติดตาม subscribed กว่าสองหมื่นคน

เขาชี้ให้เห็นถึงอิทธิพลของนักสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการสร้างความเข้าใจของสังคม ในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ได้ Hector เปรียบเทียบให้เห็นว่าบทบาทของการศึกษาและการสื่อสารวิทยาศาสตร์ต่อสังคมมีความแตกต่างกันเล็กน้อย แต่ก็ต่างเกี่ยวพันกัน นอกจากนี้ เขายังสะท้อนประเด็นทางด้านวิจรรณญาณในการเลือกรับข้อมูล รวมไปถึงวิธีการสร้าง content ใน Youtube อีกด้วย

Education vs Divuligation

- Explain Science
- Clear and systematic structure
- Concepts and methods
- Academic approach

- Explain Science
- Style: brief and direct
- Focus on concepts
- Big Things
- Inspiring and Motivating

ช่วงบ่ายเราเริ่มจากการฟังบรรยายของ Dr. Michael Doser ผู้เชี่ยวชาญเรื่อง Antimatter การเลคเชอร์ของ Michael นั้นอนุรักษ์นิยม แต่ได้ผลดีและสนุกมาก Michael ใช้แค่กระดานดำกับชอล์ค ไม่มี Power Point slide ไม่มีการใช้เทคโนโลยีใด ๆ มากไปกว่ากระดานดำและชอล์ค

Michael เล่าถึงความน่าสนใจของ antimatter ไว้หลายอย่าง เช่นว่า แท้จริงแล้วเราจะไม่รู้แบบจริง ๆ ว่าดาวเคราะห์หรือวัตถุในอวกาศเป็น matter หรือ antimatter จนกว่าเราจะเอาของจากโลก ซึ่งเรารู้แน่ ๆ (และถูกนิยามโดยเราเอง) ว่าเป็น matter ไปแต่ละมัน เช่น ตอนที่เราส่งของไปลงบนดวงจันทร์ ในตอนนั้นเป็นครั้งแรก ที่เรารู้ด้วยการพิสูจน์แบบดิบ ๆ ว่าดวงจันทร์เป็น matter ไม่ใช่ antimatter!!! เพราะเมื่อ matter ชนกับ antimatter จะเกิดปฏิกิริยา annihilation คือ การที่มวลของทั้งสอง transform กลายเป็นพลังงานทั้งหมดตามสมการ $E = mc^2$ อันโด่งดังของไอน์สไตน์

มนุษย์รู้จัก antimatter น้อยมาก เพราะทุกสิ่งรอบตัวเราบนดาวดวงนี้เป็น matter และเท่าที่เราสังเกตได้ (ด้วยเทคนิคทางอ้อม) จักรวาลของเราจะเต็มไปด้วย matter คำถามก็คือว่า แล้ว antimatter หายไปไหน ทำไมจักรวาลที่เราเห็นจึงประกอบไปด้วย matter เป็นส่วนใหญ่ เมื่อมนุษย์เรามีเทคโนโลยีในการสร้าง antimatter จึงเป็นโอกาสอันดีที่เราจะได้ทำความรู้จักมันมากขึ้น

ต่อมาเราเดินทางไปที่ห้องปฏิบัติการวิจัยใหม่ล่าสุดของเซิร์น ซึ่งกำลังทำวิจัยที่น่าสนใจ ทำหาย และมีโอกาสเข้าถึงรางวัลโนเบลมากที่สุดในตอนนี้นั้นคือ Antimatter Factory และ LEIR

Antimatter Factory มีความพยายามในการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดจาก antimatter ในขั้นแรก antimatter ที่สร้างขึ้นนั้นคือ Anti-Hydrogen ที่ประกอบไปด้วยนิวเคลียสที่ทำจาก antiproton คือ โปรตอนที่มีประจุบวก (และคุณสมบัติอื่นๆ ตรงข้ามกับโปรตอนปกติซึ่งเป็นคู่ matter) กับ โพสิตรอน (positron) ซึ่งคือ antimatter ของ electron

การทดลองนั้น โดยหลักการดูจะง่ายมาก กล่าวคือ เมื่อสร้าง Anti-Hydrogen แล้วจะศึกษาการเปลี่ยนระดับพลังงานของมันว่าเมื่อถูกกระตุ้นจะมีการปลดปล่อยโปรตอน ออกมาเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไรกับ Hydrogen ซึ่งเป็น matter อีกการทดลองหนึ่งก็คือการทดลองชื่อ $\bar{g}$ (การใส่สัญลักษณ์ bar คือการแทนสิ่งที่เป็คู่ตรงข้าม เช่น proton, p , กับ antiproton, $\bar{p}$) โดยจะทำการศึกษาว่า antimatter จะประพฤติตัวอย่างไรภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก เรารู้ว่า matter มีมวล

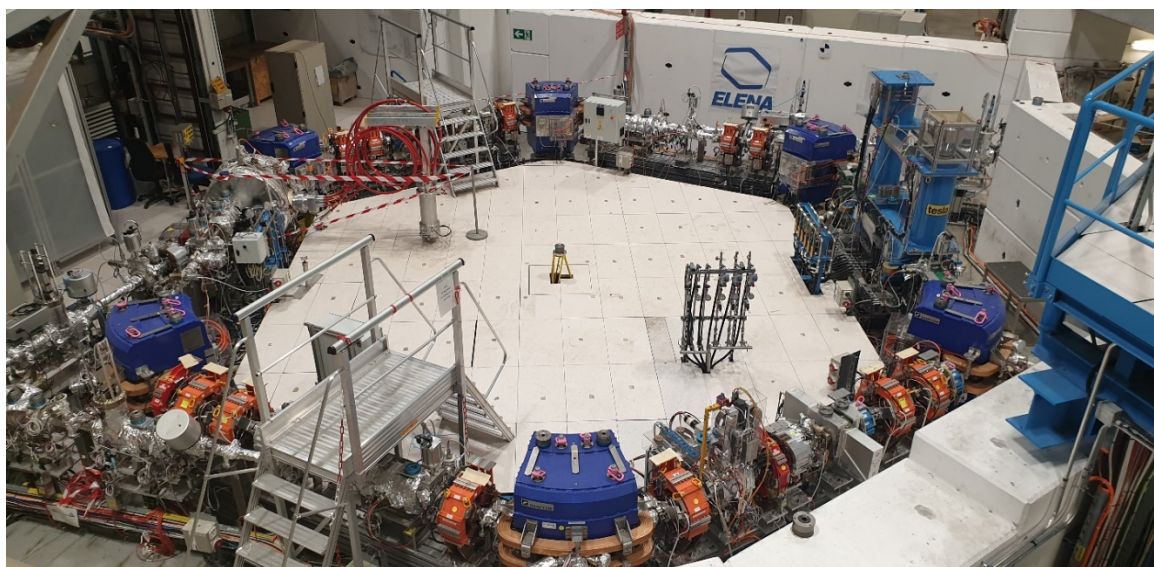


โลโก้ของการทดลอง G-bar

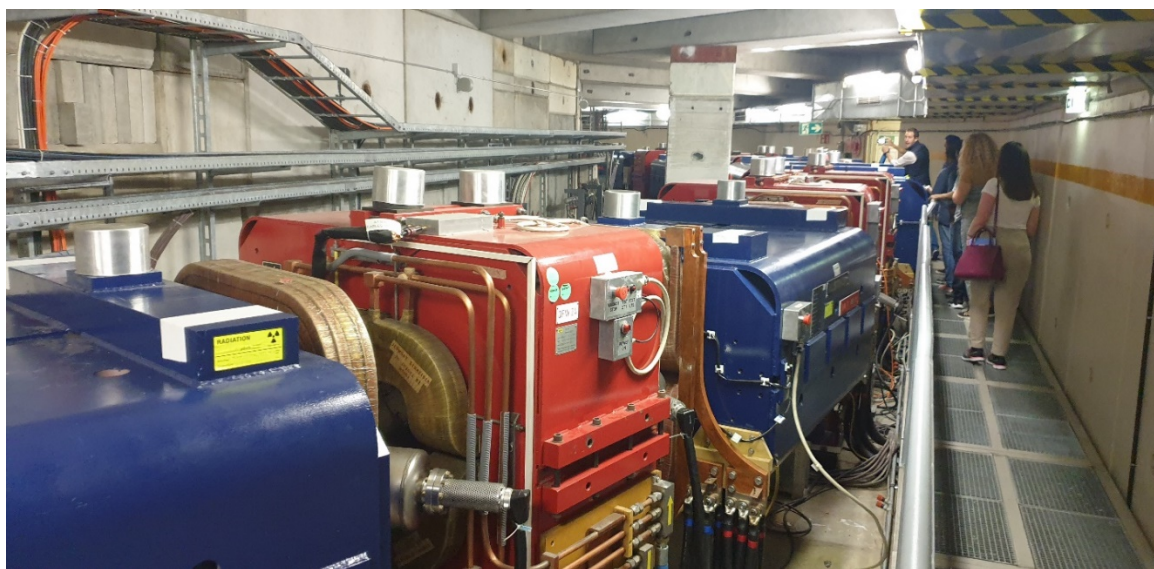
จะตกลงพื้นโลกด้วยความเร่ง g แล้ว antimatter จะตกลงพื้นโลกด้วยความเร่ง g เช่นกันหรือไม่ ความน่าสนใจมากๆ ของการทดลองนี้อยู่ที่สัญลักษณ์ของกลุ่มวิจัยนี้ ตัวสัญลักษณ์บ่งบอกอย่างชัดเจนว่าจะทำการทิ้ง antiproton ลงมาให้ free falling ภายใต้สนามโน้มถ่วงของโลก อย่างไรก็ตามก็ตามแทนที่จะทิ้งให้ตกลงมาตรง ๆ แต่กลับปล่อยให้ antiproton วิ่งขนานกับพื้นโลกแล้วปล่อยให้ตกออกมาจากท่อเร่งแบบ projectile นอกจากนี้ สัญลักษณ์ยังทิ้งนัยยะไว้ด้วยถึงความเป็นไปได้ในการที่ antimatter อย่าง antiproton อาจประพุดตัวตรงข้ามกับที่ matter ทำภายใต้สนามโน้มถ่วงของโลกด้วย คือ แทนที่จะตกลงพื้นแต่อาจลอยขึ้นจากพื้น

นอกจากนี้ เรายังได้เข้าไปในอุโมงค์ของเครื่อง LEIR หรือ The Low Energy Ion Ring เครื่องเร่งอนุภาคที่ใช้ในการทดลอง antimatter เหล่านี้ด้วย





เครื่องเร่งอนุภาคที่ใช้ในการทดลองเกี่ยวกับ Antimatter ภายใน Antimatter Factory



Day 11

15 August 2019

--Future Accelerators--

หัวข้อของเราในวันนี้เป็นหัวข้อการบรรยายสุดท้ายของการอบรมซึ่งก็คือ Future Accelerators นับต่อจากนี้เครื่องเร่งอนุภาคจะเป็นอย่างไร และอะไรคือโจทย์ต่อไปของฟิสิกส์ของเรา บรรยายโดย Dr. Marlene Turner ตีอกเตอร์หมาด ๆ ทางด้านฟิสิกส์ของเครื่องเร่งอนุภาค ก่อนหน้านี้นี้ข้าพเจ้าเคยพบ M Turner ใน paper ทางด้าน novel accelerator อยู่บ้างโดยเฉพาะงานทางด้าน Plasma Wakefield Accelerator เพราะโดยส่วนตัวข้าพเจ้าสนใจงานทางด้านนี้อยู่ไม่น้อย

ข้าพเจ้าชอบ लेकरของ Marlene มาก แม้ว่าเธอจะเป็นอาจารย์หน้าใหม่และกำลังจะย้ายไปเริ่มต้นอาชีพการเป็นครูที่ University of California at Berkeley ในอีกไม่กี่วันข้างหน้า แต่เธอมีเทคนิคที่สามารถถ่ายทอดองค์ความรู้แบบ Frontier และเฉพาะทางมาก ๆ อย่าง plasma wakefield acceleration ให้พวกเราเข้าใจได้อย่างง่ายดาย นอกจากนี้ก่อนเริ่มบรรยายเธอให้กระดาษ post-it สีแผ่นสีสีกับทุกคน ในระหว่างที่การบรรยายดำเนินไป เธอจะหยุดและถามด้วยคำถามง่าย ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เธอบรรยายไปเมื่อครูเป็นระยะ ๆ เพื่อเป็นการทบทวน จากความรู้ทางด้านจิตวิทยาการสอนที่ข้าพเจ้าพอจะมีอยู่เล็กน้อย ข้าพเจ้าพบว่าสิ่งที่ Marlene ทำ นั้นดีมากและเป็นการย้ำข้อมูลที่ได้เรียนรู้ไปอยู่เป็นระยะ ๆ ซึ่งจะช่วยให้เราจดจำ เข้าใจ และติดตามเนื้อหาในขั้นต่อไปได้ดีมากขึ้น

To make the lecture a bit more interactive:

We are currently at ?

Fermilab.

SLAC.

DESY.

CERN.

Do not be afraid of giving a wrong answer...

It just tells me to repeat / explain more carefully.



M. Turner et al. 2

ตัวอย่าง slide ของ Marlene ที่ให้พวกเรามีส่วนร่วมกับการบรรยายเป็นระยะ ๆ

งานที่เธอทำนั้น คืองานแห่งอนาคต ในการเพิ่มขีดความสามารถของการเร่งอนุภาคด้วยเทคนิคใหม่ในการใช้สนามไฟฟ้าอันเนื่องมาจาก plasma เป็นตัวเร่งอนุภาคที่จะถูก deposit เข้าไปใน plasma bubble จะทำให้เราสามารถเร่งอนุภาคให้ได้พลังงานที่ต้องการในขณะที่ลดขนาดของเครื่องเร่งอนุภาคลงได้นับร้อยเท่า ยกตัวอย่างเช่น ด้วยการเร่งโดยใช้สนามไฟฟ้าจาก RF Cavity แบบเดิม การจะเร่งอิเล็กตรอนให้ได้พลังงานระดับ GeV อาจต้องใช้ linac ความยาวหลายกิโลเมตร แต่หากใช้เทคนิคใหม่คือ Plasma Wakefield Acceleration จะใช้เครื่องเร่งอนุภาคความยาวแค่ไม่กี่เมตร ซึ่งนับว่าจะสามารถประหยัดงบประมาณในการก่อสร้างไปได้อย่างมหาศาล

นอกจากนี้ หากเทคโนโลยีนี้ถูกพัฒนาจนสามารถนำมาใช้ได้จริง จะเป็นการเปิดโลกแห่งการวิจัยทาง Particle Physics เข้าสู่โลกใหม่ที่มีปฏิกิริยาของ elementary particles ที่เรายังไม่รู้จักรอเราอยู่เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะการศึกษาแรงโน้มถ่วง และความพัวพันกันของอนุภาคที่ต้องอาศัยพลังงานสูงมาก ๆ ตลอดจนวินาทีแรก ๆ หลังการเกิด Big Bang และเบื้องหลังการเกิดสสารและสรรพสิ่งในจักรวาล

ก่อนจบการบรรยาย Marlene หึ่งทำยว่า เธอเคารพและให้เกียรติครูอย่างพวกเรามาก ๆ เธอตระหนักดีถึงบทบาทของครูที่มีต่อเด็กนักเรียน และมีส่วนสำคัญในการช่วยให้นักเรียนแสวงหาตัวตนที่ได้ทำในสิ่งที่ตนเองรัก เพราะเธอเองเลือกเดินทางเข้าสู่เส้นทางความเป็นนักฟิสิกส์ก็เพราะครูฟิสิกส์ของเธอตอนมัธยมศึกษาตอนปลายนั่นเอง



Marlene กับ Marco เพื่อนของเรา

Day 12

16 August 2019

--The Focus Shows--

ในวันสุดท้ายของการอบรมเป็นหน้าที่ของผู้เข้าอบรมที่จะขึ้นไปบนเวทีบ้าง กลุ่มของข้าพเจ้า Focus Group 6 จับสลากได้เรื่อง Computing in Particle Physics พวกเราเตรียมการนำเสนออย่างเรียบร้อยตั้งแต่เมื่อวาน โดยสรุปเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ ความสำคัญของการประมวลผลข้อมูลในการศึกษา Particle Physics พัฒนาการของความร่วมมือระหว่างนานาชาติในการร่วมกันวิเคราะห์ผลการทดลอง การประยุกต์ใช้ข้อมูลเหล่านี้ในการจัดกิจกรรมในห้องเรียนระดับมัธยม เช่น cms-opendata-education (<https://github.com/cms-opendata-education>) การใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน My Binder (https://mybinder.org/v2/gh/cms-opendata-education/cms-online-notebooks-for-binder/master?filepath=HST_IST_workshop2019.ipynb)

รวมไปถึงการใช้งานแอปพลิเคชัน PhyPhox ในโทรศัพท์มือถือที่สามารถสร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เซนเซอร์ชนิดต่าง ๆ ในโทรศัพท์ช่วยได้

สำหรับการนำเสนอของทุกกลุ่ม Focus Group ทั้ง 9 กลุ่มมีการถ่ายทอดสดผ่านทางช่องทางออนไลน์ของเซิร์น และยังถูกบันทึกเก็บไว้ในฐานข้อมูลของกิจกรรมเพื่อให้ทุกคนทั่วโลกสามารถเข้าไปเรียนรู้ได้ โดยติดตามที่เว็บไซต์ <https://indico.cern.ch/event/743767/timetable/>



Charlotte Lindberg Warakaulle, Director for International Relations, CERN กล่าวปิดงาน



Anja ข้าวเจ้า และ Jeff

ในช่วงบ่ายมีการกล่าวสรุปถึงกิจกรรมที่ผ่านมาของการอบรม ความคาดหวังต่อไปในอนาคตที่จะสร้างเครือข่ายครูฟิสิกส์ที่มาจากทั่วโลก เพื่อที่จะสามารถนำองค์ความรู้ทางด้านฟิสิกส์อนุภาคเข้าไปสู่ห้องเรียน เพื่อสร้างแรงบันดาลใจและกระตุ้นให้นักเรียนหันมาสนใจความน่าหลงใหลของวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะฟิสิกส์อนุภาคที่พยายามแสวงหาคำตอบของคำถามพื้นฐานที่สุดของมนุษยชาติ นั่นคือ เรามาจากไหน เราคืออะไร และเรากำลังจะไปไหนกันแน่

หลังจากพิธีรับเกียรติบัตรและมอบของที่ระลึกแล้ว พวกเรารับประทานอาหารค่ำกันที่ร้านอาหารฝรั่งเศสแห่งหนึ่ง บริเวณเชิงเขาจูราอันเป็นภูเขาที่ตั้งตระหง่านอยู่ทางทิศตะวันตกของเมืองเจนีวา

เมื่อรถบัสมาส่งพวกเราที่หน้าโรงแรมที่พัก อาคาร 39 CERN Hotel ทุกคนยังไม่ยอมกลับที่พัก ต่างพูดคุยและรำลាក់กัน



เมื่อรถบัสมาส่งพวกเราที่หน้าโรงแรมที่พัก อาคาร 39 CERN Hotel ทุกคนยังไม่ยอมกลับที่พัก สองสัปดาห์เต็ม ๆ ที่เราอยู่ร่วมกัน ทำกิจกรรมร่วมกัน เราทุกคนได้เพื่อนกลุ่มใหม่อีกกลุ่มหนึ่งที่มีมิตรภาพ จะคงอยู่ไปอีกแสนนาน อาจเพราะเรามีที่มาจากคล้าย ๆ กัน เราเป็นครู เหมือน ๆ กัน เราสอนวิทยาศาสตร์เหมือน ๆ กัน เราคลั่งไคล้ใน Particle Physics เหมือนกัน เราคลุกคลีกับเด็ก ๆ และพยายามสร้างแรงบันดาลใจ กระตุ้นต่อมอยากรู้ของพวกเขาให้เจริญงอกงามเหมือน ๆ กัน

พวกเราพูดคุยและรำลាក់และกันเหมือนเรากำลังจะลาจาก ครอบครัวที่เราเพิ่งสร้างกันขึ้นมาใหม่ เพื่อกลับไปหาครอบครัวที่พวกเรา คิดถึงและจากมา พร้อมกับประสบการณ์ที่เราอยากใช้เวลาชั่วชีวิต เล่าให้พวกเขาฟัง...



Day 13

17 August 2019

--Epilogue--

หลายคนเดินทางกลับกันในวันนี้ ข้าพเจ้าเดินทางไปสนามบินเจนีวาตั้งแต่ 08.00 น. ขึ้นเครื่องบินเที่ยวกลับเพื่อไปต่อเครื่องบินเมืองอาบูดาบี สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ จากนั้นจึงเดินทางถึงกรุงเทพมหานครในเช้าวันรุ่งขึ้น

นี่คือหนึ่งในประสบการณ์และความทรงจำที่มีค่าที่สุดจากการเดินทางหลายครั้งของข้าพเจ้า แม้จะเป็นครั้งที่สามแล้วในการเดินทางมาเยือนเชิร์น แต่ครั้งนี้ต่างออกไปอย่างสิ้นเชิงจากสองครั้งก่อน ข้าพเจ้าจำได้ว่าตอนเข้ารับการสัมภาษณ์ เพื่อคัดเลือกเข้าร่วมโครงการที่สำนักงานของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ถนนพระรามที่ 6 อาจารย์ไพรัช (ศาสตราจารย์ ดร.ไพรัช ธัชยพงษ์) ถามข้าพเจ้าว่า เคยไปมาแล้วตอนเรียน ถ้าได้ไปอีกครั้งคิดว่าจะมีอะไรแตกต่าง ข้าพเจ้าตอบไปว่า สองครั้งก่อนหน้านี้ข้าพเจ้าไปเชิร์นในฐานะนักศึกษา เพื่อประชุมกับกลุ่มวิจัย นำเสนอผลงาน แลกเปลี่ยนความคิดกับผู้เชี่ยวชาญที่นั่น แต่ในครั้งนี้มันจะต่างออกไป เพราะข้าพเจ้าจะไปในฐานะครูที่จะเก็บเกี่ยวประสบการณ์กลับมาเล่าให้นักเรียนของข้าพเจ้าฟัง

เมื่อคิดดูแล้ว ข้าพเจ้าอยากตอบท่านใหม่อีกครั้งว่า ครั้งนี้ข้าพเจ้าจะไปในฐานะนักเรียนต่างหาก จะไปเพื่อเรียนรู้ เก็บเกี่ยวประสบการณ์ สร้างมิตรภาพ สร้างแรงบันดาลใจ เต็มหัวใจความอยากรู้อยากเห็นให้แก่ตัวเอง แล้วกลับมาถ่ายทอด ขยายผลเอาประสบการณ์ไฟและพลังแห่งการแสวงหาความจริงของธรรมชาติที่ข้าพเจ้าได้เก็บเกี่ยวมาเพื่อเติมเชื้อไฟแห่งความอยากรู้ เต็มแรงบันดาลใจในการพยายามแสวงหาคำตอบของจักรวาลนี้ให้กับผู้อื่นโดยเฉพาะนักเรียนและคนรุ่นถัดไป

ด้วยหน้าที่ในโรงเรียนวิทยาศาสตร์ต้นแบบของประเทศ ข้าพเจ้ามีโอกาสมุ่งมั่นในการเผยแพร่ แลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์กับครูฟิสิกส์เกือบทั่วประเทศ จึงเป็นโอกาสอันดีที่ข้าพเจ้าจะสามารถถ่ายทอดสิ่งที่ได้รับมานี้ให้แก่ผู้อื่น ผ่านโครงการบริการวิชาการของโรงเรียนเพื่อที่จะให้เขานำไปจุดประกายให้กับนักเรียนของเขาต่อไป

อีกเรื่องหนึ่งที่ข้าพเจ้าบอกกับคณะกรรมการสัมภาษณ์เอาไว้คือ ข้าพเจ้าวางแผนจะสร้าง Youtube Channel ที่คอยหาเรื่องราวรอบ ๆ ตัว มาเล่าให้ฟังและอธิบายฟิสิกส์ที่อยู่เบื้องหลังปรากฏการณ์เหล่านั้นอย่างง่าย ๆ ข้าพเจ้าอยากให้ฟิสิกส์เป็นเรื่องสนุก ทุกคนเข้าถึงได้

และไม่มองว่าเป็นเพียงวิชาเรียนแสนยากที่นักเรียนแทบทั้งโลกเกลียดและกลัว

Hector บอกว่าวิทยาศาสตร์จะงอกงามได้ต้องอาศัยทั้ง Education และ Divulgateion เกื้อหนุนกัน สิ่งหนึ่งมุ่งอธิบายกลไกของธรรมชาติและให้องค์ความรู้ อีกสิ่งหนึ่งช่วยเติมเชื้อไฟ ความสงสัยใคร่รู้ นำค้นหา และชักชวนให้เข้ามาทำความรู้จัก

ข้าพเจ้าคิดว่าความสงสัย คือ สัญลักษณ์ของมนุษย์ ความสงสัยของมนุษย์ไม่มีวันสิ้นสุด เราสงสัย เราอยากรู้ เราเกาะติด เราทุ่มเทกายและใจเพื่อแสวงหาคำตอบ แล้ววันหนึ่งความสงสัยของเผ่าพันธุ์มนุษย์ไม่หยุดอยู่เพียงต้นกำเนิด ที่มาที่ไปหรือปลายทางของเรา แต่มันเดินทางมาถึงความสงสัยในที่มาที่ไป สภาวะที่เป็นอยู่ ต้นกำเนิดและปลายทางของสรรพสิ่งในจักรวาล ความสงสัยของเราผลักดันเราไปสู่สุดขอบจักรวาลและเชิร้น แสดงให้เห็นถึงสัญลักษณ์แห่งความเป็นมนุษย์ในทุกคำนิยามที่ข้าพเจ้าได้กล่าวถึง เมื่อองค์ศิวัะร้ายรำ จักรวาลจักบังเกิดขึ้น ตั้งอยู่ หมุนเวียนไปและดับสลายในสักวันหนึ่ง แต่มนุษย์จงอย่ากลัวเลย เพราะมันคือธรรมชาติของจักรวาล ในความคิดของข้าพเจ้าศักยภาพของเราที่จะแสวงหาคำตอบในผลงานของพระผู้เป็นเจ้าคือธรรมชาติของจักรวาลเช่นกัน และถ้ามนุษย์จะไม่เกรงกลัวต่อความหมุนเวียนของจักรวาล นั่นก็เพราะว่าเรานั้นก็คือ ธรรมชาติของจักรวาล เฉกเช่นเดียวกัน



Essential Guidelines

--How-to ● Dos ● Don'ts--

อาหาร – โรงอาหารของเซิร์น มีให้เลือกหลากหลายมาก สำหรับข้าพเจ้าอร่อยทุกอย่าง ไม่มีความจำเป็นใด ๆ ที่จะต้องพกบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปมา สำหรับเมนูประจำชาติ คือ Cheese Fondue นั้นขอแนะนำให้ลอง บางคนอาจชอบ แต่สำหรับข้าพเจ้าไม่ ความดีงามของการกิน Cheese Fondue คือการได้กินและพูดคุยกับเพื่อน ๆ มากกว่ากาแฟที่ดื่มมากและหาซื้อได้ง่าย มีตู้กดกาแฟสดอัตโนมัติอยู่แทบทุกตึกใหญ่ ราคาประมาณ 1.20 -2.10 CHF หรือประมาณ 40 – 60 บาทไทยแน่นอนมีแต่กาแฟร้อนไม่มีกาแฟใส่น้ำแข็ง อย่างไรก็ตาม สำหรับชาวกาแฟเย็นยังมีกาแฟนม (หรือนมกาแฟ?) ช่วยปลอมประโลมยามอากาศร้อนกาแฟเย็นสำเร็จรูปอร่อยแบบโลกุตระ (เหนือโลก) อาจใช้म्मจากโคนนทิของพระศิวะผสมกับกาแฟที่ปลูกบนเทือกเขาโอลิมปัสที่มีเทพเจ้าซุสคอยรดน้ำพรวนดิน

เสื้อผ้า – ไม่จำเป็นต้องเตรียมมาจนครบเต็มจำนวนวันที่อยู่ เพราะที่โรงแรม ตึก 39 มีเครื่องซักผ้า อบผ้า รีดผ้า อยู่ที่ชั้นใต้ดิน โดยขอ cash card พร้อมก่อนผงซักฟอกได้ที่เคาน์เตอร์ ส่วนเงินที่เติมในบัตรจ่ายตอนเช็คเอาท์ ด้วยมาตรฐานเครื่องซักผ้าของสวิส ข้าพเจ้ารู้สึกว่าการซักผ้าได้สะอาดกว่าเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญบ้านเรา แถมมีเครื่องอบ แอร์แล้วพับเก็บใส่ตู้ได้ทันที เสื้อผ้าใส่เหมือนปกติที่ใส่ไปทำงานในเมืองไทย เพราะอากาศเย็นสบายอุณหภูมิประมาณ 20 – 25 องศาเซลเซียส รองเท้าควรเป็นรองเท้าผ้าใบที่รองรับการเดินนาน ๆ ได้ดี หรือเป็นรองเท้าวิ่งไปเลยจะดีมาก

อากาศ – ช่วงเดือนสิงหาคมที่เป็นช่วงจัดอบรมของทุกปีนั้นอากาศจัดว่าประเสริฐ แดดไม่ร้อนเกินไป สามารถมองเห็นยอดเขา Montblanc ได้จากหน้าต่างห้องพัก หรือโต๊ะทานข้าวกลางวันทั้งที่โรงอาหารได้ทุกวัน อย่างไรก็ตามในตอนกลางวันแดดอาจแรงมาก มากจนคนไทยที่สนิทสนมกับแดดอย่างพวกเราผิวไหม้ได้ง่ายๆ ถ้าไม่ทาครีมกันแดด นอกจากนั้นในวันที่อากาศร้อนมาก ๆ ฝนอาจตกในตกเย็น ๆ ได้ ดังนั้นครีมกันแดด หมวกและร่มหรือเสื้อกันฝน ค่อนข้างจำเป็น ในช่วงกลางคืนอากาศหนาวในบางวัน เสื้อกันหนาวแบบไม่หนามากน่าจะมติดตัวมาด้วย

ค่าครองชีพ – เมืองเจนีวาเป็นหนึ่งในเมืองที่ค่าครองชีพสูงที่สุดในโลก (ไม่เคยหลุด 3 อันดับบนของ World Ranking) ดังนั้นที่นี่จึงแพงทุกอย่าง อาหารกลางวันมื้อปกติที่โรงอาหารของเซิร์น ราคาประมาณ 10 CHF หรือประมาณสามร้อยกว่าบาท (ข้อมูล ณ สิงหาคม 2562)

เงินทอง – ต้องเตรียมเงินมาให้เพียงพอต่อการใช้ชีวิตให้รอดในช่วงประมาณสัปดาห์แรก ข้าพเจ้าเตรียมมา 300 CHF จัดว่าเหลือเพื่อ

สำหรับใช้เพื่อการกินและคมนาคมเข้าเมือง จากนั้น เงินสนับสนุนที่ได้จากเซิร์น จะมาถึง โดยจะได้รับ 1900 CHF โดยจะทำการหักค่าห้องพักด้วยดังนั้น จะได้รับประมาณ 1000 CHF เศษ ขึ้นกับห้องที่จอง เราจะได้รับเงินเป็นเงินสดโดยต้องไปรับที่โปรษณียชั้น ground floor ตึก 500 ข้าพเจ้ามีข้อแนะนำเรื่องการนำเงินมาใช้หนึ่งประการ คือ การเตรียม travel card ที่ทำหน้าที่เป็นบัตรเดบิตมาด้วย ที่นี้การใช้บัตรสะดวก รวดเร็วและคล่องตัวดีมาก จากข้อมูล ณ สิงหาคม 2562 มีธนาคารของประเทศไทยธนาคารเดียวคือ กรุงไทย ที่ลูกค้าสามารถขอทำบัตร travel card ได้ โดยมีค่าธรรมเนียม 200 บาท ความง่ายอยู่ที่ เมื่อเราจะใช้บัตรเราสามารถแลกเงินจากเงินบาทเป็นสวิสฟรังก์ได้ทันทีผ่าน mobile application ของธนาคารกรุงไทย จากนั้นในบัตรเราก็จะมีเงินสวิสฟรังก์อยู่ที่ และสามารถนำไปใช้จ่ายที่สวิสได้ทันทีเหมือนบัตรเดบิต

การเดินทาง – tram สาย 18 จะเป็นเครื่องมือหลักในการเดินทางเข้าออกตัวเมืองเจนีวา ตัวจะกดซื้อจากตู้ที่ป้ายใช้ได้ทั้ง tram รถเมล์และเรือ ที่นี้ใช้ระบบ honest system รัฐผู้เป็นเจ้าของกิจการจะให้เกียรติผู้ใช้โดยการไม่ตรวจตัวเป็นเรื่องเป็นราว แล้วผู้ใช้ก็ให้เกียรติรัฐตอบแทนโดยการซื้อตั๋วทุกครั้ง ไม่มั่วขึ้นฟรี อย่างไรก็ตามการสุ่มตรวจตัวอาจเกิดขึ้น และถ้าพบว่าแอบขึ้นฟรี ค่าปรับอาจใกล้เคียงกับค่าดำรงชีวิตทั้งสัปดาห์ และแน่นอนสังคมจะประณามไปถึงแผ่นดินเกิดเอาได้ รถไฟระหว่างเมืองสามารถซื้อตั๋วออนไลน์ได้จาก application SBB Mobile ถ้าจองก่อนล่วงหน้าจะได้ตั๋วที่ราคาจั่วไม่แพง ข้าพเจ้าเดินทางไปโลซานได้ตั๋วราคาขาละ 8 CHF รวมไปกลับ 16 CHF ซึ่งเมื่อเทียบกับค่าครองชีพแล้วเหมือนกินข้าวหนึ่งมื้อ

ภาษาและวัฒนธรรม – คนที่พูดภาษาฝรั่งเศสเป็นหลัก อัยาศัยไมตรีดีมาก ยิ้มแย้มและทักทายกันเป็นปกติ พนักงานคิดเงินที่ร้านอาหารจะส่งเราด้วยประโยค “bon appétit” (ทานให้อร่อยนะ) ทุกครั้ง

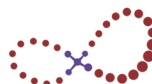
วิชาการ – แนะนำให้ศึกษาเรื่องที่เกี่ยวข้องกับเซิร์น มาก่อนพอหอมปากหอมคอ เช่น Accelerator Physics, Detectors, Particle Physics, Standard Model, Data Processing, Grid Computer เป็นต้น ไม่จำเป็นต้องจริงจังขนาด solve สมการได้เป็นฉาก ๆ แต่ให้มีพื้นฐานพอ निकออกได้ว่าสิ่งที่พูดอยู่คืออะไร หลักการทำงานเป็นอย่างไร จะทำให้การเข้าร่วมอบรมสะดวกสบายและสนุกมากขึ้น

About Author



ชื่อจริง: นายจตุพร พันตรี
ชื่อเล่น : เฟิร์ท (First)
วันเดือนปีเกิด: 18 ตุลาคม 2528
การศึกษา: โรงเรียนนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์
 โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่
 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ฟิสิกส์)
 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 MSc by Research (Particle Physics),
 University of Oxford, UK
ประวัติการรับทุน: ทุนโครงการพัฒนาและส่งเสริม
 ผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และ
 เทคโนโลยี (พสวท.)
 ทุนกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ที่ทำงานปัจจุบัน: สาขาวิชาฟิสิกส์
 โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ (องค์มหาชน)

เป็นลูกชายคนโตของครอบครัว พ่อแม่จึงตั้งชื่อเล่นให้ว่า First เติบโตมากับนิสัยรักในความรู้อยู่ มีความสงสัยในทุกสิ่งรอบตัว อยากรู้ไปทุก ๆ เรื่อง และพยายามรักษาสิ่งเหล่านั้นให้คงอยู่ตลอดมา ในวัยเด็กอยากเป็นหมอเพราะอยากช่วยเหลือคนอื่นให้พ้นจากทุกข์ ต่อมาสามารถสอบเข้าโครงการ พสวท. ได้จึงตัดสินใจว่า การช่วยเหลือผู้อื่นก็สามารถทำได้ด้วยการเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่สร้างผลงานให้เกิดประโยชน์แก่ผู้คนในวงกว้างเช่นกัน เมื่อเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเกิดความหลงใหลในฟิสิกส์ และเชื่อว่าฟิสิกส์จะนำไปสู่คำตอบที่ว่าจักรวาลมาจากไหน คืออะไรและกำลังจะไปไหนได้ เมื่อเข้าเรียนระดับปริญญาตรีจึงสนใจงานทางด้าน Theoretical Particle Physics เพราะเชื่อว่าถ้าเรารู้จักองค์ประกอบพื้นฐานที่สุดของสรรพสิ่งแล้วก็น่าจะได้คำตอบนั้น ต่อมาพบว่างานทางทฤษฎีอาจจะยากต่อการทำงานในอนาคต จึงขยับสายออกมาเล็กน้อยมาสนใจในเครื่องเร่งอนุภาค ได้รับทุนไปศึกษาต่อทางด้านฟิสิกส์ของเครื่องเร่งอนุภาค ณ John Adams Institute for Accelerator Science, University of Oxford ทำวิทยานิพนธ์เกี่ยวกับ Beam Instability ในเครื่องซินโครตรอนที่มีโอกาสเหนี่ยวนำให้เกิด Coherent Synchrotron Radiation ได้ เมื่อกลับมาถึงประเทศไทย ตั้งใจอย่างแรงกล้าที่จะเป็นครูในโรงเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อถ่ายทอดประสบการณ์ อุดมการณ์ และสร้างแรงบันดาลใจให้กับเด็ก ๆ ด้วยความอยากรู้อยากเห็นไปเสียทุกอย่าง จึงมีความสนใจหลากหลาย นอกจากฟิสิกส์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ยังสนใจประวัติศาสตร์ ปรัชญา ศาสนา การเมือง จึงนิยามตนเองว่าเป็น “เปิด” เพราะรู้แบบเปิดเดินพอลดลง ว่ายนน้ำพอได้และบินได้เล็กน้อย



POWER OF INNOVATION
FOUNDATION

