

รายงานการเข้าร่วมโปรแกรมครูฟิสิกส์ภาคฤดูร้อนเชิร์น ประจำปี 2553

CERN Physics High School Teachers Programme 2010

ด้วยสำนึกในพระมหากรุณาธิคุณในสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
ที่ได้ทรงพระราชทานโอกาสแก่ครูฟิสิกส์ไทย



นางสาวพิมพ์ร ผาพรหม

ครูฟิสิกส์

โรงเรียนท่าคันโทวิทยาคาร จังหวัดกาฬสินธุ์

โดยการสนับสนุนจาก

องค์กรแห่งยุโรปเพื่อการวิจัยนิวเคลียร์ (European Organization for Nuclear Research, CERN)

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) และศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านฟิสิกส์

คำนำ

ด้วยพระมหากรุณาธิคุณของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี และความตั้งใจในการพัฒนาวงการวิทยาศาสตร์ไทยของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง คือ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) และศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านฟิสิกส์ จึงทำให้ครูฟิสิกส์โรงเรียนมัธยมศึกษาได้เข้าร่วมโปรแกรมครูฟิสิกส์ภาคฤดูร้อนเชิร์น ซึ่งนับเป็นโอกาสสำคัญยิ่งที่ทำให้ข้าพเจ้าได้เรียนรู้เกี่ยวกับการวิจัยสาขาฟิสิกส์ในองค์กรระดับโลก อีกทั้งยังได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้การจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์กับเพื่อนครูต่างชาติจากทั่วโลก รายงานฉบับนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อรวบรวมประสบการณ์การเข้าร่วมกิจกรรมในโปรแกรมครูฟิสิกส์ภาคฤดูร้อน ประจำปี 2553 ประกอบด้วยข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับเชิร์น กิจกรรมการอบรม ประโยชน์ที่ได้รับและข้อเสนอแนะเพื่อการเตรียมความพร้อมในการเข้าร่วมโครงการในรุ่นต่อไป รวมทั้งบันทึกประจำวันระหว่างการเข้าร่วมโครงการ คือ ระหว่างวันที่ 4-24 กรกฎาคม 2553

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า รายงานการเข้าร่วมโปรแกรมครูฟิสิกส์ภาคฤดูร้อนเชิร์น ประจำปี 2553 ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจศึกษางานวิจัยที่เชิร์นและเพื่อนครูที่ต้องการสมัครเข้าร่วมโครงการในรุ่นต่อไป

นางสาวพิมพ์ร ผาพรม

ครูฟิสิกส์ โครงการครูฟิสิกส์ภาคฤดูร้อนเชิร์น ประจำปี 2553

กิตติกรรมประกาศ

ด้วยสำนึกในพระมหากรุณาธิคุณสิ้นเกล้า ฯ อันหาที่สุดมิได้ในสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ที่ได้ทรงพระราชทาน โอกาสในการเป็นตัวแทนครูฟิสิกส์ไทยให้เข้าร่วม โครงการครูฟิสิกส์ฤดูร้อนเชิร์น ประจำปี 2553

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่คัดเลือกและมอบโอกาสที่สำคัญยิ่ง แก่ข้าพเจ้าในการเข้าร่วมโครงการในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ Rolf Landua, Mick Storr, Terrence Baine, John Turner, Christel Ranta, และ Maureen Prola –Tessaur คณะผู้จัดโปรแกรมครูฟิสิกส์ภาคฤดูร้อนเชิร์น ที่ได้ดำเนินการ ดูแลและอำนวยความสะดวกแก่ผู้เข้าร่วมโครงการเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ นายคำปุ่น ภูเงิน ผู้อำนวยการโรงเรียน และนางนพพร ศรีมงคล รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ โรงเรียนท่าคันโทวิทยาคาร ที่ให้การสนับสนุน ส่งเสริมและชี้แนะ แนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการเข้าร่วมโครงการอย่างดียิ่ง

ขอขอบพระคุณ คุณศศิพันธุ์ ไตรทาน ผู้ประสานงานโครงการ ที่ให้คำแนะนำ อำนวยความสะดวก ให้ความช่วยเหลือจนโครงการสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการดำเนินงาน อีกทั้งให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ ข้าพเจ้าตลอดการเข้าร่วมโครงการในครั้งนี้

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| คำนำ | ก |
| กิตติกรรมประกาศ | ข |
| สารบัญ | ค |
| ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับเซิร์น | 1 |
| กิจกรรมในโครงการครูฟิสิกส์ภาคฤดูร้อนเซิร์น | 5 |
| 1. ฟังบรรยาย | 9 |
| 2. เยี่ยมชมห้องปฏิบัติการ | 12 |
| 3. ฝึกปฏิบัติการทดลอง | 14 |
| 4. กิจกรรมอื่น ๆ | 16 |
| ประโยชน์จากการเข้าร่วมโครงการ | 19 |
| แผนการดำเนินการหลังจากการเข้าร่วมโครงการ | 19 |
| ข้อแนะนำสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการครั้งต่อไป | 19 |
| บันทึกประจำวัน | 21 |
| แหล่งข้อมูลอ้างอิง | 36 |
| ภาคผนวก 1 โครงสร้างวิชาฟิสิกส์ ตามหลักสูตร IB | 37 |
| ภาคผนวก 2 โครงสร้างเนื้อหาฟิสิกส์อนุภาค | 40 |
| ภาคผนวก 3 การนำเสนอ หัวข้อ Bubble Chamber | 46 |



องค์กรแห่งยุโรปเพื่อการวิจัยนิวเคลียร์ (เซิร์น)

European Organization for Nuclear Research (CERN)

1.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับเซิร์น

เซิร์น (CERN) มีชื่ออย่างเป็นทางการว่า European Organization for Nuclear Research (อังกฤษ) หรือ Organisation européenne pour la recherche nucléaire (ฝรั่งเศส) หรือองค์กรแห่งยุโรปเพื่อการวิจัยนิวเคลียร์ เป็นองค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศในทวีปยุโรปเพื่อศึกษาค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์อนุภาค ตั้งอยู่ที่ ณ กรุงเจนีวา ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ โดยสำนักงานของเซิร์นนั้นตั้งอยู่รอยต่อระหว่างประเทศฝรั่งเศสและประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ในฐานะที่เป็นองค์กรระหว่างประเทศ สถานที่ของเซิร์นจึงไม่อยู่ภายใต้อำนาจทางกฎหมายของทั้งสวิตเซอร์แลนด์และฝรั่งเศส เซิร์นก่อตั้งเมื่อวันที่ 29 ก.ย. 2497 มีประเทศสมาชิกที่เข้าร่วมครั้งแรก 12 ประเทศ ปัจจุบันมีสมาชิกเพิ่มขึ้นเป็น 20 ประเทศ ได้แก่

- | | | | |
|--------------|-------------|--------------------|------------------|
| 1. เบลเยียม | 2. ออสเตรีย | 3. บัลแกเรีย | 4. สาธารณรัฐเช็ก |
| 5. เดนมาร์ก | 6. ฟินแลนด์ | 7. ฝรั่งเศส | 8. เยอรมนี |
| 9. กรีซ | 10. ฮังการี | 11. อิตาลี | 12. เนเธอร์แลนด์ |
| 13. นอร์เวย์ | 14. โปแลนด์ | 15. โปรตุเกส | 16. สโลวาเกีย |
| 17. สเปน | 18. สวีเดน | 19. สวิตเซอร์แลนด์ | 20. อังกฤษ |

นอกจากนี้ยังมีประเทศสังเกตการณ์ อีก 6 ประเทศ คือ สหรัฐอเมริกา อินเดีย ญี่ปุ่น ตุรกี อิสราเอล และรัสเซีย ผู้อำนวยการของเซิร์น คนปัจจุบัน (2553) คือ รอล์ฟ ฮอยเออร์ (Rolf Heuer)

บทบาทหลักของเซิร์นคือ การพัฒนาความรู้และเทคโนโลยีเรื่องเครื่องเร่งอนุภาคและโครงสร้างอื่นๆที่จำเป็นต่อการวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค เซิร์นเป็นสถานที่ทำการทดลองมากมายที่เกิดจากความร่วมมือระหว่างประเทศเพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ และยังมีชื่อเสียงในฐานะเป็นต้นกำเนิดของเวปไซด์ไวด์เว็บ มีศูนย์คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่มีอุปกรณ์ประมวลผลข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสูงมากเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง

หน้าที่หลักของเซิร์น มี 4 ข้อ ดังนี้

1. การวิจัย : ศึกษาค้นคว้าหาคำตอบเกี่ยวกับการกำเนิดจักรวาล
2. เทคโนโลยี : พัฒนาเทคโนโลยีให้ล้ำหน้า
3. ความร่วมมือ : สร้างความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของพลโลกด้วยวิทยาศาสตร์
4. การศึกษา : สร้างนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่

1.2 การพัฒนาด้านงานวิจัยและเทคโนโลยี

ปัจจุบัน เชิร์น ได้ติดตั้งเครื่องเร่งอนุภาคขนาดใหญ่ (Large Hadron Collider - LHC) ภายในอุโมงค์ใต้ดินรูปวงแหวนขนาดเส้นรอบวง 27 กิโลเมตร ซึ่งมีขนาดใหญ่ที่สุดในโลก ลึกจากพื้นดินเฉลี่ยประมาณ 100 เมตร มีอาณาเขตครอบคลุมพื้นที่ใต้ดินของประเทศฝรั่งเศส และสวิตเซอร์แลนด์ LHC ประกอบด้วยสถานีทดลองและเครื่องตรวจวัดอนุภาค 6 เครื่องคือ ALICE ATLAS CMS LHCb TOTEM และ LHCf ซึ่งสรุปได้ดังนี้ (บุรินทร์ อัสวพิภพ และนรพัทธ์ ศรีมโนภษ. 2552 : 132-138)

1. สถานีตรวจวัดอนุภาค ALICE เป็นเครื่องตรวจวัดอนุภาคที่ใช้ศึกษาการชนกันของนิวเคลียสของตะกั่วโดยเฉพาะ ศึกษาสมบัติของพลาสมาของควาร์กและกลูออน ซึ่งเชื่อว่าจะพบสภาพนี้หลังการเกิดบิกแบงใหม่ๆ ก่อนที่ควาร์กและกลูออนจะรวมตัวกันเป็นโปรตรอนและนิวตรอน

2. สถานีตรวจวัดอนุภาคแอตลาส (ATLAS) เป็น 1 ใน 2 เครื่องตรวจวัดอนุภาคประสงค์ภายในเครื่องเร่งอนุภาคแอลเอชซี มีหน้าที่อย่างกว้างๆ คือตรวจสอบความแม่นยำของทฤษฎีแบบจำลองมาตรฐาน ทฤษฎีสมมาตรยิ่งยวด ทฤษฎีเอกภพที่มีมากกว่า 4 มิติ และตรวจหาอนุภาคฮิกส์ แอตลาสเป็นระบบแม่เหล็กรูปโดนัทขนาดใหญ่ที่มีความยาวถึง 46 เมตร ยาว 25 เมตร สูง 25 เมตร

3. สถานีตรวจวัดอนุภาคซีเอ็มเอส (CMS) เป็นเครื่องตรวจวัดอนุภาคที่มีเป้าหมายเดียวกับแอตลาส แต่มีความแตกต่างในรูปแบบการทำงานและสร้างขึ้นด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าขนาดใหญ่ ซึ่งสร้างให้เกิดสนามแม่เหล็กได้ขนาด 4 เทสลา (100,000 เท่า ของสนามแม่เหล็กโลก) ซึ่งทำให้เครื่องตรวจวัดหนักถึง 12,000 ตัน

4. สถานีตรวจวัดอนุภาคแอลเอชซีบี (LHCb) ถูกสร้างขึ้นเพื่อศึกษาว่าทำไมเราจึงอาศัยอยู่ในเอกภพที่เต็มไปด้วยสสาร แต่กลับไม่มีปฏิสสาร โดยมีหน้าที่พิเศษในการศึกษาอนุภาคที่เรียกว่า "บิวตี้ ควาร์ก" (beauty quark) เพื่อสังเกตความแตกต่างเพียงเล็กน้อยระหว่างสสารและปฏิสสาร

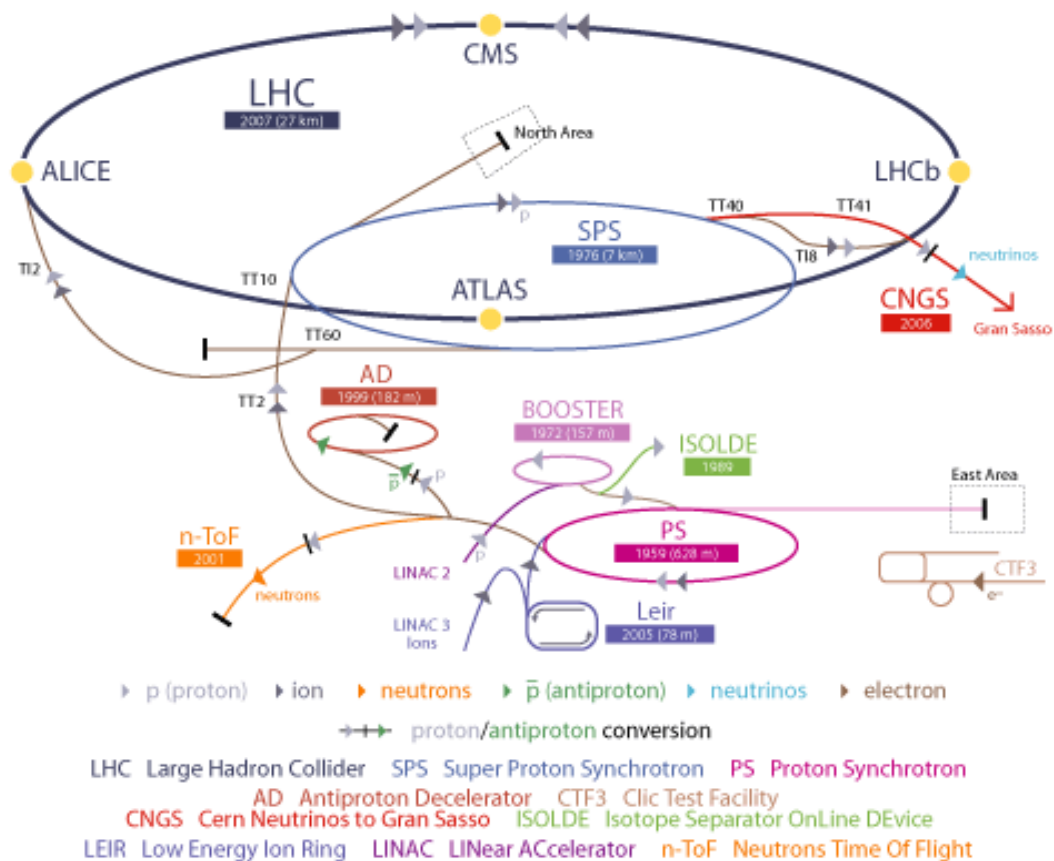
5. เครื่องตรวจวัดอนุภาค TOTEM ทำหน้าที่ตรวจสอบคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของอนุภาคในกรณีที่ไม่เกิดการชนกันของอนุภาคโปรตรอน อีกทั้งยังช่วยตรวจสอบปริมาณการชนของโปรตรอนที่เกิดขึ้นในเครื่องเร่ง LHC ซึ่งจะใช้ค่านี้ไปคำนวณความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นต่อไป

6. เครื่องตรวจวัดอนุภาค LHCf ถูกออกแบบเพื่อทำการตรวจวัดอนุภาคไพออนที่เป็นกลาง ซึ่งเกิดขึ้นใกล้เครื่องเร่งอนุภาคแอลเอชซี จึงเป็นการจำลองการเกิดรังสีคอสมิกในสภาพห้องทดลองนั่นเอง ข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการตรวจสอบและลดค่าความผิดพลาดของข้อมูลจากหอสังเกตการณ์รังสีคอสมิกพลังงานสูงมากๆ

เครื่องเร่งอนุภาค LHC จะเร่งลำอนุภาคของโปรตรอน 2 ลำให้เคลื่อนที่ในทิศทางตรงกันข้ามไปตามท่อที่วางขนานกันซึ่งถูกเก็บรักษา ไว้ภายใต้ภาวะสุญญากาศ แล้วชนกันกับลำโปรตรอนในเครื่อง LHC ที่ความเร็วเข้าความเร็วแสง ที่พลังงานสูงระดับ TeV หรือระดับล้านล้านอิเล็กตรอน

โวลต์ ทั้งนี้ลำอนุภาคถูกควบคุมให้เคลื่อนที่ไปรอบเครื่องเร่งอนุภาครูปวงแหวนด้วยสนามแม่เหล็ก ความเข้มสูงที่สร้างขึ้นจากแม่เหล็กไฟฟ้าตัวนำยิ่งยวด ซึ่งช่วยนำไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่มีแรงเสียดทานหรือสูญเสียพลังงาน และจำเป็นต้องรักษาความเย็นให้แม่เหล็กเหล่านั้นที่อุณหภูมิ -271 องศาเซลเซียสซึ่งเย็นกว่าอวกาศนอกโลกเสียอีก ดังนั้นเครื่องเร่งอนุภาคจึงต้องเชื่อมต่อบรรลุเย็นด้วยฮีเลียมเหลว

CERN Accelerator Complex



ภาพ 1 แผนผังแสดงองค์ประกอบของเครื่องเร่ง LHC ของเซิร์น

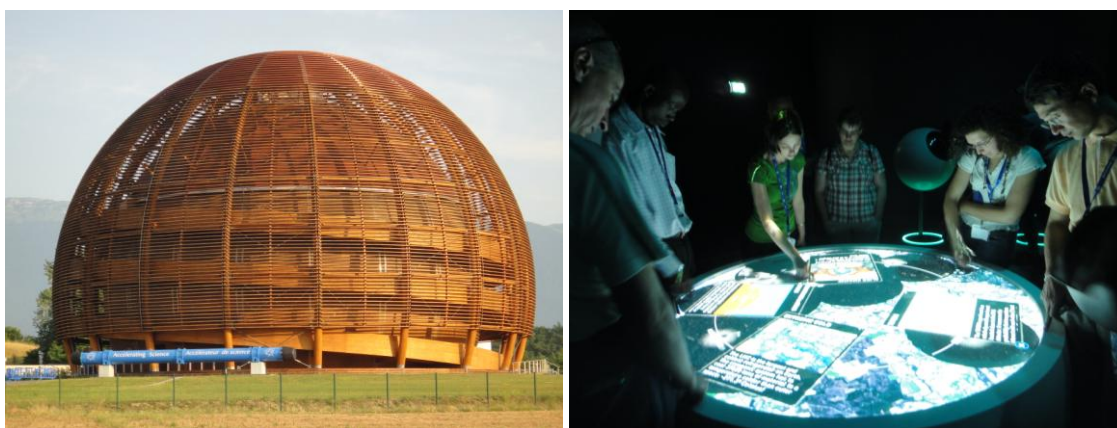
(ที่มา <http://public.web.cern.ch/public/en/Research/AccelComplex-en.html>)

1.3 การเผยแพร่ความรู้เพื่อสร้างนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่

เซิร์นได้ทำการเผยแพร่ความรู้ด้านฟิสิกส์อนุภาคแก่ประชาชนทั่วไป โดยมีสถานที่หลักคือ พิพิธภัณฑ์ไมโครโคสม (Microcosm) โดยภายในเป็นการจัดนิทรรศการในรูปแบบสามมิติและเครื่องมืออุปกรณ์ขนาดแบบจำลองที่มีอยู่ในระบบเครื่องเร่งอนุภาค ตลอดจนความรู้ หลักการพื้นฐานของฟิสิกส์อนุภาค ตลอดจนมีการบรรยายจากผู้เชี่ยวชาญ นอกจากนี้ยังมี Globe อาคารขนาดใหญ่ รูป

เครื่องทรงกลม ทำจากไม้ ที่ใช้พื้นที่ภายในเป็นห้องภาพยนตร์นำเสนอเกี่ยวกับการกำเนิดจักรวาล และ เสนอภาพรวม ข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับเชิร์น ทั้งนี้เปิดบริการฟรี ในวันจันทร์ถึงเสาร์ เวลา 9.00-17:00 น.

การสนับสนุนด้านการสร้างนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ ของเชิร์นได้มีโปรแกรมอบรมครูฟิสิกส์ ภาคฤดูร้อน ซึ่งมีทั้งการอบรมครูจากประเทศใดประเทศหนึ่ง หรือการอบรมครูจากหลายๆ ประเทศ รวมกัน เป็นโครงการที่ให้ความรู้ทั้งทางทฤษฎีฟิสิกส์และฝึกปฏิบัติทดลอง เยี่ยมชมสถานที่ภายใน เชิร์น อีกทั้งให้ความรู้เรื่องการสร้างสื่อการเรียนการสอน เพื่อให้ครูสามารถถ่ายทอดความรู้ ประสบการณ์แก่นักเรียนต่อไป นอกจากนี้ เชิร์นมีโปรแกรมนักศึกษาภาคฤดูร้อน โดยการให้ออกาศ นักศึกษาได้ฝึกทำงานวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคกับนักวิทยาศาสตร์ที่เชิร์นและศึกษาความรู้ด้านทฤษฎี ไปพร้อมกัน



ภาพ 2 โกลบ (Globe) และสื่อที่นำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องเร่ง LHC

1.4 การสร้างความร่วมมือระดับนานาชาติ

การทำงานร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์หลากหลายเชื้อชาติ ทั้งในสำนักงานของเชิร์น หรืออยู่ตามสถานทดลองต่างๆ หรือแม้แต่อยู่ต่างประเทศ สามารถทำได้ด้วยความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งจะเป็นทางหนึ่งที่ทำให้เกิดความร่วมมือกันระหว่างชาติต่างๆ และนำไปสู่การมีเป้าหมายเดียวกันคือการค้นพบคำตอบของจักรวาล การระดมทุนให้แก่องค์กรระหว่างประเทศและการส่งครู นักศึกษาเข้าร่วมอบรมแสดงถึงความร่วมมือระหว่างชาติต่างๆ มากขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงกล่าวได้ว่าเป็นองค์กรที่มีหน้าที่ในการสร้างความร่วมมือระหว่างประเทศเพื่อลดความขัดแย้งและอยู่ร่วมกันอย่างสันติ มีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันด้วยหลักการและเหตุผลทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมในโครงการครูฟิสิกส์ภาคฤดูร้อน ณ เชิร์ช ประจำปี 2553
(High School Teachers Programme 2010)

โครงการครูฟิสิกส์ภาคฤดูร้อน เป็นโครงการที่มุ่งเน้นส่งเสริมให้ครูระดับมัธยมศึกษา มีประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์อนุภาค และเข้าใจเนื้อหาชัดเจน ถูกต้อง เพื่อ สนับสนุน ส่งเสริมให้เกิดนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ได้เร็วขึ้น เชิร์ชจัดโครงการนี้สำหรับครูในประเทศ สมาชิกทุกปี สำหรับปี 2553 นับเป็นปีแรกที่จัดขึ้นสำหรับครูนานาชาติ โดยจัดอยู่ระหว่างวันที่ 4-24 กรกฎาคม 2553 จำนวนครูผู้เข้าร่วมอบรมมีทั้งหมด 22 ประเทศ จำนวน 40 คน ดังนี้

1. Bulgaria จำนวน 2 คน
 2. Czech Republic จำนวน 2 คน
 3. Finland จำนวน 1 คน
 4. France จำนวน 3 คน
 5. Ghana จำนวน 1 คน
 6. Greece จำนวน 1 คน
 7. Israel จำนวน 1 คน
 8. Italy จำนวน 2 คน
 9. Japan จำนวน 1 คน
 10. Kenya จำนวน 1 คน
 11. Macedonia จำนวน 1 คน
 12. Netherlands จำนวน 1 คน
 13. Norway จำนวน 1 คน
 14. Portugal จำนวน 2 คน
 15. Romania จำนวน 3 คน
 16. Rwanda จำนวน 2 คน
 17. Slovakia จำนวน 1 คน
 18. Spain จำนวน 2 คน
 19. Thailand จำนวน 2 คน
 20. Turkey จำนวน 2 คน
 21. United Kingdom จำนวน 3 คน
 22. United State จำนวน 5 คน
- รวมทั้งสิ้น จำนวน 40 คน

กิจกรรมในโครงการแบ่งหลัก ๆ ได้เป็น 4 กิจกรรม ดังนี้

1. การฟังบรรยายเนื้อหาฟิสิกส์
2. การเข้าเยี่ยมชมสถานที่
3. การปฏิบัติการทดลอง
4. การนำเสนอข้อมูลและผลการทำกิจกรรมกลุ่ม
5. กิจกรรมอื่นๆ

ตาราง 1 กิจกรรมสำหรับโครงการครูฟิสิกส์ภาคฤดูร้อนเชิร์น ประจำปี 2553

| วันเดือนปี | เวลา | หัวข้อการบรรยาย/กิจกรรม | ผู้บรรยาย |
|--------------|---------------|---|---|
| 04 July 2010 | 16:30 - 17:30 | Welcome Reception | Mick Storr (CERN) |
| | 17:30 - 18:30 | Short site tour | Mick Storr (CERN) , Sascha Marc Schmeling (CERN) |
| | 18:30 - 19:30 | Practical Information | Mick Storr (CERN) |
| 05 July 2010 | 08:30 - 09:00 | Registration | Christel Ranta (CERN) , Maureen Prola- Tessaur (CERN) |
| | 09:00 - 09:45 | Audio-visual Introduction to CERN | Mick Storr (CERN) |
| | 10:00 - 12:30 | Team Building | Mick Storr (CERN) |
| | 14:00 - 15:00 | Collect ID Cards | |
| | 15:00 - 17:00 | Visit Globe Universe of Particles Exhibition | Rolf Landua |
| 06 July 2010 | 09:00 - 09:45 | CERN Education | Mick Storr (CERN) |
| | 10:00 - 11:30 | Introduction to Particle Physics (1/3) | Rolf Landua (CERN) |
| | 11:30 - 12:30 | Preparation and presentation of national school systems | |
| | 14:00 - 15:30 | Introduction to Detectors (1/2) | Frank Hartmann (KIT - IEKP) |
| | 16:30 - 17:30 | SPECIAL COLLOQUIUM : Building a Commercial Space Launch System and the Role of Space Tourism in the Future | Will Whitehorn, President |

| วันเดือนปี | เวลา | หัวข้อการบรรยาย/กิจกรรม | ผู้บรรยาย |
|--------------|---------------|--|---|
| | 18:00 - 23:00 | Pool and Pizza | Mick Storr (CERN) |
| 07 July 2010 | 09:00 - 10:00 | Presentation of national school systems | Terrence Baine (University of Oslo, former CERN Teacher in residence) |
| | 10:00 - 11:30 | Introduction to Particle Physics (2/3) | Rolf Landua (CERN) |
| | 14:00 - 15:30 | Introduction to detectors (2/2) | Frank Hartmann (KIT - IEKP) |
| | 15:30 - 17:00 | Visit CMS Control Centre and Computer Centre | Sascha Marc Schmeling (CERN) , Andreas Hirstius (CERN) |
| | 17:00 - 20:00 | Welcome Drink | |
| 08 July 2010 | 09:00 - 10:00 | Presentation of national school systems (cont) | |
| | 10:00 - 11:30 | Introduction to Particle Physics (3/3) | Rolf Landua (CERN) |
| | 11:30 - 12:30 | Presentation of national school systems (cont) | |
| | 13:30 - 16:00 | Build a Cloud Chamber | Mick Storr (CERN) |
| | 13:30 - 16:00 | Lecture Review and Discussion | |
| | 16:30 - 17:30 | Q/A | |
| 09 July 2010 | 09:00 - 10:00 | Presentation of national school systems (cont) | |
| | 10:00 - 11:30 | Antimatter Teaching Modules | Terrence Baine (University of Oslo, former CERN Teacher in residence) |
| | 13:30 - 17:30 | Visit CCC and SM-18 | |
| | 13:30 - 17:30 | Introducing the Teachers Lab | Sascha Marc Schmeling (CERN) |
| 11 July 2010 | 13:00 - 23:00 | Discover Geneva Treasure Hunt | Mick Storr (CERN) |

| วันเดือนปี | เวลา | หัวข้อการบรรยาย/กิจกรรม | ผู้บรรยาย |
|--------------|---------------|--|--|
| 12 July 2010 | 09:00 - 09:45 | Introduction to Accelerators (1/2) | Daniel Brandt (CERN) |
| | 10:30 - 11:30 | Introduction to Cosmology (1/2) | Geraldine Servant |
| | 11:30 - 12:30 | Presentation of national school systems (cont) | |
| | 14:00 - 15:00 | Presentation of working Groups | Sascha Marc Schmeling (CERN) , Konrad Jende (Technische Universitaet Dresden) , John Turner, Rolf Landua (CERN) , Mick Storr (CERN) , Terrence Baine (University of Oslo, former CERN Teacher in residence) |
| | 15:00 - 16:00 | Reflection | |
| | 16:00 - 16:30 | Selection of Working Groups | |
| 13 July 2010 | 09:00 - 09:45 | Introduction to Accelerators (2/2) | Daniel Brandt (CERN) |
| | 10:00 - 10:30 | Q/A Accelerators | Daniel Brandt (CERN) |
| | 10:30 - 11:30 | Introduction to Cosmology (2/2) | Geraldine Servant |
| | 11:30 - 12:30 | Presentation of national school systems (cont) | |
| | 15:00 - 17:00 | Visit PS/LINAC/LEIR | |
| 14 July 2010 | 09:00 - 10:30 | Medical Applications of Particle Physics | Manjit Dosanjh (CERN) |
| | 10:30 - 17:00 | Working groups | |
| 15 July 2010 | 09:00 - 10:30 | Presentation of national school systems (cont) | |
| | 11:15 - 12:00 | Antimatter in the Lab (1/3) | Rolf Landua (CERN) |
| | 13:30 - 17:00 | Working groups | |
| 16 July 2010 | 09:00 - 10:00 | Phywe Presentation | Christine Poloni (Phywe) |

| วันเดือนปี | เวลา | หัวข้อการบรรยาย/กิจกรรม | ผู้บรรยาย |
|--------------|---------------|---|---------------------------------------|
| | 10:15 - 11:00 | Antimatter in the Lab (2/3) | Rolf Landua (CERN) |
| | 11:15 - 12:00 | Antimatter in the Lab (3/3) | Rolf Landua (CERN) |
| | 14:00 - 16:00 | Short Historical Tour of CERN | Mick Storr (CERN) |
| | 17:30 - 01:30 | Hardronic Festival | |
| 17 July 2010 | 16:30 - 01:30 | Hardronic Festival | |
| 19 July 2010 | 09:00 - 12:00 | Accelerate ! | Suzanne Sheehy (University of Oxford) |
| | 19:00 - 00:00 | International Evening | |
| 20 July 2010 | 09:00 - 11:30 | Perimeter Institute - Quantum workshop | |
| | 13:00 - 15:30 | Perimeter Institute - Dark Matter Workshop | |
| 21 July 2010 | 08:30 - 12:30 | Visit LHCb/DELPHI/CAST | |
| | 18:15 - 23:00 | Jura pic-nic | Mick Storr (CERN) |
| 22 July 2010 | 08:30 - 17:00 | Working groups | |
| | 17:00 - 18:00 | Special Guest | Jonathan R. Ellis (CERN) |
| 23 July 2010 | 09:00 - 12:00 | Reports from the Working Groups | |
| | 14:00 - 15:00 | Reports from Working groups (cont) | |
| | 15:00 - 15:30 | Closing Address by the Director General of CERN | Rolf Heuer (CERN) |
| | 19:00 - 00:00 | Farewell BBQ | |

2.1 การฟังบรรยายเนื้อหาฟิสิกส์

ฟังบรรยายในหัวข้อต่อไปนี้

1. Introduction to CERN and CERN Education

เนื้อหา แนะนำข้อมูลเบื้องต้นขององค์กร เป้าหมาย จุดประสงค์ และกิจกรรมของเซิร์นรวมถึงการศึกษา วิจัยที่เซิร์น

โดย Mick Storr (หัวหน้าคณะดำเนินงานโครงการ HST 2010)

2. Introduction in Particle Physics

เนื้อหา ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับฟิสิกส์อนุภาค

โดย Dr. Lolf Landau (หัวหน้าโครงการ HST 2010)

3. Introduction to Detectors

เนื้อหา ความรู้เบื้องต้นของเครื่องมือตรวจวัด ในงานวิจัยเชิงฟิสิกส์อนุภาค

โดย Dr. Frank Hartmann (KIT - IEKP)

4. Antimatter in the Lab

เนื้อหา ประวัติ ทฤษฎี วิธีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับปฏิสสาร และงานวิจัยในระดับ

ห้องปฏิบัติการ โดย Lolf Landau (หัวหน้าโครงการ HST 2010)

5. Antimatter Teaching Modules

เนื้อหา แนะนำสื่อการสอนประเภทต่างๆ และการสร้างสื่อการสอน เรื่องฟิสิกส์อนุภาค

โดย Terrence Baine (มหาวิทยาลัยออสโลว์ ประเทศแคนาดาและคณะผู้ดำเนินงานโครงการ HST)

6. Phywe Presentation

เนื้อหา การสร้างเครื่องมือวิทยาศาสตร์เพื่อสาธิตและวัดปริมาณทางฟิสิกส์ แนะนำอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมการทดลองในทางฟิสิกส์

โดย Christine Poloni (บริษัท Phywe ประเทศเยอรมนี)

7. Introduction to Accelerators

เนื้อหา ประวัติ ทฤษฎี หลักการ การสร้างเครื่องเร่งอนุภาค

โดย Daniel Brandt (นักวิจัย สาขาเครื่องเร่งอนุภาค)

8. Introduction to Cosmology

เนื้อหา ทฤษฎีการเกิดจักรวาล การศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลด้านจักรวาลวิทยา

โดย Geraldine Servant (นักวิจัย สาขาฟิสิกส์ทฤษฎี : จักรวาลวิทยา)

9. Medical Applications of Particle Physics

เนื้อหา การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์อนุภาค เพื่อใช้ในการทางการแพทย์ งานวิจัยและเทคโนโลยีที่เกิดจากความรู้ด้านฟิสิกส์อนุภาค

โดย Manjit Dosanjh (นักวิจัย สาขา Medical Physics)

10. Accelerate

เนื้อหา เทคนิค ตัวอย่างการสร้างสื่อการสอน สาธิตการทดลองที่เกี่ยวกับฟิสิกส์อนุภาค เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน

โดย Suzanne Sheehy (มหาวิทยาลัยอ็อกซ์ฟอร์ด ประเทศอังกฤษ)

11. สัมมนาพิเศษ เรื่อง Building a Commercial Space Launch System and the Role of Space Tourism in the Future

เนื้อหา แนะนำ บริษัท Virgin Galactic และธุรกิจการท่องเที่ยวนอกโลกด้วยยานอวกาศ แนวคิดและแนวทางการพัฒนายานอวกาศในเชิงธุรกิจ

โดย Will Whitehorn (ประธานบริษัท Virgin Galactic ประเทศอังกฤษ)

12. บรรยายพิเศษ Particle Physics

เนื้อหา แนวทาง วัสดุประสมค์ และการพัฒนางานวิจัยตามทฤษฎีฟิสิกส์อนุภาค

โดย Jonathan R. Ellis (นักฟิสิกส์ทฤษฎี ของเชิร์น)

13. ปิดโครงการ โดย Rolf Heuer ผู้อำนวยการของเชิร์น ตอบคำถามผู้เข้าร่วมโครงการ อธิบายเป้าหมายและแนวทางขององค์กร รับฟังความก้าวหน้าและปัญหาระหว่างการดำเนินโครงการ



Rolf Heuer

Jonathan R. Ellis

Terrence Baine (เสี่ยวขาว)

Dr. Frank Hartmann

ภาพ 3 รับฟังการบรรยายจากวิทยากร

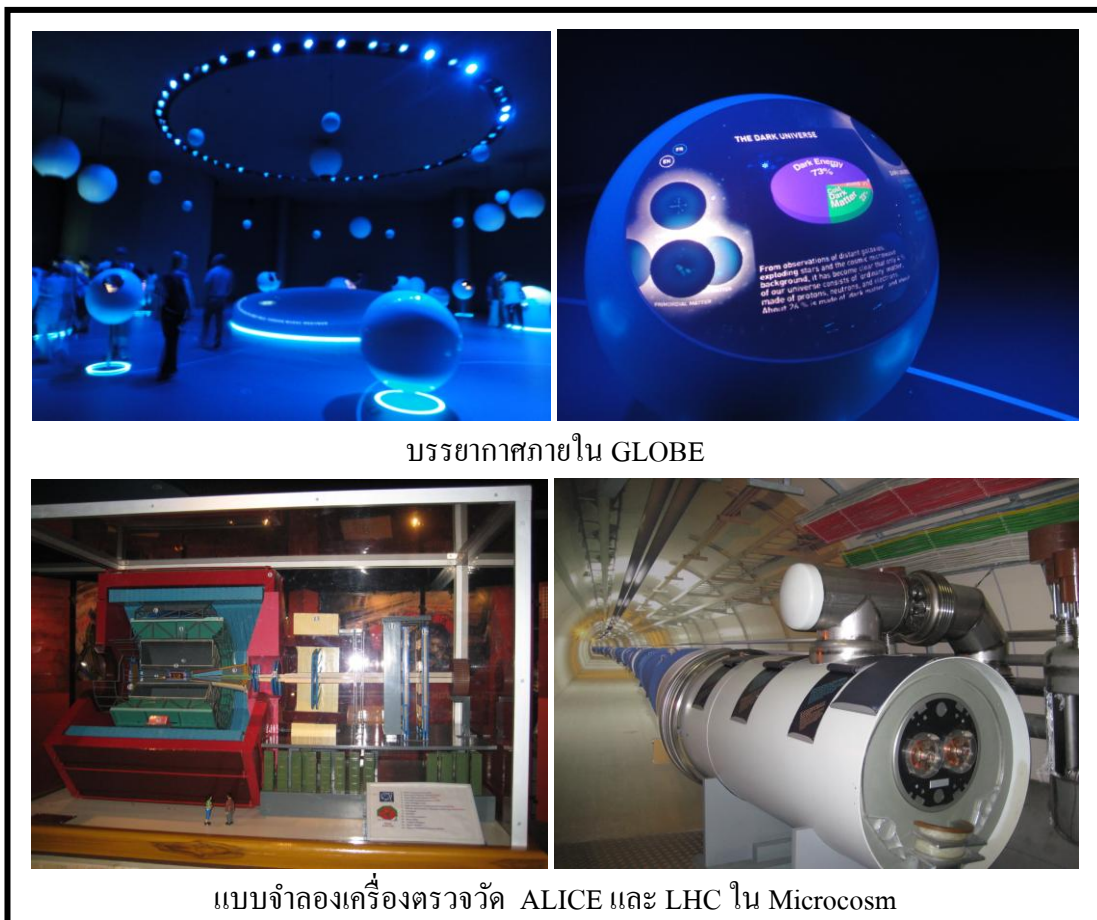
2.2 การเยี่ยมชมหน่วยงานและห้องปฏิบัติการ ดังต่อไปนี้

1. Visit Globe Universe of Particles Exhibition (GLOBE)

เยี่ยมชม อาคาร Globe อาคารที่แสดงนิทรรศการเกี่ยวกับเชิร์น แสดงประวัติ ที่มาและความสำคัญ เป้าหมายของการวิจัย และภารกิจของเชิร์น ข้อมูลในเชิงสถิติ สมาชิกขององค์กร ความรู้เกี่ยวกับเครื่องมืออุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค

2. Visit Microcosm

เยี่ยมชม Microcosm สถานที่ที่จัดแบบจำลองเครื่องมือ อุปกรณ์ที่เกี่ยวกับหลักการของฟิสิกส์อนุภาค ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องเร่งอนุภาค เครื่องมือตรวจวัดอนุภาค และประวัติการศึกษา ค้นคว้าด้านฟิสิกส์อนุภาค พัฒนาการของเทคโนโลยีด้านการสื่อสารที่เป็นผลจากงานวิจัยของเชิร์น



ภาพ 4 นิทรรศการภายใน GLOBE และ Microcosm

3. Visit CMS Control Centre and Computer Centre

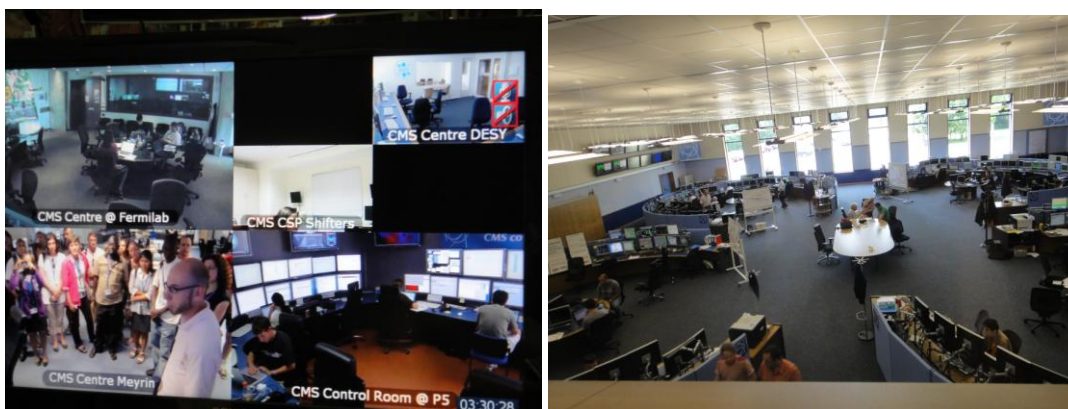
เข้าชมศูนย์ควบคุมการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสถานีวัด CMS และศูนย์ควบคุมระบบคอมพิวเตอร์ของเซิร์น

4. Visit CCC (CERN Control Center) and SM-18 เข้าชมศูนย์ควบคุมการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสถานีวัด CMS

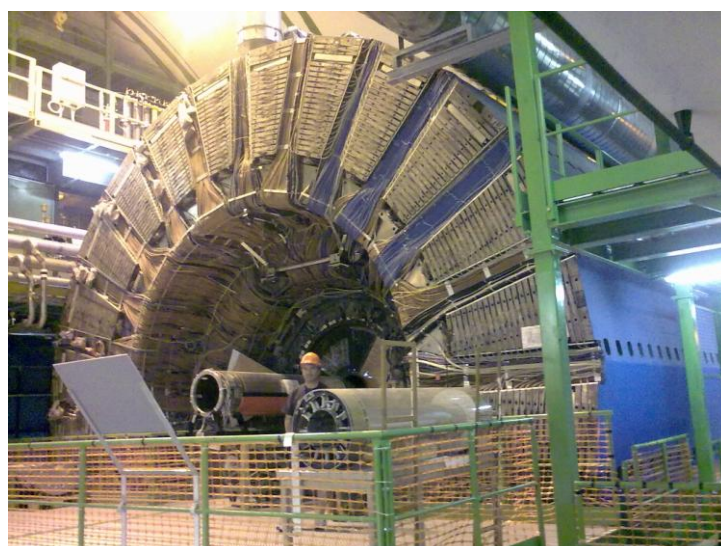
5. Visit PS/LINAC/LEIR เข้าชม Sorce ผลิตอนุภาคที่เร่งอนุภาคตามเส้นทาง

6. Short Historical Tour of CERN แสดงประวัติการวิจัยของเซิร์น ในฐานะแหล่งกำเนิดเครื่องข่ายเวิร์ลไวด์เว็บ

7. Visit LHCb/DELPHI/CAST เข้าชมเครื่องตรวจวัดอนุภาค LHCb/DELPHI/CAST



ภาพ 5 ศูนย์วิเคราะห์ข้อมูล จาก CMS และห้อง CCC



ภาพ 6 เครื่องตรวจวัดอนุภาค DELPHI

2.3 ฝึกปฏิบัติการทดลองและทำกิจกรรมกลุ่ม

1. Build a Cloud Chamber ฝึกการสร้างเครื่อง cloud chamber
2. Introducing the Teachers Lab ศึกษาการทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง
3. working Groups แยกกลุ่มย่อยศึกษาตามหัวข้อที่สนใจ คือ
 - 1) Teachers Lab การทดลองด้านฟิสิกส์อนุภาคเพื่อนำไปใช้ในชั้นเรียน มีที่ปรึกษาและผู้สนับสนุนด้านอุปกรณ์การทดลอง คือ บริษัท Phywe
 - 2) Teaching Module คือ การจัดทำเนื้อหา และสื่อการสอนด้านฟิสิกส์อนุภาค
 - 3) Master classes คือ การสร้างเนื้อหาและหลักสูตรการสอน
 - 4) The International Baccalaureate Diploma (IB) การสร้างเนื้อหา แบบฝึก กิจกรรมการเรียนการสอนฟิสิกส์สำหรับนักเรียนใน โรงเรียนนานาชาติ
 - 5) Pre-Visit Pack การจัดทำโปรแกรมสำหรับการศึกษาดูงาน สำหรับผู้ต้องการเยี่ยมชมเซิร์น ในช่วงเวลาสั้น ๆ
 - 6) How do you know? การค้นหาวิธีการ หรือแหล่งข้อมูลอธิบายความรู้แก่นักเรียนเกี่ยวกับฟิสิกส์อนุภาค

จากการแบ่งกลุ่ม จะมีสมาชิกกลุ่มตามรายละเอียดของงานในแต่ละกลุ่ม โดยข้าพเจ้าเลือกกลุ่ม IB เพื่อเรียนรู้การจัดหลักสูตร เนื้อหา รวมถึงแบบฝึกหัดสำหรับการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาของโรงเรียนนานาชาติ ซึ่งได้มีการบรรจุเนื้อหาด้านฟิสิกส์อนุภาคในหลักสูตรแล้ว ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนและอาจปรับใช้กับโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในประเทศไทยต่อไป
4. Perimeter Institute - Quantum workshop ฝึกปฏิบัติ ทดลองทางฟิสิกส์ควอนตัม



ภาพ 7 จัดอุปกรณ์ เตรียมสร้าง cloud chamber และทำงานกลุ่ม IB



ภาพ 8 ครูผู้เข้าร่วมอบรมทำการทดลอง

2.4 นำเสนอข้อมูลและผลการทำกิจกรรมกลุ่ม

1. presentation of national school systems นำเสนอระบบการศึกษาของชาติ

เป็นการนำเสนอระบบการศึกษาของแต่ละประเทศ โดยมีแบบสอบถามเป็นตัวกำหนดเนื้อหา เช่น โรงเรียนของผู้เข้าร่วมอบรมเป็นของรัฐบาลหรือเอกชน จำนวนนักเรียนในโรงเรียนและนักเรียนต่อห้อง จำนวนวิชาฟิสิกส์ต่อสัปดาห์ สัดส่วนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์กับวิชาอื่นๆ ในหลักสูตรของโรงเรียน สัดส่วนเนื้อหาของฟิสิกส์อนุภาคต่อเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ทั้งหมด อุปกรณ์การทดลองเพียงพอหรือไม่ การสนับสนุนเด็กที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ของรัฐบาลเป็นอย่างไร วุฒิการศึกษาของครูและคุณสมบัตินอื่นๆ ในการเป็นครูวิทยาศาสตร์และครูฟิสิกส์ การนำเสนอใช้เวลาประมาณ 10 นาที ไม่เน้นความเป็นทางการมากนัก สำหรับประเทศไทยมีการเตรียมข้อมูลและการนำเสนอไว้ก่อนเข้าอบรมแล้ว จึงนำเสนอด้วยข้อมูลที่เตรียมมาและปรับเปลี่ยนให้ตรงกับเนื้อหาบางส่วน

2. Reports and presentations from Working groups นำเสนอผลงานการศึกษาค้นคว้าตามกลุ่มย่อย สำหรับการดำเนินการของกลุ่ม IB (International Baccalaureate Diploma) มีดังนี้

1. ประชุมเพื่อทำความเข้าใจลักษณะและจุดประสงค์ของงาน
2. เลือกเนื้อหาและแบ่งหัวข้อย่อย
3. ศึกษาค้นคว้า พัฒนาสื่อ แบบฝึกหัดในหัวข้อที่รับผิดชอบ
4. รวบรวมเนื้อหาและสื่อเพื่อสรุปเป็นเนื้อหา
5. นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ
6. เสนอเนื้อหาลงในเว็บไซต์ของเซิร์น

จะเห็นได้ว่าภารกิจของกลุ่ม IB คือ ไม่สามารถดำเนินการให้เสร็จได้ภายในช่วงเวลาที่อบรมอยู่ ดังนั้นจึงวางแผนการทำงานให้ถึงเพียงขั้นตอนการกำหนดเนื้อหาและสร้างสื่ออย่างง่ายเพื่อนำเสนอให้เพื่อนครูกลุ่มอื่นๆ เข้าใจและรับรู้เกี่ยวกับภาพรวมของกลุ่ม IB ส่วนขั้นตอนการสร้างการทำเนื้อหา โดยละเอียดต้องรอตรวจจากผู้เชี่ยวชาญซึ่งต้องดำเนินการภายหลัง การสร้างเนื้อหา

และแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมการเรียนการสอน ให้สัมพันธ์กับหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ นั้น กลุ่ม IB เน้นที่ ฟิสิกส์อนุภาค ที่มีนักเรียนอายุระหว่าง 16-19 ปี มีทั้งหมด 2183 โรงเรียนจาก 138 ประเทศ เนื่องจาก ฟิสิกส์อนุภาคเป็นเนื้อหาทางเลือกหนึ่งของวิชาฟิสิกส์ในระดับ higher level ดังนั้น โปรแกรมครู ฟิสิกส์ภาคฤดูร้อนจึงได้สร้างเนื้อหาและจัดเอกสารต่างๆ เพื่ออำนวยความสะดวกและพัฒนาการเรียนการสอน โดยได้ดำเนินการต่อเนื่องมาประจำทุกปี มีจุดประสงค์หลัก คือ

1) สร้างแหล่งเรียนรู้ที่มีเนื้อหาถูกต้อง แม่นยำ และเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอน ผ่านสื่อที่หลากหลาย เช่น เนื้อหาที่อยู่ในรูปแบบ Power point, แบบฝึกหัด , คู่มือการทดลอง เป็นต้น

2) กระตุ้นและส่งเสริมให้ครูสอนเนื้อหาฟิสิกส์อนุภาคมากขึ้น

3) พัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์อนุภาคให้ดียิ่งขึ้น

ทั้งนี้โครงสร้างของวิชาฟิสิกส์ และเนื้อหาที่เรียนแสดงไว้ในภาคผนวก สำหรับปี 2553 เนื้อหาที่กลุ่ม IB ต้องดำเนินการอยู่ในหัวข้อ J เรื่อง Particle Physics ใช้เวลาเรียนทั้งหมด 22 ชั่วโมง โดยกลุ่มได้เลือกหัวข้อ developing quark model จากนั้นระดมหัวข้อย่อยที่ตรงกับหลักสูตร และแบ่งเนื้อหาที่รับผิดชอบ ข้าพเจ้าได้รับหัวข้อย่อย คือ Bubble Chamber ซึ่งตามหลักสูตรแล้วเป็นการแนะนำเบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องมือตรวจวัดอนุภาค จึงเลือกนำเสนอเนื้อหาด้วย power point โดยนำเนื้อหาที่ผ่านการตรวจสอบแล้วมาเรียบเรียง ประกอบด้วย ประวัติการค้นพบเครื่อง Bubble chamber หลักการทำงาน การอ่านและแปลความหมายข้อมูล (แสดงไว้ในภาคผนวก)

2.5 กิจกรรมอื่น ๆ

1. Pool and Pizza กิจกรรมตอนเย็นหลังจากเลิกจากการอบรม คือการว่ายน้ำ (ไม่บังคับ) และร่วมทานพิซซ่าที่ร้านใกล้ ๆ เซิร์น เป็นการทำความรู้จักกับเพื่อนครูต่างชาติ และชมบรรยากาศ และสภาพทั่วไปรอบๆ เซิร์น พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นไร่นาตามตะวัน งาม ข้าว และข้าวโพด เป็นต้น



ภาพ 9 กิจกรรมเสริม Pool & Pizza

2. Discover Geneva Treasure Hunt แบ่งกลุ่ม (โดยการเลือกแบบสุ่ม) เพื่อท่องเที่ยวเจนีวา ในวันหยุด เพื่อเป็นการแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญของเจนีวา (ด้วยการตั้งคำถาม) และ

เสริมสร้างความสามัคคีของผู้เข้าร่วมอบรม โดยกิจกรรมมีการแจกเอกสารเพื่อให้แต่ละกลุ่มเดินตามหาคำตอบ ตามเส้นทางที่กำหนดและจบโปรแกรมด้วยการทาน ฟองดู (Fon due) อาหารขึ้นชื่อของสวิสเซอร์แลนด์ กิจกรรมดังกล่าวสามารถทำให้เพื่อนครูสนุกสนาน มีโอกาสช่วยเหลือ ทำความรู้จักกับทั้งสถานที่และผู้คนในเจนีวา เป็นกิจกรรมหนึ่งที่ดีสำหรับการเข้าร่วมอบรมในครั้งนี้

3. International Evening การแสดงแลกเปลี่ยนวัฒนธรรมของชาติต่างๆ

เป็นกิจกรรมเพื่อแลกเปลี่ยนและทำความรู้จักกับวัฒนธรรมของเพื่อนครู รวมทั้งวิทยากรที่มาบรรยายและให้ความรู้แก่ผู้เข้าร่วมอบรม การจัดกิจกรรมดังกล่าวเป็นความรับผิดชอบของทุกคน ดังนั้นการจัดสถานที่และการเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ จึงต้องช่วยกันดำเนินการ เพื่อนครูส่วนใหญ่ทำอาหารที่เป็นเอกลักษณ์ของตนเองให้เพื่อน ๆ ลองชิม เช่น ช็อกโกแลตชาเขียวของญี่ปุ่น ชีสหลากหลายชนิดของฝรั่งเศส ขนมหวานจากมาซิโดเนีย บางชาติก็มีการแสดงหรือกิจกรรมให้ร่วมกันทำ เช่น การหัดเต้นแบบสเปน ตุรกี เคนยา และการแสดงรำไทยของไทย ที่ครูทุกคนชื่นชอบ

4. Jura pic-nic กิจกรรมปิกนิกที่ยอดเขาจูรา

ยอดเขาจูรา เป็นยอดเขาที่เป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาแอลป์ อยู่บริเวณไม่ไกลจากเซิร์นมากนัก ทีมงานขอความร่วมมือจากผู้เข้าร่วมอบรมและจัดหารถบริการเพิ่มเติมเพื่อพาผู้ร่วมอบรมไปชมความสวยงามของสวิสเซอร์แลนด์และฝรั่งเศสบนยอดเขาจูรา แต่ทุกคนต้องเดินขึ้นไปจากจุดจอดรถถึงยอดเขาโดยช่วยกันถือสิ่งของที่เป็นของส่วนรวมไปด้วย เมื่อถึงยอดเขา ครูผู้หญิงช่วยกันเตรียมอาหาร จากนั้นร่วมกันทานอาหาร ผลไม้ ที่เตรียมมา บนยอดเขาจูราสามารถมองเห็นทะเลสาบเจนีวา และวิวที่สวยงามด้านฝรั่งเศส อากาศเย็น ลมแรง เป็นกิจกรรมที่ทำสนุกสนานและเสริมสร้างความสามัคคีได้อีกรูปแบบหนึ่ง

5. Farewell BBQ กิจกรรมเลี้ยงส่งด้วยบาบีคิว

ในคืนสุดท้ายหลังปิดโครงการครูฟิสิกส์ภาคฤดูร้อนเซิร์น ทีมผู้จัดมีการจัดกิจกรรมเลี้ยงส่งคุณ rolf Landau ลงมือบริการปิ้งบาบีคิวด้วยตนเองและไม่ยอมให้ใครช่วยเหลือ ข้าพเจ้าและเพื่อนครูผู้หญิงจึงช่วยจัดโต๊ะ เก้าอี้และจัดอาหารออกเสิร์ฟ ผู้เข้าร่วมอบรมระดมค่าของขวัญ (ไวน์) สำหรับทีมงานและวิทยากร และเขียนคำขอบคุณเล็ก ๆ น้อย ๆ ให้กับทีมงาน ทุกคนต่างแสดงความขอบคุณทีมงานที่ให้ความรู้และประสบการณ์ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง จากนั้นทานบาบีคิว สลัด ผลไม้และเครื่องดื่มตามอัธยาศัย เพื่อนครูสังสรรค์คืนสุดท้ายด้วยการทบทวนจังหวะเต้นแบบสเปน ตุรกี และเคนยา ถึงเวลาเลิกงาน ทุกคนกล่าวลาด้วยคำว่า “แล้วพบกันอีก ”



ภาพ 10 กิจกรรมพิเศษ

2.5 ปัญหาและอุปสรรคในการอบรม/ศึกษาดูงาน

เนื้อหาในอบรมสัมมนา บางส่วนเป็นเรื่องใหม่ จำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น

2.6 ประโยชน์ที่ได้รับ และข้อเสนอแนะ

ประโยชน์ที่ได้รับ

- 1) ได้รับความรู้เพิ่มเติม ในเนื้อหาด้านฟิสิกส์อนุภาค

- 2) ทราบแนวทาง และมีประสบการณ์ ในการทดลองและสร้างสื่อการสอนฟิสิกส์
- 3) รู้และเข้าใจ จุดประสงค์ เป้าหมาย และบทบาทของเซิร์นมากยิ่งขึ้น
- 4) ได้แลกเปลี่ยน เรียนรู้การเรียนการสอนฟิสิกส์ในประเทศต่างๆ เพื่อนำมาปรับปรุงการเรียนการสอนในชั้นเรียนของตน
- 5) มีเครือข่ายครูฟิสิกส์เพื่อแลกเปลี่ยนกิจกรรมการสอนและสื่อการเรียนการสอนในโอกาสต่อไป

ข้อเสนอแนะสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการครั้งต่อไป

1) ทฤษฎีและเนื้อหาของโครงการ เน้นที่ฟิสิกส์อนุภาคและอุปกรณ์เครื่องมือตรวจวัดอนุภาค จึงควรศึกษาเตรียมความพร้อมด้านเนื้อหาและหลักการของเครื่องมือให้มาก โดยสามารถติดตามเนื้อหาได้ทางเว็บไซต์ของโครงการครูฟิสิกส์ภาคฤดูร้อนเซิร์น ซึ่งสามารถดาวน์โหลดเอกสารและสื่อที่ใช้ระหว่างการอบรมทั้งหมด

2) สรุปขั้นตอนการดำเนินการในโครงการ

1. เข้าร่วมการอบรมเตรียมความพร้อมที่สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) เป็นเวลา 10 วัน ซึ่งต้องพยายามตั้งใจและเรียนรู้ด้านทฤษฎีและหลักการของเครื่องวัดอนุภาค (เน้นที่หลักการหรือโครงสร้างโดยภาพรวมของเครื่องมือวัด)

2. การดำเนินการขออนุญาตไปศึกษาดูงานจากต้นสังกัด ต้องรีบดำเนินการขออนุญาตไปศึกษาดูงานต่างประเทศ ผ่านสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ถึงสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ) โดยหลักฐานที่ใช้ คือ ประกาศผลการคัดเลือก หนังสือเชิญจากเซิร์น เอกสารโครงการ (ฉบับย่อ) โดยต้องยื่นอย่างน้อย 1 เดือนก่อนเดินทาง และเมื่อกลับมาต้องทำหนังสือรายงานตัวกลับเข้าปฏิบัติราชการ พร้อมยื่นรายงานการเดินทาง และเอกสารที่แสดงว่าเข้าร่วมโครงการจริง เช่น เกียรติบัตรที่ออกให้จากเซิร์น (ดำเนินการภายใน 15 วันหลังกลับจากร่วมโครงการ)

3. การทำวีซ่า ต้องติดต่อขอลำดับการเข้ายื่นเอกสารที่สถานทูตก่อนยื่นอย่างน้อย หนึ่งอาทิตย์ ซึ่งหมายถึงเอกสารทุกอย่างต้องพร้อมก่อนวันเดินทางประมาณ 20 วัน ควรเตรียมเอกสารให้พร้อมตามที่สถานทูตกำหนด เช่น หนังสือเชิญจากเซิร์นที่ระบุเรื่องการได้รับทุนสนับสนุน หนังสือรับรองการเป็นข้าราชการ (รับรองโดยผู้อำนวยการ) ฉบับภาษาอังกฤษ เอกสารที่ระบุที่อยู่หรือห้องพักอย่างชัดเจน (กรณีเข้าพักใช้หลักฐานการตอบรับเรื่องการจองที่พักทางอีเมลล์เป็นหลักฐาน)

2.7 แผนการดำเนินงานหลังการเข้าร่วมอบรม

1. จัดอบรมให้ความรู้และขยายผลแก่ครู นักเรียน นักศึกษา ที่สนใจเกี่ยวกับการสร้างสื่อการเรียนการสอนด้านฟิสิกส์อนุภาค สำหรับครูในภูมิภาคหรือในงานสัมมนาวิชาการ เช่น งานประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ในโรงเรียน เป็นต้น

2. สร้างสื่อการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในชั้นเรียนที่น่าสนใจ ใช้แหล่งข้อมูลที่มีอยู่เผยแพร่ความรู้ด้านฟิสิกส์อนุภาค ผ่านทางเว็บไซต์
3. ติดตาม ประสานงานกับเครือข่ายครูในกลุ่ม IB Group จัดทำเนื้อหาในช่วงต่อไป



ภาพ 11 ผู้เข้าร่วมอบรมและทีมผู้จัด HST 2010 ถ่ายรูปพร้อมกับผู้อำนวยการของเซิร์น

บันทึกประจำวัน

1. อาทิตย์ ที่ 4 ก.ค. สวิตติ Switzerland

บอกลาเพื่อนๆ และพี่เลี้ยงใจดีสองคน เบียร์และพัค เอกสารทุกอย่างเรียบร้อยดี 11 ชั่วโมงบนเครื่อง เป็นเวลาที่ยาวนานพอสมควร ดูหนัง ฟังเพลง อ่านหนังสือ กินและกิน ยังไม่ถึงอีก ถึงสนามบินซูริค ตอนเช้าวันที่ 4 ก.ค. พร้อมสายฝนปรอยๆ ความงามของสวิสเริ่มจากเมฆรูปร่างแปลกๆ (เห็นเมฆแนวตั้งด้วยละ) แบ่งเป็นชั้นๆ ชัดเจน เห็นแล้วนึกถึงเด็กๆ นักเรียนที่กำลังทำโครงการเรื่องเมฆ กลับไปจะเอารูปไปอวด ก้าวลงจากเครื่องแล้วต้องเดินแกมวิ่งให้ทันเปลี่ยนเครื่องไปยังเจนีวา โคนสุดตรวจโน้ตบุ๊กแต่ทุกอย่างก็ราบรื่นดี ถึงเจนีวาพร้อมกับสายฝนชุ่มฉ่ำ นื่อง ๆ สองคนมารับตามเวลา จากนั้นเด็ก ๆ ก็พาพัคดูเดินได้ (ฉายาที่ได้มาแบบจำยอม) ไปทานข้าวเที่ยงที่ร้านอาหาร และเข้าพักที่โรงแรมที่อยู่ไม่ไกลจากร้านอาหาร ห้องไม่ใหญ่มาก แต่มีอุปกรณ์พื้นฐานครบ วิถีที่หน้าต่างเป็นทุ่งหญ้าสีเขียวน่ารัก ห้องเราน่าอยู่จนน้อง ๆ อิจฉาเลยละ

ตอนเย็นมีการต้อนรับเล็ก ๆ จากทีมงานของ HST 2010 เริ่มจากแนะนำบุคลากรและทักทายทำความรู้จักกัน Dr. Rofl Landau (หัวหน้าโปรแกรม HST 2010) แวะมาทักทายเราและครูจำ เลขถือโอกาสขอบคุณที่ให้โอกาสพิเศษสุดๆ แก่ประเทศไทย ผู้เข้าร่วมโปรแกรมมีทั้งหมด 40 คน ที่เริ่มจำกันได้บ้าง เห็นจะเป็นครูสาวสองคนจากตุรกี คุณครูจากญี่ปุ่น (มาจากเอเชียมีกัน 6 คน อีกคนยังตามหาไม่เจอ) ทีมงานพาเดินทัวร์อาคารและห้องที่ต้องใช้ จากนั้นชี้แจงโปรแกรมการอบรม พร้อมทำความรู้จักกับเพื่อนครูคนอื่นๆ จัดการเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ต เสร็จภารกิจวันนี้ประมาณสองทุ่ม ซึ่งยังสว่างอยู่เลย เราสองคนพยายามหลับทั้ง ๆ ที่ยังเห็นตะวันที่หน้าต่าง พรุ่งนี้โปรแกรมเริ่มตอน 8:30 น. หวังว่าคงสนุกสานเหมือนวันนี้



ภาพ 12 ทีมงาน HST 2010 นำโดยคุณ Mick Storr (สวมหมวก) กล่าวต้อนรับและแนะนำทีมงาน

2. จันท์ที่ 5 ก.ค. LHC Rap

คุณ Mick Storr ผู้ดูแลโปรแกรมนี้ เปิดตัวโปรแกรมครูสอนฟิสิกส์ภาคฤดูร้อน ปี 2010 (High School T 2010) ด้วยเพลง LHC Rap จาก you tube เป็นสื่อที่สร้างสรรค์อีกแบบหนึ่งที่ทำให้คนทั่วไปรู้จักเชิร์นได้ดีขึ้น อยากรู้อะไรเพลงน้อย จากเดี๋ยวนี้อายุ 7 มาสู่กันชกยคองฮาพอ ๆ กัน คุณ Mick พูดถึงวัตถุประสงค์และภารกิจของเชิร์น 4 ข้อ คือ วิจัย ผลิตนักวิทย์ พัฒนาเทคโนโลยี และสร้างความเป็นอันหนึ่งอันเดียวของพลโลก เพราะเป้าหมายข้อ 2 ครูจากทั่วโลก 22 ประเทศ ทั้ง 40 คน เลยมารวมกันที่นี่ เขาหวังว่าครูคือผู้สร้างนักวิทย์ ต่อมาเป็นการแนะนำตัวเอง แบ่งกลุ่มย่อย แลกเปลี่ยนและเสนอความคาดหวังของแต่ละคน นำเสนอหน้าชั้น เป้าหมายโดยรวมของครูทั้งหลายคือ อยากรู้อะไรพัฒนาเทคนิคการสอน และเรียนรู้ทฤษฎีที่ตนสนใจมากยิ่งขึ้น เพื่อนครูจากฝรั่งเศสบอกว่าในกลุ่มคาดหวังว่าจะสามารถหาวิธีสอนให้ฟิสิกส์ดูเช่กซี่ในสายตาเด็ก ๆ ได้ เรียกเสียงฮาทั้งห้องก็ดีนะ ฟิสิกส์เช่กซี่ แล้วครูต้องเช่กซี่ด้วยรีเปลาณี

ภาคบ่ายแวะเข้าชมพิพิธภัณฑ์ Microcosm ที่ตีพิมพ์หมายเลข 33 ที่ซึ่งเป็นเสมือนห้องรับแขกของเชิร์น นับว่าเป็นการบริการสังคมและทำความเข้าใจกับชุมชนรอบข้าง โดยการจัดแสดงความรู้และนิทรรศการของอุปกรณ์เครื่องมือ (ขนาดแบบจำลอง) ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยของเชิร์นทุกอย่าง ต่อมาก็เข้าชมภายในของอาคารขนาดมหึมา นามว่า The Globe of Science and Innovation เรียกสั้น ๆ ว่า Globe ถึงตอนนี้ทุกคนคงรู้จักดี เพราะเมื่อกกล่าวถึงเชิร์น ก็มักนึกถึงอาคารรูปครึ่งทรงกลม ตั้งตระหง่านบริเวณทางเข้าเชิร์นนั่นเอง แล้ววันนี้เราก็ได้เข้ามาสัมผัสภายในตัวอาคาร ที่จัดเป็นพื้นที่แสดงนิทรรศการและภาพยนตร์ที่บรรยายสองภาษาคือ อังกฤษ และฝรั่งเศส ว่าด้วยเรื่องการทำนิตจักรวาลและรวมเอาข้อมูลต่างๆ ของเชิร์น เช่น จำนวนนักวิจัย ประเทศสมาชิก เป้าหมาย โครงสร้าง และส่วนประกอบของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มาแสดงให้ครูและผู้เข้าชมกลุ่มอื่นๆ ได้ศึกษาเยี่ยมชมกันอย่างไม่ว่างหน้า



ภาพ 13 มาถึงเชิร์นแล้วค่ะ

กลับจากอบรมตอนห้าโมงกว่า ๆ เลยถือโอกาสไปเที่ยวนอกเซิร์น คือหอพักของน้อง ๆ นักศึกษาทางฝั่งฝรั่งเศสนั่นเอง ทำอาหารกินกันอย่างเอร็ดอร่อย ครุสองคนได้เลื่อนตำแหน่งจากพัสดุดินได้ เป็นแม่ครัวนำเข้าจากไทย อิมม น่าปลื้มใจจริงๆ

3. อังคาร ที่ 6 ก.ค. Particle Physics & Pizza

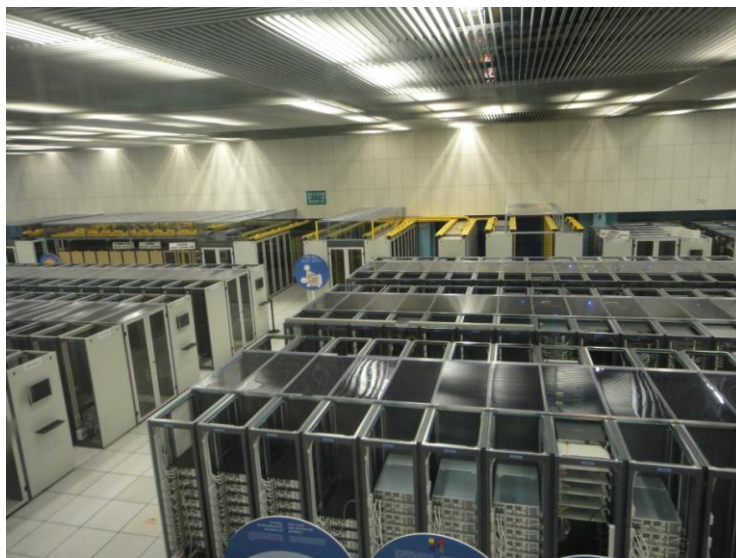
วันนี้ภาคเช้าฟังบรรยาย เรื่อง Particle Physics โดยคุณ Rofl Landau ภาคบ่ายฟังเรื่อง detector ก็พอรู้เรื่องแต่คงต้องอ่านอีกเยอะ ต้องขอบคุนอาจารย์บุรินทร์ อัสวพิภพ และวิทยากรทุกท่านในการอบรมตลอด 10 วัน ที่สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ที่จัดเตรียมความพร้อมมาให้อย่างเต็มที่ ปิดท้ายวันนี้ด้วยการฟังบรรยายธุรกิจท่องเที่ยวแนวใหม่ นั่นคือ การทัวร์นอกโลกด้วยยานอวกาศของบริษัท Virgin Galactic บรรยายโดยประธานบริษัท (Will Whitehorn) ใครสนใจติดตามข่าวที่นี่ <http://www.virgingalactic.com/>

ตอนเย็นมีไปแกรม Pool & Pizza แต่ด้วยความเป็นเด็กบนภูเขา เลยไม่สัมผัสเรื่องลงน้ำ ว่ายน้ำไม่เป็น (เพื่อนชอบล้อว่า...เสียที่เกิดเป็นเด็กบ้านนอก) เลยตัด Pool ไปเลย เหลือแต่ Pizza รายการนี้ต้องเดินลัดทุ่ง ยามเย็น อากาศดี วิวสวย สังเกตว่าเขามีที่กินกันคนละหลายๆ ไร่แต่ละไร่ปลูกคนละอย่าง มี ถั่ว งา ทานตะวัน ข้าวและอีกหลาย ๆ อย่าง สนุกสนานกับการคุยระหว่างทาง มีโอกาสถามไถ่งานวิจัยเกี่ยวกับโครงการ Globe ของเพื่อนครูจากประเทศ Mecedonia อยู่ตรงไหนยังไม่รู้ รู้แต่ว่าเขาตัวสูง (เวลาคุยเมื่อยคอซะมัด) เราปรึกษาว่า นักเรียนเรามีความตั้งใจ แต่ไม่รู้แนวทางที่จะทำวิจัย เขาแนะนำว่าต้องใจเย็น ค่อยๆ สอนให้นักเรียนเกิดความอยากรู้แล้วเด็กจะพยายามหาข้อมูลเอง เราก็จะไม่เหนียว และบอกให้ลองเอาข้อมูลมาให้ดูก็ได้ เขาจะดูว่าควรทำแนวไหน ใจดีจังเลย พุดคุยจนถึงร้าน นั่งรอกินพิซซ่านานเลยพุดคุยอย่างออกรสออกชาติ แอบให้คะแนนอาหารตามเกรดที่เราให้เด็กนักเรียน อิตาลี มี 10 กริช มี 5 ไทยเรามี 8 เกรด สามคนจากสามชาติลงความเห็นตรงกันว่าเอาแต่ผ่าน ก็แล้วกัน ..คิดถึงอาหารสิ้นคิด อย่างกะเพราไก่ไข่ดาวจังเลย

4. พุธ ที่ 7 ก.ค. แลกเปลี่ยนเรียนรู้

วันนี้เป็นวันแรก ของการแลกเปลี่ยนเรื่องระบบการศึกษาของแต่ละชาติ (เรียงตามตัวอักษร) เริ่มจากบัลแกเรีย สาธารณรัฐเช็ก และ ฟินแลนด์ นำอิจฉาที่ทั้งสามประเทศมีนักเรียนไม่เกินห้องละ 20 คนเลย จากนั้นก็ฟังเนื้อหา Particle Physics กับ detector ต่อจากเมื่อวาน แล้วเยี่ยมชม Computer Center เห็นจำนวนเครื่องคำนวณแล้วท้อแท้แทนคนดูแลรักษา นับตั้งแต่เก็บสาย ดูแลควบคุมอุณหภูมิ และจัดหมวดหมู่ตามประเภทข้อมูล ไม่ง่ายเลย นึกถึงเครื่องที่โรงเรียน ที่ห้องเรามีสามเครื่องแต่สายพันกันไม่รู้เรื่องเลย (จัดระบบโดยเราเอง เลยรกกๆ ตามประสา) เขาบอกต้องติดตาม เฝ้าระวังในทุกเรื่องเพราะข้อมูลมันเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เฮ้อออออ ก็หน่วยงานใหญ่ มีหลายส่วนนี้เนาะ

การจัดระบบให้ดีเป็นเรื่องสำคัญ ขอบใจคนบรรยาย พี่แกล่นรองเท้าแตะ ทางเกงขาสั้น เสื้อยืด กั้นเอง ดีแท้ อย่างนี้ต้องบอกว่า เน้นเนื้อหา ไม่นั่นเสื้อผ้า



ภาพ 14 ภายในศูนย์คอมพิวเตอร์

ต่อมาก็เข้าชมห้องวิเคราะห์ข้อมูลจาก CMS (Compact Muon Solenoid) ดีใจที่มีไทยในแผนที่ของทีมงานวิเคราะห์ข้อมูล (คงจะเป็นใครไม่ได้ นอกจาก อาจารย์บุรินทร์ อัสวพิภพ กับ นรพัทธ์ ศรีมโนภาย) ไทยก็เป็นส่วนหนึ่งของการทดลองที่เชิร์นด้วยนะเออ เดินชมเกือบครึ่งวัน ตอนเย็นมี welcome drink สำหรับโปรแกรมนักศึกษาและครูภาคฤดูร้อน สืบจากน้องๆ นักศึกษาว่าคนเยอะเลยนอนพักผ่อนที่ห้องดีกว่า

คำถามของเชิร์นเป็นเรื่องใหญ่ (อย่าลืม ..เอกภพเกิดได้อย่างไร) ทางที่จะไปกลับต้องศึกษาเรื่องเล็ก ๆ (ตามหาอนุภาคพื้นฐาน) แต่วิธีการนั้นต้องการคน แรงงาน อุปกรณ์ และสถานที่ใหญ่โตมโหฬาร หรือ... เรื่องเล็ก ใหญ่ นี่มันเรื่องเดียวกัน แต่ทำไมถ้วยถ้วยเล็ก ชามใหญ่ ราคาไม่เห็นเท่ากันเลย

5. พลุห้สบดี ที่ 8 ก.ค. ดาวตกที่ Cloud chamber

วันนี้ถึงห้องบรรยายเข้ามาๆ (ปกติจะเลิกเวลาบรรยาย) เริ่มจากฟังระบบการศึกษาของประเทศ ฝรั่งเศส การ์น่า กรีซ อิสราเอลและอิตาลี ฝรั่งเศสระบุคุณสมบัติของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาว่า ต้องจบระดับปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์โดยตรง ครูที่สอนวิชาฟิสิกส์ต้องสอนเคมีด้วย ส่วนในเรื่องสัดส่วนของฟิสิกส์ยุคใหม่นั้น ทั้ง 5 ประเทศยังคงใกล้เคียงกับเรา คือ ประมาณ 10-20 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อหาฟิสิกส์ทั้งหมด มีพิเศษที่ครูจากประเทศกรีซ ซึ่งเป็นครูจากโรงเรียนเอกชนและเป็นโรงเรียนนานาชาติ จึงมีเนื้อหาและอุปกรณ์ทดลองด้านฟิสิกส์ยุคใหม่พอสมควร ยังไงโรงเรียนเอกชนก็ยังมีอันจะกิน อันจะเล่น และอันจะเรียนมากกว่าโรงเรียนรัฐบาลอยู่ดี

รับฟังระบบการศึกษาจากเพื่อนๆ ครู เรียบร้อยแล้ว ก็ถึงเวลาฟังความรู้เรื่อง Particle Physics ต่อจากเมื่อวานจนถึงเที่ยง พอถึงช่วงบ่ายวันนี้ พิเศษสุด ๆ ด้วยการทดลองสร้าง Cloud Chamber อุปกรณ์พื้นฐานของหลักการตรวจวัดอนุภาค ในวันที่ เราจะตรวจวัดรังสีคอสมิกที่มาจากรังสีดวงอาทิตย์ เห็นอุปกรณ์แล้วคงพอหาได้ในบ้านเรา คุณ Mick อธิบายขั้นตอนการสร้าง พร้อมถามกลับเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของครูทุกคน เป็นวิธีการหนึ่งที่ดีอีกแบบหนึ่ง เพราะหลายครั้งที่เราคิดเล่าวิธีการ ขั้นตอนทดลองจนเพลินแล้วพลอยทำให้นักเรียน ฟังเพลิน ไม่คิดตาม มัวแต่หิบบโน่นจับนี่แบบไม่รู้เป้าหมายของการทดลอง กลับไปต้องฝึกใหม่ซะแล้ว เมื่อครูหลายๆ คน อยู่กับอุปกรณ์ทดลองก็ไม่ต่างจากนักเรียน เดินกันวุ่นวายหาอุปกรณ์ และเฝ้ามองผลของตนเอง เราเดินหิบบโน่นจับนี่ เฝ้ารอและแะเวียนดูปรากฏการณ์พิเศษ แล้วทุกคนก็ฮือฮาเมื่อเห็นลำแสงซึ่งเป็นผลจากการทดลองเหมือนฝนดาวตกเลย ง่ายๆ ให้ผลแบบงามๆ กลับมาห้องพร้อมความอึ้งใจ จะเก็บเอาสิ่งดีๆ กลับไป จะกลับไปสร้างกล่องดาวตกกล่องนี้ให้เด็ก ๆ ดู

6. ศุกร์ ที่ 9 กรกฎาคม 2553

วันนี้ภาคเช้าดูลูกละหุกนิดหน่อย เพราะมีการเปลี่ยนห้องบรรยาย แต่โปรแกรมก็ยังคงเป็นไปตามที่วางแผนไว้ วันนี้ถึงคิวครูญี่ปุ่น เคนยา และมาซิโดเนีย มาเสนอระบบการศึกษาในประเทศของตน (หลังจากสงสัยในวันแรก เราไปค้นมาแบบคร่าวๆ ว่าประเทศมาซิโดเนียนี้อยู่ทางตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปยุโรป แยกตัวออกจากประเทศยูโกสลาเวีย ถ้าเรียก มาซิโดเนียเฉยๆ ประเทศเพื่อนบ้านอย่างกรีซอาจมีเคือง เพราะไปมีชื่อเหมือนกับดินแดนหนึ่งในประเทศกรีซ จนเป็นเหตุให้กินแหนงแคลงใจกันระหว่างสองประเทศมายาวนาน ตอนนี้คืนดีกันหรือยังไม่ทราบ แต่ที่ทราบครุจากกรีซและมาซิโดเนียก็คุยกันแจ้วๆ ไม่เห็นแว่วว่าจะเคืองกันซักเท่าไร? เรียกได้ว่า HST 2010 พื้นที่นี้มีแต่มิตรภาพ)

กลับมาพูดถึงระบบการศึกษา สัมผัสถึงความเครียดของนักเรียนญี่ปุ่น เพราะมุ่งเรียนพิเศษกันเป็นสรวง ทั้งที่ครูญี่ปุ่นที่มาก็ขี้มเข้ม แจ่มใส เป็นมิตรดีแท้ ส่วนครุจากเคนยา ก็เล่าถึงระบบการศึกษาของโรงเรียนเขาว่า เป็นโรงเรียนนานาชาติ ขนาดห้องเรียนโดยทั่วไปไม่เกิน 25 คน แต่โรงเรียนของเขามีประมาณ 15 คน ส่วนโรงเรียนของครุจากประเทศมาซิโดเนีย มีนักเรียนประมาณ 650 คน และมีกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนทำหลายอย่าง เช่น กิจกรรมในโครงการ Globe ที่ดูแลอยู่ จนทำให้สามารถพานักเรียนมาเสนอผลงานในระดับนานาชาติได้ นับเป็นความสำเร็จของครุที่น่าภาคภูมิใจจริงๆ

สอบถามรายละเอียดกันตามสมควร จึงได้เริ่มเรียนตามกำหนดการ คือ การฟังบรรยายจากคุณ Terrence Baine จากมหาวิทยาลัย Oslo ประเทศแคนาดา ในหัวข้อ Antimeter teaching Module ซึ่งพูดถึงแนวทางการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ยุคใหม่ ด้วยสื่อหลากหลายรูปแบบ ทั้งแบบภาพยนตร์ ภาพแอนิเมชัน พร้อมยกตัวอย่างหนังการ์ตูนที่สอดแทรกเนื้อหาฟิสิกส์ คุณครุจาก เนเธอร์แลนด์

แลนด์ถูกเรียกชื่อให้อ่านบทละคร เนื่องจากบทละครที่ยกมามีทั้งภาษากรีก สเปน และอังกฤษ สนุกสนานกันทั้งห้อง เห็นวิธีการสอนและการบรรยายที่แปลกแหวกแนวดี ไม่มีใครนั่งง่วงให้เห็น เหมือนฟังบรรยายในบ้านเรา

ตลอดช่วงบ่ายวันนี้เป็นการเข้าห้องแล็บ หรือเรียกว่า Teacher Lab เพื่อศึกษาการทดลองที่มีหลักการเกี่ยวกับฟิสิกส์อนุภาค เช่น Photoelectric effect, Michelson Interferometer และ Electron Spin Resonance & Magnetic resonance Tomography อุปกรณ์ที่ใช้ส่วนแล้วแต่ได้มาตรฐานและราคา อาจไม่เหมาะกับโรงเรียนส่วนใหญ่ในบ้านเรา แบ่งกลุ่มกันเดินศึกษาจนครบทั้งสามแล็บแล้วจึงไปรวมกันเพื่อทบทวนเนื้อหาที่เรียน และตอบปัญหาข้อสงสัยต่างๆ แล้วนั่งรถออกจากเซิร์นไปเยี่ยมชม ศูนย์ระบบควบคุมของเซิร์น เป็นอันจบโปรแกรมสำหรับวันนี้ ศัพท์ใหม่วันนี้ Nada คือ ภาษาสเปน แปลว่า nothing จ้า

7. วันเสาร์ ที่ 10 กรกฎาคม 2553 เข้าเมือง

หลังจากชื่นชมความเจียบสงบรอบๆ เซิร์นมาหนึ่งอาทิตย์ วันหยุดนี้เลยนัดแนะกัน ออกไปท่องเที่ยวในตัวเมืองเจนีวา สะดวกสบายเพราะมีระบบรถบริการที่ไม่ต้องยุ่งยากกับการซื้อตั๋ว หลายครั้ง เพียงกดตั๋ว แค่ครั้งเดียวในราคา 3 ฟรังก์ เราก็สามารถขึ้นรถ ลงเรือ ท่องไปในเจนีวาได้ ภายในหนึ่งชั่วโมง หรือชอบแบบเหมาจ่ายทั้งวันก็เป็นตัวในราคา 7 ฟรังก์ จะขึ้น จะลง ก็รอบก็ได้ ลูกใจคนชอบนั่งรถอย่างเรานักแล ว่าไปเมื่อเรียกว่าตัวเมือง เรามักนึกถึงความวุ่นวาย พุดถึงน้ำก็คงจะนึกถึงสีอื่นไม่ได้ นอกจากคำสนธิ พร้อมของแถมคือกลิ่นอันเฝ้ายวนชวนอ้วก แต่สำหรับ เจนีวา ห่างไกลกับความหมายนั้นมาก เพราะสิ่งแรกที่เห็นคือ น้ำพุสูง 200 เมตร ที่มีละอองสีขาวอวด นักท่องเที่ยวตั้งแต่แรกก้าวมาถึง น้ำที่ใสสะอาดของทะเลสาบเจนีวา ก็ยืนยันได้อย่างดีว่าคนที่นี้ใส่ใจ สุขภาพตัวเองและสิ่งแวดล้อมอย่างที่นี่ นำชื่นชมที่บ้านเมืองนี้สามารถเก็บตึกให้รอดพ้นจากป้ายโฆษณาได้ มองดูตึกก็ยังคงเป็นตึก ไม่ใช่ป้ายกางเกงหรือเสื้อตามแฟชั่น สีสนับดูฉาดตัวบ่อเริ่ม หรือรูปดาราสาวสวยที่กำลังยื่นแอ็คท่า เอาเท้าเหยียบตึกอยู่เหมือนบ้านเรา ได้มีโอกาสเข้าฟังการแสดงดนตรีเล็ก ๆ ซึ่งเขามีโปรแกรมในทุกวันหยุด ฟังแล้วก็ชวนให้ใจสงบได้เหมือนกัน ประทับใจน้ำใจของคนขับรถที่นี่ คู่มือริบเร่งและช่วยกันระมัดระวังกันดี เดินชมโน่น นี่ นั่น เหนื่อยก็แวะทานน้ำที่มีบริการฟรี ในรูปแบบเป็นน้ำไหลจ๊อก ๆ ออกมาจากปากสิงโต ดื่มน้ำจากปากท่านเจ้าป่าเซียวนะนี่ เมื่ออยากกับการเดินชมเมือง เลยแวะชมอาหารกันบ้าง เลือกซื้อช็อกโกแลต และเครื่องปรุงเพื่อมา ทำกับข้าวแบบไทยๆ ที่ไหนๆ ดิยังงี้ก็ไม่สู้อาหารไทยอยู่ดี เฮ่นนี่อืมตา อืมท้อง อีกหนึ่งวัน เราเป็นคน ที่โชคดีจังเลย



ภาพ 15 น้ำพุแห่งเจนีวา และน้ำดื่มจากปากท่านเจ้าป่า ที่มีมากมายในเจนีวา

8. วันอาทิตย์ที่ 11 กรกฎาคม 2553 ผจญภัยในเจนีวา ตามหาชีส ฟองดู

วันหยุดอีกวัน นัดแนะกับครูจ๋าและน้องๆ มาวิ่งชมทุ่งตอนเช้า รอบๆ เซียร์น อากาศเย็นสบายกับทุ่งสีเหลืองของดอกทานตะวันก็สวยงามไปอีกแบบ ตอนบ่ายวันนี้โปรแกรมของครูเรามีกิจกรรมพิเศษเพื่อกระชับสัมพันธ์ไมตรีของผู้เข้าร่วมอบรม ไม่ใช่การเตะฟุตบอลนัดกระชับมิตร แต่เป็นการออกผจญภัยที่ เจนีวา (อ้าว เข้าเมืองอีกแล้ว วันนี้) คุณ Mick จัดกลุ่มแล้วแจกใบสั่งและคำถามที่ต้องหาคำตอบจากการท่องเที่ยวในเจนีวา เหมือนกิจกรรมเดินป่าของลูกเสือเลย แต่นี่เดินเมืองค่ะ เรากับครูจ๋ายู่กันคนละกลุ่ม โชคดีกลุ่มเรามีเพื่อนฝรั่งเศสอยู่ด้วย เลยเดินทางค่อนข้างเร็ว สนุกสนานกับการตามหาคำตอบ และเกร็ดความรู้เล็กๆ น้อยๆ ในใบสั่งของคุณ Mick กลุ่มเรามาถึงครึ่งทางเป็นกลุ่มแรก รางวัลคือแดงโมลูกเบือเริ่ม ไม่ได้หมายถึงให้กลุ่มเดียว แต่ให้ผ่าแบ่งเฟือกกลุ่มอื่นๆ ด้วย เราช่วยจัดการผ่าแดงโมทุกคนก็ลุ้น กลัวมีคจะตีออกมาเถื่อนมือเราแทน ทุกอย่างเรียบร้อยดี แต่ชิ้นแดงโมไม่เท่ากัน 555 กินแดงโมรองท้องแล้วก็ท่องเที่ยวเดินทางต่อ เป้าหมายคือร้านอาหารที่มี ชีส ฟองดู (Cheese Fondue) อาหารขึ้นชื่อของสวิตเซอร์แลนด์ ปรากฏว่ากลุ่มเรามาถึงเป็นกลุ่มสุดท้าย เพราะมัวชื่นชมโน่น นี่ นั่น ระหว่างทางแถมขึ้นรถอ้อมไปชานาน แต่ทุกคนก็ไม่เครียดและสนุกสนานกับการผจญภัย พอถึงร้านอาหารก็อยู่ครบกันทุกกลุ่ม เริ่มด้วยการชื่นชมกลุ่มที่มาถึงเป็นกลุ่มแรก และเฉลยคำถามที่ให้มา แล้วไฮไลต์ของงานก็ถูกยกเสิร์ฟ ชีส ฟองดู หน้าตาเหมือนข้าวเหนียวทุเรียนหรือไม้กั้นมปังสังขยา นั่นเอง กรรมวิธีก็น่าชิมมาต้มโดยใช้ไวน์ กินกับขนมปังฝรั่งเศส เพื่อนครูบางคนคงเคยลิ้มรสเมนูนี้มาแล้ว เลยขอสั่งเสิร์ฟเพิ่ม เพื่อนชาวฝรั่งเศสแอบกระซิบว่า โชคดีกับการชิมชีสนะหวังว่าเธอคงรักเจนีวา เอ..อวยพรแปลก ๆ มันยังงั้นหนอ เลยชิมชะอิมแปล้ พอทานเสร็จ เลยกระซิบบอกเพื่อน ฉันชอบเจนีวานะ จบโปรแกรมด้วยการนั่งรถสับกลับเซียร์น พร้อมมิตรภาพที่เหนียวแน่นขึ้น คงเป็นเพราะชีส ฟองดู เหนียวๆ ของคุณ Mick แน่เลย



ภาพ 16 สมาชิกในกลุ่มผจญภัยในเจนีวา

9. วันจันทร์ ที่ 12 กรกฎาคม 2553 welcome to IB group

วันนี้ฟังบรรยายแต่เช้า ว่าด้วยเรื่องเครื่องเร่งอนุภาคและจักรวาลวิทยา วิทยาการมาจากสาขาฟิสิกส์ทฤษฎีของเชิร์นเอง คุณวิทยากรท่านเล่าว่าแต่ก่อนนักวิทยาศาสตร์พยายามศึกษาเรื่องภายในอะตอม เมื่อรู้โครงสร้างภายในอะตอมก็คงดีใจกันยกใหญ่ แต่ ณ ตอนนี กลับค้นพบว่าในอาณาจักรที่เรียกว่าจักรวาล ว่าอะตอมที่เรียนๆ กันมา เป็นแค่ 4% อีก 22% คือ Dark matter และอีก 74% คือ Dark Energy ซึ่งสองส่วนสุดท้ายก็ยังพูดไม่เต็มปากว่ารู้จนทะลุปรุโปร่ง และนอกจากนี้ยังไม่รู้อีกว่าจะมีอะไรอื่นๆ ที่เรายังหาไม่เจอเข้ามาเพิ่มในสัดส่วนของจักรวาลอีกหรือไม่ เจ้าคำพูดที่ว่า ยิ่งเรียนมากยิ่งรู้ว่าเราไม่รู้ ทำทางจะมีจริง ฟังบรรยายเรื่องความไม่รู้ของมนุษย์จบไป ก็ต่อด้วยเรื่องที่คุณแต่ละคนรู้ดี นั่นคือระบบการศึกษาของประเทศตนเอง วันนี้เป็นคิวของ ประเทศเนเธอร์แลนด์ นอร์เวย์ และโปรตุเกส โรงเรียนของครูจากเนเธอร์แลนด์เป็นโรงเรียนนานาชาติ อุปกรณ์ เครื่องมือเลยเพียบพร้อม และมีเนื้อหาฟิสิกส์อนุภาครบร้อยอยู่ในหลักสูตร คล้ายกับของประเทศนอร์เวย์ ที่ได้เรียนจนนักเรียนสามารถสร้าง cloud chamber อัดวิดีโอแสดง track ของรังสีคอสมิกได้ชัดเจนมาส่งคุณครู ส่วน โปรตุเกสยังไม่ถึงขั้นฟิสิกส์อนุภาคเพียงแต่มีสัดส่วนของฟิสิกส์ยุคใหม่มากกว่าไทยเรา คือ ประมาณ 30 % ของเนื้อหาฟิสิกส์ทั้งหมด ประเทศเราจะทันเขาไหมหนอ

รับฟังระบบการศึกษาแล้ว ก็มาเริ่มพัฒนาตนเองด้วยการเลือกกลุ่มที่ตนเองสนใจ ประกอบด้วย 6 กลุ่ม ก่อนเลือกมีการเสนอลักษณะงานและภาพรวมของกิจกรรมในแต่ละกลุ่ม เพื่อให้ครูเข้าใจและเลือกในสิ่งที่ตนสนใจที่สุด เมื่อทราบรายละเอียดแล้ว เราเลยเลือกกลุ่ม 2 The International Baccalaureate Diploma เรียกสั้นๆ ว่า IB group ด้วยเหตุผลหลักคือ โรงเรียนครูอ้อมกำลังอยู่ในโครงการ โรงเรียนมาตรฐานสากล เลยอยากรู้ว่าสอนฟิสิกส์ที่เป็นแบบสากลนี้จะแตกต่างกับที่เราสอนอยู่มากน้อยแค่ไหน และหวังว่าคงจะพอรู้โครงสร้างและการจัดเนื้อหาฟิสิกส์อนุภาคของโรงเรียนนานาชาติบ้าง น่าจะมีประโยชน์บ้างนะ เลือกกลุ่มเรียบร้อยแล้ว พร้อมพบปะสมาชิกในกลุ่ม ประกอบด้วยเพื่อนครู จากสหรัฐอเมริกา กรีซ สาธารณรัฐเช็ก เนเธอร์แลนด์ เคนยา และไทย

แยกกลุ่มย่อยมาคุยกันคร่าว ๆ ถึงสิ่งที่ต้องทำต่อไป ภารกิจของกลุ่มเรา คือ ผลิตเนื้อหา แบบฝึกหัด และสื่อให้ตรงกับหลักสูตรนานาชาติของโรงเรียนทั่วโลก นั่นหมายความว่าครูที่อยู่ในกลุ่มนี้ส่วนหนึ่งคือครูที่สอนในโรงเรียนนานาชาติอยู่แล้วและมีสื่อเรียบร้อยแล้ว (กรีซ เคนยา และเนเธอร์แลนด์) ส่วนหนึ่งหลักสูตรของเขามีสอนเรื่อง Particle Physics แล้ว (สหรัฐ และสาธารณรัฐเช็ก) ส่วนเรา..ไม่มีอะไรเลย (โอ้..ลัลล้า) แต่หัวหน้าทีมก็ใจดี แอบอกไม่เป็นไร ที่นี่เป็นแหล่งข้อมูลอยู่แล้ว อยากได้อะไรขอให้ออก ว่าแล้วทั้งกลุ่มก็ซดเบียร์และเชียร์สสสส กับขวดน้ำแอปเปิ้ลของเรา (คืนะที่มีลุงจากสหรัฐ กินน้ำแอปเปิ้ลเป็นเพื่อน) เป็นการเริ่มงานและการสร้างทีมที่ราบรื่นดี

10. วันอังคาร ที่ 13 กรกฎาคม 2553 เคนและเคน

เริ่มต้นวันนี้ด้วยการฟังบรรยายต่อจากเมื่อวาน เรื่องเครื่องเร่งอนุภาคและจักรวาลวิทยา และเป็นการเล่าระบบการศึกษาของประเทศโรมาเนีย สโลวาเกีย และสาธารณรัฐวันดา ครูจากโรมาเนียบอกว่านักเรียนปีสุดท้าย (เกรด 12) จะได้เรียนเรื่องฟิสิกส์อนุภาค ประเทศสโลวาเกียมีการทดสอบประมวลความรู้ก่อนจบไฮสคูล คล้ายๆ สอบโอเน็ตบ้านเรา จำนวนนักเรียนต่อห้องที่ใกล้เคียงไทยเราน่าจะเป็นประเทศรวันดา มีประมาณ 45 คนต่อห้อง แต่เขาบอกว่าตอนนี้รัฐบาลกำลังเร่งสนับสนุนการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ มีการแจกวัสดุอุปกรณ์การเรียนอำนวยความสะดวกต่อครูและนักเรียนมากขึ้น ช่วงบ่ายเป็นการเยี่ยมชม ส่วนของ PS/LINAC/LEIR โดยการแบ่งกลุ่มเข้าชมเพื่อความสะดวกและการอธิบายอย่างทั่วถึง ปิดท้ายวันนี้ด้วยการนั่งศึกษาผลงานของ IB Group ในปีก่อนๆ เพื่อเตรียมคุยกันวันพรุ่งนี้ รับข่าวดีจากทางโรงเรียน เด็กนักเรียนได้ทุนยูวีจียางพาราจากสกว. ตั้งสามทีมแน่ะ ดีใจกับพี่ที่เป็นที่ปรึกษาโครงการ ช่วยปรับแก้ตัวโครงการนิดหน่อย นักเรียนเราก็เก่งเหมือนกันนะนี่

11. วันพุธ ที่ 14 กรกฎาคม 2553 PET ที่ไม่ได้แปลว่า สัตว์เลี้ยง

ภาคเช้าของวันนี้ ฟังบรรยายเรื่องเกี่ยวกับฟิสิกส์ทางการแพทย์ คุณวิทยากรเล่าถึงเทคโนโลยีทางการแพทย์ ที่เป็นผลจากการวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค เครื่องมือเด่นๆ เห็นจะเป็น เจ้าเครื่อง Positron Emission Tomography เรียกว่า PET เครื่องมือที่ใช้ตรวจหาเซลล์มะเร็งด้วยหลักการดูดซึมสารรังสีที่ไม่เท่ากันของเซลล์ต่าง ๆ ในร่างกายจะดูดซึมสารเภสัชรังสีได้ไม่เท่ากัน ทำให้สามารถแยกแยะเซลล์มะเร็งกับเซลล์อื่นๆ ได้อย่างแม่นยำ จบการบรรยายแล้ว ภาคบ่ายเป็นการแยกไปทำงานตามกลุ่มของตัวเอง กลุ่มเราดีหน่อยไม่ต้องเดินไปไกล เพราะอุปกรณ์ที่ใช้คือคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต สมาชิกทั้งหมดเลยมานั่งคุยกำหนดหัวข้อกัน เรากำหนดเรื่องใหญ่ ๆ คือเนื้อหาเรื่อง developing quark model จากนั้นแบ่งเนื้อหาย่อยที่ควรมี เทียบกับหลักสูตร IB แยกย้ายกันมาทำความเข้าใจกับหัวข้อตัวเอง เพื่อรวมกันเป็นเนื้อหาหนึ่งชุด ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ และสุดท้ายคือการรวมเล่มเผยแพร่ทางเว็บไซต์ จะเห็นว่าการอบรมจบ แต่งานกลุ่มเราคงไม่จบ เรา

เลือกหัวข้อ Bubble chamber ต้องมานั่งทำความเข้าใจ เรียบเรียงเสียงประสาน แล้วก็ร้องเป็นเพลง เพราะๆ ให้เด็กชอบ(ทำนองนั้น) คุณเสร็จเลยกลับมาที่ห้องพัก ขุดค้นความรู้เตรียมไปเสนอเพื่อนๆ ว่า เรื่อง Bubble chamber ควรจะมีเนื้อหาด้านใดบ้าง ครูจำกลับมาจาก Teacher's Lab ซ้อมนำเสนอระบบการศึกษาของไทยกันนิดหน่อย ขอคุณอาจารย์ณฤมล ที่ช่วยเตรียมเรื่องการนำเสนอค่ะ ได้ใช้แบบเต็มๆ จัดการส่งแบบสอบถามทางอีเมลล์ให้ทีมงาน และปรับการนำเสนอนิดหน่อยตามคำถามที่ทางผู้จัดต้องการทราบ พร้อมขึ้นเวทีแล้ว ลุยยย

12. วันพฤหัสบดี ที่ 15 กรกฎาคม 2553 นำเสนอระบบการศึกษาไทย

โอย โอย ไม่เป็นอันฟัง อันเข้าใจเรื่องอื่นๆ เพราะมัวตื่นเต้นกับเรื่องการนำเสนอของตัวเอง พอจับประเด็นได้ว่าประเทศสเปน นักเรียนในห้องเรียนโดยเฉลี่ยมีประมาณ 25-29 คน ครูก็ครูที่มาทั้งสองคนมาจากโรงเรียนเดียวกัน ซึ่งเป็นโรงเรียนเอกชน มีนักเรียนเพียงห้องละ 13-21 คน มีการสอนเรื่องฟิสิกส์อนุภาคประมาณ 15% ของเนื้อหาฟิสิกส์ทั้งหมด สหราชอาณาจักร มีประมาณ 10% พอถึงประเทศไทย ทุกคนอือฮา เพราะจำนวนนักเรียนในโรงเรียนครูจำ ก็มีประมาณ 3,000 คน และโรงเรียนครูอ้อมก็มีประมาณ 1,000 คน (ส่วนใหญ่ที่เล่ามา มีประมาณไม่เกิน โรงเรียนละ 600 คน) จบการนำเสนอได้รับคำชมว่าข้อมูลสมบูรณ์ดี ปิดท้ายด้วยระบบการศึกษาจากโรงเรียนคุณป้า จากสหรัฐอเมริกา ท่านย้าแล้วย้าอีก ด้วยความกลัวว่าเราจะเข้าใจผิด ว่าฉันไม่ใช่ตัวแทนของระบบการศึกษาของสหรัฐอเมริกาจะ ไร้อะไรของฉันจัดแบบนี้ แต่ไม่ใช่ว่าเหมือนกันทุกรัฐ ท่านเล่าว่าครูวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องจบวิทยาศาสตร์โดยตรง มีเนื้อหาด้านฟิสิกส์อนุภาคแล้ว และปัญหาของการสอนในชั้นเรียนคือความหลากหลายเชื้อชาติของนักเรียน จบการนำเสนอระบบการศึกษาภาคเช้า ภาคบ่ายมาฟังบรรยาย เรื่อง Anti-matter ที่ Globe ร่วมกับ โปรแกรมนักศึกษา เป็นอันว่าจบภารกิจในวันนี้ ฉลองการจบโปรแกรมนำเสนอเรื่องระบบการศึกษาระบบทุกประเทศ ด้วยการเล่นวอลเลย์บอลกับเพื่อนครูที่ลานหน้าโรงแรม เขาเขวครูอ้อมกับครูจำกันใหญ่ ตัวเล็ก ๆ เอาแรงมาจากไหนถึงเลิฟฟ้าม เล่นกันสนุกสนานจนเวลาถึงทุ่มกว่า ๆ ยังไม่มีคเคเลย ถ้าไม่เหนื่อยคงเล่นได้จนถึงสามทุ่ม วันนี้ทำทางจะหลับสบาย

13. วันศุกร์ ที่ 16 กรกฎาคม 2553

เปลี่ยนบรรยากาศไปเรียนที่ห้อง Teacher's Lab ฟังการนำเสนอเครื่องมือ อุปกรณ์ทดลอง อันทันสมัยและสะดวกสบาย โดยวิทยากรคนสวย จากบริษัท PHYWE จบแล้วเดินต่อเพื่อไปที่ Globe ฟังคุณคุณ Rofl Landau บรรยายเรื่อง anti-matter ต่อจากเมื่อวาน หลังจากบรรยายเสร็จก็มีการโชว์ เจ้าท่อไอเสีย ทรงกระบอกที่ใช้ถ่ายทำในหนังเรื่อง เทวากับซาตาน พร้อมตอบคำถามในหนังว่า เรื่องใดถูก เรื่องใดผิด ที่แน่ๆ เข้าปฏิสสารไม่สามารถเก็บอยู่ในท่อเล็กๆ อย่างที่เห็นในหนังหรอกนะ จะ ภาคบ่ายไปชมศูนย์คอมพิวเตอร์อีกรอบ และคุณ Mick ได้บอกเล่าถึงความภาคภูมิใจของเชิร์น ใน

ฐานะผู้คิดค้นระบบ WWW ทำให้นักวิทยาศาสตร์รวมถึงชาวบ้านชาวช่องส่งข้อมูลถึงกันได้อย่างสะดวกสบายจนถึงทุกวันนี้ และในขณะนี้จาก www มาสู่ Grid Computer ซึ่งเป็นเครือข่ายการประมวลผลร่วมกันจากทั่วโลก



ภาพ 17 มุมเล็กๆ จัดไว้บอกเรื่องราว ความภูมิใจของเซิร์น

เสร็จสิ้น โปรแกรมวันนี้ แต่ต้องแยกไปคุยงานกลุ่มกับเพื่อน ๆ นำเสนอแนวทางในการทำเนื้อหาให้กลุ่มฟัง ว่าเนื่องจากมีรายละเอียดมากมาย ในหัวข้อ bubble chamber แต่ดูจากหลักสูตรแล้ว เวลาค่อนข้างน้อย จึงไม่ควรลงลึกมากนัก โดยควรเลือกเสนอประวัติการค้นพบ หลักการโดยคร่าวๆ และมีแบบฝึกหัดท้ายเนื้อหา โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ คือ เนื้อหาในเว็บไซต์ของเซิร์น หัวหน้าที่มีและเพื่อนๆ ยอมรับ เลยต้องกลับมาทำงานขั้นต่อไป คือ สืบค้นเพื่อเลือกเนื้อหาเป็นการเบื้องต้น หวังว่าคงออกมาดี เย็นๆ เดินไปหอพักน้องนักศึกษา ทำกับข้าวไทย ๆ เอรีดอ้อย อิ่มท้องกันเช่นเคย

14. วันเสาร์ อาทิตย์ ที่ 17-18 กรกฎาคม 2553 เยี่ยมปารีส

วันหยุดครั้งที่สอง พวกเราวางแผนผจญภัยไกลกว่าเดิม เป้าหมายคือ ปารีส เมืองที่ใครๆ หลายคนใฝ่ฝัน เริ่มจากขึ้นรถไฟจากเจนีวาไปถึงเมืองลียงต่อรถไฟไปปารีส เดินเลียบบแม่น้ำไปเรื่อย ๆ แล้วก็เจอสถานที่สำคัญแห่งแรก นั่นคือ โบสถ์นอเตรอดาม (Notre Dame) นักท่องเที่ยวมากมายกำลังยืนต่อคิวเข้าชมภายใน เห็นอย่างนั้นเราเลยตัดสินใจเดินต่อ ไปยังพิพิธภัณฑสถานลูฟวร์ (Louvre) ดูความยิ่งใหญ่ของประตูดุซงฝรั่งเศส ปิดท้ายด้วยการชมหอไอเฟล สัญลักษณ์ของปารีส ตอนเช้าวันอาทิตย์เข้าชมโบสถ์ก่อนนั่งรถไฟกลับ มาถึงเจนีวาอย่างเหนื่อยอ่อน ลืมตัวลงนอนพักเอาแรงเพื่อทำงานวันพรุ่งนี้



ภาพ 18 ณ พิพิธภัณฑ์ลูฟวร์ ปารีส

15. วันจันทร์ ที่ 19 กรกฎาคม 2553 International evening

เช้าวันจันทร์ ตื่นเต้นกับกิจกรรมการทดลองแบบง่าย ๆ ชื่อกิจกรรมว่า Hands-on Particle & Accelerator Physics ที่มหาวิทยาลัยจากอังกฤษ นำวัสดุอุปกรณ์มาเยอะแยะ เพื่ออธิบายกิจกรรมที่สามารถจัดการเรียนการสอน (กรณีเรามีตั้งคั้งอุปกรณ์) ในชั้นเรียนได้ จากนั้นก็แยกย้ายมาทำงานกลุ่มย่อย IB group ของเราก่อนข้างคืบหน้าไปมาก คุณครูจากสหรัฐอเมริกาใจดีมาก รับผิดชอบส่งไฟล์งานที่เคยใช้สอนในห้องเรียน และแบบฝึกหัดต่างๆ มาแชร์กันทางเมลล์ เพื่อให้กลุ่มเราได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ที่สุด ที่เห็นอย่างชัดเจนคงจะเป็นแหล่งข้อมูลใหม่ ๆ ที่ครูทุกคนต่างแนะนำกันเพื่อให้เจอข้อมูลของแต่ละคน เย็นวันนี้ มีกิจกรรมพิเศษสุด ๆ นั่นคือ กิจกรรม International evening แต่ละชาติต่างขุดค้นความเป็นเอกลักษณ์ของตนเองมาเสนอให้เพื่อนๆ รู้จัก ไทยของเราส่งครูจ้่าราศรีวิชัย ครูอ้อมเลยรับหน้าที่เป็นตากล้องและผู้จัดการส่วนตัวเรื่องการแต่งกาย ทุกคนฮือฮา และทิ้งกับการร่ำของครูจ้่า ต่างขอถ่ายรูปและร่วมชื่นชมกันอย่างไม้อขาดปาก บางคนถึงขนาดเรียกว่าเจ้าหญิง เลยเชียว ปลื้มใจจ้่งเนาะ



ภาพ 19 อาหารตุรกีประชันกับขนมหวานจากมาซิโดเนีย

จากนั้นถึงช่วงลิ้มลองชิมอาหารนานาชาติ ไวน์จากชาติต่างๆ กาแฟจากตุรกี ช็อกโกแลตรสชาติเขียวของญี่ปุ่น ขนมปังและชีสหลากหลายชนิดของฝรั่งเศส ขนมหวานของเพื่อนครูชาวมาซิโดเนียก็อร่อย คุณป้าจากฟินแลนด์นำเสนอประเทศด้วยกิจกรรมแข่งขันพิสูจน์รักแท้ ด้วยการแข่งขันวิ่งแบกตุ๊กต เป็นที่ชื่นชอบของเพื่อนครู ระหว่างชิมและท่องเที่ยวตามโต๊ะชาติต่าง ๆ ก็มีกิจกรรมเข้าจังหวะ ฟึกรำเต้นแบบสเปนสลับกับการเต้นแบบเคนยา ตบท้ายด้วยการบริหารร่างกายแบบตุรกี ในช่วงดึกมีการร้องเพลงเบา ๆ เคล้าเสียงกีตาร์จากวิทยากรอารมณ์ศิลปินอย่าง คุณ Terrence จากแคนาดา สมควรแก่เวลาจึงช่วยกันเก็บกวาดสถานที่ อิมมม วันนี้รู้สึกเหมือนได้เที่ยวรอบโลก

16. วันอังคาร ที่ 20 กรกฎาคม 2553 PI innovation resource.

หลังจากสนุกสนานกับคีนานาชาติ มาแล้ว เช้านี้ก็ได้รับความรู้จากสถาบันนานาชาติจากหน่วยงานที่ชื่อ Perimeter Institute เป็นสถาบันที่ประเทศแคนาดา ทำหน้าที่สร้างนวัตกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในชั้นเรียน มุ่งเน้นไปทางฟิสิกส์ทฤษฎี ห้องบรรยายเลยกลายเป็นชั้นเรียนจำลอง ครูทุกคนมีโอกาสดูแลใช้ ลองทำ กิจกรรมการทดลองง่าย ๆ ที่ทำให้นักเรียนเข้าใจเรื่องฟิสิกส์อนุภาคมากยิ่งขึ้น จากนั้นแยกย้ายกันทำงานตามกลุ่มย่อยของตนเอง ทั้งนี้เพราะใกล้วันเสนอความก้าวหน้าและผลการทำงานของแต่ละกลุ่มเข้าเต็มที กลุ่มเรามาเน้นร่วมกันที่ห้องคอมพิวเตอร์ทำงานเงียบๆ นานๆ โพล่หน้ามาถามกันที ก็เป็นวิธีการทำงานอีกแบบ ก่อนกลับมีการสรุปและเสนอความคืบหน้าด้านเนื้อหาของแต่ละคน เพื่อมองภาพรวมว่างานถึงไหนแล้ว เราเสนอเนื้อหาให้กลุ่มเพื่อนดู หัวหน้าที่มีแนะนำเพิ่มเติม แก่รายละเอียดเล็กน้อย ยังไม่สมบูรณ์ดี ต้องกลับมาอ่านและค้นเพิ่มเติมที่ห้อง นักเรียนที่โรงเรียนปรึกษาเรื่องการเขียนรายงาน โครงการ เนื่องจากใกล้ถึงวันส่งรายงานเพื่อเข้าประกวดโครงการวิทยาศาสตร์ ให้คำแนะนำไปพร้อมหน้าใจว่านักเรียนคงไม่พร้อมเท่าที่ควร แต่ก็นั่นแหละสิ่งที่ได้คือทักษะการทำงาน กระบวนการคิด และการแก้ปัญหา หวังว่าสิ่งเหล่านี้จะติดตัวไปจนเขาเติบโตและเป็นวัตถุดิบสำคัญในการดำเนินชีวิต ครูเอาใจช่วยนะเด็ก ๆ

17. วันพุธ ที่ 21 กรกฎาคม 2553 ปิกนิกในสายฝน ที่ยอดเขาจุงรา

หลังจากเดินชมอาคาร เดินไปทำเล็บ และเดินไปฟังบรรยายจนชิน วันนี้พิเศษเพราะเป็นการนั่งรถเพื่อเข้าชมเครื่องตรวจวัด นอกบริเวณเซิร์น นอกจากจะสบายเพราะการนั่งรถแล้ว ยังมีโอกาสเห็นวิวทิวทัศน์รอบ ๆ เซิร์นอย่างทั่วถึง คุณวิทยากรซึ่งมีหน้าที่บรรยายเรื่องการเข้าชม เครื่องตรวจวัดที่สถานี LHCb และ CMS กลับบรรยายเรื่องวิถีชีวิตของคนบนรอยต่อฝรั่งเศส สวิตเซอร์แลนด์ ว่าอยู่อย่างสงบเดินเข้าออกนอกในเสมือนเป็นประชากรประเทศเดียวกัน แต่เมื่อมาถึงเป้าหมาย เพื่อความประหยัดเวลา จึงจัดครูเป็นสองกลุ่มแล้วสลับกันเข้าชม มีโอกาสลงไปด้านล่างเพื่อชมเครื่องตรวจวัด DELPHI ซึ่งเป็นเครื่องตรวจวัดอนุภาคที่เคยใช้ร่วมกับเครื่องเร่งอนุภาค LEP แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้เครื่องเร่งอนุภาค LHC เครื่องตรวจวัด DELPHI ซึ่งอยู่ลึกจากพื้นประมาณ 105

เมตร จึงมีหน้าที่เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับการเข้าเยี่ยมชมของแขกและผู้คนที่มาศึกษาวิจัยที่เซิร์น หลังจากเยี่ยมชมเครื่องตรวจวัดทั้งสอง ก็แยกย้ายกันไปทำงานกลุ่มตามอค์ยาศัย แต่ตอนหกโมงเย็น ครูทุกคนและทีมงานมีนัดกันไปปิกนิกที่ยอดเขาจูรา พาหนะที่ใช้มีทั้งรถส่วนตัวของผู้ร่วมอบรม และรถที่หามาเพิ่มเติมโดยทีมงาน เราทุกคนช่วยกันหอบหิ้วเสบียงจนถึงยอดเขา แล้วช่วยกันหั่นขนมปัง และชีส เตรียมเครื่องดื่มและผลไม้ ลมเริ่มแรงขึ้น อากาศเย็นมาพร้อมกับเมฆฝนที่เริ่มปรอยๆ สุดท้ายต้องวิ่งไปหลบฝน เลยกลายเป็นปิกนิกในสายฝน เราเริ่มไอไม่หยุดเพราะเจออากาศเย็น หนาวซะจนต้องอาศัยไออุ่นจากคุณป้าสหรัฐ เพื่อนครูจากอังกฤษคงเห็นเราสันเป็นลูกนกตกน้ำ เลยบริจาคเสื้อมาอีกหนึ่งตัว พอทุกคนเห็นว่าเราหนาว จนสันแบบหยุดไม่ได้ก็มาโอบกั้นใหญ่ โอบอุ้มทั้งคนกอดและคนถูกกอด เป็นอีกวันหนึ่งที่คงจะประทับในใจตลอดไป

18. วันพฤหัสบดี ที่ 22 กรกฎาคม 2553 เตรียมงานนำเสนอ

วันนี้ทางผู้จัดได้เตรียมโปรแกรมให้เราได้ประชุม ปรีกษาหารือ และเตรียมนำเสนอ ผลงานจากการทำกิจกรรมกลุ่มตลอดภาคเช้า ดังนั้นจึงดูเหมือนครูว่างจากการฟังบรรยาย แต่ท้ายที่สุดก็กลายเป็นว่าทุกคนมานั่งประจำห้องคอมพิวเตอร์ เตรียมการนำเสนอ กลุ่มเราก่อนข้างพร้อม รวบรวมเนื้อหาของแต่ละคน จัดแจงซักซ้อมตามที่ตนเตรียมมา แล้วรวมเป็นหนึ่งไฟล์ เพื่อนำเสนอได้ภายในเวลา 30 นาที ภาคบ่ายมีแขกพิเศษ เป็นคนดังของเซิร์น นั่นคือ ดร. John Ellis นักฟิสิกส์ทฤษฎีของเซิร์น วันนี้ดูเหมือนทุกคนเครียดๆ เรื่องเตรียมนำเสนองาน เราก็ซักซ้อมตามที่ทำข้อมูลไว้ ทำให้ดีที่สุดในแล้วกันนะ

19. วันศุกร์ ที่ 23 กรกฎาคม 2553 วันสุดท้ายอย่างเป็นทางการ

วันนี้ครูทุกคนต้องมีส่วนร่วมในการเสนอผลงานของกลุ่มตัวเอง กลุ่มเราขอบล๊อคลำดับเป็นลำดับที่สอง เนื่องจากหัวหน้าทีมต้องไปทำธุระที่อื่น การนำเสนอของกลุ่มเราผ่านไปด้วยดี หลังจากนำเสนอเสร็จเราจับมือและยินดีที่งานชิ้นแรกผ่านไปด้วยดี หลังจากนั้นก็เป็นคิวของกลุ่มอื่นๆ จนถึงบ่าย ตอนเย็นมีการเลี้ยงอำลาด้วยบาบีคิว ทุกคนร่าเริง สนุกสนานเหมือนฉลองการทำงานที่ผ่านไปด้วยความราบรื่น เพลงยอดนิยมยังคงเป็นเพลงเดินสามแบบ คือ สเปน ตุรกี และเคนยา บอกลาเพื่อนๆ พร้อมขอบคุณ Mick และทีมงานที่ดูแล แลกที่อยู่กับเพื่อนฝรั่งเศส เพื่อนบอกว่าถ้าจะไปดูพิพิธภัณฑ์คราเวนน่าให้บอกเขา จะได้ต้อนรับขับสู้ ไม่ต้องเดินเหนื่อยเหมือนคราวนี้ จากกันด้วยรอยยิ้ม เชื่อว่าทุกคนคงมีความสุขและรอยยิ้มกลับบ้านกันทุกคน

20. วันเสาร์ ที่ 24 กรกฎาคม 2553 ของฝากจากเจนีวา

โปรแกรมสำหรับครูปิดไปเรียบร้อยแล้ว จึงต้องเตรียมตัวกลับด้วยการเข้าเมืองเจนีวา เสาะหาของฝากกับน้องๆ นักศึกษา ของฝากชิ้นชื่อ คงจะเป็นนาฬิกา ซ็อกโกแลต มิดพก และผลิตภัณฑ์ที่

เกี่ยวกับวิว เดินซื้อจนเหนื่อย จึงช่วยกันจ่ายตลาดไปทำกับข้าวแบบไทยๆ พอให้น้องๆ คิดถึงที่หอพัก น้องตามเคย เมนูวันนี้ ราดหน้า เสี่ยงซื้อแป้งราดหน้ามาหนึ่งซอง เลือกลงชดด้วย เลยทานราดหน้ากันอย่างเอร็ดอร่อย

21. วันอาทิตย์ ที่ 25 กรกฎาคม 2553 ลาก่อนนะเซิร์น

ตื่นเข้ามาถ่ายรูปทิวเขาและทุ่งหญ้าอันงดงามต่างเป็นเช้าวันสุดท้ายของที่นี่ จัดกระเป๋าอย่างทุลักทุเล กลัวว่าน้ำหนักจะเกิน ออกจากโรงแรมประมาณเที่ยง ทานข้าวที่โรงอาหาร และนั่งรถไปสนามบิน น้องๆ มาส่งเช่นเคย อีกหน่อยก็ถึงบ้านแล้ว ลาก่อนนะเซิร์น

แหล่งข้อมูลอ้างอิง

บุรินทร์ อิศวพิภพ และนรพัทธ์ ศรีมโนภาส. เจาะ CERN-เซิร์น. กรุงเทพฯ : สารคดี, 2552 : 132-138)

European Organization for Nuclear Research (CERN). CERN. [online] เข้าถึงได้จาก <http://public.web.cern.ch/public/en/Research/AccelComplex-en.html> (วันที่ค้นข้อมูล : 5 กันยายน 2553).

ภาคผนวก 1

โครงสร้างวิชาฟิสิกส์ ของหลักสูตร

International Baccalaureate Diploma

Syllabus overview

The syllabus for the Diploma Programme physics course is divided into three parts: the core, the AHL material and the options. The *Physics data booklet* is an integral part of the syllabus and should be used in conjunction with the syllabus. Students should use the data booklet during the course, and they should be issued with clean copies for papers 1, 2 and 3 in the examination.

| | Teaching hours |
|---|-------------------|
| Core | 80 |
| Topic 1: Physics and physical measurement | 5 |
| Topic 2: Mechanics | 17 |
| Topic 3: Thermal physics | 7 |
| Topic 4: Oscillations and waves | 10 |
| Topic 5: Electric currents | 7 |
| Topic 6: Fields and forces | 7 |
| Topic 7: Atomic and nuclear physics | 9 |
| Topic 8: Energy, power and climate change | 18 |
| AHL | 55 |
| Topic 9: Motion in fields | 8 |
| Topic 10: Thermal physics | 6 |
| Topic 11: Wave phenomena | 12 |
| Topic 12: Electromagnetic induction | 6 |
| Topic 13: Quantum physics and nuclear physics | 15 |
| Topic 14: Digital technology | 8 |
| Options | 15/22 |
| Options SL | |
| Option A: Sight and wave phenomena | 15 |
| Option B: Quantum physics and nuclear physics | 15 |
| Option C: Digital technology | 15 |
| Option D: Relativity and particle physics | 15 |

Syllabus overview

| | Teaching hours |
|---------------------------------|-------------------|
| Options SL and HL | |
| Option E: Astrophysics | 15/22 |
| Option F: Communications | 15/22 |
| Option G: Electromagnetic waves | 15/22 |
| Options HL | |
| Option H: Relativity | 22 |
| Option I: Medical physics | 22 |
| Option J: Particle physics | 22 |

Students at SL are required to study any **two** options from A–G.
The duration of each option is 15 hours.

Students at HL are required to study any **two** options from E–J.
The duration of each option is 22 hours.

ภาคผนวก 2
โครงสร้างเนื้อหาของฟิสิกส์อนุภาค

IB Working Group Reference Document

Option J: Particle physics (22 hours)

A free CD-Rom produced by CERN (also available on the CERN web site) covers all the material in this option.

In this option, all masses are assumed to be rest masses.

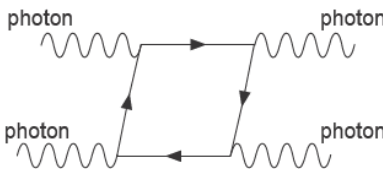
TOK: This whole option contains a wealth of information for discussion, for example, the nature of observation, the meaning of measurement, and the meaning of evidence. How developments in one field lead to breakthroughs in another is also a fascinating topic, for example, particle physics and cosmology.

HL J1 Particles and interactions

5 hours

| | Assessment statement | Obj | Teacher's notes |
|--|--|-----|---|
| Description and classification of particles | | | |
| J.1.1 | State what is meant by an elementary particle. | 1 | Particles are called elementary if they have no internal structure, that is, they are not made out of smaller constituents. |
| J.1.2 | Identify elementary particles. | 2 | The classes of elementary particles are quarks, leptons and exchange particles. The Higgs particle could be elementary. |
| J.1.3 | Describe particles in terms of mass and various quantum numbers. | 2 | Students must be aware that particles (elementary as well as composite) are specified in terms of their mass and various quantum numbers. They should consider electric charge, spin, strangeness, colour, lepton number and baryon number. |
| J.1.4 | Classify particles according to spin. | 1 | |
| J.1.5 | State what is meant by an antiparticle. | 1 | |
| J.1.6 | State the Pauli exclusion principle. | 1 | |
| Fundamental interactions | | | |
| J.1.7 | List the fundamental interactions. | 1 | Since the early 1970s the electromagnetic and weak interactions have been shown to be two aspects of the same interaction, the electroweak interaction. |
| J.1.8 | Describe the fundamental interactions in terms of exchange particles. | 2 | |
| J.1.9 | Discuss the uncertainty principle for time and energy in the context of particle creation. | 3 | A simple discussion in terms of a particle being created with energy ΔE existing no longer than a time Δt given by $\Delta E \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$ |
| Feynman diagrams | | | |
| J.1.10 | Describe what is meant by a Feynman diagram. | 2 | — |

IB Working Group Reference Document

| | Assessment statement | Obj | Teacher's notes |
|--------|---|-----|--|
| J.1.11 | Discuss how a Feynman diagram may be used to calculate probabilities for fundamental processes. | 3 | Numerical values of the interaction strengths do not need to be recalled. |
| J.1.12 | Describe what is meant by virtual particles. | 2 | |
| J.1.13 | Apply the formula for the range R for interactions involving the exchange of a particle. | 2 | Applications include Yukawa's prediction of the pion or determination of the masses of the W^\pm, Z^0 from knowledge of the range of the weak interaction. |
| J.1.14 | Describe pair annihilation and pair production through Feynman diagrams. | 2 | |
| J.1.15 | Predict particle processes using Feynman diagrams. | 3 | For example, the electromagnetic interaction leads to photon–photon scattering (that is, scattering of light by light). The particles in the loop are electrons or positrons:  |

HL J2 Particle accelerators and detectors

6 hours

| | Assessment statement | Obj | Teacher's notes |
|------------------------------|---|-----|--|
| Particle accelerators | | | |
| J.2.1 | Explain the need for high energies in order to produce particles of large mass. | 3 | |
| J.2.2 | Explain the need for high energies in order to resolve particles of small size. | 3 | Students should know that, to resolve a particle of size d , the de Broglie wavelength $\lambda = \frac{h}{p}$ of the particle used to scatter from it must be of the same order of magnitude as d . The connection with diffraction may prove useful here. |
| J.2.3 | Outline the structure and operation of a linear accelerator and of a cyclotron. | 2 | |
| J.2.4 | Outline the structure and explain the operation of a synchrotron. | 3 | Students should be able to explain how the charged beams are accelerated, why the magnetic fields must vary and why the ring has a large radius. |
| J.2.5 | State what is meant by bremsstrahlung (braking) radiation. | 1 | |

IB Working Group Reference Document

| | Assessment statement | Obj | Teacher's notes |
|---------------------------|--|-----|---|
| J.2.6 | Compare the advantages and disadvantages of linear accelerators, cyclotrons and synchrotrons. | 3 | |
| J.2.7 | Solve problems related to the production of particles in accelerators. | 3 | These include the total energy of the particle in terms of its mass and kinetic energy, and the total energy available from the collision of a particle with a stationary target. |
| Particle detectors | | | |
| J.2.8 | Outline the structure and operation of the bubble chamber, the photomultiplier and the wire chamber. | 2 | |
| J.2.9 | Outline international aspects of research into high-energy particle physics. | 2 | Students should be aware that governments need to collaborate to construct and operate large-scale research facilities. There are very few accelerator facilities, for example, CERN, DESY, SLAC, Fermilab and Brookhaven. Results are disseminated and shared by scientists in many countries. |
| J.2.10 | Discuss the economic and ethical implications of high-energy particle physics research. | 3 | Students should be aware that, even at the height of the Cold War, Western and Soviet scientists collaborated in the field of particle physics. |

HL J3 Quarks

2 hours

| | Assessment statement | Obj | Teacher's notes |
|-------|---|-----|--|
| J.3.1 | List the six types of quark. | 1 | |
| J.3.2 | State the content, in terms of quarks and antiquarks, of hadrons (that is, baryons and mesons). | 1 | |
| J.3.3 | State the quark content of the proton and the neutron. | 1 | |
| J.3.4 | Define <i>baryon number</i> and apply the law of conservation of baryon number. | 2 | Students should know that baryon number is conserved in all reactions. |
| J.3.5 | Deduce the spin structure of hadrons (that is, baryons and mesons). | 3 | Only an elementary discussion in terms of spin "up" and spin "down" is required. |
| J.3.6 | Explain the need for colour in forming bound states of quarks. | 3 | Students should realize that colour is necessary to satisfy the Pauli exclusion principle. The fact that hadrons have no colour is a consequence of confinement. |
| J.3.7 | State the colour of quarks and gluons. | 1 | |

IB Working Group Reference Document

| | Assessment statement | Obj | Teacher's notes |
|--------|--|-----|--|
| J.3.8 | Outline the concept of strangeness. | 2 | It is sufficient for students to know that the strangeness of a hadron is the number of anti-strange quarks minus the number of strange quarks it contains. Students must be aware that strangeness is conserved in strong and electromagnetic interactions, but not always in weak interactions. |
| J.3.9 | Discuss quark confinement. | 3 | Students should know that isolated quarks and gluons (that is, particles with colour) cannot be observed. The strong (colour) interaction increases with separation. More hadrons are produced when sufficient energy is supplied to a hadron in order to isolate a quark. |
| J.3.10 | Discuss the interaction that binds nucleons in terms of the colour force between quarks. | 3 | It is sufficient to know that the interaction between nucleons is the residual interaction between the quarks in the nucleons and that this is a short-range interaction. |

HL J4 Leptons and the standard model

2 hours

| | Assessment statement | Obj | Teacher's notes |
|-------|---|-----|--|
| J.4.1 | State the three-family structure of quarks and leptons in the standard model. | 1 | Students should know that the standard model is the presently accepted theory describing the electromagnetic and weak interactions of quarks and leptons. |
| J.4.2 | State the lepton number of the leptons in each family. | 1 | |
| J.4.3 | Solve problems involving conservation laws in particle reactions. | 3 | Students should know that electric charge, total energy, momentum, baryon number and family lepton number are conserved in all particle reactions. Strangeness is conserved in strong and electromagnetic interactions, but not always in weak interactions. |
| J.4.4 | Evaluate the significance of the Higgs particle (boson). | 3 | Students should know that particles acquire mass as a result of interactions involving the Higgs boson. |

HL J5 Experimental evidence for the quark and standard models

5 hours

| | Assessment statement | Obj | Teacher's notes |
|-------|---|-----|--|
| J.5.1 | State what is meant by deep inelastic scattering. | 1 | |
| J.5.2 | Analyse the results of deep inelastic scattering experiments. | 3 | Students should appreciate that these experiments provide evidence for the existence of quarks, gluons and colour. |

IB Working Group Reference Document

| | Assessment statement | Obj | Teacher's notes |
|-------|---|-----|--|
| J.5.3 | Describe what is meant by asymptotic freedom. | 2 | It is sufficient for students to know that the strength of the strong interaction decreases as the energy available for the interaction increases. |
| J.5.4 | Describe what is meant by neutral current. | 2 | A simple description in terms of processes involving Z^0 exchange is sufficient. |
| J.5.5 | Describe how the existence of a neutral current is evidence for the standard model. | 2 | Students should know that only the standard model predicts weak interaction processes involving the exchange of a massive, neutral particle (the Z^0 boson). |

6 Cosmology and strings

2 hours

| | Assessment statement | Obj | Teacher's notes |
|-------|--|-----|---|
| J.6.1 | State the order of magnitude of the temperature change of the universe since the Big Bang. | 1 | The temperature of the universe was 10^{32} K at 10^{-43} s after the Big Bang and is 2.7 K at present. |
| J.6.2 | Solve problems involving particle interactions in the early universe. | 3 | For example, problems will include calculation of the temperature: <ul style="list-style-type: none"> at which production of electron–positron pairs becomes possible at which nucleosynthesis can take place when the universe becomes transparent to radiation. |
| J.6.3 | State that the early universe contained almost equal numbers of particles and antiparticles. | 1 | |
| J.6.4 | Suggest a mechanism by which the predominance of matter over antimatter has occurred. | 3 | A simple explanation in terms of the impossibility of photons materializing into particle–antiparticle pairs once the temperature fell below a certain value is all that is required. |
| J.6.5 | Describe qualitatively the theory of strings. | 2 | Students should be aware that the failure to reconcile gravitation with quantum theory has created the idea of a string as the fundamental building block of matter. The known fundamental particles are modes of vibration of the string similar to the harmonics of an ordinary vibrating string. |

ภาคผนวก 3

การนำเสนอ เรื่อง Bubble Chamber

Introduction to Bubble Chamber

By Peempond Phaprom
HST 2010 (IB Group)
CERN

Outline

- History of the Bubble chamber
- How does the Bubble chamber work
- How to read a photographs from Bubble chamber

History of the Bubble chamber

The aim of particle physics is to study the fundamental building blocks of nature and the forces they exert on each other. A typical fixed target experiment consists of taking particles from a machine called an accelerator, colliding them with atomic nuclei in a target, and measuring what comes out in a machine called a detector

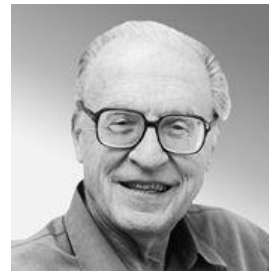


http://teachers.web.cern.ch/teachers/archiv/HST2005/bubble_chambers/BCwebsite/index.htm

The bubble chamber : BC

The **BC**, which served particle physics well for about 40 years, playing a crucial part in establishing the quark-parton model, is special because it is both target and detector

The BC, invented by Donald Glaser in 1952.



Courtesy of and ©The University of California, Berkeley

[Donald Glaser with Bubble Chamber](#)



<http://www.osti.gov/accomplishments/glaser.html>

Discovery of the Omega-minus Particle

In the early Sixties theorists found in group theory a ready-made mathematical description that seemed to provide a remarkably successful scheme for classifying the then known hadrons.

This scheme was not based on any underlying theory of fundamental structure, nor was it derived from any abstract principle.

It simply provided a concise representation that exhibited symmetry and order and, additionally, predictive power.

The baryons and mesons known at the time fell into symmetric families of multiplets (octuplets, decuplets) sharing two identical quantum numbers (spin and parity), but differing in an ordered way in others (mass, charge, baryon number and strangeness).

The mathematical group to fit this complex situation-SU3, the symmetric, unitary group of dimension 3- was proposed independently by Professors Gell-Mann at California Institute of Technology and Ne'eman at Imperial College, London, and named by Gell-Mann "[The Eightfold Way](#)."

This new classification scheme, it was hoped, might lead in time to an understanding of particle structure just as the classification of the line spectra of atoms, following Balmer's discovery of order in the spectrum of the hydrogen atom, provided the first step leading to quantum mechanics and the understanding of the dynamics of atomic structure.

It was thus very important that the validity of SU3 be demonstrated by experiment. A major prediction was that a particle (named by Gell-Mann the omega-minus), an isotopic singlet with spin = $3/2$, positive parity, mass of roughly 1,680 MeV, negative charge, baryon number +1, strangeness = -3, and stable to strong decay, [should exist to complete the 3/2+ baryon decuplet](#).

It was therefore a major triumph for the scheme when the omega-minus, a baryon with the precise mass, charge and strangeness predicted, was discovered in 1964

the Omega-minus Particle was discovered by a team of physicists from Brookhaven, the University of Rochester and Syracuse University, led by [Nicholas Samios](#) of Brookhaven, using the [80-inch bubble chamber](#). This crucial experiment also verified the symmetry breaking by medium-strong interactions which accounts for the mass differences within the multiples.

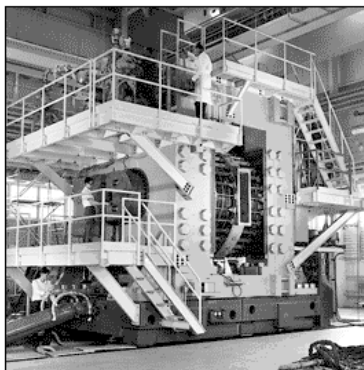
This finding supported the first attempt by physicists to organize the increasingly long list of subatomic particles into an orderly pattern, similar to that used to arrange chemicals in the periodic table.



Nicholas Samios

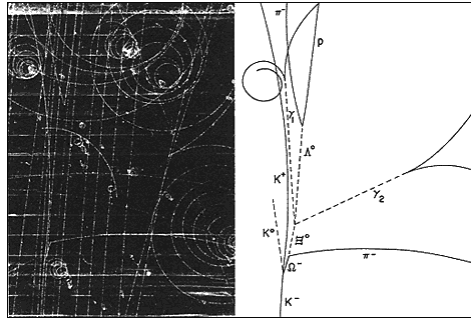
<http://www.mlahanas.de/Greeks/new/Samios.htm>

When the first photograph of particle interactions was made in June 1963, the 80-inch Bubble Chamber was the largest such detector in the world



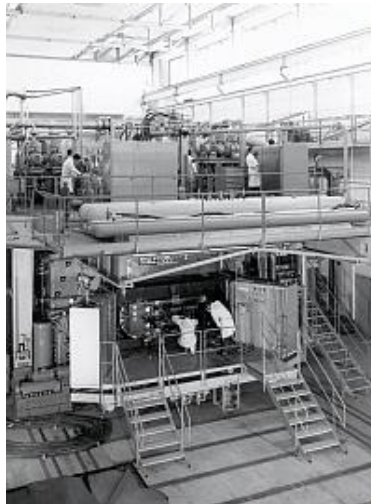
The 80-inch Bubble Chamber

http://www.bnl.gov/bnlweb/history/80_inch.asp



<http://www.bnl.gov/bnlweb/history/Omega-minus.asp>

The bubble chamber picture of the first omega-minus. An incoming K-meson interacts with a proton in the liquid hydrogen of the bubble chamber and produces an omega-minus, a K⁰ and a K⁺ meson which all decay into other particles. Neutral particles which produce no tracks in the chamber are shown by dashed lines. The presence and properties of the neutral particles are established by analysis of the tracks of their charged decay products and application of the laws of conservation of mass and energy.



The CERN 2m hydrogen bubble chamber

http://teachers.web.cern.ch/teachers/archiv/HST2005/bubble_chambers/BCwebsite/index.htm



Gargamelle, the heavy-liquid bubble chamber at CERN in which [neutral currents were discovered](#)

http://teachers.web.cern.ch/teachers/archiv/HST2005/bubble_chambers/BCwebsite/index.htm

one of the first ones



one of the last ones



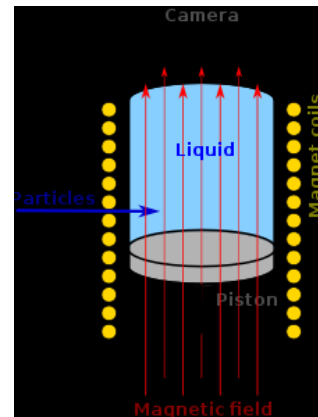
http://teachers.web.cern.ch/teachers/archiv/HST2005/bubble_chambers/BCwebsite/index.htm

How does the BC work

A tank full of liquid hydrogen contains proton targets

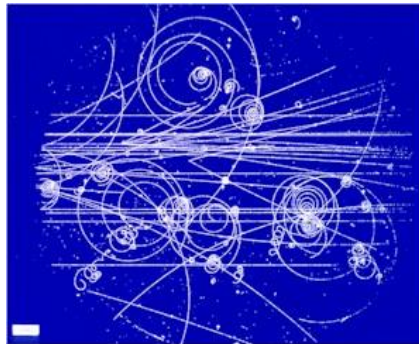
Charged particles travelling through matter lose energy by ionizing atoms. If one can record this ionization before the electrons and ions re-combine, we have a detector.

In the bubble chamber, the energy imparted to electrons by charged particles travelling through creates trails of bubbles along the paths of the charged particles.



http://en.wikipedia.org/wiki/Bubble_chamber

These can be photographed, providing a permanent record of where the charged particles went – a bit like the vapour trails of aeroplanes.



CERN Photo : <http://www.particlephysics.ac.uk/news/picture-of-the-week/picture-archive/tracks-in-a-hydrogen-bubble-chamber.html>

the proton nuclei are the targets, the electrons do the detecting.

The bubble chamber works as follows:

The liquid (these figures are for a roughly 2:1 neon-hydrogen mix) is prepared and held under a pressure of about 5 atmospheres (1atm=105 Pa).



Just before the beam arrives from the accelerator, the pressure is reduced to about 2 atmospheres making the liquid superheated.



As charged beam particles pass through the liquid they deposit energy by ionizing atoms and this causes the liquid to boil along their paths.



Some beam particles may also collide with an atomic nucleus – this is what we want to study - and the charged particle products of such interactions also ionize the liquid causing trails of bubbles to form.



The bubbles formed are allowed to grow for a few ms, and when they have reached a diameter of about 1 mm, a flash photograph is taken (on several views so as to enable the interactions to be reconstructed in 3-dimensions).



The pressure is then increased again to clear the bubbles and await the arrival of the next burst of beam particles.

How to read BC pictures

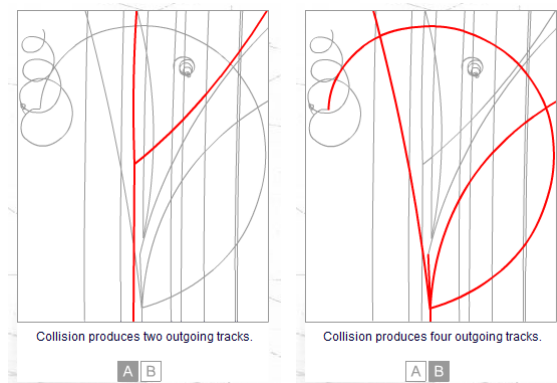
1. A very rich 'typical' bubble chamber picture

The picture contains examples of many characteristic features that need to be recognized if one is to be able to interpret such pictures. In particular:

- Collisions between beam particle and a target proton (the initial state)
- Identification of as many final state particles as possible, usually by analyzing their decays
 - # A neutral particle usually decays into a positive particle and a negative particle, giving a characteristic letter vee (V)-shaped vertex
 - # A charged particle usually decays into another particle of the same charge, but lower momentum, and at least one neutral particle; the sudden change in curvature is called a 'kink'.
 - # Dark tracks are often protons
 - # Spiralling tracks are electrons (or antielectrons)

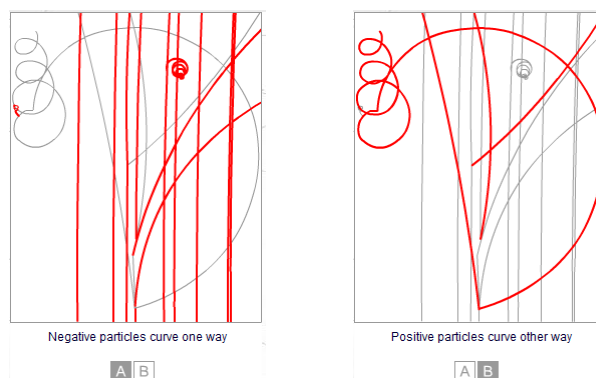
2. Finding collisions

Beam particles whose tracks do NOT remain parallel all the way through the picture must have collided with a proton in a hydrogen atom. There are two collisions here. In a real experiment both these collisions would have been recorded and analyzed. Here we will concentrate on the more interesting 'event' B that produces a spray of 4 charged particles.



3. The effect of magnetic fields on moving charged particles

A magnetic field will curve the trajectory of charged particles
 Negatively charged particles are curved in one direction
 (event A) positive particles in the opposite direction (event B)



NOTE :

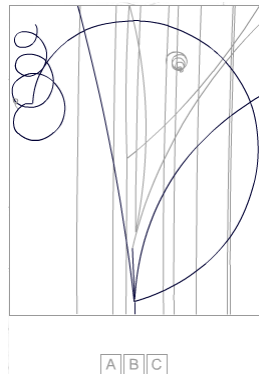
The little curly tracks are produced by electrons which are knocked out of the atoms by charged particles passing by - so the magnetic field points into the screen.

Electrons spiral because they are much lighter than all other charged particles and lose energy quickly by another process called bremsstrahlung

4. Classifying collisions - number of charged tracks

If any beam particle does NOT continue parallel through the picture, it must have collided with a proton. (Very occasionally a beam particle may decay)

The first quantity of interest is the number of charged particles coming from the collision.

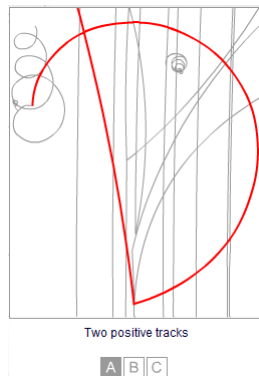


ASIDE: Since we are studying the collisions of K^+

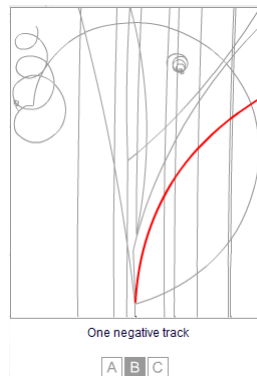
particles with protons, p , the total charge of the
of K^+ , initial state is always zero.

From charge conservation - one of the most important rules of particle physics - every $K^+ p$ collision must produce an equal number of positive and negative particles. (Every charged particle that leaves a track in a bubble chamber has a charge of +/- the charge of the electron.)

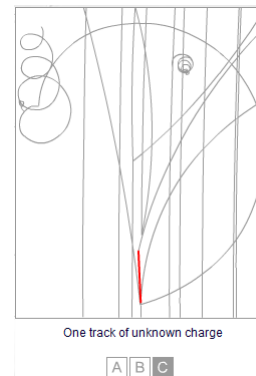
2 positive tracks (A)



1 negative track (B)

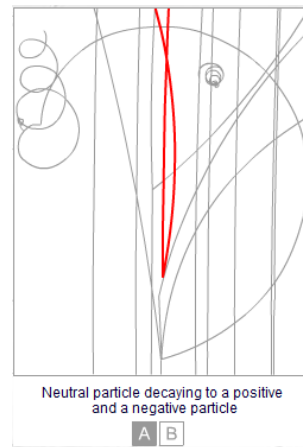


1 straight track that kinks suddenly, before travelling far enough (C)

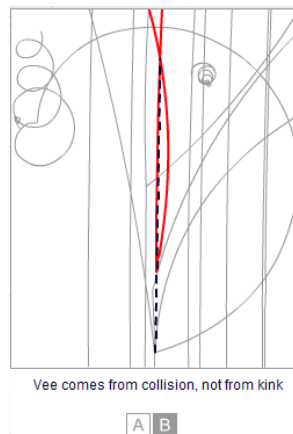


5. Classifying collisions - number of neutral particles

Neutral particles do NOT leave trails of bubbles (because bubble formation is initiated by the ionization of the hydrogen atoms by the Coulomb interaction). However, an unstable neutral particle may decay in the bubble chamber into a pair of lighter particles - one positive and one negative - leaving an easily recognisable letter V (or vee) shape.

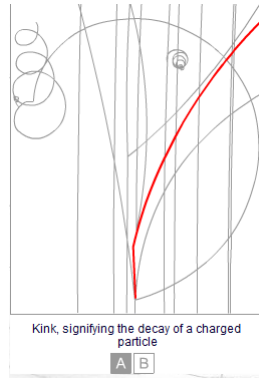


If the tracks from the vee happen to cross again, downstream, the line joining the crossing position to the decay position (the V) points back to the origin of the neutral particle. So our neutral decay vee can be seen to be coming from the collision and not from the kink.

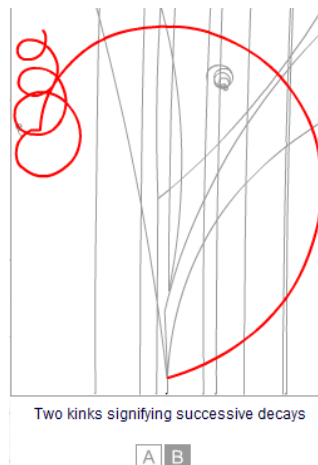


6. Identification of particles from a collision by their decays

An unstable charged particle may also decay - usually into a charged particle of the same sign and one or more neutral particles. This shows up in the bubble chamber as a kink - a sudden change into a more curved track



Notice : that one of the positive tracks kinks twice (B), ending up with a positive spiraling track (produced by an anti-electron e^+ and ordinary electrons e^- spiral)



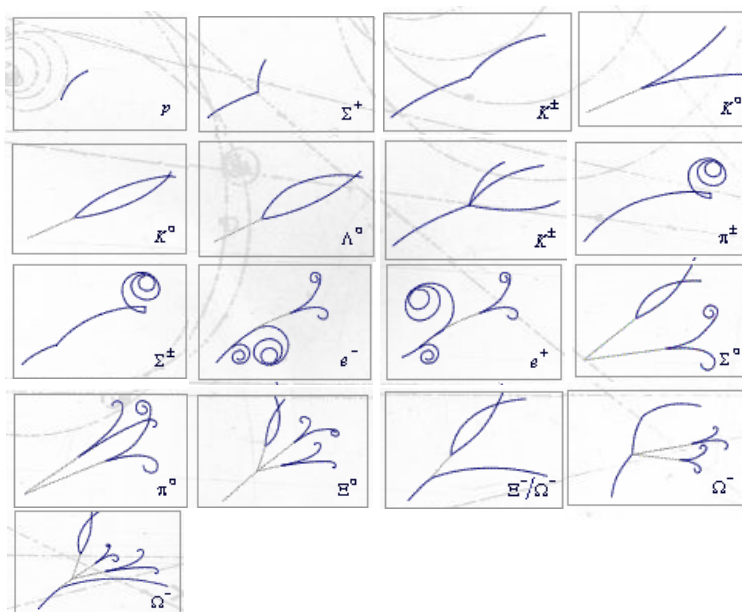
7. Decay signatures

When particles are able to travel a measurable distance in the bubble chamber before they decay, it is often possible to recognize them from an analysis of the tracks made by their decay products

e^+ and e^- can be recognized because they spiral and sometimes produce identifiable bremsstrahlung photons which can 'materialise' to e^+e^- pairs in the field of a nucleus

Dark (sometimes short) tracks are very often produced by slow protons.

The following are sketches of the decay signatures that can occur, enabling us to identify certain particles. Depending on the momenta involved (given by the curvature of the tracks), these basic shapes may be somewhat distorted, but their topologies – defined by the vees and kinks – will remain.



References

<http://epweb2.ph.bham.ac.uk/user/watkins/seeweb/Intro.htm>
<http://www.bnl.gov/bnlweb/history/Omega-minus.asp>
http://teachers.web.cern.ch/teachers/archiv/HST2005/bubble_chambers/BCwebsite/index.htm
<http://www.mlahanas.de/Greeks/new/Samios.htm>
